

المحاضرة الثانية: أسلوب المسار الحرج (02)

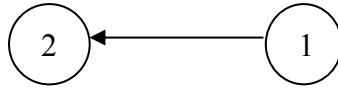
2- التحليل باستخدام طريقة المسار الحرج (CPM):

ظهر هذا الأسلوب في نهاية الخمسينات من القرن الماضي وأواخر سنة 1956، والذي يهدف إلى جدولة ومتابعة مشاريع صناعية، حيث يكون الوقت اللازم لكل نشاط محدد مسبقاً، ومن ثم يركز على إمكانية تخفيض مدة النشاط مقابل أقل تكلفة ممكنة (عن طريق إضافة عمال أو آلات حديثة...الخ).

1-2- مصطلحات أساسية:

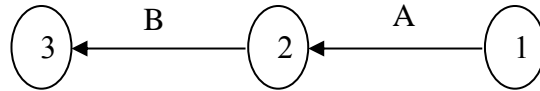
أ- الحدث (Event): ويمثل زمن بدء نشاط معين أو الانتهاء من تنفيذه، وهو لا يستنفذ وقتاً، ولا تكلفة ولا موارد، ويعبر عنه بدائرة بداخلها رقم.

ب- النشاط (Activity): يمثل النشاط القيام بمهمة معينة، وهو يتطلب موارد مالية وبشرية ووقت، ويربط بين حدثين معبراً عنه بسهم، كما هو مبين في الشكل التالي:

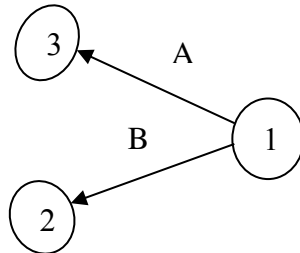


يمثل حدثين (1، 2) مربوطين بنشاط، كل حدث يمثل نقطة معينة من الزمن، فالحدث رقم (1) يبين نقطة البدء والحدث رقم (2) يبين نقطة النهاية والنشاط الممثل بالسهم يبين الوقت اللازم لإنجاز العمل الفعلي. وأن النشاط لا يبدأ إلا بعد وقوع الحدث الذي يسبقه أي أنه لا يمكن أن يبدأ إلا بعد إتمام كل الأنشطة التي تنتهي عند الحدث السابق له، ويمكن أن تنقسم الأنشطة إلى:

- أنشطة متعاقبة (على التسلسل): وهي الأنشطة التي تحدث في ترتيب متعاقب، ففي الشكل التالي نجد أن النشاط (A) يسبق النشاط (B) لاحقاً للنشاط (A)، وعلى هذا الأساس لا يجوز البدء بتنفيذ النشاط (B) إلا بعد إنجاز النشاط (A).



- أنشطة متزامنة (على التوازي): هي الأنشطة التي يتم تنفيذها في نفس الوقت بحيث يتم تنفيذ نشاطين أو أكثر في وقت واحد، والشكل التالي يبين أن النشاطين (A) و(B) ينفذان بنفس الوقت.



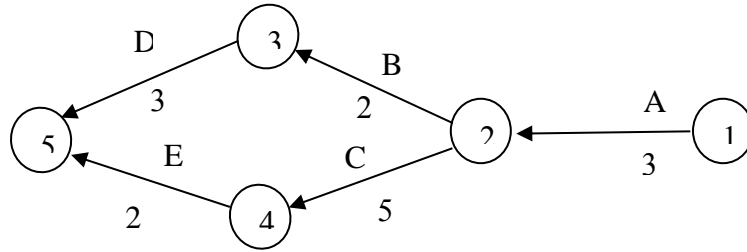
مثال رقم (02):

المعلومات التالية تخص بناء مشروع معين:

المسار	النشاط	الوقت اللازم لإنجاز النشاط
2-1	A	3
3-2	B	2
4-2	C	5
5-3	D	3
5-4	E	2

المطلوب: أرسم شبكة الأعمال حسب تعاقب الأنشطة؟

الحل:



يتم حساب الوقت اللازم لإنجاز المشروع ككل من خلال حساب أطول مسار من البداية إلى النهاية من بين المسارات الممكنة حيث نلاحظ وجود مسارين هما:

المسار الأول: (2-1)، (3-2)، (5-3) ومدته 8 أشهر؛

المسار الثاني: (2-1)، (4-2)، (5-4) ومدته 10 أشهر.

وبما أن المسار الثاني هو أطول مسار فهو يسمى بالمسار الحرج لإنجاز المشروع والأنشطة التي تكونه تسمى بالأنشطة الحرجة.

