إدارة المشاريع

Project Management

إدارة المشاريـــــع

Project Management

الدكتور

أحمد يوسف دودين

رقم الايداع لدى دائرة المكتبة الوطنية : / /

الطبعة العربية 2012

جميع الحقوق الطبع محفوظة

لا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو أي جزء منه أو تخزينه في نطاق إستعادة المعلومات أو نقله بأي شكل من الأشكال، دون إذن خطي مسبق من الناشر

عمّان- الأردن

All rights reserved

No part of this book may by reproducted,stored in a retrieval System or transmitted in any form or by any meas without prior permission in writing of the publisher

إدارة المشاريع

Project Management

تأليف

الدكتور/ أحمد يوسف دودين

جامعة الزرقاء- إدارة الأعمال

2012

الإهداء
اهدي هذا الكتاب إلى أحبائي
طلبة العلم وإلى الدارسين والباحثين
الكرام في كافة جامعات ومؤسسات
التعليم العالي في الوطن العربي الكبير
المؤلف

المحتويات

الموضوع	الصفحة
المحتويات	7
مقدمة	13
الفصل الأول **المفاهيم الاساسية في إدارة المشاريع ويتناول ما يلي:**	17
- مقدمة	19
- تعريف المشروع	20
- خصائص المشروع	24
- إدارة المشروع	26
- دورة حياة المشروع	29
- أنواع المشاريع	34
- أصحاب المصلحة وذات العلاقة بالمشروع	35
الفصل الثاني **اختيار المشروع ويتناول مايلي**	39
- تعريف اختيار المشروع	41
- معايير اختيار المشاريع	41
- أنواع نماذج وأساليب اختيار المشروع	43
- المعايير والنماذج غير العددية	43
- المعايير والنماذج الكمية(الرقمية)	45
الفصل الثالث **اختيار مدير المشروع ويتناول مايلي**	55
- اختيار مدير المشروع	57
- مقارنة مدير المشروع بالمدير الوظيفي	58

الموضوع	الصفحة
- المسارات الوظيفية لمدير المشروع	60
- طلبات خاصة على مدير المشروع	61
- خصائص ومواصفات مدير المشروع	64
- مسؤوليات مدير المشروع	66
الفصل الرابع **تخطيط المشروع ويتناول مايلي:**	69
- مقدمة	71
- الحاجة إلى التخطيط	72
- ماهية التخطيط	74
- تخطيط المشروع	74
- مكونات تخطيط المشروع	77
- الوثيقة المرجعية للمشروع ومحتوياتها	79
- الاعتبارات الواجـــب أخذها بعين الاعتبار عنـــد تخطيط المشروع	79
- بيئة المشروع	82
- التخطيط في المشاريع الإنشائية	85
- أدوات التخطيط والسيطرة على المشروع	85
- مزايا تخطيط المشروع	87
الفصل الخامس **تنظيم المشروع ويتناول ما يلي:**	89
- مفهوم التنظيم	89
- عناصر التنظيم الإداري	89
- الصيغ التنظيمية للمشروع	96

الموضوع	الصفحة
- العوامل الواجب أخذها بعين الاعتبار عند اختيار الهيكل التنظيمي للمشروع	103
- مراحل تصميم الهيكل التنظيمي للمشروع	104
- المبادئ الأساسية في بناء الهيكل التنظيمي للمشروع	105
- المكتب التنفيذي للمشروع	107
- النصائح الواجبة الاتباع عند تنظيم المشروع	108
الفصل السادس **الجدولة وشبكات العمل للمشاريع ويتناول ما يلي:**	109
- مفهوم الجدولة للمشروع	111
- تقسيم المشروع إلى مراحله واعماله الرئيسية والفرعية (WBS)	113
- خريطة جانت	113
- شبكات الأعمال	117
- أسلوب المسار الحرج (CPM)	117
- أسلوب تقييم ومراجعة البرامج (PERT)	117
- قواعد رسم شبكات العمل	119
- المصطلحات المستخدمة في تحليل شبكات الأعمال	120
- أشكال وصيغ تصميم شبكات العمل	122
- مراحل تنفيذ المشروع على أساس شبكات العمل	132
- أوجه الشبه والاختلاف بين أسلوبي (CPM/PERT)	134

الموضوع	الصفحة
الفصل السابع **أسلوب مسار الحرج (CPM) ويتناول مايلي:**	141
- مقدمة	143
- الخطوات اللازمة لاستخدام أسلوب (CPM)	143
- الحسابات الكمية اللازمة لتطبيق المسار الحرج	145
- الحسابات الأمامية	145
- الحسابات الخلفية	146
- الفائض الإجمالي Total Slack	159
الفصل الثامن **تخفيض وقت إتمام المشروع ويتناول ما يلي:**	163
- أسباب تخفيض وقت إتمام المشروع	165
- خطة تخفيض الأنشطة	167
- الخطوات التي تتبع لتخفيض وقت المشروع	173
- تخفيض إتمام المشروع في حالة الميزانية المفتوحة	174
- تخفيض إتمام المشروع في حالة الميزانية المحددة	185
الفصل التاسع **أسلوب تقييم ومراجعة البرنامج (PERT) ويتناول ما يلي:**	195
- مقدمة	197
- أسلوب PERT	198
- التوزيع الاحتمالي في أسلوب PERT	199
- التوزيع الاحتمالي التجريبي	200
- التوزيع الاحتمالي الرياضي	201

الموضوع	الصفحة
- توزيع بيتا Beta وخصائصه ومعادلاته	204
- مثال كمي لتقدير أقل وقت يلزم لإنهاء المشروع	207
- التحليل الاحتمالي	212
- جدول التوزيع المعتدل (Z)	219
الفصل العاشر **ضبط التكاليف في ظل أسلوب PERT ويتناول ما يلي:**	221
- مقدمة	222
- خطوات ضبط التكاليف في ظل أسلوب PERT	225
- تقسيم المشروع إلى مراحله الأساسية	227
- عمل تقدير للتكاليف اللازمة لهذه المراحل	229
- تحديد الموازنة التقديرية للإنفاق	234
- ضبط تكاليف إنجاز المشروع	245
- محددات أسلوب PERT /COST	251
- مدخل شامل لقياس إنتاجية المشروع	252
الفصل الحادي عشر **المتابعة، والسيطرة، وموازنة المشروع ويتناول ما يلي :**	257
- متابعة تنفيذ المشروع	259
- السيطرة على المشروع	264
- موازنة المشروع	308
الفصل الثاني عشر **مراقبة المشروع ويتناول ما يلي:**	333
- مقدمة	335
- مفهوم الرقابة	336

الموضوع	الصفحة
- أهمية الرقابة على المشروع	337
- العناصر الرئيسية لمراقبة المشروع	338
- أنواع الرقابة	341
- مراقبة علم الضبط	342
- مراقبة المرور / عدم المرور	343
- المراقبة اللاحقة	344
- خصائص نظام المراقبة الفعّال	345
- مكونات نظام المراقبة الجيد	346
- أهداف مراقبة المشروع	347
	349
الفصل الثالث عشر **إنهاء المشروع ويتناول ما يلي:**	349
- مقدمة	351
- أسباب إنهاء المشروع	352
- الطرق والأساليب الخاصة بإنهاء المشروع	354
- إنهاء المشروع بالانطفاء	354
- إنهاء المشروع بالإضافة	355
- إنهاء المشروع بالتكامل	356
- إنهاء المشروع بالمجاعه	357
- عملية إنهاء المشروع ومسؤوليات مدير المشروع الخاصة بذلك	358
- التقدير النهائي للمشروع بعد انتهائه	362
قاموس المصطلحات	365
المراجع	377

مقدمة

يتناول هذا الكتاب موضوعاً متخصصاً هو إدارة المشاريع Progect Management ويهمنا أن نوضح هنا أن موضوع هذا الكتاب يتعلق بالمشروع Project الذي يتم القيام به لمرة واحدة، وله لحظة بدء ولحظة إتمام معينة، ويتم القيام به في شكل خطوات يتم إنجازها في تتابع معين.

وقد تبلورت فكرة ومفهوم المشروع في الوقت الحاضر كنتاج مما أحرزته بيئة الأعمال الحديثة والصناعات المختلفة التي تتسم بالتغيير والحاجة الدائمة لتطوير أسواق ومنتجات جديدة. وتستخدم إدارة المشاريع في حياتنا المعاصرة لتحقيق مشاريع ونواتج فريدة، بموارد محدودة وتحت قيود الوقت الحرجة.

ويهدف هذا الكتاب إلى تنمية وبناء المفاهيم الحديثة لإدارة المشروعات.

وسيلمس الطالب والدارس لهذا الكتاب شمولية الموضوعات الخاصة بإدارة المشاريع، وسلاسة العرض مع حالات وأمثلة محلولة للجانب الكمي لإدارة المشاريع.

فهذا الكتاب يتناول إدارة المشاريع من الجانب النظري والكمي، كما يتعامل الكتاب مع مشاكل اختيار المشروعات، وبدئها، وتشغيلها، وتخطيطها،وتنظيمها، وجدولتها، ومتابعتها، ومراقبتها وإنهائها أيضاً.

كما ويناقش هذا الكتاب كيفية اختيار مدير المشروع وطبيعة تداخل مدير المشروع مع الوظائف الأخرى في المنظمة الأم.

وهذا الكتاب هو كتاب دراسي جامعي لتعليم إدارة المشاريع لمستوى البكالوريوس والماجستير، كما أنه كتاب موجه أيضاً إلى مديري المشاريع أياً كانت المشاريع التي يديرونها، سواء أكانت مشاريع تشييد أو أبحاث، أو تطوير أو نظم معلومات أو مشاريع خدمية أو إنتاجية وأياً كان حجمها.

وهذا الكتاب يتكون من ثلاثة عشر فصلاً الفصل الأول يتعلق بالمفاهيم الأساسية في إدارة المشاريع، في حين أن الفصل الثاني يتعلق بكيفية اختيار المشروع، بينما الفصل الثالث يتناول اختيار مدير المشروع، والفصل الرابع خاص بتخطيط المشروع، والفصل الخامس، يتناول تنظيم المشروع، في حين يتناول الفصل السادس جدولة المشاريع وكيفية بناء وتصميم شبكات الأعمال للمشاريع، بينما الفصل السابع يشرح أسلوب المسار الحرج(CPM) والفصل الثامن يتعلق بتخفيض وقت إتمام المشروع، في حين الفصل التاسع، يتناول شرح أسلوب تقييم ومراجعة البرنامج (PERT) بينما الفصل العاشر، يتعلق بشرح ضبط التكاليف في ظل أسلوب (PERT) في حين أن الفصل الحادي عشر يتناول كل من متابعة تنفيذ المشروع، والسيطرة على المشروع، وموازنة المشروع، بينما يتناول الفصل الثاني عشر مراقبة المشروع، وأخيراً الفصل الثالث عشر يتناول كيفية إنهاء المشروع والتقرير النهائي المتعلق بذلك.

كما ويوجد ملحق في هذا الكتاب يتناول قائمة بالمصطلحات التي لها علاقة بإدارة المشاريع.

وفي النهاية، أرجو من الله العلي القدير أن أكون قد وقفت في تقديم هذا الكتاب لأبنائي الطلاب وللدارسين وللقارئ العربي، وليكون إضافة للمكتبات الأردنية والعربية.

والله الموفق

المؤلف

الفصل الأول

المفاهيم الأساسية في إدارة المشاريع

- مقدمة
- تعريف المشروع
- خصائص المشروع
- إدارة المشروع
- دورة حياة المشروع
- أنواع المشاريع
- أصحاب المصلحة وذات العلاقة بالمشروع

المفاهيم الأساسية في إدارة المشاريع

مقدمة

شهدت العقود المنصرمة والمعاصرة نمو في استخدام إدارة المشاريع كوسيلة لتحقيق أهداف المنظمات .

فإدارة المشاريع توفر قوة فعّاله لتحسين قدرات المنظمة على التخطيط والتنظيم والتنفيذ ومراقبة الأنشطة المختلفة فيها، بما في ذلك الاستغلال الأمثل لموارد وإمكانيات المنظمة.

والمقصود بمفهوم الإدارة بشكل عام هي كافة النشاطات والفعاليات التي تعمل مع بعضها البعض من تخطيط وتنظيم وتوجيه ومراقبة لغرض الاستغلال الأمثل لإمكانيات وموارد المنظمة بقصد تحقيق أهداف المنظمة بكفاءه وفاعلية وضمن البيئة المحيطة بالمنظمة (دودين).

وبالتالي فإن إدارة المشاريع تفي جميع الوسائل والأساليب والمفاهيم المستخدمة في تشغيل المشاريع وتحقيق أهدافها.

ويرجع تطور أساليب وممارسات إدارة المشاريع للجيش، لكون الجيش قدم سلسلة من المهارات في إدارة المشاريع تعجز عن تقديمها المنظمات التقليدية.

فبرنامج بولاريس للبحرية الأمريكية، وكذلك برنامج الفضاء أبولو لوكالة أبحاث الفضاء الأمريكية ناسا (NASA) هي أمثلة لتطبيق الممارسات المتطورة في إدارة هذه المشاريع المعقدة.

ومن أسباب ظهور إدارة المشاريع في العصر الحديث منذ نهاية القرن العشرين وحتى تاريخه ترجع للأسباب التالية:

- التوسع في المعرفة البشرية والتقدم العلمي والتكنولوجي سواء في مجال المعلومات أو مجال الاتصالات.
- الطلب المتزايد على السلع والخدمات المركبة والمعقدة بما في ذلك التغيير في أذواق المستهلكين في طلبها لهذه السلع.
- العولمة وظهور المنافسة العالمية،وعالمية الإنتاج والتسويق، والأعمال الدولية بشكل عام.
- ظهور المشروعات العملاقة التي تتطب التخصص والمؤهلات والمهارات العلمية المناسبة في إدارة مثل هذه المشاريع

تعريف المشروع:

هناك عدة تعريفات للمشروع تختلف هذه التعريفات باختلاف وجهات نظر الباحثين والدارسين في مجال إدارة المشاريع ومن ضمن هذه التعريفات ما يلي:

- المشروع هو مجهود مؤقت يتم القيام به لإنشاء خدمة أو سلعة أو نتيجة فريدة.
- المشروع هو مهمة معينة محددة يُراد تحقيقها وانجازها.
- المشروع هو مجهود تستخدم فيه موارد معينة وتنفق من أجله الأموال للحصول على منافع متوقعة خلال فترة زمنية معينة.
- المشروع : هو عبارة عن مجهود يتم القيام به بهدف تحقيق إنجاز محدد، لمرة واحدة، وذو طبيعة خاصة لا تتكرر بنفس الصورة ويتم عادة إنجاز هذا المشروع في خلال فترة زمنية محددة، وفي حدود الموازنة الموضوعة.
- وقد عرّفت جمعية إدارة المشاريع البريطانية

المشروع : بأنه مجموعة من الأنشطة المترابطة غير الروتينية، لها بدايات ونهايات زمنية محددة، يتم تنفيذها من قبل شخص أو منظمة لتحقيق أهداف محددة، في إطار في إطار معايير الكلفة، والزمن، والجودة المخطط لها.

فمن خلال هذه التعريفات المذكورة سابقاً يمكن التوصل إلى أنه هناك مجموعة من العناصر يجب توافرها في مفهوم المشروع وهي:

1. المشروع له أنشطة مترابطة وغير روتينية.
2. المشروع يتكون من أنشطة مترابطة لها بدايات ونهايات زمنية محددة.
3. المشروع له فترة زمنية محددة.

4. المشروع له موازنة تقديريه مخصصة بها الأموال اللازمة لهذا المشروع.
5. المشروع له هدف يجب تحقيقه سواء كان هذا الهدف يتمثل في سلعة أو خدمة أو منتج فريد.
6. يجب تحقيق معايير الكلفة، والزمن والجودة المناسبة والمطلوبة من قبل العملاء.

وفي مناقشتنا لإدارة المشاريع يكون من المفيد أيضاً التمييز بين مصطلح المشروع Progect، ومصطلح البرنامج Program ومصطلح المهمة Task ومصطلح حزم العمل Work Package ومصطلح وحدات العملWork units هذا وقد تم التعرض لتعريف المشروع سابقاً:

أما تعريف البرنامج Program

فهو مجموعة من المشروعات المتشابهة التي تساهم في تحقيق أهداف طويلة الأجل للمنظمة.

تعريف المهمة Task: فهي أحد عناصر العمل الموجودة في المشروع، وباكتمالها يكتمل المشروع.

تعريف حزم العمل Work Package: فهي عنصر جزئي للمهمة وبتحقيقها يكتمل تحقيق المهمة .

تعريف وحدات العمل Work units: ويقصد بها تجزئه حزم العمل إلى أوامر عمل وباكتمال هذه الأوامر تكتمل حزمة العمل ويمكن توضيح هذه المصطلحات والمفاهيم السابقة بمثال خاص ببرنامج للتدريب.

فبرنامج التدريب يتكون من مجموعة من المشاريع والمشروع يتكون من مجموعة من المهام والمهمة تتكون من مجموعة من حزم العمل، وحزم عمل المشروع تتكون من مجموعة من وحدات العمل.

والمشروع يمكن أن يستند إلى نظرية النظم، بمعنى أن المشروع يتكون من الآتي:

1. المدخلات Inputs وتتكون هذه المدخلات من رغبات العملاء، والمواد والموارد البشرية والثقافة التنظيمية والهياكل التنظيمية، والمعلومات اللازمة لتنفيذ المشروع.
2. آليات العمل: والمعالجات Process مثل اتخاذ القرارات، والتخطيط، والتنظيم، والرقابة، والتكنولوجيا اللازمة، لتحويل المدخلات إلى مخرجات.
3. المخرجات Out puts والمخرجات تتمثل في الآتي:

- سلع ملموسة وفريدة
- خدمات متميزة وفريدة
- أفكار ومعلومات

4. التغذية الراجعة: لغرض تصحيح الانحرافات ولغرض التعلم، والدروس المستفادة من تنفيذ المشروعات المختلفة والمتنوعة.

خصائص المشروع:

هناك بعض الخصائص التي تميز بها المشروعات، بحيث ان كل مشروع له خصائص تختلف عن المشاريع الأخرى وتتمثل هذه الخصائص فيما يلي:

1. الغرض Purpose :

إن المشروع عادة له غرض محدد، ونشاط يحدث لمرة واحدة فقط لتحقيق هدف أو نتائج ملموسة ونهائية خاصة بهذا المشروع ومحددة.

2. دورة الحياة Life cycle:

المشروع له دورة حياة، ومراحل مختلفة خلال هذه الدورة وكل مرحلة من هذه المراحل لها ما يميزها وتحتاج إلى اتخاذ قرارات خاصة بها.

فالمشروع يبدأ كفكرة، وبداية عمل بطيئة، ونمو، ونضج، ثم انهاء لحياة المشروع، مثله مثل الكائنات الحية.

3. التداخلات Inferdependencies :

عادة تتداخل المشروعات في المنظمة مع بعضها البعض، وتتداخل أيضاً مع الأقسام الوظيفية الأخرى في المنظمة من إنتاج وتسويق وتمويل وموارد بشرية...الخ.

4. الإنفرادية Uniqueness:

كل مشروع له مزايا وخصائص يتميز بها عن أي مشروع آخر.

فلكل مشروع خصوصية وأهدافه المتنوعة ووسائله المختلفة لتحقيق هذه الأهداف.

5. النزاع Conflict :

المشاريع تواجه صراعات مختلفة سواء مع بعضها البعض في المنظمة الأم أو مع الأقسام الوظيفية الأخرى في المنظمة، والسبب في الصراع هو الموارد والإمكانيات المحددة في المنظمة، وكذلك صراعات بين فرق العمل في المشاريع المختلفة أو صراعات متنوعة بين الأطراف ذات العلاقة المهمة بالمشروع من عملاء، وممولين، وموردين والإدارة العليا للمنظمة..الخ

6. القيود Constraints

لكل مشروع مجموعة من القيود والمحددات تقف أمام تنفيذه وتختلف هذه القيود باختلاف المشروعات وقدرتها على التكيف والتأقلم ومن هذه القيود ما يلي:

- الوقت اللازم لتنفيذ المشروع.
- التكلفة: قيمة التكاليف الخاصة بمشروع معين تختلف عن مشروع آخر.

- الجودة: يسعى كل مشروع إلى تحقيق ميزة تنافسية له تجاه المشاريع الأخرى استجابة لرغبات واحتياجات العملاء في المنظمة
- البيئة: وهي مجموعة المتغيرات المستمرة سواء في البيئة الداخلية أو الخارجية والتي تختلف من مشروع إلى مشروع آخر.
- الثقافة التنظيمية والقيم: فلكل مشروع له قيم وثقافة تنظيمية تختلف عن قيم وثقافة أي مشروع آخر.

إدارة المشروع: Project Management

لماذا إدارة المشاريع أو ما هي الحاجة إلى إدارة المشاريع؟ وما هو المقصود بإدارة المشاريع.

إدارة المشاريع: تعني مجموعة الفعاليات والأنشطة التي تعمل مع بعضها البعض من تخطيط وتنظيم وتوجيه ومراقبة لغرض الاستخدام الامثل لإمكانيات المشروع بقصد تحقيق أهدافه بكفاءة وفاعلية وضمن معايير الزمن، والكلفة، والجودة، على أن تأخذ هذه الإدارة العوامل والمتغيرات البيئية المختلفة المحيطة بالمشروع.

ويمكن تعريف إدارة المشروع أيضاً: هي تطبيق المعرفة والمهارات والأدوات والأساليب التقنية على أنشطة المشروع لتحقيق متطلبات المشروع، ويتم تحقيق إدارة المشروعات عن طريق تطبيق عمليات إدارة المشروعات

وتكاملها من الابتداء والتخطيط والتنفيذ والمراقبة والتحكم وإنهاء المشروع، وأن مدير المشروع هو الشخص المسؤول عن تحقيق أهداف المشروع.

وتشتمل إدارة المشروع على ما يلي:

- تحديد المتطلبات الخاصة بالمشروع.
- وضع أهداف واضحة ويمكن تحقيقها .
- توازن وتحقيق المتطلبات التنافسية للجودة والنطاق، والوقت، والتكلفة.
- تكييف المواصفات والخطط والأساليب نحو الاهتمامات والتوقعات المختلفة للعديد من أصحاب المصلحة في المشروع.

فإدارة المشروع تعني بشكل عام القيام بالواجبات الإدارية المتخصصة في حقل إدارة المشروع ومنها ما يلي:

1. إدارة إطار عمل المشروع ويتناول شرح البيئة الأساسية للمشروع بالإضافة إلى إدارة دورة حياة المشروع.
2. إدارة تكامل المشروع وترابط أنشطته واجزائه لتحقيق التناغم معها لتحقيق أهداف المشروع وبالتالي تحقيق أهداف المنظمة.
3. إدارة نطاق المشروع:وتتعلق بتخطيط العمليات المطلوبة للتأكد من أن المشروع يشمل كل الأعمال المطلوبة دون سواها وانشاء هيكل تجزئة للعمل.

4. إدارة وقت المشروع: تشمل إدارة العمليات المتعلقة بإكمال المشروع في وقته وذلك بتحديد الأنشطة وتتابعها وتقدير موارد الأنشطة ومدة تنفيذ هذه الأنشطة وتطوير الجدول الزمني وضبطه .

5. إدارة تكلفة المشروع: وهي تتناول العمليات المتعلقة بالتخطيط والتقدير للموازنة ومراقبة التكاليف حتى يتم اكتمال المشروع وفقاً للموازنة المعتمدة.

6. إدارة جودة المشروع: وتتعلق بالعمليات المطلوبة لضمان أن المشروع سيفي بالأهداف التي تم القيام بها ولأجلها قام المشروع لتحقيقها من حيث مراقبة المواصفات والجودة التي تعني باحتياجات وتطلعات ورغبات العملاء.

7. إدارة الموارد البشرية للمشروع: وتتعلق بالعمليات التي تنظم فريق المشروع وتقوم بإدارته، وتخطيط الموارد البشرية، وتطويرها.

8. إدارة اتصالات المشروع: وتتعلق بالعمليات الخاصة بإنتاج المعلومات التي يحتاجها المشروع بالشكل الصحيح وفي الوقت المناسب وتجميعها وتوزيعها وتخزينها، وإعداد تقارير الأداء.

9. إدارة مخاطر المشروع: وهي العمليات التي تتعلق بإدارة وتخطيط المخاطر والقيام بالتحليل الكمي والنوعي للمخاطر، وعمليات مراقبة المخاطر وضبطها.

10. إدارة التوريد: وهي العمليات المتعلقة بشراء المنتجات،والخدمات وكذلك عمليات إدارة العقود وتخطيط المشتريات.

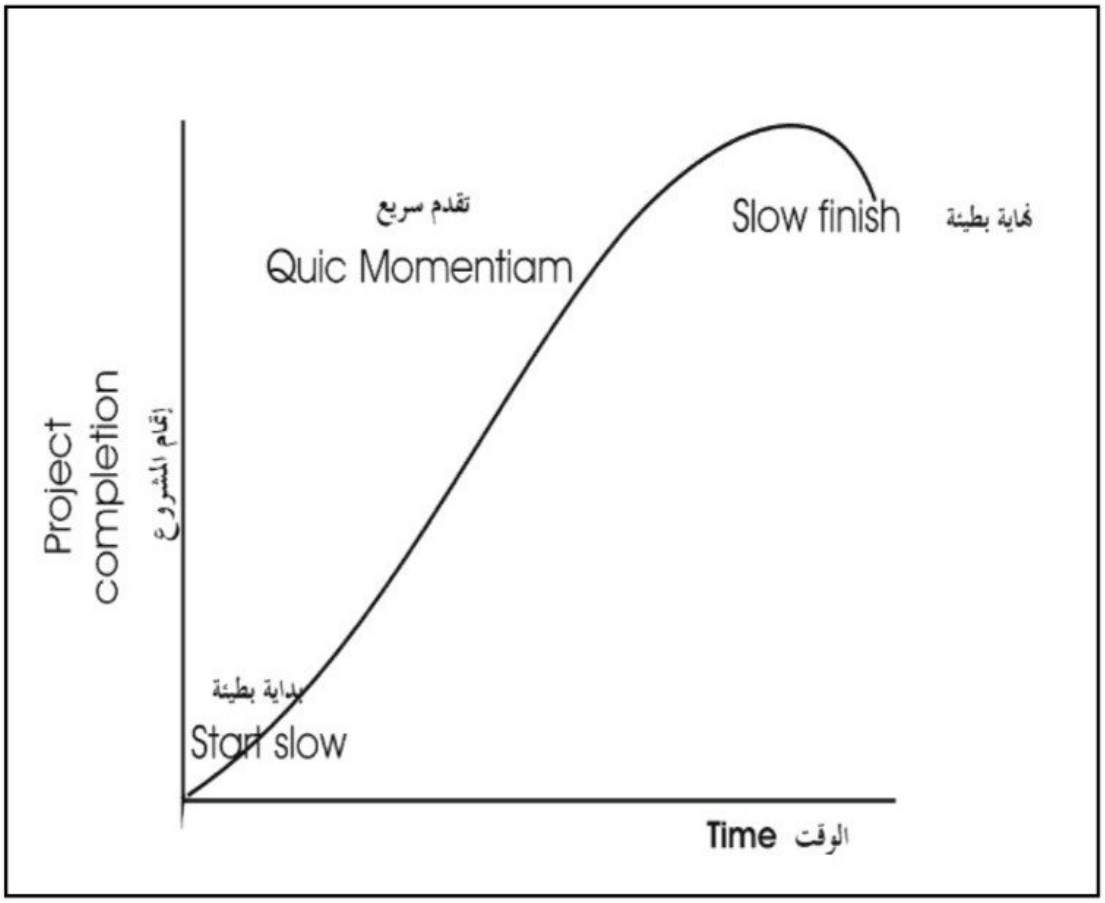
11. ونستطيع القول أن إدارة المشروع تساعد على تحقيق الأداء للمشروع بالمواصفات المطلوبة وانجاز العمل في الوقت المحدد، وحسب الجدولة الزمنية للمشروع وكذلك تحقيق إنجاز المشروع بأقل التكاليف وضمن الموازنة المعتمدة لذلك وكذلك إدارة كافة الموارد في المشروع.

وأن مدير المشروع يقع على عاتقه تنسيق وتكامل أنشطة المشروع، وأن يكون مستجيباً للعمل وللبيئة المحيطة بالمشروع، وأن يجري التبادلات بين أهداف المشروع.

دورة حياة المشروع The Project life cycle:

تمر معظم المشروعات خلال مراحل متشابهة من بدايتها حتى انتهائها. وتعرف هذه المراحل بأنها دورة حياة life cycle للمشروع.

فيولد المشروع (مرحلة البداية)، ويتم اختيار المدير، ثم يتم تجميع فريق المشروع والموارد الأولية، ويتم تنظيم برنامج العمل، ثم يبدأ العمل، ويحدث التقدم في العمل، ويستمر ذلك حتى تظهر النهاية حسب (الشكل1)

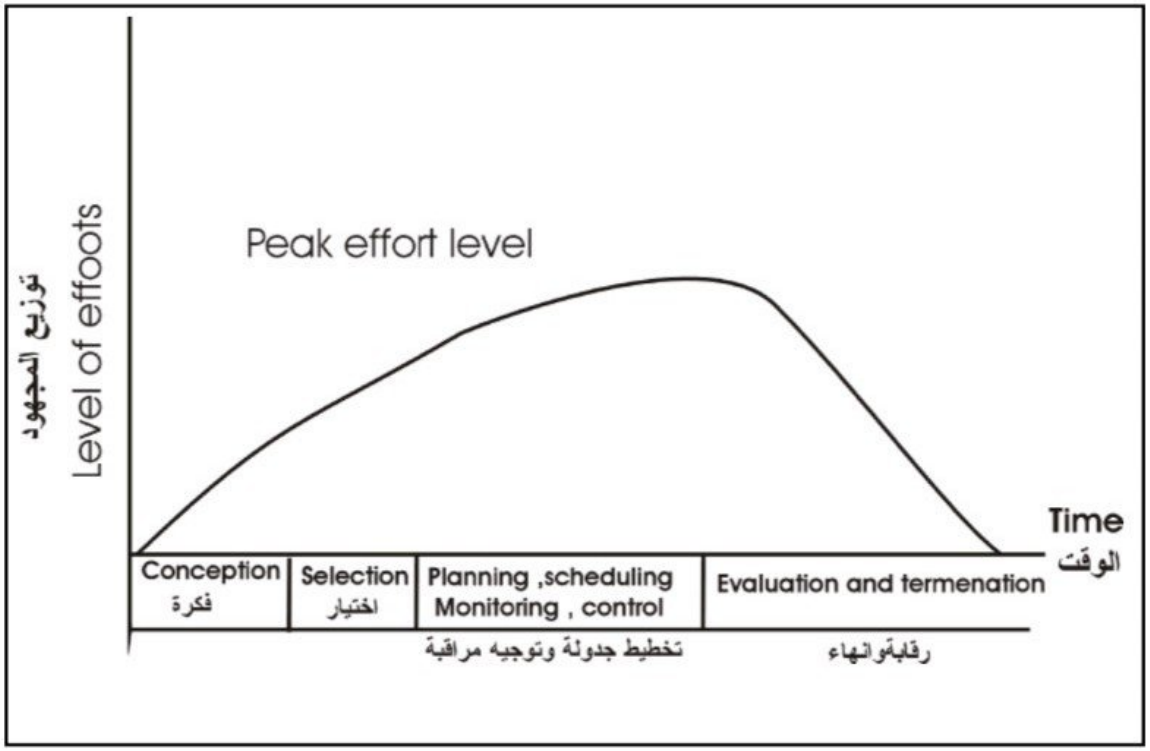


الشكل(1)

ويقوم مدير المشروع بتقسيم المشروع إلى مراحل لإتاحة قدر أكبر من الرقابة الإدارية على المشروع.

وتعرف مجموع هذه المراحل كما ذكرت سابقاً باسم دورة حياة المشروع ويسبق ذلك دراسة الجدوى الاقتصادية للمشروع، وتساعد دورة حياة المشروع مدير المشروع على استيضاح الحاجة للتعامل مع دراسة الجدوى باعتبارها مقدمة أولى أو كمشروع منفصل للمشروع.

ويكون توزيع مجهود المشروع على الوقت حسب الشكل ادناه



الشكل(2)

توزيع مجهود المشروع على الوقت (حسب دورة حياته)

وتساعدنا دورة حياة المشروع على معرفة ما يلي:

- العمل الفني المطلوب أداؤه في كل مرحلة .
- توقيت توليد تسليمات كل مرحلة وتقييها.
- كيفية الرقابة في كل مرحلة والمصادقة عليها.

- تبدأ مستويات التكلفة والعمال منخفضة في البداية، ثم تبلغ ذروتها خلال المراحل المتوسطة، ثم تنخفض بحدة مع اقتراب انهاء المشروع.

إذاً من خلال الفهم الواضح لمراحل المشروع المختلفة تستطيع الإدارة السيطرة على سير المشروع للوصول إلى أهدافه .

