برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل المتدرب

البرنامج التدريبي مهندس مشروعات

إدارة مشروعات – الدرجة الثالثة

حقوق الطبع محفوظة
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى
الإدارة العامة للمسار الوظيفى - إدارة المشاريع

تم اعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية ـ الادارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي V1 1-7-2016

الفهرس

المفاهيم العامة لإدارة المشروعات ٢

مفهوم ادارة المشروع ٥

التخطيط والرقابة على المشروعات ١١

التخطيط والرقابة لمشروع الانشاءات ١٣

التخطيط باستخدام أسلوب المسار الحرج ٢٤

إدارة موارد المشروع ٤٤

الرقابه على زمن المشروع ٥٨

ضغط زمن المشروع ٦٥

المفاهيم العامة لإدارة المشروعات

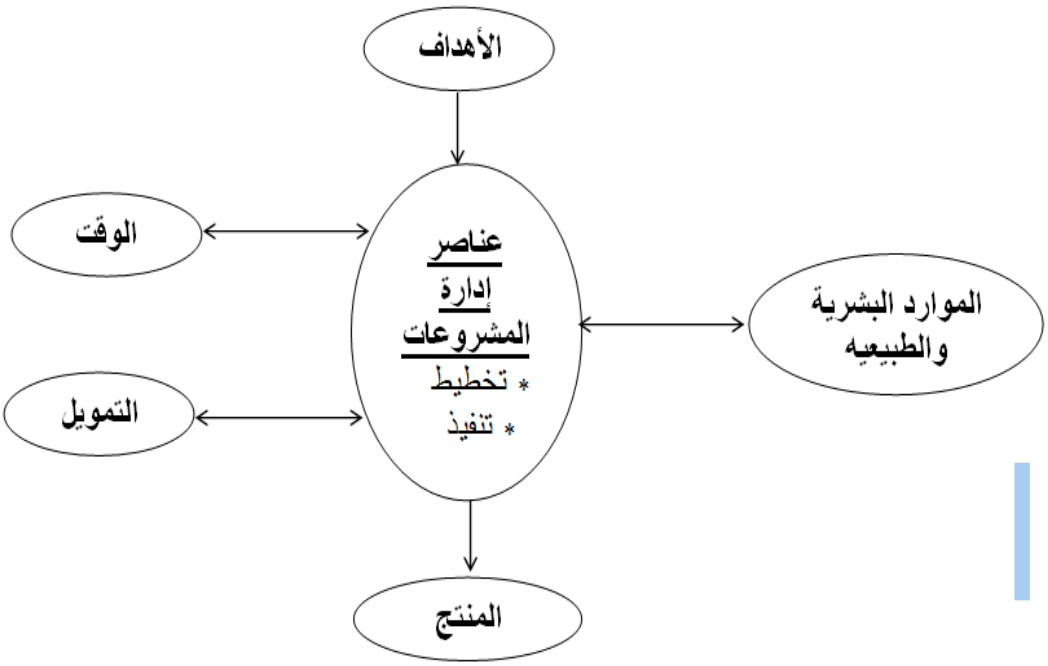
الإطار العام لإدارة المشروعات

مقدمه

لعل من المهم معرفة أن إدارة مشروعات المقاولات تختلف اختلافا بينا عن إدارة المنظمات أو اداره المشـــروعات الصناعيه وذلك لكون مشروع المقاولات محددا ببدايه ونهايه معينه بخلاف المنظمـــات والمشـــروعات الأخـــرى كالمستشفيات – المصانع – ..... الخ ، حيث يكون التغير فى أنشطة هذه المنظمات محدودا للغاية (بإستثناء حالـــة ادخال منتج جديد فقط) وماعدا ذلك فالعمل يسير بها سيرا روتينيا الى حد كبير .

عناصر إدارة المشروعات :

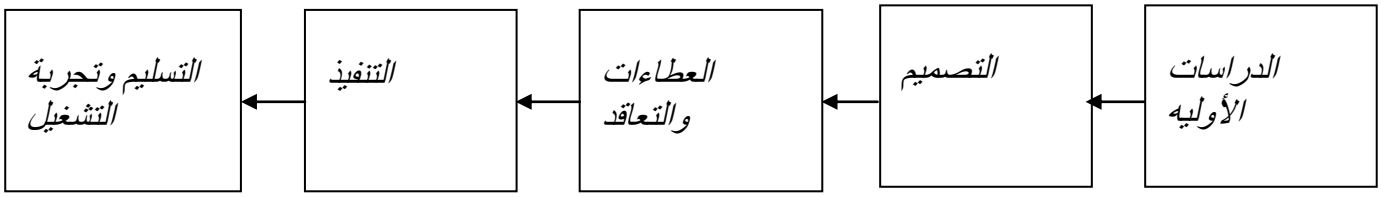
الشكل رقم (١) : يبين العناصر الرئيسيه فى ادارة المشروعات والتى تؤدى فى النهاية لتحقيق الهـــدف مـــن إدارة المشروع وهو الحصول على المنتج النهائى مع الاخذ فى الاعتبار تأثير عناصر المـــوارد – التمويـــل – الوقـــت المحدد للمشروع .



عناصر إدارة المشروع

مراحل المشروع (دوره حياه المشروع):

ومجموعة المراحل التى يمر بها المشروع لتحقيق أهدافه نراها موضحه فى **الشكل رقم (٢)** وفيها نجد أن الظروف والملابسات التى يمر بها المشروع تكون غير متوقعه بشكل دقيق فى بداية المشروع **(مرحله الدراسات الاوليه)** ثم تأتى **(مرحله التصميم)** والتى يتكون فيها الشكل العام للمشروع وأسس تنفيذه وبعد ذلك تكون **(مرحله العطاءات والتعاقدات)** والتى من خلالها يتم تحديد المقاول (المقاولين) الذى سيقوم بتنفيذ المشروع وكذلك أسس العلاقات بين ألاطراف المختلفه للمشروع (المالك – الاستشارى – المقاول – المصمم ..... الخ) وبعد ذلك نأتى لاطول مراحل المشروع زمنيا وهى **(مرحله التنفيذ)** وفيها يتم تنفيذ المشروع طبقا لكل ما خطط له وطبقا لكل ما تم الاتفاق عليه فى المراحل السابقه ولعله من المؤكد أن هذه المرحله تعتبر من أعقد مراحل المشروع وأكثرها حاجه الى التنظيم والاداره وفى النهايه نأتى الى **(مرحله التسليم وتجربه التشغيل)** وهى المرحله التى يتم فيها تسليم المشروع بعد تمام الانتهاء منه الى المالك والمستخدم ليتم تشغيله والانتفاع به .



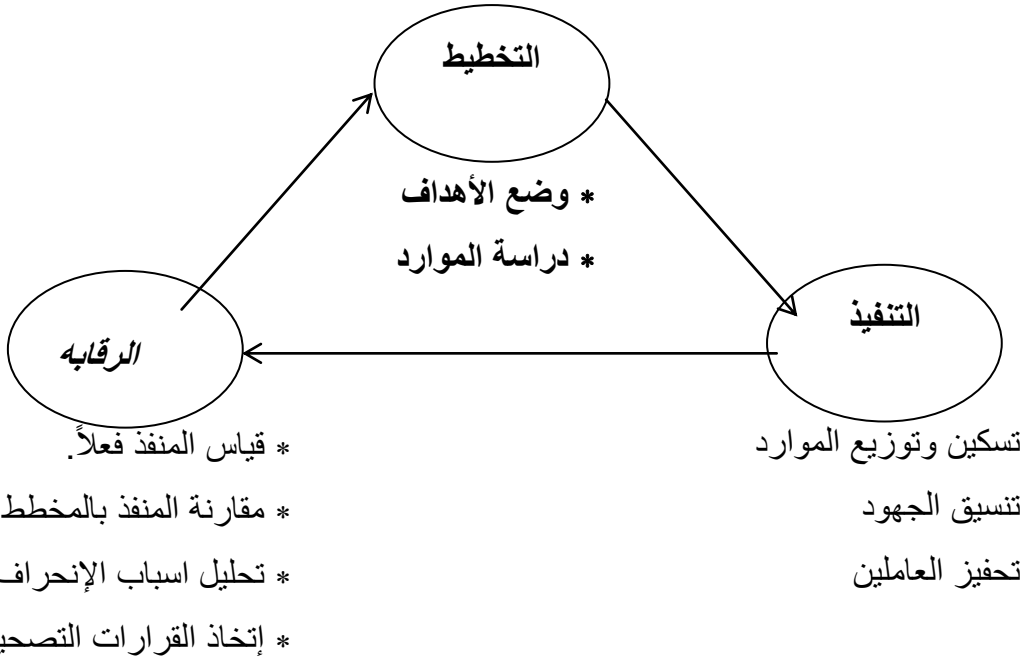
مراحل مشروع التشييد

ومراحل المشروع المشار اليها فى شكل (٢) قد يختلف فحواها من مشروع لآخر وان كان أطراف المشروع فيها ينحصروا فى الآتى:

- العميل (المالك) . **CLIENT**
- المصممين . **DESIGNERS**
- المنفذ (او المقاول) . **CONTRACTORS**
- الجهات الحكوميه المعنيه . **PUBLIC AUTHORITIES**

- وتشكل ادارة المشروع حلقة الوصل بين كل هذه الاطراف وهو فريق قد يختلف افراده بإختلاف الفترة أو المرحلة التى يمر بها المشروع ويرأسه مدير المشروع بوصفه المسئول عن إنجاز المشروع أمام العميل
- وحيث أن صناعة التشييد تمد المجتمع بمتطلباته من الاسكان / الصرف الصحى / الطرق / المدارس والمستشفيات وبالتالى فمستوى الاداء فيها ينعكس على الاقتصاد وخاصة فى المجتمعات النامية التى تعانى من نقص فى مشروعات البنيه الاساسيه. وبالتالى فهى فى أمس الحاجة لاداء جيد للمشروعات لعدم اهدار الموارد المتاحة والمحدودة فى طبيعتها .
- وفى الصفحات التاليه محاولة لتوجيه وتحسين كفاءة إدارة مشروعات التشييد بوصف طبيعة العمل فى المشروعات وكيف يتم عمل الرقابة عليها وعرض المدخل المنطقى والعملى لادارة مشروعات التشييد

العمليه الاداريه للمشروعات:



العمليه الإداريه فى مشروعات التشييد

مفهوم ادارة المشروع

تتطلب ادارة مشروعات التشييد الإلمام بالاساليب الحديثه للادارة تماما كالالمام بطرق التنفيذ والتصميم خصوصا وان هذه المشروعات لها مجموعة من الاهداف وعليها مجموعة من القيود مثل زمن التنفيذ الاجمالى الذى يشكل قيدا رئيسيا عليها .

وبالتالى فأنه يمكننا القول بأن ادارة المشروعات تتميزعن الاداره بوجه عام بأنها ادارة موجهه نحو تحقيق هدف محدد بفترة زمنيه محددة (وهى فترة تنفيذ المشروع) والتى بعدها تنتهى مهمة فريق ادارة المشروع .

ومن هنا نستطيع صياغة تعريف *مفهوم ادارة المشروعات*

- بأنها فن مباشرة وتنسيق إستخدام الموارد البشريه والطبيعيه خلال فترة حياة المشروع بإستخدام أساليب الادارة الحديثة لتحقيق أهداف المشروع المحددة مسبقا وهى انجازه فى حدود التكلفة والوقت والجودة المقدرة .

ولعل هذا التعريف يختلف مع مفهوم ادارة المنظمات والمنشأت الثابته التى تفترض استمراريه هذه المؤسسات واستمراريه أنشطتها الثابته وأن كانت اساليب الادارة الحديثه التى يمكن استخدامها فى هذه المنظمات يمكن تطويعها لتناسب ادارة المشروعات ولعل هذا يتضح من استعراض الاطار العام لادارة المشروعات والذى **يحتوى على المجالات الرئيسيه التاليه:**

* علوم الادارة العامة وبعض تطبيقاتها (كالبرمجه الخطيه والتحليل الشبكى) .
* المعلومات الخاصة (كنظم المعلومات ونظم دعم اتخاذ القرارات) .
* الوسائل المساعدة (كالحاسب الآلى وعلومه) .

وطبيعة مشروعات التشييد تظهر سمات التعارض عند استخدام هذه العلوم بين اهداف المشروع (تكلفه ، الوقت ، الجودة) وبين توافر الموارد المطلوبه (سيولة ، عمالة ، مواد) وهو مما يمكن معالجته بوضع تصور للبدائل المختلفة للتنفيذ والتى تتناسب مع توافر الموارد السابقة وتحقق اهداف المشروع .

دور ادارة المشروع :

لادارة المشروع دور محدد سبق وصفه اجمالا فى السطور السابقه وهو عباره عن مجموعة من الانشطة تتم بمعرفه مدير المشروع والفريق المعاون له وليس اعتمادا على العميل ونظامه فى الادارة .

وان كان هذا لا يعنى عدم التعاون التام مع الفريق الممثل لجانب العميل والذى بدوره عليه ان يبدى كل المرونه الممكنه عند التعاون مع الجانب المنفذ للمشروع . **والانشطه التى تقوم بها ادارة المشروع هذه قد لا تتواجد كلها بالضرورة فى مشروع واحد ويمكن تلخيصها فى النقاط التاليه:**

* تحديد اهداف واولويات العمل من وجهة نظر العميل .
* وضع تصور الهيكل التنظيمى للمشروع .
* تحديد كيفية تعامل فريق ادارة المشروع مع جهاز الادارة من طرف العميل .
* ترجمة اهداف العمل فى صورة مهام محددة لكل عنصر من فريق العمل بالمشروع .
* اعداد برامج وخطط العمل .

* التحقق من تولى كل فرد من فريق العمل لمسئولياته ومباشرته للاتصالات اللازمه له للوفاء بهذه المسئوليات
* عمل نظام لتبادل المعلومات الرسميه بين فريق ادارة المشروع وكيفية تقديم هذه المعلومات لباقى الاطراف.
* تنظيم وادارة الاجتماعات بين فريق ادارة المشروع واطراف المشروع الاخرين .
* عمل نظام الرقابه على المشروع بما يساعد على تحقيق اهداف المشروع وكشف مواقع الانحراف عن خطط المشروع فى الوقت المناسب .
* اتخاذ القرارات اللازمة لتسيير دفة العمل .
* عمل تقييم مرحلى ونهائى لمدى تحقق خطط المشروع .

وحيث ان الادارة عموما خاصة ادارة المشروعات تعبر عن الجهد الجماعى فلابد لمدير المشروع لكى يتسنى لـــه تحقيق الدور المنوط به إنجازه أن يضع فى اعتباره ان العمل الجماعى من خلال فريق متعـــاون هـــو الاســـلوب الامثل لادارة المشروع .

وهذا بدوره يتطلب الاتى :

* إيجاد قنوات دائمة للتشاور والحوار مع الفريق المعاون له فى ادارة المشروع .
* القيام بالاتصالات الضرورية بالكيانات الاخرى المعاونه مثل مقاولى الباطن ، الجهات الحكوميه ، ..... الخ .
* محاولة تفهم رغبات الاخرين وايجاد اسلوب التحفيز الملائم الذى يتفق مع هذه الرغبات .

الحاجة لادارة المشروعات :

مما سبق يتضح ان ادارة المشروع ضرورة اساسيه وذلك لكونها محققة **للنقاط التاليه :**

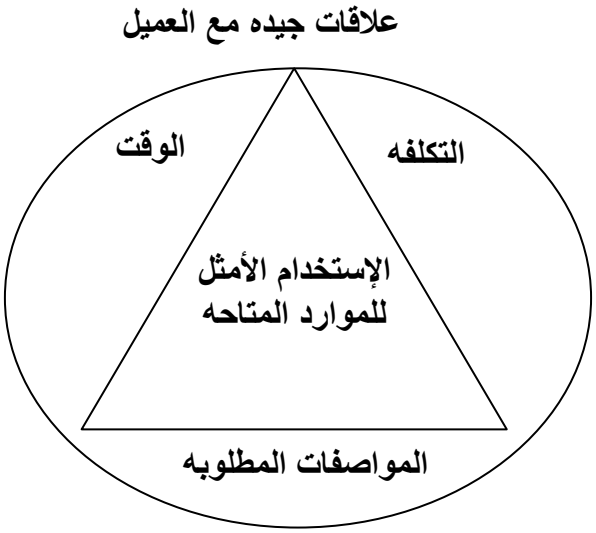
* تحديد وتعريف المسئوليات الوظيفيه لكل فرد من فريق ادارة المشروع .
* تخفيف عبء المتابعة اليوميه لاحداث المشروع وبالتالى تفرغ المدير للتخطيط وإتخاذ القرارات المؤثرة فـــى سير المشروع .
* الكشف المبكر عن مواطن المشاكل والمعوقات لامكان إتخاذ القرارات التصحيحية فى الوقت المناسب .
* معرفة امكانية تحقيق اهداف المشروع فى الوقت المناسب .
* زيادة فاعلية التخطيط لمراحل المشروع المقبلة .

المشاكل والمعوقات التى تقابل ادارة المشروع :

تنحصر غالبية المشاكل التى يواجهها اى مشروع فى واحدة او اكثر من **المشاكل التالية :**

* تعقيد المشروع وكثرة متغيراته . (كتعدد وتنوع اطراف التنفيذ وتداخل اعمالهم بدرجة كبيرة) .
* وجود رغبات وطلبات خاصة للعميل تعتبر بمثابة مشكلة فنيه أو مالية وذلك لكونها تستدعى استخدام طـــرق تنفيذ معينه أو تتطلب شراء موارد اضافيه .
* الحاجة لاعادة هيكلة المشروع لمواجهة بعض المتغيرات المفاجئة .
* المخاطر التى تواجه المشروع .
* الحاجة لتغيير التكنولوجيا المستخدمة فى المشروع .

العوامل المؤثرة على توجيه نظام ادارة المشروع:

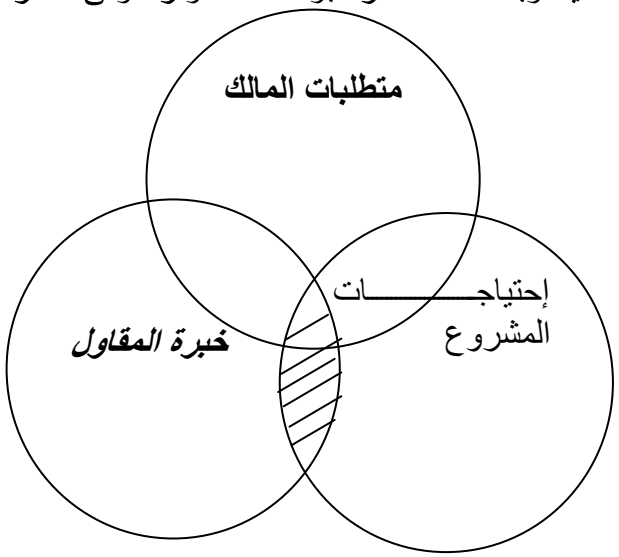


لكل مشروع ظروفه الخاصة التى تفرض نفسها على كيفية ادارته وهذه الظروف الخاصة وليدة مجموعة عوامل تتداخل مع بعضها فى مساحة واحدة مشتركة هى ادارة المشروع والتى تقوم بدورها فى توجيه وتنسيق موارد المشروع بما يحقق اهدافه **ومن هذه العوامل:**

* رغبات ومتطلبات العميل وهى تشكل العامل الاهم والاكبر فى تشكيل ادارة المشروع مما يتفق وهذه المتطلبات
* احتياجات المشروع ومتطلبات من موارد واستعدادات .
* خبره المقاول فى نوعية الاعمال التى يحتاجها المشروع والتى سيقوم بادارتها بنفسه .

وشكل (٤) :

يوضح تداخل هذه العناصر من اجل تحقيق اهداف المشروع وهى التى تعنى بالنسبه للمقاول تنفيذ المشروع فى حدود الوقت المتعاقد عليه وبالتكلفه المقدرة بواسطة الموارد وفى اطار العلاقه الجيده بالعميل (شكل (٧) .



تداخل العوامل المؤثره على نظام ادارة المشروع

الاطار العام لاداره مشروعات التشييد:

اطار ادارة المشروعات

إدارة المشروع **Project Management :**

إن نجاح إدارة المشروع تعنى بالوصول لإستكمال وإنهاء المشروع فى الوقت المحدد بالتكلفه المقدره له والجـوده المطلوبه وذلك بدون ضغوط أو أزمه قلبيه ولقد دعيت لأن تكون مديراً لإحدى المشروعات الكبرى الجديده لهذا لابد لك من معرفة ماذا يفعل مديرى المشروعات الناجحون قبل بدء تنفيذ الأعمال وأثناء تنفيذ الأعمال وذلك عن ***طريق النقاط التاليه:***

[١] تحديد وتوصيف المشروع:

تحديد ما هو المشروع وأجزاءه المختلفه المكونه له وما هى الأجزاء المنوط بمسئوليتها والإجراءات التابعه لمسئولية الآخرين المشاركين معه فى المشروع ويتم ذلك عن طريق دراسة المواصفات والرسومات الخاصه بالمشروع ثم وضع تخطيط أولى لبرنامج تنفيذ الأعمال يتم فيه تقسيم المشروع إلى الأجزاء الرئيسيه المكونه للمشروع وهذا البرنامج يكون فى شكل بسيط لا يتعدى فيه عدد الأنشطه عن ثمان أنشطه رئيسيه فقط.

[٢] بناء الخطه (برنامج التنفيذ):

يتم بناء تلك الخطه عن طريق تقسيم المشروع من ٢٠ إلى ٣٠ نشاط أو بند وفى تلك الخطوه لابد من الحصول على الزمن الكلى المقدر لإنهاء المشروع مع الأخذ فى الإعتبار أن لا يصبح هذا الزمن كبير جداً وبالتالى الحصول على عدم الموافقه عليه من قبل المهتمين بالمشروع، والخطوه التاليه عمل برنامج تفصيلى لكل نشاط او بند فى البرنامج السابق وذلك بتفصيل اكبر تبعاً لحجم المشروع ودرجة التعقيد فيه ودرجة الدقه المطلوبه.

ومن الميزه أن يتم وضع تواقيت محدده ومعروفه لإنهاء بعض الأعمال او الأجزاء **(مـثلاً الإنتهـاء مـن صـب الأساسات قبل عيد الأضحى)** مما يعمل على تحفيز العمل لدى العاملين.

[٣] وضع أسلوب التخطيط المناسب:

من الممكن إستخدام اكثر من أسلوب فى التخطيط وهذا ينبع من درجة التفضيل المطلوبه ودرجة الدقه **وهناك عـدة أساليب منها:**

* البرنامج الزمنى الخطى.
* التحليل الشبكى للمشروع.

أيضاً يمكن إستخدام أجهزة الكمبيوتر مع البرامج المتخصصه فى أى من الأسلوبين وكلما كان أسـلوب التخطـيط بسيط ويوضح العلاقه بين البنود والأعمال بعضها ومدى علاقتها وإعتماديته على بعض ويبين العلاقه التى تـربط عناصر المشروع من زمن وتكلفة وموارد وتمويل كلما كانت الصوره واضحه ومحدده لإدارة المشروع مما يقـدم التسهيلات والسرعه فى إتخاذ القرار ومن أمثلة تلك الأساليب الحديثه اسـلوب التحليـل الشـبكى **(Net Work Analysis)**.

[٤] اخذ الموافقه على البرنامج التنفيذى من قبل الجهات المسئوله بالشركه:

ومن اجل الوصول لتلك الموافقه لابد من اعلامهم لماذا تم تقسيم المشروع إلى تلك الأنشطه ولماذا تم وضع هذا الزمن لكل نشاط وللعلم فإنه فى تلك المرحله ستكون هناك عدة تغييرات ومناقشات حوله ولكن كلما كنت واضحاً ومستخدماً لأسلوب تخطيط واضح كلما قلت تلك التغييرات والمناقشات ومن المستحسن ايضاً إشراك من سيقومون بتنفيذ تلك الأنشطه فى وضع ذلك التخطيط حتى يصبح هذا البرنامج هو برنامج فريق العمل فى المشروع وليس برنامجك أنت وبالتالى سوف يعملون على نجاح هذا البرنامج وأيضاً إشراك ذوى الخبره فى المشروعات المشابهه السابقه او سؤالهم وبالتالى زيادة فاعلية التخطيط لإعتماده على البيانات والمعلومات الحقيقيه وليست التقديريه فقط وبالتالى تصبح الموافقه عليه من المسلمات المبدئيه وهذا يتم بعمل برنامج متكامل **يتكون من:**

* برنامج زمنى تفصيلى.
* برامج الموارد.

[٥] الإتصالات والنشره والإعلان:

فى تلك الخطوه يتم عمل أكثر من صوره للبرنامج الذى تم الموافقه عليه من قبل المسئولين إلى جميع الأطراف المهتمه **بالمشروع:**

* ممثل المالك.
* إدارة الفرع(مكتب فنى الفرع).
* المسئولين عن التنفيذ والأعمال داخل المشروع.
* الموردين.
* مقاولى الباطن.
* إدارة الإحتياجات.
* إدارة التمويل (الماليه).

ولابد من مراعاة ان كل من هؤلاء له البرنامج الخاص به مما يعنى ان يتم إستكمال التخطيط او البرنامج التنفيذى إلى عدة برامج **هى:**

[١] برامج الموارد والإحتياجات.
[٢] برامج التكاليف.
[٣] برامج التمويل.

[٦] تسكين الموارد:

على إدارة المشروع تهيئة المناخ المناسب لأداء الموارد لأقصى إنتاجيه متاحه وممكنه- وهذا يعنى ان إدارة المشروع تقدم التسهيلات والخدمات لتلك الموارد وذلك عن طريق التنسيق بين تلك الموارد بعضها البعض وذلك عن طريق إستخدام المورد المناسب فى العمل المناسب فى الوقت المناسب ولابد على إدارة المشروع أن تعى ان عملها هو متابعة تلك الموارد وأن يقوم بالعمل فعلاً فى تلك الموارد.

[٧] المتابعه للأعمال والتحديث لخطط المشروع:

على إدارة المشروع عمل نظام متابعه جيد لسير العمل وكيفية اداء الموارد المختلفه للأعمال الموكله إليها وبيان مواضع الإنحرافات أو التأخيرات وأيضاً معرفة مدى تأثير تلك الإنحرافات أو التأخيرات على خطة المشروع الكليه والأهداف المطلوبه وأيضاً وضع درجة التردد لتلك المتابعه الدوريه.

[٨] الإجتماعات الدوريه لفريق المشروع:

لابد من مراعاة ان يكون هناك إجتماعاً دورياً لفريق عمل إدارة المشروع وهذا الإجتماع لابد ان يكون إجتماعاً متميزاً بمعنى اخر إذا لم يكن هناك فائده تعود من الإجتماع فمن الأحسن إلغاء هذا الإجتماع لهذا لابد من معرفة الإجتماعات الفعاله الناجحه وإلا أصبحت مجرد مضيعه للوقت **ولعقد إجتماع فعال يجب:**

١ وضوح الغرض والهدف من الإجتماع.

٢ إختيار المشاركين المطلوبين للإجتماع بناءاً على الغرض والهدف من الإجتماع.

٣ الإداره الجيده للإجتماع من قبل رئيس الإجتماع.

٤ الإعلام بالإجتماع والغرض منه قبل إنعقاده بفتره لإتاحة الفرصه للمشاركين فى إعداد معلوماتهم وبياناتهم وأيضاً وبالنسبه لدورهم فى هذا الإجتماع.

٥ الوصول إلى القرار او الهدف أو التوصيات من خلال الإجتماع .

[٩] التوثيق للبيانات والمعلومات والمستندات الخاصه بالمشروع:

من الهام جداً لنجاح إدارة المشروع ان يتم وضع نظام علمى حديث لتوثيق البيانات والمعلومات والمستندات الخاصه بالمشروع وأيضاً يساعد فى عمل **Feed back** لإدارة المشروع لإستغلالها فى إتخاذ القرار المناسب ووضع الحلول للمشاكل التى تطرأ اثناء تقديم التنفيذ فى المشروع وأيضاً يتم توثيق جميع المشاكل التى قابلت المشروع والحلول المناسبه التى تم وضعها لمجابهة تلك المشاكل والبديل الذى تم إختياره من تلك الحلول ومدى نجاحه فى حل المشكله حتى يمكن إستغلال تلك البيانات والمعلومات فى نفس المشروع وأيضاً فى المشروعات المستقبليه.

ويتم إستعراض كيفية إدارة المشروع بنجاح بالتفصيل من خلال الماده العلميه الخاصه بالتخطيط لمشروعات التشييد نماذج إدارة مشروعات التشييد.

التخطيط والرقابة على المشروعات

مدخل عام فى عملية التخطيط للمشروع

خطوات التخطيط للمشروع

يمكن أجمالها فى ١٠ خطوات كالآتى :

[١] تعريف المشكلة التى نريد حلها بواسطة المشروع.

[٢] تحديد طبيعة المهمة بتحديد وبيان أهداف المشروع.

[٣] تحديد إستراتيجية المشروع التى سوف تتفق فى النهاية مع أهداف المشروع.

[٤] استخدام سياسة ما يعرف بـــ (WBB)وهى اختصار للعبـــارة (**W**ork **B**reakdown **S**tructure)، والمعنى هو تحليل المشروع إلى عدة مهام تمثل فى مجموعها المشروع كله ...

[٥] تقدير أزمنة الأنشطة المختلفة للمشروع وكذلك متطلبات المشروع والتكاليف المتوقعة.

[٦] القيام بإعداد بنود المشروع بتفاصيله الكاملة وكذلك بتجهيز الميزانية التفصيلية.

[٧] القيام بإرساء النواحى التنظيمية للعاملين.

[٨] القيام بإنجاز عملية إنشاء تنظيم المشروع بطريقة المصفوفة أو بطريقة الترتيب الهرمى – إذا كان الاختيار لك.

[٩] القيام بعمل نوتة يوميات لسير المشروع.

[١٠]يجب أن تكون خطة لسير المشروع مذيلة بتوقيعات المديرين المسئولين.

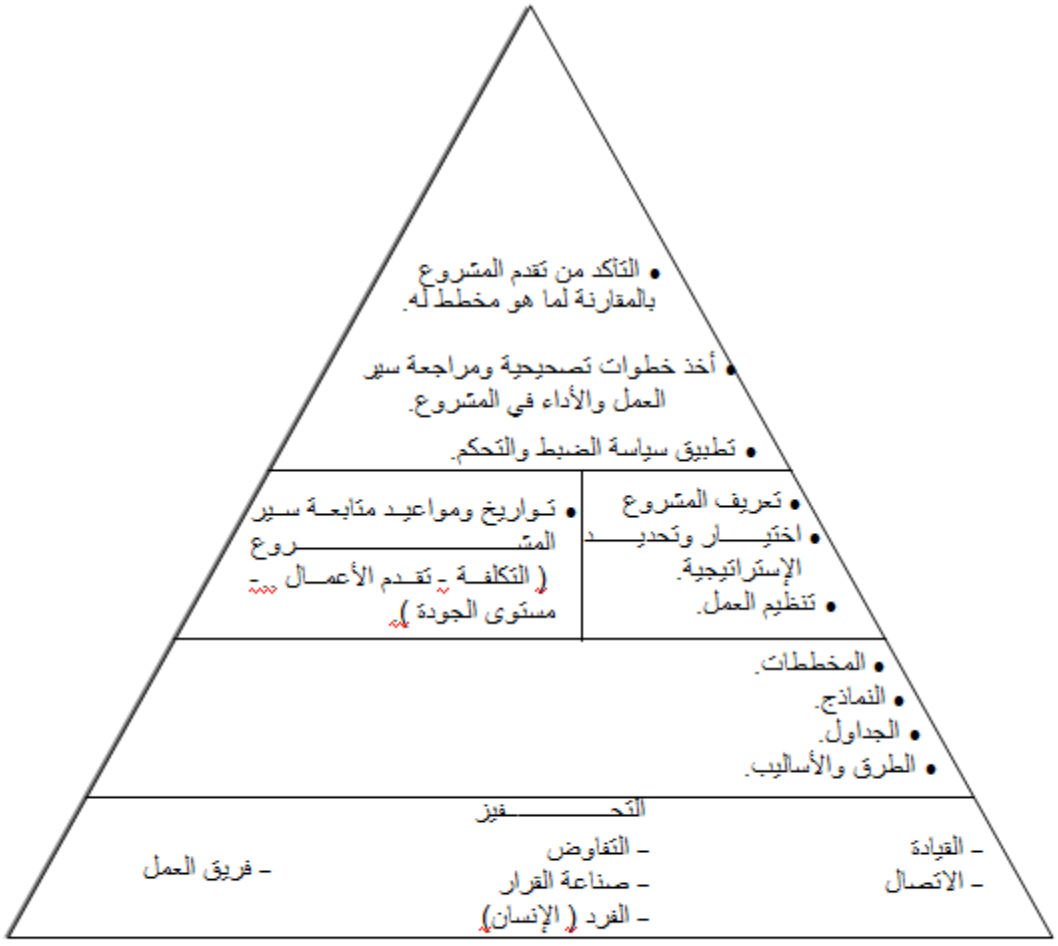
الجانب الإنسانى فى إدارة المشروع

هناك عوامل عديدة تؤثر على مدى نجاح المشروع منها على سبيل المثال – لا الحصر – التخطيط الجيد ، كفاءة القائمين على العمل ومدى تحقيق الغرض من المشروع وكيفية الوصول به إلى إتمامـــه فـــى الفتـــرة الزمنيـــة المخصصة له وبالتكلفة المحسوبة.

- ومن أجل إدارة ناجحة للمشروع فأنه من الضرورى أن يكون لدينا نســـق إدارى (System) يعـــرف " بالهرم النسقى " ... هذا الهرم النسقى يتألف عادة من (٧) مركبات .. كل مركبة تسمى " تحـــت النســـق " يجب أن تكون فى موضعها فى النسق العام وأن يتم تفصيلها بشكل صحيح وإلا فالنتيجة هى تولد صعوبات إدارية مؤثرة على المشروع بالسلب.
- وفى واقع الأمر نجد أن معظم المنظمات تعانى بشكل أو بآخر من قصور فى أحدى مركبات " تحت النسق " .. وشكل (٣) يوضح الهرم النسقى لمركبات إدارة المشروع.

