تخفيض وقت إتمام المشروع Project Crashing

سنتعرف في هذا المقال على أسباب تخفيض وقت إتمام المشروع، وخطة تخفيض الأنشطة، والخطوات التي تتبع لتخفيض وقت المشروع، وتخفيض إتمام المشروع في حالة الميزانية المفتوحة والمحددة.

22 September 2024 | الكاتب: **د. محمد العامري** | المشاهدات: 3,676



إدارة المشاريع | تخفيض المدة

كيف يُختصر وقت تنفيذ المشروع؟

يبيّن المقال لماذا تُختصر المدة وكيف تُختار الأنشطة الحرجة للتخفيض، ثم يعرض خطوات الاختيار في حالتي الميزانية المفتوحة والمحددة.



أسباب التخفيض خطة الأنشطة الحرجة خطوات التخفيض ميزانية مفتوحة ميزانية محددة

سنتعرف في هذا المقال على:

- أسباب تخفيض وقت إتمام المشروع.
- خطة تخفيض الأنشطة.
- الخطوات التي تتبع لتخفيض وقت المشروع.
- تخفيض إتمام المشروع في حالة الميزانية المفتوحة.
- تخفيض إتمام المشروع في حالة الميزانية المحددة.

تخفيض وقت إتمام المشروع
Project Crashing

أولًا: أسباب تخفيض وقت إتمام المشروع والتعجيل بإنهائه:

قد تنشأ الحاجة إلى تخفيض وقت إنجاز المشروع عن المقدر لذلك في مرحلة التخطيط، والجدولة، وأثناء عملية التنفيذ.

ففي مرحلة التخطيط: تقوم الجهة التي ترغب في تنفيذ المشروع بتقديم تقديرات للوقت عن المراحل المختلفة والأنشطة المختلفة، فتحدد الأوقات المتوقعة لإتمام كل نشاط ومرحلة، ويكون ذلك ضمن (عطاء المشروع) الذي يتم التقدم به لهدف الحصول على حق إنجاز المشروع.

وقد تقوم الجهة التي يتم المشروع لحسابها (العميل أو المستفيد) بمناقشة هذه التقديرات مع الشركة المتقدمة بالعطاء. وفي غالبية الأحيان تطلب هذه الجهات من الشركة المتقدمة لتنفيذ العطاء إلى إعادة النظر في تقديراتها، وخطتها بهدف ضغط وقت إتمام المشروع لأسباب متعددة يبديها العميل أو المستفيد من المشروع.

وفي مرحلة تنفيذ المشروع: قد تكون الحاجة ملحة لتنفيذ المشروع في وقت أقل من الوقت المتفق عليه عند توقيع الاتفاقية الخاصة بالمشروع.

أ- فقد تكون مشكلة المواصلات في أحد المدن الكبرى قد وصلت إلى الحد الذي لا يتحمل إتمام المشروع في الوقت المقترح والمتفق عليه في عقد المشروع.

ب- ومن أمثلة ذلك أيضًا مشروعات الصرف الصحي التي تستلزم التنفيذ العاجل لتجنب الآثار غير المرغوبة المترتبة على عدم توفير هذه الخدمة في الوقت المناسب والحرج، خاصة أن التأخير في هذا النوع من المشاريع قد يؤثر على تنفيذ مرافق أخرى مرتبطة بإتمام هذا المشروع.

ت- كذلك من أسباب التعجل في تنفيذ المشروع وضغط الوقت لإتمامه قبل الوقت المتفق عليه في عقد المشروع، هو سبب اقتصادي. فقد ترغب الجهة التي يتم انجاز المشروع لحسابها (العميل أو المستفيد) إنجاز المشروع في فترة أقصر حتى يمكنها من تحقيق عائد أو إيراد معين في حالة الإنجاز المبكر لاغتنام أوقات المناسبات والأعياد أو لاختراق السوق بمنتج جديد قبل المنافسين الآخرين في السوق، لذلك ظروف المنافسة تستدعي ضغط وقت انجاز المشروع عن الوقت المتفق عليه مسبقًا.

ث- ومن الأسباب أيضًا التي تستدعي تخفيض وقت إتمام المشروع، هو تجنب الارتفاع في تكلفة تنفيذ المشروع، بسبب أن أسعار مستلزمات البناء تتزايد بشكل ملحوظ. ففي حالة الاتفاق على تكاليف معينة في العقد الخاص بالمشروع، يكون من مصلحة جهة التنفيذ أو العميل أن يتم تنفيذ المشروع في وقت أقل وسريع حتى يتم تجنب الزيادة في التكاليف عليهم.

ج- وفي المجال العسكري والمشروعات العسكرية الدولية تلعب فترة الإنجاز السريع والتنفيذ السريع لمثل هذه المشاريع دور بالغ الأهمية وذلك لتحقيق التقدم في مجالات منها السباق النووي، وبرامج التسليح وغزو الفضاء. كل هذا يستدعي ضغط وقت إتمام هذه المشاريع عن الوقت المحدد والمتفق عليه مسبقًا.

ح- ومن الأسباب التي تستدعي تخفيض الوقت أثناء تنفيذ المشروع هو تغير الظروف التي يكون قد تم في ظلها وضع الخطة الأصلية للتنفيذ، فقد يظهر نوع من التمويل الجديد الذي لم يكن متاحًا أثناء عملية التخطيط للمشروع، مثل القروض الدولية التي تقدم خصيصًا للمساعدة في الانتهاء من مشروعات كبرى في بعض الدول، مثل مشروعات الطرق والمواصلات وشبكات الصرف الصحي. وعند توافر هذا النوع من

التمويل الجديد يكون على القائمين على المشروع وضع خطة معينة لتوزيع هذه الأموال بشكل يضمن تخفيض وقت إتمام المشروع بأقل تكلفة ممكنة.

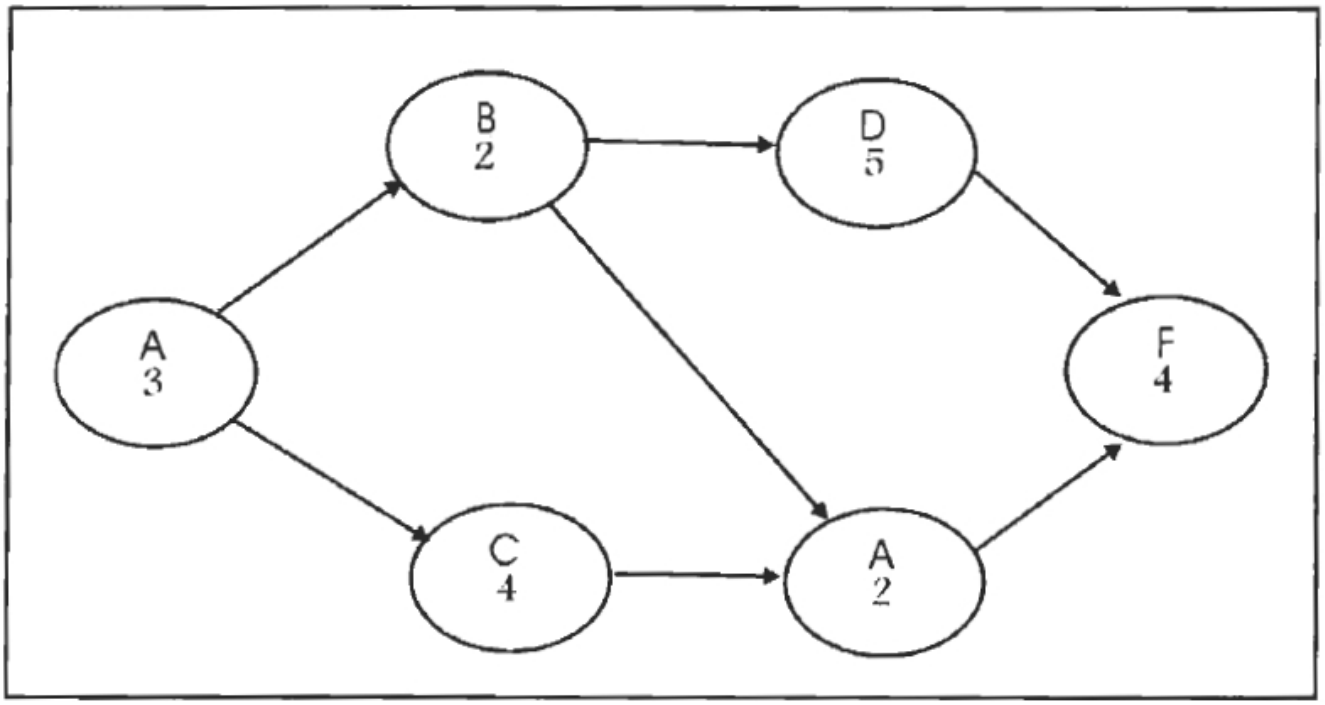
ثانيًا: خطة تخفيض الأنشطة:

