المحور الخامس: التخطيط للمشروع في حالة عدم التأكد

في بعض الأحيان يكون مدير المشروع أمام مشكلة عدم التأكد عند تقدير مدة الأنشطة وقد يرجع هذا إلى نقص الخبرة أو لعدم توفر معطيات ومعلومات كافية لتقدير المدة. في هذه الحالة فإن السؤال المطروح أمام مدير المشروع هو: ما هو احتمال انجاز المشروع في الوقت المحدد في ظل غياب الدقة في تقدير مدة الأنشطة؟ فإذا كان الاحتمال ضعيف، على مدير المشروع أن يتخذ اجراءات من أجل تقليص مدة المشروع.

يمكن حل هذه المشكلة بالاعتماد على نظرية الاحتمالات وهذا باعتبار أن الوقت اللازم لانجاز نشاط معين هو متغير عشوائي مستمر يتبع توزيع احتمالي معين.

1. تقدير الوقت المتوقع للنشاط:

من أجل تقدير الوقت المتوقع لأنشطة المشروع يجب أولا أن نقدر 3 أنواع من الأوقات:

الوقت الأكثر احتمالا (Most Likely Time): نرمز له بالرمز m، وهوتقدير للوقت الأكثر احتمالا للنشاط، أي أنه إذا كررنا النشاط عدد كبير من المرات فإن الوقت الأكثر احتمالا هو الوقت الذي له أعلى تكرار.

الوقت المتفائل (Optimistic Time): نرمز له بالرمز o، هو تقدير وقت النشاط الذي يمكن تحقيقه في ظل أفضل الظروف.

الوقت المتشائم (Pesimistic Time): نرمز له بالرمز p، هو تقدير وقت النشاط الذي يمكن تحقيقه في أسوء الظروف.

اعتمادا على مخطط PERT فإن هذه الأوقات تتبع التوزيع الاحتمالي β، وعليه فإن التباين لهذا التوزيع هو:

$$Vx = \left(\frac{P-O}{6}\right)^2$$

والوسط الحسابي هو:

$$\overline{x} = \frac{O + 4M + P}{6}$$

مثال تطبيقي: يوضح الجدول الموالي الأنشطة اللازمة لإنشاء مركز استشفائي حيث يفتقد فريق انجاز المشروع للخبرة اللازمة لانجاز مثل هذه الأنشطة وبالتالي قام مدير المشروع رفقة مجموعة من المستشارين بتقدير الأوقات التالية للأنشطة كما يلي (الوقت بالأسابيع):

رمز النشاط	وصف النشاط	النشاط السابق	O	M	P
A	بناء المركز	-	20	24	30
B	وضع أجهزة الأمان	A	2	3	4
C	تركيب الأجهزة	A	8	10	20
D	وضع الديكور الداخلي	B	3	5	9
E	توظيف العمال	-	2	2	3
F	تدريب الموظفين	E	4	5	6
G	وضع برنامج لتسيير المركز	F,C	4	5	9

المطلوب:

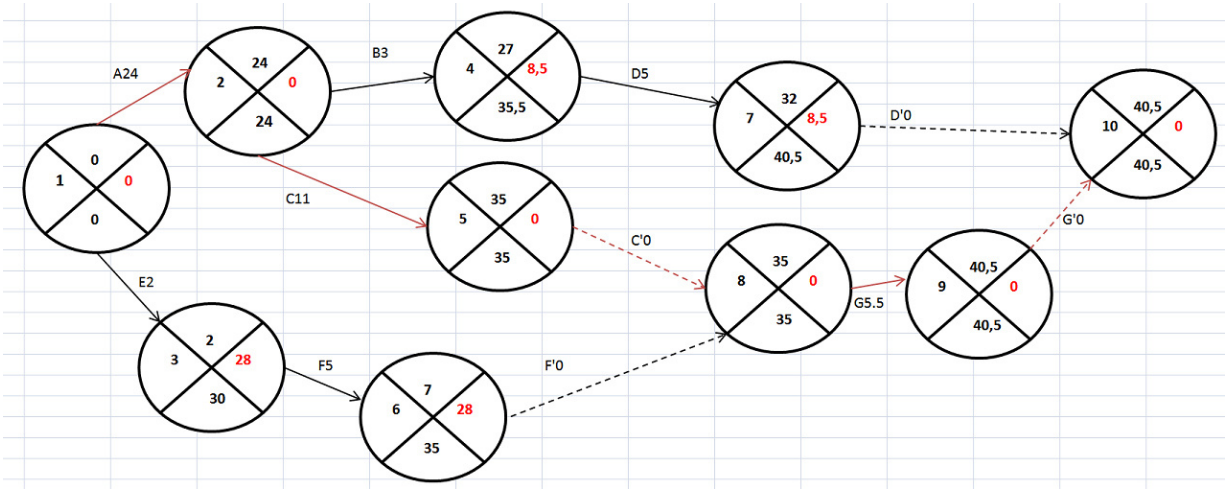
- احسب الوقت المتوقع لأنشطة المشروع والتباين لكل منها
- ارسم مخطط PERT وحدد مختلف المسارات والمسار الحرج
- ما هو أسوء سيناريو قد يواجه انجاز المشروع (مدة المشروع)؟

