



سنلتعرف في هذا المقال على أسباب تخفيف وقت إتمام المشروع، وخطة تخفيف الأنشطة، والخطوات التي تتبع لتخفيف وقت المشروع، وتخفيف وقت إتمام المشروع في حالة الميزانية المفتوحة والمحددة.

2439 الكاتب : د. محمد العامري عدد المشاهدات : 2439 September 22, 2024

ادارة المشاريع Project management



PROJECT CRASHING



تخفيف وقت إتمام المشروع

Project Crashing

جميع الحقوق محفوظة
www. mohammedaameri.com

سنلتعرف في هذا المقال على:

أسباب تخفيف وقت إتمام المشروع.
خطة تخفيف الأنشطة.
الخطوات التي تتبع لتخفيف وقت المشروع.
تخفيف وقت إتمام المشروع في حالة الميزانية المفتوحة.
تخفيف وقت إتمام المشروع في حالة الميزانية المحددة.

تخفيف وقت إتمام المشروع

Project Crashing

أولاً: أسباب تخفيف وقت إتمام المشروع والتعديل بإنها:

قد تنشأ الحاجة إلى تخفيف 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، فتتعدد 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 المقترن والمتفق عليه في عقد المشروع.

ب- ومن أمثلة ذلك أيضاً مشاريع الصرف الصحي التي تستلزم التنفيذ العاجل لتجنب الآثار غير المرغوبه 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 التعلج في تنفيذ المشروع وضغط الوقت لإتمامه قبل الوقت المتفق عليه في عقد المشروع، هو سبب اقتصادي. فقد ترغب الجهة التي يتم إنجاز 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 إنجاز المشروع عن الوقت المتفق عليه مسبقاً.

ث- ومن الأسباب أيضاً التي تستدعي تخفيف 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 دوراً 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 مسبقاً.

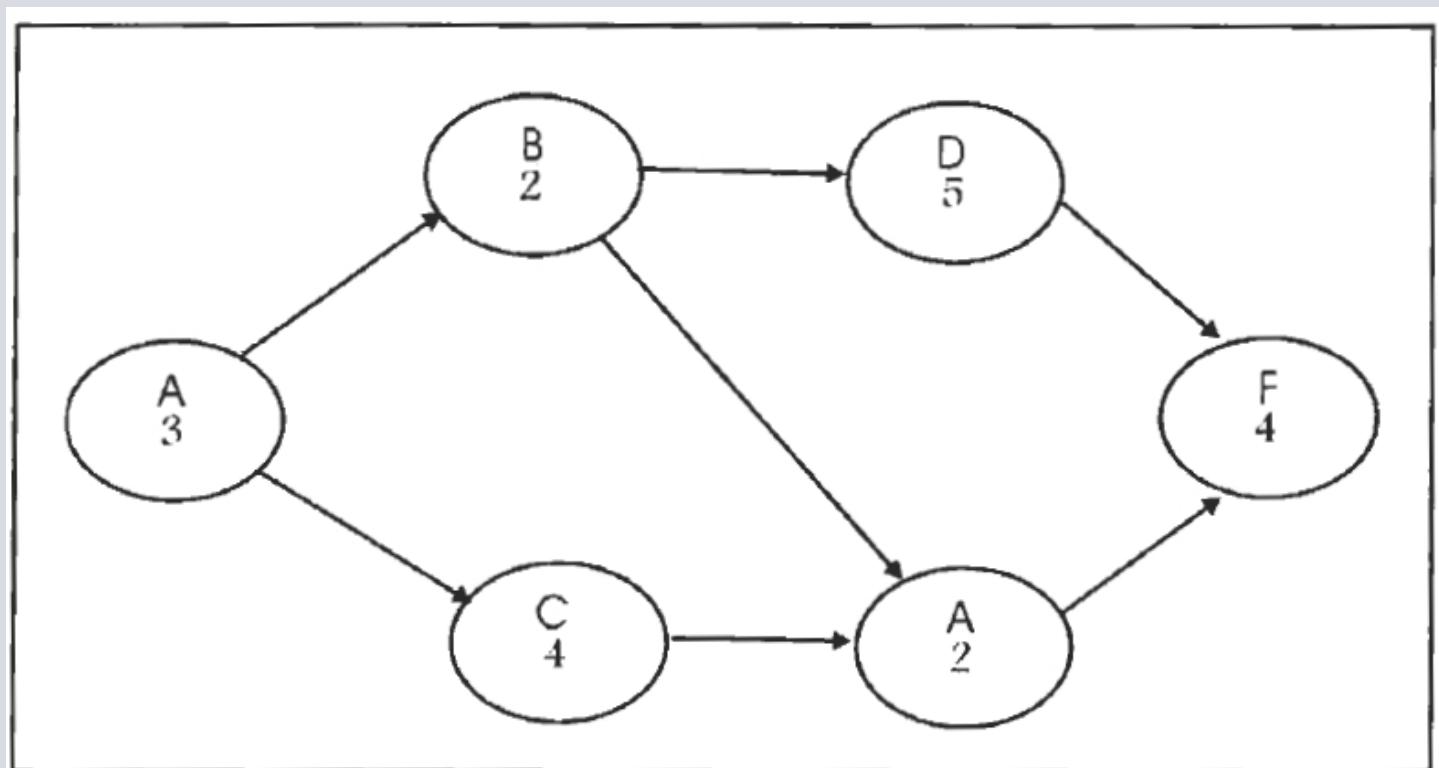
ح- ومن الأسباب التي تستدعي تخفيف الوقت أثناء تنفيذ المشروع هو تغير الظروف التي يكون قد تم في ظلها وضع الخطة الأصلية للتنفيذ، فقد يظهر نوع من التمويل الجديد الذي لم يكن متاحاً أثناء عملية التخطيط للمشروع، مثل القروض الدولية التي تقدم خصيصاً للمساعدة في الانتهاء من مشروعات كبرى في بعض الدول، مثل مشروعات 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 تخفيف وقت إتمام المشروع بأقل تكلفة ممكنة.

ثانياً: خطة تخفيف الأنشطة:

إن تخفيف وقت إتمام المشروع، يستلزم حتماً 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 أيضاً إلى آلات ومعدات جديدة تحقق أداءً تكنولوجيًّا 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 (بخطوة التخفيف) المثلث للأنشطة والتي سوف تؤدي بدورها إلى التخفيف الكلي لوقت إتمام المشروع.

