

البداية المبكرة (Early start: ES): هي الوقت المبكر المتوقع لبداية الفعالية و تساوي صفر لفعالية بداية المشروع.

النهاية المبكرة (Early finish: EF): هي الوقت المتأخر المتوقع لنهاية الفعالية:

$$EF = ES + D$$

$$D = \text{مدة تنفيذ الفعالية}$$

البداية المتأخرة (Late start: LS): هي الوقت المتأخر المتوقع لبداية الفعالية.

النهاية المتأخرة (Late finish: LF): هي الوقت المتأخر المتوقع لنهاية الفعالية.

$$LS = LF - D$$

وقت المرونة الاجمالي (Total float: TF): هو اكبر وقت يمكن اضافته الى وقت الفعالية المعينة دون حصول تأخير في مدة انجاز المشروع:

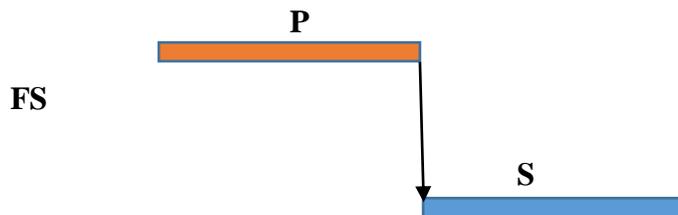
$$TF(A) = LS(A) - ES(A) = LF(A) - EF(A)$$

وقت المرونة الحر (Free float: FF): هو اكبر وقت يمكن اضافته الى وقت فعالية معينة دون حصول تأخير في البداية المبكرة للفعالية اللاحقة او النهاية المبكرة للفعالية نفسها.

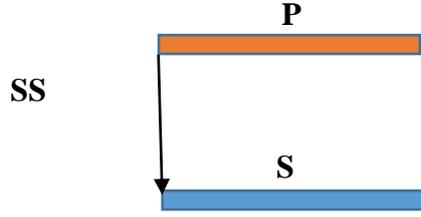
$$FF_i = ES_j(\text{successor}) - EF_i = ES_j(\text{successor}) - ES_i - D_i$$

#### العلاقات بين الفعاليات

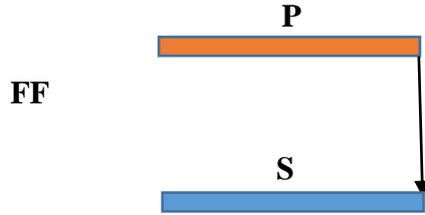
انتهاء الى بدء (Finish to Start: FS): يتعذر ان تبدأ الفعالية اللاحقة (S) قبل ان تنتهي الفعالية التي تعتمد عليها (P) و هو النوع الشائع من العلاقات بين الفعاليات: على سبيل المثال لا يمكن ان تبدأ فعالية صب الخرسانة للاس قبل ان تنتهي فعالية الحفر و تهيئة القوالب.



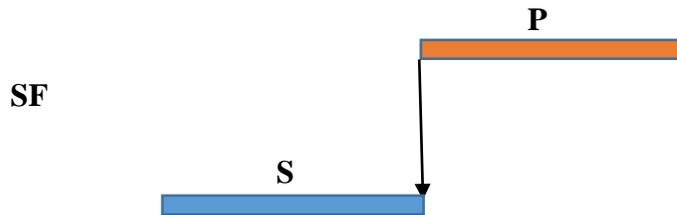
**بدء الى بدء (Start to Start: SS):** يتعذر ان تبدأ الفعالية اللاحقة (S) قبل ان تبدأ الفعالية التي تعتمد عليها (P) و يمكن ان تبدأ الفعالية S في اي وقت بعد بداية الفعالية P و لايشترط ان تبدأ الفعالتان بنفس الوقت على سبيل المثال لا يمكن ان تبدأ فعالية انهاء سطح الخرسانة قبل ان تبدأ فعالية صب الخرسانة.



**انتهاء الى انتهاء (Finish to Finish: FF):** يتعذر ان تنتهي الفعالية اللاحقة (S) قبل ان تنتهي الفعالية التي تعتمد عليها (P) و يمكن ان تنتهي الفعالية S في اي وقت بعد نهاية الفعالية P: على سبيل المثال لا يمكن ان تنتهي فعالية تخطيط و صبغ الشارع قبل ان تنتهي فعالية فرش الاسفلت.



**بدء الى انتهاء (Start to Finish: SF):** يتعذر ان تنتهي الفعالية اللاحقة (S) قبل ان تبدأ الفعالية التي تعتمد عليها (P) و يمكن ان تنتهي الفعالية S في اي وقت بعد بداية الفعالية P و يندر استخدام هذه العلاقة بين الفعاليات: على سبيل المثال لا يمكن ان تنتهي فعالية تزويد البناية بالكهرباء عن طريق المولد قبل ان تبدأ فعالية ربط البناية بكهرباء الشبكة العامة او في حالة استبدال انبوب اسالة فلا يمكن انهاء عمل الانبوب القديم حتى يتم بدء عمل الانبوب الجديد.



