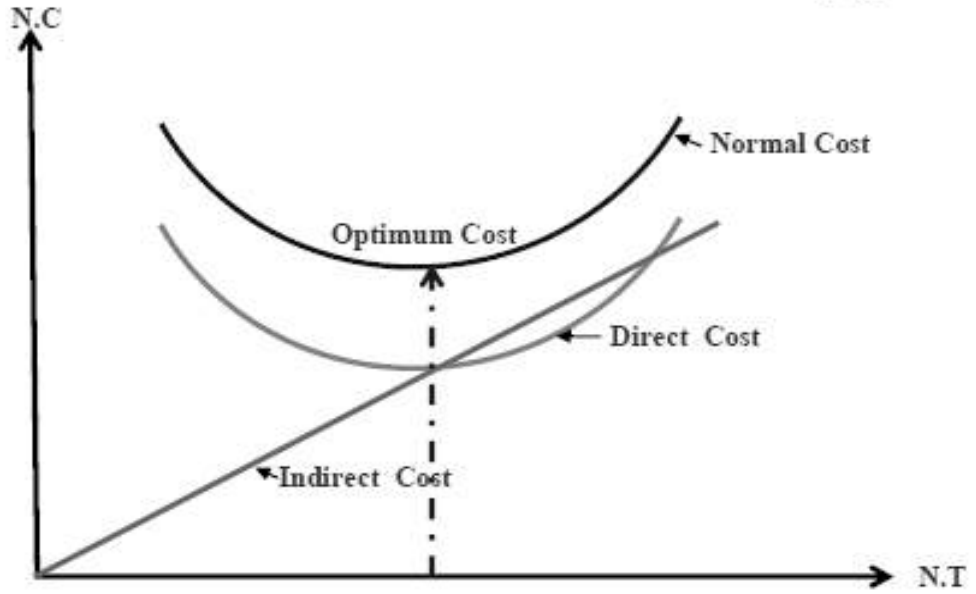
# Crash Program

م.م. اسيل عبدالجادر

## البرنامج الفوري Crash Program

ويسمى أيضا ( المبادلة بين الوقت والكلفة ) وهي عملية اختصار في زمن انجاز المشروع أو تعجيل زمن انجاز المشروع بدلاً من الوقت الاعتيادي Normal Timeإلى زمن معجل Crash Time وهذا يتطلب زيادة في الكلفة الثابتة وتقليل الكلفة المتغيرة .




**ملاحظة/ يجب أتباع ما يلي عند ما يراد منك كمهندس في مشروع معين انه تجعل في فعاليه معينه ولفترة زمنيه اقل مما هوة مخطط لهذه الفعالية على انه تكون تلك التغيرات واقعه على مسار الخط الحرج (c.p) .**

1- زيادة في عدد العمال أو زيادة عدد المجاميع وبذالك يؤدي بتقليل من إنتاجية العامل الواحد والذي يؤدي بذالك إلى زيادة في الكلفة الثابتة .
2- زيادة عدد المكائن والآليات في تلك الفعاليات وذالك باستئجار أو شراء آليات إضافية وبالتالي تؤدي هذه الزيادة في العدد تقليل الوقت الاعتيادي وزيادة في ألكلفه الثابتة نتيجة تقليل في إنتاجيه الماكينة الواحدة .
3- زيادة في سرعه تجهيز المواد الأولية الداخلة في العمل .
4- تحفيز العاملين على زيادة في الإنتاجية أو في المدة الفعلية في العمل .
5- إيجاد البدائل في تنفيذ فعليه معينه تؤدي إلى زيادة في الإنتاجية .

**بعض المصطلحات الواردة في هذه المحاضرة :-**

1- **الوقت الطبيعي**(Normal Time) وهو الزمن اللازم لإنجاز أو تنفيذ النشاط في كل الظروف الطبيعية من تأخير أو تعجيل .

2- **الكلفة الطبيعية** (Normal Cost)وهو كلف النشاط أو المشروع عند تنفيذه وانجازه خلال الوقت الطبيعي له ودوت ألحاجه إلى زيادة مستويات الموارد المطلوبة لتنفيذ المشروع .

3- **الوقت المضغوط** ( Crash Time) هو اقل زمن يمكن تنفيذ النشاط أو المشروع خلاله بحيث لا يمكن تنفيذ النشاط أو المشروع في زمن اقل مهما زادت مستويات الموارد المستخدمة في التنفيذ .

4- **ألكلفه المضغوطة** (Crash Cost) هي ألكلفه المتربية على تنفيذ النشاط أو المشروع في اقل وقت ممكن .

5- **ألكلفه الكلية** (Total Cost) وهي مجموع الكلف في المشروع الناتجة من الكلف المباشرة والكلف الغير مباشرة .

$$T.C=D.C+I.C$$

أ- **الكلف المباشرة** (Direct Cost ) وهي مجموع الكلف اللازمة لتغطية المصاريف التي تدخل مباشره في تنفيذ وإعمال الفقرة الإنشائية المطلوبة وتكون الكلف المباشرة من واحد أو أكثر من ثلاثة أنواع من التكاليف وهي ( المواد وأجور العمال وأجور المقاولات الثانوية ) .

ب- **الكلف غير مباشرة** (Indirect Cost) وتكون من نوعين هما .

- التحميلا ت الحقلية( Site Overheads ) .

التحميلات الإدارية ( Office Overheads ) .

**1-التحميلات الحلقية** ( Site Overheads ) :- وتشمل المصاريف اللازمة لتغطية كلفة وأجور مجموعه من المواد والخدمات العامة في موقع العمل والتي أهمها .

- رواتب المهندسين ومساعديهم من الفنيين والموظفين الإداريين والمحاسبين وعمال الخدمة والسواق .
- كلف المنشئات الوقتية مثل دائرة المهندس المقيم والمخازن ومعامل الصيانة والمطعم .
- كلف التجهيزات المكتبية والقرطاسية في الموقع .
- أجور الماء والكهرباء والهاتف .
- مصاريف النقل والسيارات الحقلية .
- كلف تنظيف الموقع عند انتهاء العمل .

**2 - التحميلات الإدارية** ( Office Overheads ) وتشمل المصاريف اللازمة لتغطيه كلف وأجور مجموعه من المواد والخدمات في المكتب الرئيسي للمقاول أو الدائرة المنفذة للمشروع التي أهمها ما يلي .

- رواتب وأجور العاملين في المكتب الرئيسي للمقاول والدائرة المنفذة .

- أيجار المكتب الرئيسي للمقاول أو الدائرة المنفذة .
- الاندثار السنوي للأثاث والمعدات المكتبية .
- مصاريف السيارات ووسائط النقل في المكتب الرئيسي للمقاول أو الدائرة المنفذة .
- أجور الماء والكهرباء والهاتف .

وتحسب الكلف غير المباشرة كنسبة مئوية من الكلف المباشرة وتتراوح بين ( 10% -15% ) وتتناسب طرديا مع الزمن حيث إن أي زيادة في تأجير التسليم تؤدي إلى زيادة في ألكلفه الغير مباشره .

## خطوات تقليص المدة في تنفيذ مشروع

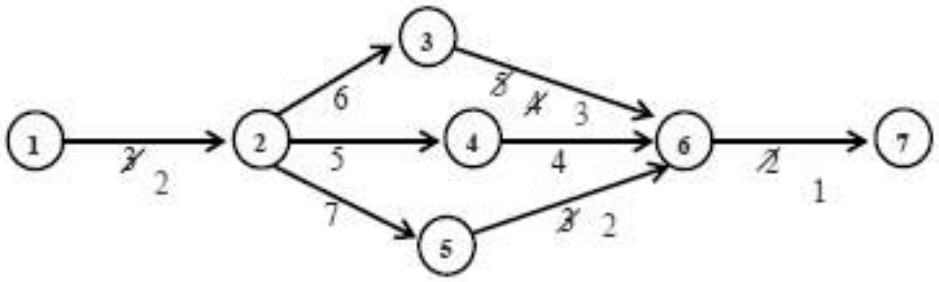
1- أيجاد المسار الحرج وتحديد الفعاليات الحرجة .

2- أيجاد كلفه التربيع لكل فعالية $= \frac{\text{الكلفة المضغوطة ـ الكلفة الاعتيادية}}{\text{المدة الاعتيادية ـ المدة المضغوطة}} = (\text{Rate})$

3- يبدأ الضغط بأقل كلفه تربع للفعاليات ألحرجة C.P .
4- خفض الوقت لفعاليه معينه يكون مقبول في حاله بقاء المسار الحرج بدون تغيير .
5- بعد الانتهاء من خفض عدد من الفعاليات الحرجة يتم حساب مدة المشروع الكلية الجديدة ( المضغوطة ) والكلفة الكلية للمشروع ( المضغوطة )

**مثال ( 1 )**

إذا كان لدينا المخطط الشبكي التالي وتطلب منا اختصار الزمن بسبب معين وبمقدار ( 4 ) أسابيع فما هو مقدار اقل كلفة لتنفيذ هذا الاختصار ؟




1 - 2 – 3 – 6 – 7 = 16 15 14 13 12
1 - 2 – 4 – 6 – 7 = 14 13 12
1 - 2 – 5 – 6 – 7 = 15 14 13 12

| Act. | Normal | | Crash | | Rang | Rate | C. P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Time | Cost ID | Time | Cost ID | | | |
| 1 – 2 | 3 | 175 | 2 | 235 | 0 | 60 | * |
| 2 – 3 | 6 | 300 | 4 | 500 | 2 | 100 | * |
| 2 – 4 | 5 | 450 | 4 | 600 | 1 | 150 | |
| 2 – 5 | 7 | 150 | 6 | 230 | 1 | 80 | |
| 3 – 6 | 5 | 250 | 3 | 350 | | 50 | * |
| 4 – 6 | 4 | 600 | 4 | 600 | 0 | 0 | |
| 5 – 6 | 3 | 100 | 2 | 115 | | 15 | |
| 6 - 7 | 2 | 72 | 1 | 142 | | 70 | * |
| | | **2097** | | | | | |

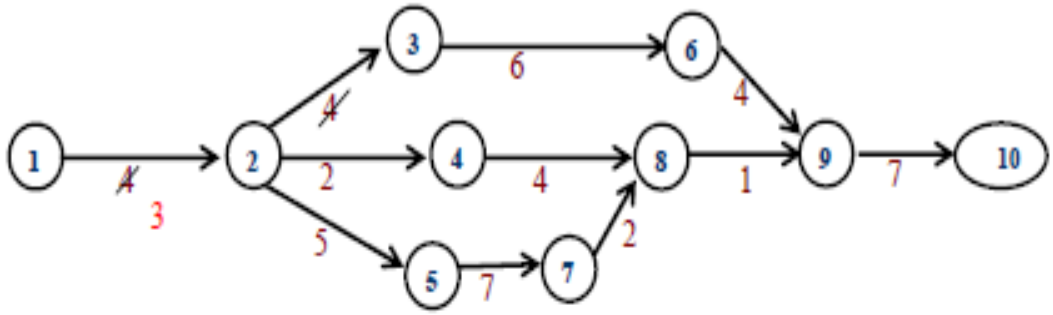
$$Rang = N.T - C.T$$

$$Rate = \frac{C.C - N.C}{Rang}$$

1- كلفة المشروع خلال 16 أسبوع هي 2097 دينار
2- تقليص اقل كلفة من المسار الحرج فتكون الفعالية ( 6-3)
فتصبح الكلفة الكلية 2097+50= 2147 دينار
3- يكون لدينا مساران حرجان ( أما تقليص فعاليه مشتركة أو تقليص فعالية من كل مسار ونجمعها والذي يحكمنا هو اقل كلفة)
4- يتم اختصار الفعالية ( 2-1 ) المشتركة فتصبح ألكلفة
2147+60=2207 ديناراً
5- ننزل أسبوع من الفعالية( 6-3 ) وأسبوع من الفعالية ( 6-5 ) فتصبح الكلفة .
2207+50+15+2272دينارا
6- نختصر أسبوع من الفعلية 7-6فتصبح الكلفة
2272+70+2342 ديناراً

**مثال ( 2 )**

في المخطط الشبكي والجدول التالي لدينا الكلف المباشرة المخمنة مع المدة الاعتيادية والفورية جد المدة التي ينتج عنها اقل كلفة كلية للمشروع . إذا علمت إن الكلف الغير مباشرة ( 150 ) دينار / أسبوع .




1- 2 – 3 – 6 – 9 – 10 = 25
1 - 2 – 4 – 8 – 9 - 10 = 18
1 - 2 – 5 – 7 – 8 – 9 - 10 = 26

| Act. | Normal | | Crash | | Rang | Rate | C. P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Time | Cost | Time | Cost | | | |
| 1 – 2 | 4 | 500 | 3 | 750 | 1 | 250 | * |
| 2 – 3 | 4 | 100 | 2 | 300 | 2 | 100 | |
| 2 – 4 | 2 | 200 | 2 | 200 | 0 | 0 | |
| 2 – 5 | 5 | 600 | 4 | 760 | 1 | 160 | * |
| 3 – 6 | 6 | 700 | 5 | 830 | 1 | 130 | |
| 4 – 8 | 4 | 200 | 3 | 300 | 1 | 100 | |
| 5 – 7 | 7 | 170 | 5 | 200 | 2 | 15 | * |
| 6 – 9 | 4 | 200 | 2 | 300 | 2 | 50 | |
| 7 – 8 | 2 | 80 | 2 | 80 | 0 | 0 | * |
| 8 – 9 | 1 | 100 | 1 | 100 | 0 | 0 | * |
| 9 - 10 | 7 | 600 | 6 | 670 | 1 | 70 | * |
| | | 3450 | | | | | |

مده المشروع هي ( 26 ) أسبوع

أ- ألكلفه المباشرة 3450 دينارا

ب- الكلفة الغير مباشره 26*150= 3900

كلف المشروع = 3450+3900+7350

1- يتم اختيار أسبوع واحد من الفعالية ( 5-7 ) كونها اقل كلفة ضمن المسار الحرج فيصبح زمن نجاز المشروع ( 25 ) أسبوع

أ- الكلف المباشرة 3450+15 = 3465 دينار

ب- ألكلفه غير مباشره 25*150 = 3750 دينار

ألكلفه الكلية = 7215 دينار

2- تكون لدينار مساران حرجان أذاً يتم اختصار مدة المشروع ليصبح

ألكلفه الكلية = 3465+ (50+15) + 24* 150 = 7130 دينار

3- يتم اختصار أسبوع للفعالية ( 10-9 ) ليصبح زمن انجاز المشروع (23) أسبوع

3530+70+23*150=7050 دينار

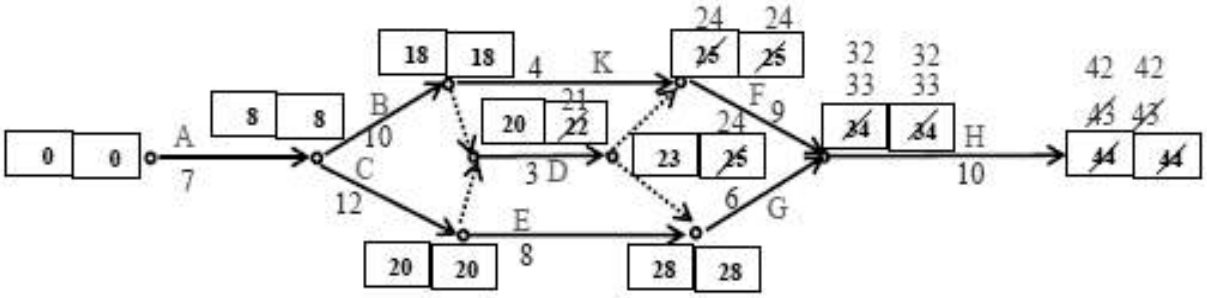
4- عند اختصار مده المشروع ليصبح ( 22 ) أسبوعا مده الفعاليات ( 5-2 ) و ( 6-9 )

الكلف الكلية = 3600+22*150+ (160+50 ) = 7110 دينار

بما أن الكلف بدأت بالازدياد آدا نتوقف فيصبح من الأفضل إن مدة تنفيذ المشروع ( 23 ) أسبوع

**مثال ( 3 )**

تم تخطيط مشروع صغير كما مبين في أدناه في الجدول والموضح فيها الكلفة والمدة الاعتيادية والمقللة . إذا علمت إن الكلفة غير المباشرة ( 40 ) $ / يوم والغرامة التاخيرية ( 10 ) $ / يوم وذلك بعد اليوم الثاني والأربعين . جد اقل كلفة يمكن تحقيقها للمشروع .




A-B-K-F-H = 44
A-B-D-F-H = 40
A-B-D-G-H = 37
A-C-D-G-H = 39
A-C-D-F-H = 42
A-C-E-G-H = 44

| Act. | Preceded by | Normal | | Crash | | Rang | Rate | C. P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Time | Cost $ | Time | Cost $ | | | |
| A | ------ | 8 | 400 | 6 | 500 | 2 | 50 | * * |
| B | A | 10 | 450 | 8 | 610 | 2 | 80 | * |
| C | A | 12 | 600 | 7 | 800 | 5 | 40 | * |
| D | B,C | 3 | 200 | 3 | 200 | 0 | 0 | |
| E | C | 8 | 350 | 6 | 460 | 2 | 55 | * |
| F | K,D | 9 | 500 | 7 | 550 | 2 | 25 | * |
| G | D,E | 6 | 380 | 4 | 425 | 2 | 22.5 | * |
| H | F,G | 10 | 600 | 6 | 810 | 4 | 52.5 | * * |
| K | B | 7 | 300 | 6 | 315 | 1 | 15 | * |
| | | | 3780 | | | | | |

1-الكلفة الكلية = الكلفة المباشرة + ألكلفه الغير مباشرة
= 3780+(10*2+44*40)= 5560 $

2- -نقلص يوم واحد من الفعاليتين G, K

الكلفة الكلية = (10+43*40)+((22.5+15)+3780) = $ 5547.5

3- نقلص يوم واحد ن الفعاليتين G ,F

ألكلفه الكلية = 3817.5+ (25+22.5)+40* 42 = $ 5545

4- نقص يوم من الفعالية A

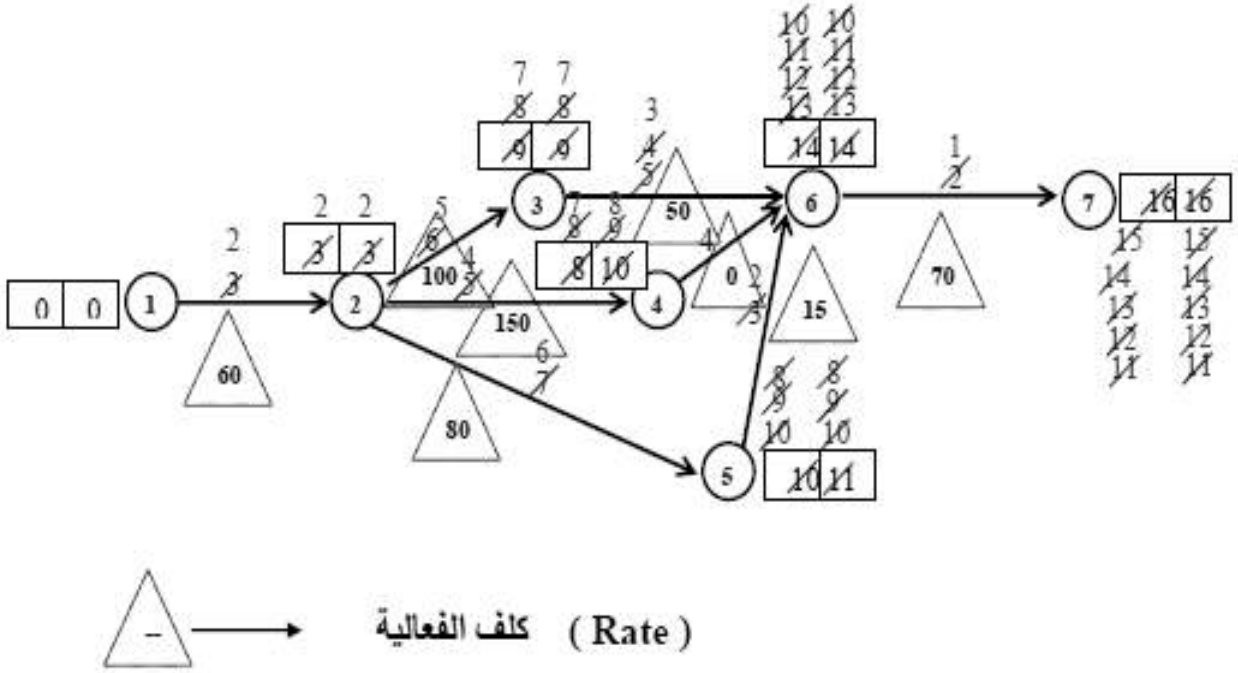
الكلفة الكلية = (50+3865)+(40*41) = $ 5555

بما أن الكلفة بدأت ترتفع فنلغي الخطوة الأخيرة

فتصبح ألكلفه الكلية (5545) $ في (42) يوم

**مثال ( 4 )**

إذا كان لدينا مخطط شبكي وقد تم إصدار أمر لسبب معين , اختصار الزمن لمدة (5) أسابيع . فما هو مقدار اقل كلفة لتنفيذ هذا الاختصار . إذا علمت إن الكلف الغير مباشرة هي ( 150 ) $ / أسبوع .



| Act. | Normal | | Crash | | Rang | Rate | C. P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Time | Cost $ | Time | Cost $ | | | |
| 1 – 2 | 3 | 175 | 2 | 235 | 1 | 60 | * |
| 2 – 3 | 6 | 300 | 4 | 500 | 2 | 100 | * |
| 2 – 4 | 5 | 450 | 4 | 600 | 1 | 150 | |
| 2 – 5 | 7 | 150 | 6 | 230 | 1 | 80 | |
| 3 – 6 | 5 | 250 | 3 | 350 | 2 | 50 | * |
| 4 – 6 | 4 | 600 | 4 | 600 | 0 | 0 | |
| 5 – 6 | 3 | 100 | 2 | 115 | 1 | 15 | |
| 6 – 7 | 2 | 72 | 1 | 142 | 1 | 70 | * |
| | | 2079 | | 2772 | | | |

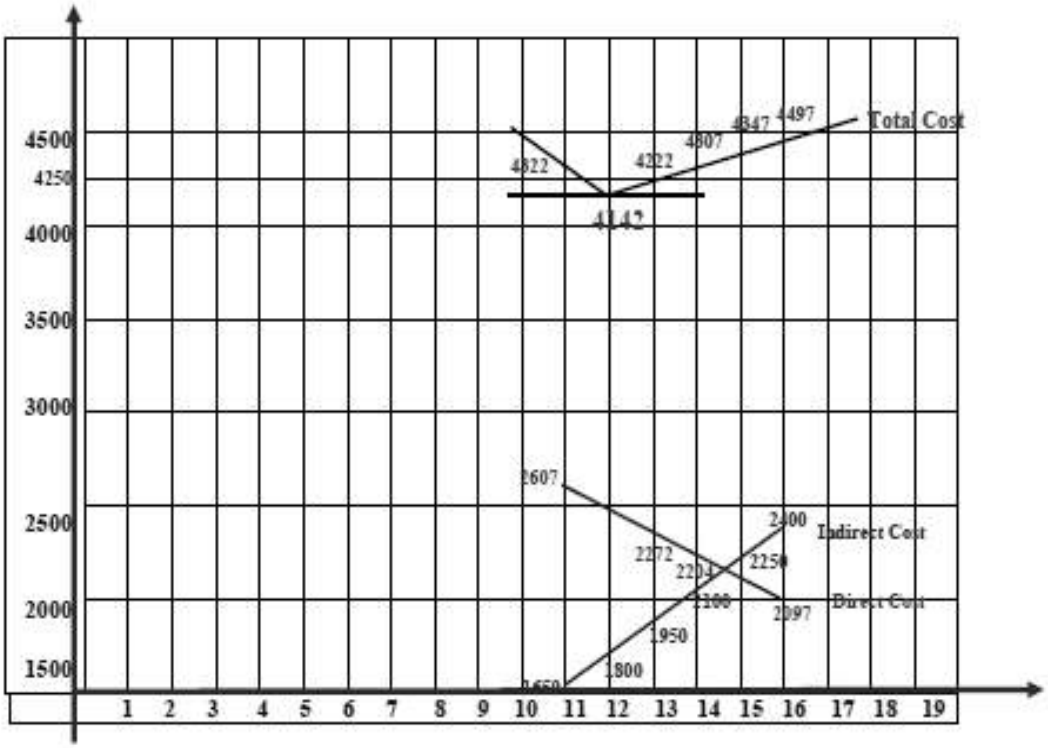
| Act. | Cost $ | T. D. C $ | Date/W | Indirect Cost $ | T. C $ |
|---|---|---|---|---|---|
| ------- | ------ | 2097 | 16 | 2400 | 4497 |
| 3 – 6 | 50 | 2147 | 15 | 2250 | 4397 |
| 1 – 2 | 60 | 2207 | 14 | 2100 | 4307 |
| 5 – 6 | 15 | | | | |
| | 65 | 2272 | 13 | 1950 | 4222 |
| 3 – 6 | 50 | | | | |
| 6 – 7 | 70 | 2342 | 12 | 1800 | 4142 |
| 2 – 3 | 100 | | | | |
| 2 – 5 | 80 330 | 2672 | 11 | 1650 | 4322 |
| 2 - 4 | 150 | | | | |

**Optimum Time**

اقل وقت بأقل كلفة

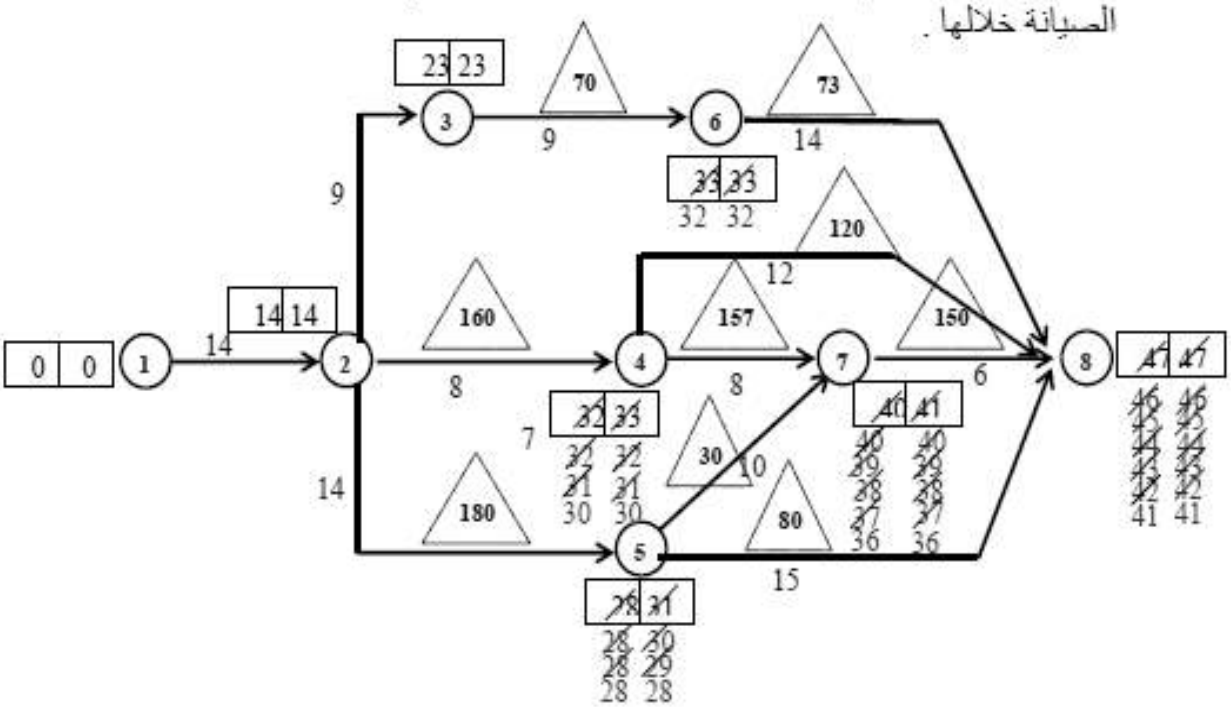
**Time = 12 Week**

**Cost = 4142 $**




**مثال ( 5 )**

الفعاليات المدرجة في الجدول أدناه لمشروع صيانة احد المصانع للكونكريت الجاهز التي تخدم دوائر التنفيذ المباشر . حيث إن الخسارة نتيجة لتوقف الإنتاج ( 500 ) دينار / يوم . اوجد الفترة الزمنية اللازمة والتي تستعمل لانجاز عملية الصيانة خلالها .



| Act. | Normal | | Crash | | Rang /D | Rate | C. P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Time | Cost | Time | Cost | | | |
| 1 – 2 | 14 | 1120 | 14 | 1120 | 0 | 0 | * |
| 2 – 3 | 9 | 1620 | 9 | 1620 | 0 | 0 | * |
| 2 – 4 | 18 | 1440 | 16 | 1760 | 2 | 160 | |
| 2 – 5 | 14 | 1120 | 13 | 1300 | 1 | 180 | |
| 3 – 6 | 10 | 1100 | 9 | 1170 | 1 | 70 | * |
| 4 - 6 | 8 | 1280 | 5 | 1750 | 3 | 156.7 | |
| 4 – 8 | 12 | 1200 | 11 | 1320 | 1 | 120 | |
| 5 – 7 | 10 | 500 | 8 | 560 | 2 | 30 | |
| 5 – 8 | 15 | 1200 | 12 | 1440 | 3 | 80 | |
| 6 – 8 | 14 | 1960 | 8 | 2400 | 6 | 73.3 | * |
| 7 - 8 | 6 | 1500 | 5 | 1650 | 1 | 150 | |

| Act. | Cost | T. D. C | Date/Day | Indirect Cost | T. C |
|---|---|---|---|---|---|
| ------ | ------ | 14040 | 47 | 23500 | 37540 |
| 3 – 6<br>6-8 | 70 | 14110 | 46 | 23000 | 37110 |
| 7-8<br>6-8 | 223 | 14333 | 45 | 22500 | 36833 |
| 4-7<br>6-8 | 230 | 14563 | 44 | 22000 | 36563 |
| 2-4<br>6-8 | 233 | 14796 | 43 | 21500 | 36296 |
| 2-4<br>5-7<br>5-8 | 343 | 15139 | 42 | 21000 | 36139 |
| 6-8<br>4-8<br>4-7<br>5-7<br>5-8 | 460 | 15599 | 41 | 20500 | 36099 |

**الجدولة بأسلوب خط الموازنة** (Line of Balance)

في مشروع انشاء مستشفى او بناية متعددة الطوابق متعددة الاغراض او دار سكنية او غير ذلك من المشاريع فان الادوات والاساليب (مخطط المستقيمات، المخطط الشبكي السهمي او العقدي او غيرها) التي مر ذكرها سابقا تستعمل جميعها في جدولة هذا النوع من المشاريع ذات الوحدات او الاجزاء المختلفة اما لو كان لدينا مشروع لبناء مجمع سكني، المجمعات السكنية والتي تشتمل عادة على عدد كبير من المساكن بتصميم موحد تتشابه فيه عناصر البناء من حيث الاسس، الجدران والسقوف ... تكون هذه المساكن متماثلة من حيث الفعاليات او لوكان لدينا مشروع لتثبيت اعمدة نقل الطاقة الكهربائية (ابراج الضغط العالي والضغط الفائق) وحتى اعمدة الكهرباء في داخل المحلات السكنية ففي جميع هذه المشاريع الانشائية التي تشمل على اعمال وفعاليات ذات طبيعة تكرارية فان أسلوب خط الموازنة ( Line of Balance) يعتبر من انجح اساليب الجدولة الزمنية التي تستعمل مع تلك المشاريع.

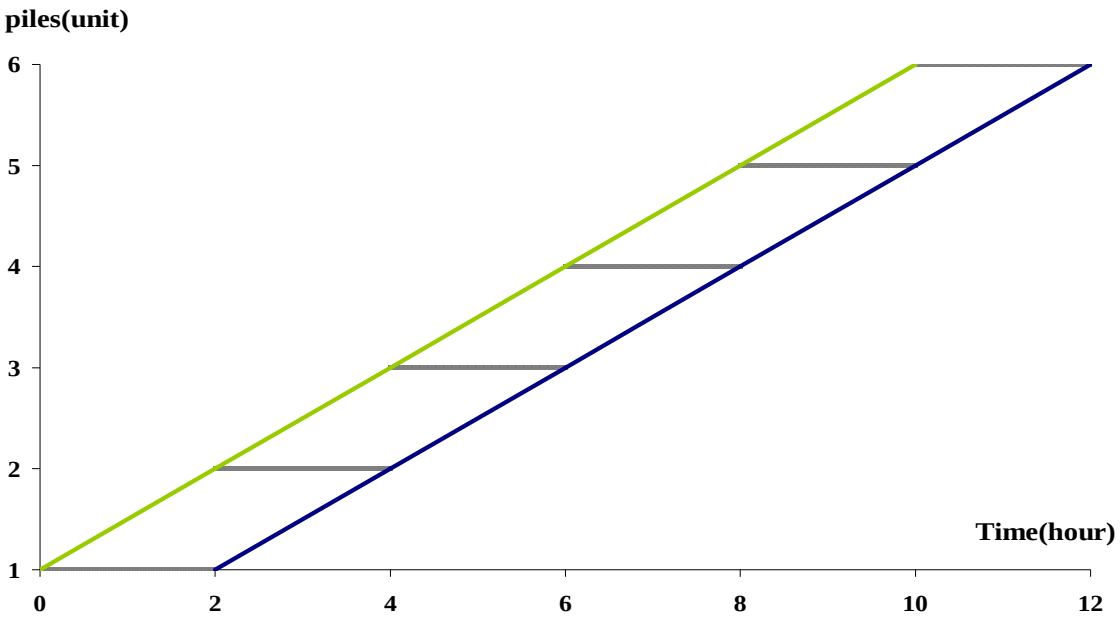
يعتمد اسلوب خط الموازنه على مايأتي

1. تقسيم المشروع الى عدد من الوحدات الانشائيه المتشابهة (وحدات سكنية مثلا)
2. تقسيم كل وحده الى عدد من الفقرات الانشائية وعمل مخطط شبكي لهذه الفعاليات بما يضمن عدم تداخل الفعاليات بعضها مع البعض الاخر، حيث ان مثل هذا التداخل يؤدي الى انتظار القوى العاملة من مهارة معينة في موقع المشروع دون عمل لحين انتهاء الفعالية التي تسبقها ضمن الوحدة الانشائية الواحدة وبالتالي ينتج عنه ضياع في الوقت وزيادة في الكلفة.
3. حساب الموارد المطلوبة لانجاز الفعالية الواحدة من مواد انشائية ومعدات وايدي عاملة والذي يتضمن :-
   - ✦ حساب حجم العمل المطلوب لانجاز كل فعالية.
   - ✦ حساب عدد العمال المطلوب لانجاز كل فعالية.
   - ✦ حساب الزمن الامثل اللازم لانجاز كل فعالية.
   - ✦ تحديد عدد ساعات العمل اليومية وعدد ايام العمل الاسبوعية في المشروع.
   - ✦ تحديد عدد الوحدات (المتكررة) المطلوب انجازها ومعدل الانجاز الاسبوعي من هذه الوحدات.
4. برمجة الفعاليات المتكررة التي يشمل عليها المشروع باستخدام طريقة (Line of Balance)

لتوضيح منهجية عمل خط الموازنة لنفرض ان لدينا مشروع لدق ركائز مسبقة الصب عددها (6 ركائز) (نفرض ان عدد الفعاليات اللازمة لدق الركيزة هي فعالية واحدة) فاذا كان الزمن اللازم لدق ركيزة واحدة (2 ساعة) فعندئذ يمكن تمثيل المخطط الزمني لانجاز هذه الركائز كما في الشكل الاتي

حيث يمث المحور(Y) عدد الركائز في المشروع وهي حشب هذا المثال (6 ركائز) والمحور (X) يمثل الزمن

وكما هو واضح من الرسم فان فريق الدق سينجز اعماله في الركيزة الاولى في (الساعة 2) ينتقل بعدها الى الركيزة الثانية والتي ينجزها في (الساعة4) وهكذا ينتقل فريق الدق من ركيزة الى اخرى حيث تنتهي اعمال الدق في الركيزة السادسة في (الساعة 12)




يلاحظ من الشكل ان تنفيذ الفعاليات ينحصر بين خطين متوازيين وان الزاوية مابين خطوط الموازنة والمحور الافقي يمثل معدل انجاز الفعالية الذي يزداد بزيادة هذه الزاوية وينخفض بنقصانها.

