

تحليل الوقت والكلفة (Time Cost Analysis)

ان الاوقات المتوقعة للنشاطات ووقت النهاية المتوقع للمشروع هي ميسرة
الاقوات الطبيعية (Normal Times) والتي يمكن انجازها من خلال الكلفة
الطبيعية (Normal Cost) .
تشأ الحاجة الى تحليل الوقت والكلفة عن عدة اسباب منها رغبة الادارة في
دنهاء المشروع في وقت يختلف عن الوقت المخطط بسبب وجود حوافز معينة
(ورغبة صاحب العمل لانهاء المشروع قبل الوقت المبكر المتوقع نظراً لأهميته
المشروع سواء اقتصادياً او غيرها) ان الهدف من تحليل الوقت والكلفة
هو معرفة كيف يمكن تقليل (Reduce) مدة المشروع باقل زيادة
ممكنة في الكلفة المباشرة (Direct Cost) وعن طريق تسريع
(Expedite) الفعاليات ذات الكلفة الاقل ، كل ذلك يفرض عدم
محدودية الموارد (Unlimited Resources) اي ان جميع الموارد المطلوبة
متوفرة .

تعريفات :-

- 1- الوقت الطبيعي (Normal Time) : هو الزمن اللازم لانجاز وتنفيذ
الفعالية في ظل الظروف الطبيعية دون ابطاء او تعجيل
- 2- الكلفة الطبيعية (Normal Cost) : وهي كلفة الفعالية او المشروع عند
تنفيذه او انجازه خلال الوقت الطبيعي دون الحاجة الى زيادة مستويات
الموارد المطلوبة لتنفيذ المشروع .
- 3- الوقت المضغوط (Crash Time) : هو اقل زمن يمكن تنفيذ الفعالية
او المشروع خلاله بحيث لا يمكن تنفيذ الفعالية او المشروع في زمن اقل مهما
زادت مستويات الموارد المستخدمة في التنفيذ
- 4- الكلفة المضغوطة (Crash Cost) : هي الكلفة المترتبة على تنفيذ
الفعالية او المشروع في اقل وقت ممكن .

٥- الكلفة الكلية (Total Cost) : هي مجموع الكلف المباشرة (Direct Cost) والكلف غير المباشرة (Indirect Cost)
$$\text{Total Cost} = \text{Direct Cost} + \text{Indirect Cost}$$

٦- الكلف المباشرة (Direct Cost) : هي مجموع المصاريف التي تدخل مباشرة في تنفيذ الفعليه او الفقرة الانشائية مثل (المواد واجور العمل واجور المعدات والآليات .

٧- الكلف غير المباشرة (Indirect Cost) : وهي مجموع الكلف التي لها علاقة بإدارة المشروع وليست مرتبطة بتنفيذ الفقرة الانشائية وهي على نوعين
- التحميلات الحقلية (Site overhead)
- التحميلات الادارية (Office overhead)

٨- التحميلات الحقلية : المصاريف اللازمة لتغطية مجموعة من مواد والخدمات لموقع العمل:
- كلف المنشآت الوقتية مثل دائرة المهندس المقيم والمخازن ومعامل لهيباته
- مصاريف النقل والسيارات الحقلية
- اجور الخدمات الماء والكهرباء والهاتف
- التجهيزات المكتبية والقرطاسية في الموقع
- كلف صيانة الطرق الخدمية والخدمات لموقع العمل
- رواتب المهندسين والفنيين والحراس ومجال الخدمة والسواق .

٩- التحميلات الادارية : وتشمل المصاريف اللازمة لتغطية كلف واجور مجموعة من المواد والخدمات في مكتب رئيسي للدائرة المنتفذة (ادارة شركة)

- رواتب العاملين في ادارة شركة
- ايجارات مكاتب رئيسي للدائرة المنتفذة
- اندثار الآليات والمعدات
- اجور الخدمات (ماء + كهرباء + هاتف)
- مصاريف النقل في مكتب رئيسي للدائرة

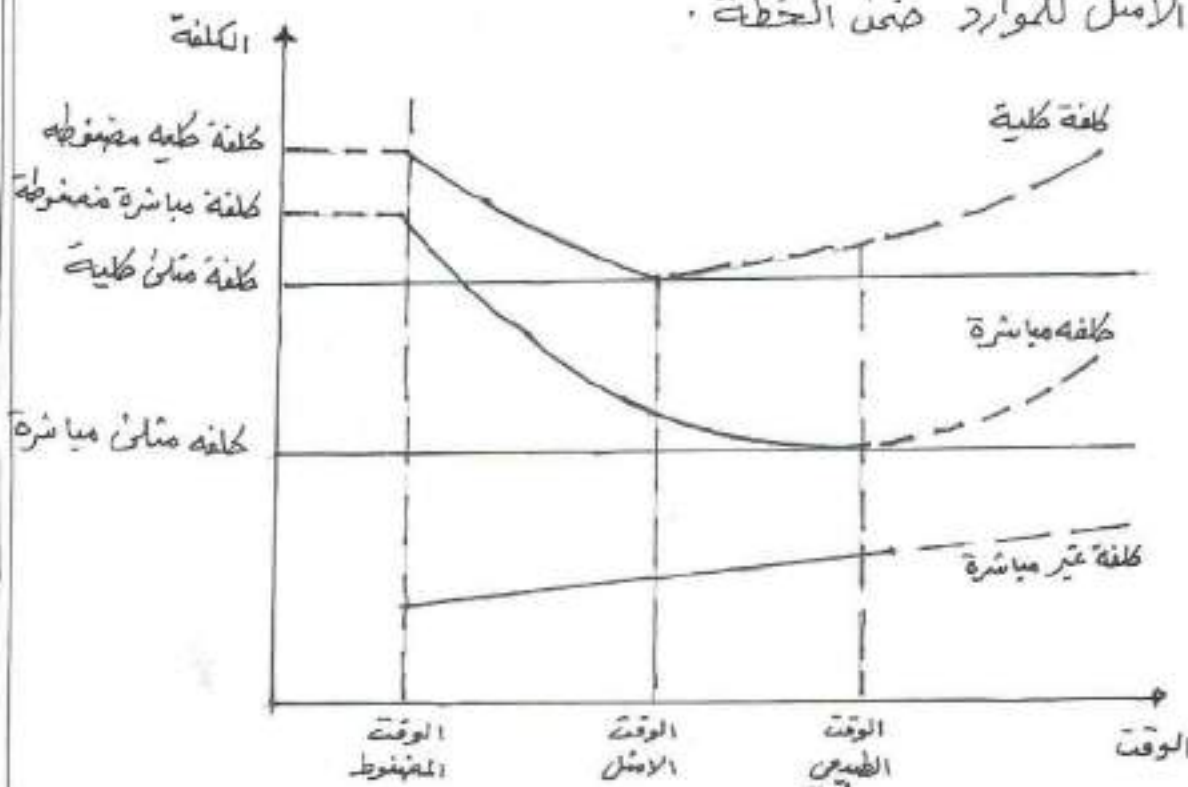
وتحسب الكلف غير مباشرة نسبة مئوية من الكلف المباشرة وتتراوح بين (10-15) % وتناسب طردياً مع الزمن ، ههنا ان المتأخرين في تسليم المشروع يؤدي الى زيادة الكلف غير المباشرة

العلاقة بين الوقت والكلفة للمشروع :

ان العلاقة بين الكلفة المباشرة والكلفة غير المباشرة تكاد تكون عاكسية كما هو مبين في الشكل التالي ، ففي حالة ضغط مشروع ما (مجموعة فعاليات) فان كلفة المباشرة تزداد بسبب الحاجة الى تنفيذ الفعاليات في وقت اقل بينما كلفة المشروع غير المباشرة تقل بسبب ان نميتها من المصاريف بالنسبة للزمن قد يقل " الا في حالة ازدياد النفقات الادارية ، والشكل التالي يوضح العلاقة بين الكلفة الكلية وكل من الكلفة المباشرة وغير المباشرة لمشروع حيث نلاحظ ان الكلفة غير المباشرة تزداد مع الزمن بينما الكلفة المباشرة تقل مع الزمن ثم تبدأ بالزيادة .

الوقت الامثل (Optimum Time) لتنفيذ المشروع بالكلفة المثلى

(Optimum Cost) يحصل عندما يتغير ميل منحنى الكلفة الكلية من سالب الى موجب . وهذه النقطة تقع عادة قبل الوقت الطبيعي للمشروع ، لذلك فلتخفيض الكلفة الكلية يجب محاولة انهاء المشروع في الوقت الامثل مع محافظة على الاستخدام الامثل للموارد ضمن الخطوة .



علاقة الوقت و كلفة للمشروع

ملاحظات / عندما يرد منك مهندس في مشروع معين ان تعجل في فعاليه معينه
ولفترة زمنية اقل مما هو مخطط لهذه الفعالية على ان تكون تلك التغييرات
واقعه على المسار الحرج (Critical Path) .

① زيادة في عدد العمال او زيادة عدد المجاميع وبالتالي يؤدي تقليل من انتاجية
العامل الواحد والذي يؤدي بذلك الى زيادة في الكلف الثابتة

② زيادة عدد مكائن والآليات في تلك لفعاليات وذلك باستئجار
او شراء آلات اضافية وبالتالي هذه الزيادة في العدد تقلل لوقت
الاعتيادي وزيادة في الكلف الثابتة نتيجة تقليل في انتاجية بالآلة
الواحدة

③ زيادة في سرعة تجهيز مواد الاولية ✓

④ تحسين لعاملين على زيادة في الانتاجية ✓

⑤ ايجاد بديل في تنفيذ فعاليه معينه تؤدي الى زيادة في الانتاجية ✓

خطوات تقليل مدة تنفيذ المشروع

① ايجاد المسار الحرج وتحديد الفعاليات الحرجية

② ايجاد ميل الكلفه (Cost slope)

$$\text{Cost slope} = \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal Time} - \text{Crash Time}}$$

③ يبدأ الضغط ياقل كلفة تسريع بالاعتماد على Cost slope

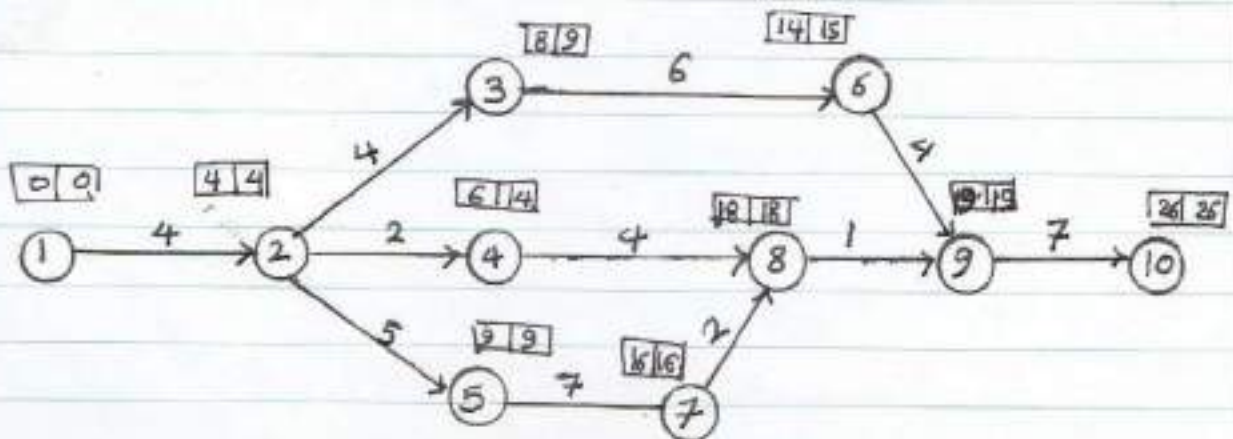
④ خفض الوقت لفعاليه معينه / يكون مقبول في حاله بقاء مسار الحرج بدون
تغيير

⑤ بعد الاستراء من خفض عدد لفعاليات حرجية ، يتم حساب مدة
المشروع الكلية الجديدة (المقبولة) و الكلفه الكليه للمشروع (المقبولة)

مثال : المخطط الشبكي التالي لاجد المشاريع الانشائية مع الكلف
 المباشرة المضمنه وكذلك المدة الاعتيادية (Normal) و
 القوية (Crash) جد المدة التي ينتج عنها اقل كلفة كلية
 للمشروع ، واذا كانت الكلفة غير لمباشرة تزداد بمعدل 150 جنيه
 /اسبوع

Act	Normal		Crash		range	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



0

١- مدة مشروع هي 26 اسبوع

٢- الكلفة مباشرة 3450 ل.ت دينار

ب- الكلفة غير مباشرة $26 \times 150 = 3900$ ل.ت دينار

كلفة المشروع = $3450 + 3900 = 7350$ ل.ت دينار

٢- يتم اختيار اسبوع واحد من الفعالية (7-5) كونها اقل كلفة لفعاليتها
المسا- اخرج ، فيصبح زمن انجاز مشروع 25 اسبوع

٢- الكلفة مباشرة $3450 + 15 = 3465$ ل.ت دينار

ب- الكلفة غير مباشرة $25 \times 150 = 3750$ ل.ت دينار

الكلفة الكلية
7215

٣- تكون لدينا مساران محرجان ، ويتم اختيار مدة مشروع

الكلفة الكلية = $3465 + (15 + 50) + 150 \times 24 = 7130$ ل.ت دينار

٤- يتم اختيار اسبوع للفعالية المشتركة (10-9) ليصبح زمن انجاز مشروع
(23) اسبوع

الكلفة الكلية $3530 + 70 + 150 \times 23 = 7050$ ل.ت دينار

٥- عند اختيار مدة مشروع ليصبح 22 اسبوع من الفعالية (5-2) ، (9-6)

الكلفة الكلية = $3600 + (160 + 50) + 150 \times 22$

= 7110 ل.ت دينار

وه الكلفة بدأت بالزيادة ، اذا من الافضل ان تكون مدة تنفيذ مشروع هي
(23) اسبوع

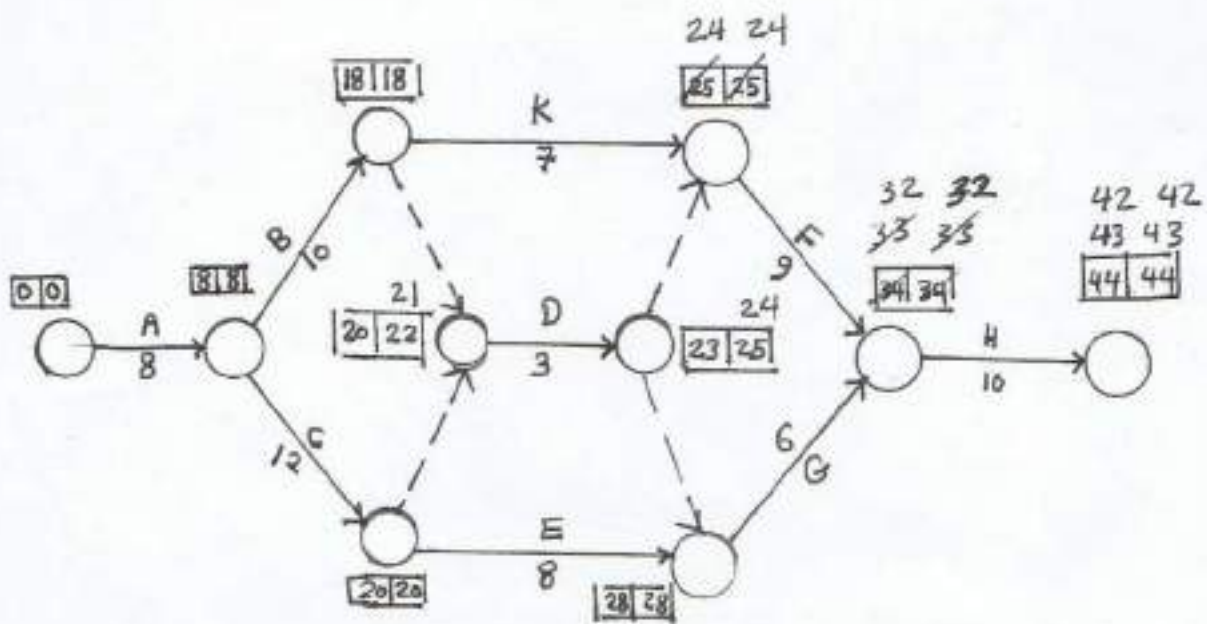
مثال 2 :- الفعاليات التالية للاشتراك لاشياية ، وكما في ادناه الكلفة

وحدة الاعتيادية (Normal) ولتصلح (Crash) ، اذا علمت ان

الكلفة غير مباشرة سنادي 40 ل.ت دينار / يوم ولقرامه بتأخيرية 10 ل.ت دينار
ايوم . جيد اقل كلفة للمشروع . ولا ملاحظة تبدأ القرارة التأخيرية بعد اليوم الثاني
والاربعين .

Act.	Preceded by	Normal		Crash		range	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



- 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

C.P المسار الحرج



① $\text{التكلفة الكلية} = \text{التكلفة المباشرة} + \text{التكلفة غير مباشرة}$

$$5560 \text{ إيفاد دينار} = (10 \times 2 + 44 \times 40) + 3780 =$$

② نقلت يوم واحد لكل من إضاليتين G, K

$$10443 \times 40 + (22.5 + 5 + 3780) = \text{التكلفة الكلية}$$

$$= 5547.5 \text{ إيفاد دينار}$$

③ نقلت يوم واحد لكل إضاليتين G, F

$$42 \times 40 + (25 + 22.5 + 3817.5) = \text{التكلفة الكلية}$$

$$= 5545 \text{ إيفاد دينار}$$

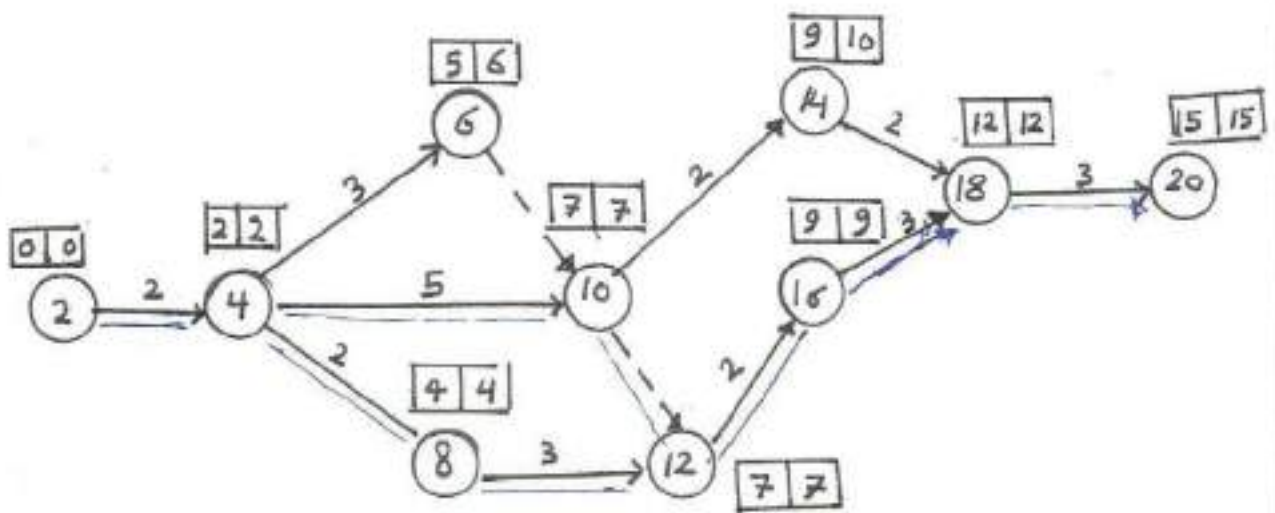
④ نقلت يوم من إضالية A

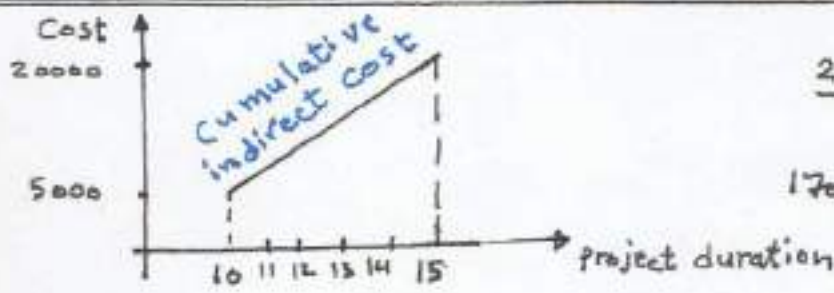
$$5555 = 41 \times 40 + 50 + 3865 = \text{التكلفة الكلية}$$

∴ التكلفة بدأت تتزايد فتمتعي باقتصاد مدة المشروع 42 يوم تصغير التكلفة

$$\text{التكلفة} \underline{5545} \underline{\text{إيفاد دينار}} \cdot 42$$

Ex₃: Time & cost data For small Project are given below. Draw the total cost curve and indicate the minimum total cost at the minimum duration of the Project





$$\frac{20000 - 5000}{5 \text{ month}} = 3000/\text{month}$$

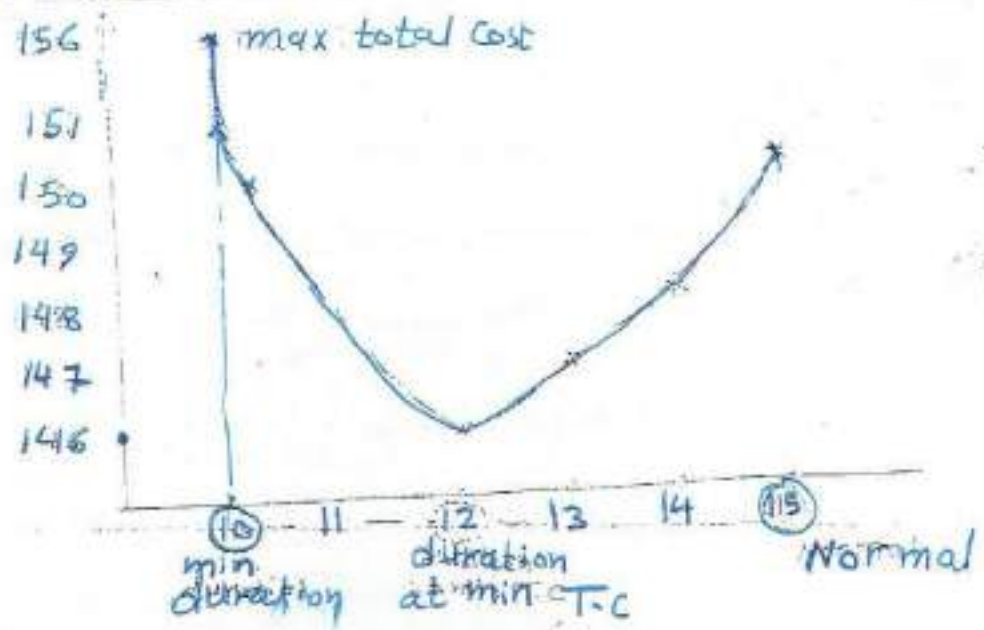
یعنی ہر ماہ 3000 کی شرح پر اضافہ ہوتا ہے
 یعنی 14 ماہ کی مدت پر 17000 = indirect cost

Activ.	Normal		Crash		R
	Time	Cost ¹⁰⁰⁰	Time	Cost ¹⁰⁰⁰	
2-4	2	10	2	10	-
4-6	3	12	1	13	0.5
4-8	2	15	2	15	-
4-10	5	10	2	13	1
8-12	3	14	1	16	1
10-14	2	11	1	13	2
12-16	2	13	1	16	3
14-18	2	16	1	19	3
16-18	3	18	2	19	1
18-20	3	11	2	17	6

Σ 130

- ① لانڈیل بالفعالیت 4-6 وہی ارخص لانڈیل لائق عالمی شمار کرتے
- ② یتیم تعلق 16-18 لیجیجی زمن انجامہ شروع 14 ماہ
- ③ یتیم تعلق { 4-10 } لان مجموعہ تعلق ارخص لیجیجی زمن انجامہ شروع 13 ماہ
- ④ یتیم تعلق { 4-10 } لیجیجی زمن انجامہ شروع 12 ماہ
- ⑤ یتیم تعلق { 12-16 } لیجیجی زمن انجامہ شروع 11 ماہ
- ⑥ یتیم تعلق { 18-20 } لیجیجی زمن انجامہ شروع 10 ماہ
- ⑦ ای مسارہ ہر جے یتیم تعلق لے ای ان مدہ شروع لایکرتے تعلقہ بعد

action	duration month	direct cost x 1000	indirect cost x 1000	Total Cost x 1000
Normal star	15	130	20	150
← 16-18	14	131	17	148
← 4-10 8-12	13	133	14	147
← 4-10 8-12	12	135	11	146
12-16 10-14	11	140	8	148
18-20	10	146	5	151
All crash	10	151	5	156



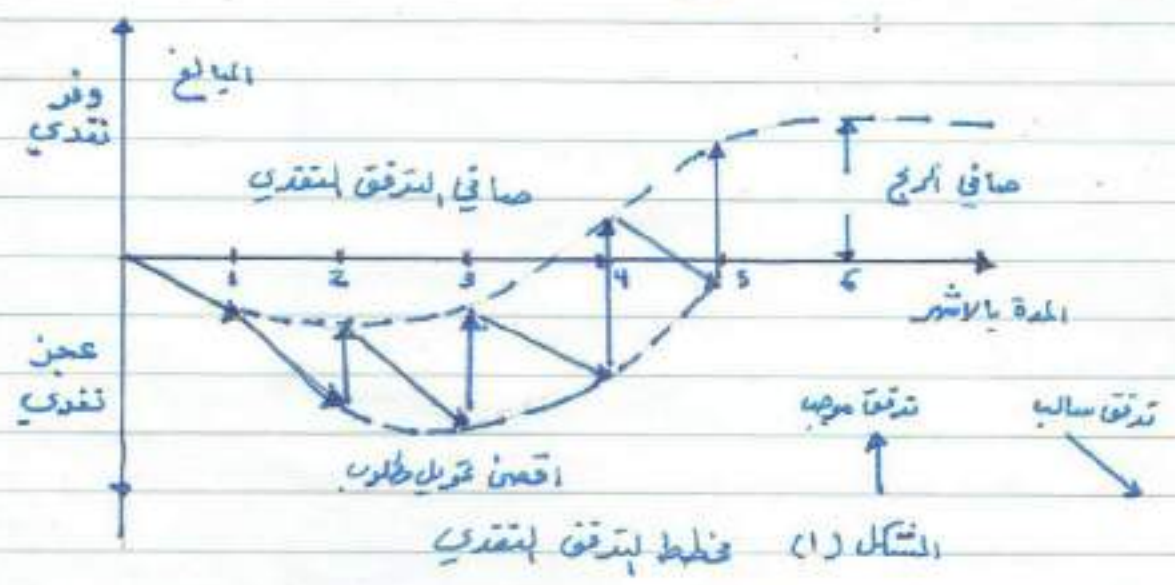
Cash Flow Forecasting توقعات التدفق النقدي

التدفق النقدي (Cash flow) :

التدفق النقدي هو الحركة الفعلية للمبالغ النقدية من وإلى الوحدة المحاسبية (الشركة / المنشأة / ادارة مشروع) ويعني ايضاً الحركة الفعلية للمبالغ النقدية من وإلى حسابات مشروع . وتبرز أهمية التدفق النقدي بشكل أكبر بالنسبة للمقاول او المحرم المنفذ عندما يكون هناك أكثر من مشروع قيد التنفيذ حيث ان التدفق النقدي في هذه الحالة يشمل الحركة الفعلية لاجمالي المبالغ النقدية التي تدخل بشكل واردات تمثل قيمة العمل المنجز « مطروحاً منها اية استقطاعات بموجب العقد » والمبالغ التي تشكل مصاريف لتوفير مستلزمات تنفيذ العمل .

في مشروع الانشائي هناك نوعين من طرقه لمبالغ نقدية

1- تدفق نقدي موجب « Positive Cash Flow » وهو مجموع المبالغ الداخلة الى حسابات المشروع ويعادل مجموع المبالغ التي يستلمها المقاول او المحرم التي تنفذ مشروع وبشكل دفعات شهرية مطروحاً منها الاستقطاعات « مقابل الكميات المنفذة من الاعمال » ويتم تقديره عن طريق تقدير عمودي يتجه الى الاعلى طوله يتناسب مع المبالغ المستلمة ومن خلال ارتباطه بالبرامج مع بعضها على مدى فترة تنفيذ المشروع يتم الحصول على مخطط التدفق النقدي المتوقع للمقاول وكما في الشكل (1) من المخطط يستدل بالمقاول على صافي التدفق النقدي بإمكانية من التخطيط المالي وتوقيف مستلزمات العمل المطلوبة بشكل مسبق يضمن استمرارية انجاز الاعمال حسب خطة المشروع



٤ - التدفق النقدي سالب (Negative Cash Flow) وهو مجموع المبالغ النقدية الخارجة من حساب المشروع بشكل مصاريف لتغطية تكاليف الأعمال قيد التنفيذ وتشمل على سبيل المثال تكاليف مواد ولحقات وإيجور العمل وأيضا مصاريف أخرى يتطلبها العمل ويتم إلتزامه بشكل مستمر إلى أسفل ويتجه نحو اليمين ضمن فترة الزمنية التي يجري فيها الصرف عادة حيث أن ملك السهم يشير إلى استمرارية الصرف طوال فترة

صافي التدفق النقدي (Net Cash Flow) هو الفرق ما بين التدفق النقدي الموجب (إيرادات) والتدفق النقدي سالب (المصاريف) سواء لمشروع واحد أو عدة مشاريع في حسابات المقاول أو الجهة المنفذة . ومن أهميات العمل في المشاريع إلتزامه أن التدفق النقدي الموجب يعمل مرة واحدة في نهاية كل من الفترات الزمنية المتتالية في مدة المقاوله (شهر)

$$\text{Net cash Flow} = \text{Positive cash flow} - \text{Negative Cash Flow}$$

أما التدفق النقدي سالب فإنه مصاريف يومية مستمرة طوال مدة التنفيذ وعلى هذا الأساس فإن صافي التدفق النقدي يجب في نهاية الفترات الزمنية ليتزامن مع الدفقات الشهرية المستلمة عن قيمة العمل المنجز أي أن صافي التدفق النقدي كزيادة الفترة المحددة يجب أن يكون موجباً ما بين مجموع المبالغ النقدية المستلمة مطروحاً منه الاستقطاعات ومجموع المبالغ المصروفة .

١٠ إن المقاول يواجه هالتين من حالات صافي التدفق النقدي
 ③ الحالة الأولى : وتكون عادة في الأشهر الأولى من المباشرة بالعمل حيث أنه مصاريف المقاول أكبر من إيراداته المتحققة عن قيمة الأعمال المنجزة أو بمعنى آخر أن التدفق النقدي سالب أكبر من التدفق النقدي الموجب . الأمر الذي يسبب عجز في حسابات المقاول ويتطلب منه الحصول على التمويل من خارج المقاوله لتتمكن من الاستمرار بالعمل وتحقيق تقدم في نسبة إنجاز العمل

④ الحالة الثانية : عندما تبدأ إرادات المقاول الشهرية في تحقيق نسبة تعاقدية من الإنجاز تزيد عن مصاريفه التراكمية أي أن التدفق النقدي الموجب يصبح أكبر من التدفق النقدي سالب . ويعني ذلك أن حساب المقاوله صار يحقق وفراً يعادل

يعادل صافي التدفق النقدي وان المقاوله بدأت تحول نفوسها ذاتياً اذ انها قد تحقق شيئاً من ارباح المشروع من تنفيذ المشروع.