إن تخفيض وقت إتمام المشروع، يستلزم حتمًا إلى موارد إضافية. فقد يلزم الأمر إلى عدد آخر من الأفراد يتم توظيفهم لهذا الغرض، أو يتم تشغيل العاملين الحاليين لفترات إضافية كما يستلزم الأمر أيضًا إلى آلات ومعدات جديدة تحقق أداء تكنولوجي أفضل وبالتالي إنجاز أسرع، ومن شأن كل ذلك زيادة تكاليف المشروع.

وحتى يجب أن تكون هذه الزيادة في التكاليف أقل ما يمكن، يجب أن يكون هناك ما يسمى (بخطة التخفيض) المثُلى للأنشطة والتي سوف تؤدي بدورها إلى التخفيض الكلي لوقت إتمام المشروع.

وكقاعدة هامة: يجب أن نوضح أنه في حالة الرغبة في تخفيض وقت إتمام المشروع، يجب أن ينصبَّ الاهتمام بشكل أساسي على الأنشطة الحرجة.

ففي المثال أدناه والذي يوضح ما يلي: شبكة العمل لأحد المشاريع والأنشطة المتتابعة والأنشطة الحرجة وأقل وقت يلزم لإنهاء المشروع.



شكل (20)

- من الشكل أعلاه فإن المسار الحرج هو

A → b → d → f

- وأن الأنشطة الحرجة هي (A,b, d, f).
- وأن أقل وقت يلزم لإتمام المشروع هي (14) يوم لكون مجموع الأنشطة الحرجة هو (14) يوم وطول المسار الحرج هو (14) يوم.

وفي المثال أعلاه إذا قمنا بإضافة موارد جديدة إلى النشاط (c) وهو نشاط غير حرج ليتم تخفيض وقته من (4) أيام إلى (3) أيام فسوف نلاحظ أن أقل وقت يلزم لإتمام المشروع مازال (14) يوم.

بمعنى آخر مازال وقت إتمام المشروع محكومًا بالمسار الحرج

A → b → d → f

وعلى ذلك فإن إضافة موارد جديدة إلى النشاط غير الحرج يعتبر مضيعة للجهد والموارد والتكاليف.

أما إذا حاولنا على سبيل المثال تقليل الوقت اللازم للنشاط (f) الذي هو نشاط حرج، بما قدره (يوم واحد) فسوف يترتب عليه تخفيض وقت إتمام المشروع إلى (13) يوم.

وهذا يعني أن الإجراء هو إجراء فعال له تأثير مباشر على وقت إتمام المشروع.

ويجب أن ندرك أن عملية تخفيض (Crashing) وقت إتمام المشروع -من خلال الأنشطة الحرجة- هي عملية لها جانبان:

- الأول: جانب هندسي.
- والثاني: جانب اقتصادي.

- أما الجانب الأول: وهو الجانب الهندسي: فيتمثل في الإجابة على مدى إمكانية تخفيض الوقت اللازم لإنجاز نشاط معين من الناحية الفنية. فعلى سبيل المثال يجب الانتظار لفترة معينة حتى تصبح الأساسات صلبة بدرجة كافية قبل بدء البناء عليها. بمعنى آخر -يجب على المتخصصين والمسؤولين التنفيذيين في المشروع الإجابة على السؤال الآتي:

هل من الممكن التخفيض في زمن النشاط؟ وإذا كانت الإجابة بنعم فما هو أقصى تخفيض ممكن بالنسبة لكل نشاط؟

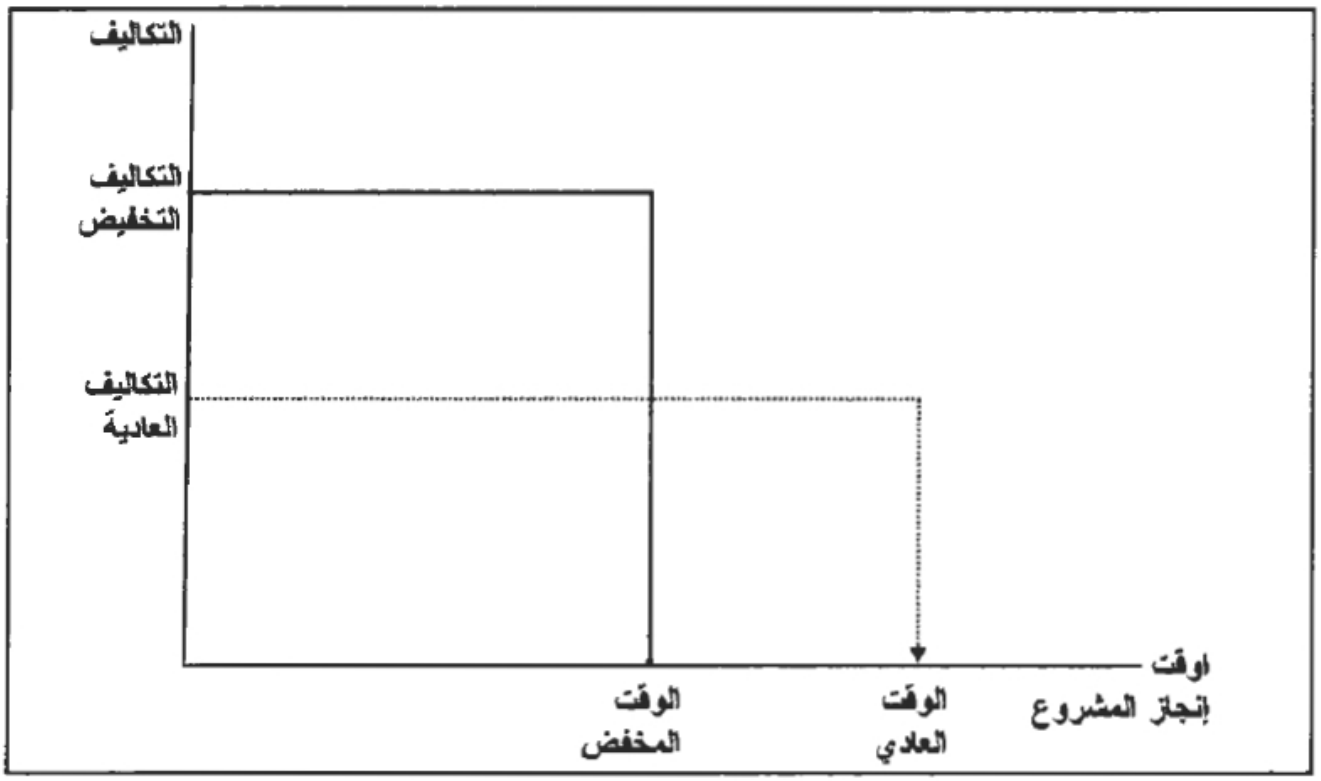
- أما الجانب الثاني: فهو الجانب الاقتصادي: فهو المتمثل في العبء المادي الإضافي الذي يتحمله المشروع من تكاليف تنتج عن عملية التخفيض للنشاط الحرج، وبالتالي للمشروع ككل.

فتخفيض الوقت اللازم للنشاط يستلزم موارد إضافية في الغالب تكون تكلفة الحصول عليها أكثر من التكاليف الأصلية.

فتشغيل الأفراد العاملين في المشروع ورديات إضافية أو في أيام العطلات يترتب عليه دفع أجور أعلى من الأيام العادية وتظهر هذه الخاصية في قطاع المقاولات.