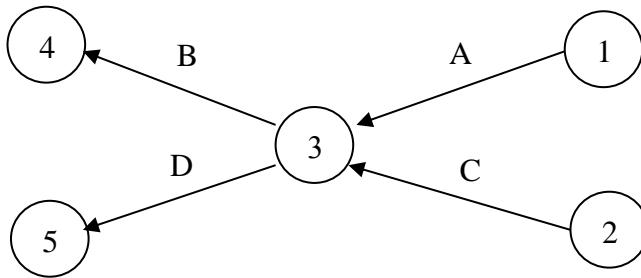
- أنشطة حقيقية (**Real Activities**): تعبر الأنشطة الحقيقية عن الأعمال التي يجب تنفيذها للانتقال من حدث معين على شبكة الأعمال إلى حدث آخر، وعلى هذا الأساس فإنها تمثل إنجازات معينة تأخذ وقتاً في تنفيذها، وتتطلب موارد مالية، مادية وبشرية، ويعبر عنها بخطوط متصلة تربط الأحداث للأنشطة المختلفة.

- أنشطة وهمية (**Dummy Activities**): فهي تلك الأنشطة التي لا تستغرق وقتاً ولا تستلزم أي موارد أي أن الوقت المستغرق من قبل النشاط الوهمي يعادل صفر، وعادة يعبر عن النشاط الوهمي بسهم متقطع.

ويمكن استخدام الأنشطة الوهمية بشكل عام في ثلاث حالات رئيسية هي:

- يستخدم النشاط الوهمي للتعبير عن علاقات بخطط متقطع متتابعة بين الأنشطة المختلفة المكونة للشبكة.

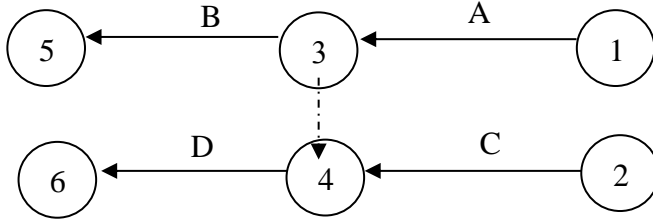
مثال رقم (03):



إن النشاط (B) يجب أن يعقب النشاط (A)، كما أن النشاط (D) لاحق للنشاطين (A) و(C).
المطلوب: هل الشكل السابق صحيح، مع تصحيح الخطأ الوارد؟

الحل:

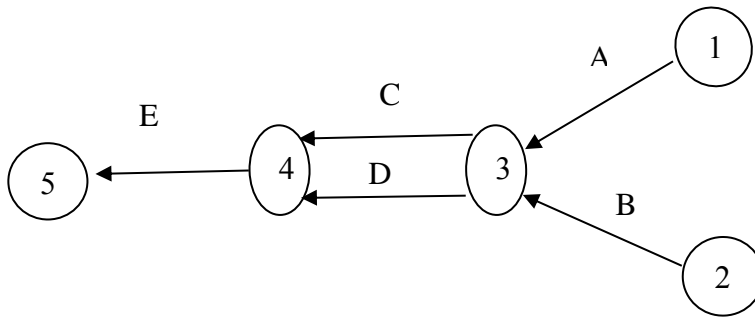
الشكل السابق خاطئ، ولتصحيح الخطأ فإننا نستطيع إعادة رسم الشبكة مستخدمين نشاطا وهميا بالشكل التالي:



- يستخدم النشاط الوهمي من أجل فك الارتباط بين حدثين يرتبطان بأكثر من نشاط واحد.

مثال رقم (04):

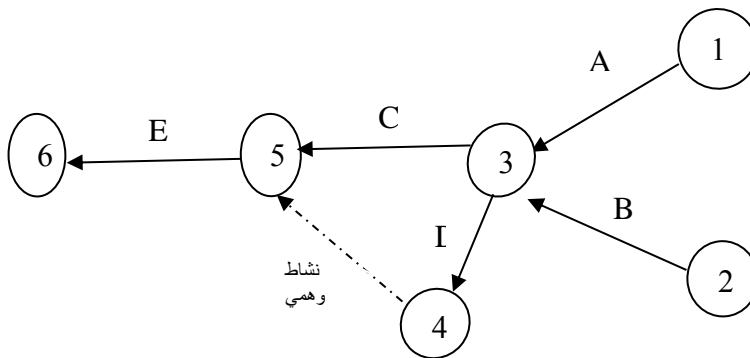
لدينا الشكل التالي:



المطلوب: هل الشكل صحيح أم خاطئ، مع تصحيح الخطأ إن وجد؟

الحل:

هذا الشكل خاطئ، والشكل الصحيح هو كما يلي:



- تستخدم الأنشطة الوهمية من أجل تحقيق الوضوح والعلاقات المنطقية على شبكة الأعمال، حيث أن شبكة الأعمال يجب أن تكون لها نقطة بداية واحدة ونقطة نهاية واحدة.

