استخدام أساليب بحوث العمليات في تخطيط ورقابة تنفيذ برامج التنمية الاقتصادية في الجمهورية اليمنية

د.حمود علي عبد الله المجيدي
أستاذ مساعد
كلية العلوم الإدارية- جامعة تعز

د. ناصر خليفة عبد الولي
أستاذ مشارك
كلية العلوم الإدارية- جامعة تعز

مقدمة : -

من المعروف أن بحوث العمليات كمصطلح ظهر أثناء الحرب العالمية الثانية حيث طلبت وزارة الدفاع البريطانية من علمائها في مختلف التخصصات دراسة إمكانية صد الهجوم الألماني الجوي و الأرضي ، فقام مجموعة من العلماء باقتراح مجموعة من الاستراتيجيات تعتمد على النظريات الرياضية والإحصائية بحيث يمكن أن تصل بريطانيا إلى أفضل موقف دفاعي ممكن باستخدام مواردها العسكرية ، وقد أدت هذه البحوث إلى نتائج هامة كانت سبباً في صد الهجوم الألماني وتحويل بريطانيا من موقف الدفاع إلى موقف الهجوم في عام 1942م ، وقد أدى نجاح هذه المجموعة من العلماء والتي سميت فيما بعد باسم (مجموعة بحوث العمليات) إلى اهتمام الدول الأخرى مثل الولايات المتحدة بهذه التجربة .

ويتضح مما سبق أن مصطلح بحوث العمليات يقصد به البحوث التي أعدت خصيصاً للعمليات العسكرية ، إلا أنه بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية بدأت بريطانيا في تخفيض الإنفاق على الجيش واستغنت عن بعض أفراد مجموعة بحوث العمليات فوجدها أصحاب المصانع فرصة ذهبية للاستفادة من خبرات هؤلاء العلماء في المصانع التي دمرتها الحرب وذلك لترميم هذه المصانع وبناء مصانع جديدة تقام فيها مراكز بحثية لاجتذاب هؤلاء العلماء والاستفادة من خبرتهم في توفير الأساس العلمي لاتخاذ قرارات إدارية سليمة تتعلق بتخصيص الموارد وتحديد المزيج الإنتاجي و البيعي وإدارة المخازن وجدولة الإنتاج وغيرها من المشاكل ، بحيث يتم تحقيق أقصى ربح ممكن وفي نفس الوقت الوصول إلى أقل تكلفة ممكنة .

وتحتاج الدول النامية إلى الإسراع في تنفيذ الخطط المتعلقة بالتنمية الاقتصادية ومن هنا جاءت فكرة هذا البحث وهو أن نعتمد على أساليب بحوث العمليات في تخطيط ورقابة تنفيذ برامج التنمية الاقتصادية بحيث يتم الإسراع في تنفيذها في أقل وقت ممكن وبأقل تكاليف ممكنة .

مشكلة البحث : -

يتضح مما سبق أن مشكلة البحث هو بيان كيفية الاستفادة من أساليب بحوث العمليات في تخطيط ورقابة تنفيذ برامج التنمية الاقتصادية حتى يمكن تنفيذها بأقل تكلفة ممكنة وفي أسرع وقت ممكن وخاصة وأنه تم تجربة هذه الأساليب على مشاكل مشابهة .

أهداف البحث : -

يهدف هذا البحث إلى ما يلي :-

1- الاستفادة من أساليب بحوث العمليات في تخطيط ورقابة تنفيذ برامج التنمية الاقتصادية .
2- الإسراع في تنفيذ برامج التنمية الاقتصادية لأن تأخير تنفيذها يترتب عليه العديد من التكاليف .
3- إظهار الأسلوب الملائم لمشكلة البحث .

أهمية البحث : -

تنبع أهمية هذا البحث من الأمور التالية :-

1- الحاجة إلى الإسراع في تنفيذ خطط التنمية الاقتصادية في الدول بصفة عامة والدول النامية بصفة خاصة .

2- الحاجة إلى أساليب غير تقليدية لتخطيط ورقابة تنفيذ برامج التنمية الاقتصادية وخاصة أساليب بحوث العمليات التي أثبتت كفاءتها وملاءمتها للتشغيل الالكتروني للبيانات .

فروض البحث : -

يقوم البحث على فرض أساسي وهو أن استخدام أساليب بحوث العمليات في تخطيط ورقابة تنفيذ برامج التنمية الاقتصادية سوف يؤدي إلى تنفيذ هذه البرامج في أقل وقت ممكن وبأقل تكلفة ممكنة .

حدود البحث : -

سوف يعتمد البحث بصفة أساسية على أساليب شبكات الأعمال باعتبارها أكثر الأساليب ملاءمة لموضوع البحث كما سيتضح فيما بعد .

منهج البحث : -

يقوم البحث علي أساس منهجين أساسين هما :-

الأول :- المنهج الاستنباطي

وفيه يتم الاعتماد على ما كتب في مجال الاقتصاد بصفة عامة وفي مجال الرياضة والإحصاء بصفة خاصة لاستنباط أسلوب من أساليب بحوث العمليات يلائم موضوع البحث .

الثاني :- المنهج الاستقرائي

وفيه يتم الاعتماد علي احد المشروعات الافتراضية لبيان كيفية تطبيق الأسلوب المقترح .

خطة البحث : -

لتحقيق أهداف البحث فسوف يتم تبويبه على النحو التالي :-

- الفصل الأول :- خطوات تطبيق أساليب شبكات الأعمال .
- الفصل الثاني :- تطبيق أسلوب شبكة الأعمال في تخطيط ورقابة تنفيذ أحد مشروعات التنمية الاقتصادية في اليمن .
- الخلاصة والنتائج و التوصيات .

