المحور الرابع: شبكات الأعمال

تعد شبكات الأعمال إحدى الأساليب الكمية في بحوث العمليات، وهي أسلوب علمي متطور في تخطيط ومراقبة تنفيذ المشروعات وتنظيمها على شكل شبكة تعكس التسلسل الزمني والمنطقي لتنفيذ عمليات المشروع وأنشطته المترابطة، فالتحليل الشبكي إذن هو الأداة التنظيمية التي يمكن من خلالها ضبط سير عملية تنفيذ الأعمال وفق البرنامج المخطط له، وتحديد الموارد المطلوبة وتوزيعها لتنفيذ المشروع.

شبكة الأعمال هي عبارة عن رسم بياني لمجموعة من الأنشطة المترابطة والمتتابعة التي يتكون منها مشروع معين في شكل دوائر وأسهم، وكل شبكة تبدأ ببداية واحدة وتنتهي بنهاية واحدة ممثلة بدوائر، والأنشطة أو المراحل تمثل بأسهم، ومن أشهر الطرق المستخدمة في تحليل الشبكات نجد:

- طريقة المسار الحرج (CPM)
- طريقة تقييم البرامج ومراجعة التقنيات (PERT)

أولا- طريقة المسار الحرج (CPM): ظهرت هذه الطريقة سنة 1957 على يد الباحثين Kelley et Walker، بغرض المساعدة في جدولة وتقليص الوقت اللازم لنشاطات مصانع المواد الكيماوية. يستخدم هذا الأسلوب لأغراض تخطيط ورقابة الزمن اللازم لتنفيذ مشروع معين، وتحديد المسار الحرج أي الأنشطة التي لا تحتمل التأخير.

<u>كيفية رسم الشبكة</u>: من أجل رسم الشبكة يمكن إتباع الملاحظات التالية:

-كل شبكة ستنطلق من بداية معينة ولها نهاية معينة، ونرمز لهذه البداية أو النهاية بدوائر.

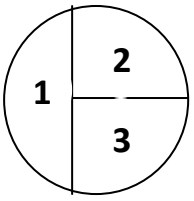
-كل نشاط أو عملية نرمز له بسهم، يحمل هذا السهم رمز وهو اسم النشاط (العملية) ورقم هو مدة النشاط.

-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 نبدأ 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.

مثـال: نفترض هناك مقاول يقوم ببناء عمارة، هذا البناء يمر بمراحل عديدة تمثل أنشطة مثلا (حفر الأساس، ثم تسوية الأرض، بناء الأساس والجدران، وضع السقف، أعمال الترصيص والدهن....) نرمز لها بـ .(A, B, C, D, E, F,.....) 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					
الزمن d(i)					

رسم الشبكة وتحديد الوقت اللازم لانجاز المشروع:

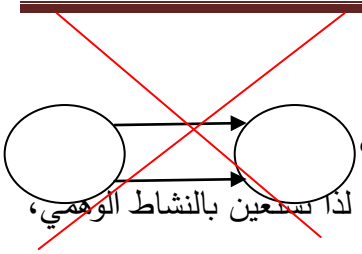
تحديد المسار الحرج : يقصد بالمسار الحرج الأنشطة التي لا تحتمل أي تأخير، وأي تأخير في نشاط حرج سينعكس ذلك على مدة انجاز المشروع ككل (هو أطول المسارات وقتا في الشبكة)، ويمكن معرفة الأنشطة الحرجة من الشبكة (الشكل) وهي الأنشطة التي يتساوى فيها زمن البداية المبكرة مع زمن النهاية المتأخرة، ولكن أحيانا لا يبين 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(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)					MT
A						
B						
C						
D						
E						

يتضح من الجدول بأن



- 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).

مثال: ليكن مشروع يتم عبر المراحل التالية (المدة بالأسابيع):

النشاط	A	B	C	D	E	F
النشاط السابق	-	-	A , B	C	C	D, E
d(i)	8	10	9	5	11	4

المطلوب: ارسم شبكة الأعمال التي تمثل أنشطة المشروع المختلفة؟ ثم حدد الوقت اللازم لانجاز المشروع والمسار الحرج (الأنشطة التي لا تحتمل التأخير)؟

ثانيا- أسلوب تقييم برامج ومراجعة تقنيات المشروع (PERT):

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 بيرت 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:

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

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

مثال: لبناء مركب بحري، أشارت تقديرات الوقت الخاص بالأنشطة التي يتكون منها هذا المشروع إلى ما يلي: المدة بالأسبوع

النشاط	النشاط السابق	الوقت اللازم لتنفيذ كل نشاط			Ti					
		تفائلي a	احتمالي m	تشائمي b						
A بناء جسم المركب	-	4	6	8						
B بناء ظهر المركب	A	2	5	8						
C تركيب المحرك	A	3	5	13						
D بناء البنية الفوقية	B	5	8	11						
E شبكة المياه والأسلاك	B, C	2	3	4						
F تركيب الرادار	B, C	1	2	3						
G الإكساء الداخلي	D, E	6	9	12						
H الدهان	F	4	6	8						

المطلوب: حساب الوقت المتوقع لكل نشاط؟ ثم رسم الشبكة وتحديد الوقت المتوقع للمشروع والأنشطة الحرجة؟