ضبط التكاليف في ظل أسلوب (بيرت) PERT / COST (PERT)

في ظل هذا الأسلوب يتم عمل تقديرات للتكاليف اللازمة لكل نشاط، وذلك بالإضافة إلى تقديرات الوقت إلى يتم القيام بها بشكل أساسي في شبكات الإعمال.

October 2024 12 الكاتب: **د. محمد العامري** المشاهدات: 3,269



سنتعرف في هذا المقال على:

- تقسيم المشروع إلى مراحل أساسية
- عمل تقدير للتكاليف اللازمة للمراحل
- تحديد الميزانية التقديرية للإنفاق
- ضبط تكاليف إنجاز المشروع
- محددات أسلوب (PERT / COST)
- مدخل شامل لقياس إنتاجية المشروع

ضبط التكاليف في ظل أسلوب PERT ((PERT / COST

كان التركيز الأصلي في كل من أسلوبي CPM, PERT منصباً على عنصر الوقت، وذلك عندما تم تقديمها في الخمسينات، فقد تم تصميمها أساساً بشكل يمكن مخططي المشروعات من الوصول إلى جداول زمنية تفيد في جدولة ومتابعة مراحل تنفيذ المشروع

المختلفة. أما في أوائل الستينات، فقد تمت محاولة لإضافة جزءاً آخر لأسلوب تقييم ومراجعة البرامج PERT يأخذ في الحسبان تكلفة إنجاز المشروع وكذلك الميزانية المقدرة والفعلية للأنشطة والمراحل.

وقد أطلق على هذا الأسلوب، أسلوب ضبط التكاليف في ظل أسلوب PERT والذي عرف بالاختصار PERT/COST، وقد كانت هذه هي التسمية التي استخدمتها كل من وزارة الدفاع الأمريكية DOD ووكالة أبحاث الفضاء الأمريكية عند بداية تقديمها لهذا الأسلوب. وقد ذاع استخدام هذا الأسلوب بعد ذلك حتى أنه أصبح ضرورياً بالنسبة لكل المتعاقدين مع الحكومة الأمريكية – سواء في المشروعات العسكرية أو في مجالات الأبحاث –الالتزام بتطبيق هذا الأسلوب قبل وخلال فترة تنفيذ التعاقد.

وفي ظل هذا الأسلوب يتم عمل تقديرات للتكاليف اللازمة لكل نشاط، وذلك بالإضافة إلى تقديرات الوقت إلى يتم القيام بها بشكل أساسي في شبكات الإعمال. وتكون هذه التكاليف التقديرية أساساً للمتابعة خلال مراحل التنفيذ المختلفة، فيستلزم هذا الأسلوب تجميع معلومات مستمرة عن كل من التكاليف الفعلية ووقت الأداء الفعلي ونسبة الإنجاز، ثم تحديد درجة التباين في تقارير الإنجاز وتحليل أسبابها واتخاذ الإجراءات التصحيحية، فإذا زادت التكاليف الفعلية عن التكاليف المقدرة يجب اتخاذ إجراءات معينة لتصحيح الوضع حتى تظل التكاليف المنفقة في حدود الميزانية الموضوعة.

وتجدر هنا الإشارة إلى أن هذا الأسلوب يختلف إلى حد كبير عن الفكرة الخاصة بتخفيض وقت النشاط Crashing والتي ناقشناها في فصل سابق. فعلى الرغم من أن كلا من الأسلوبين يستلزم حساب التكاليف التقديرية الخاصة بالأنشطة إلا أن استخدام هذه التكاليف يختلف كلية في الحالتين. فكما أوضحنا من قبل ، تقوم فكرة التخفيض لوقت النشاط والمشروع على عملية مقارنة بين العائد والتكلفة المترتبة على القرار الخاص بالتخفيض Time/Cost Trade off وذلك بهدف تحديد أفضل خطة تخفيض مثلي لوقت إنجاز المشروع، وذلك أمر يختلف تماماً عن أسلوب PERT/COST والذي هو مجرد أسلوب لتحديد الميزانية التقديرية للإنفاق ولتتبع مدى التزام الإنفاق الفعلي بالإنفاق المقدر خلال مراحل إنجاز المشرع المختلفة.

ويستلزم استخدام هذا الأسلوب القيام بمجموعة من الخطوات الأساسية هي:

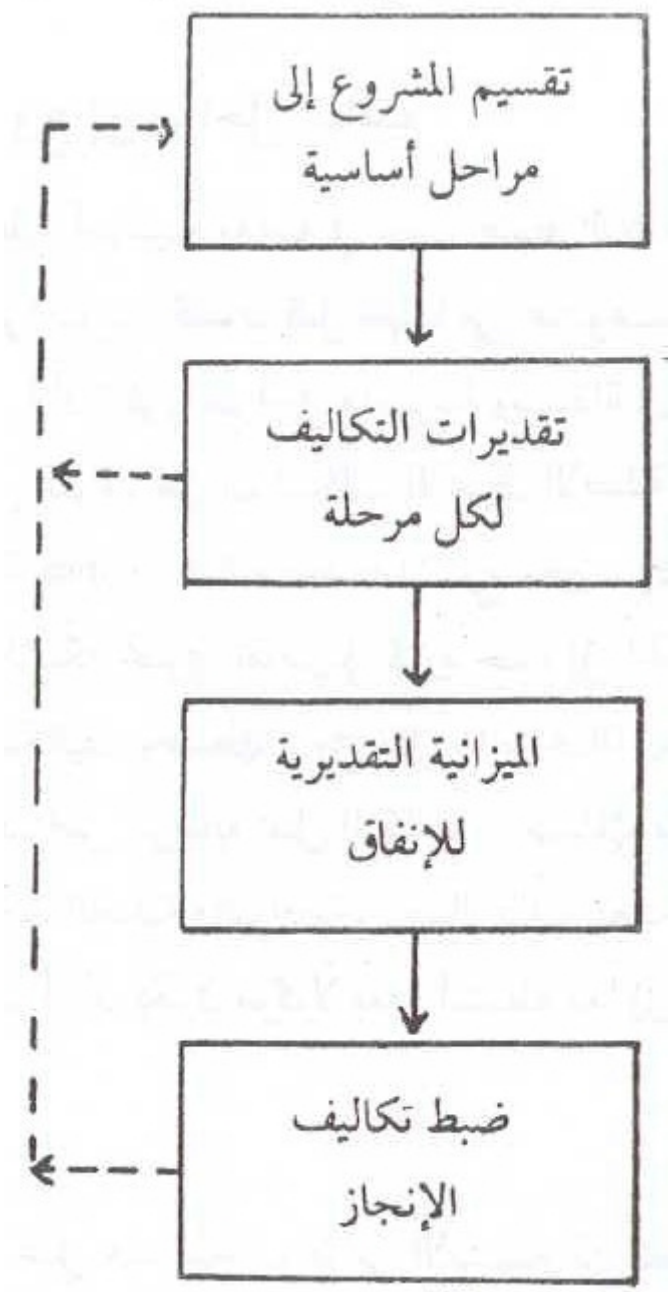
1- تقسيم المشروع إلى مراحل أساسية.

