طرائق تحليل شبكات الأعمال

1- أسلوب المسار الحرج

تعتبر هذه الطريقة من الطرق الشائعة الاستخدام لتخطيط ومراقبة تنفيذ مشاريع متوفر عنها معلومات سابقة فيما يتعلق بالتكاليف والوقت المطلوب لإنجاز هذه المشاريع حيث تهدف طريقة المسار الحرج الى مراقبة تنفيذ مشروع معين يتكون من عدة مراحل وتحديد العمليات التي يستلزم وضعها تحت رقابة مستمرة لانها قد تتسبب بتعطيل انجاز المشاريع ككل وتحديد المسار الذي ينبغي أكمله بالفة الأهمية لكي لا يتم اعطاء اوقات لتنفيذ المشروع ويتم الاخلال بالتسليم)

تتسبب لأن اي تأخير يحدث للأنشطة التي تقع على هذا المسار سيؤدي الى تأخر المشروع بأكمله رأي معرفة الفترة الزمنية للمشروع

لأجل تحديد وقت المشروع بأكمله نحسب اطوال جميع المسارات الموجوده ضمن الشبكة ويتضمن حساب المسار الحرج نوعين من الحسابات :-

1- الحساب الامامي
2- الحساب الخلفي

وفيما يلي شرح مفصل للحسابات الامامية والخلفية

1- الحسابات الامامية :-

إن الوقت المبكر لجميع الانشطة المنبثقة من الحدث يبدأ من اول نقطة زمنية في المخطط الشبكي وينتهي الى آخر نقطة زمنية في المخطط الشبكي وعند كل نقطة زمنية تحسب رقم يوضع في اعلى الدائرة ، ان حساب الوقت المبكر لاول حدث دائماً صفر

الرموز المستخدمة

1- ES الوقت المبكر لإبتداء المشروع :- ويمثل هذا الرقم وقت الحدث او زمن الابتداء المبكر لتلك الانشطة التي تبدأ بالحدث i ويرمز له بالرمز ES_i فلو كانت $(i=1)$ فإن $ES_1 = 0$

او الابتداء المبكر لأي نشاط هو اقرب الاوقات التي يمكن ان يبدأ فيه نشاط معين وحسب كما يلي :-

$$\text{نشاط حالي } ES_j = \begin{cases} 0 & \text{if } j=1 \\ ES_i + t_{ij} & \text{if } j \neq 1 \end{cases} \quad \text{نشاط سابق}$$

وفي حالة وجود اكثر من نشاط يسبق نشاط معين فان القانون التالي يطبق

$$ES_j = Max\{ ES_i + t_{ij} \}$$

حيث ان

ES_i : هو الوقت المبكر لابتداء النشاط (i)

ES_j : " " " " (j)

t_{ij} : - هو وقت تنفيذ النشاط (ij) مقدرا بالساعات او الايام او الاسابيع أو أي وحدة زمنية اخرى

2- الرمز EF زمن الانتهاء المبكر للنشاط

ان مجموع كل من زمن الابتداء المبكر لنشاط ما وزمن هذا النشاط يساوي زمن الانتهاء المبكر، وبالتالي يكون زمن الانتهاء المبكر لكل نشاط وفقا كما يلي (نرمز لزمن الانتهاء للنشاط ij بـ EF_{ij} وتحسب كما يلي

$$EF_{ij} = ES_{ij} + t_{ij}$$

ان زمن الانتهاء المبكر لآخر نشاط يساوي اطول مسار بالشبكة وان اطول مسار بالشبكة يسمى بالمسار الحرج وعليه يكون زمن الانتهاء المبكر لآخر نشاط مساوٍ للمسار الحرج