**معدل انجاز المشروع (R)**

ويمثل عدد الوحدات المطلوب انجازها ضمن فترة زمنية معينة ويقاس بوحدات (وحدة / زمن) مثل (برج/ يوم) او (وحدة سكنية / اسبوع) او (ركيزة / ساعة) وغير ذلك.

يكون معدل انجاز المشروع (R) احيانا احد شروط التعاقد بين طرفي العقد الانشائي (المقاول وصاحب العمل).

**القدرة اللازمة للانجاز (M)**

ويمثل القدرة اللازمة لانجاز فعالية ما من فعاليات المشروع وتقاس بوحدات (رجل-ساعة/ فعالية) وهي تعتمد على عدد العمال الكلي العاملين في تنفيذ تلك الفعالية وعلى عدد ساعات العمل التي يقضونها

لانجاز تلك الفعالية. فعلى سبيل المثال لوكانت القدرة المطلوبة لانجاز فعالية حفر الاسس مثلا (30 رجل-ساعة) فان هذا يعني ان هذه الفعالية تحتاج لانجازها (30 عامل يعملون لمدة ساعة واحدة) او (15 عامل يعملون لمدة ساعتين) او (5 عمال يعملون لستة ساعات).

**الوقت الاحتياطي (.B.T)**

ويمثل الوقت الذي تضعه الادارة بين نهاية فعالية وبداية فعالية لاحقة لها. ويقاس بوحدات الزمن مثل (ساعة) او (يوم) او (اسبوع).

الهدف الرئيس من وضع هذا الوقت الاحتياطي هو لمنع تاثير التاخير الذي يحدث في تنفيذ فعالية ما من التاثير على سير المشروع ككل. وما يجدر ذكره ان مدة هذا الوقت تزداد بزيادة مدة القعالية لزيادة الاحتمال بحصول تاخير وكذلك عند عدم المعرفة الكافية بالفعالية او عند وجود متطلبات تنفيذية (مثل تصلب الخرسانة). ومن الممكن ان يكون الوقت الاحتياطي متساو لجميع الفعاليات او ان يكون مختلف.

**الحد الادنى لمجموعة العمل (Q)**

ويمثل الحد الادنى من العمال المكون لفريق عمل واحد يمكنه من تنفيذ فعالية ما باعلى انتاجية واقل كلفة، ويقاس بوحدات (رجل) او (عامل) او (شخص).

لان الحد الادنى اختير على اساس اعلى انتاجية باقل كلفة لذا فان أي زيادة في عدد افراد الفريق تسبب زيادة في الكلفة بدون ان يقابل ذلك زيادة مكافئة في الانتاجية (تحديد الحد الادنى لفريق العمل يعتمد على البيانات التاريخية للاعمال المماثلة وموضوع دراسة العمل).

فعلى سبيل المثال لو كان الحد الادنى لفريق العمل الكلف بانجاز فعالية البناء بالطابوق ستة عمال (عامل ماهر(الخلفة او الاسطة) + 5 عمال غير مهرة لخلط ولنقل ونشر مونة الاسمنت ونقل ومناولة الطابوق)، فان الزيادة في معدل الانجاز لهذه الفعالية لايمكن ان يكون عن طريق زيادة عدد العاملين ضمن االفريق الواحدة (زيادة عامل او اكثر مثلا) وانما تتم عن طريق استخدام فريق عمل اضافي كامل للقيام بأعمال البناء في مكان اخر او وحده انشائية اخرى ضمن موقع المشروع.

**عدد العمال الحسابي (النظري) (G)**

ويمثل عدد العمال (الاشخاص) الكلي الذين نحتاجهم لتنفيذ فعالية ما محسوب اعتمادا على القدرة المطلوبة لانجاز تلك الفعالية ومعدل الانجاز المستهدف وعدد ساعات العمل، ويقاس بوحدات (رجل-وحدة/فعالية) ويمكن ان يكون (رجل) (لان كل وحدة تحتوي على فعالية واحدة من نفس النوع).

$$G = \frac{M \times R}{H \times D}$$

حيث ان

H تمثل عدد ساعات العمل اليومية (ساعة/يوم)

D تمثل عدد ايام العمل الاسبوعية (يوم/اسبوع)

**عدد العمال الفعلي (g)**

ويمثل عدد العمال (الاشخاص) الفعلي الذين سيتم توظيفهم او استخدامهم لانجاز فعالية ما، ويقاس بوحدات (رجل-وحدة/فعالية) ويمكن ان يكون (رجل) (لان كل وحدة تحتوي على فعالية واحدة من نفس النوع)

ولاننا سبق وان حددنا الحد الادنى لعدد العمال في الفريق الواحد (Q) لذا يجب ان يكون عدد العمال الفعلي الذين سيتم توظيفهم (g) هو تقريب لعدد العمال النظري (G) لكن من مضاعفات الحد الادنى لعدد العمال في الفريق الواحد (Q)، أي جعل العمال بشكل مجاميع او فرق، عدد العمال في كل فريق هو الحد الادنى (Q) ومجموع العمال في كل الفرق هو(g).

ان زيادة عدد الفرق المكلفة بانجاز فعالية ما يزيد من معدل انجاز تلك الفعالية فلو اضيفت فرقة عمل اخرى لتنفيذ دق الركائز فهذا يعني ان الفرقة الاولى ستنفذ اعمال الدق في الركيزة الاولى بينما تنفذ الفرقة الثانية اعمال الدق للركيزة الثانية وبعد ساعتين (زمن انجاز فعالية الدق) أي عندما تنجز الفرقتان اعمالهما تتحول الفرقة الاولى للركيزة الثالثة بينما تتحول الفرقة الثانية الى الركيزة الرابعة وهكذا دواليك.

**معدل انجاز الفعالية (U)**

**و**يمثل عدد الفعاليات التي سيتم انجازها ضمن فترة زمنية معينة ويقاس بوحدات (فعالية / زمن) مثل (حفر اسس/ يوم) او (صب اعمدة / اسبوع) او (A / ساعة) وغير ذلك. علما انه يمكن قياسها بوحدات (وحدة انشائية / زمن) (لان كل وحدة انشائية تحتوي على فعالية واحدة من نفس النوع)

ومما تجدر الاشارة اليه ان معدل انجاز المشروع (R) يختص بالوحدات الانشائية المنتجة وليس بالفعاليات التي يختص بحسابها (U).

$$U = \frac{H \times D \times g}{M}$$

$$U = \frac{g}{G} R$$

**مدة انجاز الفعالية (T)**

وتمثل المدة الزمنية اللازمة لانجاز فعالية ما في اية وحدة (سكنية مثلا)، وتقاس (وحدة زمنية) مثل (ساعة) او (يوم) او (اسبوع)، فمثلا المدة الزمنية لاكمال حفر الاسس في الوحدة السكنية الاولى (2 يوم ) وكذلك ستكون المدة الزمنية اللازمة لانجاز حفر الاسس في الوحدة السكنية الثانية (2 يوم) وهكذا لبقية الوحدات السكنية الاخرى.

$$T = \frac{M}{Q \times H}$$

**تفاوت المباشرة بالفعالية(S)**

هو الفترة الزمنية المحصورة بين مباشرة فعالية ما في اول وحدة انشائية وبين مباشرة نفس الفعالية في الوحدة الانشائية الاخيرة ويقاس بوحدات (زمن) مثل يوم مثل (ساعة) او (يوم) او (اسبوع).

ومن الممكن اعتباره الفترة الزمنية بين انجاز فعالية ما في اول وحدة انشائية وبين انجاز نفس الفعالية في اخر وحدة انشائية.

$$S = \frac{(N-1) \times D}{U}$$

علما ان التفاوت لكل فعالية يقل بزيادة فرق العمل المكلفة بتنفيذ تلك الفعالية.

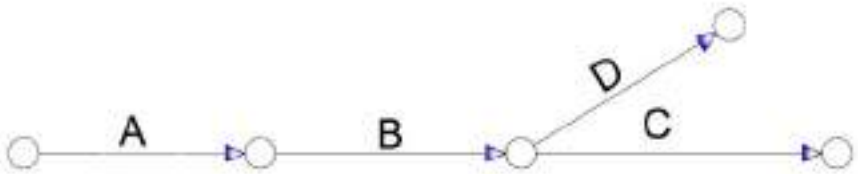
مثال1: في مشروع القرية العصرية الذي تنفذه احدى شركات المقاولات يشير العقد الى ان تقوم الشركة المنفذة ببناء (30) وحدة سكنية وحسب الفعاليات في الجدول الاتي وان يكون التسليم (4) وحدات سكنية اسبوعيا وان يكون عمل الكادر المنفذ (6) ايام اسبوعيا بعدد ساعات عمل يومية لاتقل عن (8) ساعات، وقد ارتات ادارة الشركة وجود وقت احتياطي بين الفعاليات المتعاقبة قدره (5) يوم ، ارسم الجدولة الزمنية للمشروع باستعمال خط التوازن (Line of Balance) وحدد مدة انجاز المشروع؟

| الفعالية | اللاحقة | القدرة المطلوبة للانجاز | الحد الادنى للعاملين في فرق العمل |
|---|---|---|---|
| A | B | 290 | 6 |
| B | C,D | 250 | 4 |
| C | / | 40 | 3 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 | 30 | / | D |

الحل:- بيانات المشروع والمخطط الشبكي للمشروع كما يلي:

N= 30 Units
R= 4(Unit/Week)
H= 8 (hour/day)
D= 6 (day/week)
B.T.= 5 (day)




الحسابات الخاصة بالفعاليات مرتبة بالجدول الاتي لكن حسابات الفعالية (A) كمثال كما ياتي:

القدرة اللازمة للانجاز (M)

M=290 (man-hour/unit)

الحد الادنى لمجموعة العمل (Q)

Q=6 (man)

عدد العمال الحسابي (النظري) (G)

$$G = \frac{M \times R}{H \times D} = \frac{290 \times 4}{8 \times 6} = 24.17\ (man)$$

عدد العمال الفعلي (g)

g= 30 (man)

معدل انجاز الفعالية (U)

$$U = \frac{g}{G} R = \frac{30}{24.17} \times 4 = 4.97\ (activity\ /\ week)$$

مدة انجازالفعالية (T)

$$T = \frac{M}{Q \times H} = \frac{290}{6 \times 8} = 6.04\ (day)$$

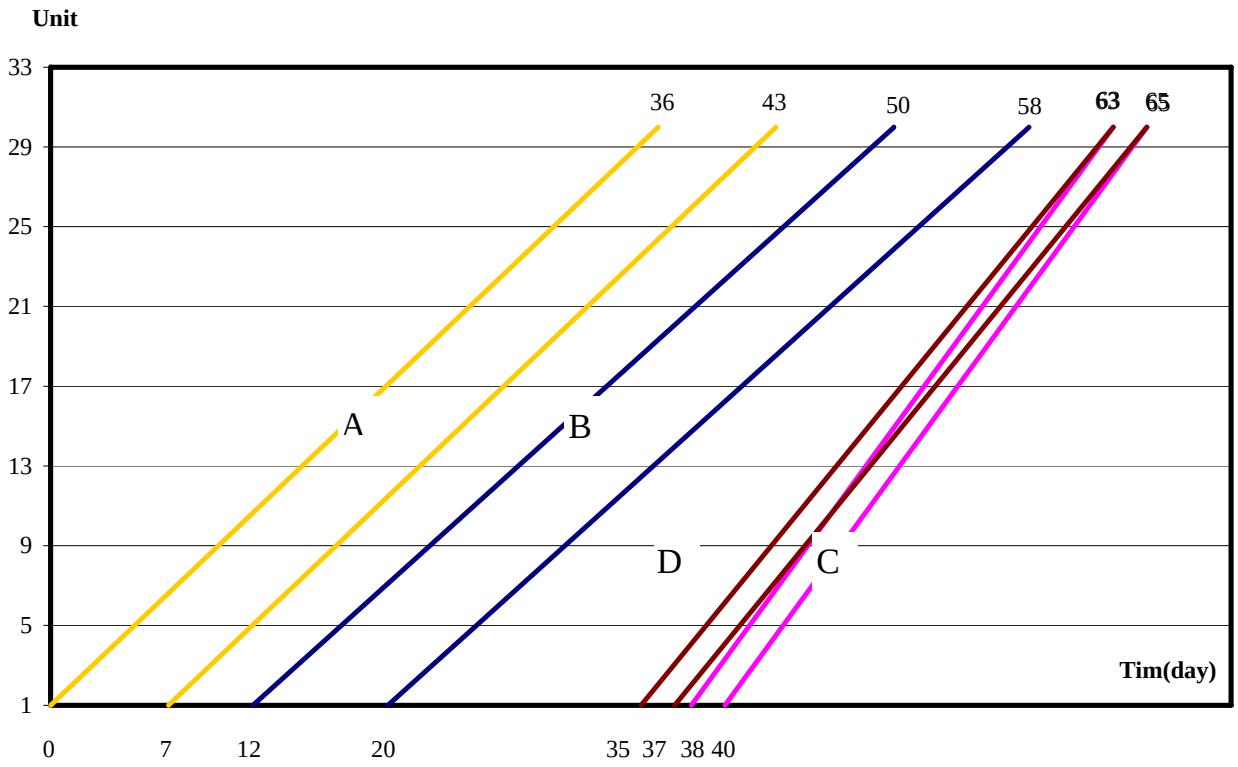
تفاوت المباشرة بالفعالية(S)

$$S = \frac{(N-1) \times D}{U} = \frac{(30-1) \times 6}{4.97} = 35.04\ (day) \approx 36\ (day)$$

| الفعالية | M | Q | G | G | U | T | | S | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 290 | 6 | 24.17 | 30 | 4.97 | 6.04 | 7 | 35.04 | 36 |
| B | 250 | 4 | 20.83 | 24 | 4.61 | 7.81 | 8 | 37.76 | 38 |
| C | 40 | 3 | 3.33 | 6 | 7.20 | 1.67 | 2 | 24.17 | 25 |
| D | 30 | 2 | 2.50 | 4 | 6.40 | 1.88 | 2 | 27.19 | 28 |

اما الجدولة الزمنية للمشروع فهي كما في الرسم اللاحق ولتوضيح هذا الرسم فان البيانات المدرجة في الجدول الاتي والتي استخرجت من الجدول السابق والبيانات المعطاة في السؤال.

| الفعالية | زمن البداية | زمن النهاية | زمن البداية | زمن النهاية | الملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|
| | الوحدة (1) | الوحدة (1) | الوحدة (30) | الوحدة (30) | |
| A | 0 | 7=T+0 | 36=S+0 | 43=T+36 | |
| B | 12=B.T+7 | 20=T+12 | 50=S+12 | 58=T+50 | |
| C | 38=S-63 | 40=T+38 | 63=B.T+58 | 65=T+63 | بسبب كون (S) للفعالية (C) اصغر من قيمة (S) للفعالية السابقة (B) فعند حساب الازمنة نبدا من زمن بداية الفعالية (C) في الوحدة (30) ومن ثم نحسب زمن البداية في الوحدة (1) |
| D | 35=S-63 | 37=T+35 | 63=B.T+58 | 65=T+63 | نفس الملاحظة الخاصة بالفعالية (C) |

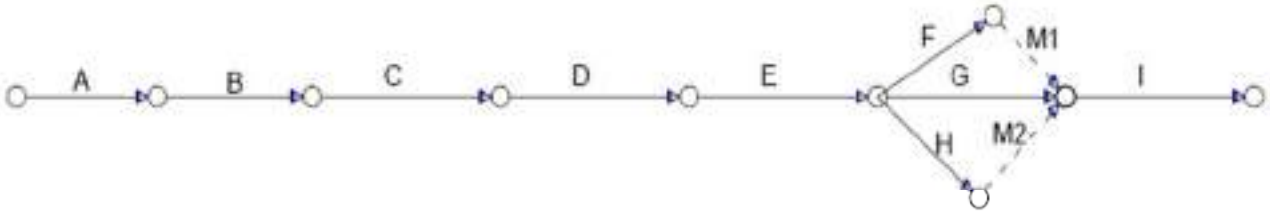



ملاحظات:

1. اذا كانت قيمة (U) لاحدى الفعاليات اكبر من قيمة (U) للفعالية السابقة لها (حسب المخطط الشبكي) فان الوقت الاحتياطي (B.T.) سوف يكون بين نهاية الفعالية في الوحدة الانشائية الاخيرة وبداية الفعالية اللاحقة لها في الوحدة الانشائية الاخيرة وكذلك اذا كانت قيمة (S) لاحدى الفعاليات اصغر من قيمة (S) الفعالية السابقة لها (حسب المخطط الشبكي)
2. قيمة (T) وقيمة (S) من الممكن ان تاخذ ارقام عشرية وعمليات التقريب التي نلاحظها في الامثلة المحلولة لتبسيط الحل.

مثال2:- في احد مشاريع الاسكان التعاونية تعاقدت الجمعية مع احدى شركات المقاولات لتنفيذ (15) وحدة سكنية بمعدل انجاز (3 وحدات/اسبوع)، فوضعت ادارة الشركة خطة عمل يكون فيها عدد ايام العمل الاسبوعية (5 يوم) وبواقع (8ساعة/يوم) ووقت احتياطي قدره( 5يوم) وكانت الفعاليات المطلوبة لتنفيذ وحدة سكنية واحدة كما في الجدول الاتي والعلاقات المنطقية بين هذه الفعاليات كما في المخطط الشبكي التالي، ارسم الجدولة الزمنية للمشروع مع وضع جميع البيانات المطلوبة في جدول، وجد مدة انجاز المشروع؟

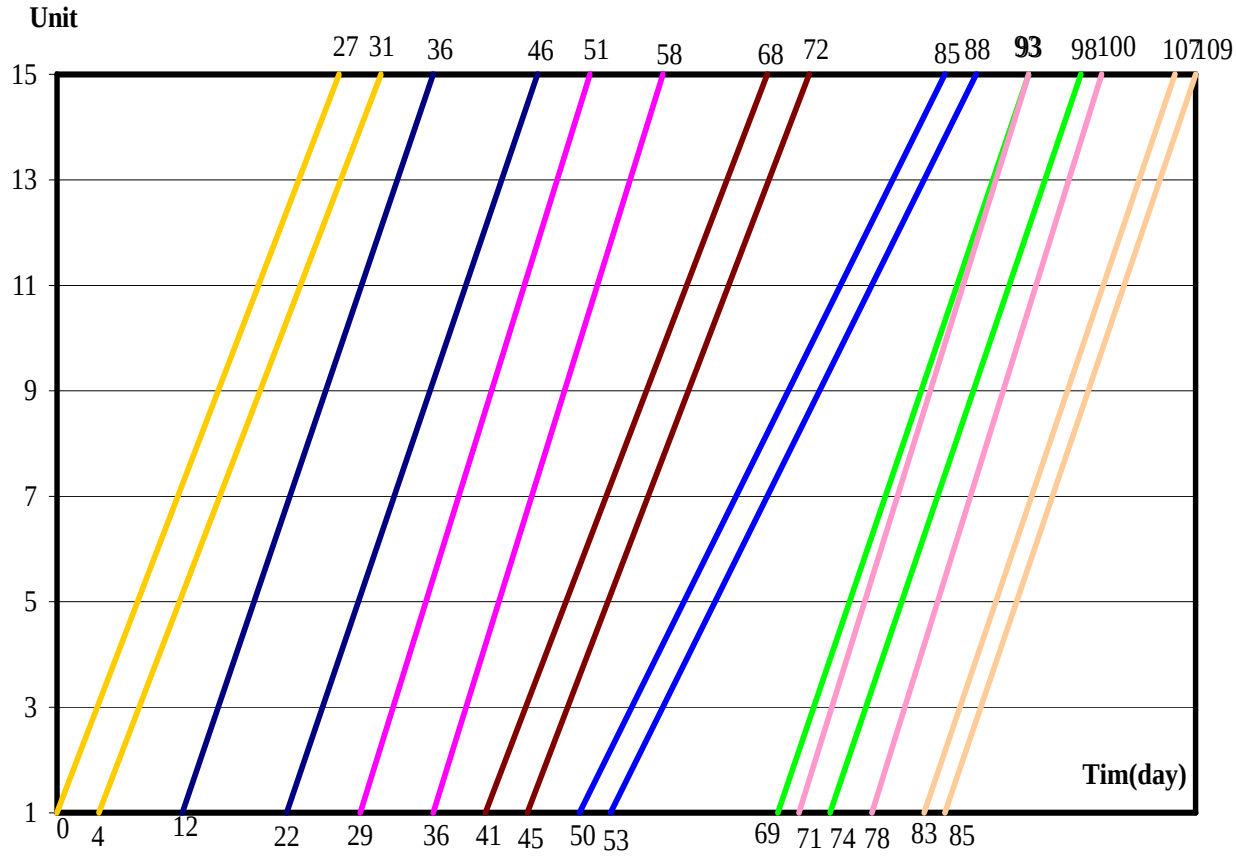
| الفعالية | اللاحقة | القدرة المطلوبة للانجاز | الحد الادنى للعاملين في فرق العمل |
|---|---|---|---|
| A | B | 180 | 6 |
| B | C | 320 | 4 |
| C | D | 200 | 4 |
| D | E | 60 | 2 |
| E | F,G,H | 40 | 2 |
| F | I | 120 | 3 |
| G | I | 80 | 2 |
| H | I | 100 | 2 |
| I | / | 40 | 3 |




الحل:-

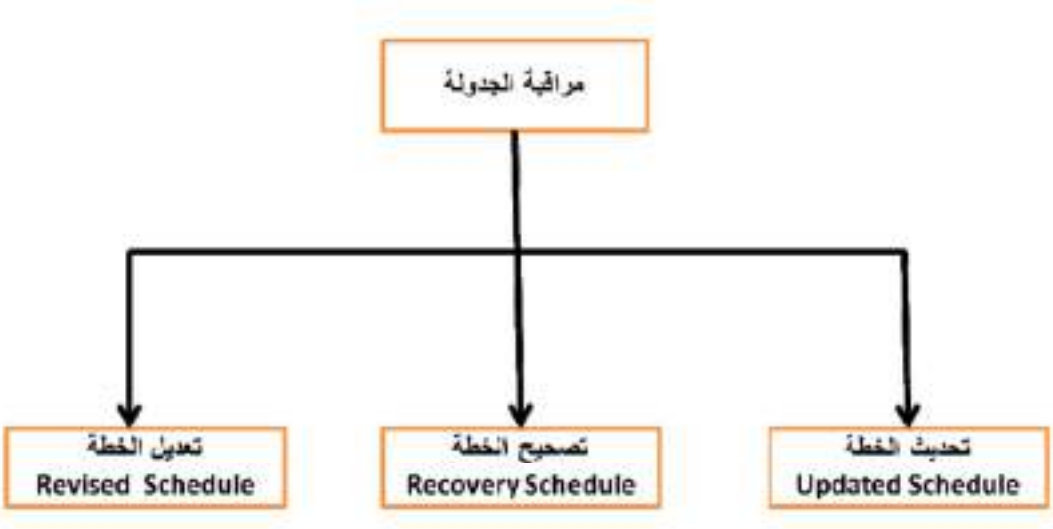
البيانات الخاصة بالمشروع هي كما يلي:

| (day/week), 5(Unit/Week), H= 8(hour/day), D= 3 Units, R= 15N= B.T.= 5(day) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الفعالية | M | Q | G | g | U | T | | S | |
| A | 180 | 6 | 13.50 | 12 | 2.67 | 3.75 | 4 | 26.25 | 27 |
| B | 320 | 4 | 24.00 | 24 | 3.00 | 10.00 | 10 | 23.33 | 24 |
| C | 200 | 4 | 15.00 | 16 | 3.20 | 6.25 | 7 | 21.88 | 22 |
| D | 60 | 2 | 4.50 | 4 | 2.67 | 3.75 | 4 | 26.25 | 27 |
| E | 40 | 2 | 3.00 | 2 | 2.00 | 2.50 | 3 | 35.00 | 35 |
| F | 120 | 3 | 9.00 | 9 | 3.00 | 5.00 | 5 | 23.33 | 24 |
| G | 80 | 2 | 6.00 | 6 | 3.00 | 5.00 | 5 | 23.33 | 24 |
| H | 100 | 2 | 7.50 | 8 | 3.20 | 6.25 | 7 | 21.88 | 22 |
| I | 40 | 3 | 3.00 | 3 | 3.00 | 1.67 | 2 | 23.33 | 24 |


Unit
15
13
11
9
7
5
3
1
27 31 36 46 51 58 68 72 85 88 93 98 100 107 109
0 4 12 22 29 36 41 45 50 53 69 71 74 78 83 85
Tim(day)

## 1-1 مراقبة (الجدولة أو البرنامج)

عملية المراقبة (Monitoring) والتي هي من الوضائف الاساسية والمهمة لمهندس الادارة في الموقع اثناء مرحلة التنفيذ وتعني عملية متابعة تقدم العمل في المشروع وتسجيل حالة المشروع من خلال نظام التوثيق والتقارير المعتمدة في المشروع. والتي عن طريقها تتبين الانحرافات التي تحصل في الكلفة والزمن بين ما قد خطط له وبين ما تم انجازه فعليا اعتمادا على التقارير المقدمة من المهندس المشرف.
وخلال اجتماعات تقدم العمل الدورية تتخذ القرارات المناسبة من أجل مقارنة حالة المشروع الفعلية مع الخطة (الجدولة ) واتخاذ الاجراءات المناسبة . يتم التعبير عن هذه الاجراءات التي تتم على الخطة بالشكل التالي:




### 1-5-5 تعديل الجدولة Revised Schedule

عادة يتم حدوث تغييرات في المشاريع، وتؤثر هذه التغييرات على قيود المشروع المفصلية (الاساسية) ( الزمن والكلفة ومجال العمل ) والتي تشكل أساس الخطة الرئيسية. التغييرات تعني التعديل على مجال العمل أثناء مرحلة التنفيذ (التشييد ) والتي لها انعكاس على الزمن والكلفة وبالتالي التأثير على الخطة الرئيسية وبالتالي يطلب من المقاول إعادة التخطيط من خلال مراجعة الخطة الرئيسية وإعداد خطة معدلة بما يتناسب مع التغييرات التي طرأت على المشروع أثناء مرحلة التنفيذ، وتشمل التعديلات:

- إضافة وحذف فعاليات من المشروع.
- تعديل الارتباط المنطقي بين الفعاليات.
- تعديل أزمنة بعض الفعاليات والتي لم تبدأ بعد، التعديل من خلال انقاص نسبة الإنجاز أو زيادة الزمن المتبقي للفعاليات التي هي قيد التنفيذ.
- التعديل على التقويمات السنوية للمشروع.
- إضافة قيود على الفعاليات وقيود على المشروع ( Milestone )
- التغيير من Progress override إلى retained logic والعكس ممكن أيضا.

يتوجب على المقاول الحصول على موافقة المشرف على تعديل الخطة وبالتاي اعتمادها.

### 2-5-5 تصحيح الجدولة Recovery Schedule

تصحيح الخطة لا يعني استبدال الخطة الرئيسية بخطة أخرى، وانما تصحيح الخطة الرئيسية نفسها ويتوجب اجراء تصحيح للخطة في الحالات التالية:

- ♦ التأخير في المشروع عن الخطة الرئيسية المعتمدة بمقدار محدد من الزمن وفق وثائق المشروع.
- ♦ متطلبات التنسيق بين الأطراف المختلفة في المشروع.

تصحيح الخطة يعني اجراء التعديلات على الخطة الرئيسية دون التعديل على التوقيت النهائي لتنفيذ المشروع، والتعديلات يمكن أن تكون:

- التعديل على الارتباط المنطقي بين الفعاليات في المشروع.
- التعديل على توزيع الموارد.
- التعديل على زمن الفعاليات.

### 3-5-5 تحديث الجدولة Updated Schedule

تعني التعبير عن حالة المشروع خلال فترات زمنية دورية متساوية ومنتظمة، بحيث يتم تسجيل التقدم الفعلي للعمل ضمن المشروع ومقارنته مع التقدم المخطط للعمل حسب الخطة الرئيسية لمعرفة الانحرافات التي تحصل بين الانجاز الفعلي وعما خطط له في البرنامج الزمني.

ومن الاسباب لحصول هذه الانحرافات تاخر وصول المواد اوالاليات او العمال غير المتوقع او قد تكون العوامل الجوية او ربما اسباب غير متوقعة الحدوث مثل الحروب او الكوارث الطبيعية ، او ربما يكون البرنامج الزمني قد تم اعداده دونما معرفة تامة بطبيعة التنفيذ او بناء على تقديرات وتخمينات شخصية لاهل الخبرة من المهندسين والمدراء دونما الاعتماد على البيانات التاريخية او الحلقات النقاشية التي تقلل من التاثير الشخصي للمخمنين، وبالتالي فان هذه التخمينات الشخصية تكون في اغلب الاحيان عرضة للزيادة والنقصان، لذا فان اجراء عملية التحديث للبرنامج الزمني للمشروع تقتضي اعادة تقويم الزمن اللازم لفعاليات المشروع الجاري تنفيذها اضافة الى تلك التي لم يبدا تنفيذها.

يعطينا التحديث المعلومات عن:

- ♦ الزمن الحالي
- ♦ تحديد الفعاليات المنتهية التنفيذ وتحديد توقيت البدء والإنهاء الفعلي لها.
- ♦ تحديد الفعاليات التي هي مازالت في التنفيذ وتحديد الزمن المتبقي لكل فعالية أو نسبة الإنجاز، مع تحديد توقيت البدء الفعلي لها.
- ♦ تحديد توقيت المخطط لبدء الفعاليات التي كان من المفترض وفق الخطة الرئيسية أن تبدأ وتأخرت.
- ♦ التحقق من الفعاليات التي يمكن أن تخرج من التسلسل المنطقي للتنفيذ في المشروع.

**الاسباب الموجبة لعملية التحديث**

1. التغير في مدة تنفيذ الفعاليات.
2. اعادة جدولة بعض الانشطة بغية الاستفادة من الموارد المتوفرة من عمال واليات ، أي تقديم او تاخير ترتيبها عما كانت عليه في البرنامج الزمني الاصلي.
3. تغيير خطة واستراتيجية تنفيذ المشروع بسبب ظهور مشاكل غير متوقعة او لم تاخذ بالحسبان او ظهور تقنيات تنفيذ او موارد لم تكن موجودة سابقا.

**خطوات التحديث**

1. تحديد سبب التاخير وتهيئة المعلومات عن الفعاليات المعرقلة للبرنامج وتحديد ما اذا كانت تلك الفعاليات حرجة او غير حرجة ومقدار السماحية لها.
2. تحديد امكانية استخدام بقية الفعاليات لدعم الفعالية المتلكئة او زيادة سرعة تنفيذها.
3. اجراء عملية التحديث حسب ما يلي:

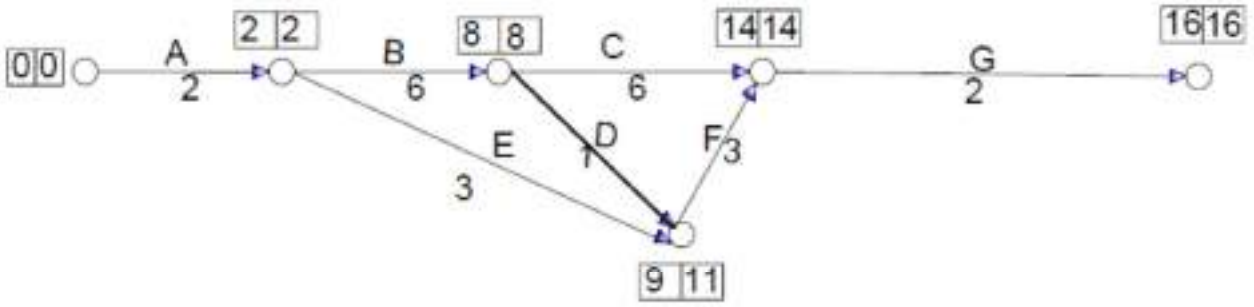
أ- تحديد الفعاليات المكتملة واستبعادها من خلال اعطائها مدة انجاز ثابتة.

ب- تحديد مدة زمنية جديدة للفعاليات غير المنتهية وتعديل المدد المحددة سابقا اذا تطلب الامر ذلك.
ت- تحديد مدة زمنية للفعاليات المتوقفة.
ث- تعديل مدد الفعاليات التي لم تبدا بعد اذا تطلب الامر ذلك.

مثال
للمشروع المبين في الجدول الاتي

| الفعالية | A | B | C | D | E | F | G |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| السابقة | / | A | B | B | A | D,E | C,F |
| المدة (اسبوع) | 2 | 6 | 6 | 1 | 3 | 3 | 2 |

تبين من خلال المراقبة للاعمال المنجزة فعلا (بعد ستة اسابيع) ومقارنتها مع الخطة الرئيسية مايلي:
1. الفعالية (A) منجزة بنسبة (100%)
2. الفعالية (B) منجزة بنسبة (33%)
3. الفعالية (E) منجزة بنسبة (100%)
4. الفعاليات الاخرى لم تتم المباشرة بها.




عند اجراء عملية التحديث تطرح الاسئلة الاتية:
1. هل الفعالية (B) فعالية حرجة؟
2. هل يمكن زيادة مدة تنفيذ المشروع؟
3. اذا لايمكن زيادة مدة المشروع فهل يمكن توفير الموارد لحل المشكلة؟

خطوات التحديث
1. استبعاد الفعاليات المكتملة بإعطائها مدة انجاز ثابتة(صفر) مثل الفعاليتين (A,B)
2. معالجة التاخير في الفعاليات المتاخرة عن طريق تعديل مدد الفعاليات غير المكتملة اذا تطلب الامر ذلك مثل الفعالية (B)
3. تعديل مدة الفعاليات التي لم تبدا بعد اذا تطلب الامر ذلك مثل الفعاليات (C,D,H)

**ولمعالجة التاخير في تنفيذ الفعالية (B) يوجد خياران هما كالاتي:**

الخيار الاول: توجد امكانية لزيادة مدة المشروع

I- اذا كانت الفعالية حرجة : زيادة مدة التنفيذ للفعالية بمدة زمنية كافية لانجاز الاعمال المتبقية في ضوء سرعة الانجاز الحالية والموارد المتاحة ومن ثم تزحيف فعاليات الشبكة المتبقية والمرتبطة بالفعالية المتاخرة وهذا يترتب عليه زيادة مدة انجاز المشروع بمقدار المدة المضافة للفعالية المتلكئة.

II- اذا كانت الفعالية غير حرجة لكن التاخير تجاوز السماحية الكلية لها: زيادة مدة التنفيذ للفعالية بمدة زمنية كافية لانجاز الاعمال المتبقية في ضوء سرعة الانجاز الحالية والموارد المتاحة ومن ثم تزحيف فعاليات الشبكة المتبقية والمرتبطة بالفعالية المتاخرة وهذا يترتب عليه زيادة مدة انجاز المشروع بمقدار (الفرق بين السماحية الكلية للفعالية وبين المدة المضافة للفعالية المتلكئة).

III- اذا كانت الفعالية غير حرجة والتاخير لم يتجاوز السماحية الكلية لها: استخدام المتبقي من السماحية لاضافة مدة اضافية الى الفعالية وبما يكفي لانجازها (لاتؤثر على مدة المشروع).

