

# Construction Management

## Lecture 10

### Project Network Computations

#### حسابات شبكة المشروع

إن طريقة تحديد المسارات وحساب أوقاتها لتحديد النشاط الحرج غير عملية مع المخططات الشبكية الكبيرة لكثرة عدد المسارات واحتمال الخطأ. لذلك الطريقة الأمثل هي اعتماد تحديد الأوقات هما:

1. الوقت المبكر لبدء النشاط (ES) Earliest Start Time

2. الوقت المتأخر لبدء النشاط (LS) latest Start Time

3. الوقت المبكر لانتهاى النشاط (EF) Earliest Finish Time

4. لوقت المتأخر لانتهاى النشاط (LF) Latest Finish Time

حيث يتم حساب هذه الأوقات لكل نشاط وتحدد المسار الحرج هو المسار الذي يتساوى فيه الوقتين البداية المبكرة و الماخرة او يتساوي فية النهاية المبكرة و المتاخرة ويتم حساب هذه الاوقات للانشطة باستخدام الطرق الاتية:

#### Determination of Earliest time (Ei): Forward Pass computation

#### حساب البداية المبكرة للنشاط (ES) والنهاية المبكرة للنشاط (EF) طريقة المسار الامامى

• ابدأ من بداية المشروع وتقدم الي نهاية الشبكة.

• حدد البداية المبكرة للنشاط بداية المشروع بحيث يكون مساويا للصفر.

• احسب النهاية المبكرة لكل شاط من خلال إضافة وقت التنفيذ التي يستغرقه النشاط إلى البداية المبكرة للنشاط

$$EF = ES + D$$

• بالنسبة لكل نشاط متسلسل لا يسبقه مباشرة إلا نشاط واحد، يحدد البداية المبكرة لبدايته بحيث يكون مساويا للنهاية المبكرة للنشاط السابق.

• بالنسبة لكل نشاط متسلسل يسبقه أكثر من نشاط واحد، تحدد البداية المبكرة بحيث تكون مساوية لأكبر نهاية مبكرة للأنشطة السابقة (النهاية المبكرة الأكبر للأنشطة السابقة)

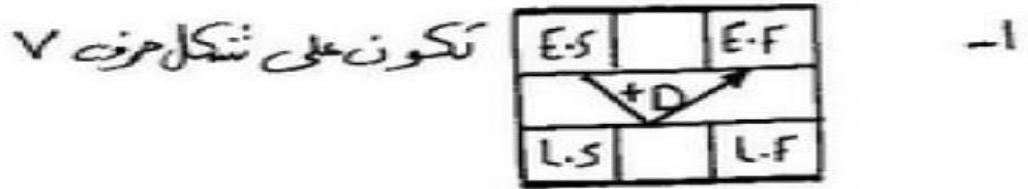
• دون البداية المبكرة و النهاية المبكرة لكل نشاط

• كرر الخطوات من الثالثة إلى السادسة حتى تصل إلى نهاية المشروع . ولا يمكن تحديد البداية المبكرة لاي نشاط ما إلا بعد تحديد النهاية المبكرة لجميع الأنشطة السابقة له مباشرة.

وقت البداية المبكرة (ES) : يكون هذا الوقت للأنشطة الأولى صفرا أما الأنشطة الأخرى فانه يساوي وقت البداية المبكرة للنشاط + وقت التنفيذ الذي يستغرقه النشاط السابق

وقت الانتهاء المبكر (EF) : هو الوقت المبكر لبداية النشاط + وقت التنفيذ الذي يستغرقه ذلك النشاط.