وكمقاعدة هامة: يجب أن نوضح أنه في حالة الرغبة في تخفيف وقت إتمام المشروع، يجب أن ينصب الاهتمام بشكل أساسى على الأنشطة الحرجة.

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



شكل (20)

من الشكل أعلاه فإن المسار الحرجة هو

A → b → d → f

وأن الأنشطة الحرجة هي (A,b,d,f).
وأن أقل وقت يلزم لإنها المشروع هي (14) يوم لكون مجموع الأنشطة الحرجة هو (14) يوم وطول المسار الحرجة هو (14) يوم.
وفي المثال أعلاه إذا قمنا بإضافة موارد جديدة إلى النشاط (c) وهو نشاط غير حرج ليتم تخفيف وقته من (4) أيام إلى (3) أيام فسوف نلاحظ أن أقل وقت يلزم لإنها المشروع مازال (14) يوم.
بمعنى آخر مازال وقت إتمام المشروع مذكورًا بالمسار الحرج

A → b → d → f

وعلى ذلك فإن إضافة موارد جديدة إلى النشاط غير الدرج يعتبر مضيعة للجهد والموارد والتكاليف. أما إذا حاولنا على سبيل المثال تقليل الوقت اللازم للنشاط (f) الذي هو نشاط درج، بما قدره (يوم واحد) فسوف يتربّع 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 الدرجـ 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 تخفيض في زمن النشاط؟ وإذا كانت الإجابة بنعم فما هو أقصى تخفيض ممكن بالنسبة لكل نشاط؟

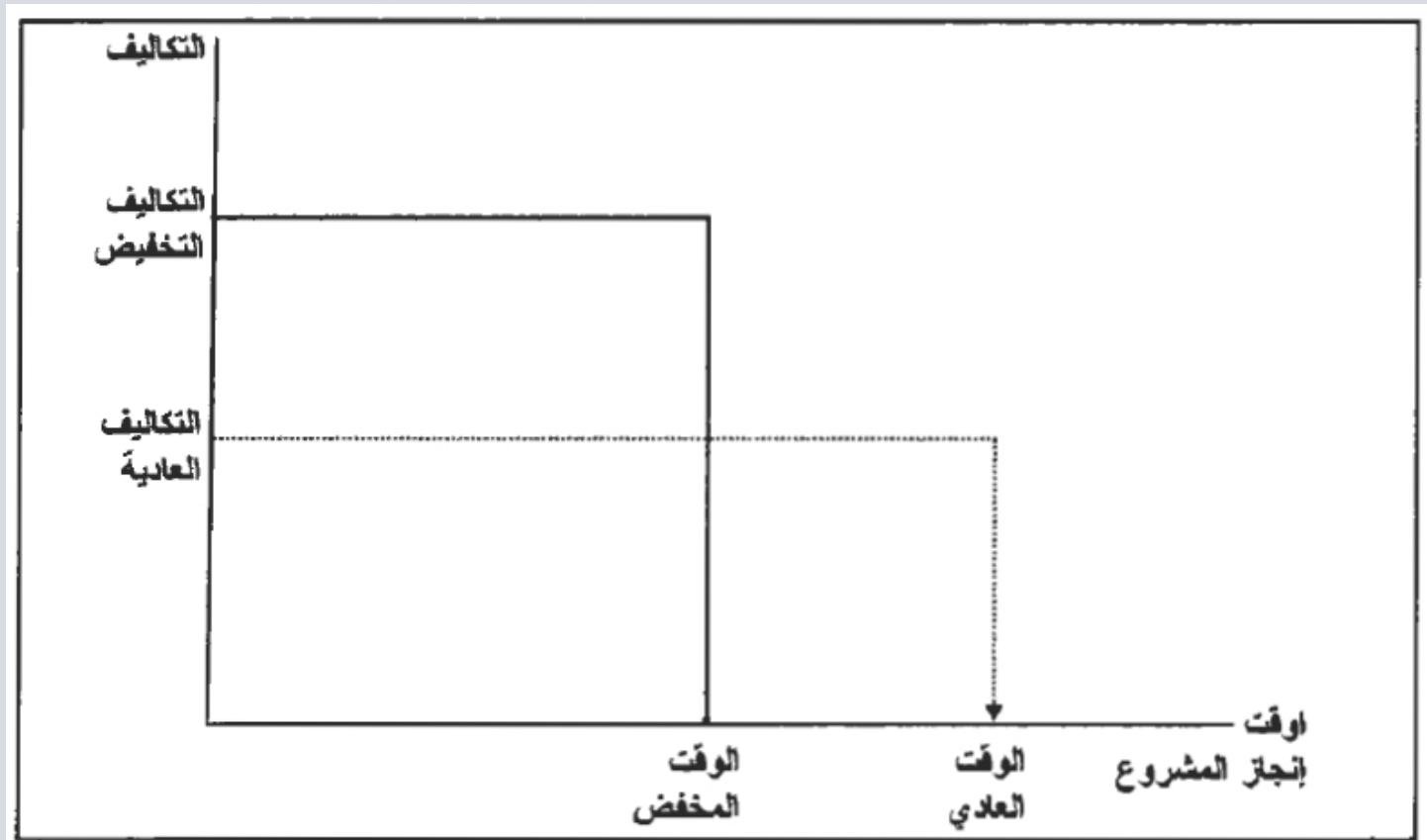
- أما الجانب الثاني: فهو الجانب الاقتصادي: فهو المتمثل في العبء المادي الإضافي الذي يتحمله المشروع من تكاليف تنتج عن عملية التخفيض للنشاط الدرج، وبالتالي للمشروع ككل.

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 يتربّع 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 سابقاً 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 الرأسى مقدار التكاليف الالزمة 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 يتربّع عليه زيادة التكاليف العادي Normal Cost الالزمة للوقت العادي إلى التكاليف المرتفعة Crashed Cost المصاحبة للوقت المنخفض.

وقد افترضنا هنا للتيسير 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 متربّعة على تخفيف 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 سترى في مثال قادم. من ناحية أخرى فإن قرار الإسراع باتمام المشروع ككل عن طريق خفض أوقات الأنشطة الدرجة، 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 وإن فان مثل هذا القرار سوف لا يكون له ما يبرره إذا كانت التكاليف أكثر من العائد المتحقق عن تخفيف وقت إتمام المشروع.