فإذا رغب صاحب المشروع إتمامه في فترة وجيزة عليه أن يدفع أسعار مواد البناء والتي تزيد بالتأكيد عن الأسعار المحددة سابقًا عند توقيع عقد المشروع.

ويمكن إيضاح العلاقة بين فترة إتمام النشاط والتكاليف حسب الشكل التالي أدناه:



شكل (21)

يوضح الشكل أعلاه على المحور الأفقي مقدار الوقت اللازم لإنجاز النشاط وعلى المحور الرأسي مقدار التكاليف اللازمة لإنجاز النشاط.

وعلى المحور الأفقي يوجد الوقت الأصلي المقدر والذي يطلق عليه عادة الوقت العادي Normal Time وكذلك الوقت المخفض Crashed Time والذي يكون عادة أقل من الوقت العادي.

فتخفيض وقت الأداء سوف يترتب عليه زيادة التكاليف العادية Normal Cost اللازمة للوقت العادي إلى التكاليف المرتفعة Crashed Cost المصاحبة للوقت المنخفض.

وقد افترضنا هنا للتبسيط فقط أن العلاقة خطية.

أما في الحياة العملية فمن الممكن ألا تكون كذلك. فشكل المنحنى يختلف من نشاط إلى آخر.

ومن هذه العلاقة الخطية الموضحة في الرسم يمكن التوصيل إلى تقدير لكل زيادة مترتبة على تخفيض أداء النشاط بفترة زمنية واحدة على أنها تساوي:

تكلفة الوقت المنخفض- تكلفة الوقت العادي
الوقت العادي- الوقت المنخفض

وهي التكلفة الواجب أخذها في الحسبان عند اتخاذ قرار التخفيض كما سنرى في مثال قادم.

من ناحية أخرى فإن قرار الإسراع بإتمام المشروع ككل عن طريق خفض أوقات الأنشطة الحرجة، يجب أن يصاحبه دراسة للعائد والتكلفة على مستوى المشروع وليس الأنشطة فقط.

فإذا كان العائد المتحقق الإضافي المتوقع من الإسراع بالمشروع يزيد على التكلفة الإضافية فإن قرار الإسراع سوف يكون له ما يبرره وإلا فإن مثل هذا القرار سوف لا يكون له ما يبرره إذا كانت التكاليف أكثر من العائد المتحقق عن تخفيض وقت إتمام المشروع.

تعرضنا حتى الآن للأساس النظري لعملية تخفيض وقت النشاط والمشروع.

والآن ما هي الخطوات التي تُتبع لتحقيق ذلك إجرائيًا. والإجابة تكمن في الآتي:-

---

الخطوات التي تتبع لتخفيض وقت المشروع:

1- قم بعمل تقديرات للوقت العادي والمنخفض لكل نشاط.

2- قم بعمل تقديرات للتكاليف العادية وتكلفة الوقت المنخفض لكل نشاط.

3- حدد المسار الحرج والأنشطة الحرجة.

4- ابدأ عملية التخفيض للأنشطة الحرجة مبتدءًا بالنشاط الحرج والأقل تكلفة على أن يكون هذا التخفيض بوحدة زمنية واحدة.

5- راجع أثر ذلك على المسار الحرج والميزانية المتاحة.

6- استمر في الخطوات إلى أن تصل إلى التاريخ المرغوب أو إلى أن تستخدم كل الأموال المتاحة وسوف نوضح هذه الخطوات في المثال التالي:-

---

تخفيض إتمام المشروع في حالة الميزانية المفتوحة:

مثال: (حالة الميزانية المفتوحة للتخفيض)

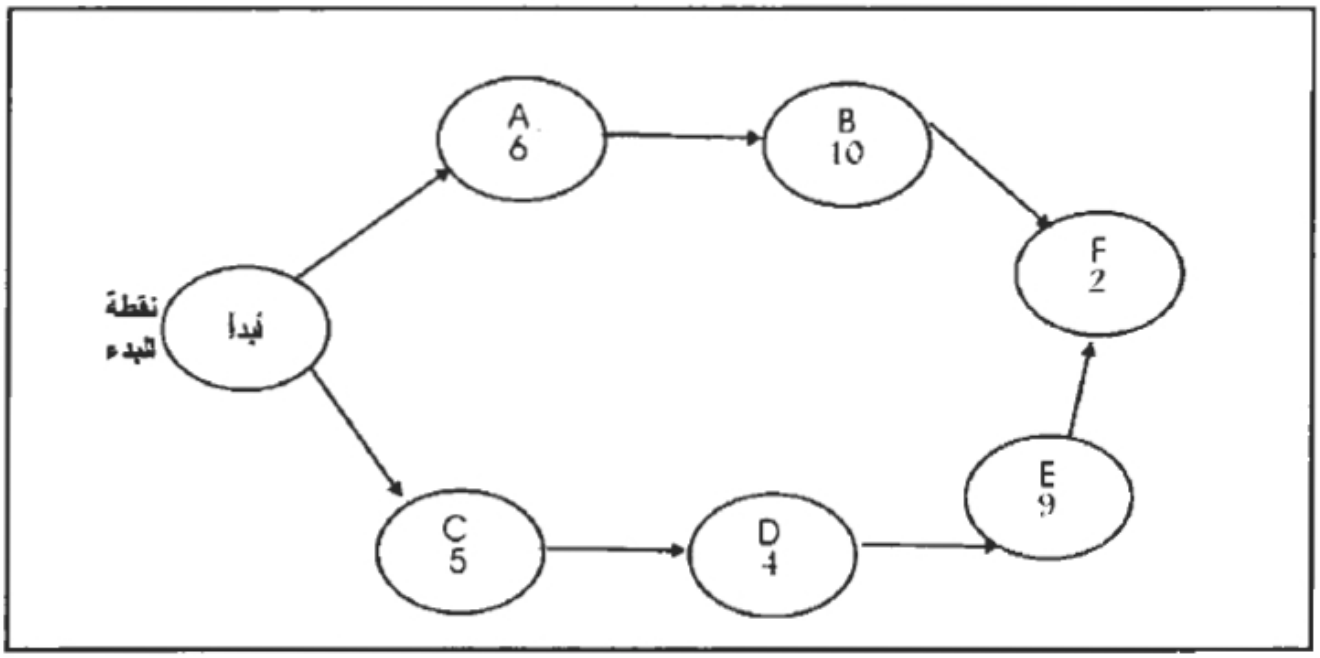
باستخدام البيانات التالية في الجداول أدناه وبافتراض أن التكاليف غير المباشرة لليوم الواحد بالنسبة للمشروع هي 1000 دينار. ضع خطة مثالية لتخفيض وقت إتمام المشروع والأنشطة.

الجدول (7)

النشاط	النشاط السابق مباشر	الوقت العادي	التكلفة العادية	الوقت المنخفض	تكلفة الوقت المنخفض
A	-	6	2000	6	2000
B	A	10	3000	8	4000
C	-	5	500	4	8000
D	C	4	400	1	2500
E	D	9	300	7	1500
F	B,E	2	800	1	1600