2- عمل تقدير للتكاليف اللازمة لهذه المراحل.

3- تحديد الميزانية التقديرية للإنفاق.

4- ضبط تكاليف إنجاز المشروع.

وجدير بالذكر إيضاح العلاقة الديناميكية والدائمة بين بعض هذه الخطوات كما في الشكل (5-1)، حيث يوضح هذا الشكل أنه من الضروري وجود نوع



من البيانات المرتجعة Feedback من مرحلة معينة والتي قد تستلزم إعادة النظر في الخطوات سابقة. فقد يعاد النظر في التقسيمة الأساسية لمراحل المشروع إذا اتضح أن هناك صعوبة حقيقية لتقدير التكاليف اللازمة لكل مرحلة. فقد يكون من الصعب تخصيص بعض بنود التكاليف على عملية محددة مما يستلزم دمجها مع عملية أخرى لأغراض تحديد التكاليف التقديرية للمرحلة. كذلك فإن ممارسة عملية ضبط تكاليف الإنجاز قد تكشف عن قصور في عملية التقسيم أو أسس عملية التقدير للتكاليف.

وسوف نتناول في الإجزاء التالية كل من تلك الخطوات الأربعة بشيء من التفصيل.

أولًا : تقسيم المشروع إلى مراحل أساسية

تعد هذه الخطوة أساسية وهامة في عملية ضبط التكاليف. ويقصد بها تقسيم المشروع إلى مراحل، تكون كل منها من مجموعة من العمليات أو الأنشطة، يشترط فيها أن تكون مراحل ملموسة ومستقلة في عمليات الإنجاز للمشروع ككل. فعلى الرغم من أن شبكات الأعمال الأصلية PERT/CPM قد تستلزم إيضاح الأنشطة Activities التفصيلية لمشروع معين، إلا أننا قد نجد في أحيان كثيرة أن هذه الشبكة تحوي تفاصيل كبيرة جداً إلى الحد الذي يعقد من عمليات الرقابة على التكاليف وضبطها، وفي مثل هذه الحالة يفضل أن يتم ضم بعض الأنشطة معاً لأغراض الرقابة على التكاليف. كذلك فقد يكون أساس الضم هو بعض القواعد العملية والواقعية ، ومثال ذلك تبعية النشاطين لنفس القسم أو الجهة المنفذة، أو أن يكون موكولًا بعدة أنشطة معاً إلى مقاول معين من الباطن.

وغالباً ما يطلق على هذه المجموعة من الأنشطة التي تضم معاً اصطلاح "المقطوعية" Work Package، أ, المرحلة. وغالباً ما يلجأ المتعاقدون إلى هذا الأسلوب حتى يتم تجنب التفاصيل الغير ضرورية عند التعاقد وفي عملية تقدير التكاليف، وفي الاستخدام الأصلي

لأسلوب PERT/COST بواسطة كل من وزارة الدفاع الأمريكية ووكالة أبحاث الفضاء، تم تحديد المقطوعية بأنها مجموعة من الأنشطة لا تزيد تكلفتها الكلية معاً عن 100.000 دولار ولا يستلزم لإنجازها أكثر من ثلاثة شهور مقدرة. فإذا كانت التكاليف أو وقت ألإنجاز (أو كليهما) تزيد على ذلك فإنه يجب تقسيم مجموعة الأنشطة – المقطوعية- إلى مجموعات أصغر.

وقد كان الهدف وراء هذا التحديد هو عمل دليل يمكن المتعاقدين من ألا يبالغوا في دمج الأنشطة معاً مما يصعب من عملية المتابعة في المراحل المختلفة للإنجاز، كذلك يجب عدم المبالغة في تصغير المقطوعيات إلى الحد الذي يجعل عملية المتابعة مكلفة، فقد تزيد في هذه الآلة الأخيرة التكاليف التي تستلزمها عملية المتابعة عن الوفورات التي يتم تحقيقها.

ومن البديهي أن نعرف أن هذه الحدود الخاصة بالتكاليف والوقت والتي وضعت للمقطوعة في الاستخدام الأصلي للأسلوب لم تعد تستخدم حرفياً في كل التعاقدات والمشروعات. فالأمر أولًا وأخيراً يتوقف على طبيعة المشروع، طبيعة الأنشطة، عدد الأنشطة اللازمة، الوقت والميزانية اللازمة لكل نشاط، المواقع التي يتم فيها الأداء، الجهات التي تتولى التنفيذ، وإمكانية تخصيص التكاليف على المقطوعيات.

ومن الشائع الاعتماد على فكرة "المقطوعية" عند التعاقد على أعمال الإنشاءات في الحالات التالية:

1- عمل التعديلات Modifications في النماذج الأصلية لعمليات البناء.

2- أعمال الهدم والإزالة وتسوية المواقع وتجهيزها.

3 أعمال التجهيزات والصرف الصحي.

4- عمليات التجميل والتشطيب النهائي.

ثانياً: تقدير التكاليف للمرحلة

تكون الخطوة الثانية في أسلوب PERT/COST هي عمل تقديرات للتكاليف الخاصة بتلك المراحل أو المقطوعيات التي تم الاتفاق عليها في الخطوة الأولى. ويعني ذلك أن كل مرحلة أو مقطوعية سوف تعامل على أنها مركز تكاليف Cost Center مستقل. ومن البديهي أن يتم الوصول إلى هذا التحديد عن طريق البدء بتحديد التكاليف المتوقعة للأنشطة المختلفة التي تتكون منها كل مرحلة، وتعرف هذه في الواقع العملي بعملية أعداد المقايسات.

وتستلزم عملية إعداد المقايسات تحديد الأنشطة الأساسية وعناصر التكاليف المختلفة وحجم العمل كما سنرى في المثال التالي:

مثال (5-1)

بفرض أن "المقطوعية" أو المرحلة التي تم الاتفاق عليها هي "إعداد وتشطيب الواجهة الخارجية لأحد العمارات". وكانت البيانات المتاحة على النحو التالي:

الأنشطة التي تتكون منها المقطوعية رقم (24)	تكلفة العمالة للمتر المربع	تكلفة المواد المباشرة للمتر المربع
(241) تغفيق الواجهة	.50 ريال	1.15 ريال
(242) البياض واللون	.40 ريال	1.20 ريال

فإذا كانت المساحة المطلوبة إنجازها هي 160 مترا مربعاً ، وكانت التكاليف الغير مباشرة Overhead Cost والتي تشمل تكلفة الإشراف واستهلاك العدد والمعدات والأعمال الإدارية تقدر بحوالي 50% من التكلفة المباشرة. فإن مقايسة إنجاز هذه المرحلة تكون:

ت المتر الواحد المباشرة = 0.9 + 2.35 = 3.250 ريال

ت المتر الواحد الغير مباشرة = 3.25 × 50% = 1.625 ريال

ت المتر الواحد الإجمالية = 4.875 ريال

وعلى ذلك فإن تكلفة الإنجاز لكل الواجهة

= 4.875 × 160 = 780 ريال

ويهمنا هنا أن نشير إلى بعض الجوانب الهامة والخاصة بعملية تقدير التكاليف:

1- أن تقدير التكاليف على أساس واضح تساعد المنشأة على الحصول على كثير من العقود. فمن المؤكد أن هناك علاقة بين درجة الثقة في الشركة التي يوكل إليها تنفيذ مشروع معين والطريقة التي تستخدمها في تقدير تكاليف التنفيذ للمراحل المختلفة. كما أن وجود تقديرات دقيقة يضع الشركة في وضع أفضل أثناء المساومة على شروط عقد التنفيذ.