- أن الهرم النسقى يبدأ بالإنسان ... وهو الكائن الذى يقوم بالمشروع وبدونه لن يتم الوصول إلى الإنجاز .. أن مدير المشروع يجب أن يكون قادراً على أن يتعامل بكفاءة مع كل مركبات النظام لكى ينجح . ومن الواضح أن القاعدة الأساسية للهرم تركزت على المهارات الإنسانية **التالية** :

القيادة – التفاوض – بناء فريق العمل – التحفيز – الاتصالات – صناعة القرار



مكونات منظومة إدارة المشروعات

التخطيط والرقابة لمشروع الانشاءات

Construction Project Planning & Control

مقدمـــــــــــة:

يتميز قطاع المقاولات عن باقى القطاعات والصناعات الأخرى بأنه قطاع ملىء بالمتغيرات التى تشـــكل ضـــغوطا شديده على أطراف الصناعة وهم المالك والمقاول مما يتبع ذلك من أهمية قصوى للتخطيط والرقابة علـــى أصـــغر جزئية فى الصناعة وهى المشروع ولتوضيح ذلك دعنا نوضح أولا الخصائص التى تتميز بها صناعة المقـــاولات وكذلك خصائص مشروع المقاولات حتى تتضح الحاجة الملحة للتخطيط .

خصائص صناعة المقاولات:

* صناعة المقاولات تؤثر فى كافة الصناعات الأخرى كصناعات المستشفيات والمدارس والجامعات والبتـــرول.. الخ ، وكذلك فأن صناعة المقاولات تتأثر بعدد من الصناعات الأخرى مثل صناعة الأسمنت والحديد والطـــوب ومواد البناء...إلخ.
* العمالة الحرفية فى صناعة المقاولات غير ثابتة ولها طبيعة بدائية تجعلها تنتقل كل فترة مـــن مشـــروع لآخـــر وكذلك فان صناعة المقاولات من الصناعات التى تتعدد فيها المهن بشكل يصعب معه الاتصالات بين المستويات المختلفة فى المشروع .
* صناعة المقاولات من الصناعات التى نادرا ما تجد فيها احصائيات وبيانات وتسجيلات عن اعتبارات الســـلامة والأمن الصناعى .
* صناعة المقاولات صناعة محلية ولا يمكن استيرادها وانما يمكن استيراد مكوناتها فقط .

ومما تقدم يتضح أن قطاع المقاولات يتأثر أشد التأثير بأى اضطرابات أو تغييرات فى الاقتصاد القومى وكذلك يتأثر بحجم الاستثمارات الموجهة للصناعات الأخرى ، وعموما فهى تتأثر جدا بالقرارات الحكومية والأوضاع السياسية

خصائص مشروع المقاولات:

[١] مشروع المقاولات وحدة متفردة (غير متكررة **Unique**) مهما كان التشابه بين المشروعات الا انه يوجد مـــن الاختلافات ما يجعل الإعتماد على نقل الخبرة السابقة للاستفادة بها فى تخطيط مشروعات مستقبلية غير دقيقة فى قطاع المقاولات على العكس من الصناعات الأخرى .

[٢] مشروع المقاولات ينفذ فى أماكن مفتوحة **(Open Area)** وهذا بالقطع يعرض المشـــروع للتـــأثر بالعوامـــل الجوية والظواهر الطبيعية التى يستحيل التنبؤ بها بدقة قبل البدء فى التنفيذ .

[٣] مشروع المقاولات غالبا يكون بعيدا عن المقر الرئيسى للشركة وأحيانا بمئات الكيلومترات مما يصـــعب معـــه الاتصال المستمر بين المشروع والمقر الرئيسى للشركة وبالتالى يوضح ذلك احتياج المشروع لوجود خطة علـــى درجة عالية من التفاصيل والمرونة والقابلية للتغيير وكذلك وجود مدير مشروع له القدرة على اتخـــاذ القـــرارات المناسبة فى الأوقات المناسبة

[٤] مرحلة التصميم لمشروع المقاولات تكون الى حد كبير مفصولة عن مرحلة التنفيذ وذلك زمنيا وجغرافيا ومن ناحية المسئولية وهذا يخلق دائما وضعا صعب للمخطط حيث أنه يكون بعيدا عن تصور المصمم من ناحية التغييرات المتوقعة وخلافه .

[٥] مشروع المقاولات ينفذ بناءا على عقد المقاولة وهو نوعية متفردة من العقود وتظل فيها العلاقة بين طرفى التعاقد (المالك والمقاول) علاقة مستمرة تبدأ من أول التعاقد وتستمر بعد الانتهاء من تنفيذ المشروع بفترات زمنية مختلفة تصل حسب القانون المدنى الى عشرة سنين وهى فترة مسئولية المقاول عن سلامة المنشأ محل التعاقد .

تعريفـــــــات:

المشـــــروع :يعرف مشروع المقاولات بإنه مجموعة من الأعمال يكون لها بداية زمنية ونهاية زمنية محددة **(Finite)**

التخـــطيـــط :هو مجموعة من العمليات تجرى بعد تحديد الهدف الذى ينشد الوصول اليه والغرض من هذه العمليات هو تحديد كيفية الوصول الى الهدف .

الرقـــــابة :هى مجموعة من العمليات تجرى للتأكد من أن التخطيط المعمول يصل بك الى الهدف المنشود .

قياس الفعلى– مقارنة الفعلى بالمخطط – تحليل أسباب الانحراف ان وجدت – إتخاذ قرار للتصحيح .

عناصر التخطيط لمشروع المقاولات:

من خلال التعريف الذى قدمناه لمعنى كلمة التخطيط فى الجزء السابق يتضح أن التخطيط يعمل لتحديد كيفية الوصول الى هدف منشود فجدير بنا الآن ان نحدد ماهو هدف كل مقاول من مشروع المقاولات .

* من المؤكد أن الاجابة الوحيدة على هذا السؤال هى تحقيق ربح مقبول يساعد المقاول على النمو والاستمرار واذا اتفق على ان هذا هو هدف كل مقاول من المشروع ، واذا اتفق أيضا أن قياس مدى تحقيق هذا الهدف أثناء تنفيذ المشروع صعب جدا ويكاد يكون مستحيل الا اذا انتهى تنفيذ المشروع وانتهت كذلك المعاملات المالية بين المقاول والمالك ، فالسؤال الآن هو ماهى هذه العناصر التى تؤثر فى تحقيق المقاول الربح من عدمه

(الوقت – الموارد – التكلفة – التمويل – الجودة)

وسوف نبرز فى الجزء القادم العلاقة بين هذه العناصر وبعضها حتى يتاح لنا أثناء عملية التخطيط أن نعلم تأثير كل عنصر على باقى العناصر

أولا : علاقة الوقت بالتكلفة Time - Cost Relationship:

قبل أن ندرس علاقة الوقت بالتكلفة ينبغى أن نحدد عناصر تكلفة مشروع المقاولات

* **التكلفة المباشرة Direct Cost** تعرف بأنها كل تكلفة يمكن تحميلها مباشرة على المنتج (البند).

وعناصر التكلفة المباشرة هى :

العمالة – المعدات – الخامات – مقاولين الباطن

*** التكلفة غير المباشرة Indirect Cost يمكن تقسيمها الى نوعين :**

* التكلفة غير المباشرة للمشروع **Site Overhead**

* التكلفة غير المباشرة للمركز الرئيسى **Home Office Overhead**

وعناصر التكلفة غير المباشرة كثيرة نذكر منها على سبيل المثال الأجور الاشرافية والتجهيزات وازالة التجهيـــزات .....الخ وسوف ندرس علاقة كل عنصر من عناصر التكلفة مع وقت المشروع

التكلفة المباشرة – الوقت :

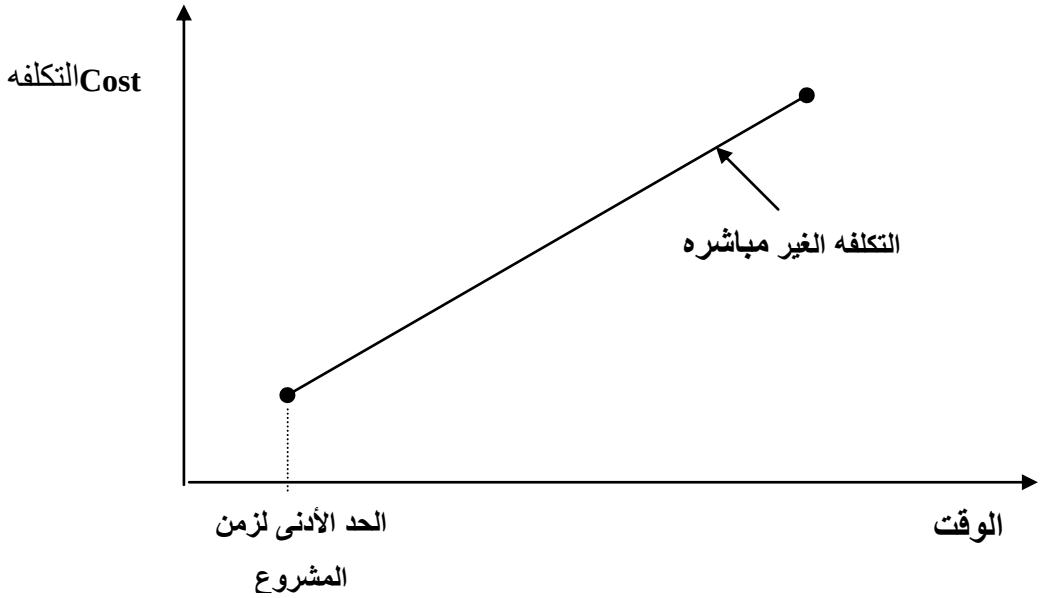
لا يمكن القول أن علاقة التكلفة المباشرة والوقت ثابتة على مدار وقت المشروع ولكى ندرس الأشكال المختلفة لهذه العلاقة ***دعنا نرى هذا المثال الذى يوضح ذلك***

*** لبشة مطلوب حفرها ١٠٠٠٠ م٣ حفر وبدراسة طريقة التنفيذ المثلى وجد أن اللودر هو وسيلة الحفر الأمثل لهذه اللبشة وقيس معدل أداء اللودر فى ظروف تشغيل مماثلة (نوع التربة – درجة الحرارة ٠٠٠ الخ) فوجد ٢٠٠ م٣ / يوم ٠**

*** وباجراء حسبة بسيطة نجد أن اللبشة تحتاج الى ٥٠ يومية عمل لودر فاذا استخدم لودر واحد فانـــه يأخـــذ ٥٠ يوم عمل واذا استخدم ٢ لودر فإن العمل يستغرق ٢٥ يوم واذا استخدم ٥ لودر فإن العمل يســـتغرق ١٠ أيام ٠**

يتضح مما سبق أنه خلال فترة معينة من وقت المشروع تكون العلاقة بين التكلفة والوقت ثابتة أى لا يحدث تغيير فى التكلفة نتيجة تغيير فى الوقت ولكن اذا أردت استخدام ١٠ لودر فان اللبشة لن تأخذ حينئذ ٥ أيام لأن ظروف التشغيل ستختلف بمعنى أن نتيجة التداخل الذى سيحدث بين اللوادر فسيقل معدل أداؤها عن ٢٠٠ م٢ / يوم وبالتالى فسيستغرق الحفر أكثر من ٥ ايام وعندئذ تزيد تكلفته عن التكلفة المقدرة .

ومما سبق يتضح أنه خلال فترة معينة من وقت المشروع تكون العلاقة بين التكلفة والوقت عكسية بمعنى أنه كلما قل الوقت زادت التكلفة وبالقطع فان أى عمل (بند) فى المشروع له حد أدنى من الوقت يمكن الانتهـــاء فيـــه ولا تستطيع مهما فعلت أن تضغط الوقت عن هذا الحد الأدنى . ويمكن تمثيل العلاقات السابقة بـــين الوقـــت والتكلفـــة المباشره حسب المبين فى شكل (١)



شكل (٢)

<u>التكلفة غير المباشرة – الوقت :</u>

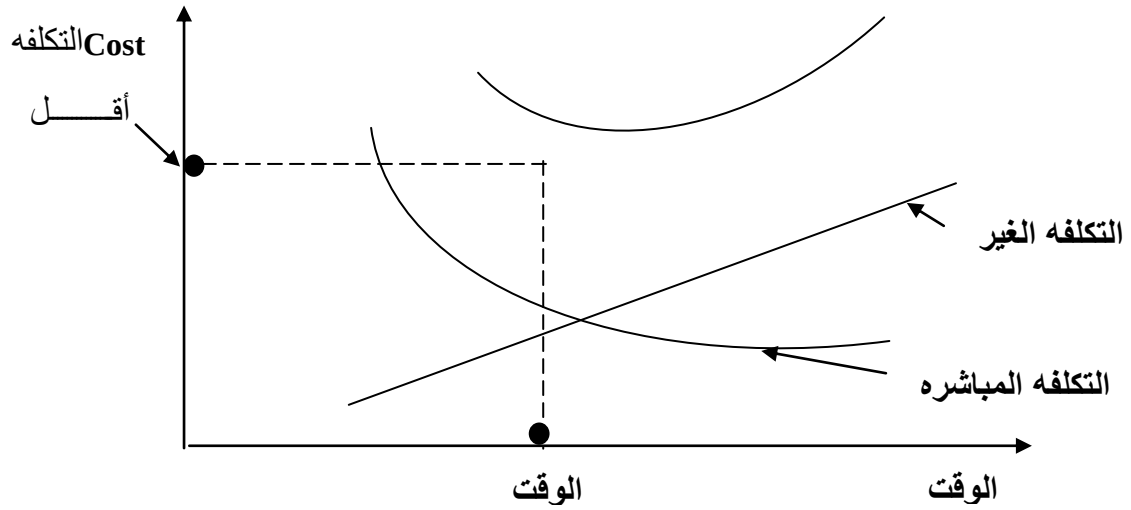
العلاقة بين التكلفة غير المباشرة والوقت علاقة واضحة وصريحة – طردية – بمعنى أنه كلما زاد وقت المشروع زادت تكلفته غير المباشرة ولعل أوضح مثال على ذلك أن مشروع اجمالى أجوره الاشرافية فى الشهر ١٠٠٠ جنيه شهريا فإذا نفذ المشروع فى ١٥ شهر تكون اجمالى الأجور الاشرافية ١٥٠٠٠ جنيه واذا نفذ المشروع فى ٢٠ شهر تصبح الأجور الاشرافية له ٢٠٠٠٠ جنيه وهكذا

ويمكن تمثيل العلاقة بين التكلفة غير المباشرة والوقت **حسب المبين فى شكل (٢) :**

<u>ملحوظة :</u>

يمكن أن تكون العلاقة خطية كما فى شكل (٢) أى أن يكون معدل زيادة التكلفة مع زيادة الوقت ثابت ، كذلك من الممكن أن تكون العلاقة غير خطية أى خط مكسر أو منحنى وذلك اذا كان معدل زيادة التكلفة مع زيادة الوقت متغير

وبجمع شكلى (١) و (٢) حتى نستنتج العلاقة بين التكلفة الكلية (التكلفة المباشرة + التكلفة غير المباشرة) والوقت



شكل (٣)

من شكل (٣) يتضح أن هناك وقت أمثل لتنفيذ المشروع وهو الوقت الذى يقابل أقل تكلفة كليـــة للمشـــروع واذا أردت أن تضغط الوقت عن الوقت الأمثل فستجد أن التكلفة تزيد وكذلك اذا زاد وقت التنفيذ عن الوقت الأمثل فسنجد أن التكلفة تزيد وبالتالى فواضح أنه من مصلحة المقاول أن يخطط لمشروعه على أساس أن ينفذ فى الوقت الأمثـــل أو أقرب ما يكون منه .

ثانيا : علاقة الوقت بالموارد Time - Resources Relationship

علاقة الوقت بالموارد علاقه عكسيه غير خطيه فكلما زادت الموارد المستخدمه لتنفيذ نشاط معين كلما قل زمن تنفيذ هذا النشاط وذلك حتى حد معين من الزياده يختلف من نشاط لآخر حسب طبيعة هذا النشاط .

فلو أردنا دهان ٢٠٠٠ م٢ بواسطة أربعة نقاشين مثلا فانه يمكنهم انجاز هذا العمل فى ١٠ أيام وبمضاعفة هـــذا العدد الى ثمانية نقاشين فقد يمكنهم انجازه فى ستة أيام (أى فى مده لا تساوى نصف المده السابقه) وهكذا الـــى أن نصل لعدد من النقاشين لا يؤدى لاختصار الوقت اللازم لانجاز هذا العمل اختصارا ملحوظا نظرا لظروف تنفيـــذ النشاط بالاضافة لطبيعة واصول تنفيذ النشاط الفنية (كمرور حد ادنى من الوقت بين كل وجه واخر) .

وما سبق ينطبق فى جميع الانشطة الاخرى ولجميع انواع الموارد الاخرى كالمعدات والمواد ايضا حيث يتنـــاقص الوقت اللازم لانجاز العمل بأستخدام عدد معين من المعدات كلما زاد عدد المعدات االمستخدمه كما هو الحال فـــى حالة الحفر بأستخدام معدات الحفر فى مساحة محدودة من الارض .

من شكل (٤) تضح الآتى :

*** ب ج X أ ب = ب ن X ب س = ب ل X ب ص**

* وهى مساحة كل من المستطيلات (١) و (٢) و (٣) وتساوى كمية العمل المطلوبة ٠

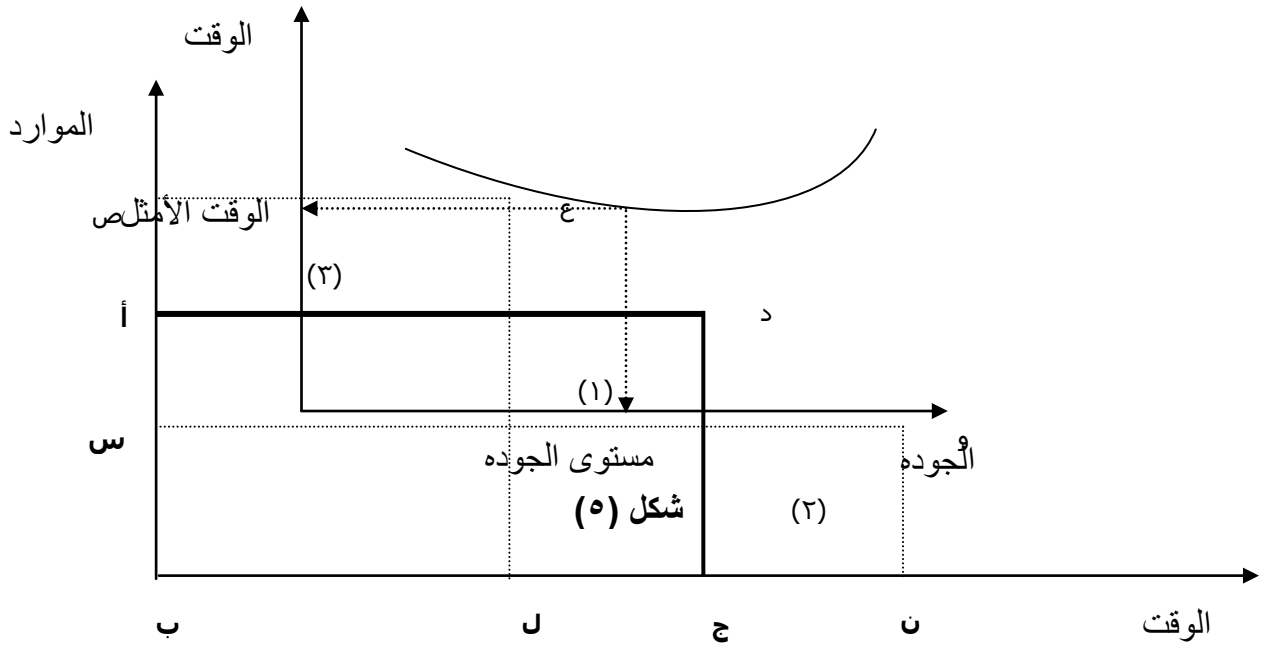
ثالثا : علاقة الوقت بالجودة:

قبل أن ندرس علاقة الوقت بالجودة ينبغى لنا أن نحدد معنى الجودة ، والجودة هى مطابقة المنتج للمواصفات التى يحددها المالك ولأصول الصناعة. ومن هذا التعريف يتضح أن لكل منتج (مشروع) مواصفات معينة يضعها المالك بالاضافة الى المواصفات العامة التى تحكم قطاع المقاولات وهى المواصفات التى وضعتها وزارة الاسكان (أصول الصناعة) وما على المقاول الا أن يلتزم بهذه المواصفات سواء العامة أو الخاصة لا يزيد عنها ولا ينقص منها ، ومنطقيا أنه فى حالة الرغبة فى الوصول الى مستوى جودة أعلى من المطلوب فان ذلك يستغرق وقتا أطول مما ينبغى .

كذلك فانه اذا نفذت أعمال طبقا لمستوى جودة أقل من المطلوب فأيضا ستستغرق وقتا أطول حيث أنه من المحتمل بل من المؤكد أن يرفض العمل حيث أنه غير مطابق للمواصفات وبالتالى يضطر المقاول الى تكسير العمل واعادته مرة أخرى مما يستلزم وقتا أطول من اللازم .

ومما سبق يتضح أن للجودة فى كل مشروع مستوى أمثل " **Optimum** " هو مستوى الجودة المطلوبة من العميل اذا تغير هذا المستوى بالزيادة والنقصان يزيد الوقت .

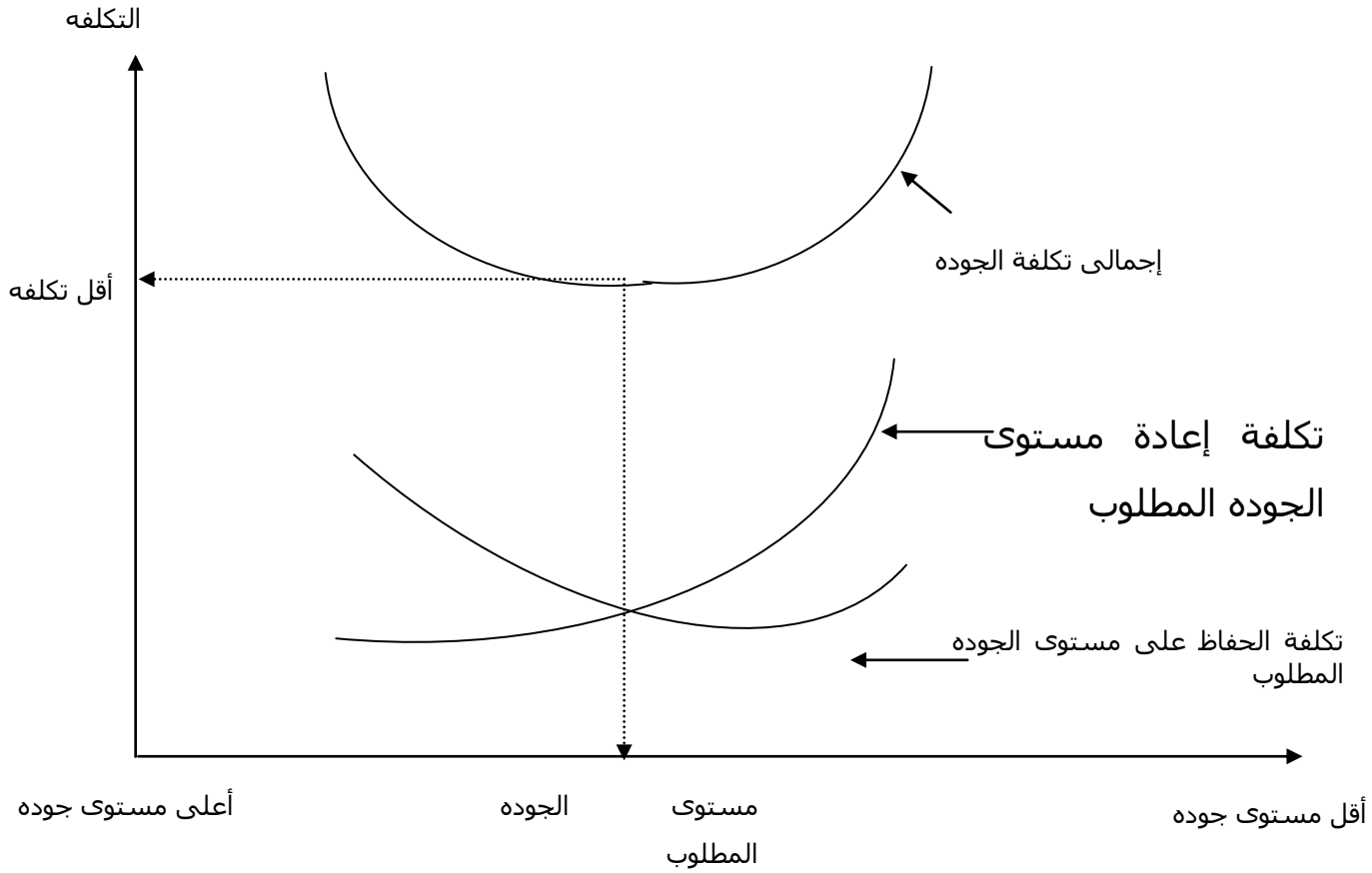
وشكل (٥) يوضح هذه العلاقه



شكل (٤)

رابعا : علاقة التكلفة بالجودة :

للحفاظ على مستوى جودة المنتج (المشروع) يحتاج المقاول لتكاليف مثل تكاليف الاختبارات وتـــدريب العـــاملين و.... الخ وكذلك لاعادة مستوى الجودة الى المطلوب فى حالة الانخفاض عنه يحتاج المقاول أيضا لتكاليف اضافية نتيجة اعادة العمل واعادة الاختبارات والتكاليف الناشئة عن المسئولية القانونية للمقاول عن الأعمال المنفذة ....والخ



.

ويمكن تمثيل ذلك حسب شكل (٦) .

ومن الرسم يتضح أنه عند مستوى الجودة المطلوب (المواصفات العامة والخاصة) تكون أقل تكلفة واذا أردت زيادة مستوى الجودة أو انقاصه عن المستوى المطلوب ففى كلا الحالتين ستكون هناك تكلفة زيادة

خامسا : علاقة التمويل بكلا من الوقت والتكلفة :

التمويل هو احتياج المشروع لسيولة نقدية لتغطية مصروفات (تكاليفه) على مدار الفترات الزمنية المختلفة من عمر المشروع أو هو السيولة الفائضة خلال الفترات التى تزيد فيها المقبوضات عن المدفوعات .

ومن التعريف السابق يتضح أن هناك علاقة بين التمويل والتكاليف والوقت ولكنها علاقة يستحيل تحديدها فى شكل معين ثابت ، ولكن من المنطقى القول أن كل تغيير فى العناصر الثلاثة (وقت ، موارد ، تمويل) ستتبعه بالالزام تغيير فى العنصرين الآخرين

وسوف نوضح ذلك بالتفصيل عند الحديث عن عمل خطة السيولة النقدية للمشروع **Cash Flow** وبعد أن درسنا العلاقات بين العناصر المختلفة أصبح واضحا أنه يجب وعند التخطيط لمشروع المقاولات مراعاة هــذه العلاقــات المختلفة حتى نستطيع فى نهاية مرحلة التخطيط **أن يكون لدينا الآتى :**

* **خطة زمنية للمشروع** **Master Programme**
* **خطة للاحتياجات** **Resources Scheduling**
* **خطة للتكاليف** **Contract Budget**
* **خطة للتمويل** **Cash Flow Diagram**

وكذلك تصور كامل لشكل الرقابة على البرامج والخطط السابقة .

⇐ وفى الصفحات التاليه سنعرض بعض الاساليب المستخدمه فى تخطيط ورقابه المشروعات على ان يتم دراسه كل اسلوب بالتفصيل فيما بعد .

البرنامج الزمنى الخطى

BAR CHART

وهذا الأسلوب من اساليب التخطيط يعتبر من اسهل الأساليب فهما ووضوحا وهو عبارة عن عرض مبسط لمجموعة الأنشطة المكونة للمشروع وامام كل منها الخط الأفقى الذى يوضح تاريخ بدء هذا النشاط وتاريخ انتهائه و الفترة الزمنية المقرر ان يستغرقها هذا النشاط .

وهو مبنى اساسا على التصور المنطقى لطبيعة وتسلسل الأنشطة فى المشروع . وبالأضافة لكونه اسلوب مبسط فى التخطيط فانة أيضا يستخدم فى الرقابة عن طريق رسم خط امام كل نشاط لبيان التوقيت المخطط له ورسم خط اخر أسفل منه لبيان التوقيت الفعلى لهذا النشاط كما هو مبين فى الرسم المرفق

توصيف البند	الوقت بالأشهر											
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
حفر الأساسات	———											
الخرسانه العاديه		———										
خرسانة الأساسات			———									
خرسانة الهيكل				———								
توريدات الجمالون					———							
الطبقه العازله						———						
أعمال المبانى							———					

التحليل الشبكى باستخدام المخطط السهمى ARROW DIAGRAM

وهو أسلوب للتعبير عن شبكة الأعمال (**Network**) ظهر فيه المشروع مقسما لأنشطة ويتم التعبير فية عن كل نشاط فى صورة سهم ويتم رسم الأسهم وفقا للتتابع المنطقى لأنشطة المشروع مع تحديد توقيتات البداية والنهاية لكل نشاط .

ويحدد كل نشاط بنقطتين احداهما تحدد بداية النشاط والأخرى تحدد نهايتة كما هو موضح بالرسم .

التحليل الشبكى باستخدام طريقة PRECEDENCE DIAGRAM

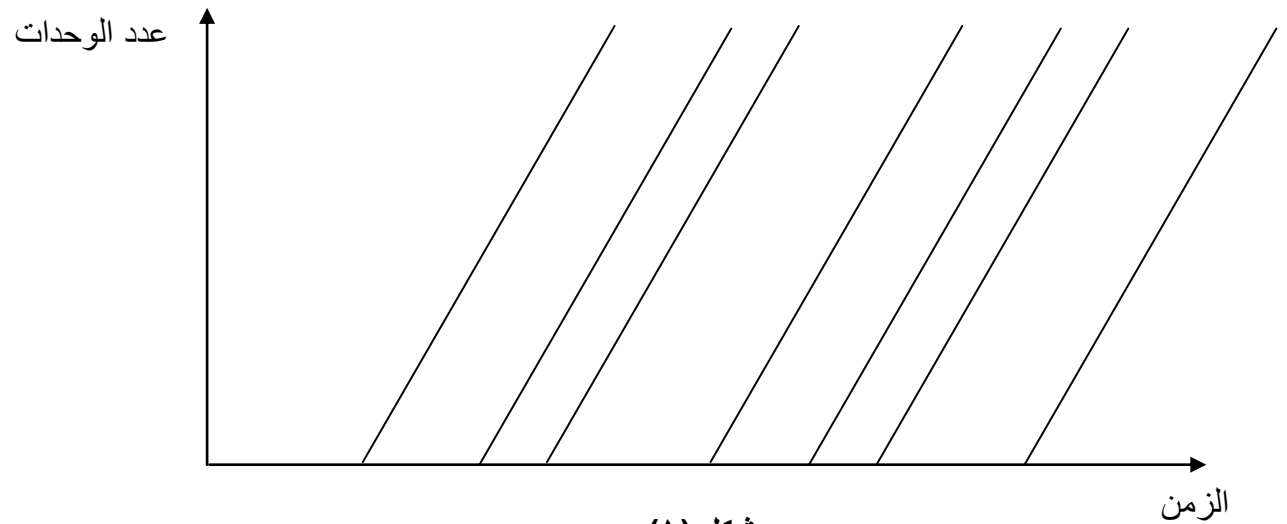
وهى طريقة للتعبير عن علاقة أنشطة المشروع ويتم التعبير عن الأنشطة فى هذة الطريقة فى شكل مربعات يربط كلآ منها بالأنشطة التالية لة علاقة يعبر عنها فى شكل سهم وهذة الأسهم (أو العلاقات) هى التى توضح مدى وارتباط كل نشاط بباقى الأنشطة التى تسبقة والتى تلية فى التسلسل .

والشكل التالى يوضح كيفية استخدام التحليل الشبكى للتعبير عن عملية صب قاعدة من الخرسانة بطريقة **Precedence**

خطوط التوازن LINE OF BALANCE

يستخدم اسلوب خطوط التوازن بواسطة مهندس الصناعة من اجل ان تكون كمية المنتجات هى المثلى . وفى مجال الأنشاءات يطبق فى المشروعات التى بها عمليات متكررة مثل الأنفاق وخطوط الأنابيب والطرق والمساكن وكمثال لهذا الأسلوب فأن الشكل المرفق يوضح كيفية عمل خطوط التوازن

فالمحور الرأسى يمثل عدد الوحدات المتكررة المطلوبة والمحور الأفقى يمثل وحدات الزمن وميل الخطوط يمثل معدل انتقال العمالة من وحدة الى اخرى (معدل التسليم) .



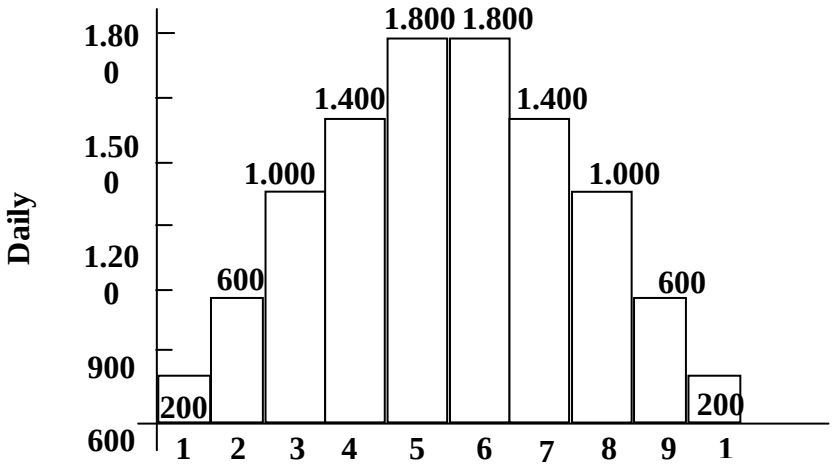
شكل (١)
خطوط التوازن

ويستخدم اسلوب خطوط التوازن كذلك فى عمل المتابعة لزمن ومراحل المشروع

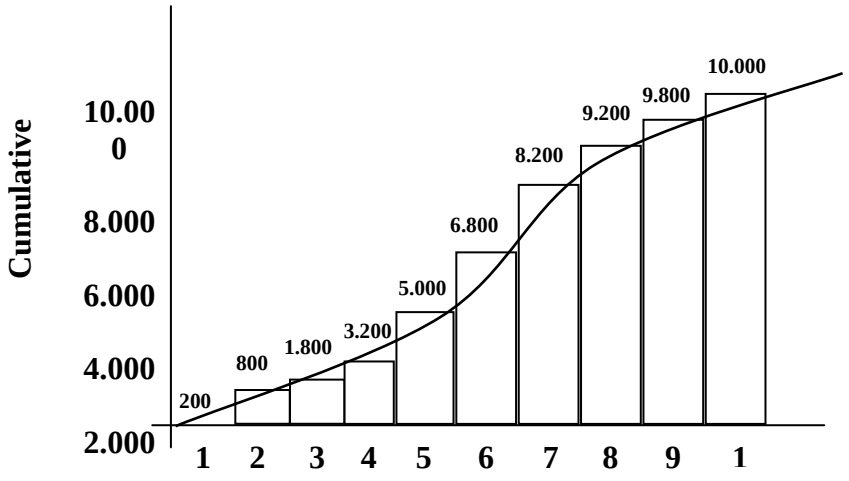
منحنى تقدم الأعمال **S - CURVE**

منحنى تقدم الآعمال يسمى **(S-CURVE)** يرسم بواسطة أخذ قياسات مجمعة لكميات الأعمال فى مقابل الوقت وفى بعض الأحيان تقاس كميات الأعمال المطلوب تنفيذها بمقياس القيمة النقدية لها (النقود) ، وهناك شكل قياسى لمنحنى تقدم الأعمال (**Standard S - CURVE**) فى مجال الأنشاءات يوضح العلاقة النموذجية (المثلى) تبين تقدم الأعمال والوقت .