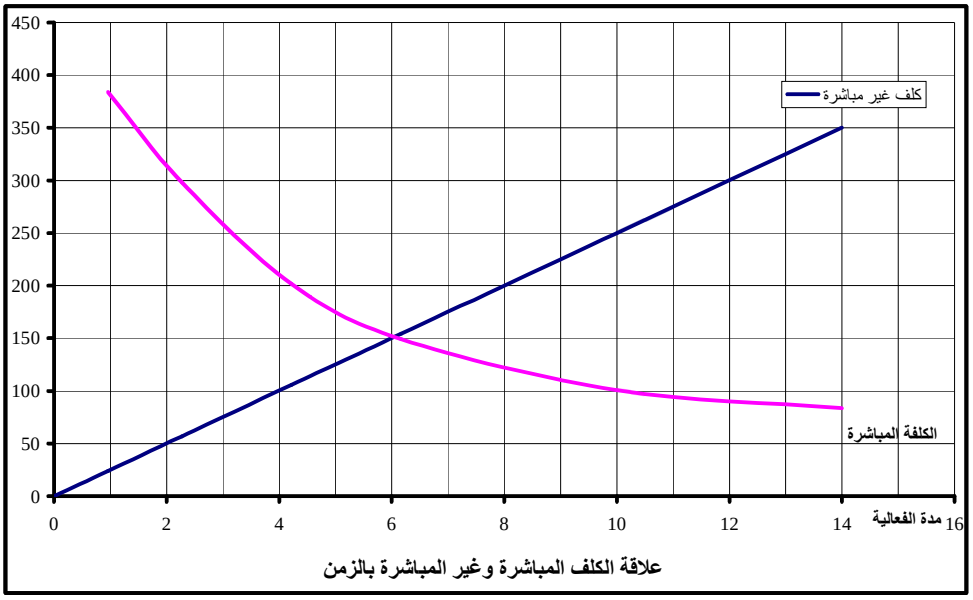
الخيار الثاني : لاتوجد امكانية لزيادة مدة انجاز المشروع

I- اذا كانت الفعالية حرجة : يجب زيادة سرعة العمل وبما يحقق انجاز الاعمال المتبقية ضمن المدة الزمنية المتبقية ويرافق ذلك زيادة في الموارد (المواد والاليات واليد العاملة)

II- اذا كانت الفعالية غير حرجة لكن التاخير تجاوز السماحية الكلية لها: يجب زيادة سرعة العمل وبما يحقق انجاز الاعمال المتبقية ضمن المدة الزمنية المتبقية مطروحا منها السماحية وبطبيعة الحال يرافق ذلك زيادة في الموارد (المواد والاليات واليد العاملة)

III- اذا كانت الفعالية غير حرجة والتاخير لم يتجاوز السماحية الكلية لها: استخدام المتبقي من السماحية لاضافة مدة اضافية الى الفعالية وبما يكفي لانجازها (لاتؤثر على مدة المشروع)

ومن الجدير بالذكر ان زيادة سرعة الانجاز تحدده الكثير من العوامل منها الموارد المتاحة وساعات العمل المنتجة وغير ذلك من العوامل بمعنى انه ليس متاحا زيادة سرعة الانجاز باي مقدار نختاره لذا قد نضطر احيانا الى تقليص مدة الفعاليات اللاحقة للفعالية المتلكئة من اجل المحافظة على مدة انجاز المشروع دونما زيادة وهذا ما يسمى (ضغط البرنامج الزمني)، وهذه العملية ترافقها عادة زيادة في الكلف والسبب في ذلك ان سرعة تنفيذ فعالية ما يعني استخدام اساليب اكثر انتاجية او ساعات عمل اضافية وفي كل الحالات يسبب ذلك زيادة في الكلف المباشرة لتنفيذ الفعالية ويرافقه نقصان في الكلف غير المباشرة وكما هو واضح من الشكل الاتي :



فان كانت المدة المثلى لفعالية ما على سبيل المثال (6) ايام فان كلفتها المباشرة تكون بحدود (150) وحدة نقدية وكلفتها غير المباشرة تكون بحدود (150) وحدة نقدية اما عند ضغط مدة الفعالية لتكون (4) ايام فان كلفتها المباشرة تكون بحدود (210) وحدة نقدية وكلفتها غير المباشرة تكون بحدود (100) وحدة نقدية.
وحسب المثال التوضيحي فان الحل الاول (توجد امكانية لزيادة مدة المشروع) (في حال كانت الفعالية حرجة او غير حرجة لكن التاخير تجاوز السماحية لها ففي كلتا الحالتين يجب اخذ موافقة صاحب العمل على زيادة مدة المشروع او التعرض لغرامات تاخيرية في حال رفض ذلك)
وفي هذه الحالة يجب زيادة مدة الفعالية (B) كونها حرجة بمدة تكفي لانجاز بقية الاعمال غير المنجزةوكما يلي:

| | نسبة العمل | الزمن(اسبوع ) |
|---|---|---|
| المنجز | 0.33 | 4 |
| المتبقي | 0.666 | X |

الزمن المطلوب لانجاز العمل المتبقي (X)= (8 اسابيع)
لذا يعاد رسم الشبكة وجعل مدة الفعالية (B) (8 اسابيع)

الحل الثاني (لاتوجد امكانية لزيادة مدة المشروع) أي زيادة سرعة الانجاز كون الفعالية حرجة

$$\text{سرعة الانجاز الحالية} = \frac{\text{كمية العمل المنجزفعلا (حجم او مساحة او متر طول او أي وحدة قياس)}}{\text{الزمن المستعمل للانجازالفعالي (شهر او اسبوع او يوم )}}$$

$$\text{سرعة الانجاز الحالية} = \frac{\text{نسبة العمل المنجز}}{\text{نسبة الزمن المستعمل للانجازالفعالي}}$$

$$\text{سرعة الانجاز الحالية} = \frac{\frac{1}{3}}{\frac{4}{6}}$$

سرعة الانجاز الحالية = 0.5 وحدة /اسبوع

$$\text{سرعة الانجاز المطلوبة} = \frac{\text{كمية العمل المتبقي (حجم او مساحة او متر طول او أي وحدة قياس)}}{\text{الزمن المتبقي من مدة الفعالية (شهر او اسبوع او يوم )}}$$

$$\text{سرعة الانجاز المطلوبة} = \frac{\text{نسبة العمل المتبقي}}{\text{نسبة الزمن المتبقي من مدة الفعالية}}$$

$$\text{سرعة الانجاز المطلوبة} = \frac{\frac{2}{3}}{\frac{2}{6}}$$

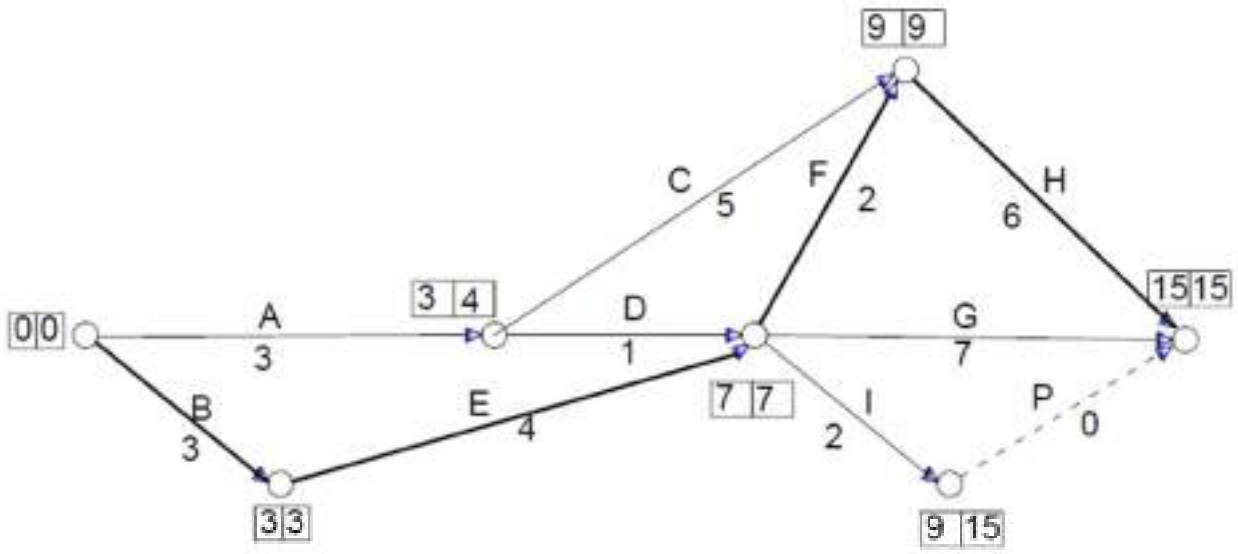
سرعة الانجاز المطلوبة = 2 (وحدة / اسبوع)
مقدار مضاعفة الجهد الحالي (مقدار مضاعفة السرعة الحالية) = (0.5/2)=4
أي يجب ان تكون السرعة المطلوبة (4) اضعاف السرعة الحالية

**ضغط مدة المشروع**

مثال:للفعاليات المدرجة في الجدول ادناه اجب عما يلي:

1. ارسم المخطط السهمي
2. جد المسار الحرج ومدة المشروع
3. قلص مدة المشروع يومين وارسم المخطط السهمي لكل عملية
4. احسب كلفة المشروع الكلية قبل وبعد الضغط اذا كانت التحميلات الادارية والاشراف(1.5وحدة نقدية) لكل يوم عمل.

| الفعالية | الفعالية التي تسبق | المدة (يوم) | | الكلف المباشرة لكل يوم (وحدة نقدية) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | طبيعية | عاجلة | طبيعية | عاجلة |
| A | - | 3 | 2 | 3 | 5 |
| B | - | 3 | 2 | 3 | 7 |
| C | A | 5 | 4 | 6 | 8 |
| D | A | 1 | 1 | 4 | 4 |
| E | B | 4 | 3 | 2 | 8 |
| F | D,E | 2 | 2 | 6 | 6 |
| G | D,E | 7 | 5 | 6 | 10 |
| H | F,C | 6 | 4 | 6 | 14 |
| I | D,E | 2 | 2 | 2 | 2 |

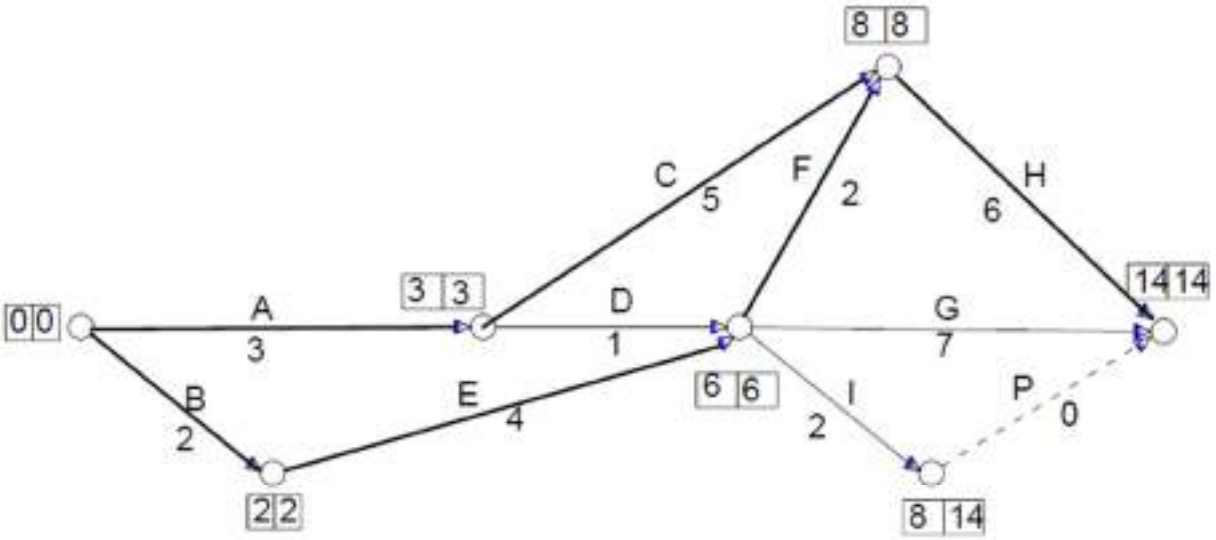



المسار الحرج
C.P.:- B-E-F-H
مدة انجاز المشروع 15 يوم

| الفعالية | مدة التقليص المسموحة | الكلفة المباشرة لكل مدة الفعالية (وحدة نقدية) | | كلفة التقليص ليوم واحد (وحدة نقدية) |
|---|---|---|---|---|
| | | طبيعية | عاجلة | |
| A | 1 | 9 | 10 | 1 |
| B | 1 | 9 | 14 | 5 |
| C | 1 | 30 | 32 | 2 |
| D | / | 4 | 4 | / |
| E | 1 | 8 | 24 | 16 |
| F | / | 12 | 12 | / |
| G | 2 | 42 | 50 | 4 |
| H | 2 | 36 | 56 | 10 |
| I | / | 4 | 4 | / |

مدة التقليص المسموح بها للفعالية (A) (مثال) =(3-2 1)
الكلفة المباشرة الطبيعية لكل مدة الفعالية (A) (مثال) =(3*3 9)
الكلفة المباشرة العاجلة لكل مدة الفعالية (A) (مثال) =(5*2 10)
كلفة التقليص ليوم واحد=(10-9)/1 1

من الجدول اعلاه فان الفعالية التي تقلص هي الفعالية الحرجة التي لها اقل كلفة تقليص وهي الفعالية (B) وعليه يكون المخطط السهمي بالشكل الاتي:




المسار الحرج

C.P.:-

I- B-E-F-H

II- A-C-H

مدة انجاز المشروع (14)يوم

**ايجاد كلفة المشروع الكلية بعد التقليص الاول:-**

كلفة المشروع المباشرة قبل التقليص تساوي مجموع الكلف المباشرة الطبيعية لكل الفعاليات

154 4+36+42+12+8+4+30+9+9 =

كلفة المشروع غيرالمباشرة قبل التقليص تساوي مدة المشروع X كلفة الاشراف لليوم الواحد

22.5 1.5*15

كلفة المشروع الكلية قبل التقليص تساوي مجموع الكلف المباشرة وغير المباشرة

168.5 14.5+154

كلفة المشروع المباشرة بعد التقليص الاول = 154+ 5 159 ( 5 هي كلفة تسريع الفعلية B ليوم واحد)

كلفة المشروع غيرالمباشرة بعد التقليص الاول +14*1.5 21

كلفة المشروع الكلية بعد التقليص الاول =159+21 180

لتقليص يوم اخر ولوجود اكثر من مسار حرج فيوجد لدينا خياران نختار من بينها الخيار الذي يعطي اقل كلفة تسريع، وهذان الخيارين هما:-

1- نقلص فعالية حرجة مشتركة من المسارين مثل (H) وكلفة التقليص (10) وحدة نقدية
2- نقلص فعالية من كل مسار حرج على ان تكون الفعالية المختارة لها اقل كلفة تقليص ويوجد لدينا عدة احتمالات في كل مسار هي:-

I- في المسار الاول

الفعالية (B) لايمكن تقليصها لانها استنفذت المدة المتاحة للتقليص

الفعالية (F) لايمكن تقليصها لانها لاتملك مدة للتقليص.

الفعالية (E) كلفة تقليصها (16 وحدة نقدية)

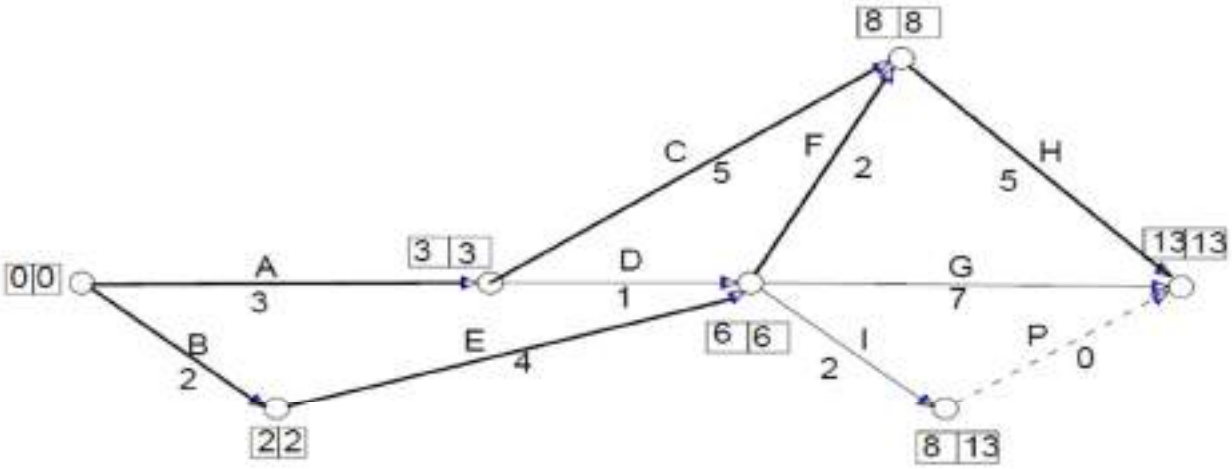
II- في المسار الثاني

الفعالية (A) كلفة تقليصها (1 وحدة نقدية)

الفعالية (C) كلفة تقليصها (2 وحدة نقدية).

لذا فان الفعالية المرشحة للتقليص في المسار الثاني هي الفعالية (A)

وعليه فان كلفة التقليص لو اتبع الخيار الثاني هي (17 وحدة نقدية) وهي اعلى من كلفة التقليص فيما لو اتبع الخيار الاول خيث كلفة التقليص (10 وحدة نقدية) وعليه فان الفعالية التي ستقلص هي الفعالية (H) والمخطط الشبكي السهمي سيكون كما يلي:




**ايجاد كلفة المشروع الكلية بعد التقليص الثاني:-**

كلفة المشروع المباشرة بعد التقليص الثاني = 159+ 10 169 ( 10 هي كلفة تسريع الفعلية H ليوم واحد)

كلفة المشروع غيرالمباشرة بعد التقليص الثاني +13*1.5 19.5

كلفة المشروع الكلية بعد التقليص الثاني =169+19.5 178.5

# الادارة الانشائية Construction Management

## المحاضره 1

المحاضرة الأولى

أ. محمد لطيف

### الإدارة : Management

هي صفة فطرية لدى كل انسان بغض النظر عن تفاوت قدراته الثقافية والادارية ودرجة استغلال هذه القدرات تتفاوت من شخص الى اخر فالانسان على المستوى الفردي بحاجة الى ممارسة العملية الادارية من أجل تنظيم حياته اليومية فالطالب مثلا بحاجة الى استغلال قدراته الادارية من اجل تخطيط وتنظيم وتوجيه ومراقبة نشاطاته المختلفة للتنسيق وعمل واجباته واداء واجباته الحياتية الاخرى.

فالاداري تقع عليه مسؤولية تخطيط وتنظيم وتوجيه على جميع الموظفين الذين يعملون تحت امرته والرقابة عليهم ، وهو مسؤول عنهم اما الادارة العليا والتي تتمثل في المدير العام او مجلس الادارة.

لذا تعرف الادارة: بانها تخطيط وتوجيه وتحفيز للافراد بهدف تحقيق العمل بشكل فعال واقتصادي. : تنقسم الادارة الى ثلاث مستويات هي

الادارة التنفيذية : (Executive Management) هي الادارة التي تعمل على تنفيذ ومراقبة سير العمليات وهي مسؤول عن التاكد من تحقيق الاهداف واتباع الخطط الموضوعة ، وتمتاز بتغلب القدرات العملية والفنية على القدرات الادارية وهي حلقة وصل بين العمالة والادارة.

الادارة الوسطى : (Middle Management) هي صلة الوصل بين الادارة التنفيذية والادارة العليا ، واهم واجباتها التنسيق ورفع التقارير المقدمة من الادارة التنفيذية الى الادارة العليا بعد مراجعتها ، وترحيل القرارات من الادارة العليا الى الادارة التنفيذية.

الادارة العليا: (Uppey Management) هي مجموعة المديرين الذين يشغلون المراكز العليا في الادارة ، وتتميز بمسؤولياتها الكبيرة وعلاقتها الواسعة ، وهي مسؤولة عن معظم القرارات الرئيسة والحساسة.

## الادارة الهندسية : Engineering Management

ادارة المشاريع الهندسية : هي شكل من اشكال الادارة وهي عملية تخطيط وتنفيذ والاشراف على المشروع في كامل اجزائه حتى الانتهاء من التنفيذ باقل جهد (اقل كلفة) باقصر زمن باحسن اداء ، وتختلف على الادارة بانها تهتم بالاعمال الفريدة والمؤقتة تنفذ لمرة واحدة .

وتدخل ضمن القطاع الانشائي والصناعي والزراعي – وغيرها من القطاعات.

تعتبر ادارة المشاريع الهندسية جزء من ادارة التشييد Constriction Management

لذا فان العناصر الاساسية في صناعة التشييد تتمثل.

المالك: المهندس: المقاول:

تصنف مشاريع الهندسة المدنية الى :

أ- مشاريع الابنية: وتتضمن الابنية السكنية والخدمات العامة .

ب- مشاريع المدينة (البنية التحتية) (كهرباء . مواصلات. مياه الشرب.)

وظائف الادارة

يمكن تمثيل وظائف الادارة بتقاطع كل من الادارات التالية:

الادارة العامة، الادارة الهندسية، ادارة التشييد

يمكن تمثيل هذه الوظائف بدائرة كما مبين نلاحظ ان الادارة ستة وظائف تقسم الى:

١. العنصر الميكانيكي:

أ. التنبؤ ب. التخطيط

ج. التنظيم

٢. العنصر الديناميكي

أ. التوجة والامر ب. التنسيق

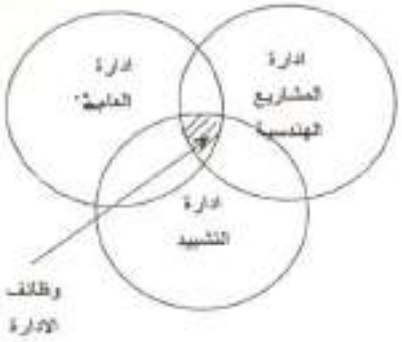
ج. الاشراف والمتابعة

**١. العنصر الميكانيكي**

أ. **التنبؤ:** هو النظرة الى المستقبل لتحديد الشروط المحتملة من اجل وضع الاهداف ويعتمد التنبؤ على معلومات واقعية يمكن تحديدها مع استنتاج الشروط المستقبلية المحتملة من خلال استخدام الطرق العلمية (الاحصاء، بحوث العمليات، المقارنة مع المشاريع المشابه)

٢- **التخطيط** : هو النظر الى الامام ومحاولة التعرف على الظروف المستقبلية (وبالتالي يوجد تاثير للتنبـــؤ على مرحلة التخطيط) وذلك بفرض الوسائل الكفيلة لتحقيق الهدف المحدد ضمن المواد المتاحة ، وبالتالي من طريق التخطيط يتم تحديد:

١. الاعمال اللازمة لتنفيذ الهدف .
٢. مكان وزمن البدء لتنفيذ كل عملية.
٣. تحديد الافراد الذين ينجزون هذه الاعمال .
٤. الطريقة اللازمة لانجاز كل عمل من الاعمال .




التخطيط يتم على عدة مستويات منها :

١. مستوى الادارة العليا.
٢. مستوى الافراد المختلفين ضمن المشروع.

يتم اعداد الخطةوالتي تعمل على توحيد الجهود والتنسيق لتحقيق الهدف وتساعد على القيام بوظيفة الرقابـــة والسيطرة والتي تتم من خلال .

١. السيطرة النوعية.
٢. السيطرة على الزمن.
٣. السيطرة على الكلفة.

وهناك عدة طرق سيتم شرحها لاحقاً للسيطرة على المشروع ومن اهمها :

١. طريقة المخطط الشريطي. Bar Chart Method
٢. طريقة التحليل الشبكي . Net Work analysis Method
- بالأسهم . (A.O.A) Activity on Arrow
- بالعقد . (A.O.N) Activity on Nodes
٣. طريقة خط التوازن Line of Balance Method
٤. طريقة بيرت Program Evaluation Review Techniques
٥. طريقة المشبك الزمني. Time Grade Method

٣- **التنظيم** : تحديد اوجه النشاط المطلوب لتحقيق اهداف المشروع.

يعد تجميع هذه النشاطات على شكل إدارات وتحديد الروابط المختلفة بين هـــذه الادارات وبالتـــالي تحديـــد الصلاحيات والمسؤوليات لهما من خلال بناء الهيكل التنظيمي للمشروع وتحديد العلاقات بين المستويات.

**الهيكل التنظيمي**: هي الاطار الذي تعمل الادارة داخله وتزاول الوظائف المختلفة من (تخطـــيط-اشـــراف-مراقبة وتوجيه) فهو ليس غاية في حد ذاته وانما هو يستخدم لتحقيق اهداف المشروع.

لايمكن اعداد البناء التنظيمي مرة واحدة والادارة الجيدة هي التي تراجع باستمرار البنية التنظيمية لتحقق مدى تناسب هذا التنظيم مع احتياجات المشروع.

**ثانياً: العنصر الديناميكي.**

٤- **التوجة والامر:**

**التوجة:** هو العمل على انجاز المهام الموكلة للاخرين بالصورة الصحيحة .

**الامر:** هووظيفة ادارية تنفيذية تنطوي على ارشاد المرؤوسين والاشراف عليهم.

أي ان الادارة : تقوم بتنفيذ الاعمال بجهود الاخرين وبالتالي يجب توصيف تفصيلي للمسؤولين عن الوظائف التنظيمية ضمن هيكل المشروع (الرجل المناسب في المكان المناسب) والقيام بتحفيز والذي يتم من خلال تحفيز مادي وتحفيز معنوي اقامة دورات تاهيل لتحسين الكفاءة وبالتالي يحقق التكامل بين الإمكانيات الفردية للعاملين واحداث التوازن بين المصالح الفردية والجماعية.

٥- **التنسيق:** هو تنظيم الجهود الجماعية بهدف توحيد الجهود وتوجيهها نحو تحقيق الهدف .

والغرض من التنسيق هو ضمان تفاعل الوظائف والاعمال التي يتكون منها المشروع ، في الاجزاء المختلفة له لتحقيق المطلوب باعلى درجة من الكفاءة واقل كلفة واقل جهد واقل زمن ، ويمكن تصنيف التنسيق الى :

١. رسمي ضمن ضوابط قانونية محدودة .
٢. غير رسمي يعتمد على العلاقات الاجتماعية .

او ان يكون :

١. داخلي ضمن البنية التنظيمية للمشروع.
٢. خارجي الإدارة مع الجهات الحكومية المؤثرة على المشروع.

او ان يكون :

١. راسي يتم من اعلى الى اسفل (اوامر ) .
٢. افقي ضمن المستويات الادارية المتماثلة (الانشائي الصحية الجيوتكنك...).

٦- **المراقبة والإشراف:** هي الوظيفة التي تعتمد على قياس وتصحيح اعمال الاخرين في المستويات الادارية الأدنى ، بهدف التاكد ان اهداف المشروع المتمثلة في الخطط المحددة قد تم تنفيذها.

أي مراجعة الاعمال المنفذة للتاكد من تطابقها مع الخطة وهناك مراقبة فنية : للتاكد من جودة الاداء.

ومراقبة العامة للعقد وفيها يتم مراقبة الخطة وتعديلها ضمن الظروف التي قد تطر على المشروع.

# الادارة الانشائية Construction Management

## المحاضره 2

م.م. اسيل عبدالجادر

### إدارة المشاريع (Project Management)

هو تخصّص يتعلّق بتنظيم وإدارة الموارد، مثل الموارد البشريّة والمادية ، بالطريقة التي تمكّن إنجاز المشروع ضمن تصميمه المحدد وبمراعاة عوامل الجودة والتوقيت والتكلفة.

**تعريف المشروع**

المشروع هو اي عملية أو نشاط مقيد بزمن، أي له تاريخ بداية وتاريخ نهاية، يتم القيام به مرة واحدة من أجل تقديم منتج ما أو خدمة ما بهدف تحقيق تغيير مفيد أو إيجاد قيمة مضافة.

ويعرف بانه اي سلسلة من الانشطة أو المهام التي لها أهداف محدده يجب أن تنجز ضمن مواصفات محدده ولها بداية ونهاية محددتان وله تمويل ويستعمل المصادر المختلفة من اموال ووقت ومعدات وعماله، وهو عملية فريدة من نوعها تتكون من مجموعة من الأنشطة المنسقه والتحكم بالأنشطة من خلال تواريخ البدء والانتهاء، المتخذه لتحقيق هدف مطابقة للمتطلبات المحددة، بما في ذلك القيود من حيث التكلفة والوقت والموارد. ضمن معايير الجودة والمتطلبات.

**إدارة المشاريع الانشائية (CPM)**

هو التخطيط الشامل والتنسيق والسيطرة على المشروع من البداية حتى النهاية. ويهدف إلى تلبية متطلبات العميل من أجل إنتاج مشروعاً وظيفياً وقابلاً للاستمرار مالياً ، وهي إدارة مشروع ينطبق على قائمة قطاع البناء والانشاءات، ويمكن أن يشمل أنواع مختلفة من المعدات والمواد والمقاولين ومقاولي الباطن، وتفاصيل المواقع أيضاً. اي هو نظام يتكون من مجموعة النشاطات التي يقوم بها مدير الانشاء وموظفوه لتنفيذ وبناء المتطلبات التي يرغب بها صاحب العمل، وايضا هو تنظيم اداري يخدم صاحب العمل وقادر على تنظيم العلاقة بين جميع اقسام المشروع من مهندسين ومقاولين واستشاريين حتى يتم تنفيذ المشروع بتكامل وتنسيق.

اذا .. الادارة الانشائية وظيفتها الاساسية هي **مساعدة صاحب العمل على انجاز المشروع باقل كلفة واقصر زمن وضمن المواصفات الهندسية.**

**هدف الادارة الانشائية**

تلبية متطلبات العميل من أجل إنتاج مشروع قابل للتطبيق وظيفيًا وماليًا من خلال التخطيط الشامل والتنسيق والسيطرة على المشروع من البداية إلى النهاية ، وتتطلب إدارة مشاريع البناء معرفة مبادئ الإدارة الحديثة بالإضافة إلى فهم عملية التصميم والبناء. وبشكل عام يتم ذلك من خلال :

- تحديد أهداف المشروع بدقة وتجهيز الخطط اللازمة للتنفيذ والتي تشمل الجدول الزمني اللازم لتنفيذه وميزانية المشروع المقدرة.
- زيادة كفاءة استغلال الموارد ( عمالة – مواد – معدات ).
- التنسيق والتحكم في جميع العمليات اثناء تنفيذ المشروع.
- إدارة التواصل بين أطراف المشروع والمشاركين فيه لحل المشاكل والتضاربات.

**مدير الإنشاء (CM )**

هو اختصاصي لديه القدرة على التعامل مع كل تفاصيل الموقع الانشائي من إدارة الوقت والموارد البشرية والمالية والمواد والمعدات واتخاذ القرار المناسب.

**المشروع الانشائي Construction Project**

هي تلك الجهود التي تعمل على تمويل الموارد المتوفرة من مواد وقوى عاملة واموال الى الصيغة الانشائية, حيث ان الانشاء هو تعهد معقد يستلزم التفاعل والتنسيق بين مهارات وخبرات وجهود عدد كبير ومتنوع من الجهات، ويعرف ايضا كونه عملية انتاجية لا تكرارية تنفذ عادة بموجب مواصفات فنية محددة ومنهاج زمني معد مسبقا وضمن حدود متوقعة من التخصيصات المالية او ما يعرف ب كلفة المشروع، اذا المشروع الانشائي يختلف عن باقي العمليات الانتاجية التقليدية من حيث انه نادرا ما يخضع الى ظروف تصنيعية مسيطر عليها.

**أنواع المشاريع الانشائية**

تختلف المشاريع الانشائية عن بعضها البعض من حيث طبيعتها ونوعيتها من جهة ومن حيث حجمها من جهة اخرى ويمكن تقسيم المشاريع الانشائية الى الانواع التالية:

1. **المشاريع الصناعية Industrial Construction** : تشمل جميع الصناعات المختلفة كمصانع الحديد والصلب ومصانع السيارات ومصانع البتروكيمائيات والصناعات النفطية وخطوط الإنتاج وخطوط نقل البترول والغاز ومنصات الحفر العائمة وأرصفة المواني البحرية.
2. **المشاريع الضخمة او الثقيلةHeavy Construction**: وتشمل جميع أعمال البنى التحتية والطرق والجسور والسدود والقنوات والخزانات الضخمة وسكك الحديد والانفاق والمؤاني وخطوط المترو والمطارات ومحطات معالجة وتصفية المياه والمفاعلات النووية وغيرها.
3. **مشاريع المبانيConstruction Building** : تشمل جميع انواع المباني البلدية والتجارية والصناعية والاسكان والتعليمية مثل المدارس والجامعات والمستشفيات ومعاهد الأبحاث المختلفة والمباني الحكومية المختلفة كمراكز الشرطة والدفاع المدني والمكتبات والمتاحف الأثرية والمنشآت الرياضية.
4. **مشاريع الطاقة Energy Construction** : وتشمل محطات توليد الطاقة بمختلف انواعها ومشاريع نقل الطاقة وتوزيعها.
5. **منشآت زراعية** : هي منشآت مباني يتم انشاؤها من اجل الاهداف الزراعية مثل خزانات المياه ، وشبكات الري ، حظائر ومسقفات تربية المواشي

**مراحل تنفيذ المشروع الانشائي**

إن البدء والتخطيط والتصميم والتنفيذ والإغلاق والصيانة هي مراحل تطوير أي مشروع ، أيا كان نوعه. وبالنسبة للمشروع الانشائي فهو يمر بخمس مراحل رئيسية وهي مرحلة الجدوى ثم مرحلة الدراسات الاولية والتصميم الاولي ثم مرحلة ما قبل التشييد ثم مرحلة التشييد ثم مرحلة التشغيل والصيانة, وخلال ذلك تحدث متغيرات تعتمد على طبيعة العمل ، احتياجات المالك، ونوع العقد. ان بعض المراحل في دورة المشروع يمكن اعتبارها عامة لمعظم مشاريع التصميم والإنشاء وهي:

**1- الحاجة او الفكرة ومرحلة التخطيط**

**2- مرحلة التصميم:**

**أ- مرحلة التصاميم الأولية**

**ب- مرحلة تطوير التصاميم**

**ج- اعداد الوثائق التنفيذية أو التصاميم النهائية.**

**3- مرحلة طرح المناقصة/إحالة العطاءات للتقييم.**

**4- مرحلة التنفيذ.**

**5- مرحلة مابعد التنفيذ.**

**1) مرحلة التخطيط:**

إن جميع المشاريع بغض النظر عن طبيعتها أو حجمها تبدأ بفكرة أو بحاجة، فقد تنشأ فكرة لدى المستثمر (المالك) والذي قد يكون احد مؤسسات الدوله .

تحديد الأهداف يُعتبر تحديد الأهداف المُراد إنجازها الخطوة الأولى لإنشاء أيّ مشروع، ويكون ذلك بالتفكير في ماهية الأهداف المراد تحقيقها، إذ يُنصح بتحديد هدف رئيسي واحد ومجموعة من الأهداف الفرعية التابعة له لنجاح المشروع، حيث تُعتبر الأهداف والغايات نقطة بداية المشروع وسبب نجاحه أيضاً، ولتحقيق الأهداف يجب تعريفها بوضوح، ودعمها بوضع خطة عمل مميزة، كما أنّ اعتماد إدارة المشروع الرئيسية أهدافاً واضحةً وذكيةً يضمن تحقيق نتائج ناجحة للمشروع

قد يقوم المالك بإجراء فعالية واحدة أو عدة فعاليات ضمن هذه المرحلة أو قد يوكل القيام بهذه الفعاليات إلى شركات هندسية متخصصة للتصميم والدراسة ( الجدوى الاقتصادية، المالية، الميزانية، تحليلات الموقع، دراسة الأثر البيئي). إن دراسات الجدوى الاقتصادية تساعد المالك على التعرف على الظروف السائدة والتوقعات المستقبلية والاحتياجات الخاصة؛

**2) مرحلة التصميم :**

أ- مرحلة التصاميم الأولية:

يقوم المهندس الاستشاري بمراجعة وتقييم برنامج المالك والميزانية المرصودة ويناقش خيارات متعددة للتصميم والتنفيذ بناءاً على تلك المعطيات، وحسبما يتم الاتفاق عليه يقوم المستشار بإعداد التصاميم الأولية وقد تتضمن هذه التصاميم مخططات أولية بمقياس صغير، واجهات، منحنيات، ووثائق أخرى عديدة تصف بشكل عام الأعمال، والعلاقة بين أجزاء المشاريع بعضها ببعض كما تصف بشكل عام نوع الإنشاءات والمعدات المقترحة، وخلال هذه المرحلة يمكن تحديد مخطط الموقع العام كما يمكن تحديد المساحات وعلاقاتها ببعضها البعض بشكل عام كما يتم تحديد طرق التصميم الإنشائية والمعمارية والميكانيكية والكهربائية،....الخ ، وبالإضافة لما سبق يتم إعداد بعض

الوثائق التي تتضمن وصفاً ابتدائياً للمشروع وكذلك تقدير الكلفة الأولية للمشروع والأطر العامة لمواصفات المواد التي سيتم استخدامها.

**ب**- مرحلة تطوير التصاميم (استخدام أساليب الهندسة القيمية):

تبدأ هذه المرحلة بعد موافقة المالك على التصاميم الأولية وأية تعديلات ضرورية على برنامج العمل أو الميزانية المطروحة، وفي هذه المرحلة تتحول العلاقة من العمومية إلى التفصيل والتعديلات.

