


الجمهـورية الجزائـرية الديمقـراطية الشعبيـة

***République Algérienne Démocratique et Populaire***

وزارة التعليـم العـالي و البحـث العلمـي

***Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique***

جـامعة محـمد خيضـر – بسكرة –

***كـلية العلـوم الاقتصـادية و التجـارية و علـوم التسييـر***

***قسـم علـوم التسييـر***

# المحاضرة السابعة:

# تقنية جدولة المشاريع: - PERT/COST

**من اعداد الدكتورة : جبيـــــــــرات سناء**

**السنـــــة الجامعيـــــة: 2024 / 2025**





## اهداف المحاضرة:

ينتظر من الطالب بعد تناوله هذه المحاضرة أن يصبح قادرا على:

- الفهم الجيد لمصطلح الوفورات المالية و كيفية .
- ادراك العلاقة بين زمن المشروع و التكلفة
- اعداد عملية المفاضلة بين الزمن و التكلفة من أجل التعجيل بزمن المشروع



## محتوى المحاضرة

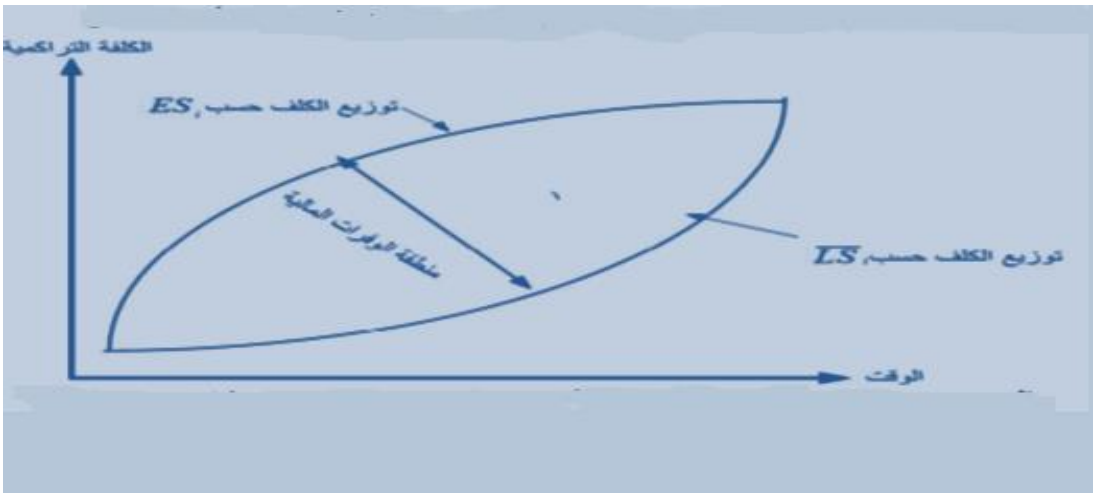
- جدولة التكاليف باستخدام تقنية pert/cost
- تعجيل المشروع باستخدام تقنية pert/cost

يمكن للتكاليف( cost) أن تدخل الى جانب الزمن (time) في عملية ادارة المشاريع ، و التي تتم وفق أسس عملية صحيحة حتى يتم انجاز المشروع بأقل وقت ممكن و بأقل تكلفة ممكنة ، و يفارض ان يتم ذلك وفق أسلوب متكامل يتم بموجبه المقارنة بين ماهو مخطط من التكاليف و ماهو فعلي ، يضاف إلى ذلك يستطيع متخذ القرار المسؤول عن إدارة المشروع الاستفادة من وقت الابتداء المبكر والمتأخر في تأجيل أو تبكير عملية دفع الاستحقاقات الكلفوية المترتبة على تنفيذ أنشطة المشروع

## أولا جدولة التكاليف باستخدام تقنية Pert/Cost

إن عملية جدولة التكاليف حسب الأزمة المبكرة والمتأخرة تعتبر امتدادا لأسلوب PERT، حيث أن متخذ القرار في المشروع، يبحث عادة عن الصيغ المثلى التي بموجبها يتم توزيع الموارد المالية المتوفرة، ومن أجل ذلك يتم توزيع التكاليف ضمن الحد الزمني الأعلى للمشروع، الذي يتم التعبير عنه من خلال زمن المسار الحرج من خلال المخطط الشبكي للمشروع، أي :

