Construction Management

مقدمة :

أطراف صناعة التشييد :

- المهندس
- المقاول العمومى
- مقاول الباطن
- المالك
- المورد
- الممول أو البنك أو الوسسة المالية

محاور إدارة المشروعات :

- إدارة الوقت Time Control
- إدارة المال Cost Control
- إدارة الجودة Quality Control

أهداف إدارة المشروعات :

تهدف إدارة المشروعات إلى إنجاز المشروع فى

- أقل وقت ممكن
- وبأقل تكلفة ممكنة
- وبالجودة المطلوبة

وكل هدف من هذه الأهداف يعتمد ويؤثر على الأهداف الأخرى فمثلاً يمكن ضغط وقت تنفيذ المشروع عن طريق زيادة معدلات الإنتاج وبالتالى زيادة تكلفة تنفيذ البنود أو تقليل التكلفة فتتأثر بذلك الجودة أو تحقيق الجودة العالية بتوفير الوقت والتكلفة المناسبين

خصائص إدارة المشروعات :

- لايكون للمشروع عائد مالى طوال فترة تنفيذه وبالتالى من الضرورى التحكم فى الوقت والتكلفة
- يقوم على إدارة المشروع فريق يتم تكوينه خصيصاً لهذا الغرض
- صعوبة تقدير التوقعات والمشاكل أثناء فترة التنقيذ **Uncertainly**
- الدرجة العالية من المخاطرة **Construction Risk**

مراحل مشروعات التشييد Construction Project Stages :

- مرحلة التصور المبدئى للمشروع ودراسة الجدوى
- مرحلة التخطيط للمشروع
- مرحلة التصميم وطرح العطاء
- مرحلة التنفيذ ثم التسليم النهائى

طرق التخطيط للمشروعات

Methods of Planning and Scheduling

1. **Bar Chart Method**
2. **Network / CPM**
3. **Line of Balance Method**
4. **Time- Location Diagram**

خطوات التخطيط لمشروع باستخدام التحليل الشبكى :

1 - دراسة مستندات العقد Contract Document وتشمل التالى :

1-1 General Conditions

1-2 Particular Conditions

1-3 General Specifications

1-4 Tender Drawings

1-5 Bill Of Quantities (B.O.Q)

1-6 Agreement

1-7 Addendums & Amendments

2 - إعداد طريقة التنفيذ المقترحة Method Statement وتشمل التالى :

2-1 Construction Phases / Zones

2-2 Explanatory Reports

2-3 Resources (Labor, Equipment, Materials, ..)