مراحل دورة حياة المشروع هي:

1. المرحلة الأولى :

مرحلة أدارك فكرة المشروع Concpetual Phase

وتتضمن هذه المرحلة، دراسة الحاجة إلى المشروع، ودراسة جدوى مبدئية للمشروع تتضمن الدراسة الفنية والمالية. وكذلك الاجابة المبدئية على عدد من الأسئلة مثل : كم سيكلف المشروع، ومتى سيبدأ، وماذا سيحقق المشروع.

2. المرحلة الثانية:

مرحلة تعريف المشروع Definition Phase

وتتضمن هذه المرحلة ، تحديد الموارد اللازمة، ووضع الخطط التفصيلية اللازمة لتنفيذ المشروع، ووضع الموازنات والجداول الزمنية للمشروع، ووضع الاستراتيجيات وتحديد الإجراءات اللازمة للقيام بالنشاطات المختلفة.

3.المرحلة الثالثة:

مرحلة التنفيذ / الإنتاج Execution /production phase

وتتضمن هذه المرحلة، الرقابة على تنفيذ المشروع ورفع التقارير حسب الحاجة(يومياً، أسبوعيا، شهرياً) كما تم تنفيذه ، وكذلك مقارنة ما تم تنفيذه مع ما تم التخطيط له، وتقييم مدى الانحرافات، وكذلك اتخاذ الإجراءات التصحيحية.

4. المرحلة الرابعة:

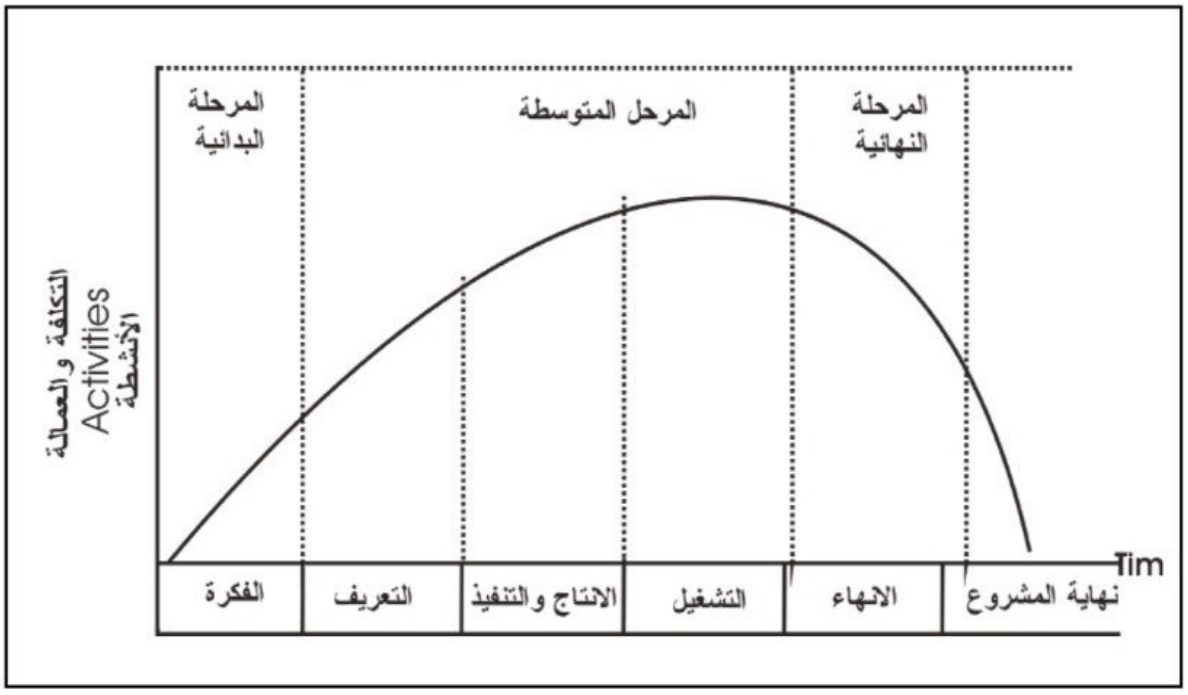
مرحلة تشغيل المشروع Operetaional phase

وتتضمن هذه المرحلة،تقديم الخدمة والمنتج اللذين يهدف المشروع إلى تقديمها، وتكاملها مع المنتجات والخدمات التي تقدمها المشاريع الأخرى، وتقييم مدى تحقيق المشروع للأهداف الموضوعية.

5. المرحلة الخامسة:

مرحلة نهاية المشروع Finish phase

وتتضمن هذه المرحلة تصفية وانهاء المشروع،وتحويل موارد المشروع إلى مشاريع أخرى، والاستفادة من الدروس الخاصة بهذا المشروع والشكل(3)يوضح دورة حياة المشروع.



الشكل (3)

دورة حياة المشروع

أنواع المشاريع:

يمكن تقسيم المشاريع إلى الأنواع التالية:

1. المشاريع الإنشائية: وهي المشاريع الأكثر شيوعاً في الواقع العملي، وتتمثل في مشروعات التشييد والبناء، مثل بناء العمارات السكنية، وبناء الطرق والجسور وبناء المستشفيات، وكذلك بناء القواعد والمرتكزات الأساسية لكافة المشاريع الأخرى.

2. المشاريع الصناعية: وهي المشاريع ذات الطابع التكنولوجي والهندسي التي تهدف إلى إقامة المصانع وخطوط الإنتاج وبناء الطائرات،وصناعة السيارات..الخ.

3. المشاريع الخدمية: مثل المشاريع التعليمية والفندقية وانتاج الافلام السينمائية.

4. المشاريع العلمية: وهي المشاريع ذات الطابع العلمي مثل تصميم نظام معين والتنقيب عن الآثار، وبحوث الفضاء.

5. المشاريع الاجتماعية: مثل المشاريع الخاصة بمكافحة الفساد، ومشاريع تنظيم الأسرة والتوعية ضد التدخين .

6. المشاريع الاقتصادية: مثل المشاريع المتعلقة بمواجهة الكساد والفقر والبطالة، والتضخم ومشاريع الخصخصة.

أصحاب المصلحة بالمشروع:

أصحاب المصلحة بالمشروع (الإطراف ذات العلاقة) Stake holders هم الأفراد والمنظمات المضطلعين بأدوار فاعلة في المشروع، أو أولئك الذين يُحتمل تأثر مصالحهم كنتيجة لتنفيذ المشروع، أو استكمال المشروع، ومن شأنهم التأثير على أهداف المشروع ومخرجاته ويجب على فريق إدارة المشروع أن يهتم بأصحاب المصلحة والوقوف على متطلباتهم وتوقعاتهم، وبقدر الامكان السيطرة على تأثرهم فيما يتعلق بمتطلبات ضمان النجاح للمشروع.

ويتحمل أصحاب المصلحة درجات متفاوتة من المسؤوليات عند المشاركة في مشروع ما، وقد تتغير هذه المسؤوليات على مدى دورة حياة المشروع.

وأصحاب المصلحة أو الأطراف ذات العلاقة في المشروع هم كالآتي:

1. مدير المشروع: وهو الشخص المسوؤل عن إدارة المشروع.
2. العميل/ المستخدم: وهو مستخدم منتج المشروع سواء كان شخصاً أم منظمة.
3. الشركة المنفذة: وهو الكيان الذي يضطلع موظفوه بالدور الأكبر في أداء عمل المشروع.
4. أعضاء فريق المشروع: وهم أعضاء فريق المشروع المضطلعين بأدوار مباشرة في أنشطة إدارة المشروع.
5. الراعي: وهو الموفر للموارد المالية والنقدية والعينية: شخصاً كان أم منظمة
6. المؤثرون: أشخاص أو جماعات لا صله مباشرة لهم باقتناء منتج المشروع أو استخدامه، إلا أن موضع فرد ما ضمن منظمة العمل أو الشركة المنفذة يتيح لهم التأثير على مسار المشروع إيجاباً أو سلبياً.

7. مكتب إدارة المشروع: من شأن مكتب إدارة المشروع إن وجد ضمن الشركة المنفذة أن يكون من أصحاب المصالح إذا كان له مسؤولية مباشرة أو غير مباشرة عن اخراج المشروع إلى حيز الوجود.
8. المالكيين والمستثمرين الداخليين والخارجيين.

ويجب على مدير المشروع السيطرة على توقعات أصحاب المصالح في المشروع وتحقيق التوازن في تحقيق أهدافهم المتعارضة والمتباينة

الفصل الثاني: ـــــــ

الفصل الثاني

اختيار المشروع

Project Selection

- تعريف اختيار المشروع
- معايير اختيار المشاريع
- أنواع نماذج وأساليب اختيار المشروع
- المعايير والنماذج غير العددية
- المعايير والنماذج الكمية(الرقمية)

الفصل الثاني: ـــــــ

اختيار المشروع Project Selection

اختيار المشروع: هو عملية تقـويم المشروعـات الفرديـة أو مجموعـات المشروعات،وذلك لغرض الاختيار من بينها المشروع الذي تود المنظمة تنفيـذه ليحقق أهدافها.

إن الاختيار المناسب والسليم للمشروعات يعتبر من القرارات البالغـة الأهمية، بسبب محدوديـة المـوارد لـدى المنظمـة، لـذلك تسـعى أي منظمـة أن تبحـث عـن الأسـاليب والـنماذج المسـتخدمة والمناسـبة في اختيـار المشروع (أوالبديل) الأنسب الذي يحقق الزيادة في العوائد والمنافع المالية وغير المالية.

وهـذه الأسـاليب والـنماذج تسـتخدم في تقيـيم البـدائل المتاحـة للمشروعات، لغرض اختيار البديل المناسب الذي يحقق أهداف المنظمة.

معايير اختيار المشاريع

والمعايير المستخدمة في اختيار المشروع هي كالتالي:

1. الواقعيـة Realism : ويعنـي ذلـك أن يعكـس نمـوذج المشروع الحالـة الواقعيـة للقـرار الـذي سـيتم اتخـاذه. وأن يراعـي الظـروف والمـوارد والامكانيات الواقعيـة المتاحـة والمـوارد البشريـة المؤهلـة، والتكـاليف الخاصة بتنفيذ المشروع تكون واقعية، ودراسة ايضـاً المخـاطر المتوقعـة، وأن يكون هذا المشروع يفي باحتياجات العملاء والمستهلكين.

2. القدرة Capacity: ويعني قدرة المشروع على التأقلم مع الفـترات الزمنيـة الطويلة لتحقيق أهداف المنظمة وقادر على مواجهة العوامل والمتغـيرات في البيئة الخارجية المحيطة بالمنظمة، وكذلك قدرة المشروع على اقتنـاص الفرص في هذه البيئة الخارجية.

3. المرونة Flexibility: ويعني ذلك قدرة المشروع على الاستجابة للتغيرات بحيث يمكن تعديله لمواجهة أي ظروف طارئة. وهذا يعنـي أن نمـوذج المشروع سهل التطوير والتحديث لمواجه المتغيرات السريعة المتلاحقة في بيئة المنظمة سواء أكانـت هـذه المتغـيرات عوامـل سياسـية، أو عوامـل اقتصادية او عوامل قانونية أو عوامل تكنولوجية.

4. سهولة الاستخدام:وهذا يعني أن يكون نموذج المشروع ملائـماً وسـهل الاستخدام ولا يستغرق منهم فهم طويل في تطبيقه عملياً.

5. التكلفة Cost: وهذا يعني أن تكون تكـاليف نمـوذج المشروع أقـل مـن العوائد المتوقعة منه أو بمعنى آخر أن لا تزيد التكاليف عن المنافع المالية وغير المالية المتوقعة من المشروع. لذلك لابد من حساب وتقدير تكلفـة المشروع ومقارنته مع المنافع المتوقعة منه لاتخاذ القرارات المناسبه.

6. سهولة الحوسبة الكترونياً: أي يعني ذلك أنه يمكن تطبيق أي تطـورات تكنولوجيـا في مجـال البرمجيـات والجـداول الالكترونيـة عـلى نمـوذج

المشروع وذلـك لغـرض السرعـة والدقـة في الحصـول عـلى معلومـات صحيحة تساعد في اتخاذ القرارات اللازمة في تحقيق أهداف المشروع.

7. الآخذ بعين الاعتبار العوامل الإنتاجية والعنـاصر اللازمـة لتنفيـذ هـذا المشروع مثل توفر المواد الخام والمتطلبات والتسـهيلات اللازمـة لتنفيـذ المشروع.

8. العوامل التسويقية: لغرض سهولة تسويق مخرجات المشروع.

9. الموارد بشكل عام (الموارد البشرية والموارد المالية، والمعلومات والمـوارد المادية) يجب أن تكون كافية لتنفيذ المشروع.

أنواع نماذج وأساليب اختيار المشروع:

تقسم النماذج المستخدمة في اختيار المشروع إلى نموذجين أساسيين هما:

أولاً: النماذج غير العددية (غير الرقمية)

ثانياً: النماذج الكمية (الرقمية).

اولاً: النماذج غير العددية:

وهي تلك النماذج التي لا تستخدم الأرقام في مـدخلاتها وهـذه الـنماذج على أنواع نذكر منها ما يلي:

1. نموذج البقرة المقدسة Sacred cow:

يستخدم هذا النموذج في الحالة التي يتم فيها اقتراح انشاء المشروع من شخص مؤثر في الإدارة العليا للمنظمة.

فقد يقترح هذا المدير أو الشخص المؤثر في المنظمة فكرة لإنشاء مشروع ما، ثم يتم تبني هذه الفكرة لولادة مشروع ما. ويتم اتخاذ القرار المناسب من الإدارة العليا إما بتبني هذه الفكرة نهائياً أو استبعادها لعدم صلاحية تنفيذ هذه الفكرة.

2. الضرورة التشغيلية The operating necessity:

ويعني ذلك الحاجة الملحة والضرورية لتأسيس مشروع ما.مثل ضرورة بناء سياج في حالة وجود فيضانات تؤثر على المنظمة ويتطلب الأمر في هذه الحالة عمل هذا السياج كضرورة تشغيلية.

3. الضرورة التنافسية Competitive necesity

فقد يكون انشاء وتأسيس المشروع لغرض تحقيق ميزة تنافسية للمنظمة اتجاه المنافسين الآخرين لها في السوق.

4. التوسع في الطاقة الإنتاجية:

حيث يتطلب الأمر تأسيس مشروع لغرض زيادة الطاقة الإنتاجية للمنظمة لمقابلة الطلبات غير المتوقعة من العملاء على منتج معين.

ثانياً: النماذج الرقمية:

وهي النماذج التي تستخدم الأرقام كأساس للقياس وتقـويم المشـاريع لاختيار البديل (المشروع) الأنسب. ومعظم المنظمات تستخدم النماذج الرقميـة في اخيتار المشاريع المناسبة بسبب موضوعية ودقة القياس بهذه النماذج.

ويقصد أيضاً بالنماذج الرقمية المعايير الكمية والمؤشرات المالية لقيـاس الربحية التجارية للمشروع لغرض المقارنـة بـين البـدائل المختلفـة للمشـاريع المختلفة.

وأهم هذه النماذج الرقمية ما يلي:

أ. فترة الاسترداد Payback period

ب. العائد على الاستثمار Return on Ivestment

جـ. صافي القيمة الحالية Net present value

د.نسبة العائد إلى التكلفة Cost benefit aalysis

هـ. معدل العائد الداخلي Internal Rate of Return (IRR)

أ. معيار فترة الاسترداد:

يمكن تعريف معيار فترة الاسترداد على أنه الفترة التي يكـون خلالهـا العائد على الاستثمار مساوياً في القيمة لرأس المال المستثمر.

أو أنها الفترة التي يتمكن خلالها العائد على الاستثمار من تعويض قيمة رأس المال المستثمر في المشروع.

وتحسب فترة الاسترداد للمشروع الواحد، وكذلك للمفاضلة مـا بـين مشروعين بديلين أو أكثر.

وفترة الاسترداد عبارة عن العلاقة ما بين تكلفة إجمالي الاستثمار اللازم للمشروع مقسوماً على مجموع التدفقات النقدية السنوية الداخلة (أو الـواردة) من المشروع أو حسب المعادلة التالية:

$$\text{فترة الاسترداد} = \frac{\text{تكلفة اجمالي الاستثمار في المشروع}}{\text{التدفقات النقدية السنوية الداخلة من المشروع}}$$

ويكون ناتج القسمة هو عـدد السـنوات اللازمـة لاسـترداد تكـاليف المشروع المستثمرة فيه والمدفوعة من قبل المنظمة:

مثـال:

المشروع (أ) اجمالي التكـاليف المسـتثمرة فيـه كانـت 100.000 دينـار والتدفقات النقدية السنوية الداخلة للمشروع كانت 25000 دينار

$$\text{إذن فترة الاسترداد للمشروع (أ) هي} = \frac{100.000}{25000} = 4 \text{ سنوات}$$

المشروع (ب) اجمالي التكاليف المستثمرة فيه كانت 100.000 دينار والتدفقات النقدية السنوية الداخلية للمشروع كانت 50000 دينار

$$\text{اذن فترة الاسترداد للمشروع (ب) هي} = \frac{100.000}{50000} = 2 \text{ سنة}$$

لذلك عند تقييم اختيار المشروع المناسب فأننا حتماً وحسب هذا المعيار سنختار الاستثمار في المشروع(ب) لكون فترة الاسترداد لهذا المشروع كانت (2) سنة وهي أقل من فترة الاسترداد للمشروع (أ) وهي (4) سنوات

ب. معدل العائد على الاستثمار : وتسمى أيضاً متوسط معدل العائد

وبموجب هذا المعيار يتم أجراء التقييم والمفاضلة ما بين بدائل المشاريع المقترحة ويستخدم هذا المعيار للدلالة على مقدرة كفاءة المنظمة في استخدام أموالها المتاحة لديها.

ومعادلة هذا المعيار ما يلي :

$$\text{معدل العائد على الاستثمار} = \frac{\text{متوسط الربح السنوي الصافي (صافي الربح)}}{\text{متوسط تكلفة الاستثمار للمشروع}}$$

مثال:

المشروع (أ) كان متوسط الربح السنوي له (صافي الربح)

مبلـغ 15000 دينـار. وتكلفـة الاسـتثمار لهـذا المشروع كانـت مبلـغ 100000 دينار

$$\text{اذن معدل العائد على الاستثمار} = \frac{15000}{100000} = 0.15$$

المشروع (ب) كان متوسط الربح السنوي له(صافي الربح)

مبلـغ 20000 دينـار. وتكلفـة الاسـتثمار لهـذا المشروع كانـت مبلـغ 100000 دينار

$$\text{اذن معدل الفائدة للاستثمار للمشروع (ب) هي} = \frac{20000}{100000} = 0.20$$

وبمقارنة العائد على الاستثمار لكل من المشروعين أعلاه. فأننا سنختار حتماً المشروع (ب) لكون معدل العائد عـلى الاسـتثمار لهـذا المشروع أعـلى مـن معدل العائد للمشروع (أ).

ج. صافي القيمة الحالية او معدل التدفق النقدي المخصوم منه:

هذا المعيار يأخذ في الحسبان القيمة الزمنية للنقـود بخـلاف المعيـاريين السابقين وهذا ما يميز استخدام هذه الطريقة عن الطريقتين السابقتين.

ويحدد صافي القيمة الحالية لكل التدفقات النقدية بمعدل العائد اللازم ويسمى بمعدل الخصم او القطع وبموجب هذا المعيار(صافي القيمـة الحاليـة)

يستخدم سعر الخصم في احتساب القيمة الحاليـة للاسـتثمارات الماليـة المقـدرة للمشروع والتي يمكن أن تنفق خلال السنة الأولى أو خلال عدة سـنوات مـن حياة المشروع تحـت الدراسـة وكـذلك يـتم احتسـاب القيمـة الحاليـة لصـافي العوائد(الإيرادات) النقدية والمتوقعـة خـلال حيـاة المشروع وبمقابلـة القيمـة الحالية للاستثمارات الرأسمالية بالقيمة الحالية للايرادات النقدية نحصـل عـلى صافي القيمة الحالية للاستثمارات.

فالمشروع الذي يكون صافي قيمته الحاليـة صـفر أو موجـب يُقبـل، في حين أن المشروع الذي يكون صافي قيمته الحالية سالب سيكون مشروع خاسر ويتم التوقف عن تنفيذه.

ومعادلة صافي القيمة الحالية هي:

صافي القيمة الحالية =

القيمة الحالية لتكلفة المشروع – القيمـة الحاليـة للإيـرادات النقديـة في نهايـة الفترة

أو هي كالتالي:

$$NPV= -A+ \frac{F1}{(1+k+p_1)n}$$

حيث A = تكلفة الاستثمار الأولي للمشروع ويكون سالباً لأنه تدفق نقدي خارج

و F_1 = صافي التدفق النقدي السنوي الداخل

و K = معدل العائد اللازم

و P= معدل التصحح

وN= عدد السنوات

مثال :

(المشروعa) كانت كلفته مبلغ (350000) دينار ومعدل الخصم(K) =8٪

وأن القيمة الحالية من الجدول لمبلغ (دينار واحد) بعد سنة إلى (3) سنوات بمعدل خصم (8٪) في السنة الأولى (0.9259) والسنة الثانية (0.8573) والسنة الثالثة (0.7938) وكانت عوائد التدفق الداخلي (F) خلال (3) سنوات هي 150000 دينار للسنة الأولى ومبلغ (150000) دينار للسنة الثانية ومبلغ (150000) دينار للسنة الثالثة.

حيث أن عدد سنوات المشروع (N) = (3) سنوات

فهل يقبل المشروع (أ) أم لا علماً بأن معدل التضخم(أ) كان صفر

الحل:

التدفقات النقدية الداخلة لـ(3) سنوات تساوي

$$NPV=150000\times(0.9259)+150000\times(0.8573)+150000\times(0.7938) = 36550$$

وحيث أن صافي القيمة الحالية للمشروع أكبر من صفر وبموجبه فأننا نقبل الاستثمار في المشروع(أ).

ويمكن حل هذا المثال بالطريقة التالية ايضاً:

$$NPV = \frac{150000}{(1.08)_1} + \frac{150000}{(1.08)^2} + \frac{150000}{(1.08)^3} = 386550$$

إذن صافي القيمة الحالية =

$$NPV = 386550 - 350000 = 36550 \text{ دينار}$$

لذلك نقبل الاستثمار في المشروع لكونه موجب أكبر من صفر.

د.نسبة العائد إلى التكلفة أو تسمى أيضاً مؤشر الربحية

ومعادلة هذا المعيار هي:

$$\text{مؤشر الربحية} = \frac{\text{صافي القيمة الحالية لعوائد المشروع المستقبلية}}{\text{الاستثمارات النقدية الأولى للمشروع}}$$

فإذا كانت النسبة أكبر من رقـم (1) يُقبـل المشروع واذا كانـت النسـبة أصغر من رقم(1) فيكون المشروع خاسر ويرفض الاستثمار فيه.

مثال : مشروع (أ)

اذا كانت القيمة الحالية لعوائد المشروع المستقبلية

مبلغ 332240 دينار

وكانت القيمة الحالية لكلفة الاستثمار هي (350000) دينار

$$\text{فإن مؤشر الربحية} = \frac{\text{القيمة الحالية للعوائد}}{\text{القيمة الحالية للتكلفة}}$$

$$= \frac{332240}{350000} = 0.95$$

وحيث أن مؤشر الربحية أصغر من (1) لذلك فإننا نـرفض الاسـتثمار في هذا المشروع.

هـ . معدل العائد الداخلي:

لقد تم استخدام سعر الخصـم في المعـايير السـابقة مثـل معيـار صـافي القيمة الحالية ومعيار مؤشر الربحية. وخلافاً لهـذين المعـاريين فـإن اسـتخدام معيار العائد الداخلي يتم فيه البحث عن سـعر الخصـم الـذي عنـده تتسـاوى القيمة الحالية للايرادات النقدية مـع القيمـة الحاليـة لإجمـالي كلفـة الاسـتثمار.

وهذا يعني بأن سعر الخصم يجعل صافي القيمة الحالية مساوياً للصفر ويسمى بمعدل العائد الداخلي (IRR)

ويعتبر هذا المعيار بمثابة المقياس الذي يستخدم في المفاضلة والترجيح ما بين المشروعات المختلفة والتي يتقرر تنفيذها خلال الفترة الزمنية المعنية بهدف تحقيق مستوى معين من الربحية التجارية. ويصبح صافي القيمة الحالية للإيرادات مساوياً للصفر في الحالة التي يكون عندها صافي القيمة الحالية مساوياً تماماً للقيمة الحالية لإجمالي تكاليف المشروع وتمثل هذه الحالة نقطة التعادل ما بين طرفي المعادلة.

لا يوجد معدل خصم (IRR) معروف دائماً وإنما يجب أن نبحث نحن عن معدل خصم يجعل القيمة الحالية للعائد يساوي القيمة الحالية لتكلفة الاستثمار فإذا كان لدينا مجموعة من التدفقات النقدية الداخلة، والتدفقات النقدية الخارجية المتوقعة فيكون المعدل العائد الداخلي هو المعدل المخصوم منه والذي تتساوى فيه القيم الحالية لمجموع التدفقات الخارجية والتدفقات الداخلية= صفر

مثال:

لو كان لدينا المشاريع التالية:

اسم المشروع	معدل العائد الداخلي	معدل الكلفة
A	٪9	٪6
B	٪16	٪15
C	٪19	٪21

فأي المشاريع نقبلها

إننا نقبل المشروع الذي يكون معدل العائد الداخلي له أكبر من معدل الكلفة لذلك فأننا نقبل المشروعين (A+B) لكون المعدل العائد الداخلي لهما أكبر من معدل الكلفة. ونرفض تنفيذ المشروع (C) لكون المعدل العائد الداخلي له أقل من معدل الكلفة.

الفصل الثالث

اختيار مدير المشروع

The Project Manager

- اختيار مدير المشروع
- مقارنة مدير المشروع بالمدير الوظيفي
- المسارات الوظيفية لمدير المشروع
- طلبات خاصة على مدير المشروع
- خصائص ومواصفات مدير المشروع
- مسؤوليات مدير المشروع

الفصل الثالث ـــــــ

اختيار مدير المشروع
The Project Manager

بعد أن يتم اختيار وتحديد المشروع المنوي تنفيذه في المنظمة، تأتي الخطوة اللاحقة وهي اختيار مدير المشروع.

وقد يتم اختيار مدير المشروع قبل اختيار المشروع لكون هذا المدير هو الذي كان أصل وفكرة هذا المشروع، كذلك قد يتم اختيار مدير المشروع في أي مرحلة من مراحل حياة المشروع ليحل محل مدير مشروع سابق ترك إدارة هذا المشروع لأداء عمل آخر.

وعادة توجز الإدارة العليا للمنظمة لمدير المشروع المكان المناسب للمشروع، وطبيعة عمل هذا المشروع وأولوية هذا المشروع بالنسبة للمشروعات الأخرى في المنظمة.

ويعتبر مدير المشروع من أهم العناصر الفعالة في نجاح المشروع، لأنه يتحمل مسؤولية تخطيط، وتنظيم، وتنفيذ، ومراقبة ، وإنهاء وإتمام المشروع.

وهناك مجموعة من المهام الرئيسية التي ستأخذ أولية في عمل مدير المشروع تتمثل في الآتي:

أ. إعداد الموازنة التقديرية الأولية للمشروع

ب. إعداد جدولة أولية لأنشطة ومهام تنفيذ المشروع.

ت. اختيار أعضاء فريق المشروع.

ث. التأكد من توفر كافة الموارد والتسهيلات اللازمة لتنفيذ المشروع.

ج. التأكد من وصول التوريدات المبكرة اللازمة لتنفيذ المشروع من الموردين مع تقييم هؤلاء الموردين حسب معايير معينة.

وأفضل طريقة لتوضيح الدور الفريد لمدير المشروع هو مقارنته مع المدير الوظيفي الذي يعمل في أحد الأقسام الوظيفية في المنظمة مثل وظيفة الهندسة، أو وظيفة التسويق، أو وظيفة التمويل.

ويمكن توضيح الفروق بينهما كالتالي:

1. إن المدير الوظيفي يكون متخصص في المجالات التي يديرها، فهو يلعب دور إشرافي تقني مباشر لإنجاز مهام القسم الذي يشرف عليه، لكونه يمتلك معرفة تقنية. ويمتلك قدرة تحليلية على حل المشاكل التقنية الخاصة في قسمه الوظيفي.
2. في حين أن مدير المشروع له نظرة عامة وله خلفية واسعة في المعرفة والخبرة، ويجب أن يشرف على العديد من المجالات الوظيفية أي أن مدير المشروع يتميز بمهارة التركيب مقارنة بمهارة التحليل للمدير الوظيفي، ويمتلك مدير المشروع معرفة واسعة في اكثر من مجال، ويعمل على تسهيل

التعاون بين المتخصصين في المجالات التي تحتاج إلى تخصص معين، ولا تقع ضمن تخصصه في هذا المجال.

3. المدير الوظيفي مسؤول عن الوضع الروتيني في حين أن مدير المشروع مسؤول عن إدارة عمليات التغير والإبداع في المشروع.

4. يتحدد نجاح المدير الوظيفي من خلال أنجاز الأهداف قصيرة الأجل في قسمه، في حين أن مدير المشروع يتحدد نجاحه من خلال انجاز الأهداف النهائية للمشروع الذي يديره.

5. صلاحيات المدير الوظيفي محددة حسب الهيكل التنظيمي للمنظمة، بينما خطوط السلطة لمدير المشروع غير محددة بشكل واضح ومرتبطة بمسؤوليته عن إدارة المشروع وعلاقته مع الإدارة العليا للمنظمة .

6. المدير الوظيفي مواجهته محدودة مع المتغيرات البيئية في حين أن مدير المشروع يواجه باستمرار عوامل عدم التأكد والعوامل البيئية المتغيرة.

7. يستخدم المدير الوظيفي منهجاً تحليلياً في حين أن مدير المشروع يستخدم منهج النظم.

8. مهمة المدير الوظيفي محصورة فقط في تحقيق الوضع الأمثل لقسمه في حين أن مدير المشروع مهمته الرئيسية هي خلق التوازنات وحل

الصراعات، وتحفيز فريق المشروع وحثهم على التعاون فيما بينهم وكذلك مسؤولية اتجاه المشروع واتجاه الإدارة العليا للمنظمة .

9. مهام المدير الوظيفي ثابتة في حين مهام مدير المشروع متنوعة ومتعددة، لكونه يسعى للتغيير والإبداع والابتكار والتطوير.

10. المدير الوظيفي يكون كما ذكرنا مشرفاً تقنياً مباشراً، في حين أن مدير المشروع يكون مسهلاً، فيسهل التعاون بين المتخصصين العاملين في المشروع، وكذلك يواجه مهمة التركيب في معرفة ما هو المطلوب عمله ومتى وكيف يمكن الحصول على الموارد اللازمة لأداء العمل.

أن مدير المشروع يدير المشروع بأكمله وبكافة وظائفه ونظرته شاملة للمشروع على عكس المدير الوظيفي الذي تكون مهمته محددة في قسمه الوظيفي فقط.

المسارات الوظيفية لمدير المشروع:

عادة يبدأ المسار الوظيفي لمدير المشروع بالمساهمة في مشروعات صغيرة وفيما بعد في مشروعات كبيرة .

مثال ذلك:

من الممكن أن يبدأ المسار الوظيفي لمدير المشروع كمهندس في مشروع، ثم مدير تصنيع في مشروع كبير، أو مدير لمشروع صغير ثم مدير لمشروع كبير،

واذا استمرت لديه الطاقة قد يصبح نائب لرئيس المنظمة ثم مدير عام لها. بمعنى آخر إن مدير المشروع قبل أن يصبح مديراً فأنه يمر بعدة مسارات وظيفية تكسبه الخبرة الإدارية والفنية لإدارة أي مشروع يتم تعيينه فيه كمدير لهذا المشروع.

طلبات خاصة على مدير المشروع:

يوجد العديد من الطلبات الفريدة على إدارة المشروعات. ويعتمد نجاح مدير المشروع إلى حد كبير على مقدرته على التعامل مع هذه الطلبات. ويمكن تصنيف هذه الطلبات تحت سبعة عناوين كالتالي:

أولاً: الحصول على الموارد الكافية لتسيير أعمال المشروع منذ البداية، حتى لا يفاجأ بالمستقبل في أمور ناقصة ومهمة لتنفيذ أعمال المشروع ونعني بالموارد كافة المستلزمات والمشتريات من المعدات والمواد والماكينات اللازمة للمشروع.

ثانياً: الحصول على الأفراد اللازمين للمشروع مع تحفيزهم باستمرار ويعني ذلك اختيار الموارد البشرية المؤهلة للعمل في المشروع لضمان نجاح تنفيذ مراحل المشروع، وأن يكون لدى مدير المشروع المهارة الإنسانية لكيفية التعامل مع هؤلاء الأفراد وتحفيزهم باستمرار لضمان تحقيق تعاونهم في انجاز العمل المطلوب منهم آدائه لتحقيق أهداف المشروع

وعند اختيار مدير المشروع لفريق العمل الذي سيعمل معه يجب أن تتوافر في هذا الفريق ما يلي:

أ. مهارات تقنية مرتفعة الجودة: حتى يستطيع فريق العمل أن يكون قادراً على حل معظم المشاكل التقنية للمشروع دون الاعتماد على مساعدات خارجية.