تلخص هذه المرحلة وتصف بشكل دقيق طبيعة وحجم المشروع بما في ذلك مكوناته الإنشائية والمعمارية والميكانيكية والكهربائية من خلال المخططات والتفاصيل والمقاطع والجداول والمنحنيات، كما يتم وضع المواصفات الأولية للمشروع ويتم تطوير تقدير الكلفة على قدر أكبر من الدقة.

**ج**- مرحلة إعداد وثائق المشروع:

تعتمد هذه المرحلة على موافقة المالك على المرحلة السابقة وعلى أية تعديلات مقترحه من قبله سواء فيما يخص النواحي الفنية أو ما يخص الميزانية المرصودة، وخلال هذه المرحلة يقوم المستشار بإعداد الوثائق التي سيتم استخدامها لطرح التنفيذ أو استدراج عروض له.

تتكون وثائق المناقصة من وثائق العقد كالمخططات والمواصفات والنماذج والشروط العامة والخاصة، كل هذه الوثائق تصبح جزءا من العقد القانوني الموقع بين المالك والمقاول.

**3) مرحلة طرح المناقصة:**

خلال هذه المرحلة يتم الإعلان عن طرح المناقصة أو عن طريق الدعوة المباشرة للمقاولين أو عن طريق استدراج العروض التفاوضية، يتم توزيع نسخ وثائق المناقصة بواسطة المالك أو عن طريق المستشار، وقد يقوم المستشار بإصدار ملحق أو ملحقات لتعديل أو تفسير أو لحذف أو إضافة معلومات لوثائق المناقصة.

**4) مرحلة التنفيذ:**

تبدأ مرحلة تنفيذ المشروع بعد توقيع الاتفاقية بين المالك والمقاول ، وتتضمن هذه المرحلة جميع نشاطات المقاول المتعلقة بالإعداد للمشروع، شراء المواد والتجهيزات، تصنيع وإعداد المواد داخل وخارج الموقع سواء تم تنفيذها من قبل المقاول الرئيسي أو من قبل مقاولين فرعيين ،وكذلك جميع النشاطات المتعلقة بتنفيذ المشروع حتى تسليمه للمالك.

وفي خلال هذه المرحلة يقوم المقاول بإعداد قدر كبير من الوثائق مثل برامج سير العمل، المخططات التنفيذية،

المطالبات المالية، السجلات، طلبات العمل، دليل الصيانة، حيث إن كل هذه الوثائق المذكورة تصبح جزءاً من السجلات الإدارية ويجب أن تحفظ في ملف المشروع.

ومن الشائع أن يقوم الاستشاري خلال هذه المرحلة بإعداد بعض التعديلات على وثائق العقد مثل الأوامر التغييرية الناتجة عن الحاجة الماسة لإجراء بعض التعديلات على طبيعة العمل أو مدته أو قيمته .

**5) مرحلة ما بعد التنفيذ ( التشغيل والصيانة ):**

بعد انتهاء المشروع واستخدام المالك للمنشآت قد يكون الاستشاري والمقاول وبعض الموردين ملتزمين مع المالك في بعض الفعاليات وذلك حسب العقد الموقع بين المالك وهذه الأطراف. وتتضمن مثل هذه الفعاليات صيانة وتعديل المعدات والمساعدة في تشغيلها وتدريب كوادر المالك على استخدامها وإزالة أية عيوب مصنعيه تظهر خلال فترة الصيانة

# الادارة الانشائية Construction Management

## المحاضره 3

م.م. اسيل عبدالجادر

**أطراف عملية التشييد والانشاء :**

في أعمال الصناعة الإنشائية من الممكن ملاحظة وتحديد ثلاث جهات معنية بالعمل :

1-**صاحب العمل:** وقد يكون اية جهة من القطاع العام او الخاص والذي لحسابه يتم تخطيط وتصميم وتنفيذ الاعمال الانشائية وعليه فهو الممول لجميع مراحل العمل.

2-**قطاع التخطيط والتصميم:** يقوم بتنفيذ المرحلتين الاولى والثانية من مراحل المشروع ، وهو يتبع صاحب العمل اداريا كما في القطاع العام او مكتب استشاري يتعامل مع صاحب العمل او المقاول .

3-**المنفذ** : شركات او مقاولين كبار مع أمكانية احالة جزء من هذه الاعمال الى المقاول الثانوي في بعض الاحيان.

**تعاريف اخرى مهمة :**

**المقاولة** contract : هي عقد بين طرفين يتعهد بموجبهه الطرف الثاني بالقيام بتنفيذ او تجهيز وتنفيذ عمل للطرف الاول مقابل مبلغ من المال يدفعه الطرف الاول ضمن شروط متفق عليها .

**صاحب العمل**client : هو الشخص الاول في المقاولة الذي يكلف احد الاشخاص بتنفيذ وفق وقت معين وشروط محددة ولصاحب العمل الحق في تغيير بعض المطاليب.

**المقاول** contractor : يقصد به أي شخص او مؤسسة او شركة الذي قبل صاح العمل عطائه تحريريا ويشمل ممثلي المقاول المخولين قانونيا ومن يسمح لصاحب العمل بالتنازل لهم.

**المقاول الثانوي Sub contractor** ويقصد به اي شخص او مؤسسة او شركة من غير المقاول مسمى في المقاولة لتنفيذ أي جزء من الاعمال أو أي شخص يتم التعاقد معه من الباطن لتنفيذ أي جزء من المقاولة وبموافقة (المهندس ).

**المهندس** ويقصد به الشخص أو الاشخاص او المؤسسة أو الشركة او من يعينه صاحب العمل للاشراف على التنفيذ ومراجعة المواصفة الفنية للعمل .

**إدارة المشروع** : project management هي المسؤولة عن ايجاد اسلوب تنفيذ المشروع ضمن المدة والكلفة المحددة.

**المناقصات والعطاءات في المشاريع الإنشائية:**

بمجرد الانتهاء من مرحلة التصميم في المشاريع الهندسية ، فإنه يجب على المالك الحصول على شركة مقاولات لتنفيذ أعمال المشروع ، وعليه فإن المناقصات في مجال هندسة الإنشاءات وخاصة في المشاريع الحكومية هي إحدى الأساليب لاختيار مقاول من قبل المالك أو من ينوب عنه ، وبذلك يمكن **تعريف المناقصة** على أنها:

**محاولة الحصول على أفضل العروض مقدمة من مقاولين لتنفيذ مشروع إنشائي ما في صورة عطاءات.**

**أنواع المناقصات وطرق التنفيذ**

**1-المناقصات المفتوحة أو العامةOpen Tendering**

في هذا النوع من المناقصات يسمح لكافة المقاولين بتقديم عطاءاتهم بغض النظر على كفاءاتهم ، وتتم دعوتهم على طريق الإعلان في الوسائل العامة( الجرائد والصحف) وبالرغم من أن قوانين معظم البلاد تشترط اختيار العرض الأقل سعر من بين العطاءات إلا أن هذا قد يؤدي إلى ارتفاع في تكلفة المشروع إذا ما تأخر تنفيذ بعض بنوده ، أو وقع الاختيار على مقاول غير كفء لتنفيذ المشروع.

**2- المناقصات المحدودةSelective Tendering**

في هذا النوع من المناقصات يتم التنافس بين عدد معين من المقاولين يتم دعوتهم من قبل المالك لتقديم عطاءاتهم بحيث تتوافر لديهم الصفات المناسبة من حيث الكفاءة والإمكانيات لتنفيذ المشروع و يكون ذلك نتيجة اعتماد المالك لتأهيل سابق قد أعده مسبقا على أن لا يزيد عدد المقاولين عن خمسة مقاولين.

**3-لمناقصات المتعددةSerial Tendering**

يستخدم هذا النوع من المناقصات عند وجود عدة مشاريع لدى المالك ذات الطبيعة المتشابهة مثل مشروعات المباني السكنية ، والمدارس والمرافق العامة ، بحيث يتم عرض المناقصة على مقاول واحد لنفس المشاريع المتشابهة وبنفس التكاليف والشروط ، إضافة إلى تنفيذ المشاريع الموكلة إلى المقاول في الزمن المحدد لها وبالمواصفات الفنية المتفق عليها.

**4- الإسناد المباشرForced Tendering**

تستخدم هذه الطريقة في المشروعات ذات الطبيعة الخاصة دون اللجوء إلى عمل مناقصة في الوسائل العامة بحيث يتم تكليف أحد المقاولين أو عدة مقاولين بتنفيذ مشروع ما في حالات يمكن ذكرها كالآتي:

- وجود خبرة معينة وقدرات من حيث العمالة والمعدات قد لا تتوفر إلا في مقاول معين.
- تمويل المشروع مادي من قبل المقاول في حالة صعوبة ذلك بواسطة المالك.
- تستخدم هذه الطريقة أيضاً عند امتلاك المالك شركة المقاولات أو جزء منها.
- تستخدم هذا الأسلوب عند رغبة المالك التنفيذ المبكر للمشروع دون اللجوء إلى عمل مناقصة حيث يتم توفير وقت وجهد كبيرين.
- يستخدم هذا الأسلوب في حالة وجود مرجعية جيدة لمقاول ما لدى مالك المشروع من واقع أعمال سابقة تم تنفيذها بنجاح وجودة عالية.
- السمعة و الثقة المتبادلة ؛ من أهم ما يميزها.

**طرق اختيار المقاول: 1**- الاختيار عن طريق المناقصة

2- الاختيار عن طريق الإسناد المباشر.

**مستندات التعاقد:**

وهنا يتم اخراج مستندات المشروع النهائية لطرح المشروع للتنفيذ ، وهذه المستندات تشمل الرسومات النهائية والمواصفات العامة والخاصة ونموذج عقد المشروع والشروط العامة والخاصة

والتي تسهل للمقاولين دراسة المشروع بشكل وافي لتقديم عروضهم الفنية والمالية لتنفيذ المشروع

**الإعلان عن المناقصة في المشاريع الحكومية:**

هناك إجراءات يجب إتباعها في المناقصات الحكومية ، والخطوات التالية تبين ذلك:

1) يجب إشعار المقاولين المؤهلين في قطاع الإنشاءات قبل المناقصة وذلك بوضع الإعلانات في الجرائد والمجلات.ويتضمن الإعلان ما يلي:
   - طبيعة أو نوع المشروع.
   - مكان المشروع.
   - نوع العقد المزمع إتباعه في تنفيذ المشروع.

- متطلبات الضمان
- زمن تنفيذ العمل .
- شروط الدفع .
- مكان الحصول على وثائق تخص المناقصة.
- زمن ومكان تقديم العطاءات
- تكاليف تنفيذ المشروع.
- الرسوم المطلوبة للحصول على وثائق المناقصة.
- المتطلبات الخاصة بمعدل الأجور للموارد المختلفة.

2) يجب أن يعلن على المناقصة في الوسائل العامة.

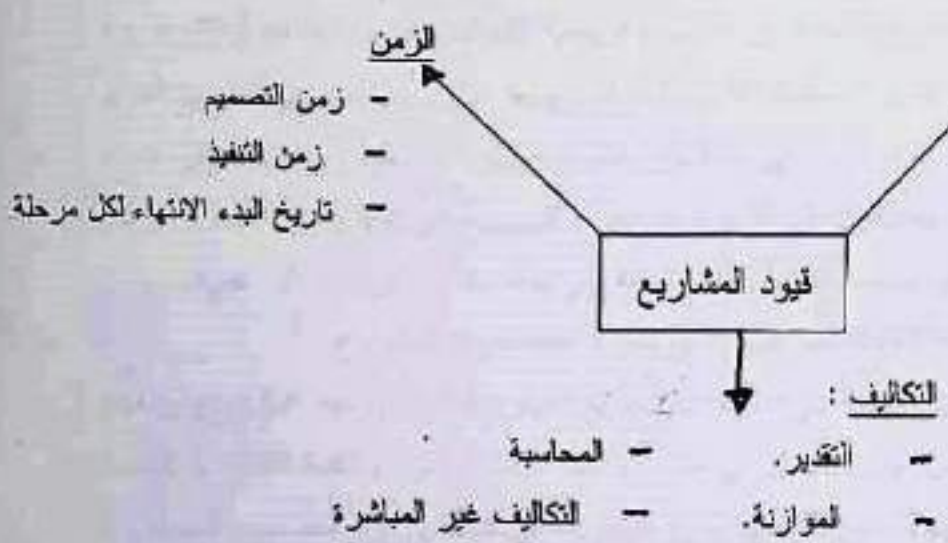
3) كل المتقدمين للمناقصة (المقاولين) يجب معاملتهم على السواء من حيث منحهم الفرصة لتقديم عطاءاتهم بشروط مشابهة.

4) قد يضع المالك في بعض الأحيان شروطاً معينة لتأهيل المتقدمين للمناقصة.

المحاضرة 4 د. محمد لطيف

قيود المشروع

تسمى القيود الثلاثية للمشروع ويمكن تمثيلها بشكل التالي:




١- الأداء :

أ- الجودة: ان الذي يحدد مستوى الجودة المطلوب هو المالك ، والذي قد يتمثل بشخص او مجموعة اشخاص (كزبائن مستثمرين) كبناء سكني مثلاً

ب- الوظيفة : أي تحديد مجال الاستثمار للمشروع (سكني او خدمات عامة او مدرسة).

ج- الصيانة : لايجوز اهمال مرحلة الصيانة وعدم اخذها بعين الاعتبار.

٢- الزمن Time

يجب تحديد زمن التنفيذ منذ البداية للعمل لان هذا الزمن يلعب دوراً هاماً في دخول المشروع ضمن سوق الاستثمار ، والذي قد يكون مجالاً عالياً للتنافس.

٣- التكاليف Cost

أ- التقدير : عند طرح المشروع للتصميم تبدأ عملية التقدير بشكل تقديري ، ويتم تحديد كلفة المشروع (٣%) من التكاليف النهائية.

ب- الموازنة : هنا يمكن معرفة الكلفة بشكل ابعد لان الموازنة قد تكون قبل التنفيذ اما الموازنة التي تكون بعد التنفيذ فتكون تحت المحاسبة.

ج- المحاسبة: ان تكلفة المشروع النهائية لا يمكن تحديدها حتى ينتهي المشروع كاملاً لذلك يجب وعلى مستوى المشروع تقسم اعتماد نظام محاسبي ضمن المشروع ، وتوجد الان مؤشرات عالمية تعتمد على انظمة محاسبية دقيقة ومعينة تفيد كلاً من اطرف المشروع في تحديد كلفة المشروع.

هـ - التكاليف غير المباشرة: وتقسم الى :

على مستوى المشروع ، أجار المكتب والسيارات والهاتف والخدمات .

## (جدولة المشاريع )

بعد الانتهاء من تخطيط المشروع وتقسيمه إلى عناصره الرئيسية (العمليات اللازمة للتنفيذ ) تأتي مرحلة الجدولة ان جدولة النشاطات هي إحدى المتطلبات الاساسية للمشروع بعد اقراره والادارة هي الجهة التي تقوم بعملية الجدولة في معظم الحالات الا انه في حالة كون المشروع كبيراً او معقداً ، ويحتوي على عدد كبير من النشاطات فان الادارة المتخصصة في كل جزء من اجزاء المشروع هي تقوم بعملية الجدولة لذلك الجزء وتقوم بمراقبة ومتابعة التنفيذ بحسب الجداول الموضوعة وفي حالة حدوث أي تغيير او انحراف عن الجداول الموضوعة فان مسؤولية الادارة تحتم عليها القيام بعملية اعادة جدولة المشروع.

تعتبر عملية الجدولة من اهم الأدوات التي تساعد على توزيع الموارد خلال فترة تنفيذ المشروع، ومعظم المشاريع تبدأ بجدولة العمليات من اجل الوصول الى تقديرات دقيقة للوقت والمواد والكلفة اللازمة لتنفيذ مختلف النشاطات وتحتل الجداول المرجع الرئيسي لجميع الاطراف في المشروع ( صاحب المشروع والمخطط والمنفذ والمراقب) تهدف الجدولة في النهاية الى اتمام المشروع الى افضل وجه ممكن اقل زمن واقل كلفة واقل مخاطرة ممكنة من خلال :-

- دراسة البدائل.
- الوصول الى افضل جدول زمني للمشروع.
- استغلال الموارد المتاحة بفعالية وكفاءة عالية.
- تحسين الاتصال بين الافراد في المشروع.
- تسهيل عملية متابعة ومراجعة المشروع.
- الوصول الى رقابة جيدة للمشروع.

قبل القيام بعملية الجدولة ، وبغض النظر عن حجم ودرجة تعقيد المشروع يجب الحرص على الاجابة على الاستفسارات التالية.

- عدد النشاطات اللازمة والمستوى المطلوب للوصول الى تفاصيل النشاطات لتنفيذ المشروع.
- ان تكون جميع النشاطات واضحة ومعرفة وعلاقتها ببعضها وتسلسلها في المشروع واضح

- مدى ارتباط واعتماد عملية الجدولة على عملية التقسيم المشروع.
- معرفة الحدود الزمنية وهي وقت البداية لكل عملية او نشاط والموارد اللازمة للتنفيذ ان امكن.
- الجهة صاحبة العلاقة.

## أنواع طرق تخطيط المشاريع Methods of Planning

هناك عدة انواع من الطرق الخاصة في تخطيط المشاريع ومن ابرز هذه الطرق.

١. طريقة المخطط الشريطي. Bar Chart Method

٢. طريقة التحليل الشبكي . Net Work analyze sis Method

- بالاسهم . (A.O.A) Activity on Arrow
- بالعقد . (A.O.N) Activity on Nodes

٣. طريقة خط التوازن Line of Balance Method

٤. طريقة بيرت Program Evolution Review Techniques

٥. طريقة المشبك الزمني. Time Grade Method

## الفعالية الانشائية : Constriction activity

هي جزء من المشروع التي يمكن انجازها باستخدام نوعية معينه من الايدي العاملة او نوعية من المعدات الانشائية.

***عوامل تحديد استخدام طرق التخطيط :***

١. توفير الايدي العاملة وانتاجيتها (عامل/ ساعة) Man/ hours

٢. توفر المعدات وامكانية استخدامها طبقا لظروف المشروع وانتاجيتها.

٣. توفر المواد الانشائية وظروف ومشاكل ايصالها الموقع المشروع.

٤. استخدام المقاولين الثانويين وعلاقات العمل فيما بينها.

٥. امكانية تصنيع بعض الاجزاء الانشائية او استيرادها من الخارج.

**التخطيط والجدولة والمراقبة:**

إن المفهوم المتداول بين الناس للتخطيط يقصد به التخطيط والجدولة معاً، لذلك يجب التمييز بينهما اذ انهما ليسا عملاً واحداً، حيث ان التخطيط مقدمة للجدولة التي تعتبر نتيجةً للتخطيط.

- **فالتخطيط (Planning)** فيعني الاجابة على اسئلة ، ماذا يجب ان نعمل؟" ، و"كيف" و"أين" ومن قبل "من" ، إن أهمية التخطيط الجيد والمناسب هو الحصول على معطيات مناسبة من أجل جدولة المشروع بشكل صحيح.
- **اما الجدولة (البرمجة Scheduling)** : أي جدولة تنفيذ الفعاليات فتعنى الاجابة عن سؤال "متى يجب ان نعمل؟"
- **المراقبة (Monitoring):** أن التنفيذ في الواقع لا يتم وفق المخطط له، فالمشكلات غير المتوقعة يمكن أن تظهر بشكل دائم. وقصور الخطة عن التنبؤ بالتفاصيل الدقيقة أمر طبيعي. مما يؤدي لاضطراب غير متوقع في التنفيذ وبالتالي انحراف جزئي عن الخطة، مما يتوجب على المنفذ اكتشاف أي انحراف عن الخطة بشكل مبكر، وتعديل الخطة حتى يتمكن من تحقيق أهدافها. وهذا يتطلب **المتابعة** المستمرة للخطة **ومراقبة تنفيذها وادخال التعديلات** عليها وفق الحاجة. وهذا ما يسمى: **المراقبة**

**تخطيط التشييد:**

- هو دراسة كل الظروف المتعلقة بالمشروع من أجل إيجاد أفضل طريقة للعمل لتحقيق الهدف الاساسي ،(الهدف هو إنهاء العمل المطلوب)، ضمن فترة زمنية محددة (جدولة) وتكاليف مقدرة مسبقا ( موازنة ) وذلك ضمن المواصفات والشروط الفنية فيما يتعلق بالمواد وطرق التشييد ( الجودة ).
- وهو اعداد البرامج والخطط الزمنية اللازمة لضمان تنفيذ المشروع ضمن السقف الزمني المحدد له، ويشمل التخطيط الزمني والتخطيط الاقتصادي (الكلفة) والتخطيط الفني. يشمل بشكل أساسي تحديد مجال العمل وتحليله وتحديد تكنولوجيا وطرق التشييد المستخدمة لإنجاز العمل حتى يتم تحقيق متطلبات التصميم والمواصفات المحددة.

**أهمية التخطيط:**

- تعتبر عملية التخطيط من أهم وأصعب وظائف الإدارة، فهي بمثابة الشريان الذي يغذي كافة عمليات الإدارة لما لها من دور أساسي في تنسيق أعمال كافة أطراف المشروع وتزويدهم بالمعلومات الضرورية لهم والزمن اللازم لإنجاز أعمالهم.
- ويعرّف التخطيط في مشاريع التشييد بأنه الاستراتيجية المتبّعة في إنجاز الأعمال من أجل الحصول على مشروع ناجح، حيث يتم من خلال عملية التخطيط اختيار وتحديد فريق عمل المشروع، وتعريف المهام المطلوب إنجازها لإتمام المشروع بالشكل الأمثل.ولهذا فإنه لا بد أن تحتوي خطة المشروع على تفاصيل دقيقة لأعمال المشروع وبالمستوى الكافي الذي يسمح لكافة أفراد المشروع أن يكونوا على دراية بالأعمال التي يجب إنجازها من قبلهم ضمن كل مرحلة من مراحل المشروع.

♦ كما يعتبر التخطيط الخطوة الأولى لكل من عمليتي الجدولة والمراقبة حيث لا يمكن إتمام الجدولة إلا بعد أن يتم تحديد العمليات المكونة للمشروع وهذا ما تقوم به عملية التخطيط، وكذلك لا يمكن أن تتم مراقبة المشروع بدون وجود خطة محددة تكون بمثابة القاعدة أو الأساس الذي بواسطته يتم معرفة فيما إذا كان المشروع يسير في مساره الصحيح أم يعاني من انحرافات وتباينات قد تشكل في بعض الأحيان مخاطر عظيمة على المشروع ككل.

♦ وهكذا وبناء على ما سبق، يمكننا القول بأن التخطيط هو ببساطة يشكّل حجر الأساس في عملية نجاح المشروع.

**اهداف التخطيط**

ان الهدف من التخطيط هو:

1. تحديد الطرق الاسرع والاقل كلفة لتنفيذ المتطلبات
2. تحديد المتطلبات التنفيذية لانجاز العمل مثل عدد العمال والاليات.
3. تحديد الموارد اللازمة وكمياتها وزمن تجهيزها مقارنة بزمن تنفيذ العمل.
4. تحديد طريقة سريعة لحساب تقدم العمل والمصاريف والسيولة النقدية.
5. تحديد الفعاليات غير الصحيحة التي يمكن ان تحدث ودراسة امكانية تجاوزها.

ان الخطة المعقولة لتنفيذ المشروع تعتمد على التقدير الواقعي لمدة تنفيذ الفعاليات المختلفة.

**مراحل التخطيط**

تتباين كمية وحجم أعمال التخطيط في مشاريع التشييد من مشروع لآخر، وذلك وفقاً لطبيعة وحجم ودرجة تعقيد الأعمال المطلوب تنفيذها خلال المشروع. كما تختلف الطرق المتّبعة في أعمال التخطيط من شركة لأخرى بما يتناسب مع سياسة الشركة والإجراءات المتّبعة ضمنها. إلا أنه ومهما اختلفت تفاصيل الأعمال وكميتها والإجراءات المستخدمة، فإنه لا بد أن تمر أعمال التخطيط ضمن مراحل ثلاثة أساسية وهي:

0. مرحلة التخطيط المسبق (ما قبل العطاء).
1. مرحلة التخطيط الرئيس (ما قبل العقد).
2. مرحلة التخطيط عند تنفيذ العقد (اثناء التشييد ).

**1 مرحلة التخطيط المسبق (Pre-planning):**

التخطيط في هذه المرحلة يقوم به صاحب العمل او مستخدميه، (مهندسين، استشاريين، مؤسسات)، في المراحل الاولى لاتخاذ القرار (قبل المناقصة) للتعرف على المدى الزمني المطلوب لتنفيذ العمل بموجب المخططات المتوفرة مع تحديد الاسعار الملائمة ويمتاز التخطيط في هذه المرحلة باولويته وسرعته وقلة دقته. يرتبط التخطيط خلال هذه المرحلة بشكل وثيق مع عملية التقدير للكلفة حيث يُعنى التخطيط ضمن هذه المرحلة بوضع الخطوط الرئيسة للمشروع من خلال تحديد طرق التشييد، الموارد المطلوبة، والفترة الزمنية للمشروع. تتفاوت الفترة الزمنية اللازمة لإنجاز أعمال التخطيط ضمن هذه المرحلة من أسبوع إلى ثلاثة أشهر. كما يختلف عدد الأشخاص القائمين على تنفيذ هذه العمليات وفقاً لطبيعة الأعمال ودرجة تعقيدها.

**2 مرحلة التخطيط الرئيس (ما قبل تنفيذ العقد) (Post-planning)**

تبدأ مرحلة التخطيط الرئيس بعد توقيع العقد بين المالك والمقاول اذ يقوم المقاول (مستخدميه) بإعداد الخطة رئيسية (Master Plan) يقدمها كاحد شروط العقد ليتم الاتفاق عليها ومصادقتها من قبل صاحب العمل. وبناء على ذلك يجب أن يقوم المقاول ضمن هذه المرحلة من حياة المشروع اتخاذ كافة القرارات المرتبطة بتنفيذ المشروع والتي تشمل الاتي :

1- تمويل العقد وتوفير السيولة النقدية اللازمة،
2- التعاقد مع المقاولين الثانويين والموردين،

3- توفير احتياجات المشروع من الموارد المختلفة،
4- بناء الخطة الرئيسية اللازمة لإنجاز أعمال المراحل التالية من المشروع بناءا على القرارات السابقة ومراجعة كافة المعلومات المتوفرة .

من الامور الاساسية التي على المقاول انجازها ضمن هذه المرحلة اعتمادا على الخطة الرئيسية والتي تكون ضرورية لتنفيذ المشروع الامور الاتية:

1- اعداد البرنامج الرئيسي التفصيلي(Baseline Schedule)

هي جدولة المشروع الموافق عليها من المشرف وبالتالي تم اعتمادها كخطة رئيسية أو أساسية تشكل المرجع الاساسي والوحيد ( في بداية التنفيذ ) الذي يتم الرجوع إليه لقياس تقدم العمل و مقارنة الأعمال الفعلية مع الأعمال المخططة.

تعبر الخطة الرئيسية عن الطريقة المعتمدة من قبل المقاول والمشرف لتنفيذ مختلف الأعمال ضمن المشروع ، أي الأعمال المطلوب تنفيذها والتسلسل المنطقي للتنفيذ بالاضافة لطريقة التنفيذ. يكون المقاول مسئولاً عن تحضير الجدولة المحددة وفق وثائق العقد وتقديمها للإشراف وفق الإجراءات المحددة في وثائق العقد ليتم الموافقة عليها واعتمادها.

ويتم تمثيل البرنامج الرئيسي بواسطة ادوات تخطيطية بسيطة مثل (مخطط الغضبان) في المشاريع الصغيرة بينما تستخدام ادوات تخطيطية اكثر تعقيدا مثل (المخطط الشبكي) في المشاريع المتوسطة والكبيرة الحجم.

## جدولة الموارد

من الضروري في هذه المرحلة تعيين الاحتياجات من الموارد المختلفة اللازمة في التنفيذ، ويتم ذلك من خلال جدولة هذه الاحتياجات اعتمادا على البرنامج الرئيسي وإعداد ما يسمى بجدولة الموارد أو الاحتياجات. تتمثل جدولة الموارد بالتالي:

- جدولة اليد العاملة.
- جدولة المواد (أو استهلاك وتوريد المواد).
- الجدولة التي تبين تاريخ بدء أعمال كل من المقاولين الثانويين وانتهائها.
- جدولة الآليات.

3- إعداد الموازنة والتدفق النقدي:

الموازنة: يتم تحضير الموازنة خلال هذه المرحلة وبالاعتماد على البرنامج الرئيسي، وتعرف الموازنة بأنها توزيع تكاليف المشروع على الزمن.

التدفق النقدي: يعرف التدفق النقدي( cash flow ) بأنه الفرق الحاصل بين منحني النفقات و منحني الدخل الممثل بالدفعات المالية عند أية نقطة زمنية من المشروع.

ينضم إلى فريق أعمال التخطيط في هذه المرحلة مدير المشروع الذي سيقوم بإدارة المشروع ضمن الموقع، كي يكون على دراية تامة وخلال وقت مبكر بطبيعة أعمال المشروع والاطلاع على المخططات وجداول الكميات الخاصة بالمشروع. كما يقوم مدير المشروع خلال هذه المرحلة بإعداد مخطط موقع العمل والمشاركة في تحضير البرنامج الرئيسي.

تتفاوت الفترة الزمنية المسموح بها لإنجاز أعمال التخطيط ما قبل العقد وذلك بناء على درجة تعقيد الأعمال وإلحاح المالك للبدء بالعمل ضمن الموقع. وعادة يتم تحديد الفترة الزمنية ما بين إصدار العقد ودخول المقاول لموقع العمل ضمن وثائق العقد، وتكون من أجل المشاريع الصغيرة من (5-10 يوم) بينما تتراوح هذه الفترة من أجل المشاريع الأضخم والأكثر تعقيداً من (45-60) يوم.

**مرحلة التخطيط عند تنفيذ العقد (التشييد ):**

يتم إنجاز أعمال التخطيط الخاصة بهذه المرحلة أثناء تنفيذ المشروع. ونظراً لبدء الأعمال ضمن الموقع، فإن متابعة دقيقة ومراقبة محكمة يجب أن يتم عملها لأجل أعمال التشييد المنفذة من أجل إبقاء المشروع ضمن مساره الصحيح والاستعداد لمواجهة أية انحرافات ناتجة عن أسباب مختلفة ربما تؤدي إلى زيادة في التكاليف أو تأخير في زمن انتهاء المشروع.إن أعمال التخطيط المنفذة ضمن هذه المرحلة تشكل جزءاً من عملية المراقبة هذه.

من أهم أعمال التخطيط ضمن هذه المرحلة هو :

1- التخطيط القصير الأمد (Short-term planning) وتهدف الى وضع خطة مفصلة للعمليات الواجب القيام بها وعادة تكون لمدة زمنية محدد (تتراوح بين اسبوع وشهر) ولجزء معين من الخطة الرئيسية (لفعالية واحدة) لاجل التعرف على نوع العمل والمواد المطلوبة فيه .
2- تحديث الخطة Updating schedule
3- التعديلات على الخطة الرئيسية:
   I- تعديل الخطة Revised schedule
   II- تصحيح الخطة Recovering schedule

**مهام ومسؤوليات المخطط:**

تختلف مهام ومسؤوليات المخطط وفقاً لطبيعة العمل، والهيكلية التنظيمية للمشروع. ففي الشركات الصغيرة، يقوم المخطط – إضافة إلى مهامه الرئيسة- بأعمال إضافية كأعمال التقدير وحساب الكميات. أما في الشركات الكبرى، فإنه لا بد من وجود قسم تخطيط رئيسي يحتوي على عدد من الأفراد المسؤولين عن عمليات التخطيط، ويرأسهم شخص متخصص في أعمال التخطيط وذلك لأجل كل مرحلة من مراحل تخطيط المشروع.

وفي كافة الأحوال، فإنه لا بد من التأكيد على أن وظيفة المخطط هي من أهم وظائف فريق المشروع وأكثرها صعوبة ودقة.

- تبدأ مهام المخطط ومسؤولياته منذ بداية عمليات التحضير للعرض او العطاء ( tender ) وتستمر حتى نهاية المشروع. حيث يقوم المخطط في مرحلة التخطيط ما قبل العرض بالانضمام إلى فريق التقدير او التخمين ليعمل كفرد من أفراده، وهذا يتطلب منه القيام بجمع المعلومات، وتحديد طرق التشييد التي سوف يتم استخدامها في تنفيذ المشروع بمساعدة مدير المشروع المعين أو الفريق المسؤول عن التنفيذ في الشركة، والعمل على تحديد فقرات الأعمال الأكثر أهمية والأعلى كلفة، إضافة إلى تحديد احتياجات المشروع من الموارد المختلفة. ولا يمكن أن ننسى أيضاً دوره الهام في عملية تحضير البرامج الزمنية والقيام بعملية الاتصال والتنسيق مع باقي أفراد فريق العمل من أجل إنجاز مهمة التحضير للعرض.

3. لا تتوقف مسؤوليات المخطط بانتهاء مرحلة ما قبل العطاء، بل تستمر إلى المراحل التالية كمرحلة ما قبل العقد ومراحل التشييد، حيث تتطلب هذه المراحل تفاصيل أكثر دقة للبرامج الزمنية، واهتماماً أكبر بالموارد المطلوبة لتنفيذ الأعمال، إضافة إلى مهام كثيرة تقع كلها على عاتق المخطط بالتنسيق مع مدير المشروع وفريق العمل المسؤول عن تنفيذ الأعمال في المشروع، حيث يعمل على تحديث البرامج من خلال تقارير تقدم الأعمال في المشروع والتي يتم اعدادها في المشروع، و يعمل على أرشفة وثائق المشروع لاستخدامها في عملية التغذية الراجعة، إضافة إلى مشاركته في عمليات التوثيق والتنسيق بين كافة أفراد المشروع وتزويدهم بالمعلومات اللازمة وذلك كمهام إضافية لمسؤولياته الأساسية.

**مقومات التخطيط الجيد**

1- البساطة حيث يكون الاسلوب البسيط المفهوم للعاملين او الذي يكون يمكن فهمه سهلا هو المفضل.

2- المرونة وقابلية التكيف والتحديث (Updating) مع تغير الظروف بدون انيؤثر ذلك على كفاءة الخطة.
3- الواقعية والاخذ بنظر الاعتبار العوامل المحيطة بالعمل اثناء تنفيذ الخطة.
4- تتلائم الخطط الموضوعة مع اسلوب المراقبة والسيطرة (Monitoring & Controling) المعتمدة في اعمال السيطرة على الكلف.
5- يجب ان تكون الخطة الموضوعة قد اخذت بنظر الاعتبار الموارد (الافراد، المعدات، المواد، الاموال) والتعامل مع المتوفر منها وعدم اللجوء الى موارد غير متاحة او مستورده قدر المستطاع.

**الخطوات العامة لاعداد الخطة الرئيسية**

1- تجزئة المشروع الفعالي ات (Activities) الى مهـ ام (Tasks) فقـ رات (Items) وهـ ذه العملية اعداد هيكـ ل تفصـ يلي للعمـ ل (Work Breakdown Structure (WBS)). تـ يكـ ون كل مشروع او عمل مكون من عدد من الفقـ ذي تتطلبه المنتج درازمعهـ د المواصـ فات الانشـ ائية (Construction Specification Institut (CSI)) لمسة رئيسة لتخطـ ين لوضـ ع هيكـ ل تفصـ يلي للعمـ ل (WBS) ن اعتبارهـ ا كقائمـ ة دقيق لمنع الاغفال عن بعض الفقرات الداخلة في تنفيذ المشروع. تتضمن القائمة الرئيسية 16 فقرة رئيسية وكل فقرة تتضمن عدد من الفقرات الثانوية. عملية التجزءة هذه تتم اعتمادا على طبيعة تلك الفعالية ونوع الايدي العاملة المستخدمة فيها ، فمثلا يمكن تجزئة مشروع بناء دار سكنية الى الفعاليات الاتية :

- تسوية وتخطيط الموقع.
- حفر الاسس.
- بناء الاسس.
- البناء بالطابوق
- اعمال السقف.
- اعمال التسطيح.
- اعمال انهاء الارضيات والجدران.
- بناء السياج.