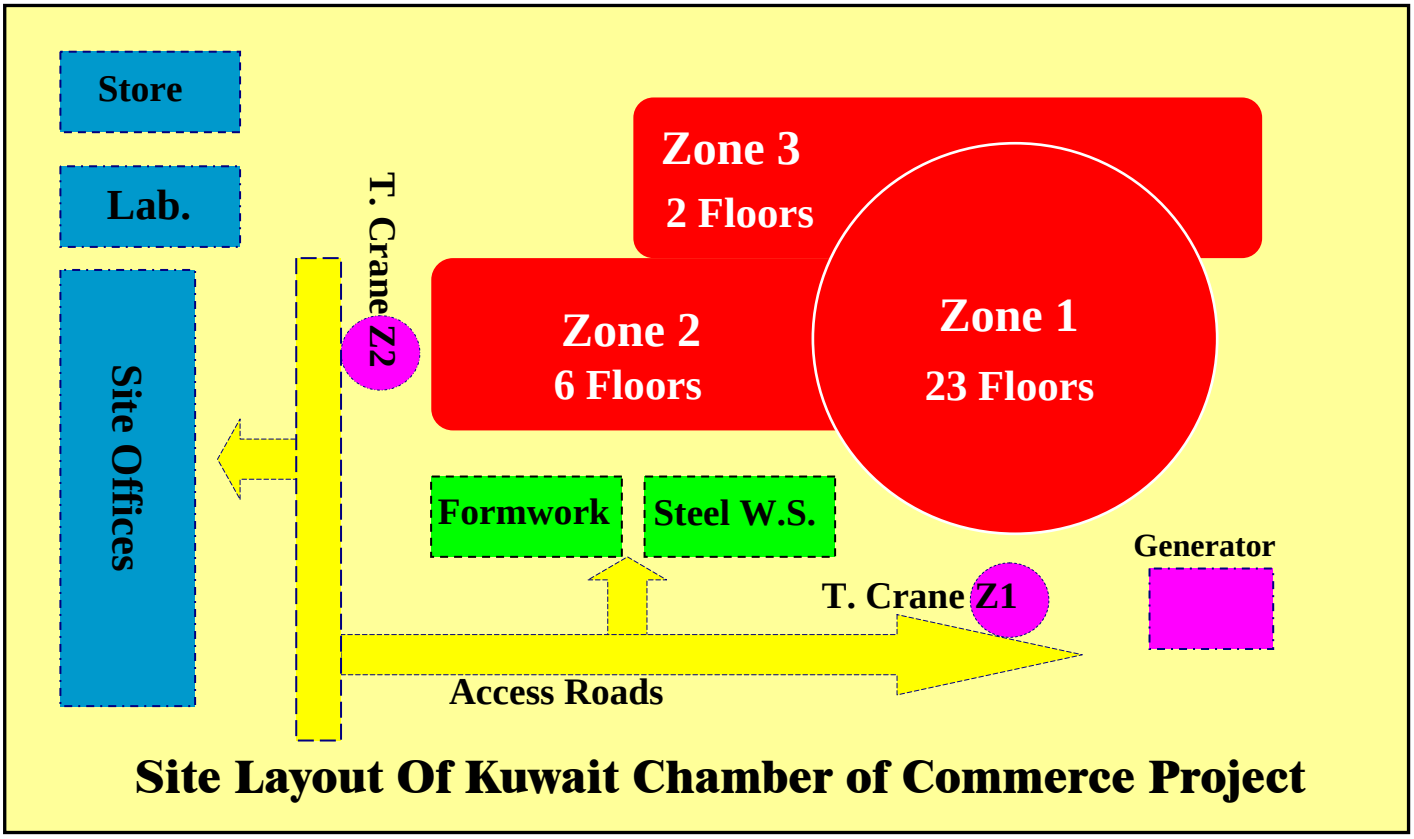
2-4 Quality Control Plan

2-5 Safety Plan

2-6 Organization Chart

3 - عمل التخطيط العام للموقع

المثال التالى لتخطيط مشروع غرفة التجارة والصناعة بمدينة الكويت عام 1998



Site Layout Of Kuwait Chamber of Commerce Project

إعداد البرنامج الزمنى للمشروع بإستخدام طريقة المسار الحرج CPM

4 -التخطيط Planning وتشمل التالى :

4-1 Activity List

هناك فرق بين النشاط Activity والبند Item فعلى سبيل المثال بند الخرسانة المسلحة يشتمل على أكثر من نشاط مثل نشاط توريد الخامات ونشاط النجارة المسلحة ونشاط الحدادة المسلحة ونشاط الصب ونشاط المعالجة .. وهكذا نجد أن من الممكن أن يكون البند الواحد مكوناً من أكثر من نشاط

وعلى العكس يمكن أن نجد أكثر من بند يكونوا نشاط مثل بند المبانى سمك 25 سم بالمتر المكعب والمبانى سمك 12 سم بالمتر المسطح يمكن إعتبارهم نشاط واحد وهو نشاط المبانى .

هناك عدة طرق لتقسيم الأنشطة نذكر منها :

- التقسيم عن طريق مناطق المسئولية لكل مبنى مثلاً فى المشروع يقع فى نطاق مسئولية مهندس معين
- عن طريق المراحل المختلفة للإنشاء (أساسات / سملات علوية / أعمدة وحوائط / أسقف .. وهكذا
- عن طريق الموقع الجغرافى للأعمال
- عن طريق قائمة الكميات **B.O.Q**
- عن طريق مراكز التكلفة فى نظام الرقابة على التكاليف

ويتم تصميم **Activity List** بعمل جدول يحتوى على أكواد الأنشطة **Activity ID**

ووصف النشاط **Activity Description** ومدة كل نشاط **Activity Duration**

ويراعى أن الأنشطة لا تكتب بترتيب تنفيذها الزمنى وإنما طبقاً للتكويد

ويتم حساب زمن النشاط من المعادلة التالية :