التخطيط المالي للمقاوله :

تحال مقاولات، مشاريع، الاشياء بصوره المقاولين وبالايسعار التي يتفق عليها وان السعر للاعمال (يشمل سعر الكلفه التخمينيه وضماناً الى سببه من ارباح قد يصل الى 20% بصوره عامه فان
سعر المقاوله = كلفه الاعمال + ارباح

ويجري تنفيذ الاعمال وفق نسب تصاعديه تتبع عادة مسار منحنى لانبارز الكمي (Progress S-Curve) وتحدد هذه النسب مسبقاً وفق خطة العمل (Plan of Work) ويوجب البرنامج الزمني للمقاوله / فانه بالامكان ان يحدد تبعاً لذلك المبالغ المتوقعه لصرفها على العمل لكل شهر اذ ان قتره يراد بها تحديد مبلغ اسلفه استحققه وذلك من المبلغ المحدود لكل قفرة في الشهر المراد تحديد اسلفه له بدون الارباح المحددة من قبل المقاول

$$\text{الكلفه الحقيقيه} = \frac{\text{كلفه الاعمال في حدود الكميات}}{(1 + \text{اربح})}$$

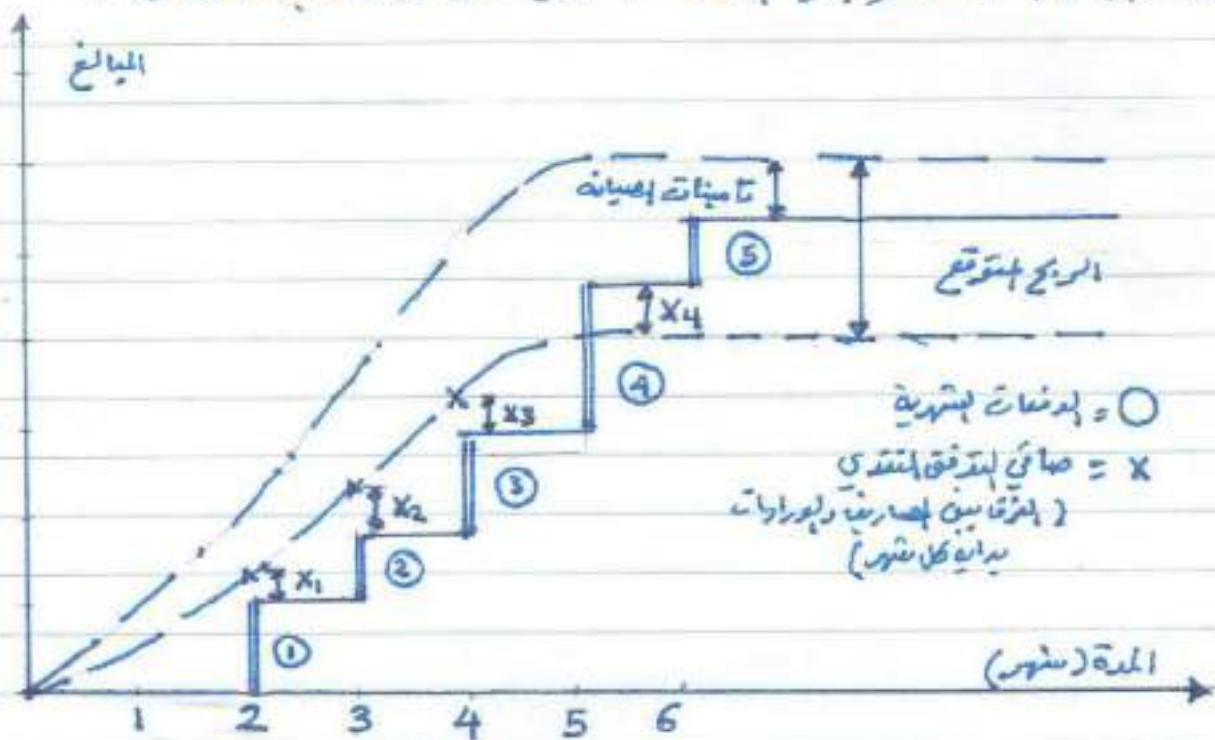
ان ~~يكون~~ يتفق التقديري للمقاوله يمكن المقاول من تحديد توقعات المبالغ التي سوف يصرفها والمبالغ التي سيستلمها كحد زمني كذا قفرة زمنية وبالتالي سوف تساعده في معرفه السهولة التقديريه التي يحتاجها ومما تم التخطيط لاسلوب تمويل المشروع بالمبالغ التقديريه لمجموعة المشاريع التي يعهدها.

ملاحظات :

- ① يمكن دفع سلفه مقدمه على حساب (سلفه تسقيليه) لتسريع باقسط يتفق عليها وعلى كفاءته سديدها وفق شرط العقد
- ② السلفه تدفع شهرياً اذا كان العمل مستمر
- ③ هناك قدر ما بين تقديم الطلب واستحقاق السلفه وضربها

- ④ يدفع صاحب العمل 90% من قيمة العمل المتجزئ الى المقاول (سلفه شهريه) ويكسب العقد ويبقى استقطاعات استثنائية
- ⑤ لا تتجاوز نسبة الاستقطاعات 5% من مبلغ المقاول الكلي
- ⑥ يتم التسليف 75% عن قيمة المواد المتطورة في موقع العمل
- ⑦ يخلق نصف الاستقطاعات عند صدور شهادة الاستلام الاولى (المكان الاعمال) ويبقى تطلق بعد اكمال الاعمال وصدر شهادة الاستلام النهائي

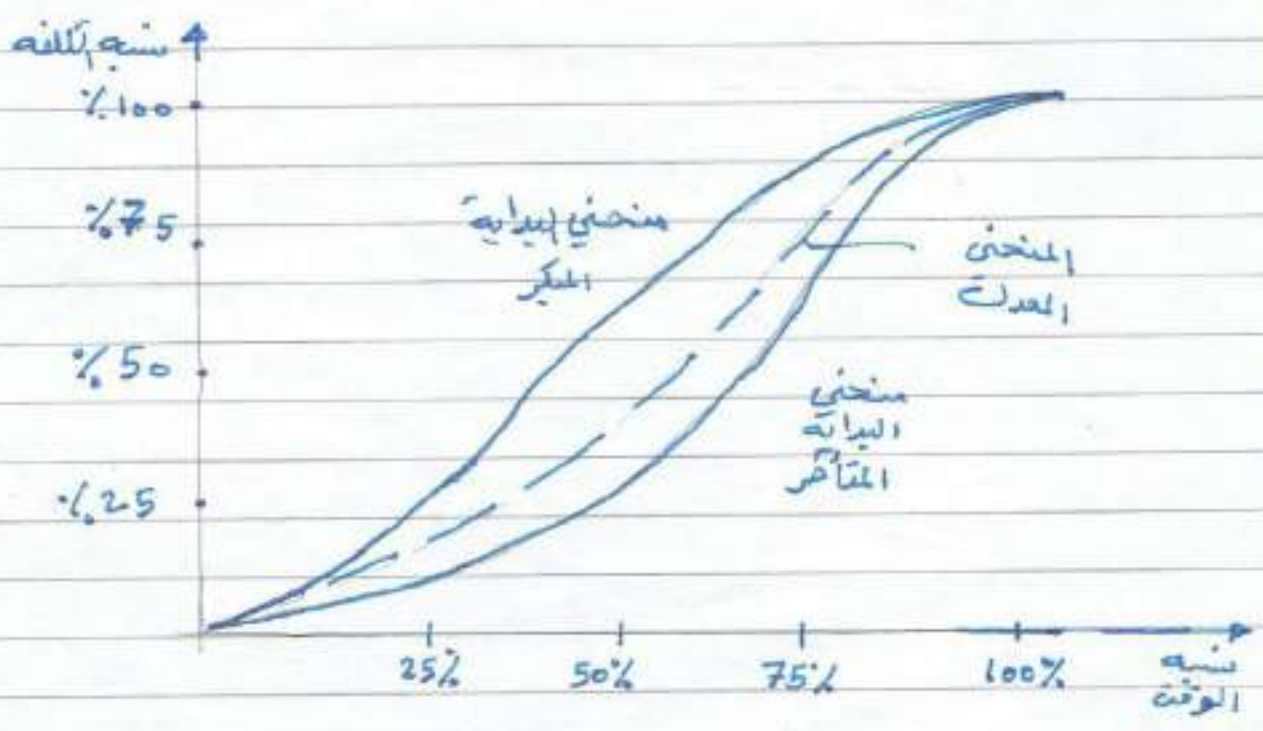
ان قيمة العمل والمواد المتجزئ للمقاول يمثلان الاساس الذي يمكن الاعتماد على تقدير قيمة العمل المخطط انجازها تراويه كل شهر (Budget Value) ومن ثم معرفة شروط الدفع في المقاوله يمكن تحديد المبالغ التقديري للدفعات الشهرية المتوقع استلامها لقاء الاعمال المتجزئه. الشكل رقم (2) يبين منحنيات التدفق التقديري لقيمة الاعمال المتجزئه والمبالغ المستحقة ومبالغ الدفعات الشهرية على مدى تنفيذ المقاوله.



منحني التدفق التقديري التراكمي (S-Curve)

منحنى الوقت والكلفة التراكمي للمشروع

يتمثل الشكل (3) منحنى الوقت والكلفة التراكمي لمشروع ما (S-Curve) ونلاحظ ان هناك منحنين الاول يمثل منحنى وقت البداية المبكر (Early start Curve) للفعاليات و الثاني يمثل منحنى وقت البداية المتأخر (Late start Curve) للفعاليات وفي هذه الحالة سيأخذ الرسم شكل غلاف خارجي وغلاف داخلي (envelope Curve) ويتم رسم منحنى يمثل معدل اوسط بين البيتين (average Curve) ولغرض اجراء المقارنة بين واقع الحال والمخطط يفضل ان يكون مسار المنحنى الذي يمثل واقع الحال واقعا بين المنحنين الخارجيين والداخليين وعلى حدري مشروع ان يحاول الانقياد على حالة سير العمل وفق هذا المسار صعب الاستطاع وطيلة فترة التنفيذ ويعتبر هذا الموقف مقبولاً ووالاً على ضمن سير العمل اما اذا وقع المنحنى الممثل لواقع الحال خارج الغلاف هذا يعني حدوث انحرافاً في سير العمل ينبغي تلافيه واتخاذ الاجراءات اللازمة.



(S-Curve)

س : احييت مقاوله الى احد شركات المقاولات بمبلغ 152 مليون دينار
على ان ينجز العمل مدة 5 اشهر تضمنت تخمينات المقاول في اطار
المقدم ~~من قبله~~ ضمان ارباع بنسبه 20% من الكلفه الكليه للعمل وعلى
ان ينفذ العمل وفق البرنامج الزمني والمعلومات لمبيته اذناه ولإعادة ضمن
شروط العقد

- قيام صاحب العمل بدفع سلفه تسقيليه مقدمه على حساب عند بدء العمل
قدره 10% من مبلغ المقاوله سيتم على شكل 3 أقساط شهرية متتاليه
يستحق اوسط الاول منها من مبلغ سلفه الثالثه ان يستحق المقاول وسيلها
فعلًا بحيث يكون مبلغ القسط الاول يعادل 30% والثاني 45% والثالث
25% من مبالغ المدفوعات مقدمه على التوالي

- استقطاع 10% من قيمة العمل بالجزء (استقطاعات نقدية) ولغاية مبلغ
لا يتجاوز 5% من مبلغ الكلي للمقاوله حيث تطلق نصف هذه الاستقطاعات
عند انجازه العمل ويطلق النصف المتبقين بعد انهاء فترة الضمان وصدر
شهادة الاستلام النهائي ، علماً ان اجراءات تنظيم وتدقيق وحرون سلفه
يستقره شهراً واحداً ما بين تاريخ استحقاقها وتاريخ استلام مبلغها فعلاً
من قبل المقاول

المطلوب : رسم مخطط بياني للتدفقات النقدية وبيان مبلغ وتاريخ
اول عجز مالي يواجهه المقاول وكذلك بيان أكبر عجز يواجهه
المقاول وتاريخه .

علماً ان المقاول قد وضع رهنه ثانياً من امواله الشخصي (خطي ضمان)
قدره 15 مليون دينار ، لفرض العزم واداره هذه المقاوله كما
قضت شروط العقد على فرض غرامة تأخير قدرها 500
الف دينار يومياً عن كل يوم تأخير في العمل .

Activity	(month) الزمنية المدة					
	1	2	3	4	5	6
A	12					
B		18				
C			13			
D			11			
E				6		
F					10	
G					20	
H						12
قيمة البلاستيك بكرة صلبتاروك 10 x	12	18	24	6	30	12

$$\text{Total value} = 12 + 18 + 24 + 6 + 30 + 12 = 102$$

	Project duration							12 month	5 month
التفاصيل Details	1	2	3	4	5	6	7		
Value of finished work	12	18	24	6	30	12			
Total Cost	10	15	20	5	25	10			
Cumulative Cost		10	25	45	50	75	85	85	85
Monthly Payment	10.2		10.8	16.2	21.9	6	30	12	
deduction (-)					3.06	4.59	2.55	-15	Penalty. value
net received value	10.2		10.8	16.2	18.84	1.41	+27.45 +2.55	-3	+2.55
Cumulative received	10.2	21	37.2	56.04	57.45	84.9	84.45		87
Σ	10.2	0.2	-4	-7.8	+6.04	-17.55	-0.1	-0.55	+2

$$X + 0.2X = 12 \Rightarrow X = \frac{12}{1.2} = 10$$

$$X + 0.2X = 18 \Rightarrow X = \frac{18}{1.2} = 15$$

كافة التكاليف بدون ايكسپانز
 $\frac{\text{كافة التكاليف بدون ايكسپانز}}{\% + 1} = \text{القيمة}$

$$10.2 \times 0.1 = 10.2$$

$$12 - 0.1 \times 12 = 10.8 \quad (\text{حسب متوسط مقدار 90\% في القيمة المبررة})$$

$$(12 + 18) - 0.1(12 + 18) = 27 - 10.8 = 16.2$$

$$(12 + 18 + 24) - 0.1(54) = 54 - 5.4 = 48.6 \times X \quad (\text{رغم ان قيمة استلامه})$$

$$54 - 0.05(102) = 54 - 5.1 = 48.9 \quad (\text{حسب اشراف لا يتجاوز 5\% من مبلغ ايكسپانز})$$

$$48.9 - 27 = 21.9$$

$$60 - 5.1 = 54.9 - 48.9 = 6$$

* قيمة الاستقطاعات لتجاوز 5% قيمة لمقابلة، اكلية -
 $102 * 0.05 = 5.10$

* السلفه بتشغيله و بيانها (10% من قيمة مقابلة)
 $102 * 0.10 = 10.2$

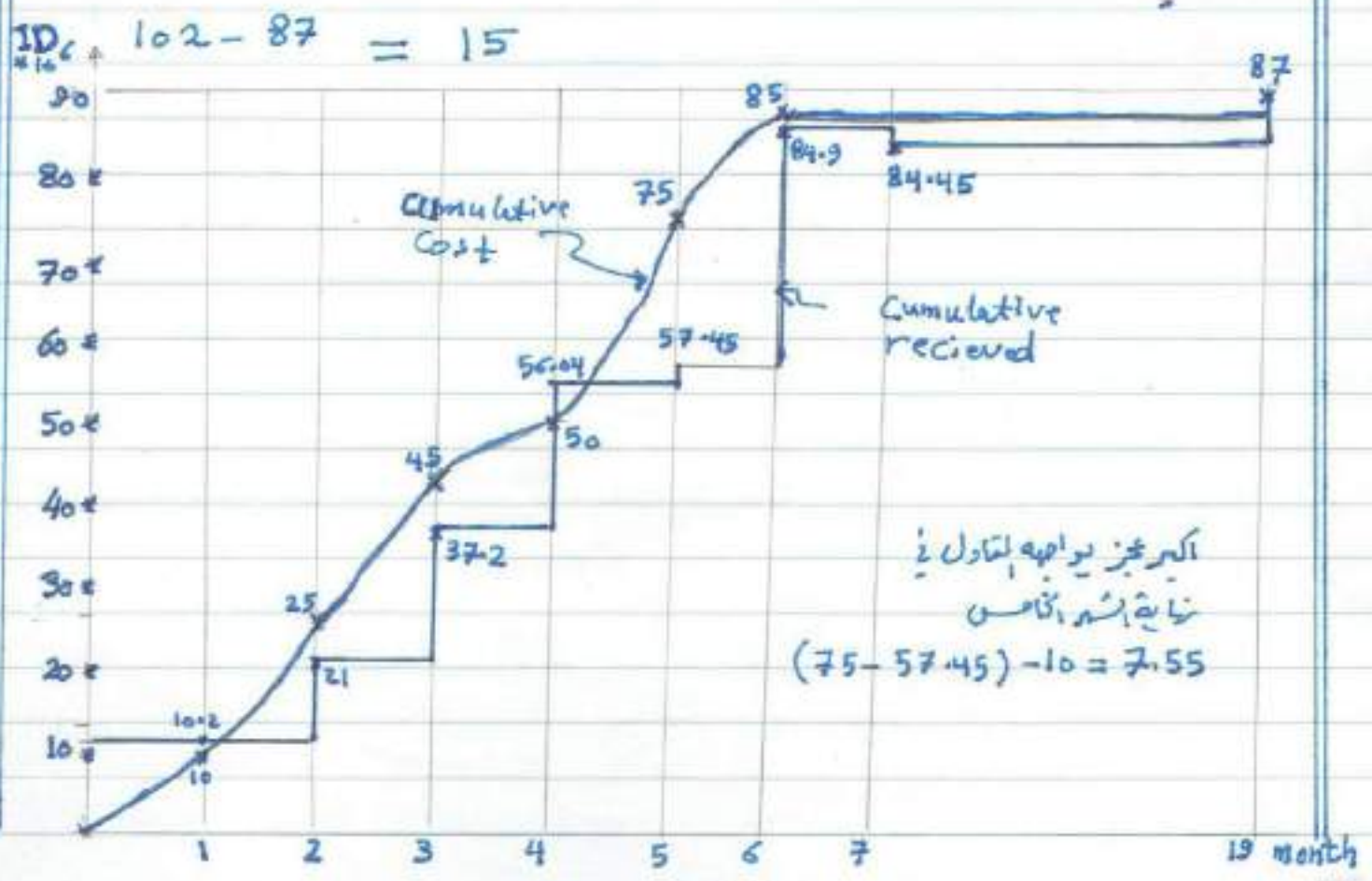
وتسترد على شكل ثلاث اقساط شهرية متتالية يبدأ اقساط
 الاول من مبلغ السلفه، الثالثه

$0.3 * 10.2 = 3.06$
 $0.45 * 10.2 = 4.59$
 $0.25 * 10.2 = 2.55$

* الغرامات

$500 * 30 = 15000 = 15 * 10^6$

* نصف الاستقطاعات تطبق بعد نهاية العمل و نصف الآخر تطلق بعد نهاية
 فترة الصيانة.
 $0.5 * 5.1 = 2.55$



الجزء يواجه لتداول في
 نهاية الشهر الخامس
 $(75 - 57.45) - 10 = 7.55$

H.w

Ex: A Contract awarded to a Contractor for the sum of 80 million ID and to be finished with 6 months starting from date of signing the contract (توقيع العقد), the Contractor included its Price Profit (ربح) amounting 20% of total cost, the Contract Condition (شروط العقد) stipulate 10% of the Contract value should be paid to the Contractor as down payment on signing the contract and should be paid back by the Contractor by 3 equal installment starting from the third monthly payment according to the general condition Contract.

draw the cash flow diagram for this Contract and determine the amount and dates of the required financing for the project by the Contractor, assuming uniform distribution for the value of works and cost at each activity along activity duration, the Contract signed on 1/7/2002, the Penalty for delay is 10000 ID/day, the processing period of the monthly payment by the employer is one month. Assuming 30 days in each month, the Item Schedule Per Period by the Contractor for the employment of the Job is shown in the following Bar-chart.

Acti. \ Time	1	2	3	4	5	6
A	4500	4500				
B		4000	4000	4000		
C				12000	6000	
D				15000		
E				2000	4000	
F						20000
	4500	8500	4000	33000	10000	20000

Activity	Time (month)	Value (ID) $\times 10^3$
A	2	9000
B	3	12000
C	1.5	18000
D	1	15000
E	1.5	6000
F	1.0	20000
		80000 ID $\times 10^3$

Details	1	2	3	4	5	6	7	...	19
Monthly Value	4.5	8.5	4	33	10	20			
Total Cost	3.75	7.08	3.33	27.5	8.33	16.67			
Cumulative Cost	3.75	10.83	14.16	41.66	49.99	66.66			66.66
Monthly Payment	8	4.05	7.85	3.6	3.67	10	20		
Deduction (-)				2.67	2.66	2.67			
Net Received	8	4.05	7.85	0.93	28.04	7.33	20		2
Cumulative Received	8	12.05	19.7	20.63	48.67	56	78		80
Σ	8	4.25	1.22	5.54	-2.03	-1.32	-0.68	11.34	13.34

$80 \times 10^6 \times 0.05 = 4 \times 10^6$ عین کفایت
 $0.45 + 0.85 + 0.4 = 1.7 + 3.3 = 5$

توزيع وتسوية الموارد Resources Allocation and Levelling

يمكن تعريف موارد (Resources) على انها كل ما يلزم للاجاء لفعاليات مختلفة من مواد وآليات او ايدي عاقله او اموال وغيرها. اما تسوية وتوزيع الموارد فهو العلم الذي يهتم بالتوزيع الادنى للموارد على لفعاليات على مدى عمر المشروع ثم محاولة الوصول الى افضل تسوية لهذه الموارد ضمن حدود قيود الوقت والكلفة وتوفر الموارد :

المواد : تعتبر المواد احد موارد المهمة الرئيسية التي يجب اخذها بعين الاعتبار عند جدولة المشروع ، حيث يتم تحديد كمية المواد اللازمة لتنفيذ كل فعالية ومن واجبات مدير المشروع تنسيق عملية توريد هذه المواد الى موقع المشروع بحيث تكون هذه المواد في المكان والزمان المناسبين وبالكيفية المناسبة وعاقل ذلك يؤدي الى زيادة زمن مشروع او زيادة كلفته او كليهما .

الآليات والجهات : من موارد المهمة والتي يجب توفرها في الاوقات المناسبة وبالعدد الكافية لتنفيذ لفعاليات التي تحتاج الي هذه الآليات ضمن الوقت المتاح لضمان تنفيذ المشروع في موعده المحدد ويمكن توفير الآليات والجهات عن طريق شرائها او استئجارها او بالطرق المقتضية معاً

الايدي العاملة : احد موارد الرئيسية في مشاريع وفي معظم المشاريع تكون هناك حاجة لوجود ايدي عاملة فنية متخصصة لتنفيذ اعمال معينة وفي هذه الحالة يجب توفير هذه الايدي العاملة بالمخصصة في الوقت المناسب وبالعدد الكافية والوسائل المطلوبة حتى لا يتأخر تسليم المشروع عن وقته المحدد.

بين المتعارف عليه انه لا يمكن تنفيذ اي مشروع دون توفر اموال الكافية لذلك اشرته لمنفعة وفي إعادة يتم تنفيذ المشروع على مراحل بحيث تستطيع الشركة المطالبة بالمستحقات اشرته لها عن تنفيذ كل مرحلة بعد الانتهاء منها وتسليمها الى الجهة المخولة بالاستلام

اما بالنسبة لزمن نهر احد اهم الموارد في اي مشروع حيث تحتاج لفعاليات والوقت من اجل تنفيذها وعملية تحديد الزمن اللازم لتنفيذ كل فعالية في

المشروع عليه مهة جداً لأن سوء التقديم لزمن فعاليات في المشروع سيؤدي
الى تأخير فعاليات وتقديم فعاليات اخرى ، ومن الضروري عند اقيام بتحويل
المخططات اثنائية وجدولتها ، جدولة الموارد اللازمة لتنفيذ كل فعالية من
الفعاليات في المشروع وتوزيعها زمنياً بما يحقق الاستغلال الامثل لها .

محدودية الموارد

الموارد محدودة بطبيعتها ، وبعبارة الله سبحانه وتعالى بمقادير ،
بعضها يستهلك كالترول وسفارات مقدار ثابتة كالغاز ولكنه يتحول
من حاله الى اخرى ، يشاع في منطقة ويزيد في اخرى . ومعنى الموارد المتجددة
ومتنامية كالايدي العاملة وسلك عام يوجد نوعان من الموارد :

اولاً : موارد يمكن تخزينها وهي تلك الموارد التي ان لم تستخدم في فترة توفرها
يمكن تخزينها لاستخدامها في فترات لاحقة ، طالما يمكن لها فترة صلاحية
محددة للاستعمال .

ثانياً : موارد لا يمكن تخزينها وهي تلك الموارد التي ان لم تستخدم في فترة توفرها
لا يمكن تخزينها لاستخدامها في فترات لاحقة مثل وقت ايدي العاملة ووقت
الآليات الانتاجية .

بالنسبة للمشاريع بشكل خاص ، فانه موارد مشروع محددة وتحتاج الى مال ووقت
وكلاهما محدود ، بمعنى ان هناك فترة زمنية محددة يجب انهاء المشروع
فدائها وهناك ميزانية محددة يجب انجاز المشروع ضمنها وهذه الامور
تشكل هدفاً للموارد الاخرى اللازمة للمشروع مثل ايدي العاملة والمواد
والآليات وغيرها .

بالاضافة الى ما سبق ذكره فان بعض الموارد محدودة بطبيعتها ، فعلى سبيل
المثال ايدي العاملة المتخصصة في مجال معين (مجال فني دقيق) تكون
وكيلة ونادرة في العادة ، وعليه هناك حد لعدد العمال الفنيين المتخصصين
في مجال معين ، والذين يمكن ان يعملوا في المشروع ، هذين ينظر للاختيار منافسة
مشاريع اخرى على استقطاب هذه ايدي العاملة ، ومن امثلة الاخرى ، ابلدان ، ابي
تغاني من اكيناف وقلة الامطار ، ولجاية كوفية ، فالماء كمورد محدود
هدفاً وبالتالي فان المشاريع التي تعتمد على بلاد كمورد رئيس قد تواجه صعوبات
كبيرة تؤدي الى فشلها كذلك الامر بالنسبة للطاقة ، كما ان بعض المناطق بنائية

الاسباب لوجبه لجدولة الموارد

تسمى عملية توزيع وتسوية الموارد بعبارة جدولة الموارد ، جدولة الموارد تعني بمعرفة كيفية توزيع استخدام الموارد المختلفة اللازمة لتنفيذ المشروع على مدى عمره وذلك ضمن الإمكانيات والموارد المتوفرة ومن اهم الاسباب لوجبه لجدولة الموارد

1- محدودية الموارد : في حالة كون بعض الموارد اللازمة لتنفيذ المشروع محدودة على مدير المشروع ان يأخذ ذلك في الاعتبار في مرحلة التخطيط ، على سبيل المثال اذا كان احد الاخصاء لعدد الآليات التي يمكن استخدامها هي عشرة الآليات فلا يمكننا تخطيط المشروع وجدولته على اساس توفير 15 آليه

2- تجنب التذبذب في كمية الموارد ليوميه باستخدامه ، عدم الانتظام في توزيع الموارد على مدى عمر المشروع يسمى بتذبذب الموارد وقد يتكون من اصبحت المحصول على ما توزيع منتظم « Uniform » للموارد على طول عمر المشروع لكن المقصود هنا تسوية الموارد (Levelling) بحيث يقل تذبذب الموارد الى اقل حد ممكن ومن الافضل عند جدولة المشاريع تجنب التذبذب في كمية الموارد الى اقل حد ممكن

الاستغلال الامثل للموارد : الاستغلال الامثل للموارد سيؤدي حتماً الى خفض كلفة مشروع وخصوصاً في حال كون هذه الموارد كمينه او مكلفه فعلى سبيل المثال في حالة الحاجة الى ارضه لتنفيذ بعض الفعاليات في مشروع فانه من المنطق استئجار الارضه للاشراكتها وحين يتم استئجار الارضه عند الحاجة لها ويتم الاشغلاء عنها عند نهاية الحاجة لها ، كل هذا من غير الحاجة الى الكلف ، ومن الافضل ترتيب الفعاليات التي تحتاج الى الارضه بحيث يتم تشغيلها طوال فترة الاستئجار والا ستقوم بدفع بدل استئجار خلالها وتم تشغيلها فيما الارضه مما قد يؤدي الى زيادة كلفه المشروع

جدولة الموارد Resource Scheduling

تهدف جدولة الموارد الى التوزيع الافضل لكمية الموارد المتوفرة للمشروع وذلك بالاستفادة من المردنه الحرة للفعاليات غير الحرجة ويتم بيد الفعاليات في الاوقات المناسبه حيث انه ليس من الضروري بيد النشاطات الحرجة في اقل وقت لها.

ذكرنا في السابق ان تخطيط المشاريع باستخدام نظام التحليل الشبكي يلزم معرفة الامور التالية : اولاً ، العلاقات ، التبعية و التزامنية التي تربط بين نشاطات و فعاليات المشروع ، ثانياً افترة الزمنية اللازمة لتنفيذ كل فعالية في المشروع و تصنيف اي هذين المهملين امرين آخرين يتعلقان بالموارد اللازمة لتنفيذ المشروع و هما معرفة :

* نوعية و كمية الموارد اللازمة لتنفيذ كل نشاط في المشروع و افترة الزمنية التي سوف يتم خلالها استخدام هذه الموارد .

* الموارد الاجمالية المتوفرة للمشروع و لقيود التي قد تكون مفروضة على استخدام بعضها مثل اقيود على مدفوعات و اقيود على استثمارات ، البنكية و استخدام الاليدى لعامله من خارج البلاد وغيرها .
و بالرغم من وجود اكثر من الاختلافات في وجهات النظر على تصنيف طرق جدولة الموارد الا انه يمكن تصنيفها كما يلي

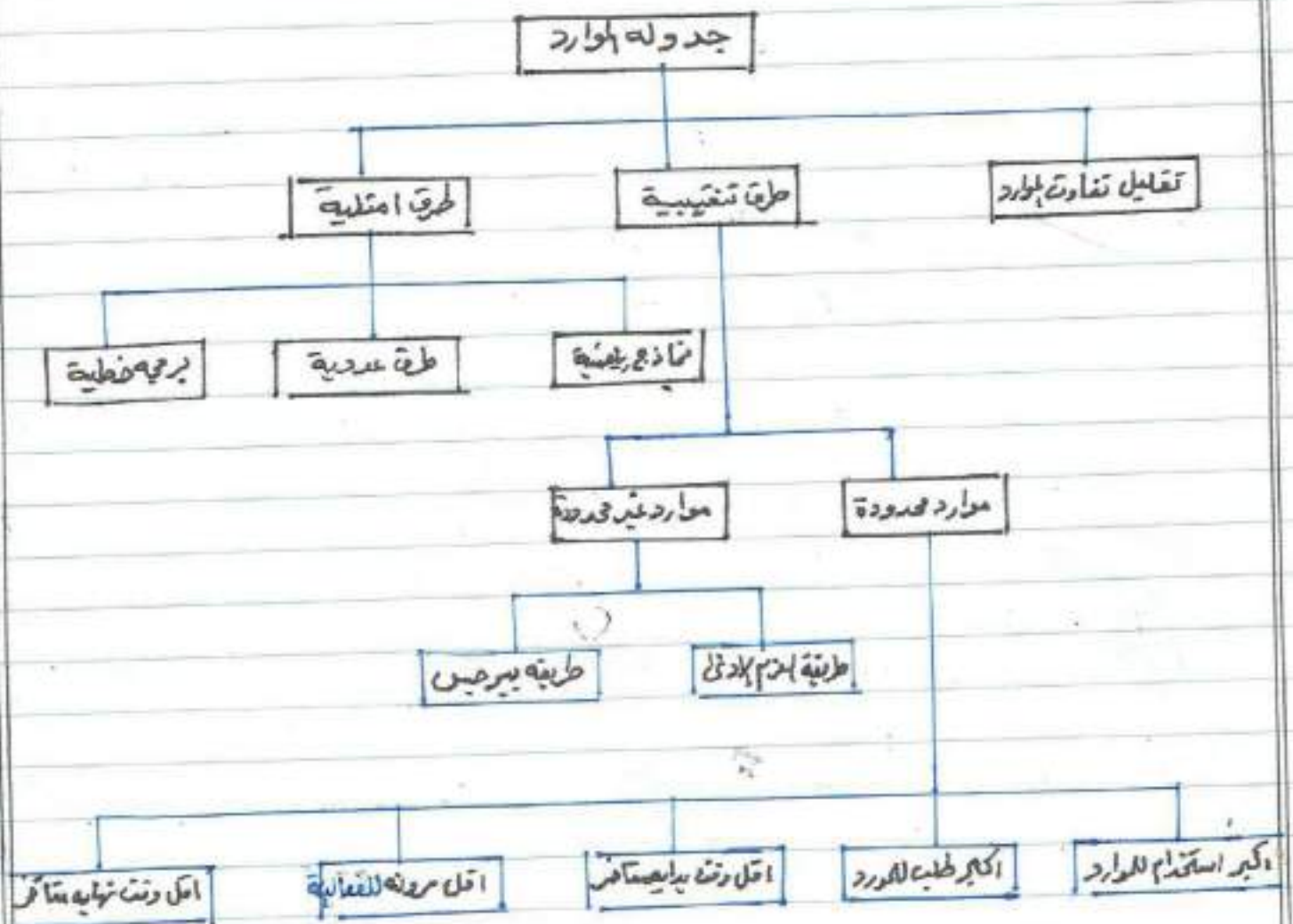
1- Resource Smoothing أسلوب ستوية الموارد (تقليل تفاوت الموارد) : يستخدم في المشاريع الصغيرة ذات الموارد بسيطة حيث تستطيع ادارة المشروع توزيع و جدولة الموارد من خلال عمليات حسابية غير معقدة

2- Unlimited Procedures الاساليب استقبيلية وهناك تداخل بين الاسلوبين الاول و الثاني و يمكن تقسيم هذا الاسلوب الى مجموعتين من الطرق حسب محدودية الموارد :-

a- Unlimited Resources : في هذه الحالة يكون وقت المشروع محدود و الهدف عملية الجدولة هو تقليل مستويات الموارد اللازمة لتنفيذ المشروع ، كما انك الاديكي ضمن اوقات المفروض للمشروع و من اكثر الطرق اشائعه في هذا المجال طريقة بيرس - Burgess Algorithm و طريقة العزم الاديكي Minimum Moment Algorithm

b- Limited or Fixed Resources : وفي هذه الحالة يكون اكد الاعلى للموارد التي يمكن استعمالها محدوداً و الهدف من عملية الجدولة تنفيذ المشروع في اقل وقت ممكن ضمن حدودية الموارد ، ان الاساليب استقبيلية تياره عن قوانين تعطي حلاً جيداً في بعض الحالات ، و تعطي حلاً سيئاً في حالات اخرى

