تحليل الوقت والكلفة (Time Cost Analysis)

ان الاوقات المتوقعة للنشاطات ووقت النهاية المتوقع للمشروع هي ماسمى الاوقات الطبيعية (Normal Times) والتي يمكن انجازها من خلال الكلفة الطبيعية (Normal Cost) .

تنشأ الحاجة الى تحليل الوقت والكلفة عن عدة اسباب منها رغبة الادارة في انهاء المشروع في وقت يختلف عن الوقت المخطط بسبب وجود حوافز معينه (او رغبة صاحب العمل لانهاء المشروع قبل الوقت المبكر المتوقع نظراً لاهمية المشروع سواء اقتصادية 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 بفرض عدم محدودية الموارد (Unlimited Resources) ، اي ان جميع الموارد المطلوبة متوفرة .

تعريفات :-

١- الوقت الطبيعي (Normal Time) : هو الزمن اللازم لانجاز وتنفيذ الفعالية في ظل الظروف الطبيعية دون ابطاء او تعجيل

٢- الكلفة الطبيعية (Normal Cost) : وهي كلفة الفعاليه او المشروع عند تنفيذه او انجازه خلال الوقت الطبيعي دون الحاجة الى زيادة مستويات الموارد المطلوبة لتنفيذ المشروع .

٣- الوقت المضغوط (Crash Time) : هو اقل زمن يمكن تنفيذ الفعاليه او المشروع خلاله بحيث لايمكن تنفيذ الفعالية او المشروع في زمن اقل مهما زادت مستويات الموارد المستخدمه في التنفيذ

٤- الكلفه المضغوطة (Crash Cost) : هي الكلفة المترتبة على تنفيذ الفعاليه او المشروع في اقل وقت ممكن .

٥- الكلفه الكليه (Total Cost) : هي مجموع الكلف المباشرة (Direct Cost) و الكلف غير المباشرة (Indirect Cost)

Total Cost = Direct Cost + Indirect Cost

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

ب- الكلف غير المباشرة (Indirect Cost) : وهي مجموع الكلف التي لها علاقه بادارة المشروع وليست مرتبطه بتنفيذ الفقرة الانشائية وهي على نوعين

- التحميلات الحقلية (Site overhead)
- التحميلات الادارية (Office overhead)

ب-١- التحميلات الحقلية : المصاريف اللازمة لتغطية مجموعة من المواد والخدمات لموقع العمل:

- كلف المنشآت الوقتية مثل دائرة المهندس المقيم و المخازن ومعامل الصيانه
- مصاريف النقل والسيارات الحقلية
- اجور الخدمات الماء والكهرباء والهاتف
- التجهيزات المكتبية و القرطاسيه في الموقع
- كلف صيانه الطرق الخدميه والخدمات لموقع العمل
- رواتب المهندسين والفنيين والحراس وعمال الخدمة والسواق .

ب-٢ : التحميلات الادارية : وتشمل المصاريف اللازمة لتغطية كلف واجور مجموعة من المواد والخدمات في المكتب الرئيسي للدائرة المنفذة (ادارة الشركة)