✳️ المسار الأمامي Forward Path :-

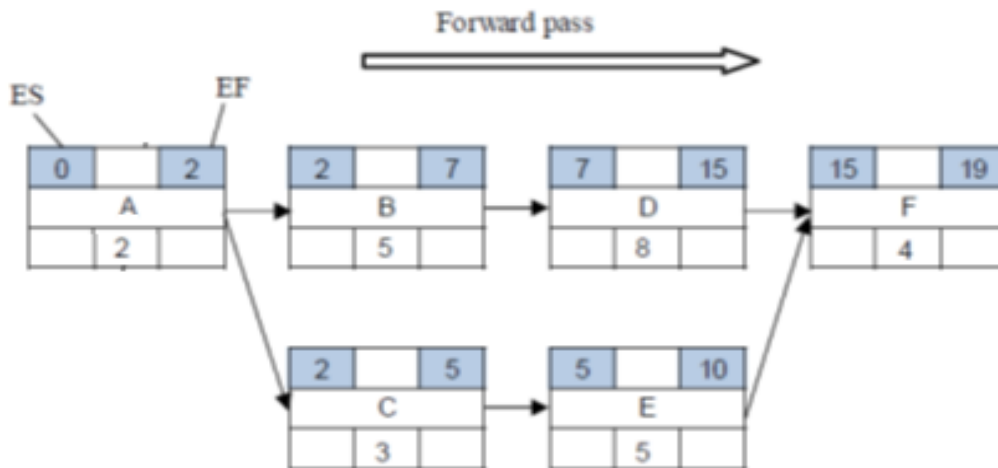


٢- يتم الجمع بمعنى  $E.F = E.S + D$

٣- الشبكة تبدأ من اليسار إلى اليمين

start from left to right

٤- يتم أخذ duration الزكيز



Forward pass calculations in CPM network

### Backward Pass Computation (for latest allowable time)

حساب البداية المتأخرة للنشاط (LS) والنهاية المتأخرة للنشاط (LF) طريقة المسار الخلفي

• ابدأ من نهاية المشروع وتقدم الي أمام الشبكة.

• حدد النهاية المتأخرة للنشاط الأخير بحيث تكون مساوية لوقت النهاية المبكرة للنشاط الأخير التي تم التوصل اليها من حساب المسار الأمامي.

• حساب البداية المتأخرة لأي نشاط بحيث تساوي النهاية المتأخرة مطروح منها وقت التنفيذ للنشاط أي

$$LS = LF - D$$

- وضع البداية المتأخرة للنشاط مساوية للنهاية المتأخرة للنشاط السابق له لكل نشاط
- بالنسبة لكل نشاط له أكثر من نشاط واحد لاحق، تحدد النهاية المتأخرة بحيث تكون مساوية لاصغر بداية متأخرة للأنشطة اللاحقة (البداية المتأخرة لاصغر للأنشطة اللاحقة)
- دون البداية المتأخرة و النهاية المتأخرة لكل نشاط
- كرر الخطوات من الثالثة إلى السادسة حتى تصل إلى بداية المشروع