تعرضنا حتى الآن للأساس النظري لعملية تخفيف وقت النشاط والمشروع.
والآن ما هي الخطوات التي تُتبع لتحقيق ذلك إجرائياً. والإجابة تكمن في الآتي:-

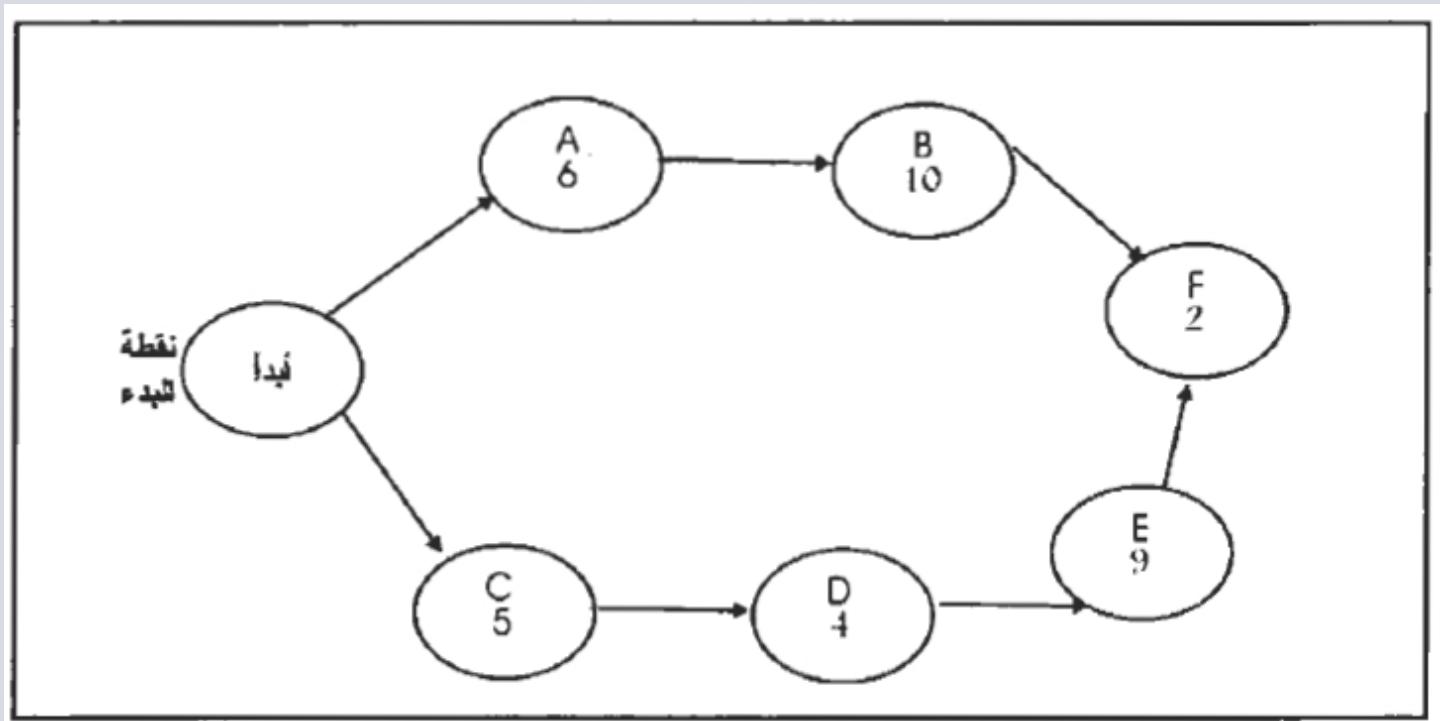
الخطوات التي تُتبع لتخفيف وقت المشروع:

- 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 الحرجية.
 - 4- ابدأ عملية التخفيف للأنشطة الحرجية مبتدئاً بالنشاط الحرج والأقل تكلفة على أن يكون هذا التخفيف 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:-
- تخفيف إتمام المشروع في حالة الميزانية المفتوحة:**
- مثال: (حالة الميزانية المفتوحة للتخفيف)
- باستخدام البيانات التالية في الجداول أدناه وبافتراض أن التكاليف غير المباشرة لليوم الواحد بالنسبة للمشروع هي 1000 دينار. ضع خطة مثالية لتخفيف 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

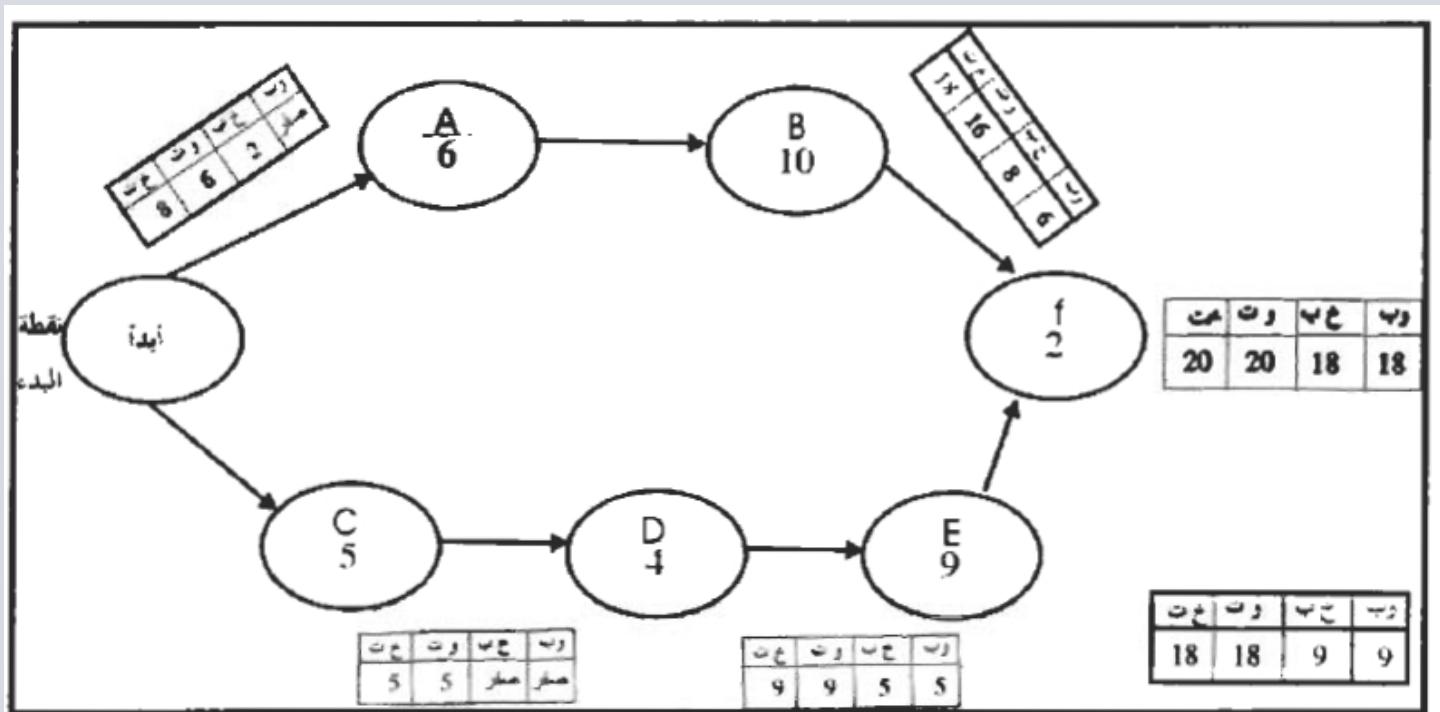
الحل:

- 1- نبدأ برسم الشبكة على النحو التالي:



شكل (22)

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



شكل (23)

الشكل أعلاه يحدد الأنشطة الحرج والمسار الحرج.

يتضح من الشكل أعلاه أن الأنشطة الحرج هي f, e, d, c، وأن المسار الحرج هو

C → d → e → f

وطول المسار الحرج هو 20 يوماً.

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

أ- نشاط حرج

ب- أن تكون تكلفة التخفيض بيوم واحد أقل ما يمكن. نظراً لأن تقليل وقت كل نشاط من الأنشطة الحرجية 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 فنياً 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 الحرجية وبياناتها بهذه حسب الجدول التالي حيث تعبّر كل من c,d,e,f

أنشطة حرجية حسب الجدول التالي أدناه:

جدول (8)

النشاط	الوقت العادي	الوقت المخفض	الفائض Slack	تكلفة التخفيض بيوم واحد
a	6	6	2	لا يمكن فنياً
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	$(1600 - 800) + (2 - 1) = 800$

ويتبّع من الجدول أعلاه أننا أمام بدائل تخفيض أي من الأنشطة الحرجية c,d,e,f بيوم واحد. وطالما أن النشاط (c) هو أقل الأنشطة تكلفة، فيتم تخفيضه بيوم واحد، ويرجع ذلك أساساً أن التكلفة الإضافية وهي (300) دينار أقل من مقدار الم توفير المحقق من التخفيض للوقت ككل وهو (1000) دينار، مقدار التكلفة غير المباشرة (الثابتة) لكل يوم تشفيل للمشروع.

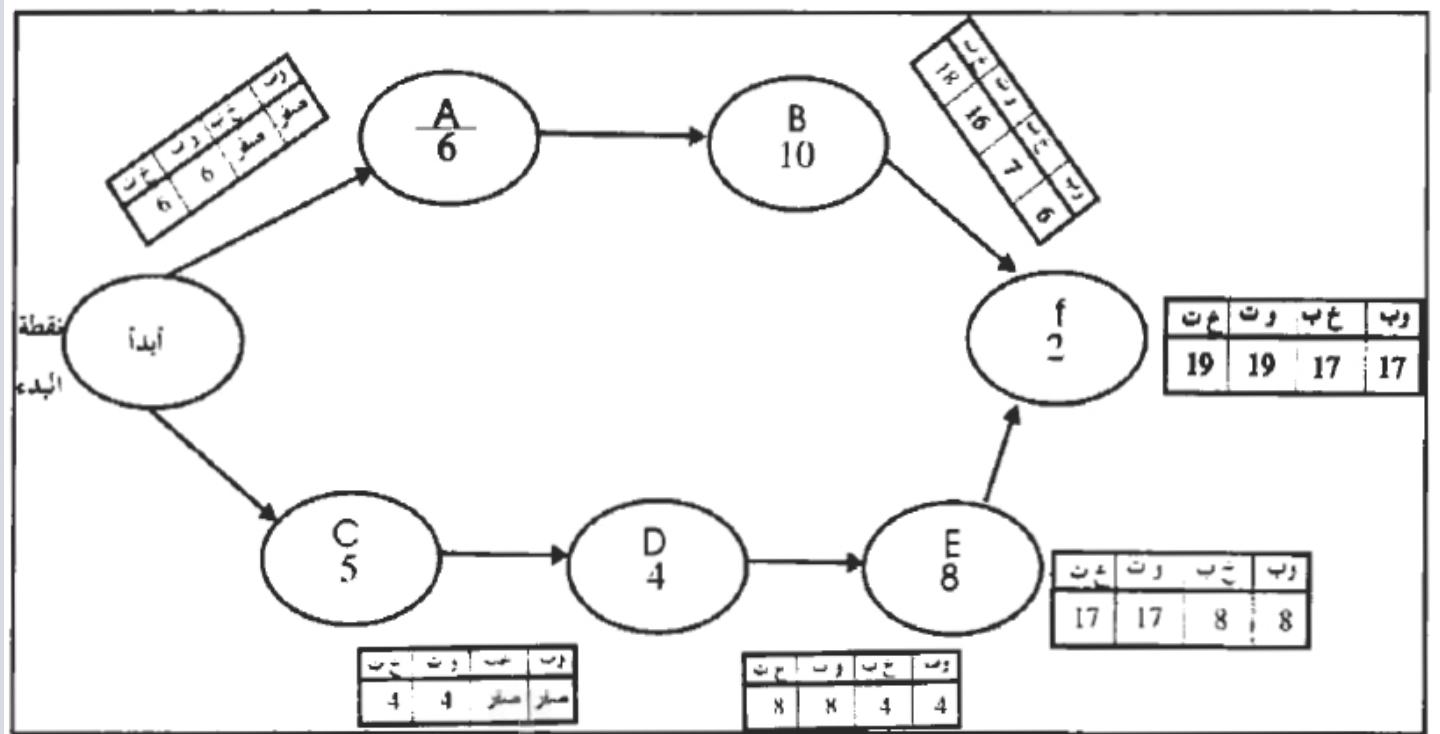
ويهمنا أن نوضح أن التخفيض للنشاط الحرج المختار يجب أن يكون (دائماً بيوم واحد في الخطوة الواحدة) ثم يتم بعدها معرفة أثر هذا التخفيض على المسار الحرج الحالي. فقد يؤدي هذا التخفيض إلى تغيير الأنشطة الحرجية وبالتالي يجب أن يكون التخفيض التالي موجهاً إلى نشاط آخر.