ومما يجدر الاشارة اليه ان اعداد الفعاليات ودرجة التفصيل فيها يعتمد على حجم المشروع وطريقة التنفيذ فحسب المثال السابق توجد فقرة او فعالية واحدة تمثل الاسس في حين في بعض المشاريع الكبيرة يمكن ان تكون هذه الفعالية مكونة من عدد من الفعاليات (اعمال القالب، اعمال التسليح، اعمال الصب، اعمال الانضاج)

2- تحديد المدة الزمنية (Duration) والكلفة (Cost) اللازمتين لانجاز كل فعالية، حيث يمكن معرفة المدة اللازمة للانجاز من معرفة الامور التالية:

- حجم الفقرة (يمكن حساب حجوم الفعاليات من المخططات)
- اسلوب التنفيذ(اذ يمكن تنفيذ كل فعالية بطرق انشاء مختلفة والذي يقود الى امكانية تنفيذ كل فعالية بمدد وكلف مختلفة)
- وانتاجية فرق العمل (اساس افتراض استخدام اعداد فرق عمل اعتيادية للعمال والمعدات والذي يقود الى تنفيذ الفعالية بأقل كلفة ممكنة)
- تستعمل المعادلة الرياضية لحساب المدة اللازمة للانجاز

$$\text{Duration} = \frac{Quantity of\ item}{production\ Rate}$$

فعلى سبيل المثال لتحديد المدة الزمنية لفقرة حفر الاسس في المثال السابق فيجب معرفة حجم هذه الحفريات وليكن ($180\ m^3$) ولنفترض ان اسلوب العمل هو (الحفر اليدوي) وكان معدل انتاجية العامل ($5m^3$) في اليوم وسيتم استخدام (6عمال) فان المدة الزمنية لانجاز هذه الفقرة (6يوم).

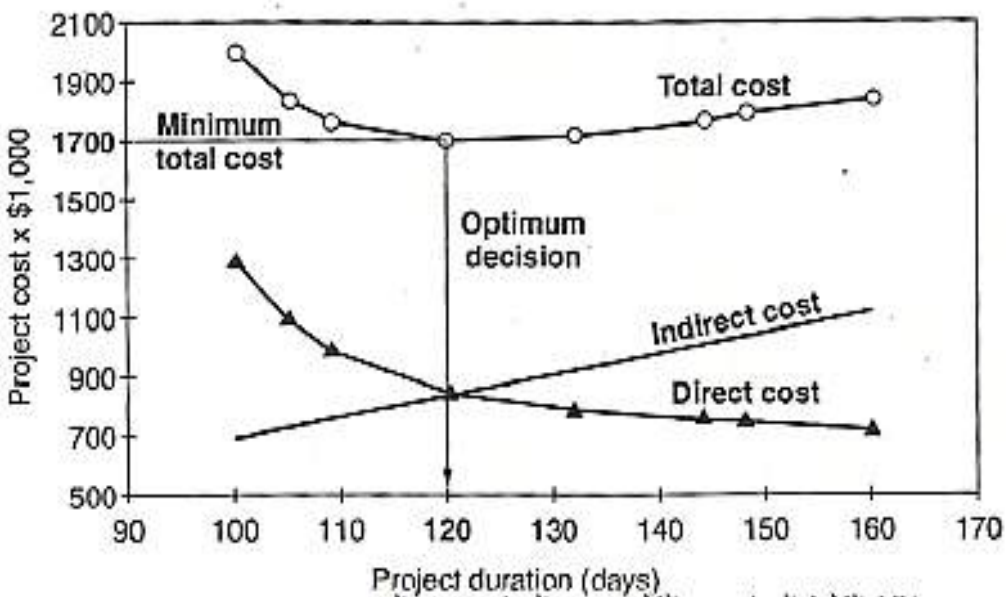
اما فيما يخص كلفة الفعالية فهي تتالف عادة من مجموع نوعين من الكلف هما :

I- الكلفة المباشرة: وهي تشمل كلف جميع الخدمات والمواد والمعدات واليد العاملة وغيرذلك من الموارد المرتبطة ارتباطا وثيقا بانجاز تلك الفعالية، بمعنى ان استبعاد اية كلفة من هذه الكلف يسبب عدم انجاز تلك الفعالية او توقف العمل بها. وبسبب وجود عدة طرق مختلفة لانجاز فعالية ما فان ذلك يؤدي الى ان تكون مدة الانجاز مختلفة والكلفة المترتبة على ذلك مختلفة ايضا فعلى سبيل المثال العمل لساعات اضافية (تزداد كلفة الساعة وتقل الانتاجية وبالتالي تقليل في زمن الانجاز لكن زيادة في الكلفة) أو استخدام مواد اسرع تثبيتا او استخدام تكنولوجيا مختلفة او استخدام المعدات الميكانيكية في الحفر بدلا عن الحفر اليدوي (يسبب زيادة في الانتاجية أي نقصان في زمن التنفيذ لكن زيادة في الكلفة) مما يؤدي الى ان يكون هذا النوع من الكلف مرتبط بزمن انجاز الفعالية بعلاقة عكسية أي ان الكلف المباشرة تقل بزيادة زمن تنفيذ الفعالية وبالعكس وكمثال على الكلف المباشرة لفقرة البناء بالطابوق (تكون كلفة شراء الطابوق والاسمنت والرمل وكلفة اليد العاملة تعتبر كلها كلف مباشرة اذ ان استبعاد اية كلفة من هذه الكلف تسبب توقف العمل بتلك الفقرة وعدم اكتمالها)

II- الكلف غير المباشرة: وهي كلف ضرورية لتنفيذ المشروع ككل ولاتعود الى فعالية معينة وتقسم الى:-

+ مصاريف ادارية للمشروع (Project Overhead) التي تعود الى مشروع معين ضمن الشركة المقاولة مثل مصاريف الاشراف على المشروع وكلفة التأمين على المشروع وتتراوح تلك الكلف بين (5-30)% من **الكلفة المباشرة للمشروع**.وتشمل كلف جميع الخدمات والمواد والمعدات واليد العاملة وغير ذلك من الموارد التي تساعد على تحسين الانتاجية او النوعية او كلاهما لفعالية ما دون ان يكون لها تاثير على انجاز تلك الفعالية (لاتسبب توقف الفعالية) وهذا النوع من الكلف يتميز بانه مرتبط بزمن انجاز الفعالية بعلاقة طردية أي ان الكلف غير المباشرة تزداد بزيادة زمن تنفيذ الفعالية وبالعكس وكمثال على الكلف غيرالمباشرة لفقرة البناء بالطابوق (تكون كلفة اجور المشرف او الحارس تعتبر كلها كلف غير مباشرة لان استبعاد أي منها لايؤدي الى توقف العمل في تلك الفعالية).
+ كلف المكتب الرئيسي للشركة (المقاول) (General Overhead) والتي تشمل على سبيل المثال (ايجار بناية الشركة، القرطاسية، اجور الاتصالات، السكرتارية، اجور الوقود والطاقة الكهربائية والماء، وغير ذلك) وهذه الكلف توزع على كل المشاريع التي لدى المقاول وتحسب عادة كنسبة من الكلف الكلية لاي مشروع والتي توزع لاحقا على فعاليات ذلك المشروع ويقدر مقدار هذا النوع من الكلف غير المباشرة مابين (0-15)% من مجموع **الكلف الكلية للمشروع**.

لذا فان الزمن الامثل لتنفيذ فعالية ما فهو الزمن الذي يقابل اقل كلفة كلية لتلك الفعالية وحسب المخطط البياني الاتي:




مخطط يوضح علاقة الكلفة المباشرة والكلف غير المباشرة مع الزمن
(نلاحظ ان الزمن الامثل هو الذي يقابل اقل كلفة كلية)

3- تحديد التسلسل المنطقي للفعاليات

لغرض تحديد العلاقات المنطقية بين الفعاليات فان فريق العمل المكلف بالتخطيط يجب ان يحدد مايلي:-

- ماهي الفعاليات السابقة (Preceded by) للفعاليه الحالية.
- ماهي الفعاليات اللاحقة (Followed by) للفعالية الحالية.
- ماهي الفعاليات التي تنفذ في ذات الوقت مع الفعالية الحالية.

وهناك بعض النقاط التي يجب مراعاتها عند تحديد التتابع المنطقي للفعاليات منها:-

- ♦ المتطلبات الفنية (Technical requirements)
- ♦ اعتبارات الكفاءة والامان(Safety and efficiency considerations)
- ♦ مدى توفر الموارد المحدودة او الحرجة(Availability of limited resources)

4- معرفة محددات المشروع.

5- تحديد المعوقات والمحددات التي يمكن ظهورها اثناء التنفيذ ومنه محددات المجهزين والمقاولين التأمينيين وشراء المواد.

## المحاضره 5

م.م. اسيل عبدالجادر

**١.طريقة المخطط الشريطي "Bar Chart Method"**

بعد تقسيم المشروع الى نشاطات نقوم بتحديد حجم العمل اللازم لكل نشاط على حدة .ويجب معرفة معدل التنفيذ بالنسبة للزمن من خلال معرفة ودراسة كمية الموارد وحجم المعدات المتوفرة واللازمة مما سوف يؤثر على معدل التنفيذ ومن خلال معرفة هذه المعلومات يمكننا معرفة الوقت اللازم لتنفيذ كل نشاط وتحديد الوقت لبدء النشاط ولإنهائه مع مراعاة التسلسل المنطقي والتتابع الزمني لهذه النشاطات.

بعد الانتهاء من عملية الجدولة يتم تمثيل كل نشاط بخط افقي يتناسب طوله مع الزمن اللازم لتنفيذ ذلك النشاط المحور الأفقي للمخطط يمثل الزمن حسب المقياس المناسب (يوم او اسبوع او شهر او غيره) .وتبين النشاطات اللازمة لتنفيذ المشروع وفق تسلسل معين على يسار المخطط ويمكن ان يحتوي المخطط على معلومات أخرى مثل مدة النشاط او كمية العمل او المواد المطلوبة حسب الحاجة .

**مثال:لدينا مشروع يتضمن تنفيذ العمل وفق الفعاليات التالية (يتم تحديد الفعاليات من جدول الكميات اومن دراسة اسلوب تنفيذ العمل )وكذلك الفترة الزمنية المطلوبة لانجاز كل فعالية . اوجد زمن انجاز المشروع.**

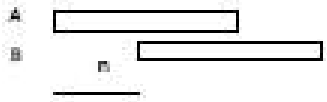
| الرمز | الفعالية Activity | المدة (اسبوع) Duration |
|---|---|---|
| A | حفر الاساس للسرداب ١ | 2 |
| B | حفر الاساس للسرداب ٢ | 6 |
| C | العزل المائي للسرداب | 6 |
| D | رفع الانقاض وعزلها | 1 |
| E | صب اساس موقع ١ | 3 |
| F | صب اساس موقع ٢ | 3 |
| G | صب جدران السرداب (١)و(٢) | 2 |

اذا علمت إنها لا تمتلك اكثر من مجموعة حفر واحدة وان العزل المائي للسرداب يتم بعد صب الاساس.

| Duration / Activity | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| B | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| C | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | |
| D | | | | | | | | | ■ | | | | | | | |
| E | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | |
| F | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | |
| G | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ |

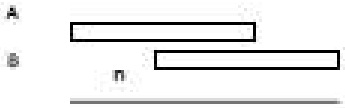
## العلاقات الجدلية بين الفعاليات :

١. علاقة بداية – بداية Start –Start ( S.S)



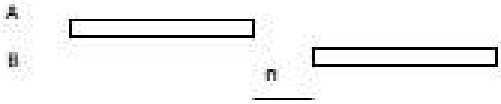

أي ان الفعالية B لايبدأ إلا بعد مرور (n ) على بداية A

٢. علاقة بداية – نهاية( S.F) Start–Finish



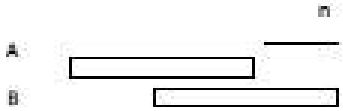

أي ان الفعالية B لا تنتهي الأبعد مرور (n ) على بداية A

٣. علاقة نهاية– بداية ( F.S) Finish –Start




أي ان الفعالية B لا تبدأ الأبعد مرور (n ) على نهاية A

٤. علاقة نهاية– نهاية (F.F) Finish – Finish

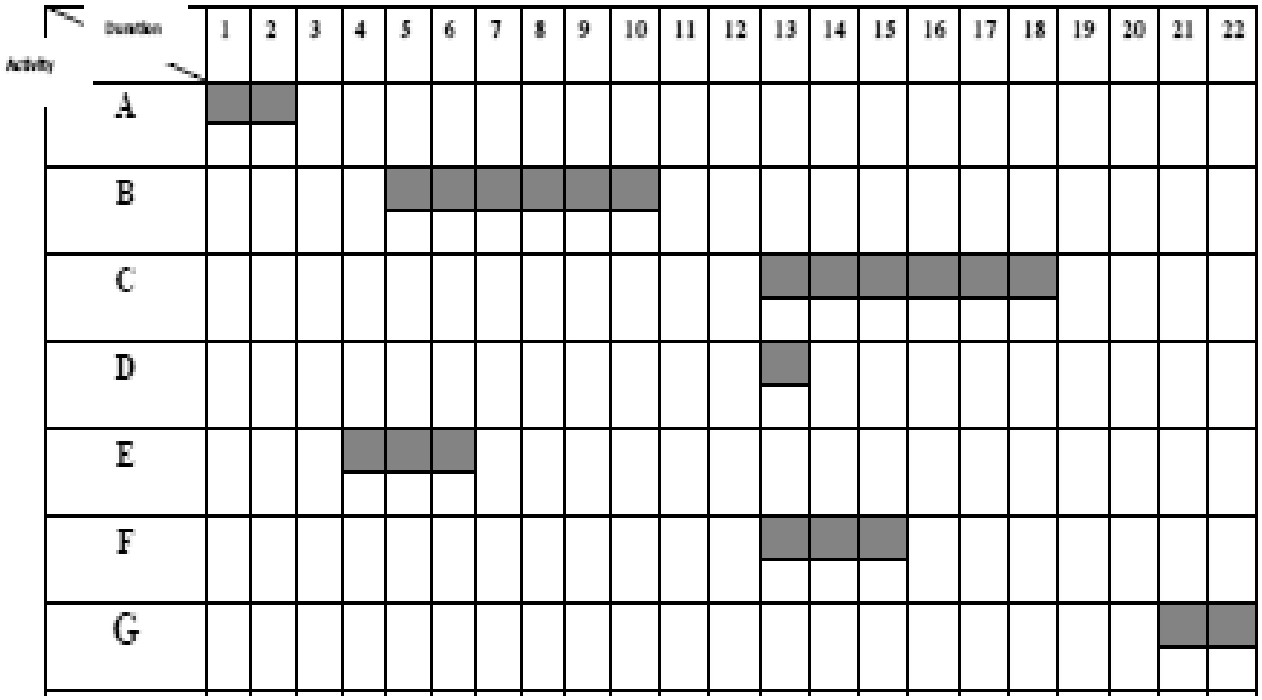



أي ان الفعالية B لاتنتهي الأبعد مرور (n ) على نهاية A

**مثال اوجد زمن انجاز المشروع المبينة فقراته والعلاقات بينها بطريقة المخطط الشريطي**

| Activity | Duration | Followed by | Relation ship |
|---|---|---|---|
| A | 2 | B | F.S=2 |
| | | E | S.S=3 |
| B | 6 | C | F.S=2 |
| | | D | F.S=2 |
| C | 6 | G | F.S=2 |
| D | 1 | F | S.F=3 |
| E | 3 | F | F.F=2 |
| F | 3 | G | F.S=0 |
| G | 2 | | |

الحل

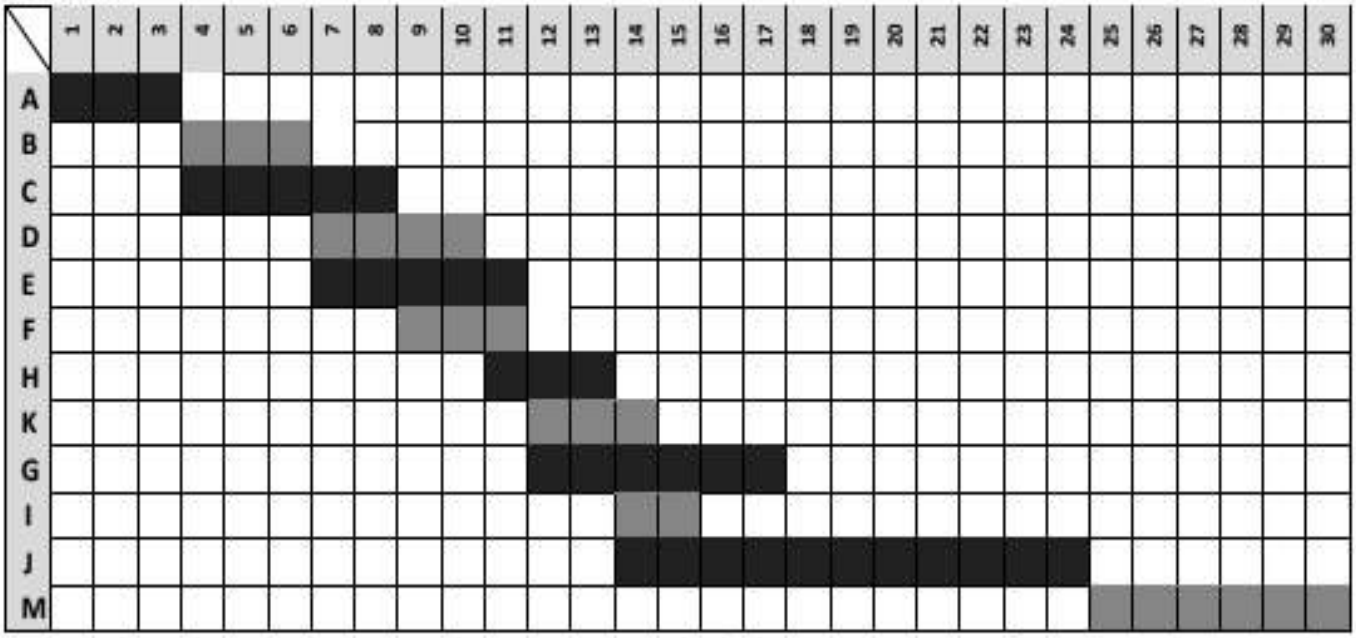

Duration
Activity
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
A
B
C
D
E
F
G

❖ *Examples of Project Gantt charts*

**Ex.1/ using the details shown below, build a Bar-chart to find the project's total duration.**

| Activity | A | B | C | D | E | F | H | K | G | I | J | M |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Duration (days) | 3 | 3 | 5 | 4 | 5 | 3 | 3 | 3 | 6 | 2 | 11 | 6 |
| Followed Activity | B,C | D,E | F | H | K | K,G | I,J | ---- | ---- | ---- | M | ---- |

**Solution:**



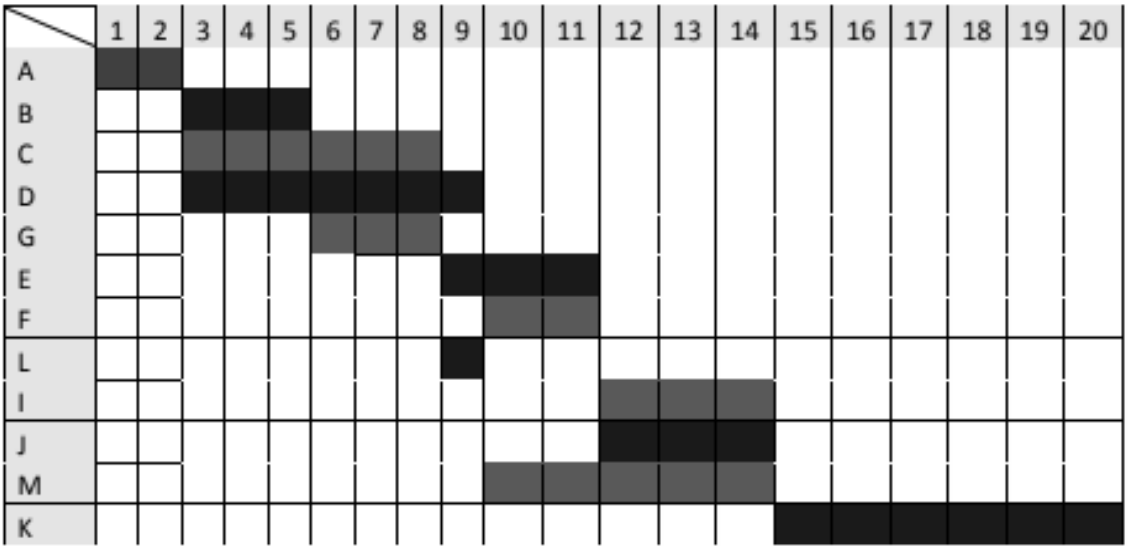

**Project Total Duration is *30 days*** ***( C.P= A,B,D,H,J,M )***

---

**Ex.2/ Find the project's total duration and date of completion (assume the project start date is 1st of December 2014). Use the following details to build the Gantt chart:**

| Activity | A | B | C | D | G | E | F | L | I | J | M | K |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Duration (weeks) | 2 | 3 | 6 | 7 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | 6 |
| Following Activity | B,C,D | G | E | F | L | I | J | M | K | K | K | ---- |

**Solution:**

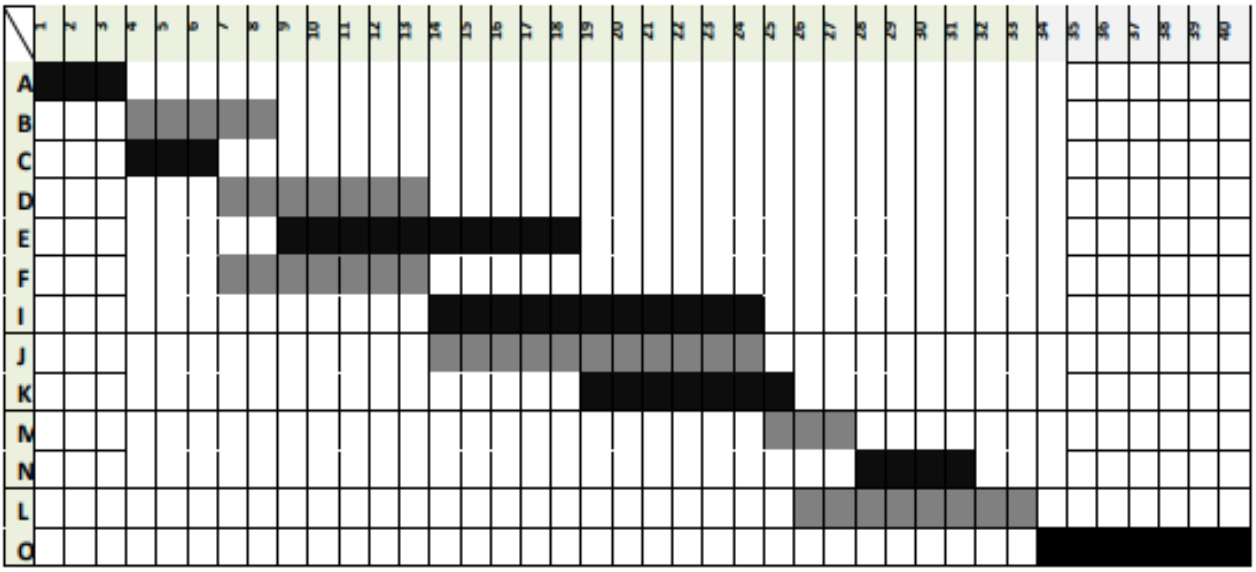



**Project Total Duration is *20 weeks.* *The estimated completion date is 1st of May 2015***
***(C.P= A,D,M,K)***

**Ex.3/ Find the project's total duration and date of completion (assume the project start date is 15th of March 2015). Use the following details to build the Gantt chart:**

| Activity | A | B | C | D | E | F | I | J | K | M | N | L | O |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Duration (months) | 3 | 5 | 3 | 7 | 10 | 7 | 11 | 11 | 7 | 3 | 4 | 8 | 7 |
| Following Activity | B,C | E | D,F | I,J | K | I,J | M | M | L | N | ---- | O | ----- |

**Solution:**

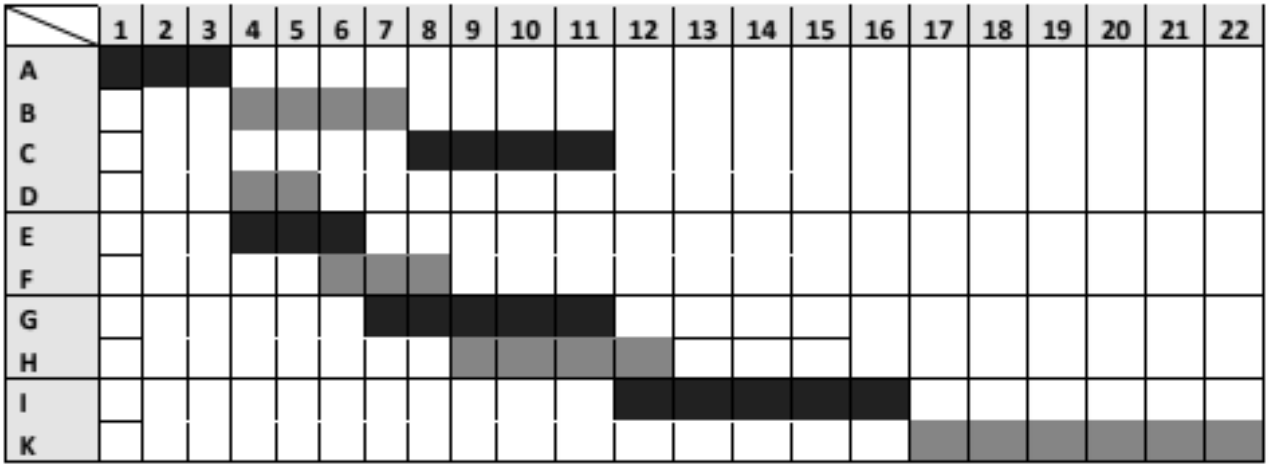



***Project Total Duration is 40 months. The estimated completion date is 15th of July 2018***
***(C.P= A,B,E,K ,L,O)***

**Ex.4/ A project, its activities are shown below, was started on (20/1/2014). Use the Gantt chart technique to find its estimated delivery date.**

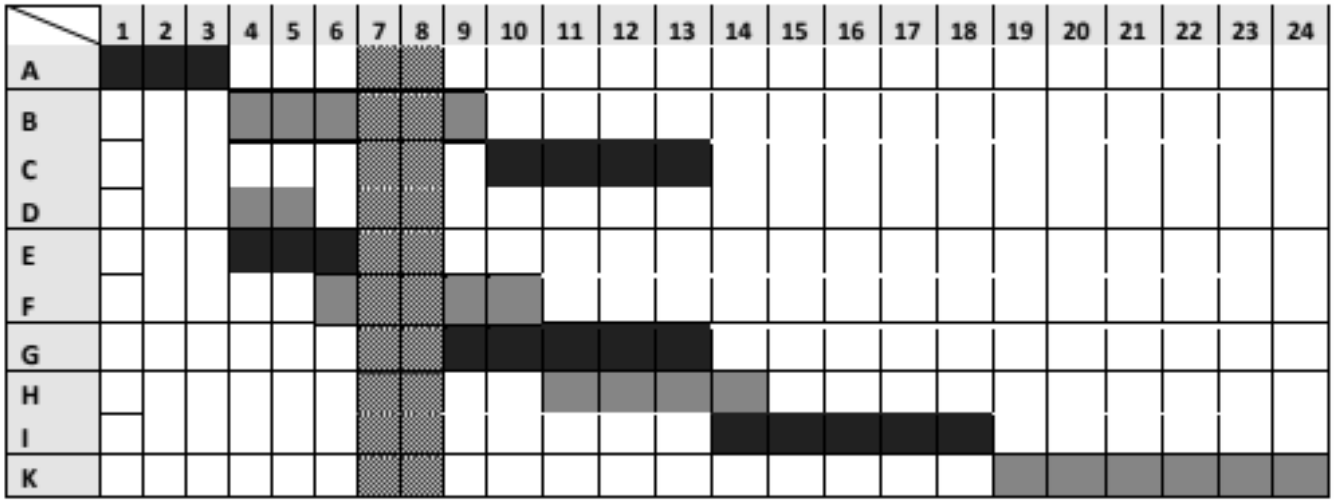
| Activity | A | B | C | D | E | F | G | H | I | K |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Duration (weeks) | 3 | 4 | 4 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 |
| Following Activity | B,D,E | C | I | F | G | H | I | ---- | K | ---- |

***Solution:***




***Project Total Duration is 22 weeks. The estimated delivery date is 7/7/ 2014***
***(C.P= A,B,C,I,K)***

❖ **If the project shown above had a delay of (2) weeks after (6 working weeks), what would be its new delivery date?**




***The project's new delivery date would be 21/7/ 2014***

**المحاضره 6**

م.م. اسيل عبدالجادر

## ثانياً :- طريقة التحليل الشبكي Net work Method

**وتتكون من طريقتين هما :-**

أ- تمثيل الفعاليات على الأسهم Activity On Arrow ( A.O.A )

ب- تمثيل الفعاليات على عقد Activity On Nods (A.O.N)

أ- تمثيل الفعاليات على الأسهم Activity On Arrow ( A.O.A )

### فوائد هذه الطريقة

1- توضح فوائدها بتتابع الفعاليات بشكل أفضل من المخطط الشريطي .
2- تحديث المخطط لا يحتاج إلى إعادة رسمه ثانية .
3- يمكن حل مشكلة التراكم بين الفعاليات إن وجدت .
4- يمكن منه إيجاد السماحيات بين الفعاليات .
5- يوضح بشكل جيد أزمان بدايات ونهايات الفعاليات .
6- يمكن استخدامه لإيجاد اكبر كلفة واقل سعر مقارنة مع الزمن المطلوب .

### المساوئ

1- لا يمكن بيان تأثير تداخل الأزمان بين الفعاليات .
2- لا يمكن الاعتماد عليها في أغلب لأحيان لرسم مخطط استخدام مصادر المشروع أو مخطط الكلفة للمشروع .
3- تحتاج لوقت طويل نسبا لرسمها .
4- إذا كان هناك صعوبة في تحديد زمن انجاز الفعاليات فأن هذه الطريقة تكون غير دقيقة أو يصعب رسمها .

### ملاحظة

1- طول الأسهم لا يمثل زمن الفعالية .
2- تبدأ الشبكة بعقدة واحدة وتنتهي بعقدة واحدة .
3- لا توجد فيها حالة دوران .
4- لا توجد فعالية سائبة .
5- لا تبدأ فعاليتان وتنتهي في نفس الوقت إلا بوجود فعالية وهمية .

## التعاريف

**الحدث Event :-** وهو يمثل حجر الأساس في تمثيل الفعاليات ويكون على شكل عقدة أو رابط .

**السهم Arrow :-** يمثل في المخطط الشبكي (A.O.A)الفعالية و عادة يبدأ وينتهي بحدث ذات رقم وكل سهم يعطي رقمين في بعض الأحيان ويعرف بة الأول في بدايته والثاني عند رأس السهم وهو الأكبر عادةً .

**الفعالية الوهمية Dummy Activity :** - يمثل بسهم منقط في مخطط (A.O.A) وهو عبارة عن فعالية وهمية أدخلت إلى المخطط لبيان التتابع المطلوب بين الفعاليات والحفاظ على تعريف وحيد للفعالية .

**عملية الذهاب والإياب :-** وهي العملية الحسابية على أزمان الفعاليات في المخطط الشبكي الغرض منه معرفة أزمان البدايات والنهايات للفعاليات والزمن الكلي للمشروع وتقسم إلى .

1- الذهاب إلى الأمام Fore Ward Passing :- يتم إضافة المدة وتكتب الأزمان إلى يسار الحدث وفي حالة التقاء أكثر من فعالية (رأس السهم ) فأن الرقم المختار يمثل اكبر الأزمان .

2- عملية الإياب Back Ward Passing :- يتم فيها طرح المدة وتكتب الأزمان إلى يمين الحدث وفي حالة التقاء أكثر من فعالية من ذيل السهم فان الرقم المختار يمثل اصغر الأرقام .

## أعداد الجدول الخاص بطرية التحليل الشبكي

### 1- البداية المبكرة Early Start (E.S)

وهي اقرب وقت يمكن أن تبدأ بها الفعالية ونجده من المخطط من اخذ الرقم الأيسر عند ذيل السهم للفعالية .

### 2- النهاية المبكرة Early Finish (E.F)

وهو اقرب وقت يكن أن تنتهي به الفعالية ونجده من المخطط من حاصل جمع البداية المبكرة الفعلية مع زمن الفعالية .

$$E.F=E.S+Time$$

### 3- البداية المتأخرة Latest Start (L.S)

وهي ابعد وقت يمكن أن تبدأ بهي الفعالية دون أن يؤثر ذالك على زمن انجاز المشروع ويمكن أن نجدها من حاصل طرح الزمن من النهاية الماخرة .

$$L.S=L.F-Time$$

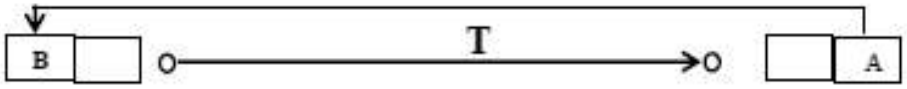
### 4- النهاية المتأخرة Latest Finish (L.F)

هو أبعد وقت يمكن أن تنجز به الفعالية ويمكن أن نجدها من المخطط من أخذ الرقم الأيمن للحدث عند رأس السهم .

### 5- السماحية الكلية Total Float (T.F)

وهي تمثل السماحية الكلية للفعالية أو مجموعة من الفعاليات التي يمكن بها تأخير الفعاليات أو زيادة زمن التمديد دون أن تؤثر على زمن الكلي للمشروع يتم إيجاده

من حاصل طرح الأرقام للعمود (E.F)من (L.F) أو (E.S) من (L.S) أو من المخطط من حاصل طرح الرقم الأيمن للحدث عند رأس السهم مطروحا من الرقم لأيسر للحدث عند ذيل السهم مطروحاً منه الزمن .



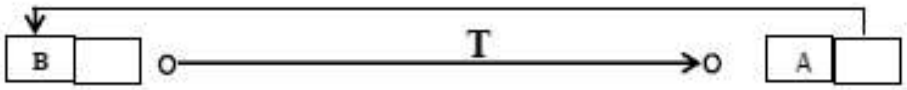

**T.F = A – B - T**

6- السماحية الحرة Free Float ( F.F )

هي عبارة عن السماحية التي تمتلكها الفعالية دون أن تؤثر على المباشرة المبكرة للفعالية اللاحقة ويتم إيجادها من .

**F.F = E.S ( اللاحقة ) – E.F ( للمغنية )**

كما ويمكن أجادها من المخطط من حاصل طرح الرقم لأيسر للحدث عند رأس السهم مطروحاً من الأرقم الأيسر للحدث عند ذيل السهم مطروحا منه زمن الفعالية .



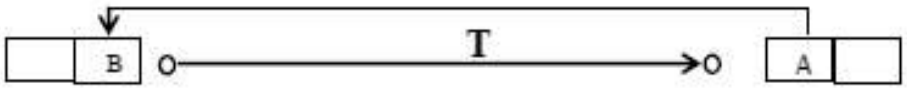

**F.F = A – B - T**

7- السماحية الطلقة Independent Float (I.F)

ويمكن بها تأخير زمن المباشرة أو تمديد زمن الفعالية دون أن تؤثر على المباشرة المبكرة للفعالية اللاحقة أو الانتهاء المتأخر للفعالية السابقة ويمكن إيجاده من

**I.F = E.S – L.F ( سابقة ) – Time**

كما ويمكن أيجاد من حاصل طرح الرقم لأيسر للحدث عند رأس الأسهم ناقص الرقم لأيمن عند ذيل السهم ناقص زمن الفعالية المعنية .




**I.F = A – B - T**

## 8- المسار الحرج Critical Path ( C*P )

وهو أطول مسار واقصر زمن لتنفيذ المشروع ويتكون من مجموعة فعاليات حرجة أي أنها لا تمتلك أي نوع من أنواع السماحيات أي إن سماحياتها تساوي صفر ويجب أن تكون هذه الفعاليات مترابطة ومتصلة ويمكن أن يوجد في الشبكة الواحدة أكثر من مسار حرج .