الفصل الأول

خطوات تطبيق أساليب شبكات الأعمال

كان للقصور الموجود في خرائط جانت سبباً أساسياً لمحاولات تطويرها ونتيجة للبحوث في هذا الشأن تم التوصل إلى أسلوبين جديدين لمساعدة الإدارة في اتخاذ القرارات وهما : أسلوب تقييم ومراجعة البرامج Program Evaluation and Review Technique أو PERT وأسلوب أو طريقة المسار الحرج Critical Path Method وبالرغم من أن هذين الأسلوبين قد ظهرا مستقلين عن بعضهما ولكن في نفس التوقيت وفي جهتين مختلفتين إلا أن هدفهما واحد وهو إظهار كيفية تتابع الأنشطة على شبكة إيضاحية ، ولذلك

نجد أنه في بعض الأحيان يشار إليهما باسم أسلوب تحليل شبكات الأعمال ، وسوف نوضح الفروق البسيطة بينهما فيما بعد .

وبالرغم من التشابه الكبير بين الأسلوبين إلا أن هناك اختلاف بينهما وهو [1] :-

1- أن أسلوب المسار الحرج نموج تحديدي Deterministic يقوم على التأكد ، حيث يتم أعطاء تقدير واحد لزمن تنفيذ كل نشاط من أنشطة المشروع ، أما أسلوب PERT فإنه نموذج احتمالي Probabilistic يقوم على عدم التأكد ويطبق عندما يصعب وضع تقدير واحد لزمن تنفيذ كل نشاط بصورة مؤكدة ، ولمعالجة هذه المشكلة فإن هذا الأسلوب يعتمد على ثلاثة تقديرات احتمالية : تقدير متفائل وتقدير متشائم وتقدير أكثر احتمالاً ، وسوف نبين كيفية أخذ متوسط لهذه التقديرات للتغلب على مشكلة عدم التأكد .

2- لا يتم الإفصاح عن التكلفة في أسلوبPERT أي أنها لا تكون واضحة بينما تكون واضحة في أسلوب المسار الحرج ، ولذا يعمل الأسلوب على البحث عن الحل الأمثل الذي يوفق بين وقت تنفيذ المشروع ونفقاته .

وقد تم الاستعانة بهذه الأساليب في العديد من المجالات نذكر منها على سبيل المثال ما يلي :-

أ) تخطيط ورقابة برامج المراجعة في ضوء معايير المراجعة المتعارف عليها [5]

ب) تخطيط ورقابة مشروعات المقاولات [6] .

أهمية ومزايا استخدام أساليب شبكات الأعمال : -

ساهمت أساليب شبكات الأعمال في حل العديد من المشكلات الإدارية ، وبالتالي فإن تطبيق هذه الأساليب سوف تحقق مزايا عديدة وخاصة بالنسبة لمشروعات التنمية الاقتصادية ومنها :-

1- المساعدة في إعداد الخطط المتعلقة بمشروعات التنمية الاقتصادية وخاصة المشروعات الإنشائية الكبرى التي تتضمن التزامات كبيرة وتحتاج إلى إمكانيات مادية وبشرية لتنفيذها في أوقات محددة .

2- توضيح الصورة الكاملة عن كل مشروع تم تخطيطه من حيث الأنشطة التي يتكون منها ووقت وتكاليف تنفيذ كل نشاط وهذا يعطي فرصة للقائمين على هذه المشروعات لمتابعتها وتحديد التقدم في تنفيذها .

3- تحديد الأنشطة الحرجة في المشروعات المخططة والتي تستلزم عناية فائقة عند التخطيط و الجدولة وهذا يساعد الإدارة في تجنب نقاط الاختناق عند التنفيذ .

4- تعتبر أداه فعالة للاتصال بين الرؤساء و المرؤوسين وهذا يمكن الجميع من التفاهم المشترك الذي ينعكس على وقت تنفيذ مشروعات التنمية الاقتصادية .

ويعتبر أسلوب شبكات الأعمال من الأساليب المناسبة لتخطيط ورقابة تنفيذ مشروعات التنمية الاقتصادية وذلك للأسباب التالية [2] :-

1-أن مشروعات التنمية الاقتصادية يمكن تقسيمها إلى عدد من العمليات أو الأنشطة المستقلة ولكل نشاط منها بداية ونهاية واضحة .

2-من السهل تحديد علاقات التتابع بين الأنشطة المختلفة داخل المشروع الواحد .

3-من الممكن وضع تقديرات مؤكدة أو احتمالية للوقت المتوقع لتنفيذ كل نشاط من أنشطة المشروع .

الخطوات اللازمة لتطبيق أسلوب تحليل شبكات الأعمال : -

لكي يتم تطبيق أسلوب تحليل شبكات الأعمال لتخطيط ورقابة تنفيذ برامج التنمية الاقتصادية فإن ذلك يمر بمجموعة من الخطوات وهي [3] :-

1- تخطيط كل مشروع ووضع جدول زمني لتنفيذه .
2- رسم شبكة الأعمال .
3- تحديد المسار الحرج .
4- محاولة تخفيض فترة تنفيذ المسارات الحرجة .

أولاً : - تخطيط المشروع وتحديد هدفه الأساسي والأهداف الفرعية له

وفي هذه الخطوة يتم تقسيم المشروع إلى عدة أجزاء ويتم وضع جدول يوضح تقسيم العمل بطريقة توضح العلاقات بين أنشطته ويشترط أن يسمح هذا التقسيم برسم شبكة مفهومة وأن يكون العائد من هذا التقسيم أكبر من تكاليفه وأن يطبق مبدأ المشاركة في إعداده .

ثانياً : - وضع تقديرات زمنية لتنفيذ كل نشاط من أنشطة المشروع

وفي هذه الخطوة يتم وضع تقديرات زمنية لتنفيذ كل نشاط وذلك إما في ضوء الخبرة السابقة إذا كان الأسلوب المستخدم هو أسلوب المسار الحرج لأنه يتجاهل مشكلة عدم التأكد ، أو الاعتماد على تقديرات احتمالية إذا كان الأسلوب المستخدم هو أسلوب PERT وهنا نجد ثلاثة تقديرات هي :-

1- تقدير متفائل لزمن التنفيذ Optimistic Time

وهو أقل وقت يمكن توقعه لإتمام النشاط في ظل أفضل الظروف .