الحل:

رمز النشاط	الوقت المتوقع	التباين
A	24.3	2.78
B	3	0.11
C	11	4
D	5.3	1
E	2.1	0.027

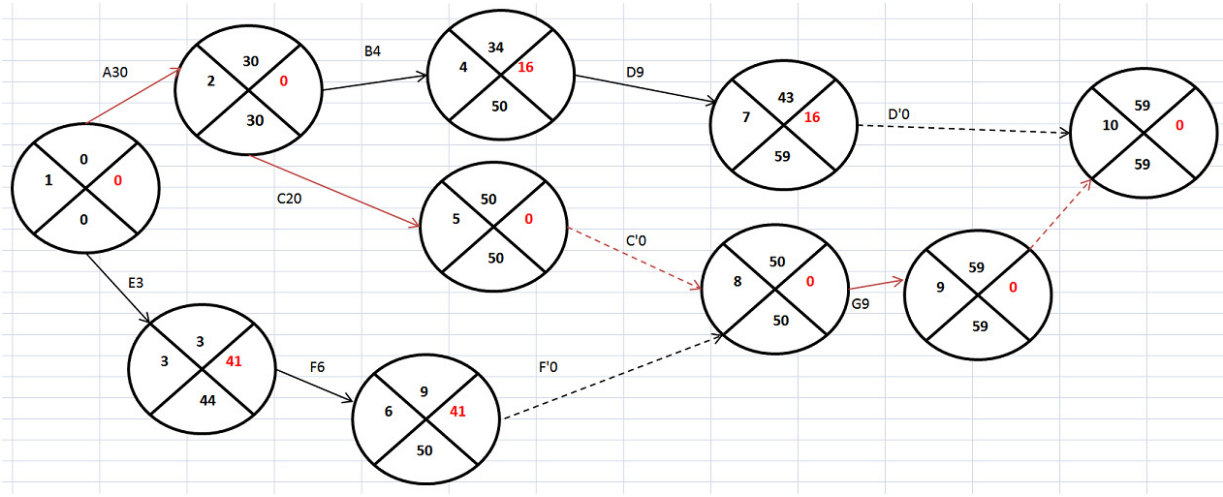
F	5	0.11
G	5.5	0.69

المخطط:



المسارات: **(المسار الحرج) A,C,G=40.5** ; A,B,D=32 ; E,F,G=12.5

أسوء سيناريو: نتحصل عليه إذا تم انجاز المشروع في أسوء الظروف وبالتالي تصبح الأوقات المتوقعة للأنشطة هي الأوقات المتشائمة:



2. حساب احتمال الانجاز في الوقت المحدد:

إن حساب الوقت المتوقع (الوسط الحسابي) لا يكفي لمعرفة مدى قدرة فريق المشروع على انجازه في الوقت المحدد لأن مدة انجاز الأنشطة في الواقع قد تبتعد أو تقترب من هذه المدة. حيث أنه حتى وإذا كان مخطط PERT يستعمل الوسط الحسابي للأوقات من أجل ايجاد المسار الحرج إلا أنه يمكن أن نتوقع تفاوتات في مدة الانجاز، وبالتالي تغير المسار الحرج للمشروع، إلا أن الوقت المتوقع (الوسط الحسابي) يبقى أفضل طريقة لايجاد المسار الحرج لأن تفاوتات الأوقات لن تبتعد كثيرا عن وسطها الحسابي.