ب. الحساسية السياسية: يجب أن يتمتع فريق المشروع بمهارات وحساسية سياسية للسياسات التنظيمية، والتوازن الدقيق بين مدراء المشاريع في المنظمة وكيفية التعامل مع مدراء الوظائف المختلفة في المنظمة

ت. توجه قوى للمشكلة: أي أن فريق العمل يجب أن يكونوا موجهين نحو المشكلة ويطبقون منهج النظم في إدارة المشروع، وأن لا يكونوا موجهين للتخصص في أعمالهم فقط، ويرون المشكلة من خلال أعين تخصصهم.

ث. توجه قوى للهدف: أي أن يكون توجههم نحو تحقيق الهدف النهائي للمشروع وليس تحقيق نشاط محدد بذاته .

ج. احترام قوى الذات: بمعنى أن يكون أفراد فريق المشروع لديهم الثقة بأنفسهم وبمؤهلاتهم وبخبراتهم وقادرين على أنجاز أعمال المشروع، وأن لا يخفوا فشلهم وأخطائهم، وأن يكونوا صادقين مع أنفسهم وذاتهم في مقدرتهم على أنجاز أعمال المشروع.

ثالثاً: التعامل مع العقبات:أي على مدير المشروع أن يتغلب ويواجه سلسلة من النزاعات والعقبات والصراعات والتي قد تبدأ منذ بداية المشروع وحتى الانتهاء منه.

رابعاً: عمل تبادلات لهدف المشروع:يجب أن يعمل مدير المشروع تبادلات بين أهداف المشروع للتكلفة والوقت والأداء وكذلك تبادلات بين الوظائف التقنية والإدارية، خلال دورة حياة المشروع.

خامساً: القدرة على التمييز بين فشل المشروع كاملاً، وفشله الجزئي، أو نجاحه. بمعنى آخر أن يكون لديه القدرة على التنبؤ بالمخاطر والفشل الذي يصاحب أنجاز أعمال المشروع في مراحل دورة حياته المختلفة.

سادساً: القدرة على الاتصال المتبادل: بين المشروع والعالم الخارجي ومع الاطراف ذات العلاقة بالمشروع . حتى يستطيع حل المشاكل في العمل والنزاعات والصراعات في الميدان، ولتقليل الخلافات الشخصية بين أعضاء فريق المشروع، ويجب أن يكون مدير المشروع مرناً بطرق عديدة مع العديد من الناس ومع الإدارة العليا وكافة الاطراف الخارجية والداخلية المهمة في المشروع.

سابعاً: قدرة مدير المشروع على التفاوض:يجب أن يكون مدير المشروع لديه القدرة والمهارة التعاونية للتعامل مع الطلبات المذكورة سابقاً، وذلك حتى يحقق أهداف المشروع بكفاءة وفاعلية.

خصائص ومواصفات مدير المشروع:

هناك مجموعة من الخصائص والصفات التي يجب أن يتمتع بها مدير المشروع عند اختياره من قبل الإدارة العليا للمنظمة وتتمثل في الآتي:

1. أن يكون شخص ناضج ومدير شامخ وله خلفية تقنية.
2. أن يكون ذو سمعة طيبة، وشخص لديه خبرة وسبق أن عمل في أقسام عديدة ومشاريع مختلفة.
3. أن يكون لديه مصداقية سواء أكانت مصداقية تقنية، بمعنى أن يكون لدى مدير المشروع المعرفة التقنية الكافية لتوجيه وتحقيق أهداف المشروع. أو مصداقية تسيير أعمال المشروع وتأدية هذه المهام بمهارة عالية ويكون مسؤول عن اتخاذ القرارات المناسبة الحكيمة والناضجة.
4. حاجة مدير المشروع إلى الحساسية السياسية والاستشعار السياسي الجيد للاحساس بالخلافات الشخصية لدى فريق العمل ليحفزهم ويجعلهم يعملون في وضع هادئ ومستقر.
5. القيادة: أن يكون مدير المشروع قائد استراتيجي، فعال، ولديه الحماس والإبداع، وأن يكون قادر على التعامل مع العنصر البشري العامل في هذا المشروع، وأن يكون قائداً يتمتع بالأخلاق وقادراً على قيادة فريق العمل في المشروع وتحفيزهم باستمرار.

6. القدرة على التعامل مع الضغط بأن تكون لديه القدرة على التكيف والتأقلم مع عوامل البيئة الداخلية والخارجية.

7. أن يكون لدى مدير المشروع درجة من التعليم والشهادات الحاصل عليها مناسبة لمجال العمل في المشروع، وأن يجيد لغات أجنبية،وأن يكون سنوات من الخبرة في مشروعات متشابهة.

8. أن يتمتع بالمهارات التقنية، والإدارية، والفكرية والإنسانية المناسبة واللازمة لتسيير أعمال المشروع بنجاح متميز، وتشمل هذه المهارات أيضاً ما يلي:

- مهارات الاتصال
- مهارات القدرة على تحفيز الأفراد العاملين في المشروع.
- مهارات القيادة والقدرة على التأثير على الآخرين.
- مهارات حل الصراع بأنواعه المختلفة في المشروع
- الجدارة والمهارة الكافية في عملية التخطيط والسيطرة.
- مهارات حل المشاكل واتخاذ القرارات .
- مهارات الفهم الكامل للتكنولوجيا.
- مهارات الفهم الكامل لاقتصاديات المشروع.

مسؤوليات مدير المشروع:

إن مسؤولية مدير المشروع متعددة وتتضمن المسؤوليات التالية:

أولاً: مسؤولية مدير المشروع في مجال التخطيط، وتتمثل في الآتي:

- وضع التغيرات والإيضاحات للمشروع ومراحله وخطواته والأنشطة اللازمة له.
- وضع خطط تتابع وجدولة الأنشطة اللازمة للمشروع.
- تحليل المشروع إلى أجزاء فرعية أي تجزئة عمل المشروع إلى جزئيات أو ما يسمى (WBS)
- وضع شبكة انجاز المشروع

ثانياً: في مجال تنظيم المشروع:

تشمل مسؤوليات مدير المشروع في هذا المجال ما يلي:

- وضع الخريطة التنظيمية للمشروع.
- تحديد المسؤوليات والاختصاصات لجميع الأفراد العاملين في المشروع.
- تحديد الأدوار والعلاقات مع إدارات المنظمة وأطراف المشروع.
- اختيار فريق العمل للمشروع.

ثالثاً : في مجال الرقابة والمتابعة:

- تقديم خريطة جانت للإنجاز.
- تقديم التقارير عن الجوانب المختلفة للإنجاز .
- وضع معايير للتقييم.
- مقارنة الانجاز الفعلي مع الأهداف المخططة أو المعايير الموضوعية مسبقاً.
- اتخاذ الإجراءات التصحيحية أولاً بأول في حالة وجود أي انحرافات أثناء تنفيذ المشروع.

وهناك مسؤوليات إضافية على مدير المشروع، وتتمثل هذه المسؤوليات في الآتي:

1. مسؤولية مدير المشروع اتجاه المنظمة الأم. وتشمل هذه المسؤوليات مايلي:

أ. تقديم تقارير دورية وباستمرار للمنظمة الأم على تطورات العمل خلال مراحل المشروع والمتعلقة بالكلفة والوقت والموارد.

ب. اشعار المنظمة الأم بأيه مخاطر أو مشاكل يواجهها المشروع أولاً بأول، حتى لا تفاجأ الإدارة العليا للمنظمة بأية مخاطر.

2. مسؤولية مدير المشروع اتجاه المشروع نفسه وتتمثل مسؤوليته في هذا المجال بما يلي:

- ادارة المشروع بكفاءة وفاعلية.
- ممارسة الأدوار الإدارية الأخرى المتمثلة في التخطيط والتنظيم والتوجيه والرقابة لتحقيق أهداف المشروع.

3. مسؤولية مدير المشروع اتجاه فريق العمل في المشروع، وتتمثل في الآتي:

- حفز فريق العمل باستمرار.
- بناء روح التعاون والتنافس بين اعضاء فريق العمل لما له من أثر فعّال على إنجاز المشروع في الوقت المناسب والجودة العالية والتكلفة المحددة للمشروع.

الفصل الرابع

تخطيط المشروع

The Project Planning

- مقدمة
- الحاجة إلى التخطيط
- ماهية التخطيط
- تخطيط المشروع
- مكونات تخطيط المشروع
- الوثيقة المرجعية للمشروع ومحتوياتها
- الاعتبارات الواجـب أخذها بعين الاعتبار عنـد تخطيط المشروع
- بيئة المشروع
- التخطيط في المشاريع الإنشائية
- أدوات التخطيط والسيطرة على المشروع
- مزايا تخطيط المشروع

الفصل الرابع ـــــــ

تخطيط المشروع
The Project Planning

مقدمة

التخطيط هو أول الوظائف الإدارية وأهمها، وترتكز عليه باقي الوظائف الإدارية الأخرى من تنظيم وتوجيه ورقابة.

إن التخطيط يسبق أي عمل تنفيذي ويُحدد الأعمال التي يجب القيام بها في المستقبل بالكيفية والوقت الملائمين لتنفيذها.

أن التخطيط له علاقة مباشرة بعنصرين رئيسيين: **الأول** هو المستقبل، **والثاني** هو العلاقة بين الأهداف والطرق المستخدمة لتحقيق هذه الأهداف.

ولنجاح عملية التخطيط يجب الاهتمام بنوعية المدراء الذين يقومون بهذه المهمة، فيجب أن تكون لديهم خبرة طويلة في العمل، وكذلك القدرة على الحصول على المعلومات الضرورية لاستخدامها في وضع خطط تتطابق مع حاجات المنظمة ومشاريعها المختلفة.

الحاجة إلى التخطيط في المشاريع:

أن الحاجة للتخطيط نشأت لأن معظم المنظمات ومشاريعها المختلفة تعمل في ظروف بيئية متغيرة تتمثل في الآتي:

- تغيرات تكنولوجية.

- التغيرات في السياسات الحكومية
- التغير في العوامل الاقتصادية
- التغيرات في العوامل الاجتماعية والثقافية
- التغيرات في الموارد البشرية والمادية
- التغيرات في اذواق المستهلكين .
- التغيرات في الهياكل التنظيمية، وثقافة المنظمة والموارد بشكل عام.

ماهية التخطيط:

وظيفة التخطيط من أهم الوظائف الإدارية لأنها تسبقها جميعاً ويتم في هذه الوظيفة وضع الأهداف ووضع السياسات، الكفيلة بتحقيقها.

إن التخطيط هو عبارة عن الطريق الذي يتم تحديده بصورة مسبقة لتحقيق الأهداف.

فالتخطيط هو عملية ذكية وتصرف ذهني لعمل الأشياء بطريقة منظمة، للتفكير قبل العمل، والعمل في ضوء الحقائق بدلاً من التخمين.

وتضم عملية التخطيط مجموعة من الخطوات وهي:

- وضع الأهداف.
- دراسة التغيرات في العوامل البيئية.

- وضع الخطط.
- إقرار الخطط واعتمادها.
- تنفيذ الخطط.
- متابعة الخطط ورقابتها وتقييمها.

أنواع التخطيط:

أولاً: التخطيط حسب الفترة الزمنية: قد يكون تخطيط طويل الأجل، ومتوسط الأجل، وقصير الأجل.

ثانياً: التخطيط حسب النشاط: قد يكون تخطيط اقتصادي، أو مالي، أو تخطيط صناعي، أو إنشائي،أو تخطيط لمشاريع مختلفة.

ثالثاً: التخطيط حسب مجال الاستعمال: فقد يكون التخطيط متكرر الاستعمال مثل وضع الاستراتيجيات، والسياسات،والقواعد والإجراءات. او يكون التخطيط غير متكرر الاستعمال مثل وضع البرامج والموازنات التقديرية.

رابعاً: تخطيط المشاريع: سوف نركز على هذا النوع من التخطيط لأهميته في إدارة المشاريع:

تخطيط المشروع: Project Planning

إن عملية تخطيط المشروع تعتبر الخطوة الأولى في عمليـة إدارة المشروع وتسبق الوظائف الإدارية الأخرى للمشروع.

فتخطـيط المشروع هـو أداه لبنـاء تصـور مسـبق عـن مراحـل تنفيـذ المشروع، وتصور المخاطر المتوقعة التي ستواجه المشروع عند تنفيذه، ومـا هـي الآليات اللازمة لمعالجة هذه المشـاكل المتوقعـة لـذلك نجـاح تخطـيط المشروع يرتبط بقدرة القائمين على التخطيط وخبراتهم في التنبـؤ بالمشـاكل والمصـاعب التي ستواجه المشروع في مرحلة تنفيذه.

مكونات تخطيط المشروع:

ويشمل تخطيط المشروع مايلي:

1. الأهداف: وتحتوي على صياغة أكثر تفصيلاً للأهـداف العامـة. وتشـمل الأهداف التقنية والتنافسية، وتحقيـق الأربـاح، وتسـليم النتـائج النهائيـة للعميل بما يحقق رغباته، وكذلك تحقيق الأهداف الشاملة للمنظمة.
2. نطاق المشروع: تحديـد الأطـراف المـؤثرة والمتـأثرة بـالمشروع مـع تحديـد الأقسام الوظيفية في المنظمة التي ستسـاعد عـلى إنجـاز المشروع ومـا هـو المطلوب من كل قسم من كل مرحلة من مراحل المشروع.
3. القيود والميزانيات التقديرية

- القيود هي المحددات المفروضة على المشروع ومن أمثلتها قيود (الوقت، والكلفة، والجودة).

- أما الموازنات التقديرية فتشمل تقديرات تقريبية لتكاليف المشروع موزعة حسب مراحل دورة حياة المشروع.

4. الأطراف :وهي الأطراف المهتمة بالمشروع وهم (المالكون للمشروع والممولون له) والمنظمة الأم، والمنفذ للمشروع،والمستفيد من المشروع وهي الجهة التي ينفذ المشروع لصالحها، وتشمل كذلك الموردون..الخ).وكل طرف من هذه الأطراف لها الأهداف الخاصة بها وعلى مدير المشروع تحقيق الموازنة بين تحقيق هذه الأهداف.

5. التصميم: ويصف التصميم الهيكل الإداري المستخدم في المشروع وعلاقته بالمنظمة وأهدافها.

6. الاستراتيجيات وتبين التوجهات الاستراتيجية والقواعد التي ستحكم عمل المشروع ويجب أن تُستمد استراتيجية المشروع من الاستراتيجية العامة للمنظمة، وتعمل على تحقيق أهداف المشروع وكذلك أهداف المنظمة بشكل عام.

7. المخاطر: أي العمل على تحليل المخاطر وأنواعها ومصادرها، والصعوبات التي ستواجه المشروع عند تنفيذه، مع اعداد الخطط والآليات اللازمة لمواجهة هذه المخاطر وتقليل آثارها عند تنفيذ المشروع.

8. المراحل الأساسية للمشروع: ويعني ذلك تحديد المراحل الرئيسية للمشروع مع تقدير الوقت اللازم لكل مرحلة والموارد اللازمة لتنفيذها.

9. الأدوار والمسؤوليات: أي تحديد مسؤوليات مدير المشروع وفريق العمل، ومكتب عمل الفريق، والمساعدين لمدير المشروع والمنسقين له. وذلك لأغراض المحاسبة وتحديد المسؤولية لكل طرف من القائمين على إدارة المشروع.

10. عرض عام: وهو ملخص قصير وموجز لأهداف المشروع، وإطاره الزمني اللازم لتنفيذه، مع توضيح موجز للإدارة العليا للمنظمة وعلاقتها وأهميتها في توجيه مدير المشروع، وتوضيح أهداف المشروع وعلاقته بأهداف المنظمة.

11. الأوجه التعاقدية: وتشمل قائمة وأوصاف كاملة للأطراف التعاقدية للمشروع المذكورة سابقاً، والترتيبات وصيلة الثقة بالمشروع، ومتطلبات مالك المشروع، والتعاقد من الباطن والتسليمات النهائية ومواصفاتها، ومدة تنفيذ المشروع وجدولة تسليمه للعميل.

12. الجداول : يخطط هذا القسم الجداول الزمنية لتنفيذ كل مهمة في المشروع ومن المسؤول عن أداء المهمات وتوقيعه على الجدولة النهائية المتفق عليها.

13. الأفراد: أي تحديد متطلبات الأفراد المتوقعة لتنفيذ المشروع، ومهـاراتهم وأنواع التدريب اللازمة لهم، والأمن والسلامة لهم أثناء تنفيـذ المشروع، مع تحديد عدد الأفراد المطلوبين لتنفيذ المشروع عـلى مقيـاس الوقـت في جدولة المشروع.

14. طرق تقويم المشروع: أي ما هي المعايير النمطية اللازمة لتقيـيم وتقـويم تنفيذ المشروع مع الأهداف المخططة والمرسومة مسبقاً للمشروع، لبيـان الانحرافات واتخاذ الإجراءات التصحيحية اللازمة في الوقت المناسب.

ويهدف تخطيط المشروع إلى التوصل إلى أهم الوثائق الخاصة بـالمشروع والتي تعبر عن المرجعية الرئيسية لكل ما تم الاتفاق عليـه بالنسـبة للـمشروع بشكل عام.

ويطلق على هذه الوثيقة (بالوثيقة المرجعية للـمشروع) Project Terms of Reference)

نظراً لأنها تمثـل التعاقـد بـين مـدير المشروع وكـلاً مـن ممـول المشروع والعميل الذي يتم تنفيذ المشروع لحسابه.

وعند كتابة الوثيقة المرجعية للمشروع يجب مراعاة مايلي:

- مراعاة التوجه الاستراتيجي للمنظمة .
- الوصف المبدئي للمشروع من قبل الإدارة العليا (التكليف) أي التكليـف بإنشاء المشروع.

- العمل الجماعي في المشروع.
- الجهات الخارجية للمشروع وكافة الأطراف ذات العلاقة بالمشروع.

وتحتوي الوثيقة المرجعية على العناصر الآتية:

- الموضوع: أي عنوان المشروع واسمه والجهـات المنفـذة والمسـتفيدة مـن المشروع.
- خلفية المشروع: وتبين أسباب قيام المشروع إنجازه.
- السلطة أو الجهة التي أقرت المشروع، والتي يرجع إليهـا مـدير المشروع عند حدوث الخلافات والصراعات أثناء تنفيذ المشروع.
- نطاق المشروع : أي تحديد الأطراف المؤثرة والمتأثرة بالمشروع.
- القيود والموازنـات التقديريـة وتعنـي قيـود الوقـت والتكلفـة والجـودة وكذلك الموازنة التقديرية التي تحدد و تقدير تكـاليف كـل مرحلـة مـن المشروع.
- الناتج النهائي للمشروع:أي ما هي النتـائج الملموسـة وغـير الملموسـة للمشروع.
- محاور واستراتيجيات تنفيذ المشروع وتبـين التوجهـات والقواعـد التـي تحكم عمل المشروع والصعوبات والمخاطر المتوقعة .

- الأدوار والمسؤوليات : وتبين الأُطر التنظيمية للمشروع.
- المتلقي النهائي للمشروع بعد انتهاءه أي تحديد المستفيد المباشر من المشروع .
- وأهداف المشروع: وتمثل النتائج والفوائد النهائية للمشروع وهذه الأهداف يجب أن تكون محددة وقابلة للقياس وواقعية وضمن أطار زمني محدد.

الاعتبارات الواجب أخذها بعين الاعتبار عند تخطيط المشروع:

- تعريف أهمية المشروع بالنسبة للمنظمة وعلاقته باستراتيجياتها الأساسية.
- تحديد علاقة هذا المشروع بباقي المشروعات الأخرى بالمنظمة.
- بذل الوقت والجهد اللازمين للتخطيط لكيفية تنفيذ المشروع.
- تحديد أهداف ومؤشرات النجاح الواضحة وتكون قابلة للقياس.
- إشراك المسؤولين عن التنفيذ عند أجراء عملية تخطيط المشروع.
- الاهتمام بالصياغة الزمنية للأعمال الواجب القيام بها.
- كتابة وتوثيق كل الأمور في الوثيقة المرجعية للمشروع.

بيئة المشروع:

تعريف البيئة: هي مجموعة العوامل والمتغيرات المحيطة بالمشروع، والتي تؤثر بشكل مباشر أو غير مباشر على المشروع.

ويجب على مدير المشروع تحليل العناصر الاستراتيجية في بيئـة المشروع قبل عملية التخطيط للمشروع، لكون هذا التحليل مفيد جداً في جمع وتحليـل البيانات ذات العلاقة بتخطيط المشروع.

أنواع بيئة المشروع:

تنقسم بيئة المشروع إلى نوعين رئيسيين هما:

1. البيئة الداخلية Internal Environment
2. البيئة الخارجية External Environment

وتنقسم هذه البيئة الخارجية إلى قسمين هما:

أ. البيئة الخاصة للمشروع.

ب. البيئة العامة للمشروع.

1. البيئة الداخلية :

تتكون البيئة الداخلية للمشروع من العناصر الاستراتيجية التالية هي:

- الهيكل التنظيمي للمشروع.
- الثقافة التنظيمية للمشروع.
- موارد المشروع (ونعني بالموارد كل من الموارد البشرية والمـوارد الماليـة والموارد المادية والمعلومات).

لذلك يقوم مدير المشروع بتحليل العناصر الاستراتيجية الموضحة اعلاه لمعرفة نقاط القوة ونقاط الضعف في المشروع، لأجل تعظيم نقاط القوة ومعالجة نقاط الضعف، فهذا الأمر يساعد على التخطيط الناجح للمشروع.

2. البيئة الخارجية:

أ.البيئة الخاصة أو بيئة المهام.ونعني بهذه البيئة كافة العوامل والمتغيرات التي تؤثر بشكل مباشر على نشاطات وفعاليات المشروع، وتتمثل هذه فيما يلي:

- عملاء المشروع.
- المنافسين.
- الممولين.
- العاملين في المشروع.
- والاطراف ذات العلاقة في المشروع المذكورة سابقاً.

ب. البيئة العامة أو البيئة الواسعة للمشروع، فتتمثل فيما يلي:

- البيئة السياسية.
- البيئة الاقتصادية.
- البيئة الاجتماعية والثقافية.
- القوانين والتشريعات.
- التكنولوجية

لذلك على مدير المشروع مراعاة تحليل كافة العناصر الاستراتيجية في البيئة الخارجية المذكورة أعلاه،لغرض اقتناص الفرص في البيئة الخارجية المحيطة بالمشروع، ولغرض التأقلم والتكيف من المخاطر والتهديدات التي حول دون اقتناص الفرص السانحة للمشروع.

وخلاصة القول: أن التحليل الاستراتيجي أمر في غاية الأهمية قبل أجراء التخطيط،لأنه يساعد على تحقيق التوازن بين العناصر الداخلية للمشروع والعناصر الخارجية له،لغرض الوقوف على إمكانيات وقدرات المشروع في اقتناص الفرص والقيام بتنفيذ أعمال المشروع لتحقيق أهدافه بكفاءه وفاعلية.

التخطيط في المشاريع الإنشائية:

سيتم التركيز على التخطيط في المشاريع الإنشائية لأن هذا النوع من المشاريع هو محور الارتكاز والذي يهتم به أصحاب المصالح والمنظمات، لخصوصية وأهمية هذه المشاريع مقارنة بأنواع المشاريع المختلفة.

ولأجل تهيئة هذا التخطيط يجب إيجاد ما يلي:-

1. معرفة الوقت اللازم لتجهيز المواد اللازمة لإنجاز المشروع
2. أنواع المعدات والمكائن والأجهزة المطلوبة لتنفيذ المشروع، وكذلك معرفة اعدادها وحجم طاقاتها.

3. معرفة الموارد البشرية اللازمة للعمل بالمشروع من حيث الكم والنوع.

4. معرفة الموارد المالية اللازمة لتنفيذ المشروع وذلك عن طريق اعداد موازنة تقديرية لهذا الغرض.

5. معرفة المدة الزمنية التي يستغرقها تنفيذ المشروع أي وضع الإطار الزمني والجدولة الزمنية اللازمة لتنفيذ المشروع.

مراحل تخطيط المشروع الإنشائي:

إن التخطيط للعمل بالمشروع الإنشائي يتطلب تقسيم المشروع إلى مراحل مميزة بالشكل الذي يُسهل العمل أثناء مرحلة تنفيذ المشروع وهذه المراحل هي:

أولاً: التخطيط لمرحلة الانتقال إلى موقع العمل وتهيئة معدات العمل اللازمة والمكائن المطلوبة في المشروع.

ثانياً: التخطيط لمرحلة إرساء القواعد الأساسية للمشروع، ذات الخصوصية الفنية والهندسية، التي سيتم على أساسها تقسيم العمل إلى مراحل متسلسلة.

مثال على ذلك:

لعمل جدار استنادي يمكن تقسيم العمل إلى الفعاليات والأنشطة التالية:

- حفر التربة بالمكائن وبواسطة العمال.
- عمل ونصب القوالب
- وضع حديد التسليح.
- صب الخرسانة.
- معالجة الخرسانة.
- رفع القوالب.
- تصليح سطح الخرسانة.
- إعادة الدفن بالتراب وتنظيف الموقع.

ثالثاً: التخطيط لمرحلة إنجاز الأعمال التكميلية للمشروع، ويتناول ذلك ما يلي:-

- الأعمال الكهربائيه والتأسيسات الصحية والمائية.
- أعمال التقطيع والتشطيب النهائي.

رابعاً: التخطيط لمرحلة أنجاز الأعمال مثل:

- الدهان والديكور.
- التنظيف للموقع.

أدوات التخطيط والسيطرة على المشروع:

من أهم أدوات التخطيط والسيطرة التـي تسـتخدم في جدولـة أعـمال المشروع مايلي:

1. مخطط تحليل العمل Work-break down structure(WBS).
2. مخطط جانت Gantt Chart.
3. شبكات الأعمال Net works (PERT,cpm)

وسيأتي شرح هذه الأدوات لاحقاً في فصول خاصة بها.

مزايا تخطيط المشروع:

1. خفض كلفة المشروع: لأن التخطيط يحدد مسبقاً المشاكل والمخـاطر التـي ستواجه المشروع عند تنفيذه، وتكلفـة هـذا الأجـراء تكـون أقـل مقارنـة بالتكاليف الناجمة عن نوع هذه المخاطر عند مرحلة تنفيذ المشروع.
2. خفض مدة المشروع: لأن التخطيط للمشروع يشترك فيه كافـة الأطـراف المهتمة بالمشروع المذكورين سابقاً وهذه المشاركة تهدف إلى تحليل الجـدول الزمني المتوقع لمراحل المشروع، وفي إطار هذه المشاركة يـتم أيضـاً إجـراء التغييرات بشكل أسهل مقارنة مع صـعوبة وكلفـة التغيـير عنـد المبـاشرة بعملية التنفيذ، وتساهم ايضاً في اختصار الـدورة الزمنيـة اللازمـة لتنفيـذ المشروع.

3. تحسـين جـودة المشروع: يلعـب تخطـيط المشروع دوراً رئيسـياً في تحديـد توقعات واحتياجات العميل في مرحلة تعريف المشروع والتخطيط لجودة المشروع، فتخطيط المشروع يساعد عـلى تحقيـق هـدف الجـودة للـمشروع مسبقاً وبما يتلاءم مع توقعات العميل الذي يشترك منذ البدايـة في تخطـيط المشروع، وهذا يساعد على تحقيق الجودة التي يرغبها العميل عنـد تسـلمه الناتج النهائي للمشروع.

4. يساعد تخطيط المشروع على الاستغلال الأمثل لموارد وامكانيـات المنظمـة وتحقيـق الكفـاءة أيضـاً في إنهـاء المشروع في الوقـت المناسـب وضـمن التكاليف المخططة.

5. يساعد تخطيط المشروع على تحقق أهداف المنظمـة الأم والمتمثلـة في تحقيـق اقصى ربـح ممكـن، وتخفـيض التكـاليف، والنمـو والبقـاء والاسـتمرار للمنظمة.

الفصل الخامس

تنظيم المشروع

The Project Organization

- مفهوم التنظيم
- عناصر التنظيم الإداري
- الصيغ التنظيمية للمشروع
- العوامل الواجـب أخــذها بعـين الاعتبـار عنـد اختيار الهيكل التنظيمي للمشروع
- مراحل تصميم الهيكل التنظيمي للمشروع
- المبـادئ الأساسـية في بنـاء الهيكـل التنظيمـي للمشروع
- المكتب التنفيذي للمشروع
- النصائح الواجبة الاتباع عند تنظيم المشروع

الفصل الخامس ـــــــ

تنظيم المشروع
The Project Organization

مفهوم التنظيم:

هو الإطار الذي يتم بموجبه ترتيب جهود جماعة من الأفراد وتنسيقها في سبيل تحقيق أهداف محددة، ويتطلب هذا تحديد النشاطات المطلوبة لتحقيق تلك الأهداف، وتحديد الأفراد المسؤولين عن القيام بهذه النشاطات، وكذلك تحديد الامكانات والموارد التي يستخدمها هؤلاء الأفراد، وتوضيح العلاقات الإدارية بينهم من حيث السلطة والمسؤولية.

والتنظيم هو الوظيفية الثانية بعد التخطيط ويعتمد عليه، وهو يتضمن تقسيم العمل وتصحيحه والتنسيق بين أجزائه لتحقيق الأهداف التي تم تحديدها بخطة المنظمة.

كما أنه من المهم بمكان تصميم الهيكل التنظيمي أي تحديد الشكل الرسمي للعلاقات والمستويات الإدارية وخطوط الاتصال بين الوحدات التنظيمية، وكذلك أيضاً يجب التركيز على العنصر البشري والتفاعلات المختلفة التي يُحدثها داخل التنظيم.

عناصر التنظيم الإداري هي:

1. الأعمال والنشاطات التي يمارسها المشروع أو المنظمة لتحقيق أهدافها.

2. الأفراد العاملين في المنظمة أو المشروع على مختلف مستوياتهم العلمية أو الفنية.

3. الإمكانات والموارد المتاحة للمنظمة.

4. النظم والإجراءات والطرق والخطوات والمراحل المخططة لأداء الأعمال أو الأنشطة.

5. الهيكل أو الأسلوب الذي يتم بموجبه توزيع الأفراد العاملين بين الأعمال والنشاطات المختلفة وتحديد علاقاتهم الوظيفية وخطوط الاتصال.

6. تحديد السلطات والمسؤوليات لكل مركز وظيفي:

فوائد الوظيفة التنظيمية:

تحقق الوظيفة التنظيمية للمنظمة فوائد متعددة تتمثل في الآتي:

1. تمكن الوظيفة التنظيمية من التوزيع العلمي للأعمال والوظائف.

2. تمكن الوظيفة التنظيمية من القضاء على الازدواجية.

3. تمكن الوظيفة التنظيمية من تحديد العلاقات بوضوح بين الأفراد العاملين في المنظمة والمشروع.

4. يساعد التنظيم من التنسيق بين النشاطات المختلفة في المنظمة أو في المشروع.

5. تساعد وظيفة التنظيم على الاستجابة للتغيرات التي تحدث في البيئة الخارجية أو في عناصر البيئة الداخلية للمنظمة.

6. تساعد الوظيفة التنظيمية على نقل القرارات إلى جميع أجزاء المشروع أو أجزاء المنظمة.

7. تعمل الوظيفة التنظيمية على تنمية الأفراد العاملين في المشروع، أو في المنظمة عن طريق تدريبهم وتنمية قدراتهم لتمكينهم من القيام بعملهم بطريقة أفضل.

تنظيم المشروع Project Organization

بناء على ما تقدم : يُقصد بتنظيم المشروع بصفة عامة تحديد الأعمال اللازمة والوظائف المطلوب انجازها في المشروع، مع تحديد الواجبات والسلطات والصلاحيات والمسؤوليات والعلاقات التنظيمية في المشروع، ووضع كل ذلك في شكل هيكل تنظيمي محدد المعالم .

وتتضمن وظيفة تنظيم المشروع ما يلي:

اولاً: اختيار مدير ملائم للمشروع (إن لم يكن قد تم ذلك بالفعل).

ثانياً: اختيار فريق المشروع.

ثالثاً: وضع الهيكل التنظيمي المناسب للمشروع.

رابعاً : المكتب التنفيذي للمشروع.

1. اختيار مدير ملائم للمشروع:

من المؤكد أن نجاح المشروع يتوقف إلى حد كبير على المدير الـذي يـتم اختياره ليكون هو مسؤولاً مباشراً عـن تنفيـذ الأعـمال في المشروع في حـدود الميزانية الموضوعة وفي حدود الوقت المحدد، وبالجودة والمواصفات الفنية التي يطلبها العميل.

وقد تم تناول اختيار مدير المشروع في الفصل الثالث من هذا الكتاب.