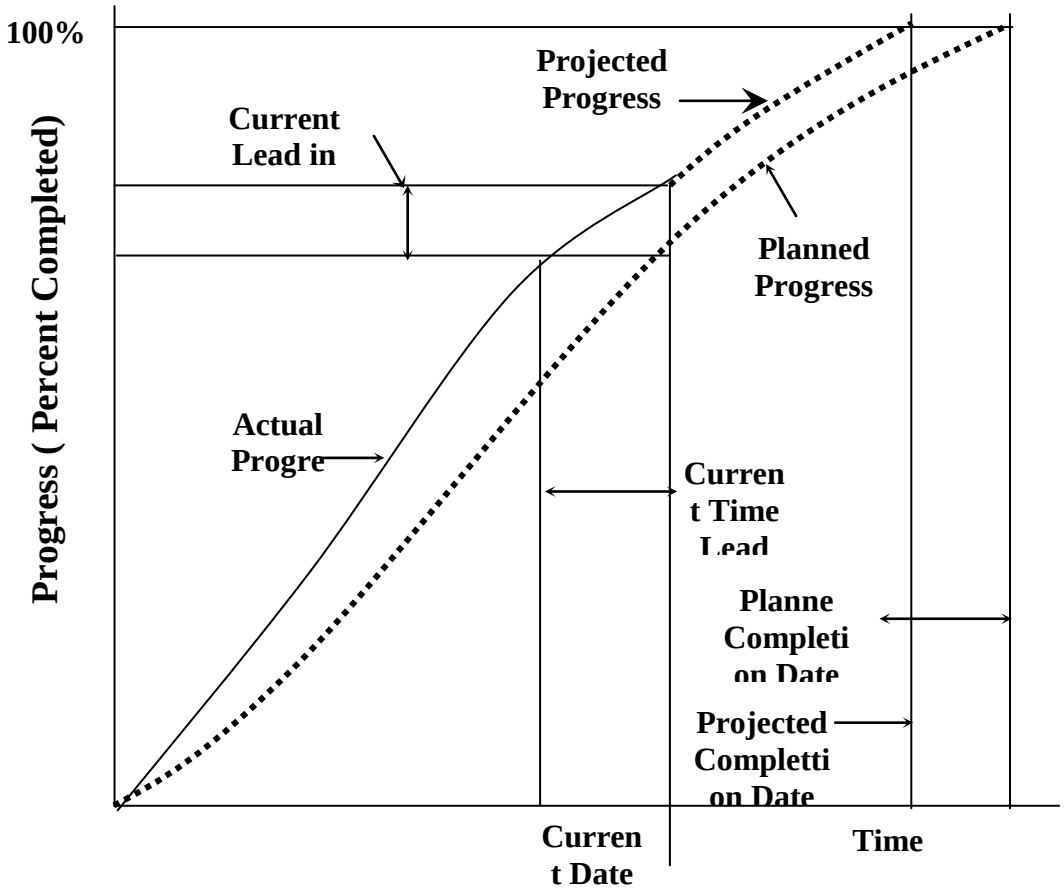
وتوضح الأشكال الأتية طريقة عمل منحنى تقدم الأعمال S - CURVE



(a) Daily Production



(b) Progress Curve


100%
Progress (Percent Completed)
Projected Progress
Current Lead in
Planned Progress
Actual Progre
Curren t Time Lead
Planne Completi on Date
Projected Completti on Date
Curren t Date
Time

التخطيط باستخدام أسلوب المسار الحرج

التخطيط بإستخدام التحليل الشبكى وأسلوب المسار الحرج

من أهداف شركة المقاولات تنفيذ المشروعات بأقل تكلفة حيث أن هذا يعنى بالنسبة للشركة أعلى ربح وأيضا من أهدافها تنفيذ المشروع بأسرع ما يمكن لأن ذلك يساعد الشركة على الحصول على فرص عمل كثيرة جديدة وكذلك يساعد على زيادة قدرة الشركة علىالحصول على خطابات ضمان من البنوك لأعمالها لذلك تعمل شركات المقاولات على إستخدام الموارد الإستخدام الأمثل لتحقيق أهدافها وهو إنهاء المشروع مع تحقيق الربح المناسب .

لذلك لجأت هذه الشركات الى إستخدام الأساليب المتطورة للتخطيط والرقابة على المشروعات ، **فالتخطيط** هو الخطوة الأولى للتحكم فى وقت تنفيذ مشروع التشييد وهو فى نفس الوقت الخطوة الأولى أيضا فى العملية الإدارية بعد وضع الأهداف المطلوبة ، وبدون خطة لا يوجد عمل فهى الأساس الذى يتم عمله لمعرفة الإنحرافات وتصحيحها ، ولكن ما هو المطلوب من التخطيط وما هى الأسئلة التى يجيب عنها.

التخطيط: عملية الهدف منها الإجابة عن الأسئلة الآتية :

[١]ما الذى يجب أن يتم عمله ؟

[٢]كيف يتم العمل ؟

[٣]ما هو الترتيب الذى يتم به العمل ؟

وقد ظهرت عدة طرق للتخطيط منها :

- مخطط المستطيلات **Bar-chart**
- طريقه المسار الحرج **Critical Path Method CPM**
- طريقه خطوط التوازن **Line of Balance**
- مخطط الموقع – الوقت **Locatin-Time Diagram**

وتعد طريقه المسار الحرج من طرق التخطيط الشهيرة التى تستخدم لمشروع التشييد حيث يمكن تطبيقها لكافة أنواع المشاريع أما طريقة خطوط التوازن فتستخدم للتخطيط للمشاريع التكرارية مثل مشاريع الإسكان، وتستخدم طريقة مخطط الموقع – الزمن فى حالة مد خطوط مواسير وأعمال الحفر والردم والرصف فى الطرق.

خطوات التخطيط لمشروع المقاولات بإستخدام التحليل الشبكى :

[١]دراسة مستندات العقد . Contract Documents

[٢]إعداد طريقة التنفيذ المقترحة . Method Of Construction

[٣]عمل التخطيط العام للموقع . Site Layout Planning

[٤]التخطيط Planning

- **٤ – ١ إعداد قائمة الأنشطة . *Activity List***
- **٤ – ٢ عمل قائمة العلاقات بين الأنشطة *Dependency List***
- **٤ – ٣ عمل التحليل الشبكى المنطقى . *Logic Network***

[٥] الجدوله Scheduling

٥ – ١ حساب الزمن اللازم لتنفيذ كل نشاط . ♦ ***Activity Duration***

٥ – ٢ إجراء حسابات المسار الحرج . ♦ ***Critical Path Calculations***

٥ – ٣ إستنتاج الأزمنة الخاصة بكل نشاط وزمن المشروع الكلى . ♦ ***Tenses Activity & Project***

ضغط وقت المشروع عند الإحتياج .	**Time Reduction When Needed**
حساب الموارد اللازمة لتنفيذ المشروع .	**Resources Scheduling**
عمل البرنامج الأمثل إقتصاديا للموارد .	**" Resources Leveling "**
فى حالة أن تكون الموارد " متوافرة ".	**In Case of Unlimited Resources**
عمل تسكين للموارد وحساب الوقت المقابل .	**" Resources Allocation "**
فى حالة أن تكون الموارد "غير متاحة ".	**In Case of limited Resources**
الإستقرار على عناصر التخطيط الثلاثة -	**Project Plan Adjustment**
"وقت – تكلفة – موارد ".	**" Time - Cost - Resources "**
عمل الموازنة التخطيطية للعقد .	**Contract Budget**
عمل خطة التدفقات النقدية .	**Cash Flow Plan**
إعداد نماذج الرقابة على الخطة .	**Control Format**

[١] دراسه مستندات العقد .Contract documents

يجب قبل البدء فى أى مرحلة من مراحل التخطيط قراءة العقد قراءة شاملة فاحصة وتحديد ما هى المستندات الخاصه بالعقد وفى أغلب الأحوال تكون:

[أ] الشروط العامة للتعاقد :

- وهى الشروط العامة التى تحكم التعاقدات فى صناعة المقاولات عموما مثل حدود مسئولية المقاول عن الاعمال المنفذه وحدود مسئوليته المقاول أيضا عن وكلائه (مقاول الباطن + العمال + الموردين + 000) وكذلك حدود مسئولية المالك عن تسديد التزاماته للمقاول وكذلك حدود مسئوليته عن تصرفات وكيله (الإستشارى).

[ب] الشروط الخاصه للتعاقد :

- ويقصد بها الشروط الخاصة التى يضعها المالك زيادة عن أو توضيحا للشروط العامه وذلك مثل مدة تنفيذ المشروع وكذلك غرامات التأخير التى توقع على المقاول أو أى مكافأت تصرف للمقاول نظير إنهائه الأعمال مبكرا عن موعدها ، وكذلك تحدد فى الشروط الخاصة طريقة الإشراف من قبل المالك وشروط الدفعة المقدمة إن وجدت والمستخلصات الجارية والمستخلص الختامى وبمعنى آخر كل ما يتعلق بعلاقة المالك والمقاول ولم ينص عليه أو لم يكن واضحا فى الشروط العامة.

[جـ] المواصفات الفنية العامة والخاصة :

- ويقصد بالمواصفات العامة مواصفات وزارة الإسكان والتى تطبق على قطاع المقاولات أما المواصفات الخاصة فهى التى يضعها المالك أو مندوبه (الإستشارى) وتكون مواصفات خاصة بالمشروع محل التعاقد.

[د] الرسومات العامة والتفاصيل :

- ويمكن دراستها عن طريق عمل Check List لإجمالى الرسومات الخاصة بالعقد ومتابعة ما وصل منها وإرتباط ما لم يصل منها بباقى الرسومات وتأثير التأخير فى وصول الرسومات على بداية أعمال التخطيط للمشروع.

[هـ] قائمة الكميات والأسعار :

- وتعمل بمعرفة المالك أو مندوبه (الإستشارى) كقائمة كميات وبنود ثم بعد أن يضع عليها المقاول أسعاره وبقبول هذه الأسعار تصبح أحد المستندات المهمة فى العقد ومن الممكن فى بعض الأحيان أن تحل قائمة الكميات محل المواصفات الفنية إذا كانت قائمة الكميات مكتوبة بطريقة يفهم منها حدود المواصفات الفنية المطلوبة.

مثال :

(بالمتر المكعب خرسانه مسلحه لزوم الأعمده والكمرات والأسقف تتكون من 0,8م3 زلط + 0,4م3 رمل + 400 كجم أسمنت/م٣ + 160 لتر مياه وتعطى إجهادات 280 كجم / سم٢ بعد سبعة أيام وتعمل على فرم صاج مقوى بإطار من الخشب الموسكى).

- وهكذا فمن الممكن كما ترى أن تكون قائمة الكميات بديلة للمواصفات الفنية وفى بعض أنواع العقود تكون هذه القائمه قابله لتعديل الكميات فى حدود نسبة مئوية معينة يتفق عليها فى التعاقدات Remeasured Bill of Quantities

[و] الموافقة (العقد) :

- وهى تلخص النقاط المهمه (high lights) للعقد وتعتبر فى حد ذاتها هى التعاقد نفسه ويجب أن تكون منصوص فيها على باقى المستندات الموجودة فى التعاقد.

[ز] الملاحق والإضافات :

- وينص فيها على كل ما لم يذكر فى المستندات وأن يكون هناك ملحق لحدود التجاوز فى المواصفات

Tolerances may be accepted without penalty

وكذلك ملحق خاص بمواصفات الخدمات المطلوبه تقديمها من المقاول للمالك.

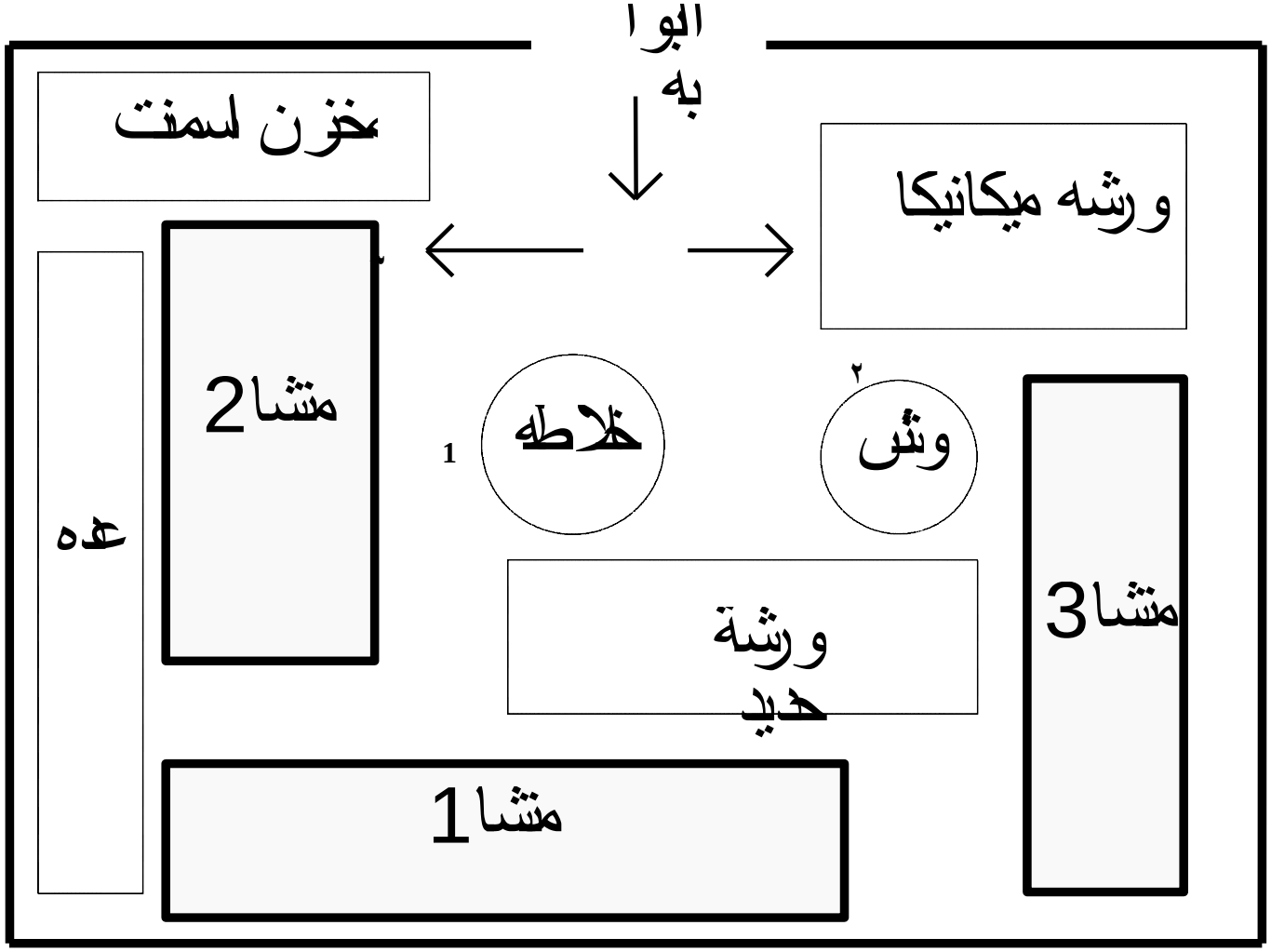
Services provided (Water flow, electrical voltage ..) وملحق خاص بالإختبارات المعمليه **Laboratory tests** .....وهكذا.

[٢] إعداد طريقة التنفيذ المقترحة : Method Statement

- طريقة التنفيذ هى عملية تسجيل كامل لما سيكون عليه المشروع خلال عمره (مدة تنفيذه) مشتمله على طريقه الإنشاء Method of Construction وكذلك مشتملة على شكل الموقع وبيان المعدات المستخدمة وكل ما يتعلق بالمشروع ومراحل تنفيذه المختلفة.
- وتظهر أهمية كتابة طريقة التنفيذ المقترحة من أن حسابات التكلفة للمشروع تبنى كلها فى مرحلة دراسة الأسعار على أساس الطريقة التى سينفذ بها المشروع فمن غير المنطقى مثلا أن نقول أن تكلفة مشروع تنفذ الخرسانات فيه بطريقة الشدات النفقية (Tunnel form) تتساوى مع تكلفة مشروع تنفذ خرساناته بطريقه الشدات التقليديه Traditional وهكذا.
- فإذا لم تكتب طريقة التنفيذ بشكل واضح ومقروء فسوف يكون من الصعب على العاملين بالمشروع عندئذ الإلتزام بطريقة معينة للتنفيذ وسينتج نتيجة ذلك بالقطع زيادة عن التكلفة التى بنيت عليها الأسعار مما يؤدى الى خسارة المشروع حتى ولو حاول العاملون بالمشروع الإلتزام بالوقت والتكلفة والموارد فى مرحلة التخطيط.

[٣] التخطيط العام للموقع Site layout planning

وهو عبارة عن وضع تخيل لما سيكون عليه شكل الموقع خلال مراحل التنفيذ المختلفة شكل (١) ويجدر بنا الإشارة الى ان سوء تخطيط الموقع فى بعض الاحيان يؤدى الى خساره تصل الى ٥ % من ربح المشروع ، هذا مما يوضح الى أى حد تبلغ خطورة هذا العمل .



شكل (1)

ولتخطيط الموقع بأحسن شكل يجب توافر الآتى للمخطط :

- الرسومات الخاصة بالمشروع وبرنامج زمنى تقديرى وبرنامج لكميات المواد الخام ، وذلك لتحديد أماكن العمل ومساحات التخزين المختلفة.
- طريقة التنفيذ المقترحة وذلك لمعرفة أنواع المعدات المستخدمة فى المشروع ومساحات العمل وكل ما يتعلق بالطريقة التى ينفذ بها المشروع.
- مواصفات وتفاصيل رسومات المعدات المطلوبه وذلك لتحديد الأماكن والمساحات التى ستشغلها هذه المعدات وكذلك تحديد المسارات اللازم عملها للمعدات ومواعيد الصيانه ونوعيتها ومدى إمكانية عملها فى الموقع أو خارج المشروع وتأثير كل ذلك على حركة المعدات وتحديد طريقة هذه الحركة.
- خطه للخدمات والمرافق المطلوبه وتشتمل هذه المرافق على المصدر الرئيسى للكهرباء والمياه والصرف الصحى والتليفونات وذلك لتحديد مسارات الخطوط المؤقته لهذه المرافق وعدم تعارضها مع أماكن العمل أومسارات المعدات الثقيلة وكذلك تشمل هذه الخدمات تحديد شكل المرور فى الشوارع المحيطه بالمشروع ومدى كثافته وذلك لتحديد أنسب الأماكن لعمل البوابات والمداخل والمخارج وتحديد أماكن إنتظار السيارات.
- تفاصيل الإنشاءات المؤقته وتشتمل الإنشاءات المؤقته على المكاتب الخاصه بالمشرفين على المشروع ومكاتب المالك والإستشارى وكذلك تشتمل على المخازن المقفولة والمخازن المفتوحة والورش الميكانيكيه وورش تشكيل

حديد التسليح وورشة البلاط إن وجدت وتشتمل كذلك علىأماكن التشوينات للمواد الخام مثل الطـــوب والـــزلط والرمل وتشتمل الإنشاءات المؤقته على اماكن مبيت العمال ومطعم للعمال والمشرفين و ..... الخ.

ويعد ان تتوافر المعلومات السابقة للمخطط يستطيع ان يبدأ فى عمل التخطيط العام للموقع مع مراعاة الشـــروط التاليه :

- الإقلال بقدر الإمكان من تغيير أماكن المخزن على مدار زمن المشروع وذلك تطبيقاً للقاعدة القائله:

" **نقل الماده الخام لايضيف الى قيمتها شيء ولكنه بالضرورة يفقدها الكثير من قيمتها** ".

- تحقيق أقصى قدر ممكن من سهولة الإتصال بين وحدات المشروع المختلفة بهـــدف ســـهولة حركـــة الأفـــراد والخامات والمعدات.
- مراعاة تحديد أماكن التشوينات بالنسبة للأعمال التى تستخدم فيها للإقلال من مسافات نقل المواد الخـــام حيـــث يستحسن بقدر الإمكان تقليل مسافات التداول للمواد الخام داخل المشروع وذلك بهدف التحكم فى نســـبة الهالـــك المقدره لكل ماده.
- تحديد أماكن المعدات ومساراتها لمنع المعوقات التى يمكن ان تتسبب فى تعطيل حركتها وقد نفاجأ احيانا كثيـــرة وبسبب سوء تخطيط الموقع بأنك ترغب فى تحريك أو نقل المعدات من مكانها لمكان آخر داخل الموقع ولكـــن يستحيل ذلك لوجود بعض التشوينات التى تحتاج لمجهود كبير وتكلفة عالية لازالتها من مسار المعـــده أو مـــن الممكن جدا فى أحوال اخرى ان تجد ان المبانى والمنشأت التى اقيمت فعلا تحول بين حركة المعده مما يستتبعه أحيانا كثيره تكسير بعض أجزاء المبانى والمنشأت التى اقيمت

وعلى كل حال فأنه من المؤكد انك وبعد الإنتهاء من عمل تخطيط سليم للمواقع سيكون لديك النتائج التاليه :

- تحقيق الأمان والسهوله للعمل فى كل مرحله من مراحل المشروع المختلفة.
- تحقيق الأمان ضد الأخطار والسرقات.
- تقليل الفاقد من المواد الخام.
- تبسيط الملاحظه والاتصال بين اجزاء المشروع المختلفه.
- إمكانية التغيير فى مراحل العمل من أساسات – هيكل – تشطيبات.
- توفير مناطق تخزين ومخازن مناسبه.
- إختيار أنسب الاماكن للمعدات ثقيلة الحركه.
- تحقيق خدمات الموقع " مكاتب – أماكن الانتظار – أماكن إقامة العمال"
- تحقيق مناطق عمل مناسبه.
- تحقيق أماكن المواقع بالموقع "المياه – الكهرباء – الصحى – التليفونات.

إعداد البرنامج الزمنى للمشروع بإستخدام طريقه المسار الحرج CPM

[١] التخطيط :

١ - ١ اعــداد قائمـــة Activity list

الانشطه

- وقبل ان نتكلم عن طرق تقسيم المشروعات لمجموعات الانشطه يجدر بنا أن نجد تعريف بسيط لكلمة نشاط " **Activity** " والفرق بين النشاط والبند.
- النشاط " **Activity** " هو خطوه واحده من العمل لها بدايه محدده ووقت معين لإنهائها0 والفرق بـــين النشـــاط والبند سيوضح لنا أكثر هذا التعريف فعلى سبيل المثال اذا أردنا دراسة بند

" **الخرسانه المسلحه** " فسنجد ان هذا البند يحتوى على اكثر من نشاط.

البند :

الخرسانه المسلحه

الانشطه :

[١] توريد المواد الخام.

[٢] عمل الفرم الخرسانيه "النجاره المسلحه ".

[٣] توضيب وتركيب حديد التسليح.

[٤] صب الخرسانه المسلحه.

[٥] عمل معالجه للخرسانه بعد الصب.

[٦] فك الشدات الخشبيه.

وهكذا نجد من الممكن أن يكون البند الواحد مكونا من أكثر من نشاط وعلى العكس من ذلك فمن الممكن أن نجد أن أكثر من بند يكونوا نشاط واحد على سبيل المثال بند المبانى سمك 25 سم بالمتر المكعب وبند المبانى سمك 12سم بالمتر المسطح يمكن إعتبارهم نشاط واحد وهو نشاط المبانى.

طرق تقسيم مجموعات الانشطه :

[١] عن طريق مناطق المسئوليه اى بمعنى انه لو كان هناك أكثر من مبنى فى مشروع واحد وكانـــت مســـئولية الاشراف على هذه المبانى موزعه على اكثر من مهندس فإن بنود الأعمال التى تقع تحت مسئولية كل مهندس تعتبر نشاط مستقل.

[٢] عن طريق نوع الموارد المستخدمه وذلك بوضع العمليات التى تستخدم فيها موارد من نوع واحد فـــى نشـــاط واحد وعلى سبيل المثال نشاط المبانى كماسبق الذكر.

[٣] عن طريق المراحل المختلفه للإنشاء فالأساسات تعتبر نشاط والحوائط نشاط والهيكل نشاط وهكذا.

[٤] عن طريق الموقع الجغرافى للاعمال وهى تقريبا بنفس فكرة الطريقه الاولى مع إستبدال مناطق المسئوليه بالمناطق الجغرافيه.

[٥] عن طريق قائمة الكميات (**B.O.Q.**) فكل بند فى قائمه الكميات يعتبر نشاط مستقل.

[٦] عن طريق مراكز التكلفه فى نظام الرقابه على التكاليف فكل مركز تكلفه يعتبر نشاط.

ويتوقف إختيار الطريقه التى يتم على اساسها تقسيم الانشطه للمشروع على خطة مدير المشروع فى الرقابه على المشروع وكذلك ملائمة الطريقه المختاره لطبيعة المشروع وطريقة تنفيذه.

١ – ٢ عمل قائمة العلاقات بين الانشطه Dependency List

- وتعمل هذه القائمه لتحديد العلاقه بين الانشطه وايا منهم يسبق الآخر ونوع إعتماد كل نشاط على الآخر وهل يعتمد على بدايته او يعتمد على نهايته.
- ويجب عند عمل قائمة العلاقه بين الانشطه **Dependency List** تحديد نوع العلاقه بين كل نشاط وباقى الانشطه التى تعتمد عليه. وكذلك تحديد (الفتره الزمنيه) الذى سبق الاشاره اليها فى كل علاقه من العلاقات السابقه وتسمى هذه الفتره **Lead or Lag Time** وهى الفتره الاجباريه فى العلاقه بين نشاطين حسب طبيعه تنفيذ النشاطين.

ويمثل شكل (٢) قائمه العلاقات بين الانشطه لجزء من مشروع أنشائى .

كود	وصف النشاط	العلاقه الاعتماديه	
		يلى	يسبق
١٠٠	الحفر .	البدايه	١٣٠
١٣٠	خرسانه عاديه .	١٠٠	١٥٠ ، ١٦٠ ، ١٧٠
١٥٠	نجاره مسلحه .	١٣٠	*
١٦٠	توضيب الحديد .	١٣٠	*
١٧٠	شراء الاسمنت	١٣٠	*

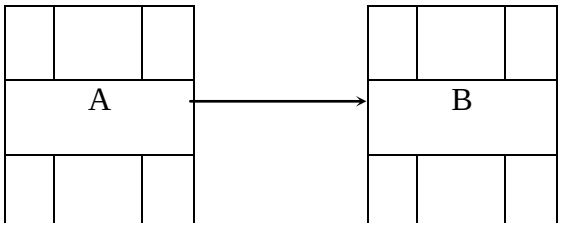
شكل (٢)

- ومن الجدول السابق (**شكل ٢**) يتضح ان نشاط الخرسانه العاديه يستطيع ان يبدأ بعد ان ينتهى نشاط الحفر (**العلاقه الاولى**) وان انشطه النجاره المسلحه وتوضيب الحديد وشراء الاسمنت للخرسانة المسلحه تستطيع ان تبدأ بعد ان ينتهى نشاط الخرسانه العاديه (**العلاقه الثانيه**) وهكذا .....
- ونظرا لإن العلاقات بين الانشطه تعبر عن طريقه تنفيذ المشروع ونظرا لطبيعه مشروعات المقاولات والتى تحتم تداخل تنفيذ الكثير من الانشطه معا أى بمعنى أن أنشطة مشروع المقاولات يستحيل تنفيذها متتابعه ولذلك فأن

العلاقه بين الانشطه المشار اليها سابقا (وهى علاقه نهاية النشاط ببداية النشاط الذى يليه) لاتصلح عاده للتعبيـــر عن علاقات الأنشطه المختلفه للمشروع .

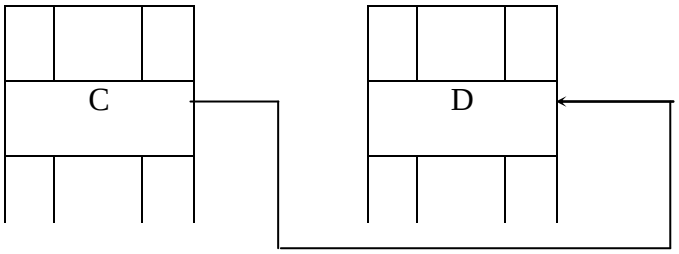
ومما تقدم فيمكن التعبير عن هذه العلاقات بين الانشطه بإربعة طرق سنوضحها كما يلى :

العلاقه الأولى (نهايـــه – بدايه) *FINISH TO START*



وتعنى أن النشاط (B) لايستطيع أن يبدأ قبل أن ينتهى النشاط (A)

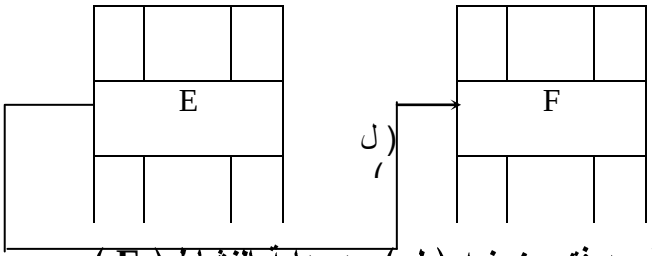
العلاقه الثانيه (نهايه – نهايه) *FINISH TO FINISH*



(ل)

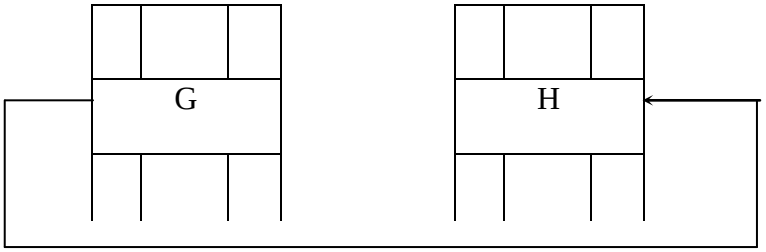
وتعنى أن النشاط (**D**) **يجب أن ينتهى بعد فتره زمنيه (ل) من نهاية النشاط (C) .**

العلاقه الثالثه بدايه – بدايه START TO START



وتعنى أن النشاط (F) يمكن أن يبدأ بعد فتره زمنيه (ل) من بداية النشاط (E) .

العلاقه الرابعه بدايه – نهايه START TO FINISH



(ل)

وتعنى أن النشاط (H) يجب أن ينتهى بعد فتره زمنيه (ل) من بداية النشاط (G) .

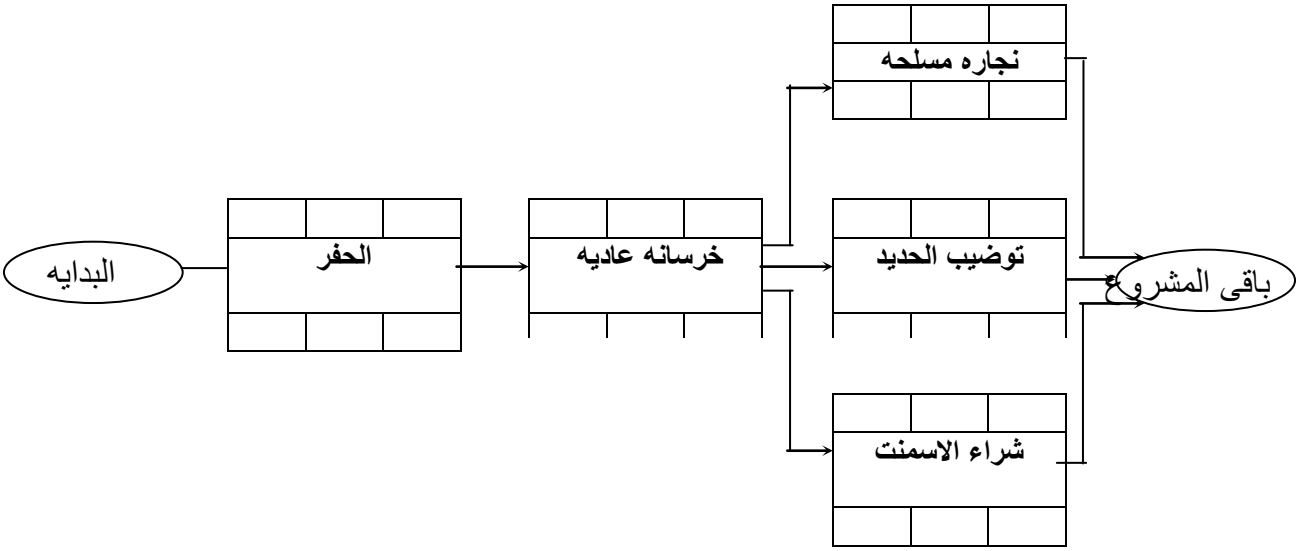
وبنظره سريعه على العلاقات الأربعه السابقه نجد انها فى النهايه شىء واحد ولكنها تستخدم فى التعبير عن **العلاقات بين الانشطه للسببين التاليين :**

اولا : لتسهيل التعبير عن العلاقه أذا كان هناك تداخل فى تنفيذ النشاطين .