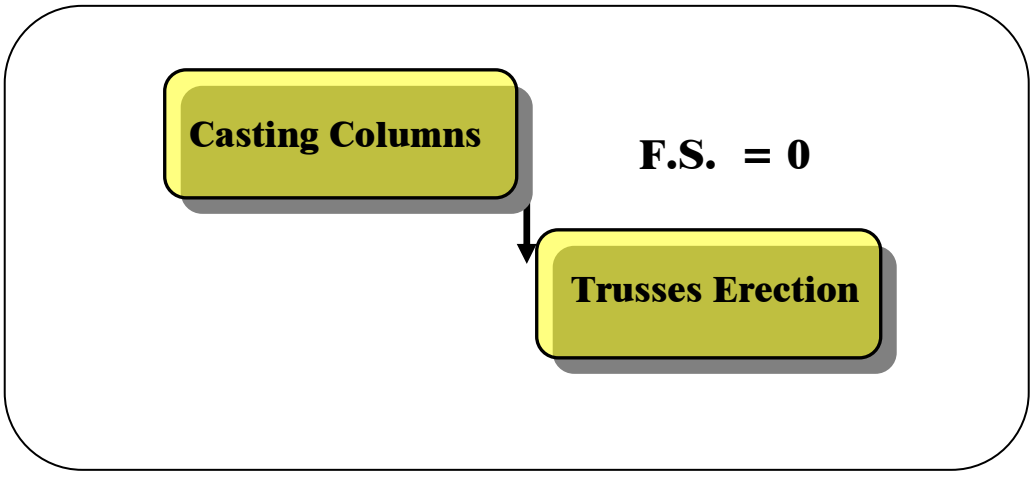
$$\text{المدة الزمنية لتنفيذ النشاط (Duration)} = \frac{\text{كمية العمل بهذا النشاط}}{\text{عدد الموارد X معدل الأداء}}$$

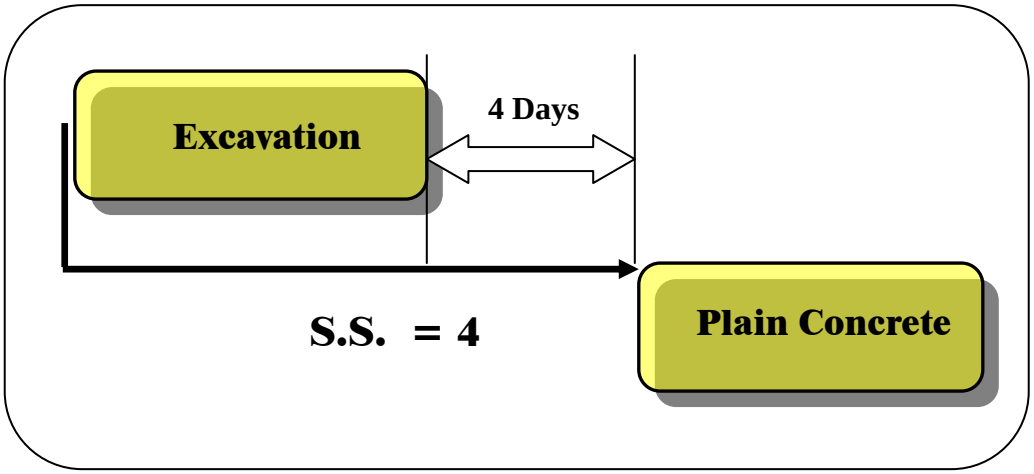
4-2 Dependency List

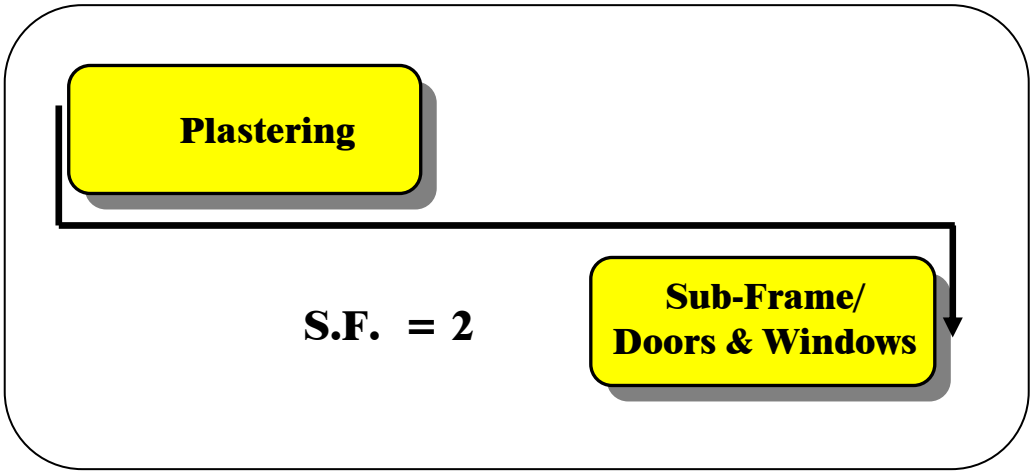
أنواع العلاقات بين الأنشطة هى :