٣- اساليب إمتثلية (Optimization Procedures) : حيث يمكن الحصول على الحد الأمثل باستخدام إحدى الطرق التالية وهي البرمجة الخطية (Linear Programming) والطرق العددية Enumeration Technique والنماذج الرياضية (Mathematical Models)



اساليب جدولة الموارد

① Resource Smoothing : بعد التحميل الأولي للموارد لمعرفة الاحتياجات المختلفة من موارد محددة لكل فترة زمنية على مدى عمر المشروع تقوم بتقليل تفاوت الموارد (Resource Smoothing) من فترة إلى الفترة الموالية على أن نظام أفضل لتوزيع موارد مضي هذا الأسلوب نحافظ على الوقت اللازم لإنهاء المشروع كما هو بلا زيادة والانتعاش ، ونحاول على تقليل لتفاوت

في استخدام الموارد على مدى عمر المشروع عن طريق استخدام البرونة الحرة
لكل نشاط في المخطط الشبكي للوصول الى افضل توزيع لها خلال الفترة الزمنية
المخصصة باستخدام استناد النشاطات لواقعها على مسار الجرح والتي لا تملك مرونة
تستخدم هذه الطريقة في المشاريع الصغيرة ذات الموارد بسيطة حيث تستطيع
ادارة المشروع توزيع وجدولة الموارد خلال عمليات حسابية غير معقدة

① عمر الموارد المطلوبة كما ونوعاً لكل نشاط من النشاطات في المشروع
② عمر الكميات التصوي المتوزعة من كل نوع من انواع الموارد خلال فترة زمنية على مدى
عمر المشروع

③ تمثيل مخطط كانت للمشروع مع بيان لادوات الملكية ولادوات المتأخرة والبرونة
لكل نشاط

④ تمثيل مخطط الاستهلاك اليومي للموارد بناء على Bar chart بيانية مكررة
و Bar chart بيانية متأخرة

⑤ استخدام البرونة النشاطات للتقليل من التباين في الاستهلاك اليومي من الموارد
بحيث نصل على احسن توزيع منتظم للموارد

⑥ توثيق الانشاه وتثبيتها على مخطط استتمت (Bar chart) ولانتقال للفعالية
الاقرب

مثال ① (توزيع الموارد)

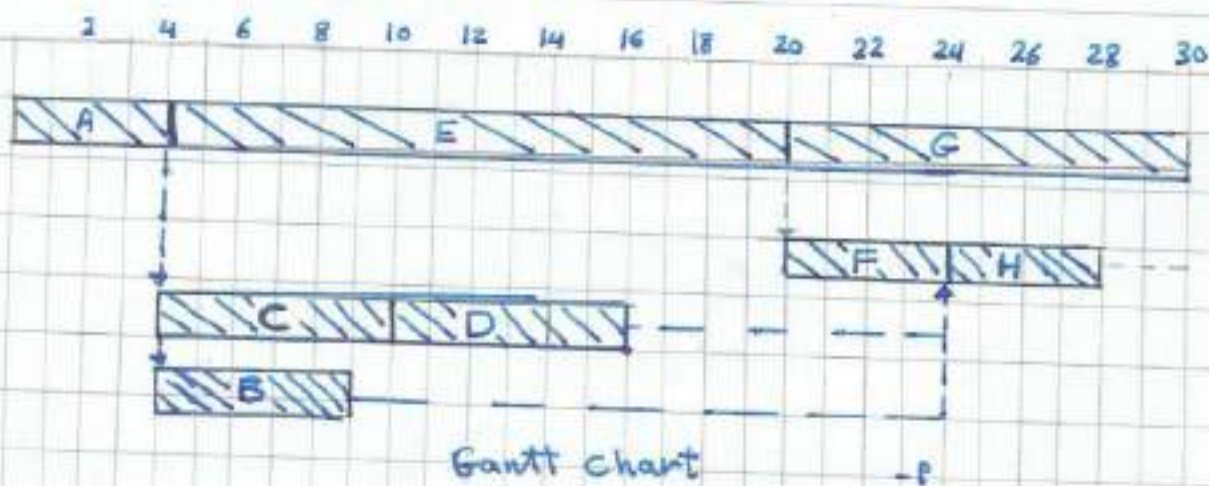
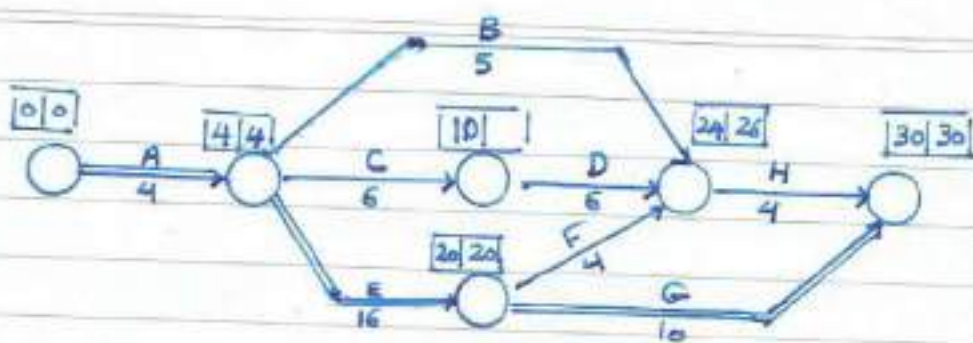
الجداول التالية تبين بيانات المشروع مكون من عملي فعاليات فاذا
عالمنا ان كل عمليه تحتاج الى رجل واحد لكل يوم عمل المطلوب

① مخطط Gantt للمشروع

② جدول استخدام الموارد

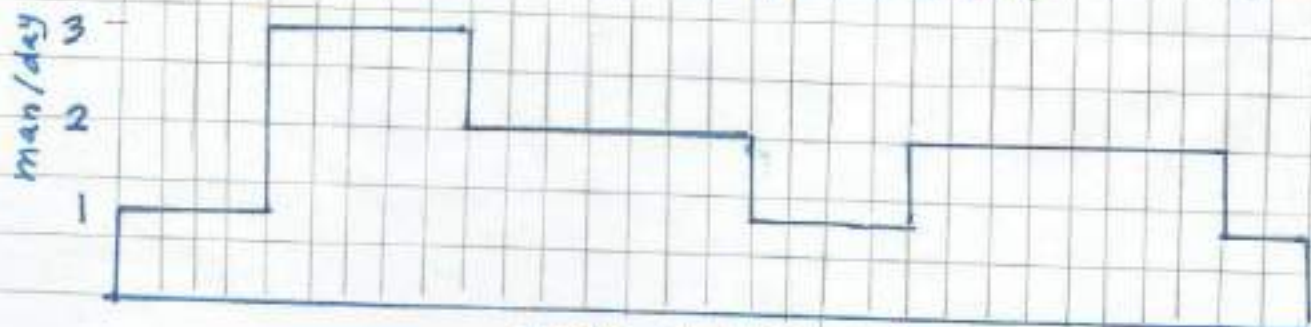
③ مخطط استخدام الموارد

Activity	duration day	Preceded by	الموارد المطلوبة	
			man/day	تراكمي Cumulative
A	4	-	1	4
B	5	A	1	5
C	6	A	1	6
D	6	C	1	6
E	16	A, E	1	16
F	4	E	1	4
G	10	E	1	10
H	4	C, D, G	1	4



Sum/day	1	1	1	1	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	
Cumulative	1	2	3	4	7	10	13	16	19	21	23	25	27	29	31	33	34	35	36	37	39	41	43	45	47	49	51	53	54	55

ب- جدول استخدام الموارد



ج- مخطط استخدام الموارد / 20

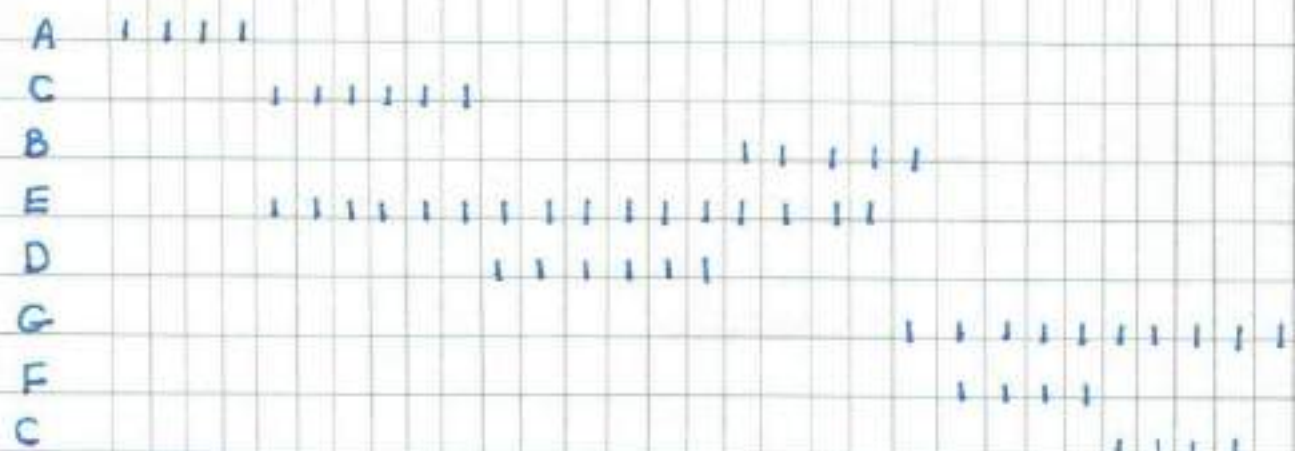
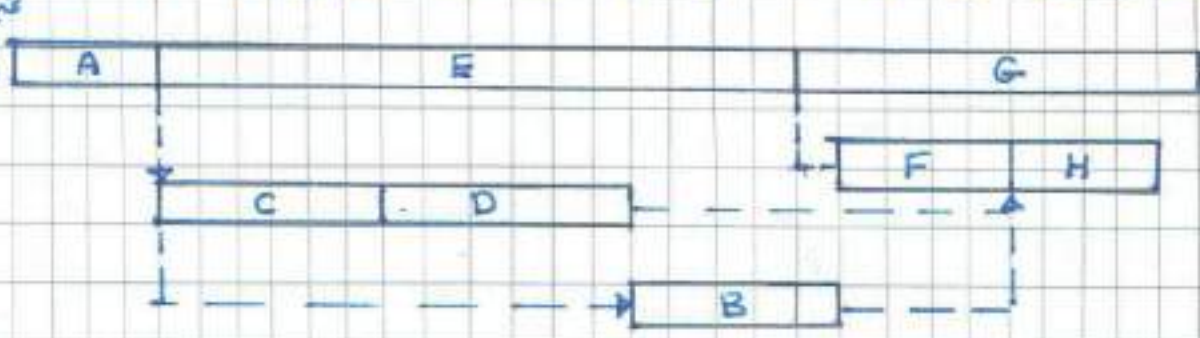
مثال: إذا كان عدد العمال المتوفر هو 2 رجل/يوم في المثال السابق

في استخدام أسلوب تقليل الموارد (Resource Smoothing) المطلوب

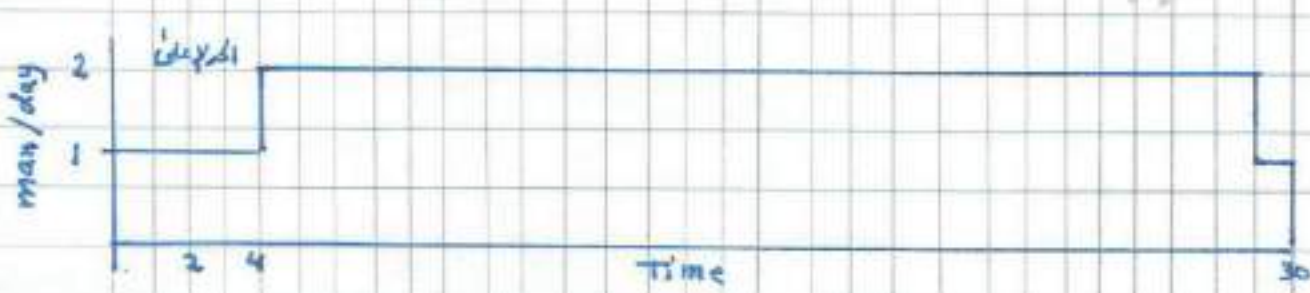
① مخطط Gantt، ② تحديد استخدام الموارد، ③ مخطط استخدام الموارد

الحل: بالنظر إلى الشكل في المثال السابق وإذا اعتدنا أن قيد الموارد المذكور نلاحظ أن هناك نقص في عدد الموارد المتوفرة من اليوم الخامس وحتى اليوم التاسع بينما هناك فائض من اليوم السابع عشر وحتى اليوم التاسع. وذلك (أي) ٢٠. المطلوب هو تسوية الموارد، أي جعله دائمًا 2 رجل/ساعة. عن طريق تقييم أداء هذه المرات

يبدأ النشاط في وقت مبكر أو متأخر، وقت البدء، وقت الانتهاء



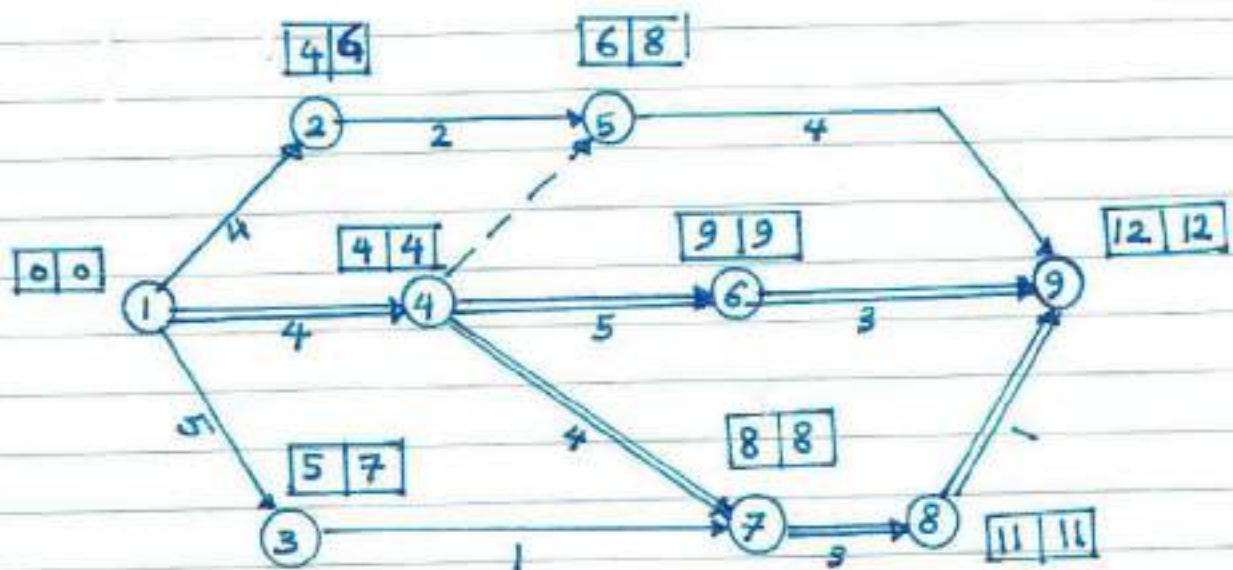
Sum/day	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1		
Cumulat.	1	2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	55

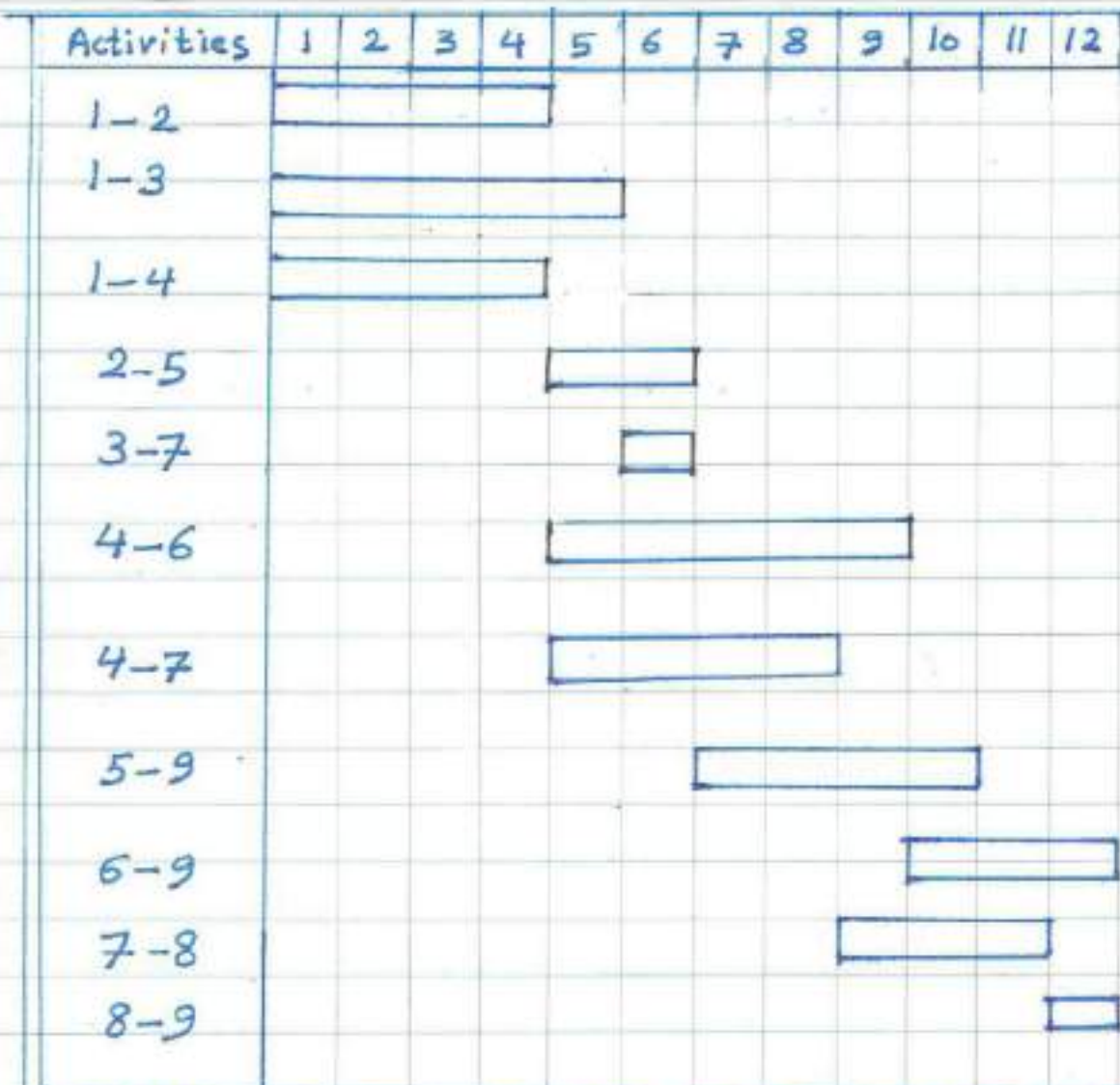


للمقابل من تقادير الموارد، نلاحظ على الوقت اللازم لإنهاء المشروع كما هو ثلاثون يوماً كما نلاحظ على المسار الحرج (لايبتك حرجه) ومن ثم تستخدم البرونة للتعويضات غير بحرجة للوصول

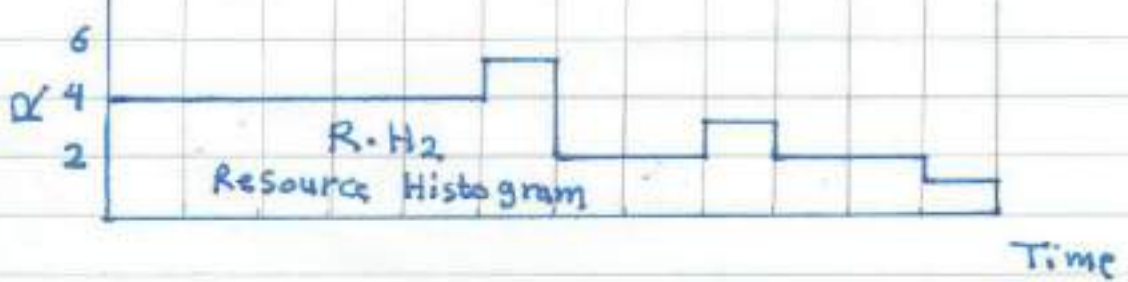
Ex: An earth work job, to be completed in 12 week only 3 machines of type 1 and 2 machines of type 2 will be available for the works, draw the net work & find duration of this Project and draw histogram Resources for two type

Activity	duration	No of machines	
		type 1	type 2
1-2	4	1	2
1-3	5	2	-
1-4	4	1	2
2-5	2	2	2
3-7	1	1	-
4-6	5	1	2
4-7	4	1	-
5-9	4	1	-
6-9	3	1	1
7-8	3	2	1
8-9	1	3	-





$\Sigma M \textcircled{1}$	4	4	4	4	6	5	3	3	4	4	3	4
$\Sigma M \textcircled{2}$	4	4	4	4	4	5	2	2	3	2	2	1



- كما أفضل توزيع للموارد خلال عمر المشروع وكما يلي
- ① يبدأ نشاط (الفعالية) B في اليوم السادس عشر بدلاً من اليوم الحادي عشر
 - ② يبدأ الفعالتين H / F بزيادة يوم واحد من اليوم الحادي عشر

الاساليب التقييمية - موارد محدودة

في هذه الحالة يكون وقت المشروع محدود والهدف من عملية الجدولة هو تقابل مستويات الموارد اللازمة لتنفيذ المشروع بأحد الجدولتين ضمن الوقت المفروض للمشروع دون أكثر الطرق المتاحة :

① طريقة بيرجس Burgess Algorithm :

وتقتضي على مجموع مربعات موارد يومية كقياس لكفاءة استخدام الموارد فبينما مجموع موارد يومية للمشروع ثابت لجميع التوزيعات الممكنة ، فإن مجموع مربعات موارد يومية يقل كلما وصلنا إلى توزيع أكثر انتظاماً ووصول جميع مربعات الموارد إلى الحد الأدنى حين نصل إلى أقل توزيع يومي ثابت للموارد هو التوزيع التالي :

ويمكن تلخيص عملية جدولة الموارد بهذه الطريقة بما يلي

- 1- عمل قائمة للفعاليات لمشروع حسب اعتماديتها ورضافتها من الفعالية وقت ابداءه ليتم ترتيبه حسب ابداءه المتأخر و ايزونه الكليليه و ايزونه الحركة لكل نشاط
- 2- تحميل Bar chart اعتماداً على وقت ابداءه ليتم ترتيبه للفعاليات
- 3- ايجاد الاحتياجات اليومية للمشروع من كل مورد
- 4- ايجاد مجموع مربعات الاحتياجات اليومية لكل مورد على حدة ثم ايجاد مجموع المربعات للاحتياجات اليومية
- 5- ابتداء من آخر نشاط في مخطط Bar chart نؤهل بداية نشاط إلى أقصى مدة ممكنة بحيث نحصل على أقل مجموع لجميع المربعات . ويجب ان لا تتجاوز مدة اتمامه ايزونه الحركة للنشاط ، اذا تساوى المجموع لجميع المربعات لمدي نشاطين مختلفتين نختار لمدة الأكبر للاعطاء لنشاط سابقه و ايزونه أكبر
- 6- اذا اتمنا النشاط في الخطوة السابقة نعيد حسابات الجدولة للمشروع
- 7- نكرر الخطواتين 5 / 6

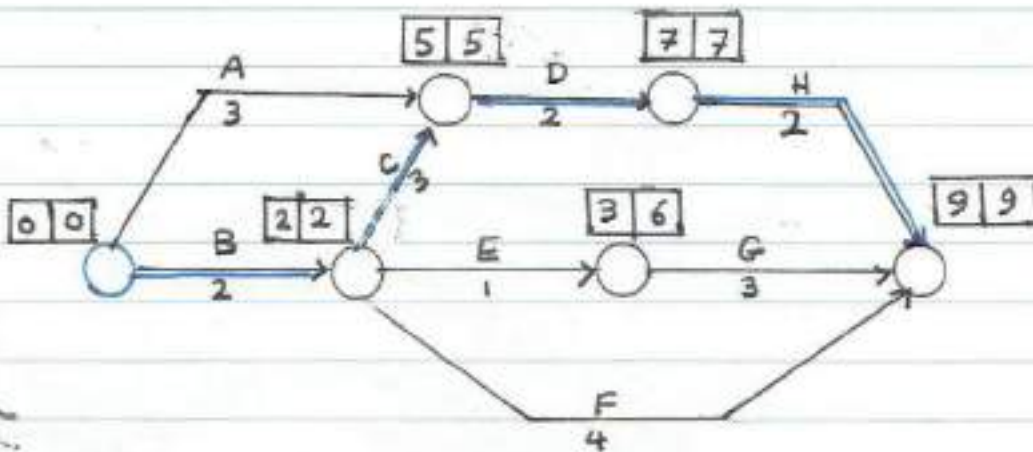
هناك : الجدول (التالي) يملك قائمة من انشغالات لاهد مشاريع وهاجه كل فعاليه من الموارد هينا يحتاج بترتيب في نوعين من الموارد هما X و Y المطلوب

- 1- تمثيل المخطط الزمني للمترجم
- 2- إيجاد اوقات انشغالات الازبعه و البرونه لكليه و البره
- 3- مخطط Gantt اعتماداً على اوقات البره و البرونه و المتأخره
- 4- المخطط الذي يملك الاستهلاك اليومي للموردين X و Y اعتماداً على وقت ابداءه و المتأخره
- 5- المنحنى التراكمي للتوزيع (S-Curve) اعتماداً على وقت ابداءه و المتأخره
- 6- جدولة الموارد باستخدام طريقة بير جيس
- 7- مخطط الاستهلاك اليومي للموردين X و Y بعد الجدولة بطريقة بير جيس

Activity	duration day	Preceded by	Resources Unit/day	
			X	Y
A	3	-	3	2
B	2	-	1	2
C	3	B	2	2
D	2	A, C	2	1
E	1	B	1	1
F	4	B	-	2
G	3	E	2	3
H	2	D	1	3

الحل :

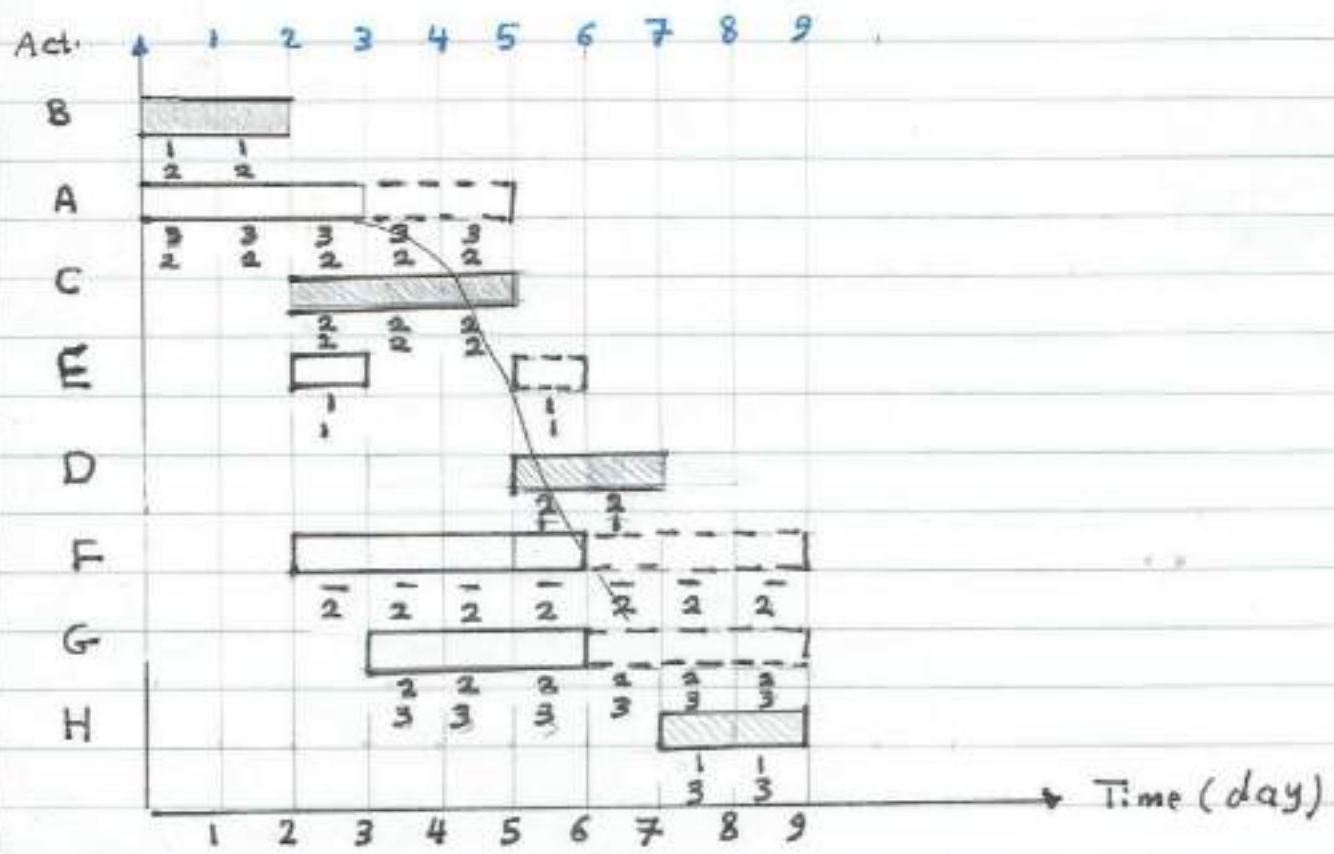
①



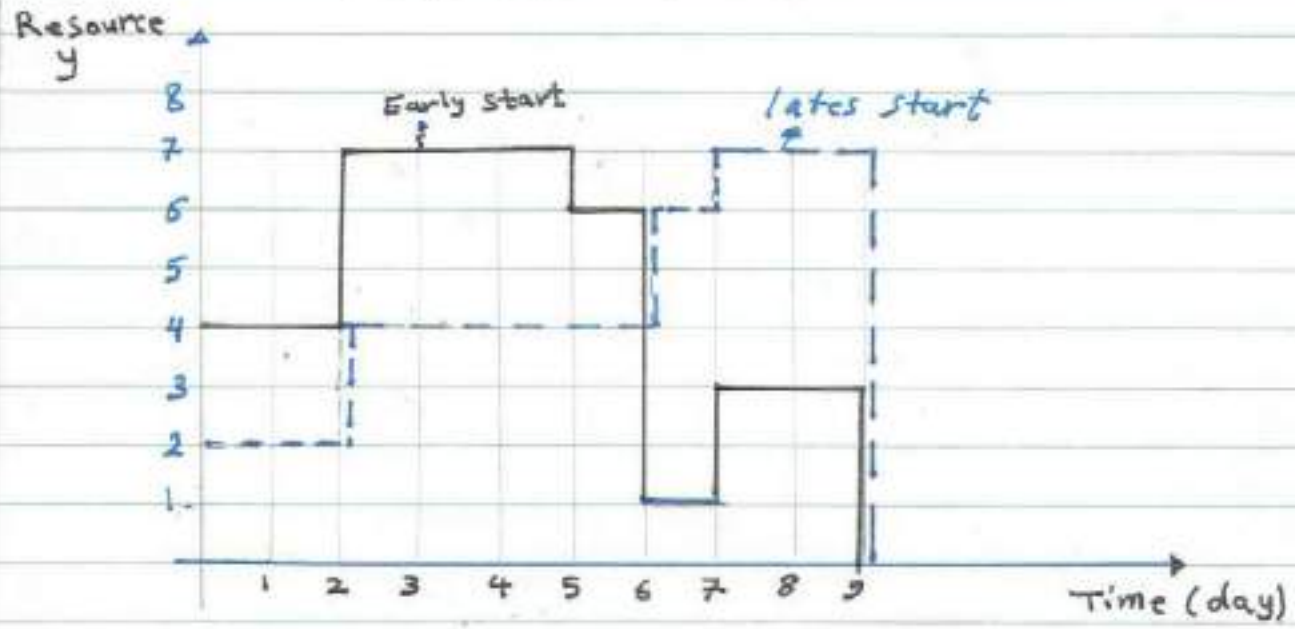
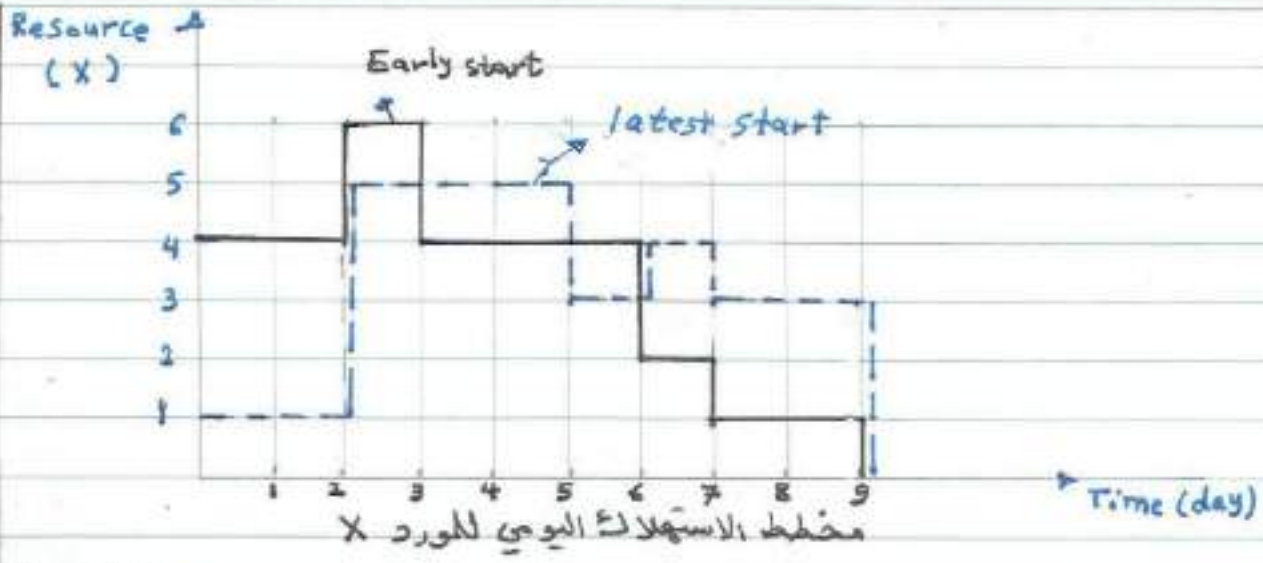
2