من الناحية الفنية لدى مدير المشروع الخيار في تحديد الوقت الذي يبدأ فيه كل نشاط ، يمكن أن يبدأ بتنفيذ كل نشاط بناءا على أول وقت بدء ممكن ، كما يمكن أن ينتظر و يبدأ بتنفيذ كل نشاط في أخر وقت بدء مسموح به . **و السؤال المطروح هنا ما هو الفرق بين البديل الاول و البديل الثاني؟**




✓ ان كلا البديلين سوف يضمن اتمام المشروع في الوقت المقدر له،أي ليس هناك فرق من حيث الاثر على وقت اتمام المشروع ، ولكن يبقى الفرق من حيث موعد الحاجة الى الاموال لمتابعة تنفيذ المشروع ( أ ي ان توزيع الكلف على اساس المبكر يختلف عن توزيع الكلف حسب المتأخر )

✓ رسم المنحنى في كلا الحالتين يودي الى ايجاد مساحة أو منطقة تعرف باسم منطقة الوفورات المالية التي يستطيع متخذ القرار الاستفادة منها في تأجيل استحقاقات كلفوية مستحقة الى فترة لاحقة في حين يمكن الاستفادة منها في تمويل استحقاقات أخرة يتم تشغيلها في نفس الوقت

✓ ان الاعتماد على زمن البداية المبكرة و زمن البداية المتأخرة يتم في اطار جدولة التكاليف طبقا للوقت المحدد لانجاز المشروع ، وتتم بعد ذلك عمليات التحليل لحساب مجموع التكاليف و الكلف التراكمية طبقا للتواصل و الاستمرار في عملية تنفيذ أنشطة المشروع بشكل متسلسل من فترة زمنية الى اخرى.

**مثال** : الجدول التالي يظهر البيانات الخاصة بانجاز مشروع معين :

| النشاط | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| النشاط السابق | / | / | A | A | D | B.C | B.C | E.F | G |
| المدة(اسبوع) | 3 | 2 | 1 | 4 | 5 | 2 | 1 | 3 | 4 |
| التكلفة( و.ن) | 60000 | 400000 | 80000 | 40000 | 150000 | 200000 | 150000 | 36000 | 480000 |