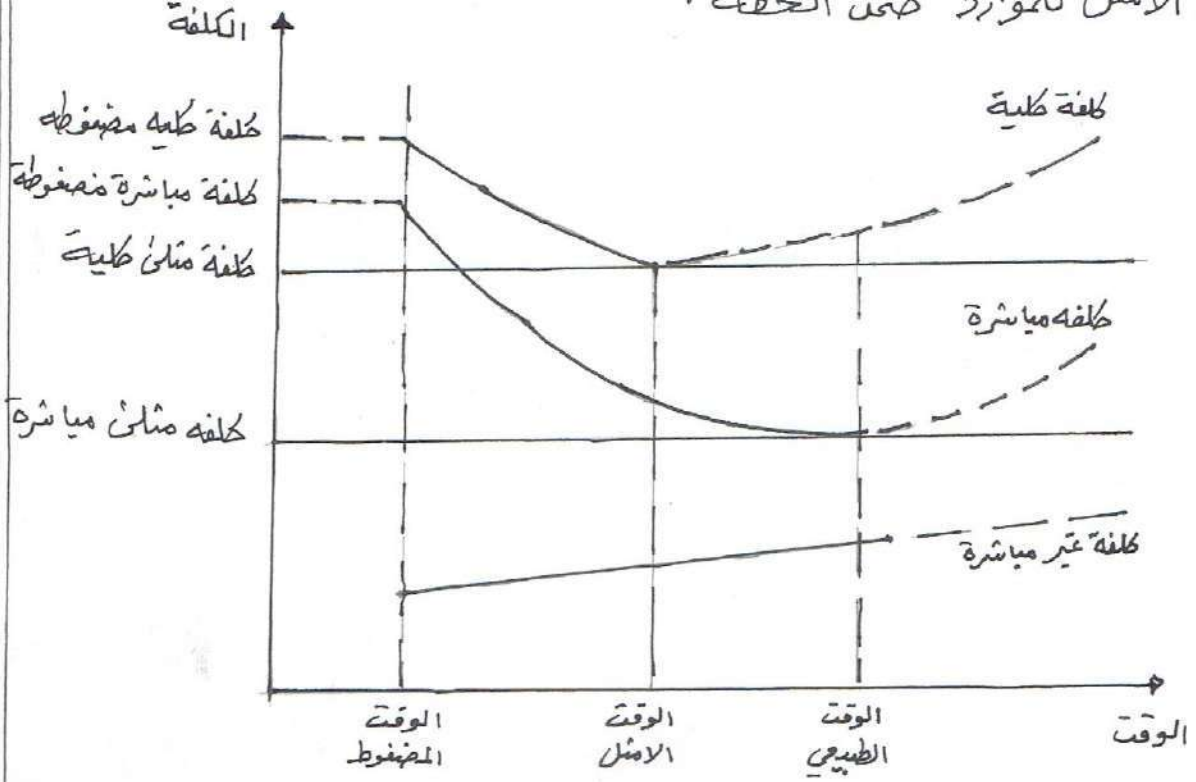
- رواتب العاملين في ادارة الشركة
- ايجارات المكتب الرئيسي للدائرة المنفذة
- اندثار الآليات و المعدات
- اجور الخدمات (ماء + كهرباء + هاتف)
- مصاريف النقل في المكتب الرئيسي للدائرة

وتحسب الكلف غير المباشرة كنسبة مئوية من الكلف المباشره وتتراوح بين (10 - 15) % وتتناسب طردياً مع الزمن ، حيث ان التأخير في تسليم المشروع يؤدي الى زيادة الكلف غير المباشرة

العلاقة بين الوقت والكلفة للمشروع :

ان العلاقة بين الكلفة المباشرة والكلفة غير المباشرة تكاد تكون عكسية 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 نصيبها 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 منحني 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 المحافظة على الاستخدام الامثل للموارد ضمن الخطة .



علاقة الوقت والكلفة للمشروع

ملاحظات / عندما يراد منك كمهندس في مشروع معين ان تعجل في فعاليه معينة ولفترة زمنية اقل مما هو مخطط لهذه الفعالية على ان تكون تلك التغيرات واقعه على المسار الحرج (Critical Path) .

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

② زيادة عدد المكائن والآليات في تلك الفعاليات وذلك باستئجار او شراء آليات اضافية وبالتالي هذه الزيادة في العدد تقليل الوقت الاعتيادي وزيادة في الكلف الثابتة نتيجة تقليل في انتاجيه الآلة الواحدة

③ زيادة في سرعة تجهيز المواد الاولية

④ تحفيز العاملين على زيادة في الانتاجية

⑤ ايجاد البدائل في تنفيذ فعاليه معينة تؤدي الى زيادة في الانتاجية

خطوات تقليص مدة تنفيذ المشروع

① ايجاد المسار الحرج وتحديد الفعاليات الحرجة

② ايجاد ميل الكلفه (Cost slope)