Activity	Time (day)	Early		late		Float		C.P
		start	Finish	Start	finish	Total	Free	
A	3	0	3	2	5	2	2	
B	2	0	2	0	2	0	0	*
C	3	2	5	2	5	0	0	*
D	2	5	7	5	7	0	0	*
E	1	2	3	5	6	3	0	
F	4	2	6	5	9	3	3	
G	3	3	6	6	9	3	3	
H	2	7	9	7	9	0	0	*

3



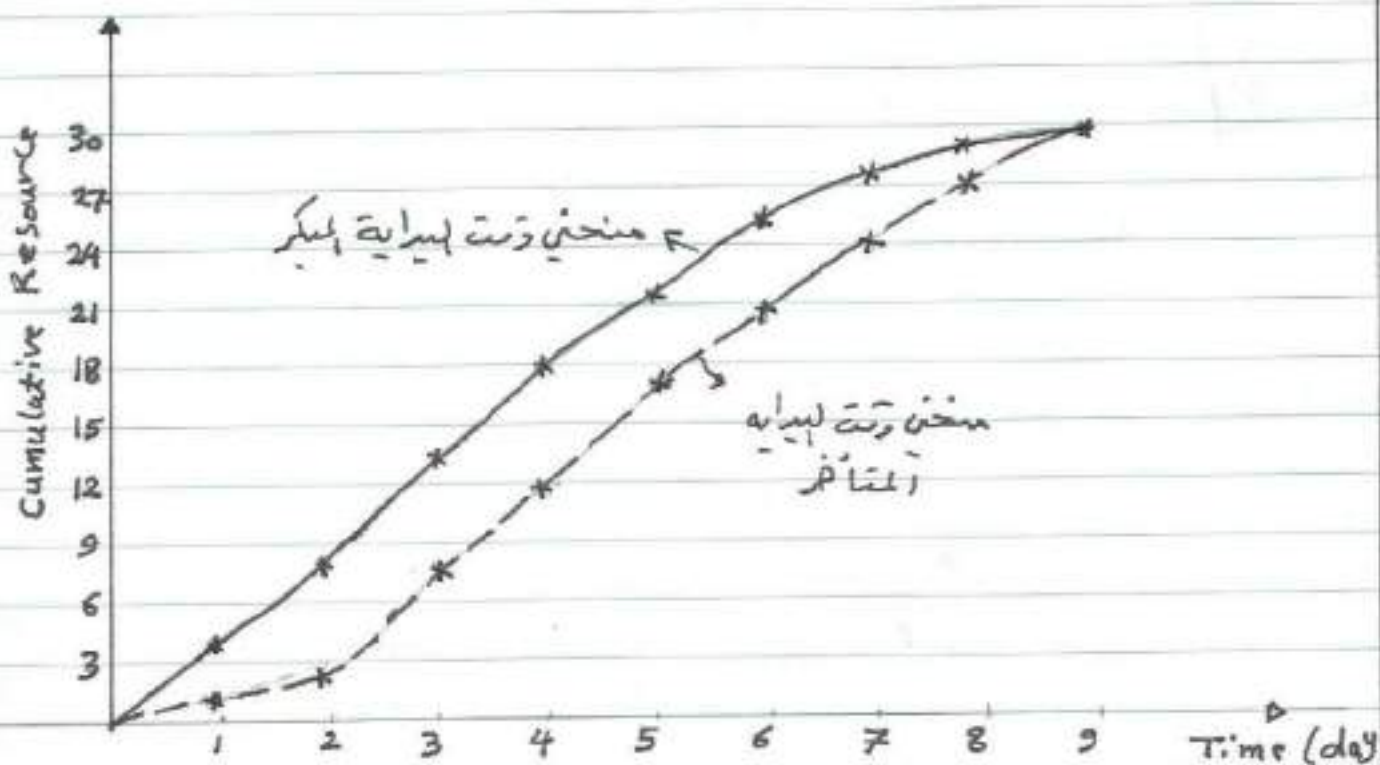
4	4	6	4	4	4	2	1	1	المورد X بداية
4	4	7	7	7	6	1	3	3	المورد و بداية
1	1	5	5	5	3	4	3	3	المورد X نهاية
2	2	4	4	4	4	6	8	8	المورد و نهاية



⑥ لتتمثل منحنى بداية تكبير التراكبي (S-Curve) للمورد X تكون البيانات كالآتي

الحاجة التراكبية للمورد (X) حسب بداية تكبيره وبداية متأخره

Time	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Resource / day	4	4	6	4	4	4	2	1	1	E. start
Cumulati.	4	8	14	18	22	26	28	29	30	
Resource / day	1	1	5	5	5	3	4	3	3	L. start
Cumulati.	1	2	7	12	17	20	24	27	30	



S-Curve For Resource X

H.w: (تمثيل منحنى إيدايه المبكر لبرنامج (S-Curve) للمورد Y)

٦) جدول موارد بطريقة بيريس
 باتباع الخطوات السابق ذكرها لتسوية الموارد ومتابعه الجدولين رسم (1)
 ورسم (2) حيث نلاحظ في اول سطر من كل جدول كمية إيدايه قبل جدول
 للموردين X, Y على التوالي

$$\begin{aligned} \text{مجموع مبيعات الاستهلاك إيداي للمورد X} &= 122 \\ \text{مجموع مبيعات الاستهلاك إيداي للمورد Y} &= 234 \end{aligned}$$

مجموع الموردين $X, Y = 356$ ومن ثم نبدأ بتطبيق خطوات
 طريقة بيريس

المورد X :-

الخطوة الاولى: النشاطات B / C / D / H لا تأجيل كونها حرجية
 الخطوة الثانية: النشاط G لها 3 أيام مرده كلية اي يمكن تأجيلها يوماً او يومين
 او ثلاثة ايام

تأجيل يوم (1) سيكون مجموع مبيعات = 122

المحاضرة (٨)

Resource Allocation & Leveling Management Techniques

- Means to complete project activities are called RESOURCES.
- Examples are People, Machinery, Material, Capital, Time, etc.
- Peak demands of resources over short periods is undesirable.
- Resources may be limited or unlimited in nature from project to project.

Resource Utilization Factor

- The degree to which a resource may be used is measured in terms of a Resource Utilization Factor.

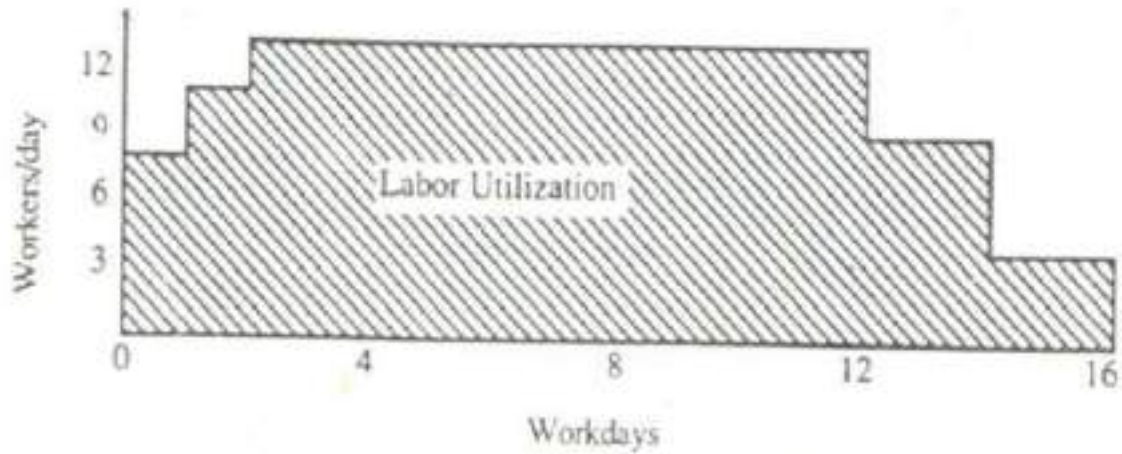
Mathematically,

$$\text{Usable Resources} \times \text{Days Used} \times 100 \text{ R.U.F. (\%)} = \text{Usable Resources} \times \text{Days available.}$$

Resource Profile

- Plot of daily Resource requirements versus time is called
 - Resource Profile
 - Resource-use Graph
 - Histogram

المحاضرة (٨)



Resource Allocation

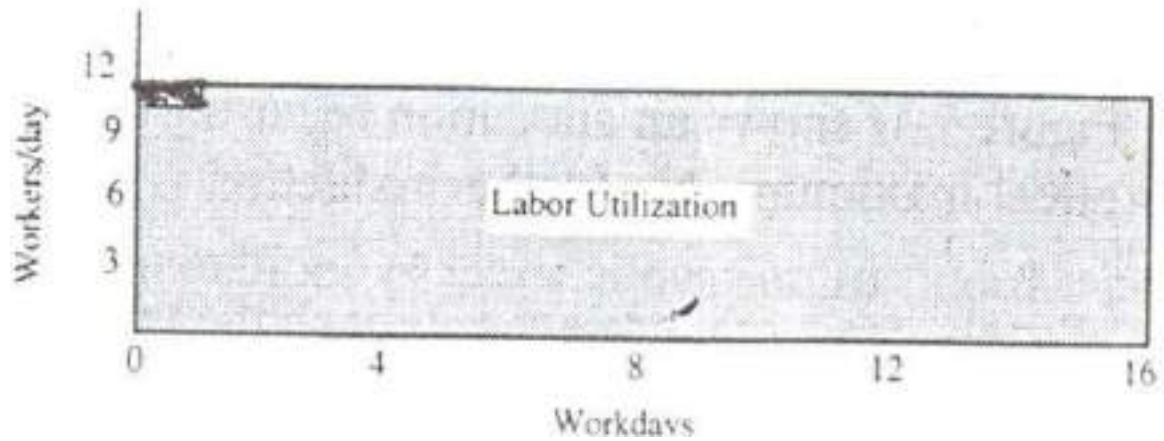
To assign required resources to work activities such that available resources are not exceeded.

Resource Leveling

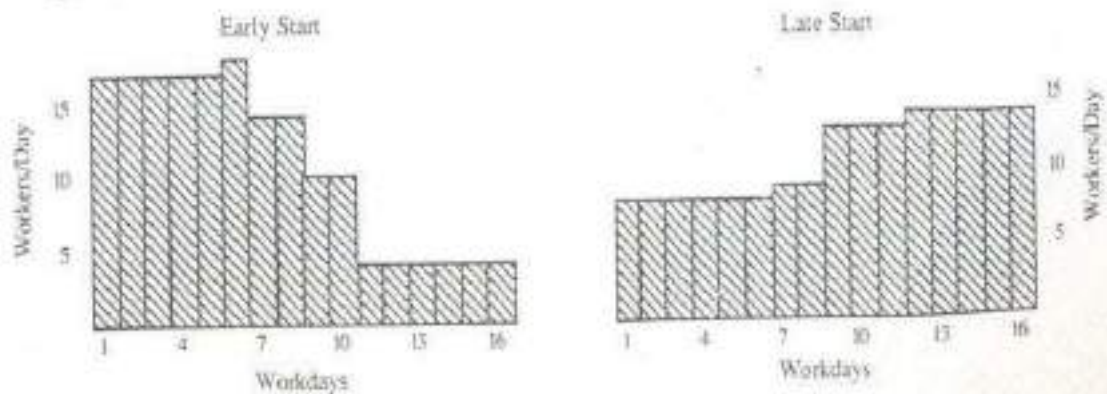
- Smoothing of a resource demand is called Resource leveling.
- Resource leveling is an attempt to assign resources to project activities in a manner that will improve productivity and efficiency.

المحاضرة (٨)

Ideal Condition

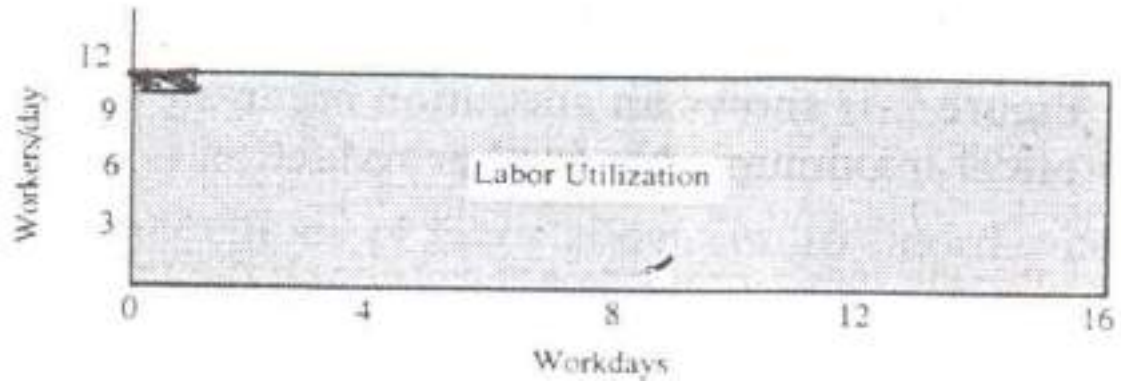


Early-start and Late-start Histograms

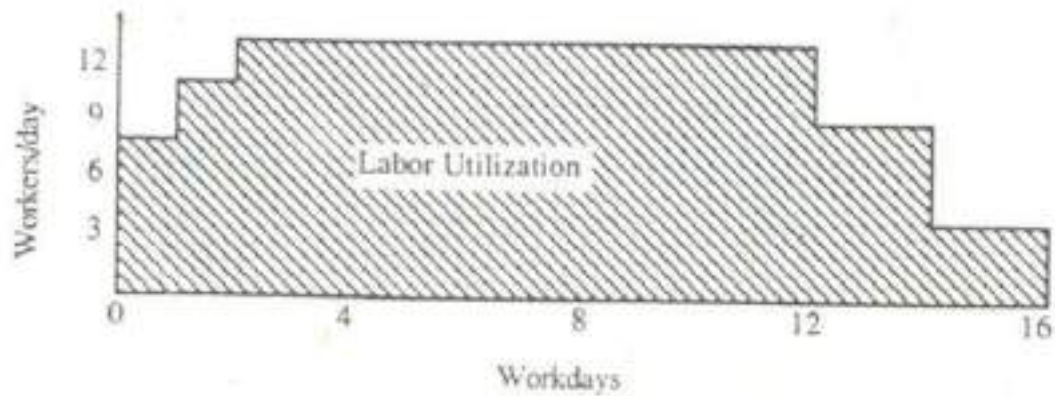


المحاضرة (٨)

Ideal Level Histogram



Practical & Target Histogram



Objects of Resource Leveling

- Fixed Crew Size
- Learning Curve
- Start-up Problems
- Completion Congestion

Techniques for Resource Leveling

المحاضرة (٨)

- Sum of Resources Square method
- Burgess Leveling Procedure
- Wiest Leveling Procedure

Limited Resource Allocation

- Where resources e.g., plant, labour, materials (or capitals) are restricted, the activities have to be rescheduled to satisfy this form of constraint. This will imply scheduling those activities that use such resources, in a sequential or serial fashion. And this might create the situation where activities overrun their allowable float.
- If resource limitations are known at the outset, for example, only one site crane is available, then the original network plan for the project can include this constraint.
- In certain cases, it may be possible to hire additional plant to cover peak requirements; in this case no rescheduling of the activities is called for

Algorithm

1. Calculate initial early start (ES) and late start (LS) time for each activity in the project, and set time now equal to 1, i.e., $T = 1$
2. Determine the initial eligible activity set (EAS), i.e., those activities with all predecessor activities scheduled.
3. From among the members of the current EAS, determine the ordered scheduling set (OSS) of activities i.e., activities with $ES < T$, ordered

المحاضرة (٨)

according to LS with smallest values first and within this characteristic, according to least activity duration first.

4. Consider the activities in OSS in the order listed and schedule those activities for which sufficient resources are available for the duration of the activity. As activities are scheduled, update the level of resources available, and update the members of EAS.
5. Have all activities been scheduled, i.e., is EAS empty set ?

If Yes STOP

If No Set $T_{new} = T_{old} + 1$, and

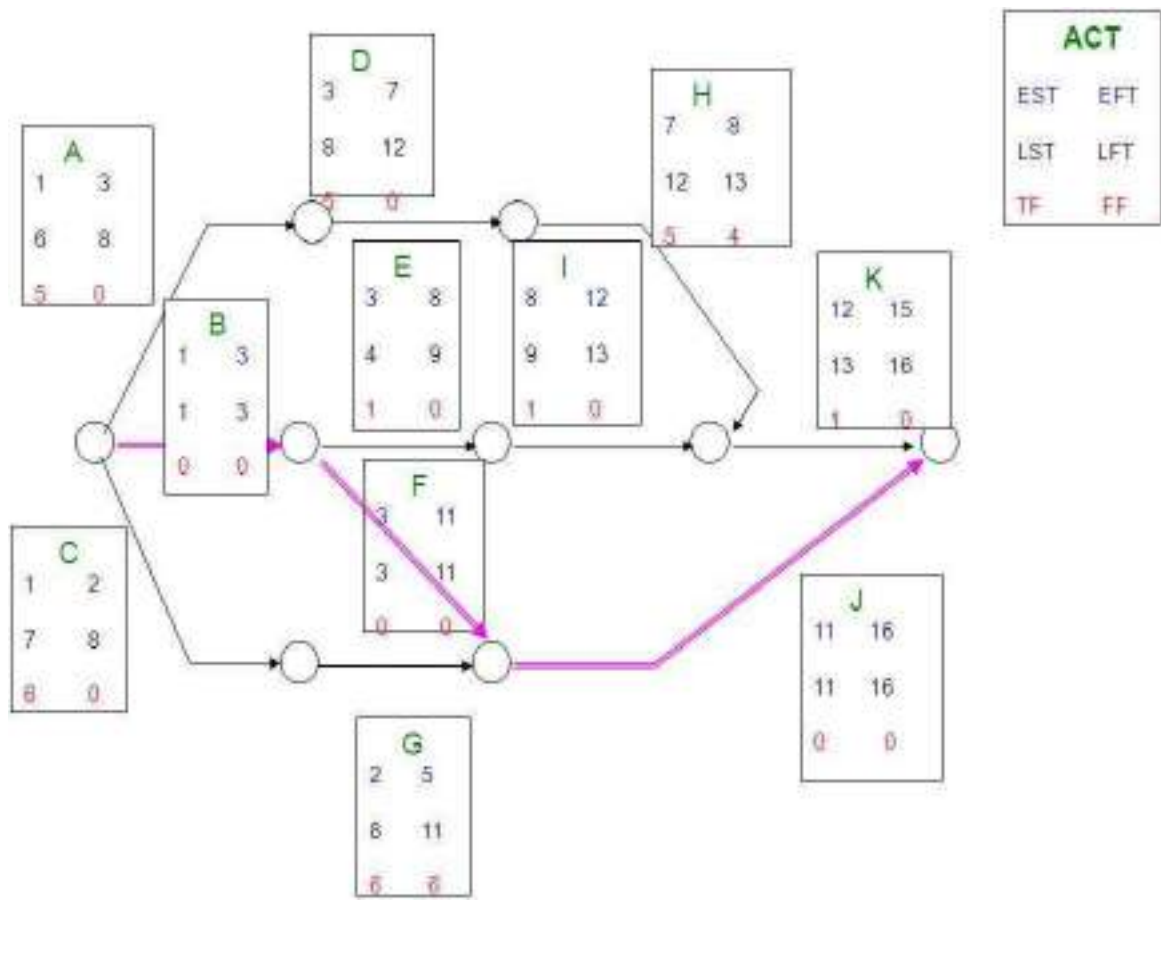
compute new ES times for the updated EAS.

1. Go to step 3 and continue.

EXAMPLE

Reschedule the Project given in Figure keeping in view the limitation of Resources L to be 8 per day and M to be 6 per day.

المحاضرة (٨)





المحاضرة (٨)

Act	Resources Required						Time																	
	L	M	D	ES	F	L	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A	3	—	2	1	3	6			1L X	1L X														
D	—	2	4	2	3	8								1 2M	1 2M	1 2M	1 2M							
B*	4	—	2	1	4	3	6L X	4L X																
E	—	2	5	3	1	4			2 2M	2 2M	2 2M	2 2M	2 2M											
H	4	—	1	7	3	12																		4L X
I	1	—	4	3	1	9								1L X	1L X	1L X	1L X							
C	3	—	1	1	6	7					1L X													
F*	4	4	3	1	4	3			4L 4M	4L 4M	4L 4M	4L 4M	4L 4M	4L 4M	4L 4M	4L 4M								
G	1	—	3	2	6	8											1L X	1L X	1L X					
K	—	3	2	12	1	13																		1 2M
J*	1	—	2	11	3	11																		1L X

Let T = 1

EAS : A B C (E F)

ES : 1 1 1

LS : 6 1 7

OSS : B A C

Schedule B to days 1-2

Remove B from EAS

Add F to EAS

المحاضرة (٨)

Let T = 2

EAS : A C E F

ES : 2 2 3 3

LS : 6 7 4 3

OSS : A C

No Activity can be scheduled on T = 2

Let T = 3

EAS : A C E F (I D)

ES : 3 3 3 3

LS : 6 7 4 3

OSS : F E A C

Schedule F to days 3-10

Remove F from EAS

Schedule E to days 3-7

Remove E from EAS.

Schedule A to days 3-4

Remove A from EAS EAS

Add I & D to EAS

Let T = 4

EAS : C I D

ES : 4 8 5

المحاضرة (٨)

LS : 7 9 8

OSS : C

No Activity can be scheduled on T = 4

Let T = 5

EAS : C I D (G)

ES : 5 8 5

LS : 7 9 8

OSS : C D

Schedule C to day 5

Remove C from EAS

Add G to EAS

Let T = 6

EAS : I D G

ES : 8 6 6

LS : 9 8 8

OSS : G D

No Activity can be scheduled on T = 6

Note: G and D have same LS. These are ordered on less duration first.



method of planning & scheduling of projects طرق تخطيط وجدولة المشاريع

INTRODUCTION:

Network scheduling is a technique used for planning, and scheduling large projects in the field of construction, maintenance, fabrication, purchasing computer system etc. The technique is a method of minimizing the trouble spots such as production, delays and interruptions, by determining critical factors and coordinating various parts of the overall job. There are two basic planning and control technique that utilize a network to complete a predetermined project or schedule. These are Programed Evaluation Review Technique (PERT) and Critical Path Method (CPM).

تعريف المشروع

المشروع هنا هو 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.

وهناك تعارض ما بين خاصية كون المشروع أمراً مؤقتاً لمرة واحدة، وبين ما تتسم به العمليات الإدارية أو التشغيلية التي تجري بشكل دائم أو شبه دائم من أجل تقديم نفس المنتج أو الخدمة مراراً وتكراراً. ولا تتطلب إدارة المشاريع بالضرورة نفس المتطلبات التي تتطلبها إدارة العمليات الإدارية والتشغيلية الدائمة، سواء من ناحية المهارات الفنية المطلوبة أو فلسفة العمل، ومن ثم فقد نشأت الحاجة إلى بلورة إدارة المشاريع.

وقد عرف هيرسون (١٩٩٢) المشروع بأنه " أي سلسلة من الأنشطة أو المهام التي لها أهداف محددة يجب أن تنجز ضمن مواصفات محددة ولها بداية ونهاية محددتان وله تمويل ويستعمل المصادر المختلفة من اموال ووقت ومعدات وايدي عاملة.

ولقد نسب بريمان واخرين (١٩٩٥) الي ليش وتيرنر (١٩٩٠) تعريف المشروع بأنه " وحدة استثمار صناعي جديدة والتي لها بعض المعالم المميزة أو المتفردة وذلك من خلال تناغم الوقت والتكلفة".



method of planning & scheduling of projects طرق تخطيط وجدولة المشاريع

INTRODUCTION:

Network scheduling is a technique used for planning, and scheduling large projects in the field of construction, maintenance, fabrication, purchasing computer system etc. The technique is a method of minimizing the trouble spots such as production, delays and interruptions, by determining critical factors and coordinating various parts of the overall job. There are two basic planning and control technique that utilize a network to complete a predetermined project or schedule. These are Programed Evaluation Review Technique (PERT) and Critical Path Method (CPM).

تعريف المشروع

المشروع هنا هو عملية أو نشاط مقيد بزمان، 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.

وهناك تعارض ما بين خاصية كون المشروع أمراً مؤقتاً لمرة واحدة، وبين ما تتسم به العمليات الإدارية أو التشغيلية التي تجري بشكل دائم أو شبه دائم من أجل تقديم نفس المنتج أو الخدمة مراراً وتكراراً. ولا تتطلب إدارة المشاريع بالضرورة نفس المتطلبات التي تتطلبها إدارة العمليات الإدارية والتشغيلية الدائمة، سواء من ناحية المهارات الفنية المطلوبة أو فلسفة العمل، ومن ثم فقد نشأت الحاجة إلى بلورة إدارة المشاريع.

وقد عرف هيرسون (١٩٩٢) المشروع بأنه " أي سلسلة من الأنشطة أو المهام التي لها أهداف محددة يجب أن تنجز ضمن مواصفات محددة ولها بداية ونهاية محددتان وله تمويل ويستعمل المصادر المختلفة من اموال ووقت ومعدات وايدي عاملة.

ولقد نسب بريمان واخرين (١٩٩٥) الي ليش وتيرنر (١٩٩٠) تعريف المشروع بأنه " وحدة استثمار صناعي جديدة والتي لها بعض المعالم المميزة أو المتفردة وذلك من خلال تناغم الوقت والتكلفة".

المحاضرة (٢+٣)

المشروع هو عبارة عن وقت وتكلفة عملية مقيّدة لتحقيق مجموعة من الإنجازات المحددة تصل إلى معايير الجودة والمتطلبات.

التحدي الأول لإدارة المشاريع هو ضمان أن يتم إنجاز المشروع مع الالتزام بقيود محددة، أما التحدي الثاني الأكثر طموحاً فهو تحقيق الوضع الأمثل والأنسب -أو ما يعرف بالاستمثال (بالإنجليزية: Optimization) - فيما يتعلق بتخصيص المدخلات المطلوبة من أجل ملاقة الأهداف المحددة سابقاً. هناك تعريف مناسب للمشروع على إنه : مجموعة من الأنشطة التي تستخدم الموارد (سواء المال أو البشر أو الخامات أو الطاقة أو المساحة أو الترتيبات أو الاتصالات أو الجودة أو المخاطر أو ما إلى ذلك) من أجل تحقيق أهداف محددة سابقاً.



تاريخ تطور إدارة المشاريع

ان تطور الادارة بشكل عام حيث ان في العهد النبوي هناك تحديد واضح وناجز للسلطات والصلاحيات و كانت هناك وظائف في متنوعة أُسندت للأكفاء من أصحاب رسول الله صلوات الله وسلامه عليه، ومن هذه الوظائف؛ القضاء والكتابة بأنواعها والعهود والمواثيق والرسل والترجمة والعاملين على الصدقات. وفي عهد



المحاضرة (٣+٢)

الخلفاء الراشدين برزت بجلاء عالمية الإدارة وتطورها وقد اعتمدت الإدارة في زمن الخلفاء على عدة مبادئ منها : - الاعتماد على الأسلوب الاستشاري، مبدأ التخصص وتقسيم العمل : مع مراعاة الكفاءة والمعرفة بالعمل والاختيار على أساس الكفاءة والجدارة والأمانة .

عرفت الإدارة كعلم له قواعده وأسس وممارسه منذ أواخر القرن التاسع عشر وخلال القرن العشرين، حيث شارك في إثراء هذا العلم عدد من العلماء الباحثين الذين كان لدراساتهم وتجاربهم أثراً واضحاً فيه، ومن رواده شارلز بابيج (Charles Babbage) الذي قام بعرض أفكاره الإدارية في كتابه الذي نشر عام ١٨٣٢ بعنوان "اقتصاديات الآلات وأصحاب المصانع" (The Economy of Machinery and Manufacture's).

كما عرض هنري تاون (H. Town) أفكاره الإدارية في مقاله الذي نشر عام ١٨٨٦ تحت عنوان (The Engineer as an Economist)، ويعتبر تاون رائد حركة الإدارة العلمية، ثم تبعه هنري جانت (H. Gantt) الذي وضع المخطط الشهير المعروف باسمه عام ١٩١١ وهو مخطط (Gantt Chart).

كما وضع فريدريك تايلر (F. Taylor) العديد من المؤلفات ومن أهمها كتاب (The Principles of Scientific Management) الذي تم نشره عام ١٩١١، ثم جاء العالم الفرنسي هنري فايول (H. Fayol) ووضع كتابه الذي نشر عام ١٩١٦ بعنوان (L'administration Industrielle et'Generale)، كما أن هناك العديد من العلماء والباحثين الذين شاركوا في تطور علم الإدارة على مدى العقود الماضية.

ظهرت بعد الحرب العالمية الثانية الحاجة لطرق علمية وعملية لحل مشاكل الإدارة في المشاريع الكبيرة، فنشط الباحثون في إيجاد طرق ذات كفاءة عالية تقوم على أسس كمية، ومن هؤلاء الباحثين فريقان من المستشارين عملاً في الولايات المتحدة الأمريكية، وفريق ثالث عمل في المملكة المتحدة.

ففي الولايات المتحدة عمل فريق من المستشارين بالتعاون مع شركة دي بونت (Du Pont) للصناعات الكيماوية وشركة رمانجتون راند (Univac Division of Remington Ran) للأدمغة الإلكترونية على تطوير أسلوب للتخطيط وإدارة عمليات الصيانة في شركة دي بونت، وذلك في الفترة من كانون الأول من عام ١٩٦٥ حتى شباط من عام ١٩٥٩.

وقد طوّر هذا الفريق أسلوباً سمي التخطيط والجدولة بالمسار الحرج (Critical Path Planning and Scheduling – CPPS)، الذي عرف فيما بعد بطريقة المسار الحرج (CPM – Critical Path Method)، حيث تم استخدامه في تخفيض الوقت اللازم للصيانة في شركة دي بونت إلى الحد الأدنى. أمّا



المحاضرة (٢+٣)

الفريق الثالث فقد عمل في المملكة المتحدة في عام ١٩٥٧ في قسم بحوث العمليات في سلطة الكهرباء المركزية، وقد طوّر طريقة – لم يتم نشرها لاحقاً - عرفت باسم أطول مسار غير قابل للاختصار (The Longest Irreducible Sequence of Events)، والذي عرف فيما بعد بـ التتابع الرئيسي (Major Sequence)، وقد أدّى تطبيق هذه الطريقة إلى الحصول على نتائج جيدة في الفترة من عام ١٩٥٨ حتى عام ١٩٦٠.

شهدت فترة الخمسينيات من القرن العشرين إستهلال عهد إدارة المشاريع، حيث أن إدارة المشاريع كانت قبل هذه الفترة تتم بشكل غير نظامي حسب الحالة أو الموقف أو المشروع باستخدام مخطط جانت غالباً وبعض الأساليب والأدوات غير الرسمية، وفي هذه الفترة، تم تطوير نموذجين رياضيين لتحديد الجدول الزمني للمشروع:

ويمكن تقسيم الطرق المستخدمة في ادارة المشاريع وحسب طبيعة المشروع والمعلومات المتوفرة عن المشاريع ففي حالة المشاريع المتكررة او التي سبق اقامة مشاريع مشابهه لها نستطيع الحصول على معلومات بدرجة عالية من الدقة وبالتالي نستطيع استعمال احدى الطرق المؤكدة (Deterministic methods) اما في حالة كون المشروع جديدا او لاتوجد معلومات كافية فان الفرضيات والبيانات الاحصائية هي المصدر الرئيسي للمعلومات وبالتالي نستخدم احدى الطرق الاحتمالية (probabilistic methods)

١- الطرق المؤكدة (Deterministic methods)

- طريقة جانت (المخطط الشريطي) (Bar chart (Gantt)

- طريقة المخطط الشبكي network analysis methods

a- طريقة النشاط على السهم Activity on Arrow(AoA) او تسمى Arrow

Diagramming method (ADM)

b- طريقة النشاط على العقد Activity on Nodes (AoA) او تسمى طريقة المخطط

التصديري (Precedence Diagramming method (PDM)

- طريقة خط التوازن Line of Balance



المحاضرة (٢+٣)

٢- الطرق الاحتمالية (probabilistic methods)

- طريقة تقييم ومراجعة البرامج Program Evaluation & Review Technique (PERT)

ان الفائدة من جدولة وتخطيط المشروع هي :

- ١- تحديد الوقت اللازم لوصول المواد المختلفة الى موقع العمل
- ٢- تحديد الانواع والاعداد المطلوبة من الاليات والمعدات والاجهزة والوقت اللازم لبقاء تلك الاليات في الموقع.
- ٣- تحديد انواع واصناف الايدي العاملة
- ٤- مدى الحاجة الى الدعم المالي
- ٥- تحديد المدة المتوقعة لانجاز المشروع.

