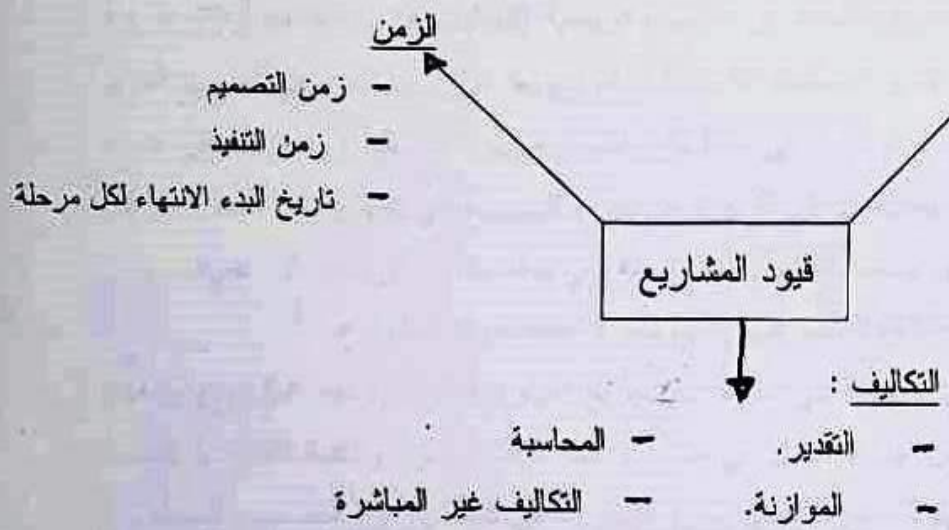
المحاضرة 4 د. محمد لطيف

قيود المشروع

تسمى القيود الثلاثية للمشروع ويمكن تمثيلها بشكل التالي:



١- الأداء :

أ- الجودة: ان الذي يحدد مستوى الجودة المطلوب هو المالك ، والذي قد يتمثل بشخص او مجموعة اشخاص (كزبائن مستثمرين) كبناء سكني مثلاً

ب- الوظيفة : أي تحديد مجال الاستثمار للمشروع (سكني او خدمات عامة او مدرسة).

ج- الصيانة : لايجوز اهمال مرحلة الصيانة وعدم اخذها بعين الاعتبار.

٢- الزمن Time

يجب تحديد زمن التنفيذ منذ البداية للعمل لان هذا الزمن يلعب دوراً هاماً في دخول المشروع ضمن سوق الاستثمار والذي قد يكون مجالاً عالياً للتنافس.

٣- التكاليف Cost

أ- التقدير : عند طرح المشروع للتصميم تبدأ عملية التقدير بشكل تقديري ، ويتم تحديد كلفة المشروع (بـ٣%) من التكاليف النهائية.

ب- الموازنة : هنا يمكن معرفة الكلفة بشكل ابعد لان الموازنة قد تكون قبل التنفيذ اما الموازنة التي تكون بعد التنفيذ فتكون تحت المحاسبة.

ج- المحاسبة: ان تكلفة المشروع النهائية لا يمكن تحديدها حتى ينتهي المشروع كاملاً لذلك يجب وعلى مستوى المشروع تقسم اعتماد نظام محاسبي ضمن المشروع ، وتوجد الان مؤشرات عالمية تعتمد على انظمة محاسبة دقيقة ومعينة تفيد كلاً من اطرف المشروع في تحديد كلفة المشروع.

هـ - التكاليف غير المباشرة: وتقسم الى :

على مستوى المشروع ، أجار المكتب والسيارات والهاتف والخدمات .

(جدولة المشاريع)

بعد الانتهاء من تخطيط المشروع وتقسيمه إلى عناصره الرئيسية (العمليات اللازمة للتنفيذ) تأتي مرحلة الجدولة ان جدولة النشاطات هي إحدى المتطلبات الاساسية للمشروع بعد اقراره والادارة هي الجهة التي تقوم بعملية الجدولة في معظم الحالات الا انه في حالة كون المشروع كبيراً او معقداً ، ويحتوي على عدد كبير من النشاطات فان الادارة المتخصصة في كل جزء من اجزاء المشروع هي تقوم بعملية الجدولة لذلك الجزء وتقوم بمراقبة ومتابعة التنفيذ بحسب الجداول الموضوعة وفي حالة حدوث أي تغيير او انحراف عن الجداول الموضوعة فان مسؤولية الادارة تحتم عليها القيام بعملية اعادة جدولة المشروع.