✖ المسار العكسي :- Backward Path

E-S		E-F
D		
L-S		L-F

١- يسير على شكل خط مستقيم

٢- يتم طرح المعنى  $L-S = L-F - D$

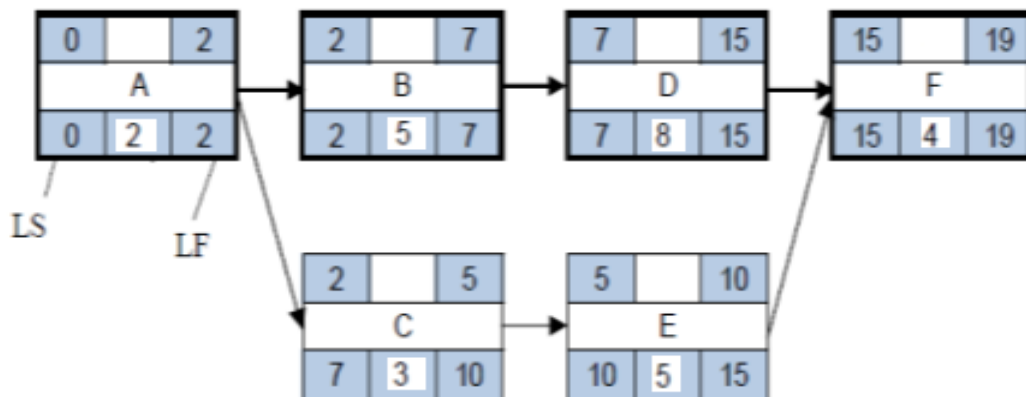
٣- الشبكة تبدأ من اليسار إلى اليمين

٤- يتم التنازل لـ duration الأصغر

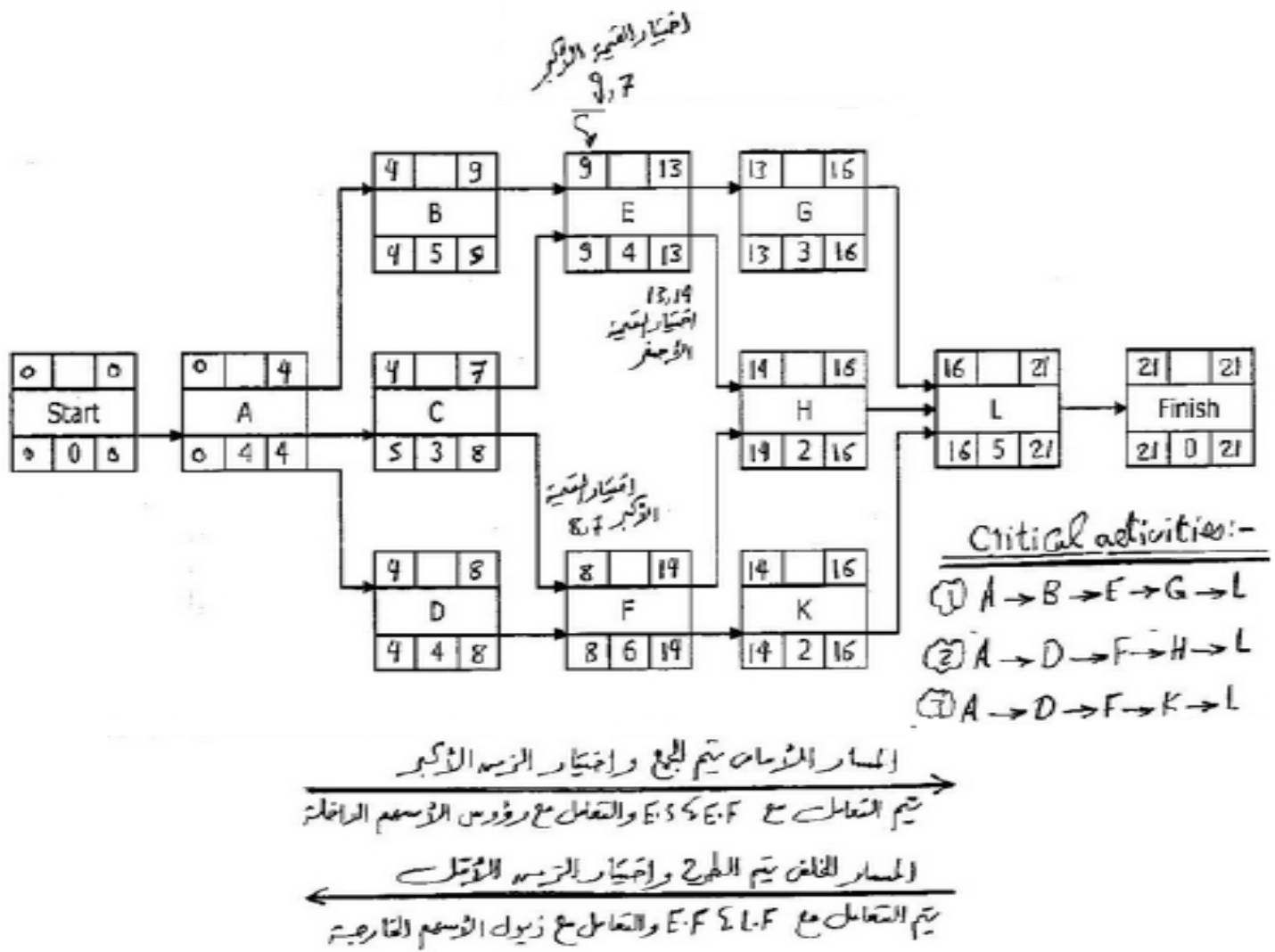
3	ب	8
حفر		
4	5	9

البداية المبكرة + مدة النشاط = النهاية المبكرة  
النهاية المتأخرة - مدة النشاط = البداية المتأخرة