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

③ يبدأ الضغط باقل كلفة تشريع بالاعتماد على Cost slop

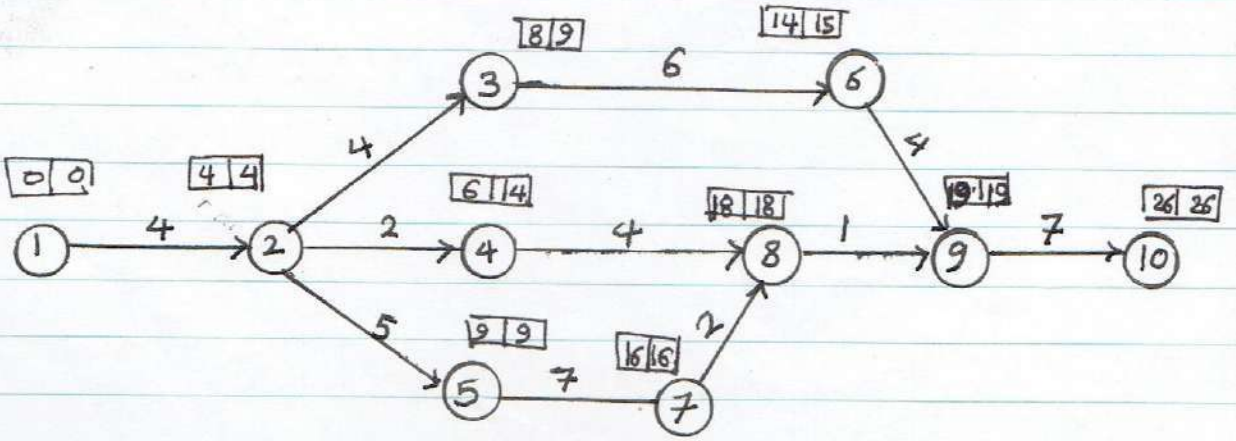
④ خفض الوقت لفعالية معينة ، يكون مقبول في حاله بقاء المسار الحرج بدون تغيير

⑤ بعد الانتهاء من خفض عدد الفعاليات الحرجة ، يتم حساب مدة المشروع الكلية الجديدة (المخفوضة) والكلفة الكلية للمشروع (المخفوضة)

مثال : المخطط الشبكي التالي لاحد المشاريع الانشائيه مع الكلف المباشرة المخمنه وكذلك المدة الاعتيادية (Normal) و القصوى (Crash) ، جد المدة التي ينتج عنها اقل كلفة كلية للمشروع / واذا كانت الكلفة غير المباشرة تزداد بمعدل 150 الف دينار / 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



١- مدة المشروع هي 26 اسبوع

أ- الكلفة المباشرة 3450 الف دينار

ب- الكلفة غير المباشرة 26 * 150 ف = 3900 الف دينار

كلفة المشروع = 3900 + 3450 = 7350 الف دينار

٢- يتم اختصار اسبوع واحد من الفعالية (5-7) كونها اقل كلفة لفعاليه ضمن المسار الحرج ، فيصبح زمن انجاز المشروع 25 اسبوع

أ- الكلفة المباشرة 3450 + 15 = 3465 بالدينار

ب- الكلفة غير المباشرة 150 x 25 = 3750 الف دينار

الكلفة الكلية 7215

٣- تكون لدينا مساران حرجان ؛ ويتم اختصار مدة المشروع

الكلفة الكلية = 3465 + (50 + 15) + 150 x 24 = 7130 الف دينار

٤- يتم اختصار اسبوع للفعاليه المشتركة (9-10) ليصبح زمن انجاز المشروع (23) اسبوع

الكلفة الكلية 3530 + 70 + 150 * 23 = 7050 الف دينار

٥- عند اختصار مدة المشروع ليصبح 22 اسبوع من الفعاليات (2-5)، (6-9)