2- تقدير الزمن الأكثر احتمالاً Most Likely Time

وهو الوقت اللازم لتنفيذ النشاط في ظل ظروف التشغيل العادية أو بعبارة أخرى الوقت الذي يكون فيه احتمال التنفيذ أكبر من احتمال أي وقت آخر .

3- الزمن التشاؤمي Pessimistic Time

وهو أكبر وقت يمكن أن يتم فيه المشروع بافتراض أن ظروف التشغيل سوف تسير على أسوا ما يمكن .

ونظراً لاختلاف هذه التقديرات الثلاثة فقد فكر واضعو هذا الأسلوب في أخذ متوسط حسابي لهذه التقديرات الثلاثة تخضع لتوزيع بيتا Beta Distribution ، ويكون هذا المتوسط الحسابي مرجحاً بأوزان تعطى لكل تقدير حيث يعطى التقدير الأكثر احتمالاً أربع أمثال التقديرات الأخرى وذلك طبقاً للمعادلة التالية :-

ت = (ف + 4 حـ + ش) / 6

حيث :-

ت = متوسط الوقت المتوقع للنشاط

ف = التقدير المتفائل

حـ = التقدير الأكثر احتمالاً

ش = التقدير المتشائم

ثالثاً :- رسم شبكة الأعمال و تحديد المسار الحرج

وهي شبكة توضح الأحداث والأنشطة التي يجب تنفيذها لتنفيذ المشروع ككل ، وتحتوي هذه الشبكة على العناصر التالية [4] :-

أ) الحدث Event

وهو يمثل لحظة معينة من الوقت تعبر عن بداية أو نهاية نشاط معين في المشروع ويعبر بأي شكل هندسي كالدائرة مثلاً .

ب) النشاط Activity

ويعبر عن الأداء الذي يتم لانجاز عمل معين يحتاج إلى وقت وإلى موارد وله أيضاً بداية ونهاية ويعبر عنه عادة بسهم يبدأ بحدث معين هو حدث البداية وينتهي بحدث النهاية .

وعلى سبيل لو كان المشروع هو بناء كلية مثلا نجد أن هذا المشروع به العديد من الأنشطة مثلاً :-

- نشاط الحفر .
- نشاط وضع القواعد .
- نشاط وضع الأعمدة .
- نشاط صب السقف .
- نشاط بناء الجدران .
- نشاط الكهرباء .
- نشاط الصحي .
- نشاط البحارة .
- نشاط النقاشة .
- نشاط المحارة .
- نشاط البلاط .

وهكذا ....

ويرسم كل نشاط بسهم يبين بدايته ونهايته كما هو موضح :-

نشاط الحفر (1) (2)

حيث :-

(1) = حدث البداية .

(2) = حدث النهاية .

و السهم يعبر عن النشاط .

ج) المسار Path

وهو يعبر عن تتابع الأنشطة خلال مسار معين حتى يتم تنفيذها وقد يكون لتنفيذ المشروع الواحد أكثر من مسار ويسمى أطولها زمناً بالمسار الحرج Critical Path وتسمى الأنشطة التي تقع عليه بالأنشطة الحرجة Critical Activities .

رابعاً :- ضغط وقت تنفيذ كل نشاط من أنشطة المشروع

ويكون ذلك في ظل قواعد محددة وشروط موضوعة ومنها :-

أ) أن يكون الضغط للأنشطة التي تقع على المسار الحرج .

ب) أن يكون النشاط به إمكانية للضغط أو التخفيض .

ج) أن يكون النشاط المضغوط له أقل ميل للتكلفة .

د) أن يكون الحد الأقصى للتخفيض في الوقت هو الفرق بين المسار الحرج و المسار شبة الحرج .

الفصل الثاني

تطبيق أسلوب شبكة الأعمال في تخطيط ورقابة تنفيذ أحد مشروعات التنمية الاقتصادية في اليمن

بفرض أن الحكومة اليمنية قد خططت لتنفيذ مشروع تنموي يتكون من ثلاثة أنواع من الأنشطة وكل نشاط يتكون من عدة أنشطة فرعية فإنه يلزم لتطبيق هذا الأسلوب القيام بالخطوات السابق ذكرها على النحو التالي :-

أولاً :- تخطيط المشروع وتحديد أنشطته الرئيسية و الفرعية

وبفرض أن المشروع يتكون من ثلاثة أنواع من الأنشطة كما ذكرنا وهي :-

النوع الأول : أنشطة مستقلة

وهي أنشطة لا يترتب على البدء في أحدها ضرورة الانتهاء من الأنشطة الأخرى وهذه الأنشطة عبارة عن :-

1- نشاط الحفر ويستغرق 4 شهور .
2- نشاط وضع القواعد العادية ويستغرق 5 شهور .
3- نشاط وضع القواعد المسلحة ويستغرق 3 شهور .
4- نشاط صب الأعمدة والسقف ويستغرق 7 شهور .
5- نشاط بناء الجدران ويستغرق 6 شهور .

النوع الثاني :- أنشطة تنفذ بعد الانتهاء من الأنشطة السابقة وهي :-

1- نشاط النجارة ويستغرق 5 شهور .
2- نشاط المحارة ويستغرق 7 شهور .
3- نشاط التركيبات الصحية والسباكة وتستغرق 4 شهور .
4- نشاط الكهرباء ويستغرق 3 شهور .
5- نشاط الحديد الكريتال ويستغرق 5 شهور .
6- نشاط النقاشة (الرنج) ويستغرق 6 شهور .