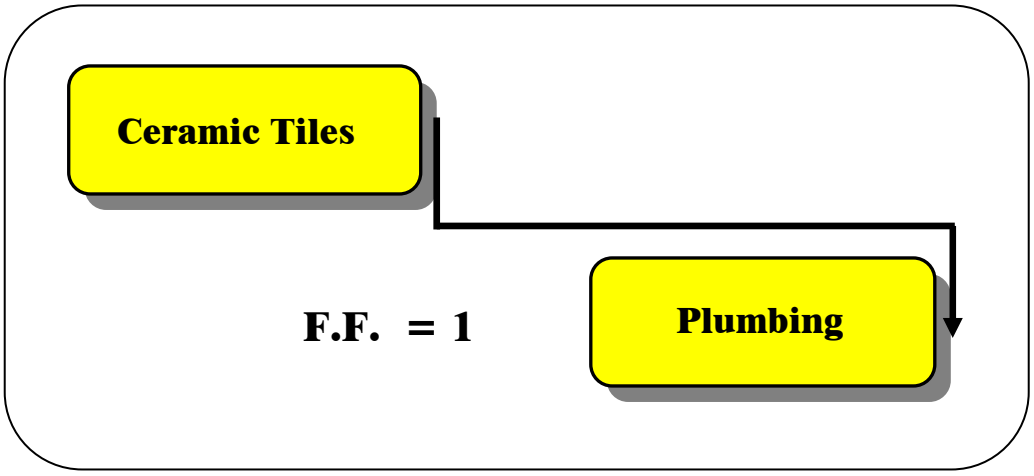
Finish To Start / Finish To Finish

Start To Start / Start To Finish




Excavation
4 Days
S.S. = 4
Plain Concrete


Plastering
S.F. = 2
Sub-Frame/
Doors & Windows


Ceramic Tiles
F.F. = 1
Plumbing

يتم إضافة ثلاث خانات للجدول السابق **Activity List** تشمل التالى لكل نشاط :

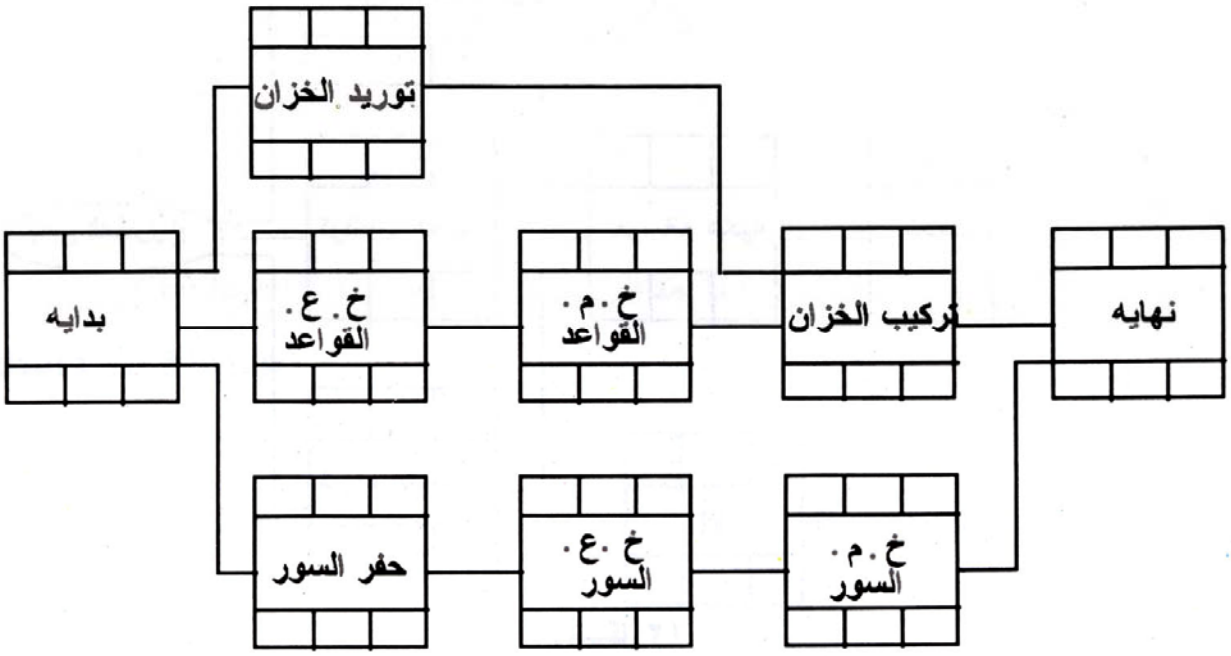
Successor Activity 1-2-4 / النشاط اللاحق (التالى)

