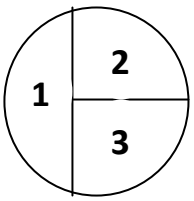
ملخص محاضرات المحور الأول
تخطيط ومراقبة المشروعات باستخدام طريقة PERT

1- مدخل لشبكات الأعمال

شبكات الأعمال هي أحد الأساليب التي تستخدم في إدارة المشاريع وذلك عن طريق تحديد وقت تنفيذ المشروع وكذلك الموارد والتكاليف اللازمة لتنفيذ المشروع. ويمكن القول بأنها عبارة عن رسم يحتوي على العديد من الدوائر والأسهم، حيث تمثل الدوائر الحدث بمعنى زمن بداية ونهاية كل نشاط، والأسهم تمثل الأنشطة.

كيفية رسم المخطط الشبكي: من أجل رسم الشبكة يمكن إتباع الملاحظات التالية:

- كل شبكة ستنطلق من بداية معينة ولها نهاية معينة، ونرمز لهذه البداية أو النهاية بدوائر.
- كل نشاط أو عملية نرمز له بسهم، يحمل هذا السهم رمز وهو اسم النشاط (العملية) ورقم هو مدة النشاط.
- كل سهم هو عملية تنطلق من دائرة معينة هي بدايتها، وتصل لدائرة أخرى هي نهايتها.
- يمكن لمجموعة من النشاطات أن تشترك في بداية واحدة أو نهاية واحدة.
- لا يمكن أن يشترك نشاطين في نفس البداية ونفس النهاية.
- كل دائرة من دوائر الشبكة سيتم تقسيمها إلى ثلاثة أقسام هي:

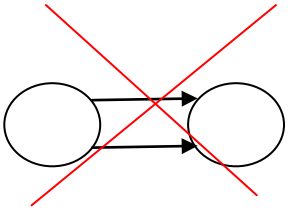


(1) ترقيم المراحل (2) الزمن المبكر للنشاط.

(3) الزمن المتأخر للنشاط.

- **الزمن المبكر:** هو اقرب وقت ممكن للبدء في النشاط والانتهاء منه، ولحساب الأوقات المبكرة نبدا من اللحظة صفر ونضيف لكل نشاط زمن النشاط التالي حتى نصل إلى نهاية الشبكة (إذا كان لدينا الاختيار في زمن البداية المبكرة نختار أكبر قيمة Max).
- **الزمن المتأخر:** هو آخر وقت لبدأ تنفيذ النشاط والانتهاء منه، ولحساب الأوقات المتأخرة نبدا من لحظة انتهاء المشروع (آخر دائرة في الشبكة) وبشكل عكسي حسب المسارات نقوم بطرح زمن تنفيذ كل نشاط من النشاط السابق له (إذا كان لدينا الاختيار في زمن النهاية المتأخرة نختار أقل قيمة Min).
- الأنشطة الحرجة في الشبكة هي التي يتساوى فيها الزمن المبكر مع الزمن المتأخر أي الجزء العلوي والجزء السفلي من الدائرة، ونرمز له بسهم مزدوج في الرسم.

- **النشاط الوهمي أو الخيالي:**



أثناء رسم الشبكة لا يمكن أن يربط بين مرحلتين (دائرتين) سهمين في نفس الوقت،

وفي بعض الأحيان يظهر من المعطيات بأن هناك نشاطين أو أكثر بين مرحلتين، لذا نستعين بالنشاط الوهمي، ونرمز له بسهم متقطع، ويكون زمن تنفيذ هذا النشاط هو صفر (منعدم).