تعتبر عملية الجدولة من اهم الأدوات التي تساعد على توزيع الموارد خلال فترة تنفيذ المشروع، ومعظم المشاريع تبدأ بجدولة العمليات من اجل الوصول الى تقديرات دقيقة للوقت والمواد والكلفة اللازمة لتنفيذ مختلف النشاطات وتحتل الجداول المرجع الرئيسي لجميع الاطراف في المشروع (صاحب المشروع والمخطط والمنفذ والمراقب) تهدف الجدولة في النهاية الى اتمام المشروع الى افضل وجه ممكن اقل زمن واقل كلفة واقل مخاطرة ممكنة من خلال :-

- دراسة البدائل.
- الوصول الى افضل جدول زمني للمشروع.
- استغلال الموارد المتاحة بفعالية وكفاءة عالية.
- تحسين الاتصال بين الافراد في المشروع.
- تسهيل عملية متابعة ومراجعة المشروع.
- الوصول الى رقابة جيدة للمشروع.

قبل القيام بعملية الجدولة ، وبغض النظر عن حجم ودرجة تعقيد المشروع يجب الحرص على الاجابة على الاستفسارات التالية.

- عدد النشاطات اللازمة والمستوى المطلوب للوصول الى تفاصيل النشاطات لتنفيذ المشروع.
- ان تكون جميع النشاطات واضحة ومعرفة وعلاقتها ببعضها وتسلسلها في المشروع واضح

- مدى ارتباط واعتماد عملية الجدولة على عملية التقسيم المشروع.
- معرفة الحدود الزمنية وهي وقت البداية لكل عملية او نشاط والموارد اللازمة للتنفيذ ان امكن.
- الجهة صاحبة العلاقة.

أنواع طرق تخطيط المشاريع Methods of Planning

هناك عدة انواع من الطرق الخاصة في تخطيط المشاريع ومن ابرز هذه الطرق.

١. طريقة المخطط الشريطي. Bar Chart Method

٢. طريقة التحليل الشبكي . Net Work analyze sis Method

- بالاسهم . (A.O.A) Activity on Arrow

- بالعقد . (A.O.N) Activity on Nodes

٣. طريقة خط التوازن Line of Balance Method

٤. طريقة بيرت Program Evolution Review Techniques

٥. طريقة المشبك الزمني. Time Grade Method

الفعالية الانشائية : Constriction activity

هي جزء من المشروع التي يمكن انجازها باستخدام نوعية معينه من الايدي العاملة او نوعية من المعدات الانشائية.

عوامل تحديد استخدام طرق التخطيط :

١. توفير الايدي العاملة وانتاجتها (عامل/ ساعة) Man/ hours

٢. توفر المعدات وامكانية استخدامها طبقا لظروف المشروع وانتاجتها.

٣. توفر المواد الانشائية وظروف ومشاكل ايصالها الموقع المشروع.

٤. استخدام المقاولين الثانويين وعلاقات العمل فيما بينها.

٥. امكانية تصنيع بعض الاجزاء الانشائية او استيرادها من الخارج.

التخطيط والجدولة والمراقبة:

إن المفهوم المتداول بين الناس للتخطيط يقصد به التخطيط والجدولة معاً، لذلك يجب التمييز بينهما اذ انهما ليسا عملاً واحداً، حيث ان التخطيط مقدمة للجدولة التي تعتبر نتيجةً للتخطيط.

- **فالتخطيط (Planning)** فيعني الاجابة على اسئلة ، ماذا يجب ان نعمل؟" ، و"كيف" و"أين" ومن قبل "من" ، إن أهمية التخطيط الجيد والمناسب هو الحصول على معطيات مناسبة من أجل جدولة المشروع بشكل صحيح.
- **اما الجدولة (البرمجة Scheduling)** : أي جدولة تنفيذ الفعاليات فتعنى الاجابة عن سؤال "متى يجب ان نعمل؟"
- **المراقبة (Monitoring):** أن التنفيذ في الواقع لا يتم وفق المخطط له، فالمشكلات غير المتوقعة يمكن أن تظهر بشكل دائم. وقصور الخطة عن التنبؤ بالتفاصيل الدقيقة أمر طبيعي. مما يؤدي لاضطراب غير متوقع في التنفيذ وبالتالي انحراف جزئي عن الخطة، مما يتوجب على المنفذ اكتشاف أي انحراف عن الخطة بشكل مبكر، وتعديل الخطة حتى يتمكن من تحقيق أهدافها. وهذا يتطلب **المتابعة** المستمرة للخطة **ومراقبة تنفيذها وادخال التعديلات** عليها وفق الحاجة. وهذا ما يسمى: **المراقبة**