Relationship 2-2-4 / نوع العلاقة بين النشاط والنشاط التالى وهى واحدة من الأربع علاقات السابقة (**F.S. / S.S. / S.F. / F.F.**)

Lag 3-2-4/ المقصود به الفترة الإجبارية فى العلاقة بين نشاطين

4-3 Logic Network Analysis

بعد الإنتهاء من عمل قائمة العلاقة بين الأنشطة **Dependency List** نبدأ فى عملية التحليل الشبكى المنطقى وما هو إلا ترجمة لقائمة العلاقات فى شكل مرسوم يسهل إجراء الحسابات ومثال لذلك الشكل التالى الذى يمثل مشروع بسيط لتشييد خزان وقود وسور يحيط به :



ومن الشكل السابق يجب إتباع الآتى عند رسم التحليل الشبكى المنطقى :

- **مراعاة أن كل نشاط يمثل بمربع حسب الشكل السابق وبداخله يكتب وصف مختصر للنشاط أو الرقم الكودى ويتبقى 6 مربعات ستكتب فيها بعض الأرقام كما سنرى فيما بعد وهذه الطريقة من التمثيل تسمى Precedence Network**
- **أن يكون لكل نشاط علاقتين على الأقل تربطه بباقى الأنشطة إحداهما علاقة توضح بدايته والأخرى علاقة توضح نهايته**
- **طول السهم بين المربعات لا يشير إلى أى مدد زمنية أو يعنى علاقة زمنية**
- **يجب أن ترسم المربعات فى مستويات أفقية واحدة وكذلك مستويات رأسية واحدة Ranking وذلك حتى نسهل من سرعة الحسابات**
- **يجب أن يبدأ التحليل الشبكى بمربع يسمى البداية وآخر يسمى النهاية يوضعا فى أقصى المشروع من اليسار واليمين**

5 -الجدولة Scheduling

5- 1 حساب الزمن اللازم لتنفيذ النشاط Activity Duration :

عند حساب أزمنة تنفيذ الأنشطة يجب مراعاة الآتى بمنتهى الدقة :

1 ـ النظر إلى كل نشاط ودراسته مستقلاً تماماً عن باقى الأنشطة.

2 ـ تحديد نوعية الموارد التى ستستخدم فى تنفيذ هذا النشاط (عمالة- معدات- .....إلخ).

3 ـ فرض مستوى معين من الموارد لتنفيذ هذا النشاط ويسمى (Normal Level of Resources)

والمقصود بكلمة مستوى معين هو كمية أو عدد الموارد التى تنتج عند تشغيلها معأفى هذا النشاط بالتحديد وفى ظروف التشغيل المتوقعة مسبقاً لهذا النشاط أقصى كفاءة ممكنة.

وعلى ذلك فإنه يمكن حساب مدة تنفيذ النشاط حسب المعادلة الآتية:

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

حيث أن:

إنتاجية الموارد المستخدمة = عدد الموارد × معدل أداء وحده الموارد

5- 2 إجراءات حسابات المسار الحرج Critical Path Calculation

تعريفات : يجب قبل أن نبدأ في توضيح كيفية إجراء الحسابات يجب أن نجد تعريف لمعنى النشاط الحرج ومعنى المسار الحرج .

