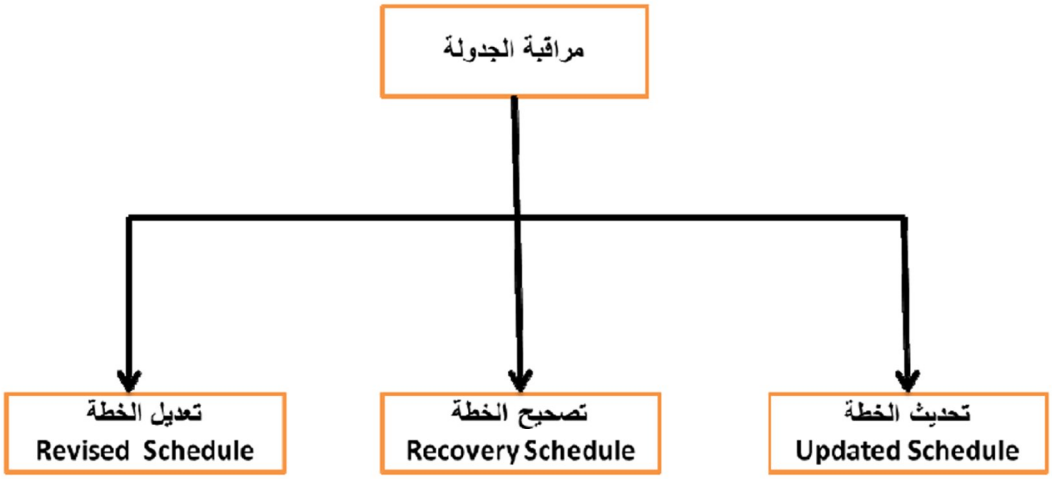
1-1 مراقبة (الجدولة أو البرنامج)

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



1-5-5 تعديل الجدولة Revised Schedule

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

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

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

2-5-5 تصحيح الجدولة Recovery Schedule

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

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

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

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

3-5-5 تحديث الجدولة Updated Schedule

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

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

يعطينا التحديث المعلومات عن:

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

الاسباب الموجبة لعملية التحديث

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

خطوات التحديث

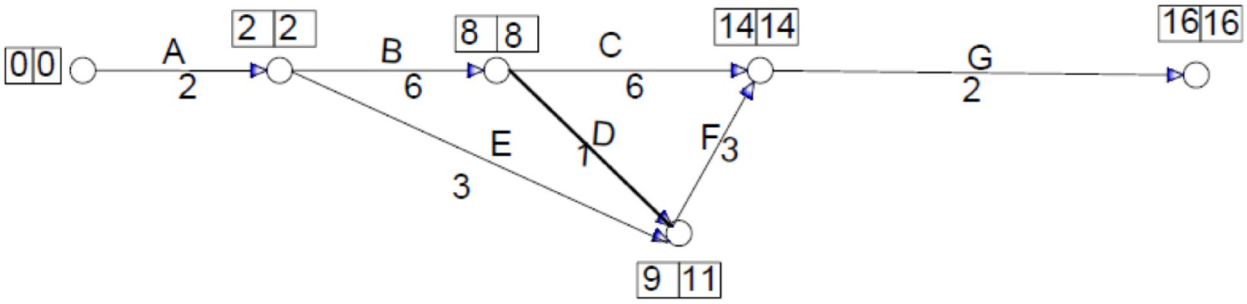
1. تحديد سبب التاخير وتهيئة المعلومات عن الفعاليات المعرقلة للبرنامج وتحديد ما اذا كانت تلك الفعاليات حرجة او غير حرجة ومقدار السماحية لها.
2. تحديد امكانية استخدام بقية الفعاليات لدعم الفعالية المتلكئة او زيادة سرعة تنفيذها.
3. اجراء عملية التحديث حسب ما يلي:
   أ- تحديد الفعاليات المكتملة واستبعادها من خلال اعطائها مدة انجاز ثابتة.