وبشكل عام يجب أن يكون لدى المدير الـذي يـدير المشروع الصـفات التالية:-

- المهـارات الفنيـة اللازمـة، وان يكـون مـؤهلاً علميـاً ولديـه الشـهادات والمؤهلات والخبرات العملية، ولديه اللغات الأجنبية.
- لديه المهارات في القدرات التخطيطية ومهارات الابتكار.
- القدرة على تنظيم الأعمال وتوزيعها.
- المهارات المتعلقة بالنجاح في عملية الأشراف والتوجيه.

وما دمنا نتحدث عن تنظيم المشروع فإنه يتوجـب عـلى مـدير المشروع المهارات والمسؤوليات التالية في مجال تنظيم المشروع:

- مهارات وضع الخريطة التنظيمية للمشروع، فهذه مـن مسـؤولية مـدير المشروع أيضاً.

- مسؤولياته ومهاراته المتعلقة بتحديد المسؤوليات والاختصاصات لجميع الأفراد العاملين في المشروع.
- أن تكون لديه المهارة المتميزة في تحديد ووضع الأدوار والعلاقات مع إدارة المنظمة والأطراف ذات العلاقة بالمشروع.
- أن يكون لديه المهارة في اختيار فريق العمل في المشروع، فهذه من مسؤولية مدير المشروع في مجال تنظيم المشروع.

2.اختيار فريق المشروع:

الخطوة الثانية في تنظيم المشروع هي اختيار فريق العمل في المشروع ويعتمد عادة حجم فريق المشروع The Project Team على حجم المشروع، حيث يمكن للمشروع الصغير مثلاً من أن يكون شخص واحد متفرغ، ولكن كلما كبر واتسع حجم المشروع وزدات تفرعاته وتعقيداته، كلما برزت الحاجة الملحة إلى تشكيل فريق متكامل للعمل في المشروع، وفق التنظيم الإداري المحدد له.

ويجري بناء فريق المشروع المتكامل في إدارة المشروعات الكبيرة وفق المستويات التالية:

المستوى الأول: مدير المشروع

المستوى الثاني: ويتكون من

- مسؤول التزويد
- منسقوا المشروع والمهندسون.
- محاسب المشروع.

المستوى الثالث: ويتكون من

- الاختصاصيون بالوظائف المختلفة.
- المخططون والمحللون بالمشروع.
- مساعد المحاسب

وكما سبق القول مهما كبر فريق العمل المتخصص للعمل في المشروع فإنه لابد أيضاً من الاستعانة بذوي الاختصاص الوظيفي في المنظمة الأم.

وقد تم تناول المهارات اللازمة لفريق العمل في المشروع في الفصل الثالث من هذا الكتاب.

بالإضافة إلى ذلك يتطلب من مدير المشروع باستمرار الاتصال مع فريق العمل في المشروع لحثهم وتحفيزهم والتصرف المناسب لحل أي صراع بينهم، ولتحقيق التعاون فيما بينهم، للعمل كفريق واحد لتحقيق أهداف المشروع.

وقد يتكون فريق المشروع أيضاً مما يلي:

1. مدير المشروع- المسؤول عن إدارة المشروع بشكل عام (تخطـيط ، تنظـيم، توجيه، رقابة، جدولة..الخ).

2. مهندس مشروع: ويكون مسؤول عن التحليـل الـوظيفي، والمواصـفات، والرسومات، والتغيرات الهندسية والتوثيق.

3. مهندس تصنيع: وتكون مهمته الإنتاج الكفـؤ للمنـتج، أو العمليـة التـي صممها مهندس المشروع، وكذلك هندسة التصنيع وجدولة الإنتاج.

4. مدير ميـدان(حقـل): يكـون مسـؤول عـن الأعـمال الميدانيـة في المشروع والعمليات اليومية بالمشروع.

5. مسير عقـود: يقـوم بالعمـل الـورقي المكتبـي، وتتبـع تغـيرات العمـلاء، والفواتير والأمور القانونية، وكذلك كل الأمور المرتبطة بعقود المشروع.

6. مراقب المشروع : ويحتفظ مراقـب المشروع بحسـاب يـومي للميزانيـات، وتباينات التكلفة، وتكاليف العمالة في المشروع، والمـوارد اللازمـة لتنفيـذ المشروع.

7. مدير الخدمات المساعدة: ويكون مسؤول وحلقـة وحصـل مـع المقـاولين الفرعيين، وتشغيل البيانات اللازمة للمشروع، ووظائف الـدعم الإداري بشكل عام.

3. وضــع الهيكــل التنظيمــي للمشــروع واختيــار الصــيغة التنظيمية المناسبة للمشروع.

عندما تظهر المشروعات وتبدأ بالعمل يظهـر موضـوعان مهـمان عـلى الفور وهما:

- يجب أخذ قرار خاص بكيفية ربط المشروع بالمنظمة الأم.
- ويجب أخذ قرار خاص بكيفية تنظيم المشروع لنفسه.

صيغ تنظيم المشروع:

هناك ثلاث صيغ تنظيمية لتنظيم المشروع ولكل صيغة من هذه الصيغ مميزات وعيوب وهذا يستدعي من مدير المشروع بـل وتكـون مـن مسـؤوليته اختيار الصيغة التنظيميـة للـمشروع، لتحديـد علاقتـه بالمنظمـة الأم ولتسـيير أعمال المشروع نفسه بشكل عام.

وسنوضح أدناه هذه الصيغ التنظيمية للمشروع:

1.المشروع كجزء من التنظيم الوظيفي:

The Project as a apart of functional organization

كأحد البدائل لجعل المشروع (داخلياً أو في المنـزل) يمكننـا أن نجعلـه جزء من أحد الأقسام الوظيفية في المنظمة.

مثال على ذلك :

اذ رغبت أحد الجامعات تطوير برنامج الماجسـتير في إدارة الأعـمال أو إدارة المشاريع، فأنه يتم وضع هذا البرنامج تحت الأشراف العام لنائب رئـيس

الجامعة، والذي يحول هذا الأمر إلى عميد كلية إدارة الأعمال أو إدارة المشاريع المختص وبالتالي يتم تحويله من العميد إلى رئيس قسم إدارة الأعمال في الكلية كونه متخصص في هذا المجال ليقوم برعاية هذا البرنامج ودعمه ليظهر إلى حيز الوجود.

إذن بموجب هذه الصيغة التنظيمية فإن المشروع يرتبط بالوحدة التنظيمية أو القسم الوظيفي المحدد والذي يمنحه أكثر اهتمام لضمان نجاحه ودعمه .

مزايا هذه الصيغة:

أ.توجد أقصى مرونة في استخدام العاملين فعند اختيار القسم الوظيفي المناسب لتولي المشروع، سيكون هذا القسم قاعدة لتسيير أعمال المشروع، ويصبح لدى الأفراد العاملين في هذا القسم خبرة تقنية ايضاً، ويتم تعيين الخبراء للمشروع بصورة مؤقتة.

ب. يمكن استغلال الخبراء الأفراد في العديد من المشروعات المختلفة، فيمكن تحويل الأفراد من وإلى المشروعات المختلفة بسهولة.

جـ. يمكن تجميع المتخصصين في هذا القسم الوظيفي ليشتركوا في المعرفة والخبرة.

د.يخدم القسم الوظيفي أيضاً كقاعدة للاستمرارية الفنية عندما يختار الأفراد ترك المشروع أو تختار المنظمة الأم ذلك.

هـ. يحتوي القسم الوظيفي على المسار الطبيعي لتقدم الأفراد الذين تقع خبراتهم في هذا المجال الوظيفي.

عيوب هذه الصيغة التنظيمية:

أ. العميل لا يكون بؤرة النشاط أو الاهتمام به.

ب. يميل القسم الوظيفي إلى الاهتمام بوظيفته وليس موجهاً للمشكلة أو للمشروع.

ت. لا توجد المسؤولية الكاملة لأي جهة عن فشل المشروع.

ث. لا يمكن تطبيقه في المشروعات الكبيرة المعقدة.

ج. قد لا تشكل أنشطة المشروع حافزاً للأفراد لتقديم مساهماتهم بالشكل الأمثل.

2. الصيغة التنظيمية الثانية هي:

تنظيم المشروع الصرف(أو المستقل) Pure Project organization

وبموجب هذه الصيغة التنظيمية يتم فصل المشروع عن بقية النظام في المنظمة الأم، ويصبح بمثابة وحدة منفصلة لها عامليها التقنيين المستقلين ومرتبطة بالمنظمة الأم عن طريق تقارير دورية تقدم لها من قبل مدير المشروع.

أما الإجراءات المالية فتسمح بعض المنظمات أن يعمل المشروع بحرية كاملة ضمن سقف مالي محدد.

مزايا هذه الصيغة التنظيمية:

أ. يكون لمدير المشروع السلطة الكاملة على المشروع.

ب. يكون كل أعضاء قوة العمل في المشروع مسؤوليين مسؤولية مباشرة أمـام مدير المشروع.

ت. يتصل مدير المشروع مباشرة مع الإدارة العليا للمنظمة الأم، وهذا يـؤدي إلى تقصير خطوط الاتصال بين المشروع والمنظمة الأم.

ث. سرعة عالية في الاستجابة لمتطلبات العملاء وذلك لقدرة المدير على اتخـاذ القرارات السريعة مباشرة ودون الرجوع إلى الإدارة العليا.

ج. المشروعات ذات التنظيم المستقل تكون بسيطة ومرنة، الأمر الذي يجعلهـا سهلة الفهم والتنفيذ.

وعيوب هذه الصيغة التنظيمية:

1. الازدواج الكبيرة في الجهد في كل مجـال مـن المـوارد اللازمـة للـمشروع، سواء في المـوارد البشريـة أو المـوارد الماليـة، حيـث يجـب أن يكـون لكـل مشروع مدير مالي مستقل في حين أن هـذا المـدير لا يعمـل طيلـة الوقـت وهكذا ايضاً كباقي المديرين الآخرين ولباقي العاملين في الأعمال الكتابيـة للمشروع.

2. التنظيم المستقل يمنع إدارة المشروع مـن الاسـتفادة مـن الخـبرات التقنيـة المتاحة في الوحدات التنظيمية الأخرى في المنظمة الأم.

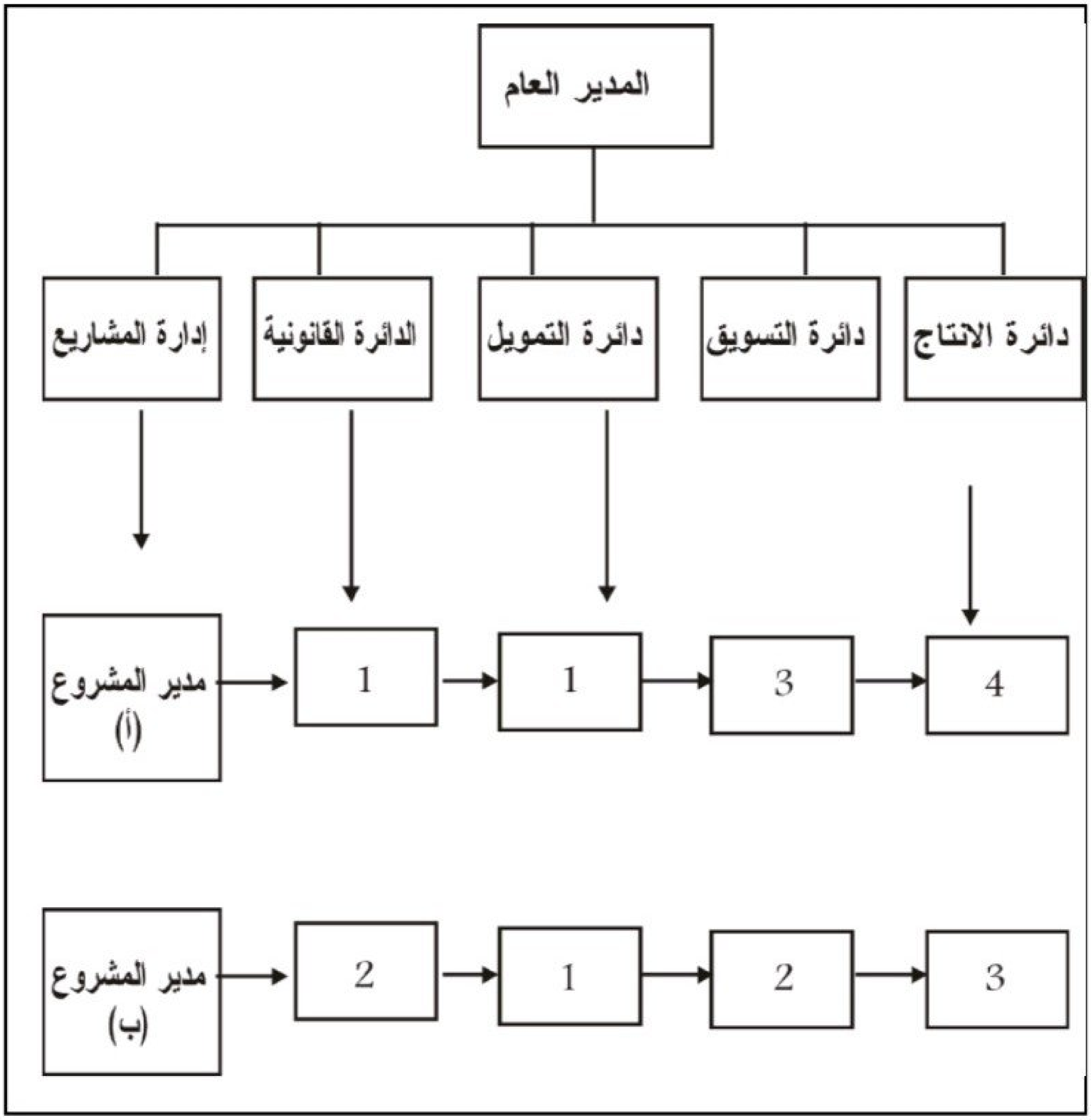
3. يولد الإحساس بالقلق لدى أعضاء فريق العمل في المشروع، وذلك لأنهم دائماً يشعرون بالقلق من الاستغناء عنهم عندما ينتهي العمل في المشروع.

4. يولد درجة من عدم الاتساق في طريقة تنفيذ السياسات المرسومة من قبل المنظمة الأم.

3. الصيغة التنظيمية الثالثة هي تنظيم المصفوفة The Matrix Organization.

في محاولـــة للاســـتفادة مـــن بعـــض مميـــزات تنظـــيم المشروع المسـتقل(الصرف) وبعـض السـمات المرغـوب فيهـا مـن التنظـيم الـوظيفي، ولتجنب بعض عيوب كل منهما، فقد تم تطوير تنظيم المصفوفة، فهذا التنظـيم هو خليط من الصـيغتين السـابقتين، فهـو تنظـيم مشروع مسـتقل مبنـي عـلى الأجزاء الوظيفية للمنظمة الأم.

يوضح الشكل أدناه تنظيم المصفوفة



شكل (4)

إن القوة الدافعة لتنظيم المصفوفة هو حاجـة المـنظمات التـي تعمـل في مجالات مرتفعة التقنية إلى تكامل التخصصات الوظيفية عندما تعمـل في عـدة مشروعات، وترغب في المشاركة الزمنية للخبرة من أحد المشاريع أو المشـاريع الأخرى.

إن تنظيم المصفوفة تطبيق لمنهج نظرية النظم ، حيـث تتحمـل المنظمـة الأم مسؤولية تحقيق تكامـل المشروع لضـمان أن جميـع أجـزاء المشروع تعمـل بتوافق كما هو مخطط لها.

فهناك تشارك في المدخلات والعمليات والمخرجات والتغذية العكسية من البيئة الخارجية المحيطة بالمشروع.

مزايا تنظيم المصفوفة:

أ. يكون المشروع هو نقطة التأكيد، فيتحمل فرد واحـد وهـو مـدير المشروع مسـؤولية أدارة المشروع، لإتمامـه في الوقـت المحـدد وفي إطـار التكلفـة المحددة، وطبقاً للجودة والمواصفات الموضوعة.ويشترك تنظيم المصـفوفة في هذه الميزة مع صيغة تنظيم المشروع المستقل.

ب. تقليل الازدواج اللازم بهيكل صـيغة تنظـيم المشروع المسـتقل، حيـث في تنظيم المصفوفة يكون هناك استغلال امثل لكافة الموارد البشريـة والماديـة والمالية.

ت. يوجد قلق أقل لدى فريق المشروع مقارنة بصيغة تنظيم المشروع المستقل.

ث. وتكون درجة الاستجابة للعملاء عالية.

ج. هناك ميل بالاتساق مع سياسات وممارسات واجراءات المنظمة الأم.

عيوب تنظيم المصفوفة:

- إن تنظيم المصفوفة يؤدي إلى ظهـور صراعـات بـين مـديري المشروعـات لسعي كل مدير للحصول على أفضل الموارد لضمان نجاح مشروعه ودون الاهتمام بتحقيق أهداف المنظمة الأم.
- إن تنظيم المصفوفة يؤدي إلى ضعف درجة تحكم إدارة المشروع بالقرارات التقنية التنظيميـة فمـثلاً القـرارات التسـويقية تبقـى تحـت سـيطرة دائـرة التسويق بينما يحتفظ مدير المشروع بسـلطة تسـيير المشروع ويفتقـد أحيانـاً السلطة التفاوضية عنـد التفـاوض للحصـول عـلى المـوارد والـتحكم في تواريخ التسليم.
- إن تنظيم المصفوفة يتعارض مع مبـدأ إداري أسـاسي وهـو الخـروج عـلى (وحدة الأمر) حيث يوجد للعاملين أكثر من رئيس، الرئيس الـوظيفي في المنظمة والرئيس الثاني هو مدير المشروع.

الهيكل التنظيمي للمشروع:

هناك مجموعة من العوامل يجـب أن أخـذها في الحسـبان عنـد اختيـار الهيكل التنظيمي الملائم للمشروع وهذه هي أهم العوامل:

- استراتيجية المنظمة
- دورة حياة المشروع
- مدى تمركز اتخاذ القرار.

- التخصص.
- القدرات الإنسانية.
- التكنولوجيا.
- بيئة المنظمة.
- ثقافة المنظمة.

وقبل اختيار الهيكل التنظيمي للمشروع يجب أجراء تحليل إلى العوامل التالية وهي:

- تحليل أنشطة المشروع.
- تحليل مراكز اتخاذ القرارات.
- تحليل العلاقات بين مدير المشروع والمدراء الآخـرين للمشـاريع المختلفـة وكذلك مع الأقسام الوظيفية للمنظمة
- تحليل البيئة المحيطة بالمشروع سواء البيئة الداخلية أم البيئة الخارجية.

فهـذه العوامـل المـذكورة تـؤثر حـتماً عـلى اختيـار وتصـميم الهيكـل التنظيمي للمشروع الذي يحقق أهداف المشروع ومخرجاته المتوقعة.

مراحل تصميم الهيكل التنظيمي للمشروع:

- تحديد أهداف المشروع.
- تحديـد وتحليـل أوجـه النشـاطات والفعاليـات اللازمـة لتحقيـق أهـداف المشروع.

• تقسيم النشاطات الرئيسية إلى نشاطات فرعية ويكـون لكـل نشـاط وحـدة إدارية خاصة بها.

• تحديد اختصاصات كل وحدة إدارية في المشروع.

• تحديد علاقات السلطة والمسؤولية بين مختلف الوحدات الإدارية

المبادئ الأساسية في بناء الهيكل التنظيمي للمشروع:

هناك عدة طرق وأسس ومبادئ لتقسيم أوجه نشاط المنظمة أو نشـاط المشروع إلى إدارات أو وحـدات تنظيميـة، ولكـل مـن هـذه الطـرق مزاياهـا وعيوبها، وليس هناك طريقة مثالية تصلح للتطبيـق في كافـة المـنظمات أو كافـة المشاريع، حيث لكل مشروع خصوصية وأهدافه وظروفه التي يتصف بها.

وتتمثل المبادئ الأساسية في بناء الهيكل التنظيمي في المبـادئ والطـرق التالية:

1. التقسيم حسب الوظيفة:

ويعتبر هذا التقسيم مـن أكثـر الطـرق شـيوعاً ويـتم بموجبـه تقسـيم المشروع إلى عــدد مــن الوحــدات التنظيميــة تتناســب مــع عــدد وظــائف المشروع،بحيث تختص كل وحدة تنظيمية بأداء وظيفة معينة للمشروع ككـل. حيث يكون هناك مدير عام للمشروع، ثـم مـدير للإنتـاج، ومـدير للتسـويق ومدير للموارد البشرية، ومدير مالي..الخ

2. التقسيم حسب نوع السلعة أو الخدمة:

ويتم بموجبه تقسيم نشاطات المشروع حسب السلع او الخدمات التي ينتجها أو يقدمها. فيكون هناك مدير عام.

ثم مديـر السلعة (أ) . ومدير السلعة (ب) ومدير السلعة (ج) – وهكذا.

3. التقسيم حسب مراحل المشروع:

ويتـم بموجبـه تقسـيم نشـاطات المشروع حسـب تسلسـل مراحــل العمل،ففي مشروع صناعي مثل مشروع صناعة الغزل والنسـيج مـثلاً يكـون هناك قسم لإدارة الحلح، وقسم لإدارة الغزل، وقسم لإدارة النسـيج ، وقسـم لإدارة الصباغة..الخ

4. التقسيم حسب نوع العملاء:

ويتم بموجبه تقسيم نشـاطات المشروع حســب العمـلاء الـذين يـتم التعامل معهم ففي مشروع تجاري مثلاً يكون هنـاك مـدير للـمشروع، ومـدير قسم المستهلك، ومدير لقسم تجارة الجملة، ومدير قسم لتجارة التجزئة.

5.التقسيم حسب الموقع الجغرافي:

ويتم بموجبه تقسيم نشاطات المشروع حسب المناطق الجغرافيـة التـي يعمل بهـا حيـث يـتم تخصـيص وحـدة تنظيميـة لكـل منطقـة وتسـلم مهمـة الاشراف عليها إلى مدير خاص بها.

فيكون هناك مدير عـام ، ومـدير للمنطقـة (أ) ومـدير للمنطقـة (ب) ومدير للمنطقة (ج).

6. التقسيم حسب وجبات العمل أو التقسيم الزمني لأوقات العمل.

ويتم بموجبه تقسيم نشاطات المشروع عـلى أسـاس وقـت العمـل إلى ورديّات تقوم كل وردية بممارسة الإنتاج أو تقديم الخدمة في فترة زمنية معينـة فيكون هناك مدير عام، ثم مدير الوردية الأولي- الصـباحية- ومـدير الورديـة الثانية- بعد الظهر- مدير الوردية الثالثة- المسائية.

7. التقسيم المركب:

ويعتبر هذا النوع من التقسيم من أكثر الطرق شيوعاً، إذا أنه من النادر أن يتبع المشروع، طريقة واحدة للتقسيم والغالب هـو اتبـاع أكثـر مـن طريقـة وذلك في ضوء ظروف كل مشروع فقد يكون هنـاك تقسـيم وظيفـي وتقسـيم جغرافي وتقسيم حسب العملاء في الهيكل التنظيمي للمشروع.

4. المكتب التنفيذي للمشروع

جنباً إلى جنب مع تنظيم المصفوفة يقوم مدير المشروع بتشكيل المكتـب التنفيذي للمشروع برئاسته، ويقوم هذا المكتب بما يلي:

- إعداد الخطط التنفيذية الممكنة للمشروع.
- تقديم تقارير الإنجاز حسب الخطط الموضوعة.

- حل مشاكل تتابع الأنشطة والأعمال في المشروع.
- إدارة التغيير وتحقيق تطوير في أساليب العمل في المشروع.
- وضع معايير لجودة أداء أعمال المشروع
- تتبع المشاكل وإيجاد الحلول لها.
- الاحتفاظ بالمستندات والجداول الزمنية الخاصة بالمشروع.
- الإعداد للاجتماعات وتدوين محاضر هذه الاجتماعات.

مجمل النصائح الواجب إتباعها عند تنظيم وتنفيذ المشروع:

- حدد الأعمال والأنشطة اللازمة لإنجاز المشروع.
- حدد الوظائف الأساسية التي يحتاجها مدير المشروع.
- حدد خريطة تنظيمية للمشروع.
- كتابة وصياغة المسؤوليات لأعمال كل موظف في المشروع.
- حدد علاقاتك التنظيمية كمدير للمشروع مع باقي الإدارات الأخرى في المشروع وكذلك الأقسام الوظيفية في المنظمة.
- نمي قدراتك الذاتية كمدير للمشروع.
- احرص على الاجتماعات الرسمية وغير الرسمية مع العاملين معك.

الفصل السادس

الجدولة Schednling

شبكات العمل Net Works

- مفهوم الجدولة للمشروع
- تقسيم المشروع إلى مراحله واعماله الرئيسية والفرعية (WBS)
- خريطة جانت
- شبكات الأعمال
- أسلوب المسار الحرج (CPM)
- أسلوب تقييم ومراجعة البرامج (PERT)
- قواعد رسم شبكات العمل
- المصطلحات المستخدمة في تحليل شبكات الأعمال
- أشكال وصيغ تصميم شبكات العمل
- مراحل تنفيذ المشروع على أساس شبكات العمل
- أوجه الشبه والاختلاف بين أسلوبي (CPM/PERT)

الجدولة Schednling
شبكات العمل Net Works

الجدولة

هي تحويل خطة عمل مشروع إلى جدول زمني للتشغيل، فهي الأداة الرئيسية المناسبة لإدارة المشروعات.

والجدولة مهمة أيضاً لكونها متطلب محدد من قبل العميل.

وتأتي مرحلة الجدولة بعد الانتهاء من تخطيط المشروع وتقسيمه إلى عناصره الرئيسية(الأنشطة أو العمليات اللازمة لتنفيذه) وبعد الانتهاء من الشكل التنظيمي للمشروع.

وبعدها تأتي مسؤولية مدير المشروع في إتمام المشروع في تاريخ معين، وفي حدود ميزانية محددة، وبجودة ومواصفات تفي باحتياجات العميل.

لذلك هناك مجموعة من الأسئلة والتساؤلات تظهر أمام مدير المشروع ويجب الاجابة عليها ومنها:

- كيف يتم التنسيق والتخطيط للمشروع حتى يتجنب التأخير عن الموعد المحدد لإنهاء المشروع؟

- كيف يخطط للموارد اللازمة لإتمام المشروع من أفراد، ومواد، ومعدات، وآلات؟
- كيف يمكن أن يتجنب تكاليف التنفيذ غير الضرورية؟
- كيف يمكن أن يحدد نقاط الاختناقات المتوقعة في المشروع؟
- هل هناك أنشطة في المشروع والتي يمكن تأخيرها دون أن يؤثر ذلك على وقت إتمام المشروع ككل؟
- وبأي قدر من الوقت يمكن تأخير هذه الأنشطة.
- وإذا كان المطلوب إتمام المشروع في وقت أقصر نسبياً، كيف يمكن أن يحقق مدير المشروع ذلك بأقل التكاليف؟
- وكيف يمكن تحقيق توازن في مستوى الموارد المستخدمة خلال فترة أنجاز المشروع؟
- إن الإجابة به على الأسئلة المذكورة أعلاه أدت إلى ظهور مجموعة من الأساليب في العصر الحديث تُعرف بأساليب تحليل شبكات الأعمال Network Analysis والتي يطلق عليها جدولة المشروع Project Scheduling وتتضمن تقديم أساليب تساعد على تخطيط وجدولة وتنفيذ المشروعات الكبيرة وتتضمن مجموعة من التفصيلات لأعمال المشروع كالتالي:

1. تقسيم المشروع إلى مراحله وأعماله الرئيسية والفرعية Breakdown Structure(WBS)
2. تحديد علاقات التتابع الفني بين الأنشطة.
3. التوصل إلى شبكة المشروع.
4. عمل تقديرات الوقت.
5. عمل الخرائط الزمنية اللازمة.
6. إعادة النظر في الخرائط الزمنية.

ونظراً لأن فكرة هذا النوع من التحليل والذي سوف نتعرض له بالتفصيل لاحقاً تنبع أساساً من أحد الأساليب القديمة نسبياً والذي يعرف بأسلوب خريطة جانت (Gantt Chart) فإننا سوف نعرض هذا الأسلوب بإيجاز في الجزء المستقل التالي ثم نخصص بعد ذلك فصولاً كاملة لعرض أهم أساليب تحليل شبكات الأعمال الأكثر شيوعاً في الحياة العملية وهما أسلوبي PERT/CPM

اولاً: خريطة جانت Gantt Chart

تعتبر خريطة جانت Gantt Chart من أقدم وأبسط أساليب الجدولة Scheduling والتحميل Loading المستخدمة في الحياة العملية. وقد قدمها هنري جانت- أحد رواد الحركة العلمية وما زالت تستخدم حتى الآن في الصناعة وفي مراكز الخدمات مثل المدارس والمستشفيات.

وهي عبارة عن تصوير بياني يمكن به تخطيط وجدولة إنجاز بعض العمليات المتتابعة سواء كان ذلك على مركز إنتاجي واحد أو عدة مراكز إنتاجية مختلفة.

كذلك فإنه يمكن استخدام خريطة جانت كأداة لتتبع الأداء الذي يتم لكل عملية، ومعرفة مدى تطابق التشغيل الفعلي مع الجداول الموضوعة.

وتعتبر خرائط جانت من الأساليب الرقابية الوصفية والتقليدية التي شاع استخدامها منذ عام 1910. وتستعمل لمراقبة الزمن.

وتتكون من محورين أحدهما أفقي والآخر عمودي، حيث يظهر على المحور الأفقي الزمن، ويظهر على المحور العمودي أنواع نشاطات المشروع.

إن خرائط جانت تعتبر أداة للتخطيط والجدولة الخاصة بالمشاريع البسيطة وغير المعقدة.

فهي تساعد مدراء المشاريع في الجدولة المبدئية لأنشطة المشاريع، وكذلك تساعد في مراقبة إنجاز المراحل المتسلسلة الخاصة بالمشروع على مدار الوقت، وذلك بمقارنة العمليات المخططة مع العمليات الفعلية.

وإن خرائط جانت من مزاياها أنها سهلة الاستخدام وهي تساعد مدير المشروع لمعرفة النشاطات التي تسرع انجاز المشروع من النشاطات المعيقة لهذا الانجاز، أما في المشاريع الكبيرة والمعقدة فأنها تستخدم فقط في

التخطيط المبدئي لها فهي تفتح الطريق فيما بعد لاستخدام التحليل الشبكي الخاص بأسلوبي(PERT/cpm)

مثال على خريطة جانت

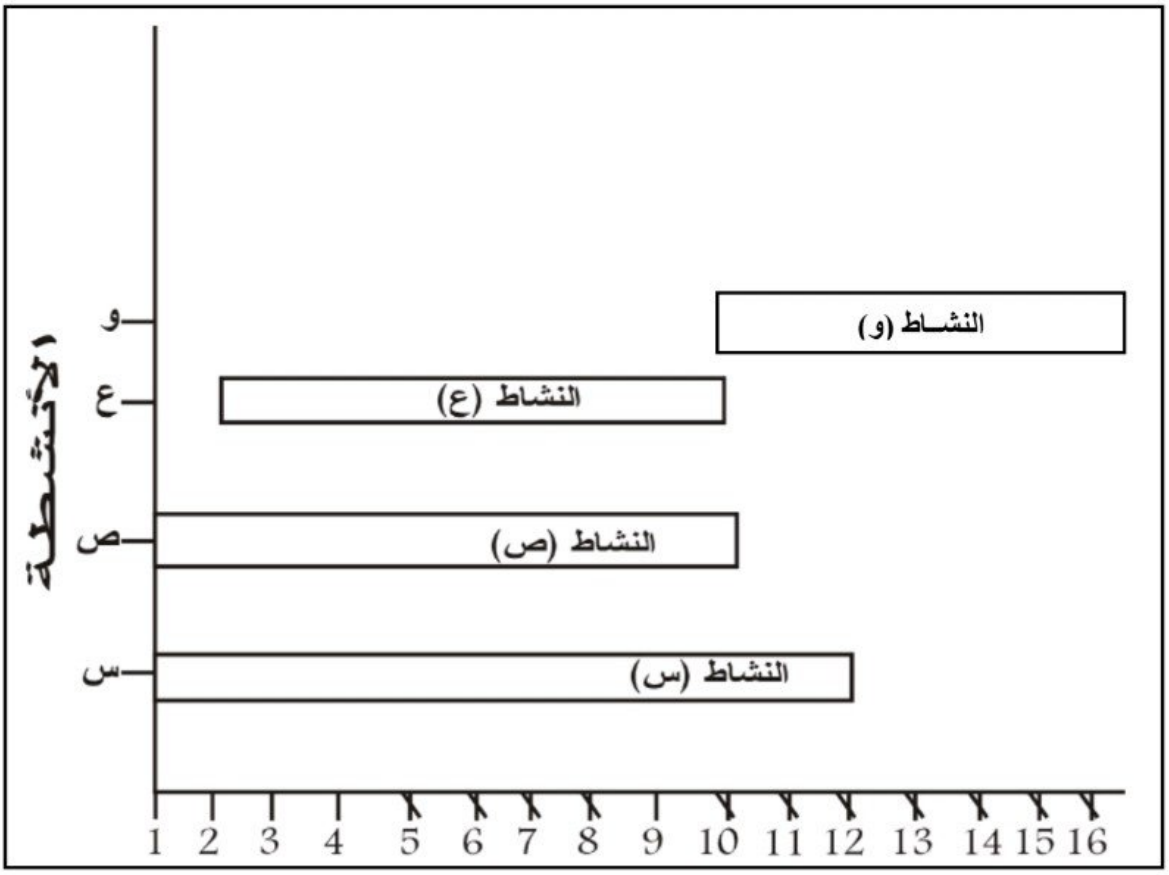
المطلوب رسم مخطط جانت للأنشطة التالية : حسب الجدول ادناه

جدول رقم (1)

اسم النشاط	زمن النشاط بالاسابيع
س	12
ص	10
ع	8
و	6

ملاحظات:

1. النشاطات (س و ص) يبدأن في نفس الوقت أي متزامنين أو متوازيين.
2. النشاط (ع) يبدأ بعد أسبوع من بداية النشاطين(س ، ص)
3. النشاط (و) لا يمكن أن يبدأ إلا بعد الانتهاء من النشاط (ع)



الشكل (5)

الشكل اعلاه يمثل مخطط جانت للمشروع ويوضح أن الزمن الـلازم لانتهاء المشروع هو (16) أسبوع ويظهر أيضاً التداخل بين هذه الأنشطة.