A Gantt Chart provides a timeline for a project giving an overview of how a project is progressing. Project activities, tasks and events are easy to see relative to one another, and the gantt chart allows multiple users to see how the project is progressing over time and what steps or tasks are next.

A Gantt Chart is used for planning, scheduling and monitoring projects, and managing the dependencies between project tasks. Below is a simple Gantt Chart layout showing tasks, dates and duration.

WBS	Task	Lead	Predecessor	Start	End	Cal. Days	% Done	Work Days	M	T	W	T	F	S	S	M	T	F	S	M	T	F	S	M	T	F	S	M	T	F	S
8	1	Groundworks	[Name]																												
9	1.1	Clear topsoil at entrance	[Name]	Fri 3/23/18	Tue 3/27/18	5	100%	3																							
10	1.2	Clear topsoil main site		Wed 3/28/18	Sun 4/01/18	5	50%	3																							
11	1.3	Dig drainage ditches		Mon 4/02/18	Thu 4/05/18	4	75%	4																							



المحاضرة (٣+٢)

Advantage of Gantt chart (Bar chart) مزايا طريقة المخطط الشريطي

- ١- سهولة الاستخدام ويمثل طريقة للمقارنة بين الانجاز المخطط والفعلي
- ٢- يساعد في تحديد متطلبات الموارد (resources)

Dis advantage of Gantt chart (Bar chart) مساوئ طريقة المخطط الشريطي

- ١- لا يوضح العلاقات التفصيلية بين الفعاليات
 - ٢- صعوبة تحديد السماحيات float لكل فعالية.
- مثال: مشروع لتنفيذ شبكة مجاري يتكون من ٥ احواض تفتيش (مانهولات) يصب موقعا (in-situ R.C) وبمساحة ٣ م ٢ وعمق ٣ م وكما مبين في الفعاليات ، المطلوب رسم برنامج زمني باستخدام طريقة **Gantt chart**

Time (day)	Activities	NO.
٢	Casting Foundations صب القواعد	١
٣	Casting of precast slabs صب السقوف الجاهزة	٢
٦	Casting of walls صب جدران المنهول	٣
١	Casting the sewer صب مجرى الانابيب في القاعدة	٤
٦	Connecting pipes ربط الانابيب	٥
٣	Installation of precast slabs تركيب السقوف الجاهزة	٦
٢	Installation of Manhole cover and other accessories تركيب غطاء المنهول وبقية الملحقات	٧



المحاضرة (٢+٣)

activities	Time (days)																
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	
Casting Foundations	█																
Casting of precast slabs	█																
Casting of walls		█															
Casting the sewer								█									
Connecting pipes								█									
Installation of precast slabs									█								
Installation of Manhole cover and other accessories															█		

Total time to complete the project =2+6+6+2= 16 days

Example 2: The following table is represent the activities and times find the total time to complete the project use Gantt chart .

activities	A	B	C	D	E	F	G	H
Time/month	2	3	4	3	2	1	2	2
Preceded by	-	A	A	B	B	D,E	F	G

activities	Time (month)
------------	--------------



المحاضرة (٢+٣)

	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣
A	■												
B			■										
C			■										
D						■							
E						■							
F									■				
G										■			
H												■	

Total
time
to
com-
plet

e the project =2+3+3+1+2+2= 13 Month

Example 3 : (Case study- دراسية)

ترغب شركة مقاولات بتقديم عرض لتنفيذ خط مجاري لحساب احد البلديات المطلوب جدولة المشروع باستخدام مخطط Gantt وحسب المعلومات التالية

- ١- خط المجاري أنابيب اسمنتية قطر ٥٠٠ ملم
 - ٢- مجموع اطوال خط المجاري ٨ كم
 - ٣- عدد احواض التفريغ (مانهولات) ١٨٨ منهول وان متوسط الطول ٤٥ م بين منهول واخر وان الحجم الكلي لاحواض التفريغ = ٣٩٥ م^٣
 - ٤- تمتلك الشركة حفارتين كاتربلر ، كل حفارة ذات قادوس حفر (Bucket) سعة ٠.٦ م^٣ ودورة الحفر والتفريغ ٣ دقائق ومدة العمل الفعلية للحفارة ٥٤ دقيقة/ساعة
 - ٥- تمتلك الشركة ٥ حادلات صغيرة تستعمل للحدل بعد الدفن وكذلك ٨ كمبريسر تستعمل للحفر
- حيثما يلزم

المحاضرة (٢+٣)

- ٦- العمل داخل حدود البلدية هو ٦ كم في الطرق المعبدة (المبلطة) و ٢ كم في الممرات الترابية
- ٧- مدة المشروع المنصوص عليها في وثائق العقد ١٤ شهرا
- ٨- عرض الخندق ٧٠٠ ملم ومتوسط العمق ٢.٥ م
- ٩- كميات الحفر ١٦٨٠٠ م^٣ ومعامل انتفاخ التربة ١.٢ بعد الحفر
- ١٠- ينص قانون العمل على ان ساعات العمل اليومية هو ٨ ساعات ومجموع ساعات العمل الاسبوعية ٤٨ ساعة وعدد ايام العمل بالشهر ٢٥ يوما
- ١١- فحص الخطوط بالضغط حسب شروط العقد قبل اجراء الدفن يستغرق ٤٨ ساعة
- ١٢- لدى الشركة فريق عمل لتركيب الانابيب انتاجيته ٣٠ م.ط باليوم
- ١٣- لدى الشركة فرقان لانجاز احواض التفتيش قادرة على انجاز حوض تفتيش (منهول) كل ٣ يوم
- ١٤- الانتاجية لاجراء الدفن ٣٧٥ م^٣/يوم وان اعادة تبليط الخندق ٨ يوم وتنظيف وتسليم الموقع ١٠ يوم

Solution:

- ١- اقامة موقع للعمال والاليات
 - ٢- اجراءات التنسيق مع دوائر البلدية ودوائر المرور
 - ٣- القيام باعمال الحفريات
 - ٤- تركيب الانابيب
 - ٥- صب احواض التفتيش (المانهولات)
 - ٦- القيام باجراء الفحص (اختبار الضغط على الخطوط)
 - ٧- القيام باعمال الدفن
 - ٨- اعادة التبليط
 - ٩- تنظيف وتسليم الموقع
- تحليل الفعاليات :
- اقامة الموقع للعمال والمعدات والتحرك للموقع ٣٠ يوم



المحاضرة (٢+٣)

- اجراءات التنسيق مع دوائر البلدية ودوائر المرور ٣٠ يوم
- اعمال الحفريات:
سعة قادوس الحفارة ٠.٦٠ م ٣ ، دورة الحفر والتفريغ ٣ دقيقة ومدة العمل ٥٤ دقيقة / ساعة
وعليه يكون انتاج الحفارة الواحدة باليوم = (٨ ساعات) (٣ / ٥٤) (٠.٦٠) = ٨٦ م ٣ / يوم
ولكون عدد ايام العمل هي ٢٥ يوم / شهر عليه يكون
انتاجية الحفارتين بالشهر = (٢ حفارة) (٨٦) (٢٥) = ٤٣٠٠ م ٣/يوم
- مدة العمل المطلوبة = (كمية الحفر * معامل الانتفاخ) / الانتاجية
$$= \frac{16800 * 1.20}{4300} = 4.7 \text{ شهر} \approx 5 \text{ شهر}$$

المدة بالايام = ٥ * ٢٥ = ١٢٥ يوم عمل
- تركيب الانابيب
انتاجية فريق عمل تركيب الانابيب = ٣٠ م.ط
اطوال خطوط المجاري = ٨ كم * ١٠٠٠ = ٨٠٠٠ م.ط
مدة العمل المطلوبة = (٨٠٠٠) / (٣٠) (٢٥) = ١٠.٧ \approx ١١ شهرا
مدة العمل بالايام = ١١ * ٢٥ = ٢٧٥ يوم
- صب احواض التفتيش
العدد الكلي = ١٨٨ منهول
انتاجية فريق عمل واحد = منهول واحد لكل ٣ يوم ولدى الشركة فرق عمل عدد ٢ لصب
المانهولات وعليه يكون :
مدة العمل = [(١٨٨) (٢) / (٣) (٢٥)] = ١١.٢٠ \approx ١٢ شهرا
مدة العمل بالايام = ١٢ * ٢٥ = ٣٠٠ يوم عمل
- فحص الخطوط بالضغط حسب شروط العقد قبل الدفن
عدد الفحوص المطلوبة = العدد الكلي - ١ = ١٨٨ - ١ = ١٨٧ فحص



المحاضرة (٢+٣)

يستغرق الفحص ٤٨ ساعة حسب الشروط (٢ يوم)

وعليه يكون مدة العمل = ١٨٧ * ٢ = ٣٧٤ يوم

وبما ان فرق العمل عدد ٢ يكون مدة العمل = ٣٧٤ / ٢ = ١٨٧ يوم عمل

- اعمال الدفن

كمية الردم = كمية الحفر - حجم الانابيب - حجم احواض التفتيش

$$\text{حجم الانابيب} = \pi r^2 * Length =$$

$$= 0.25^2 * \pi * 8000 = 1570 \text{ م}^3$$

كمية الردم = ١٦٨٠٠ - ١٥٧٠ - ٣٩٥ = ١٤٨٣٥ م^٣ وعليه يكون مدة العمل = ١٤٨٣٥ / ٧٥ = ٢٠٠ يوم .

يوم .

- اعادة التبليط للخندق = ٨ يوم

- التنظيف وتسليم الموقع = ١٠ يوم

No	Activates	Time (day)	Preceded by	الملاحظات
١	تهيئة موقع الشركة	٣٠	-	-
٢	اجراءات التنسيق	٣٠	-	-
٣	اعمال الحفر	١٢٥	١،٢	-
٤	تركيب الانابيب	٢٧٥	١،٢	بعد يوم من بداية اعمال الحفر
٥	صب احواض التفتيش	٣٠٠	١،٢	بعد ٥ يوم من بداية اعمال الحفر
٦	اختبار الضغط	١٨٧	٤	بعد ٨٩ يوم من بداية



المحاضرة (٢+٣)

				اعمال تركيب الانابيب
٧	اعمال الدفن	٢٠٠	٦	بعد ١٢ يوم من اختبار الضغط
٨	اعمال اعادة التبليط	٨	٧	
٩	اعمال تنظيف الموقع	١٠	٨	

H.W : رسم Gantt Chary

The work involved in a project can be divided into three phases corresponding to the management functions of planning, scheduling and control.

Planning This phase involves setting the objectives of the project and the assumptions to be made. Also it involves the listing of tasks or jobs that must be performed to complete a project under consideration. In this phase, men, machines and materials required for the project in addition to the estimates of costs and duration of the various activities of the project are also determined.

Scheduling This consists of laying the activities according to the precedence order and determining,

- (i) the start and finish times for each activity
- (ii) the critical path on which the activities require special attention and
- (iii) the slack and float for the non-critical paths.



Controlling This phase is exercised after the planning and scheduling, which involves the following:

- (i) Making periodical progress reports
- (ii) Reviewing the progress
- (iii) Analyzing the status of the project and
- (iv) Management decisions regarding updating, crashing and resource allocation etc

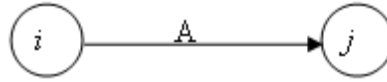
٢- طريقة النشاط على السهم Activity on Arrow(AoA) او تسمى Arrow
Diagramming method (ADM)

BASIC TERMS

To understand the network techniques one should be familiar with a few basic terms of which both CPM and PERT are special applications.

Network It is the graphic representation of logically and sequentially connected arrows and nodes representing activities and events of a project. Networks are also called arrow diagram.

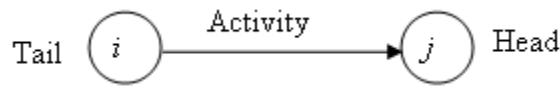
Activity An activity represents some action and is a time consuming effort necessary to complete a particular part of the overall project. Thus, each and every activity has a point of time where it begins and a point where it ends. It is represented in the network by an arrow as follows.



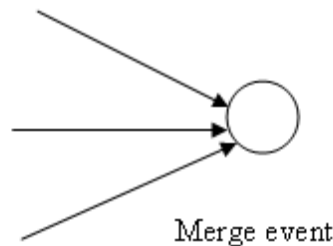
Here A is called the activity and *i* and *j* are start and end nodes.

Event The beginning and end points of an activity are called events or nodes.

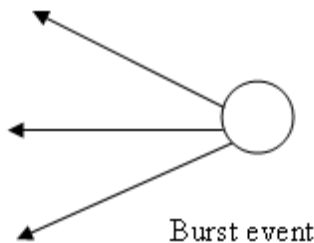
Event is a point in the time and does not consume any resources. It is represented by a numbered circle. The head event called the *j*th event has always a number higher than the tail event called the *i*th event.



Merge and burst events it is not necessary for an event to be the ending event of only one activity but can be the ending event of two or more activities. Such event is defined as a Merge event.



If the event happens to be the beginning event of two or more activities it is defined as a Burst event



Preceding, succeeding and concurrent activities

Activities which must be accomplished before a given event can occur are termed as *preceding activities*.



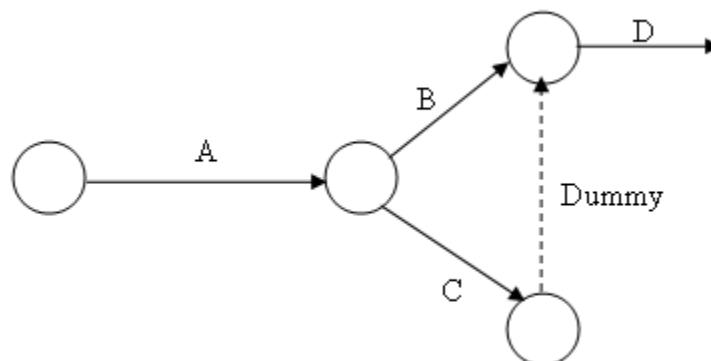
Activities which cannot be accomplished until an event has occurred are termed as *succeeding activities*.

Activities which can be accomplished concurrently are known as *concurrent activities*.

This classification is relative, which means that one activity can be preceding to a certain event, and the same activity can be succeeding to some other event or it may be a concurrent activity with one or more activities.

Dummy activity Certain activities which neither consumes time nor resources but are used simply to represent a connection or a link between the events are known as dummies. It is shown in the network by a dotted line. The purpose of introducing dummy activity is –

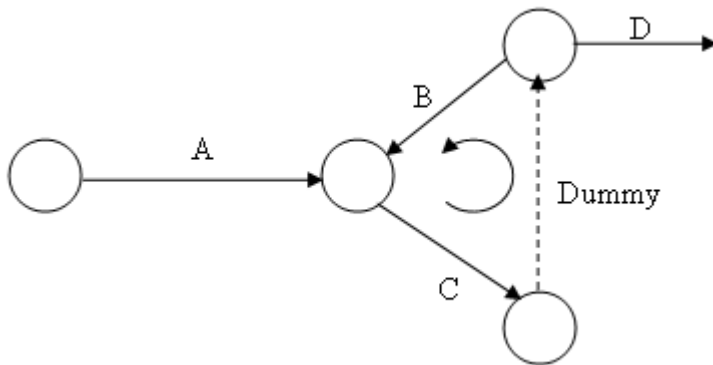
- (i) to maintain uniqueness in the numbering system as every activity may have distinct set of events by which the activity can be identified.
- (ii) To maintain a proper logic in the network.



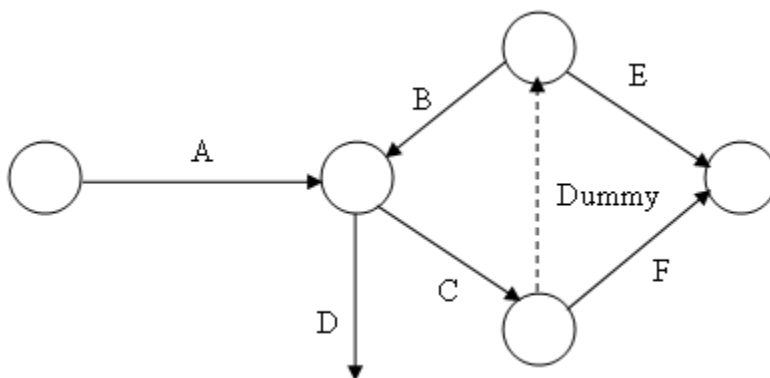
COMMON ERRORS

Following are the three common errors in a network construction:

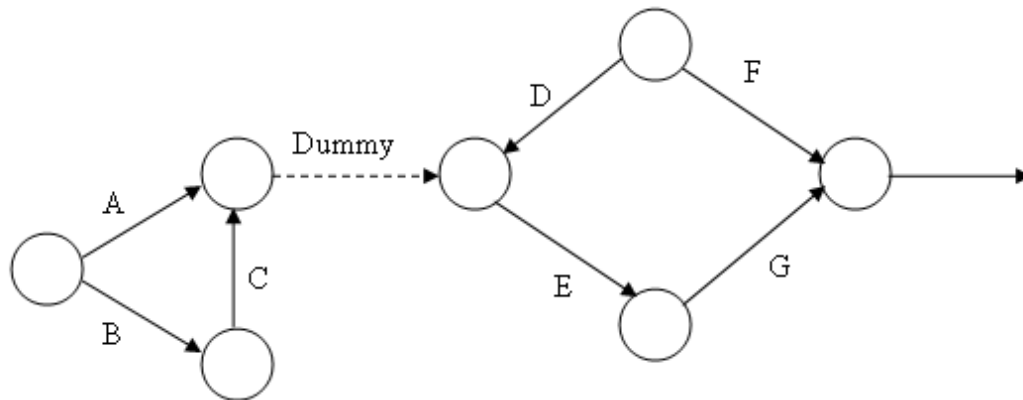
Looping (cycling) In a network diagram looping error is also known as cycling error. Drawing an endless loop in a network is known as error of looping. A loop can be formed if an activity were represented as going back in line.



Dangling To disconnect an activity before the completion of all the activities in a network diagram is known as Dangling.



Redundancy If a dummy activity is the only activity emanating from an event and which can be eliminated is known as redundancy.



Numbering the Events

After the network is drawn in a logical sequence every event is assigned a number. The number sequence must be such so as to reflect the flow of the network. In numbering the events the following rules should be observed.

- (i) Event numbers should be unique.
- (ii) Event numbering should be carried out on a sequential basis from left to right.
- (iii) The initial event which has all outgoing arrows with no incoming arrow is numbered as 1.
- (iv) Delete all arrows emerging from all the numbered events. This will create at least one new start event out of the preceding events.
- (v) Number all new start events 2,3 and so on. Repeat this process until all the terminal event without any successor activity is reached, number the terminal node suitably.

Note: The head of an arrow should always bear a number higher than the one assigned to the tail of the arrow.

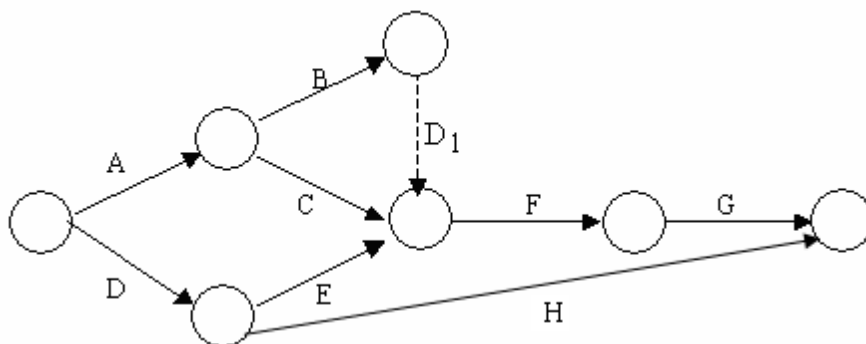


EXAMPLE4 : Construct a network for the project whose activities and their precedence relationships

are as given in table :

Activities	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Immediate -Predecessor	—	A	A	—	D	B,C,E	F	D	G,H

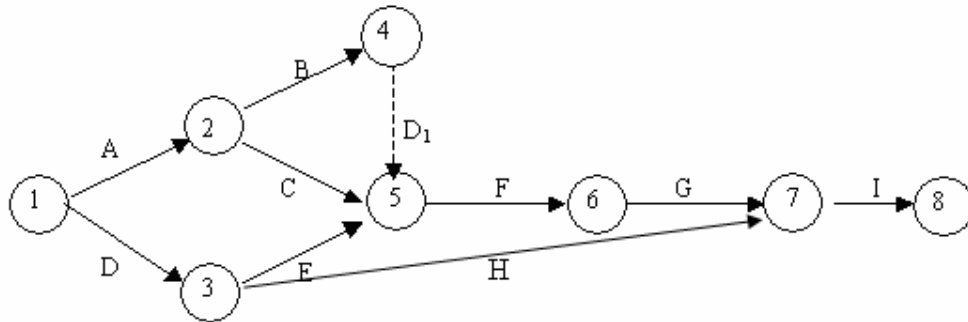
Solution From the given constraints, it is clear that A, D are the starting activity and I the terminal activity. B, C are starting with the same event and are both the predecessors of the activity F. Also E has to be the predecessor of F. Hence, we have to introduce a dummy activity:



D₁ is the dummy activity.
 Finally we have the following network.

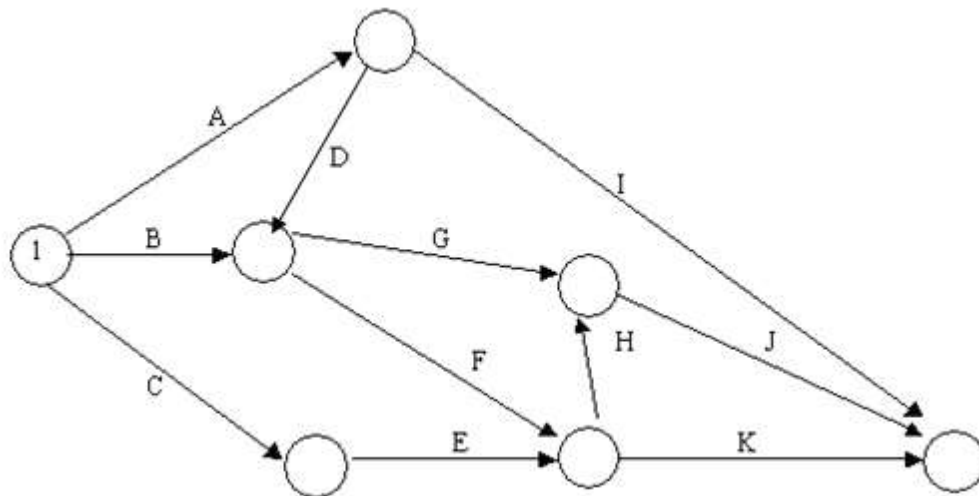


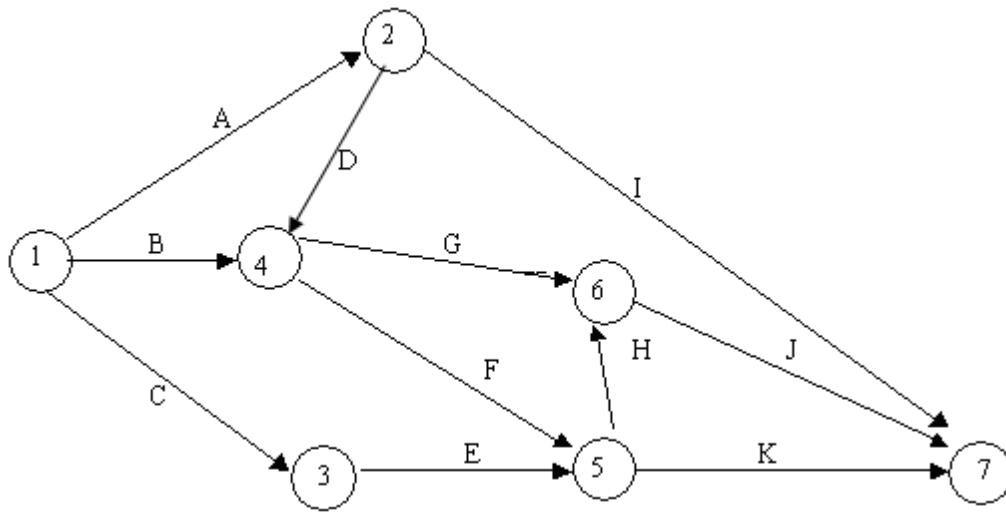
المحاضرة (٢+٣)



EXAMPLE 5 : Construct a network for the project whose activities and their precedence relationships are as given in Table.2.

Activities	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Immediate-Predecessor	—	—	—	A	C	B,D	B,D	E,F	A	G,H	E,F





TIME ANALYSIS

Once the network of a project is constructed the time analysis of the network becomes essential for planning various activities of the project. An activity time is a forecast of the time an activity is expected to take from its starting point to its completion (under normal conditions).

We shall use the following notation for basic scheduling computations.

(i, j) = Activity (i, j) with tail event i and head event j

T_{ij} = Estimated completion time of activity (i, j)

ES_{ij} = Earliest starting time of activity (i, j)

EF_{ij} = Earliest finishing time of activity (i, j)

$(LS)_{ii}$ = Latest starting time of activity (i, j)

$(LF)_{ij}$ = Latest finishing time of activity (i, j)



المحاضرة (٢+٣)

الجدولة باستخدام اوقات الفعاليه :

الهدف من الجدولة (scheduling) لاي مشروع هو اعطاء متخذ القرار (Decision Maker) مختلف المعلومات منها ما هو متعلق بالمشروع ككل ومنها ما هو متعلق بالعمليات المكونه للمشروع وللحصول على المعلومات هناك هناك العديد من العمليات الحسابيه التي يجب تطبيقها على المخطط بعد انشائه

① على صعيد المشروع

١- متى سينتهي المشروع كاملاً

ب- ماهي النشاطات الحرجة (Critical Activities) - اي التي تؤثر على نهاية المشروع في حاله تأخرها - وبالتالي يجب احرص على زمن بداية ونهاية هذه العمليات

ج- العمليات (النشاطات) غير حرجية / اي التي لا تؤثر في نهاية المشروع فيما لو تأخرت بمقدار زمني معين يتم تحديده

د- في تاريخ زمني محدد هل ينتهي مشروع حسب بلده امددة / وفي حاله تأخر مشروع / ماهي قيمة هذه الفترة المرصنة .

② على صعيد افعاليات

١- اعطاء الزمن لبدء اي فعالية وزمن الانتهاء

٢- بيان التواريخ التي يمكن ان يسمح لهايتها تاجيل بدياه اي فعاليتها من خلال حساب قيم ازمونها (float) لتلك افعاليتها

الاوراق الاربعة للفعاليات

Earliest start time (EST) وقت لبايها بأكبر : هو ايدك وقت لبدء الفعالية ما بدون مخالفة لفعاليات التي تسبقه . لا يمكن للفعاليتين ان تبدأا في وقت

Earliest Finish Time (EFT) وقت لنهاية بأكبر : هو ايدك وقت يمكن ان ينتهي عنده لفعاليتها اذا بدأ في وقت لبايها بأكبر . لا يمكن ان تنتهي لفعاليتها قبل هذا الوقت

Latest Finish Time (LFT) وقت لنهاية بأكبر : هو ايدك وقت

يمكن ان تنتهي عنده لفعاليتها دون ان يؤدي في تأخير مشروع ككل



المحاضرة (٢+٣)

الجدولة باستخدام اوقات الفعاليه :

الهدف من الجدولة (scheduling) لاي مشروع هو اعطاء متخذ القرار (Decision Maker) مختلف المعلومات منها ما هو متعلق بالمشروع ككل ومنها ما هو متعلق بالعمليات المكونه للمشروع وللحصول على المعلومات هناك هناك العديد من العمليات الحسابيه التي يجب تطبيقها على المخطط بعد انشائه

① على صعيد المشروع

١- متى سينتهي المشروع كاملاً

ب- ماهي النشاطات الحرجة (Critical Activities) - اي التي تؤثر على نهاية المشروع في حالة تأخرها - وبالتالي يجب احرص على زمن بداية ونهاية هذه العمليات

ج- العمليات (النشاطات) غير حرجية / اي التي لا تؤثر في نهاية المشروع فيما لو تأخرت بمقدار زمني معين يتم تحديده

د- في تاريخ زمني محدد هل ينتهي مشروع حسب مدة امددة / وفي حالة تأخر مشروع / ماهي قيمة هذه الفترة المزمينة .

② على صعيد افعاليات

١- اعطاء الزمن لبدء اي فعالية وزمن الانتهاء

٢- بيان التواريخ التي يمكن ان يسمح لهايتها تاجيل بدياه اي فعاليتها من خلال حساب قيم المرونه (float) لتلك افعاليتها

الاوراق الاربعة للفعاليات

Earliest start time (EST) وقت لبايئه المبكر : هو ابدك وقت لابتداء فعالية ما بدون مخالفة لفعاليات التي تسبقه . لا يمكن للفعاليت ان تبدأ قبل وقتها .