تخطيط التشييد:

- هو دراسة كل الظروف المتعلقة بالمشروع من أجل إيجاد أفضل طريقة للعمل لتحقيق الهدف الاساسي ،(الهدف هو إنهاء العمل المطلوب)، ضمن فترة زمنية محددة (جدولة) وتكاليف مقدرة مسبقا (موازنة) وذلك ضمن المواصفات والشروط الفنية فيما يتعلق بالمواد وطرق التشييد (الجودة).
- وهو اعداد البرامج والخطط الزمنية اللازمة لضمان تنفيذ المشروع ضمن السقف الزمني المحدد له، ويشمل التخطيط الزمني والتخطيط الاقتصادي (الكلفة) والتخطيط الفني. يشمل بشكل أساسي تحديد مجال العمل وتحليله وتحديد تكنولوجيا وطرق التشييد المستخدمة لإنجاز العمل حتى يتم تحقيق متطلبات التصميم والمواصفات المحددة.

أهمية التخطيط:

- تعتبر عملية التخطيط من أهم وأصعب وظائف الإدارة، فهي بمثابة الشريان الذي يغذي كافة عمليات الإدارة لما لها من دور أساسي في تنسيق أعمال كافة أطراف المشروع وتزويدهم بالمعلومات الضرورية لهم والزمن اللازم لإنجاز أعمالهم.
- ويعرّف التخطيط في مشاريع التشييد بأنه الاستراتيجية المتبّعة في إنجاز الأعمال من أجل الحصول على مشروع ناجح، حيث يتم من خلال عملية التخطيط اختيار وتحديد فريق عمل المشروع، وتعريف المهام المطلوب إنجازها لإتمام المشروع بالشكل الأمثل.ولهذا فإنه لا بد أن تحتوي خطة المشروع على تفاصيل دقيقة لأعمال المشروع وبالمستوى الكافي الذي يسمح لكافة أفراد المشروع أن يكونوا على دراية بالأعمال التي يجب إنجازها من قبلهم ضمن كل مرحلة من مراحل المشروع.

♦ كما يعتبر التخطيط الخطوة الأولى لكل من عمليتي الجدولة والمراقبة حيث لا يمكن إتمام الجدولة إلا بعد أن يتم تحديد العمليات المكونة للمشروع وهذا ما تقوم به عملية التخطيط، وكذلك لا يمكن أن تتم مراقبة المشروع بدون وجود خطة محددة تكون بمثابة القاعدة أو الأساس الذي بواسطته يتم معرفة فيما إذا كان المشروع يسير في مساره الصحيح أم يعاني من انحرافات وتباينات قد تشكل في بعض الأحيان مخاطر عظيمة على المشروع ككل.

♦ وهكذا وبناء على ما سبق، يمكننا القول بأن التخطيط هو ببساطة يشكّل حجر الأساس في عملية نجاح المشروع.

اهداف التخطيط

ان الهدف من التخطيط هو:

1. تحديد الطرق الاسرع والاقل كلفة لتنفيذ المتطلبات
2. تحديد المتطلبات التنفيذية لانجاز العمل مثل عدد العمال والاليات.
3. تحديد الموارد اللازمة وكمياتها وزمن تجهيزها مقارنة بزمن تنفيذ العمل.
4. تحديد طريقة سريعة لحساب تقدم العمل والمصاريف والسيولة النقدية.
5. تحديد الفعاليات غير الصحيحة التي يمكن ان تحدث ودراسة امكانية تجاوزها.

ان الخطة المعقولة لتنفيذ المشروع تعتمد على التقدير الواقعي لمدة تنفيذ الفعاليات المختلفة.