2- الحسابات الخلفية :- هو الوقت المتأخر لانهاء جميع الانشطة القادمة الى الحدث (i) ويرمز لها بالرمز LF_i وتمثل مايسمى بوقت الانجاز المتأخر للأنشطة المؤدية الحدث (i) فاذا كانت (j=n) فهذا يؤدي الى ان $(ES_n = LF_n)$ ويعرف بانه آخر وقت مسموح به لانجاز نشاط معين وعند كل نقطة زمنية توضع اسفل الدائرة ويمثل هذا الوقت المتأخر لإنجاز جميع الانشطة القادمة الى الحدث i وبصورة عامة يتم حساب الوقت المتأخر كمايلي

$$LF_i = (LF_j - t_{ij})$$

LF_i للنشاط الحالي — LF_j للنشاط اللاحق

وفي حالة وجود اكثر من نشاط بعد النشاط الذي نرغب بحساب وقت الانجاز المتأخر له فانه يحسب وفقاً لمايلي :-

$$LF_i = Min\{LF_j - t_{ij}\}$$

LF_i للنشاط الحالي — LF_j للانشطة التالية

اما زمن الابتداء المتأخر فيحسب كمايلي

$$LS = LF - t$$

اي زمن الابتداء المتأخر نحصل عليه من طرح زمن النشاط من نهايته المتأخرة

3- الوقت الفائض: هو الفرق بين الوقت المبكر والمتأخر لنهاية النشاط

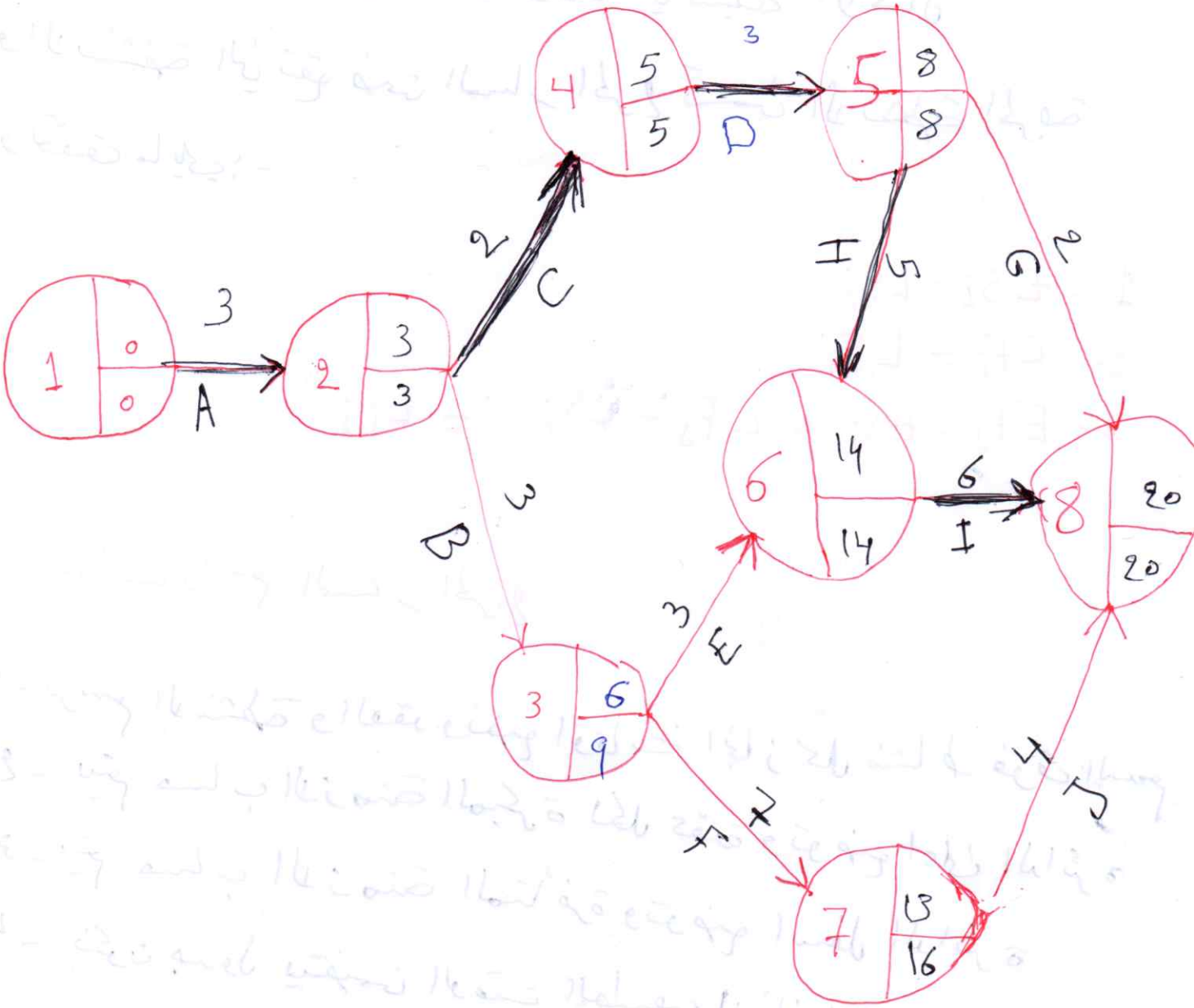
4- المسار الحرج: هو اطول مسار وقتاً في شبكة الاعمال
والانشطة التي تقع ضمن المسار الحرج تسمى الانشطة الحرجة
وتحقق مايلي:-