النشاط الحرج Critical Activity : هو النشاط الذي لو حدث به تأخير أثناء التنفيذ يوم فيتسبب ذلك فى تأخير المشروع يوم

المسار الحرج Critical Path : هو المسار الذى يربط بين الأنشطة الحرجة ويبدأ من بداية المشروع وينتهى عند نهاية المشروع وهو أطول مسار (من ناحية الزمن) فى التحليل الشبكى

وإذا أردنا أن نوضح المفهوم الأساسى لحسابات المسار الحرج فعلينا أن ننظر إلى المثال التالى :

بفرض أن هناك مدير سيحضر اجتماع في القاهرة وأن هذا الاجتماع سينتهي الساعة الثانية بعد الظهر وأن نفس هذا المدير لديه اجتماع آخريبدأ في الإسكندرية الساعة السابعة مساء .

وبدراسة أنسب الوسائل للسفر للاسكندرية بالنسبة لظروف هذا المدير وجد انها السيارة بالطريق الصحراوي وان هذا النشاط (السفر للإسكندرية) يستغرق بهذه الطريقة ثلاثةساعات .

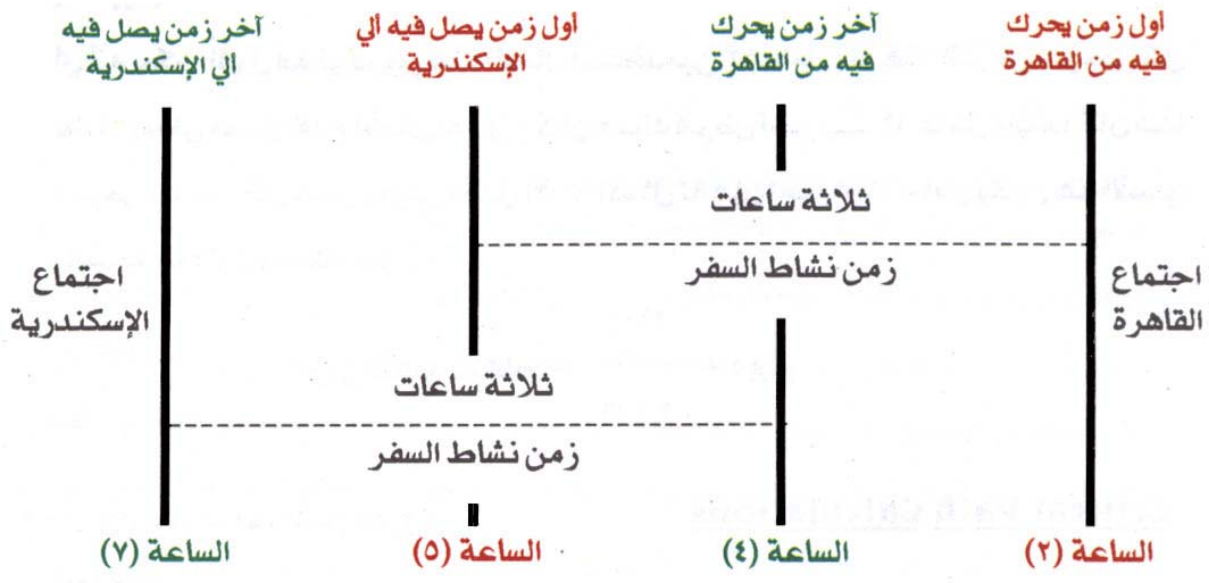
ومن العلومات السابقة يتضح لنا ان هناك ثلاثة أنشطة فى هذه الحالة وهى :

نشاط اجتماع القاهرة . ينتهي الساعة الثانية ظهراً .

نشاط السفر إلى الإسكندرية .

نشاط ا اجنماع الإسكندرية. يبدأ الساعة السابعة مساءاً .

والآن لكي نمثل هذه المعلومات في شكل يسهل إجراء سنجد الأتي :



من الشكل السابق سنجد ان هذا المدير لن يستطيع السفر من القاهرة قبل الساعة (2) (موعد انتهاء النشاط السابق وهو اجتماع القاهرة) وبذلك يكون هذا الزمن هوأول زمن لبداية نشاط السفر ويطلق عليه البداية المبكرة للنشاط (نشاط السفر) (E.S.) Early Start.. وكذلك لن يستطيع المديرأن يصل للاسكندرية بعد الساعة (7) (موعد بداية النشاط التالي وهو اجتماع الاسكندرية) وبذلك يكون هذا الزمن هوآخر زمن لنهاية نشاط السفر ويطلق عليه النهاية المتأخرة للنشاط (نشاط السفر) (L.F.) Late Finish ويتبقى بعد ذلك زمنين آخرين وهو الساعة (5) وهو الزمن الذي سيصل فيه المديرللاسكندرية .اذا تحرك من القاهرة في البداية المبكرة الساعة (2) وبذلك يكون الساعة (5) هوأول زمن يستطيع فيه المدير ان يصل للاسكندرية (نهاية نشاط السفر) ويطلق عليه النهاية المبكرة للنشاط (E.F.) Early Finish وكذلك الساعة (4) وهو الزمن الذي لن يستطيع بعده المدير التحرك من القاهرة وإلا سيتأخر عن النشاط التالى وهو إجتماع الأسكندرية وبذلك يكون الساعة (4) هو آخر زمن يستطيع أن يبدأ فيه نشاط السفر ويطلق عليه البداية المتأخرة للنشاط (L.S.) Late Start