**المطلوب:** – تمثيل المشروع شبكيا، و تحديد المسار الحرج

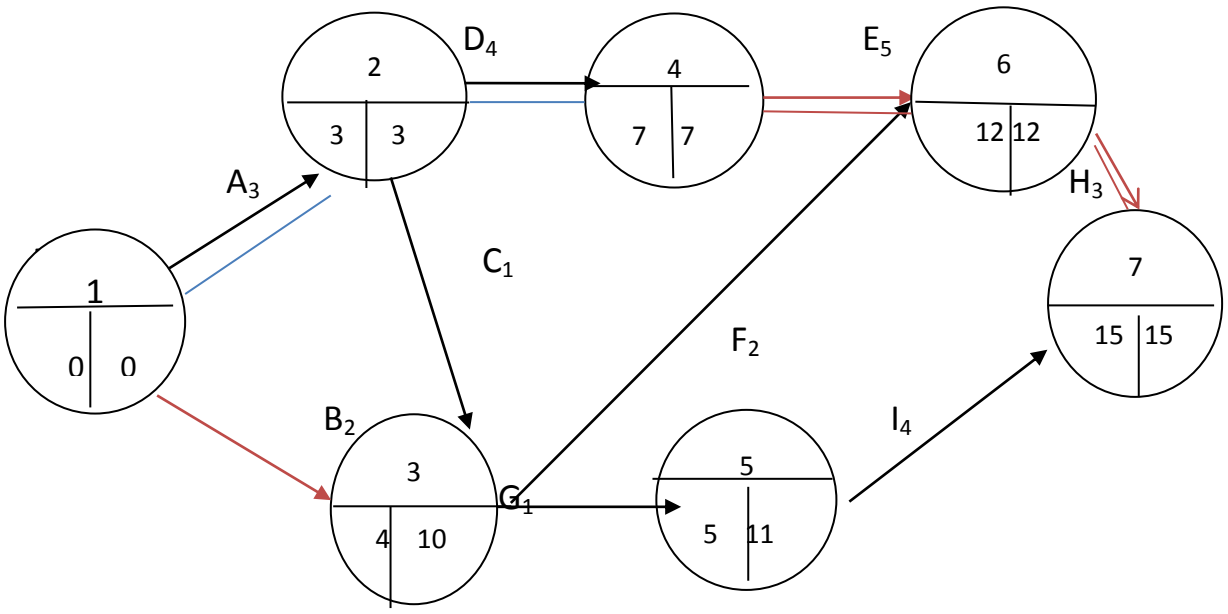
– اعداد الجدولة الزمنية للمشروع

– اعداد جدول توزيع التكاليف حسب ES و LS

– تحديد مقدار الوفرات المالية

**الحل:**

✓ المخطط الشبكي:




المسار الحرج : A.D.E.H و مدة المشروع 15 اسبوع

–الجدولة الزمنية للمشروع:

| اسم النشاط | مدة النشاط | الأوقات المبكرة | | الأوقات المتأخرة | | زمن الفائض الكلي | النشاط الحرج |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | للبداية | للنهاية | للبداية | للنهاية | | |
| A | 3 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | حرج |
| Á | 2 | 0 | 2 | 8 | 10 | 8 | / |
| C | 1 | 3 | 4 | 9 | 10 | 6 | / |
| D | 4 | 3 | 7 | 3 | 7 | 0 | حرج |
| E | 5 | 7 | 12 | 7 | 12 | 0 | حرج |
| F | 2 | 4 | 6 | 10 | 12 | 6 | / |
| G | 1 | 4 | 5 | 10 | 11 | 6 | / |
| H | 3 | 12 | 15 | 12 | 15 | 0 | حرج |
| I | 4 | 5 | 9 | 11 | 15 | 6 | / |

**-اعداد جدول توزيع التكاليف حسب ES و LS:**

**لدينا :**

| النشاط | النشاط السابق | الزمن | التكلفة لكل اسبوع | ES | LS |
|---|---|---|---|---|---|
| A | / | 3 | 20000 | 0 | 0 |
| B | / | 2 | 200000 | 0 | 8 |
| C | A | 1 | 80000 | 3 | 9 |
| D | A | 4 | 10000 | 3 | 3 |
| E | D | 5 | 30000 | 7 | 7 |
| F | B.C | 2 | 100000 | 4 | 10 |
| G | B.C | 1 | 150000 | 4 | 10 |
| H | E.F | 3 | 12000 | 12 | 12 |
| I | G | 4 | 120000 | 5 | 11 |

**جدول توزيع التكاليف حسب ☹ES: (بالألاف)**

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | | 20 | 20 | 20 | | | | | | | | | | | | |
| B | | 200 | 200 | | | | | | | | | | | | | |
| C | | | | | 80 | | | | | | | | | | | |
| D | | | | | 10 | 10 | 10 | 10 | | | | | | | | |
| E | | | | | | | | | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | | | |
| F | | | | | | 100 | 100 | | | | | | | | | |
| G | | | | | | 150 | | | | | | | | | | |
| H | | | | | | | | | | | | | | 12 | 12 | 12 |
| I | | | | | | | 120 | 120 | 120 | 120 | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| التكلفة الاجمالية | 220 | 220 | 20 | 90 | 260 | 230 | 130 | 150 | 150 | 30 | 30 | 30 | 12 | 12 | 12 |
| التكاليف المتراكمة | 220 | 440 | 460 | 550 | 810 | 1040 | 1170 | 1320 | 1470 | 1500 | 1530 | 1560 | 1572 | 1584 | 1596 |

جدول توزيع التكاليف حسب LS☹: (بالألاف)

