محاضرة 6

اوقات المرونة :-

ان احتساب الاوقات المرنة للفعاليات المختلفة لها اهمية كبيرة تؤدي الى تطوير وضبط المشروع تحت الدراسة ولاحتساب التأخير في النشاطات المختلفة دون أن يتأثر الوقت النهائي لإكمال المشروع بأكمله، ومن انواع اوقات المرونة :-

اولاً :- وقت المرونة الكلي ويرمز له Tf_{ij}

وهو عبارة عن اكبر وقت يمكن تأجيل المباشرة في تنفيذ نشاط معين دون أن يؤثر ذلك على وقت اكمال المشروع وحسب وفقاً :-

$$Tf_{ij} = LT_j - ES_i$$

$$= LF - EF \quad OR = LS - ES$$

ثانياً :- الوقت المرن الحر ويرمز له بالرمز Ff_{ij}

وهو عبارة عن اكبر وقت يمكن تأجيل المباشرة بتنفيذ نشاط معين اذا ابتدأت كافة الانشطة الباقية في الاوقات المبكرة لها وحسب كما يلي

$$Ff_{ij} = ES - EF$$

اي هو الفرق بين وقت الانتهاء المبكر للنشاط ووقت البدء المبكر للنشاط التالي له

ملاحظة ① كلما يكون الوقت المرن الكلي لأي فعالية يساوي صفر فهذا يعني ان المرن الحر يساوي صفر ايضاً و العكس غير صحيح

② النشاط الحرج يكون الوقت المرن الكلي له يساوي صفر والعكس صحيح اي اذا ساوى الوقت المرن الكلي لأحد الانشطة صفر فهذا يعني ان النشاط حرج

محاضرة

اوقات المرونة :-

ان احتساب الاوقات المرنة للفعاليات المختلفة لها اهمية كبيرة تؤدي الى تطوير وضبط المشروع تحت الدراسة ولاحتساب التأخير في النشاطات المختلفة دون أن يتأثر الوقت النهائي لإكمال المشروع بأكمله، ومن انواع اوقات المرونة :-

اولاً :- وقت المرونة الكلي ويرمز له TF_{ij}

وهو عبارة عن اكبر وقت يمكن تأجيل المباشرة في تنفيذ نشاط معين دون أن يؤثر ذلك على وقت اكمال المشروع وحسب وفقاً :-

$$TF_{ij} = LT_j - ES_i$$

$$= LF - EF \quad OR = LS - ES$$

ثانياً :- الوقت المرن الحر ويرمز له بالرمز FF_{ij}

وهو عبارة عن اكبر وقت يمكن تأجيل المباشرة بتنفيذ نشاط معين اذا ابتدأت كافة الانشطة الباقية في الاوقات المبكرة لها وحسب كما يلي

$$FF_{ij} = ES - EF$$

اي هو الفرق بين وقت الانتهاء المبكر للنشاط ووقت البدء المبكر للنشاط التالي له

ملاحظة ① كلما يكون الوقت المرن الكلي لأي فعالية يساوي صفر فهذا يعني ان المرن الحر يساوي صفر ايضاً و العكس غير صحيح

② النشاط الحرج يكون الوقت المرن الكلي له يساوي صفر والعكس صحيح اي اذا ساوى الوقت المرن الكلي لأحد الانشطة صفر فهذا يعني ان النشاط حرج