**ملخص**

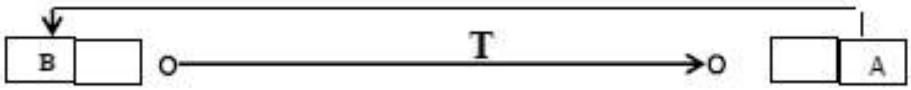
**E.S=** **الرقم الأيسر عند ذيل السهم**

$E.F = E.S + Time$

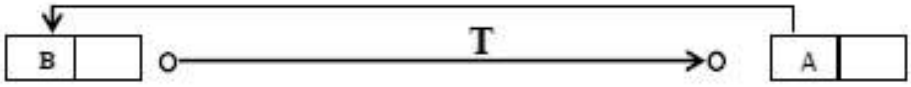
**L.F =** **الرقم الأيمن عند رأس السهم**

**L.S = L.F – Time**

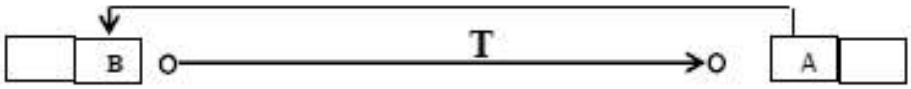
**T.F = L.F – E.F= L.S - E.S = A – B – Time**




**F.F = A – B – Time**




**I.F = A – B – Time**



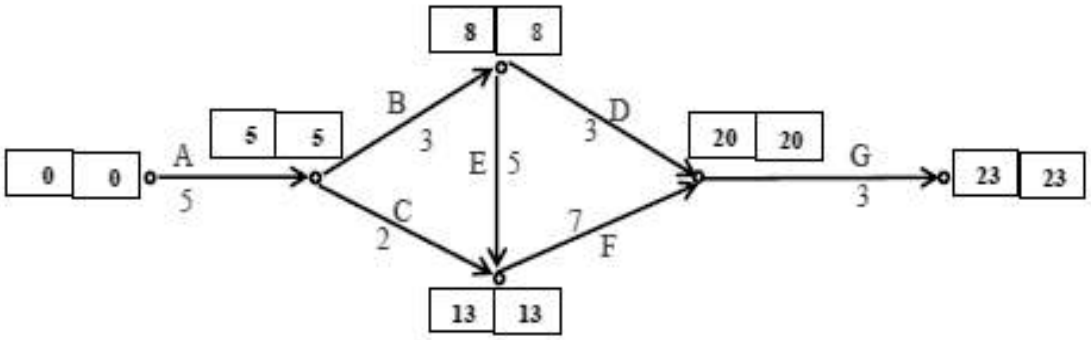

**C*P = ( أطول مسار ) = T.F = F.F = I.F = 0 ( لكل فعالية )**

**مثال ( 1 )**

في المثال التالي مجموعة من الفعاليات . جد ما يلي باستخدام طريقة المخطط الشبكي ( A.O.A ) .

أ- الزمن اللازم لانجاز المشروع .  ب- المسار الحرج C*P

| Activity | Time/day | Followed by | Preceded by |
|---|---|---|---|
| A | 5 | B,C | |
| B | 3 | D,E | A |
| C | 2 | F | A |
| D | 3 | G | B |
| E | 5 | F | B |
| F | 7 | G | E,C |
| G | 3 | ----- | D,F |




Fore Word Passing ← الذهاب للأمام → نختار الأكبر

Back Word Passing ← الإياب → نختار الأصغر

الزمن اللازم لانجاز المشروع = 23 يوم

A-B-D-G = 14

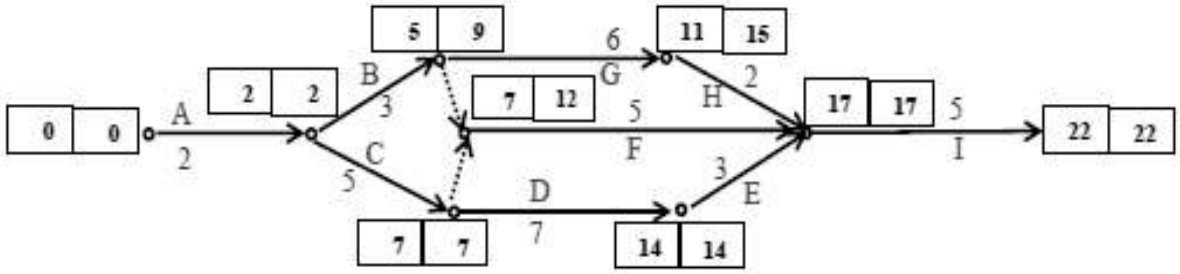
A-B-E-F-G = 23 ⟶ C*P المسار الحرج

A-C-F-G= 17

**مثال ( 2 )**

في الجدول التالي جزء من مشروع . حددت له الفترة الزمنية لكل فعالية .جد الزمن اللازم لانجاز المشروع بطريقة المخطط الشبكي .

| Activity | Time | Followed by | Preceded by |
|---|---|---|---|
| A | 2 | B,C | ------ |
| B | 3 | G,F | A |
| C | 5 | D,F | A |
| D | 7 | E | C |
| F | 5 | I | B,C |
| E | 3 | I | D |
| G | 6 | H | B |
| H | 2 | I | G |
| I | 5 | ----- | H,E,F |



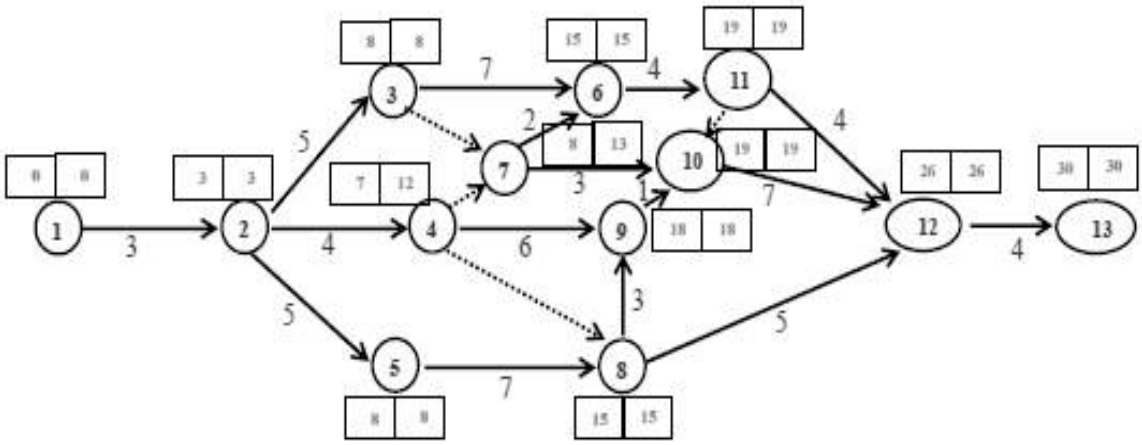

| Activity | Time | Early | | Latest | | Float | | | C*P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Start | Finish | Start | Finish | Total | Free | Ind. | |
| A | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | * |
| B | 3 | 2 | 5 | 6 | 9 | 4 | 0 | 0 | |
| C | 5 | 2 | 7 | 2 | 7 | 0 | 0 | 0 | * |
| D | 7 | 7 | 14 | 7 | 14 | 0 | 0 | 0 | * |
| F | 5 | 7 | 12 | 12 | 17 | 5 | 5 | 0 | |
| E | 3 | 14 | 17 | 14 | 17 | 0 | 0 | 0 | * |
| G | 6 | 5 | 11 | 9 | 15 | 4 | 0 | -6 | |
| H | 2 | 11 | 13 | 15 | 17 | 4 | 4 | 0 | |
| I | 5 | 17 | 22 | 17 | 22 | 0 | 0 | 0 | * |

C * P = A-C-D-E-I = 2+5+7+3+5 = **22**

مثال ( 3 )

في الجدول المبين أدناه مجموعة من الفعاليات ومبين ازاؤها الفترة الزمنية اللازمة لكل فعالية . اعمل برنامج زمني بطريقة المخطط الشبكي مع إيجاد الزمن اللازم لانجاز هذه الفعاليات والمسار الحرج له .

| Activity | Time | Activity | Time |
|---|---|---|---|
| 1 – 2 | 3 | 7 – 6 | 2 |
| 2 – 3 | 5 | 7 – 10 | 3 |
| 2 – 4 | 4 | 11 – 10 | 0 |
| 2 – 5 | 5 | 6 – 11 | 4 |
| 3 – 6 | 7 | 10 – 12 | 7 |
| 3 – 7 | 0 | 11 – 12 | 4 |
| 4 – 7 | 0 | 9 – 10 | 1 |
| 4 – 8 | 0 | 8 – 9 | 3 |
| 5 – 8 | 7 | 8 – 12 | 5 |
| 4 - 9 | 6 | 12 - 13 | 4 |




C*P =

(1-2)+(2-3)+(3-6)+(11-10)+(6-11)+(10-12)+(12-13) =

(3+5+7+0+4+7+4) = 30

(1-2)+(2-5)+(5-8)+(9-10)+(8-9)+(10-12)+(12-13) =

(3+5+7+1+3+7+4) = 30

| Activity | Time | Early | | Latest | | Float | | | C*P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Start | Finish | Start | Finish | Total | Free | Ind. | |
| 1-2 | 3 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | * |
| 2-3 | 5 | 3 | 8 | 3 | 8 | 0 | 0 | 0 | * |
| 2-4 | 4 | 3 | 7 | 8 | 12 | 5 | 0 | 0 | |
| 2-5 | 5 | 3 | 8 | 3 | 8 | 0 | 0 | 0 | * |
| 3-6 | 7 | 8 | 15 | 8 | 15 | 0 | 0 | 0 | * |
| 3-7 | 0 | 8 | 8 | 13 | 13 | 5 | 0 | 0 | |
| 4-7 | 0 | 7 | 7 | 13 | 13 | 6 | 1 | 0 | |
| 4-8 | 0 | 7 | 7 | 15 | 15 | 8 | 8 | 3 | |
| 5-8 | 7 | 8 | 15 | 8 | 15 | 0 | 0 | 0 | * |
| 4-9 | 6 | 7 | 13 | 12 | 18 | 5 | 5 | 0 | |
| 7-6 | 2 | 7 | 9 | 13 | 15 | 6 | 5 | 0 | |
| 7-10 | 3 | 8 | 11 | 16 | 19 | 8 | 8 | 3 | |
| 11-10 | 0 | 19 | 19 | 19 | 19 | 0 | 0 | 0 | * |
| 6-11 | 4 | 15 | 19 | 15 | 19 | 0 | 0 | 0 | * |
| 10-12 | 7 | 19 | 26 | 19 | 26 | 0 | 0 | 0 | * |
| 11-12 | 4 | 19 | 23 | 22 | 26 | 3 | 3 | 3 | |
| 9-10 | 1 | 18 | 19 | 18 | 19 | 0 | 0 | 0 | * |
| 8-9 | 3 | 15 | 18 | 15 | 18 | 0 | 0 | 0 | * |
| 8-12 | 5 | 15 | 20 | 21 | 26 | 6 | 6 | 6 | |
| 12-13 | 4 | 26 | 26 | 26 | 30 | 0 | 0 | 0 | * |

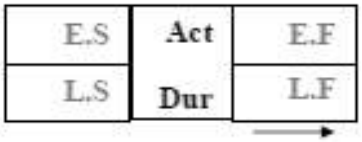
## المحاضره 7

م.م. اسيل عبدالجادر

### ب- تمثيل الفعاليات على عقد (A.O.N) Activity On Nods

أن لهذه الطريقة نفس خطوات الطريقة السابقة عدا بعض الاختلافات ومنها .

1- القائمة الخاصة بالفعاليات يمكن أن تطور لتمثل أو تبين الاعتماد بين الفعاليات .
2- العقدة (Node) تمثل الفعالية نفسها والرابط أو السهم بين عقدتين يمثل الرابط الجبلي بينهما .
3- ليست هناك حاجة إلى فعاليات وهمية إلا إذا بدا المشروع بأكثر من فعالية أو تنتهي بأكثر من فعالية .
4- كل عقدة تمثل فعالية ويمكن أعطائها رقم وحيد .
5- العقدة توضح التراكب التي قد تظهر بين الفعاليات والتي لا يمكن بيانها في شكل واضح كما في الطريق السابقة .




| Act. | Followed by | Bar Chart | A.O.A | A.O.N |
|---|---|---|---|---|
| A | B | A<br>B | A B | A → B |
| A<br>B | C | A<br>B<br>C | A, B → C | A, B → C |
| A<br>B | C,D | A<br>B<br>C<br>D | A → C; A, B → D | A → C; A, B → D |

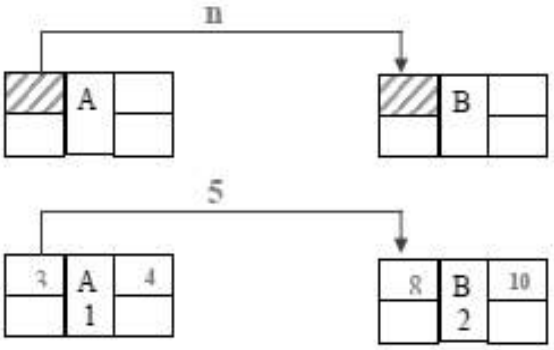
## العلاقة بين الفعاليات حسب طريقة ( A.O.N ) .

**هناك عدة علاقات في هذه الطريقة :-**

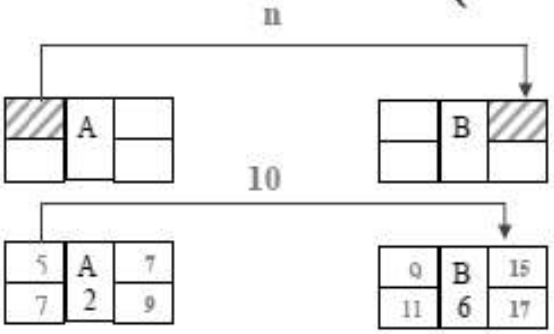
### 1- علاقة بداية – بداية ( S-S ) Start-Start

**S-S = n**

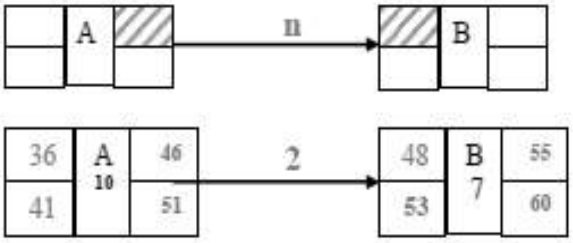
في هذه الطريقة تعني إن لا تبدأ الفعالية ( B )
إلا بعد مرور ( n ) من بداية ( A )



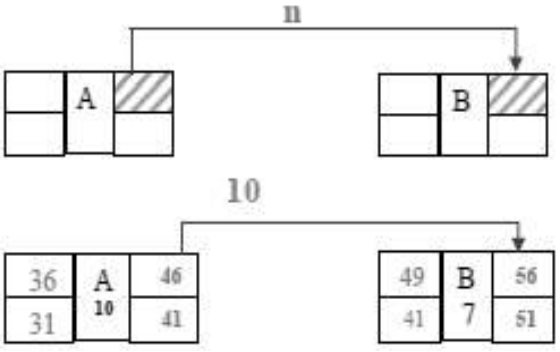

### 2- علاقة بداية – نهاية ( S-F ) Start – Finish




### 3- علاقة نهاية – بداية ( F-S ) Finish-Start



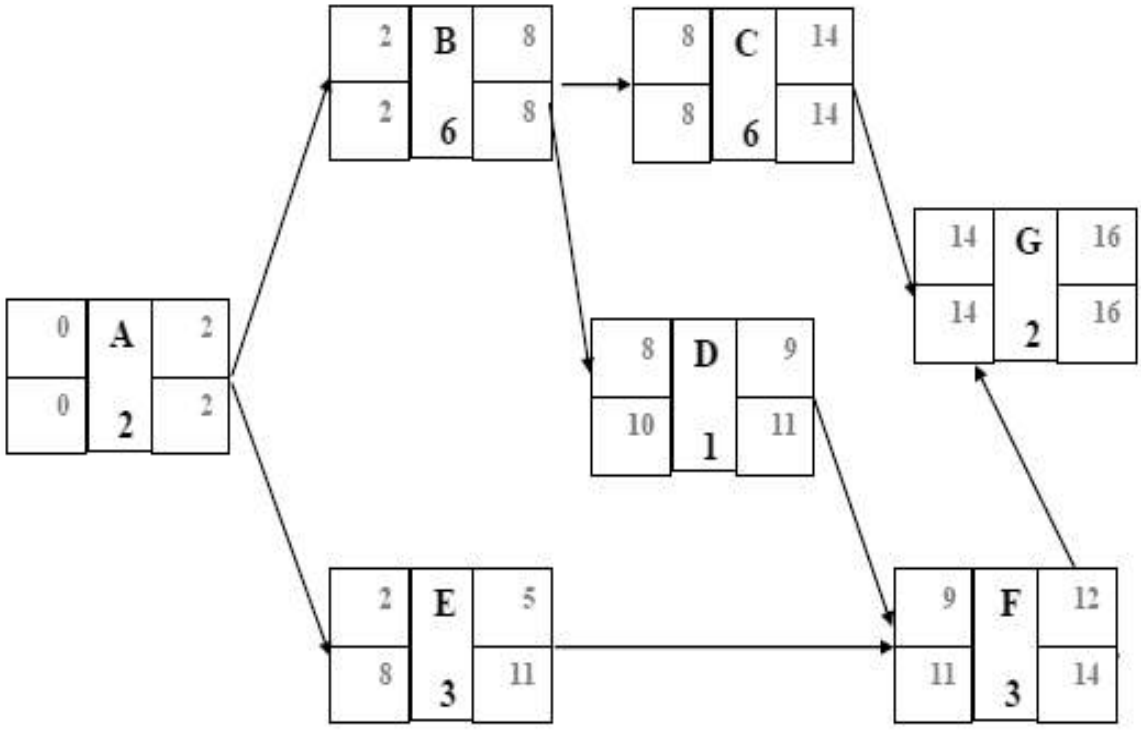

### 4- علاقة نهاية – نهاية ( F-F ) Finish-Finish



**مثال ( 1 )**

**مثل الفعاليات في الجدول أدناه بطريقة ( A.O.N )**

| Activity | Time | Followed by | Preceded by |
|---|---|---|---|
| A | 2 | B,E | ------ |
| B | 6 | C,D | A |
| C | 6 | G | B |
| D | 1 | F | B |
| E | 3 | F | A |
| F | 3 | G | D,E |
| G | 2 | ----- | F,C |

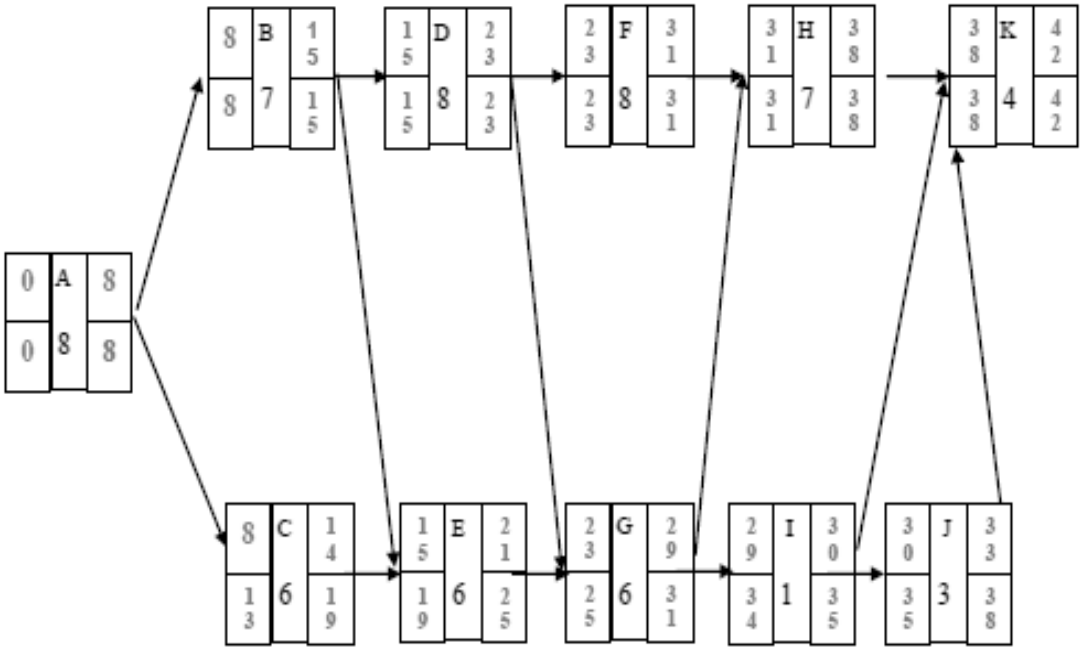



C*P = A – B – C - G

**مثال ( 2 )**

**اوجد زمـن انجـاز المشـروع المبينـة فعالياتـه فـي الجـدول أدنـاه بطريقة ( A.O.N ) .**

| Activity | Time | Preceded by | Activity | Time | Preceded by |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 8 | ------ | G | 6 | D,E |
| B | 7 | A | H | 7 | F,G |
| C | 6 | A | I | 1 | G |
| D | 8 | B | J | 3 | I |
| E | 6 | C,B | K | 4 | HI,J |
| F | 8 | D | | | |

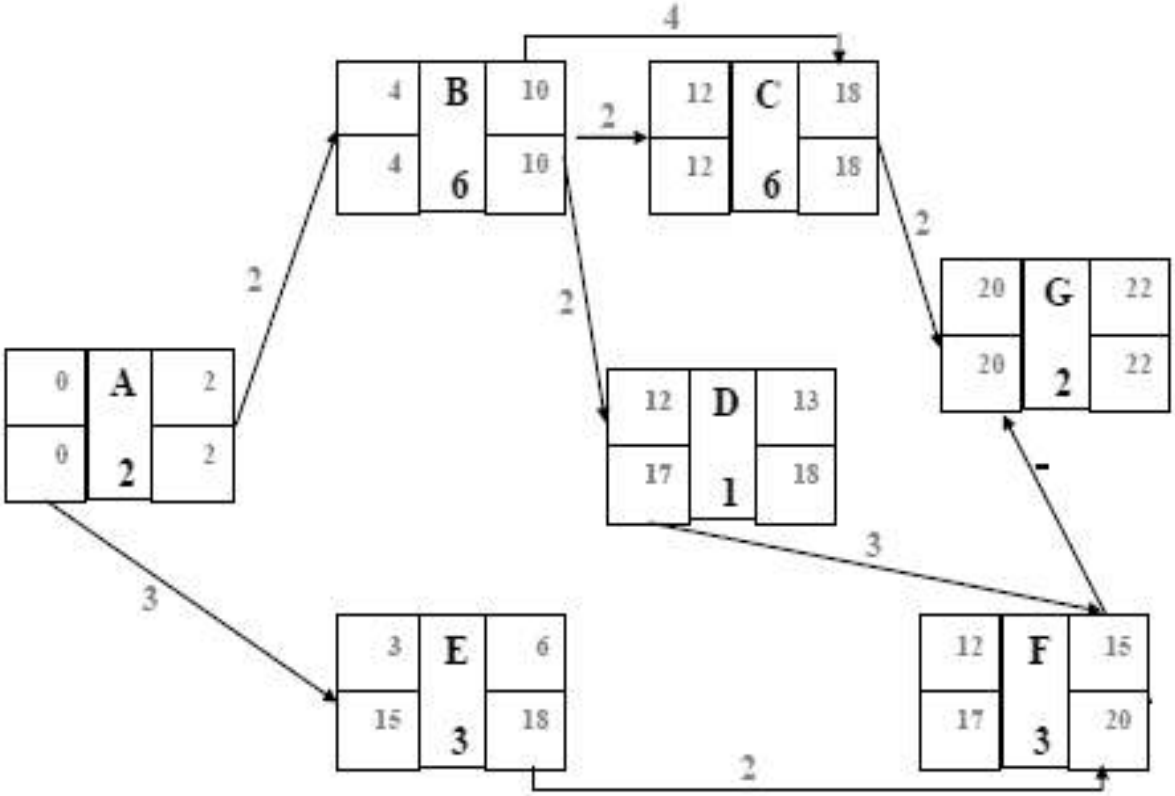



**C*P = A – B - D - F - H – K = 8+7+8+8+7+4 = 42**

## مثال ( 1 ) 3

جد زمن انجاز المشروع و C*P . والمبينة فعالياته والعلاقات بين الفعاليات وزمن انجاز كل فعالية في الجدول أدناه بطريقة ( A.O.N )

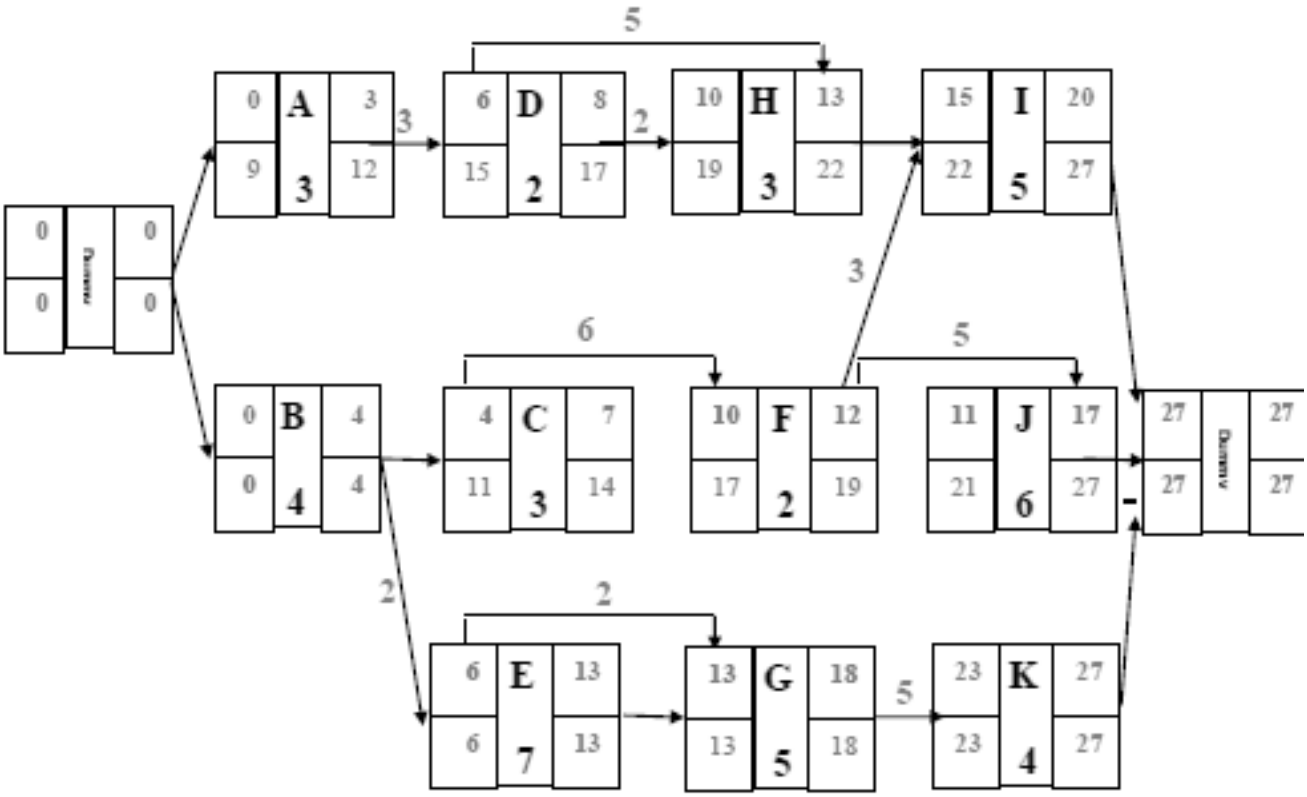
| Activity | Time | Followed by | Relationship |
|---|---|---|---|
| A | 2 | B | F-S=2 |
| | | E | S-S=3 |
| B | 6 | C | F-F=4, F-S=2 |
| | | D | F-S=2 |
| C | 6 | G | F-S=2 |
| D | 1 | F | S-F=3 |
| E | 3 | F | F-F=2 |
| F | 3 | G | F-S=0 |
| G | 2 | ----- | ------ |




C*P=A–B–C–G=(2+2)+(6+2)+(6+2)+2=22

**مثال (4) .**

**أكمل المخطط التالي مع إيجاد C*P للمشروع .**




C*P = Dummy – B – E – G – K - Dummy

# الادارة الانشائية Construction Management

## المحاضره 8

م.م. اسيل عبدالجادر

# اسلوب خط الموازنة (Line Of Balance)

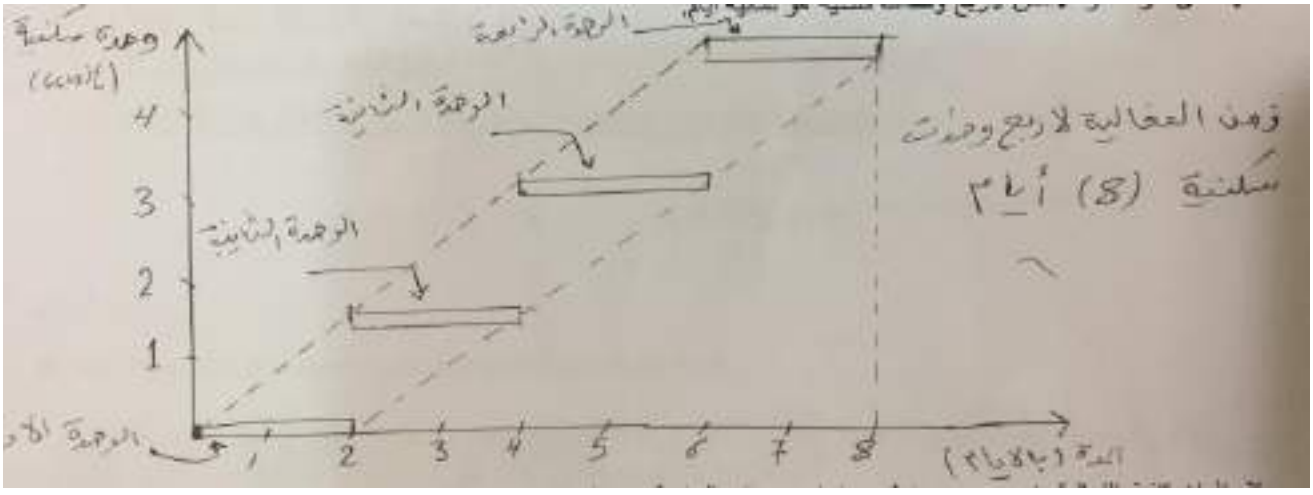
هو اسلوب يعتمد بالاساس على اساليب المخطات الشبكية ولكن يستخدم في حالات المشاريع ذات الوحدات المتكررة كمشروع انشاء مجمعات سكنية تتكرر فيه الدور التي لها نفس التصاميم وكذلك مشاريع العمارات السكنية المتشابهة بالاضافة الى ذلك اعمدة نقل الطاقة الكهربائية وكذلك مشاريع الطرق السريعة التي تتكون من مقاطع متشابهة وغيرها وتدعى مثل هذه المشاريع بالمشاريع الخطية, ويعتمد هذا الاسلوب على تقسيم المشروع الى عدد من الوحدات الانشائية المتشابهة ثم تقسم كل وحدة الى عدد من الفعاليات أو الفقرات الانشائية.ويفترض هذا الاسلوب على ان انتاجية العامل لفقرة معينة هي مساوية لانتاجيته في الفقرة المماثلة في نفس الجزء من الوحدة السكنية( نفس الانتاجية لنفس العمل في كل بيت).يعمل هذا الاسلوب على حساب الموارد المطلوبة لانجاز الفقرة أو الفعالية الواحدة من مواد ومعدات وايدي عاملة كما يعمل على برمجة الفعاليات المتكررة التي يشتمل عليها المشروع بما يضمن عدم تداخل الفقرات مع بعضها البعض, حيث ان التداخل يعني بقاء بعض القوى العاملة في فقرة معينة دون عمل لحين انتهاء الفعالية التي تسبقها وهذا يعني هدر أو ضياع المال والوقت.

من اهم مزايا هذا الاسلوب هو تقليص حجم البرنامج الزمني ويسهل عملية متابعة واتخاذ القارارت الخاصة بالمشروع.

## طريقة عرض خطوط التوازن ( Basic LOB Representataton):-

يتم تمثيل البرنامج الزمني للمشاريع بهذه الطريقة عن طريق رسم بياني يحتوي على خطوط مائلة تسمى (خطوط التوازن) بحيث يمثل المحور الرأسي عدد الوحدات المنجزة بينما يمثل المحور الافقي الوقت المقابل للانجاز.

لتنفيذ منهاج خط الموازنة يجب معرفة عدد العمال والوقت اللازم لتنفيذ الفعالية ومعرفة المعدل المطلوب للانجاز, مثلاً فعالية حفر الاسس في مشروع من اربعة وحدات سكنية حيث أن تنفيذ العمل يحتاج الى اربعة عمال حيث أن هؤلاء العمال يستطيعون انجاز فقرة حفر الاسس لوحدة سكنية واحدة بمدة يومين (أي ان المدة اللازمة لانجاز فقرة حفر الاسس للوحدة الواحدة هو يومان,من الشكل البياني المبين أدناه يمكن الاستنتاج بانه في حالة الانتهاء من حفر اساس الوحدة الاولى في يومين سيتم الانتقال الى حفر اساس الوحدة الثانية مباشرة وهكذا.حيث يتم الانتهاء من فقرة حفر الاسس لاربع وحدات سكنية هو ثمانية ايام.



ويلاحظ ان تنفيذ الفعالية ينحصر بين خطين متوازيين وان الزاوية بين الخط المائل والمحور الافقي يمثل معدل انجاز الفعالية(Rate/ time) حيث يزداد المعدل بزيادة الزاوية, حيث ان :-

$$\text{معدل انجاز الفعالية} = \frac{N-1}{t_{\circ} - t_f}$$

حيث أن :-

N:- عدد الوحدات

$t_{\circ}$ :- تاريخ الانتهاء من نشاط معين للوحدة الاولى.

$t_f$ :- تاريخ الانتهاء من نشاط معين للوحدة الاخيرة.

- لغرض تمثيل البنامج الزمني للمشروع بطريقة خط الموازنة لابد من معرفة وايجاد ما يلي:-

1- الحد الادنى لمجاميع العمل (Q) :- هو الحد الادنى لطاقم العمل الواجب استخدامهم للقيام بفعالية ما, فالفعالية التي تحتاج الى مجموعة من خمسة عمال لانجازها لايمكن أن يزداد معدل الانتاج بزيادة عدد العمال الى ستة أو سبعة وانما يزداد انتاجها بزيادة مجموعة اضافية كاملة من العمال , فمثلاً فعالية البناء بالطابوق تحتاج الى خمسة اشخاص ( خلفة + 2عمال نقل ونشر طابوق + 2 عمال عمل ونقل خلطة الاسمنت) فزيادة عامل أو اثنين لا يؤثر على انجاز الفعالية لانهم غير مجديين ولكن مضاعفة العدد اي اضافة مجموعة كاملة لانجاز نفس الفعالية في مكان أو وحدة اخرى.

2- ساعات عمل التنفيذ (Man-Hours (M:- كل فعالية تحتاج الى عدد معين من ساعات العمل اليومي لتنفيذها في كل وحدة في المشروع وتعتمد الساعات على انتاجية العامل الواحد وعلى كمية الفعالية.

M= ( Q * Duration of activity(D) * nomber of hours in days(H)

3- عدد العمال المطلوب لكل فعالية من الناحية النظرية (G):- (Theoretical Gang size)

$$G = \frac{M*R}{Total\ No.working\ hours\ in\ week(W*H)}$$

4- عدد العمال الحقيقي المطلوب (g) :- وهو العدد الحقيقي لمجموعة العمال العاملين في الفعالية الواحدة لذلك يجب ان يكون من مضاعفات الحد الادنى لمجموعة العمل (Q).

5- الحد الادنى للفاصل الزمني بين الفعاليات ( Buffer Time) ورمزه (B.T) :- ويتم اختياره من قبل المخطط لتوفير المرونة في تنفيذ الفعاليات وتحاشي تداخلها في حالات التأخير وقد يكون لكل فعالية (B.T) خاص بها أو قد يكون موحد لكل الفعاليات.

6- معدل الانجاز الحقيقي في الاسبوع (U):- Actual Rate per week

$$U = \frac{g}{G} * R$$

حيث أن :-

R:- معدل الانجاز الافتراضي (Rate / time) وغالباً ما يكون معطى في السؤال.

7- المدة لكل فعالية (D) :- (Time in day for one unit):- وهي المدة اللازمة لانجاز الفعالية وغالباً تكون معطاة في السؤال أو يمكن ايجادها من خلال المعادلة التالية :-

$$D = \frac{M}{Q * No.hours\ in\ day(H)}$$

8- الوقت بين بدأ تنفيذ أول وحدة واخر وحدة في المشروع للفعالية الواحدة (S) :- هو الفترة الزمنية المحصورة ما بين المباشرة بالفعالية ضمن أول وحدة انشائية والمباشرة بالفعالية المذكورة ضمن اخر وحدة انشائية.

$$S = \frac{(N-1) * No.working\ day\ in\ week(W)}{U}$$

- بعد ذلك يتم رسم خطوط التوازن كما سوف نرى بالمثال اللاحق.