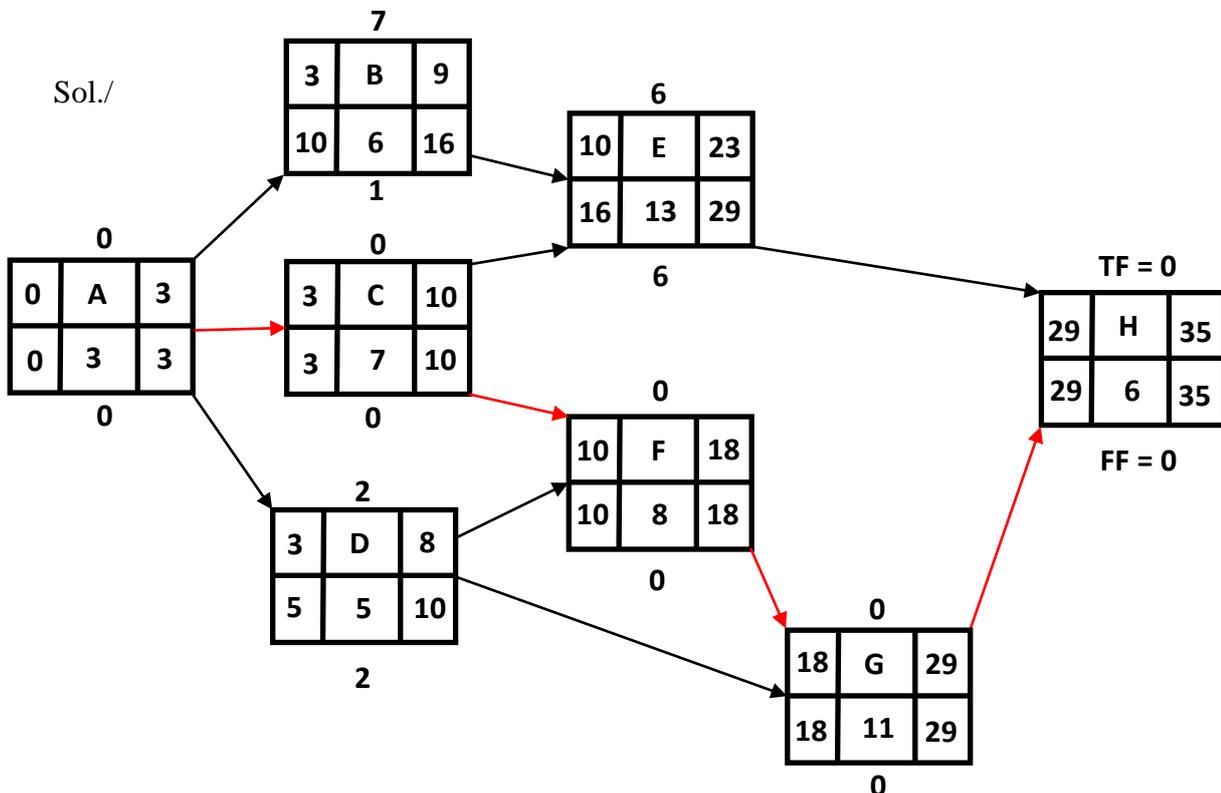
**Example 1:** Construct a network so as to satisfy the scheduling requirements shown in the table below.

Activity	Duration (days)	Predecessor
A	3	-
B	6	A
C	7	A
D	5	A
E	13	B, C
F	8	C, D
G	11	D, F
H	6	G, E

Find the least time required to complete the whole project and identify the critical activities.

How is the project completion time affected if:

- Activity F is delayed by 3 days
- Activity E is delayed by 7 days
- Activity G is finished 7 days early



Critical path = A-C-F-G-H

Total duration of the project = 35 days

**If:**

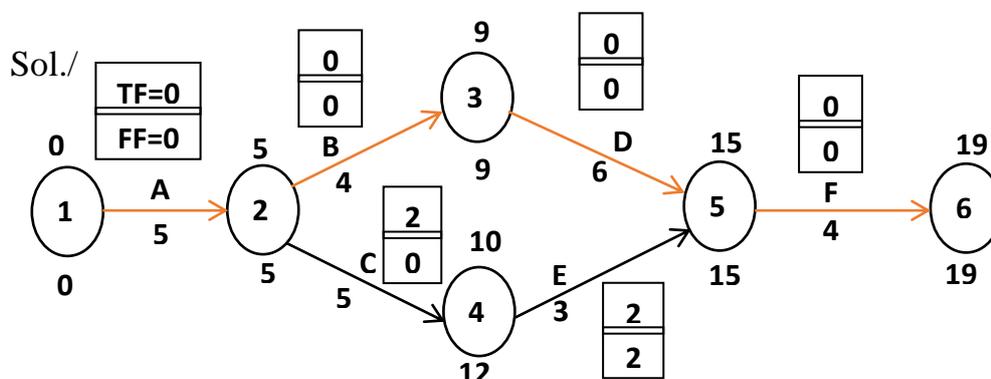
- Activity F is delayed by three days, the project completion time will be delayed three days.
- Activity E is delayed by seven days, the critical path will be changed to be: A-C-E-H. As a result, the project completion time will be 36 days.
- Activity G is finished seven days early, the critical path will be changed to be: A-C-E-H. As a result, the project completion time will be 29 days.

**Example 2:** The project below consists of the following activities:

Activity	Duration (days)	Predecessor
A	5	-
B	4	A
C	5	A
D	6	B
E	3	C
F	4	D, E

a- Draw the network diagram using PDM.

- ✓ b- Find the critical path and total duration.
- ✓ c- Calculate the total float and free float for each activity.
- ✓ d- Repeat using CPM.



Critical path = A-B-D-F

Total duration of the project = 19 days

**Homework 4:** Find the critical path and total duration of the following project along with (ES, LS, EF, LF, TF, FF) of each activity. Use PDM to analyze the network.

Activity	Duration (days)	Predecessor
A	12	D, E, F, I
B	11	-
C	8	L, G
D	10	H
E	10	C, K
F	8	H, C, K
G	4	-
H	8	B
I	7	J, C, K
J	9	G
K	7	L, B
L	15	-