ويظهر هذا الشكل أيضاً التتابع للأنشطة وتوقف أداء بعض الأنشـطة على إتمام الأنشطة الأخرى فمثلاً النشاط(و) لا يمكن أن يبدأ إلا بعد الانتهـاء في العمل من النشاط (ع)..وهكذا.

ثانياً: شبكات الأعمال Networks

بعد التعرض إلى خريطة جانت كأحد أدوات الجدولة فأننا سوف نقوم الآن بتناول الأداة الثانية للجدولة وهي شبكات الأعمال Networks ظهرت في نهاية الخمسينات من القرن العشرين مجموعة من أساليب شبكات الأعمال وأهمها اسلوبي CPM وPERT

أ. الأسلوب الأول: هو أسلوب المسار الحرج Critical Path Method(cpm)

ب. الأسلوب الثاني: هو أسلوب تقييم ومراجعة البرامج

Program Evalnation and Review Technique (PERT)

وبشكل عام، بهدف كلاً من الأسلوبيين إلى تقديم مدخل بياني لجدولة وتخطيط المشروع،كذلك فإن كلاً منهما يمكن من متابعة Monitoring تقدم التنفيذ في الأنشطة للتعرف على سير الأداء، والكشف عن الاختناقات،واتخاذ القرارات اللازمة لضمان حسن سير الأداء. وعلى وجه التحديد يُحاول كلاً من الأسلوبين الاجابة عن الأسئلة التالية:

- ما هو أقل وقت متوقع يلزم لإنهاء المشروع ككل؟
- ما هي الأنشطة التي تُعد حرجة بالنسبة لمراحل إنجاز المشروع؟
- ما هو أفضل جدول تشغيل (تواريخ البدء والانتهاء) للأنشطة اللازمة للمشروع؟

• كيف يمكن ضغط وقت إتمام المشروع وما هـي التكلفـة الإضـافية عـلى ذلك؟

وقد أصبح شائعاً الآن استخدام شبكات الأعـمال في مجـالات عديـدة يصعب حصرها ومنها على سبيل المثال:

- عمليات انشاء المباني.
- عمليات إدخال منتج جديد في السوق.
- عملية إدخال نظم المعلومات في الشركات.
- مشروعات الأبحاث والتطوير.
- جدولة عملية بناء السفن أو الطائرات.
- برامج إدخال نظام للدفاع عن الجيش .
- تخطيط برامج الصيانة وجدولتها.

مفهوم شبكات الأعمال

شبكات الأعمال من أساليب التخطيط والرقابة التي تعتبر أكثر تطـوراً من مخطط جانت كأسلوب للجدولة.

ويطلق على شيكات الأعـمال هـذا الاسـم لكونهـا تُرسـم وتصـمم في صيغة شبكة، فهي مخططات شبكية قائمة على أساس الأسهم والأحداث.

قواعد رسم شبكات العمل

أن رسم شبكات العمل وصياغة الأشكال التي تعبر عن مواصفات وطبيعة المشروع تخضع لقواعد وأسس معينة وتتمثل في الآتي:

1. إمكانية تقسيم المشروع إلى وحدات وأجزاء أو مجاميع من الأنشطة مستقلة أو مرتبطة مع بعضها البعض بشكل منطقي.
2. إن لكل مشروع بداية ونهاية ويقع بينها مجموعة من الأنشطة أو الفعاليات المتشابكة أو المتداخلة والمرتبطة مع بعضها بشكل متسلسل ومنطقي.
3. الجزء الأساسي للمشروع هو النشاط الذي يعبر عن جهد مبذول أو انجاز معين ذات طابع إنتاجي أو خدمي.
4. يتم التعبير عن أجزاء ووحدات المشروع أو مكوناته من خلال أشكال هندسية معينة وهي:

أ. الأحداث Events

ب. الانشطة Activities

5. إن لكل نشاط حدث بداية وحديث نهاية
6. لا يمكن أن يبدأ أكثر من نشاط واحد من حدث واحد وينتهي في حدث واحد.

7. يمكن أن يكون حدث النهاية لإحدى الأنشطة هـو بمثابـة حـدث بدايـة لأنشطة أخرى.

8. إن تقاطع الأنشـطة غـير مرغـوب فيـه في شـبكات الأعـمال الا في بعـض الحالات الضرورية لإنجاز العمل.

9. إن إتجاه الرسم يكون على أساس قاعدة البدء مـن الحـدث الصـغير لغايـة الحدث الكبير وليس العكس.

10. تبدأ عادة شبكات العمل من حدث بداية واحـد وتنتهـي بحـدث نهايـة واحد أيضاً.

أهم المصطلحات المستخدمة في تحليل شبكات الأعمال:

1. **النشاط Activity** : هو جزء محدد من المشروع ويلزم لإتمامـه كميـة محـددة من الوقت والموارد المالية

ومثال للأنشطة ما يلي:

- تجهيز أمر الشراء
- إرساء القواعد والأساسات للمنازل .
- اختيار تقديم المنتج في السوق .
- تصميم تقديم المنتج في السوق.
- تصميم الملابس اللازمة لرواد الفضاء.

وتقـــع الأنشـــطة بـــين حـــدثين ، الأول يُعـــرف بالحـــدث السابق(Preceeding) والثاني الحدث اللاحق(Succeeding)

فالنشاطات التي هي حصيلة مجموعة أحداث لا يمكن البدء بها إلا إذا أنجزت النشاطات السابقة لها بالكامل.

ويتـــم تمثيلهـا في الرسـم بسـهم(Arrow) واتجـاه الرسـم يُبـين تتـابع الأحداث، أما طول السهم فإنه لا يمثل أي شيء، وأما وقت الإنجـاز فـيمكن كتابته، أسفل أو أعلى السهم، علماً بأن كل سهم يُمثل نشاطاً مستقلاً أي نشـاط واحد فقط. وتنقسم الأنشطة إلى قسمين أساسيين هما:

أ. **أنشطة حقيقية (Real Activities)** وتعبر عـن الأعـمال التـي يجـب تنفيـذها للانتقال من حدث معين على شبكة العمل الخاصة بتنفيذ المشروع المعـين إلى حدث آخر، وتتطلب هذه الأنشطة وقتاً وموارد معينة، ويُعبر عـن الأنشـطة الحقيقية بخطوط متصلة تربط بين الأحداث للأنشطة المختلفة وقـد تكـون هذه الأنشطة:

- اعتيادية Normal
- حرجة Critical

ب. **أنشطة وهمية (Dummy Activities)**: وهي الأنشطة التي لا تستغرق وقتـاً ولا تستلزم أي موارد أي أن وقتها يساوي صفر، ويُعبر عنها بخط متقطع

2.**الحدث: Event** وهو لحظة البدء أو الإتمام لنشاط أو مشروع معين: فلكل نشاط نقطة بدء ونقطة إتمام في ظل أسلوب (RERT) فقط.

وبالتالي فإن الحدث لا يستغرق أي فترة زمنية، وحتى يصل المشروع إلى حدث معين، فإن كل الأنشطة التي تسبق هذا الحدث يجب أن تكون قد تمت بالكامل، ويُعبر عن الحدث بدائرة صغيرة (Node)

3.المسار Path : هو عبارة عن سلسلة من الأنشطة المتتابعة التي تربط بين نقطة البدء للمشروع ونقطة إتمام المشروع ككل. وعلى ذلك فإن المشروع قد يكون له أكثر من مسار.

4.النشاط الحرج: Critical Activity وهو النشاط الذي سوف يترتب على تأخيره تأخير وقت إتمام المشروع بالكامل.

5. المسار الحرج Critical Path: وهو عبارة عن سلسلة مستمرة من الأنشطة الحرجة التي تربط بين نقطة بدء ونقطة إتمام المشروع، وهو أطول المسارات على الشبكة، ويعطي أقل وقت لازم لإتمام المشروع.

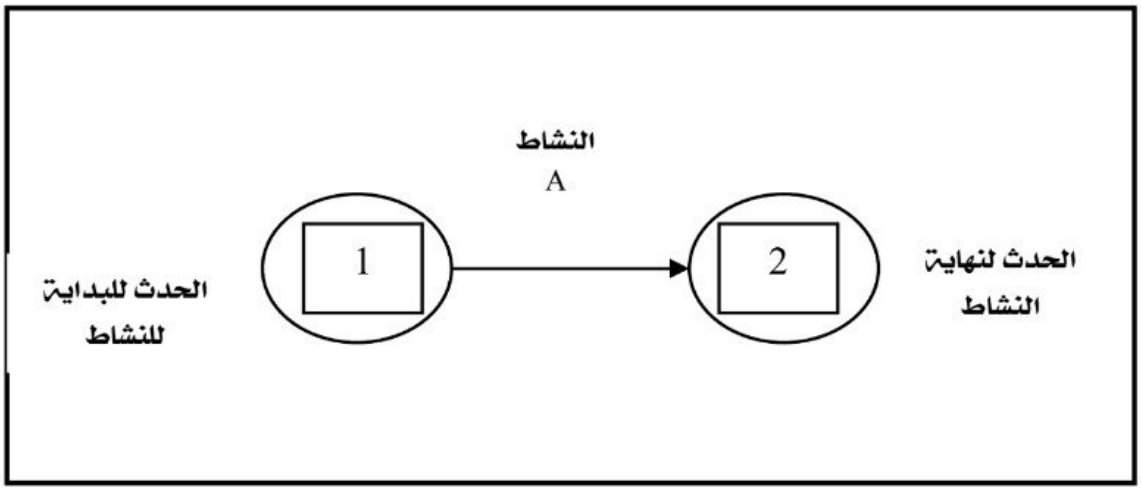
أشكال وصيغ تصميم شبكات العمل:

هناك أشكال وصيغ مختلفة لتصميم شبكات العمل، وسبب هذا الاختلاف يعود إلى نوع وطبيعة المشروع، وكذلك طبيعة الأنشطة ذاتها المؤلفة للمشروع.

فهناك (3) صيغ أساسية لتصميم شبكات العمل وهي :

أ. تصميم شبكات العمل على أساس أن الأنشطة يُعبر عنها من خلال الأسهم Activity on Arrow (AOA) وتطبق هذه الصيغة في أسلوب (PERT) ويقصد بذلك أن تصميم شبكات العمل قائم على أساس أن التعبير عن الأنشطة أو الفعاليات في المشروع من خلال أسهم، أما بالنسبة للأحداث فإن التعبير عنها يكون من خلال العقد أو نقاط التقاطع.

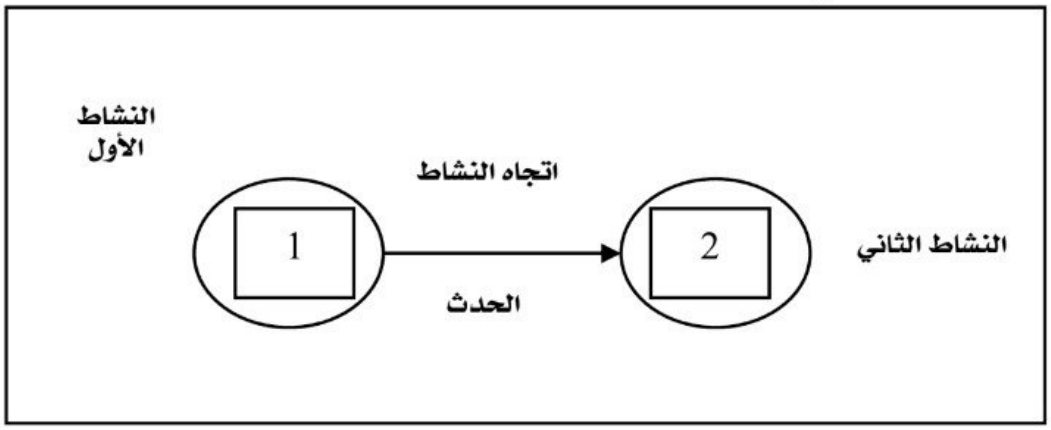
مثال على ذلك حسب الشكل أدناه:



الشكل (6)

ب. تصميم شبكات العمل على أساس العقد Activity on Nods (AON) في هذا النوع من الصيغ لشبكات العمل تكون العقد (Nods) تعبر عن نشاط في حين السهم (ARROW) يُعبرعن الحدث وهذه الصيغة تُطبق في ظل (CPM)

حسب المثال التالي:



الشكل (7)

ج.تصميم شبكات العمل وفق صيغ وأشكال هندسية مختلفة.

مثال على رسم الشبكات (شبكات العمل)

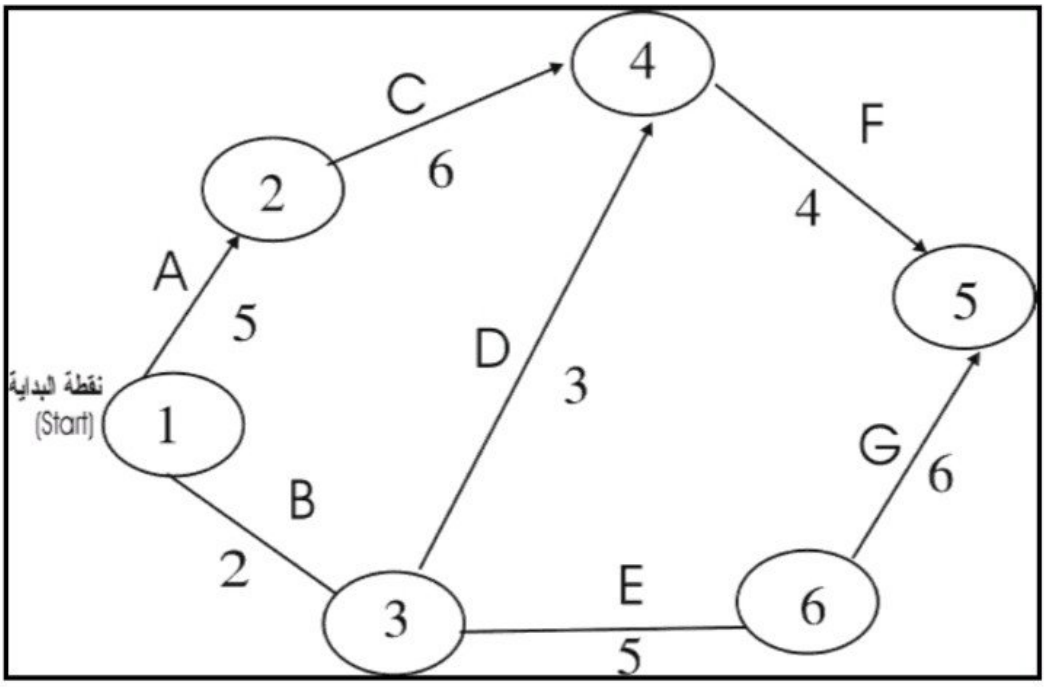
الجدول التالي أدناه يُبين النشاطات الخاصة بأحد المشاريع، فهو يوضح النشاطات السابقة والنشاطات اللاحقة ومقدار الوقت لكل نشاط.

والمطلوب رسم شبكة العمل على أساس الأنشطة يتم تمثيلها على الأسهم والأحداث هي نقاط تقاطع الأسهم وتوضيح بداية ونهاية كل نشاط (PERT)

الجدول (2)

النشاط السابق	النشاط اللاحق	مقدار الوقت لكل نشاط(باليوم)
–	A	5 يوم
-	B	2 يوم
A	C	6يوم
B	D	3يوم
B	E	5 يوم
C,D	F	4يوم
E	G	6 يوم

رسم شبكة العمل الذي يعبر عن الأنشطة وتتابعها ووقتها الواردة في الجدول السابق تكون كالتالي:



الشكل (8)

من الشكل أعلاه نلاحظ تتابع الأنشطة حيث يبدأ المشروع من نقطة بداية (الحدث 1) وينتهي في نقطة نهاية هو الحدث (6) وتظهر الأنشطة على الأسهم ويتم تحديد اسم النشاط ووقته. وان النشاط يبدأ من حدث وينتهي بحدث آخر.

فالنشاط (A) مثلاً يبدأ من الحدث (1) وينتهي في الحدث (2) والنشاط(C) يبدأ من الحدث (2) وينتهي في الحدث (4).

مثال آخر :

رسم شبكة العمل على أساس أن الأنشطة تظهر في العقد (Nodes) وأن الأسهم توضح تتابع هذه الأنشطة طريقة (CPM)

أحد المنازل يستلزم القيام بالأنشطة التالية حسب الجدول أدناه.

ارسم شبكة العمل اللازمه من واقع هذا الجدول بحيث تظهر الأنشطة في العقد (Nodes) والأسهم تعبر عن تتابع هذه الأنشطة

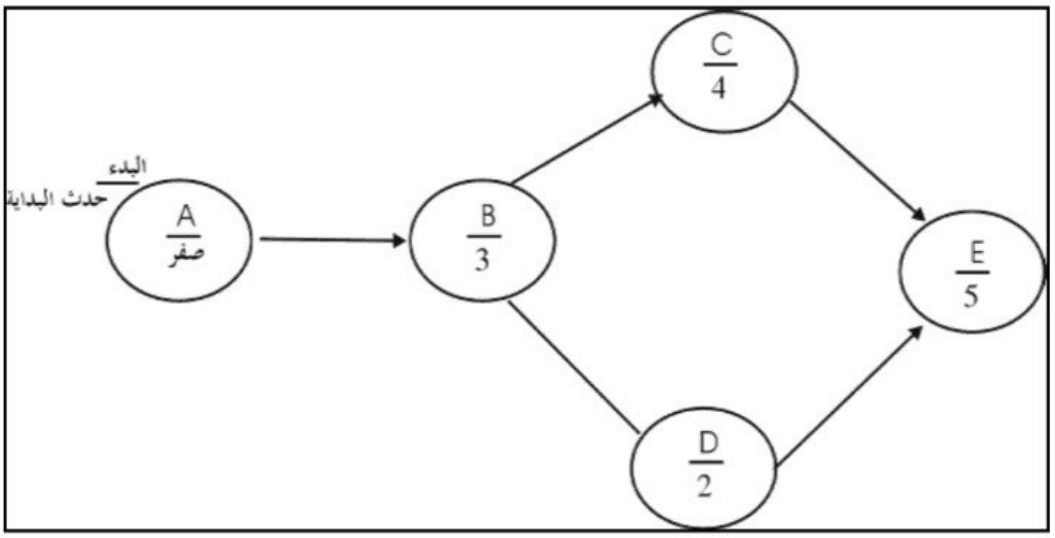
الجدول (3)

الرقم	اسم المشروع	رمز النشاط	النشاط السابق	الوقت بالأسبوع
1	البدء في المشروع	a	-	صفر
2	التصميات الهندسية	b	a	3
3	توصيل المياه للموقع	c	b	4

4	عمليات الحفر	d	b	2
5	الأساسات والأعمدة	e	d وC	5

المطلوب:

رسم شبكة العمل اللازمة حسب (CPM)



الشكل (9)

تلاحظ من الشكل أعلاه تتابع الأنشطة الخاصة بهذا المشروع.

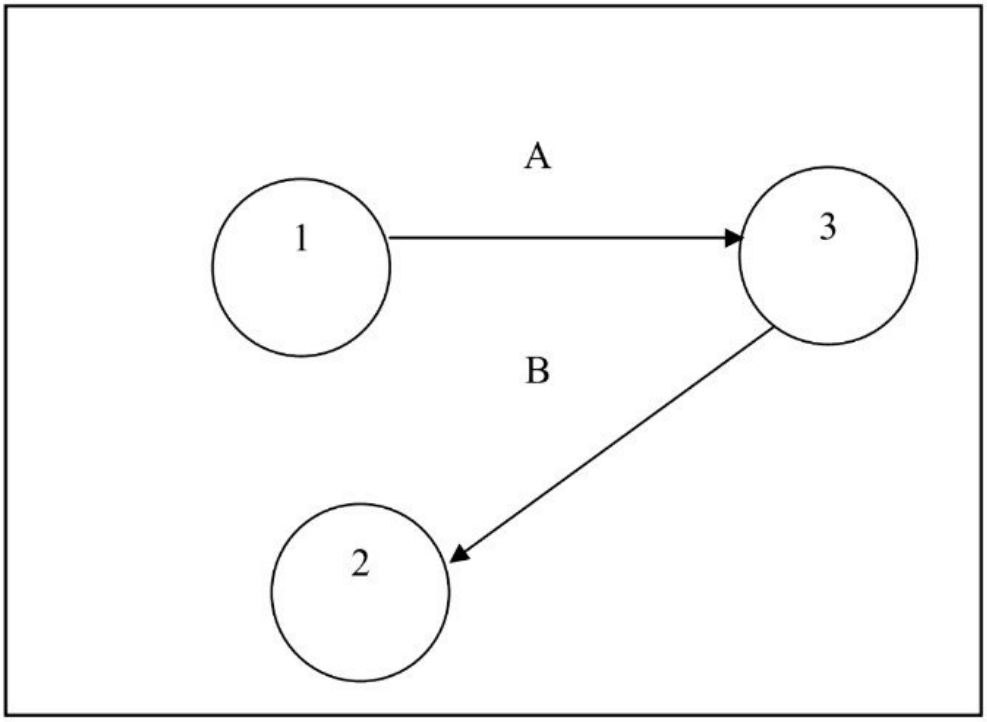
حيث يبدأ المشروع من حدث البداية (A) وينتهي في حدث النهاية (E) وأن النشاط ووقته يظهر في عقده (Node) وأن الأسهم تشير إلى تتابع هذه الأنشطة فمثلاً أعمال الأساسات والأعمدة (النشاط e) لا يمكن أن يبدأ الا بعد انتهاء النشاطين (C) ويمثل توصيل المياه و(D) ويمثل عمليات الحفر.

الخلاصة :

يتضح من التصوير الشبكي للمثالين السابقين أن هناك قواعد عامة في عملية التصوير هذه ويجب الإلتزام بها، ومن أهم هذه القواعد(والتي قد سبق ذكرها) ونلخصها بالآتي:

- هناك نقطة واحدة للبدء، ونقطة واحدة للانتهاء بالنسبة لكل نشاط وبالنسبة لكل شبكة.
- ولتحقيق ذلك فإن كل الأسهم يجب أن تتجه في اتجاه نقطة إتمام المشروع.
- ويجب ألا يكون هناك ما يسمى بالارتداد للخلف (No Doubling Back).
- كما لا يسمح بوجود الدوران بين الأنشطة (No Loop).
- كما أن هذا النوع من الشبكات (PERT/cpm) لا يعالج حالة وجود أكثر من مسار محتمل وهي الحالة التي تعرف باسم (حالة هذا أو ذاك Either or).

ويوضح الشكل أدناه الحالة التي يظهر فيها الارتداد إلى الخلف

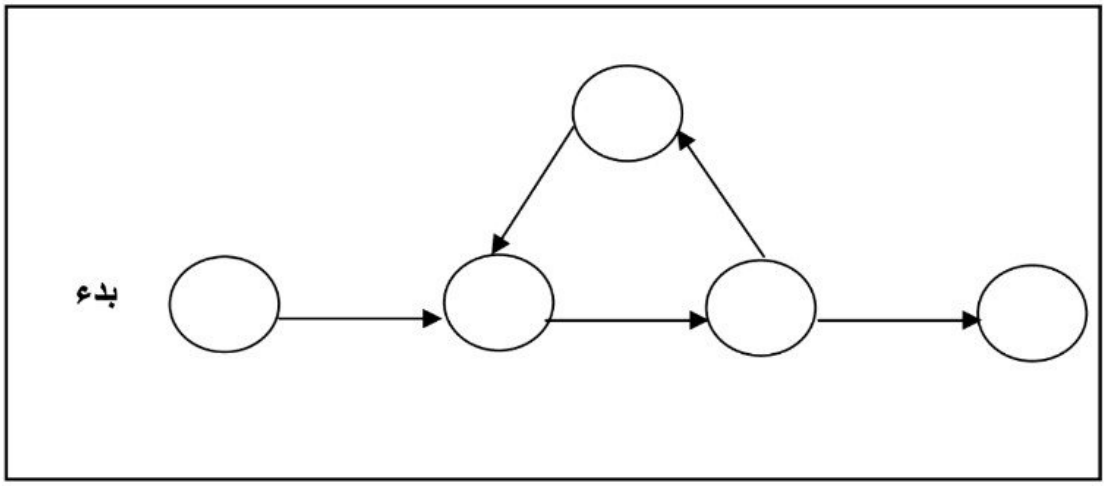


الشكل (10)

وهذا غير مسموح به في شبكات الأعمال

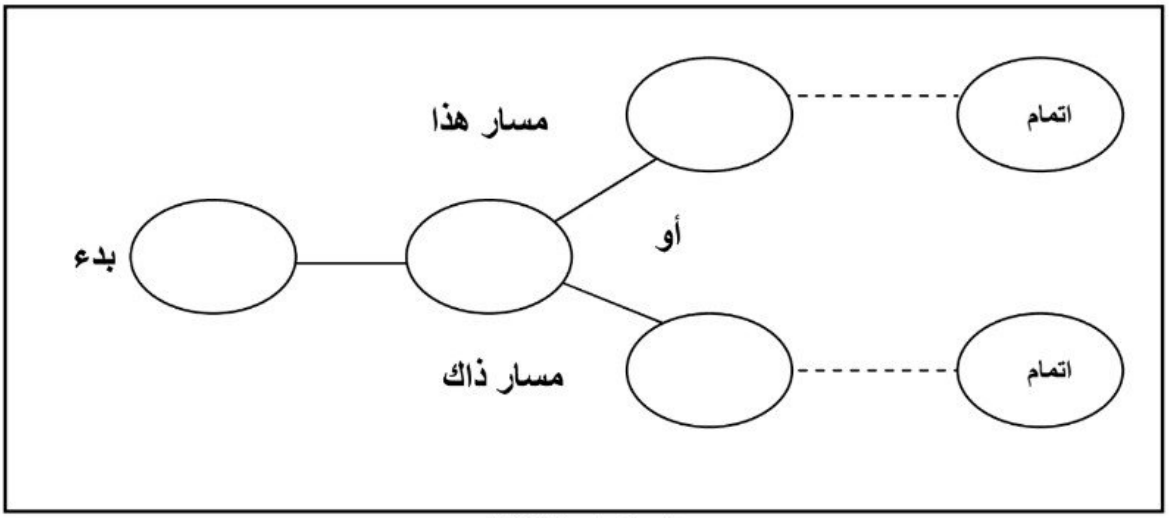
ويوضح الشكل أدناه حالة الدوران في حلقة مفرغة بين الأنشطة

(وهذا ايضاً غير مسموح به في شبكات العمل)



الشكل (11)

ويوضح الشكل أدناه حالة أكثر من مسار محتمل (وهذا غير مسموع به في شبكات العمل)

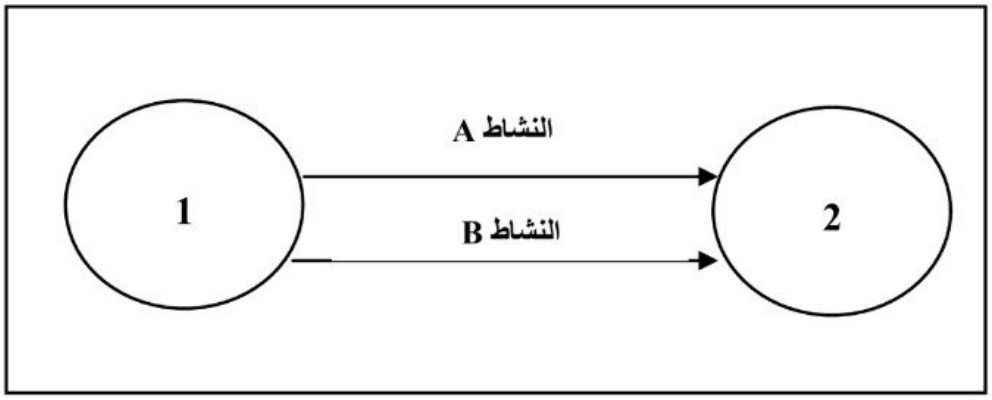


الشكل (12)

الشكل أدناه يوضح أن لكل نشاط حدث بداية وحدث نهاية كما هو موضح أدناه

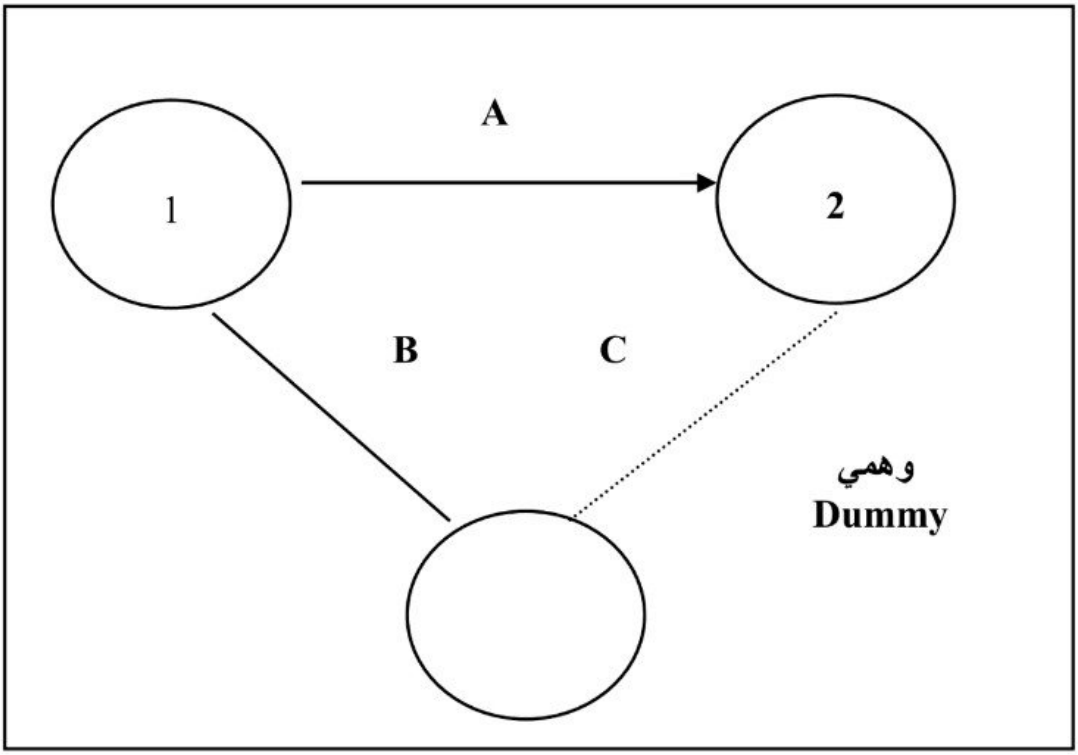
الشكل (13)

والشكل أدناه يوضح أنه لا يمكن أن يبدأ أكثر من نشاط واحد من حدث واحد وينتهي في حدث واحد:



الشكل (14)

ولعلاج هذا الأمر يتم الاستعانة بادخال نشاط ثالث وسيط يعرف بالنشاط الوهمي (Dummy Activity) كما يلي والنشاط الوهمي يكون متقطع ولا يستنفذ وقتاً ولا مالاً:



الشكل (15)

مراحل تنفيذ المشروع على أساس شبكات العمل:

إن المشاريع والبرامج الإنتاجية والخدمية لا تظهر بشكل مفاجئ بل لا بدّ من التحضير لها وجدولتها والرقابة عليها ومراجعتها ويتفق معظم المهتمين إلى تقسيم مراحل تنفيذ المشروع على أساس شبكات العمل إلى المراحل التالية:

1. **المرحلة الأولى: مرحلة التخطيط** (Planning Stage)

في هذه المرحلة يتم ما يلي:

- تحديد أهداف المشروع وتحديد مصادره الكلية.
- يتم تقسيم المشروع إلى انشطة متسلسلة ومحددة مع بيان الوقت اللازم لتنفيذ كل نشاط.
- التعبير عن المشروع من خلال مخطط شبكي يوضح علاقات التتابع والاسبقية بالشكل الذي يستوعب كافة مهام المشروع:

وهذه المرحلة تعتبر صعبة لأنها تتعلق بتقسيم المشروع إلى أنشطة متباينة مع تحديد أوقاتها المتوقعة أو الاحتمالية وعلاقات الاسبقية فيما بينها.

