الفصل الحادي عشر
شبكات العمل في دعم القرار

يعبر هذا الأسلوب الكمي من أحد أساليب بحوث العمليات التي تمثل الجزء الثالث من الأساليب الكمية لدعم القرار في المنظمة كما هو واضح في الشكل رقم (1-14) الوارد في الفصل الأول من كتابنا هذا.

1.11. مفهوم وأنواع شبكات العمل[1]

إن شبكات العمل تستخدم بالدرجة الأساس في دعم القرارات المتعلقة بتخطيط ومتابعة تنفيذ المشاريع المختلفة (الإنشائية، الإنتاجية، الخدمية، البحثية... الخ). لذلك، فإن هذا لأسلوب الكمي يعتبر من أساليب التخطيط والرقابة في منظمات الأعمال الإنتاجية والخدمية ويعتمد على الأشكال البيانية في توضيح كيفية تحقق التطور في الخطة ومتابعتها من حيث إنفاق الموارد (الزمنية، المادية، البشرية... الخ)، وبالتالي تحديد الانحرافات الإيجابية أو السلبية بالمقارنة بين ما تم تنفيذه في واقع الحال وما هو مخطط مسبقاً. إن شبكات العمل Network يمكن أن تظهر بصيغ وأشكال مختلفة، نذكرها على النحو التالي:

1. أسلوب (GANTT).
2. أسلوب المسار الحرج C.P.M.
3. أسلوب بيرت PERT.
4. أسلوب جيرت GERT.

---

(1) لمزيد من التفاصيل حول بدايات ظهور وتطور هذا الأسلوب ننصح القارئ الكريم بمراجعة كتابنا الموسوم: إدارة [illegible] والتوزيع 2005.

5.11. أسلوب المسار الحرج C.P.M

وهو أسلوب كمي وجد لغرض التخطيط والسيطرة على تنفيذ المشاريع المختلفة وجاءت التسمية لهذا الأسلوب الكمي من الحروف الأولى للمصطلح Critical Path Method وقد طور هذا الأسلوب من قبل شركة E.I. dupont denemours إن هذا الأسلوب هو أكثر كفاءة من الأسلوب السابق Bar-Chart، وتأتي هذه الكفاءة من إمكانية تقليص الوقت المطلوب لإنجاز المشروع الكلي ضمن شروط مقبولة اقتصادياً. وأصبح من المتطلبات المهمة لدعم قرارات تخطيط.

ومتابعة تنفيذ المشاريع الكبيرة والمعقدة، حيث قبل استخدام هذا الأسلوب لم يكن بالإمكان تنظيم العمليات المتعددة التي يتكون منها المشروعات الكبيرة في خطة متناسقة وذلك بسبب تعقد هذه الأعمال وتداخلها وعدم استطاعة العقل البشري تذكر ومتابعة كافة أعمال المشروع. وقبل الدخول في تحديد الكيفية التي يتم بموجبها تطبيق هذا الأسلوب، لا بد لنا في البداية من تحديد المفاهيم والتعاريف التالية:

i = رقم حدث البداية

j = رقم حدث النهاية

t_{ij} = وقت استغراق النشاط الواقع بين حدث البداية (i) وحدث النهاية (j).

وإذا علمت أن:

$\underline{E}T$ = الوقت المبكر Early Time.

$\underline{L}T$ = الوقت المتأخر Later Time.

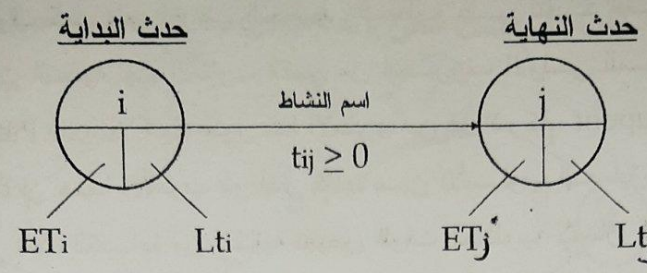
فإن :

ET_i = الوقت المبكر لوقوع حدث البداية (i).

LT_i = الوقت المتأخر لوقوع حدث البداية (i).

ET_j = الوقت المبكر لوقوع حدث النهاية (j).

LT_j = الوقت المتأخر لوقوع حدث النهاية (j).



ملاحظة رقم (1): إن النشاط الحرج هو ذلك النشاط الذي تتساوى فيه الأزمنة المبكرة والمتأخرة لكل من حدث البداية (i) وحدث النهاية (j).

ملاحظة رقم (2): المسار الحرج يتكون من مجموعة من الأنشطة الحرجة المتصلة مع بعضها البعض ومتسلسلة من الحدث الأول في الشبكة لغاية الحدث الأخير فيها، وأن وقت المسار الحرج هو أطول المسارات Total Duration حيث بعدها يعتبر المشروع متأخراً.