Backward pass



Backward pass calculations in CPM network



## Determination of Floats and Critical activities

### حساب فترات البراح (السماح) و الانشطة الحرجة

السماح الكلي او البراح الكلي Total float :-

هو فترة زمنية يمكن أن يتأخرها النشاط دون أن تؤثر على الزمن الكلي للمشروع .

بالنسبة لكل نشاط تتطابق البداية المبكرة له مع البداية المتأخرة، وتتطابق النهاية المبكرة مع النهاية المتأخرة ، فإن فترة السماح الكلي للنشاط تساوي صفر.

فيما عدا ذلك، فإن فترة السماح الكلي للنشاط هي الفرق الزمني بين البداية المتأخرة و المبكرة لكل نشاط أو بين النهاية المتأخرة و المبكرة ، أي:

$$\text{Total float (TF)} = \text{LS} - \text{ES} = \text{LF} - \text{EF}$$

وهناك فترة سماح أخرى تسمى بـ F.F ← Free float السماح الحر أو البراج الحر

← هي الفترة التي يمكن أن يتأخرها النشاط دون أن يؤثر على بداية النشاط الذي يليه في الشبكة

$$F.F = E.S - E.F$$

للنشاط التالي
للنشاط الحالي

### Example

TF/FF		
10		15
12	5	17

→

TF/FF		
15		25
17	10	27

Total float (TF) = LS - ES = LF - EF

$$T.F = 12 - 10 = 17 - 15 = 2$$

$$T.F = 17 - 15 = 27 - 25 = 2$$

$$F.F = E.S - E.F$$

للنشاط نفسه  
 ومن الممكن  
 أن تكون E.S  
 على حسب العلامة

للنشاط التالي  
 وإذا كان هناك  
 أكثر من نشاط تالي  
 يتم اختيار أقل E.S  
 من هذه الأنشطة

مرسمة المثال السابعه فجدولت

$$F.F = 15 - 15 = 0$$

$$F.F = 25 - EF(\text{للنشاط التالي}) = 0$$

TF/FF		
10		15
12	5	17

→

TF/FF		
15		25
17	10	27

يعتمد  
النشاط  
التالي

الملاحظة أن جميع الأنشطة المسار الحرج يجب أن يكون

$$T.F / F.F = 0\%$$

لها

\* ختاماً نحن المسار الحرج Critical Path :-

- ١- هو أطول مسار في الشبكة longest Path وهو مسار متصل
- ٢- يربط بين الأنشطة الحرجة (التي لها أقل T.F).
- ٣- لا بد وأن يكون في الشبكة مسار واحد خرج على الأقل.
- ٤- يربط بين الأنشطة التي لها نفس T.F < F.F.