النوع الثالث : - نشاط لا يمكن تنفيذه إلا بعد الانتهاء من كل الأنشطة

وهو نشاط واحد وهو تركيب البلاط والأرضيات ويستغرق 8 شهور .

وسوف نبين كيفية تطبيق هذا الأسلوب للانتهاء من المشروع في أقل وقت ممكن من خلال الخطوات التالية :-

أولاً :- تقسيم المشروع إلى أنشطة مختلفة وتحديد الوقت و التكلفة المباشرة لكل نشاط

وفي هذه المرحلة سوف نجد أن هناك مصطلحين للوقت ومصطلحين للتكلفة ، فالوقت قد يكون طبيعي أو متسرع والوقت الطبيعي Normal Time يمثل أقصر مدة مطلوبة للانتهاء من النشاط في حدود التكلفة الطبيعية

أي بدون تحمل تكاليف أخرى بهدف تخفيض الوقت الطبيعي ، أما الوقت المتسرع Crash Time فهو يمثل أقل وقت يمكن تنفيذ فيه النشاط ولكن بعد تحمل تكاليف إضافية تسمى التكلفة المتسرعة للنشاط وبالتالي يصبح لدينا وقت طبيعي ووقت متسرع للنشاط وكذلك تكلفة طبيعية وتكلفة متسرعة للنشاط Normal Cost and Crash Point وبفرض أن الحكومة

تمكنت من تحديد هذه الأنشطة وتكلفتها وكذلك ميل التكلفة أو التغيير في التكلفة كالأتي :-

النشاط	كود النشاط	الوقت بالشهور		التكلفة بالألف ريال		ميل التكلفة
		طبيعي	متسرع	طبيعية	متسرعة	
النوع الأول من الأنشطة :						
1- نشاط الحفر	2-1	4	2	1600	2000	200
2- القواعد العادية	3-1	5	3	1200	1500	150
3- القواعد المسلحة	4-1	3	2	900	1000	100
4- الأعمدة والأسقف	5-1	7	4	1400	1700	100
5- الجدران	6-1	6	4	1200	1680	240
النوع الثاني من الأنشطة :-						
1- نشاط النجارة	7-2	5	3	1000	1200	100
2- نشاط المحارة	8-7	7	4	1400	1640	80
3- نشاط التركيبات الصحية و السباكة	8-3	4	3	1200	1400	200
4- نشاط الكهرباء	8-4	3	2	900	1000	100
5- نشاط الحديد الكريتال	8-5	5	3	1000	1240	120
6- نشاط النقاشة (الرنج)	8-6	6	4	1400	1680	140
النوع الثالث من الأنشطة :-						
1- نشاط البلاط	9-8	8	5	1600	2200	200
				14800	18240	

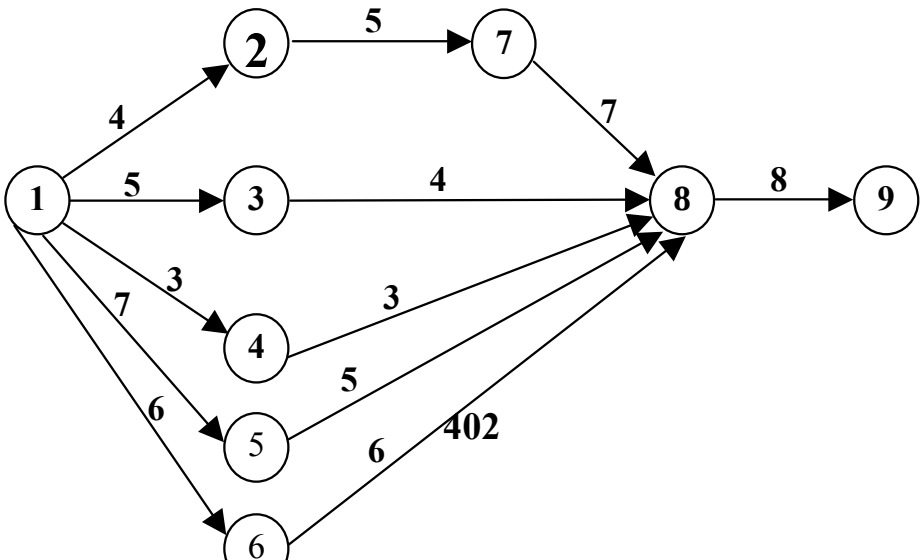
ويحسب التغيير في التكلفة أو ميل التكلفة لكل نشاط بالمعادلة التالية :-

ميل التكلفة = التغيير في التكلفة / التغير في الوقت

= (التكلفة المتسرعة – التكلفة الطبيعية) / (الوقت الطبيعي – الوقت المتسرع)

ثانياً :- رسم شبكة PERT وتحديد المسار الحرج

أ) في الأحوال الطبيعية :



ولتحديد المسار الحرج يمكن القول أن المسارات هي :-

المسار الأول (1- 2 – 7 – 8 – 9)

ووقت تنفيذه = 4 + 5 + 7 + 8 = 24 شهر

المسار الثاني (1 – 3 – 8 – 9)

ووقت تنفيذه = 5 + 4 + 8 = 17 شهر

المسار الثالث (1 – 4 – 8 – 9)

ووقت تنفيذه = 3 + 3 + 8 = 14 شهر

المسار الرابع (1 – 5 – 8 – 9)

