المحاضرة الأولى

تمهيد

يعتبر التحليل الشبكي من الأساليب الإدارية والتي تساهم بشكل كبير في عمليات التخطيط، الجدولة والرقابة على تنفيذ المشاريع والبرامج.

ولمعالجة هذا الفصل تم تقسيمه إلى ثلاثة مطالب فرعية، سنتناول في المطلب الأول أساسيات حول شبكات الأعمال، أما المطلب الثاني فيتم التطرق فيه إلى طريقة المسار الحرج (CPM)، أما المطلب الثالث والأخير فسيخصص حول طريقة مراجعة وتقييم البرامج (PERT).

المطلب الأول: أساسيات حول شبكات الأعمال

أولا: مفهوم المشروع

المشروع هوعبارة عن سلسلة من الأنشطة المترابطة والمطلوب تنفيذها في ترتيب زمني معين على أساس منطقي لكل نشاط.

ثانيا: مراحل إدارة المشروع

تتضمن إدارة المشروع ثلاث مراحل أساسية هي:

1- مرحلة التخطيط: وتتضمن:

- تقسيم المشروع إلى عدد من الأنشطة المنفصلة عن بعضها البعض تماما.
- تقدير الوقت اللازم لإنجاز كل نشاط على حدة.
- تمثل الأنشطة برسم شبكة أعمال حيث يمثل كل نشاط بسهم وكل نقطة ابتداء نشاط أو نهايته بدائرة صغيرة. ويساعد الرسم على دراسة كل نشاط بالتفصيل ومعرفة التحسينات التي يمكن إدخالها، ولوضع جدول لتنفيذ المشروع.

2- مرحلة الجدولة: والهدف منها عمل جدول زمني يوضح وقت ابتداء وانتهاء كل نشاط والعلاقة بين هذا النشاط والأنشطة الأخرى، كما أن الجدول يجب أن يوضح الأنشطة الحرجة (بالنسبة للزمن)، والتي تحتاج إلى عناية خاصة لضمان إنهاء المشروع في الوقت المحدد، وبالنسبة للأنشطة غير الحرجة يجب أن يوضح الجدول كمية الوقت الفائض والذي يمكن استغلاله عند تأخر هذه الأنشطة أو عندما تكون الموارد نادرة، وتصبح الحاجة لاستخدامها بكفاية ماسة.

3- مرحلة المراقبة: وتتضمن استخدام شبكة الأعمال والجدول الزمني لعمل تقارير عن تقدم المشروع على فترات متساوية لعمل ما يلزم من تعديلات.

ثالثا: مفهوم شبكات الأعمال

التعريف الأول: تعرف شبكات الأعمال على أنها رسم بياني يوضح العلاقة بين الأحداث والأنشطة التي يتكون منها المشروع، وتوضح شبكات الأعمال علاقات التتابع والتسلسل المنطقي والأسبقية بين الأنشطة، وكذلك الوقت المطلوب لكل نشاط".

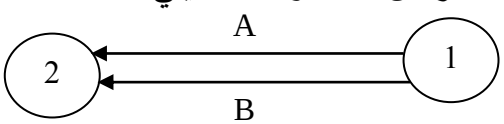
رابعا: مميزات شبكات الأعمال: تتميز شبكات الأعمال بالخصائص التالية:

- أنها تعتبر قاعدة يتم الاعتماد عليها في عمليات التخطيط والتنبؤ في المشاريع؛
- تساعد الإدارة في التعامل مع الأخطاء المصاحبة لأي مشروع يتم تنفيذه؛
- تمثل أساسا مهما من أسس عملية اتخاذ القرارات؛
- يمثل هذا الأسلوب وسيلة رقابة.