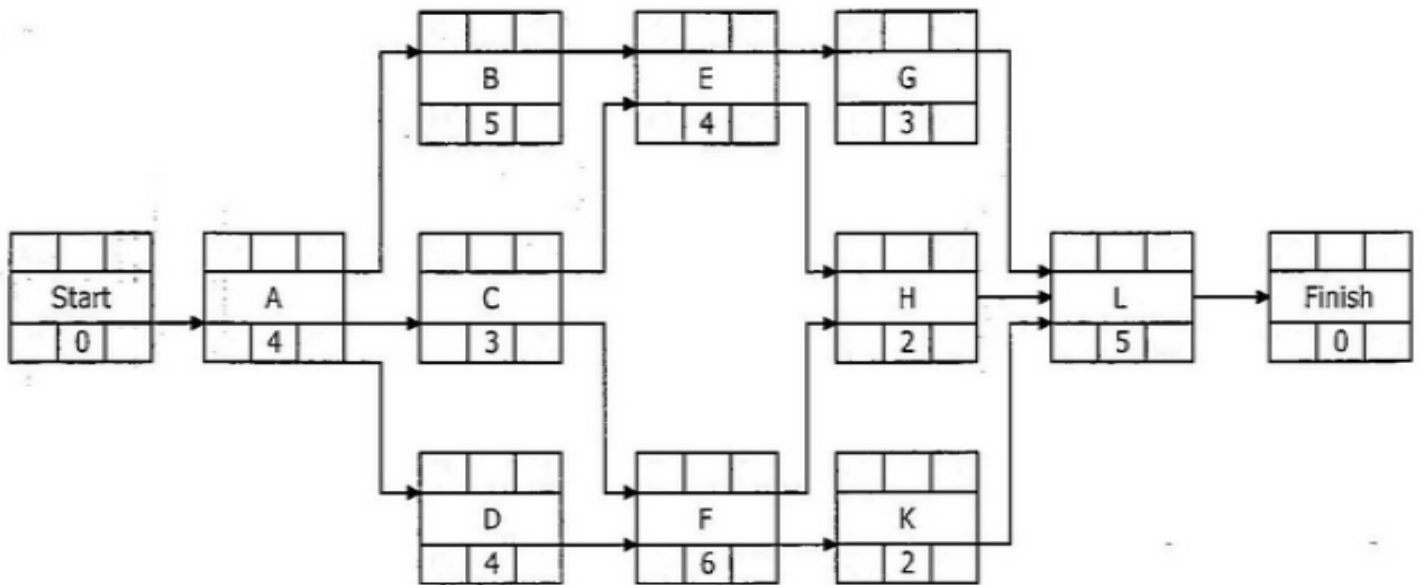
\* الأنشطة الحرجة Critical activities :-

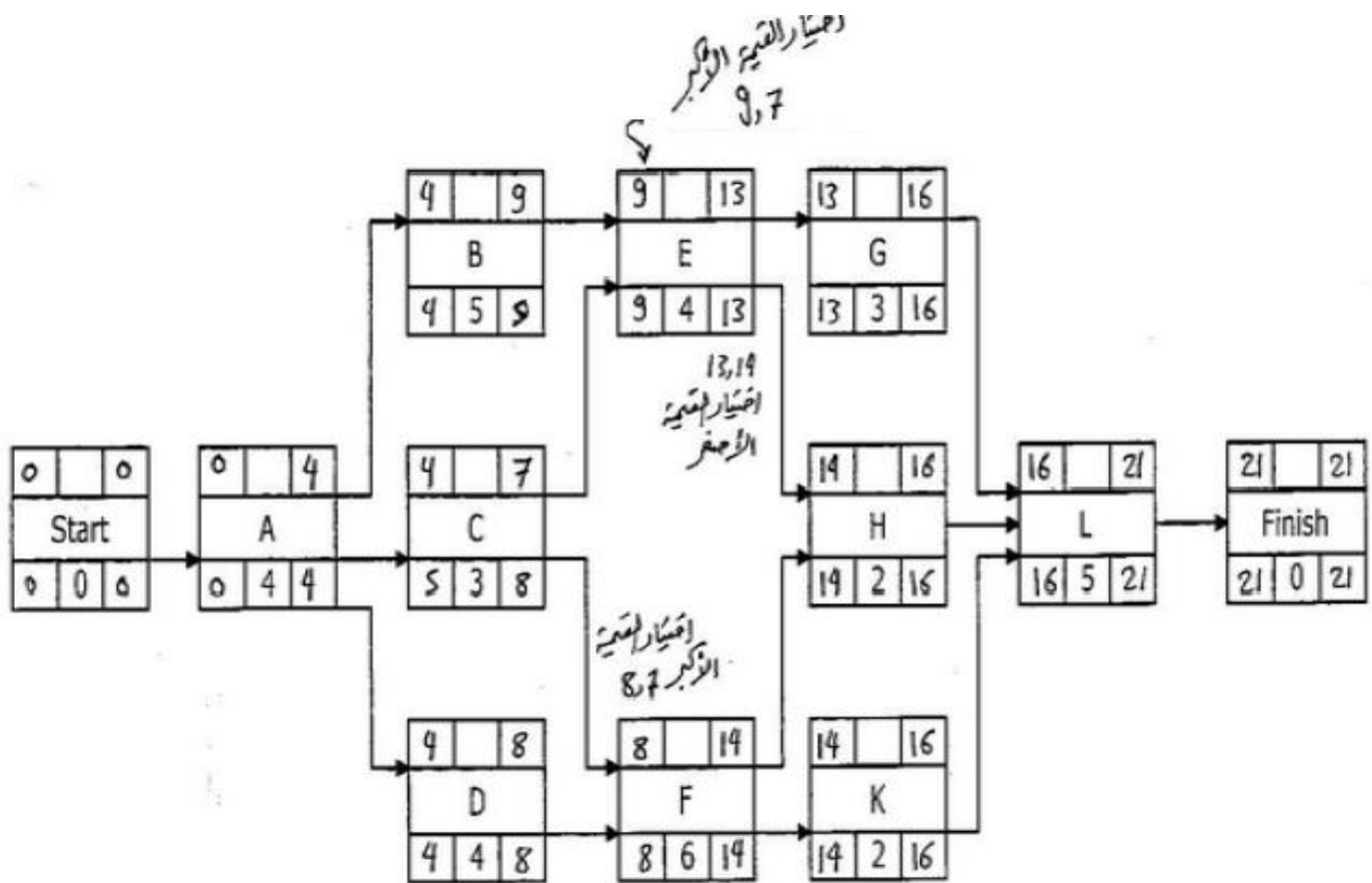
هذه الأنشطة والتي لها أقل T.F  
وأي تأخير بها يؤثر في زمن المشروع الكلي بالزيادة.