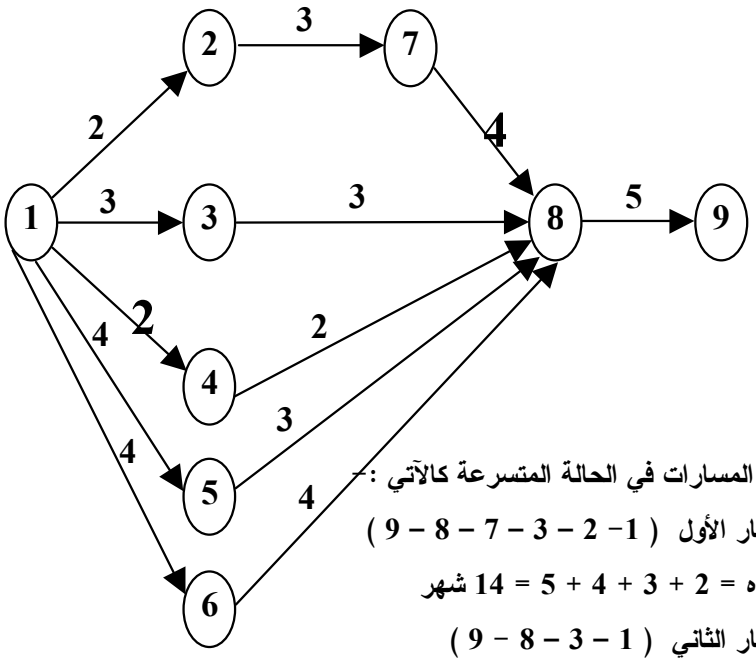
ووقت تنفيذه = 7 + 5 + 8 = 20 شهر

المسار الخامس (1 – 6 – 8 – 9)

ووقت تنفيذه = 6 + 6 + 8 = 20 شهر

∴ المسار الحرج هو أطول المسارات أو هو المسار الأول ويستغرق تنفيذه 24 شهر ، ويليه المساران الرابع و الخامس ويسمى كلاً منهما بالمسار شبة الحرج حيث يستغرق تنفيذ كل منها 20 شهراً وإجمالي التكاليف الطبيعية لتنفيذ المسار الحرج هي إجمالي التكاليف المباشرة للمشروع وهو 14800000 ريال .

ب) الأحوال المتسرعة



ويتم تحديد المسارات في الحالة المتسرعة كالآتي :-

المسار الأول (1- 2 – 3 – 7 – 8 – 9)

ووقت تنفيذه = 2 + 3 + 4 + 5 = 14 شهر

المسار الثاني (1 – 3 – 8 – 9)

ووقت تنفيذه = 3 + 3 + 5 = 11 شهر

المسار الثالث (1 – 4 – 8 – 9)

ووقت تنفيذه = 12 شهر

المسار الرابع (1 – 5 – 8 – 9)

ووقت تنفيذه = 12 شهر

المسار الخامس (1 – 6 – 8 – 9)

ووقت تنفيذه = 13 شهر

ويتضح بذلك أن أطول المسارات في هذه الحالة هو المسار الأول يستغرق تنفيذه 14 شهر وبالتالي يسمى المسار الحرج يليه المسار الأخير ويستغرق تنفيذه 13 شهر وبالتالي يسمى بالمسار شبة الحرج وإجمالي تكاليف المسار الحرج 18240000 ريال .

و السؤال الآن هل يمكن للدولة تنفيذ هذا المشروع في وقت أقل من الوقت المخطط الطبيعي ؟ وما هي التكاليف الإجمالية في هذه الحالة ؟

والإجابة تتم من خلال الخطوات التالية :-

الخطوة الأولى (التسرع الأول) :-

وفي هذه الخطوة نحاول ضغط وقت وتكلفة المشروع عن طريق تخفيض وقت وتكلفة الأنشطة المختلفة طبقاً للقواعد التالية :-

1- أن يكون الضغط لأنشطة تقع على المسار الحرج .

2- أن يكون النشاط به إمكانية للضغط أو التخفيض .

3- أن يكون النشاط المضغوط له أقل ميل للتكلفة .

4- أن يكون الحد الأقصى للتخفيض في الوقت هو الفرق بين المسار الحرج و المسار شبة الحرج .

ويتم حساب ميل التكلفة للأنشطة كما يلي :-

جدول ميل التكلفة

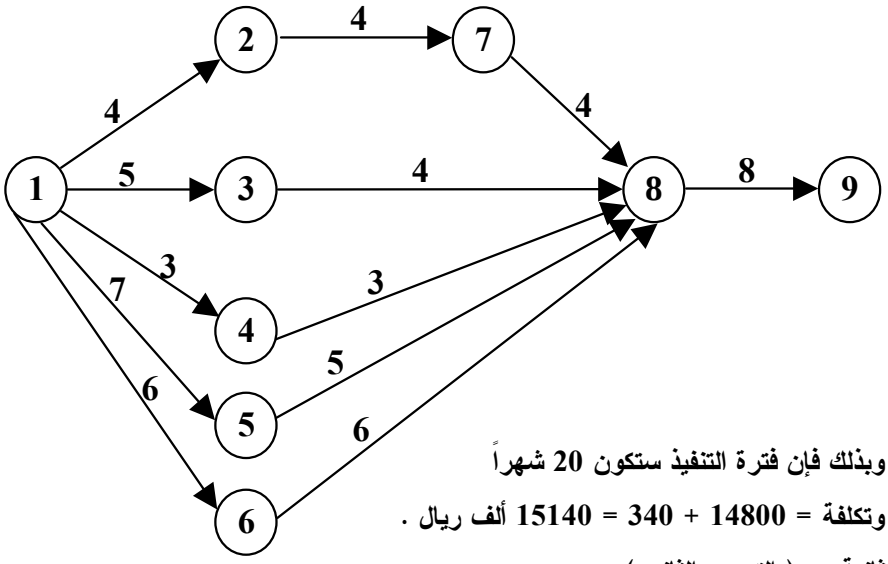
الأنشطة على المسار الحرج	ميل التكلفة	الوقت الطبيعي	الوقت المتسرع	مقدر التخفيض	إمكانية التخفيض
2 - 1	200	4	2	2	
7 – 2	100	5	3	2	يمكن التخفيض شهرين
8 – 7	80	7	4	3	يمكن التخفيض ثلاثة أشهر
9 - 8	200	8	5	3	

ويلاحظ أنه تم اختيار الأنشطة 2– 7 ، 7 – 8 للتخفيض لأن لهما أقل ميل للتكلفة من الأنشطة الأخرى .