الكلفة الكلية = 3600 + (50 + 160) + 150 * 22

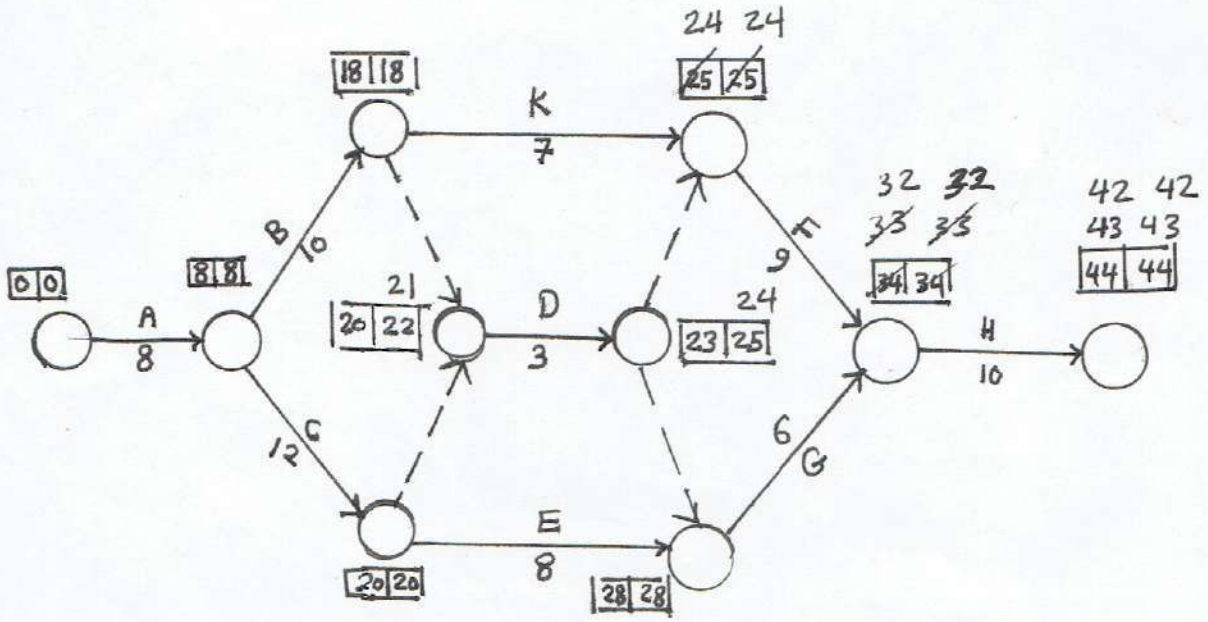
= 7110 الف دينار

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

مثال 2 :- الفعاليات التالية لاحد المشاريع الانشائية ، وكما في ادناه الكلفة وحدة الاعتيادية (Normal) والمتلصه (Crash) ، اذا علمت ان الكلفة غير المباشرة تساوي 40 الف دينار/يوم والغرامه التاخيرية 10 الاف دينار/يوم . جد اقل كلفة للمشروع . ملاحظة تبدأ الغرامه التاخيريه ليوم 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-E-D-G-H = 39
A-C-D-F-H = 42

C.P المسارات الحرجة

① التكلفة الكلية = التكلفة المباشرة + التكلفة غير المباشرة

= (10*2 + 44*40) + 3780 = 5560 الف دينار

② تقلص يوم واحد كل من الفعاليتين G, K

التكلفة الكلية = (10+43 x 40) + (22.5+5 + 3780)

= 5547.5 الف دينار

③ تقلص يوم واحد كل الفعاليتين G, F

التكلفة الكلية = 42 x 40 + (25 + 22.5 + 3817.5)