1- $ES_i = LS_i$
2- $EF_i = LF_i$
3- $EF_j - ES_i = LF_j - LS_i = t_{ij}$

خطوات رسم المسار الحرج

1- نرسم الانشطة والعقد ونضع اوقات انجاز كل نشاط فوق السهم
2- يتم حساب الازمنة المبكرة لكل عقدة وتوضع اعلى الدائرة
3- يتم حساب الازمنة المتأخرة وتوضع اسفل الدائرة
4- نكون جدول يتضمن الوقت الطبيعي لانجاز كل نشاط
5- يتم تأشير الانشطة الحرجة بخط مزدوج والتي تمثل المسار الحرج والتي تحقق شروط المسار الحرج

مثال: اذا كان لديك شبكة الاعمال التالية لأحد المشاريع



والمطلوب ١- احسب المسار الحرج

٢- زمن البداية المبكرة والنهاية المبكرة

٣- الزمن المتاح

حل المثال

١- نبدأ اولاً بكتابة المسارات للشبكة حسب الاوقات لايجاد المسار الحرج حيث انه اطول مسار بالشبكة

المسارات

① 1 - 2 - 4 - 5 - 8 = 10

ثم جمع الاوقات فوق الاسهم فالمسار الاول يتم الجاده كمايلي:

3 + 2 + 3 + 2 = 10

وهكذا لبقية المسارات

② 1 - 2 - 4 - 5 - 6 - 8 = 20

③ 1 - 2 - 3 - 6 - 8 = 15

④ 1 - 2 - 3 - 7 - 8 = 17

المسار الثاني يمثل المسار الحرج لانه اطول مسار بالشبكة

٤- لحساب الأزمنة المبكرة للبداية والنهاية نتبع ما يلي:

ان زمن الابتداء المبكر لأي نشاط هو:

$$ES_j = \begin{cases} 0 & \text{if } j=1 \\ \max_{i \neq j} [ES_i + t_{ij}] & \end{cases}$$