ثانيا : لتسهيل عمليه الرقابه على تنفيذ الانشطه فبالقطع انه فى العلاقه الاولى فإن أى تأخير فى نهاية النشاط (**A**) يستتبعه تأخير فى بداية النشاط (**B**) ، أما فى العلاقه الثانيه فإن التأخير فى نهاية النشاط (**C**) يستتبعه تأخير فى نهاية النشاط (**D**) وهكذا فى باقى العلاقات .

٣-١ عمل التحليل الشبكى المنطقى Logic Network

- بعد الانتهاء من عمل قائمة العلاقة بين الأنشطه Dependency List نبدأ فى عمل التحليل الشبكى المنطقى وماهو الا ترجمة لقائمة العلاقات فى شكل مرسوم يسهل اجراء الحسابات عليه واذا أخذنا المثال السابق لتوضيح طريقة رسم التحليل الشبكى .



(شـــــكل ٣)

وهكذا نجد أن التحليل الشبكى ماهو الا طريقه لتمثيل العلاقة بين الأنشطة المختلفة فى شكل مرسوم يسهل اجـــراء الحسابات عليه كما سنرى فيما بعد .

ولكن لعمل تحليل شبكى سليم يجب إتباع الآتى :

[١]مراعاة أن كل نشاط يمثل بمربع (حسب الشكل ٣) وبداخل المربع يكتب وصف مختصر للنشـــاط أو الـــرقم الكودى له ثم تتبقى ستة مربعات صغيرة ستكتب فيها بعض الأرقام كما سنرى فيما بعد وهذه الطريقة من التمثيل تسمى **Precedence Network** .

[٢]مراعاة أن تكون لكل نشاط علاقتين على الأقل تربطه بباقى الأنشطة إحداهما علاقة توضح بدايته والأخـــرى علاقة توضح نهايته .

[٣]طول السهم بين المربعات لايشير الى أى مدد زمنية أو يعنى أى علاقة زمنية .

[٤]يجب أن ترسم المربعات فى مستويات أفقية واحدة وكذلك مستويات رأسية واحدة **(Ranking)** وذلـــك حتـــى نسهل من سرعة الحسابات .

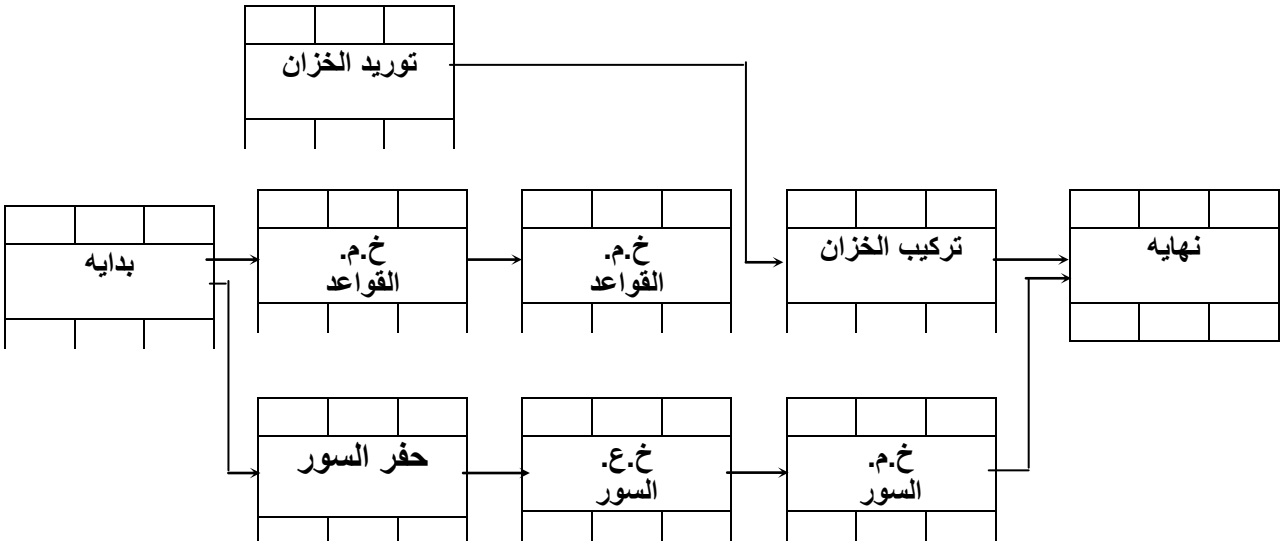
[٥]يجب أن يبدأ كل تحليل شبكى بمربع يسمى البداية ومربع آخر يسمى النهاية يوضعا فى أول التحليل الشبكى من أقصى اليسار ومن أقصى اليمين على الترتيب .

وشكل (٤) يوضح التحليل الشبكى لمشروع تشييد بسيط هو إنشاء خزان وقود وسور يحيط بـــالخزان وطريقـــة التنفيذ تنص على الآتى :

[١] القواعد للخزان تنفذ على سطح الأرض بدون حفر .

[٢] الموقع متسع فلا مانع من توريد الخزان من أول المشروع .

[٣] السور مكون من حوائط خرسانية تمتد حتى نصف متر تحت سطح الارض .

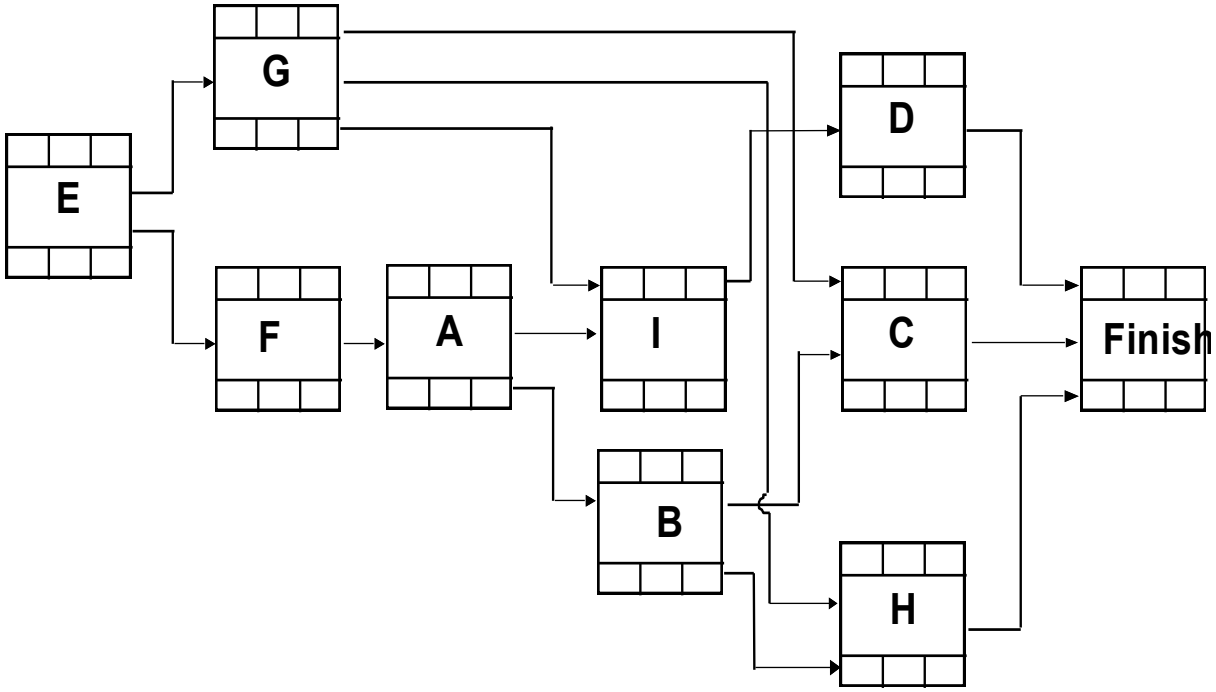


شكل (٤)

مثال : **إرسم شبكة الأعمال للمشروع الذى يتكون من الأنشطة الآتيه حسب الإعتمادات المذكورة.**

النشاط	يعتمد على
A	F,E
C	B,G
F	E
H	B,G,A,F
E	---
I	A,G,F
B	A,F,E
D	I
G	E

الحل : بالنظر لإعتمادية الأنشطة نجد أن النشاط **E** لايعتمد على أى نشاط وبالتالى يكون هو أول نشاط فى الشبكة. وبعد ذلك نجد أن النشاطين F , G يعتمدان على النشاط E مباشرة فيتم رسمها فى ترتيب لاحق بعد E وإذا نظرنا للنشاط A نجده يعتمد على كل من F,E وبما أن F يعتمد على E فنجد أن إعتماد A على E يعتبر علاقة زائدة لا معنى لها وبالتالى فإن النشاط A يعتمد بصورة نهائيه على النشاط F وبالمثل نجد أن النشاط B يعتمد على النشاط A فى صورة نهائيه. وهكذا ..... ويكون رسم شبكة الأعمال كما هو مرفق.



وبالرسم نجد أن آخر ثلاثة أنشطه فى الشبكه هم **H,C,D** ولكى تصبح الشبكة مغلقة لابد من عمل نشـــاط نهايـــه وهمى لكى تكون جميع مسارات الشبكة مغلقة ومستمرة من البدايه للنهاية.

٢] الجدوله :

٢ - ١ **حساب الزمن اللازم لتنفيـــذ النشاط** Activity Duration

عند حساب ازمنة تنفيذ الانشطه يجب مراعاة الاتى بمنتهى الدقه

[١] النظر الى كل نشاط ودراسته مستقلا تماما عن باقى الانشطه.

[٢] تحديد نوعية الموارد التى ستستخدم فى تنفيذ هذا النشاط (عماله - معدات .... الخ).

[٣] فرض مستوى معين من الموارد لتنفيذ هذا النشاط ويسمى **(Normal Level of Resources)** والمقصود بكلمة مستوى معين هو كمية او عدد الموارد التى تنتج عند تشغيلها معا فى هـــذا النشـــاط بالتحديـــد وفـــى ظروف التشغيل المتوقعه مسبقا لهذا النشاط أقصى كفاءه ممكنه.

وعلى ذلك فإنه يمكن حساب مدة تنفيذ النشاط حسب المعادله الاتيه

$$\text{زمن تنفيذ النشاط} = \frac{\text{كمية العمل بهذا النشاط}}{\text{انتاجية الموارد}}$$

حيث أن :

انتاجية الموارد المستخدمه = عدد الموارد x معدل اداء وحده الموارد

ويتضح مما سبق انه ولحساب زمن تنفيذ النشاط يجب معرفة الآتى:

[١] كمية العمل بهذا النشاط ويمكن تحديدها من قائمة الكميات والبنود.

[٢] معدل اداء وحدة الموارد ويمكن تحديدها من دراسة العمل او من معدلات الاداء القياسيه فى ظروف تشغيل مشابهه.

[٣] عدد الموارد المستخدمه.

ويبقى هنا السؤال الأساسى وهو على اى اساس يتم تحديد عدد الموارد المستخدمه ؟.

- للاجابه على هذا السؤال يجب اولا ان نوضح ان اسلوب التخطيط بإستخدام التحليل الشبكى هو اسلوب يستخدمه المقاول لتخطيط زمن المشروع بحيث ينفذ بأقل تكلفه ثم يترجم هذا الزمن الى موارد لتنفيذ المشروع فى الزمن المحسوب. بمعنى انه ولكى يتحقق ذلك فلا يجب على المخطط ان يضع على نفسه قيد الموارد المتاحه لديه وخاصه فى هذه المرحله. وبوضوح اكثر فإن فرض عدد الموارد المستخدمه عند حساب زمن تنفيذ النشاط فى هذه المرحله يجب الايكون على اساس الموارد المتاحه لدى المقاول.
- بعد هذا التوضيح نعود للاجابه على السؤال السابق , ولنفرض انه وفى مشروع اسكان فإن نشاط الحفر هو عباره عن حفر فى ارض طينيه لعمق 2 متر لقواعد منفصله بمقاس ٢ x ١,٥ م للقاعده الواحده وان عدد هذه القواعد 40 قاعده.

مما سبق يتضح اولا ان كميه الحفر المطلوبه = ٤٠ x ٢ x ١,٥ x ٢ = ٢٤٠ م3

- وقد تحدد ان يتم الحفر بإستخدام عمال وحفر يدوى وعليه يكون متوسط معدل اداء وحدة الموارد (عامل حفر + ٠,٥ عامل نقل اتربه) هو ٣ م٣ فى اليوم ولحساب زمن تنفيذ النشاط كله بهذا المشروع يتبقى لنا أن نحدد عدد عمال الحفر المطلوبين للعمل.
- ومبدئيا فإنه من الممكن ان يوضع عاملين حفر فى كل قاعده حيث أن أبعاد القاعدة الواحده تسمح بذلك بما لايحدث تعارض بينهما وبالتالى يستطيع كل واحد منهما ان يعطى معدل الاداء المطلوب منه.

ومما سبق يتضح نظريا انه من الممكن ان يستخدم 80 عامل حفر بواقع عاملين لكل قاعده وبذلك يمكن الانتهاء من هذا النشاط فى يوم واحد.

٨٠ عامل x 3م3 للعامل الواحد

ويمكن ايضا (نظريا) أن يستخدم عامل حفر واحد وبذلك يمكن الانتهاء من هذا النشاط فى ثمانون يوما.

ولكن عمليا يتبقى الإجابة على السؤال السابق ؟

- تتوقف الإجابة النهائيه على هذا السؤال على شكل الموقع والمسافه بين القواعد وبعضها والمسافه بين القواعد واماكن نقل مخلفات الحفر ونوع التربه السطحيه وعوامل اخرى كثيره.

ولكن عموما يكون تفكير المقاول فى هذه النقطه بفرض "**اكبر عدد ممكن الموارد تعطى أعلى إنتاجيه**" أى أنه يمكن القول أنه لو فرض عدد العمال المستخدمين 12 عامل وان هذا الفرض سيجعل كل عامل يعطى معدل الاداء الامثل

له ولو كان هناك فرض آخر بـــ 16 عامل وأيضا كان هذا الفرض سيجعل كل عامل يعطى معدل الاداء الامثـــل له فإن إختيار 16 عامل يكون هو الاصح بالنسبه للمقاول وبذلك يكون :

٢ – ٢- إجراءات حسابات المسار الحرج : Critical Path Calculations

تعريفات :

- يجب قبل أن نبدأ فى توضيح كيفية إجراء الحسابات أن نجد تعريف لمعنى النشاط الحرج ومعنـــى المســـار الحرج .

النشاط الحرج (Critical Activity) : هو النشاط الذى لو حدث به تأخير أثناء التنفيذ فسيتسبب ذلك فى تـــأخير المشروع كله .

أما المسار الحرج (Critical Path) : فهو المسار الذى يمر بين الأنشطة الحرجة ويبدأ مـــن بدايـــة المشـــروع وينتهى عند نهاية المشروع وهو أطول مسار "**من ناحية الزمن** "فى التحليل الشبكى .

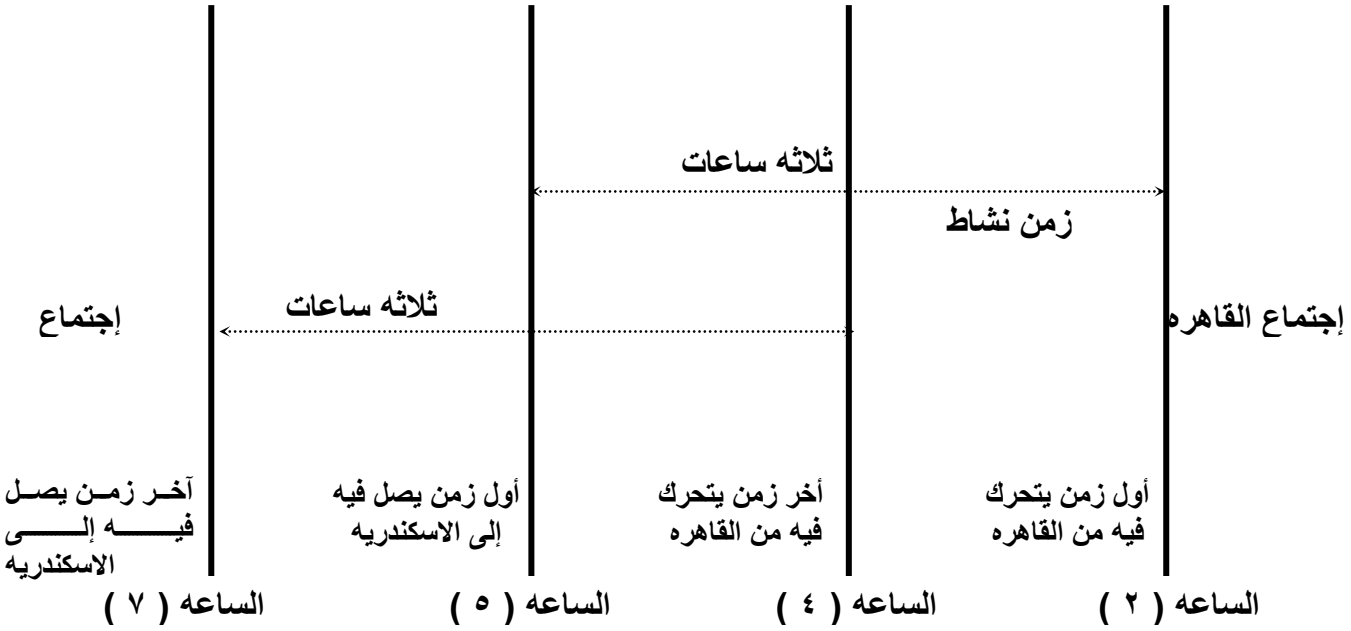
وإذا أردنا أن نوضح المفهوم الاساسى لحسابات المسار الحرج فعلينا أن ننظر الى المثال التالى :

- بفرض أن هناك مدير سيحضر اجتماع فى القاهرة وأن هذا الإجتماع سينتهى الساعة الثانية بعـــد الظهـــر وأن نفس هذا المدير لديه إجتماع آخر يبدأ فى الاسكندرية الساعة السابعة مساء .
- وبدراسة أنسب الوسائل للسفر للاسكندرية بالنسبة لظروف هذا المدير وجد أنها السيارة بالطريق الصـــحراوى وأن هذا النشاط (السفر للاسكندرية) يستغرق بهذه الطريقة ثلاثة ساعات .

ومن المعلومات السابقه يتضح لنا أن هناك ثلاثة انشطه فى هذه الحاله وهى :

- نشاط إجتماع القاهره . ينتهى الساعه الثانيه ظهرا .
- نشاط السفر إلى الاسكندريه .
- نشاط إجتماع الاسكندريه . يبدأ الساعه السابعه مساء .

والآن لكى نمثل هذه المعلومات فى شكل يسهل اجراء الحسابات سنجد الآتى



بالنظر للشكل السابق (شكل ٥) سنجد أن هذا المدير لن يستطيع السفر من القاهرة قبل الساعة (٢) (موعد إنتهاء النشاط السابق وهو اجتماع القاهرة) وبذلك يكون هذا الزمن هو أول زمن لبداية نشاط السفر ويطلق عليه البداية المبكرة للنشاط (نشاط السفر) Early Start (E.S.) وكذلك لن يستطيع المدير أن يصل للاسكندرية بعد الساعة (٧) (موعد بداية النشاط التالى وهو إجتماع الاسكندرية) وبذلك يكون هذا الزمن هو آخر زمن لنهاية نشاط السفر ويطلق عليه النهاية المتأخرة للنشاط (نشاط السفر) Late Finish (L.F.) .

يتبقى بعد ذلك زمنين آخرين وهو الساعة **(5)** وهو الزمن الذى سيصل فيه المدير للاسكندرية اذا تحرك من القاهرة فى البداية المبكرة الساعة **(2)** وبذلك تكون الساعة **(5)** هو أول زمن يستطيع فيه المدير أن يصل للاسكندرية (نهاية نشاط السفر) ويطلق عليه **النهاية المبكرة للنشاط** Early Finish (E.F.) وكذلك الساعة **(4)** وهو الزمن الذى لن يستطيع بعده المدير التحرك من القاهرة والا سيتأخر عن النشاط التالى وهو اجتماع الاسكندرية وبذلك يكون الزمن الساعة **(4)** هو آخر زمن يستطيع أن يبدأ فيه نشاط السفر ويطلق عليه **البداية المتأخرة للنشاط** Late Start (L.S.).

وهكذا نجد أنه لكل نشاط يوجد أربعة أزمنة وهى :

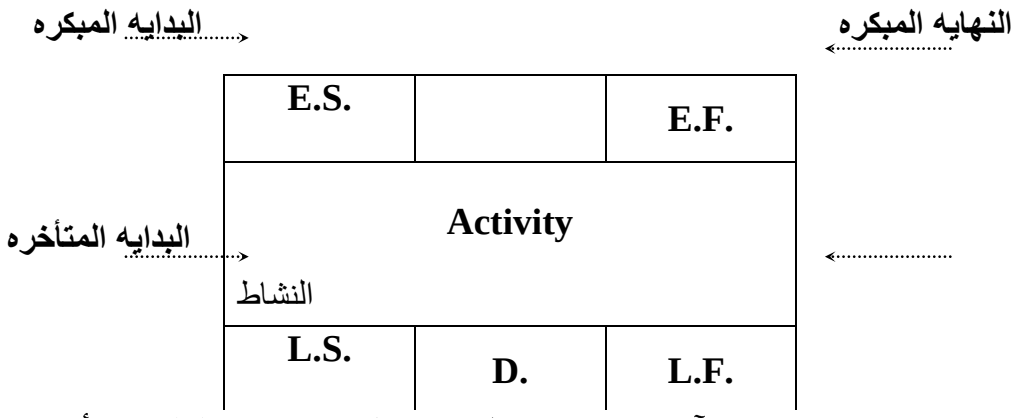
- البداية المبكرة للنشاط . Early Start (E.S.)
- أول زمن يمكن بدء النشاط فيه .
- النهاية المبكرة للنشاط . Early Finish (E.F.)
- أول زمن ينتهى فيه النشاط وذلك اذا بدأ فى البداية المبكرة .
- البداية المتأخرة للنشاط . Late Start (L.S.)
- آخر زمن يجب أن يبدأ فيه النشاط .
- النهاية المتأخرة للنشاط . Late Finish (L.F.)
- آخرزمن ينتهى فيه النشاط وذلك اذابدأ فى البداية المتأخرة .

وعليه فإن ذلك يمكن أن يمثل حسابيا بالمعادلتين الآتيتين :

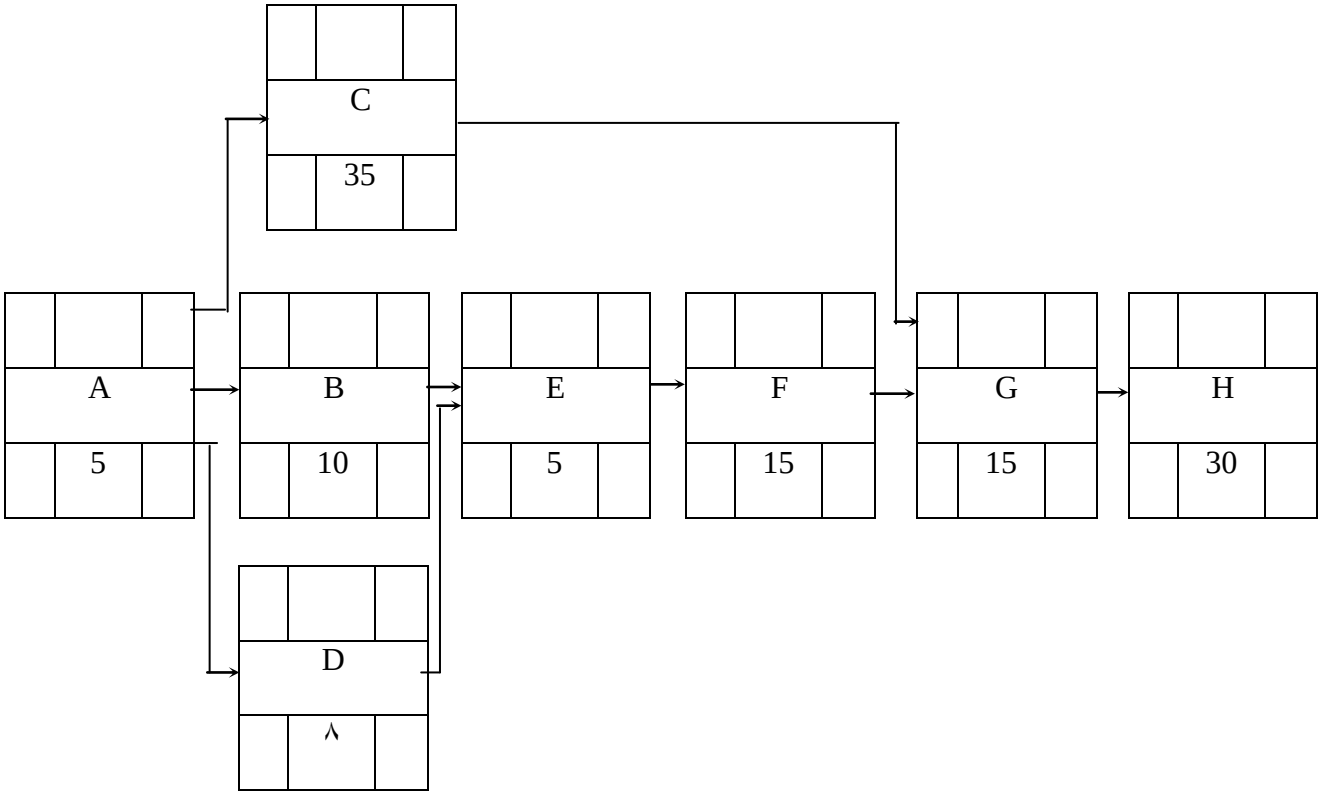
$$L.F. = L.S. + D$$

$$E.F. = E.S. + D$$

حيث (D) :



زمن تنفيذ النشاط Activity Duration **والآن وبالرجوع لتمثيل النشاط بمربع شكل (٦) نجد أن :**



(شـــــكل ٦)

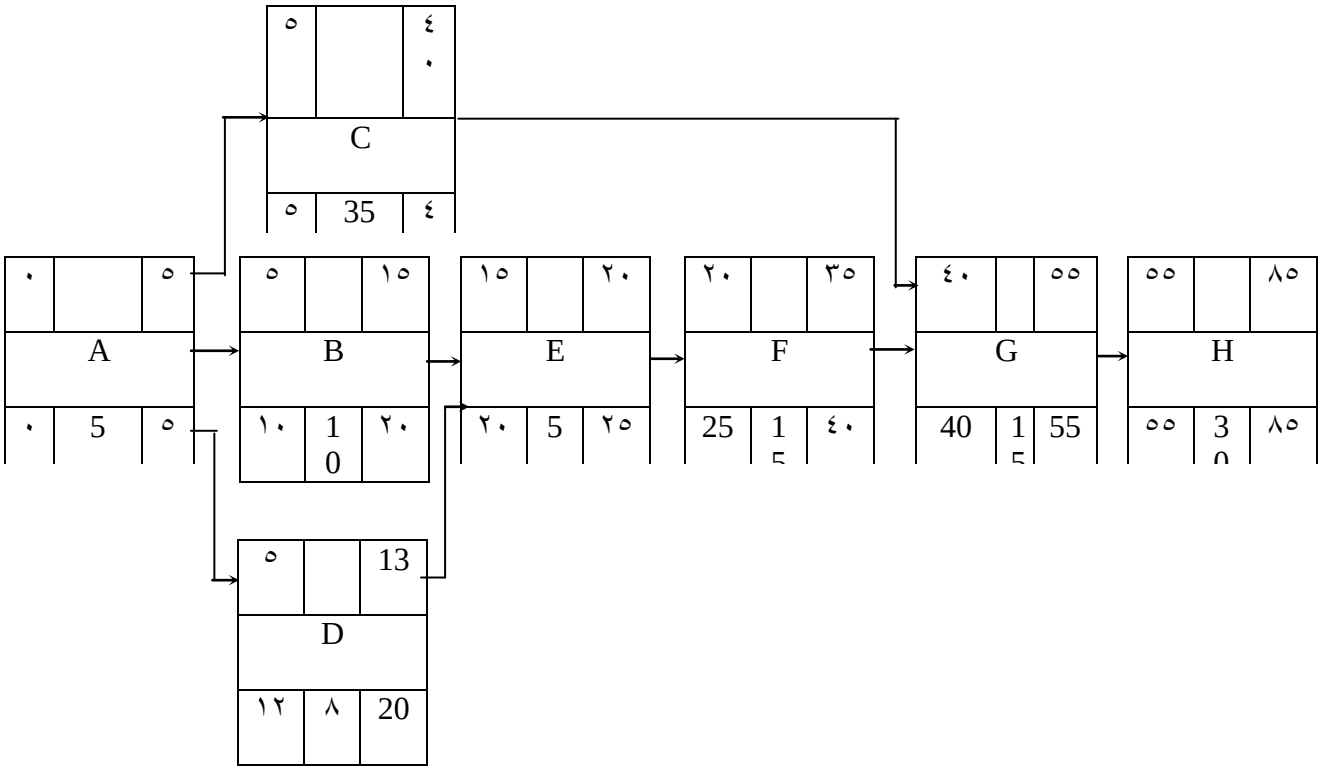
لكى نوضح طريقة حساب كل زمن من هذه الأزمنة لكل أنشطة المشروع وكذلك لكى نحسب الزمن للمشروع ونستنتج كل بيانات التحليل الشبكى سنحاول أن نوضح ذلك فى مثال شكل (٧ ، ٨ ، ٩ ، ١٠) .

(شـــــكل ٧)

التحليل الشبكى المنطقى وزمن كل نشاط

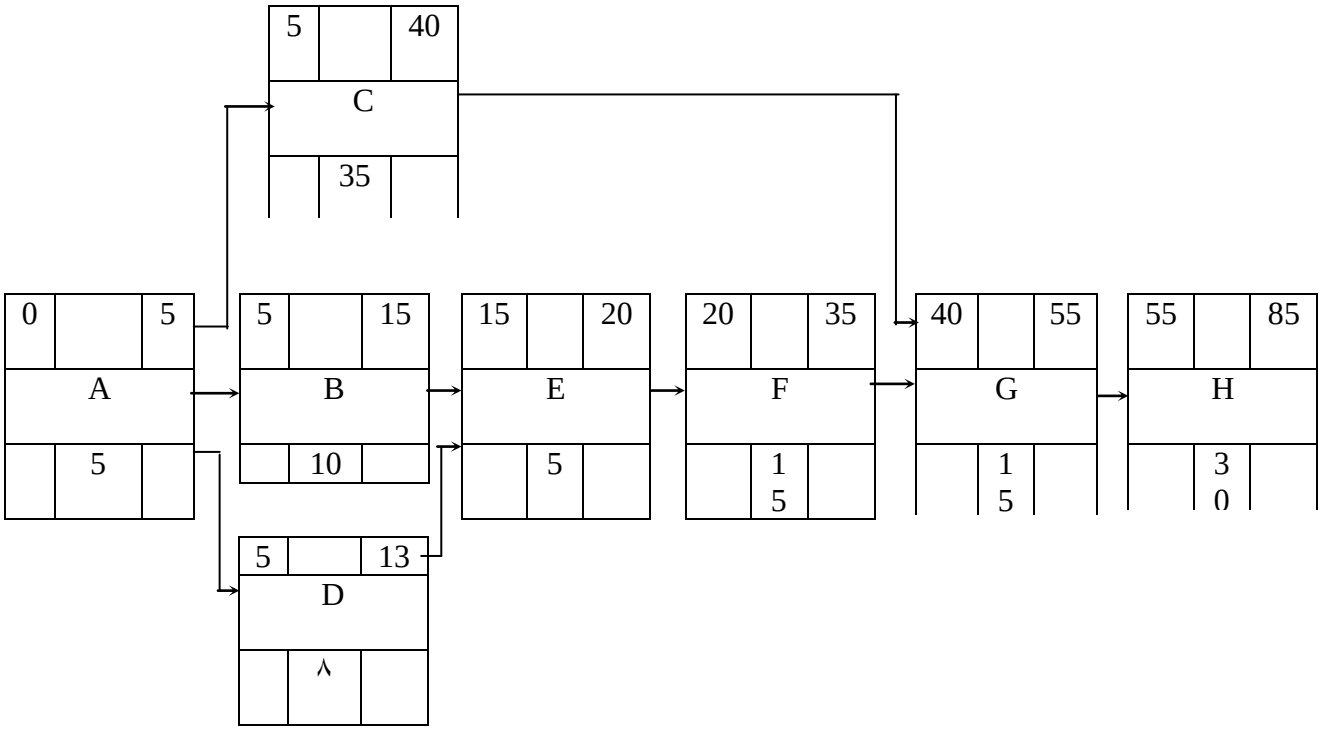
(شـــــكل ٨)

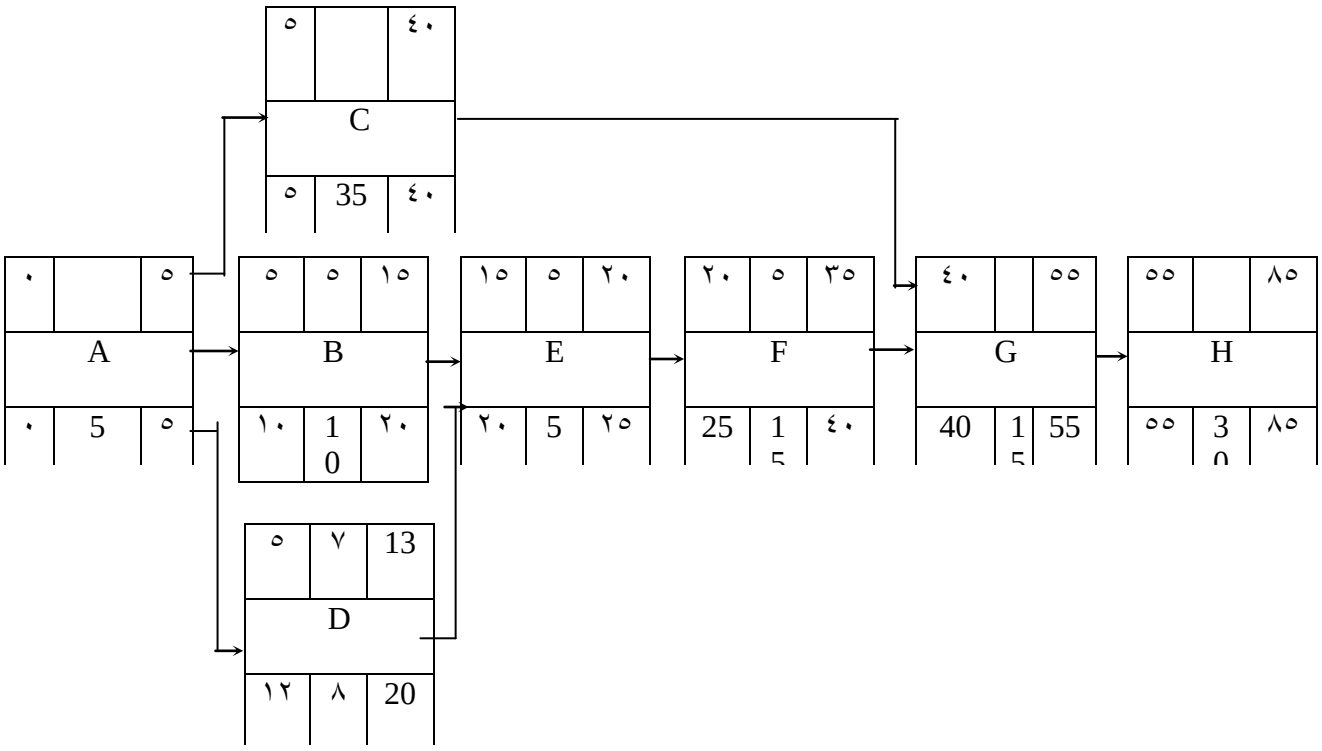
التحليل الشبكى المنطقى والأزمنة المبكرة



(شـــــكل ٩)

التحليل الشبكى المنطقى والأزمنة المبكرة والمتأخرة





(شـــــكل ١٠)

المسار الحرج

<u>من المثال السابق</u> :

- (السفر للاسكندرية) (شكل ٥) يتضح أنه وبناء على الحسابات التى اجريت أن هذا المـــدير لـــه فتـــرة ســـماح مقدارها ساعتين يستطيع أن يتأخر فيهما فى نشاط السفر دون أن يؤثر ذلك على الزمن الكلى للمشروع أو دون أن يؤثر ذلك على بداية النشاط التالى (إجتماع الاسكندرية) ، وتسمى فترة السماح هذه Total Float

Total Float (T.F.) = L.F. - E.F

OR = L.S. - E.S.