Earliest Finish Time (EFT) وقت انهاء المبكر : هو ابدك وقت يمكن ان ينتهي عنده افعاليتها اذا بدأ في وقت لبايئه المبكر . لا يمكن ان تنتهي افعاليتها قبل هذا الوقت

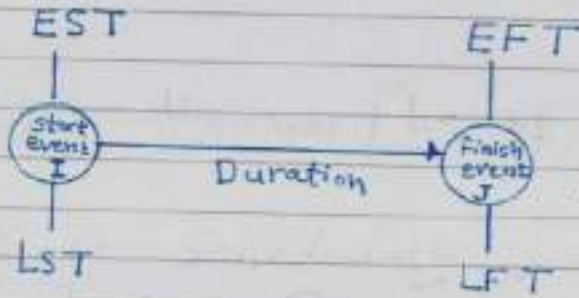
Latest Finish Time (LFT) وقت انهاء المتأخر : هو اآخر وقت

يمكن ان تنتهي عنده افعاليتها دون ان يؤدي في تأخير مشروع ككل



المحاضرة (٣+٢)

Latest start Time (LST) : وقت ابدأه متأخر : هو آخر وقت يمكن لأي فعالية ان تبدأ دون تأخير مشروع ككل



$$EF = ES + \text{Duration}$$

$$LS = LF - \text{Duration}$$

المرور الأمامي (Forward Pass) : الهدف من المرور الأمامي تحديد الزمن الذي للمشروع ووقت ابدأه المتأخر (ES) والنهاية المتأخر (EF) للفعاليات المختلفة بدءاً من اول حدث وهو حدث البداية للمشروع وحتى آخر حدث وهو حدث ائتمار للمشروع

في حالة وجود أكثر من فعالية سابقة تنتهي في حدث بداية فعالية ما وعليه تكون وقت ابدأه المتأخر

$$ES_{\text{(an activity)}} = \text{Maximum} [EF \text{ of all Previous Activities}]$$

$$EF_{\text{The Project}} = \text{Maximum} [EF \text{ of all terminal Activities}]$$

المرور الخلفي (Backward Pass) : على العكس من المرور الأمامي الذي نحددنا بدايات البداية والنهاية المتأخرة فان المرور الخلفي نحددنا بدايات ابدأه المتأخره والنهاية المتأخره (LS) (LF)



$$L_s = L_F - \text{Duration}$$

$$L_s_{\text{An activity}} = \text{Minimum} [L_s \text{ of all Succeeding Activities}]$$

$$L_s_{\text{the Project}} = \text{Minimum} [L_s \text{ of all Initial Activities}]$$

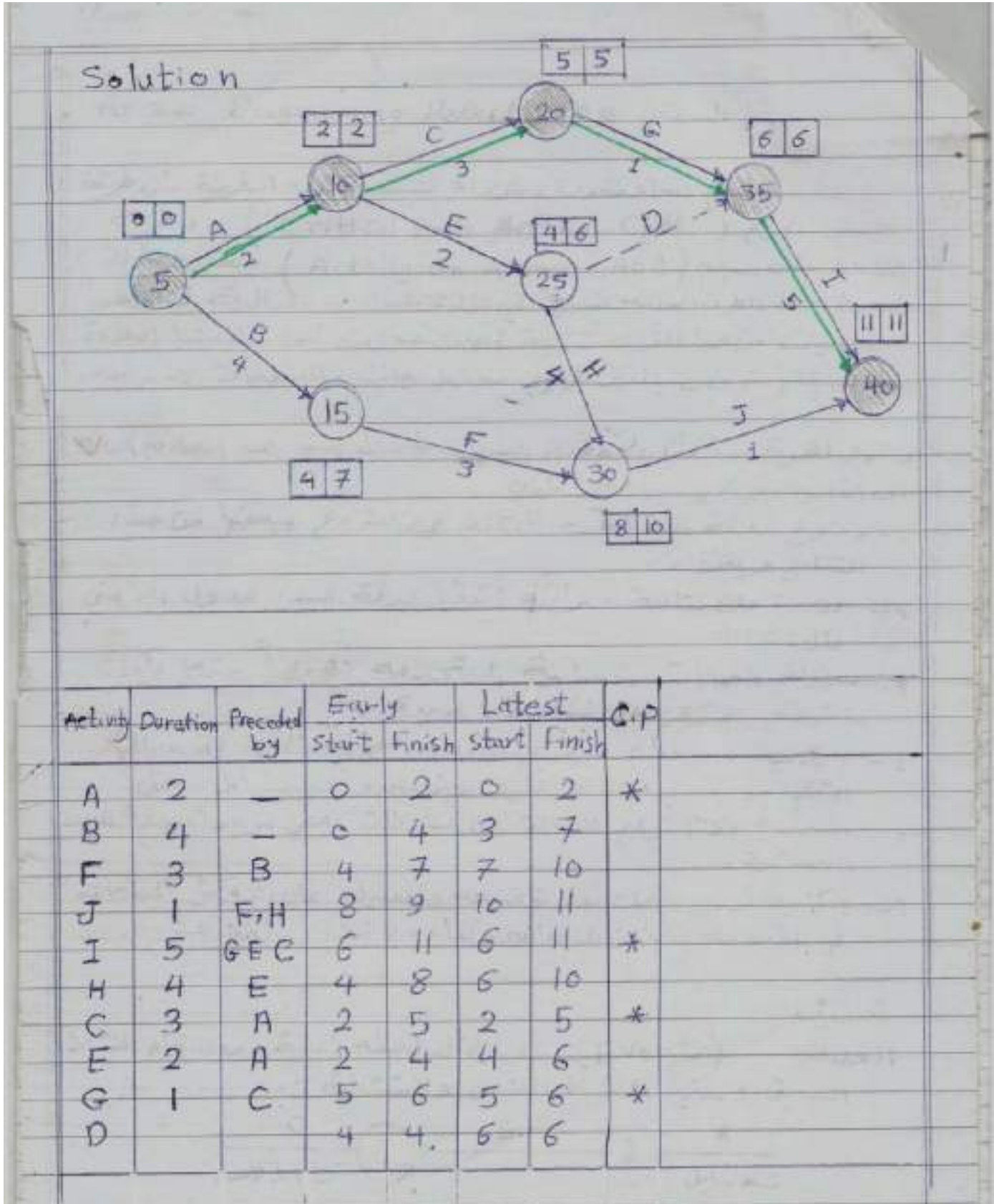
Ex. data For scheduling small project are given below , Draw an arrow network & Determine the Following

- 1- Early & Late event time
- 2- List by a table the Four dates of each activity
- 3- Indicate the critical path on the network and list the critical path

Activity	A	B	F	J	I	H	C	E	G	D
Time week	2	4	3	1	5	4	3	2	1	
Preceded by	-	-	B	F, H	G, E, C	E	A	A	C	



المحاضرة (٢+٣)





المحاضرة (٢+٣)

المرونة Float : هي مقدار الاعتباط الزمني (المرونة) للأنشطة / وهي تكون من نوعين من ناحية وجود أو عدم وجود قيمة للمرونة ، حيث أن الأنشطة التي لا يوجد لها أي مرونة تسمى الأنشطة الحرجة وهي تلك الأنشطة التي تؤدي إلى تأخير المشروع فيما لو تأخرت ، أما الأنشطة غير الحرجة فهي تلك النشاطات التي يوجد لها مرونة وهي تنقسم إلى

① المرونة الكلية Total Float (T.F) وهي تمثل المساهمة الكلية للأنشطة أو مجموعة من الأنشطة التي يمكن بها تأخير الأنشطة أو زيادة زمن التنفيذ دون أن تؤثر على الزمن الكلي للمشروع

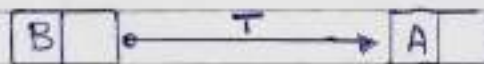
$$T.F_{\text{An Activity}} = LST_{\text{Same Activity}} - EST_{\text{Same Activity}}$$

OR  $T.F = A - B - T$

② المرونة الحرة Free Float (F.F) وهي عبارة عن المساهمة التي تمتلكها الأنشطة دون أن تؤثر على المباشرة المتأخرة للأنشطة ~~اللاحقة~~ يتم إيجادها

$$F.F_{\text{An Activity}} = \text{Minimum} [EST_{\text{of succeeding Activities}} - EFT_{\text{An Activity}}]$$

كما ويمكن إيجادها من المخطط من خلال طرح الرقم الأسير للحدث عند رأس الأسهم وطرحها من الرقم الأسير للحدث عند بداية الأسهم وطرحاً منه زمن الأنشطة.



$$F.F = A - B - T$$

③ المرونة المتداخلة Interfering Float (INTF) وهي الفترة الزمنية التي يمكن تأخير إحدى الأنشطة دون التأخير في سواها أو مشروع ، علماً أن المستوى الذي



المحاضرة (٣+٢)

تأخير البدء في بعض النشاطات التي تأخرت ويتم إيجادها

$$INTF_{\text{An Activity}} = TF_{\text{Same Activity}} - F.F_{\text{Same Activity}}$$

④ المرونة المستقلة Independent Float
 هي الفترة التي يمكن تأخير البدء في إفعالها بمقدارها دون التأخير في موعد انهاء المشروع أو موعد بداية أي نشاط لاحق أو دون أن يتأخر إفعالها المعنية نتيجة أي تأخير في أي إفعالها سابقة.

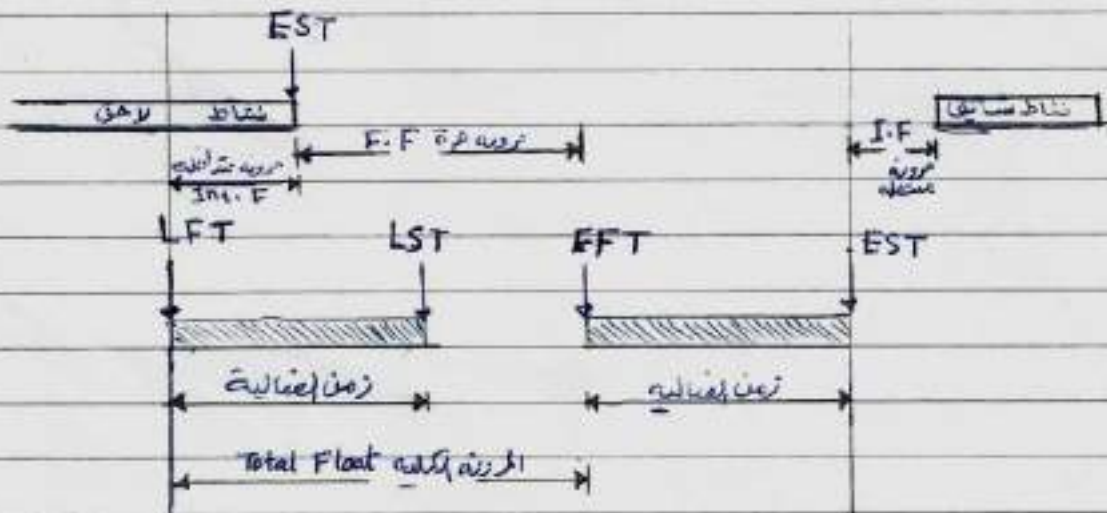
$$I.F = E.S.T - L.F.T - \text{Time}$$

اللائحة سابقة

كما يمكن إيجادها عن طريق طرح الرقم الأسر للحدث عند رأس السهم مطروفاً منه الرقم الأدنى عند بداية السهم مطروفاً منه زمن إفعالها المعنية.



$$I.F = A - B - T$$



العلاقة بين أوقات إفعاليات الأنشطة وأنواع مرونة Float الأربعة



المحاضرة (٢+٣)

مثال : الفعاليات جرد من مشروع تنفيذ طريق المطلوب

- ١- رسم الخط الزمني للمشروع وترقيمها
- ٢- حساب اوقات الفعاليات (EST, EFT, LST, LFT)
- ٣- حساب المرونه بايقومها الاربعه (T.F, F.F, INTF, I.F)
- ٤- تحديد مسار المخرج للمشروع

Activity	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Duration (months)	1	4	5	2	4	2	2	1	2	2
Preceded by	-	-	A	B	A	C, D	C, D, E	C, D, E	G, H	I

① بالاستعانة بالجدول، نحاسب بحساب اوقات الفعاليات و المرونه بحران
 هناك مسارات حرجية عدد 2
 First Critical Path : 1-3-7-9-11-13-15
 Second Critical Path : 1-5-7-9-11-13-15



المحاضرة (٣+٢)

Activity	Time	Earliest		Latest		Float			
		start	Finish	start	Finish	Total	Free	Interfer.	Indep.
A	1	0	1	0	1	0	0	0	0
B	4	0	4	0	4	0	0	0	0
C	5	1	6	1	6	0	0	0	0
D	2	4	6	4	6	0	0	0	0
E	4	1	5	2	6	1	1	0	1
F	2	6	8	10	12	4	4	0	4
G	2	6	8	6	8	0	0	0	0
H	1	6	7	7	8	1	0	1	0
I	2	8	10	8	10	0	0	0	0
J	2	10	12	10	12	0	0	0	0

المسار الحرج (Critical Path) : هو المسار الذي يتكون من مجموعة من الفعاليات الحرجية ، أي انزالاً تمتلك أي نوع من السماحيات (المرونة) وتكون مساوية أي الصفر لجميع أنواع السماحيات ويمكن ان يغير في شبكة أكثر من مسار حرج.

Ex: Data For small Project are given below
Draw an arrow network Compute the early & Late dates , Indicate the Critical Path on the network & determine the Four Float for each activity & List there values in a table

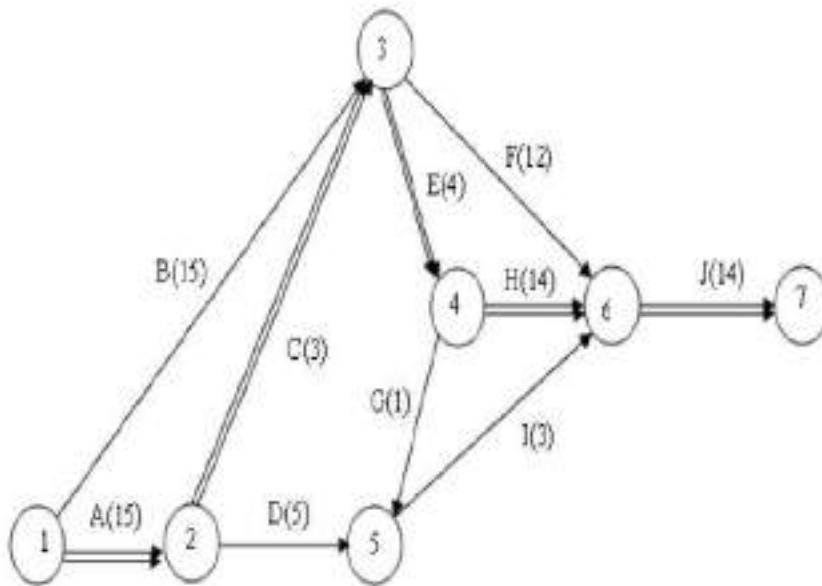
Activity	1-2	1-3	2-4	3-5	4-9	5-6	5-7	6-8	7-8	8-10	9-10	10-11	4-6
duration	9	4	8	7	3	6	8	2	3	3	3	3	0



المحاضرة (٢+٣)

EXAMPLE : Consider the network shown in Fig. which consists of the following activities as shown in the Table determine 1- the early &late event 2- list the four dates of each activity.

Activities	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Immediate Predecessor	—	—	A	A	B,C	B,C	E	E	D	F,H,I
Duration(weeks)	15	15	3	5	8	12	1	14	3	14



Activity	Duration	Start time		Finish time		Total float (weeks)
		Earliest	Latest	Earliest	Latest	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
A(1-2)	15	0	0	15	15	0
B(1-3)	15	0	3	15	18	3
C(2-3)	3	15	15	18	18	0
D(2-5)	5	15	32	20	37	17
E(3-4)	8	18	18	26	26	0
F(3-6)	12	18	28	30	40	10
G(4-5)	1	26	36	27	37	10
H(4-6)	14	26	26	40	40	0
I(5-6)	3	27	37	30	40	10
J(6-7)	14	40	40	54	54	0



المحاضرة (٣+٢)

EXAMPLE :

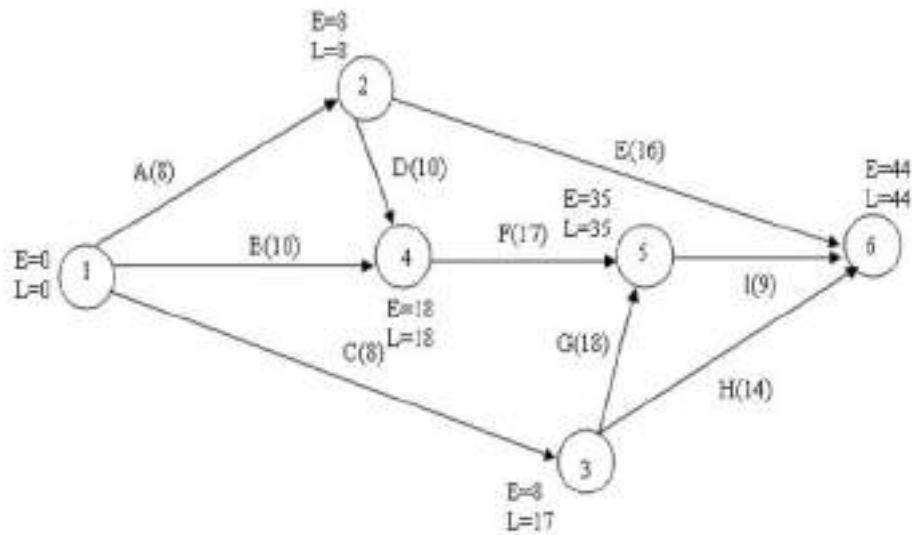
Tasks A, B, C, H, I constitute a project. The precedence relationships are $A < D$; $A < E$, $B < F$; $D < F$, $C < G$, $C < H$; $F < I$, $G < I$

Draw a network to represent the project and find the minimum time of completion of the project when time, in days, of each task is as follows:

Task	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Time	8	10	8	10	16	17	18	14	9

Also identify the critical path.

SOLUTION



Fig(a)

The earliest occurrence time (E) and the latest occurrence time (L) of each event is then computed.

$$E_1 = 0,$$

$$E_2 = E_1 + t_{12} = 0 + 8 = 8,$$

$$E_3 = E_1 + t_{13} = 0 + 8 = 8,$$

$$E_4 = \text{Max. } [0 + 10, 8 + 10] = 18,$$

$$E_5 = \text{Max. } [18 + 17, 8 + 18] = 35,$$

$$E_6 = \text{Max. } [8 + 16, 35 + 9, 8+14]=44.$$

Similarly,



المحاضرة (٢+٣)

$$L_6 = E_6 = 44,$$

$$L_5 = L_6 - t_{56} = 44 - 9 = 35,$$

$$L_4 = L_5 - t_{45} = 35 - 17 = 18,$$

$$L_3 = \text{Min. } [44 - 14, 35 - 18] = 17,$$

$$L_2 = \text{Min. } [44 - 16, 18 - 10] = 8,$$

$$L_1 = \text{Min. } [8-8, 17-8, 18- 10] = 0$$

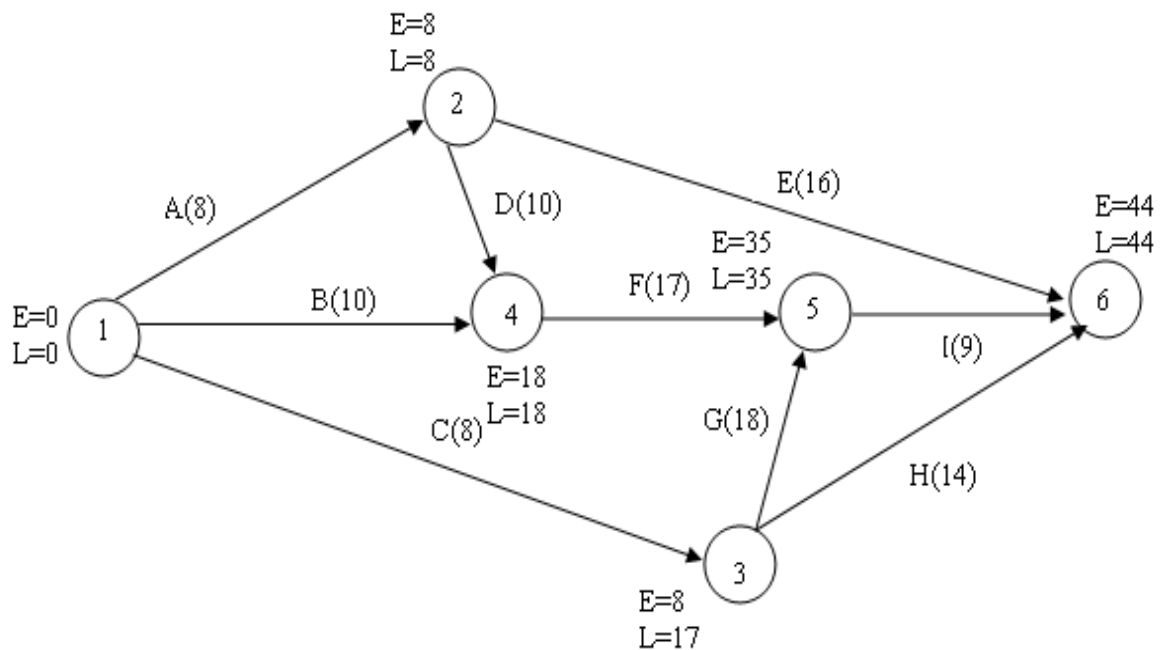


Fig (b)

The critical path is now determined by any of the following methods:

Method 1. The network analysis table is compiled as shown in the Table

Activity	Duration	Start time		Finish time		Total float (weeks)
		Earliest	Late	Earliest	Late	
1-2	8	0	0	8	8	0
1-3	8	0	9	8	17	9
1-4	10	0	8	10	18	8
2-4	10	8	8	18	18	0
2-6	16	8	28	24	44	20
3-5	18	8	17	26	35	9
3-6	14	8	30	22	44	22
4-5	17	18	18	35	35	0
5-6	9	35	35	44	44	0

Activities 1-2, 2-4, 4-5 and 5-6 having zero float are the critical activities and 1-2-4-5-6 is the critical path.



Method 2. For identifying the critical path, the following conditions are checked.

If an activity satisfies

all the three conditions, it is critical.

(i). $E = L$ for the tail event.

(ii). $E = L$ for the head event.

(iii). $E_j - E_i = L_j - L_i = t_{ij}$.

Activities 1-2, 2-4, 4-5 and 5-6 satisfy these conditions. Other activities do not fulfill all the three conditions. The critical path is, therefore, 1-2-4-5-6.

Method 3. The various paths and their duration are:

Path Duration (days)

1-2-6 24

1-2-4-5-6 44

1-4-5-6 36

1-3-5-6 35

1-3-6 22

Path 1-2-4-5-6, the longest in time involving 44 days, is the critical path. It represented by double bold lines in Fig b.

EXAMPLE 9.5

A project consists of a series of tasks labeled *A, B, H, I* with the following constraints $A < D, E$; $B, D < F$; $C < G$; $B < H$; $F, G < I$. ($W < X, Y$ means X, Y can't start until W is completed.) You are required to construct a network using this notation. Also find the minimum time of completion of the project when the time of completion of each task is given as follows.



المحاضرة (٢+٣)

Task	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Time(days)	23	8	20	16	24	18	19	4	10

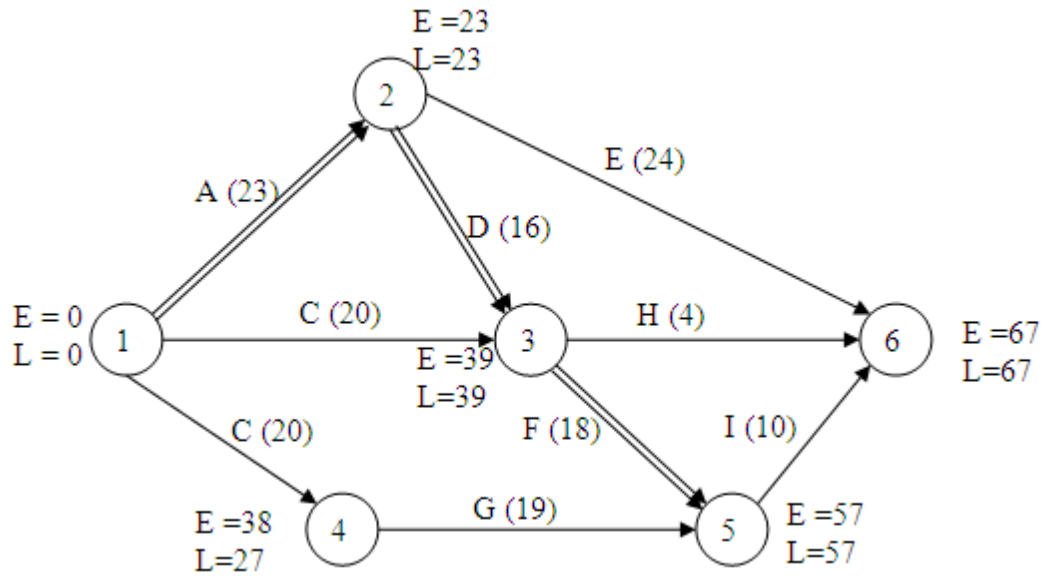
SOLUTION The given constraints can be given in the follow table.

Activity	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Proceeding	--	--	--	A	A	B,D	C	B	G,F
Activity									

To determine the minimum time of completion of the project, we compute ES_i and LF_j for each of the tasks (i, j) of the project. The critical path calculations are as shown in the Table. Critical path 1-2-3-5-6

Activity	Normal time	Earliest		Latest		Total floats
		Start	Finish	Start	Finish	
A (1-2)	23	0	23	0	23	0
B (1-3)	8	0	8	31	39	8
C (1-4)	20	0	20	18	38	18
D (2-3)	16	23	39	23	39	0
E(2-6)	24	23	47	43	67	20
F(3-5)	18	39	57	39	57	0
H(3-6)	4	39	43	63	67	24
G(4-5)	19	20	39	38	57	18
I(5-6)	10	57	67	57	67	0

The above table shows that the critical activities are 1-2, 2-3, 3-5, 5-7 as their total float is zero. Hence, we have the critical path, 1-2-3-5-7 with the total project duration (the least possible time to complete the entire project as 67 days).



EXAMPLE

A project schedule has the following characteristics

Activity	Time (weeks)	Activity	Times (weeks)
1-2	4	5-6	4
1-3	1	5-7	8
2-4	1	6-8	1
3-4	1	7-8	2
3-5	6	8-10	5
4-9	5	9-10	7

- (i) Construct the network.
- (ii) Compute E and L for each event, and
- (iii) Find the critical path.

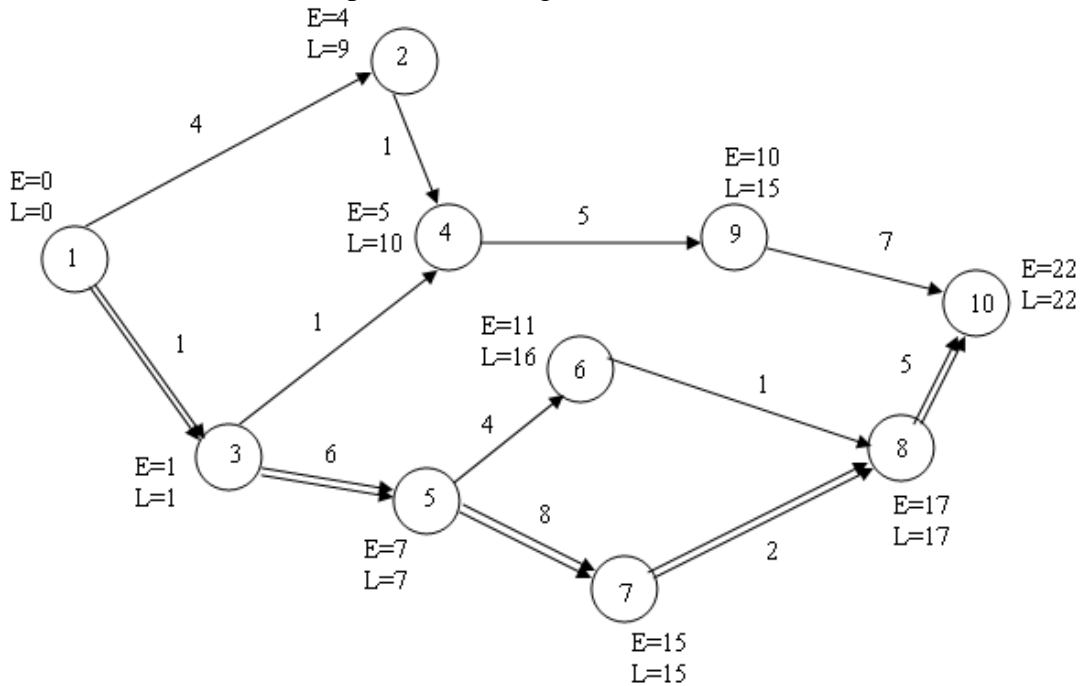
SOLUTION

The given data results in a network shown in Fig.. The figures along the arrows represent the activity times



المحاضرة (٢+٣)

The earliest occurrence time (E) and the latest occurrence time (L) of each event are now computed by employing forward and backward pass calculations. In forward pass computations, E values are represented in Fig and in backward pass computations, L values are also represented in Fig..



Network analysis table is given Table

Activity	Duration	Start time		Finish time		Total float (weeks)
		Earliest	Latest	Earliest	Latest	
1-2	4	0	5	4	0	5
1-3	1	0	0	1	1	0
2-4	1	4	9	5	10	5
3-4	1	1	9	2	10	8
3-5	6	1	1	7	7	0
4-9	5	5	10	10	15	5
5-6	4	7	12	11	16	5
5-7	8	7	7	15	15	0
6-8	1	11	16	12	17	5
7-8	2	15	15	17	17	0
8-10	5	17	17	22	22	0
9-10	7	10	15	17	22	5

Path 1-3-5-7-8-10 with project duration of 22 weeks is the critical pat



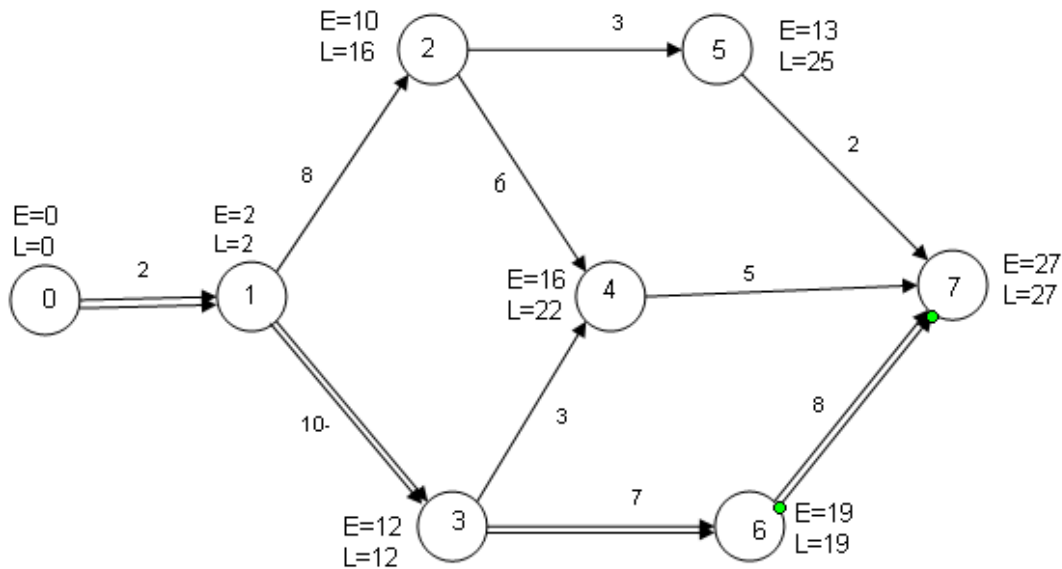
EXAMPLE

The utility data for a network are given below. Determine the total, free, and independent floats and identify the critical path.

Activity	0-1	1-2	1-3	2-4	2-5	3-4	3-6	4-7	5-7	6-7
Duration	2	8	10	6	3	3	7	5	2	8

SOLUTION

The network diagram for the given project data is shown in Fig.. Activity durations are written along the activity arrows. The earliest start and latest finish times of the activities are computed by employing the forward pass and backward pass calculations, as explained in example 2. These times are represented in the network around the respective nodes. The network analysis table is now constructed in Table.





المحاضرة (٢+٣)

Activity	Duration	Start time		Finish time		Float		
		Earliest	Latest	Earliest	Latest	Total	Free	Independent
0-1	2	0	0	2	2	0	0	0
1-2	8	2	8	10	16	6	0	0
1-3	10	2	2	12	12	0	0	0
2-4	6	10	16	16	22	6	0	-6 ≈ 0
2-5	3	10	22	13	25	12	0	-6 ≈ 0
3-4	3	12	19	15	22	7	1	1
3-6	7	12	12	19	19	0	0	0
4-7	5	16	22	21	27	6	6	0
5-7	2	13	25	15	27	12	12	0
6-7	8	19	19	27	27	0	0	0

Total float is the positive difference between latest and earliest finish times or latest and earliest start times. For activity 1-2,

$$\text{Total float (T.F.)} = 16 - 10 = 8 - 2 = 6.$$

Similarly, for activity, say 2-5,

$$\text{Total float} = 25 - 13 = 22 - 10 = 12 \text{ and so on.}$$

Total float calculations are depicted in column 7 of table 4.

Free float of activity $i - j = \text{Total float} - \text{head event slack}$

$= \text{Total float} - (L - E) \text{ of event } j$. Thus free float of activity $0 - 1 = 0 - (L - E) \text{ of event } 1, = 0 - (2 - 2) = 0$, free float of activity $1 - 2 = 6 - (16 - 10) = 6 - 6 = 0$ etc.

Free floats of various activities are calculated in column 8 of the network analysis table. Independent float of activity $i - j = \text{Free float} - \text{tail event slack} = \text{Free float} - (L - E) \text{ of event } i$.

Thus independent float of activity $0 - 1 = 0 - (0 - 0) = 0$,

independent float of activity $1 - 2 = 0 - (2 - 2) = 0$,

independent float of activity $2 - 4 = 0 - (16 - 10) = -6 \approx 0$ and so on.

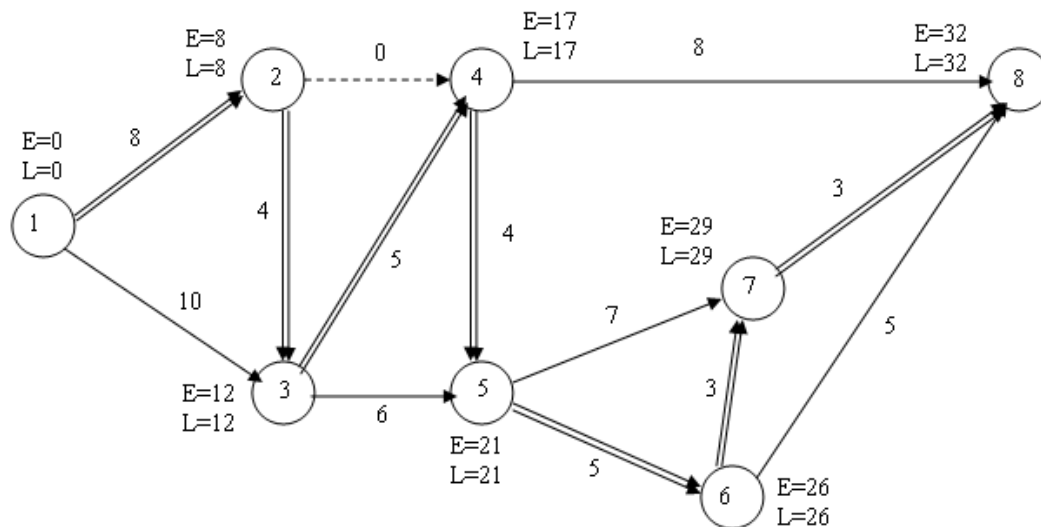


المحاضرة (٢+٣)

Independent floats of various activities are calculated in column 9 of the Table. If independent float of an activity is negative, it is taken as zero.

EXAMPLE

For the network given in Fig, determine the total, free, and independent floats for each activity. Times for activities are in months.