2. **المرحلة الثانية مرحلة الجدولة** Scheduling

في هذه المرحلة يتم ما يلي:

- إعداد جداول زمنية تفصيلية توضح بداية ونهاية كل نشاط ، مع تحديد التعاقب الأفضل بين الأنشطة في كل مرحلة من مراحل المشروع.

- تحديد مسؤولية الأقسام والأفراد الموكلة إليهم عملية الإنجاز لمراحل المشروع.
- تحديد الأنشطة الحرجة التي يجب أن تُعطى إهتمام كبير من قبل متخذ القرار في إدارة المشروع من أجل تنفيذ المشروع في موعده المحدد.
- ويتم أيضاً تحديد الأنشطة غير الحرجة للاستفادة من أوقاتها الفائضة في عملية الجدولة لإستغلال الموارد.

3. المرحلة الثالثة: مرحلة المراجعة أو الرقابة Controlling stage

في هذه المرحلة يتم مايلي:

- التركيز على مراجعة الوقت المصروف
- معرفة ما تم إنجازه وتحقيقه.
- معرفة التكاليف التي يتم إنفاقها فعلاً.
- قياس الأداء الفعلي.
- مقارنة الأداء الفعلي مع الأداء المخطط له مسبقاً ومعرفة الانحرافات.
- اتخاذ الإجراءات التصحيحية للانحرافات .
- إعداد التقارير الخاصة بذلك لمتخذي القرار.

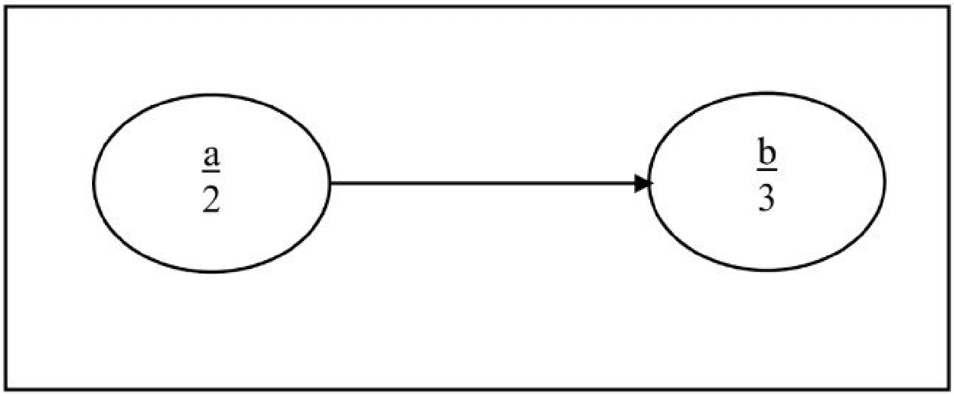
أوجه الشبه والاختلاف بين أسلوبي شبكات الأعمال (CPM/PERT)

- يتشابه أسلوبي (CPM/PERT) في أن كل منهما أساليب تستخدم في تخطيط وجدولة وضبط المشروعات.

- أما الاختلاف فيما بينهما فيتمثل في الآتي:

1. **من حيث طريقة الرسم**: عند رسم الشبكة حسب أسلوب المسار الحرج (CPM) فإن الدوائر تُعبر عن الأنشطة Activitty on Node (AON)

والأسهم التي تربط الدوائر ببعضها تعبر فقط عن اتجاه العلاقات بين الأنشطة. كذلك فإن الوقت اللازم لإتمام النشاط يوضع داخل الدائرة المعبرة عن النشاط ويتضح ذلك من المثال الآتي:

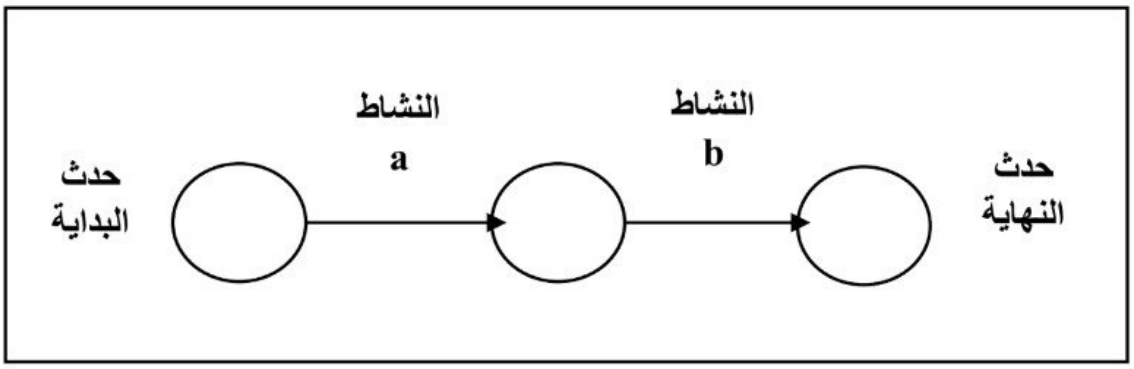


الشكل (16)

وهذا يعني أن الشبكة تتكون من نشاطين هما (a وb) والسهم يشير إلى أن النشاط (A) يجب أن يتم قبل النشاط (B).

وعلى العكس من ذلك :

فـإنَّ أسـلوب متابعـة المـبرامج وتقييمهـا (PERT) يسـتخدم المـدوائر (Nodes) لتدل على بداية أو نهاية نشاط معين وهـي التـي يطلـق عليهـا حـدث البداية (Starting event) وحدث النهاية (End event) حسب الشكل التالي



الشكل (16)

بمعنـى أن الأنشـطة هـي Activinty on Arrow (AOA) تسـتخدم في (PERT)

2.نحتاج في أسلوب (PERT) إلى أنشطة وهمية (Dummy Activities) في حـين لا نحتاج في أسلوب (CPM) إلى أنشطة وهمية.

3. من حيث الوقت اللازم لإتمام النشاط

- يقوم أسلوب (CPM) على تقديرات ارقام ثابتة (رقم واحد) للوقت الـلازم لإتمام النشاط، ويطلق عليها أرقام تقديرية، وهي تفترض التأكـد التـام مـن أن التنفيذ سوف يتم حسب الأرقام المقدرة.

- في حين أن أسلوب (PERT) يقوم على تقديرات احتمالية للوقت والتي يطلق عليها (Probabilities) فلكل نشاط يتم عمل (3) تقديرات للوقت اللازم لإتمام النشاط، مع وضع توزيع احتمالي يُعبر عن احتمال تحقيق كل منهم ويستخدم هنا توزيع بيتا (Beta distribution) والذي يستلزم (3) تقديرات أساسية وهي:

أ. الوقت المتفائل Optimistic Time

ب. الوقت المتشائم Pissimistic Time

ج. الوقت الأكثر حدوثاً Most likely Time

4. ينبني على الاختلاف الثالث أن وقت إتمام المشروع الذي يتم التوصل إليه في ظل أسلوب (CPM) يكون رقم تقديري واحد.

أما في ظل أسلوب (PERT) فإن مقدار وقت إتمام المشروع يكون مجرد متوسط الوقت المتوقع لإتمام المشروع وهو ما يطلق عليه القيمة المتوقعة.

5. نظراً لظهور أسلوب (CPM) بشكل أساسي في البيئة الصناعية واستخدامه في عمليات الجدولة- بعكس أسلوب (PERT) الذي ظهر في أبحاث الجيش الأمريكي- فإن أسلوب (CPM) قد تضمن عملية إضافة موارد إضافية جديدة بهدف تقليل وقت إتمام المشروع، وهو ما يعرف بتخفيض الوقت.

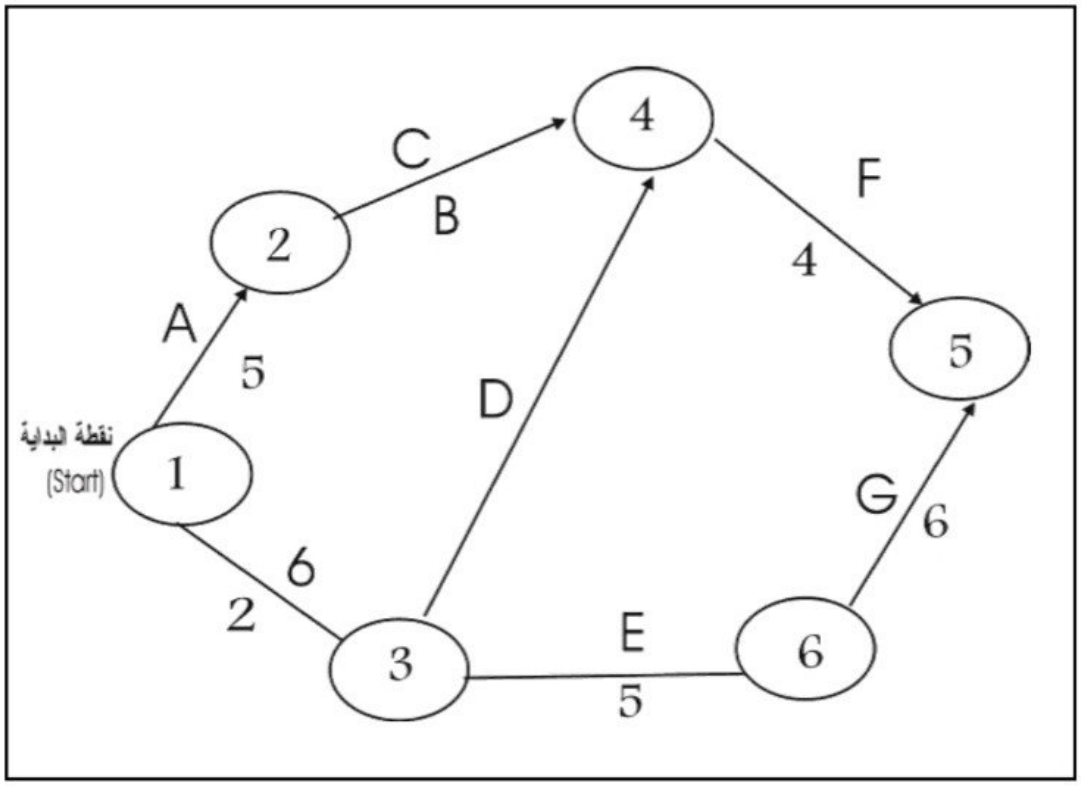
وبعد توضيح هذين الأسلوبين (CPM /PERT) سيتم لاحقاً تناول كل من هذين الأسلوبين بشكل منفصل لكل أسلوب في الفصول القادمة.

مثال : خطة عمل حسب الجدول التالي

جدول (4)

النشاط	النشاط السابق	الوقت بالارقام
a	_	5
b	_	2
c	a	6
d	b	3
e	b	5
f	C,d	4
G	E	6

ارسم الشبكة الخاصة بذلك "الأنشطة على أسهم (AOA)"



الشكل (17)

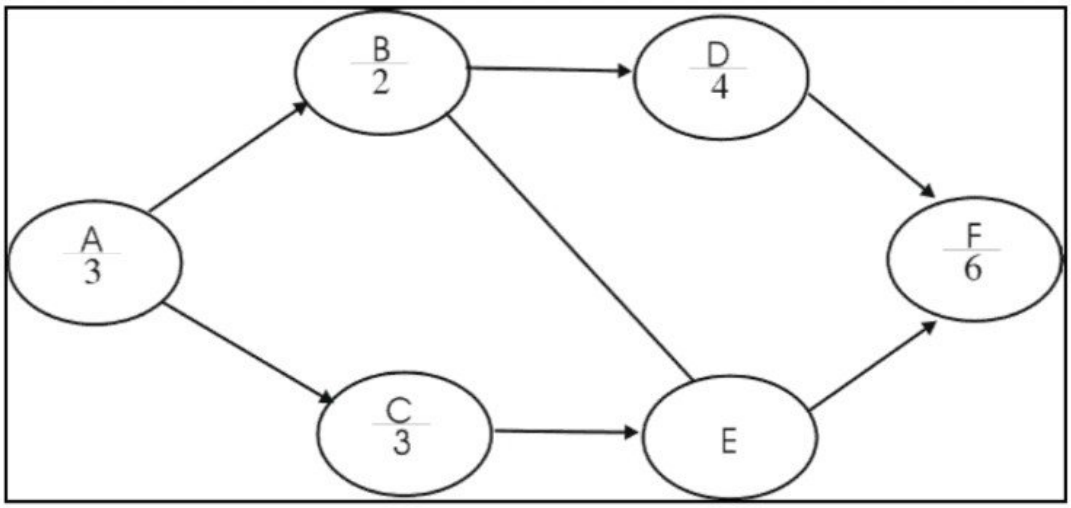
- السهم يعبر عن النشاط
- والعقد تعبر عن الأحداث

تصميم شبكات العمل على AON

النشاط	النشاط السابق	الوقت بالأرقام
a	–	3
b	a	2
c	a	3
d	b	4
e	b,c	5
f	d,e	6

ارسم شبكة العمل حسب AON

الأنشطة على عقد.



تصميم شبكات العمل على أساس العقد

العقد تعبر عن النشاط

– السهم يعبر عن الاحداث

الفصل السابع

أسلوب المسار الحرج

The Critical Path method

- مقدمة
- الخطوات اللازمة لاستخدام أسلوب (CPM)
- الحسابات الكمية اللازمة لتطبيق المسار الحرج
- الحسابات الأمامية
- الحسابات الخلفية
- الفائض الإجمالي Total Slack

الفصل السابع ـــــــ

أسلوب المسار الحرج
The Critical Path method

مقدمة

ظهر هذا الأسلوب في عام 1957 في شركة Du Pont، بغرض المساعدة في جدولة عمليات التعطل بسبب الصيانة في مصانع المواد الكيماوية.

وقد ذاع صيت هذا الأسلوب-الذي أطلق عليه أسلوب المسار الحرجCritical Path Meethod- بسبب المزايا التي تحققت من استخدامه. فقد أدى استخدام هذا الأسلوب في أحد مصانع شركة De Pont في مدينة Louisville بالولايات المتحدة الأمريكية إلى تخفيض وقت الأعطال اللازمة لعمل برنامج الصيانة من 125 ساعة إلى 78 ساعة.

الخطوات اللازمة لاستخدام أسلوب (CPM)

ويمكن إيجاز الخطوات اللازمة لاستخدام أسلوب CPM فيما يلي :

1. حدد كل الأنشطة التي سوف تستخدم في المشروع وعرفها بدقة، وتتضمن هذه الخطوة أيضاً إعطاء حرف (أو رقم) مختلف لكل نشاط.
2. حدد التتابع الفني اللازم والذي يحكم العلاقة بين الأنشطة، ويكون ذلك عن طريق تحديد النشاط أو الأنشطة السابقة مباشرة لكل نشاط

وتعامل الأنشطة التي لي لها أي نشاط يسبقها على أن قبلها مباشرة بدء المشروع.

3. وضح هذه العلاقات بين الأنشطة في شكل شبكة Net work لها بداية ونهاية. وتتكون هذه الشبكة من عدة دوائر، كل دائرة تعبر عن نشاط، ويربطها فيما بينها أسهم تعبر عن اتجاه تتابع الأنشطة(ولا يلزم هنا أي أنشطة وهمية). ويجوز في هذه الحالة تقاطع الأسهم للدلالة على معنى التتابع في الشبكة. ويجب أن يكون للمشروع ككل نقطة بدء واحدة ونقطة اتمام واحدة. ويعني ذلك أن الأنشطة التي ليس لها أي نشاط يسبقها يوضع قبلها نشاط افتراضي اسمه(بدء)، وكذلك الأنشطة التي لا تليها أنشطة أخرى يجب أن يوضع بعدها نشاطاً افتراضياً اسمه (إتمام). وبالطبع فإن وقتي نشاطي (بدء وإتمام) هو صفر، ولكنهما يضافا لتسهيل تصور المشروع ككل. وفي حالة وجود نشاط واحد في بداية المشروع ونشاط واحد في نهاية المشروع، تعد هذه بداية ونهاية طبيعية، ويمكن في هذه الحالة الاستغناء عن فكرة حدثي(بدء ، وإتمام).

4. حدد مقدار الوقت اللازم لإتمام كل نشاط، وهو رقم وحيد لكل نشاط يعتمد على تقديرات الخبراء الفنية، وهو ما يُعرف بأفضل تقدير، ويوضع الوقت عادة في داخل الدائرة التي تدل على النشاط بالإضافة

إلى الحرف الدال عليه. إن أسلوب المسار الحرج لا يستخدم الاحتمالات في تقدير الزمن المتوقع لكل نشاط.

5. تحليل المسارات وتحديد المسار الحرج الذي يمثل أطول مسار في الشبكة، وتحديد الزمن المتوقع لإنجاز المشروع.

6. حساب أول وقت بدء ممكن (وب) Earlist start (ES)

7. حساب أول وقت إتمام ممكن (وت) Earliest Finish (EF)

8. حساب آخر وقت بدء مسموح به (خ ب)Latest Start (LS)

9. حساب آخر وقت إتمام مسموح به (خ ت) Latest Finsh(LF)

10. حساب الزمن الفائض لكل نشاط (Slack)

الحسابات الكمية اللازمة لتطبيق المسار الحرج (CPM)

تتضمن الحسابات الكمية اللازمة لتطبيق أسلوب المسار الحرج (CPM) نوعين من الحسابات وهما:

أولاً : الحسابات الأمامية Forward Computations

وهذا النوع من الحسابات يجري لإيجاد الأوقات المبكرة. وتبدأ هذه الحسابات عادة من الحدث الأول في الشبكة ، وتتدرج بشكل متسلسل لغاية الحدث الأخير في الشبكة.

ثانياً: الحسابات الخلفية Backword Computations

تُنفذ هذه الحسابات لغرض حساب الأوقات المتأخرة، وتبدأ من حيث تنتهي الحسابات الأمامية، أي بعبارة أدق من الحدث الأخير في الشبكة وتنزل بشكل تراجعي إلى الحدث الأول.

ملاحظة :

يمكن أن يظهر في عملية حساب النشاطات الحرجة أكثر من مسار حرج واحد. إلا أنه يؤخذ بنظر الاعتبار أطول المسارات أو بعبارة أخرى يؤخذ بنظر الاعتبار ذلك المسار الحرج الذي يكون فيه الوقت مساوياً لما هو موجود في الحدث الأخير في المخطط الشبكي من أزمنه.

ولإيضاح كيفية القيام بهذه الخطوات سوف نعرض المثال التالي:

مثال:

فيما يلي مجموعة الأنشطة اللازمة لإتمام مشروع معين وتتابعها الفني، وكذلك الوقت اللازم لإتمام كل النشاط.

المطلوب:

رسم شبكة العمل، وبيان تتابعها الفني والوقت اللازم لإتمام المشروع.

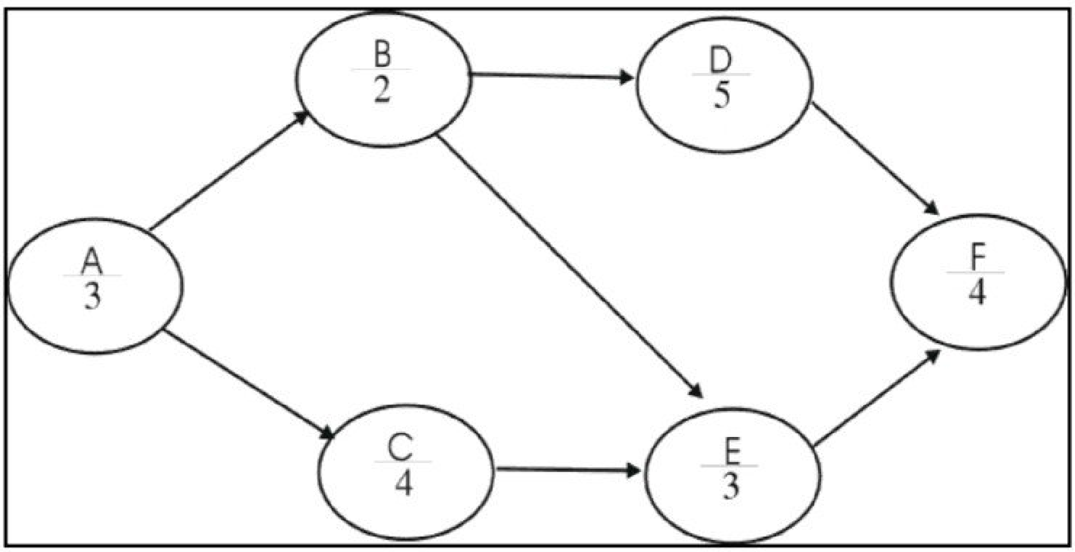
جدول (5)

الوقت بالايام	النشاط السابق عليه مباشرة	النشاط	التسلسل
3	_	A	1
2	A	B	2
4	A	C	3
5	B	D	4
2	C .B	E	5
4	D ,C	F	6

الحل :

الخطوة الأولى:

هي رسم الشبكة باستخدام اسلوب CPM على النحو التالي:



الشكل (18)

الخطوة الثانية:

تحديد أقل وقت يلزم لإتمام المشروع

يمكن تحديد أقل وقت باستخدام أسلوبين كالتالي:

الأسلوب الأول:

فهو تحديد المسارات التي تبدأ مـن نقطـة بدايـة المشروع وتنتهـي عنـد نهايته، ثم اختيار أطول مسار ليمثل أقل وقت لازم لإتمام المشروع. ولكن هذا الأسلوب يمكن استخدامه في حالة الشبكات المحدودة الأنشطة

الأسلوب الثاني:

ويقوم هذا الأسلوب بعدة خطوات نظاميـة محـددة للتوصـل إلى أقـل وقت ممكن. وسوف نقوم بعرض الأسلوبين المذكورين أعـلاه بـالتطبيق عـلى هذا المثال:

أولاً : الأسلوب الأول

المسارات على الشبكة هي:

المسار الأول هو يوم $A \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow f$

وطوله(يوم) $3 + 2 + 5 + 4 = 14$

المسار الثاني هو يوم $A \rightarrow b \rightarrow e \rightarrow f$

ويساوي (يوم) $3+2+2+4=11$

المسار الثالث: هو $A \rightarrow c \rightarrow e \rightarrow f$

ويساوي (يوم) $3+4+2+4=13$

وفي هذه الحالة وحسب هذا الأسلوب يتم اختيار المسار الاطول وهو المسار الأول، وهو الذي يحدد أقل وقت لازم لإتمام المشروع وهـو (14) يـوم ويلاحظ هنا على أنه على الرغم أننا نبحث عن أقل وقت ممكن لإتمام المشروع، إلا أننا اخترنا أطـول مسـار في الشـبكة، وعـلى الـرغم مـن أن هنـاك تنـاقض ظاهري في تلك العبارة إلا أنها صـحيحة تمامـاً، فإتمـام المشروع سـوف يـرتبط بأبطأ مسار وفي هذه الحالة نختار المسار الأول.

ثانيـاً: أو الأسـلوب الثـاني: وهـو عـن طريـق تحليـد أوقـات البـدء والانتهاء. على الرغم من سهولة الأسلوب الأول إلا أنه لا يصلح إلا في حالـة الشبكات البسيطة، كذلك فأنه لا يخدم الغرض الأساسي من تحليل مثـل هـذه الشيكات وهو تحديد جدول لوقت البدء ووقت الإتمام لكل نشاط.

فغالباً ما يحتاج المسؤول عن المشروع(مدير المشروع) إلى وضع جدول زمني محدد للحظة البدء والإتمـام لكـل نشـاط حتـى يمكـن إتمـام المشروع في موعده، كما أن هذا الجدول يكـون أساسـاً لـه لتحديـد موعـد احتيـاج المـواد والمستلزمات اللازمة لإتمام كل نشاط.

ولذلك فإن التحليل الأكثر فائدة هو الذي يعتمد على هـذا الأسـلوب الثاني.

ويبدأ هذا الأسلوب. بحساب (4) أوقات أساسية لكل نشاط وهي:

1. أول وقت بدء ممكن (وب) Earliest Start (ES)
2. أول وقت إتمام ممكن (وت) Earliest Finish(EF)
3. آخر وقت بدء مسموح به(خ ب) Latest Start(Ls)
4. آخر وقت إتمام مسموح به(خ ت) Latest Finish (LF)

ويعـرف أول وقـت بـدء ممكـن (Es) ، بأنـه اللحظـة التـي يمكـن للمسؤولين عن النشاط البدء فيه فوراً دون تأخير، وبمجرد أن تسمح بـذلك الظروف الفنية الخاصة بتتابع الأنشطة.

وعلى ذلك فـأن أول وقـت إتمـام ممكـن (EF) يكـون هـو لحظـة إتمـام النشاط، إذا لم يكن هناك تـأخير في لحظـة البـدء،أو في وقـت إنجـاز النشـاط، ولذلك فأن معادلة أو وقت إتمام ممكن هي كالآتي:

أول وقت إتمام ممكن = أول وقت بدء ممكن + الوقـت الـلازم لإتمـام النشاط وحسب المعادلة التالية أيضا:

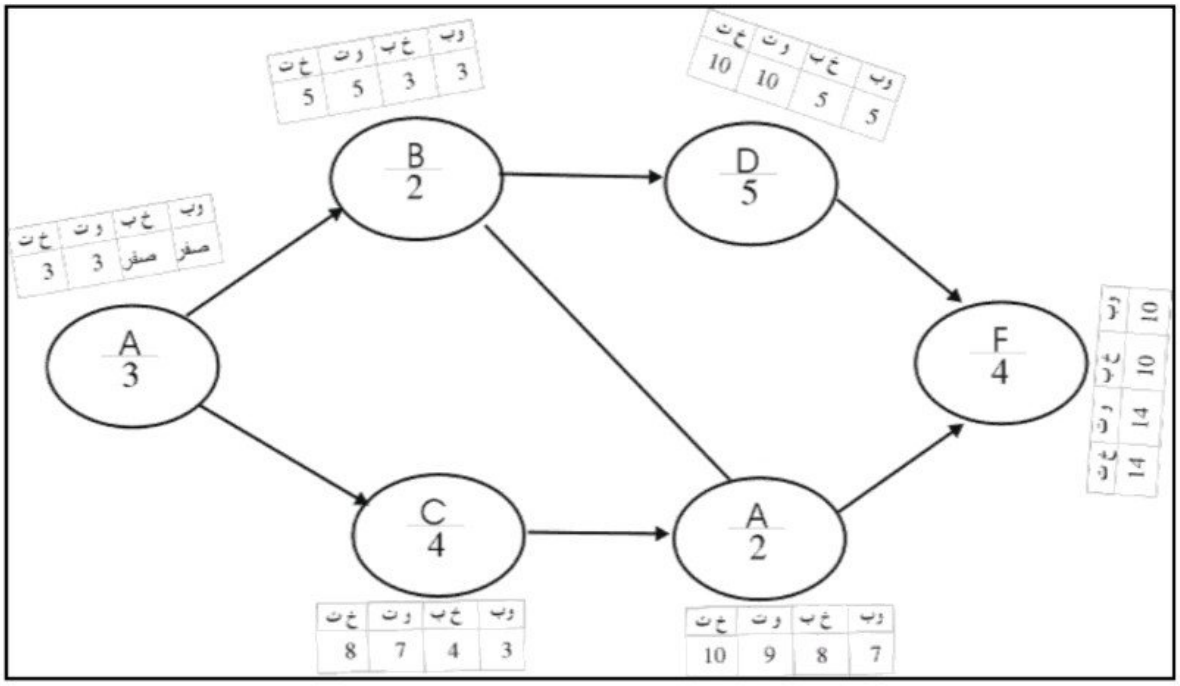
المعادلة (1) $EF = ES + duration$

- أما آخر وقت إتمام مسموح (LF) فهو عبارة عن آخر لحظة مسموح للمسؤولين عن النشاط فيها بإتمام هذا النشاط، ويعني ذلك أن يقوموا بتسليم النشاط المسند إليهم بعد أن تم إنجازه بالكامل.
- وعلى ذلك فإن آخر وقت بدء مسموح (LS) يكون هو آخر وقت يُسمح للمسؤولين عن النشاط بالتأخير إليه في البدء حتى يكون ذلك قبل آخر وقت إتمام مسموح(LF) بوقت كافٍ لإنجاز النشاط ويتضح ذلك في العلاقة التالية أو المعادلة التالية:

آخر وقت بدء مسموح = آخر وقت إتمام مسموح – الوقت اللازم لإنجاز النشاط

المعادلة (2) Ls = LF- Duration

دعنا نقوم بتطبيق هذه المفاهيم والحسابات والتي تسمى (بالحسابات الأمامية) على المثال الذي يبين أيدينا والذي يمكن أن نتبع خطواته حسب الشكل التالي والذي يلاحظ عليه أننا قمنا بعمل مستطيل لكل نشاط مكون من (4) أجزاء يُمثل الأول منها أول وقت بدء ممكن(وب) والثالث منها يمثل أول وقت وإتمام ممكن (وت) كذلك فأن الثاني منها يمثل آخر وقت بدء مسموح (خ ب) والرابع منها يُمثل آخر وقت إتمام مسموح (خ ت) ويتم حساب هذه القيم أو الأوقات على النحو التالي:



الشكل (19)

بالنسبة للنشاط A

نظراً لأن النشاط (a) هو أول الأنشطة في المشروع ولا يستلزم القيام به إتمام أي نوع آخر من النشاط قبله، فأن أول وقت بدء ممكن (وب) بالنسبة له يكون هو لحظة بدء المشروع. وطالما أننا لم نحدد ذلك التاريخ أو الوقت من الآن، فإن ذلك يرجع إلى من سوف يقوم بتنفيذ الخطة. فإننا نستطيع القول أن البدء اللحظي يعني أن (النشاط a) سوف يبدأ في الوقت صفر وعند تحديد موعد فعلي لبدء المشروع ككل قد يكون هذا الصفر معناه الخامس عشر من يناير أو أول فبراير أو أي تاريخ معين.

وينبني على ذلك أن أول وقت إتمام ممكن(و ت) (للنشـاط a) حسـب المعادلة (1) هو

Zero (0)+3 = 3

ويعني ذلك أن (النشاطa) يمكن إتمامه بعد (3) فترات زمنيـة (أيـام، أو ساعات) من بدء المشروع ككل وهنا سيكون بعد ثلاثة أيـام في هـذا المثـال وذلك بفرض أن هناك بدء فوري وإتمام النشـاط في الوقـت المحـدد، ولـذلك أطلق عليه أول وقت اتمام ممكن.

بالنسبة للنشاط (b)

نظراً لأنه لا يمكـن البـدء في هـذا النشـاط إلا بعـد إتمـام النشـاط (a) والانتهاء منه، فأن أول وقت بدء ممكن له هـو مجـرد الانتهـاء مـن النشـاط (a) ويكون ذلك هو (3) أيام من بدء المشروع ككل. وحيث أن الوقت الـلازم لـه هو (2) يوم فأن أول وقت إتمام له بفرض عدم تأخر البـدء أو إنجـاز النشـاط يكون هو يوم 5 = 3+2

حسب المعادلة (1)

بالنسبة للنشاط (C)

باستخدام نفس المنطق المتبع للنشاط (b) نجد أن أول وقت بـدء ممكـن للنشاط (C) هو 3 أيام (و ب) وأن أول وقت إتمام له هو

يوم 7 = 4+3

حسب المعادلة (1)

أي بعد 7 أيام من بدء المشروع ككل.

بالنسبة للنشاط (d):

بتأمل الشبكة نجد أن النشاط (d) يتوقف على إتمـام النشـاط(b) لـذلك فإن أول وقت بدء له (وب) هو (5) أيام ، وأن أول وقت إتمام له هو

أيام 10=5+5

بالنسبة للنشاط (e):

بالنظر إلى التتابع الوارد في الشبكة، نجد أن مجرد البـدء في النشـاط (e) يتوقف على إتمام كلا من النشاطين (c وb) وحيث أن أول وقت إتمـام للنشـاط (b) هو (5) وأول وقت إتمام للنشاط (c) هـو (7)،فـان أول وقـت بـدء ممكـن للنشـاط (e) يكـون أكـبر هـذين الـرقمين وهـو (7) أيـام، ويرجـع ذلـك إلى الاستجابة الفعلية للبدء له إلاّ بعد انتهاء النشاط الأكثر تأخيراً ووقتاً. ولـذلك فإن أول وقت بدء (وب) للنشاط(e) هو (7) أيام وأن أول وقت إتمـام (و ت) له هو

أيام 9 =2+7

حسب المعادلة (1)

بالنسبة للنشاط (F) :

وهو النشاط الذي يُعد آخر نشاط لازم للمشروع فمقارنـة أول وقـت إتمام (و ت) لكل من النشاطين (e وd) وهي (9) أيام للنشاط (e) و(10) أيـام للنشاط (d)، نجد أن أول وقت بـدء (و ب) لهـذا النشـاط (f) هـو (10) أيـام لذلك فإن أول وقت إتمام للنشاط (f)

هو يوم 14 =4+10

ويعني ذلك أن أول وقت ممكن فيه إتمام النشاط وهو بعـد (14) يـوم من بداية المشروع.