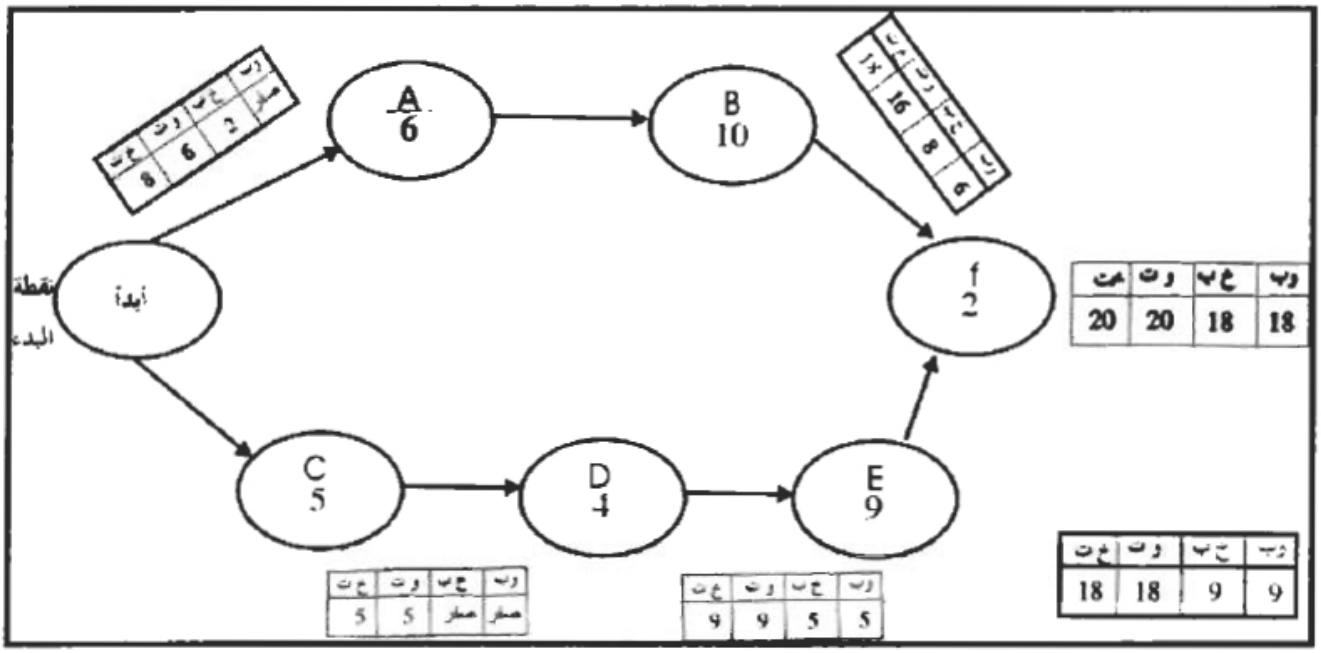
الحل:

1- نبدأ برسم الشبكة على النحو التالي:



شكل (22)

2- نحدد الأنشطة الحرجة والمسار الحرج بتحديد أوقات البدء والإتمام المبكرة والمتأخرة حسب الشكل أدناه:



شكل (23)

الشكل أعلاه يحدد الأنشطة الحرجة والمسار الحرج.

- يتضح من الشكل أعلاه أن الأنشطة الحرجة هي C, d, e, f
- وأن المسار الحرج هو

C → d → e → f

- وطول المسار الحرج هو 20 يومًا.

3- لتحديد خطة تخفيض الوقت نبدأ بتحديد النشاط الواجب البدء بتخفيض وقت أدائه. ويجب أن يكون كالتالي:

أ- نشاط حرج

ب- أن تكون تكلفة التخفيض بيوم واحد أقل ما يمكن. نظرًا لأن تقليل وقت كل نشاط من الأنشطة الحرجة بيوم واحد يؤدي إلى تخفيض وقت إتمام المشروع بيوم واحد. أي أن كل الأنشطة لهم نفس التأثير، فيجب اختيار النشاط الأقل تكلفة.

ج- أن يكون من الممكن فنيًا تخفيض وقت هذا النشاط. ويعني ذلك أن يكون وقت التخفيض أقل من الوقت العادي وألا يكون قد تم تخفيض هذا النشاط بأقصى كمية من الوقت يمكن تخفيضه بها.

ولتطبيق هذه الشروط يتم تحديد الأنشطة الحرجة وبياناتها هذه حسب الجدول التالي حيث تعبر كل من c,d,e,f أنشطة حرجة حسب الجدول التالي أدناه:

جدول (8)

النشاط	الوقت العادي	الوقت المخفض	الفائض Slack	تكلفة التخفيض بيوم واحد
a	6	6	2	لا يمكن فنيًا
b	10	8	2	(4000- 3000) + (10- 8) = 500
c	5	4	صفر	(800- 500) + (5- 4) = 300
d	4	1	صفر	(2500- 400) + (4- 1) = 700
e	9	7	صفر	(1500- 300) + (9- 7) = 600
f	2	1	صفر	(1600- 800) + (2- 1) = 800

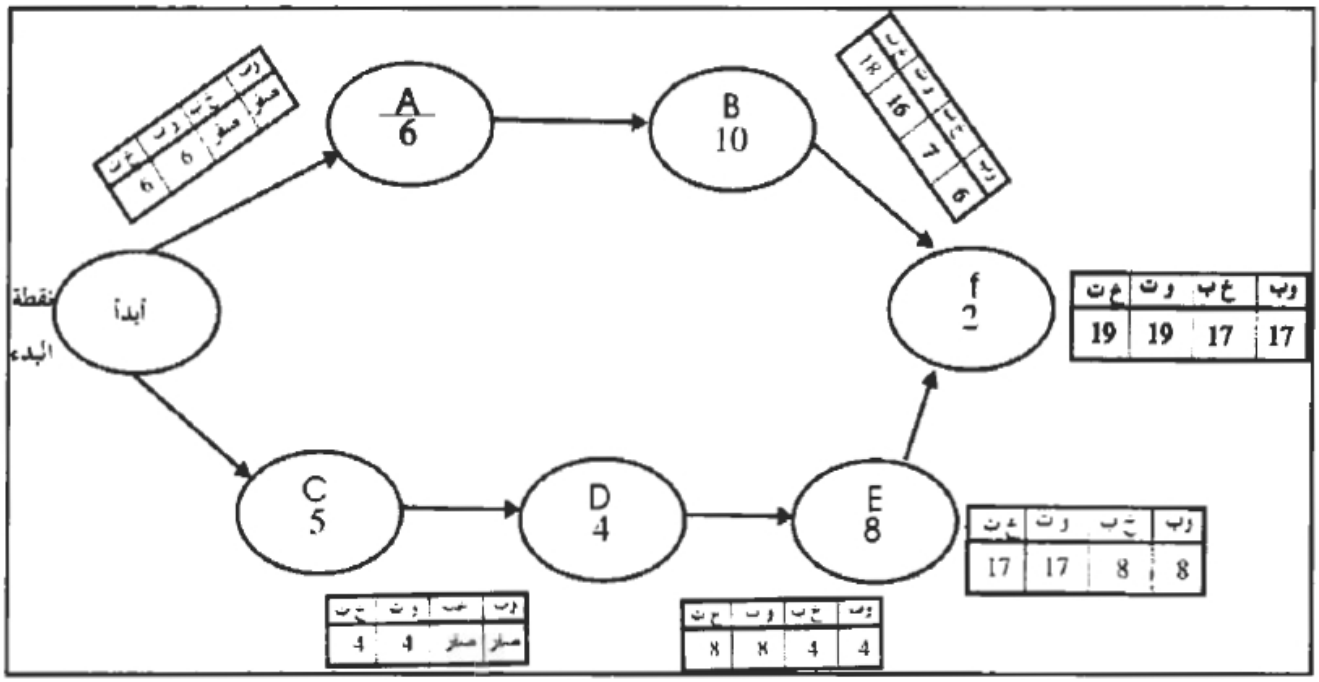
- ويتضح من الجدول أعلاه أننا أمام بدائل تخفيض أي من الأنشطة الحرجة C,d,e,f بيوم واحد.
- وطالما أن النشاط (c) هو أقل الأنشطة تكلفة، فيتم تخفيضه بيوم واحد، ويرجع ذلك أساسًا أن التكلفة الإضافية وهي (300) دينار أقل من مقدار الموفر المحقق من التخفيض للوقت ككل وهو (1000) دينار، مقدار التكلفة غير المباشرة (الثابتة) لكل يوم تشغيل للمشروع.

ويهمنا أن نوضح أن التخفيض للنشاط الحرج المختار يجب أن يكون (دائمًا بيوم واحد في الخطوة الواحدة) ثم يتم بعدها معرفة أثر هذا التخفيض على المسار الحرج الحالي. فقد يؤدي هذا التخفيض إلى تغيير الأنشطة الحرجة وبالتالي يجب أن يكون التخفيض التالي موجهًا إلى نشاط آخر.

4- تحديد أثر التخفيض بيوم على المسار الحرج.

نعلم أنه بالتأكيد أنه سوف يترتب على تخفيض النشاط (C) من (5) أيام إلى (4) أيام تخفيض وقت إتمام المشروع ليصبح (19) يوم.