- وبناءا على ما تقدم فإن النشاط الذى به فترة سماح = صفر هو نشاط حرج أى بمعنى أنه غير مســموح أثنـــاء التنفيذ أن يتأخر هذا النشاط لأى سبب والا سيؤخر المشروع بكامله اما الأنشطة الأخرى والتى بها فترات سماح تزيد عن صفر فإنه من الممكن إستخدام فترات السماح هذه فى إعادة توزيع موارد المشروع كما سيتضح فيما بعد .
- شكل (١٠) يوضح فترات السماح فى المثال السابق ويتضح أن الأنشطة الحرجة هى **H,G,C,A** .
- وهناك فترة زمنية أخرى هامة جدا ويجب أن نحدد استخداماتها وهى فترة السماح الحرة "**Free Float**" فلـــو نظرنا إلى النشاط (**E**) مثلا سنجد أنه لايمكن التأخير فيه حيث أن أى تأخير فى هذا النشاط سيؤثر علـــى بدايـــة النشاط الذى يليه وهو النشاط (**F**) وبذلك نستطيع القول أن فتره السماح الحره فى النشاط (**E**) تساوى صفر .

- وفى نفس الوقت فإن فترة السماح الكلية للنشاط (E) هى (٥) أسابيع وكذلك بحساب فترة السماح الحرة للنشاط (F) هى (٥) أسابيع كذلك .

ويمكن حساب فترة السماح الحرة "Free Float" لأى نشاط من المعادلة الآتية :

$$F.F. = E.S. - E.F.$$
$$(1) \quad (2) \quad (1)$$

أى أن فترة السماح الحرة للنشاط (١) هى عبارة عن البداية المبكرة للنشاط (٢) مطروحا منها النهاية المبكرة للنشاط (١) . ويجب الأخذ فى الاعتبار أن فترة السماح الحرة لأى نشاط هى جزء من فترة السماح الكلية ولايمكن أن تزيد عنها .

استنتاج زمن المشروع الكلى Total Project Duration

وما يهمنا فى المقام الأول الآن وبعد أن تنتهى من إجراء حسابات المسار الحرج سيكون واضح لديك الزمن الكلى الذى يمكن أن ينفذ خلاله المشروع (فى المثال شكل (١٠) يكون الزمن الكلى للمشروع ٨٥ أسبوع) وكما أشرنا من قبل أن هذا الزمن استنتج من التحليل الشبكى حسب طريقة التنفيذ المقترحة وحسب العلاقة الفنية بين الأنشطة المختلفة وكذلك حسب الزمن اللازم لتنفيذ كل نشاط وهو مبنى على أساس فرض مستوى مناسب من الموارد **(Normal Level Of Resources)** لتنفيذ هذا النشاط ،

ويتضح من ذلك أن التخطيط بأسلوب المسار الحرج يهمل تماما وحتى هذه المرحلة زمن التعاقد (الزمن المطلوب من العميل) . **ومن واقع نتيجة حسابات المسار الحرج سيكون هناك ثلاثة احتمالات :**

الاحتمال الأول : أن يكون الزمن المستنتج مساويا لزمن التعاقد

الاحتمال الثانى : أن يكون الزمن المستنتج أقل من زمن التعاقد

الاحتمال الثالث : أن يكون الزمن المستنتج أكبر من زمن التعاقد

ودعنا الآن نوضح كل إحتمال من هذه الإحتمالات على حدة

الإحتمال الأول :

- وهو نادر الحدوث حيث أن زمن التعاقد يكون محددا بواسطة العميل الذى يرغب بالقطع فى تنفيذ المشروع فى أقل وقت ممكن حتى يستطيع استثمار رأس ماله من هذا المشروع وبالتالى فمن النادر أن تتفق رغبة المالك أو العميل مع رغبة المقاول فى عنصر الوقت .

الإحتمال الثانى :

- وهو أيضا نادر الحدوث فكما وضحنا فى الاحتمال الأول أن المالك يرغب فى انهاء المشروع فى أقل زمن بينما المقاول استنتج الزمن بناءا على إفترضات معينة تحقق أهدافه (طريقة تنفيذ معينة + مستوى معين من الموارد) وبالتالى فإن هذا الإحتمال نادر الحدوث .

الإحتمال الثالث :

- وهو أكثر هذه الاحتمالات توقعا أى أن الزمن المستنتج من حسابات التحليل الشبكى يكون فى الغالب أكثر من زمن التعاقد وفى هذه الحالة يلزم عمل ضغط للزمن المستنتج حتى نصل الى زمن التعاقد والا فلن يقبل العميل البرنامج الزمنى الذى يقدمه المقاول وبالتالى تقل فرص العمل لهذا المقاول .

إدارة موارد المشروع

إدارة موارد المشروع

- أن التحول السريع الآن للاقتصاد العالمي من تطور وتغير إلى فكر السوق المفتوحة أحدث تغييرات سريعة في شكل المنافسة في قطاع التشييد محليا وعالميا. من ثم أصبح هناك صعوبة في الحصول على التعاقدات الخاصة بالبناء والتشييد ويرجع ذلك إلى المنافسة القوية في أسعار تلك التعاقدات.
- ومن المعروف أن أسعار التعاقدات تتكون أساسا حسب المعادلة التالية من **العناصر التالية** :

سعر العقد = التكاليف المباشرة + التكاليف المتغيرة للموقع + التكاليف المتغيرة للمركز الرئيسي +

- وان اكبر تلك العناصر قيمة هى التكاليف المباشرة والتي من المعروف إنها تحدث نتيجة استخدام عناصر الإنتاج **من :**

[١] العمالة [٣] المعدات.

[٢] المواد الخام [٤] مقاولي الباطن

وتلك العناصر ما هى الا الموارد الخاصة باى مشروع مقاولات ولابد منها لإتمام إنجازه.

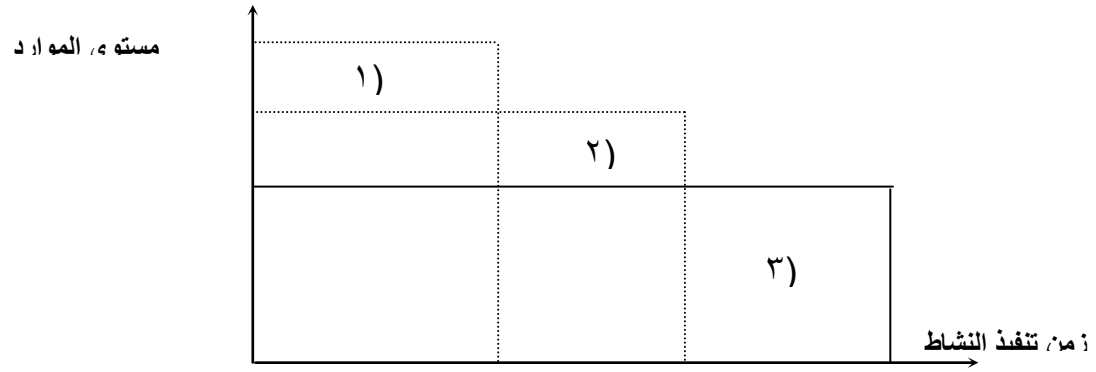
- لما سبق اصبح من المهم الوصول الى التكلفة الاقتصادية لتلك الموارد من إجل الوصول الى الاسعار الاقتصادية التى تتيح المنافسة القوية مع بقية الشركات وللوصول الى هذا الهدف فان على ادارة الشركات ان تعمل جاهدة من إجل التوظيف والاستغلال الامثل للموارد المتاحة لها بطرق علمية حديثة تستطيع من خلالها التخطيط الجيد لهذا الاستخدام وايضا مراقبة حسن الاستخدام من أجل الوصول الى التكلفة الاقتصادية.
- والدراسة التالية تقدم اسلوب علمى جيد فى كيفية التخطيط للموارد وايضا المراقبة عليها وهذا الاسلوب تم تطبيقه على عدة مشروعات مختلفة النوعية والحجم وهو اسلوب علمى بسيط وغير مكلف وفعال ويقدم خدماته فى مراحل مبكرة من مراحل المشروع الا وهى مرحلة دراسة العطاء حيث يوضح الموارد المطلوبة لانجاز المشروع خلال فترة تنفيذه وايضا كيفية الوصول الى الاستغلال الامثل للموارد.
- وهذا الاسلوب يعتبر مكملا لاسلوب التخطيط للمشروع بطريقة التحليل الشبكى ويعتمد عليه اعتمادا كبيرا فى نجاحه.
- ولقد سبق ان تم التعرف على أن طريقة التخطيط للتحليل الشبكى تعتمد على تقسيم المشروع الى مجموعة انشطه وان النشاط هو عبارة عن جزء من المشروع ينفذ بكم معين من الموارد
- لتنهى العمل فى النشاط فى زمن معين **حسب المعادلة التالية :**

$$\text{زمن تنفيذ النشاط} = \frac{\text{كميه (حجم) العمل بالنشاط}}{\text{عدد الموارد} \times \text{إنتاجية وحدة الموارد}} \quad (١)$$

- وللوصول الى الاستغلال الامثل للموارد وبالتالى الى التكلفة الاقتصادية للنشاط فان ذلك يتحقق عن طريق الحصول على أقصى انتاجيه لكل مورد يستخدم فى تنفيذ النشاط وأيضا عن طريق أستخدام أقصى عدد مناسب من الموارد لاداء النشاط دون حدوث تداخلات بينهم تؤدى الى خفض انتاجيتهم **أى ان المطلوب هو الوصول الى المعادله التاليه:**

- $$\text{زمن تنفيذ النشاط} = \frac{\text{كميه (حجم) العمل بالنشاط}}{\text{أقصى عدد مناسب من الموارد} \times \text{أقصى إنتاجيه لوحده}} \quad (٢)$$

- وهناك ملاحظة هامة لابد من وضعها فى الاعتبار عند حساب زمن تنفيذ النشاط الا وهى عدم التركيز على عدد الموارد المتاحة بالشركة اى انه يتم التخطيط على ان جميع الموارد متاحة وغير محدودة داخل الشركة.
- ومن خلال المعادلة (٢) يتضح ان هناك علاقة بين كمية الموارد التى ينفذ بواسطتها النشاط وبين زمن تنفيذه وذلك **كما هو موضح بالشكل (١).**



- ومن المعروف أن كمية العمل للنشاط، ثابته – إذن فإنه كلما زاد عدد الموارد قل زمن تنفيذ النشاط أى ان العلاقة عكسية بين زمن تنفيذ النشاط وعدد الموارد المستخدمة فيه ومن الشكل (١) سنجد أن هناك ثلاث فترات زمنية يمكن تنفيذ النشاط فيها من خلال ثلاث مستويات مختلفة للموارد ولكن لابد من ان هناك عدد لا يمكن زيادة الموارد عنه حيث أن ذلك يؤدى الى ارتفاع التكلفة وهذا المستوى من الموارد يسمى المستوى الطبيعى للموارد.
- ومن مبادىء التخطيط الزمنى باستخدام طريقة التحليل الشبكى ان يبدأ المخطط فى تحديد الفترة الزمنية اللازمة لكل نشاط كما سبق شرحه بحيث يفكر فى كل نشاط على حده من حيث الموارد التى يحتاجها المستخدم بدون النظر الى ما قد ينتج عن تزامن عدة انشطة تستعمل نفس الموارد أو عدم إمكانية توفيرها فى نفس الوقت وعلى هذا الاساس فان المخطط يقوم بعمل البرنامج الخاص بمشروعه والذى يتضمن انشطة المشروع والفترات الزمنية الخاصة بانجازها .

من هنا يبدأ التخطيط لادارة موارد المشروع والتى تعتمد على الخطوات التاليه

(أ) جدولة الموارد المطلوبة :

هى معرفة عدد الموارد المطلوبة لكل وحدة زمنية من زمن المشروع وتتم بناء **على التسلسل التالى:**

١.إختيار نوعية مورد واحد فقط لجدولته.

٢.رسم البرنامج الزمنى للمشروع.

٣.توقيع عدد الموارد المطلوبة لكل نشاط من أنشطة المشروع لكل وحدة زمنية من زمن تنفيذه على النشاط داخل البرنامج الزمنى للمشروع(**Bar -Chart**). (مع الالتزام بنوعية واحدة من الموارد)

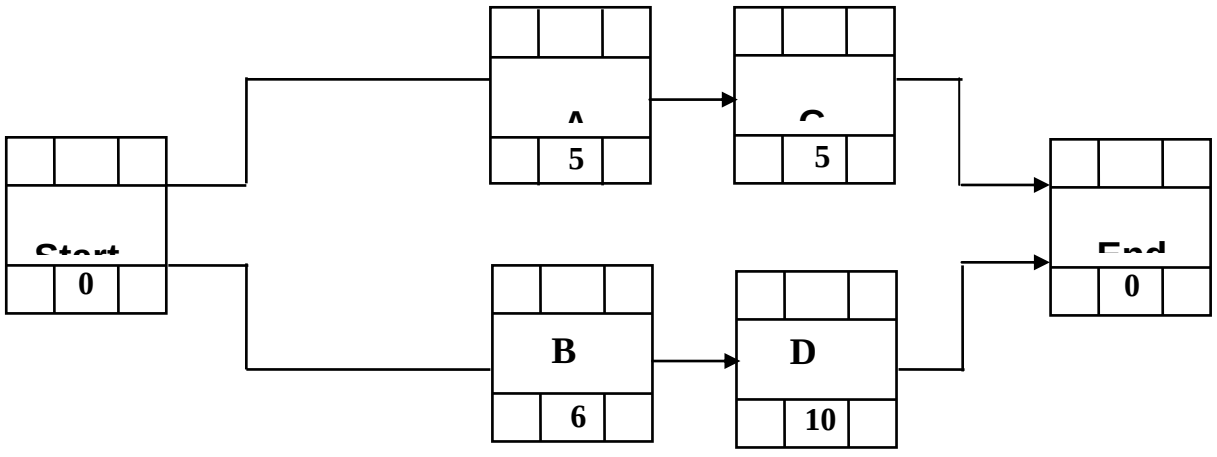
٤.يتم جمع الموارد رأسيا لكل وحدة زمنية لمعرفة عدد الموارد المطلوبة فى وحدة زمن المشروع لكل الأنشطة التى يتم تنفيذها فى تلك الوحدة الزمنية.

٥.رسم الشكل البيانى للموارد (**Histogram**) .

والمثال التالى يوضح هذا التسلسل

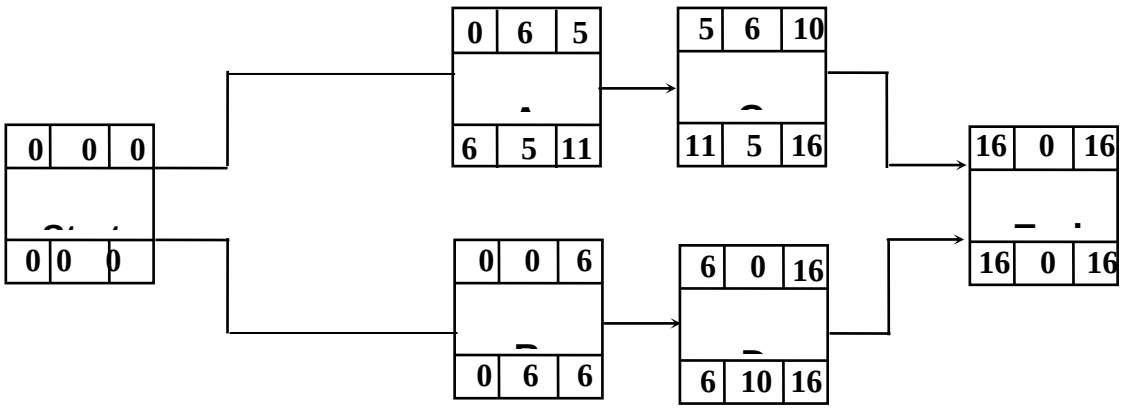
احدى المشروعات البسيطة كانت البيانات الخاصة به كما هو **موضح بالجدول :**

النشاط	مدة التنفيذ	عدد الموارد
A	٥	٦
B	٦	٨
C	٥	٦
D	١٠	٤

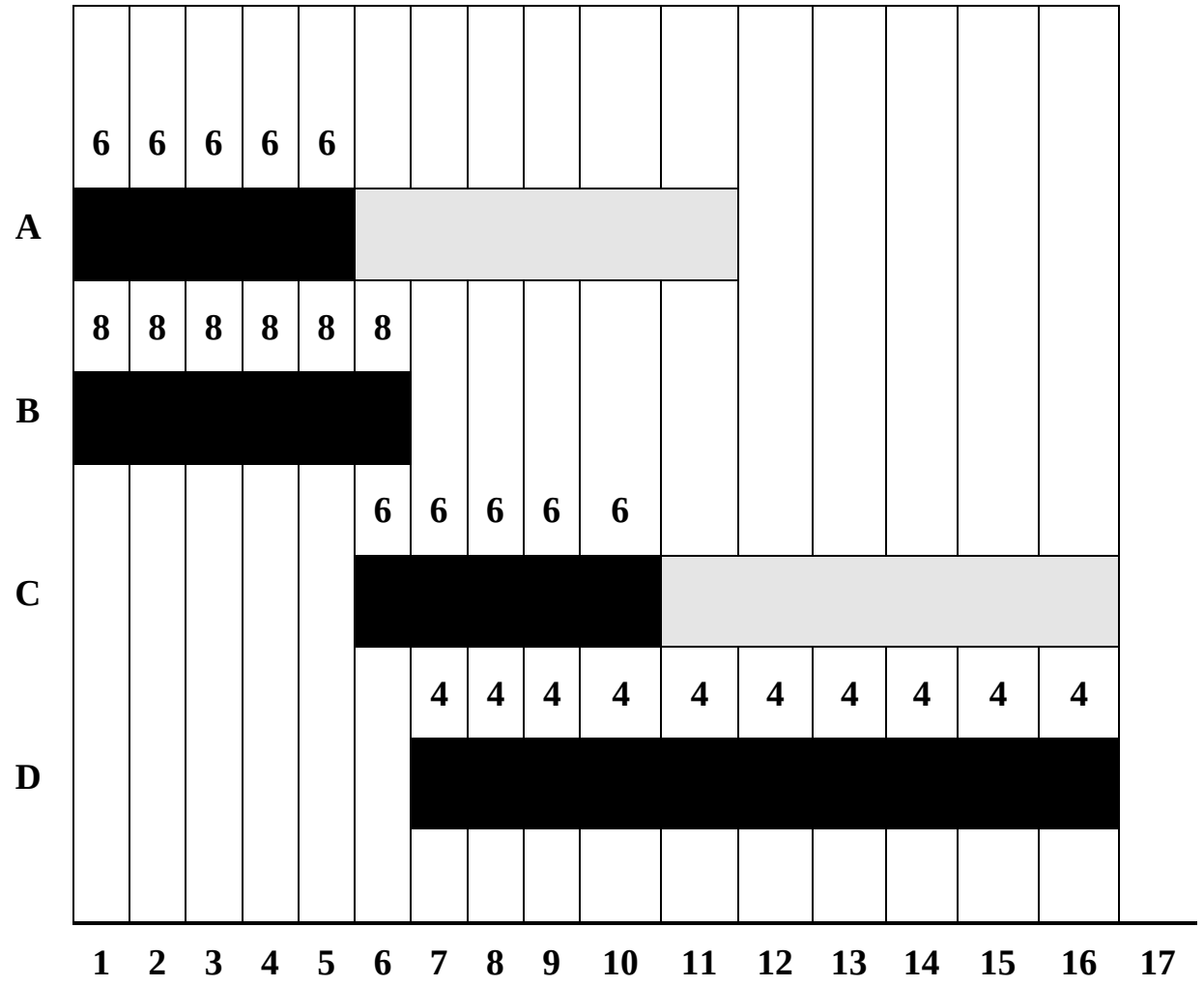


المطلوب : حساب الموارد المطلوبة خلال فترة تنفيذ هذا المشروع.

الحل : من أجراء حسابات المسار الحرج **يتضح الآتى**

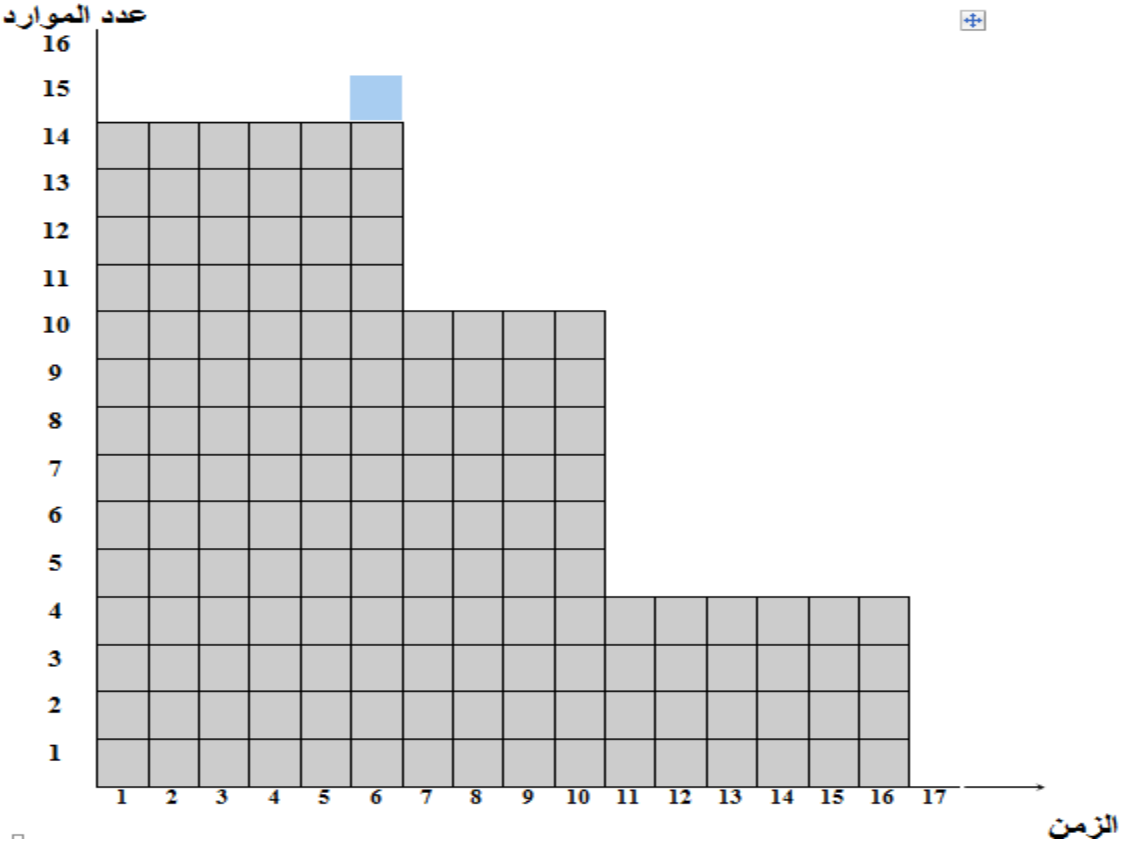


- زمن المشروع ١٦ وحدة زمنية ثم يتم رسم البرنامج الزمنى له



[١]يتم توقيع الموارد على وحدة زمن المشروع كما هو موضح فى شكل (٢)

[٢]يتم الجمع رأسيا للموارد لمعرفة عدد الموارد على مستوى المشروع لكل وحدة زمنية **ينتج الرسم الآتى :**



وحده الزمن	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦
عـــدد المـــوارد المطلوبة	١٤	١٤	١ ٤	١ ٤	١ ٤	١ ٤	١ ٤	١ ٠	١ ٠	١ ٠	١ ٤	١ ٤	١ ٤	١ ٤	١ ٤	١ ٤

الجدول رقم (١) يوضح عدد الموارد المطلوبة من هذه النوعيه لكل وحدة زمن من وحدات زمن المشروع

(ب) سوية الموارد

من الشكل السابق (٣) يتضح الآتى

وجود تفاوت فى إعداد العمالة لكل وحدة زمنية من زمن المشروع

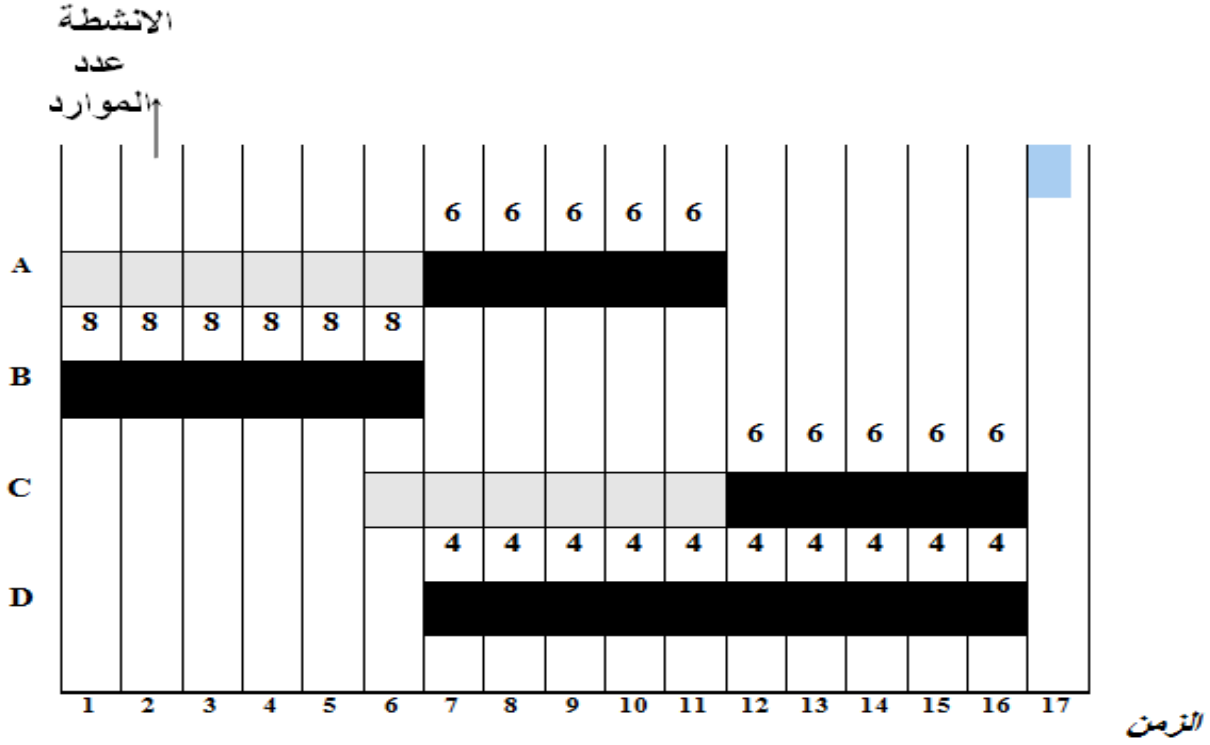
- مما يعنى تعيين البعض لفترات ثم الاستغناء عنهم لفترات ثم إعادة تعيينهم مرة أخرى لفترات أخرى وهذه الطريقة تسبب ضعف لإنتاجية العمالة وايضا من الصعب العمل بها ، لهذا فمن احسن الأمور هى محاولة تسوية الشكل (٣) بحيث يصبح اكثر انتظاما ويتم ذلك عن طريق عملية تسوية له **(Leveling)** وهذه الطريقة تتم **بأسلوبان هما:**

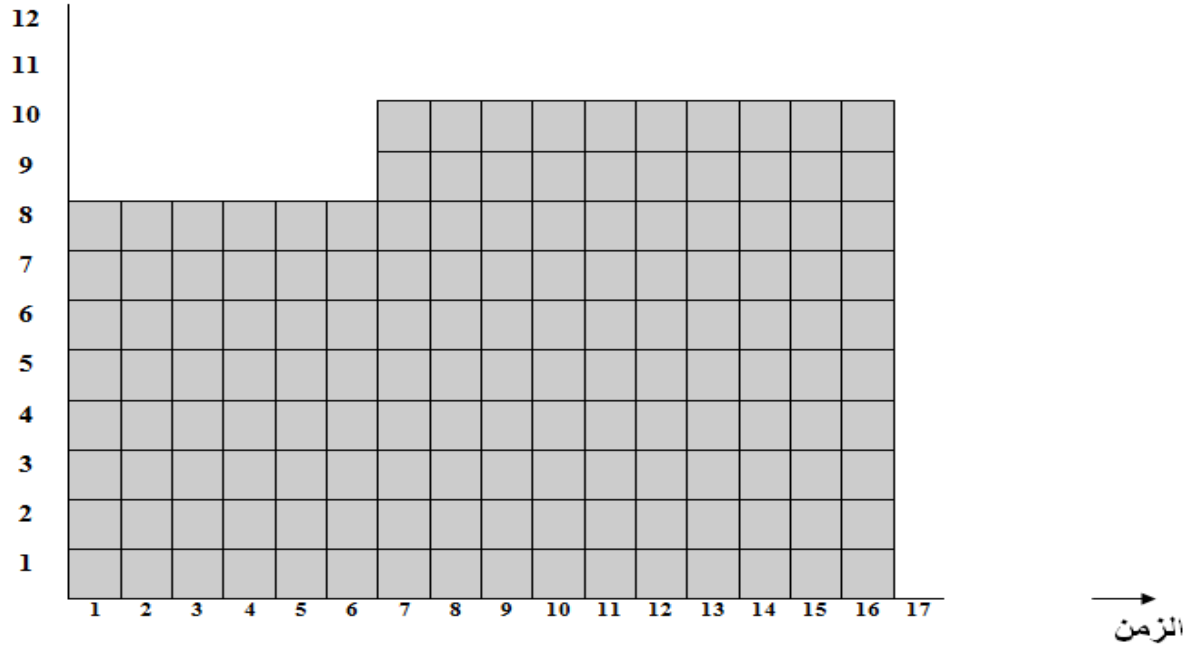
[١] تغيير بدايات ونهايات الانشطه الغير حرجه (بإستخدام فترات السماح)

- ومن المثال السابق نجد أن عدم إنتظام إستخدام الموارد بهذا المشروع سببه أن الإحتياج لهذا المورد هو (١٤) مورد خلال الستة وحدات زمن الاولى ثم (١٠) مورد خلال الاربعة وحدات زمن التاليه ثم (٤) مورد خلال

الستة وحدات زمن التاليه وبالتالى فإذا تمكنا من ترحيل بعض الإحتياج خلال المرحله الاولى الى المرحله الثالثه فمن المنطقى أن يتحسن شكل إستخدام الموارد بالمشروع.

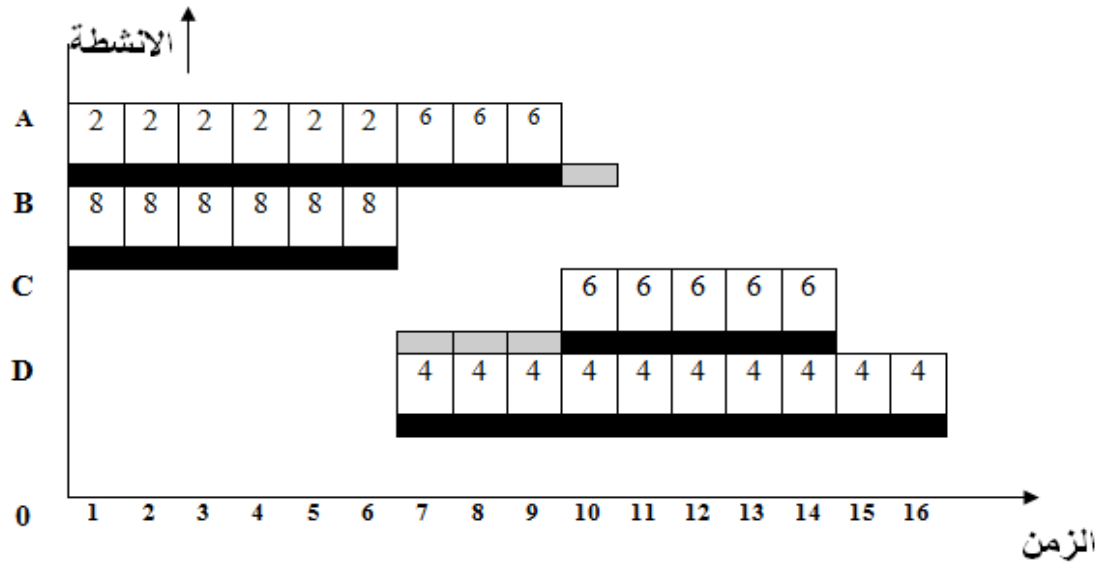
- ولما كانت فترات السماح للانشطه هى عبارة عن فترات زمنية يمكن مد تنفيذ النشاط خلالها دون أن يؤثر ذلك على المدة الزمنيه الكليه للمشروع.
- وبالتالى فأننا يمكن أن نبدأ النشاط **(A)** فى بداية الزمن (٧) وبذلك يصير الاحتياج للموارد فى المرحلة الاولى هو موارد النشاط **(B)** فقط، وبمجرد أن نقرر ذلك علينا الرجوع للتحليل الشبكى لمعرفة تأثير تأخر بدء النشاط **(A)** على باقى الانشطه وفى مثالنا هذا نجد أنه يلزم تأخير بداية النشاط **(C)** ليبدأ من بدايـــة الـــزمن (١٢) وبذلك يصير لدينا البرنامج الزمنى الموجـــود فى شكل (٤) وبرنامج الموارد الموجود فى شكل (٥).