مراحل التخطيط

تتباين كمية وحجم أعمال التخطيط في مشاريع التشييد من مشروع لآخر، وذلك وفقاً لطبيعة وحجم ودرجة تعقيد الأعمال المطلوب تنفيذها خلال المشروع. كما تختلف الطرق المتّبعة في أعمال التخطيط من شركة لأخرى بما يتناسب مع سياسة الشركة والإجراءات المتّبعة ضمنها. إلا أنه ومهما اختلفت تفاصيل الأعمال وكميتها والإجراءات المستخدمة، فإنه لا بد أن تمر أعمال التخطيط ضمن مراحل ثلاثة أساسية وهي:

0. مرحلة التخطيط المسبق (ما قبل العطاء).
1. مرحلة التخطيط الرئيس (ما قبل العقد).
2. مرحلة التخطيط عند تنفيذ العقد (اثناء التشييد).

1 مرحلة التخطيط المسبق (Pre-planning):

التخطيط في هذه المرحلة يقوم به صاحب العمل او مستخدميه، (مهندسين، استشاريين، مؤسسات)، في المراحل الاولى لاتخاذ القرار (قبل المناقصة) للتعرف على المدى الزمني المطلوب لتنفيذ العمل بموجب المخططات المتوفرة مع تحديد الاسعار الملائمة ويمتاز التخطيط في هذه المرحلة باولويته وسرعته وقلة دقته. يرتبط التخطيط خلال هذه المرحلة بشكل وثيق مع عملية التقدير للكلفة حيث يُعنى التخطيط ضمن هذه المرحلة بوضع الخطوط الرئيسة للمشروع من خلال تحديد طرق التشييد، الموارد المطلوبة، والفترة الزمنية للمشروع. تتفاوت الفترة الزمنية اللازمة لإنجاز أعمال التخطيط ضمن هذه المرحلة من أسبوع إلى ثلاثة أشهر. كما يختلف عدد الأشخاص القائمين على تنفيذ هذه العمليات وفقاً لطبيعة الأعمال ودرجة تعقيدها.

2 مرحلة التخطيط الرئيس (ما قبل تنفيذ العقد) (Post-planning)

تبدأ مرحلة التخطيط الرئيس بعد توقيع العقد بين المالك والمقاول اذ يقوم المقاول (مستخدميه) بإعداد الخطة رئيسية (Master Plan) يقدمها كاحد شروط العقد ليتم الاتفاق عليها ومصادقتها من قبل صاحب العمل. وبناء على ذلك يجب أن يقوم المقاول ضمن هذه المرحلة من حياة المشروع اتخاذ كافة القرارات المرتبطة بتنفيذ المشروع والتي تشمل الاتي :

1- تمويل العقد وتوفير السيولة النقدية اللازمة،
2- التعاقد مع المقاولين الثانويين والموردين،

3- توفير احتياجات المشروع من الموارد المختلفة،
4- بناء الخطة الرئيسية اللازمة لإنجاز أعمال المراحل التالية من المشروع بناءا على القرارات السابقة ومراجعة كافة المعلومات المتوفرة .

من الامور الاساسية التي على المقاول انجازها ضمن هذه المرحلة اعتمادا على الخطة الرئيسية والتي تكون ضرورية لتنفيذ المشروع الامور الاتية:

1- اعداد البرنامج الرئيسي التفصيلي(Baseline Schedule)

هي جدولة المشروع الموافق عليها من المشرف وبالتالي تم اعتمادها كخطة رئيسية أو أساسية تشكل المرجع الاساسي والوحيد (في بداية التنفيذ) الذي يتم الرجوع إليه لقياس تقدم العمل و مقارنة الأعمال الفعلية مع الأعمال المخططة.

تعبر الخطة الرئيسية عن الطريقة المعتمدة من قبل المقاول والمشرف لتنفيذ مختلف الأعمال ضمن المشروع ، أي الأعمال المطلوب تنفيذها والتسلسل المنطقي للتنفيذ بالاضافة لطريقة التنفيذ. يكون المقاول مسئولاً عن تحضير الجدولة المحددة وفق وثائق العقد وتقديمها للإشراف وفق الإجراءات المحددة في وثائق العقد ليتم الموافقة عليها واعتمادها.

ويتم تمثيل البرنامج الرئيسي بواسطة ادوات تخطيطية بسيطة مثل (مخطط الغضبان) في المشاريع الصغيرة بينما تستخدام ادوات تخطيطية اكثر تعقيدا مثل (المخطط الشبكي) في المشاريع المتوسطة والكبيرة الحجم.