مثال1/ لدينا مجمع سكني مؤلف من 124 وحدة سكنية ومعدل الانجاز الافتراضي (R) هو (6) وحدات اسبوعياً وايام العمل الاسبوعي (W) هو (5) ايام وساعات العمل اليومية (H) هو (8) ساعات ووقت السماح (المرونة) هو (2) يوم.كما ان فعاليات المشروع تبدأ الواحدة بعد الاخرى وهي (A,B,C,D,E) علما ان الفعاليات مبينة في الجدول ادناه:

| الفعالية (Activity) | Man per house (Q) | Man-hours per house(M) |
|---|---|---|
| A | 4 | 90 |
| B | 3 | 46 |
| C | 5 | 18 |
| D | 6 | 183 |
| E | 1 | 8 |

المطلوب اعداد جدول الفعاليات باسلوب خط الموازنة

مع رسم خط الموازنة للمشروع وحساب وقت مدة المشروع الكلية.

الحل/

✓ نقوم بأعداد الخاص بالمشروع

| الفعالية (Activity) | Man per house (Q) | Man-hours per house(M) | D= $\frac{M}{H*Q}$ | G= $\frac{M*R}{W*H}$ | g ≈ $G$ (يجب أن يكون من مضاعفات Q) وبظوابط معينة | U= $\frac{g}{G} * R$ | s = $\frac{(N-1)*W}{U}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 4 | 90 | 2.8 ≈ 3 | 13.5 | 12 | 5.33 | 115.38≈ 116 |
| B | 3 | 46 | 1.9≈ 2 | 6.9 | 6 | 5.2 | 118.26≈ 119 |
| C | 5 | 180 | 4.5≈ 5 | 27 | 25 | 5.55 | 110.81≈ 111 |
| D | 6 | 183 | 3.8≈ 4 | 27.5 | 30 | 6.54 | 94.0 |
| E | 1 | 8 | 0.9≈ 1 | 1.2 | 1 | 5.0 | 123.0 |

نقوم برسم المخطط السهمي للفعاليات :

✓ نرسم مخطط الموازنة لحساب وقت انتهاء المشروع.

مثال / ارسم منهاج خط الموازنة مع تحديد مدة اكمال العمل لمشروع صغير يتكون من (15) بيت بمعدل ( 3) بيوت كل اسبوع وبواقع (5 ) ايام عمل اسبوعياً و(8) ساعات عمل يومياً. السماحية الزمينية (المرونة) الفاصلة بين الفعاليات هو (5) ايام وادناه الجدول الخاص بفعاليات المشروع بفرض أن الفعاليات (F ,G , H) تبدأن بنفس الوقت وعدد ساعات العمل لكل فعالية لكل بيت (M) وكذلك عدد العمال اللازم لكل فعالية لكل بيت (Q).

| الفعالية (Activity) | Man per house (Q) | Man-hours per house(M) |
|---|---|---|
| A | 6 | 180 |
| B | 4 | 320 |
| C | 4 | 200 |
| D | 2 | 60 |
| E | 2 | 40 |
| F | 3 | 120 |
| G | 2 | 80 |
| H | 2 | 100 |
| I | 3 | 40 |

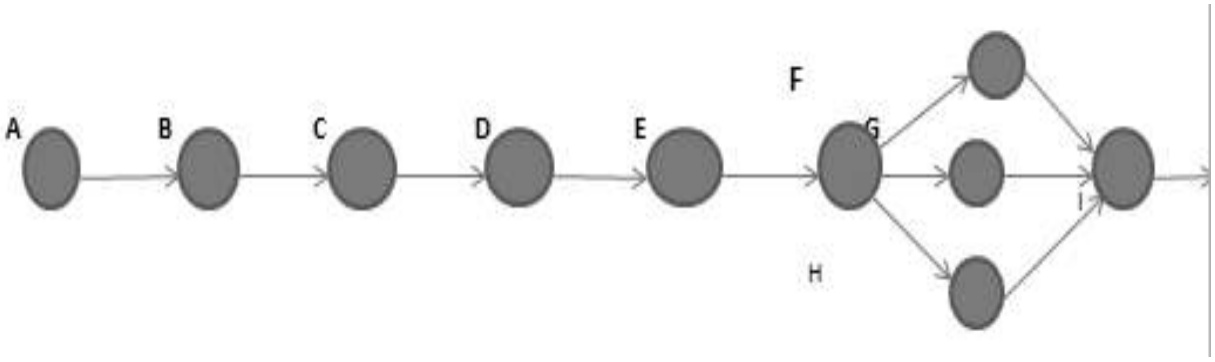
الحل /

**1- نقوم باعداد الجدول الخاص بالمشروع :**

| الفعالية (Activity) | Man per house (Q) | Man-hours per house(M) | D= $\frac{M}{H*Q}$ | G= $\frac{M*R}{W*H}$ | g ≈ $G$ (يجب أن يكون من مضاعفات Q) وبظوابط معينة | U= $\frac{g}{G} * R$ | s = $\frac{(N-1)*W}{U}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 6 | 180 | ≈ 4 | 13.5 | 12 | 2.67 | 26.22 ≈ 27 |
| B | 4 | 320 | 10.0 | 24 | 24 | 3.0 | 23.33 ≈ 24 |
| C | 4 | 200 | ≈ 7 | 15 | 16 | 3.2 | 21.88 ≈ 22 |
| D | 2 | 60 | ≈ 4 | 4.5 | 4 | 2.67 | 26.25≈ 27 |
| E | 2 | 40 | ≈ 3 | 3 | 2 | 2.0 | 35.00≈ 35 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F | 3 | 120 | 5.0 | 9 | 9 | 9.0 | 23.33≈ 24 |
| G | 2 | 80 | 5.0 | 6 | 6 | 3.0 | 23.33≈ 24 |
| H | 2 | 100 | ≈ 7 | 7.5 | 8 | 3.2 | 21.88≈ 22 |
| I | 3 | 40 | ≈ 2 | 3 | 3 | 3.0 | 23.33≈ 24 |

**2- نقوم برسم مخطط المشروع الشبكي :**



**تقنية مراجعة وتقييم البرنامج ( Program Evaluation and Review Technique(PERT))**

تعتبر هذه التقنية تقنيةُ تحليل شبكي موجهةِ تُستَعملُ لتَخمين مدّةِ المشروعِ عندما تكون تخمينات مدّةِ الفعاليات الفرديةِ مجهولة. وتعتمد هذه التقنية (PERT) على نظرية الاحتمالية في تحديد مدة الفعالية لكنها تستعمل طريقة المسار الحرج (CPM) لايجاد مدة انجاز المشروع.

والبدايات التاريخية لهذه الطريقة تعود الى خمسينيات القرن الماضي، عندما واجهت القوة البحرية الأمريكية مشكلة تاخر في الجدول الزمني وتجاوز في الميزانيةِ بمقدار(50 %) في مشروعِ نظامِ قذيفةِ النجم القطبي والمشكلة الرئيسية كَانتْ قلةَ البيانات التأريخية ذات العلاقة بالمشروع.

على اثر ذلك اطلق فريق المشروعَ جُهد بحثِي مشتركٍ لتَطوير أداة للمُسَاعَدَة في التخطيط للمشروعِ. والهدف كَانَ ابتكار طريقة تَستعملُ نظريةَ الإحتمال يمكن بها َتوقّعُ تأريخَ إكمالَ المشروع.

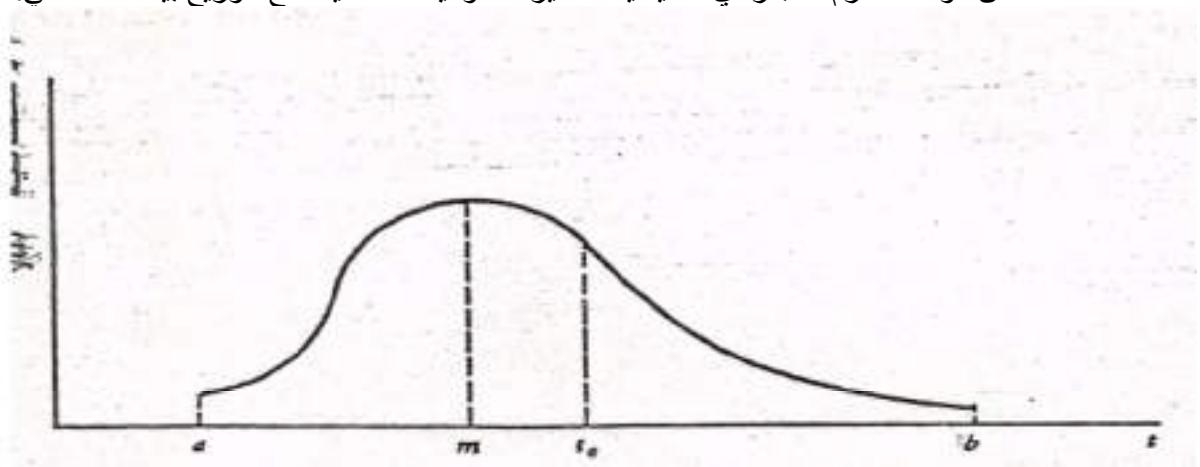
في عام 1958 ، طُوّرتْ هذه الأداةِ تحت اسم (تقنية مراجعةِ وتقييمِ البرنامجِ) والتي أصبحتْ لاحقاً تعرف بمختصرِها (PERT).

وزارة الدفاعِ الاميركية (DoD) تبنت هذه الطريقة في أيامِها الأولى تحت اسم (إجراءِ تقييمِ البرنامجِ(PEP) program evaluation procedure) بعد ذلك، (PERT) طورت عدّة مرات وحَملتْ أسماءَ مختلفةَ: (PERT I)، (PERT II)، (PERT III)، (PERT/TIME)، (PERT/COST).

الهدف من هذه الطريقة هو لتقييم المخاطر التي ترافق تحقيق تنفيذ المشروع في مدة معينه عندما يكون تخمين مدد انجاز فعاليات المشروع قد تم بطريقة يشوبها اللايقين الذي سببه عدم معرفة الطرق المستعملة في التنفيذ او مدى وفرة المواد الاولية في حين تكون المدد المخمنة لانجاز الفعاليات في طريقة المخطط الشبكي (السهمي او العقدي) على درجة عالية من اليقين.

تستند هذه الطريقة على مجموعة من الافتراضات:-

1- ان الوقت اللازم لانجاز اي فعالية يعد متغيرا عشوائيا مستقلا يخضع لتوزيع بيتا الاحصائي.



2- تحتوي كل فعالية على ثلاث تخمينات للفترة الزمنية اللازمة لانجاز الفعالية وهذه هي:

**الوقت المتفائل (Optimistic Time O)**

وهذه المدة الزمنية تمثل الوقت اللازم لانجاز الفعالية في ظل ظروف جيدة جدا وخالية من التعقيد والتوقفات أي ان الفعالية تنفذ في احسن الظروف ولاتوجد هناك عطلات او تأخيرات ولاتوجد ضرورة الى وضع احتياطات زمنية عند تحمين هذا الوقت ويرمز له بالرمز(O) او الرمز (a)

**الوقت الاكثر احتمالا(Most likely Time M)**

وهذه المدة الزمنية تمثل الوقت اللازم لانجاز الفعالية في ظل ظروف طبيعية وتوجد هناك بعض العقبات والتأخيرات الاعتيادية المتوقع حدوثها التي اخذت بنظر الاعتبار عند تخمين هذا الوقت مع اهمال وجود ظروف مفاجئة ممكن حدوثها ويرمز لهذا الوقت بالرمز (m)

**الوقت المتشائم (Pessimistic Time P)**

وهو الوقت اللازم لانجاز الفعالية تحت ظروف سيئة تتخللها الكثير من التوقفات والتاخيرات والمفاجئات والتي تؤخذ جميعها بنظر الاعتبار وهو بذلك يمثل اطول فترة زمنية ممكن ان تنجز بها الفعالية ويرمز له بالرمز(P) او الرمز(b ). علما ان الحوادث غيرالاعتيادية مثل الكوارث الكبيرة كالزلازل والفيضانات .....الخ لاتؤخذ بنظر الاعتبار عند تخمين هذا الوقت.

**الوقت المتوقع ($t_e$) (Expected Time $t_e$)**

ويمثل الوقت الذي من المتوقع انجاز الفعالية فيه بعد اخذ جميع الظروف الجيدة والظروف الطبيعية والظروف السيئة جميعها بنظر الاعتبار اما من وجهة نظر رياضية فيمثل الوسط الحسابي الموزون لتوزيع بيتا الاحصائي وعلى هذا الاساس يمكن حساب الوقت المتوقع للفعالية الواحدة ($t_e$) بصورة تقريبية من العلاقة التالية:

$$te = \frac{a + 4m + b}{6}$$

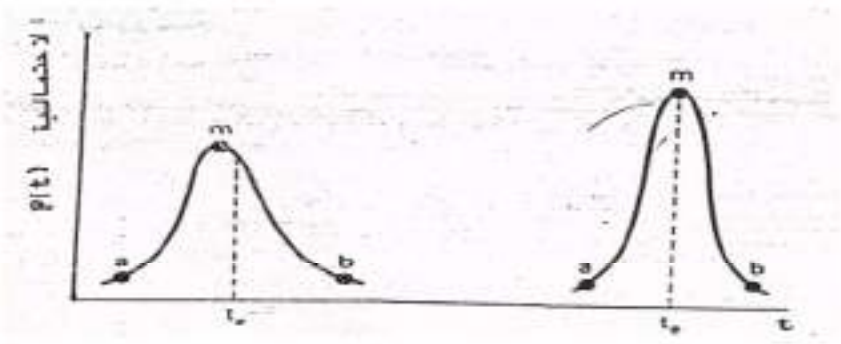
لذا فان الوقت المتوقع لانجاز الفعالية ($t_e$) يمثل احتمالية مقدارها 50% اما الوقت الاكثر احتمالا(m) فانه لايمثل احتمالية مقدارها 50% . ان الفارق الكبير بين الوقت المتفائل والوقت المتشائم للفعالية يشير الى ان هناك تاكد قليل في ان يكون الوقت الحقيقي لانجاز الفعالية مساويا الى الوقت المتوقع اي ان التباين بين اوقات الفعالية له تأثير كبير على درجة عدم التأكد (اليقين) لذلك استوجب الامر ان يكون هناك مقياس يعبر عن هذا التباين الموجود بين اوقات الفعالية، لذلك استخدم الانحراف المعياري او التباين كمقياس لهذا التغاير ويمكن حساب التباين للفعالية الواحدة من العلاقات التالية :

$$V = \left(\frac{P - O}{6}\right)^2$$

اما الانحراف المعياري للمشروع ($\sigma$) فيحسب من الجذر التربيعي لمجموع **تباين الفعاليات الحرجة** وكما يلي:

$$\sigma = \sqrt{\sum V}$$

ومن الملاحظ من العلاقتين اعلاه ان حالة عدم التاكد تقل عندما يقل الفارق بين الوقت المتفائل والوقت المتشائم اي انه كلما اقترب الوقت المتفائل من الوقت المتشائم اقترب الوقت الاكثر احتمالا من الوقت المتوقع تزداد الاحتمالية في انجاز الفعالية في ذلك الوقت كما في الشكل ادناه وعلى العكس من ذلك كلما ازداد الفارق بين الوقتين المتفائل والمتشائم ازدادت حالة عدم التأكد وقلت الاحتمالية في انجاز الفعالية بوقتها المتوقع .



**الوقت الكلي المتوقع لانجاز المشروع ($T_e$)**

ويمثل الوقت المتوقع لانجاز المشروع باكمله ونحصل عليه من جمع الاوقات المتوقعة للفعاليات الواقعة على المسار الحرج وبذلك فهو يمثل احتمالية قدرها 50% لانجاز المشروع في هذا الوقت. علما ان التقنيات المستعملة في المخطط الشبكي السهمي او العقدي تستعمل ذاتها في تحديد المسار الحرج وازمنة الفعاليات المبكرة والمتاخرة والمرونة الحرة والكلية.

ان التوزيع الاحصائي الاحتمالي الذي يصف النمط الاحتمالي للمشروع هو التوزيع الطبيعي على الرغم من ان الوقت المتوقع لانجاز كل فعالية خاضع لتوزيع بيتا الاحصائي .

ان اسلوب (PERT) وفر خاصية مهمه وذلك بامكانية الحصول على احتمالية انجاز المشروع في اي زمن (Ts) غير الزمن المتوقع لانجازه ($T_e$ ) ، ان هذه الخاصية المهمة قد اعطت لهذا الاسلوب قدر كبير من الاهمية في تحديد احتمالية انجاز المشروع ضمن فترات زمنية مختلفة بالاعتماد على الانحراف المعياري للمشروع والتوزيع الطبيعي القياسي، علما انه في حالة وجود اكثر من مسار حرج واحد فيتم أخذ المسار الذي يحتوي على اكبر انحراف معياري حيث ان التباين الكلي للمشروع هو مجموع التباينات للفعاليات الواقعة على المسار الحرج.

$$Z = \frac{Ts - Te}{\sigma Te}$$

حيث ان ($\sigma$) تمثل الانحراف المعياري للمشروع

وبأستخدام الجداول الاحصائية الخاصة بمساحات المنحني الطبيعي تتم معرفة الاحتمالية التي يمثلها ذلك الوقت المخطط

أما سلبيات هذا الاسلوب فهي:

1. استخدام هذه التقنية يتطلب توفر ثلاث ازمنة لكل فعالية مما يعني الحاجة الى الجهد والوقت لتحليل البيانات التاريخية والتي في حالة فقدانها لابد من اللجوء الى اجراء مسوحات لاراء الخبراء ومن ثم اجراء العمليات الاحصائية عليها.
2. الخطا الناتج من افتراض ان توزيع بيتا الاحصائي هو من يمثل التوزيع الاحتمالي لازمنة الفعاليات.
3. اهتمام هذه التقنية بمسار حرج واحد واهمالها لبقية المسارات الحرجة .

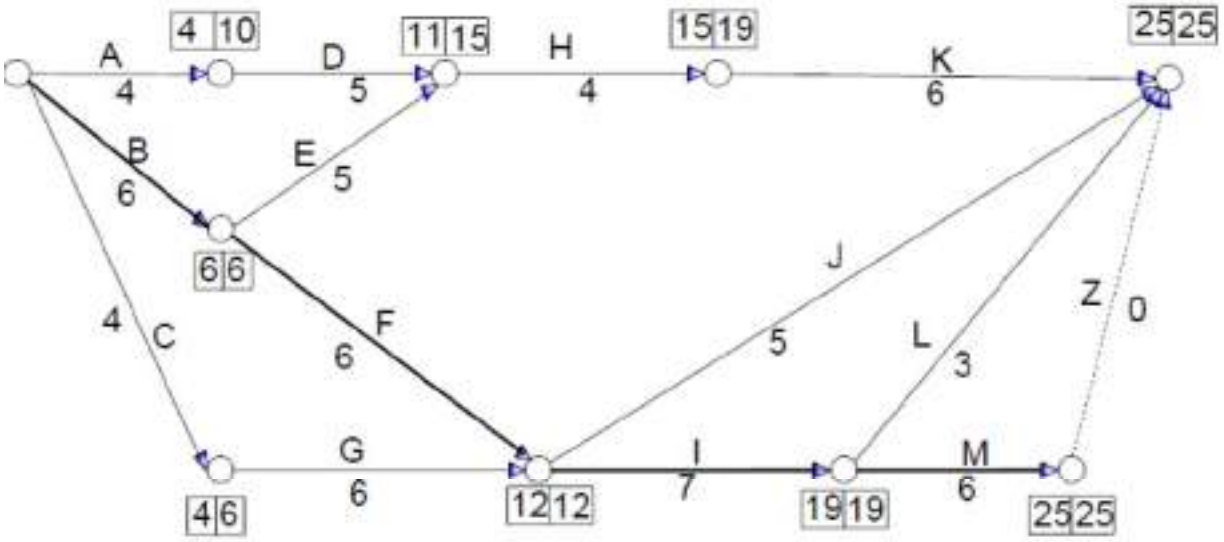
مثال1:للفعاليات المدرجة في الجدول ادناه جد مايلي باستخدام طريقة تقويم ومراجعة البرنامج (P.E.R.T):

1. ارسم المخطط السهمي(A.O.A).
2. كون جدول التحليل الشبكي للمشروع.
3. جد المسار الحرج ومدة انجازالمشروع.
4. جد مدة انجاز المشروع باحتمالية قدرها(50%).
5. جد احتمالية انجاز المشروع بمدة (15) يوم.

| الفعالية | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الفعالية السابقة | - | - | - | A | B | B | C | E،D | G،F | F،G | H | I | I |
| المدة (يوم) | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 3 | 4 | 6 | 7 | 8 | 2 | 4 | 6 |
| | 5 | 6 | 2 | 8 | 3 | 6 | 8 | 4 | 3 | 5 | 6 | 2 | 4 |
| | 4 | 8 | 6 | 2 | 7 | 9 | 6 | 2 | 11 | 2 | 10 | 3 | 8 |

الحل:

1- لرسم المخطط السهمي للمشروع لابد من حساب الوقت المتوقع لانجاز كل فعالية (كما في الجدول)




ملاحظة: الفعالية (Z) وهمية

2- حساب البدايات المبكرة والمتاخرة والنهايات المبكرة والمتاخرة للفعاليات وحساب المرونة الحرة والكلية

| الفعالية | الفعالية السابقة | te | التباين (V) | بداية مبكرة (ES) | نهاية مبكرة (EF) | نهاية متاخرة (LF) | بداية متاخرة (LS) | مرونة كلية (TF) | مرونة حرة (FF) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | - | 4 | 0.11 | 0 | 4 | 10 | 6 | 6 | 0 |
| B | - | 6 | 0.44 | 0 | 6 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| C | - | 4 | 0.44 | 0 | 4 | 6 | 2 | 2 | 0 |
| D | A | 5 | 1.00 | 4 | 9 | 15 | 10 | 6 | 0 |
| E | B | 5 | 0.44 | 6 | 11 | 15 | 10 | 4 | 0 |
| F | B | 6 | 1.00 | 6 | 12 | 12 | 6 | 0 | 0 |
| G | C | 6 | 0.44 | 4 | 10 | 12 | 6 | 2 | 2 |
| H | E ،D | 4 | 0.44 | 11 | 15 | 19 | 15 | 4 | 0 |
| I | F, G | 7 | 1.78 | 12 | 19 | 19 | 12 | 0 | 0 |
| J | F،G | 5 | 1.00 | 12 | 17 | 25 | 20 | 8 | 8 |
| K | H | 6 | 1.78 | 15 | 21 | 25 | 19 | 4 | 4 |
| L | I | 3 | 0.11 | 19 | 22 | 25 | 22 | 3 | 3 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| M | I | 6 | 0.44 | 19 | 25 | 25 | 19 | 0 | 0 |

3- المسار الحرج : B-F-I-M ومدة انجاز المشروع (25) يوم

4- زمن انجاز المشروع باحتمالية (50%) هو طول المسار الحرج نفسه.

5- لحساب احتمالية انجاز المشروع بمدة (15) يوم لابد من حساب الانحراف المعياري للفعاليات الحرجة..

$$"1 = \sqrt{\blacktriangleleft v} = \sqrt{0.44 + 1.0 + 1.78 + 0.44} = 1.915$$

ومن ثم ايجاد قيمة (Z)

$$Z = \frac{15 - 25}{1.915} = -5.22$$

ومن جدول التوزيع الطبيعي نجد المساحة تحت المنحني والتي تمثل الاحتمالية

$$P = 0.5 - 0.5 = 0.00$$

$$P = 0.0\%$$

لاتوجد أي احتمالية لانجاز المشروع بمدة (15) يوم أي ان احتمالية ذلك (0%)

## السيولة النقدية

م.م. اسيل عبدالجادر

# السيولة النقدية Cash flow

هي حركة الأموال من والى الوحدة الحسابية
وبموجب هذا التعريف فان التدفق النقدي للمشروع الإنشائي هو الحركة الفعلية للمبالغ النقدية من والى حسابات المشروع واستنادا لهذا التعريف فانه التدفق النقدي يقسم إلى

1- **تدفق نقدي موجب :-** هوة مجموع المبالغ الداخلة إلى حسابات المشروع ويعادل مجموع المبالغ التي يستلمها المقاول والجهة التي تمثل المشروع بشكل دفعات شهريه (مطروحا منها أي استقطاعات ) لقاء الكميات المنفذة من الإعمال
2- **تدفق نقدي سالب :-** هوة مجموع المبالغ النقدية الخارجة من حساب المشروع بشكل مصاريف لتغطيه تكاليف الأعمال قيد التنفيذ وتشمل على سبيل المثال ( أجور العمال وتكاليف المواد والمعدات المشتراة أو المستأجرة أو أي مصاريف أخرى يتطلبها العمل )

وتبرز أهميه التدفق النقدي بالنسبة للمقاول أو الشركة المنفذة عندما يكون أكثر من مشروع يقوم به المنفذ على اعتبار انه التدفق النقدي يشمل في هذه الحالة الحركة الفعلية لإجمالي المبلغ النقدي التي تدخل بشكل واردات تمثل قيمه العمل المنجز (مطروحا منه الاستقطاعات بموجب العقد ) والمبلغ التي تخرج بشكل مصاريف لتوفير مستلزمات تنفيذ العمل .
كذالك تسهم هذه العملية في بيان المبلغ المفروضة على المقاول توفرها في أي شهر ومدى حاجته إلى اكبر مبلغ يحتاجه لكي لا يوقعه في ظروف آنية تحتم عليه تأخير العمل .

## صافي التدفق النقدي Net cash flow

لمعرفه صافي التدفق النقدي للمشروع أو (عدة مشاريع ) بأنه الفرق ما بين التدفق النقدي الموجب الواردات والتدفق لنقدي السالب المصاريف في حساب المقاول ويحسب هذا من المعادلة التالية :

**صافي التدفق النقدي = التدفق النقدي الموجب – التدفق السالب**

في المشاريع الإنشائية يكون التدفق النقدي الموجب محسوبا مره واحده في نهاية فتره زمنيه متفق عليها في عقد المقاولة كأن يكون (شهر ) أو شهران أو أي مده أخرى وتحتاج كذالك إلى فتره أخرى لتدقيق السلفه وانجازها لحين استلامها كأن تكون شهر مثلا .
أما التدفق النقدي السالب فانه يكون على شكل مصاريف يوميه ناتجة من مصاريف على العمل المنجز وتحسب قيمته في نهاية الفترات التي يتم فيها حساب السلف

ومما جاء في أعلاه يتبين إن الجهة التنفيذية للإعمال في المشاريع الانشائيه تواجه حالتين هما.

1- في الأشهر الأولى من المقاولة تكون مصاريف العمل اكبر من الواردات المحققة عن قيم الإعمال المنجزة أي التدفق النقدي السالب اكبر من التدفق النقدي الموجب وبهذا يسبب عجز مالي في حسابات الجهة المنفذة للعمل ويتطلب منه الحصول على التمويل من خارج المقاولة لتمكنه من الاستمرار في المقاولة وتحقيق سير العمل
2- في تقدم الزمن وسير العمل مع الاستمرار في الحصول على الواردات نتيجة السلف والتي تحقق نسب متصاعدة اكبر من التدفق النقدي السالب أي إن الجهة المنفذة بدأت بتحقيق صافي تدفق يحقق شيئا من الربح .

وفي بعض الأحيان قد يحصل المقاول على سلف تشغيلية تمكن المقاول في انجاز العمل من تلك السلف يسددها وفق اتفاق أو حسب الشروط ألعامه للمقاولات .

## التخطيط المالي للمقاولة

عند تسعير أيه فقره من الفقرات المقاولة فأن المخمن يضع في حساباته الكلف الحقيقية للإعمال لكل فقره مضافا إليها نسبه من الربح وحسب طبيعة العمل وحجمه ودرجة وخطورته . أي إن .

سعر المقاولة = كلف الإعمال + الربح

وانه الربح يتوزع على كل فقره من الفقرات المقاولة بنفس النسبة

يجري تنفيذ الإعمال وفق نسب تصاعدية على شكل مسار منحنى الانجاز الكمي ( progress – s- curve )وتحدد هذه النسبة وفق خطه العمل( plan of work ) وبموجب منهج الزمني للمقاولة فانه بالإمكان أن تحدد تبعا لذالك المبالغ ألمتوقعة لصرفها على العمل لكل شهر أو أي فتره يراد بها تحديد مبلغ السلف المستحقة وذالك من المبلغ المحدد لكل فقره في الشهر المراد تحديد السلفة له بدون إرباح المحددة من قبل المقاول .

$$\text{الكلف الحقيقية} = \frac{\text{كلفة الأعمال في الجدول}}{(1 + \%\text{ الربح})}$$

فانه المبلغ المستحق للمقاولة لكل سلفه تساوي

**مبلغ السلفة = ألكلفة للعمل المنجز – لاستقطاعات**

وتشمل هذه الاستقطاعات ( المبالغ الائتمانية ) وتحدد في عقد المقاولة أو حسب الشروط العامة للمقاولات وتبلغ 10 % من قيمة العمل المنجز على انه لا تزيد على 5% من المبلغ الكلي المقاولة .

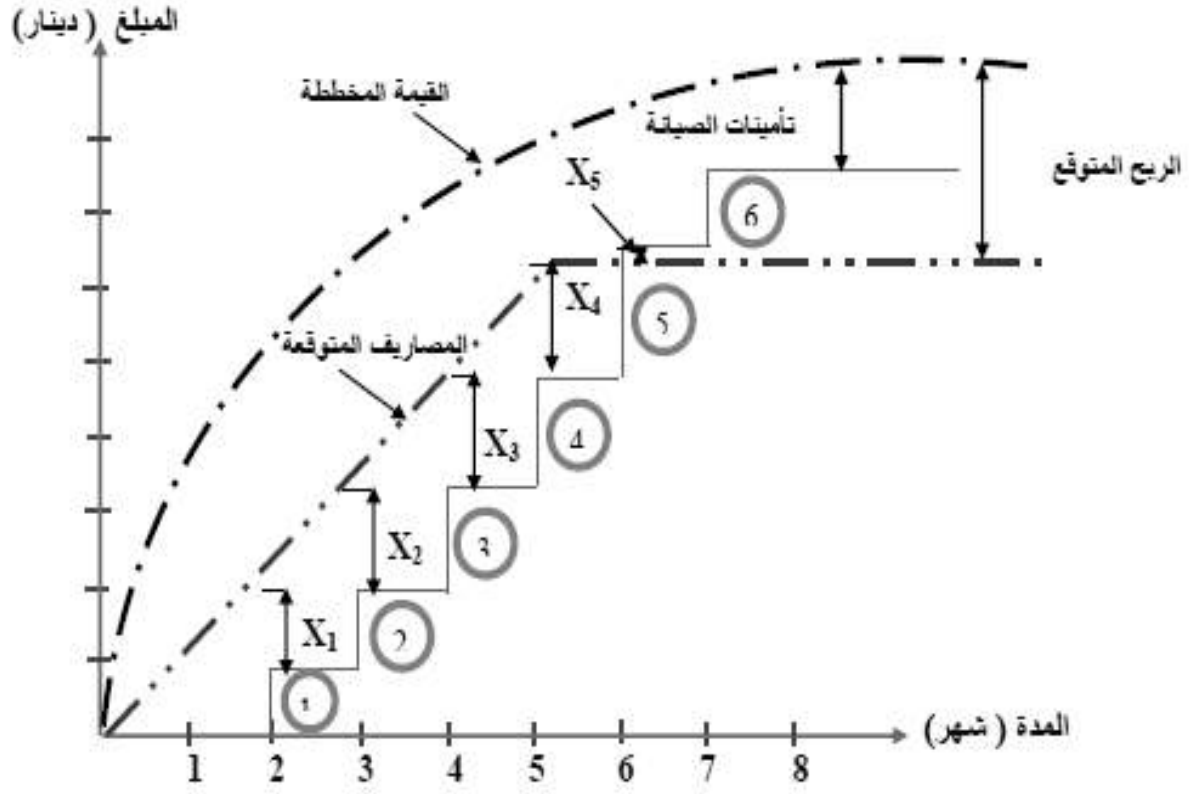
وقد تكون الاستقطاعات ناتجة عن سلف تشغيلية للمقاولة .

وقد تكون الاستقطاعات ناتجة عن غرامات تأخيرية .

- إن الاستقطاعات الائتمانية تطلق 50% منها في السلفة النهائية وتطلق ال 50% الباقي في نهاية الانتهاء من فتره الصيانة .

إن منحني التدفق النقدي للمقاولات تمكن المقاول من تحديد توقعات المبالغ التي سوف يصرفها والمبالغ التي يستلمها لحد نهاية كل فتره زمنيه وبالتالي سوف تساعد في معرفه السيولة النقدية التي يحتاجها ومن ثم تخطيط لأسلوب تمويل المشروع بالمبالغ التقديرية عند الحاجة للمشروع أو لمجموعه المشاريع التي يعهدته .

والمخطط(1) يبين بشكل بياني منحنيات التدفق النقدي لقيمه الأعمال المنجزة والمبالغ المصروفة ومبالغ الدفعات الشهرية على مدى مدة تنفيذ المقاولة .



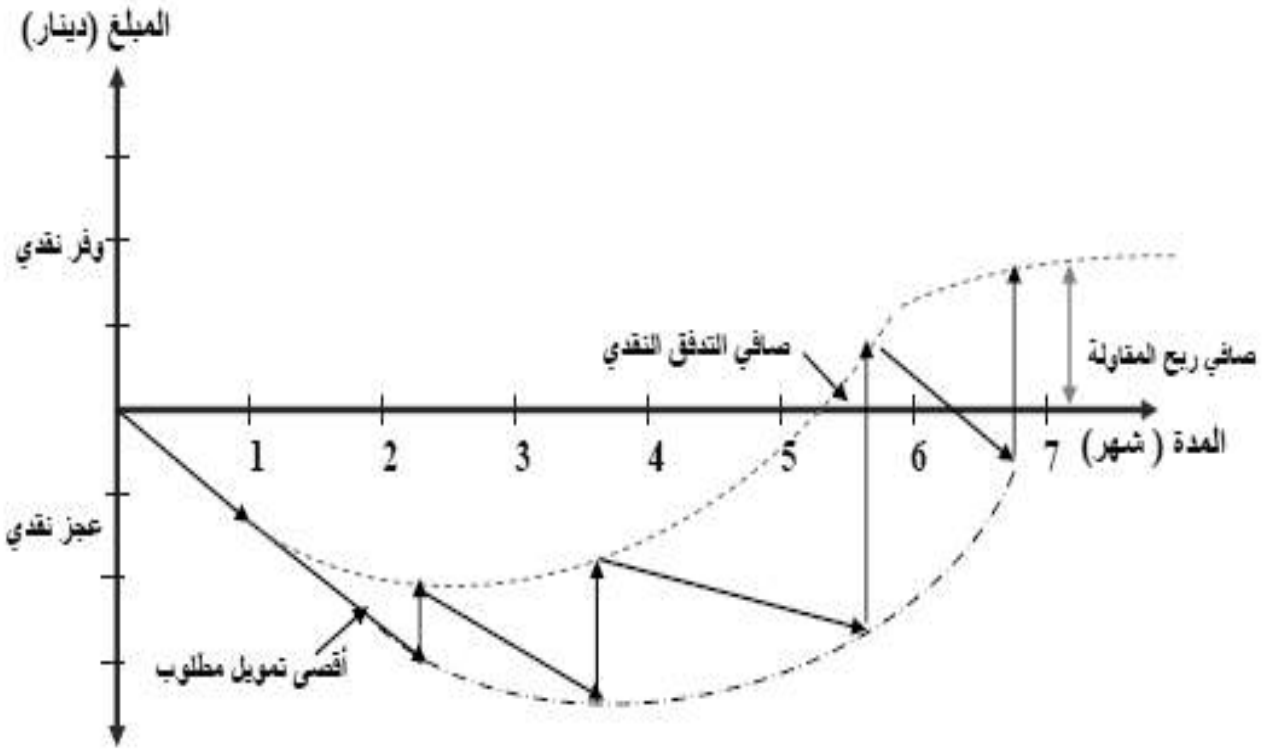

شكل (1) منحني التدفق النقدي التراكمي (S- Curve )

الدفعات الشهرية

صافي التدفق النقدي = الفرق بين المصاريف والواردات بداية كل شهر

# مخططات التدفق النقدي ( Cash Flow Diagrams )

بالإمكان التعبير خطياً عن كل من التدفق النقدي الموجب والسالب كما في الشكل ( 2 ) .