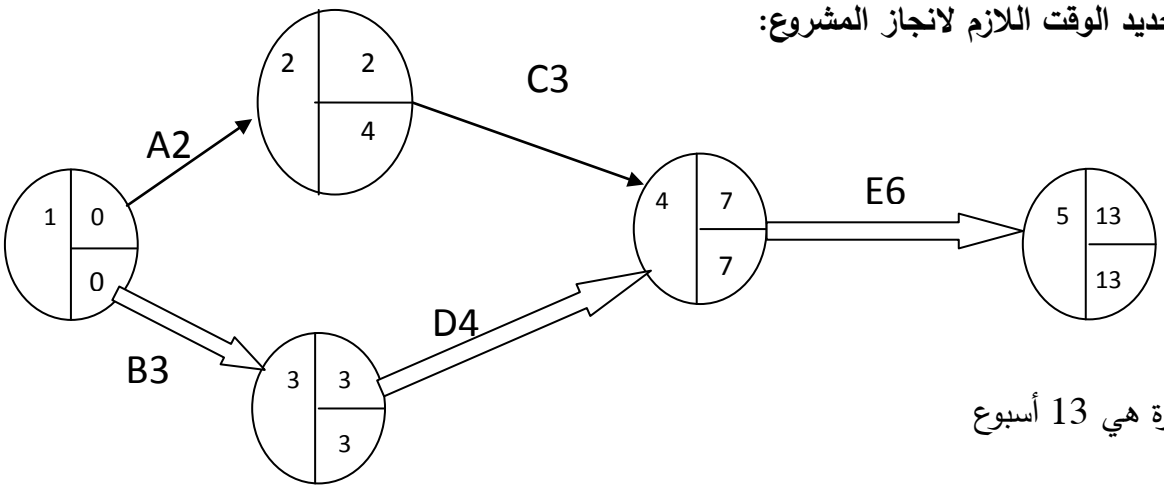
مثـال: نفترض هناك مشروع معين يتكون من العديد من الأنشطة نرمز لها بـ .(A, B, C, D, E,) وكل نشاط يستغرق زمن معين كما يلي:

- في البداية يتم نشاطين في نفس الوقت A و B والزمن اللازم لانجازهما هو 2 و 3 أسبوع على التوالي.
- بعد النشاط A لدينا النشاط C يستغرق 3 أسابيع.
- بعد النشاط B لدينا النشاط D يستغرق 4 أسابيع.
- بعد النشاطين C و D لدينا النشاط الأخير E يستغرق 6 أسابيع.

المطلوب: كم من الوقت يستغرق بناء هذه العمارة؟ وما هي الأنشطة الحرجة التي لا تحتمل التأخير؟

النشاط	A	B	C	D	E
النشاط السابق	–	–	A	B	C, D
الزمن d(i)	2	3	3	4	6

رسم الشبكة وتحديد الوقت اللازم لانجاز المشروع:



مدة انجاز العمارة هي 13 أسبوع

الأنشطة الحرجة هي B, D ,E

<u>تحديد المسار الحرج</u>: يقصد بالمسار الحرج الأنشطة التي لا تحتمل أي تأخير، وأي تأخير في نشاط حرج سينعكس ذلك على مدة انجاز المشروع ككل (هو أطول المسارات وقتا في الشبكة)، ويمكن معرفة الأنشطة الحرجة من الشبكة (الشكل) وهي الأنشطة التي يتساوى فيها الزمن المبكر مع الزمن المتأخر، ولكن أحيانا لا يبين الشكل ذلك فنحتاج لحساب الهامش الإجمالي MT الذي نحتاج لحسابه العناصر التالية:

- **زمن البداية المبكرة (ESi)**: وهو أقل زمن يمكن أن يبدأ فيه النشاط وذلك بافتراض أن جميع الأنشطة السابقة قد بدأت في زمنها المبكر (تمثل الجزء العلوي من الدائرة التي تسبق النشاط في الشبكة).
- **زمن النهاية المبكرة (EFi)**: وهو أقل زمن يمكن أن ينتهي به النشاط، ويساوي البداية المبكرة مضاف إليها زمن النشاط أي: $EFi = ESi + d(i)$.
- **زمن البداية المتأخرة (LSi)**: ويعني الزمن الذي يستطيع أن يتأخر إليه النشاط دون أن يؤخر النشاط الذي يليه ويساوي النهاية المتأخرة ناقص زمن النشاط أي: $LSi = LFi - d(i)$.
- **زمن النهاية المتأخرة (LFi)**: هو آخر وقت يمكن أن ينتهي إليه النشاط دون أن يؤثر ذلك على وقت إنجاز المشروع ككل، فالنهاية المتأخرة للنشاط (تمثل الجزء السفلي من الدائرة التي تلي النشاط في الشبكة)، ويمكن حسابها أيضا من خلال العلاقة $LFi = LSi + d(i)$.
- **الهامش الإجمالي أو الفائض (MT)**: هو الزمن الذي يمكن أن يتأخر به تنفيذ النشاط دون أن يؤثر ذلك على مدة إنجاز المشروع ككل (معناه الوقت المسموح به في التأخير)، وكل نشاط له هامش إجمالي منعدم أي 0 معناه نشاط حرج لا يحتمل التأخير، ويحسب بالعلاقة التالية: $MT = LSi - ESi$ أو $MT = LFi - EFi$

المثال السابق نحسب الهامش الإجمالي لكل نشاط:

النشاط	d(i)	ESi	LSi	EFi	LFi	MT
A	2	0	2	2	4	2
B	3	0	0	3	3	0
C	3	2	4	5	7	2
D	4	3	3	7	7	0
E	6	7	7	13	13	0

يتضح من الجدول بأن الأنشطة التي هامشها الإجمالي يساوي صفر أي لا يمكن التأخير فيها هي B, D ,E

2- مدخل لطريقة بييرت (PERT) في إدارة المشاريع

هناك أسلوبين معروفين في تحليل شبكات الأعمال هما:

١- **أسلوب المسار الحرج:** ظهر هذا الأسلوب (CPM) في نهاية الخمسينات من القرن الماضي لجدولة ومتابعة مشاريع صناعية، حيث يكون الوقت اللازم لكل نشاط محددًا مسبقًا، ومن ثم يركز على إمكانية تخفيض مدة النشاط مقابل أقل تكلفة ممكنة

٢- **أسلوب تقييم برامج ومراجعة تقنيات المشروع:** تم تطوير أسلوب (PERT) في الخمسينيات(1958) من قبل فريق عمل مكون من البحرية الأمريكية بالإضافة إلى مستشارين في شركة (Booz Allen and Hamilton) بهدف تطوير نظام للصواريخ لمواجهة الاتحاد السوفيتي وتقليص الزمن الكلي لإنجاز المشروع. ومن خلال تبني أسلوب (PERT) تم اختصار وقت تنفيذ المشروع بسنتين.

ويعتبر هذا الأسلوب أحد أساليب التحليل الشبكي والذي يشبه إلى حد ما أسلوب المسار الحرج من حيث رسم شبكة الأعمال، ولكنها تختلف عنه في زمن الأنشطة فهناك زمن واحد لإنهاء النشاط في طريقة المسار الحرج في حين نجد في أسلوب بييرت ثلاثة أنواع من الأزمنة:

1- **الزمن التفائلي:** نرمز له بالرمز a: وهو الزمن اللازم لتنفيذ النشاط في أفضل الظروف.

2- **الزمن التشائمي:** نرمز له بالرمز b: وهو الزمن اللازم لتنفيذ النشاط في أسوء الظروف.

3- **الزمن الأكثر احتمالا:** نرمز له بالرمز m: وهو الزمن اللازم لتنفيذ النشاط في الظروف العادية.