4- تحديد أثر التخفيض بيوم على المسار الحرج.

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

ويمكّننا أيضاً 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 (b,f)، ويمكننا التأكيد على ذلك بإعادة حل الشبكة على النحو التالي حسب الشكل أدناه:



الشكل (24)

ويظهر من الشكل أعلاه أن المسار الحرجة (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 المعken تخفيضها هي f (لاحظ أن النشاط (c) لا يمكن تخفيضه عن (4) أيام).

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

وطالما أن النشاط (e) هو أقل التكاليف.

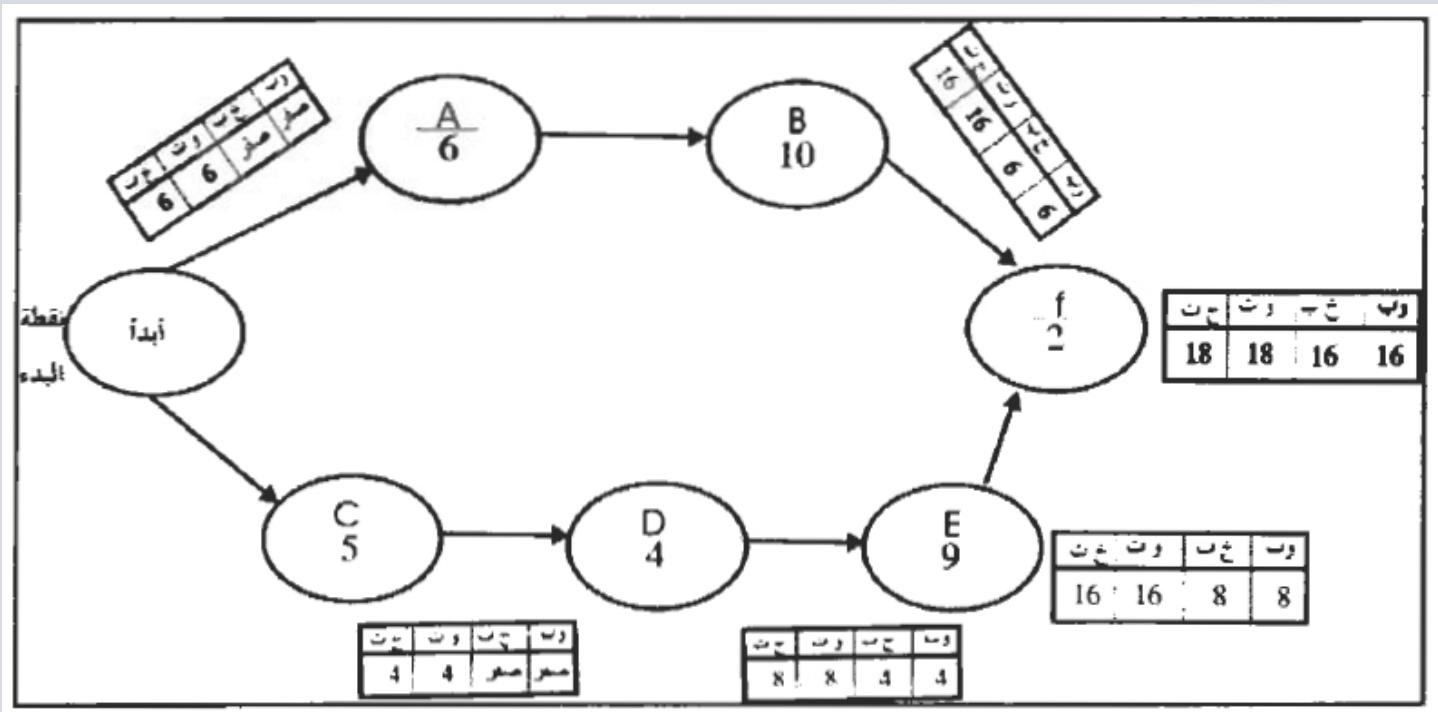
فيتم اختياره نظراً لأن (600) دينار لا تزال أقل من (1000) دينار. وبالتالي فإن القرار بتخفيض النشاط (e) بيوم واحد هو قرار صائب وفعال:

ب- معرفة أثر هذا التخفيض على المسار الحرجة نظراً 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 درجيين هما:

A- b- f

C- d- e- f

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



(25) الشكل

جـ- 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 أيضاً غير ممكن.

تخفيض النشاط (b) بيوم واحد والنشاط (d) بيوم واحد. وذلك أمراً ممكناً وسوف يتكلف ذلك $700 + 500 = 1200$ ريال سعودي.

تخفيض النشاط (b) بيوم واحد، والنشاط (e) بيوم واحد، وذلك أمراً ممكناً 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 للتخفيف 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.

طالما أن البدائل المتاحة للتخفيف 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 المثلث على النحو التالي:-

- أ- خفض النشاط (c) بيوم واحد، أي جعل مدة التنفيذ (4) يوم بدلًا من (5) يوم.
- ب- خفض النشاط (e) بيوم واحد، أي جعل مدة التنفيذ (8) يوم بدلًا من (9) يوم.
- ت- خفض النشاط (f) بيوم واحد، أي جعل مدة التنفيذ (1) يوم بدلًا من (2) يوم.

وبالتالي فإن التكلفة الإجمالية لتخفيض أوقات الأنشطة الحرجية (c,e,f) هي 1700 ريال سعودي كالتالي:
 $800 + 600 + 300 = 1700$ ريال سعودي.