مثال :- كون شبكة الاعمال للفعاليات الآتية

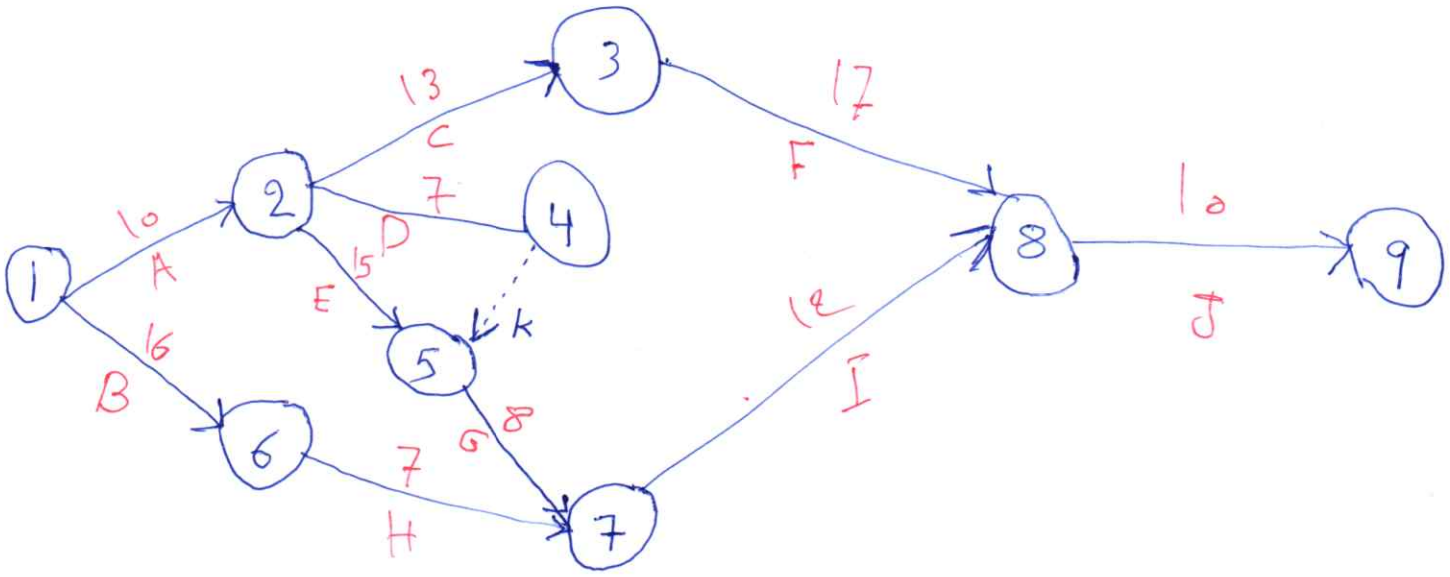
النشاط	A	B	C	D	E	F	K	G	H	I	J
الفعالية	(1-2)	(1-6)	(2-3)	(2-4)	(2-5)	(3-8)	(4-5)	(5-7)	(6-7)	(7-8)	(8-9)
الزمن	10	16	13	7	15	17	0	8	7	14	10

ثم احسب كلاً مما يأتي :-

1- المسار الحرج 2- الوقت المبكر والمتأخر للفعاليات 3- وقت المرونة

الحل :

1- رسم شبكة الاعمال



١- تحديد المسار الحرج

المسار الحرج هو اطول مسار بالشبكة وذلك حسب مسارات الشبكة

1-2-3-8-9 = 10+13+17+10 = 50

1-2-4-5-7-8-9 = 10+7+0+8+12+10 = 47

1-2-5-7-8-9 = 10+15+8+12+10 = 55 المسار الحرج

1-6-7-8-9 = 16+7+12+10 = 45

المسار الحرج هو 1-2-5-7-8-9 أي A-E-G-I-J

2- لغرض حساب الازمنة المبكرة والمتأخرة نتبع مايلي

أولاً: الابتداء المبكر لأي نشاط هو أقرب الأوقات التي يمكن ان يبدأ فيها نشاط معين ويساوي

$$ES = [ES + t)$$

حيث للنشاط السابق

وفي حالة وجود أكثر من نشاط يسبق نشاط معين فإن القانون التالي نطبق

$ES = Max\{ES + T\}$ للنشاط السابق

وعليه فإن زمن الابتداء المبكر للأنشطة التي تبدأ من الحدث رقم (1) سيكون صفراً لهذا

وعليه سيكون

$$ES(A) = ES(B) = ES(1) = 0$$

$$ES(C) = ES(A) + t_A = 0 + 10 = 10$$

وهو نفس الابتداء للأنشطة أي E ، D

$$ES(C) = ES(D) = ES(E) = 10$$

$$ES(F) = ES(C) + t_C = 10 + 13 = 23$$

$$ES(K) = ES(D) + t_D = 10 + 7 = 17$$

$$ES(G) = Max\{ES(K) + t_K ; ES(E) + t_E\}$$

$$ES(G) = Max\{17 + 0 , 10 + 15\}$$

$$ES(G) = 25$$

$$ES(H) = ES(B) + t_B = 0 + 16 = 16$$

$$ES(I) = Max\{ES(G) + t_G , ES(H) + t_H\}$$

$$ES(I) = Max\{25 + 8 , 16 + 7\}$$

$$ES(I) = 33$$

$$ES(J) = Max\{ES(F) + t_F , ES(I) + t_I\}$$

$$ES(J) = Max\{23+17 , 33+12\}$$

$$ES(J) = 45$$

ان مجموع كلا من زمن الابتداء المبكر لنشاط ما ومن هذا النشاط يساوي زمن الانتهاء المبكر لذلك النشاط وبالتالي سيكون زمن الانتهاء المبكر لكل نشاط وفقاً لما يلي (زمن لزمن الانتهاء ÷ EF