جدولة الموارد

من الضروري في هذه المرحلة تعيين الاحتياجات من الموارد المختلفة اللازمة في التنفيذ، ويتم ذلك من خلال جدولة هذه الاحتياجات اعتمادا على البرنامج الرئيسي وإعداد ما يسمى بجدولة الموارد أو الاحتياجات. تتمثل جدولة الموارد بالتالي:

- جدولة اليد العاملة.
- جدولة المواد (أو استهلاك وتوريد المواد).
- الجدولة التي تبين تاريخ بدء أعمال كل من المقاولين الثانويين وانتهائها.
- جدولة الآليات.

3- إعداد الموازنة والتدفق النقدي:

الموازنة: يتم تحضير الموازنة خلال هذه المرحلة وبالاعتماد على البرنامج الرئيسي، وتعرف الموازنة بأنها توزيع تكاليف المشروع على الزمن.

التدفق النقدي: يعرف التدفق النقدي(cash flow) بأنه الفرق الحاصل بين منحني النفقات و منحني الدخل الممثل بالدفعات المالية عند أية نقطة زمنية من المشروع.

ينضم إلى فريق أعمال التخطيط في هذه المرحلة مدير المشروع الذي سيقوم بإدارة المشروع ضمن الموقع، كي يكون على دراية تامة وخلال وقت مبكر بطبيعة أعمال المشروع والاطلاع على المخططات وجداول الكميات الخاصة بالمشروع. كما يقوم مدير المشروع خلال هذه المرحلة بإعداد مخطط موقع العمل والمشاركة في تحضير البرنامج الرئيسي.

تتفاوت الفترة الزمنية المسموح بها لإنجاز أعمال التخطيط ما قبل العقد وذلك بناء على درجة تعقيد الأعمال وإلحاح المالك للبدء بالعمل ضمن الموقع. وعادة يتم تحديد الفترة الزمنية ما بين إصدار العقد ودخول المقاول لموقع العمل ضمن وثائق العقد، وتكون من أجل المشاريع الصغيرة من (5-10 يوم) بينما تتراوح هذه الفترة من أجل المشاريع الأضخم والأكثر تعقيداً من (45-60) يوم.

مرحلة التخطيط عند تنفيذ العقد (التشييد):

يتم إنجاز أعمال التخطيط الخاصة بهذه المرحلة أثناء تنفيذ المشروع. ونظراً لبدء الأعمال ضمن الموقع، فإن متابعة دقيقة ومراقبة محكمة يجب أن يتم عملها لأجل أعمال التشييد المنفذة من أجل إبقاء المشروع ضمن مساره الصحيح والاستعداد لمواجهة أية انحرافات ناتجة عن أسباب مختلفة ربما تؤدي إلى زيادة في التكاليف أو تأخير في زمن انتهاء المشروع.إن أعمال التخطيط المنفذة ضمن هذه المرحلة تشكل جزءاً من عملية المراقبة هذه.

من أهم أعمال التخطيط ضمن هذه المرحلة هو :

1- التخطيط القصير الأمد (Short-term planning) وتهدف الى وضع خطة مفصلة للعمليات الواجب القيام بها وعادة تكون لمدة زمنية محدد (تتراوح بين اسبوع وشهر) ولجزء معين من الخطة الرئيسية (لفعالية واحدة) لاجل التعرف على نوع العمل والمواد المطلوبة فيه .
2- تحديث الخطة Updating schedule
3- التعديلات على الخطة الرئيسية:
   I- تعديل الخطة Revised schedule
   II- تصحيح الخطة Recovering schedule

مهام ومسؤوليات المخطط:

تختلف مهام ومسؤوليات المخطط وفقاً لطبيعة العمل، والهيكلية التنظيمية للمشروع. ففي الشركات الصغيرة، يقوم المخطط – إضافة إلى مهامه الرئيسة- بأعمال إضافية كأعمال التقدير وحساب الكميات. أما في الشركات الكبرى، فإنه لا بد من وجود قسم تخطيط رئيسي يحتوي على عدد من الأفراد المسؤولين عن عمليات التخطيط، ويرأسهم شخص متخصص في أعمال التخطيط وذلك لأجل كل مرحلة من مراحل تخطيط المشروع.

وفي كافة الأحوال، فإنه لا بد من التأكيد على أن وظيفة المخطط هي من أهم وظائف فريق المشروع وأكثرها صعوبة ودقة.