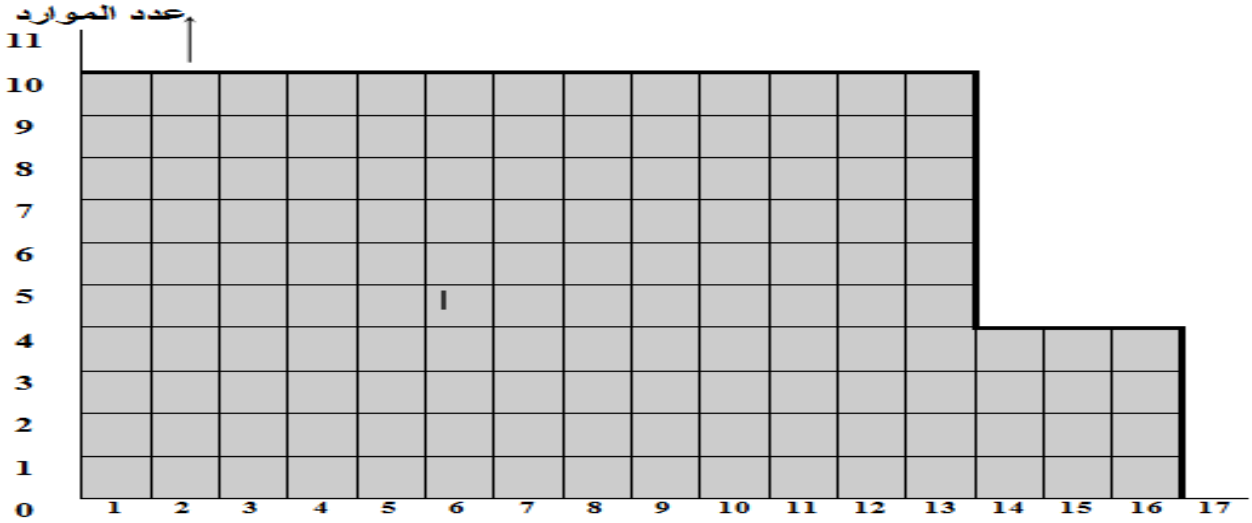


[٢] مد فترة تنفيذ الأنشطة الغير حرجه

- فى هذا الاسلوب يتم مد مدة تنفيذ الانشطة الغير حرجة خلال فترة السماح الكلية لها مع مراعاة عدم انخفاض الانتاجية وايضا دراسة تأثير ذلك على الانشطة التالية لتلك الانشطة بالنسبة للزمن الخاص بها.
- وعلى سبيل المثال بفرض أن النشاط (A) يمكن زيادة مدة تنفيذه مع تقليل عدد الموارد المستغلة فى وحدة الزمن فأن البرنامج الزمنى يصبح كالموجود فى شكل (٦)



- ويصير برنامج الموارد حسب الموجود بشكل (٧) **شكل (٧)**



- من الشكل (٧) نجد ان حركة الموارد اكثر سهولة والشكل ايضا أكثر انتظاما من شكل (٣ ، ٥) وهذا هو الأسلوب الثانى لتسوية الموارد.
- وقد ذكرنا من قبل ان هذا يتم مع فرض ان الاعداد المطلوبة من العمالة متاحة بأى عدد مطلوب ولكن فى بعض الاحيان بعد ان يتم التخطيط لتلك العمالة **نجد ان** هناك **عدد** معين فقط متاح لدى الشركة لا يمكن توفير غيره – ففى تلك الحالة لابد من اجراء بعض الحسابات حتى يمكن معرفة هل من الممكن عمل تسوية للموارد المطلوبة بحيث تقابل الموارد المتاحة لدى الشركة ام لا **وهذا يستدعى الآتى :**

[١] حساب عدد اليوميات المطلوبة حسب التخطيط للمشروع.

[٢] مقارنة تلك اليوميات المطلوبة بعدد اليوميات المتاحة.

[٣] اذا كانت اليوميات المطلوبة **>** اليوميات المتاحة

∴ يمكن عمل تسوية

فعلى سبيل المثال:

اذا كانت الموارد المتاحة لدى الشركة هى ١٠ مورد لكل وحدة زمن فى المثال السابق هل يمكن عمل تسوية للموارد فى هذا المشروع؟

الحل :

- يتم حساب الموارد المطلوبة أولا.
- عدد اليوميات المطلوبة من خلال الجدول (١) هى

= ١٤٨ يومية

- عدد اليوميات المتاحة = عدد الموارد المتاحة فى وحدة الزمن × زمن المشروع

= ١٠ × ١٦ = ١٦٠ يومية

بالمقارنة نجد ان :

- عدد اليوميات المطلوبة < عدد اليوميات المتاحة

∴ يمكن عمل تسوية وقد تم من قبل شرح كيفية عمل التسوية.

لكن ماذا لو كان عدد اليوميات المطلوبة > عدد اليوميات المتاحة ؟

الجواب :

- هنا هو ان المشروع لا يمكن اتمامه فى زمنه المخطط اذن ما هو أقل زمن يمكن زيادته لاتمام المشروع وهذا يعنى ايضا اقل تكلفة أضافيه ممكنه.
- الجواب **هنا هو اسلوب علمى جيد يسمى تسكين الموارد (Resource Allocation) .**

(ج) تسكين الموارد :

- ببساطه شديده إذا كان هناك ثلاثة أنشطه واجبة التنفيذ فى يوم محدد وكل نشاط يحتاج لتنفيذه الى وحدة موارد معينه فبالتالى يكون الاحتياج لثلاثة وحدات موارد فى هذا اليوم ولكن إذا فرضنا إنه لسبب أو لآخر لا يمكن توفير أكثر من وحدتين فقط، الحل الوحيد فى هذه الحاله هو أن تقوم بتنفيذ نشاطين وتؤجل تنفيذ الثالث لحين توفير مورد له.
- سؤالنا هنا أيا من الانشطه الثلاثه ستقوم بتأجيله ؟

- الاجابه ببساطه أن النشاط الذى يمكن تأجيله هو النشاط الذى به أكبر فترة سماح وذلك حتى تكون أحتمـــالات المشروع ككل أقل ما يمكن، ولكن إذا تأجل هذا النشاط لزمن أكبر من فترة السماح الخاصه به فبالقطع أن يمتد الزمن الكلى للمشروع وأعتمادا على منطق أن الوقت يساوى تكلفة أضافيه فسنحاول أن يكون إمتداد الوقت أقل ما يمكن **وهذا ما يوفره لك الآسلوب التالى :**

[١]اختيار وتحديد زمن بدء عملية التسكين للموارد وهى فى مرحلة التخطيط للمشروع تعنى زمن بدء المشروع.

[٢]اختيار الانشطة التى البداية المبكرة لها ≥ زمن التسكين وتعتبر الانشطـــــــــة الـــقـــابـــلـــة للجدولة (E.A.S).

[٣]مراجعة الانشطة القابلة للجدولة وامكانية تنفيذها فى زمن التسكين.

[٤]استبعاد الانشطة التى ليس لها إمكانية البدء فى التنفيذ.

[٥]التعويض فى البيانات التالية بالنسبة للانشطة القابلة للجدولة.

الانشطه القابله للجدوله	:	**E.A.S**
البداية المبكرة	:	**E.S**
البداية المتأخرة	:	**L.S**
فترة السماح الكليه	:	**T.F**

[٦]ترتيب الانشطة بناء على **T.F** الناتج من المعادلة السابقة بحيث ترتب تصاعديا حسب فترة السماح لهـــا فتبدأ بالأقل فالأكبر وهذا ما يسمى بالانشطة الملزمة بالجدولة **.O.S.S**

<u>والمثال التالى سيوضح تلك الطريقة</u>

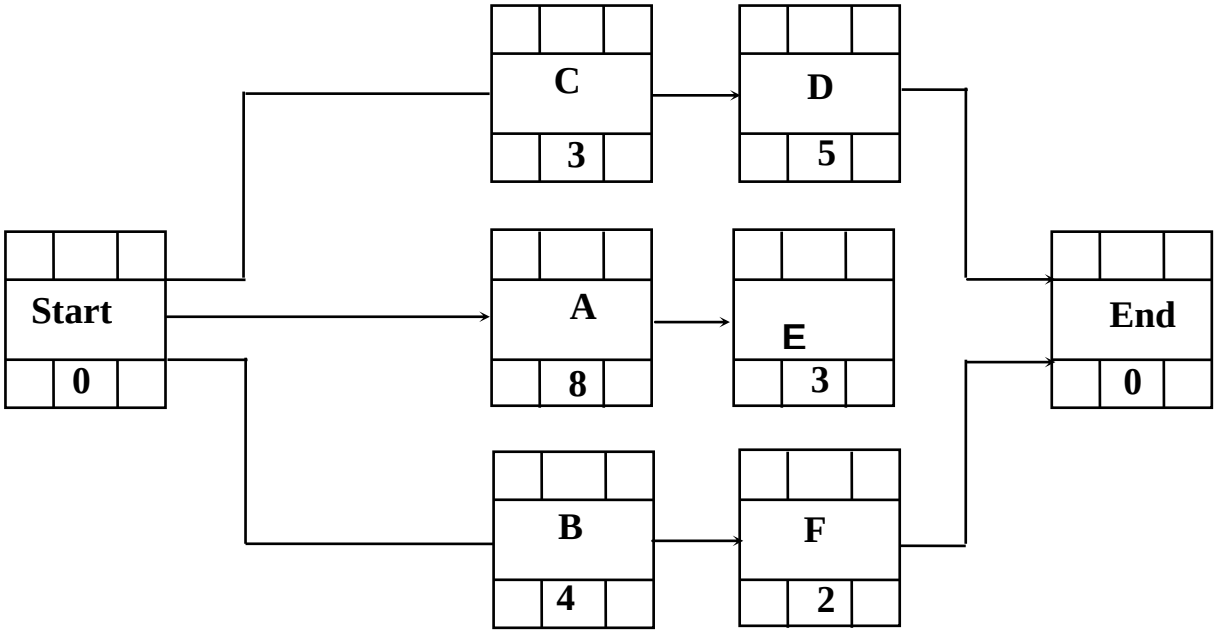
فى أحدى المشروعات البسيطة كانت البيانات الخاصة بهذا المشروع هى كما هو موضح بالجدول :

النشاط	مدة التنفيذ	عدد الموارد لوحدة الزمن
A	8	4
B	4	2
C	3	2
D	5	3
E	3	3
F	2	6

وكان التحليل الشبكى لهذا المشروع كما يلى :

<u>ملحوظه</u> :

- النشاط (**F**) يمكن ان يعمل بـــ ٣ مورد لكل وحدة زمن مع مضاعفه الزمن الكلى للنشاط.



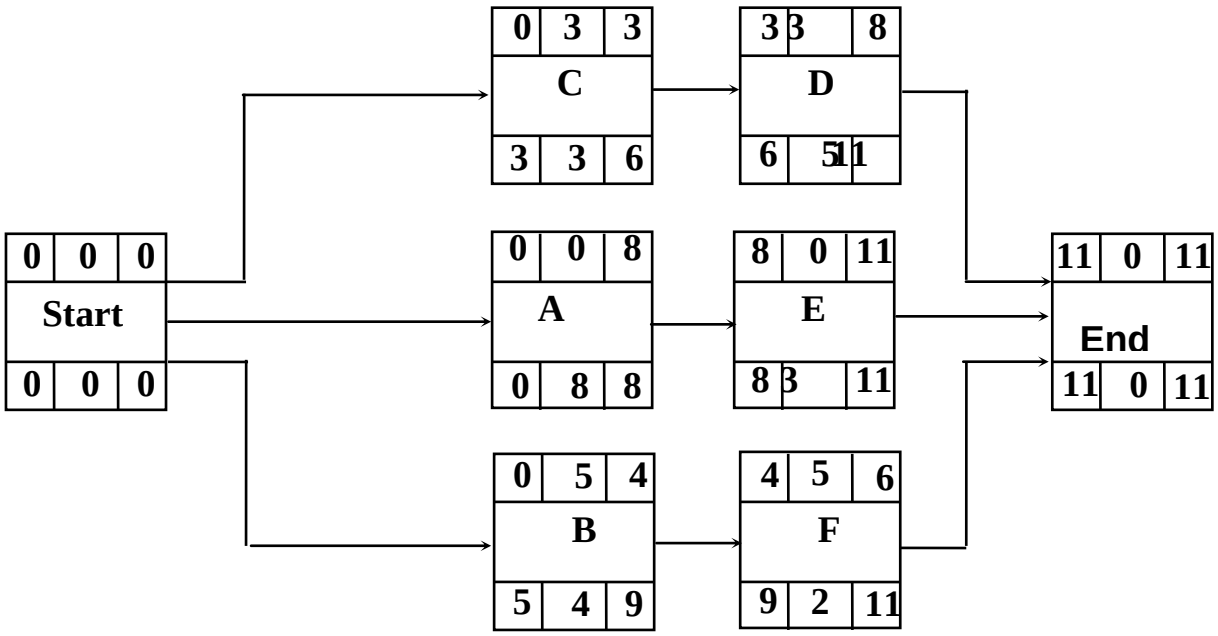
المطلوب :

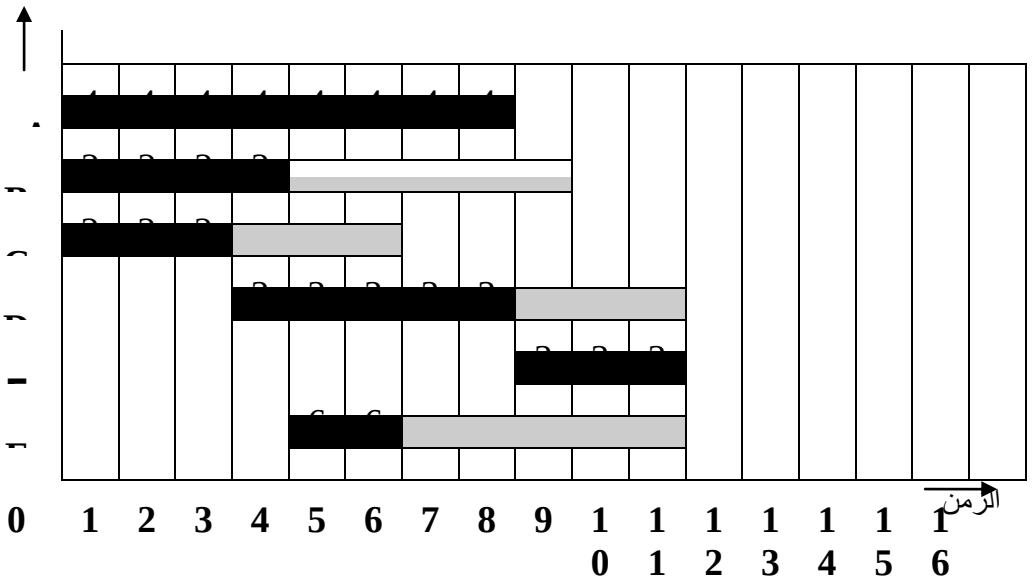
[١] رسم البرنامج الزمنى وحساب ازمنة الانشطة.

[٢] اذا كانت الموارد المتاحة فى وحدة الزمن هى ستة مورد فقط احسب اقل زمن يمكن إنهاء المشروع فيه.

الحل :

الانشط





شكل (٨)

بحساب عدد اليوميات المطلوبة نجد انها

= ٧٢ يومية

وعدد اليوميات المتاحة = ٦ × ١١ = **٦٦ يومية**

∴ عدد اليوميات المتاحة < عدد اليوميات المطلوبة

∴ لا يمكن عمل تسوية للموارد وان المشروع لا يمكن انهاءه فى زمنه المخطط له

∴ لابد من عمل تسكين للموارد :

[١] تحديد زمن عمل التسكين وفى هذه الحالة هو زمن بدء المشروع

T ≥ ٠ .. بفرض أن الزمن (صفر) هو أول أيام المشروع

[٢]اختيار الانشطة القابلة للجدولة **E.A.S** .

E.A.S	:	A B C
E.S	:	0 0 0
L.S	:	0 5 3
T.F	:	0 5 3
O.S.S	:	A C B

∴ يتم تسكين الموارد على النشاط(**A**) اولا حتى يتم تغطية احتياجاته اولا وهذا يستلزم ٤ مورد لكل وحدة زمـــن ويتم توقيعه كما فى الشكل (٩)

∴ يتبقى عدد ٢ مورد يتم تسكينهم على النشاط (**C**)

∴ يتم اعطاء الباقى من الموارد الى النشاط **C** ويتم توقيعهم كما هو فى الشكل (٩)

اول وقت سيتم فيه تحرير بعض الموارد هو بداية اليوم الرابع وعددها ٢ وحدة موارد

∴ يتم تطبيق القاعدة عند هذا الزمن T = 3

E.A.S	:	B D
E.S	:	3 3
L.S	:	5 6
T.F	:	2 3
O.S.S	:	B D

∴ يتم تسكين الموارد على النشاط B كما هو موضح بالشكل (٩)

∴اول وقت سيتم تحرير بعض الموارد فيه هو بداية اليوم الثامن وعددها ٢ وحدة موارد

∴ يتم تطبيق القاعدة عند هذا الزمن T = 7

E.A.S	:	D F
E.S	:	7 7
L.S	:	6 9
T.F	:	-1 2
O.S.S	:	D F

∴فالمفروض تسكين الموارد على النشاط(**D**) ولكن النشاط(**D**) يحتاج الى عدد ٣ وحدة موارد لكل وحدة زمن والمتوافر

٢ وحده فقط – إذن لا يمكن البدء فى تنفيذه ويتم تسكينها على النشاط (**F**) ولكنه ايضا يحتاج ٦ **وحدة مـــوارد وأقل عدد موارد يمكن ان يعمل بها هى ٣**

∴ يتم الانتظار حتى يتم تحرير الموارد من النشاط (**A**) وهو عند بداية اليوم التاسع وبذلك يكون المتوافر فى هذا اليوم ٦ موارد

∴ **يتم تطبيق القاعدة عند هذا الزمن T = 8**

E.A.S	:	D	F	E
E.S	:	8	8	8
L.S	:	6	9	8
T.F	:	-2	1	0
O.S.S	:	D	E	F

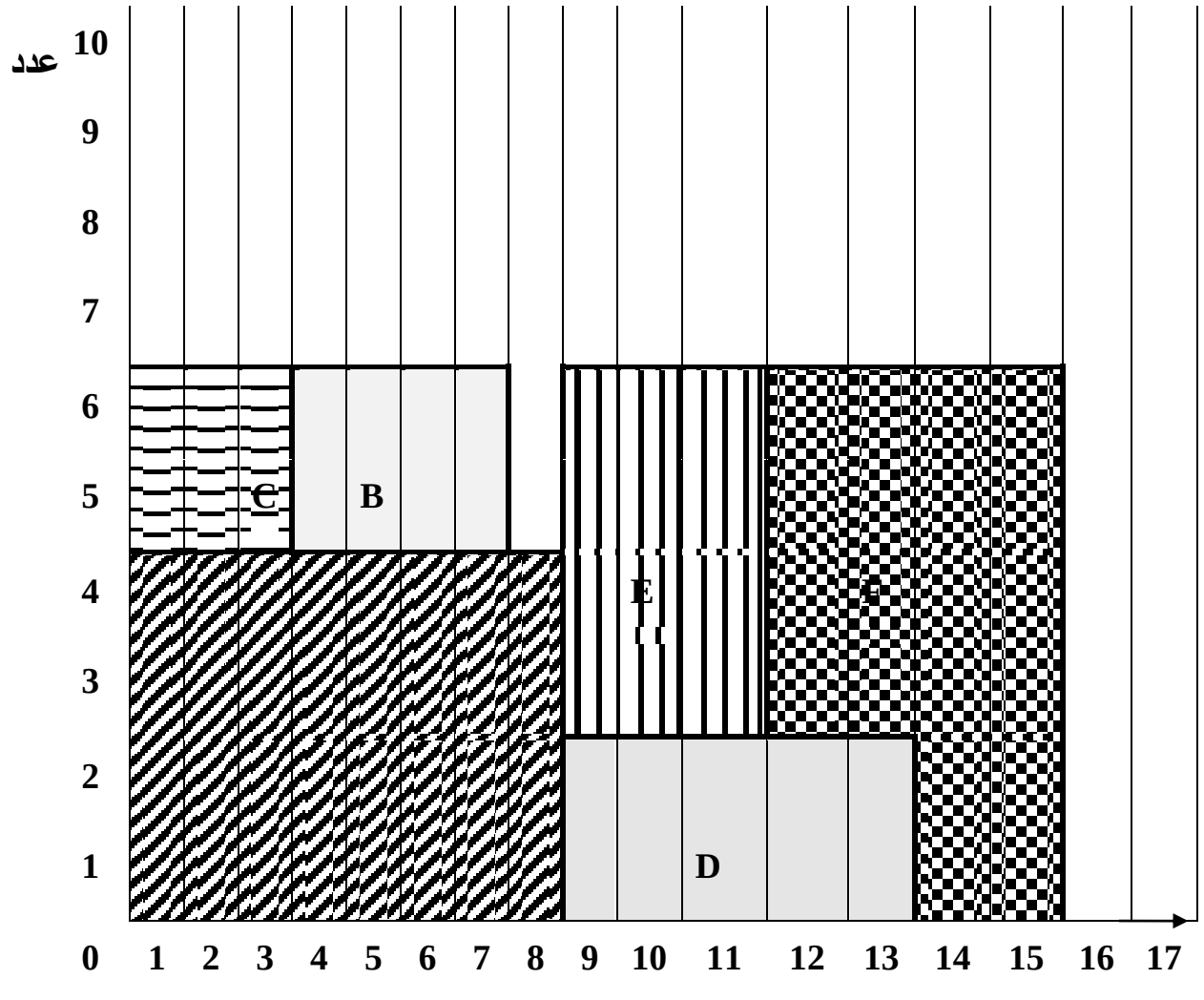
∴

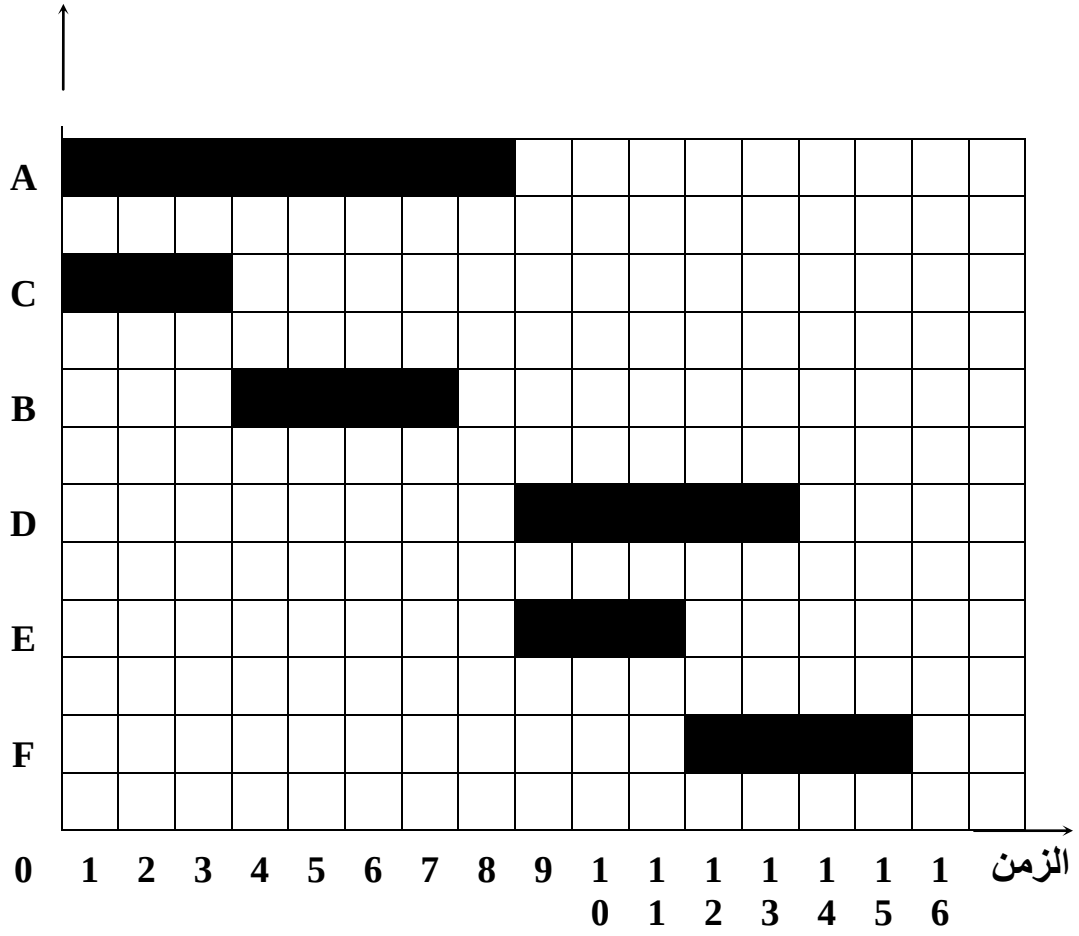
∴ يتم تسكين الموارد على كل من النشاط(**D**) اولا ويحتاج الى ٣ موارد فيصبح التوقيع كما هو موضح بالشكل(٩) والباقى من الموارد هو ٣ مورد يتم تسكينهم على النشاط **E** ويحتاج الى ٣ موارد لكل وحدة زمن ويتم توقيعهم كما بالشكل (٩)

∴ اول وقت سيتم فيه تحرير الموارد هو بداية اليوم الثانى عشر

وبتطبيق القاعده عند هذا الزمن الزمن T=11

∴ والمتوافر من الموارد فى هذا الزمن هو ٣ وحدة موارد يتم تسكينهم على النشاط (**F**) لمدة يومين ثم ينضم اليهم ٣ موارد بعد انتهاء النشاط (**D**) فيتم انهاء النشاط (**F**) فى أربعة ايام ويصبح زمن المشروع باقل زيادة ممكنة هى ١٥ وحدة زمنية كما هو موضح بالشكل (٩).




A
C
B
D
E
F
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
الزمن

الرقابه على زمن المشروع

نظام الرقابه على زمن المشروع

فى مرحلة إعداد المشروع يتم عمل برنامج زمنى للمشروع ويتم تحديد أيام العمل الخاصه بالأنشطه المشاركه فى المشروع وذلك للحصول على الهدف من المشروع. بعد عمل البرنامج الزمنى يتم عمل تسكين للموارد حتى نحصل على برنامج زمنى يلبى الهدف من المشروع من حيث الزمن النهائى كما يلبى الإحتياجات اللازمه من الموارد المتاحه. بعد الحصول على برنامج زمنى يلبى كل الإحتياجات اللازمه يبدأ المشروع فى العمل وفى هذه الأثناء يبدأ دور نظام الرقابة على زمن المشروع والهدف من هذا النظام الحصول على المعلومات اللازمه عن تقدم المشروع لمعرفة هل هناك عقبات أثناء العمل وذلك حتى نسعى لحلها. دائما مهما كان مخطط المشروع على درجة عاليه من الدقه فإنه أثناء العمل قد تحدث بعض الأمور الغير متوقعه مثل الطقس السيء أو تأخر المواد الخام أو أعطال قد تحدث فى المعدات مما قد يتسبب فى تعطيل المشروع. ويمكن تلخيص النظام المستخدم فى الرقابه على زمن المشروع فى **المعادله الآتيه :**

طريقة عمل نظام رقابة الوقت : **Control = Monitor + Compare + Analyze + Action**

حتى يتم تنفيذ المشروع كما هو مخطط فى البرنامج الزمنى فإن المشروع تتم الرقابه عليه من خلال نظام للرقابه على زمن المشروع وهذا النظام يتم تطبيقه بصفه دوريه وتشمل خطواته الخطوات الموضحه بشكل (١) ويتم تنفيذ هذه الخطوات على المشروع بصفه دوريه مستمره خلال زمن المشروع. ويجب الملاحظه ان الأساس الذى يبنى عليه نظام الرقابه على زمن المشروع هو البرنامج الزمنى الذى يتم عمله للمشروع فى البدايه.

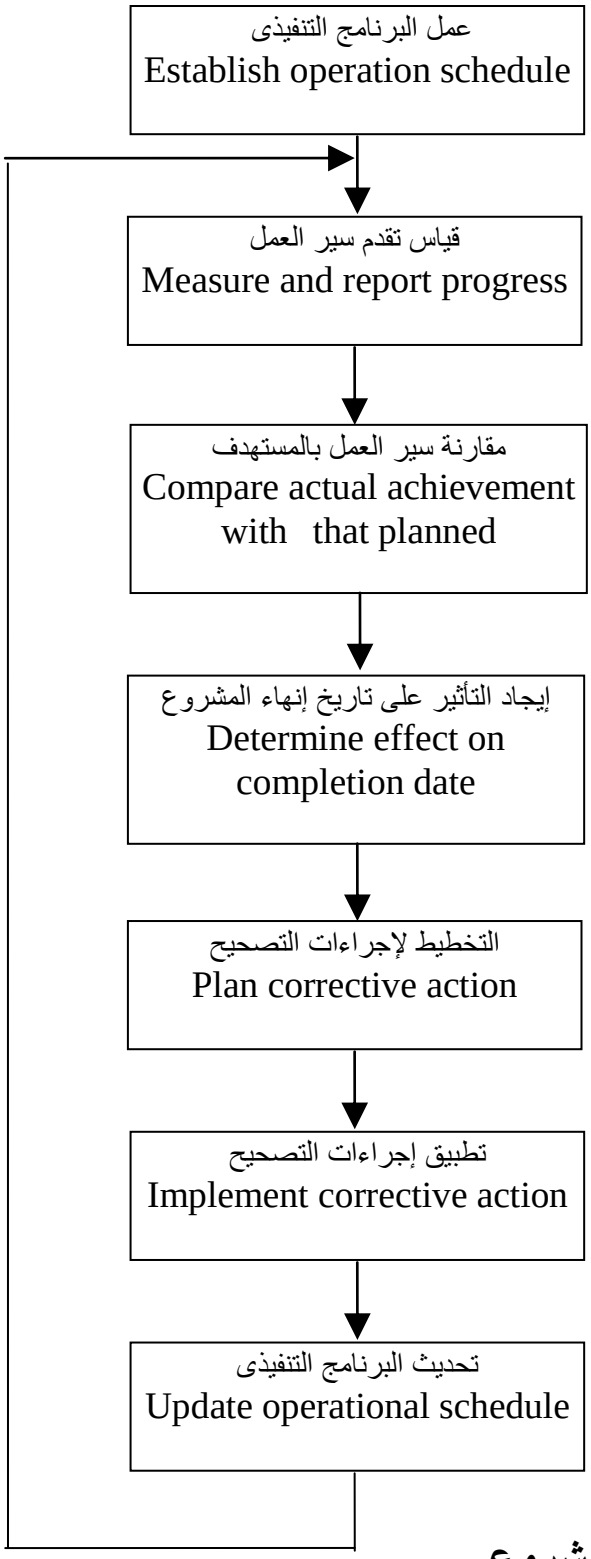
تشغيل المشروع والرقابه عليه (Monitoring) :

فى هذه المرحله يتم قياس دورى للعمل الفعلى الذى تم إنجازه فى الفتره السابقه لموعد عمل الرقابه. ولقياس مدى تقدم الأعمال فى المشروع فلابد أن يكون هناك أساس يمكن من خلاله قياس تقدم المشروع وقد وجد أن قياس تقدم الأعمال عن طريق أنشطة المشروع هو نظام جيد للرقابه على المشروع ويتم قياس تقدم الأعمال خلال فترات زمنيه منتظمه ومحدده وأثناء عملية قياس تقدم الأعمال يتم الحصول على **المعلومات الآتيه :**

١ -الأنشطه التى تم الإنتهاء منها بالفعل.

٢ -الأنشطه التى تم البدء بها ولم تنتهى ومدى تقدمها فى العمل.

٣ -تأثير عملية التوريد على الأنشطه وهل ستتأخر بعض الأعمال نتيجة تأخر التوريد.



مراحل إدارة وقت المشروع

يجب الأخذ فى الإعتبار عند عمل نظام الرقابه مستوى الإداره التى ستستخدم النظام. لذلك فإننا نجد أن هناك عـــدة مستويات من التخطيط للمشروع كل مستوى منها يناسب مستوى الإداره المقابل له .

فعلى سبيل المثال نجد أن الاداره العليا يتم عمل تخطيط لها يشمل البنود الأساسيه للمشروع وكلما قل مستوى الإداره زادت درجة التفصيل فى التخطيط وعلى ذلك فإن كل مستوى للتخطيط يكون تابعا له مستوى الرقابة الخاص به. فكلما زاد مستوى تفصيل التخطيط فإن الرقابه تكون على تلك الأنشطه الصغيره الكثيره وهكذا.

أثناء عملية قياس تقدم الأعمال ولمعرفة مدى تقدم النشاط يتم الحصول من الموقع على المعلومات الآتيه:

١ -عدد الأيام المتبقيه للنشاط حتى ينتهى.

٢ -النسبه اللازمه للنشاط حتى ينتهى.