1-2- حساب أوقات النشاط: من أجل الوصول لاحتساب الزمن اللازم لإنجاز المشروع فإن طريقة المسار الحرج تتطلب توضيح المفاهيم التالية:

أ- وقت البداية المبكرة للنشاط (**Earliest Start for activity**): وهي عبارة عن أقرب وقت يمكن البدء فيه بتنفيذ ذلك النشاط، يمكن حسابها من خلال العلاقة التالية:

$$\text{وقت البداية المبكرة للنشاط} = \text{وقت البداية المبكرة للنشاط السابق له} + \text{مدة إنجاز النشاط السابق}$$

ب- وقت النهاية المبكرة للنشاط (**Earliest Finish for activity**): وهي عبارة عن أقرب وقت يمكن أن ينتهي فيه تنفيذ فعالية أو نشاط معين، يمكن حسابها من خلال العلاقة التالية:

$$\text{وقت النهاية المبكرة للنشاط} = \text{وقت البداية المبكرة للنشاط} + \text{مدة إنجاز النشاط}$$

ج- وقت البداية المتأخرة للنشاط (**Late Start for activity**): تعرف البداية المتأخرة لأي نشاط بأنها آخر وقت يمكن أن يبدأ فيه النشاط دون أن يؤثر ذلك على إتمام المشروع في وقته المحدد.

د- وقت النهاية المتأخرة للنشاط (**Late Finish for activity**): وهي آخر وقت يمكن أن ينتهي فيه النشاط دون أن يؤثر على إنجاز المشروع في وقته المحدد.

وتحسب البدايات والنهايات المتأخرة عن طريق المرور التراجعي أي البدء من النشاط النهائي (الأخير) ثم نبدأ بالتراجع على المسارات المختلفة مروراً بجميع الأنشطة لاحتساب كل البدايات والنهايات المتأخرة.

هـ- الوقت الفائض الكلي (**Total Float**): ويسمى أيضاً مرونة الأنشطة، ويأخذ قيم موجبة أو صفرية، فالموجبة تعني أن هناك إمكانية لتأخير النشاط بمقدار هذه القيمة، أما القيمة الصفرية فتعني أن النشاط حرج ولا يمكن تأخيره؛ ويتم حسابه عن طريق الفرق بين البداية المتأخرة والبداية المبكرة لهذا النشاط أو الفرق بين النهاية المتأخرة لهذا النشاط ونهايته المبكرة، ويمكن حسابه من خلال العلاقة التالية:

$$TF_{ij} = LS_j - ES_i = LC_{ij} - LS_{ij}$$

حيث:

LS_{ij}: وقت البداية المتأخرة للنشاط؛

ES_i: وقت البداية المبكرة للنشاط؛

LC_{ij}: وقت النهاية المتأخرة للنشاط؛

LS_{ij}: وقت البداية المتأخرة للنشاط.

ويهدف الوقت الفائض الكلي لمعرفة النشطة الحرجة وبالتالي المسار الحرج والذي يعبر على مدة تنفيذ المشروع.

و- الوقت الفائض الحر (**Free Float**): هو ذلك " الوقت الذي يمكن تأجيل تنفيذ النشاط بمقداره، دون أن يؤدي هذا إلى تحويل المسارات شبه الحرجة إلى مسارات حرجة".

ويمكن حسابه من خلال العلاقة التالية:

$$FF_{ij} = ES_j - ES_i - T_{ij}$$

حيث:

ES_j: الوقت المبكر لحدث نهاية النشاط؛

ES_i: الوقت المبكر لحدث بداية النشاط؛

T_{ij}: وقت النشاط العادي.

ويهدف حساب الوقت الفائض الحر إلى معرفة الأنشطة التي يمكن ضغطها أو تسريعها.

2-3- خطوات تطبيق طريقة المسار الحرج

تتلخص خطوات تطبيق طريقة المسار الحرج في:

- معرفة كل الأنشطة التي تكون المشروع: في البداية يتم تحديد كل الأنشطة التي يضمها المشروع بناء على بنية تقسيم العمل؛
- معرفة العلاقات المنطقية بين الأنشطة: هناك أنشطة يمكن تنفيذها على التوازي أو على التسلسل، في هذه الخطوة يتم عمل قائمة بكل نشاط وعلاقتها بالأنشطة الأخرى؛
- رسم شبكة الأعمال: بعد معرفة الأنشطة وما يترتب عليها من أنشطة أخرى، يتم رسم المخطط الشبكي الخاص بالمشروع؛
- تقدير الزمن اللازم لإنهاء كل نشاط: يتم تقدير الزمن اللازم لإنهاء كل نشاط باستخدام الخبرات السابقة بهذه الأنشطة أو باستخدام الحدس؛
- تحديد المسار الحرج على المخطط الشبكي: وهو عبارة عن أطول مسار من حيث المدة الزمنية اللازمة لإنهائه، بحيث أن حدوث تأخير في أحد الأنشطة المكونة له يؤدي إلى تأخير المشروع بأكمله؛
- تحديث أزمنا الأنشطة المتعلقة بالمشروع بشكل دوري: خلال تنفيذ المشروع يتم تسجيل الوقت الحقيقي الذي استغرقه كل نشاط، وفي هذه الأثناء قد يظهر مسار حرج جديد أو تظهر أنشطة جديدة لم تكن في الحسبان.