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 20 | 20 | 20 | | | | | | | | | | | | |
| B | | | | | | | | | 200 | 200 | | | | | |
| C | | | | | | | | | | 80 | | | | | |
| D | | | | 10 | 10 | 10 | 10 | | | | | | | | |
| E | | | | | | | | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | | | |
| F | | | | | | | | | | | 100 | 100 | | | |
| G | | | | | | | | | | | 150 | | | | |
| H | | | | | | | | | | | | | 12 | 12 | 12 |
| I | | | | | | | | | | | | 120 | 120 | 120 | 120 |
| التكلفة الاجمالية | 20 | 20 | 20 | 10 | 10 | 10 | 10 | 30 | 230 | 310 | 280 | 250 | 132 | 132 | 132 |
| التكاليف المتراكمة | 20 | 40 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 130 | 360 | 670 | 950 | 1200 | 1332 | 1464 | 1596 |

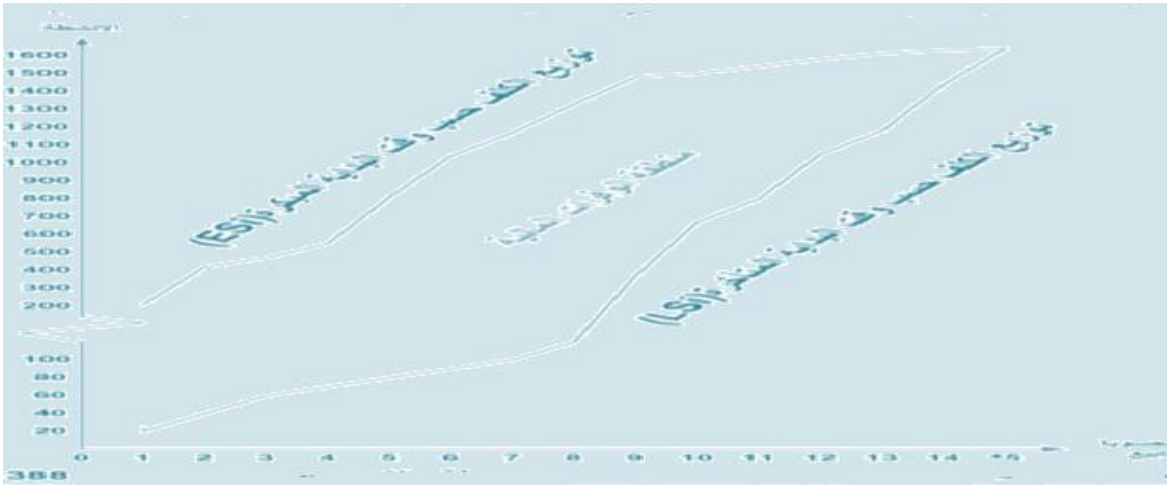
✓ **تحديد مقدار الوفرات المالية :**

انطلاقا من الجدولين السابقين يمكن تحديد الوفرات المالية من خلال المقارنة بين التكاليف المتراكمة حسب ES و LS كما يلي:

| الأسبوع | التكاليف المتراكمة حسب ES | التكاليف المتراكمة حسب LS | مقدار الوفرة المالية |
|---|---|---|---|
| 1 | 220 | 20 | 200 |
| 2 | 440 | 40 | 400 |
| 3 | 460 | 60 | 400 |
| 4 | 550 | 70 | 480 |
| 5 | 810 | 80 | 730 |
| 6 | 1040 | 90 | 950 |
| 7 | 1170 | 100 | 1070 |
| 8 | 1320 | 130 | 1190 |
| 9 | 1470 | 360 | 1110 |
| 10 | 1500 | 670 | 830 |
| 11 | 1530 | 950 | 580 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 12 | 1560 | 1200 | 360 |
| 13 | 1572 | 1332 | 240 |
| 14 | 1584 | 1464 | 120 |
| 15 | 1596 | 1596 | 0 |

و نتحصل على منطقة الوفرات المالية بيانيا كما يلي:





**ان هذه العملية تمثل القاعدة الأساسية التي يمكن أن يعتمد عليها المقاول أو متخذ القرار من أجل ترشيد استخدام الموارد المالية المتوفرة لديه بما يؤدي إلى تحقيق أفضل النتائج.**

## ثانيا : التعجيل في ظل أسلوب Pert/Cost:

يتم تنفيذ المشروع في العادة باستخدام موارد معينة تتناسب مع الزمن الطبيعي المطلوب لإنجاز أنشطته ، وعند الحاجة الى تنفيذه بوقت اقصر يتم استخدام موارد اضافية لتخفيض وقت هذه الأنشطة، وتعرف هذه العملية بتعجيل المشروع التي من اسبابها نذكر ما يلي:

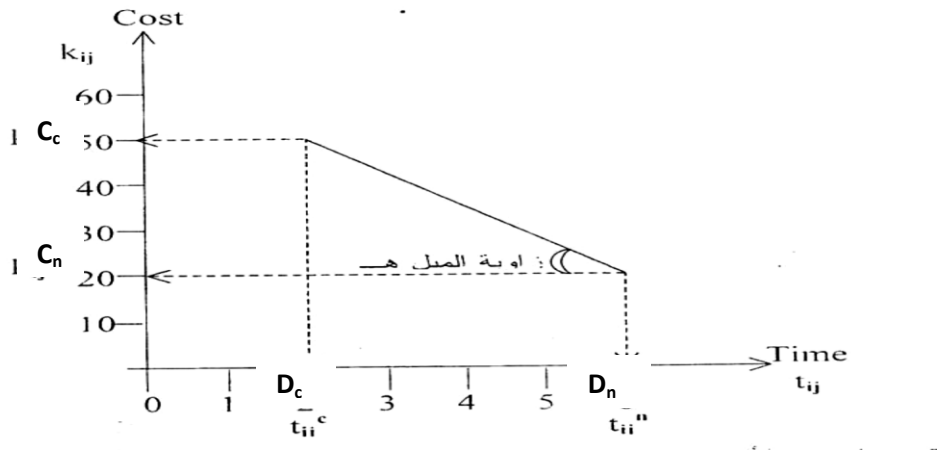
- المردود المنتظر في مشاريع أخرى و الذي يمكن أن يضيع على المؤسسة.
- خطة استراتيجية تسعى لتنفيذها هيئة معينة.
- تجنب الارتفاع في تكلفة تنفيذ المشروع.

لكن من الضروري دراسة مثل هذه الحالات من أجل تحقيق المنافع الاقتصادية الممكنة و التي تحصل في شبكات بيرت و المسار الحرج من خلال ما يسمى بمبادلة الزمن بالتكلفة.

### 1. العلاقة بين تكلفة المشروع و زمنه:

ان تقدير أوقات الأنشطة يتطلب بالمقابل تقدير الموارد المطلوبة لتنفيذها ، ما يعني بالضرورة أن هناك علاقة تبادلية ما بين الموارد و الزمن في حدود معينة والتي تظهر في الشكل الموالي:

**شكل: علاقة التكلفة بالزمن**




باعتبار التكلفة دالة في زمن التنفيذ فيلاحظ أنه في عند التكلفة $c_n$ كانت مدة تنفيذ النشاط هي $D_n$ ، وعندما بادلنا الوقت بالتكلفة أي أضفنا التكلفة لتصبح $c_c$ فقد انخفضت مدة النشاط لتصل الى $D_c$ . ما يعني وجود علاقة خطية عكسية بين الزمن و التكلفة حيث ميل هذه العلاقة يظهر أثر تخفيض وحدة زمنية واحدة على التكلفة والذي يساوي :

**ميل خط التكلفة= التغير في التكاليف / التغير في الزمن**

$$C_c - C_n / D_n - D_c =$$

حيث:

$C_n$ : التكلفة العادية

$D_n$: الزمن العادي (الطبيعي)

$C_c$: التكلفة المعجلة

$D_c$: الزمن المعجل( المخفض)

ويعبر هذا الميل اقتصاديا **بالتكلفة الحدية** التي تمثل التكلفة الاضافية الناتجة عن تخفيض وحدة واحدة من الزمن .