٣ -الكميات التى تم إستخدامها فى العمل للنشاط.

الطريقة ٢ ، ٣ يمكن من خلالها معرفة عدد الأيام المتبقيه للنشاط حتى ينتهى.

$$\text{Working days to complete} = d\left(1 - \frac{P}{100}\right) \quad \text{.....(١)}$$

$$\text{Working days to complete} = d\left(1 - \frac{W}{T}\right) \quad \text{.....(٢)}$$

Where : d = Total activity duration in working days

p = Estimated percentage of completion

w= Number of work units put into place

T= Total number of work units associated with the activity

المعادلتان السابقتان تفترضان أن معدل التغير فى الزمن مع الأعمال المنفذه يمكن تمثيله بخط مستقيم.

يتم الحصول على المعلومات من الموقع عن طريق التقارير التى يتم تصميمها لتعطينا المعلومات التى نريدها وفى نفس الوقت تكون سهلة الفهم من المسئول عن إعدادها فى الموقع. كما أن الفترات الزمنيه التى يتم فيها تجميع البيانات من الموقع تعتمد على وحدة الزمن المستخدمه فى التخطيط كما تعتمد على مدى أهمية المشروع ولذلك فإن تقارير المتابعه يمكن أن تكون تقارير يوميه أو أسبوعيه أو شهريه.

ولكن يلاحظ أنه كلما قلت الفتره الزمنيه للتقرير فإن الرقابه على المشروع تكون أدق وتتيح التعرف على المشاكل التى تحدث مبكرا وبذلك يتم علاجها بسرعه.

المقارنه بالخطه الموضوعه (Comparison) :

بعد مرحلة متابعة وقياس تقدم الأعمال فإن البيانات التى تحصل عليها من التقارير الواردة من الموقع تقوم بمقارنتها بالمخطط للمشروع وتتم هذه المقارنه من خلال جداول أزمنة بدء ونهاية الأنشطه التى تحصل عليها من البرنامج المخطط فى صورة (bar-chart) وتتم المقارنة عليه حيث يكون واضحاً وسهلاً فى التعامل ويمكن فهمه من جانب العاملين فى الموقع.

ومن خلال المقارنه يتم التعرف على الأنشطه المتقدمه عن البرنامج وتلك التى تكون متأخره عن البرنامج وأول الأنشطه التى يتم مقارنتها هى الأنشطه الحرجه التى تحدد زمن المشروع النهائى.

تحليل البيانات الوارده من الموقع (Analysis) :

بعد مقارنة البيانات الوارده من الموقع بما هو مخطط فإذا ثبت أن هناك تأخير فى بعض الأنشطه فإن البيانات الخاصه بهذا النشاط يتم تحليلها للتعرف على أسباب التأخير وهل هى ناتجه عن سوء إداره للعمال فى الموقع أو تأخر التوريدات أو لتعطل المعدات أو أن المدة الزمنيه المحسوبه فى البرنامج الزمنى الأصلى كانت غير واقعيه وبعد تحليل كل الإحتمالات الممكنه يتم التعرف على أسباب التأخير.

القرارات التصحيحيه لمسار المشروع (Corrective Actions) :

بعد تحليل البيانات ومعرفة أسباب التأخير إذا كان هناك تأخير فعلا فإن القرارات التصحيحيه تؤخذ فى **الحالات الآتيه :**

١ -إذا تأخرت الأنشطة عن زمن البداية والنهاية المخطط لها.

٢ -إذا كان هناك تأخير فى الموارد.

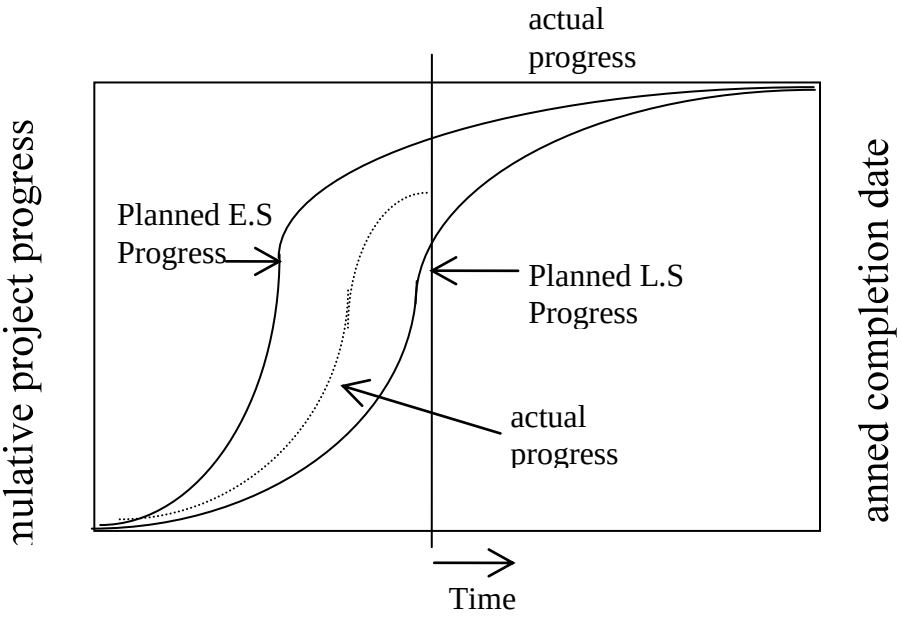
٣ -إذا كانت الأزمنه الخاصه بأنشطه ستعمل فى المستقبل غير واقعيه.

٤ -إذا كان هناك أخطاء فى إعتماديات الأنشطه على بعضها البعض (التسلسل المنطقى للأنشطه).

ولذلك يجب إتخاذ القرارات حتى نعيد المشروع إلى مساره الصحيح كما يتم تحديث البرنامج الزمنى وذلك عن طريق تغيير العلاقات فى البرنامج الزمنى إذا كان هناك خطأ بها أو أضافة انشطه غير موجوده فى البرنامج ولكنها موجودة أثناء التنفيذ وتغيير أزمنة الأنشطه التى ستنفذ فى المستقبل ولها مثيلاتها قد نفذت بالفعل حيث يستفاد من ذلك بالزمن الحقيقى لتنفيذ النشاط بعد تحديث البرنامج الزمنى من خلال تلك المعلومات ويتم حساب أزمنه الانشطه من جديد مع تحديد الأنشطه الحرجه وقد يتغير المسار الحرج. وهذا البرنامج الجديد هو الذى سيستخدم كأساس لعملية الرقابه المقبله.

منحنيات تقدم سير العمل

يمكن تمثيل العلاقه بين الزمن ومدى تقدم الأعمال فى المشروع وذلك أثناء مرحلة التخطيط ويتم تمثيل تلك العلاقة على أساس البدايات المبكرة للأنشطه أو البدايات المتأخره للأنشطه. ويكون شكل المنحنى الذى يمثل هذه العلاقة هو شكل حرف " S " شكل(٢) كما يتم تمثيل التقدم الفعلى للأعمال فإذا كان منحنى التقدم الفعلى يقع بين المنحنى المرسوم على أساس الأزمنة المبكره للأنشطه (E.S) والمنحنى المرسوم على أساس الأزمنه المتأخره للأنشطه (L.S) فإن تقدم الأعمال فى هذه الحالة يكون جيدا أما إذاإرتفع المنحنى الفعلى عن منحنى (E.S) عند نفس الزمن فإن هذا يعنى أن المشروع متقدم عن البرنامج وإذا إنخفض المنحنى الفعلى عن منحنى (L.S) عند نفس الزمن فإن هذا يعنى أن المشروع متأخر عن البرنامج الزمنى.



منحنيات تقدم سير العمل

مثال :

المعلومات التى تم الحصول عليها من الموقع عند اليوم ١٧ للبرنامج الزمنى المرفق كانت كالآتى :

١) النشاط " A " انتهى

٢) النشاط " B " تأخر يومان

٣) النشاط " C " تأخر أربعة أيام

٤) النشاط " G " سار حسب المخطط له

٥) النشاط " F " زمنه الحقيقى ١٠ أيام وليس ٥ أيام

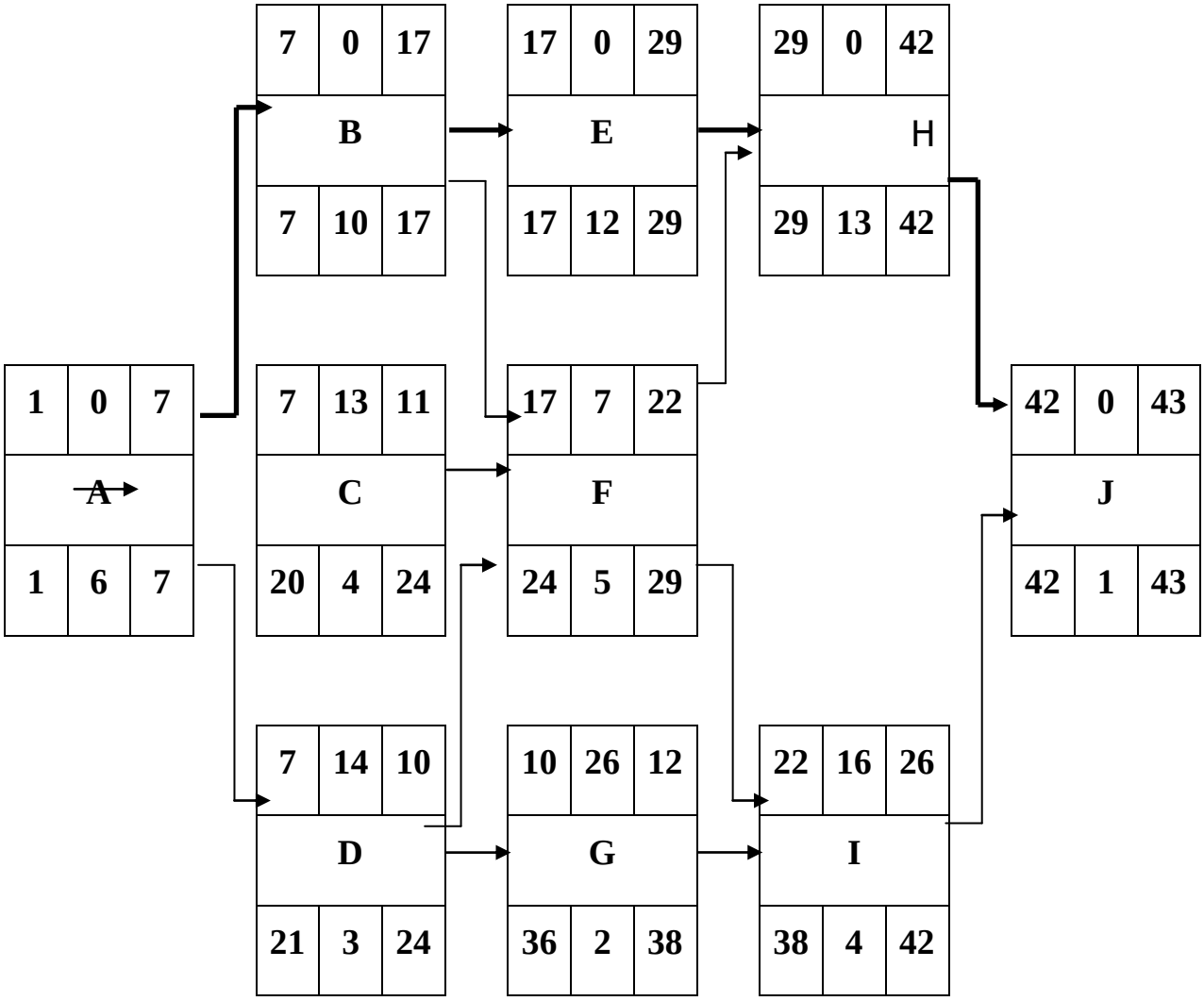
المطلوب : تحديث البرنامج وفقا للمعلومات القادمه من الموقع.

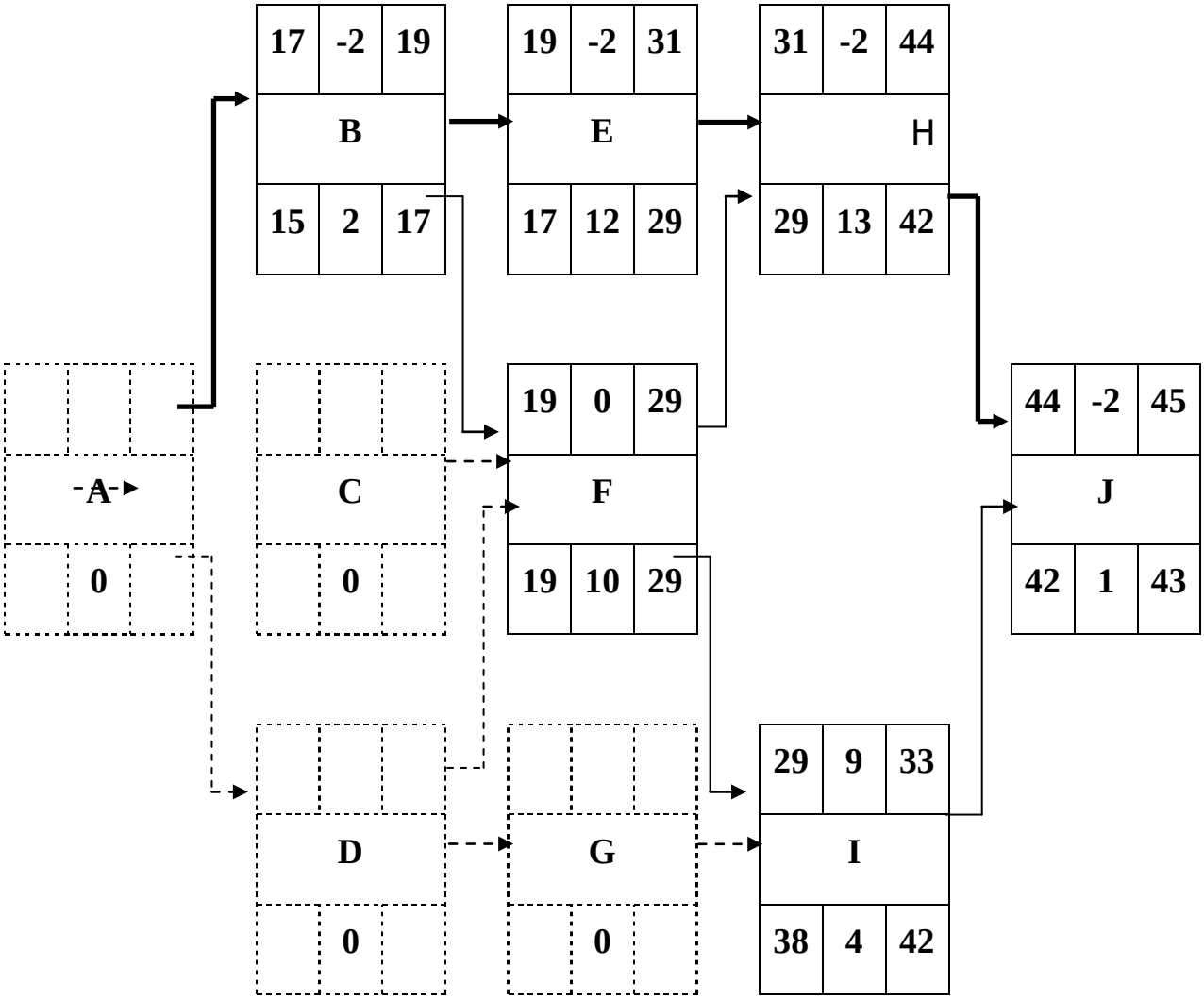
ملحوظة :

١) الحل مرفق.

٢) يلاحظ أن المسار الحرج هو نفس المسار الحرج السابق ولكن فترة السماح الكلى للأنشطه الحرجه هى النهاية المتأخره – النهاية المبكره = ٤٣-٤٥ = (-٢) يوم. مما يعنى أن المشروع متأخر بمقدار يومين عن زمن النهاية الأصلى له وهو ٤٣ يوم. وممكن تعويض ذلك التأخير عن طريق ضغط زمن المشروع.

مثـــــــال (١)




17 -2 19
B
15 2 17
19 -2 31
E
17 12 29
31 -2 44
H
29 13 42
A
0
C
0
19 0 29
F
19 10 29
44 -2 45
J
42 1 43
D
0
G
0
29 9 33
I
38 4 42

ضغط زمن المشروع

مقدمه :

من أسهل الامور على المخطط أن يضغط وقت المشروع الى زمن أقل ولكن من أصعب الامور أن يكون هذا الضغط فى أقل تكلفة، وقد سبق أن أشرنا الى علاقة الوقت بالتكلفة ووضحنا أن هناك زمن أمثل لتنفيذ المشروع (Optimum Time) بحيث اذا زاد زمن المشروع أو نقص عن الزمن الأمثل فبالضرورة أن تزيد التكلفة فى كلتا الحالتين ، وكذلك أشرنا عند حديثنا عن حساب زمن تنفيذ النشاط أن هذا الزمن يحسب على أساس فرض مستوى طبيعى من الموارد وأن هذا الفرض اذا كان من واقع خبرة هندسية وفنية كبيرة فسيقودنا الى الزمن الأمثل لتنفيذ المشروع وبالتالى الى أقل تكلفة للمشروع .

متى نلجأ لتقليل (ضغط) زمن المشروع ؟

١. **فى مرحله التخطيط** وعندما يكون الزمن المستنتج من حسابات المسار الحرج اكبر من الزمن المتعاقد عليه مع العميل.
٢. **فى مرحله التنفيذ** وعندما يتأخر تنفيذ المشروع لأى سبب ويلزم المحافظه على الزمن النهائى المقدر للمشروع .

خطوات تقليل (ضغط) زمن المشروع

لتقليل (ضغط) زمن المشروع فيجب أولا أن نفكر فى طرق لتقليل هذا الزمن بدون تحمل تكاليف إضافيه وفى حاله عدم نجاحنا فى ذلك فيجب أن ننتقل الى التفكير فى طرق تؤدى بنا إلى تقليل الوقت مع تحمل أقل تكلفه إضافيه.

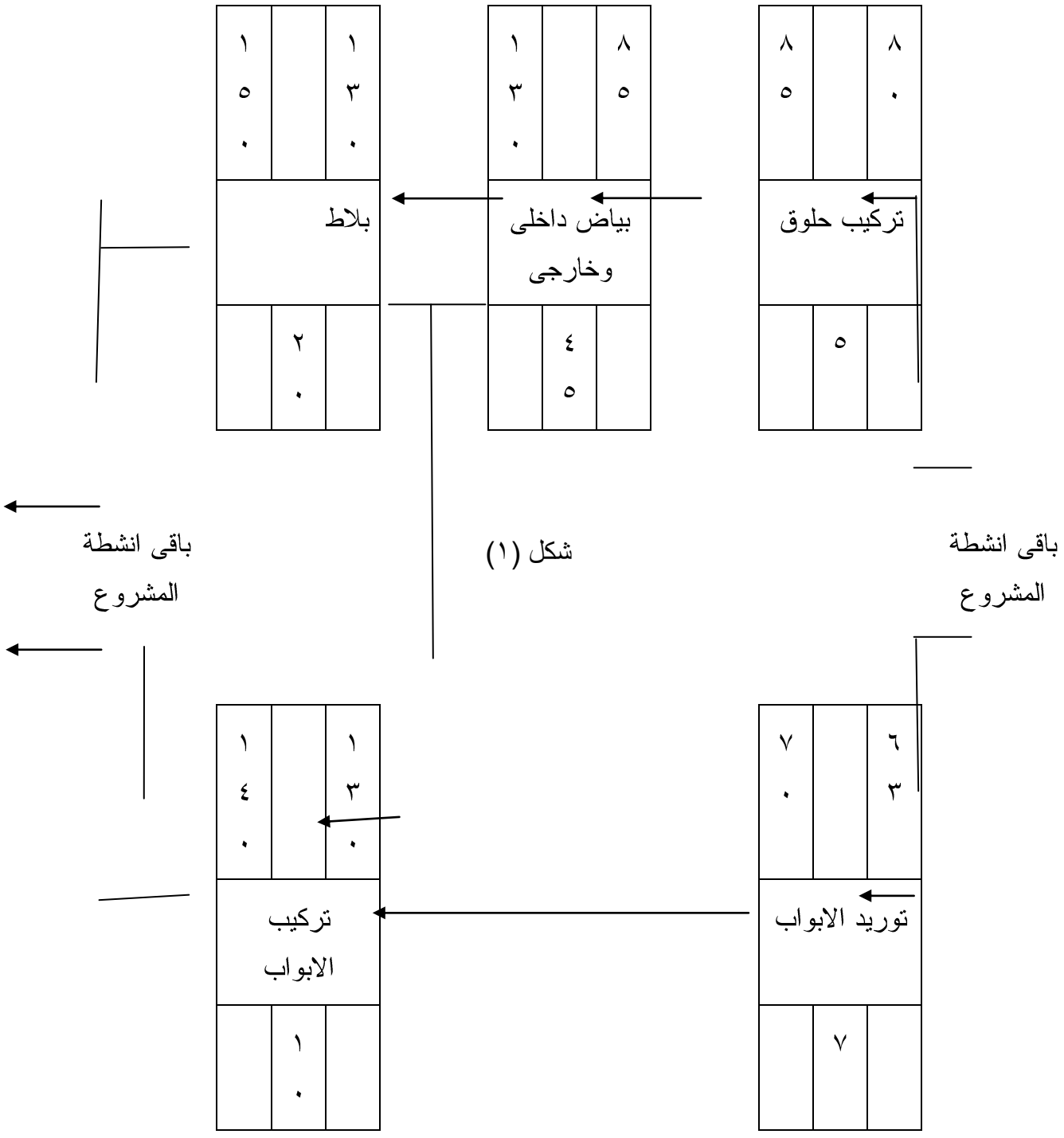
وعموما ولتقليل (ضغط) زمن المشروع فيمكن إتباع الخطوات الاتيه :

أولا

- إعادة النظر مرة اخرى فى الترتيب المنطقى للأنشطة Job logic وهذا يعنى العودة الى التحليل الشبكى مرة اخرى لإعادة النظر فى العلاقات بين الأنشطة وخاصة الأنشطة الحرجة بحيث اذا كان من الممكن أن يتحول أحد الأنشطة من المسار الحرج الى أحد المسارات الاخرى ففى هذه الحالة سيقل زمن تنفيذ المشروع بمقدار زمن هذا النشاط الحرج وذلك شريطه أن يكون هذا الكلام منطقيا من وجهه نظر التنفيذ .
- أو أن يعاد النظر فى الأنشطة الحرجة للمشروع واذا كان من الممكن أن يقسم أحد هذه الأنشطة الحرجة الى نشاطين يمكن تنفيذهم على التوازى ففى هذه الحالة سيقل زمن المشروع بمقدار الجزء من النشاط الحرج الذى سيتم تنفيذه على التوازى .

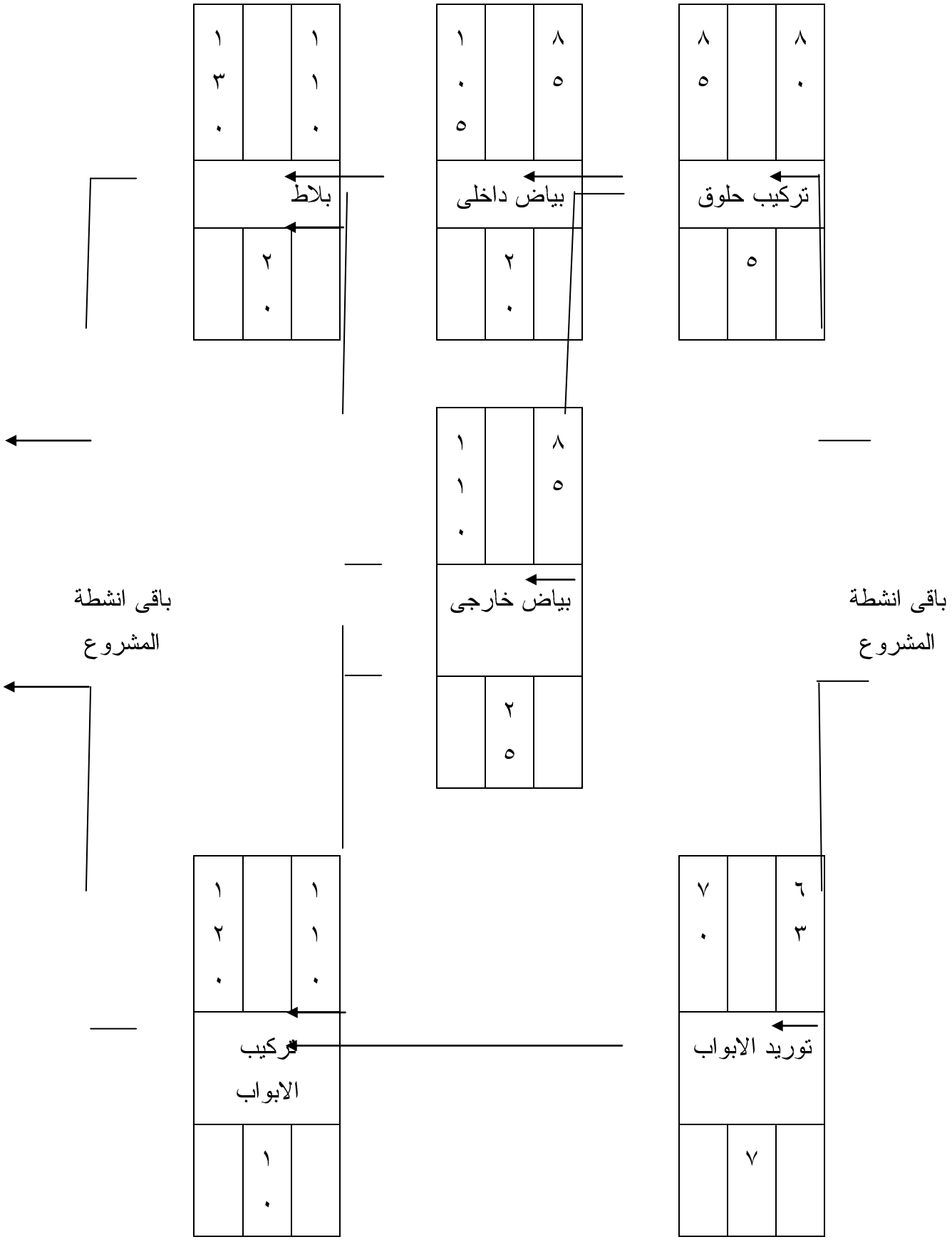
ومثال على ذلك التحليل الشبكى التالى شكل (١)

(المسار الحرج هو تركيب الحلوق ـــــ البياض الداخلى والخارجى ـــــ البلاط)٠



شكل (١)

واذا أعدنا النظر فى الأنشطة الحرجة فسنجد أنه من الممكن أن ينقسم النشاط الخاص بأعمال البياض الداخلى والخارجى الى نشاطين يتم تنفيذهم على التوازى زمنيا وهما نشاط البياض الداخلى ونشاط البياض الخارجى وبالتالى فسيصبح شكل التحليل الشبكى كالتالى (شكل ٢) .



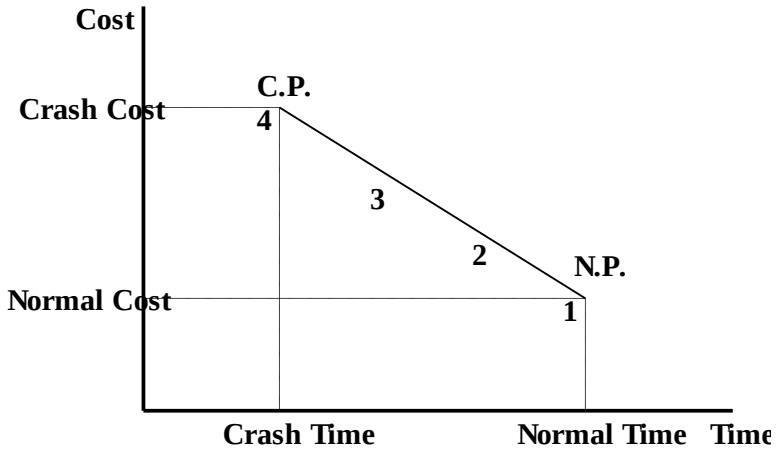
شكل (٢)

وواضح من شكل (٢) ان مدة التنفيذ لهذا الجزء من المشروع أصبحت (١٣٠) إسبوع بدلا من (١٥٠) إسبوع أى أننا ضغطنا زمن التنفيذ (٢٠) إسبوع وهذا الحل لن يؤثر على تكلفة المشروع أو بمعنى آخر أننا اشترينا الوقت بلا ثمن Free Time.

ثانيا

- زيادة أطقم العمالة أو المعدات لتقليل زمـــن الأنشطة الحرجه Buy Time وواضح بالطبع أن هذا الحل سيكلفنا تكلفة إضافية تنشأ من تغيير المستوى الطبيعى للموارد الأمر الذى يجعل هذه الموارد لا تعطى الإستغلال الأمثل لها وبالتالى تزيد تكلفة إستخدامها ،
- وبالتالى اذا إستدعى الأمر إستخدام هذه الوسيلة لضغط وقت المشروع فيجب الحرص تماما فى حسابات التكلفة حتى نصل الى أقل تكلفة اضافية وهذا يستلزم أن نحدد أولا الأشكال المختلفـــة لعلاقة الوقت بالتكلفة للنشاط الواحد.

١ - **علاقة خطية مستمرة** **Continuous Linear**



(شكـــــــل ٣)

ويتضح من الشكل (٣) ان معدل زيادة تكاليف النشاط مع ضغط الوقت معدل ثابت أى أنه اذا نفذ النشاط فى الزمن (١) فأنه يتكلف التكلفة (١) وإذا رغبنا فى تقليل الوقت لينفذ النشاط فى الزمن (٢) فأنه ســـيتكلف التكلفـــة (٢) وهكذا فى النقطة (٣) **بحيث أن :**

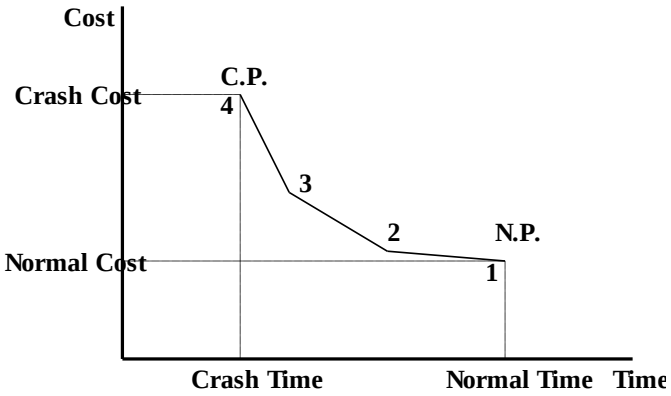
التكلفة فى الزمن (٣) – التكلفة فى الزمن (٢) = التكلفة فى الزمن (٢) – التكلفة فى الزمن (١)

وبذلك تكون العلاقة بين الزمن والتكلفة علاقة خطية مستمرة

ويتضح كذلك من شكل (٣) ان النقطة **N.P.** (Normal Point) هى النقطة التى تقابل الزمن المحسوب فى حسابات فترة تنفيذ الأنشطة (Normal Time) وكذلك تقابل التكلفة المقدرة اساسا لتنفيـــذ النشـــاط (Normal Cost) فى حالة اذا مانفذ فى هذا الوقت .

وأن النقطة **C.P.** (Crash Point) هى النقطة التى تقابل أقل زمن يمكن أن ينفذ فيه النشاط (Crash Time) وتقابل كذلك التكلفة القصوى لتنفيذ النشاط (Crash Cost) فى حالة اذا مانفذ النشاط فى هذا الزمن.

٢ - **علاقة مستمرة غير منتظمة** **Continuous Broken (Curve)**



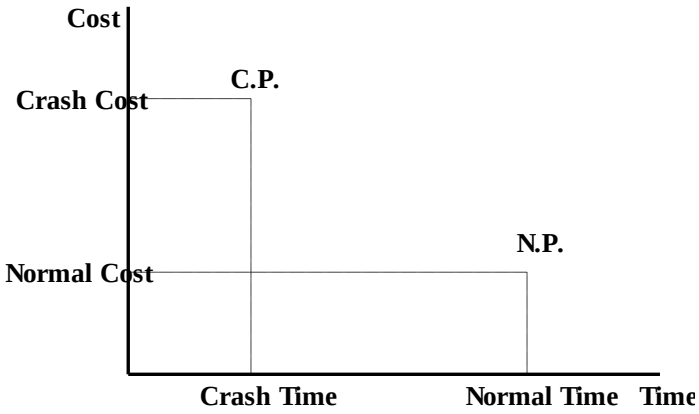
شكـــــــل (٤)

ويتضح من شكل (٤) ان :

التكلفة فى الزمن (٣) – التكلفة فى الزمن (٢) ≠ التكلفة فى الزمن (٢) – التكلفة فى الزمن (١)

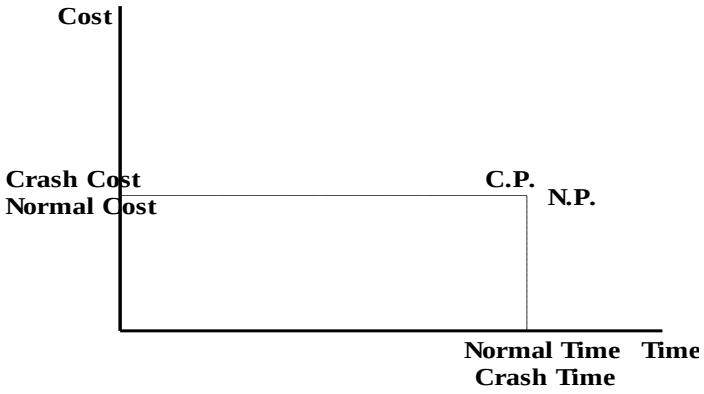
أى أن معدل زيادة تكاليف النشاط مع ضغط الوقت غير ثابت وهذه هى الحالة غالبه الحدوث فى أنشطة المقاولات.