خامسا: قواعد رسم شبكة الأعمال

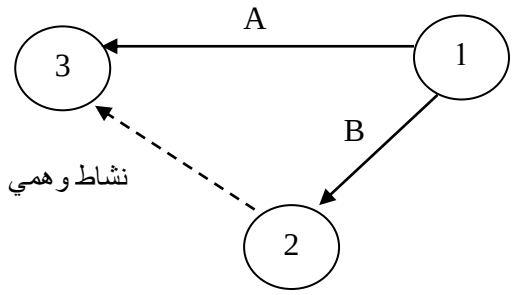
هناك العديد من القواعد يجب مراعاتها عند رسم شبكات الأعمال من أهمها ما يلي:

- التحديد الدقيق لجميع أنشطة المشروع وعلاقات التتابع المنطقية بينها؛
- يجب أن تتضمن الشبكة حدثا واحدا للبداية وحدثا واحدا للنهاية؛
- يجب أن يكون لكل نشاط حدث بداية واحد وحدث نهاية واحد، لكل يمكن أن تبدأ عدة أنشطة من حدث واحد أو تنتهي عدة أنشطة عند حدث واحد؛
- تحديد رقم لكل حدث، ويجب أن لا يتكرر رقم الحدث أكثر من مرة واحدة على شبكة الأعمال، وكل حدث يجب أن يمثل نهاية نشاط (أو أكثر) سابق، وبداية نشاط (أو أكثر) لاحق، ماعدا حدث بداية المشروع فلا تسبقه أنشطة، وحدث نهاية المشروع فلا توجد أنشطة بعده؛
- يمثل كل نشاط بسهم واحد فقط، ويشير رأس السهم إلى اتجاه انسياب العمل وغالبا ما يكون النشاط واقعا بين حدثين؛
- يجب التأكد عند رسم شبكة الأعمال من عدم وجود أنشطة معلقة؛
- إذا تعددت الأنشطة السابقة لحدث ما، وكان ذلك الحدث نقطة نهاية لعدة مسارات، فإن وقت هذا الحدث يكون أطول وقت للمسارات التي تسبقه؛
- لا يجوز ربط حدثين بأكثر من نشاط واحد كما يلي:



وذلك لأن انتهاء النشاطين A, B المبتدئين من حدث البداية عند حدث واحد يخالف قواعد بناء شبكات الأعمال والتي تفترض وقوع كل نشاط بين حدثين مستقلين وإن تطلب الأمر إنجازهما في نفس الوقت مع اختلاف الزمن الذي يستغرقه كل نشاط، ولعلاج مثل هذه الحالة يتم استحداث

نشاط وهمي على شكل سهم متقطع، والهدف من ذلك تحقيق التتابع المنطقي في تسلسل تنفيذ الأحداث كما يلي:



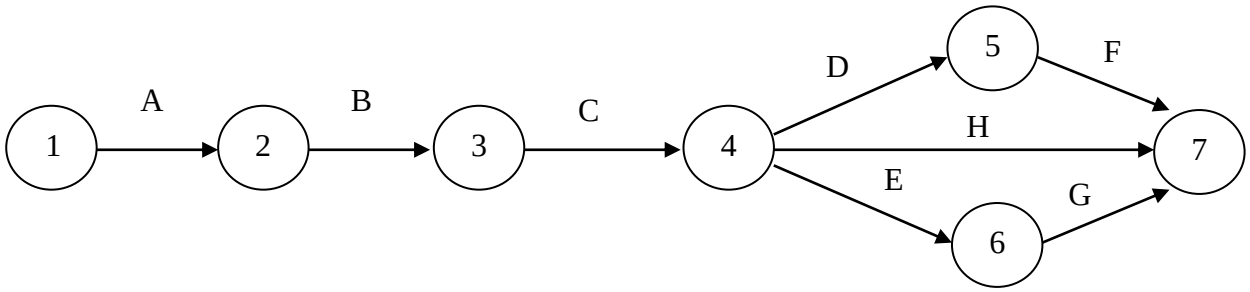
مثال رقم (01)

إذا تطلب الأمر إنجاز مهمة معينة مكونة من ثمانية أنشطة مختلفة وهي (A, B, C, D, E, F, G, H)، وأن الترتيب المنطقي للأنشطة هي كما يلي:

- النشاط B يلي النشاط A والنشاط C يلي النشاط B؛
- النشاط E, D يمكن البدء بهما معا بعد إنهاء النشاط C؛
- النشاط F يتبع النشاط D والنشاط G يتبع النشاط E؛
- النشاط H يمكن أن يبدأ بعد النشاط C.