شكل (2) مخطط التدفق النقدي

## مثال ( 1 )

أحيلت مقاولـه بعهدة احد المقاولين وفق الفقرات والمبلغ والموضحة في الجدول وضع المقاول في تقديراته عند تسعير فقرات العمل شمول السعر إرباحا تقدر 10% من الكلفة الكلية لكافة فقرات المقاولة يستحق المقاولة سلفه في نهاية كل شهر عن قيمه الإعمال المنجزة ويستقطع منها التأمينات وتعاد هذه التأمينات وفق الشروط ألعامه لمقاولات لهندسة المدنية إجراءات تدقيق ألسلفه وصرف ألسلفه تستغرق شهرا واحدا بين تاريخ استحقاق المقاول للسلف وتاريخ استلامها فعلا .

جد اكبر مبلغ يتطلب من المقاول توفيره وتاريخ احتياجه لهذا المبلغ .

| Details / Time-( M ) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | .....19 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Monthly Value *1000 $ | 4.5 | 8.5 | 4 | 33 | 10 | 20 | | |
| Cumulative Value (V.C) | 4.5 | 13 | 17 | 50 | 60 | 80 | | |
| Retention | 0.45 | 1.3 | 1.7 | 4 | 4 | 4 | | |
| C. Value Less Retention | 4.05 | 11.7 | 15.3 | 46 | 56 | 76 | | 76 |
| C.V Received + | | 4.05 | 11.7 | 15.3 | 46 | 56 | 76 | 76 |
| | | | | | | | 2 | 4 |
| C. Retention repeated + | | | | | | | | |
| Received | | 4.05 | 11.7 | 15.3 | 46 | 56 | 78 | 80 |
| C. Cost = C.V / (الربح 1+%) | 4.091 | 11.818 | 15.455 | 45.45 | 54.54 | 72.72 | | |

Cumulative Value (V.C) المجموع التراكمي للمبالغ المقدرة .

C. Value Less Retention المجموع التراكمي لاستحقاق السلف

C.V Received المجموع التراكمي للتأمينات المستعادة

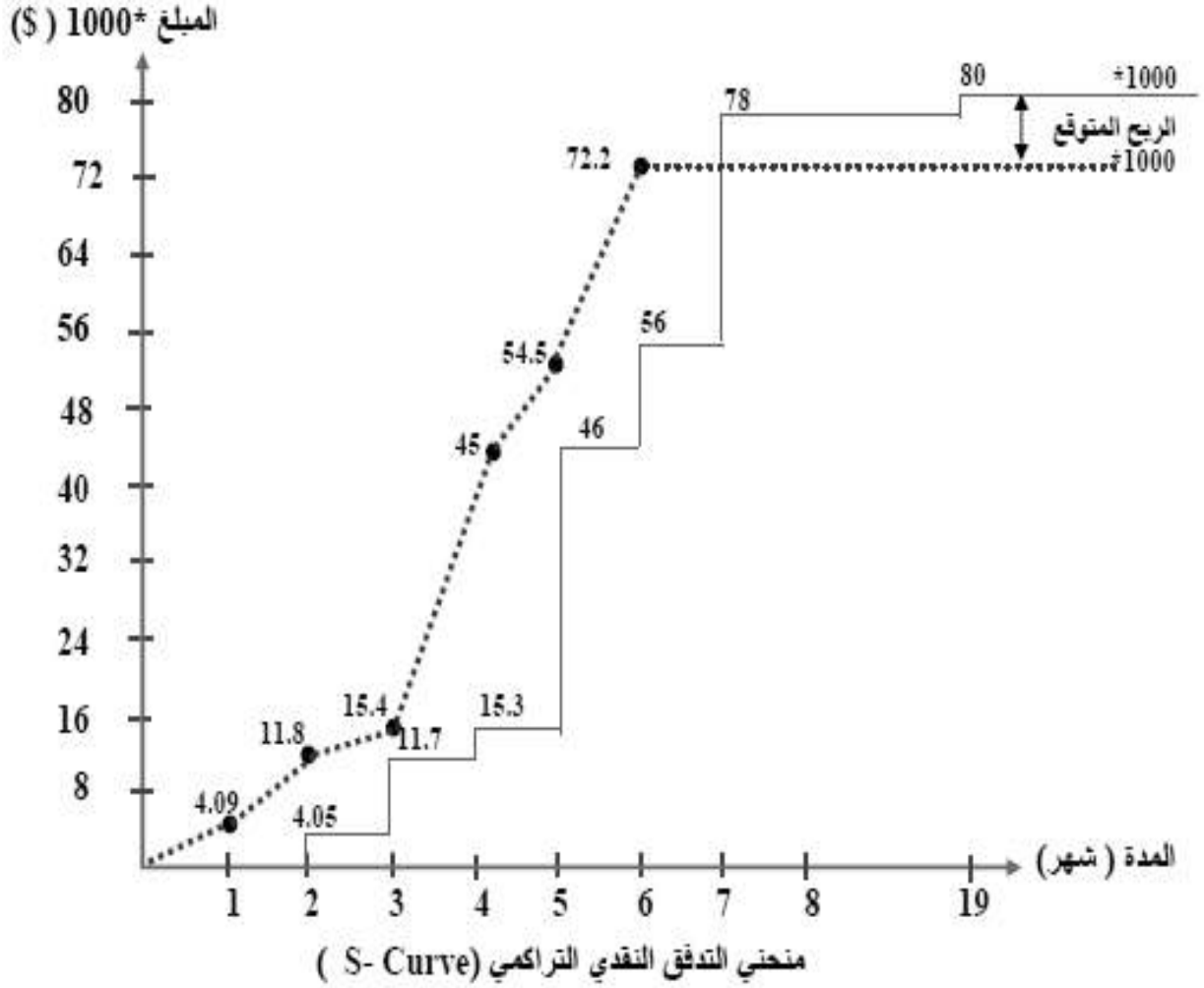
C. Cost الكلف التراكمية للمشروع

C. Value Less Retention = c.v – 10% c.v

على أن لا تتجاوز 10% c. v عن نسبه 5% من الكلفة الكلية للمشروع في المثال الحالي ID 4000 =5% * 80000

C.V Received = c.v les Retention ولكنها تزحف شهر واحد لتأخير استلام السلف .

قيمه التأمينات المسترجعة =(c.r.r) تقسم إلى قسمين 50% منها تسترجع مع السلفة الأخيرة و 50% بعد الانتهاء من مدة الصيانة .




منحني التدفق النقدي التراكمي (S- Curve )

لإيجاد اكبر مبلغ يتطلب توفيره من الأعمال *1000

1) 4.091 $
2) 11.818 $
3) 15.455 – 4.05 = 11.405 $
4) 45.455 – 11.7 = 33.755 $
5) 54.545 – 15.3 = 39.245 $ ⟵ اكبر مبلغ يتطلب توفيره
6) 72.272 – 46 = 26.272 $
7) 72.272 – 56 = 16.272 $

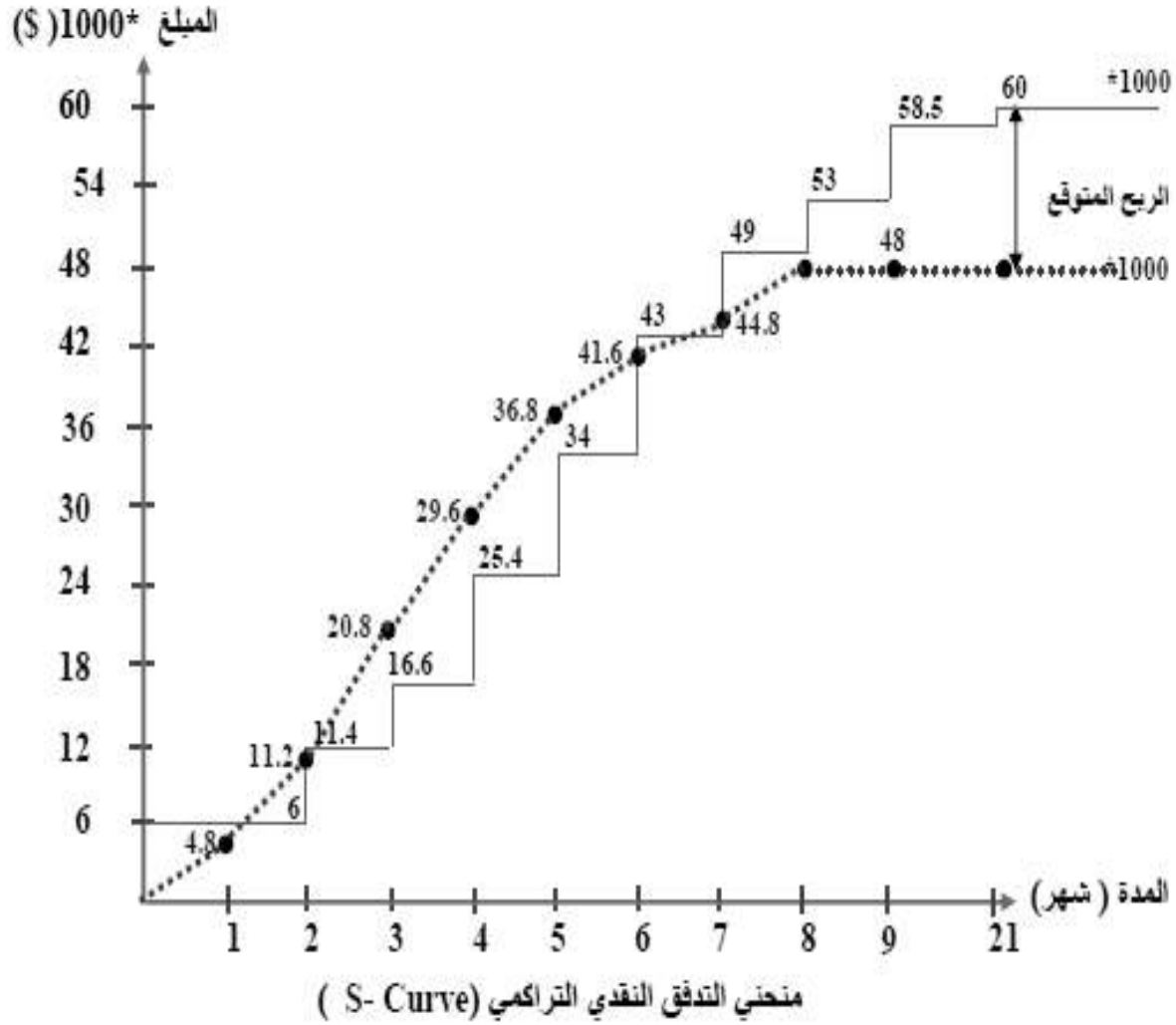
**مثال (2 )**

أحيلت مقاوله بعهدة أحد المقاولين بمبلغ 60000 دولار وحسب الجدول الموضح في أدناه وبمدة ( 8 ) أشهر واعتبارا من تاريخ توقيع العقد بين صاحب العمل والمقاول . وضع المقاول في تقديراته عن تسعير فقرات العمل لهذه المقاولة وكما وردت في جدول الكميات بشمول السعر بأرباح تقدر 25% من الكلفة الكلية لكافة الفقرات . تضمنت شروط العقد بين الطرفين قيام صاحب العمل ( الطرف الأول ) بتسليف المقاول دفعة أولية مقدارها 10% من مبلغ المقاولة تسدد على شكل ثلاث دفعات متساوية ومتتالية يسدد أولها عند استحقاق المقاولة للسلفة الثانية حسب العقد حيث يستحق المقاول سلفه في نهاية كل الشهر عن قيمه الأعمال المنجزة من قبله . (لاستقطاعات) التأمينات حسب الشروط العامة للمقاولات .

المطلوب رسم منحنيات التدفقات النقدية وإيجاد اكبر مبلغ يتطلب من المقاول على الإعمال خلال مده المقاولة وتاريخ احتياج المقاول لهذا المبلغ .

ملاحظة :- إجراءات تدقيق وصرف ألسلفه تستغرق شهرا واحداً مابين استحقاق المقاول وبين استلامه فعلا .

| Details / Time-( M ) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | ...21 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Monthly Value *1000$ | 6 | 8 | 12 | 11 | 9 | 6 | 4 | 4 | | |
| Cumulative Value (V.C) | 6 | 14 | 26 | 37 | 46 | 52 | 56 | 60 | | |
| Retention | 0.6 | 1.4 | 2.6 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | |
| C. Value Less Retention | 5.4 | 12.6 | 23.4 | 34 | 43 | 49 | 53 | 57 | | |
| C.V Received + | | 5.4 | 12.6 | 23.4 | 34 | 43 | 49 | 53 | 57 | 57 |
| C. Retention repeated+ | | | | | | | | | 1.5 | 3 |
| Obliged Received + | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | |
| Obliged repeat - | | | 2 | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | |
| C. Cost = C.V / (1+% ربح) | 4.8 | 11.2 | 20.8 | 29.6 | 36.8 | 41.6 | 44.8 | 48 | 48 | 48 |
| Net monthly received | 6 | 6 | 11.4 | 16.6 | 25.4 | 34 | 43 | 49 | 53 | 58.5 | 60 |




منحني التدفق النقدي التراكمي (S- Curve )

لإيجاد اكبر مبلغ يتطلب توفيره من الأعمال * 1000

1) 0
2) 11.2 – 6 = 5.2 $
3) 20.8 – 11.4 = 9.4 $
4) 29.6 – 16.6 = 13 $ ⟵ اكبر مبلغ يتطلب توفيره
5) 36.8 – 25.4 = 11.4 $
6) 41.6 – 34 = 7.6 $
7) 44.8 – 43 = 1.8 $
8) 48 – 49 = -1 $ ربح

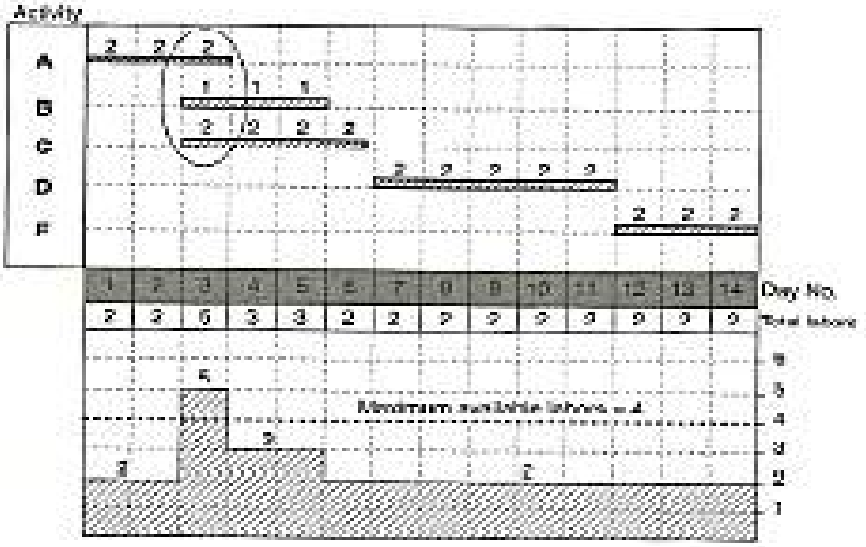
## برمجة الموارد

م.م. اسيل عبدالجادر

## Resource Allocation(RA)

ان عدم توفر الموارد بالكميات المطلوبه تشكل احدى التحديات الكبيرة في المشروع الانشائي. فغالبا مايكون عدد العمال المهره محدودا ولايمكن توفيره بالكميات الكبيرة، والمكائن والمعدات يتم استخدامها في عدة مشاريع في وقت واحد، وقد تكون كميات المواد المطلوب تجهيزها لموقع العمل محدودا. لذا يجب جدولة المشروع تحت تلك القيود المتمثلة بمحدودية توفر الموارد وتسمى تلك الموارد بالموارد الحرجة.

تحدث مشكلة محدودية الموارد عندما يتم تنفيذ عدة فعاليات في وقت واحد وان الطلب على المورد يفوق مايمكن توفيره من هذا المورد، يمكن توضيح ذلك من خلال الشكل التالي والذي يبين ان الفعاليات الثلاثة A,B, C تحتاج الى 5 عمال في اليوم 3 في حين ان المتوفر من هذا المورد هو فقط 4 عمال لليوم الواحد.




ان الحل الافضل لهكذا حاله هو ان يتم اعطاء الاولوية لفعاليات معينه على اساس الوقت المبكر لتنفيذ الفعالية حيث يتم تخصيص المورد للفعالية ذات الوقت الابكر للبدأ وتأخير الفعاليات الاخرى لابكر وقت يتم توفير المورد عنده ثانية وبذلك يتم تأخير المشروع ككل اي يحصل تمديد في مدة المشروع الكلية.

لانجاز تحليل تخصيص الموارد Resource Allocation يتم وضع البرنامج الزمني وفقا للقواعد التالية:

1- Major sort- early start
2- minor sort- total float

يتم اعطاء الاولوية للفعاليات التي تمتلك وقت البدء الابكر وفي حالة تساوي الوقت المبكر لبدء فعاليتين او اكثر فتعطى الاولويه للفعالية التي تمتلك اقل احتياطي كلي

3- Minimum late finish

4- Greatest resource demand

5- Largest work content

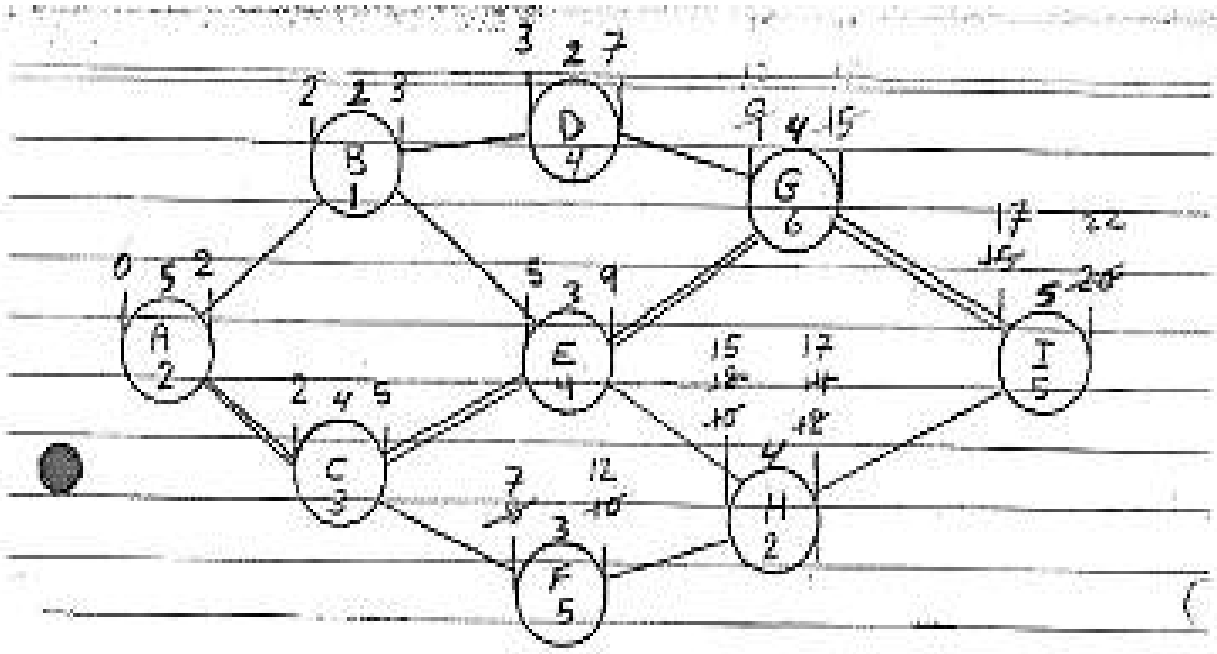
**Work Content = resource demand/ total float**

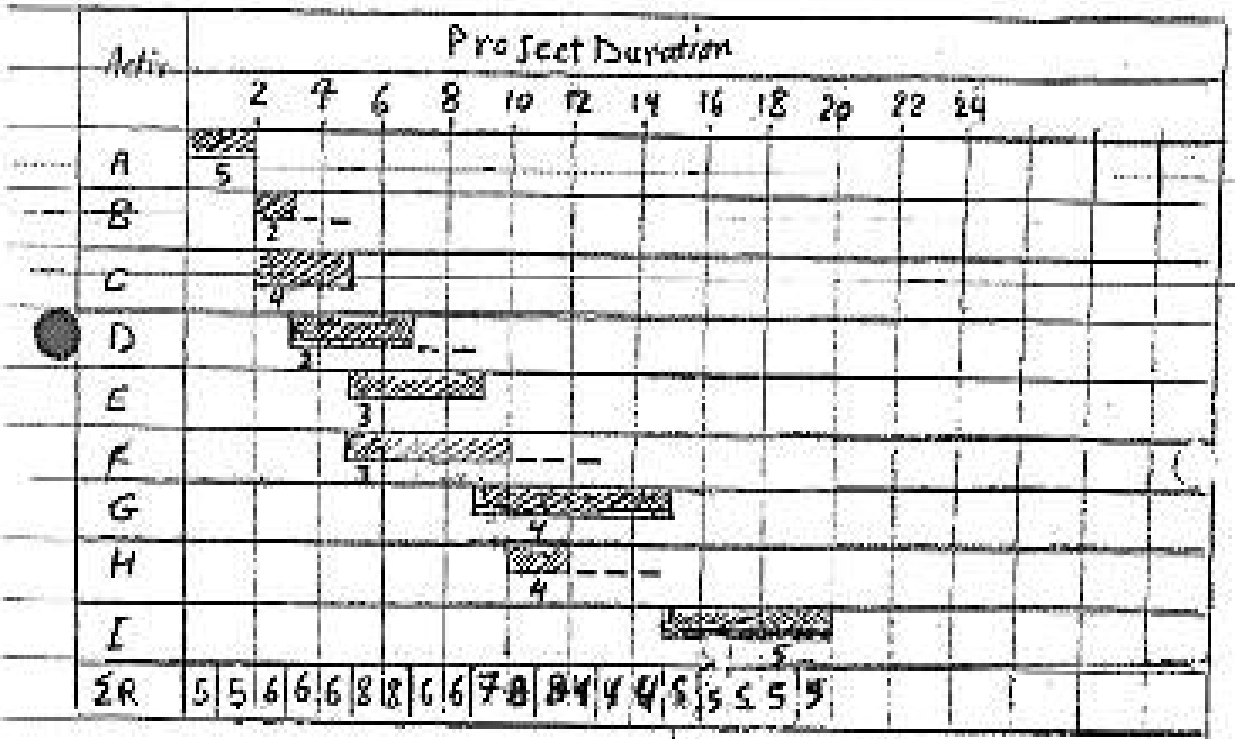
في حالة تساوي الإحتياطي الكلي فيتم اعطاء الاولويه للفعاليات التي تمتلك اقل LF واذا تساوت يتم اعطاء الاولوية للفعالية التي تحتاج اكبر عدد من المورد واذا تساوت يتم اعطاء الاولوية للفعاليات التي تمتلك اكبر محتوى عمل work content.

## EX

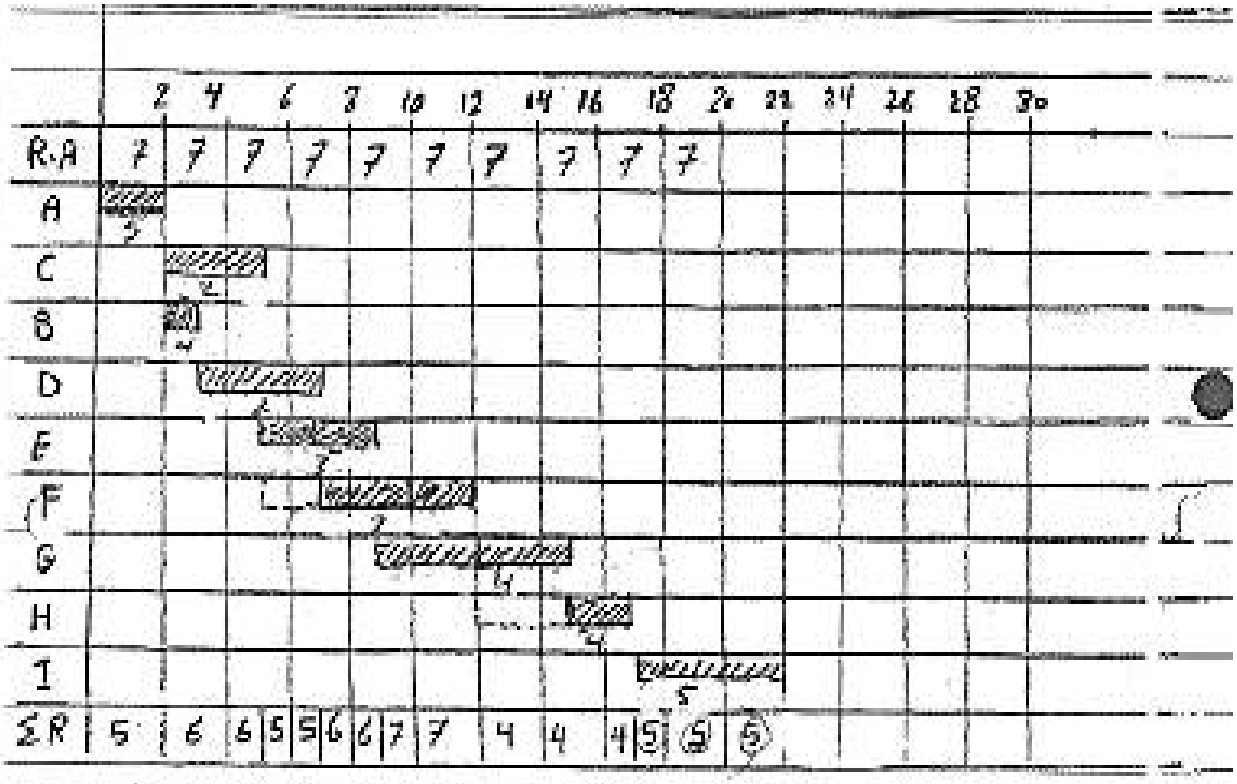
**Figure below shows the precedence diagram for a small project. Table below shows the resource required for each activity. The resource is limited to 7. prepare resource loading diagrams for the resource so that neither exceeds the limit.**

| Activity | Duration | Resource Requirement |
|---|---|---|
| A | 2 | 5 |
| B | 1 | 2 |
| C | 3 | 4 |
| D | 4 | 2 |
| E | 4 | 3 |
| F | 5 | 3 |
| G | 6 | 4 |
| H | 2 | 4 |
| I | 5 | 5 |

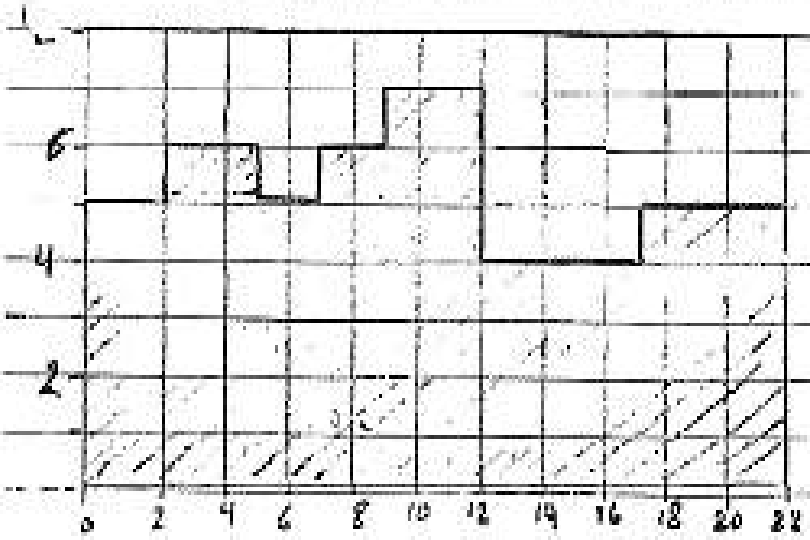

A
2
B
1
C
3
D
4
E
4
F
5
G
6
H
2
I
5


Activ
Project Duration
2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
A
B
C
D
E
F
G
H
I
ER

Allocation




يلاحظ ان مدة المشروع ازدادت من 20 الى 22 اسبوع كذلك يجب تعديل المخطط
وعلى صاحب المشروع أو مدير المشروع ان يتخذ القرار اما الاعتراف بقبول زيادة المدة
وعمل تكاليف اذا كان ليس لديه حل أو أن يجد حل بديل آخر لذلك المشكلة
الذي يعمل على زيادة الزمن المكلفة في حالة تأخير شاعر انجاز العمل.



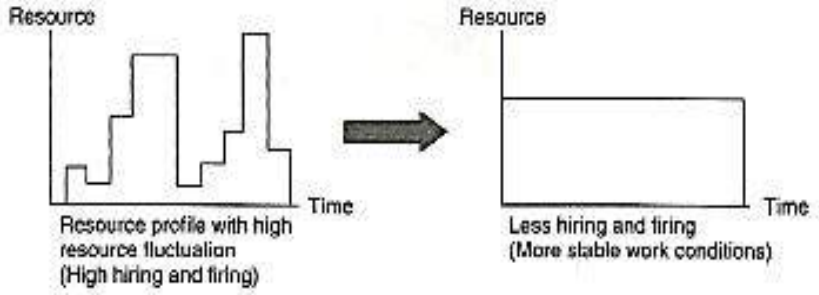

Resource Histogram after allocation
of limited Resources

# Resource Smoothing RS

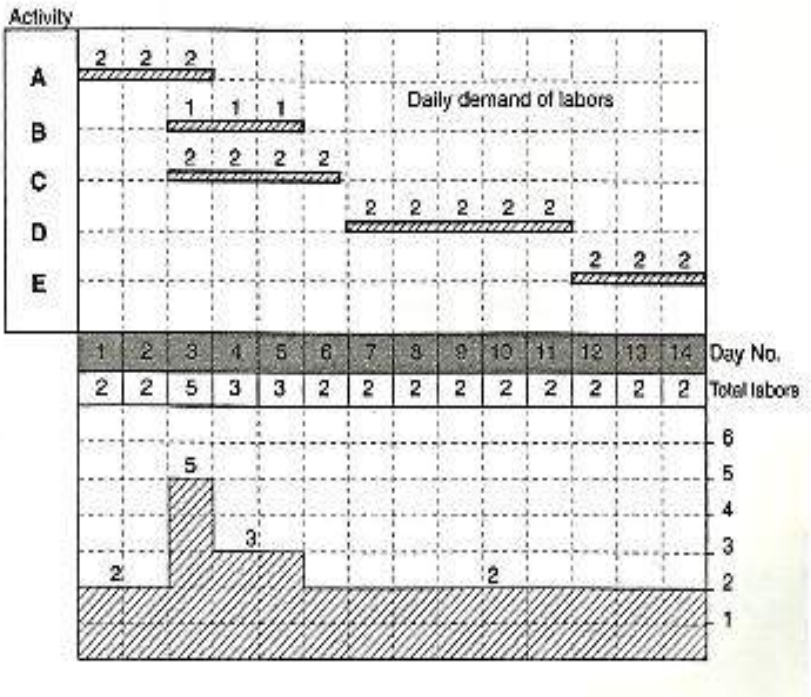
يطبق هذا التحليل عندما يراد التقليل من معدل التوظيف والاستغناء عن الموارد المستخدمة في تنفيذ المشروع سواء كانت هذه الموارد عمال او مواد او معدات وكذلك لتقليل تذبب المورد حول محور X .

ولعمل هذا التحليل تكون الموارد غير محدودة ويمكن توفيرها للمشروع بالاعداد والكميات المطلوبة لانجاز المشروع أما مدة المشروع فتكون محددة ولايمكن تجاوزها.

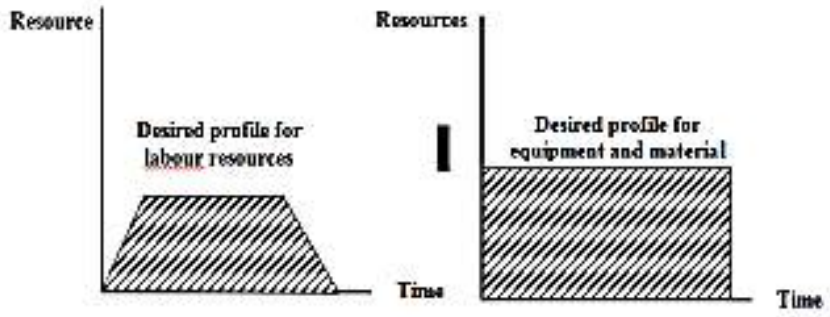
الهدف هو لتزحيف الفعاليات الغير حرجة بما تمتلكه من فائض حر Free Float وذلك للحصول على افضل مخطط للموارد وكما موضح في الشكل التالي،




بعد رسم المخطط الشبكي والمخطط الشريطي للمشروع تظهر مشكلة تذبذب الموارد ويبين الشكل التالي تذبذب العمال حول محور X



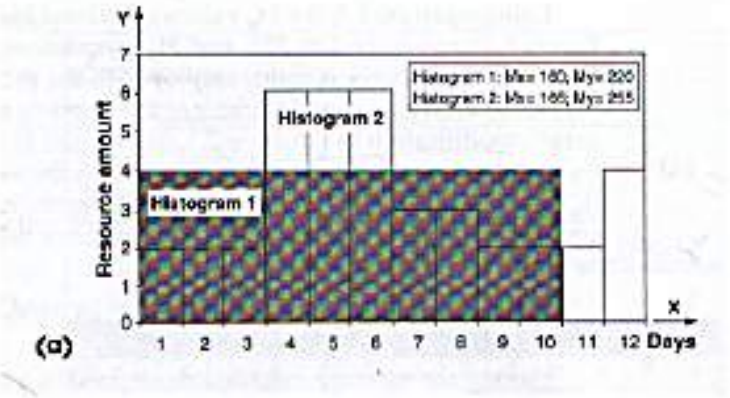
الشكل المرغوب للعمال Resource Profiles for Labour Resources يختلف عما هو في المواد والمعدات وكما مبين في الشكل التالي




وهناك طريقة معروفة تستخدم لانجاز RS وهي طريقة العزم الادنى

## Minimum Moment Algorithm

الهدف من هذه الطريقة هو لتقليل عزم الموارد حول محور X وكما موضح في الشكل ادناه حيث ان الفرق بين Histogram 1 و Histogram 2 هو انهما يمتلكان نفس مساحة الطلب على المورد ولكن العزم Mx ل Histogram 1 اوي 160 وهو اقل من Histogram 2 وهو 166 كما ان المورد في حالة Histogram 1 يترك العمل في يوم 10 بينما لايترك المورد العمل في حالة Histogram2 الا بعد يوم 12 وهذا يشير الى ان الشكل المنتظم والغير متذبذب هو افضل ومجدي اقتصاديا اكثر من الشكل المتذبذب.




ويتم اتباع الخطوات التالية لانجاز تحليل تنعيم الموارد Resource Smoothing RS

1- يبدأ فحص الفعاليات اعتبارا من اخر فعالية في البرنامج ، كل فعالية لاتمتلك FF يتم اهمالها والانتقال الى الفعالية التي بعدها

2- كل فعالية لاتمتلك موارد يتم تزحيفها لكامل مالتمتلكه من Free Float .

3- كل فعالية لها موارد موجبة يتم حساب معامل التحسين لها (Improvement Factor) ولكل وحدة من وحدات الاحتياطي الحر FF الذي تمتلكه الفعالية.

ا- اذا كان معامل التحسين سالب تهمل الفعالية و يتم الانتقال الى ما بعدها

ب- اذا كان معامل التحسين متساوي لاكثر من فعالية اختار الفعالية التي تمتلك اعلى resource Rate واذا تساوت في هذه الحالة ايضا اختار الفعالية التي تخلق اكبر FF للفعاليات التي قبلها.

واذا تساوت في هذه الحالة اختار الفعالية التي تحمل ابعد تاريخ بدأ متأخر واذا تساوت في هذه الحالة اختار الفعالية حسب تسلسل ورودها.

4ـ تزحف الفعالية اذا كان معامل التحسين صفر او موجب ويتم بعد ذلك تحديث مجموع الموارد

5ـ تعاد نفس الخطوات السابقة بعد الوصول الى اول فعالية في البرنامج وتعاد بشكل معاكس ابتداءا من اول فعالية في البرنامج الى اخر فعالية

$$IF = r ( \sum Xi - \sum Wi - m*r)$$

(r) Resource rate.

(m) The minimum of either the units of time that the activity to be shifted or the activity duration T.

(Xi) From which daily resource rate ( r) to be deducted.

(Wi) daily resource sum to which daily resource rate (r) are to be added.