فبالإضافة إلى هذا وفي ظل حالة عدم التأكد يجب على مدير المشروع حساب احتمال الانجاز في الوقت المحدد، ومن أجل هذا يجب ايجاد الوسط الحسابي والتباين لمدة المشروع. حيث نعتبر أن الوسط الحسابي لهذا التوزيع هو مجموع الأوقات المتوقعة في المسار الحرج (مدة المشروع)، في حين التباين هو مجموع التباينات لأنشطة المسار الحرج.

μ_P= مجموع الأوقات المتوقعة لأنشطة المسار الحرج

V_P= مجموع التباينات لأنشطة المسار الحرج

من أجل حساب احتمال انجاز المشروع في الوقت المحدد سنفترض أن مدة المشروع هي متغير عشوائي مستمر يتبع التوزيع (كلما زادت الأنشطة في المسار الحرج كلما اقترب التوزيع إلى الطبيعي)، وعليه يمكن حساب الاحتمال بالاعتماد على جدول التوزيع الطبيعي.

مثال تطبيقي: نأخذ معطيات المثال السابق، احسب احتمال انجاز المشروع في مدة قدرها 45 أسبوع.

الحل:

$\mu_P = 40.5$ $\sigma_P = 2.73$ $Z = 1.64$

من الجدول:$P(t<45)=0.9495$

إن حساب احتمال انجاز المشروع في الوقت المحدد هو مرحلة هامة في إدارة المشروع في حالة عدم التأكد، وعليه يجب على مدير المشروع اتخاذ القرار المناسب فيكون أمام حالتين:

الحالة الأولى: إذا كانت نسبة النجاح مرتفعة يمكن لمدير المشروع أن يباشر في انجازه على أساس الأوقات المقدرة.

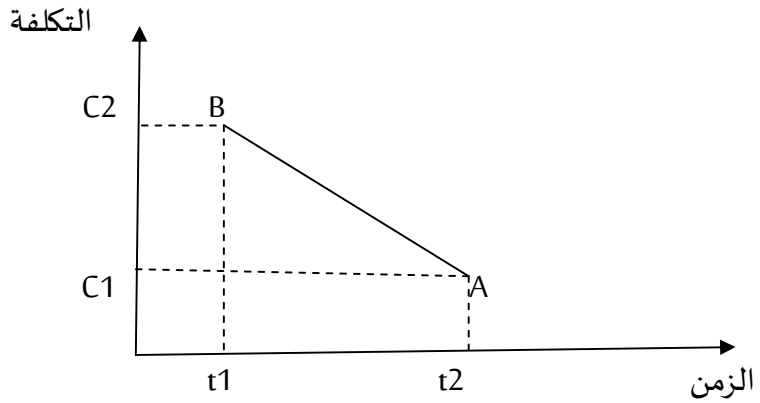
الحالة الثانية: إذا كان الاحتمال ضعيفا، يجب على مدير المشروع أن يتخذ تدابير من شأنها التقليص من المدة المقدرة للمشروع، الأمر الذي قد يتطلب تكاليف إضافية.

3. تقليص مدة المشروع (ضغطه):

إذا تبين لمدير المشروع بعد حساب احتمال النجاح أن حظوظه ضعيفة لانجاز المشروع في الوقت المحدد فإنه يجب عليه أن يجد الطريقة الأكثر فعالية لتقليص مدة المشروع مع تحمل أقل تكلفة ممكنة، وهذا باتخاذ تدابير تزيد من تكلفة المشروع مثل: توظيف عمال إضافيين أو حيازة آلات ومعدات جديدة.

السؤال المطروح أمام مدير المشروع هنا هو: ما هي الطريقة الأقل تكلفة للتقليص من مدة المشروع؟

إن شبكة PERT تسمح لنا بحل هذا الاشكال، وهذا باتباع مجموعة من الاجراءات. عند التقليص من مدة المشروع يجب التقليص من مدة مجموعة من الأنشطة، حيث نعتبر أن العلاقة خطية بين مدة النشاط وتكلفته، كما يوضحه الشكل الموالي:



نلاحظ من الشكل أنه كلما تقلصت مدة النشاط كلما زادت تكلفته، ونميز بين نقطتين أساسيتين:

النقطة A: زمن t2 وتكلفة C1 هي النقطة التي تمثل لنا الزمن العادي والتكلفة العادية للنشاط إذا لم نرد التقليص من مدته.