SOLUTION

The computations of earliest start, earliest finish, latest start and latest finish times along with floats are given in Table

Activity	Duration n	Start time		Finish time		Float		
		Earliest	Latest	Earliest	Latest	Total	Free	Independent
1-2	8	0	0	8	8	0	0	0
1-3	10	0	2	10	12	2	2	2
2-3	4	8	8	12	12	0	0	0
2-4	0	8	17	8	17	9	9	9
3-4	5	12	12	17	17	0	0	0
3-5	6	12	15	18	21	3	3	3
4-5	4	17	17	21	21	0	0	0
4-8	8	17	24	25	32	7	7	7
5-6	5	21	21	26	26	0	0	0
5-7	7	21	22	28	29	1	1	1

6-7	3	26	26	29	29	0	0	0
6-8	5	26	27	31	32	1	1	1
7-8	3	29	29	32	32	0	0	0



المحاضرة (٢+٣)

Activities 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 and 7-8 have zero float and hence are critical. The path 1-2-3-4-5- 6-7-8 is the critical path with the project duration of 32 months. Total, free and independent floats are calculated as explained in example 4 and are represented in the last four columns of the above table.

EXAMPLE :Estimated times for the jobs of a project are given below:

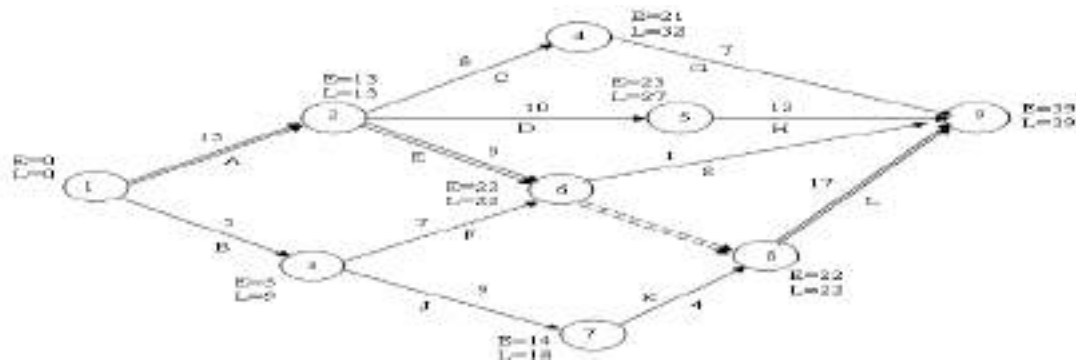
Job:	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Time (weeks) :	13	5	8	10	9	7	7	12	8	9	4	17

The constraints governing the jobs are as follows:

A and B are start jobs; A controls C, D and E; B controls F and J; G depends upon C; H depends on D; E and F control I and L; K follows J; L is also controlled by K; G, H, I and L are the last jobs. Draw the network, determine float for each activity, project duration and the critical path.

SOLUTION

The network obtained by using the given precedence relationship is shown in Fig. Events have been numbered using the Fulkerson's rule. Note that a dummy activity 6-8 has been included to draw the network. The earliest start times and latest completion times of the activities can be computed by using the forward and backward pass methods. Critical path is 1-2-6-8-9 and project duration is 39 weeks.





EXERCISES

1. Define 'project', and give some application areas of project management. Explain different phases of project management.
2. Distinguish between CPM and PERT.
3. Discuss the guidelines for constructing a project network.
4. Define the following: (a) total float, (b) free float, and (c) critical path.
- 5- A construction company has listed down various activities that are involved in constructing a building. These are summarized along with predecessor(s) details in the table.

Activity	Immediate predecessor(s)
A	—
B	—
C	A
D	B
E	A, B
F	C, D
G	F, B
H	E, G
I	H, G
J	I, F
K	J, L
L	A
M	K



المحاضرة (٢+٣)

Draw a project network for the above project

6. Consider the details of a project as shown in the table .

Activity	Immediate predecessor(s)	Duration (months)
A	-	4
B	-	8
C	-	5
D	A	4
E	A	5
F	B	7
G	B	4
H	C	8
I	C	3
J	D	6
K	E	5
L	F	4
M	G	12
N	H	7
O	I	10
P	J,K,L	5
Q	M,N,O	8

(a) Construct the CPM network.

(b) Determine the critical path.

(c) Compute total floats and free floats for non-critical activities.

7. A project schedule has the following characteristics.

Activity	1-2	1-3	2-4	3-4	3-5	4-9	5-6	5-7	6-8	7-8	8-10	9-10
Time(days)	4	1	1	1	6	5	4	8	1	2	5	7

From the above information, you are required to

(i) Construct a network diagram.

(ii) Compute the earliest event time and latest event time



المحاضرة (٢+٣)

(iii) Determine the critical path and total project duration

(iv) Compute total, free float for each activity.

8. The following Table shows the job of a project with their duration in days. Draw the network and determine the critical path. Also calculate all the free floats of each activity.

Job	1-2	1-3	1-4	2-5	3-7	4-6	5-7	5-8	6-7	6-9	7-10	8-10	9-10	10-11	11-12
Duration (days)	10	8	9	8	16	7	7	7	8	5	12	10	15	8	5

9. The activities involved in Alpha Garment Manufacturing Company are listed with their time estimates as in the following table:

Activity	Description	Immediate predecessor(s)	Duration(days)
A	Forecast sales volume	—	10
B	Study competitive market	—	7
C	Design item and facilities	A	5
D	Prepare production plan	C	3
E	Estimate cost of production	D	2
F	Set sales price	B, E	1
G	Prepare budget	F	14

Draw the network for the given activities and carry out the critical path calculations.

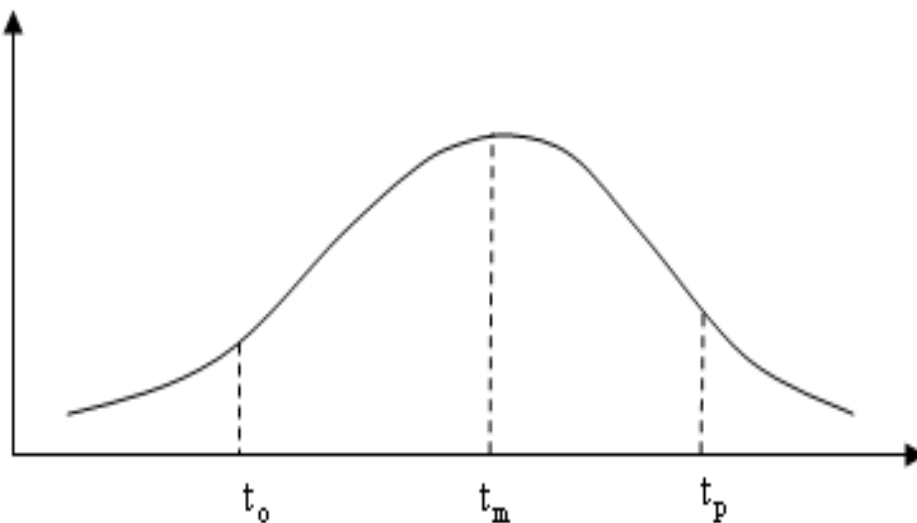


PROGRAMME EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE (PERT)

The network methods discussed so far may be termed as deterministic, since estimated activity times are assumed to be known with certainty. However, in research project or design of gear box or a new machine, various activities are based on judgment. It is difficult to obtain a reliable time estimate due to the changing technology. Time values are subject to chance variations. For such cases where the activities are non-deterministic in nature, PERT was developed. Hence, PERT is probabilistic method where the activity times are represented by a probability distribution. This probability distribution of activity times is based upon three different time estimates made for each activity. These are as follows.

- (i) Optimistic time estimate
- (ii) Most likely time estimate
- (iii) Pessimistic time estimate

is denoted by t_p or b . These three time values are shown in the following figure 1





المحاضرة (٤)

طريقة تقييم ومراجعة البرنامج
- (PERT) Program Evaluation & Review Technique

هدف الاداره هو اتخاذ لقرارات بتدراسة لغرض الحصول على اعظم فائدة ممكنة ضمن المعلومات المتوفرة حيث نشأت الحاجة لاستخدام نظرية الاحصاء والاحتمالات لمعالجة المشاريع غير المتكررة مما أدى الى ظهور طريقة تقييم ومراجعة البرنامج (PERT) للمساعدة على الحصول على احسن قرار ممكن ضمن البيانات المتوفرة.

يعود ظهور طريقة PERT الى اواخر الخمسينات من القرن العشرين اي في نفس الفترة التي ظهرت فيها طريقة الخطط الشبكية. باستثناء استخدام مفاهيم الاحتمالية عادة ما تكون عملية اتخاذ القرارات للادارية خاضعة لاهدئ الحالات التالية:

- التأكد (Certainty) او عدم التأكد (Uncertainty) او المخاطرة (Risk)
- المقارنة الشبكية بين طريقة الخطط الشبكية (AOA) وطريقة PERT شوائب
- او طريقة الخطط الشبكية تعتمد على حالة التأكد وبالتالي استخدام الاساليب المحددة (Deterministic) للتعامل مع بيانات المشاريع التي قد تستطيع الحصول عليها خلال مراجعة مشاريع سابقة مشابهة للمشروع الذي يراد تنفيذه. اما طريقة PERT جاءت لمعالجة المشاريع الجديدة في المجالات الجديدة التي لا يوجد مشاريع سابقة مشابهة لها وبالتالي لا تتوفر معلومات مؤكدة حول مشروع ما أدى للاعتماد على معلومات احتمالية (Probabilistic).

مفاهيم احصائية

بما ان طريقة تقييم ومراجعة البرنامج (PERT) تعتمد على احسن احتمالية معينة على بيانات احتمالية لذا تستعرض بعض المفاهيم الاحصائية قبل ان نطبق هذه الطريقة.

٢- مقاييس النزعة المركزية :

لا يمكن وضع البيانات في توزيع تكراري ذي فئات لمعالجة كل توزيع تكراري وطبيعته. لذلك توجد مقاييس عديدة تعيين موقع التوزيع. فربما يكون هناك توزيعات تكرارية متشابهة في طبيعتها وشكلها ولكنها تختلف في مواقعها ومن هنا نشأت الحاجة الى معرفة مقاييس النزعة المركزية (Measures of Central Tendency) وتعرف بظاهرة تمركز اقيم او المشاهدات عند اجراء تجربة ما حول قراره معينه ومن هذه المقاييس :

١- اوسط الحسابي (Arithmetic Mean \bar{x}) : يعتبر اوسط الحسابي



المحاضرة (٤)

وهو حاصل قسمة مجموع قيم على عددها

$$\bar{x} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{N}$$

١- الوسط (Median) : يعرف الوسط لمجموعة من القيم المرتبة حسب قيمتها العددية تصاعدياً أو تنازلياً بأنه العدد الأوسط منها إذا كان عددها زوجياً ، وهو الوسط الحسابي للترتيبين اللذين يقسمان هذه القيم إلى نصفين متساويين

٢- المنزلة (Mode) : يعرف بأنه القيمة التي يتعابها أكبر تكرار إذا وضعنا البيانات في توزيع تكراري للقيم .

مقاييس التشتت (Measures of Dispersion)

ظاهرة التشتت عكس ظاهرة التركيز حيث نجد ان القيم تتباعد أو تقترب / وحدث الظاهران في نفس التجربة فنجد ان أكثر القيم تتركز حول نقطة ما / ونجد بعض القيم تقع على جانبي هذه النقطة متباعدة كما في حالة التوزيع الاحتمالي واهم مقاييس التشتت :
١- المدى (Range) : ويعرف المدى لمجموعة من القيم أو المشاهدات بأنه الفرق بين أكبر قيمة وأصغر قيمة ويعبر عن المدى مقياساً غير دقيقاً للتشتت
بشكل عام المدى = أكبر مشاهدة - اصغر مشاهدة .

٣- التباين (Variance - σ^2) : هو مربع الانحرافات لبيانات عن وسطها الحسابي متوسطاً على عددها

٤- الانحراف المعياري (Standard Deviation - σ) : يعبر الانحراف المعياري اهم مقاييس التشتت لمجموعة من القيم أو المشاهدات وأكثرها دقة لأنه يأخذ جميع القيم أو المشاهدات بعين الاعتبار / فهو الأكثر شيوعاً واستخداماً ويعرف بأنه القيمة الموجبة الجذر التربيعي للتباين .

مفاهيم احتمالية :

يعتبر الاحتمال على انه نسبة عدد مرات تحقيق حادثه معينه الى عدد المحاولات التي تم اجرائها لتحقيق ذلك الحادث / ويشكل عام فالاحتمال هو مقياس عددي لقياس فرصه تحقيق حادثه غير مؤكده كأنها وفعاليتها او عمليتها خلال فترة معينة



المحاضرة (٤)

من الجدول حيا ان

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

X : قيمة القراءه

μ : الوسط الحسابي

σ : الانحراف المعياري

ويعطى طريقة PERT :

$$Z = \frac{T_s - T_E}{\sigma_E}$$

T_s : Time schedule

المدة المطلوبة

T_E : Expected Time

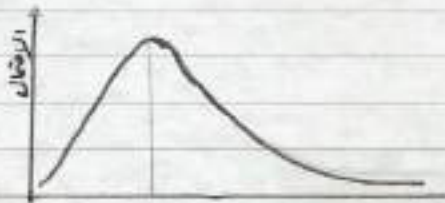
σ_E : standard deviation for critical path

هناك بعض التعريفات والمفاهيم المستخدمة في طريقة (PERT) الوقت المتفائل (Optimistic Time - a) : هو الزمن المتوقع لتنفيذ نشاطه عندما تكون ظروف التنفيذ مثالية ولا يحدث تنفيذ له في وقت اقل.

الوقت الأكثر احتمالاً (Most Probable Time - m) : وهو الزمن المتوقع لتنفيذ النشاط عندما تكون ظروف التنفيذ طبيعية ولكن ليست مثالية.

الوقت المتشائم (Pessimistic Time - b) : وهو الزمن المتوقع لتنفيذ النشاط عندما تكون ظروف التنفيذ سيئة ولا تحدث هنا الظروف غير الطبيعية او الكوارث مثل الزلازل والقيحبات.

ان توزيع اوقات النشاطات يتبع توزيع بيتا (Beta Distribution)



توزيع متفوق اليمين



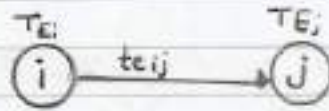
توزيع متفوق اليمين



المحاضرة (٤)

$$\sigma^2 = \frac{(b-a)^2}{36}$$

σ^2 - Variance التباين



$$(T_E)_{start} = \text{Base time} = 0$$

$$(\sigma_E^2)_{start} = 0$$

$$T_{Ej} = \text{Max} [T_{Ei} + te_{ij}]$$

$$\sigma_{Ej}^2 = \sigma_{Ei}^2 + \sigma_{e_{ij}}^2$$

If T_{Ej} can be found from events take the longer variance

$$T_{Li} = \text{Min} [T_{Lj} - te_{ij}]$$

ولإيجاد الوقت المتوسع للإجازة المتوسعة
إذا كان هناك مسار صريح واحد في المخطط يكون

$$T_E = t_{\text{Activity A}} + t_{\text{Activity B}} + t_{\text{Activity C}} + \dots$$

أما إذا كان هناك أكثر من مسار صريح فنقارن بين التباين من أجل الأكبر
تبايناً.

أما الاختلاف الحصري للإجازة في المشروع فهو الجذر التربيعي لجميع التباين



المحاضرة (٤)

$$\sigma_{path} = \sqrt{\sigma_A^2 + \sigma_B^2 + \sigma_C^2 + \dots}$$

مثال تطبيقي :

باعتبارك مهندس مخطط لاحد المشاريع وارادت ايجاد الزمن اللازم لانجاز فعاليتك صب السقف والتي تبدأ من نصب القالب الخشبي الى نواحيته المعالجه وان البداية تكون في منتصف شهر تشرين الثاني اي الشهر الحادي عشر . اوجد زمن انجاز الفعاليه مقدراً هذه الفترة وفق الاحتمالات المتوقعة واعتماداً على الخبرة . بايجاد المعدل المتوقع لمدة الفعاليه والاختلاف القياسي لمعدل المدة والتأكد المطلوب

الجواب :

بما ان الفعاليه تبدأ في منتصف شهر تشرين الثاني ، فان هناك احتمالات عدة

١- الاحتمال الاول : هو ان الحاله الجويه تكون جيدة (عدم وجود امطار - الجوفية قائم

وبذلك يمكن ايجاد لفته باقصر مدة ممكنه (a)

١- نصب وتركيبة القالب الخشبي و 6 يوم

٢- صب السقف 1 يوم

٣- رفع القالب والمعالجه 8 يوم

المجموع 15 يوم تقريباً

ب- الاحتمال الاكثر حدوثاً في هذه الفترة ، الحاله الجويه هو وجود غيوم وانخفاض

درجات حراره مع رطوبة - غير مفضل . وبذلك يمكن ايجاد لفته (M)

١- نصب وتركيبة القالب الخشبي وبتسليم 8 يوم

٢- صب السقف 1 يوم

٣- رفع القالب والمعالجه 11 يوم

المجموع 20 يوم

ج- الاحتمال الثالث : على اعتبار سقوط امطار وباستمرار مع وجود طويه

عاليه وانخفاض درجات حراره . وبذلك يمكن ايجاد لفته ازمينه (b)

١- نصب وتركيبة القالب الخشبي وبتسليم 14 يوم

٢- صب السقف 3 يوم (على اساس وجود فاصله كود)

٣- رفع القالب والمعالجه 16 يوم

المجموع 33 يوم



المحاضرة (٤)

المعدل المتوقع لمدة إعتيالية :

$$t_e = \frac{a+4M+b}{6} = \frac{15+4*20+33}{6} = 21 \text{ day}$$

الانحراف إعتيالي لمعدل إعتيالية :

$$\sigma = \frac{b-a}{6} = \frac{33-15}{6} = 3 \text{ day}$$

التباين (التباين) :-

$$V = \sigma^2 = \frac{(33-15)^2}{36} = 9 \text{ day}$$

ملاحظة

لايجاد إعتيالي إعتيالي للمدة إعتيالي للمشروع :-

$$a_t = (t_e)_ع - 3\sigma$$

أما إعتيالي إعتيالي للمدة إعتيالي للمشروع

$$b_t = (t_e)_ع + 3\sigma$$



المحاضرة (٤)

مثال : الجدول ادناه يمثل الفعاليات لانجاز احد المشاريع - وباعتبارك المهندس المخطط في هذا المشروع ولما كنت هناك عمه احتمالات لانجاز كل فعالیه لعدم وجود احصائيات متابعه (مشروع جديد) المطلوب -
١- رسم المخطط الشبكي
٢- اعدل المتوقع لانجاز الفعاليه والتباين والاعتراف لكل فعالیه
٣- تحديد Critical Path والمعدل المتوقع للمدة الكليه للمشروع
٤- التعديل المتنازل (α_t) والتعديس المتشائم (β_t) للمدة الكليه لتنفيذ المشروع
٥- ماهي احتماليه اكمال المشروع في 24

sol:-

Activity	Preceded by	a	M	b	t	σ^2	σ	E_s	E_f	LS	L-F	T.F	C.P
A	—	4	6	8	6	4/9	2/3	0	6	0	6	0	*
B	—	1	4.5	5	4	4/9	2/3	0	4	5	9	5	
C	A	3	3	3	3	0	0	6	9	6	9	0	*
D	A	4	5	6	5	1/9	1/3	6	11	15	20	9	
E	A	0.5	1	1.5	1	1/36	1/6	6	7	12	13	6	
F	B,C	3	4	5	4	1/9	1/3	9	13	9	13	0	*
G	B,C	1	1.5	5	2	4/9	2/3	9	11	16	18	7	
H	E,F	5	6	7	6	1/9	1/3	13	19	14	20	1	
I	E,F	2	5	8	5	1	1	13	18	13	18	0	*
J	D,H	2.5	2.75	4.5	3	1/9	1/3	19	22	20	23	1	
K	G,I	3	5	7	5	4/9	2/3	18	23	18	23	0	*

$$t_A = \frac{4+4*6+8}{6} = 6$$

$$\sigma_A^2 = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2 = \left(\frac{8-4}{6}\right)^2 = \frac{4}{9}$$

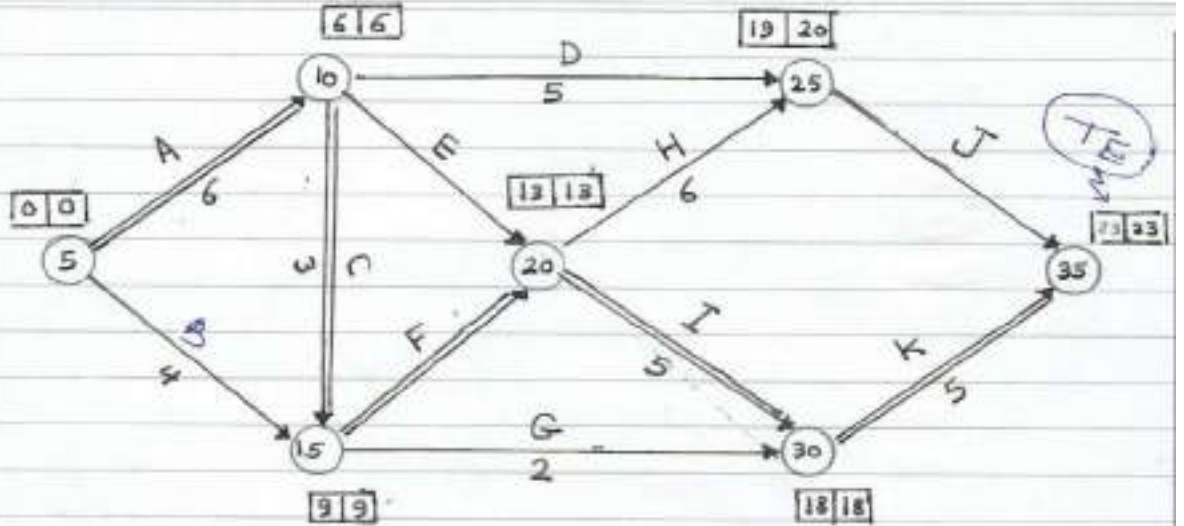
$$\sigma_A = \sqrt{\sigma_A^2} = \frac{2}{3}$$

$$t_D = \frac{4+4*5+6}{6} = 5$$

$$\sigma_D^2 = \left(\frac{6-4}{6}\right)^2 = \frac{1}{9} \quad \sigma_D = \frac{1}{3}$$



المحاضرة (٤)



③ Activity on critical path (انشائيات على مسار الحرج)
 A, C, F, I, K

المدة المتوقعة الكلية للمشروع = 6 + 3 + 4 + 5 + 5 = 23 week

⑤ $T_E = 23$

$T_S = 24$

$$\sigma_{Path}^2 = \sigma_A^2 + \sigma_C^2 + \sigma_F^2 + \sigma_I^2 + \sigma_K^2$$

$$= \frac{4}{9} + 0 + \frac{1}{9} + 1 + \frac{4}{9} = 2$$

$\sigma = \sqrt{2} = 1.414$

$Z = \frac{T_S - T_E}{\sigma} = \frac{24 - 23}{1.414} = 0.71$

نذهب إلى الجدول بخارجة الاحتمالية = 0.7611

احتمالية اكتمال المشروع في 24 اسبوع = 76%



المحاضرة (٤)

④ التقدير المتفائل لمدة العمل للمشروع = $t_e - 3\sigma$
 $= 23 - 3 \times 1.414 = 18.75 \text{ week}$

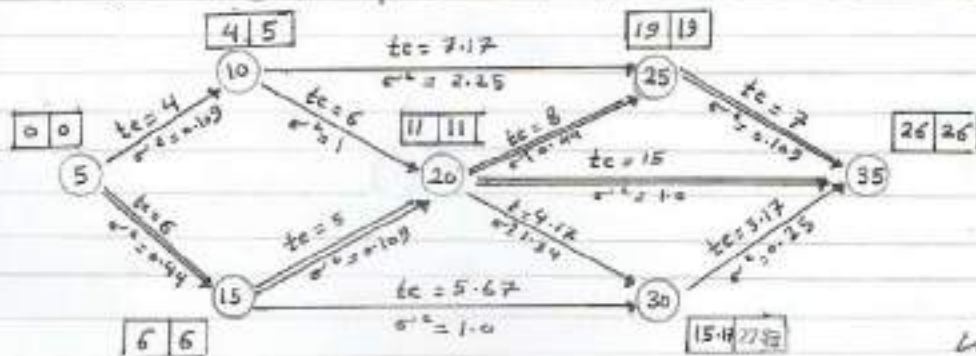
التقدير المتشائم لمدة العمل للمشروع = $t_e + 3\sigma$
 $= 23 + 3 \times 1.414 = 27.25 \text{ week}$

مثال ١-

كف مهندس التخطيط والمتابعة لاجد المشاريع الانشائية باعداد جدول زمني
 لفعاليات المشروع وحسب ما يبين في الجدول ادناه وحسب طريقة تقدير ومراجعة البرامج
 (PERT) - المطلوب رسم التخطيط استبكي ③ احتمالية اتمام المشروع في 26 شهر
 ① مدة اتمتته لبرنامج المشروع واحتمالية 90%
 ④ احتمالية اتمام المشروع في 27 شهر

Sol:-

Activity	a	m	b	t_e	σ_e^2	σ_e
5-10	3	4	5	4	0.109	0.33
5-15	4	6	8	6	0.44	0.66
10-20	3	6	9	6	1.0	1.0
10-25	3	7	12	7.17	2.25	1.5
15-20	4	5	6	5	0.109	0.33
15-30	2	6	8	5.67	1.0	1.0
20-25	6	8	10	8	0.44	0.66
20-30	1	4	8	4.17	1.34	1.16
20-35	12	15	18	15	1.0	1.0
25-35	6	7	8	7	0.109	0.33
30-35	2	3	5	3.17	0.25	0.50





المحاضرة (٤)

②

Critical Path I = 5 - 15 - 20 - 25 - 35

Critical Path II = 5 - 15 - 20 - 35

$$\sigma_1 = \sqrt{(0.44) + 0.109 + 0.44 + 0.109} = 1.048$$

$$\sigma_2 = \sqrt{0.44 + 0.109 + 1.0} = 1.244$$

تختار القيمة الأكبر

$$Z = \frac{T_s - T_E}{\sigma_E} = \frac{26 - 26}{1.244} = 0$$

If $Z = 0$ Probability = 50%

③ If Probab = 90%

%90 = (0.8997) من الجدول

لذلك في الجدول نجد قيمة Z وتساوي 1.28

$$Z = \frac{T_s - T_E}{\sigma_E}$$

$$1.28 = \frac{T_s - 26}{1.244} \Rightarrow T_s = 27.6 \text{ month}$$

④

$$Z = \frac{27 - 26}{1.244} = 0.8$$

Probability = 0.7881 من الجدول = 79%



المحاضرة (٤)

H.W ① مشروع صغير يتكون من عدد من الأنشطة وكما مبين في الجدول
رصيد مبلغ 100 مليون دينار لإكمال المشروع في 26 اسبوع
كل نشاط يبدأ من حصة مبلغ إضافية مقدارها 15 مليون دينار لتقصير الأنشطة
E أربعة اسابيع

Activity	Preceded by	t_e	σ_e
A	—	6	2
B	—	3	1
C	A	6	1
D	A	15	2
E	C, B	12	2

H.W ②

Construct the PERT Net work for the data shown below and determine the expected finish date, & Probability of finishing the works in 25 months

Activity	a	m	b
5-10	6	9	15
5-15	2	4	8
10-20	6	8	10
15-25	4	7	12
20-45	2	3	6
25-30	4	7	9
25-35	5	9	11
30-40	1	2	4
35-40	2	3	5
40-50	2	4	5
45-50	1	4	6
50-55	2	3	5



المحاضرة (٤)

جدول A

	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
+0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5169	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
+0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
+0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
+0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
+0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
+0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7121	0.7157	0.7190	0.7224
+0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7421	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
+0.7	0.7580	0.7611	0.7641	0.7671	0.7700	0.7729	0.7758	0.7787	0.7815	0.7843
+0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
+0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
+1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
+1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
+1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
+1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9098	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
+1.4	0.9192	0.9207	0.9221	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9293	0.9306	0.9319
+1.5	0.9332	0.9344	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
+1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
+1.7	0.9554	0.9564	0.9572	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
+1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
+1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
+2.0	0.9773	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
+2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
+2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
+2.3	0.9893	0.9895	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
+2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
+2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
+2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
+2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
+2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
+2.9	0.9981	0.9982	0.9983	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
+3.0	0.9986	0.9986	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989
+3.1	0.9990	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992
+3.2	0.9993	0.9993	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994
+3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996
+3.4	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997
+3.5	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998

$P(x \leq C)$ represents the probability that the project will be completed on or before the C time u This can be converted into the standard normal statistic z as:

$$p \left[\frac{x - \mu}{\sigma} \leq \frac{c - \mu}{\sigma} \right] = P \left[Z \leq \frac{c - \mu}{\sigma} \right]$$



المحاضرة (٤)

Example Consider Table 1 summarizing the details of a project involving 11 activities Table 1 Details of Project with 11 Activities

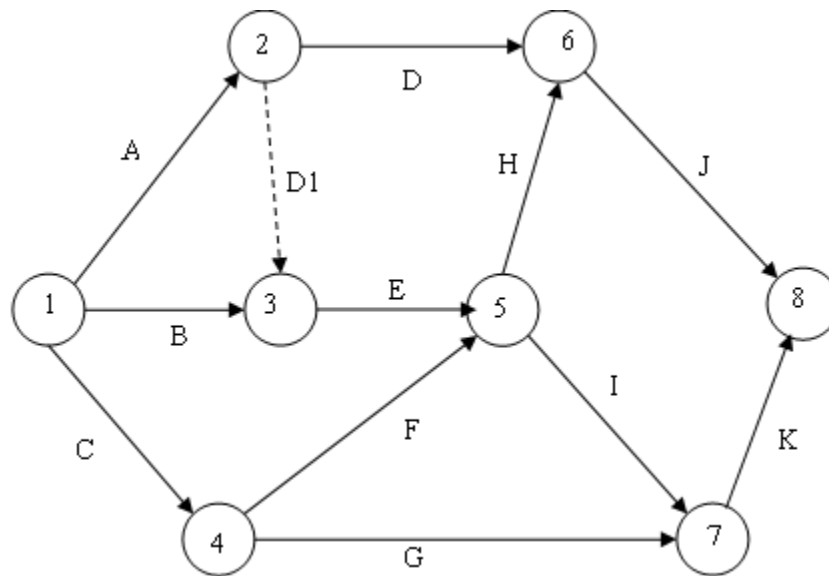
Activity	Predecessor(s)	Duration (weeks)		
		t_o	t_m	t_p
A	—	6	7	8
B	—	1	2	9
C	—	1	4	7
D	A	1	2	3
E	A, B	1	2	9
F	C	1	5	9
G	C	2	2	8
H	E, F	4	4	4
I	E, F	4	4	10
J	D, H	2	5	14
K	I, G	2	5	8

- Construct the project network.
- Find the expected duration and variance of each activity.
- Find the critical path and the expected project completion time.
- What is the probability of completing the project on or before 25 weeks?
- If the probability of completing the project is 0.84, find the expected project completion t

Solution (a) The project network is shown in Figure 1.



المحاضرة (٤)



(b) The expected duration and variance of each activity are shown in Table 1.

Table 2 Computations of Expected Duration and Variance

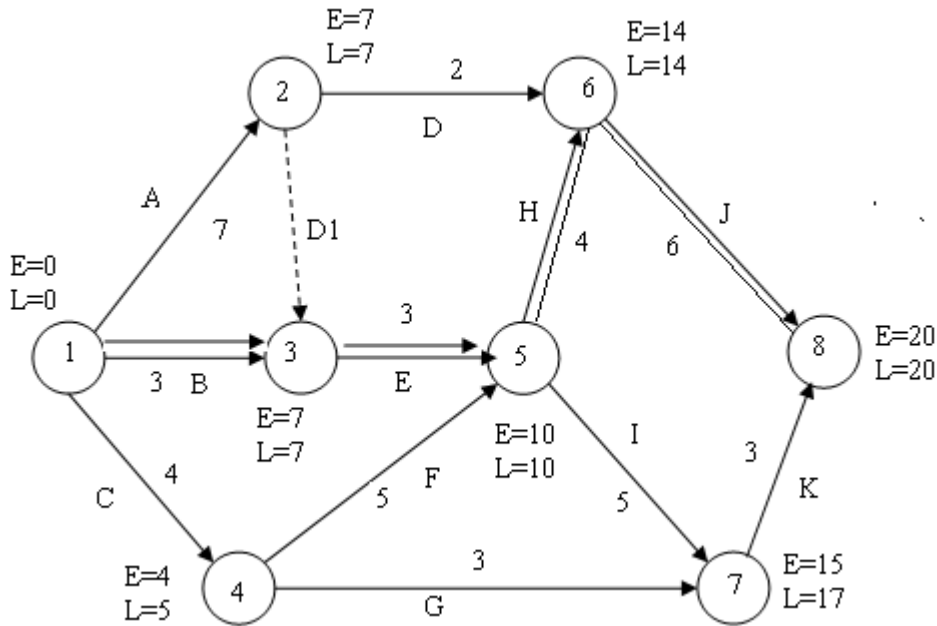
Activity	Duration (weeks)			Mean duration	Variance
	t_s	t_n	t_p		
A	6	7	8	7	0.11
B	1	2	9	3	1.78
C	1	4	7	4	1.00
D	1	2	3	2	0.11
E	1	2	9	3	1.78
F	1	5	9	5	1.78
G	2	2	8	3	1.00
H	4	4	4	4	0.00
I	4	4	10	5	1.00
J	2	5	14	6	4.00
K	2	2	8	3	1.00

(c) The calculations of critical path based on expected durations are summarized in Figure

2. The critical path is A-DI –E-F-J and the corresponding project completion time is 20 weeks.



المحاضرة (٤)



*D1 — Dummy activity

(d) The sum of the variances of all the activities on the critical path is:

$$0.11 + 1.78 + 0.00 + 4.00 = 5.89 \text{ weeks.}$$

Therefore $\sigma = \sqrt{5.89} = 2.43$ weeks. Also

$$P(x \leq 25) = P\left(\frac{x - \mu}{\sigma} \leq \frac{25 - 20}{2.43}\right) = P(z \leq 2.06) = 0.9803.$$

This value is obtained from standard normal table. Therefore, the probability of completing the project on or before 25 weeks is 0.9803.