نود هنا أن نوضـح أنَّ هـذا التحليـل قـد حـدد فقـط الوقـت الـلازم للمشروع دون تحديد لنفس المسار الحرج. وتحديد هذا المسـار يقـتضي تحديـداً لمجموعة الأنشطة الحرجة كما سنرى في الخطوة الثالثة التالية:

الخطوة الثالثة: تحديد المسار الحرج:

في بعض الشبكات البسيطة يمكن التوصل كما ذكرنا سـابقاً إلى المسـار الحرج بمجرد النظر إلى الشبكة فهو أطول المسارات على الشبكة، وعـلى ذلـك فهو المسار $A \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow f$

ولكن في الشبكات الأكثر تعقيداً وباستخدام الكمبيوتر يتم الاعتماد على أسلوب تحديد أوقات البدء والانتهاء وفي تحديد النشاط الحرج.

بمعنى آخر يجب تحديد الحسابات الكمية الخلفية ففي المثال الحالي يتم تحديد قيم كل من أخر وقت بدء ممكن (خ ب)، وآخر وقت إتمام ممكن (خ ت) الخاصة بكل نشاط ويتم ذلك بدءاً من آخر نشاط لازم لإتمام المشروع وهو النشاط (F) في المثال الحالي. وتحديد المسار الحرج والأنشطة الحرجة. والمقصود بالأنشطة الحرجة بأنها الأنشطة التي إذا تأخرت ترتب على ذلك تأخير في إتمام المشروع ككل.

إن هناك تاريخ محدد للانتهاء من المشروع، أي أن هناك ما يشابه العقد الذي تم توقيعه بين الشركة المنفذة والجهة المستفيدة من المشروع (العميل) والذي ينص على تاريخ إنتهاء محدد وطالما أنّ أقرب وقت يمكن للشركة المنفذة أن تعد به (العميل)المستفيد من المشروع هو (14) يوم حسب الحسابات الأمامية السابقة لقيم أول وقت إتمام للمشروع وللأنشطة، فإن ذات الرقم يستخدم كأنه نهاية لا يجب تجاوزها ويوضع في خانة (خ ت) للنشاط (f).

بالنسبة للنشاط (f): طالما أن آخر وقت مسموح به للانتهاء من المشروع هو(14) يوم من البدء، فإن آخر وقت بدء للنشاط (F) هو

14-4=10

حسب المعادلة (2) خ ب = 10 يوم

بالنسبة للنشاط (d)

إذا كان من المفروض أن آخر وقت مسموح به لآن يبدأ النشاط (f) هو 10 أيام فأن النشاط (d) يجب أن لا يتأخر إتمامه في أي حال من الأحـوال عـن هذه اللحظة. ولذلك فأن آخر وقت بدء للنشاط (F) هي التي تحكم قيمة آخـر وقت إتمام (خ ت) في النشاط (d) وعلى ذلك فإن (خ ب) للنشاط (d) هي:

10-5=5 أيام

حسب المعادلة (2)

بالنسبة للنشاط (e):

بنفس المنطق المستخدم في النشاط(d) فإن موعد النشاط (f) يحكم آخـر وقت للانتهاء من النشاط (e)، وبذلك فإن قيمة (خ ت) للنشـاط (e) هـي 10 أيام، وبطرح الوقـت الـلازم للنشـاط(e) مـن هـذه القيمـة نصـل إلى (خ ب) للنشاط (e) وهو

10-2 = 8 أيام

حسب المعادلة (2)

بالنسبة للنشاط (b):

نظراً لأن بدء الأنشطة (dوe) تتوقف على إتمام النشاط(b) وأن آخر موعد مسموح للنشاط (d) للبدء هو (5) أيام بينما هو (8) أيام للنشاط (e) فإن آخر وقت يُسمح فيه لإتمام (خ ت) للنشاط (b) يكون هو أقل الرقمين وهو (5) أيام، وعلى ذلك فإن (خ ب) للنشاط (b) تكون كالتالي:

أيام 3 = 2- 5

حسب المعادلة (2)

بالنسبة للنشاط (c):

نظراً لارتباط النشاط (c) بالنشاط (e) فإن آخر وقت إتمام للنشاط (c) هو آخر وقت بدء (خ ب) للنشاط (e) وهو (8) أيام. وبذلك يكون (خ ب) للنشاط(C) هو:

أيام 4= 4-8

حسب المعادلة (2)

بالنسبة للنشاط (a):

بمقارنة (خ ب) للنشاط (ب) و(خ ب) للنشاط (c) يتم التوصل إلى (خ ت) للنشاط (a) وهو أقل الرقمين وهو (3) أيام وبالتالي فإن (خ ب) للنشاط (a) هو

(zero) صفر = 3-3

حسب المعادلة (2)

ويمكن الآن إيجاد هذه القيم في الجدول التالي:

جدول (6)

النشاط	أول وقت بدء(و ب)	آخر وقت بدء(خ ب)	أول وقت إتمام(وت)	أخر وقت إتمام (خ ت)	الفائض الإجمالي الوقت الزائد الإجمالي
a	Zero صفر	Zero صفر	3	3	Zero صفر
b	3	3	5	5	Zero صفر
c	3	4	7	8	1
d	5	5	10	10	Zero صفر
e	7	8	9	10	1
f	10	10	14	14	Zero صفر

ومن هذا الجدول يمكن تحديد ما يسمى بالوقت الزائد أو الفائض الإجمالي Total Slack لكل الأنشطة كما هو موضح في العمود الأخير بالجدول

والفائض الإجمالي : هو عبارة عن أقصى من الوقت يمكن أن يتأخر به إتمام النشاط دون أن يُسبب تأخيراً في وقت إتمام المشروع ككل.ويمكن التوصل إليه بأي من الطريقتين التاليين:

- الفائض الإجمالي= آخر وقت بدء مسموح – أول وقت بدء ممكن

Total Slack = LS-ES

- الفائض الإجمالي = آخر وقت إتمام مسموح – أول وقت إتمام ممكن

Total Slack = LF-EF

ويجب أن تكون دائماً النتيجة واحدة في الحالتين بالنسبة لذات النشاط.

فعلى سبيل المثال بالنسبة للنشاط (a) الفائض الإجمالي له هو:

Zero –Zero = Zero (0)
(0) (0)

وهو تماماً يعادل

3-3 =0 Zero

كذلك فإن الفائض الإجمالي للنشاط (C) هو

4-3=1

8-7=1

ويلاحظ أيضاً أن قيمة الفائض الإجمالي في هذه الحالات سوف تكـون دائماً رقم موجب أو صفر. فلا يمكن أن يمكـن أن يكـون رقـم سـالب إلا إذا كان هناك خطأ حسابياً، أو في حالة أن يبدأ المشروع كله متأخراً عن موعده.

أما القيم الموجبة: فتعني أن يمكن تأخر المشروع في حدود تلك القيمـة دون أن يُسبب ذلك تأخيراً للمشروع ككـل. فالنشـاط(C) عـلى سـبيل المثـال يمكن أن يتأخر إتمامه يوماً كاملاً دون التأثير على إتمـام المشروع في (14) يـوم،

أما إذا تـأخر بمقـدار يـومين أو أكثـر فأنـه بالتأكيـد سـوف يـؤدي إلى تـأخير المشروع، وقد يكون هذا التـأخير في صـورة تـأخير البـدء أو اسـتغراق وقـت أطول في تنفيذ النشاط عما كان مقرراً له، وقد يكون سـبب ذلـك تـأخر ورود الموارد والأدوات اللازمة أو العمالة غير الكافية.

أما القيم الصفرية للفائض الإجمالي تعني أنه ليس هنـاك مجـال لتـأخير هذا النشاط فأي تأخير فيه سـوف يـؤثر عـلى المشروع ككـل ولـذلك تسـمى الأنشطة ذات الفائض الإجمالي الذي قيمته(صفر) بالأنشطة الحرجـة Critical Activities، وتمثل الأنشطة الحرجة التي تقع على مسار معين ما يُسـمى بالمسـار الحرج والذي يعد أطول مسار على الشبكة وهو الذي يُعبر أيضاً عن أقل وقت لازم لإتمام المشروع.

وفي المثال الحالي فإن الأنشطة الحرجة هي:

(a), b , d ,f

وأن المسار الحرج هو $A \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow f$

والذي طوله هو (14) يوم

وهو مجموع وقت الأنشطة على المسار الحرج.

ويفيد تحديد المسار الحرج في أمرين هما:

الفائدة الأول: فهو تحديد للأنشطة الحرجة التي يجب أن تتم ملاحظة عملية تنفيذها بعناية كاملة. فهي ستحتاج إلى عملية إشراف إداري خاصة للتأكد من أن يتم البدء في التاريخ المحدد وان يتم التنفيذ خلال المدة المحددة.

الفائدة الثانية: فهي تحديد أوجه النشاط التي يجب تقليل فترة إنجازها إذا كان هناك رغبة في تخفيض وقت إتمام المشروع بقدر معين من الوقت.

الفصل الثامن

تخفيض وقت إتمام المشروع

Project Crashing

- أسباب تخفيض وقت إتمام المشروع
- خطة تخفيض الأنشطة
- الخطوات التي تتبع لتخفيض وقت المشروع
- تخفيض إتمام المشروع في حالة الميزانية المفتوحة
- تخفيض إتمام المشروع في حالة الميزانية المحددة

الفصل الثامن ـــــــ

تخفيض وقت إتمام المشروع
Project Crashing

أولاً : أسباب تخفيض وقت إتمام المشروع والتعجيل بإنهائه:

قد تنشأ الحاجة إلى تخفيض وقت إنجاز المشروع عن المقدر لذلك في مرحلة التخطيط، والجدولة، وأثناء عملية التنفيذ.

ففي مرحلة التخطيط: تقوم الجهة التي ترغب في تنفيذ المشروع بتقديم تقديرات للوقت عن المراحل المختلفة والأنشطة المختلفة، فتحدد الأوقات المتوقعة لإتمام كل نشاط ومرحله، ويكون ذلك ضمن (عطاء المشروع) الذي يتم التقدم به لهدف الحصول على حق إنجاز المشروع.

وقد تقوم الجهة التي يتم المشروع لحسابها (العميل أو المستفيد) بمناقشة هذه التقديرات مع الشركة المتقدمة بالعطاء. وفي غالبية الأحيان تطلب هذه الجهات من الشركة المتقدمة لتنفيذ العطاء إلى إعادة النظر في تقديراتها ، وخطتها بهدف ضغط وقت إتمام المشروع لأسباب متعددة يبديها العميل أو المستفيد من المشروع.

وفي مرحلة تنفيذ المشروع: قد تكون الحاجة ملحة لتنفيذ المشروع في وقت أقل من الوقت المتفق عليه عند توقيع الاتفاقية الخاصة بالمشروع.

أ. فقد تكون مشكلة المواصلات في أحد المدن الكبرى قد وصلت إلى الحد الذي لا يتحمل إتمام المشروع في الوقت المقترح والمتفق عليه في عقد المشروع.

ب. ومن أمثلة ذلك أيضاً مشروعات الصرف الصحي التي تستلزم التنفيذ العاجل لتجنب الآثار غير المرغوبة المترتبة على عدم توفير هذه الخدمة في الوقت المناسب والحرج، خاصة أن التأخير في هذا النوع من المشاريع قد يؤثر على تنفيذ مرافق أخرى مرتبطة بإتمام هذا المشروع.

ت. كذلك من أسباب التعجيل في تنفيذ المشروع وضغط الوقت لإتمامه قبل الوقت المتفق عليه في عقد المشروع، هو سبب اقتصادي. فقد ترغب الجهة التي يتم أنجاز المشروع لحسابها(العميل أو المستفيد) إنجاز المشروع في فترة أقصر حتى يمكنها من تحقيق عائد أو أيراد معين في حالة الإنجاز المبكر لاغتنام أوقات المناسبات والأعياد أو لاختراق السوق بمنتج جديد قبل المنافسين الآخرين في السوق، لذلك ظروف المنافسة تستدعي ضغط وقت أنجاز المشروع عن الوقت المتفق عليه مسبقاً.

ث. ومن الأسباب أيضاً التي تستدعي تخفيض وقت إتمام المشروع، هو تجنب الارتفاع في تكلفة تنفيذ المشروع، بسبب أن أسعار مستلزمات البناء تتزايد بشكل ملحوظ. ففي حالة الاتفاق على تكاليف معينة في العقد الخاص

بالمشروع، يكون من مصلحة جهة التنفيذ أو العميل أن يتم تنفيـذ المشروع في وقت أقل وسريع حتى يتم تجنب الزيادة في التكاليف عليهم.

ج. وفي المجال العسكري والمشروعات العسكرية الدولية تلعب فترة الإنجاز السريع والتنفيذ السريع لمثل هذه المشاريع دور بالغ الأهمية وذلك لتحقيق التقدم في مجالات منها السباق النووي، وبرامج التسليح وغـزو الفضـاء. كل هذا يستدعي ضغط وقـت إتمـام هـذه المشـاريع عـن الوقـت المحـدد والمتفق عليه مسبقاً.

ح. ومن الأسباب التي تستدعي تخفيض الوقت أثناء تنفيذ المشروع هـو تغـير الظروف التي يكون قد تم في ظلها وضـع الخطـة الأصـلية للتنفيـذ، فقـد يظهر نوع من التمويل الجديد الذي لم يكن متاحـاً اثنـاء عمليـة التخطـيط للمشروع، مثـل القـروض الدوليـة التـي تقـدم خصيصـاً للمسـاعدة في الانتهاء من مشروعات كبرى في بعض الـدول، مثـل مشروعـات الطـرق والمواصلات وشبكات الصرف الصـحي. وعنـد تـوافر هـذا النـوع مـن التمويل الجديد يكون على القائمين على المشروع وضع خطة معينة لتوزيع هذه الأموال بشكل يضمن تخفيض وقت إتمام المشروع بأقل تكلفة ممكنة.

ثانياً: خطة تخفيض الأنشطة:

إنّ تخفيض وقت إتمام المشروع ، يستلزم حتماً إلى مـوارد إضـافية. فقـد يلزم الأمر إلى عدد آخر من الأفراد يتم توظيفهم لهذا الغرض، أو يـتم تشـغيل

بالمشروع، يكون من مصلحة جهة التنفيذ أو العميل أن يتم تنفيذ المشروع في وقت أقل وسريع حتى يتم تجنب الزيادة في التكاليف عليهم.

ج. وفي المجال العسكري والمشروعات العسكرية الدولية تلعب فترة الإنجاز السريع والتنفيذ السريع لمثل هذه المشاريع دور بالغ الأهمية وذلك لتحقيق التقدم في مجالات منها السباق النووي، وبرامج التسليح وغزو الفضاء. كل هذا يستدعي ضغط وقت إتمام هذه المشاريع عن الوقت المحدد والمتفق عليه مسبقاً.

ح. ومن الأسباب التي تستدعي تخفيض الوقت أثناء تنفيذ المشروع هو تغير الظروف التي يكون قد تم في ظلها وضع الخطة الأصلية للتنفيذ، فقد يظهر نوع من التمويل الجديد الذي لم يكن متاحاً اثناء عملية التخطيط للمشروع، مثل القروض الدولية التي تقدم خصيصاً للمساعدة في الانتهاء من مشروعات كبرى في بعض الدول، مثل مشروعات الطرق والمواصلات وشبكات الصرف الصحي. وعند توافر هذا النوع من التمويل الجديد يكون على القائمين على المشروع وضع خطة معينة لتوزيع هذه الأموال بشكل يضمن تخفيض وقت إتمام المشروع بأقل تكلفة ممكنة.

ثانياً: خطة تخفيض الأنشطة:

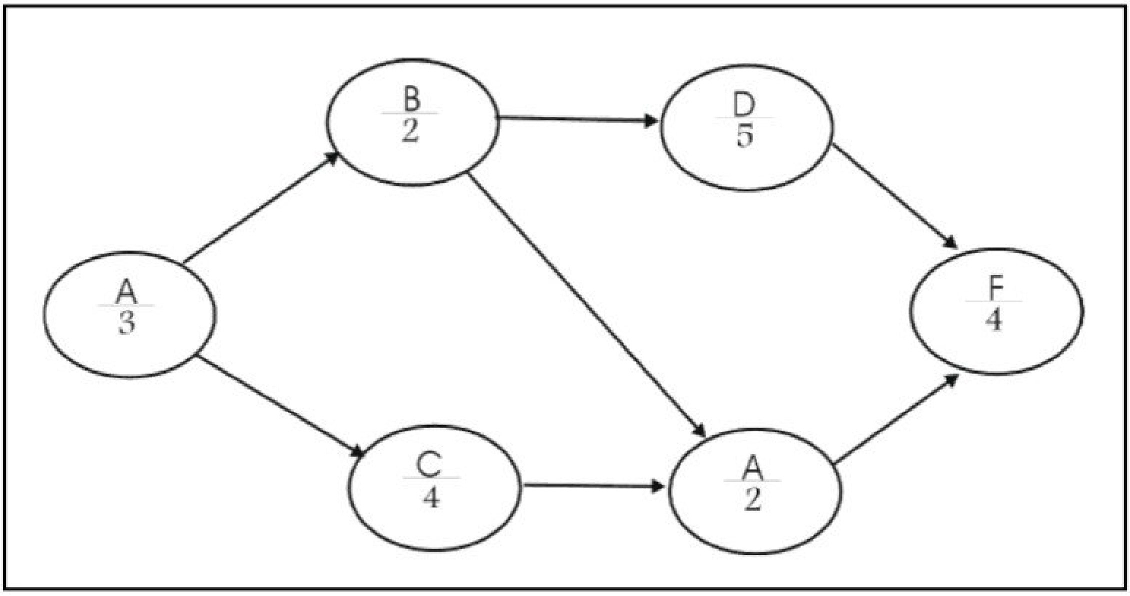
إنّ تخفيض وقت إتمام المشروع ، يستلزم حتماً إلى موارد إضافية. فقد يلزم الأمر إلى عدد آخر من الأفراد يتم توظيفهم لهذا الغرض، أو يتم تشغيل

العاملين الحاليين لفترات إضافية كما يستلزم الأمر أيضاً إلى آلات ومعدات جديدة تحقق أداء تكنولوجي أفضل وبالتالي إنجاز أسرع، ومن شأن كل ذلك زيادة تكاليف المشروع.

وحتى يجب أن تكون هذه الزيادة في التكاليف أقل ما يمكن ، يجب أن يكون هناك ما يُسمى (بخطة التخفيض) المثُلى للأنشطة والتي سوف تؤدي بدورها إلى التخفيض الكلي لوقت إتمام المشروع.

وكقاعدة هامة : يجب أن نوضح أنه في حالة الرغبة في تخفيض وقت إتمام المشروع، يجب أن ينصبَّ الاهتمام بشكل أساسي على الأنشطة الحرجة.

ففي المثال أدناه والذي يوضح ما يلي: شبكة العمل لأحد المشاريع والأنشطة المتتابعة والأنشطة الحرجة وأقل وقت يلزم لانهاء المشروع.



شكل(20)

- من الشكل أعلاه فإن المسار الحرج هو

$$A \longrightarrow b \longrightarrow d \longrightarrow f$$

- وأن الأنشطة الحرجة هي (A,b, d, f)
- وأن أقل وقت يلزم لإتمام المشروع هي (14) يوم لكون مجموع الأنشطة الحرجة هو (14) يوم وطول المسار الحرج هو (14) يوم.

وفي المثال أعلاه إذا قمنا بإضافة موارد جديدة إلى النشاط (c) وهو نشاط غير حرج ليتم تخفيض وقته من (4) أيام إلى (3) أيام فسوف نلاحظ أن أقل وقت يلزم لإتمام المشروع ما زال (14) يوم.

بمعنى آخر مازال وقت إتمام المشروع محكوماً بالمسار الحرج

$$A \longrightarrow b \longrightarrow d \longrightarrow f$$

وعلى ذلك فإن إضافة موارد جديدة إلى النشاط غير الحرج يعتبر مضيعة للجهد والموارد والتكاليف.

أما إذا حاولنا على سبيل المثال تقليل الوقت اللازم للنشاط (f) الذي هو نشاط حرج، بما قدره (يوم واحد) فسوف يترتب عليه تخفيض وقت إتمام المشروع إلى (13) يوم .

وهذا يعني أن الإجراء هو إجراء فعّال له تأثير مباشر على وقت إتمام المشروع.

ويجب أن ندرك أن عملية تخفيض (Crashing) وقت إتمام المشروع- من خلال الأنشطة الحرجة – هي عملية لها جانبان:

الأول: جانب هندسي.

والثاني: جانب اقتصادي.

- أما الجانب الأول: وهو الجانب الهندسي: فيتمثل في الإجابة على مدى إمكانية تخفيض الوقت اللازم لإنجاز نشاط معين من الناحية الفنية. فعلى سبيل المثال يجب الانتظار لفترة معينة حتى تصبح الأساسات صلبة بدرجة كافية قبل بدء البناء عليها. بمعنى آخر – يجب على المتخصصين والمسؤولين التنفيذيين في المشروع الإجابة على السؤال الآتي:

هل من الممكن التخفيض في زمن النشاط؟ وإذا كانت الإجابة بنعم فما هو أقصى تخفيض ممكن بالنسبة لكل نشاط؟

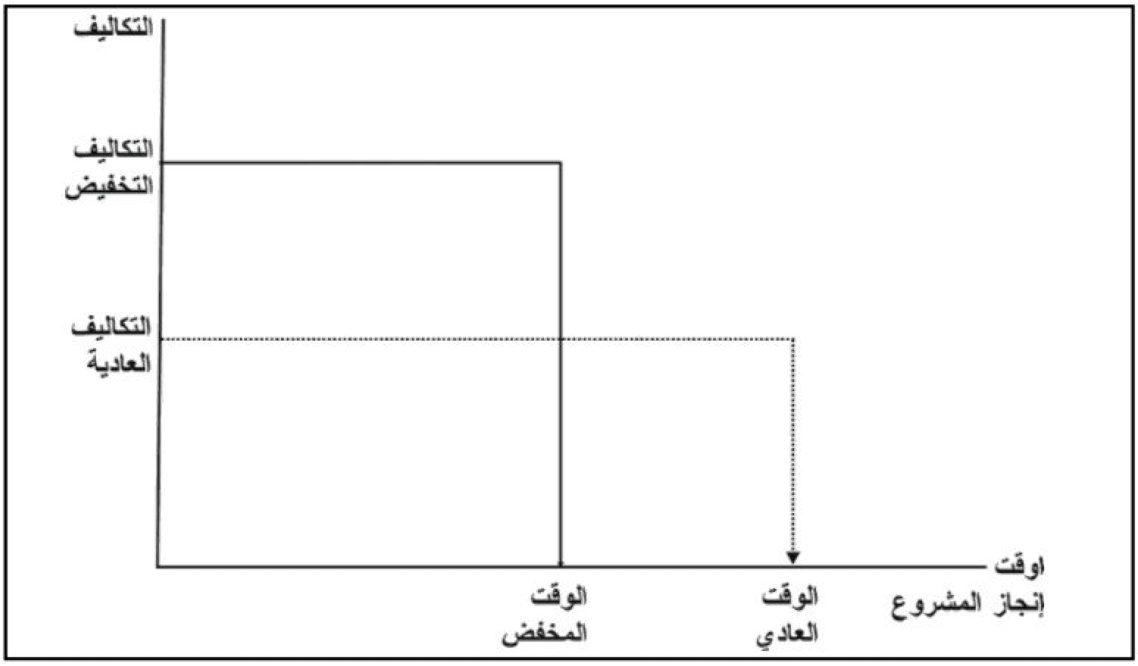
- أما الجانب الثاني: فهو الجانب الاقتصادي: فهو المتمثل في العبء المادي الإضافي الذي يتحمله المشروع من تكاليف تنتج عن عملية التخفيض للنشاط الحرج، وبالتالي للمشروع ككل.

فتخفيض الوقت اللازم للنشاط يستلزم موارد إضافية في الغالب تكون تكلفة الحصول عليها أكثر من التكاليف الأصلية.

فتشغيل الأفراد العاملين في المشروع ورديّات إضافية أو في أيام العطلات يترتب عليه دفع أجور أعلى من الأيام العادية وتظهر هذه الخاصية في قطاع المقاولات.

فإذا رغب صاحب المشروع إتمامه في فترة وجيزة عليه أن يدفع أسعار مواد البناء والتي تزيد بالتأكيد عن الأسعار المحددة سابقاً عند توقيع عقد المشروع.

ويمكن إيضاح العلاقة بين فترة إتمام النشاط والتكاليف حسب الشكل التالي أدناه:



شكل(21)

يوضح الشكل أعلاه على المحور الأفقي مقدار الوقت اللازم لإنجاز النشاط وعلى المحور الرأسي مقدار التكاليف اللازمة لإنجاز النشاط.

وعلى المحور الأفقي يوجد الوقت الأصلي المقدر والذي يُطلق عليه عادة الوقت العادي Normal Time وكذلك الوقت المخفض Crashed Time والذي يكون عادة أقل من الوقت العادي.

فتخفيض وقت الأداء سوف يترتب عليه زيادة التكاليف العادية Normal Cost اللازمة للوقت العادي إلى التكاليف المرتفعة Crashed Cost المصاحبة للوقت المنخفض.

وقد إفترضنا هنا للتبسيط فقط أن العلاقة خطية .

أما في الحياة العملية فمن الممكن ألا تكون كذلك. فشكل المنحنى يختلف من نشاط إلى آخر.

ومن هذه العلاقة الخطية الموضحة في الرسم يمكن التوصيل إلى تقدير لكل زيادة مترتبة على تخفيض أداء النشاط بفترة زمنية واحدة على أنها تساوي:

$$\frac{\text{تكلفة الوقت المنخفض} - \text{تكلفة الوقت العادي}}{\text{الوقت العادي} - \text{الوقت المنخفض}}$$

وهي التكلفة الواجب أخذها في الحسبان عند اتخاذ قرار التخفيض كما سنرى في مثال قادم.

من ناحية أخرى فإن قرار الإسراع بإتمام المشروع ككل عن طريق خفض أوقات الأنشطة الحرجة، يجب أن يصاحبه دراسة للعائد والتكلفة على مستوى المشروع وليس الأنشطة فقط.

فإذا كان العائد المتحقق الإضافي المتوقع من الإسراع بالمشروع يزيد على التكلفة الإضافية فإن قرار الإسراع سوف يكون له ما يبرره وإلا فإن مثل هذا القرار سوف لا يكون له ما يبرره إذا كانت التكاليف أكثر من العائد المتحقق عن تخفيض وقت إتمام المشروع.

تعرضنا حتى الآن للأساس النظري لعملية تخفيض وقت النشاط والمشروع.

والآن ما هي الخطوات التي تُتبع لتحقيق ذلك إجرائياً. والإجابة تكمن في الآتي:-

الخطوات التي تتبع لتخفيض وقت المشروع:

1. قم بعمل تقديرات للوقت العادي والمنخفض لكل نشاط.
2. قم بعمل تقديرات للتكاليف العادية وتكلفة الوقت المنخفض لكل نشاط.
3. حدد المسار الحرج والأنشطة الحرجة

4. إبدأ عملية التخفيض للأنشطة الحرجة مبتدءاً بالنشاط الحرج والأقل تكلفة على أن يكون هذا التخفيض بوحدة زمنية واحدة.

5. راجع أثر ذلك على المسار الحرج والميزانية المتاحة.

6. استمر في الخطوات إلى أن تصل إلى التاريخ المرغوب أو إلى أن تستخدم كل الأموال المتاحة وسوف نوضح هذه الخطوات في المثال التالي:-

تخفيض إتمام المشروع في حالة الميزانية المفتوحة:

مثال : (حالة الميزانية المفتوحة للتخفيض)

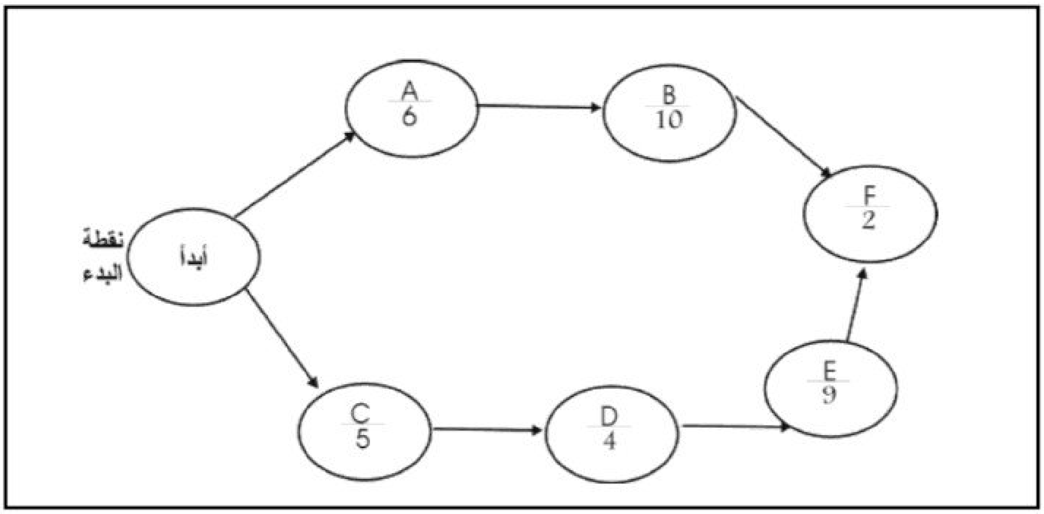
باستخدام البيانات التالية في الجداول أدناه وبافتراض أن التكاليف غير المباشرة لليوم الواحد بالنسبة للمشروع هي 1000 دينار. ضع خطة مثالية لتخفيض وقت إتمام المشروع والأنشطة.

الجدول (7)

النشاط	النشاط السابق مباشر	الوقت العادي	التكلفة العادية	الوقت المنخفض	تكلفة الوقت المنخفض
A	-	6	2000	6	2000
B	A	10	3000	8	4000
C	-	5	500	4	8000
D	C	4	400	1	2500
E	D	9	300	7	1500
f	E و b	2	800	1	1600

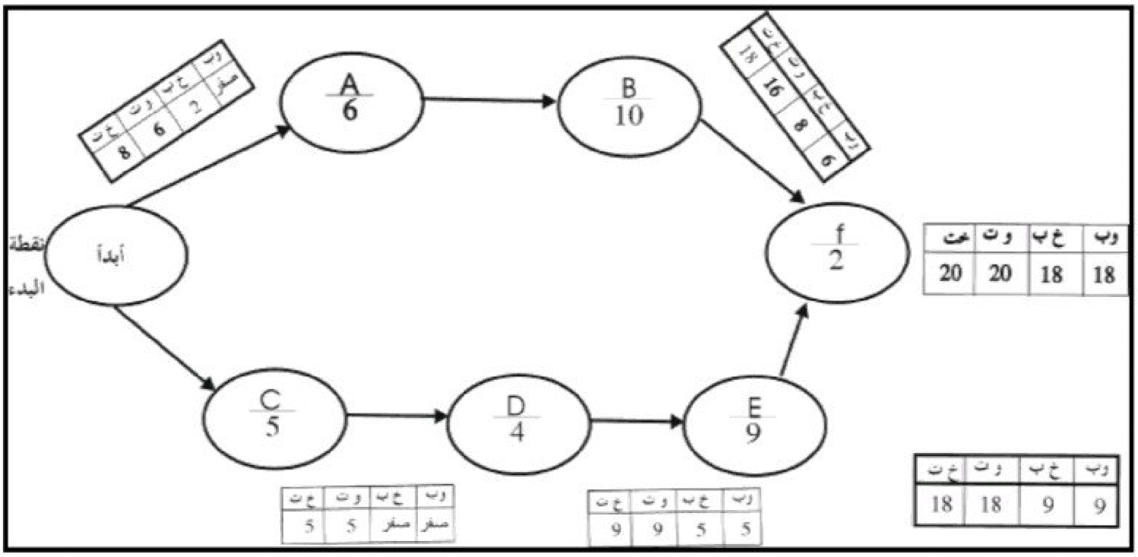
الحل :

1.نبدأ برسم الشبكة على النحو التالي:



شكل(22)

2. نحدد الأنشطة الحرجة والمسار الحرج بتحديد أوقات البدء والإتمام المبكرة والمتأخرة حسب الشكل أدناه:



شكل(23)

الشكل أعلاه يحدد الأنشطة الحرجة والمسار الحرج

❖ يتضح من الشكل أعلاه أن الأنشطة الحرجة هي C, d, e, f

وأن المسار الجرج هو $C \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow f$

❖ وطول المسار الحرج هو 20 يوماً.