المطلوب: أرسم شبكة الأعمال للنشاطات الثمانية التي تستوفي علاقات الترتيب أعلاه؟

الحل



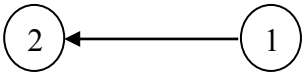
المطلب الثاني: التحليل باستخدام طريقة المسار الحرج (CPM)

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

أولا: مصطلحات أساسية

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

- **النشاط (Activity):** يمثل النشاط القيام بمهمة معينة، وهو يتطلب موارد مالية وبشرية ووقت، ويربط بين حدثين معبرا 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.

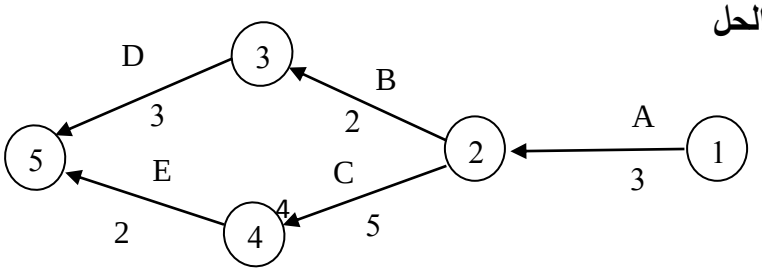
مثال رقم (02)

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: (1-2)، (2-3)، (3-5) ومدته 8 أشهر؛

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

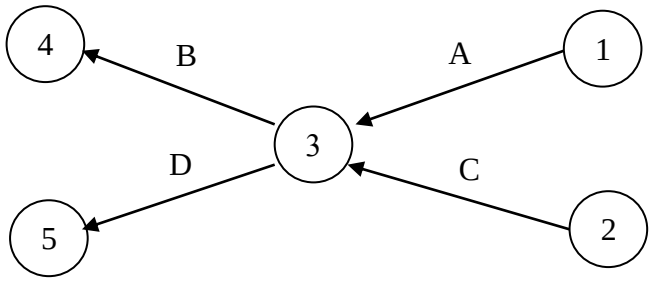
وبما أن المسار الثاني هو أطول مسار فهو يسمى **بالمسار الحرج** لإنجاز المشروع والأنشطة التي تكونه تسمى **بالأنشطة الحرجة.**

1- 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 وقتا في تنفيذها، وتتطلب موارد مالية، مادية وبشرية، ويعبر عنها بخطوط متصلة تربط الأحداث للأنشطة المختلفة.

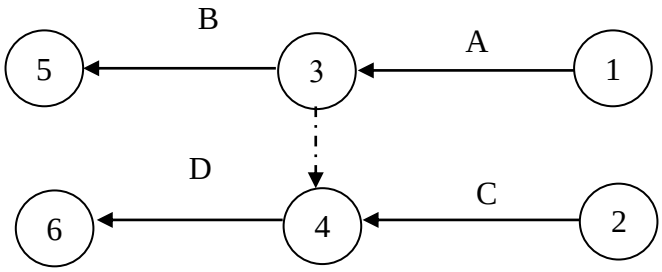
2- أنشطة وهمية (Dummy Activities): فهي تلك الأنشطة التي لا تستغرق وقتا ولا تستلزم أي موارد أي أن الوقت المستغرق من قبل النشاط الوهمي يعادل صفر، وعادة يعبر عن النشاط الوهمي بسهم متقطع.