## 2. خطوات تعجيل المشروع:

تنطلق جميع طرق الضغط من افتراض أن العلاقة بين التكاليف المباشرة والزمن هي علاقة خطية، وأن التخفيض يبدأ بالأنشطة الحرجة ذو الميل الأقل لمنحنى التكلفة، كما أنها تفترض أن الموارد المتاحة كافية للقيام بعملية الضغط ، حيث تتم عملية الضغط بأقل زيادة ممكنة في التكاليف المباشرة والى أقصى حد.

وعلى العموم، فان خطوات تعجيل المشروع تتمثل في الآتي:

- رسم المخطط الشبكي للمشروع مع تحديد المسار الحرج له.

- حساب التكلفة الطبيعية للمشروع، وهي مجموع الكلف الطبيعية لجميع أنشطته.
- حساب ميل كل نشاط.
- تخفيض النشاط الحرج ذو أقل ميل بحيث لا يتعدى الفرق في الزمن ( أي ما بين الزمن الطبيعي و الزمن المعجل) مع حساب التكلفة الجديدة للمشروع و التي تساوي التكلفة القديمة مضافا اليها التكلفة الحدية مضروب في مقدار التخفيض.
- التأكد من أن المسار الحرج مازال حرجا لأن تخفيض وقت الأنشطة الواقعة عليه تغير من طبيعة الموقف، حيث قد تجعله غير حرج فتظهر مسارات حرجة جديدة على شبكة المشروع.
- تكرار الخطوة الرابعة حتى تصل الأوقات الطبيعية للأنشطة الحرجة الى أوقاتها التعجيلية أو يصبح التخفيض عديم الفائدة ( أي يبقى الوقت ثابتا بينما تزداد التكلفة) .

**قاعدة :**

**في حالة وجود أكثر من مسار حرج، فان أولوية التعجيل يكون لأحد البديلين التاليين:**

- **التعجيل بزمن نشاط مشترك ( ان وجد) بين المسارات الحرجة.**
- **التعجيل بزمن نشاط غير مشترك وذلك من كل مسار بنفس الوحدات الزمنية.**

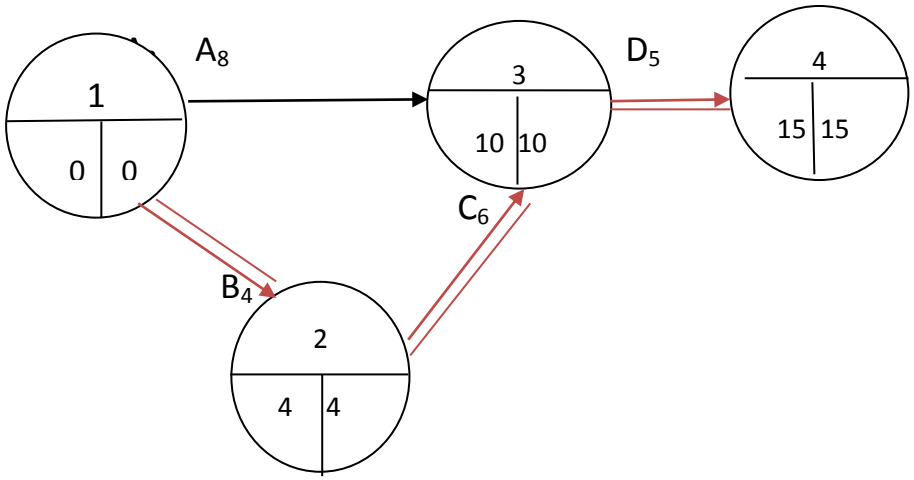
ولتوضيح خطوات تعجيل المشروع سنستعين بالمثال التالي:

**مثال** : وضح خطوات تعجيل انجاز المشروع التالي:

| النشاط | النشاط السابق | الزمن العادي | التكلفة العادية | الزمن المعجل | التكلفة المعجلة |
|---|---|---|---|---|---|
| A | / | 8 | 10 | 6 | 12 |
| B | / | 4 | 12 | 3 | 13 |
| C | B | 6 | 9 | 4 | 13 |
| D | A, C | 5 | 15 | 5 | 15 |

**الحل:**

✓ نقوم برسم الشبكة مع حساب التكلفة الاجمالية للمشروع:




نجد من الشبكة أن مدة انجاز المشروع هي 15شهرا في حين أن التكلفة الاجمالية له تساوي 46وحدة نقدية أي:

$C_1$= 10+12+9+15=46DA.