٣ – علاقة غير مستمرة Non Continuous



(شكـــــــل ٥)

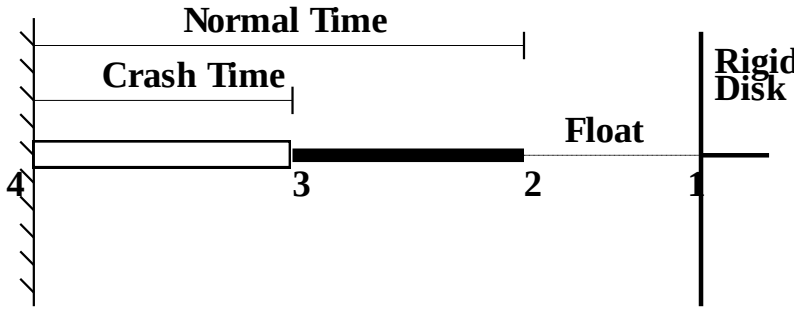
ومن الشكل (٥) يتضح أنه لا توجد علاقة نهائيا بين N.P. ، C.P. بمعنى أن النشاط إما أن ينفذ فـــى الوقـــت المحسوب من حسابات مدة تنفيذ الأنشطة (Normal Time) أو ينفذ فىأقل زمن له Crash Time ولا يمكـــن تنفيذه بين الزمنين وبالتالى فإما أن ينفذ بالتكلفة المقدرة (Normal Cost) أو بالـــ (Crash Cost) وأوضح مثال على ذلك اذا كان هذا النشاط توريد أى خامات أو أجزاء أو معدات للمشروع مستوردة من الخارج ففى هذه الحالـــة إما أن تورد هذه الأشياء بالمركب وتأخذ زمن معين بتكلفة معينة (N.P) أو أن تورد بالطائرة وتأخذ زمن أقـــل وتكلفة أعلى (C.P.) ولكن لا يمكن تنفيذ النشاط بين هذين الزمنين. ومما سبق نستطيع القـــول أن علاقـــة الوقـــت بالتكلفة للنشاط الواحد لابد أن تأخذ واحداً من هذه الأشكال الثلاثة أو أن تكون علاقة الوقت بالتكلفة للنشاط هى نقطة (شكل ٦) .



(شكـــــــل ٦)

ويتضح من شكل (٦) أن الزمن المحسوب فى حسابات أزمنة الأنشطة (Normal Time) لا يمكن ضغطه أو تقليله وبالتالى فإن التكلفة المقدرة (Normal Cost) هى القصوى (Crash Cost).

والآن وبعد أن استعرضنا علاقة الوقت بالتكلفة للنشاط الواحد بأشكالها المختلفة وهو أمر هام جدا حيث سنحتاج عند ضغط الوقت للمشروع معرفة العلاقة بين كل نشاط من الأنشطة الممكن ضغط الوقت فيها وبين تكلفة هذا النشـــاط. نستطيع الآن أن نتصور ما يمكن أن يحدث لنشاط عند محاولة تقليل وقت تنفيذه .



(شكـــــــل ٧)

اذا جاز أن يمثل أى نشاط بشكل الـــ (Piston) كما فى شكل (٧) فإن مدة تنفيذ النشاط يمكن تمثيلها كالآتى :

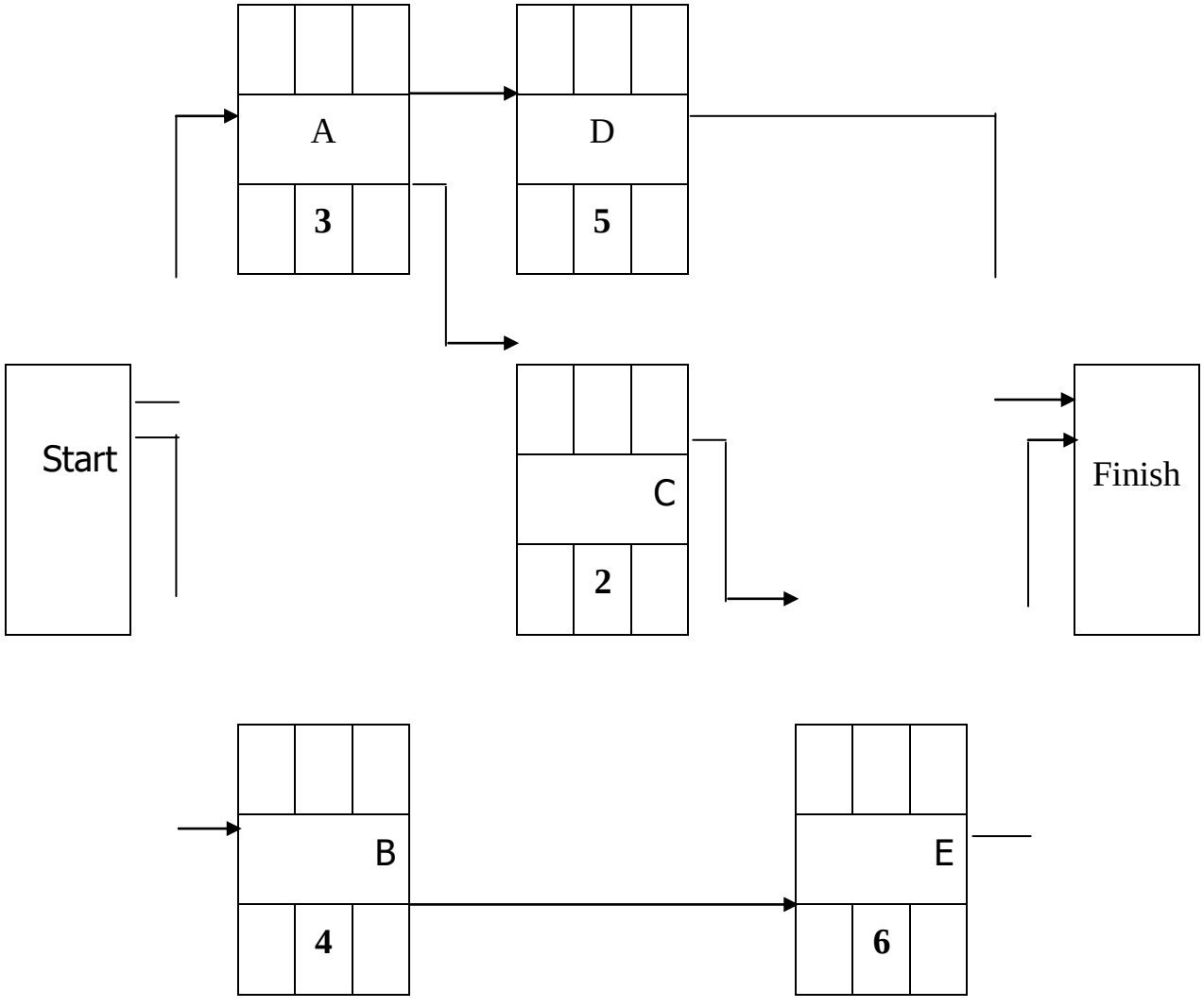
[١] الجزء المهشر يمثل أقل زمن يمكن تنفيذ النشاط فيه (Crash time).

١. (الجزء المظلل + الجزء المهشر) يمثلان معا الوقت المحسوب لتنفيـــذ النشـــاط حســـب مســـتوى المـــوارد المفروض (Normal Time).

٢. الجزء المنقط يمثل فترة السماح الكلية فى النشاط (Total Float) .

ولو افترضنا أنك ستقوم بالضغط على الـــ (Rigid Disk) ناحية اليسار لتقليل زمن النشـــاط فـــإن أول مـــا سيواجه هذا الخط هو فترة السماح الكلية للنشاط والممثلة بالنقط وبالقطع فان هذا لا يمثل أى مقاومة للـــ (Disc) و بمعنى آخر لا يمثل ذلك أى تكلفة إضافية وبمعنى آخر فلو نقص زمن النشاط وتحركت النقطة (١) لتصل للنقطـــة (٢) لن يتكلف ذلك أى تكلفة إضافية ولكن عند وصـــول الـــ (Disc) للنقطة (٢) وعنـــد اســـتمرار الضـــغط فسيواجه بعد ذلك مدة تنفيذ النشاط والممثله بالجزء المظلل ومعنى ذلك أن هذا الضغط ســـيواجه بمقاومـــة يتوقـــف مقدارها على سمك الجزء المظلل ويمثل هذا السمك مقدار التكلفة الإضافية التى سيتكلفها النشاط فى حالـــة ضـــغط وقته، ونلاحظ أن من الممكن أن يكون هذا السمك ثابت من النقطة (٢) حتى النقطة (٣) وذلك فى حالة ما إذا كان

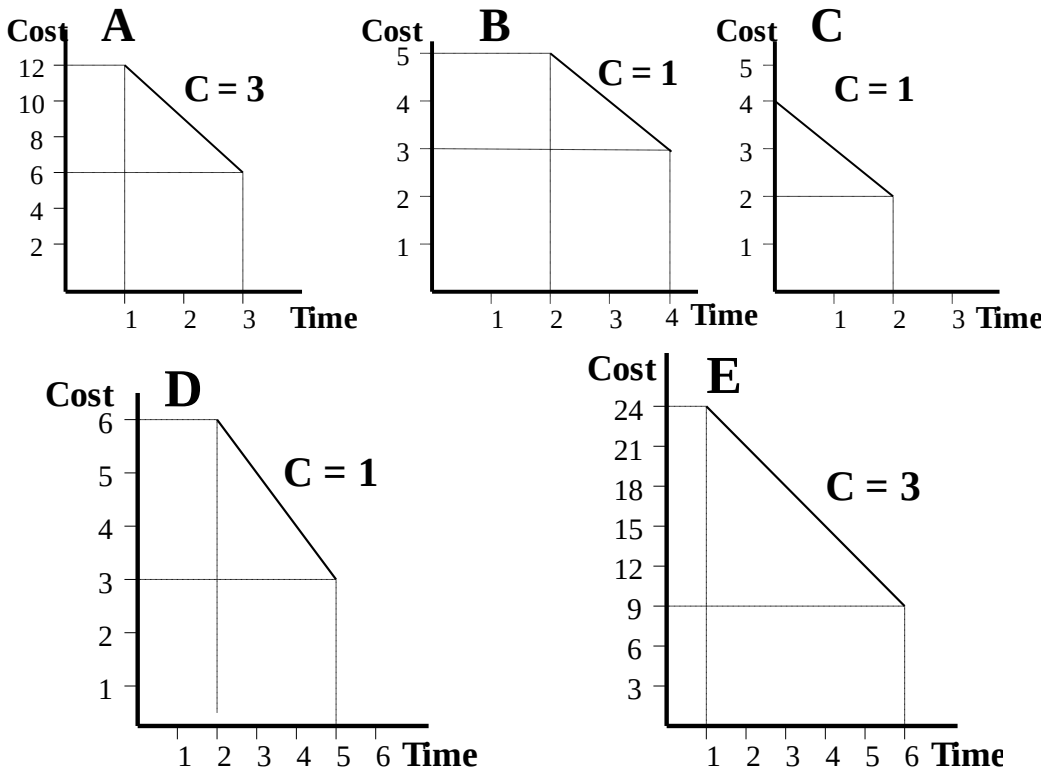
معدل زيادة التكاليف مع ضغط الوقت ثابت كما فى شكل (٣) Continuous Linear. ومن الممكن أن يكون هذا السمك متغير من النقطة (٢) حتى النقطة (٣) وذلك فى حالة ما إذا كان معدل زيادة التكاليف مع ضغط الوقت غير ثابت كما فى شكل (٤) Continuous Broken. ومن الممكن أن يكون هذا السمك عبارة عن نقطتين فقط هما النقطتان (٢) و (٣) وذلك فى حالة ما اذا كانت العلاقة بين الوقت والتكاليف كما فى شكل (٥) Non Continuous أى أن الضغط عند النقطة (٢) يصل بك مباشرة الى النقطة (٣). وفى كل الأحوال السابقة فان الإنتقال من النقطة (٢) إلى النقطة (٣) بالضغط على الـ (Disc) يقابل بمقاومة تتمثل فى التكاليف الإضافية لضغط الوقت وعند الوصول للنقطة (٣) ومع استمرار الضغط فلن تستطيع أن تحرك الـ (Disc) الى اليسار حيث أن الجزء الباقى (المهشر) أو الجزء الذى يمثل الـ (Crash Time) لا يمكن الضغط فيه حيث أنه أقل زمن يمكن تنفيذ النشاط فيه ولكن من الممكن إذا استمررت فى الضغط على الـ (Disc) ان تتحرك النقطة (٤) الى اليسار ويستتبعها تحرك النقطة (٣) حيث تظل المسافة بين (٣) و (٤) ثابتة وهذا معناه أن النقطة (٤) وهى تمثل بداية النشاط التالى قد تحركت وتحرك معها زمن بدء النشاط التالى وهكذا فى باقى الأنشطة المرتبطة بالنشاط المطلوب ضغط زمنه. وتسمى النظرية السابقة (Piston Analogy) لتوضيح ذلك نورد المثال التالى :



(شكـــــل ٨)

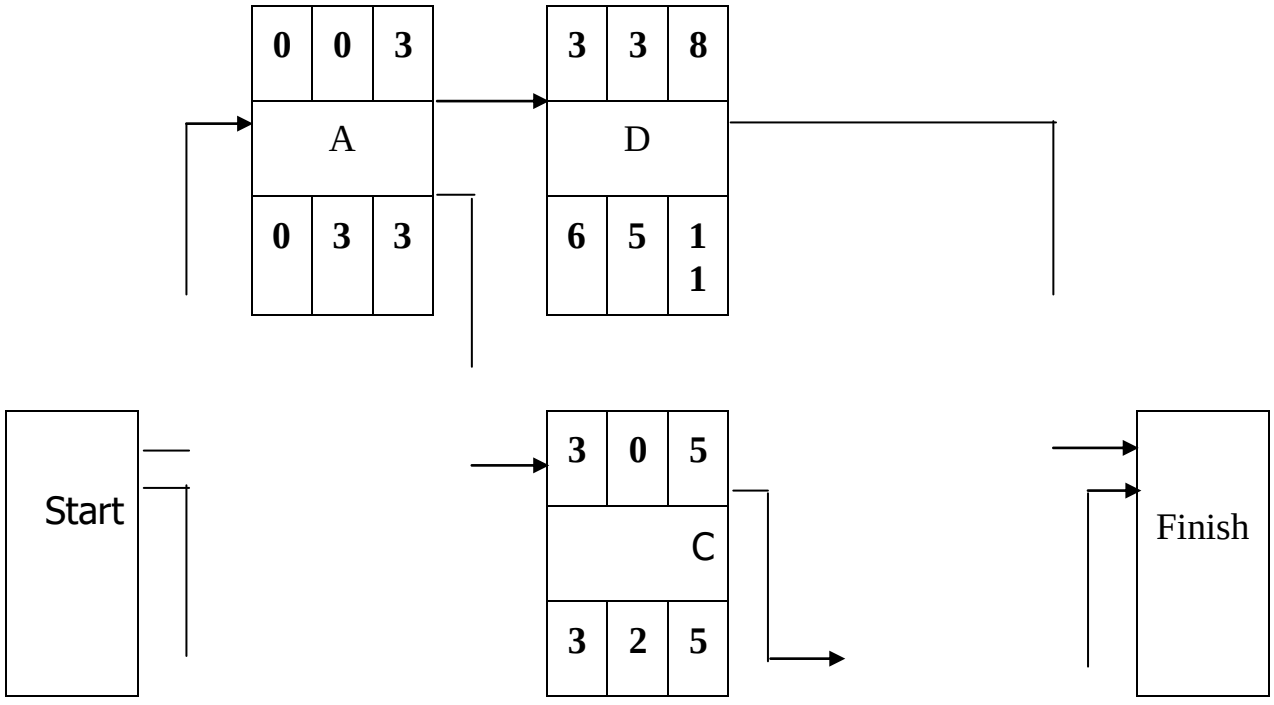
التحليل الشبكى الموضح فى (شكل ٨) لجزء من مشروع تشييد بسيط وبإجراء حسابات المسار الحـــرج علـــى التحليل الشبكى المرفق سيتضح أن مدة تنفيذ المشروع هى إحدى عشر إسبوعا .

واذا فرضنا أننا قمنـــا بتحليل ودراسة كل نشاط من هذه الأنشطة منفصلا فسنحصل على النتائج الموضحة (شكل ٩) .



(شكـــــل ٩)

- و(شكل١٠) و (شكل ١١) يوضحان التحليل الشبكى للمشروع والأزمنة الخاصة بكـــل نشـــاط وكـــذلك البرنامج الزمنى للمشروع



(شكـــــل ١٠)

النشاط	الزمن	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١
A	3											
B	٤											
C	٢											
D	٥											
E	٦											

(شكـــــل ١١)

ولتسهيل خطوات ضغط الوقت وبتطبيق نظرية الـــ (Piston Analogy) المشار اليها سابقا فإنه يمكـــن رســـم البرنامج الزمنى الموضح فى (شكل ١١) بشكل آخر كما هو موضح فى (شكل ١٢أ) .

خطوه رقم (١)

يتم تحريك خط نهاية المشروع يسارا بمقدار إسبوع واحد (أى من الإسبوع الحادى عشر الى الإسبوع العاشـــر) ، ولكى تتم هذه الحركة فان خط نهاية المشروع سيقابل مباشرة الأنشطة **(D)** و**(E)** وحيث أن المقاومـــة فـــى **(D)** تساوى صفر حيث أن الزمن من الإسبوع الثامن للإسبوع الحادى عشر فترة سماح للنشـــاط **(D)** ، ويتبقـــى أن الإسبوع ضغط فى النشاط **(E)** ينتج عنه تكلفة اضافية ٣ آلاف جنيها ولكن لو تحرك النشاط **(E)** بكامله لليسار فضغط على النشاطين **(C)** و **(B)** فانه سينتج من ذلك أن النشاط **(B)** به إسبوع سماح سيضيع وهو الإســـبوع الخامس ويتبقى أن ينضغط النشاط **(C)** تصبح مدة تنفيذه إسبوعا واحدا بدلا من إسبوعين وينتج عن ذلـــك تكلفـــة اضافية مقدارها ألف جنيها بينما لا يتأثر النشاط **(A)** إطلاقا بهذه الخطوة . **وهذا ما يتضح فى (شكل ١٢ب)** .

خطوه رقم (٢)

بتكرار تحريك خط نهاية المشروع يسارا بمقدار إسبوع واحد (من الأسبوع العاشر الى الإسبوع التاسع) وبالرجوع لما تم فى الخطوة رقم (١) يمكن القول أن النشاط **(D)** لن يتأثر سوى فى أن فترة السماح الخاصة به ستقل اسبوعا ثانيا لتصبح إسبوعا واحد أما بالنسبة للنشاط **(E)** فمن الممكن أن ينضغط اسبوع لتصبح مدة تنفيذه خمسة اسابيع بدلا من ستة وينتج عن ذلك تكلفة إضافية قدرها ثلاثة الآف جنيها ولكن اذا تحرك النشاط **(E)** بكامله يسارا فضغط على النشاطين **(B)** و**(C)** فسينتج عن ذلك أن تقل مدة تنفيذ النشاط **(B)** إسبوع لتصبح ثلاثة أسابيع بدلا من أربعة وتنتج عن ذلك تكلفة إضافية مقدارها ألف جنيه وكذلك تقل مدة تنفيذ النشاط **(C)** فتصبح صفرا بدلا من إسبوعين وينتج عن ذلك تكلفة إضافية مقدارها ألف جنيه وبذلك يكون نتيجة هذا الاسبوع ضغط تكلفة اضافية مقدارها ألفى جنيه لاغير **وهذا ما يتضح فى (شكل ١٢ ج)** .

ملحوظة المعنى الطبيعى لأن يصبح زمن تنفيذ النشاط **(C)** مساويا صفر هو أنه يمكن شراء مدة تنفيذ النشاط بتكلفة إضافية ومثال على ذلك لو كان هذا النشاط هو فتره توقف إجباريه لمعالجة خرسانة سقف فإنه يمكن أن يتلاشى هذا النشاط تماما من التحليل الشبكى إذا تم شراء عدة جديدة للسقف الثانى وبذلك تصبح مدة تنفيذ النشاط صفر ولكن تنتج تكلفة إضافية .

خطوه رقم (٣)

بالضغط على نهاية المشروع إسبوعا آخر سنجد الآتى :

[١] النشاط **(D)** اصبح نشاط حرج بعد أن استنفذ فترة السماح الخاصة به ولكن لم ينشأ عن ذلك حتى الآن تكلفة اضافية

[٢] النشاط **(E)** تقل مدة تنفيذه إسبوعا ليصبح خمسة أسابيع بدلا من ستة وينتج عن ذلك تكلفة إضافية مقدارها ثلاثة الآف جنيها .

[٣] الأنشطة **(A)** و **(B)** لا تتأثر فى هذه الخطوة .

وهذا ما يتضح فى (شكل ١٢ د) .

خطوه رقم (٤)

بالضغط على نهاية المشروع إسبوعا آخر سنجد أن :

[١] النشاط **(E)** سيتحرك يسارا اسبوع ليضغط مدة تنفيذ النشاط **(A)** إسبوعا وتنتج عن ذلك تكلفة إضافية مقدارها ثلاثة الآف جنيها وكذلك يضغط مدة تنفيذ النشاط **(B)** إسبوعا وتنتج عن ذلك تكلفة إضافية قدرها ألف جنيها .

[٢] بذلك يصبح النشاط **(D)** حرا فى أن يتحرك يسارا أسبوع بدون أى تكلفة إضافية .

[٣] أى أن هذا الإسبوع ضغط نشأ عنه تكلفة اضافية قدرها أربعة الآف جنيها .

وهذا ما يتضح فى (شكل ١٢ هـ) .

خطوه رقم (٥)

بالنظر للبرنامج الزمنى الموجود فى شكل(١٢هـ) يتضح أنه يمكن ضغط ثلاثة أسابيع دفعة واحدة لتصبح مدة تنفيذ المشروع أربعة أسابيع وينشأ عن ذلك أن النشاط **(D)** ستقل مدة تنفيذه ثلاثة أسابيع بتكلفة إضافية ثلاثة الآف جنيها (بواقع ألف لكل اسبوع) وأن النشاط **(E)** ستقل مدة تنفيذه ثلاثة أسابيع بتكلفة إضافية تسعة الآف جنيها (بواقع ثلاثة الآف لكل إسبوع) .

أى أن التكلفة الإضافية الإجمالية لضغط ثلاثة أسابيع هى اثنى عشر الف جنيها .

وهذا ما يتضح فى (شكل ١٢ و) .

خطوه رقم (٦)

بالضغط على خط نهاية المشروع إسبوعاً آخر سنجد أن :

١- النشاط **(E)** ستقل مدة تنفيذه إسبوع لتصبح اسبوعا واحد بتكلفة اضافية مقدارها ثلاثة الآف جنيها .

٢- النشاط **(D)** سيتحرك يسارا ليضغط مدة تنفيذ النشاط **(A)** إسبوعا وتنشأ عن ذلك تكلفة إضافيه مقدارها ثلاثة الآف جنيها .

٣- النشاط **(B)** لن يتأثر لأنه وصل الى أقل زمن تنفيذ له **(Crash Time)** .

٤- عند ضغط النشاط **(A)** لينتهى فى نهاية الإسبوع الأول ولأن النشاط **(E)** لن يستطيع البدء بأى حال من الأحوال قبل الإاسبوع الثالث وبالنظرالى التحليل الشبكى (شكل ٨) يتضح أنه يمكن تنفيذ النشاط **(C)** بمده إسبوع واحد وبذلك يكون هذا الاسبوع ضغط مساويا لخمسة الآف جنيها .

ثلاثة الآف من (E) + ثلاثة الآف من (A) - ألف من (C) .

وهذا ما يتضح فى (شكل ١٢ ل) .

وعند هذا الحد فإنه وبالنظر الى البرنامج شكل (١٢ ل) يتضح أنه لا يمكن ضغط الوقت أكثر من ذلك ومعنى هذا أن أقل وقت يمكن تنفيذ المشروع فيه هو ثلاثة أسابيع وإذا تقرر أن ينفذ المشروع فى هذا الزمن (أقل زمن) فيجب العلم أنه سيتم دفع تكلفة اضافية مقدارها ٢٧ ألف جنيها .

الف (خطوة ١) + الفين (خطوة ٢) + ثلاثة الآف (خطوة ٣) + اربعة الآف (خطوة ٤) + اثنىعشر ألف (خطوة ٥) + خمسة الآف (خطوة ٦) .

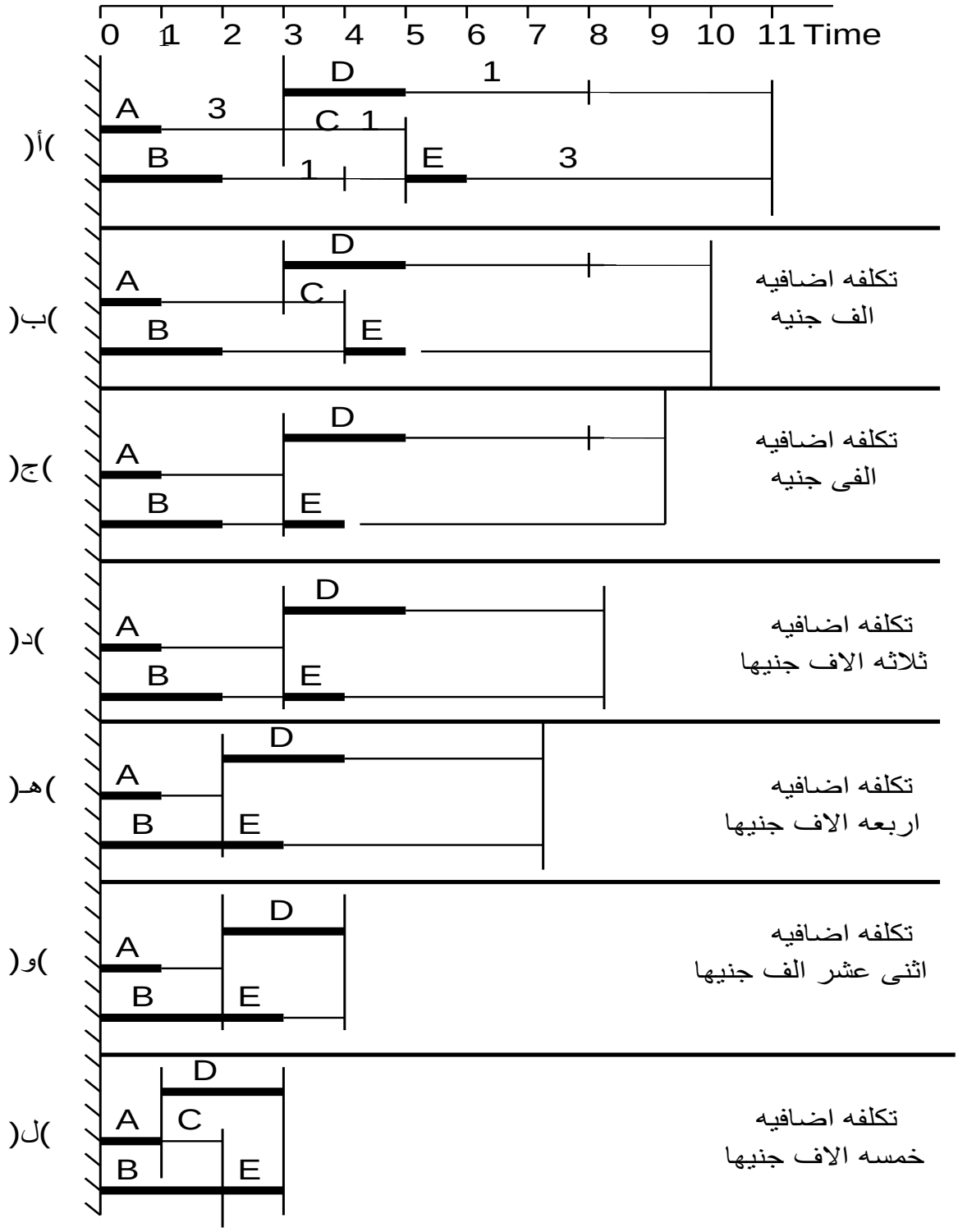
ويمكن تلخيص النتائج فى الجدول التالى

	مدة تنفيذ المشروع	التكلفة الأصلية	التكلفة الاضافية	التكلفة الاجمالية
	١١ إسبوع	٢٣٠٠٠ جنيه	------	٢٣٠٠٠
(خطوه ١)	١٠ إسبوع	٢٣٠٠٠ جنيه	١٠٠٠	٢٤٠٠٠
(خطوه ٢)	٩ إسبوع	٢٣٠٠٠ جنيه	٣٠٠٠	٢٦٠٠٠
(خطوه ٣)	٨ إسبوع	٢٣٠٠٠ جنيه	٦٠٠٠	٢٩٠٠٠
(خطوه ٤)	٧ إسبوع	٢٣٠٠٠ جنيه	١٠٠٠٠	٣٣٠٠٠
(خطوه ٥)	٤ إسبوع	٢٣٠٠٠ جنيه	٢٢٠٠٠	٤٥٠٠٠
(خطوه ٦)	٣ إسبوع	٢٣٠٠٠ جنيه	٢٧٠٠٠	٥٠٠٠٠

(جدول ١)

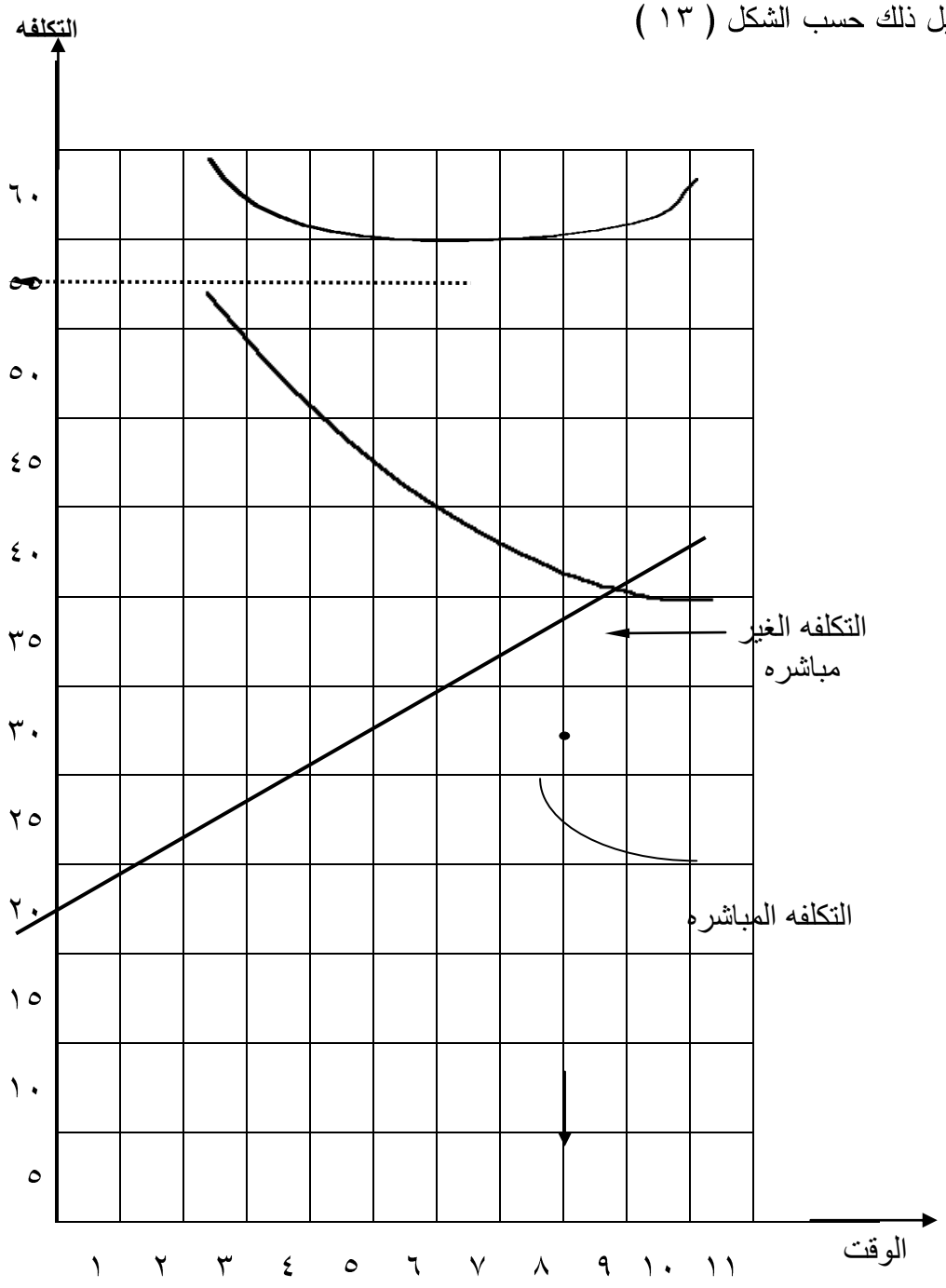
ملحوظه :

نفرض أن التكلفه الغير مباشره ٣٠٠٠ جنيه إسبوعياً


0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 Time
(أ)
A 3
B 1
C 1
D 1
E 3
(ب)
تكلفه اضافيه
الف جنيه
(ج)
تكلفه اضافيه
الفى جنيه
(د)
تكلفه اضافيه
ثلاثه الاف جنيها
(هـ)
تكلفه اضافيه
اربعه الاف جنيها
(و)
تكلفه اضافيه
اثنى عشر الف جنيها
(ل)
تكلفه اضافيه
خمسه الاف جنيها

(شكل ١٢)

ويمكن تمثيل ذلك حسب الشكل (١٣)



شكل (١٣) منحنى التكلفه الاقل للمشروع

ومن شكل (١٣) يتضح أن الوقت الأمثل لتنفيذ هذا المشروع هو ثمانية أسابيع وستكون اجمالى تكلفتـــه ٥٣ ألف جنيها .

وهكذا يمكن من خلال المثال السابق معرفة طريقة ضغط وقت المشروع والوصول الى البيانات التى تساعدك على إنشاء منحنى التكلفة الأقل للمشروع شكل (١٣) ويوضح شكل (١٤) البرنامج الزمنى فى حالة تنفيذ المشروع فى الوقت الأمثل له (أقل تكلفة) وهو ٨ أسابيع (خطوة د).

النشاط	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
A								
B								
C								
D								
E								

(شكل ١٤)

البرنامج الزمنى للمشروع فى ٨ أسابيع

للاقتراحات والشكاوى قم بمسح الصورة (QR)

حقوق الطبع محفوظة
الإدارة العامة للمسار الوظيفى - إدارة الصناعة
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى

المراجع

- **الإعداد : دكتور مهندس / مهاب حامد مطر**