$$EF(A) = ES(A) + t_A = 0 + 10 = 10$$

$$EF(B) = ES(B) + t_B = 0 + 10 = 10$$

وزمن الانتهاء للنشاط C ←

$$EF(C) = ES(C) + t_C = 10 + 13 = 23$$

$$EF(D) = ES(D) + t_D = 10 + 7 = 17$$

$$EF(E) = ES(E) + t_E = 10 + 15 = 25$$

$$EF(F) = ES(F) + t_F = 23 + 17 = 40$$

$$EF(G) = ES(G) + t_G = 25 + 8 = 33$$

$$EF(H) = ES(H) + t_H = 16 + 7 = 23$$

$$EF(I) = 33 + 12 = 45$$

$$EF(J) = ES(J) + t_J = 45 + 10 = 55$$

NOTE ⟹ زمن انتهاء المبكر لآخر نشاط يساوي المسار الحرج

ثانياً: حساب زمن الانتهاء والابتداء المتأخر

نرمز لزمن الانتهاء المتأخر للنشاط بـ LF وهو عبارة عن أقصى ما يمكن أن يتأخر فيه انجاز النشاط دون أن يؤثر على مدة انجاز المشروع ويحسب وفقاً لما يأتي

$$LF = \underbrace{LF - t}_{\text{للنشاط التالي}}$$

في حالة وجود أكثر من نشاط بعد النشاط الذي نرغب بحساب الوقت المتأخر له فانه يحسب وفقاً لـ

$$Lf = \underbrace{Min\{LF - t\}}_{\text{للأنشطة التالية}}$$

ان أقصى الأوقات المرافقة للانتهاء المبكر للأنشطة يمثل الوقت المتوقع لإنجاز المشروع، ولما كان أقصى وقت انتهاء مبكر يساوي $EF(J) = 55$ يمثل ذلك ان الانتهاء المتأخر للنشاط J يجب ان يكون عند اليوم 55

$$LF(J) = 55$$

$$LF(F) = LF(J) - t_J = 55 - 10 = 45$$

$$LF(F) = LF(J) - t_J = 55 - 10 = 45$$

$$LF(H) = LF(F) - t_I = 45 - 12 = 33$$

$$LF(G) = LF(F) - t_I = 45 - 12 = 33$$

$$LF(B) = LF(H) - t_H = 33 - 7 = 26$$

$$LF(E) = LF(G) - t_G = 33 - 8 = 25$$

$$LF(K) = LF(G) - t_G = 33 - 8 = 25$$

$$LF(D) = LF(K) - t_K = 25 - 0 = 25$$

$$LF(C) = LF(f) - t_f = 45 - 17 = 28$$

ولحساب وقت الانتهاء المتأخر للنشاط A يتطلب حساب البداية المتأخرة للأنشطة السابقة بالمرور التراجعي أي لـ (E, D, C) ويطبق القانون التالي

$$Lf = \underbrace{Min(LF - t_i)}_{\text{للأنشطة التالية}}$$

أي يؤخذ أدنى انتهاء متأخر ليكون زمن الانتهاء المتأخر للنشاط التالي بالمرور التراجعي

$$LF(A) = Min\{LF(C) - t_C \; ; \; LF(D) - t_D \; ; \; LF(E) - t_E\}$$
$$= Min\{30 - 13 = 17 \; ; \; 25 - 7 = 18 \; ; \; 25 - 15 = 10\}$$

$$LF(A) = 10$$

وللحصول على زمن البداية المتأخرة يطرح زمن النشاط من نهايته المتأخرة (نرمز لزمن البداية المتأخرة بـ L_S)

$$LS = LF - t$$

د - وقت المرونة الكلي والحر
لحساب وقت المرونة الكلي

$$TF = LF - EF \ \underline{OR} \ LS - ES$$

اما وقت المرونة (الفائض) الحر فيحسب كما يلي

$$FF = ES - EF$$

(النشاط الحالي، للنشاط اللاحق)

والجدول التالي يوضح الازمنة المبكرة والمتأخرة واوقات المرونة (الفائض)

النشاط	الفعالية	t_{ij}	ES	EF	LS	LF	Total float slack(TF)	FF
A	(1-2)	10	0	10	0	10	*0	0
B	(1-6)	16	0	16	10	26	10	0
C	(2-3)	13	10	23	15	28	5	0
D	(2-4)	7	10	17	18	25	8	0
E	(2-5)	15	10	25	10	25	*0	0
F	(3-8)	17	23	40	28	45	5	5
K	(4-5)	0	17	17	25	25	8	8
G	(5-7)	8	25	33	25	33	*0	0
H	(6-7)	7	16	23	26	33	10	10
I	(7-8)	12	33	45	33	45	*0	0
J	(8-9)	10	45	55	45	55	*0	0

ملاحظة: اي حالة تعد الانشطة التالية للنشاط معين يحسب الوقت على اساس اقصر وقت للبدء المبكر من بين جميع الانشطة التالية

2- يجب الانتباه الى أن فترة المرونة الحرة (او ما يسمى الفائض او فترة السماح) لأي نشاط هي جزء من فترة السماح الكلية ولا يمكن ان تزيد عنها.