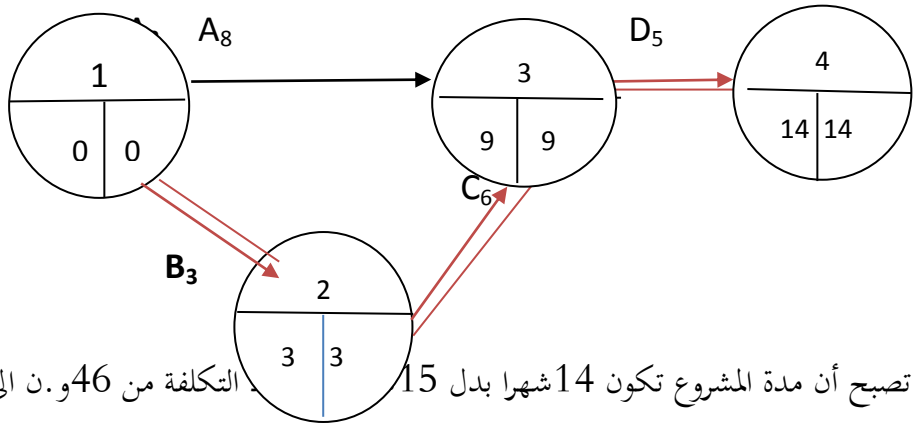
✓ نحدد المسارات في الشبكة و منها المسار الحرج وزمنها العادي:

| المسارات | الزمن العادي | المسار الحرج |
|---|---|---|
| A . D | 13 | / |
| **B.C.D** | **15** | **حرج** |

✓ نقوم بحساب ميل التكلفة لكل نشاط و الذي يظهر في الجدول التالي:

| النشاط | التغير في التكاليف | التغير في الزمن | ميل التكلفة |
|---|---|---|---|
| A | 2 | 2 | 1 |
| **B** | **1** | **1** | **1** |
| C | 4 | 2 | 2 |
| D | 0 | 0 | / |

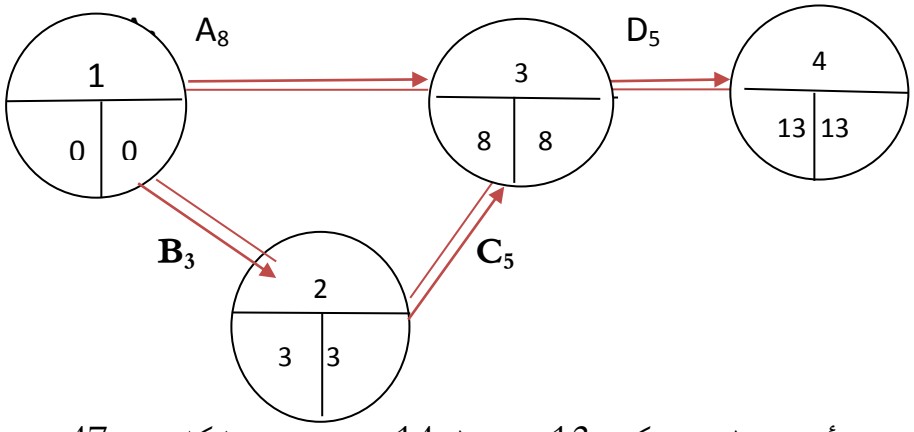
✓ نقوم بتعجيل النشاط الحرج ذي الأقل ميل تكلفة ، وفي هذه الحالة النشاط **B** هو الأقل ميلا بحيث يتم تخفيضه بوحدة زمنية واحدة ليصبح زمنه 3اشهر. وتكون الشبكة الجديدة بعد التخفيض كالتالي:




والنتيجة تصبح أن مدة المشروع تكون 14شهرا بدل 15 التكلفة من 46و.ن الى 47و.ن أي:

$$C_2 = 46 + 1 \times 1 = 47DA$$

✓ نواصل عملية التعجيل بالنشاط الحرج ذي الأقل ميل بعد أن أصبح النشاط B غير قابل للتعجيل، وهو النشاط **c** الذي نخفضه بمقدار التغير في الزمن ، لكن بالرجوع الى جدول المسارات اعلاه نجد ان الزمن الذي يلي زمن المسار الحرج هو 13 شهرا وبالتالي لا يمكننا تخفيضه الا بوحدة زمنية فقط بدل وحدتين من أجل المحافظة على المسار الحرج القديم وظهور مسار حرج جديد. وتكون الشبكة الجديدة بعد التخفيض كالتالي:



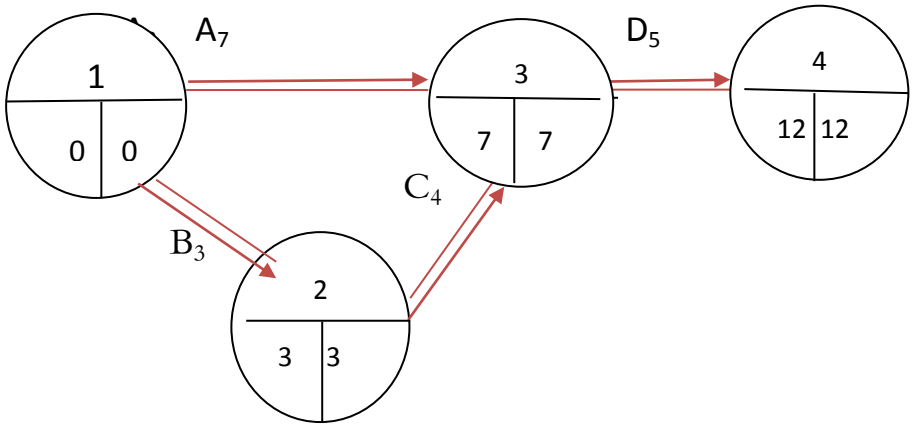

والنتيجة تصبح أن مدة المشروع تكون 13شهرا بدل 14شهرا، و تزداد التكلفة من 47و.ن الى 49و.ن أي:

$$C_3 = 47 + 1 \times 2 = 49DA$$

✓ ندرس امكانات التعجيل الجديدة نتيجة لظهور مسار حرج جديد ، حيث بالنسبة لـ :

**المسار الأول(B.C.D)**:يتم تعجيل النشاط C ذي الأقل ميل تكلفة بوحدة واحدة لاستنفاذ العدد الأقصى لأشهر التعجيل.

✓ **المسار الثاني( A.D)** : يتم تعجيل النشاط A ذي الأقل ميل للتكلفة بوحدة زمنية واحدة فقط( بنفس وحدات تخفيض المسار الأول) من أجل تخفيض المسارين معا . وتكون الشبكة الجديدة بعد التخفيض كالتالي: كالتالي:



و النتيجة تصبح أن مدة المشروع تكون 12شهرا بدل 13شهرا، و تزداد التكلفة من 49و.ن الى 52و.ن أي:

$$C_4 = 49 + 1\times2 + 1\times1 = 52DA$$

نلاحظ أن كل أنشطة المسار الحرج الأول لا يمكن تعجيلها اذ استنفذت كل الأشهر المتاحة من أجل التعجيل ، في حين يبقى للمسار الحرج الثاني النشاط A الذي لم يستنفذ زمن التعجيل ،ومع ذلك فان عملية تعجيل المشروع تتوقف عن المدة 12 شهرا لان الامر سيؤدي الى زيادة التكاليف دون ان يؤدي الى تخفيض مدة المشروع.

**قاعدة :**

**تتوقف عملية تعجيل المشروع اذا أصبح أحد المسارات الحرجة غير قابل للتخفيض.**