3. لتحديد خطة تخفيض الوقت نبدأ بتحديد النشاط الواجب البدء بتخفيض وقت آدائه. ويجب أن يكون كالتالي:

أ. نشاط حرج

ب. أن تكون تكلفة التخفيض بيوم واحد أقل ما يمكن . نظراً لأن تقليل وقت كل نشاط من الأنشطة الحرجة بيوم واحد يؤدي إلى تخفيض وقت إتمام المشروع بيوم واحد. أي أن كل الأنشطة لهم نفس التأثير، فيجب اختيار النشاط الأقل تكلفة.

ج. أن يكون من الممكن فنياً تخفيض وقت هذا النشاط. ويعني ذلك أن يكون وقت التخفيض أقل من الوقت العادي وألاّ يكون قد تم تخفيض هذا النشاط بأقصى كمية من الوقت يمكن تخفيضه بها.

ولتطبيق هذه الشروط يتم تحديد الأنشطة الحرجة وبياناتها هذه حسب الجدول التالي حيث تعبر كل من c,d,e,f أنشطة حرجة حسب الجدول التالي أدناه:

جدول (8)

النشاط	الوقت العادي	الوقت المخفض	الفائض Slack	تكلفة التخفيض بيوم واحد
a	6	6	2	لا يمكن فنياً
b	10	8	2	(4000−3000)÷(10−8)=500
c	5	4	صفر	(800−500)÷(5−4)=300
d	4	1	صفر	(2500−400)÷(4−1)=700
e	9	7	صفر	(1500−300)÷(9−7)=600
f	2	1	صفر	(1600−800)÷(2−1)=800

- ويتضح من الجدول أعلاه أننَّا أمام بدائل تخفيض أي من الأنشطة الحرجة C,d,e,f بيوم واحد.

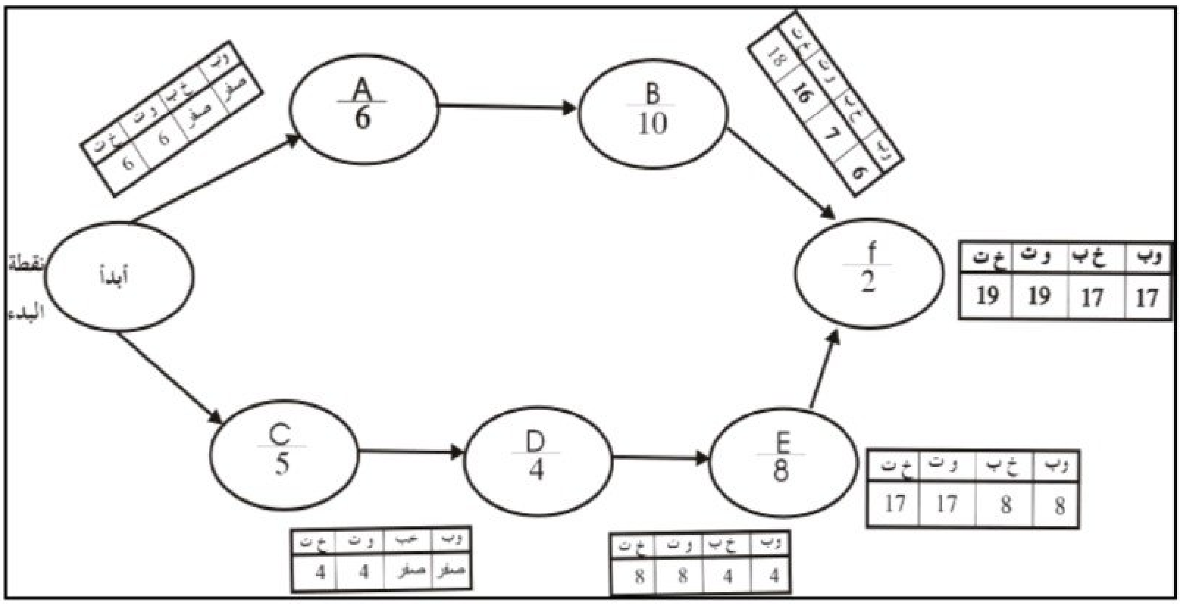
- وطالما أن النشاط(c) هو أقل الأنشطة تكلفة، فيتم تخفيضه بيوم واحد، ويرجع ذلك أساساً أن التكلفة الإضافية وهي (300) دينار أقل من مقدار الوفر المحقق من التخفيض للوقت ككل وهو (1000) دينار،مقدار التكلفة غير المباشرة(الثابتة) لكل يوم تشغيل للمشروع.

ويهمنا أن نُوضِّح أن التخفيض للنشاط الحرج المختار يجب أن يكون (دائماً بيوم واحد في الخطوة الواحدة) ثم يتم بعدها معرفة أثر هذا التخفيض على المسار الحرج الحالي. فقد يؤدي هذا التخفيض إلى تغيير الأنشطة الحرجة وبالتالي يجب أن يكون التخفيض التالي موجهاً إلى نشاط آخر.

4. تحديد أثر التخفيض بيوم على المسار الحرج.

نعلم أنه بالتأكيد أنه سوف يترتب على تخفيض النشاط(C) من (5) أيام إلى (4) أيام تخفيض وقت إتمام المشروع ليصبح (19) يوم.

- ويمكننا أيضاً في هذا المثال أن نقول بأن المسار الحرج سيبقى كما هو، ويرجع ذلك إلى أن الوقت الزائد الموجود في الأنشطة غير الحرجه (Slack) يزيد عن اليوم الواحد، فهو (2) يوم في كل من (a,b) ، ويمكننا التأكيد على ذلك بإعادة حل الشبكة على النحو التالي حسب الشكل ادناه:



الشكل(24)

ويظهر من الشكل أعلاه أن المسار الحرج (C,d,e,f) مازال أطول مسارات الشبكة أعلاه. وطوله (19) يوم

5.نقوم بتكرار نفس الخطوات السابقة إلى أن نجد أن تكلفة التخفيض أعلى من التكلفة التي يتم توفيرها حينئذ نتوقف ويكون ذلك كما يلي:-

أ. في هذه المرحلة الأنشطة الحرجة الممكن تخفيضها هي d,e,f (لاحظ أن النشاط (c) لا يمكن تخفيضه عن (4) أيام.

وتكلفة تخفيض d,e,f بيوم واحد هي 700.600.800 على التوالي.

- وطالما أن النشاط (e) هو أقل التكاليف
- فيتم اختياره نظراً لأن (600) دينار لا تزال أقل من (1000) دينار.

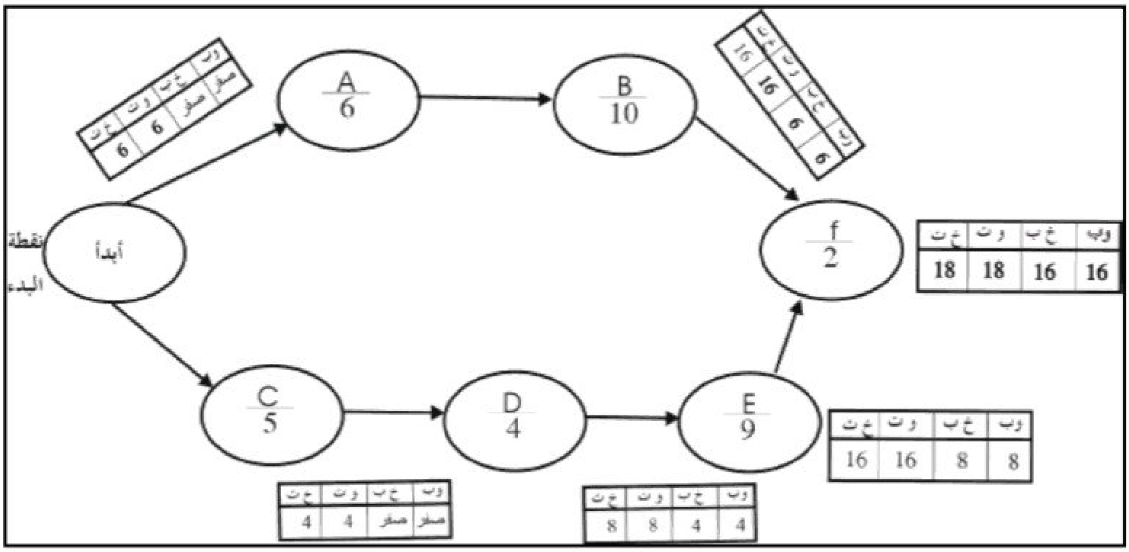
وبالتالي فإن القرار بتخفيض النشاط (e) بيوم واحد هو قرار صائب وفعّال:

ب. معرفة أثر هذا التخفيض على المسار الحرج نظراً (لأن الوقت الزائد (Slack) لكل من (a,b) وهي الأنشطة غير الحرجة يساوي الواحد صحيح فإن تخفيض (e) بيوم واحد سوف يؤدي إلى وجود مسارين حرجين هما:

A- b- f

C- d- e- f

ويمكن التأكيد على ذلك برسم الشبكة مرة أخرى حسب الشكل أدناه:



الشكل(25)

ج. وفي حالة وجـود أكثـر مـن مسـار حـرج يكـون أمامنـا بـدائل في عمليـة التخفيض وهي:

- تخفيض نشاط مشترك(يقع على المسارين) بيوم واحد.
- تخفيض توليفه مكونة من نشاطين.

الأول : يقع على المسار الأول والثاني على المسار الثاني.

وبتطبيق ذلك تكون البدائل التي أمامنا هي:-

- تخفيض النشاط (f) بيوم واحد سوف يتكلف (800) دينار.
- تخفيض النشاط (a) بيوم واحد،و (c) بيوم واحد. ويكون ذلك غـير ممكـن لأن (a) لا يمكن تخفيضه بسـبب أن وقـت التخفـيض سـيكون أقـل مـن

الوقت العادي كما أن النشاط (c) قد تم تخفيضه بالحد الأقصى الممكـن لـه وهو يوم واحد.

- تخفيض النشاط (b) بيوم واحد والنشاط (c) بيوم واحد وذلك أيضـاً غـير ممكن .
- تخفيض النشاط (b) بيوم واحد والنشاط (d) بيوم واحد. وذلك أمراً ممكنـا وسوف يتكلف ذلك 500+700 =1200 دينار.
- تخفيض النشاط (b) بيوم واحد، والنشاط (e) بيوم واحد، وذلك أمراً ممكناً وتكلفته

دينار1100 = 600+500

- وباستعراض هذه البدائل يتضح أن تخفيض النشـاط (f) بيـوم واحـد هـو البديل الأفضل. حيث أن تكلفته أقل من البدائل الأخرى الممكنة، كما أنه يتكلف أقل من الوفر المحقق وهو (1000) دينار.
- لمعرفة ذلك على المسار الحرج، نرجع إلى الشبكة. فطالما أن النشـاط الـذي تم تخفيض وقته هو نشاط مشـترك عـلى المسـارين الحـرجين، (وهمـا كـل الشبكة) فإن المسارين لن يتغـيرا، وتكـون البـدائل الموجـودة أمامنـا الآن للتخفيض هي:

- تخفيض النشاط (a) بيوم واحد، والنشاط (c) بيوم واحد وذلك غير ممكن.

- تخفيض النشاط (a) بيوم واحد والنشاط (d) بيوم واحد وذلك أمر غير ممكن.
- تخفيض النشاط (a) بيوم واحد، والنشاط (e) بيوم واحد وذلك أمر غير ممكن.
- تخفيض النشاط (a) بيوم واحد، والنشاط(d) وذلك بتكلفة (1200) دينار.
- تخفيض النشاط (b) بيوم واحد، والنشاط(e) بيوم واحد وذلك بتكلفة (1100) دينار.

• وطالما أن البدائل المتاحة للتخفيض كلها تتكلف أكثر من (1000) دينار وهو مقدار الوفر في التكاليف المحقق من تخفيض وقت النشاط بيوم واحد فإننا نتوقف عن التخفيض.

• ويمكن تلخيص خطة التخفيض المثلى على النحو التالي:-

أ. خفض النشاط (c) بيوم واحد، أي جعل مدة التنفيذ (4) يوم بدلاً من (5) يوم.

ب. خفض النشاط (e) بيوم واحد ، أي جعل مدة التنفيذ (8) يوم بدلاً من (9) يوم.

ت. خفض النشاط (f) بيوم واحد، أي جعل مدة التنفيذ(1) يوم بدلاً من (2)يوم.

وبالتالي فأن التكلفة الإجمالية لتخفيض أوقات الأنشطة الحرجة (c,e,f) هي 1700 دينار كالتالي:

دينار 1700 = 800 + 600 +300.

ويمكننا الآن إيضاح هذا التخفيض تدريجياً على التكاليف الكلية كما هو في الجدول التالي أدناه:

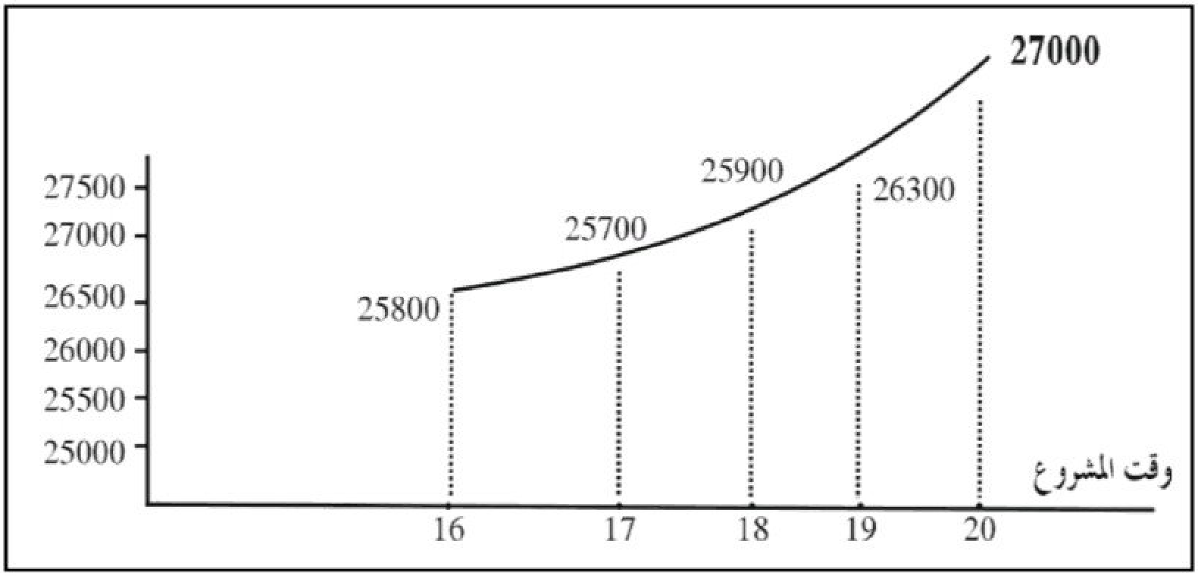
الجدول(9)

طول المشروع بالأيام	التكاليف المباشرة للانشطة (بالدينار)	التكاليف غير المباشرة المرتبطة بطول المشروع (بالدينار)	التكاليف الكلية (بالدينار)
20 قبل التخفيض	7000	20000=20×1000	27000
19 بعد التخفيض الأول للنشاط(c) بيوم واحد	7300=300+7000	19000=19×1000	26300
18 بعد التخفيض الثاني للنشاط (e) بيوم واحد	7900=600+7300	18000=18×1000	25900
17بعد التخفيض الثالث للنشاط(f) بيوم واحد	8700=800+7900	17000=17×1000	25700
16 مضافة للايضاح فقط	9800=1100+8700	16000=16×1000	25800

- من الجدول اعلاه نلاحظ أن إجمالي العائد المتحقق من تخفيض وقت المشروع هو 3000 دينار والناتج من توفير التكاليف غير المباشرة الناتجة عن التخفيض بمقارنة 3000=17000 -20000.
- وبذلك يكون صافي العائد المتحقق هو 1300 دينار وذلك بمقارنة 1300=1700 -3000.
- بمعنى آخر إن قرار التخفيض كان فعالاً حيث أن الوفر من التخفيض أكثر من تكاليف التخفيض بصافي عائد قدره(1300) دينار.

فإذا افترضنا على سبيل الإيضاح أن عملية التخفيض استمرت إلى (16) يوم عن طريق أفضل البدائل المتاحة الآن(مع تجاهل التكاليف غير المباشرة لليوم الواحد). فإننا يجب أن نخفض الأنشطة (b,e) كل بيوم واحد وسوف يترتب على هذا التخفيض زيادة في التكاليف قدرها (1100) دينار. ويكون البيان الخاص بذلك لهذه الحالة كما هو ظاهر الأغراض الإيضاح في الجدول السابق.. والذي يتضح منه أن هذا القرار سوف لا يُحقق أقل التكاليف.

فبعد القرار الذي توقفنا عنده وهو التخفيض حتى (17) يوم تبدأ التكاليف في الزيادة. ولذلك فإن أقل تكاليف ممكنة هي عند(17) يوم كما يتضح من الشكل أدناه:-



الشكل(26)

تخفيض وقت إتمام المشروع في حالة الميزانية المحددة

مثال آخر: (حالة الميزانية المحددة للتخفيض)

فيما يلي البيانات الخاصة بوقت وتكلفة إنجاز الأنشطة اللازمة لأحد المشروعات.

جدول(10)

النشاط	النشاط السابق مباشرة	الوقت العادي(يوم)	التكلفة العادية دينار	الوقت المنخفض(يوم)	تكاليف الوقت المنخفض(دينار)
A	_	2	6	1	10
B	A	5	9	2	18
c	a	4	6	3	8
d	B,c	3	5	1	9

المطلوب :

1. تحديد أقل وقت يلزم لإتمام المشروع وتكلفة الإنجاز

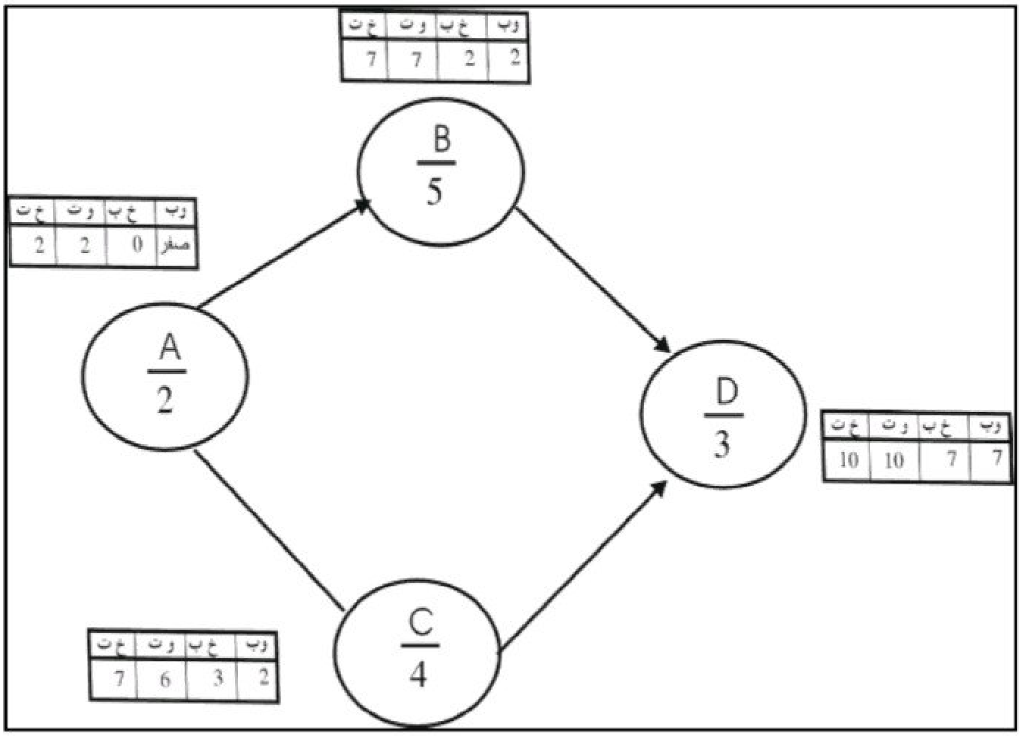
2. بفرض أن هناك ميزانية إضافية للمشروع قدرها (11) دينار ضع خطة لتوزيع هذه الميزانية بين الأنشطة حتى تصل إلى أقل وقت إنجاز بأقل تكلفة.

الحل:

1. أقل وقت يلزم لإتمام المشروع هو (10) أيام وتكلفة الانجاز العادية هي:

دينار 26 = 6+9+6+5

رسم الشبكة



الشكل(27)

2.لعمل خطة لتخفيض وقت الأنشطة يجب تحديد الأنشطة الحرجـة وتكلفـة تخفيض كل نشاط بيوم واحد.

أ. من الشكل أعلاه الأنشطة الحرجة هي(a,b,d).

ب. لتحديد تكلفة تخفيض كل نشاط بيوم واحد نقوم بتطبيق المعادلة التالية.

$$\text{تكلفة التخفيض بيوم} = \frac{\text{تكلفة الوقت المخفض} - \text{تكلفة الوقت العادي}}{\text{الوقت العادي} - \text{الوقت المخفض}}$$

الجدول التالي أدناه يبين ما يلي:

الجدول(11)

النشاط	وقت التخفيض	تكلفة التخفيض بيوم واحد
a	1	(10-6)÷(2-1)= 4
b	3	(18-9)÷(5-2)=3
c	1	(8-6)÷(4-3)=2
d	2	(9-5)÷(3-1)=2

التخفيض الأول:

يمكننا الآن أن نختار النشاط الـذي نبـدأ بتخفيضـه،ويجب أن يكـون النشاط المختار:

- نشاط حرج وفي هذه الحالة إما ((a,b,d).

- ان يكون من الممكن تخفيضه. وفي هذه الحالـة يمكـن تخفـيض كـل مـنهم حسب البيانات المتاحة ولذلك فأمامنا البدائل (d أوb أو a).

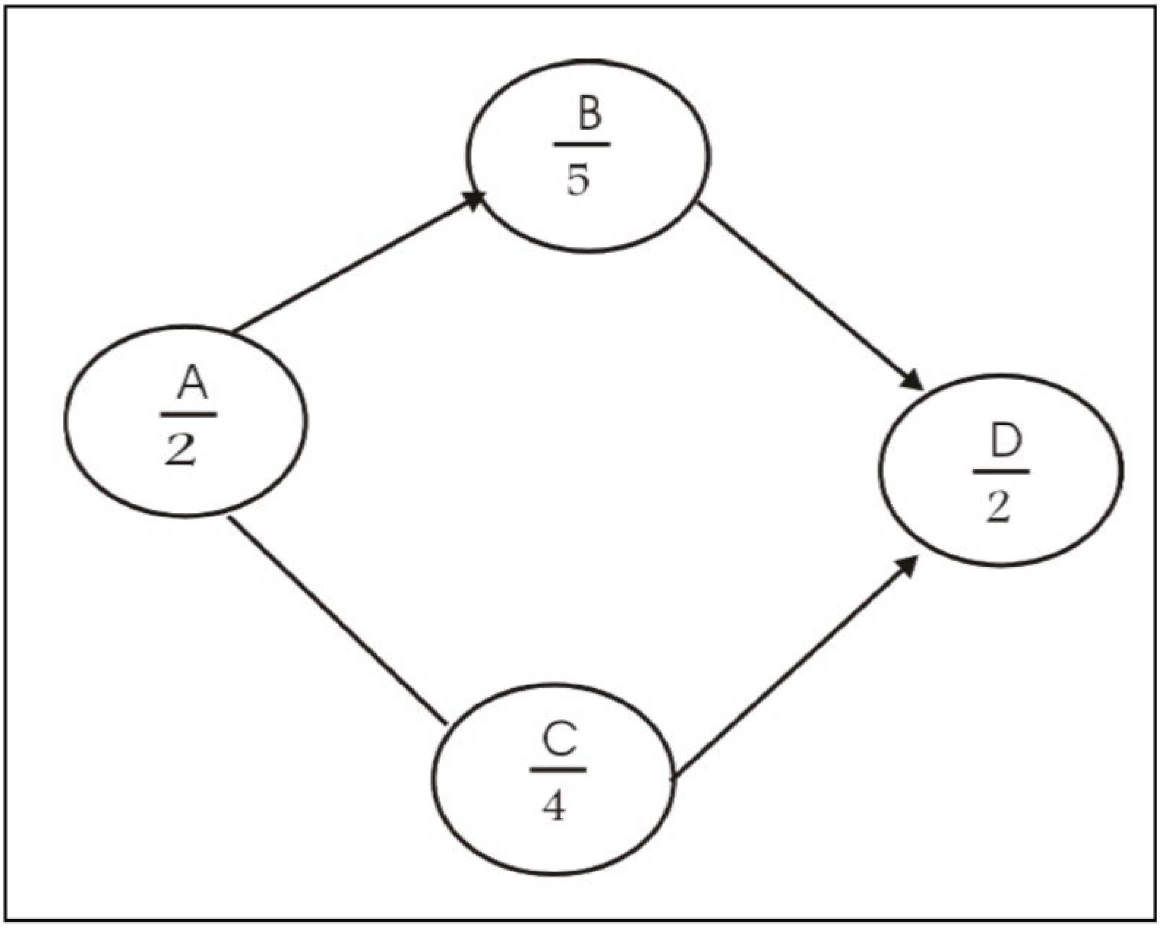
- أن تكون تكلفة التخفيض بيوم واحد للنشاط المختار هي أقـل التكـاليف من بين كل البدائل المتاحة. والآن بمقارنة تكلفة النشاط (a)= 4 وتكلفـة النشاط (b) = 3 وتكلفة النشاط (d) = 2

فنلاحظ أن النشاط (d) هو الذي يُمثل أقل تكلفة.

- أن تسمح الميزانية بعمل هـذا التخفـيض وطالما أننـا في أول الميزانيـة وأن المتاح هو (11) دينار أكبر من (2) دينار. فأننا يمكن أن نقوم بالتخفيض.

والقرار الأول هو:

خفض وقت إنجاز النشاط (d) بوحدة زمنية واحـدة أي بيـوم واحـد. ولنرى الآن أثر ذلك على المسار الحرج: كما هو واضح في الشكل ادناه:



الشكل(28)

بمجرد النظر نجد أن المسار الحرج الحالي يظل كما هو، ويرجع ذلك إلى أن النشاط المخفض هو نشاط مشترك يقع على كل المسارات المحتملة. ويعني ذلك أن طول المسار A,b,d يساوي 9 يوم بينما المسار(a,c,d) سوف يصبح (8) يوم وبالتالي فإن المسار الحرج سوف لا يتغير.

وطالما أنه ما زالت هناك ميزانية متاحة (11-2) = 9 دينار فإننا سوف نفكر في التخفيض التالي:

- المسار الحرج الآن هو d ← b ← a

وبالتالي فإن الأنشطة الحرجة التي يمكن تخفيضها هي (a,b,d) كالتالي :

- النشاط (a) بيوم واحد
- النشاط (b) بـ (3) يوم
- النشاط (d) بيوم آخر بعد تخفيضه بيوم واحد فيما سبق وبمقارنة التكلفة المترتبة على تخفيض كل منهم بيوم واحد نجد أن النشاط (d) ما زال هو الأقل تكلفة ولذلك.

فالقرار الثاني هو :

تخفيض النشاط (d) بيوم واحد. ولنرى تأثير ذلك على المسار الحرج الحالي:

لنفس الأسباب التي تم ذكرها في التخفيض الأول نجد المسار الحرج سوف يظل كما هو والأنشطة الحرج هي $a \rightarrow b \rightarrow d$

وطول المسار الحرج هو (8) أيام

وطالما أن هناك ميزانية متاحة

9-2=7 دينار

فإننا سوف نفكر في التخفيض التالي:

التخفيض الثالث

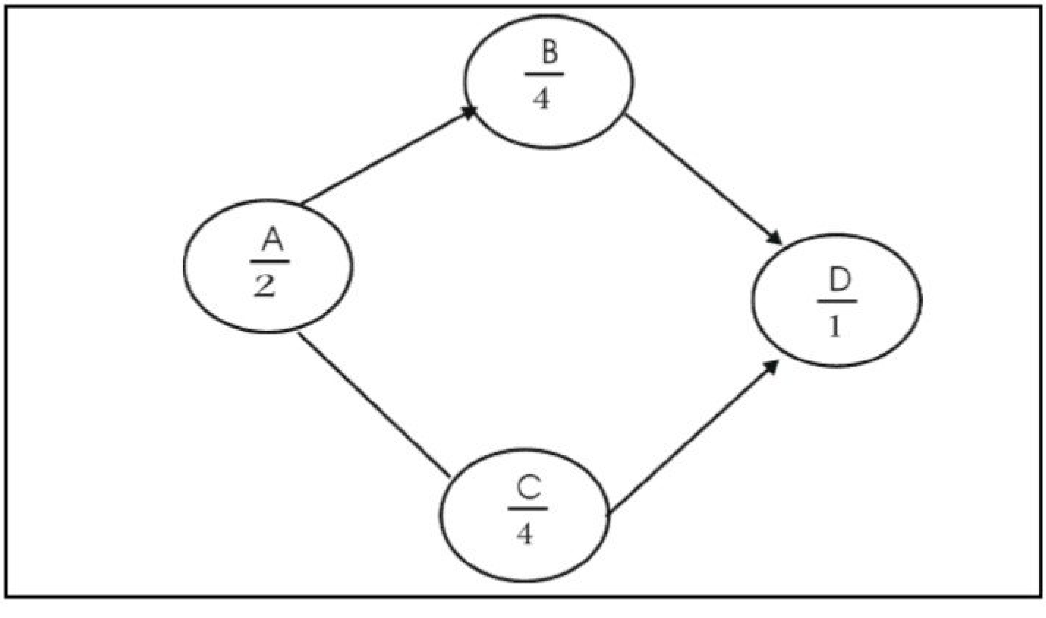
المسار الحرج الحالي هو d ← b ← a

وبالتالي فإن الأنشطة الحرجة إلى يمكن تخفيضها الآن هي:

- النشاط (a) بيوم واحد
- النشاط (b) بثلاثة أيام
- النشاط (d) لا يمكن تخفيضه أكثر من ذلك

وبمقارنة التكلفة المترتبة على تخفيض كل من النشاط (a) والنشـاط (b) بيوم واحد. نجـد أن تكلفـة النشـاط (b) أقـل تكلفـة مـن النشـاط(a) حسـب الجدول السابق. ولذلك

فالقرار الثالث: تخفيض النشاط(b) بيوم واحد ولنرى تأثير ذلـك عـلى المسـار الحرج الحالي كما في الشكل أدناه:



الشكل(29)

يتأمل هذه الشبكة نجد أن لدينا مسارين متساوين في الطول هما :

a → b → d = 7 يوم
a → c → d = 7 يوم

بمعنى آخر يوجد لدينا مساران حرجان المذكورين أعلاه.

ويتأمل الميزانية المتاحة الآن فهي دينار 4=3-7 فإننا سوف نفكر في التخفيض التالي:

التخفيض الرابع: هناك مساران حرجان وهما :

- **المسار الحرج الأول هو a → b → d**

- **المسار الحرج الثاني هو a → c → d**

وطالما أن الحالة الآن هي وجود أكثر من مسار حرج فأمامنا أكثر من بديل:

1 . تخفيض نشاط مشترك يقع على نفس المسارين وبهذه الطريقة يمكن تقليل المسارين معاً عن طريق تخفيض نشاط واحد. وفي هذه الحالة لدينا بدائل :

- تخفيض النشاط (a) بيوم واحد وتكلفة (4) دينار.

- تخفيض النشاط(d) بيوم واحد وذلك أمر غير ممكن لأننا قد خفضنا النشاط (d) بيومين فيما سبق.

2. تخفيض نشاطين معاً بنفس القيمة بحيث يقع كل منهم على مسار مختلف وفي هذه الحالة يكون لدينا وأمامنا بديل آخر وهو تخفيض النشاط (b) بيوم واحد والنشاط (c) بيوم واحد وسوف يتكلف ذلك دينار 5= 2+3

- وبمقارنة هذه البدائل جميعها نجد أن البديل الممكن والأقل تكلفة هو تخفيض النشاط (a) بيوم واحد. وذلك يعني أن سوف يكون لدينا مسارين حرجين هما a – b – d

a ⟶ c ⟶ d

وطول كل منهم = يوم 6 = 1+4+1

وحيث أن الميزانية المتبقية الان هي

صفر = 4-4

فإن ذلك يعني أنه لا يمكن عمل أي تخفيض آخر. ويمكن تلخيص القرارات كما يمكن :

1. خفض النشاط (d) بيومين والتكلفة = 4 دنانير
2. خفض النشاط(b) بيوم واحد والتكلفة 3 دنانير
3. خفض النشاط (a) بيوم واحد والتكلفة 4 دنانير

وذلك باجمالي تكلفة (11) دينار. ويكون وقت إتمام المشروع المخفض = 6 يوم وفي حدود الميزانية المتاحة لا يمكن عمل تخفيض أكثر من ذلك.