## Example1

Calculate the ES, EF, LS, LF and TF and FF of the activities, find the project duration and determine the critical path of the project network shown below

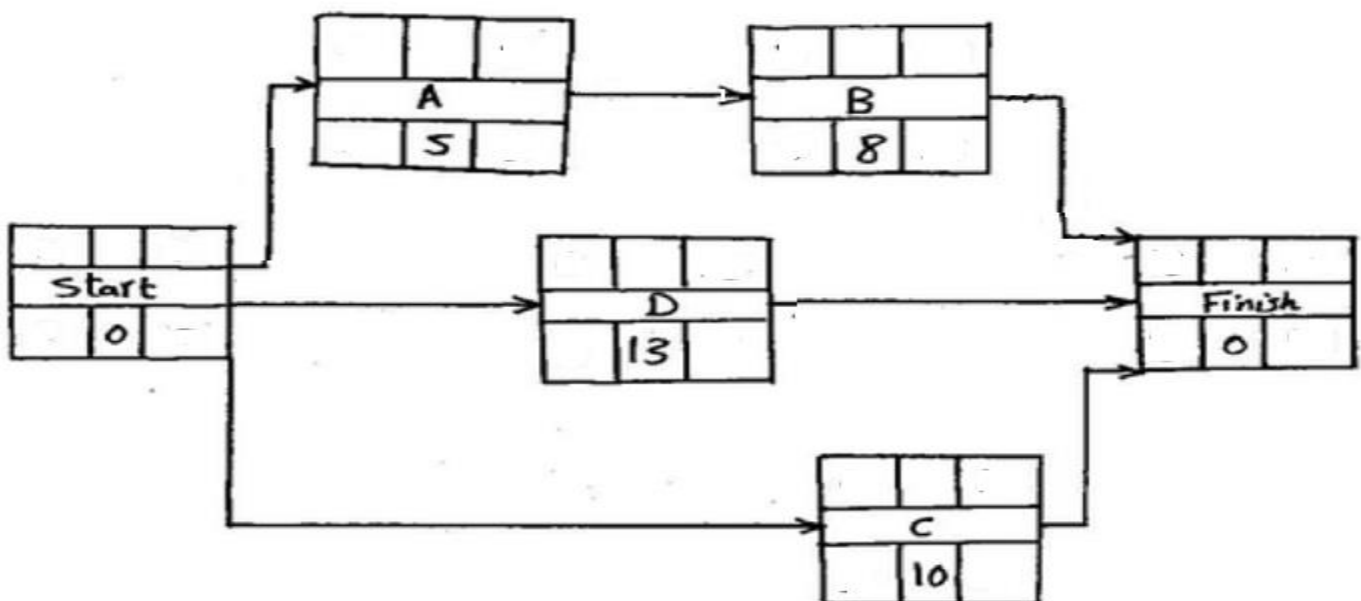
احسب ES و EF و LS و LF و TF و FF للأنشطة،