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

مثال
للمشروع المبين في الجدول الاتي

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

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



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

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

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

الخيار الاول: توجد امكانية لزيادة مدة المشروع

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

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

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

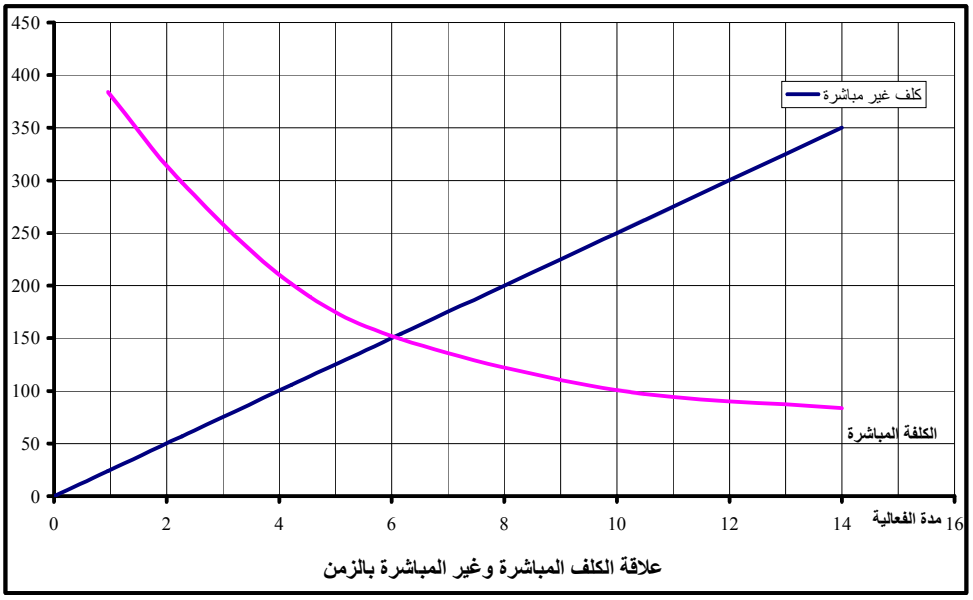
الخيار الثاني : لاتوجد امكانية لزيادة مدة انجاز المشروع

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

سرعة الانجاز الحالية = 0.5 وحدة /اسبوع

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

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

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

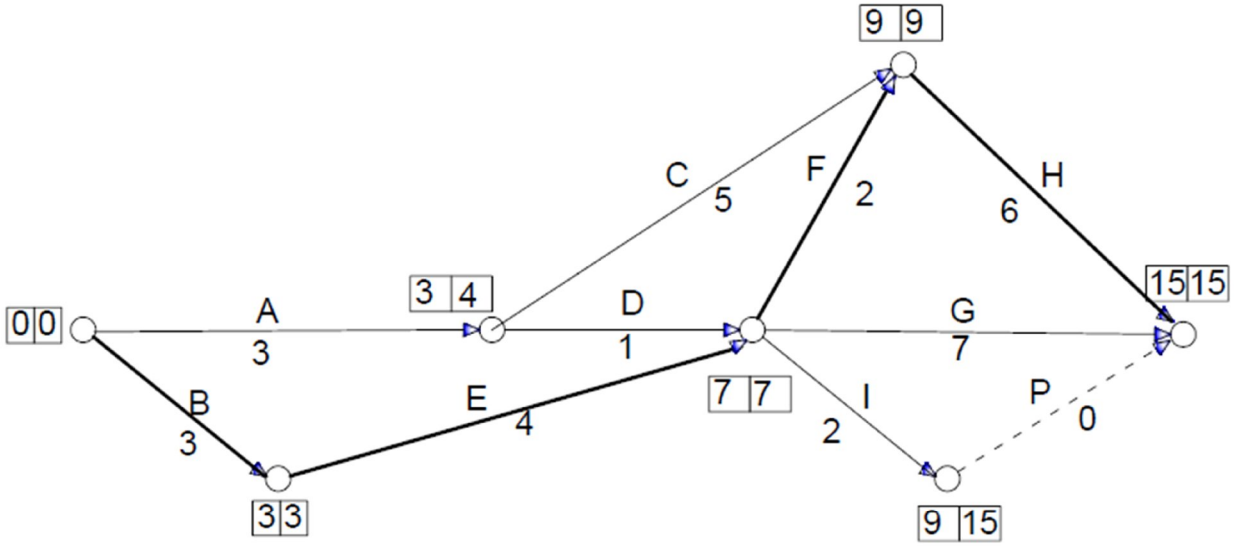
سرعة الانجاز المطلوبة = 2 (وحدة / اسبوع)
مقدار مضاعفة الجهد الحالي (مقدار مضاعفة السرعة الحالية) = (0.5/2)=4
أي يجب ان تكون السرعة المطلوبة (4) اضعاف السرعة الحالية

ضغط مدة المشروع

مثال:للفعاليات المدرجة في الجدول ادناه اجب عما يلي:

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

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

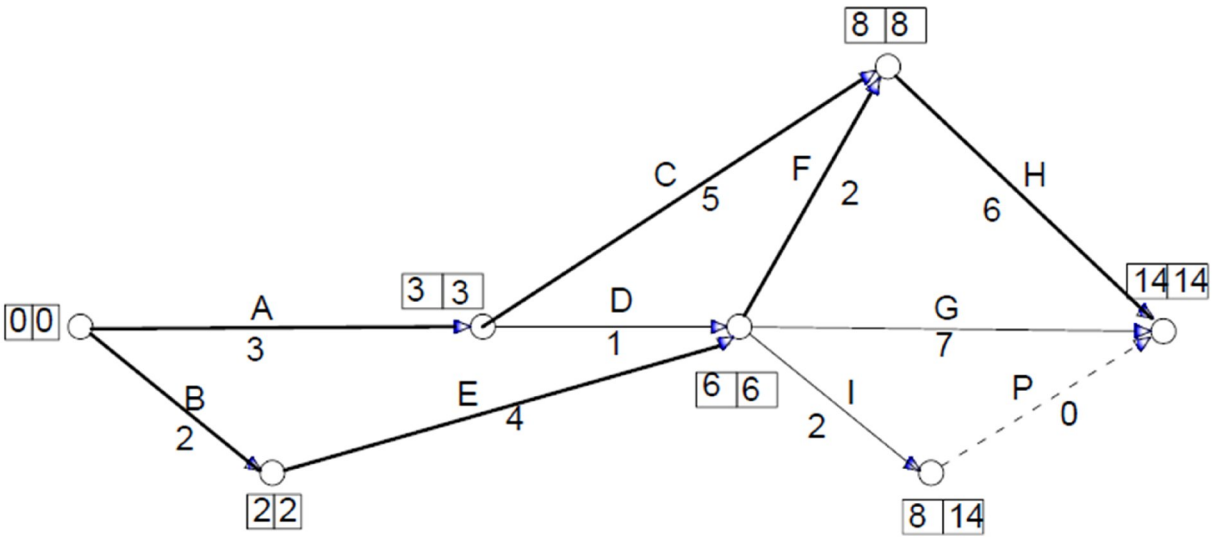


المسار الحرج
C.P.:- B-E-F-H
مدة انجاز المشروع 15 يوم

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

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

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



المسار الحرج

C.P.:-

I- B-E-F-H

II- A-C-H

مدة انجاز المشروع (14)يوم

ايجاد كلفة المشروع الكلية بعد التقليص الاول:-

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

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

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

22.5 1.5*15

كلفة المشروع الكلية قبل التقليص تساوي مجموع الكلف المباشرة وغير المباشرة

168.5 14.5+154

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

كلفة المشروع غيرالمباشرة بعد التقليص الاول +14*1.5 21

كلفة المشروع الكلية بعد التقليص الاول =159+21 180

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

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

I- في المسار الاول

الفعالية (B) لايمكن تقليصها لانها استنفذت المدة المتاحة للتقليص

الفعالية (F) لايمكن تقليصها لانها لاتملك مدة للتقليص.

الفعالية (E) كلفة تقليصها (16 وحدة نقدية)

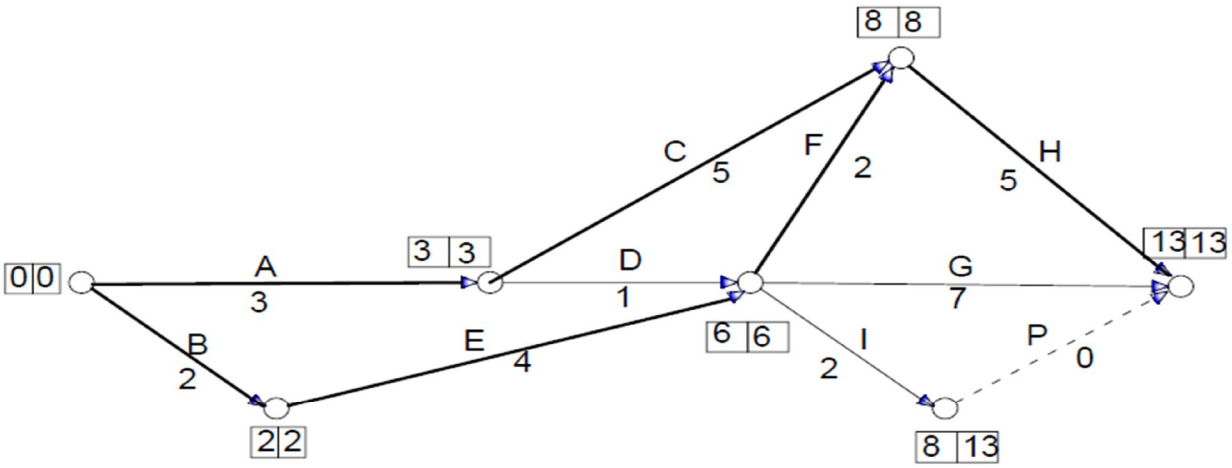
II- في المسار الثاني

الفعالية (A) كلفة تقليصها (1 وحدة نقدية)

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

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

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



ايجاد كلفة المشروع الكلية بعد التقليص الثاني:-

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

كلفة المشروع غيرالمباشرة بعد التقليص الثاني +13*1.5 19.5

كلفة المشروع الكلية بعد التقليص الثاني =169+19.5 178.5