- تبدأ مهام المخطط ومسؤولياته منذ بداية عمليات التحضير للعرض او العطاء (tender) وتستمر حتى نهاية المشروع. حيث يقوم المخطط في مرحلة التخطيط ما قبل العرض بالانضمام إلى فريق التقديراو التخمين ليعمل كفرد من أفراده، وهذا يتطلب منه القيام بجمع المعلومات، وتحديد طرق التشييد التي سوف يتم استخدامها في تنفيذ المشروع بمساعدة مدير المشروع المعين أو الفريق المسؤول عن التنفيذ في الشركة، والعمل على تحديد فقرات الأعمال الأكثر أهمية والأعلى كلفة، إضافة إلى تحديد احتياجات المشروع من الموارد المختلفة. ولا يمكن أن ننسى أيضاً دوره الهام في عملية تحضير البرامج الزمنية والقيام بعملية الاتصال والتنسيق مع باقي أفراد فريق العمل من أجل إنجاز مهمة التحضير للعرض.

3. لا تتوقف مسؤوليات المخطط بانتهاء مرحلة ما قبل العطاء، بل تستمر إلى المراحل التالية كمرحلة ما قبل العقد ومراحل التشييد، حيث تتطلب هذه المراحل تفاصيل أكثر دقة للبرامج الزمنية، واهتماماً أكبر بالموارد المطلوبة لتنفيذ الأعمال، إضافة إلى مهام كثيرة تقع كلها على عاتق المخطط بالتنسيق مع مدير المشروع وفريق العمل المسؤول عن تنفيذ الأعمال في المشروع، حيث يعمل على تحديث البرامج من خلال تقارير تقدم الأعمال في المشروع والتي يتم اعدادها في المشروع، و يعمل على أرشفة وثائق المشروع لاستخدامها في عملية التغذية الراجعة، إضافة إلى مشاركته في عمليات التوثيق والتنسيق بين كافة أفراد المشروع وتزويدهم بالمعلومات اللازمة وذلك كمهام إضافية لمسؤولياته الأساسية.

مقومات التخطيط الجيد

1- البساطة حيث يكون الاسلوب البسيط الفهوم للعاملين او الذي يكون يمكن فهمه سهلا هو المفضل.

2- المرونة وقابلية التكيف والتحديث (Updating) مع تغير الظروف بدون انيؤثر ذلك على كفاءة الخطة.
3- الواقعية والاخذ بنظر الاعتبار العوامل المحيطة بالعمل اثناء تنفيذ الخطة.
4- تتلائم الخطط الموضوعة مع اسلوب المراقبة والسيطرة (Monitoring & Controling) المعتمدة في اعمال السيطرة على الكلف.
5- يجب ان تكون الخطة الموضوعة قد اخذت بنظر الاعتبار الموارد (الافراد، المعدات، المواد، الاموال) والتعامل مع المتوفر منها وعدم اللجوء الى موارد غير متاحة او مستورده قدر المستطاع.

الخطوات العامة لاعداد الخطة الرئيسية

1- تجزئة المشروع الفعالي ات (Activities) او مه ام (Tasks) او فق رات (Items) وه ذه العملية اعداد هيك ل تفصي لي العم ل (Work Breakdown Structure (WBS)). ت يك ون كل مشروع او عمل مكون من عدد من الفقرات التي تكون مختلفة فيما بينها بحجم المه وارد والوق ت ذي تتطلبه لانجاز درازمعه د المواصف ات الانشائية (CSI) (Construction Specification Institut) لمسة رئيسة لتخطيط ين لوضع هيك ل تفصيلي للعم ل (WBS) ن اعتباره ا كقائمة دقيق لمنع الاغفال عن بعض الفقرات الداخلة في تنفيذ المشروع. تتضمن القائمة الرئيسية 16 فقرة رئيسية وكل فقرة تتضمن عدد من الفقرات الثانوية. عملية التجزءة هذه تتم اعتمادا على طبيعة تلك الفعالية ونوع الايدي العاملة المستخدمة فيها ، فمثلا يمكن تجزئة مشروع بناء دار سكنية الى الفعاليات الاتية :

- تسوية وتخطيط الموقع.
- حفر الاسس.
- بناء الاسس.
- البناء بالطابوق
- اعمال السقف.
- اعمال التسطيح.
- اعمال انهاء الارضيات والجدران.
- بناء السياج.