وبالتالي نبدأ في تخفيض النشاط صاحب أقل ميل للتكلفة وهو النشاط 7 – 8 بمقدار ثلاثة شهور ، أما النشاط الثاني فكان يمكن تخفيض وقته بمقدار شهرين ألا أن الفرق بين المسار الحرج و المسار شبه الحرج هو شهر واحد فقط وبالتالي يتم تخفيض النشاط الثاني بمقدار شهر واحد فقط وتصبح التكاليف الإجمالية المترتبة على هذا التخفيض كما يلي :-

3 شهور × 80 + ا شهر × 100 = 340 ألف ريال .

وتصبح شبكة PERT كتالي



وبذلك فإن فترة التنفيذ ستكون 20 شهراً

وتكلفة = 14800 + 340 = 15140 ألف ريال .

الخطوة الثانية :- (التسرع الثاني)

المسار	الأنشطة	وقت التنفيذ	نوع المسار
الأول	1 – 2 – 7 – 8 – 9	20	حرج
الثاني	1 – 3 – 8 – 9	17	شبه حرج
الثالث	1 – 4 – 8 – 9	14	غير حرج
الرابع	1 – 5 – 8 – 9	20	حرج
الخامس	1 – 6 – 8 – 9	20	حرج

لبيان إمكانية تخفيض وقت وتكلفة أنشطة المسارات الحرجة يتم إعداد الجداول التالية :-

جدول ميل التكلفة للمسار الحرج الأول

أنشطة المسار الحرج الأول	ميل التكلفة	الوقت الطبيعي	الوقت المتسرع	مقدار التخفيض	إمكانية التخفيض
1 – 2	200	4	2	2	
2 – 7	100	4	3	1	يمكن التخفيض لمدة شهر
7 – 8	80	4	4	صفر	ليس به إمكانية التخفيض
8 – 9	200	8	5	3	يمكن التخفيض لمدة 3 شهور

جدول ميل التكلفة للمسار الحرج الثاني (وهو المسار الرابع)

أنشطة المسار الحرج الأول	ميل التكلفة	الوقت الطبيعي	الوقت المتسرع	مقدار التخفيض	إمكانية التخفيض

5 – 1	100	7	4	3	يمكن التخفيض
8 – 5	120	5	2	2	يمكن التخفيض
9 – 8	200	8	5	3	يمكن التخفيض

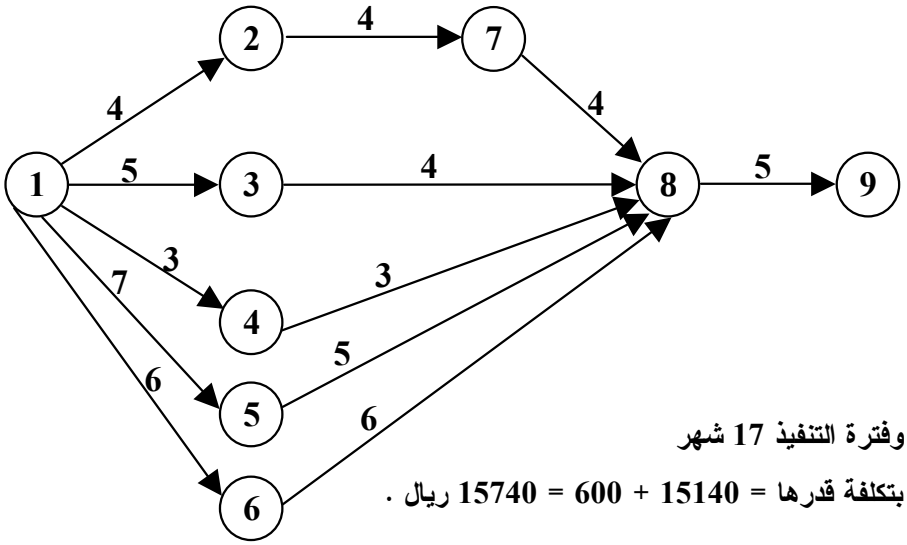
جدول ميل التكلفة للمسار الخامس

أنشطة المسار الحرج الأول	ميل التكلفة	الوقت الطبيعي	الوقت المتسرع	مقدار التخفيض	إمكانية التخفيض
6 – 1	240	6	4	2	
8 – 6	140	6	4	2	
9 – 8	200	8	5	3	يمكن التخفيض

ويلاحظ أن النشاط 8 – 9 مشترك بين جميع المسارات وسوف يؤدي تخفيضه بمقدار 3 شهور إلى زيادة التكاليف كما يلي :-

3 شهور × 200 = 600 ألف ريال .

وتصبح الشبكة بعد تخفيض النشاط 8 – 9 كالتالي :-



وفترة التنفيذ 17 شهر

بتكلفة قدرها = 15140 + 600 = 15740 ريال .

الخطوة الثالثة : - (التسرع الثالث)

المسار	الأنشطة	وقت التنفيذ	نوع المسار
الأول	1 – 2 – 7 – 8 – 9	17	حرج
الثاني	1 – 3 – 8 – 9	14	شبه حرج

الثالث	1 – 4 – 8 – 9	11	غير حرج
الرابع	1 – 5 – 8 – 9	17	حرج
الخامس	1 – 6 – 8 – 9	17	حرج

وبالتالي هناك ثلاثة مسارات حرجة ينبغي تخفيض أوقات مساراتها وفيما يلي نبين إمكانية التخفيض للأنشطة الحرجة :-

جدول ميل التكلفة للمسار الحرج الأول

أنشطة المسار الحرج الأول	ميل التكلفة	الوقت الطبيعي	الوقت المتسرع	مقدار التخفيض	إمكانية التخفيض
2 – 1	200	4	2	2	يمكن التخفيض لمدة شهرين
7 – 2	100	4	3	1	يمكن التخفيض لمدة شهرين
8 – 7	80	4	4	صفر	ليس به إمكانية التخفيض
9 – 8	200	5	5	صفر	ليس به إمكانية التخفيض