2- يستلزم التقدير الدقيق لتكاليف المرحلة تحديد الأنشطة والأعمال التي تتكون منها المرحلة والتي يطلق عليها أحياناً عناصر المرحلة. ومن المفضل أن يكون الربط بين المرحلة ومكوناتها عن طريق نظام ترقيم Code عددي مثل الذي استخدم في المثال السابق.

فذلك يسهل عملية الاتصال والتسجيل لعملية القياس.

3- يجب حصر كافة أنواع التكاليف المباشرة وغير المباشرة اللازمة للقيام بالأعمال والأنشطة . ويتضمن ذلك تكاليف العمالة والمواد والآلات والعدد والمعدات،

بالإضافة إلى التكاليف التي يصعب تحميلها على مركز تكاليفي محدد والتي يطلق عليها التكاليف الغير مباشرة . وذلك بالإضافة إلى وضع نسبة تحدد مقدار نصيب المركز التكاليفي من هذه التكاليف الغير مباشرة. وفي أحيان كثيرة تحسب هذه كنسبة مئوية من التكاليف المباشرة.

4- يجب أن يكون هناك نظام محدد وواضح في شكل خطوات ثابتة لعملية إعداد التقديرات، فهناك خطورة كبيرة في أن يترك الأمر دون ضوابط لرغبة الشخص القائم بعملية التقدير وفي هذا المجال قد يكون من المفضل عمل قوائم وجداول تستخدم بطريقة روتينية في القيام بعملية التقدير، وأن ينص على ضرورة الاعتماد عليها وعلى الخطوات الموضحة بها عند القيام بالتقدير.

5- تستلزم التقديرات وجود نوعاً من التكاليف التي يعتمد عليها والتي تسمى بالتكاليف المعيارية أن النمطية Standard Costs، وهي التي يتم الوصول إليها عن طريق الدراسة والتحليل أو عن طريق متوسطات الشركات الأخرى أو العمليات المشابهة التي تم القيام بها قبل. ويستلزم ذلك دراسة التصميمات والمواصفات الخاصة بالعملية وتحديد معدلات أداء نمطية ومعدلات استخدام المواد والتجهيزات.

6- قد يستلزم الأمر إعادة النظر في مثل هذه التقديرات بناءًا على الأداء الفعلي والتغير في ظروف الأسعار، فقد يؤدي ارتفاع تكلفة الخامات إلى زيادة تكلفة المواد المباشرة في مثالنا السابق إلى 2.80 بدلًا من 2.35 جنيه. كذلك فقد يتضح أثناء التنفيذ الفعلي أن الواجهة ليست بالتمام 160 متراً مربعاً ولكنها تبلغ 200 متراً مربعاً.

7- أن يكون لدى القائمين على التنفيذ جداول جاهزة تحدد التكاليف الخاصة ببعض المقطوعيات النمطية والمعروفة، وأن تكون هذه البيانات متاحة للعميل في أي وقت، حتى تكون أساساً للتفاوض بينه وبين القائمين على التنفيذ. فمن الشائع أن يكون لدى مهندس شركة التنفيذ – مدير الموقع- في مشروعات المقاولات والإسكان قائمة تحدد على سبيل المثال:

- تكلفة تركيب القيشاني الإضافي (حتى السقف) للمطابخ والحمامات لكل نموذج من نماذج الشقق المختلفة.
- تكلفة تقفيل البلكونات والمنافذ بأعمال الألوميتال والزجاج.
- تكلفة أعمال الكهرباء والخطوط الإضافية للتيار.
- تكلفة عمل الفتحات الإضافية لأجهزة التكييف ومراوح المطابخ والحمامات.
- تكلفة تغطية أرضيات الشقة بأخشاب الباركية حسب النموذج.

وغالباً ما تستخدم مثل هذه القائمة في تحديد التكاليف الإضافية التي يدفعها العميل في حالة رغبته في تنفيذها.

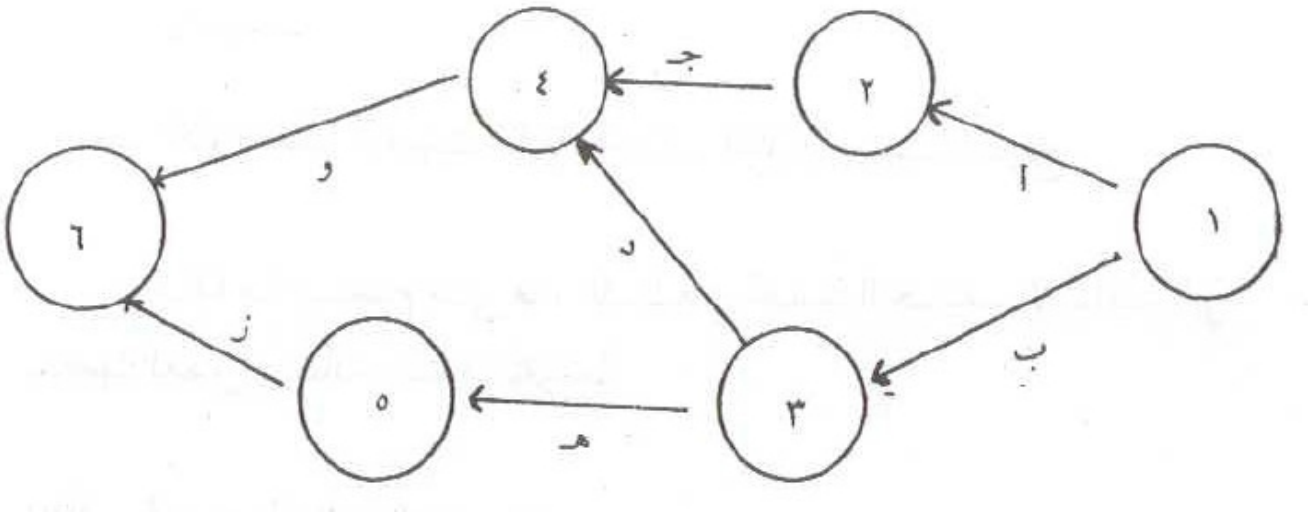
ثالثاً : تحديد الميزانية التقديرية

ويقصد بذلك ترجمة التكاليف التقديرية للمراحل المختلفة إلى برنامج زمني تجميعي للإنفاق للمشروع ككل. ويتم في هذا البرنامج تحديد إجمالي الإنفاق المتوقع للمشروع خلال كل فترة من فترات الإنجاز المقدرة للمشروع.