ويمكنا الآن إيضاح هذا التخفيض تدريجيًا على التكاليف الكلية كما هو في الجدول التالي أدناه:
 (الجدول 9)

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

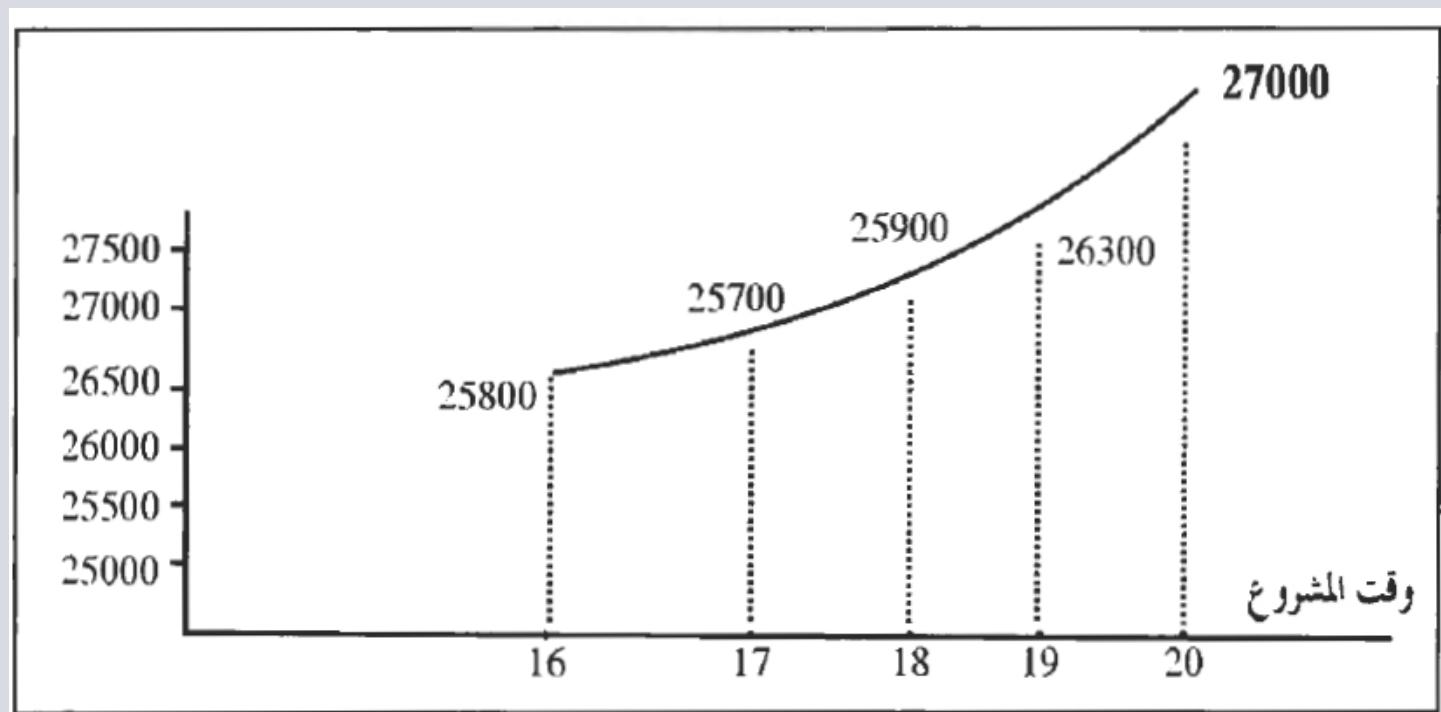
من الجدول أعلاه نلاحظ أن إجمالي العائد المتحقق من تخفيض وقت المشروع هو 3000 ريال والناتج من توفير التكاليف غير المباشرة الناتجة عن التخفيض بمقارنة $20000 - 17000 = 3000$.

وبذلك يكون صافي العائد المتحقق هو 1300 ريال وذلك بمقارنة $1700 - 3000 = 1300$.

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 البديل المتاحة الآن (مع تجاهل التكاليف غير المباشرة لليوم الواحد). فإننا يجب أن نخفض الأنشطة (b,e) كل بيوم واحد وسوف يتربّع 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 يحقق أقل التكاليف.

فبعد القرار الذي توقفنا عنده وهو التخفيض 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
مثلا آخر: (حالة الميزانية المحددة للتخفيض)
فيما يلي البيانات الخاصة بوقت وتكلفة إنجاز الأنشطة اللاحقة لأحد المشروعات.