ملاحظة رقم (3): يمكن أن يكون في شبكة الأعمال للمشروع أكثر من مسار حرج.

إن حساب وتحديد المسار الحرج وكافة التحليلات الزمنية المرتبطة به يتطلبُ ذلك تنفيذ نوعين من الحسابات وهي:

1. الحسابات الأمامية (المتقدمة) Forward Computation.
2. الحسابات الخلفية (الراجعة) Backward Computation.

أولاً : الحسابات الأمامية (المتقدمة) Forward Computation.

إن هذه الحسابات مخصصة للأوقات المبكرة (ET)، وتبدأ هذه الحسابات الزمنية من الحدث الأول في الشبكة وتستمر بشكل تدريجي مستمر ومتسلسل لغاية الحدث الأخير. وتبدأ هذه الحسابات من العلاقة الرياضية التالية:

$$ET_1 = LT_1 = 0$$

وبعد ذلك يتم استخدام العلاقات الرياضية التالية:

1. إذا كان يرتبط بالحدث (j) نشاط واحد فقط.

$$ET_j = ET_i + t_{ij} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

2. إذا كان يرتبط بالحدث (j) أكثر من نشاط واحد.

$$ET_j = Max. \begin{bmatrix} ET_i + t_{ij} \\ ET_i + t_{ij} \\ \vdots \quad \vdots \end{bmatrix} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

ثانياً: الحسابات الخلفية Backward Computation

وهي مخصصة لحساب الأوقات المتأخرة (LT) وتبدأ من حيث انتهت الحسابات الأمامية بالاعتماد على العلاقات الرياضية التالية:

j = الحدث الأخير $LT_j = ET_j$

وبعد ذلك تطبق العلاقات الرياضية التالية:

(1) إذا كان يرتبط بالحدث (i) نشاط واحد فقط، فإن:

$$LT_i = LT_j - t_{ij} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

(2) إذا كان يرتبط بالحدث (i) أكثر من نشاط واحد، فإن:

$$LT_i = Min. \begin{bmatrix} LT_j - t_{ij} \\ LT_j - t_{ij} \end{bmatrix} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

وتستمر الحسابات بالتراجع وبشكل متسلسل بالتراجع لغاية الحدث الأول في الشبكة.

ملاحظة رقم (4): عند إجراء الحسابات الأمامية يؤخذ بنظر الاعتبار رأس السهم لتحديد عدد الأنشطة الداخلة إلى الحدث (j). أما بالنسبة للحسابات الخلفية، فإنه يؤخذ بنظر الاعتبار قاعدة السهم لتحديد عدد الأنشطة المرتبطة بالحدث (i).

وفيما يلي مثال يوضح فكرة تطبيق هذه الحسابات لتحديد المسار الحرج:

مثال رقم (1): توفرت لديك البيانات التالية المتعلقة بأحد المشاريع الإنشائية:

Activity الأنشطة	Event الأحداث	Time الوقت	
A.	(1–2)	3	Week
B.	(2–3)	2	Week
C.	(2–4)	6	Week
D.	(3–4)	5	Week
E.	(3–5)	3	Week
F.	(4–5)	7	Week
G.	(4–6)	3	Week
H.	(5–7)	5	Week
L.	(6–7)	2	Week

المطلوب:

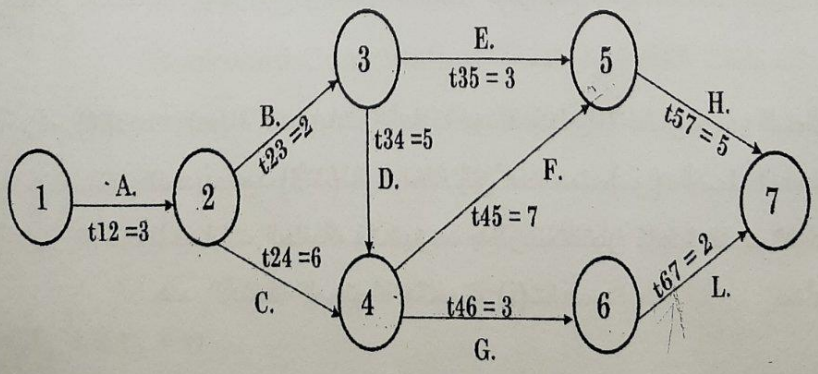
(1) رسم شبكة المشروع وتثبيت البيانات عليها.

(2) احسب ET، LT، C.P.M.