طبعاً تتم الحسابات بالاعتماد على رسم الشبكة

وعليه فان زمن الابتداء المبكر للأنشطة التي تبدأ من الحدث رقم ١ سيكون صفرياً للعمل وعليه فان

$$ES_A = 0$$

$$ES_B = ES_A + t_A = 0 + 3 = 3$$

$$ES_C = ES_A + t_A = 0 + 3 = 3$$

$$ES_D = ES_C + t_C = 3 + 2 = 5$$

$$ES_E = ES_B + t_B = 3 + 3 = 6$$

$$ES_F = ES_B + t_B = 3 + 3 = 6$$

$$ES_J = ES_F + t_F = 6 + 7 = 13$$

$$ES_H = [ES_D + t_D] = 5 + 3 = 8$$

$$ES_I = \max [ES_H + t_H \, , \, ES_E + t_E]$$

$$ES_I = \max [8+6 \, , \, 6+3]$$

$$ES_I = \max \{14 \, , \, 9\} = 14$$

$$ES_G = ES_D + t_D = 5 + 3 = 8$$

ان مجموع كل ما زمن الابتداء المبكر لنشاط ما وزمن هذا النشاط يساوي زمن الانتهاء المبكر لذلك النشاط وكيفما

$$EF_{(A)} = ES_A + t_A$$

$$EF_A = 0 + 3 = 3$$

$$EF_B = ES_B + t_B = 3 + 3 = 6$$

$$EF_C = ES_C + t_C = 3 + 2 = 5$$

$$EF_D = ES_D + t_D = 5 + 3 = 8$$

$$EF_E = ES_E + t_E = 6 + 3 = 9$$

$$EF_f = ES_f + t_f = 6 + 7 = 13$$

$$EF_j = ES_j + t_j = 13 + 4 = 17$$

$$EF_H = ES_D + t_D = 8 + 6 = 14$$

$$EF_I = ES_I + t_I = 14 + 6 = 20$$

$$EF_G = ES_G + t_G = 8 + 2 = 10$$

3- حساب الازمنة المتأخرة

ان زمن الانتهاء المتأخر لأي نشاط هو عبارة عن مايلي :-

$$LF = Min\{LF - t\}$$

(نشاط مالي ← LF، نشاط لاحق ← t)

ان الانتهاء المتأخر لأي نشاط يساوي الانتهاء المبكر يساوي الوقت الحرج اي

$$LF_J = LF_I = LF_G = 20$$

لو طلب منك بالسؤال حساب الوقت المتأخر للانجاز لآخر حدث والذي يمثل (8) بالسؤال فانه يتم حسابها كمايلي

$$LF_8 = ES_8 = \text{الوقت الحرج} = 20$$

$$LF_F = LF_J - t_J = 20 - 4 = 16$$

$$LF_E = LF_I - t_I = 20 - 6 = 14$$

$$LF_H = LF_I - t_I = 20 - 6 = 14$$

$$LF_D = \begin{matrix} LF_H - t_H \\ LF_G - t_F \end{matrix} = Min\begin{Bmatrix} 14-6 \\ 20-2 \end{Bmatrix} = Min\begin{Bmatrix} 8 \\ 18 \end{Bmatrix} = 8$$

$$LF_C = LF_D - t_D = 8 - 3 = 5$$

$$LF_B = Min\begin{Bmatrix} LF_E - t_E \\ LF_F - t_F \end{Bmatrix} = Min\begin{Bmatrix} 14-3 \\ 16-7 \end{Bmatrix} = Min\begin{Bmatrix} 11 \\ 9 \end{Bmatrix} =$$

$$LF_A = Min\begin{Bmatrix} LF_B - t_B \\ LF_C - t_C \end{Bmatrix} = Min\begin{Bmatrix} 9-3 \\ 5-2 \end{Bmatrix} = 3$$

اما الابتداء المتأخر لأي نشاط فانه يساوي حاصل طرح زمن النشاط من نهايته المتأخرة

والجدول التالي يمثل الانشطة والازمنة المبكرة والمتأخرة

الانشطة	t_{ij}	ES	EF=ES+t_{ij}	LS	LF
A	3	0	3	0	3
B	3	3	6	6	9
C	2	3	5	3	5
D	3	5	8	5	8
E	3	6	9	11	14
F	7	6	13	9	16
H	6	8	14	8	14
G	2	8	10	18	20
I	6	14	20	14	20
J	4	13	17	16	20