ومما يجدر الاشارة اليه ان اعداد الفعاليات ودرجة التفصيل فيها يعتمد على حجم المشروع وطريقة التنفيذ فحسب المثال السابق توجد فقرة او فعالية واحدة تمثل الاسس في حين في بعض المشاريع الكبيرة يمكن ان تكون هذه الفعالية مكونة من عدد من الفعاليات (اعمال القالب، اعمال التسليح، اعمال الصب، اعمال الانضاج)

2- تحديد المدة الزمنية (Duration) والكلفة (Cost) اللازمتين لانجاز كل فعالية، حيث يمكن معرفة المدة اللازمة للانجاز من معرفة الامور التالية:

- حجم الفقرة (يمكن حساب حجوم الفعاليات من المخططات)
- اسلوب التنفيذ(اذ يمكن تنفيذ كل فعالية بطرق انشاء مختلفة والذي يقود الى امكانية تنفيذ كل فعالية بمدد وكلف مختلفة)
- وانتاجية فرق العمل (اساس افتراض استخدام اعداد فرق عمل اعتيادية للعمال والمعدات والذي يقود الى تنفيذ الفعالية بأقل كلفة ممكنة)
- تستعمل المعادلة الرياضية لحساب المدة اللازمة للانجاز

$$\text{Duration} = \frac{Quantity of\ item}{production\ Rate}$$

فعلى سبيل المثال لتحديد المدة الزمنية لفقرة حفر الاسس في المثال السابق فيجب معرفة حجم هذه الحفريات وليكن ($180\ m^3$) ولنفترض ان اسلوب العمل هو (الحفر اليدوي) وكان معدل انتاجية العامل ($5m^3$) في اليوم وسيتم استخدام (6عمال) فان المدة الزمنية لانجاز هذه الفقرة (6يوم).

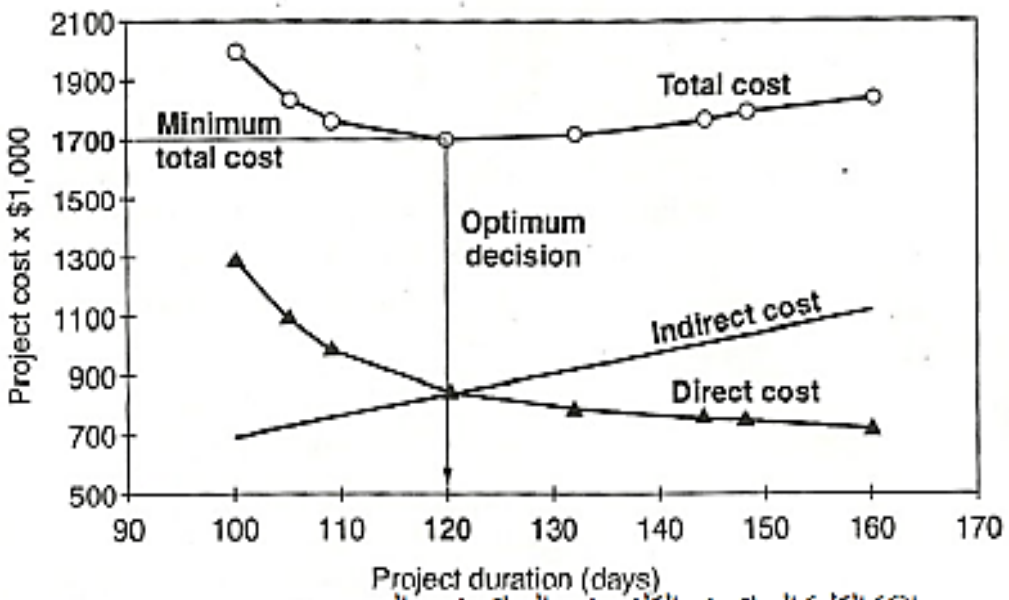
اما فيما يخص كلفة الفعالية فهي تتالف عادة من مجموع نوعين من الكلف هما :