جدول ميل التكلفة للمسار الحرج الثاني (وهو المسار الرابع)

أنشطة المسار الحرج الأول	ميل التكلفة	الوقت الطبيعي	الوقت المتسرع	مقدار التخفيض	إمكانية التخفيض
5 – 1	100	7	4	3	يمكن التخفيض لمدة 3 شهور
8 – 5	120	5	3	2	يمكن التخفيض لمدة شهرين
9 – 8	200	5	5	صفر	ليس به إمكانية التخفيض

جدول ميل التكلفة للمسار الخامس

أنشطة المسار الحرج الأول	ميل التكلفة	الوقت الطبيعي	الوقت المتسرع	مقدار التخفيض	إمكانية التخفيض
6 – 1	240	6	4	2	يمكن التخفيض لمدة أسبوعين
8 – 6	140	6	4	2	يمكن التخفيض لمدة أسبوعين
9 – 8	200	5	5	صفر	ليس به إمكانية التخفيض

وحيث أن الحد الأقصى للتخفيض 3 شهور

∴ يتم تخفيض أوقات المسارات الثلاثة من كل منها 3 شهور فقط كما يلي :-

المسار الحرج الأول :-

النشاط	مقدار التخفيض بالشهر	التكاليف الإجمالية بالألف ريال
2 – 1	2	400 = 200 × 2
7 – 2	1	100 = 100 × 1
		500

المسار الحرج الرابع : -

النشاط	مقدار التخفيض بالشهر	التكاليف الإجمالية بالألف ريال
5 – 1	3	300 = 300 × 3

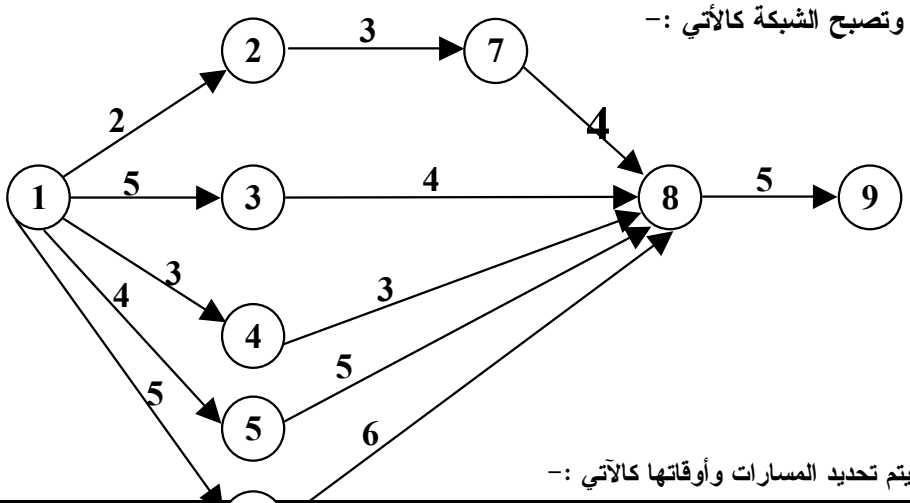
المسار الحرج الخامس : -

النشاط	مقدار التخفيض بالشهر	التكاليف الإجمالية بالألف ريال
8 – 6	2	280 = 140 × 2
6 – 1	1	240 = 240 × 1
		520

∴ إجمالي الزيادة في التكاليف =500 + 300 + 520 = 1320ألف ريال

وفترة التنفيذ 14 شهر .

وتصبح الشبكة كالأتي :-



ويتم تحديد المسارات وأوقاتها كالآتي :-

المسار	الأنشطة	وقت التنفيذ	نوع المسار
الأول	1 – 2 – 7 – 8 – 9	14	حرج
الثاني	1 – 3 – 8 – 9	14	شبه حرج
الثالث	1 – 4 – 8 – 9	11	غير حرج
الرابع	1 – 5 – 8 – 9	14	حرج
الخامس	1 – 6 – 8 – 9	14	حرج

وبالتالـــي هناك أربع مسارات حرجة وحيث أن وقت تنفيذ كل منها الحد الأقصى له هو المسار الحرج طبقاً للخطة المتسرعة وهي هنا 14 شهر وبالتالي لا يمكن التخفيض أكثر من ذلك وأن التخفيض لن يؤدي إلا إلى زيادة التكاليف .

ثالثاً : - تقدير التكاليف غير المباشرة للمشروع

وبفرض أن الدولة قدرتها بما يعادل 500000 ريال يمني شهرياً فإن البدائل المتاحة لتنفيذ المشروع ستكون كما يلي :-

جدول تكاليف بدائل تنفيذ المشروع

البيان	الحالة الطبيعية 24 شهر	البديل الأول 20 شهر	البديل الثاني 17 شهر	البديل الثالث 14 شهر	الحالة المتسرعة 14 شهر
التكاليف المباشرة	14800	15140	15740	17060	18240
التكاليف غير المباشرة	12000	10000	8500	7000	7000
إجمالي التكاليف	26800	25140	24240	24060	25240

وهنا يصبح أمام منفذ المشروع أكثر من بديل ولكل تكاليفه المباشرة وغير المباشرة وبمجرد اختيار بديل معين يتحول أسلوب تحليل الشبكات من أداة تخطيط إلى أداة متابعة تساعد في التنفيذ في الوقت المحدد .