ونظراً لارتباط عمل هذه الميزانية Budget بالتقديرات الزمنية اللازمة للمشروع فإننا سوف نوضح كيفية تحديد الميزانية التقديرية عن طريق مثال تتوافر فيه بيانات الوقت والتكاليف اللازمة لكل نشاط.

مثال (5-2)

في شبكة الأعمال التالية (التي تم تصويرها حسب أسلوب PERT)، وبافتراض توافر البيانات التالية في جدول (5-1) والخاصة بالوقت المتوقع والتكاليف التقديرية لكل نشاط على أساس أن كل نشاط يعبر عن مرحلة (أو مقطوعية):



شكل (5-2)

النشاط	الوقت المتوقع (بالأسبوع)	التكاليف المقدرة (بالريال) للنشاط	الميزانية المقدرة للأسبوع (بالريال) (محسوب)
أ	4	20.000	5.000
ب	6	18.000	3.000
جـ	2	10.000	5.000
د	3	15.000	5.000
هـ	5	10.000	2.000
و	4	16.000	4.000
ز	1	6.000	6.000
التكاليف المقدرة للمشروع		95.000	

فالمطلوب:

هو عمل تحديد الميزانية التقديرية للإنفاق للمشروع خلال مدة التنفيذ.

نوضح هذه البيانات أن الميزانية الإجمالية المقدرة للمشروع هي 95.000 ريال موزعة على الأنشطة المختلفة. وبافتراض أن المقطوعية (النشاط) يتم تنفيذها بمعدلات ثابتة خلال فترة الإنجاز المقدرة فإننا يمكننا أن نقدر متوسط التكاليف المقدرة للوحدة الزمنية خلال فترة الإنجاز كما في العمود الأخير من الجدول.

ويكون ذلك عن طريق قسمة إجمالي ميزانية "المقطوعية" على فترة الإنجاز المقدرة.

ومثال ذلك ، فإن:

التكاليف المقدرة للأسبوع بالنسبة للنشاط أ = 20.000 ÷ 4 = 5000 ريال

والتكاليف المقدرة للأسبوع بالنسبة للنشاط ب = 18.000 ÷ 6 = 3000 ريال

وهكذا الأمر بالنسبة لباقي الأنشطة.

ويجب هنا أن نوضح أن شرط التنفيذ بمعدلات ثابتة. والذي يطلق عليه شرط الخطية Linearity في النماذج الرياضية، ليس شرطاً ضرورياً، فقد يقتضي الأمر تخصيص جزءاً أكبر من ميزانية النشاط للأسبوع الأول نظراً لأنه يتطلب استعداداً خاصاً لا يتكرر في الأسابيع التالية. ومع استخدام الكمبيوتر يمكن عمل التوزيع الملائم الذي يراه القائم على كل مقطوعية حسب معدلات التنفيذ المتوقعة.

وكما هو الحال بالنسبة للأسلوب الأصلي لكل من PERT/CPM يمكننا الآن تحديد الأوقات المبكرة والمتأخرة للبدء والإتمام وأوقات الفائض بالنسبة لكل نشاط على النحو التالي:

جدول (5-2)

النشاط	أول وقت بدء ممكن	آخر وقت بدء مسموح به	أول وقت إتمام ممكن	آخر وقت إتمام مسموح به	الوقت الفائض
أ	صفر	3	4	7	3
ب	صفر	صفر	6	6	صفر
ج	4	7	6	9	3
د	6	6	9	9	صفر
هـ	6	7	11	12	1
و	9	9	13	13	صفر
ز	11	12	12	13	1

ومن هذا الجدول يتضح أن الأنشطة الحرجة هي ب ، د ، و. وهي التي تقع على المسار الحرج وتحكم وقت إتمام المشروع، وهو:
6+3+4 = 13 أسبوعاً.

والآن يمكننا إدخال نظام ضبط التكاليف في الحسبان عن طريق تحديد ميزانية للمشروع Budget يتم فيها تحديد النفقات اللازمة ووقت الحاجة إليها خلال فترة إنجاز المشروع.

من الناحية الفنية ، يكون أمام المشروع الخيار في تحديد الوقت الذي يبدأ فيه كل نشاط. في أول وقت بدء ممكن. كذلك فإنه يمكنه أن ينتظر ويبدأ كل نشاط في آخر وقت بدء مسموح به. والسؤال الآن: ما هو الفرق بين البديل الأول والبديل الثاني؟ نعلم من التحليل السابق أن كلا من البديلين سوف يضمن إتمام المشروع في الوقت المقدر له وهو 13 أسبوعاً. أي أنه ليس هناك فرق من حيث الأثر على وقت إتمام المشروع. ولكن يبقى الآن الفرق بين البديلين من حيث موعد الحاجة إلى الأموال اللازمة لمتابعة تنفيذ المشروع.

دعنا نأخذ البديل الأول وهو: بدء الأنشطة في أول وقت بدء ممكن، ونرى أثر ذلك البديل على الميزانية اللازمة كما في الجدول (5-3)، وقد تم التوصل إلى هذه القيم الواردة في الجدول باستخدام التكاليف المقدرة الأسبوعية لكل نشاط في الجدول (5-1) وأول وقت بدء ممكن للنشاط في الجدول (5-2). فعلى سبيل المثال إذا بدء النشاط أ في اللحظة صفر فإن أداؤه سوف يستغرق أربعة أسابيع هي الأسبوع الأول والثاني والثالث والرابع مما يستلزم إنفاقا قدره خمسة آلاف جنيها في كل منها. كذلك الأمر بالنسبة للنشاط هـ، حيث أن أول وقت بدء ممكن بالنسبة لهذا النشاط هو 6، ويعني ذلك أن بدء هذا النشاط يتم بعد مرور ستة أسابيع من تاريخ بدء المشروع، أي عند بداية الأسبوع السابع. ونظراً لأن الوقت المقدر لإنجاز النشاط هـ هو خمسة أسابيع، فسوف تكون هذه الأسابيع هي الأسبوع السابع والثامن والتاسع والعاشر والحادي عشر. ويترتب على ذلك الحاجة إلى ألفين جنيهاً خلال كل منها. وهكذا وبنفس الطريقة يمكن استكمال البيانات في الجدول لباقي الأنشطة.

كذلك فإنه في هذا الجدول يمكننا تقدير التكاليف الأسبوعية المتوقعة للمشروع ككل.

ويكون ذلك عن طريق جمع كل عمود. كما أنه يمكن حساب التكلفة المتراكمة أو الإنفاق المتراكم والذي يظهر في الصف الأخير من الجدول، وتعبر هذه القيم في الصف الأخير من إجمالي المبالغ التي من المتوقع أن يتم الحاجة إليها وإنفاقها على المشروع ككل في نهاية الفترات الزمنية، ويوضح هذا الصف الأخير في خانته الأخيرة المبلغ الإجمالي اللازم لإنجاز المشروع وهو 95.000 جنيه كما اتضح ذلك من قبل في الجدول (5-1).