النقطة B: زمنها t1 وتكلفتها C2 تمثل لنا زمن وتكلفة النشاط إذا تم تقليص مدته إلى أقصى حد ممكن.

4. **خطوات ضغط مدة المشروع:**

من أجل ضغط مدة المشروع بأقل تكلفة ممكنة يجب اتباع الخطوات التالية:

- يجب التقليص من مدة أنشطة المسار الحرج
- نقوم بوضع كل المسارات لمخطط PERT في جدول مع تحديد مدتها
- نبحث عن أنشطة المسار ذو أطول مدة، نختار النشاط الأقل تكلفة لتقليص مدته بوحدة واحدة
- إن التقليص في مدة هذا النشاط ستؤدي إلى تغير في مدة كل المسارات التي تشمل هذا النشاط، فنقوم باجراء التعديلات حسب المدة الجديدة للنشاط الذي تم تقليصه
- نبحث عن أطول مسار (المسار الحرج الجديد) ونقوم بإعادة العملية إلى غاية الحصول على المدة المطلوبة

مثال تطبيقي 1:

في إحدى المشاريع تبين لمدير المشروع أنه بإمكانه التقليص من مدة النشاط A إلى 6 أسابيع بدلا من 8 أسابيع وهذا عن طريق توظيف عاملين مؤقتين مما سيرفع من تكلفة هذا النشاط إلى 45000 DA بدلا من التكلفة الأصلية 39000 DA.

أوجد التكلفة الحدية (الأسبوعية) الاضافية التي يتحملها مدير المشروع لتقليص هذا النشاط.

الحل:

$$\Delta C = \frac{C2 - C1}{t1 - t2} = \frac{45000 - 39000}{8 - 6} = 3000$$

مثال تطبيقي 2:

نأخذ معطيات مثال سابق (المركز الاستشفائي)، نفرض أن الزبون يريد استلام المشروع بعد 38 أسبوع، ما احتمال انجاز هذا المشروع في المدة المحددة؟

يوضح الجدول الموالي معطيات اضافية حول هذا المشروع:

رمز النشاط	الوقت العادي (المتوقع)	الوقت بعد التقليص	التكلفة العادية	تكلفة التقليص
A	24	20	25000	40000
B	3	1	20000	30000
C	11	9	16000	24000
D	5	3	27000	45000
E	2	1	29000	32000
F	5	3	44000	50000
G	5.5	3.5	16000	21000

- احسب تكلفة التقليص الأسبوعية الاضافية لكل نشاط
- ما هي أصغر تكلفة يجب تحملها إذا أراد مدير المشروع انجازه في الوقت المحدد من طرف الزبون

الحل:

حساب الاحتمال:

$$P(t < 38) = Q\left(\frac{38 - 40.5}{2.73}\right) = Q(-0.54) = 0.2946$$

إيجاد التكلفة الحدية:

رمز النشاط	التكلفة الحدية	مدة الضغط القصوى
A	3750	4
B	5000	2
C	4000	2
D	4000	2
E	3000	1
F	3000	2
G	2500	2

المدة القصوى للضغط: هي أقصى مدة ممكنة لتقليص نشاط معين، وهي تساوي المدة العادية – المدة بعد التقليص.

إيجاد أصغر تكلفة لتقليص مدة المشروع (بالاعتماد على مخطط PERT):

النشاط	تكلفة التقليص	ABD (32)	EFG(12.5)	ACG(40.5)
G	2500	32	11.5	39.5
G	2500	32	10.5	38.5
A	3750	31	10.5	37.5
المجموع	8750			

عند الحصول على المدة المطلوبة نتوقف عن ضغط المشروع، نلاحظ من الجدول أنه بإمكاننا تقليص مدة المشروع إلى 37.5 أسبوع وهذا بتحمل تكلفة إضافية قدرها 8750، عن طريق تقليص مدة النشاط G بأسبوعين والنشاط A بأسبوع واحد.

ملاحظة: إذا قلصنا مدة نشاط معين إلى حد الوصول إلى المدة القصوى المسموحة، لا يمكن التقليص من مدة هذا النشاط لمدة أكبر حتى وإذا كان يملك أقل تكلفة.