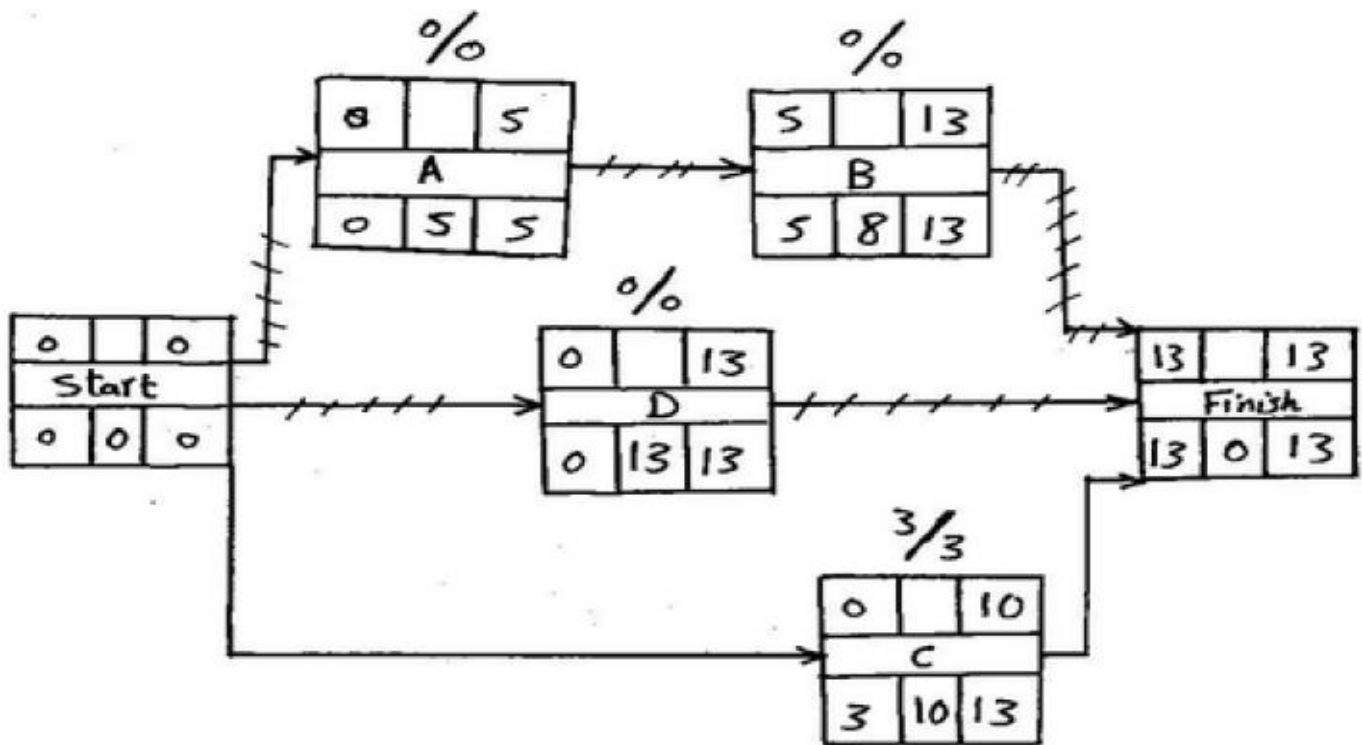


## Example2

Calculate the ES, EF, LS, LF and TF and FF of the activities, find the project duration and determine the critical path of the project network shown below