الحل:

في البداية يتم رسم المخطط الشبكي للمشروع ذلك كما يلي:

شكل رقم (11–4) المخطط الشبكي للمشروع



على أساس الشبكة السابقة التي تم تثبيت البيانات عليها يتم إجراء الحسابات الأمامية والخلفية وذلك كما يلي:

أولاً: الحسابات الأمامية (ET)

الحدث الأول: $ET_1 = LT_1 = 0$

الحدث الثاني: $ET_2 = ET_1 + t_{12} = 0 + 3 = 3$

الحدث الثالث: $ET_3 = ET_2 + t_{23} = 3 + 2 = 5$

الحدث الرابع:

$$ET_4 = Max.\begin{bmatrix} ET_2 + t_{24} \\ ET_3 + t_{34} \end{bmatrix}$$

$$= Max.\begin{bmatrix} 3+6=9 \\ 5+5=10 \end{bmatrix} = 10$$

الحدث الخامس:

$$ET_5 = Max.\begin{bmatrix} ET_3 + t_{35} \\ ET_4 + t_{45} \end{bmatrix}$$

$$= Max.\begin{bmatrix} 5+3=8 \\ 10+7=17 \end{bmatrix} = 17$$

الحدث السادس: $ET_6 = ET_4 + t_{46} = 10 + 3 = 13$

الحدث السابع:

$$ET_7 = Max.\begin{bmatrix} ET_5 + t_{57} \\ ET_6 + t_{67} \end{bmatrix}$$

$$= Max.\begin{bmatrix} 17+5=22 \\ 10+3=13 \end{bmatrix} = 22$$

ثانياً: الحسابات الخلفية (LT)

الحدث السابع: $ET_7 = LT_7 = 22$

الحدث السادس: $LT_6 = LT_7 - t_{67} = 22 - 2 = 20$

الحدث الخامس: $LT_5 = LT_7 - t_{57} = 22 - 5 = 17$

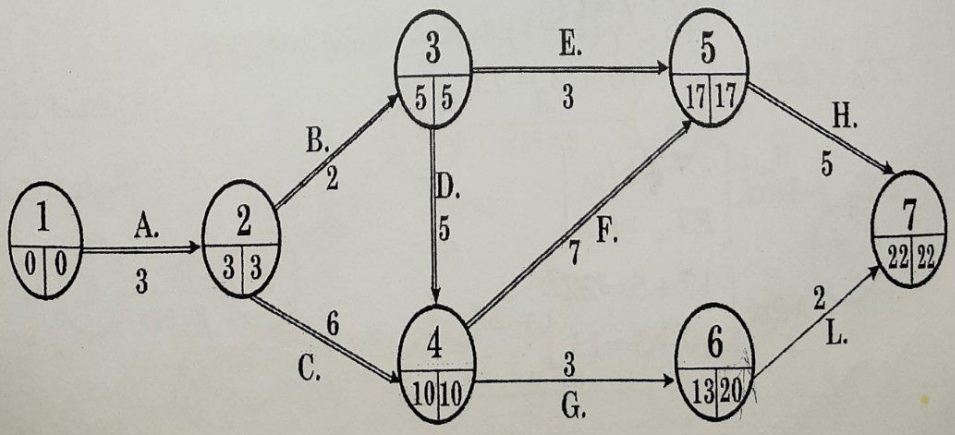
الحدث الرابع: $$LT_4 = Min.\begin{bmatrix} LT_5 - t_{45} \\ LT_6 - t_{46} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 17-7=10 \\ 13-3=10 \end{bmatrix} = 10$$

الحدث الثالث: $$LT_3 = Min.\begin{bmatrix} LT_5 - t_{35} \\ LT_6 - t_{46} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 17-3=14 \\ 10-5=5 \end{bmatrix} = 5$$

الحدث الثاني: $$LT_2 = Min.\begin{bmatrix} LT_3 - t_{23} \\ LT_4 - t_{24} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5-2=3 \\ 10-6=4 \end{bmatrix} = 3$$

وبعد انتهاء كلا النوعين من الحسابات توضع داخل المواقع المخصصة لهـا في الأحداث وكما هو واضح في الشكل (11-5).

شكل رقم (11-5) حساب ET ، LT و C.P.M



الخطوة التالية هي تحديد المسار الحرج، حيث يتم في البداية تحديد الأنــشطة الحرجة،وعندها نحصل على المسارات التالية:

المسار الأول : $A. \rightarrow B. \rightarrow E. \rightarrow H.$

$3 + 2 + 3 + 5 = 13$

المسار الثاني : $A. \rightarrow C. \rightarrow F. \rightarrow H.$

$3 + 6 + 7 + 5 = 21$

المسار الثالث: $A. \rightarrow B. \rightarrow D. \rightarrow E. \rightarrow H.$

$3 + 2 + 5 + 7 + 5 = (22)$

حيث أن المسار الثالث هو الذي سوف يعتمد لكونه أطول المسارات، ويساوي الرقم الموجود في الحدث الأخير ويعتبر هذا الوقت آخر وقت مسموح به لإنجــاز المشروع حيث بعده يعتمد المشروع متأخراً، وهذا مؤشر مهم يجب الاهتمام به عن اتخاذ القرار بتنفيذ مشروع معين.