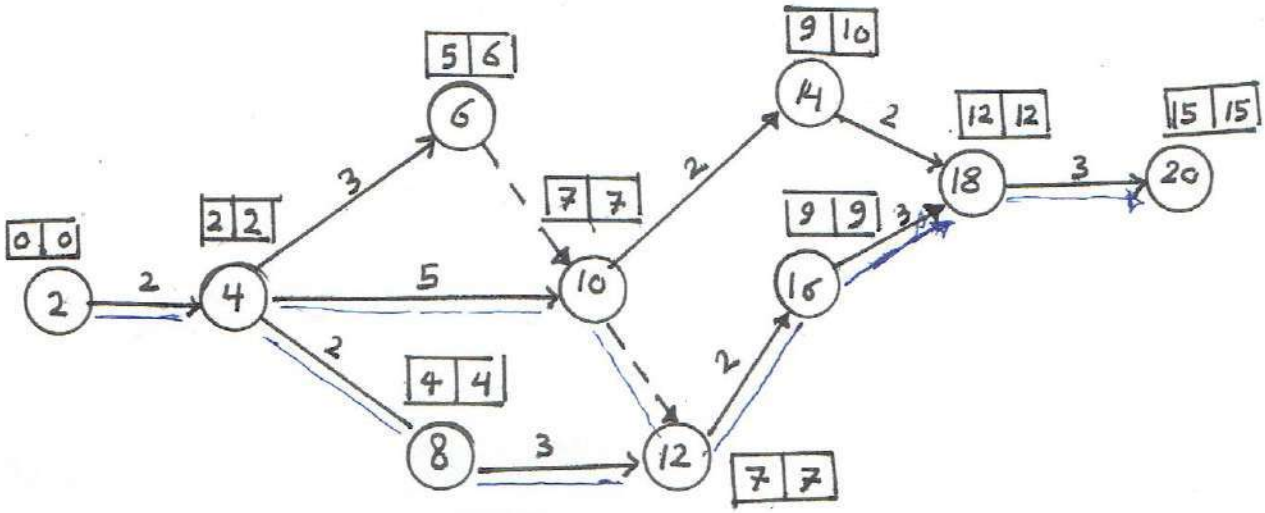
= 5545 الف دينار

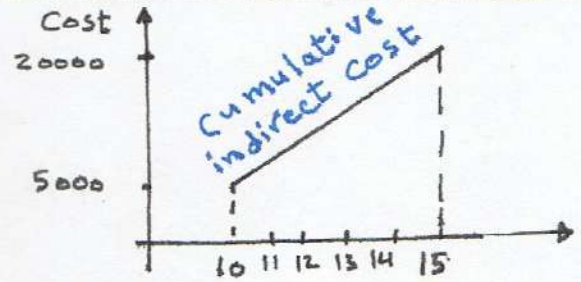
④ تقلص يوم من الفعالية A

التكلفة الكلية = 41 x 40 + 50 + 3865 = 5555 الف دينار

ب: التكلفة بدأت تتزايد فنكتفي باختصار مدة المشروع الى حد 42 يوم تصبح التكلفة الكلية 5545 الف دينار عند 42 يوم.

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 Poject





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

يعني في الشهر 14 يكون indi.cost = 17000

Activ.	Normal		Crash		R	
	Time	Cost x1000	Time	Cost x1000		
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 لانبدأ بالفعالية 4-6 وهي ارخص لانها لاتقع على المسار الحرج

② يتم تقليص 16-18 ليصبح زمن انجاز المشروع 14 شهر

③ يتم تقليص $\begin{Bmatrix} 4-10 \\ 8-12 \end{Bmatrix}$ لان مجموع التقليص ارخص ليصبح زمن انجاز المشروع 13 شهر

④ يتم تقليص $\begin{Bmatrix} 4-10 \\ 8-12 \end{Bmatrix}$ ليصبح زمن انجاز المشروع 12 شهر

⑤ يتم تقليص $\begin{Bmatrix} 12-16 \\ 10-14 \end{Bmatrix}$ ليصبح زمن انجاز المشروع 11 شهر

⑥ يتم تقليص $\{18-20\}$ ليصبح زمن انجاز المشروع 10 اشهر

⑦ اي مسار حرج ينتهي التقليص له اي ان مدة المشروع لايمكن تقليصها بعد

action	duration month	direct cost x 1000	ind. cost x1000	Total Cost x1000
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