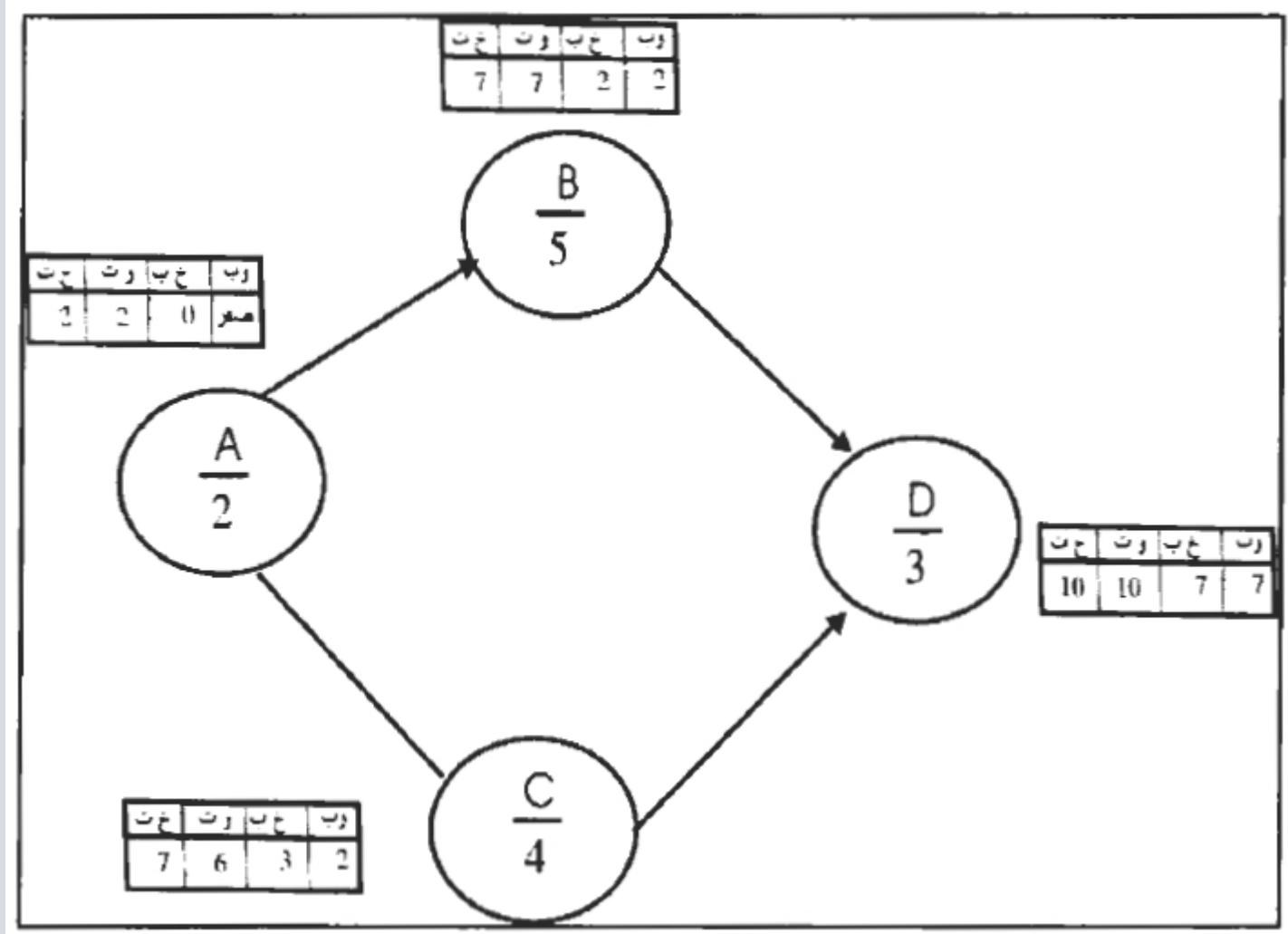
النشاط	النشاط السابق مباشرة	الوقت العادي (يوم)	التكلفة العادية ريال	الوقت المنخفض (يوم)	تكلفة الوقت المنخفض (ريال)
A	-	2	6	1	10
B	A	5	9	2	18
C	A	4	6	3	8
D	B, C	3	5	1	9

المطلوب:

- 1- تحديد أقل وقت يلزم لإتمام المشروع وتكلفة الإنجاز.
 - 2- بفرض أن هناك ميزانية إضافية للمشروع قدرها (11) ريال وضع خطة لتوزيع هذه الميزانية بين الأنشطة حتى تصل إلى أقل وقت إنجاز بأقل تكلفة.
- الحل:

1- أقل وقت يلزم لإنعام المشروع هو (10) أيام وتكلفة الإنجاز العادي هي:
 $5 + 6 + 9 + 6 = 26$ ريال.

رسم الشبكة



الشكل (27)

- 2- لعمل خطة لتخفيض وقت الأنشطة يجب تحديد الأنشطة الحرجية وتكلفة تخفيض كل نشاط بيوم واحد.
- أ- من الشكل أعلاه الأنشطة الحرجية هي (a,b,d).
- ب- لتحديد تكلفة تخفيض كل نشاط بيوم واحد نقوم بتطبيق المعادلة التالية.

تكلفة الوقت المنخفض - تكلفة الوقت العادي

الوقت العادي - الوقت المنخفض

تكلفة التخفيض بيوم =

الجدول التالي أدناه يبين ما يلي:

النشاط

وقت التخفيض

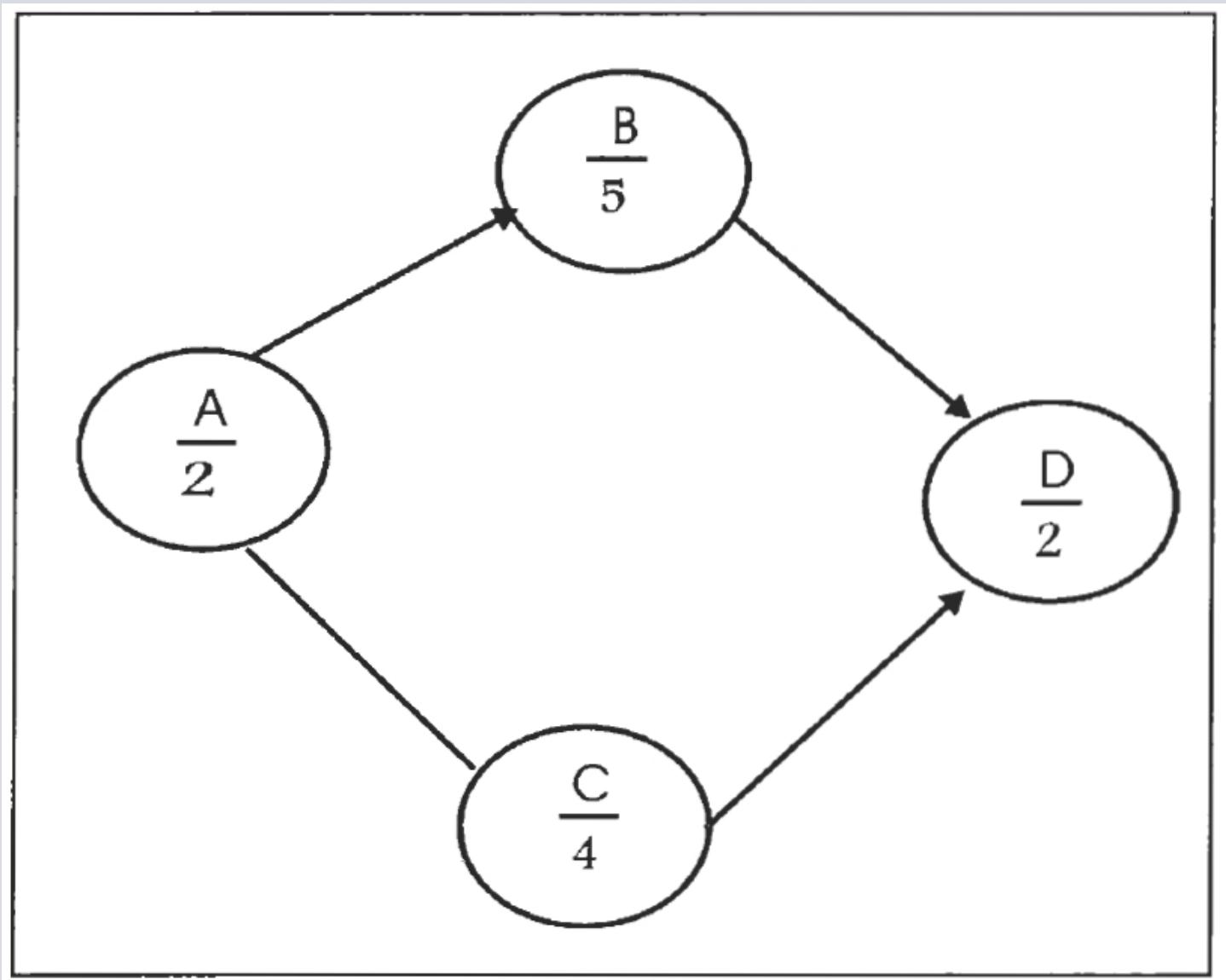
تكلفة التخفيض بيوم واحد

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

الخيار 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 $4 = d$ وتكلفة النشاط $3 = b$ وتكلفة النشاط $2 = d$. فنلاحظ أن النشاط (d) هو الذي يمثل أقل تكلفة.
 - أن تسمح الميزانية بعمل هذا التخفيض وطالما أنها في أول الميزانية وأن المتأخر هو (11) ريال أكبر من (2) ريال. 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 \rightarrow b \rightarrow d

وبالتالي فإن الأنشطة الحرجية 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 المتتالية 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 نفك في التخفيض التالي:

التخفيض الثالث

المسار الحرج الحالي هو d b a

وبالتالي فإن الأنشطة الحرجية التي يمكن تخفيضها الآن هي:

- النشاط (a) بيوم واحد.

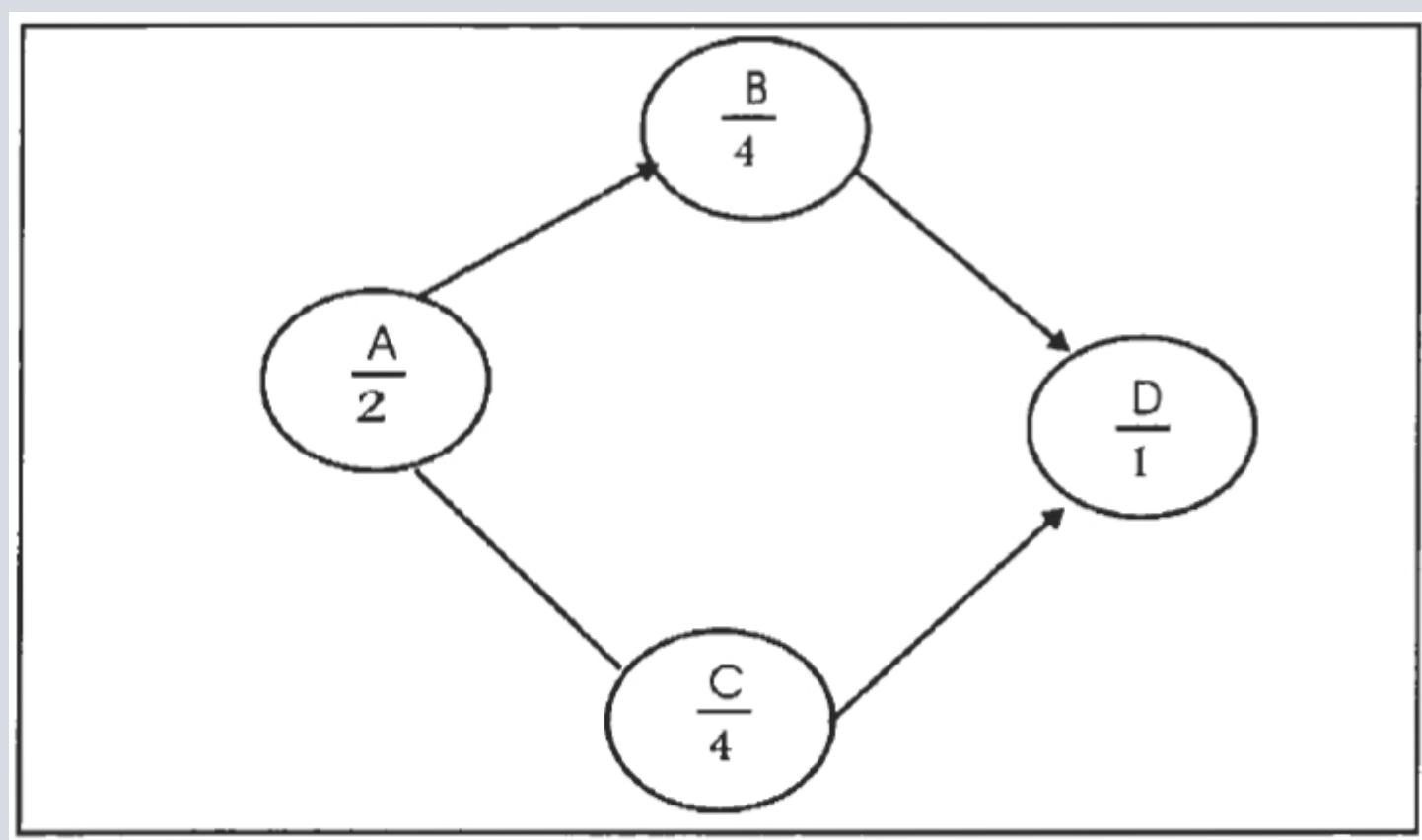
- النشاط (b) بثلاثة أيام.

- 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:

يوم 7 = a b d

يوم 7 = a b d

بمعنى آخر يوجد لدينا مساران درجات المذكورين أعلاه.

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

التخفيض الرابع: هناك مساران حرجان وهما:

a b c d - المسار الحرج الأول هو

a b c d - المسار الحرج الثاني هو

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 بديل:

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

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

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

a b c d

وطول كل منهم $1 + 4 = 5$ يوم.

وحيث أن الميزانية المتبقية الآني هي

$4 - 4 = 0$ صفر.

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

1- خفض النشاط (a) 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.

المراجع:

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