الخلاصة والنتائج والتوصيات

تناول الباحث في هذا البحث استخدام أساليب بحوث العمليات في تخطيط ورقابة برامج التنمية الاقتصادية حيث تم التركيز على أساليب شبكات الأعمال باعتبارها الأساس الملائم لموضوع البحث ، وتم في الفصل الأول تحديد خطوات تطبيق هذه الأساليب من الناحية النظرية وفي الفصل الثاني تم تطبيق الأساليب المذكورة على أحد المشروعات الافتراضية المتعلقة بالتنمية الاقتصادية ، ومن خلال البحث تم التوصل إلى مجموعة من أهمها ما يلي :-

أولاً :- تعتبر أساليب شبكات الأعمال من الأساليب المناسبة لتخطيط ورقابة مشروعات التنمية الاقتصادية وذلك للأسباب التالية :-

1- أن مشروعات التنمية الاقتصادية يمكن تقسيمها إلى عدد من العمليات أو الأنشطة المستقلة ولكل نشاط بداية ونهاية واضحة .
2- من السهل تحديد علاقات التتابع بين الأنشطة المختلفة داخل المشروع الواحد .
3- من الممكن وضع تقديرات مؤكدة أو احتمالية للوقت المتوقع لتنفيذ كل نشاط من أنشطة المشروع .

ثانياً :- ساهمت أساليب شبكات الأعمال في حل العديد من المشكلات الإدارية وبالتالي فإن تطبيق هذه الأساليب سوف يحقق العديد من المزايا بالنسبة لمشروعات التنمية الاقتصادية ومنها :-

1- المساعدة في إعداد الخطط المتعلقة بمشروعات التنمية الاقتصادية .
2- توضيح الصورة الكاملة عن كل مشروع من مشروعات التنمية الاقتصادية وبان الأنشطة التي يحتوي عليها وقت وتكاليف تنفيذ كل نشاط .
3- تحدد الأنشطة الحرجة المتوقعة أثناء التنفيذ و التي تستلزم عناية فائقة عند التخطيط والجدولة .
4- تعتبر أداه فعالة للاتصال بين الرؤساء و المرؤوسين .

ثالثاً :- لكي يتم تطبيق أساليب تحليل الشبكات فإن ذلك يمر بالخطوات التالية :-

الخطوة الأولى : - تخطيط المشروع وتحديد أنشطته الرئيسية والفرعية .

الخطوة الثانية : -وضع تقديرات زمنية لتنفيذ كل نشاط من أنشطة المشروع وهذه التقديرات إذا كانت في ظل حالة تأكد يتم تطبيق أسلوب PERT وإذا كانت تتم بشكل احتمالي يتم تطبيق أسلوب المسار الحرج CPM .

الخطوة الثالثة : -رسم شبكة الأعمال وتحديد المسار الحرج .

الخطوة الرابعة : -محاولة ضغط وقت تنفيذ كل نشاط من الأنشطة على المسار الحرج إلى أن يصل إلى أقل وقت يمكن تنفيذ المشروع فيه بأقل تكاليف ممكنة .

رابعاً :- بتطبيق أساليب شبكات الأعمال على أحد المشروعات الافتراضية في الجمهورية اليمنية تبين ما يلي :-

1- أن الحالة الطبيعية هي تنفيذ المشروع في 24 شهر بتكاليف إجمالية قدرها 26800000 ريال يمني .

2- أنه في حالة الإسراع في تنفيذ المشروع سيتم التنفيذ في 14 شهر وبتكاليف إجمالية قدرها 25240000 ريال يمني .

3- أن هناك ثلاثة بدائل أمام مخطط المشروع وهي :-

أ) البديل الأول التنفيذ في 20 شهر وبتكاليف إجمالية 25140000 ريال يمني .

ب) البديل الثاني التنفيذ في 17 شهر وبتكاليف إجمالية 24240000 ريال يمني .

ج) البديل الثالث التنفيذ في 14 شهر وبتكاليف إجمالية 24060000 ريال يمني .

وبناءً على ما سبق فإن الباحث يوصي بما يلي :-

أولاً :- ضرورة الاستفادة من بحوث العمليات وأساليبها المختلفة في تخطيط ورقابة برامج التنمية الاقتصادية .

ثانياً :- ضرورة توافر قاعدة سليمة ودقيقة من البيانات و المعلومات التي تمكن من تطبيق أساليب بحوث العمليات للاستفادة منها في مشروعات التنمية الاقتصادية .

ثالثاً :- ضرورة أن يكون هناك ربط بين البحوث العلمية و البيئة الخارجية لمشروعات التنمية الاقتصادية.

رابعاً :- ضرورة عقد المؤتمرات و الندوات العلمية التي تبين التكامل بين العلوم المختلفة وخاصة علوم المحاسبة وبحوث العمليات و الإدارة و الاقتصاد بما يساهم في حل مشاكل التنمية الاقتصادية .

هوامش البحث

1- د. ماهـر مصطفى أحمد وآخرون ، الإطار النظري و التطبيق العملي لأساليب بحوث العمليات ، كلية التجارة – جامعة الأزهر ، القاهرة ، 2002م ، ص 243 .

2- المرجع السابق ، ص 245 .

3- د/ محمد محمود عبدالمجيد وآخرون ، المراجعة المتقدمة ، مكتبة عين شمس ، القاهرة ، 2004 ، ص 272 .

4- المرجع السابق ، ص 270 .

5- انظر على سبيل المثال :-

- American institute of Certified Public Accountants , Statements on Auditing Standards , New york : AICPA , 1987 .
- R . S . Waldron , "PERT as an Audit Toll" Accountancy , January 1967 , P.P. 8 - 9 .

6- انظر على سبيل المثال :-

- علي عبدالرحيم ، يوسف العادلي ، محمد العظمة ، " أساسيات التكاليف و المحاسبة الإدارية " ، ذات السلاسل للنشر ، الكويت ، 1990م ، ص 833 – 843 .
- A . Alan B . pritsker and Elliott Sigal , Management Decision Making : A Network Sim ulation Approach , Englewood Cliffs , New Jersey : Prentic – Hall , 1983 , P.P. 277 – 285 .