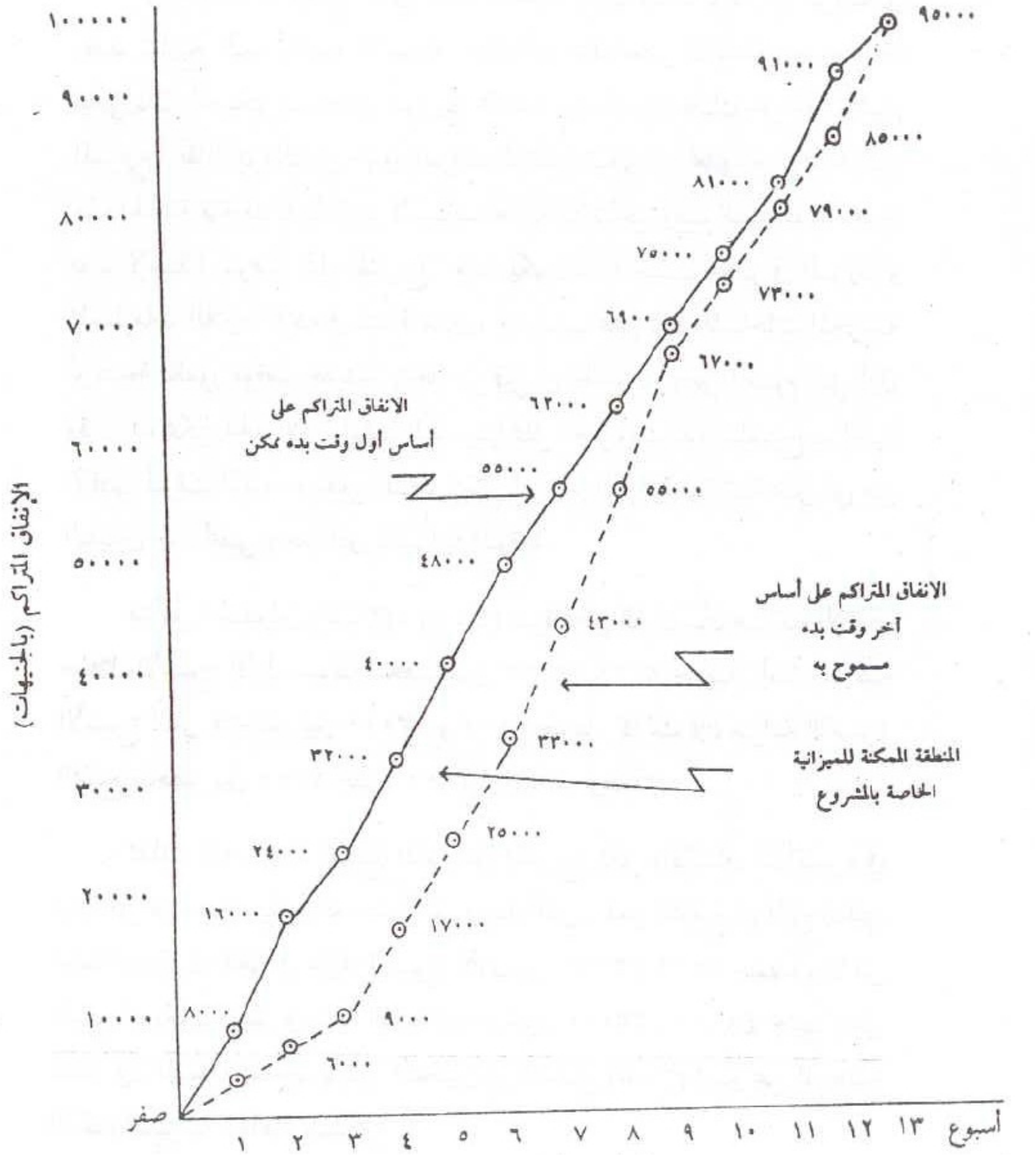
أما إذا أخذنا بالبديل الثاني وهو: بدء الأنشطة في آخر وقت مسموح به فإن الميزانية اللازمة تكون كما في الجدول (5-4).

ويوضح كل من الجدولين (5-3) والجدول (5-4) في الصف قبل الأخير مقدار الأموال اللازمة للإنفاق على المشروع ككل خلال فترة التنفيذ. كما يوضح الصف الأخير في كل منهما مقدار الإنفاق المتراكم الذي يتم القيام بهن خلال فترة التنفيذ. فعلى سبيل المثال نرى أن الجدول (5-3) يقتضي أن يتم إنفاق 8000 جنيه في خلال الأسبوع الأول و 8000 جنيه أخرى خلال الأسبوع الثاني. أي أنه مع نهاية الأسبوعين معاً سوف يكون قد تم إنفاق 16.000 ونفس المنطق فإنه في نهاية الأسبوع السابع سوف يكون قد تم إنفاق 55.000 جنيه ، وحتى يمكن مقارنة مقدار الارتباطات المالية اللازمة في ظل البديلين السابقين، يمكن تصوير الإنفاق المتراكم في الحالتين كما في الشكل (5-3).

أن بدء كل الأنشطة في آخر وقت بدء مسموح به يترتب عليه أن يستمر تنفيذ المشروع حسب الجدول الموضوع، كما في البديل الأول، ولكنه يمتاز أيضاً بأنه يقلل في المتوسط الإنفاق المتراكم على المشروع. ويعني ذلك تلقائياً إمكانية الاستمرار في المشروع بتمويل أسبوعي أقل. فعلى سبيل المثال، في نهاية الأسبوع السادس يكفي للمشروع فقط ما يعادل 33.000 جنيهاً في حالة الأخذ بسياسة بدء الأنشطة في آخر وقت مسموح به، بينما يحتاج تنفيذ السياسة الأخرى الخاصة ببدء الأنشطة في أول وقت ممكن ما يعادل 55.000 جنيهاً.

وبتأمل الشكل أيضاً يمكننا أن نحدد في كل أسبوع مقدار الأموال التي يتم توفيرها لاستخدامات أخرى. وهذا الوفر هو عبارة عن الفرق بين الإنفاق المتراكم في الحالتين في كل أسبوع. وباستخدام أسلوب الوسط الحسابي البسيط يمكن إيضاح أن متوسط

المبالغ الواجب توافرها للأسبوع الواحد حسب البدء على أساس أول وقت ممكن تعادل حوالي 53.5 ألف جنيه بينما هذا المتوسط ينخفض إلى حوالي 45.4 ألفاً في حالة البدء على أساس آخر وقت مسموح به.