## Solution



### Critical Path:

1- Start -A-B-Finish

2- Start -D-Finish

3-Critical Activities: - A, B, D

4-Project duration =13 day

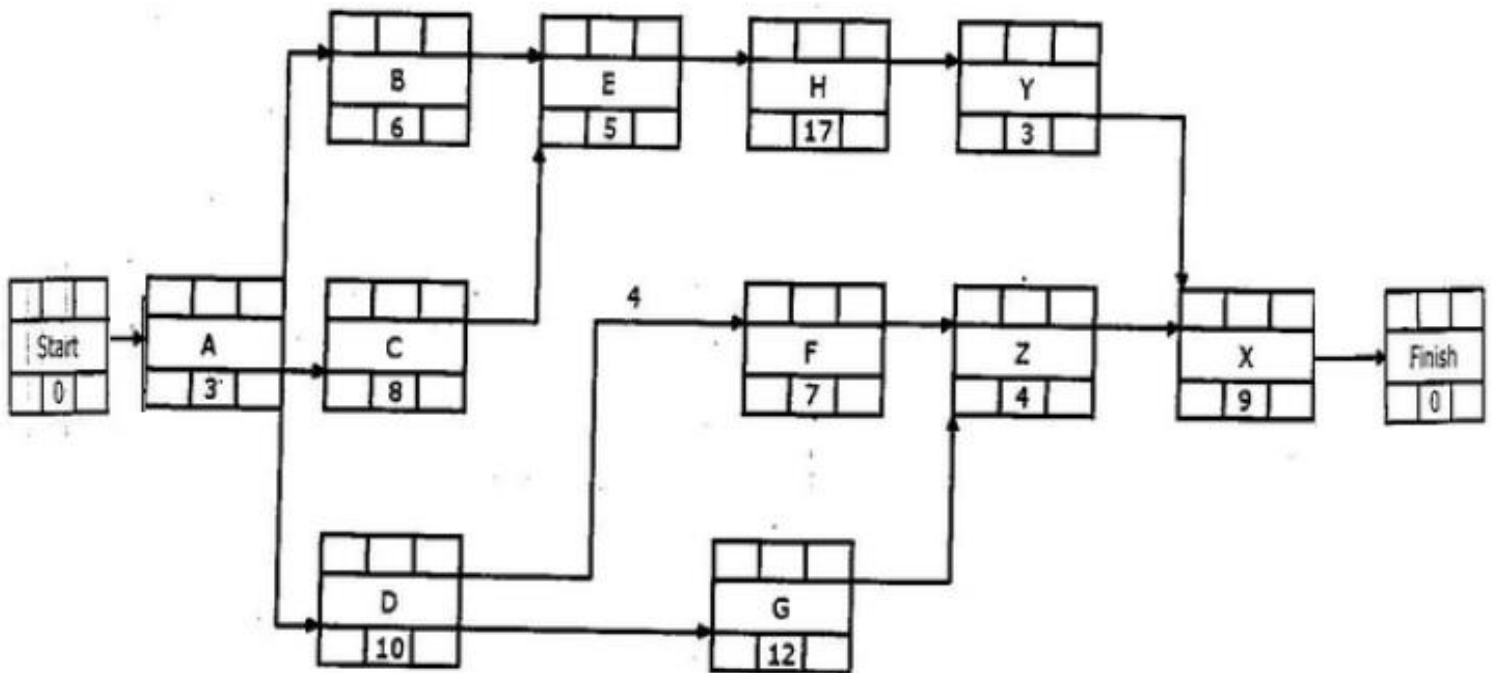
## Problems

Calculate the ES, EF, LS, LF and TF and FF of the activities, find the project duration and determine the critical path of the project network shown below

احسب ES و EF و LS و LF و TF و FF للأنشطة، وأوجد مدة المشروع وحدد المسار الحرج لشبكة المشروع الموضحة أدناه



1-



2-