- ويمكننا أيضًا في هذا المثال أن نقول بأن المسار الحرج سيبقى كما هو، ويرجع ذلك إلى أن الوقت الزائد الموجود في الأنشطة غير الحرجة (slack) يزيد عن اليوم الواحد، فهو (2) يوم في كل من (a,b)، ويمكننا التأكيد على ذلك بإعادة حل الشبكة على النحو التالي حسب الشكل أدناه:



الشكل (24)

ويظهر من الشكل أعلاه أن المسار الحرج (C,d,e,f) مازال أطول مسارات الشبكة أعلاه. وطوله (19) يوم.

5- نقوم بتكرار نفس الخطوات السابقة إلى أن نجد أن تكلفة التخفيض أعلى من التكلفة التي يتم توفيرها حينئذ نتوقف ويكون ذلك كما يلي:-

أ- في هذه المرحلة الأنشطة الحرجة الممكن تخفيضها هي d,e,f (لاحظ أن النشاط (c) لا يمكن تخفيضه عن (4) أيام.

وتكلفة تخفيض d,e,f بيوم واحد هي 700.600.800 على التوالي.

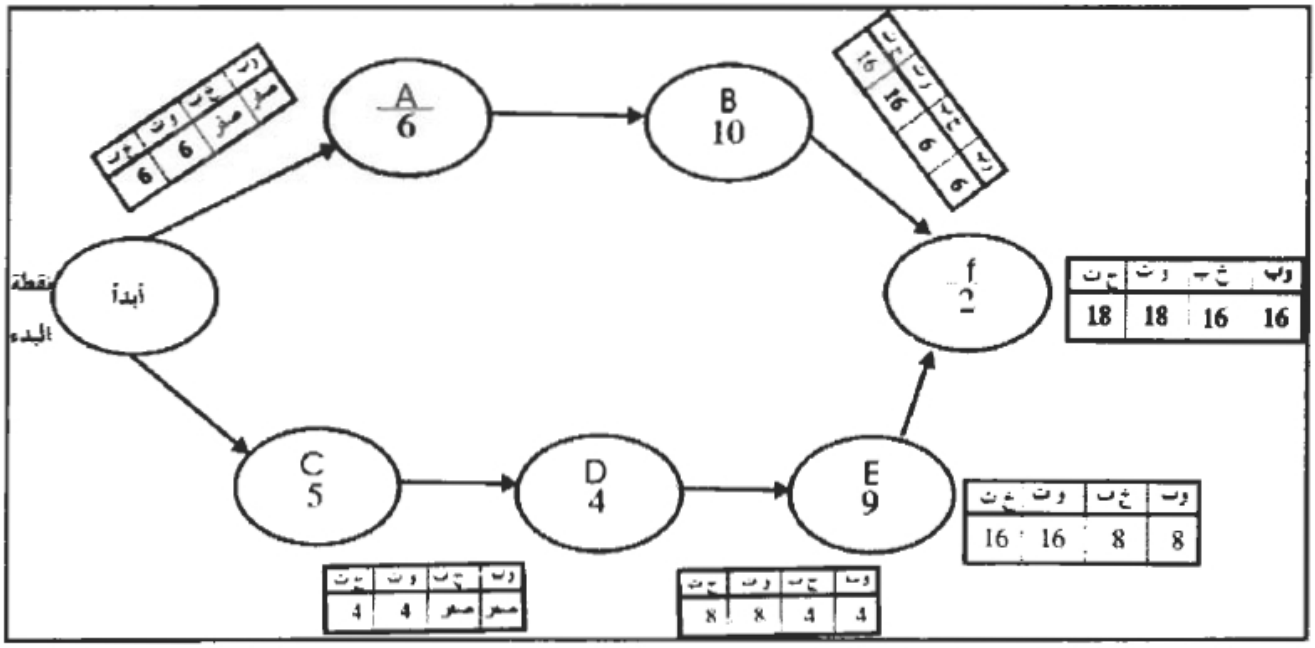
- وطالما أن النشاط (e) هو أقل التكاليف.
- فيتم اختياره نظرًا لأن (600) دينار لا تزال أقل من (1000) دينار. وبالتالي فإن القرار بتخفيض النشاط (e) بيوم واحد هو قرار صائب وفعال:

ب- معرفة أثر هذا التخفيض على المسار الحرج نظرًا (لأن الوقت الزائد (slack) لكل من (a,b) وهي الأنشطة غير الحرجة يساوي الواحد صحيح فإن تخفيض (e) بيوم واحد سوف يؤدي إلى وجود مسارين حرجين هما:

A- b- f

C- d- e- f

ويمكن التأكيد على ذلك برسم الشبكة مرة أخرى حسب الشكل أدناه:



الشكل (25)

ج- وفي حالة وجود أكثر من مسار حرج يكون أمامنا بدائل في عملية التخفيض وهي:

- تخفيض نشاط مشترك (يقع على المسارين) بيوم واحد.
- تخفيض توليفه مكونة من نشاطين.

الأول: يقع على المسار الأول والثاني على المسار الثاني.

وبتطبيق ذلك تكون البدائل التي أمامنا هي:-

- تخفيض النشاط (f) بيوم واحد سوف يتكلف (800) ريال سعودي.
- تخفيض النشاط (a) بيوم واحد، و(c) بيوم واحد. ويكون ذلك غير ممكن لأن (a) لا يمكن تخفيضه بسبب أن وقت التخفيض سيكون أقل من الوقت العادي كما أن النشاط (c) قد تم تخفيضه بالحد الأقصى الممكن له وهو يوم واحد.
- تخفيض النشاط (b) بيوم واحد والنشاط (c) بيوم واحد وذلك أيضًا غير ممكن.
- تخفيض النشاط (b) بيوم واحد والنشاط (d) بيوم واحد. وذلك أمرًا ممكنا وسوف يتكلف ذلك 500+ 700 = 1200 ريال سعودي.
- تخفيض النشاط (b) بيوم واحد، والنشاط (e) بيوم واحد، وذلك أمرًا ممكنًا وتكلفته.

500+ 600 = 1100 ريال سعودي.

وباستعراض هذه البدائل يتضح أن تخفيض النشاط (f) بيوم واحد هو البديل الأفضل. حيث أن تكلفته أقل من البدائل الأخرى الممكنة، كما أنه يتكلف أقل من الوفر المحقق وهو (1000) ريال سعودي.

لمعرفة ذلك على المسار الحرج، نرجع إلى الشبكة. فطالما أن النشاط الذي تم تخفيض وقته هو نشاط مشترك على المسارين الحرجين، (وهما كل الشبكة) فإن المسارين لن يتغيرا، وتكون البدائل الموجودة أمامنا الآن للتخفيض هي:

- تخفيض النشاط (a) بيوم واحد، والنشاط (c) بيوم واحد وذلك غير ممكن.

- تخفيض النشاط (a) بيوم واحد والنشاط (d) بيوم واحد وذلك أمر غير ممكن.
- تخفيض النشاط (a) بيوم واحد، والنشاط (e) بيوم واحد وذلك أمر غير ممكن.
- تخفيض النشاط (a) بيوم واحد، والنشاط (d) وذلك بتكلفة (1200) ريال سعودي.
- تخفيض النشاط (b) بيوم واحد، والنشاط (e) بيوم واحد وذلك بتكلفة (1100) ريال سعودي.

 وطالما أن البدائل المتاحة للتخفيض كلها تتكلف أكثر من (1000) ريال سعودي وهو مقدار الوفر في التكاليف المحقق من تخفيض وقت النشاط بيوم واحد فإننا نتوقف عن التخفيض.

- ويمكن تلخيص خطة التخفيض المثلى على النحو التالي:-

أ- خفض النشاط (c) بيوم واحد، أي جعل مدة التنفيذ (4) يوم بدلاً من (5) يوم.

ب- خفض النشاط (e) بيوم واحد، أي جعل مدة التنفيذ (8) يوم بدلاً من (9) يوم.

ت- خفض النشاط (f) بيوم واحد، أي جعل مدة التنفيذ (1) يوم بدلاً من (2) يوم.

وبالتالي فأن التكلفة الإجمالية لتخفيض أوقات الأنشطة الحرجة (c,e,f) هي 1700 ريال سعودي كالتالي:

300+ 600+ 800 = 1700 ريال سعودي.