I- الكلفة المباشرة: وهي تشمل كلف جميع الخدمات والمواد والمعدات واليد العاملة وغيرذلك من الموارد المرتبطة ارتباطا وثيقا بانجاز تلك الفعالية، بمعنى ان استبعاد اية كلفة من هذه الكلف يسبب عدم انجاز تلك الفعالية او توقف العمل بها. وبسبب وجود عدة طرق مختلفة لانجاز فعالية ما فان ذلك يؤدي الى ان تكون مدة الانجاز مختلفة والكلفة المترتبة على ذلك مختلفة ايضا فعلى سبيل المثال العمل لساعات اضافية (تزداد كلفة الساعة وتقل الانتاجية وبالتالي تقليل في زمن الانجاز لكن زيادة في الكلفة) أو استخدام مواد اسرع تثبيتا او استخدام تكنولوجيا مختلفة او استخدام المعدات الميكانيكية في الحفر بدلا عن الحفر اليدوي (يسبب زيادة في الانتاجية أي نقصان في زمن التنفيذ لكن زيادة في الكلفة) مما يؤدي الى ان يكون هذا النوع من الكلف مرتبط بزمن انجاز الفعالية بعلاقة عكسية أي ان الكلف المباشرة تقل بزيادة زمن تنفيذ الفعالية وبالعكس وكمثال على الكلف المباشرة لفقرة البناء بالطابوق (تكون كلفة شراء الطابوق والاسمنت والرمل وكلفة اليد العاملة تعتبر كلها كلف مباشرة اذ ان استبعاد اية كلفة من هذه الكلف تسبب توقف العمل بتلك الفقرة وعدم اكتمالها)

II- الكلف غير المباشرة: وهي كلف ضرورية لتنفيذ المشروع ككل ولاتعود الى فعالية معينة وتقسم الى:-

+ مصاريف ادارية للمشروع (Project Overhead) التي تعود الى مشروع معين ضمن الشركة المقاولة مثل مصاريف الاشراف على المشروع وكلفة التأمين على المشروع وتتراوح تلك الكلف بين (5-30)% من **الكلفة المباشرة للمشروع**.وتشمل كلف جميع الخدمات والمواد والمعدات واليد العاملة وغير ذلك من الموارد التي تساعد على تحسين الانتاجية او النوعية او كلاهما لفعالية ما دون ان يكون لها تاثير على انجاز تلك الفعالية (لاتسبب توقف الفعالية) وهذا النوع من الكلف يتميز بانه مرتبط بزمن انجاز الفعالية بعلاقة طردية أي ان الكلف غير المباشرة تزداد بزيادة زمن تنفيذ الفعالية وبالعكس وكمثال على الكلف غيرالمباشرة لفقرة البناء بالطابوق (تكون كلفة اجور المشرف او الحارس تعتبر كلها كلف غير مباشرة لان استبعاد أي منها لايؤدي الى توقف العمل في تلك الفعالية).
+ كلف المكتب الرئيسي للشركة (المقاول) (General Overhead) والتي تشمل على سبيل المثال (ايجار بناية الشركة، القرطاسية، اجور الاتصالات، السكرتارية، اجور الوقود والطاقة الكهربائية والماء، وغير ذلك) وهذه الكلف توزع على كل المشاريع التي لدى المقاول وتحسب عادة كنسبة من الكلف الكلية لاي مشروع والتي توزع لاحقا على فعاليات ذلك المشروع ويقدر مقدار هذا النوع من الكلف غير المباشرة مابين (0-15)% من مجموع **الكلف الكلية للمشروع**.

لذا فان الزمن الامثل لتنفيذ فعالية ما فهو الزمن الذي يقابل اقل كلفة كلية لتلك الفعالية وحسب المخطط البياني الاتي:



مخطط يوضح علاقة الكلفة المباشرة والكلف غير المباشرة مع الزمن
(نلاحظ ان الزمن الامثل هو الذي يقابل اقل كلفة كلية)

3- تحديد التسلسل المنطقي للفعاليات

لغرض تحديد العلاقات المنطقية بين الفعاليات فان فريق العمل المكلف بالتخطيط يجب ان يحدد مايلي:-

- ماهي الفعاليات السابقة (Preceded by) للفعاليه الحالية.
- ماهي الفعاليات اللاحقة (Followed by) للفعالية الحالية.
- ماهي الفعاليات التي تنفذ في ذات الوقت مع الفعالية الحالية.

وهناك بعض النقاط التي يجب مراعاتها عند تحديد التتابع المنطقي للفعاليات منها:-

- ♦ المتطلبات الفنية (Technical requirements)
- ♦ اعتبارات الكفاءة والامان(Safety and efficiency considerations)
- ♦ مدى توفر الموارد المحدودة او الحرجة(Availability of limited resources)

4- معرفة محددات المشروع.

5- تحديد المعوقات والمحددات التي يمكن ظهورها اثناء التنفيذ ومنه محددات المجهزين والمقاولين الثانويين وشراء المواد.