في حالتي أول وقت بدء ممكن وآخر وقت بدء مسموح به

ويهمنا هنا أن نوضح أنه في الحياة العملية يكون هناك نوعاً من المرونة في تحديد تواريخ البدء بالنسبة للأنشطة. فطالما أن هناك بعض الأنشطة الغير حرجة فيعني ذلك أنه يمكن بدءها في تواريخ مختلفة دون أن يؤثر ذلك على وقت إتمام المشروع، طالما أن ذلك في حدود الوقت الفائض الذي تم تحديده، وبناءاً على هذه الحقيقة فإنه قد يلجأ المدير لأسباب مختلفة إلى تأخير وقت البدء بقدر معين دون الإخلال بموعد إتمام المشروع. فقد يكون ذلك بسبب عجز في الموارد أو المستلزمات اللازمة للبدء في نشاط معين، أو بسبب عدم توافر المساحات المخزنية أو نتيجة لظهور موقف جديد لم يؤخذ من قبل في الحسبان، وعلى العموم يمثل أول وقت بدء ممكن الحد الأدنى لوقت البدء بينما آخر وقت بدء مسموح به الحد الأقصى لوقت البدء. وبنفس المنطق يمكن أن تعبر الميزانية المترتبة على أي من البديلين حداً أقصى وحداً أدنى للميزانية المتوقعة.

فيتأمل الجدولين (5-3) ، (5-4) مرة يمكن القول بأن ميزانية الإنفاق خلال الأسبوع الأول سوف تنحصر بين 3000 ، 8000 جنيهاً ، كذلك

فإن ميزانية الأسبوع التاسع تنحصر بين 7000 جنيه ، 12000 جنيه.. وهكذا.

كذلك فإنه بالنسبة للمبلغ المنفق على المشروع ككل "الإنفاق التراكمي" في نهاية كل فترة سوف يكون له حداً أعلى وحداً أدنى. فمن المتوقع في المثل الذي أمامنا أن يكون المنفق في نهاية الأسبوع الأول بين 3000 و 8000 جنيهاً بينما من المتوقع أن يكون المنفق في نهاية الفترة السادسة بين 33000 ، 48000 جنيهاً وعلى ذلك فإن المنطقة المنحصرة بين المنحنين في الشكل (5-3) تعبر عن المنطقة الممكنة للميزانية الخاصة بالمشروع.

رابعاً: ضبط تكاليف المشروع

بعد أن أصبح لدينا ما يسمى بالميزانية التقديرية للإنفاق الخاصة بمراحل المشروع المختلفة (أو أنشطته) خلال فترات الإنجاز، يجب أن يكون لدينا نظاماً لمتابعة الإنفاق الفعلي خلال تلك الفترات. فعن طريق ذلك يمكن أن نحدد في أي لحظة مدى تطابق المبالغ التي تم إنفاقها فعلًا مع المبالغ المخططة في الميزانية لكل نشاط وللمشروع ككل، كذلك فإن هذا النظام يمكن من متابعة مدى تناسب المبالغ المنفقة مع مقدار الإنجاز الذي تحقق من كل نشاط أو "مقطوعية" ، وسواء كانت هذه المبالغ التي تم إنفاقها أعلى Cost Overrun من المبالغ المخططة أو أقل Cost Underrun منها فإنه يتم تحليل الأسباب واتخاذ الإجراءات التصحيحية اللازمة، ويكون ذلك عادة عن طريق تحديد الأنشطة التي تسببت في هذا التجاوز أو الوفر. ويستلزم تصميم هذا النظام أن يعامل كل نشاط أو مقطوعية أو مرحلة على أنه مركز تكاليف Cost Center مستقل. ومن خلال نظام واضح ومحكم التكاليف يتم تخصيص بنود الإنفاق المختلفة من مواد وعمالة وخدمات على كل مركز من هذه المراكز، كذلك فإن تنفيذ هذا النظام يقضي أن يحصل المدير بشكل دوري ودائم على تقرير خاص بكل نشاط أو "مقطوعية" يتضمن عدة بيانات أساسية أهمها:

1- إجمال المبالغ الفعلية التي تم إنفاقها على النشاط أو "المقطوعية" حتى هذا التاريخ.

2- نسبة الإنجاز الذي تحقق إلى حجم العمل الكلي اللازم لكل نشاط أو "مقطوعية".

3- وقت الإنجاز الأصلي المقدر ووقت الإنجاز المعدل لكل نشاط أو "مقطوعية".

4- المبالغ الأصلية المخططة والمبالغ المعدلة لكل نشاط أو "مقطوعية".

5- بيانات إجمالية عن الإنفاق الفعلي والمقدر للمشروع.

وتكون الخطوة التالية هي استخدام هذه البيانات في عمل كافة أنواع التحليلات اللازمة والتي تقوم أساساً على مقارنة المبالغ المنفقة مع الميزانية المخططة على أن تؤخذ نسبة الإنجاز الفعلية في الحسبان.

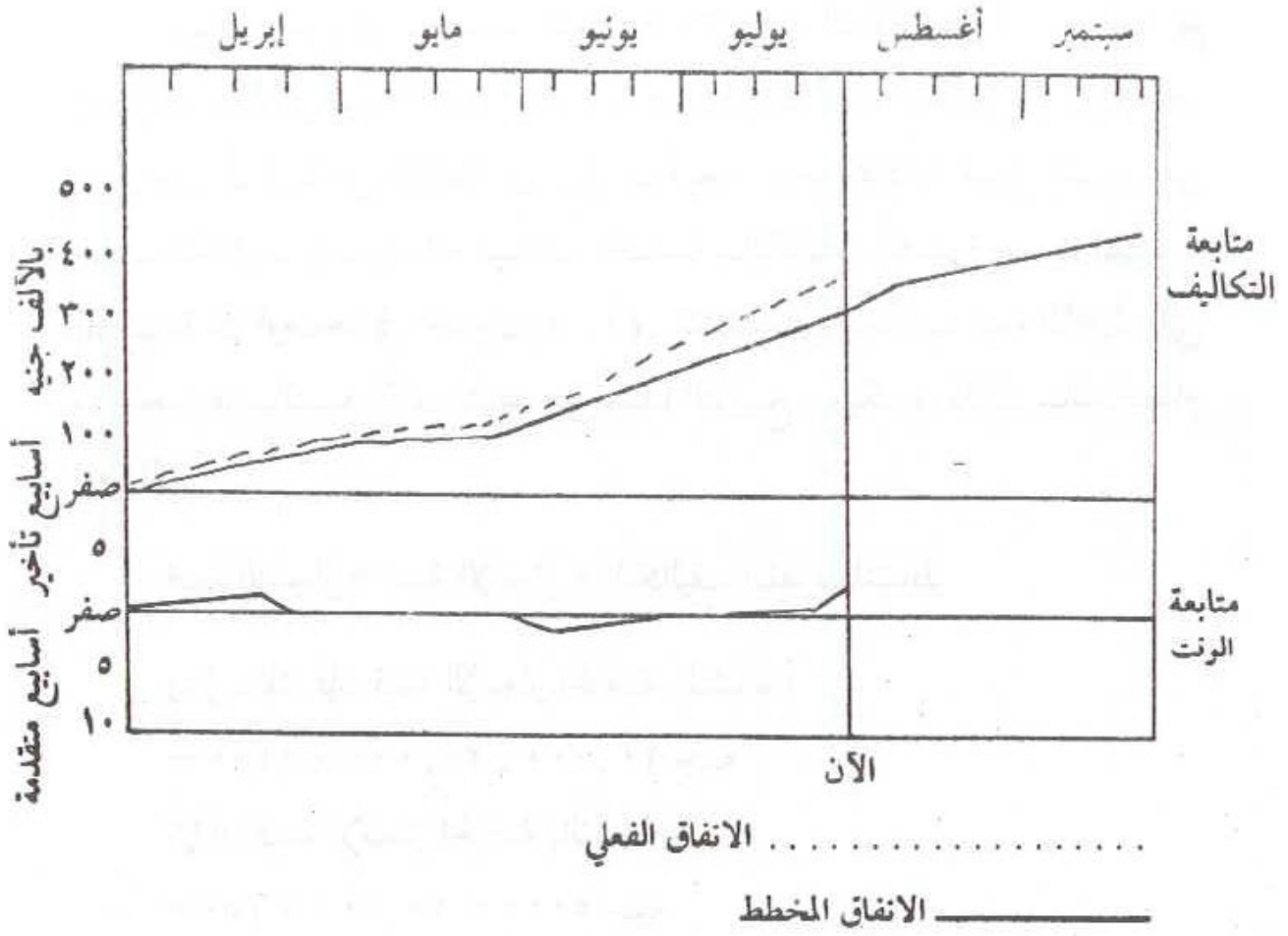
ويمكن إيضاح هذه الفكرة عن طريق المثال التالي:

مثال (5-3)

دعنا الآن نفترض أنه توافرت لدينا في نهاية الأسبوع الثامن معلومات عن التكاليف الفعلية ونسبة الإنجاز التي تحققت لكل الأنشطة الواردة في المثال السابق، وكانت هذه البيانات كما يلي:

النشاط	أ	ب	جـ	د	هـ	و	ز
التكاليف الفعلية	22000	18000	3000	4000	5000	صفر	صفر
نسبة الإنجاز	100%	100%	50%	33.13%	35%	صفر%	صفر%

وقد يتم عرض هذه البيانات في شكل جداول تفصيلية يتم إعدادها يدويا أو في شكل جداول تقارير يتم استخراجها باستخدام الكومبيوتر. وتمتاز ذلك الأخيرة بالدقة والشمول والسرعة، كذلك فمن الممكن أن يتم عرض هذه البيانات في شكل خرائط ورسوم بيانية Charts تعطي فكرة سريعة بمجرد النظر إليها عن شكل الأداء الفعلي بالنسبة للمخطط سواء كان ذلك من حيث التكاليف أو الوقت. ويوضح الشكل (5-4) مثالًا على مثل هذه الخرائط التي تستخدم في المتابعة لكل من الوقت والتكاليف.



شكل (5-4)

خريطة متابعة الأداء الدورية

وتوضح هذه الخريطة أن المشروع في نهاية شهر يوليو يعتبر متأخراً بحوالي أسبوع واحد كما أن الإنفاق الفعلي المتراكم يزيد على الإنفاق المخطط المتراكم يزيد على الإنفاق المخطط المتراكم بحوالي 70 ألف جنيه. أكثر من ذلك فإنه يلاحظ أن هذا التجاوز المالي قد بدأ يظهر تدريجياً ابتداء من أول يونيو.

وعلى الرغم من المزايا التي تقدمها الخرائط خصوصاً في طريقة العرض، إلا أنه يعاب عليها الإجمال وعدم التفصيل، فهي عادة ما تصور الأداء العام للمشروع ولا تعطي بيانات تفصيلية عن الأنشطة، فعلى الرغم من أنه يمكن عمل خرائط للأنشطة والمراحل إلا أن إعداد ذلك بشكل دوري يكون عملية مكلفة.

وبالرجوع إلى بيانات المثال (5-3) نجد أن الأنشطة أ،ب قد تم إنجازهم بالكامل بينما الأنشطة جـ ، د، ه مازالت تحت التشغيل ولم تتم بعد ، على حين أن كلا من الأنشطة و ، ز لم تبدأ بعد، وحتى يمكننا عمل تقرير عن موقف التكاليف يجب إضافة البيانات الخاصة بالتكاليف المقدرة حسب الميزانية الموضوعة كما أوضحنا في الجدول (5-1)، كذلك نقوم بحساب قيمة الأعمال التي تم إنجازها بالنسبة لكل نشاط حتى هذا التاريخ، ويكون ذلك باستخدام المعادلة:

قيمة الإنجاز = نسبة الإنجاز × التكاليف المقدرة للنشاط

وعلى ذلك فإن قيمة الإنجاز الخاصة بالنشاط أ

= 100% ×20.000 – 20.000 ريالًا

كما أن قيمة الإنجاز الخاصة بالنشاط ريال

= 50% × 10.000 = 5000 ريال

وهكذا لباقي الأنشطة كما في العمود قبل الأخير في الجدول (5-5). أما الخطوة التالية فتكون هي حساب مقدار الانحرافات بين قيمة الإنجاز والتكاليف الفعلية حتى هذا التاريخ لكل نشاط كما يلي:

الانحراف = التكاليف الفعلية – قيمة الإنجاز

وعلى ذلك فإن الانحراف الخاص بالنشاط أ

= 22.000 – 20.000 = 2000 ريال (تجاوز)

كما أن الانحراف الخاص بالنشاط ب

= 18.000 – 18.000 = صفر (لا يوجد انحراف)

كما في الانحراف الخاص بالنشاط جـ

= 3000 – 5000 = - 2000 ريال (أقل من الميزانية)

وهكذا يتم حساب الانحرافات لكل الأنشطة كما في العمود الأخير. ويوضح هذا العمود الأخير أيضاً أن الموقف بالنسبة للمشروع ككل في نهاية الشهر الثامن هو تجاوزاً إجمالياً قدره 1500 جنيه، وذلك يعادل تقريباً (1500 ÷ 62000) حوالي 2.5% من ميزانية المشروع الأصلية المقدرة حتى نهاية الشهر الثامن. وفي محاولة لتفسير ذلك نرجع إلى العمود الأخير من الجدول (5-5) لنجد أن هذا التجاوز يرجع أساساً إلى الأنشطة أ،هـ. وحيث أن النشاط أ قد تم القيام به ويصعب تعديل تكلفة إنجازه فإنه يجب الآن التركيز على النشاط هـ الذي يتم إنجازه الآن فما زال باقي 75% من هذا النشاط لم يتم القيام به بعد، كذلك فمن بين البدائل المتاحة أن يفكر المدير في إعادة النظر في تكلفة الأنشطة الأخرى جـ ، د ، و ، ز حتى يمكن الوصول بإجمالي تكاليف المشروع إلى حدودها المقررة. وحتى يكون التحليل أكثر عمقاً فمن الممكن أن يتم تحليل عناصر التكلفة الزائدة في الأنشطة أ ، هـ إلى مكوناتها الرئيسية. ويقصد بذلك تكلفة العمالة وتكلفة المواد والخدمات والتكاليف الغير مباشرة. فذلك يسهل من تشخيص أسباب التجاوز والعمل على ضبطها في حدود الميزانية الموضوعة.