وبمكننا الآن إيضاح هذا التخفيض تدريجيًا على التكاليف الكلية كما هو في الجدول التالي أدناه:

الجدول (9)

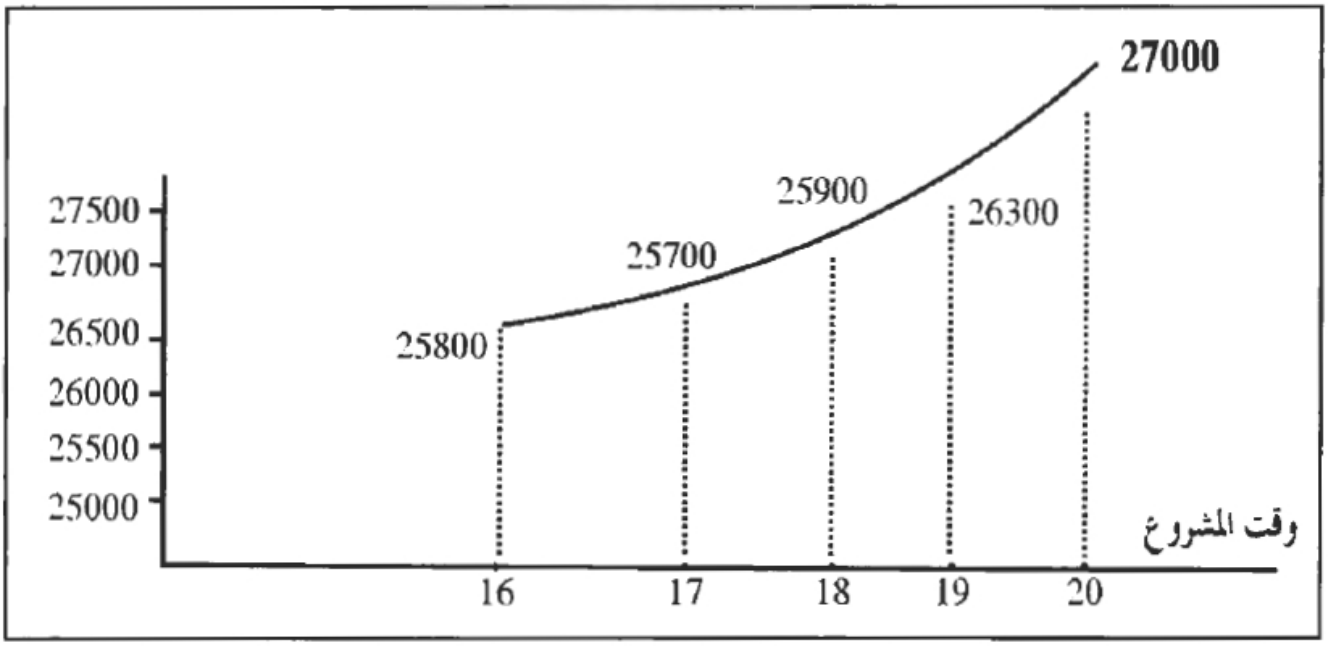
طول المشروع بالأيام	التكاليف المباشرة للأنشطة (بالريال السعودي)	التكاليف غير المباشرة المرتبطة بطول المشروع (بالريال السعودي)	التكاليف الكلية بالريال السعودي
20 قبل التخفيض	7000	1000 × 20= 20000	27000
19 بعد التخفيض الأول للنشاط (c) بيوم واحد	7000+ 300= 7300	1000 × 19 = 19000	26300
18 بعد التخفيض الثاني للنشاط (e) بيوم واحد	7300 + 600= 7900	1000 × 18 = 18000	25900
17 بعد التخفيض الثالث للنشاط (f) بيوم واحد	7900+ 800 = 8700	1000 × 17= 17000	25700
16 مضافة للإيضاح فقط	8700+ 1100= 9800	1000 × 16= 16000	25800

- من الجدول أعلاه نلاحظ أن إجمالي العائد المتحقق من تخفيض وقت المشروع هو 3000 ريال والناتج من توفير التكاليف غير المباشرة الناتجة عن التخفيض بمقارنة 20000- 17000 = 3000.
- وبذلك يكون صافي العائد المتحقق هو 1300 ريال وذلك بمقارنة 3000-1700= 1300.
- بمعنى آخر إن قرار التخفيض كان فعالاً حيث أن الوفر من التخفيض أكثر من تكاليف التخفيض بصافي عائد قدره (1300) ريال.

فإذا افترضنا على سبيل الإيضاح أن عملية التخفيض استمرت إلى (16) يوم عن طريق

أفضل البدائل المتاحة الآن (مع تجاهل التكاليف غير المباشرة لليوم الواحد). فإننا يجب أن نخفض الأنشطة (b,e) كل بيوم واحد وسوف يترتب على هذا التخفيض زيادة في التكاليف قدرها (1100) ريال. ويكون البيان الخاص بذلك لهذه الحالة كما هو ظاهر الأغراض الإيضاح في الجدول السابق.. والذي يتضح منه أن هذا القرار سوف لا يُحقق أقل التكاليف.

فبعد القرار الذي توقفنا عنده وهو التخفيض حتى (17) يوم تبدأ التكاليف في الزيادة. ولذلك فإن أقل تكاليف ممكنة هي عند (17) يوم كما يتضح من الشكل أدناه:-



الشكل (26)

تخفيض وقت إتمام المشروع في حالة الميزانية المحددة

مثال آخر: (حالة الميزانية المحددة للتخفيض)

فيما يلي البيانات الخاصة بوقت وتكلفة إنجاز الأنشطة اللازمة لأحد المشروعات.

النشاط	النشاط السابق مباشرة	الوقت العادي (يوم)	التكلفة العادية ريال	الوقت المنخفض (يوم)	تكاليف الوقت المنخفض (ريال)
A	-	2	6	1	10
B	A	5	9	2	18
C	a	4	6	3	8
D	B, c	3	5	1	9

المطلوب:

1- تحديد أقل وقت يلزم لإتمام المشروع وتكلفة الإنجاز.

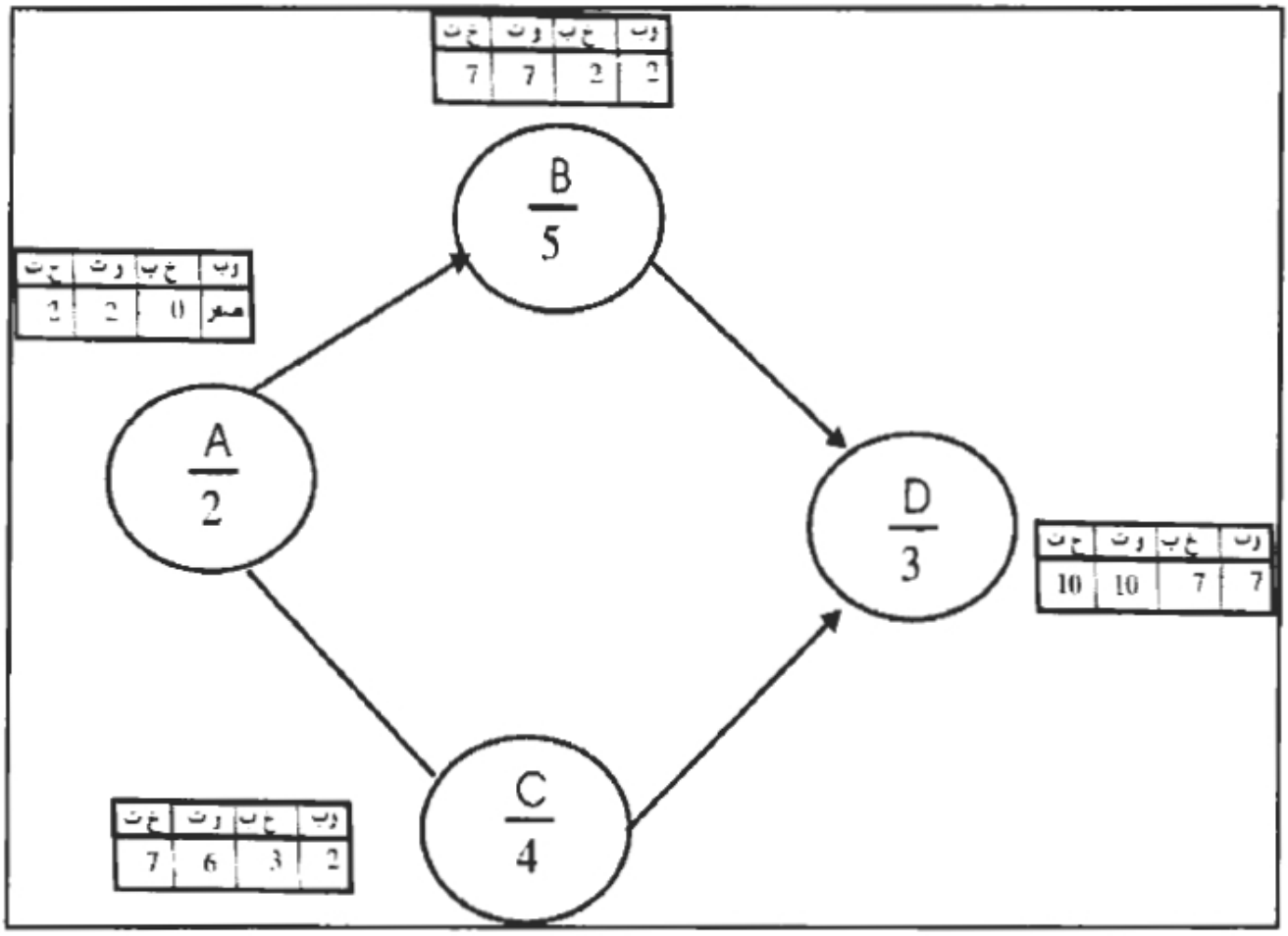
2- بفرض أن هناك ميزانية إضافية للمشروع قدرها (11) ريال ضع خطة لتوزيع هذه الميزانية بين الأنشطة حتى تصل إلى أقل وقت إنجاز بأقل تكلفة.