(e) We also have $P(x \leq C) = 0.84$. Therefore,

$$P\left(\frac{x - \mu}{\sigma} \leq \frac{C - \mu}{\sigma}\right) = 0.84$$

$$P\left(z \leq \frac{C - 20}{2.43}\right) = 0.84$$

From the standard normal table, the value of z is 0.99, when the cumulative probability is 0.84.

Therefore,

$$\frac{C - 20}{2.43} = 0.99 \quad \text{or} \quad C = 22.4 \text{ weeks}$$

The project will be completed in 22.41 weeks (approximately 23 weeks) if the probability of completing the project is 0.84.



المحاضرة (٤)

EXERCISES:

1- Consider the following data of a project.

Activity	Predecessor(s)	Duration (weeks)		
		a	m	b
A	—	3	5	8
B	—	6	7	9
C	A	4	5	9
D	C	4	4	5
D	B	3	5	8
E	A	4	6	9
F	C, D	5	8	11
G	C, D, E	3	6	9
H	F	1	2	9

- Construct the project network.
- Find the expected duration and variance of each activity.
- Find the critical path and the expected project completion time.
- What is the probability of completing the project on or before 30 weeks?
- If the probability of completing the project is 0.9, find the expected project completion time.

2- Consider the following table summarizing the details of a project:

Activity	Predecessor(s)	Duration (weeks)		
		a	m	b
A	—	4	4	10
B	—	1	2	9
C	—	2	5	14
D	A	1	4	7
E	A	1	2	3
F	A	1	5	9
G	B, C	1	2	9
H	C	4	4	4
I	D	2	2	8
J	E, G	6	7	8
K	F, H	2	2	8
L	F, H	5	5	5
M	I, J, K	1	2	9
N	L	6	7	8



المحاضرة (٤)

- (a) Construct the project network.
- (b) Find the expected duration and variance of each activity.
- (c) Find the critical path and the expected project completion time.
- (d) What is the probability of completing the project on or before 35 weeks'?
- (e) If the probability of completing the project is 0.85, find the expected project completion time.



The Construction Industry (الصناعة الإنشائية):

The construction industry is vast and varied. Just take a look around—from homes to highways to hospitals—and you see the results of this industry.

As our needs expanded, so did our building capabilities. We eventually built political capitals, great cities bustling with business and commerce. Though the means and the methods have changed over the centuries, the construction industry is still about building communities that serve people. Construction is big business, totaling more than \$3.9 trillion annually Worldwide, and there is no slowdown in sight. The industry employs about 7 million people directly (plumbers, carpenters, welders, and so on) and hundreds of thousands more indirectly. It gives rise to the steel industry, the lumber industry, the carpet industry, the furniture industry, the paint industry, the concrete industry, the paving industry, and so on. It goes even further than that if you consider the trucking, shipping, manufacturing, and mining industries.

There are three principal players in any construction project are the owner, the designers (architects and engineers), and the contractor

Owners (اصحاب العمل)

No construction would ever be accomplished without owners. They are the driving force behind the construction industry. Their demands for housing, commercial facilities, industrial products, and infrastructure are the chief motivation to build.

Architects (المعماريون)

Architects design the overall aesthetic and functional look of buildings and other structures. Architectural technicians are typically the drafters of the building plans. They are the ones who actually produce the drawings that are used for construction. Today drafters have become computer operators and produce their drawings electronically using computer-aided design (CAD) software. Some CAD operators have expanded their skills to include 3D building information modeling (BIM) as well. As the trend toward information modeling continues, these technicians will become more and more valuable in the marketplace.

Specification writers accompanying (ارفاق) the plans for a new building is a written project manual that contains the specifications for the project. The



The Construction Industry (الصناعة الإنشائية):

The construction industry is vast and varied. Just take a look around—from homes to highways to hospitals—and you see the results of this industry.

As our needs expanded, so did our building capabilities. We eventually built political capitals, great cities bustling with business and commerce. Though the means and the methods have changed over the centuries, the construction industry is still about building communities that serve people. Construction is big business, totaling more than \$3.9 trillion annually Worldwide, and there is no slowdown in sight. The industry employs about 7 million people directly (plumbers, carpenters, welders, and so on) and hundreds of thousands more indirectly. It gives rise to the steel industry, the lumber industry, the carpet industry, the furniture industry, the paint industry, the concrete industry, the paving industry, and so on. It goes even further than that if you consider the trucking, shipping, manufacturing, and mining industries.

There are three principal players in any construction project are the owner, the designers (architects and engineers), and the contractor

Owners (اصحاب العمل)

No construction would ever be accomplished without owners. They are the driving force behind the construction industry. Their demands for housing, commercial facilities, industrial products, and infrastructure are the chief motivation to build.

Architects (المعماريون)

Architects design the overall aesthetic and functional look of buildings and other structures. Architectural technicians are typically the drafters of the building plans. They are the ones who actually produce the drawings that are used for construction. Today drafters have become computer operators and produce their drawings electronically using computer-aided design (CAD) software. Some CAD operators have expanded their skills to include 3D building information modeling (BIM) as well. As the trend toward information modeling continues, these technicians will become more and more valuable in the marketplace.

Specification writers accompanying (ارفاق) the plans for a new building is a written project manual that contains the specifications for the project. The



plans and specifications compose two parts of the legal contract for construction.

There are many different engineering specialties; the most common ones associated with construction activities are described next:

Structural engineers Structural engineers design the timber, concrete, or steel structural systems that support a building and basically hold it up to withstand the forces of wind, gravity, and seismic activity. They design the foundations, beams, girders, and columns that make up the skeleton of the structure.

Mechanical engineers Mechanical engineers design the heating, cooling, ventilating, plumbing, and fire suppression systems within a building. They coordinate their efforts with the architectural design, the structural design, and the electrical design.

Electrical engineers Electrical engineers design and calculate electrical loads and determine the circuitry, lighting, motors, transformers, and telecommunications needed for a building. They typically work closely with the architect to ensure that the owner's expectations are met and often coordinate their efforts with the mechanical engineer.

Civil engineers Civil engineers design roads, bridges, tunnels, dams, site drainage, parking lots, runways, and water supply and sewage systems.

General Contractor (المقاول العام)

The general contractor, also known as the *prime contractor*, enters into a contract with the owner to deliver the construction project in accordance with the plans and specifications that have been prepared by the architects and engineers.

Construction Managers

Construction managers may be employed by construction management firms, general contractors, architects, engineers, owners, or specialty contractors. The primary responsibility of the construction manager is to organize the project team to perform the construction management function that is the topic of this entire book.

Subcontractors (المقاول الثانوي)

They perform their work under a contract with another contractor (typically the general contractor) to do a portion of the contractor's work, as opposed to contracting directly with an owner. These subcontractors, in turn, may



engage other subcontractors. Thus, there can be several levels of subcontracting to a general contractor.

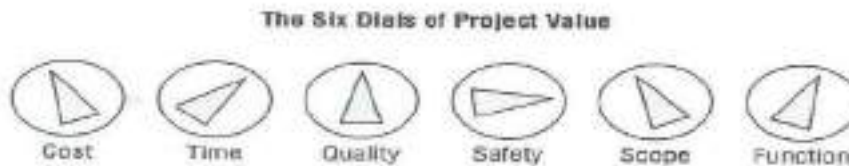
Construction Management Defined

One of the best definitions that I have come across over the years is from Charles Patrick's *Construction Project Planning and Scheduling*. According to Patrick, "Construction management (CM) entails the planning, scheduling, evaluation, and controlling of construction tasks or activities to accomplish specific objectives by effectively allocating and utilizing appropriate labor, material, and time resources in a manner that minimizes costs and maximizes customer/owner satisfaction."

Project Values

In 1996, a group of owners, architects, contractors, and engineers gathered in San Francisco to discuss common goals and opportunities for collaboration in the building industry. They referred to these factors as the *six dials of project value*: cost, time, quality, safety, scope, and function.

The Six Dials of Project Value



Cost It is essential to predict and control what the construction project will cost. Costs are established, targeted, and controlled by means of an estimate or budget. As the work progresses, expenditures for materials, labor, equipment, and subcontracts are tracked and measured against the estimates.

Time :Time is monitored and controlled by a detailed schedule, breaking each item of work down into its component parts.

Quality is the grab bag that covers all the aspects of the building not addressed by the other five values, such as aesthetic impact, user perceptions, and appropriateness of building materials, and so on. Quality is monitored and controlled by a variety of means, including specifications, punch lists, inspections, tests, and user surveys.



Safety No matter how valuable a facility or structure may be, it is never more valuable than the health and welfare of the people who build and use the building. Care must always be taken to ensure that the building process and the building itself do not create unacceptable hazards to workers or users. These hazards range from risks during the building process (for example, falls, accidents, injury, and death) to risks from the completed buildings (for example, toxic gases, biohazards, and structural failure).

Scope is monitored and controlled by means of an architectural program, which identifies the space needs and tracks compliance of the building design with those needs.

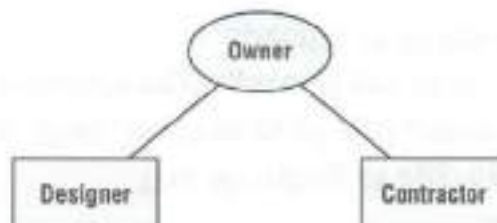
Function Function is monitored and controlled by means of process flow diagrams and utilization analyses, which document the efficiency of the processes that will be performed in the completed facility.

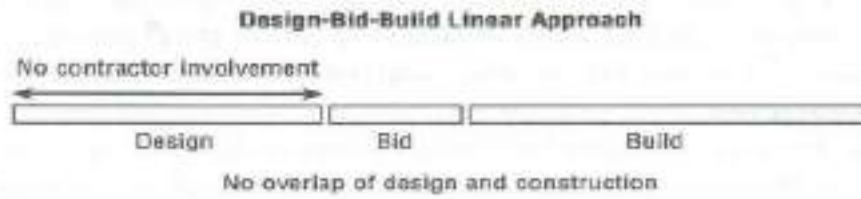
Types of Project Delivery (انواع احالة المشروع)

There are basically three project delivery methods: design-bid-build, construction management, and design-build. Keep in mind that the functions associated with construction management are required in all three methods even though only one of them is actually named *construction management*.

1- Design-Bid-Build

Design-bid-build is commonly referred to as the traditional method of project delivery, and the traditional accountabilities apply. In this scenario, the owner first hires the architect or engineer to design the building or structure. The design professional prepares a design, moving through the three standard design phases: schematic design, design development (the design development drawings are often referred to in the industry as DDs), and finally contract documents (referred to as CDs). Under this arrangement, the design professional is usually selected on a qualifications basis and then is typically paid a fee or a percentage of the building cost for their services.

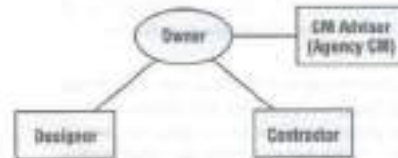




2- Construction Management (الادارة الانشائية)

As you now know, *construction management* may be viewed from several different perspectives, and one of them is as a specific project delivery method. Under this method, construction management services are provided to the owner independent of the construction work itself. There are two options for the owner to consider under this method.

Option 1: agency CM The Construction Management Association of America (CMAA) defines *agency CM* as a fee-based service in which the construction manager is responsible exclusively to the owner and acts in the owner's best interests at every stage of the project. In this case, the construction manager offers advice uncolored by any conflicting interest because the construction manager does not perform any of the actual construction work and is not financially at risk for it.

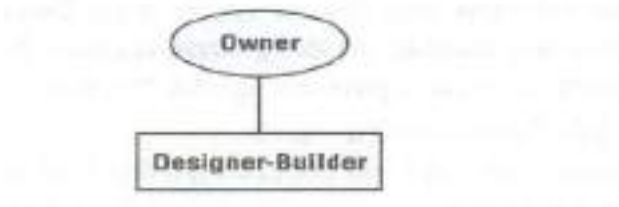


Option 2: at-risk CM (also called CM/GC) The CMAA defines the *at-risk CM* project delivery method as an option that entails a commitment by the construction manager to deliver the project within a guaranteed maximum price (GMP). The construction manager acts as consultant to the owner in the development and design phases but does the work of a general contractor during the construction phase. In this scenario, there are only two contracts, one between the owner and designer and one between the owner and the at-risk CM.



3- design-build

A project delivery method in which there is only one contract between the owner and a design-build entity. The design-builder is responsible for both the design and the construction of the project. This method is often referred to as *single-source project delivery*.



--fast tracking

A practice utilized to speed up a job by overlapping the design phase and the construction phase of a project. It 'soften applied in design-build or construction management project delivery



method and selection criteria. Although there are exceptions to these standard practices, for the purposes of this book, I will stick with the more common situations.



What Does a Construction Manager Do?

- Estimating the project
- Administering the contract
- Managing job site and construction operations
- Planning and scheduling the project
- Monitoring project performance
- Managing project quality
- Managing project safety
- Assessing project risks

Construction Management Functions (وظائف ادارة الانشاء)

The construction management functions are typically performed by a team of construction professionals trained in various aspects of the job. The experienced construction professional will be competent in all of the following management functions.

Estimating the Project (تخمين المشروع)

Estimating entails the calculation and pricing of all materials, equipment, and man-hours needed to complete the work. We use estimating to get the work and also to help us keep score. In other words, we constantly compare the actual cost of the project with the estimated cost of the project and monitor any discrepancies.



Administering the Contract (ادارة العقود)

Contract administration (or project administration) is all about the “red tape” and paperwork associated with a construction project. As you might imagine, there are tons of reports, submittals, shop drawings, time cards, payroll records, change orders, inspection records, and numerous other documents that must be processed in order to manage a project as complex and expensive as a building, bridge, or highway.

Managing Job Site and Construction Operations (ادارة موقع العمل والعمليات الانشائية)

This is where all the action happens and we get to build something! This function considers every detail associated with the logistics of actually doing the work and getting it done. Think about all the activities and needs linked with workers doing their jobs: tools, equipment, traffic, parking, deliveries, storage, security, communications, signage, safety, trash, drinking water, lunch breaks, and so on.

Planning and Scheduling the Project (تخطيط وجدولة المشروع)

Project planning is a critical component for the successful completion of any type of building or structure. Scheduling introduces real time into the plan and is the tool used to communicate the scheme to all parties associated with the project.

Monitoring Project Performance (مراقبة اداء المشروع)

Controlling is the process of measuring, monitoring, and comparing actual efforts with estimated inputs and adjusting the plan accordingly to get the project back on track for completion as intended. Estimates and schedules are the tools used to examine this progress.

Managing Project Quality (ادارة جودة المشروع)

The quality standards on any project are established in the plans and specs prepared by the designer. Within these documents, specific measurable conditions are given. These include dimensions, tolerances, test results, temperatures, and so on. The quality control plan usually very important that the contractor be able to document and report satisfactory compliance because only after the standards (المعايير) have been met will the owner accept the work and release payment.



Managing Project Safety

This function, by necessity, must be a priority on every project regardless of size. The personal and economic costs associated with accidents, injuries, and deaths on the job site are clearly avoidable, and a proactive, rigorous approach to safety planning and management is one of the most important construction management goals.

Assessing Project Risks (تقييم مخاطر المشروع)

Construction is a very risky business, for both the owner and the contractor. Part of the challenge is trying to place the risk in the hands of the party who can best manage that risk (see Table 2.1).

Type of risk	Responsible party		
	Contractor	Owner	Designer
Site conditions		x	
Weather conditions		X	
Project funding		x	
Subcontractor failure	X		
Job site safety	X		
Material deliveries	X		
Quality of the work	X		
Delays in the work	X		x
Defective design			x
Site conditions			x
Defective work	X		
Code compliance	X		x
Estimate errors	X		
Labor strikes	x		

Advertisement for bids (الإعلان عن العطاء)

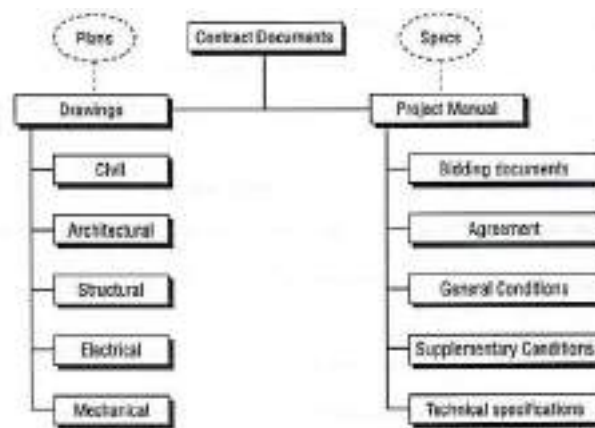
A public notice, usually published in newspapers, trade magazines, and journals, providing information regarding bidding procedures for public projects. The types of information typically included in an advertisement are as follows:

- Project name and description

- Project location
- Owner name and address
- Architect or engineer name, address, and contact information
- Bid due date and time
- Where to access the plans and specs
- Project duration with anticipated start and completion dates
- Bonds required
- Restrictions on bidders
- Project budget or anticipated price range

Contract documents

The drawings, conditions, terms, and specifications setting forth the requirements for constructing the project.



The Project Manual

The project manual Typically has four primary sections:

- Bidding documents (وثائق العطاء)
- General conditions (الشروط العامة)
- Supplemental conditions (شروط اضافية)
- Technical specifications (المواصفات الفنية)

Bidding Documents

the instructions to bidders also include the following:

- Procedures for submitting questions and obtaining clarifications regarding the contract documents.



- Information regarding *addendum* receipt and inclusion as part of the contract documents.
- Rules concerning bid submission including bond requirements, bid opening, rejection of bids, and notification of successful bidder.
- The expectations for post-bid deliverables including such items as the schedule of values, cash flow projections, the construction schedule, payment and performance bonds, or any other documentation requested by the owner prior to the signing of the contract.

General Conditions

The general conditions document is one of the most important documents associated with the contract for construction. the general conditions and give a brief description of each:

General Provisions (احكام عامة) This section provides fundamental definitions for the contract, the work, and the drawings and specifications. It also clarifies the ownership, use, and overall intent of the contract documents.

Supplemental Conditions

The information that may appear in these conditions are listed here: . Soils and soil-testing information provided by the owner

- Survey information provided by the owner
- Materials or other services provided by the owner
- Job signage requirements
- Traffic control and pedestrian safety requirements
- Phasing or special schedule requirements
- Requirements for security
- Temporary facilities and sanitation requirements

Technical Specifications المواصفات الفنية

The primary purpose of the specifications is to clarify and describe the following aspects of the job:

- Quality of materials
- Standard of workmanship
- Methods of installation and erection
- Quality control and quality assurance procedures

The Construction Specification

1. General Requirements
2. Site Construction



3. Concrete
4. Masonry
5. Metals
6. Wood and Plastics
7. Thermal and Moisture Protection
8. Doors and Windows
9. Finishes
10. Specialties
11. Equipment
12. Furnishings
13. Special Construction
14. Conveying Systems

15. Mechanical

16. Electrical

Contract Types (انواع العقود)

1- Lump-Sum Contracts (مقاوله المبلغ المقطوع)

Lump-sum contracts are the most common type of contract, especially for building construction. Under this arrangement, the contractor agrees to complete the work specified in the plans and specs for a single fixed amount of money. Once the contract is signed, both parties must live with the terms of the contract, and any flaws, errors, or omissions in the plans and specs will result in a *change order*. Change orders result in extra work and/or extra time, both of which result in extra cost to the owner.

Contract Amount	Actual Cost	Contractor Impact	Owner Impact
\$2,000,000	\$2,029,000	Contractor suffers a \$29,000 loss.	No impact, because the contract amount Remains the same.
\$2,000,000	\$1,990,000	Contractor earns an additional \$10,000.	No impact, because the contract amount remains the same.



2- Cost-Plus-Fee Contracts (عقود + اجرة ثابتة او نسبة من الكلفة)

Under a cost-plus-fee contract (also referred to as *time and materials*), the owner reimburses the contractor for all actual costs associated with the work plus a fixed fee or percentage of the cost.

Contract Amount	Fee as % cost	Actual Cost	Contractor Impact	Owner Impact
\$1,994,500	\$99,725	\$2,094,225	None. The contractor still Earns a 5% fee.	\$94,225 over budget amount of \$2,000,000

3- Guaranteed Maximum Price Contracts (عقد وحدة السعر مع ضمان الحد الاعلى للكلفة)

The *guaranteed maximum price (GMP)* contract is a variation of the cost-plus-fee contract and has become very popular, particularly with owners using design-build project delivery

Table 4.3 GMP Contract

GMP Contract Amount	Actual Cost Plus Fee	Contractor Impact	Owner Impact
\$2,000,000	\$2,029,000	Contractor suffers \$29,000 loss.	No impact. The contract amount remains the same.
\$2,000,000	\$1,990,000	No impact.	Owner receives benefit of \$10,000 savings.

4- Unit-Price Contracts (عقود وحدة السعر)

Unit-price contracts are used when the work to be performed cannot accurately be measured ahead of time. Unit pricing is common for heavy civil and highway type projects.

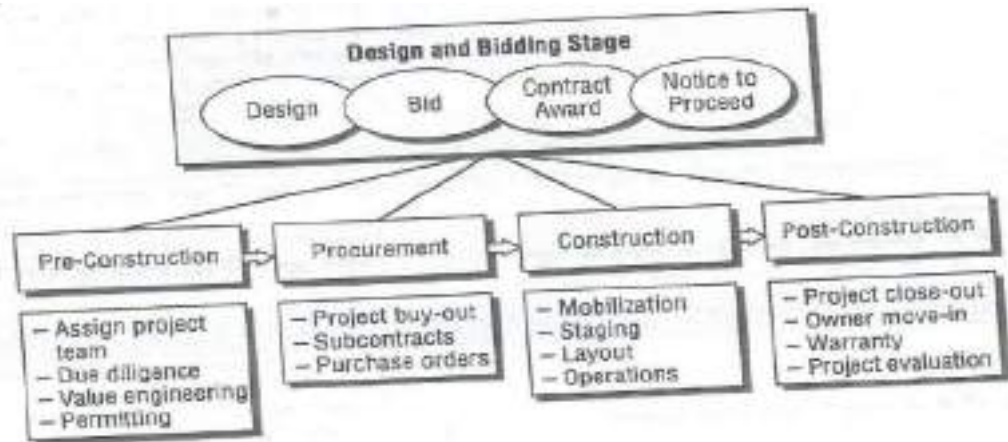
Work item	Estimated quantities	Unit price	Bid amount	Actual quantities	Final cost
Trench excavation	14000 m3	5.25 \$	73500 \$	13500 m3	70875 \$
8" pipe	1750 m.L	18.24 \$	31920 \$	1750 m.L	31920 \$
Back fill	9500 m3	4.00 \$	38000 \$	9800 m3	39200 \$
			143420 \$		141995 \$

- 5- Turn –key contract (عقد تسليم المفتاح)
 - 6- BOT (Build operate transfer) عقد البناء والتشغيل ونقل الملكية
 - 7- Joint-Venture contract عقد الاتحاد بين شركتين
- ملاحظة العقود من (٥-٦-٧) يقدم به تقرير جميع الطلبة

Project stages (مراحل المشروع)

These stages are as follows:

- Design
- Pre-construction
- Procurement
- Construction
- Post-construction
- Owner occupancy



The Design Stage

Every project starts with a design, and the design process involves an intensive study and a lot of considerations. Architects and engineers basically take ideas combined with certain requirements and develop the two into comprehensible plans and specifications that are used to construct the new building or facility. There are four steps to the design process:

- Programming and feasibility
- Schematic design
- Design development

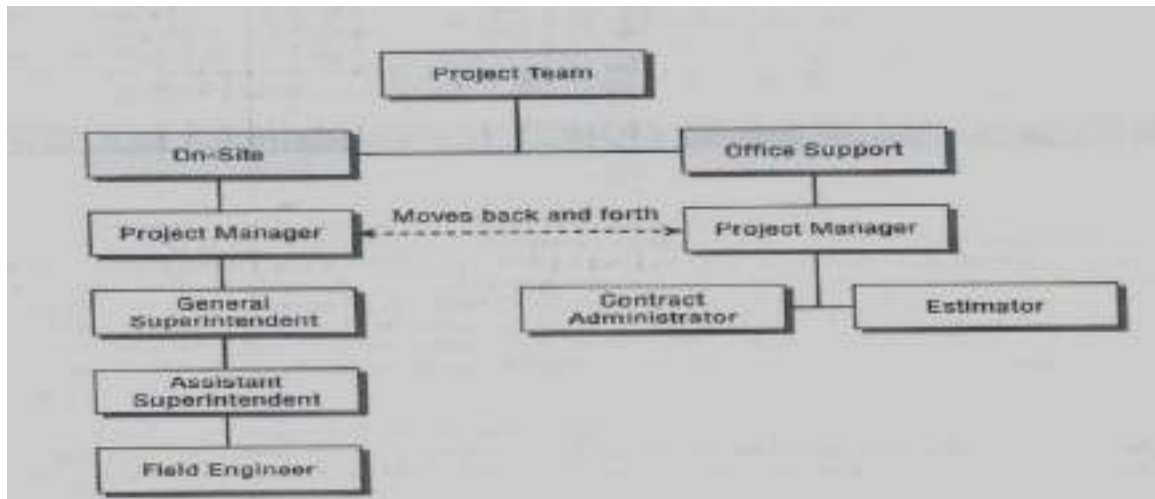


- drawing documents

The Bidding Stage

The design phase culminates with the competitive bidding stage. The drawings and specifications are complete, and now it's time to select the contract and award the contract.

Assigning the Project Team



Value Engineering (هندسة القيمة)

Value engineering is a process that may or may not be conducted during the preconstruction phase. In this process, a thorough analysis is conducted of the design, products, and materials and their application, installation, and execution to determine whether the proposed design solutions are really the best solutions relative to their cost. The purpose of value engineering is to optimize resources to achieve the greatest value for the money being spent

The Procurement Stage

To procure means to buy or obtain. The procurement stage of construction management is often referred to as "buying out" the job or purchasing the labor, materials, and equipment needed to complete the project. A great deal of the construction management function has to do with managing contracts—contracts to secure the labor and trades needed to perform the work and contracts to secure the materials and equipment that will be placed on the project.



The Construction Stage

Once the work is ready to start, the superintendent will call for a pre-construction meeting with all the subcontractors and major material vendors. This meeting essentially establishes the ground rules for working together

Mobilization الاعدادت

Mobilization is all about setting up and getting ready to start construction. Construction cannot begin until all of the proper personnel, materials, and Equipment are in place.

The following are some of the activities that should be done during the mobilization process:

- Set up field office.
- Set up temporary storage facilities.
- Secure the site.
- Organize adequate parking and site access.
- Develop a materials and handling plan.
- Secure temporary electric, water, and telephone service.
- Arrange for trash and debris removal.
- Provide and place portable toilets.
- Install job signage and barricades.
- Assemble survey and layout personnel.
- Confirm testing agencies and personnel.
- Establish job site management systems.
- Establish safety programs and protocol.

The Project Closeout

The final step in the construction process is the project closeout .The construction management team must complete the following list of final standard procedures before they can celebrate the completion of a job well done:

- Substantial completion
- Final inspection
- Certificate of occupancy
- Commissioning
- Final documentation
- Final completion



some of the typical work items associated with various building elements.

Table 5.1 Building Elements and Work Items

Building Element	Work Included
Site work	Clearing, grading, utilities, layout, landscaping, irrigation, paving, exterior concrete
Foundations	Excavation, standard foundations, special foundations, slabs on grade
Basement construction	Basement excavation, basement walls, basement floors, waterproofing, perimeter drains, backfill
Superstructure	Floor construction, roof construction
Exterior closure	Exterior walls, exterior windows, exterior doors
Roofing	Roof coverings, flashings, roof openings
Interior construction	Partitions, interior doors, specialties
Staircases	Stair construction, stair finishes
Interior finishes	Wall finishes, floor finishes, ceiling finishes
Conveying systems	Elevators, escalators, moving walkers, material-handling systems
Plumbing	Plumbing fixtures, domestic water distribution, sanitary waste, rainwater drainage, special plumbing systems
HVAC	Energy supply, heat-generating systems, cooling generating systems, control and instrumentation
Fire protection	Fire protection and sprinkler systems, standpipe and hose systems, fire protection specialties
Electrical	Electrical services and distribution, lighting and branch wiring, communication and security systems
Equipment	Commercial equipment, institutional equipment, vehicular equipment, other equipment
Furnishings	Fixed furnishings, movable furnishings
Special construction	Special structures, integrated construction, special construction systems, special facilities
Selective building demolition	Building elements demolition, hazardous compounds abatement

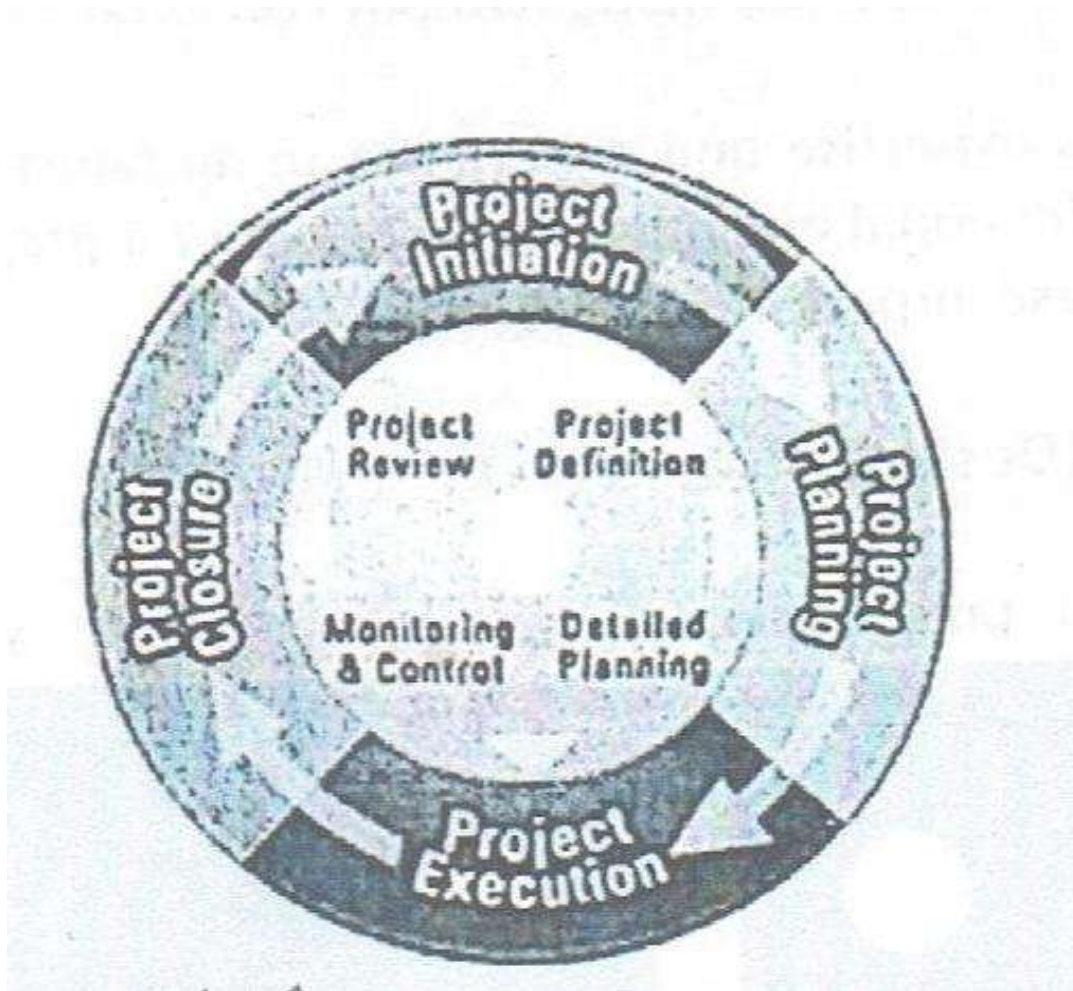


Fig life cycle cost of project