النشاط	التكاليف المقدرة (ريال)	الوضع في آخر الشهر الثامن		قيمة الإنجاز الانحراف	
		التكاليف الفعلية ريال	نسبة الإنجاز		
أ	20.000	22.000	100%	20.000	2.000
ب	18.000	18.000	100%	18.000	-
جـ	10.000	3.000	50%	5.000	2.000-
د	15.000	4.000	33% 3/1	5.000	1.000-
هـ	10.000	5.000	25%	2.500	2.500
و	16.000	صفر	صفر	صفر	صفر
ز	6.000	صفر	صفر	صفر	صفر

محددات أسلوب PERT/ COST

على الرغم من المزايا الواضحة التي يقدمها الأسلوب إلى أنه يوجه إليه العديد من الانتقادات والتي تستلزم أن يأخذ استخدامه بحذر ودراسة كافية قبل مرحلة التنفيذ. وأولى هذه الانتقادات هو أن مراقبة تكلفة الأنشطة تستلزم أعمال مكتبية كثيرة خصوصاً بالنسبة للمشروعات التي بها أعداد كبيرة من الأنشطة. ولكن يمكن التغلب على ذلك بتجميع الأنشطة في مقطوعيات كما ذكرنا من قبل وإن كان ذلك سوف يؤدي إلى ضعف عملية الرقابة المرغوبة. أما الانتقاد الثاني فهو الخاص بتحديد نوع التكاليف التي توزع على الأنشطة. فهناك أنواع من التكاليف الثابتة والغير مباشرة Overhead والتي يصعب تخصيصها لنشاط معين. أما النقد الثالث والأخير، والأكثر خطورة، فهو أن تطبيق مثل هذا النظام يحتاج إلى نظام للتكاليف يختلف كلية عن نظم التكاليف المتعارف عليها والتي تستخدمها الكثير من المنشآت. ولذلك يستلزم عند تطبيقه هذا النظام أما تطوير النظام الحالي للشركات أو السير على نظامين للتكاليف، وكل منهما له غرض مستقل. وعلى الرغم من أن ذلك أمراً مكلفاً إلى أننا نعتقد بأن المزايا المحققة من النظام تفوق بكثير التكلفة الإضافية وبصفة خاصة بالنسبة للمشروعات الكبيرة والتي يستغرق إنجازها فترات طويلة.

مدخل شامل لقياس إنتاجية المشروع Project Productivity

طالما أن إنجاز أحد المشروعات هو عملية إنتاجية Productive Process فإنه يجب وجود معايير لقياس إنتاجية مثل هذا النشاط. وقد أقترح Menipaz أن يقوم قياس إنتاجية مشروع المرة الواحدة على أساس ثلاثة معايير هي التكلفة، الجدولة، والجودة.

وقد أقترح إدماج تلك المعايير الثلاثة في ما يسمى برقم قياسي لإنتاجية المشروع (Project Productivity index (PPI والذي يحسب على النحو التالي:

Pp1 = (أثر الوقت) × (أثر التكلفة) × (أثر الجودة)

= Q1 x C1 x T1

حيث أن :

- أثر الوقت = مقياس لمدى تحقيق وفرضي الوقت المستغرق في التنفيذ ويحسب على النحو التالي:

$$T1 = \frac{\text{الوقت محسوباً منذ البدء وحتى نقطة التقييم}}{\text{الوقت منذ البداية وحتى نقطة التقييم – الوقت الزائد Slack}}$$

فإذا كانت نقطة تقييم مشروع معين هي بعد 20 يوماً من بدأ التشغيل وكان الوقت الزائد المتراكم على المسار الحرج حتى هذا التاريخ هو 5 أيام فإن أثر الوقت = 20/15 = 1.33. ويتضح من ذلك أنه كلما زاد الوقت الموفر كلما زادت تلك النسبة.

- أثر التكلفة = هو مقياس لمدى تطابق الإنفاق الفعلي مع الميزانية

$$C1 = \frac{\text{الميزانية الموضوعة}}{\text{التكاليف الفعلية}}$$

وتعني هذه النسبة أنه كلما قلت التكاليف الفعلية عن الميزانية الموضوعة كلما زاد معامل تقييم المشروع.

- أثر الجودة = هو مقياس لمدى مطابقة المشروع للمواصفات الموضوعة فنياً ، ويحسب على النحو:

$$Q1 = \frac{\text{الجودة الفعلية}}{\text{الجودة المخططة}}$$

وتعني هذه النسبة أنه كلما زادت الجودة الفعلية عن الجودة المخططة كلما زادت قيمة pp1.

ويمتاز هذا الرقم القياسي PP1 بأنه يأخذ أكثر من جانب من جوانب تقييم أداء المشروع. فلا يتم التقييم فقط على أساس وقت الإنجاز كما هو متبع في كثير من المشروعات، ولذلك فإنه يمكن من عمل موائمة بين الوقت والتكلفة والجودة معاً.

ففي حالة التطرف في مواصفات الجودة قد يؤدي ذلك إلى ارتفاع التكلفة الفعلية عن التكلفة المقدرة مما يؤدي إلى انخفاض قيمة PP1 المحسوبة.

كذلك فإن هذا الرقم القياسي يمكن استخدامه لتقييم إنجاز النشاط وليس الشروع فقط، ومن ثم فإنه يمكن مقارنة الإنجاز لأكثر من نشاط في المشروع الواحد.

مثال (5-4)

بافتراض أن هناك نشاطين أ ، ب تم الانتهاء منها بعد خمسون يوماً من بدء المشروع، وعند الإتمام اتضح أن أ قد تم إنجازه في عشرة أيام قبل الجدول الموضوع Positive slack، بميزانية قدرها 4000 ريال وإنفاق فعلي قدره 4000 ريال، أما النشاط ب فقد تم إنجازه متأخراً عن موعد تمامه بخمسة أيام negative slack وبإنفاق إجمالي فعلي 3000 ريال بينما كانت ميزانيته الموضوعة هي 5000 ريال. بفرض أن جودة أداء كل منهم تمت حسب المواصفات الموضوعة، احسب PP1 لكل منهم.

الحل:

$$PPI\ (أ) = \frac{50}{10 - 50} \times \frac{4000}{4000} \times 1 = 1,25$$

$$PPI\ (ب) = \frac{50}{(5-) - 50} \times \frac{5000}{3000} \times 1 = 1,51$$

ويتضح من ذلك أن النشاط ب أداؤه أفضل من النشاط أ . وذلك على الرغم من أن النشاط أ قد يبدو أفضل من ناحية وقت الإنجاز.

المرجع:

كتاب : إدارة وجدولة المشاريع، خطوات تخطيط وتنظيم وجدولة مراحل تنفيذ المشروع وكيفية الرقابة عليها، من تأليف د. محمد توفيق ماضي، من إصدار الدار الجامعية - الإسكندرية- الطبعة الثانية لعام 2014م.