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

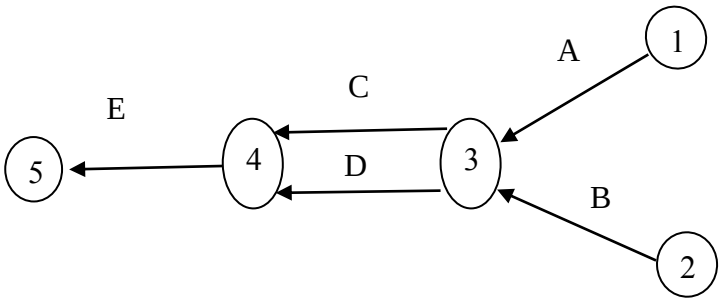
- يستخدم النشاط الوهمي للتعبير عن علاقات متقطعة متتابعة بين الأنشطة المختلفة المكونة للشبكة، كما هو موضح بالشكل التالي:



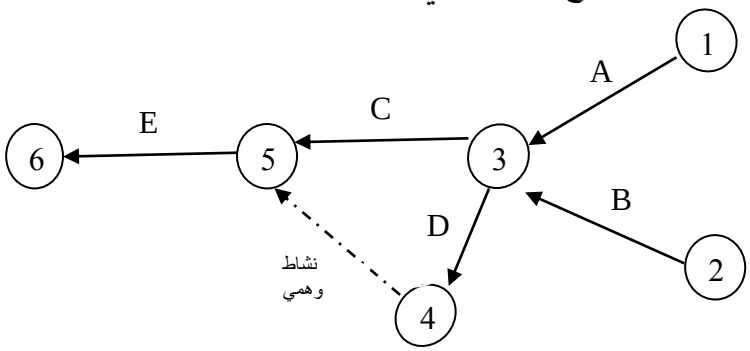
إن النشاط (B) يجب أن يعقب النشاط (A)، كما أن النشاط (D) لاحق للنشاطين (A) و(C)؛ والشكل السابق خاطئ، ولتصحيح الخطأ فإننا نستطيع إعادة رسم الشبكة مستخدمين نشاطا وهميا بالشكل التالي:



- يستخدم النشاط الوهمي من أجل فك الارتباط بين حدثين يرتبطان بأكثر من نشاط واحد كما هو في الشكل التالي:



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.

ثانيا: 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:

وقت البداية المبكرة للنشاط = وقت البداية المبكرة للنشاط السابق له + 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:

وقت النهاية المبكرة للنشاط = وقت البداية المبكرة للنشاط + مدة إنجاز النشاط

ج- وقت البداية المتأخرة للنشاط (Latest 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 (Latest 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 مرورا بجميع الأنشطة لاحتساب كل البدايات والنهايات المتأخرة.

هـ- الوقت الفائض الكلي (Total Float): ويسمى أيضا 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؛

Lcij: وقت النهاية المتأخرة للنشاط؛

Lsij: 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.

كذلك هو عبارة عن أكبر وقت يمكن تأجيل المباشرة بتنفيذ نشاط ما إذا ابتدأت كافة الأنشطة الباقية في الأوقات المبكرة لها، ففي هذه الحالة (FF_{ij}) هو عبارة عن الزيادة في الزمن المتاح ($ES_j -$) فوق زمن الاستغراق (d_{ij}) الذي يتطلبه إنجاز المشروع، 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.

ثانيا: خطوات تطبيق طريقة المسار الحرج

تتلخص خطوات تطبيق طريقة المسار الحرج في:

1- معرفة كل الأنشطة التي تكون المشروع: في البداية يتم تحديد كل الأنشطة التي يضمها المشروع بناءا على بنية تقسيم العمل؛

2- 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؛

3- رسم شبكة الأعمال: بعد معرفة الأنشطة وما يترتب عليها من أنشطة أخرى، يتم رسم المخطط الشبكي الخاص بالمشروع؛

4- تقدير الزمن اللازم لإنهاء كل نشاط: يتم تقدير الزمن اللازم لإنهاء كل نشاط باستخدام الخبرات السابقة بهذه الأنشطة أو باستخدام الحدس؛

5- 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؛

6- تحديث أزمنة 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.