ثم نحسب:

$$\text{الزمن المتوقع لتنفيذ النشاط} = \frac{\text{الزمن التفائلي} + 4*\text{الزمن الأكثر احتمالا} + \text{الزمن التشائمي}}{6}$$

$$t(i) = \frac{a+b+4m}{6}$$

3- تحديد احتمالات انجاز المشروع خلال فترة محددة

من أجل تحديد احتمال انجاز المشروع خلال فترة معينة نتبع الخطوات التالية:

- نحسب الزمن المتوقع لتنفيذ كل نشاط من خلال العلاقة التالية $t(i)=\frac{a+b+4m}{6}$
- نقوم برسم الشبكة وتحديد المسار الحرج من خلال الزمن المتوقع.
- نحسب التباين لكل نشاط من خلال العلاقة $\sigma^2=\left(\frac{b-a}{6}\right)^2$ التباين $=\left(\frac{\text{الزمن التشاؤمي} - \text{الزمن التفاؤلي}}{6}\right)^2$

- نحسب الانحراف المعياري للمشروع ويساوي الجذر التربيعي لمجموع تباينات الأنشطة الحرجة $\sigma=\sqrt{\sigma^2}$
- لتحديد احتمال انجاز المشروع خلال فترة معينة يتم حساب معامل احتمال تنفيذ المشروع (Z) في تلك الفترة ويساوي $z=\frac{xi-\bar{x}}{\sigma}$

حيث:

Xi هو الوقت المرغوب حسابه

$\bar{X}$ هو الوقت الموجود في الشبكة

σ الانحراف المعياري للمشروع

- بعد حساب القيمة الإحصائية Z يتم البحث عن الاحتمال المقابل لها ضمن جدول التوزيع الطبيعي، حيث أن مدة انجاز المشروع تخضع لهذا التوزيع.

4- تحديد الوسائل اللازمة لانجاز المشروع (عدد العمال)

من اجل تحديد عدد العمال اللازمين لانجاز المشروع نتبع الخطوات التالية:

- نقوم بحساب البداية المبكرة لكل الأنشطة (ESi).
- نقوم بترتيب الأنشطة حسب البداية المبكرة ترتيبا تصاعديا.
- نقوم برسم مختلف الأنشطة في رسم بياني حسب ثلاثة نقاط هي: بداية كل نشاط (ESi)، الوقت اللازم للنشاط (ti)، عدد العمال لكل نشاط.
- بعد نهاية رسم كل أنشطة المشروع يتضح لنا من الحد الأعلى للرسم (السقف) عدد العمال اللازمين لانجاز المشروع.

5- تخفيض وقت انجاز المشروع PERT/COST

من اجل المقايضة بين التكلفة والزمن بمعنى نخفض في مدة انجاز المشروع ولكن مع زيادة في التكلفة الإجمالية للمشروع، نتبع الخطوات التالية:

- نقوم بحساب الوقت المخفض وهو الفرق بين الزمن العادي وزمن الإسراع (الزمن الجديد).
- نقوم بحساب التكلفة الزائدة وهي الفرق بين التكلفة العادية وتكلفة الإسراع (التكلفة الجديدة).
- نقوم بحساب التكلفة الحدية وهي حاصل قسمة التكلفة الزائدة / الوقت المخفض.
- نرسم المنحنى السلمي بالنسبة لكل الأنشطة وهو عبارة عن الشبكة في شكل خطوط.
- نختار أنشطة المسار الحرج، ونختار من بينها النشاط ذو اقل تكلفة حدية، ونخفض فقط الوقت المسموح به وهو المقابل لهذا النشاط في الوقت المخفض.
- الأنشطة الحرجة التي تكلفتها الحدية صفر لا يمكن التخفيض فيها نضع رمز (∞) بجانب هذه الأنشطة في الرسم.
- نواصل التخفيضات حتى نتوصل إلى تكوين مسار حرج تحمل كل أنشطته رمز (∞) فهذا يعني أنه لا يمكن التخفيض أكثر من هذا ونتوقف عن التخفيضات.

6- تخفيض وقت انجاز المشروع PERT/COST