الحل:

1- أقل وقت يلزم لإتمام المشروع هو (10) أيام وتكلفة الإنجاز العادية هي:

6+ 9 + 6 + 5= 26 ريال.

رسم الشبكة



الشكل (27)

2- لعمل خطة لتخفيض وقت الأنشطة يجب تحديد الأنشطة الحرجة وتكلفة تخفيض كل نشاط بيوم واحد.

أ- من الشكل أعلاه الأنشطة الحرجة هي (a,b,d).

ب- لتحديد تكلفة تخفيض كل نشاط بيوم واحد نقوم بتطبيق المعادلة التالية.

تكلفة التخفيض بيوم = تكلفة الوقت المنخفض - تكلفة الوقت العادي / الوقت العادي - الوقت المنخفض

الجدول التالي أدناه يبين ما يلي:

النشاط	وقت التخفيض	تكلفة التخفيض بيوم واحد
a	1	(10- 6) + (2- 1)= 4
B	3	(18- 9) + (5- 2)= 3
C	1	(8- 6) ÷ (4- 3)= 2
D	2	(9- 5) + (3- 1)= 2

التخفيض الأول:

يمكننا الآن أن نختار النشاط الذي نبدأ بتخفيضه، ويجب أن يكون النشاط المختار:

- نشاط حرج وفي هذه الحالة إما (a,b,d).

- أن يكون من الممكن تخفيضه. وفي هذه الحالة يمكن تخفيض كل منهم حسب البيانات المتاحة ولذلك فأمامنا البدائل (d أو b أو a).

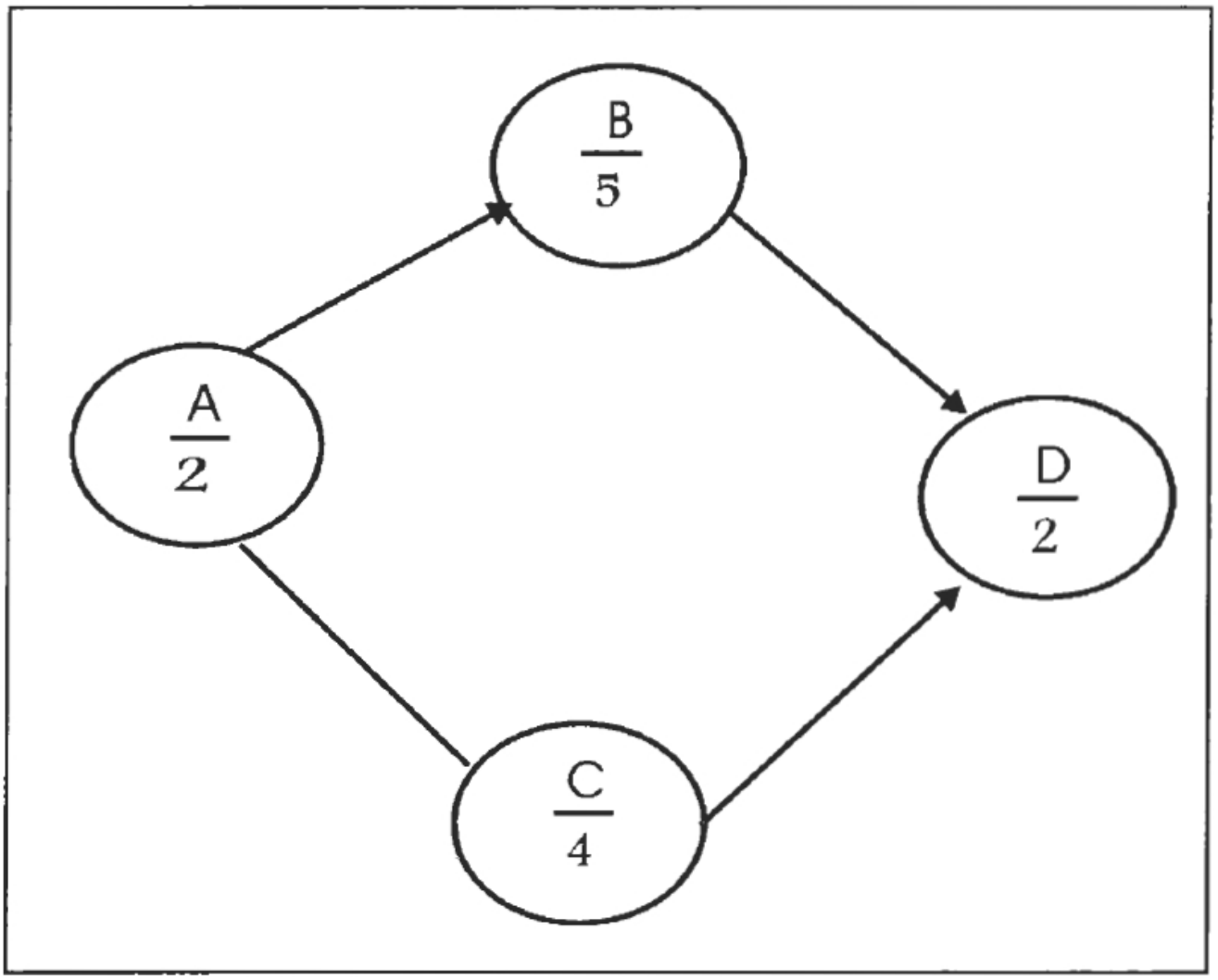
- أن تكون تكلفة التخفيض بيوم واحد للنشاط المختار هي أقل التكاليف من بين كل البدائل المتاحة. والآن بمقارنة تكلفة النشاط (a =4) وتكلفة النشاط (b =3) وتكلفة النشاط (d = 2).

فنلاحظ أن النشاط (d) هو الذي يُمثل أقل تكلفة.

- أن تسمح الميزانية بعمل هذا التخفيض وطالما أننا في أول الميزانية وأن المتاح هو (11)ريال أكبر من (2) دينار. فأننا يمكن أن نقوم بالتخفيض.

والقرار الأول هو:

خفض وقت إنجاز النشاط (d) بوحدة زمنية واحدة أي بيوم واحد. ولنرى الآن أثر ذلك على المسار الحرج: كما هو واضح في الشكل أدناه:



الشكل (28)

بمجرد النظر نجد أن المسار الحرج الحالي يظل كما هو، ويرجع ذلك إلى أن النشاط المخفض هو نشاط مشترك يقع على كل المسارات المحتملة. ويعني ذلك أن طول المسار A,b,d يساوي 9 يوم بينما المسار (a,c,d) سوف يصبح (8) يوم وبالتالي فإن المسار الحرج سوف لا يتغير.

وطالما أنه ما زالت هناك ميزانية متاحة (11-2) = 9 دينار فإننا سوف نفكر في التخفيض التالي:

- المسار الحرج الآن هو

a → b → d

وبالتالي فإن الأنشطة الحرجة التي يمكن تخفيضها هي (a,b,d) كالتالي:

- النشاط (a) بيوم واحد.

- النشاط (b) بـ (3) يوم.

- النشاط (d) بيوم آخر بعد تخفيضه بيوم واحد فيما سبق وبمقارنة التكلفة المترتبة على تخفيض كل منهم بيوم واحد نجد أن النشاط (d) ما زال هو الأقل تكلفة ولذلك.

فالقرار الثاني هو:

تخفيض النشاط (d) بيوم واحد. ولنرى تأثير ذلك على المسار الحرج الحالي:

لنفس الأسباب التي تم ذكرها في التخفيض الأول نجد المسار الحرج سوف يظل كما هو والأنشطة الحرج هي a → b → d

وطول المسار الحرج هو (8) أيام.

وطالما أن هناك ميزانية متاحة

9- 2 = 7 ريال.

فإننا سوف نفكر في التخفيض التالي:

التخفيض الثالث

المسار الحرج الحالي هو a → b → d

وبالتالي فإن الأنشطة الحرجة التي يمكن تخفيضها الآن هي:

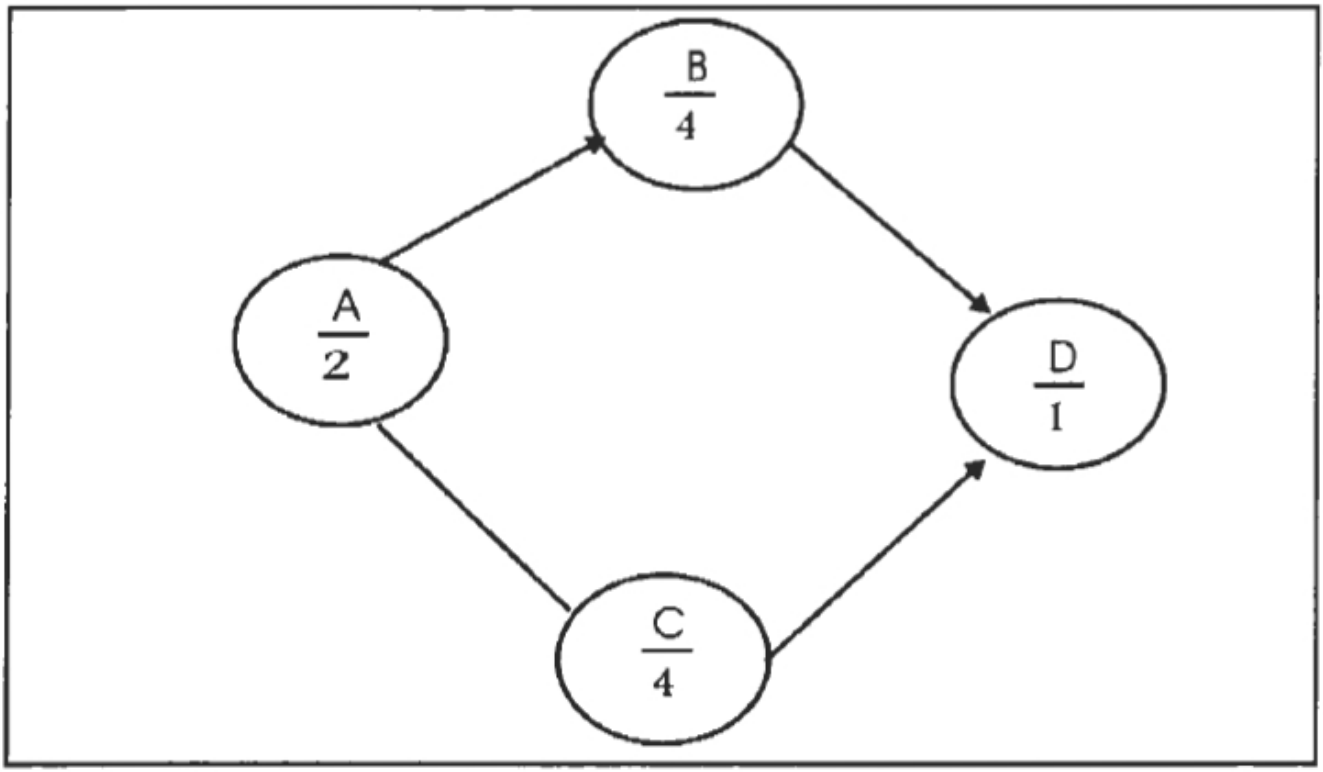
- النشاط (a) بيوم واحد.

- النشاط (b) بثلاثة أيام.

- النشاط (d) لا يمكن تخفيضه أكثر من ذلك.

وبمقارنة التكلفة المترتبة على تخفيض كل من النشاط (a) والنشاط (b) بيوم واحد. نجد أن تكلفة النشاط (b) أقل تكلفة من النشاط (a) حسب الجدول السابق. ولذلك

فالقرار الثالث: تخفيض النشاط (b) بيوم واحد ولنرى تأثير ذلك على المسار الحرج الحالي كما في الشكل أدناه:



الشكل (29)

يتأمل هذه الشبكة نجد أن لدينا مسارين متساوين في الطول هما:

a → b → d = 7 يوم

a → b → d = 7 يوم

بمعنى آخر يوجد لدينا مساران حرجان المذكورين أعلاه.

ويتأمل الميزانية المتاحة الآن فهي 7- 3= 4 دينار فإننا سوف نفكر في التخفيض التالي:

التخفيض الرابع: هناك مساران حرجان وهما:

- المسار الحرج الأول هو a → b → d

- المسار الحرج الثاني هو a → b → d

وطالما أن الحالة الآن هي وجود أكثر من مسار حرج فأمامنا أكثر من بديل:

1- تخفيض نشاط مشترك يقع على نفس المسارين وبهذه الطريقة يمكن تقليل المسارين معًا عن طريق تخفيض نشاط واحد. وفي هذه الحالة لدينا بدائل:

- تخفيض النشاط (a) بيوم واحد وتكلفة (4) ريال.

- تخفيض النشاط (d) بيوم واحد وذلك أمر غير ممكن لأننا قد خفضنا النشاط (d) بيومين فيما سبق.

2- تخفيض نشاطين معًا بنفس القيمة بحيث يقع كل منهم على مسار مختلف وفي هذه الحالة يكون لدينا وأمامنا بديل آخر وهو تخفيض النشاط (b) بيوم واحد والنشاط (c) بيوم واحد وسوف يتكلف ذلك 3 + 2 = 5 ريال.

- وبمقارنة هذه البدائل جميعها نجد أن البديل الممكن والأقل تكلفة هو تخفيض النشاط (a) بيوم واحد. وذلك يعني أن سوف يكون لدينا مسارين حرجين هما a- b- d.

a → c → d

وطول كل منهم = 1 + 4+1 = 6 يوم.

وحيث أن الميزانية المتبقية الآني هي

4 - 4= صفر.

فإن ذلك يعني أنه لا يمكن عمل أي تخفيض آخر. ويمكن تلخيص القرارات كما يلي:

1- خفض النشاط (d) بيومين والتكلفة = 4 ريالات.

2- خفض النشاط (b) بيوم واحد والتكلفة 3 ريالات.

وذلك بإجمالي تكلفة (11) دينار. ويكون وقت إتمام المشروع المخفض = 6 يوم وفي حدود الميزانية المتاحة لا يمكن عمل تخفيض أكثر من ذلك.

المرجع:

كتاب : إدارة المشاريع Project Management ، من تأليف د. أحمد يوسف دودين، من إصدار دار اليازوري ، الطبعة العربية لعام 2012.