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 إذا بدأ فى البداية المبكرة

البداية التأخرة للنشاط **Late Start (E.S.)**

. آخر زمن يجب أن يبدأ فيه النشاط

النهاية المتأخرة للنشاط **Late Finish (E.F.)**

. آخر زمن ينتهى فيه النشاط وذلك إذا بدأ فى البداية المتأخرة

وعليه فإن ذلك يمكن أن يمثل حسابياً بالمعادلتين الآتيتين :

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

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

حيث (D) هو زمن تنفيذ النشاط **Activity Duration** والآن وبالرجوع لتمثيل النشاط بمربع كالشكل التالى :

E.S.		E.F.
Activity Description		
L.S.	D.	L.F.

من الثال السابق (السفر للإسكنرية) يتضح أنه وبناءاً على الحسابات التى أجريت أن هذا المدير له فترة سماح مقدارها ساعتين يستطيع أن يتأخر فيهما في نشاط السفر دون أن يؤثر ذلك على الزمن الكلى للمشروع أو دون أن يؤثر ذلك على بداية النشاط التالي (اجتماع الإسكنرية) ، وتسمى فترة السماح هذه

Total Float

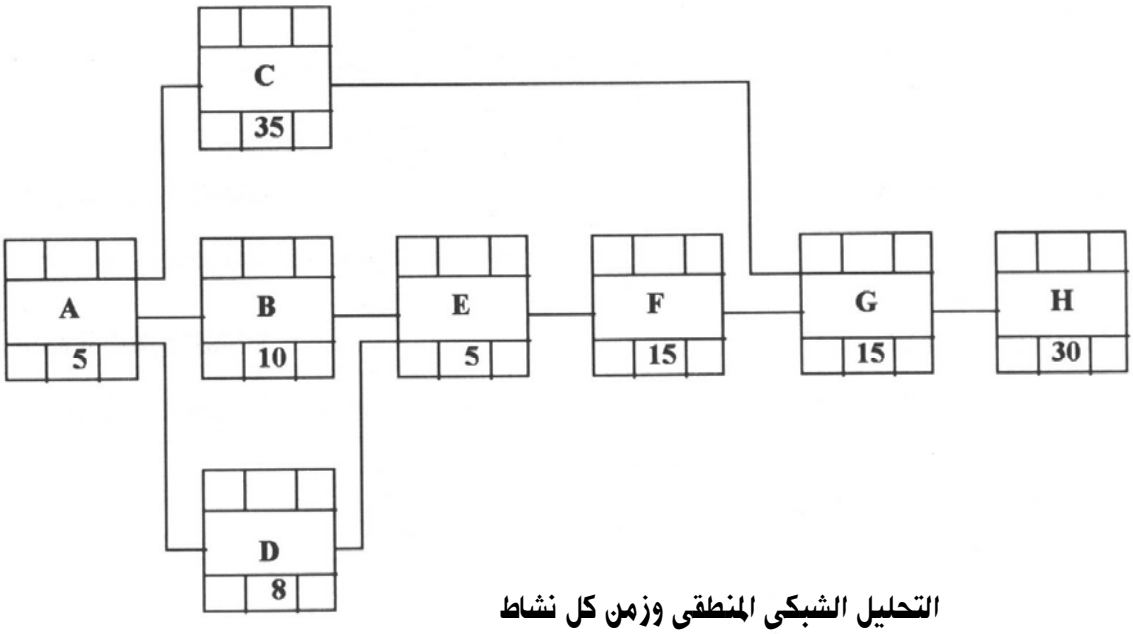
$$Total\ Float\ (T.F.) = L.F. - E.F.$$

$$OR \qquad = L.S. - E.S.$$

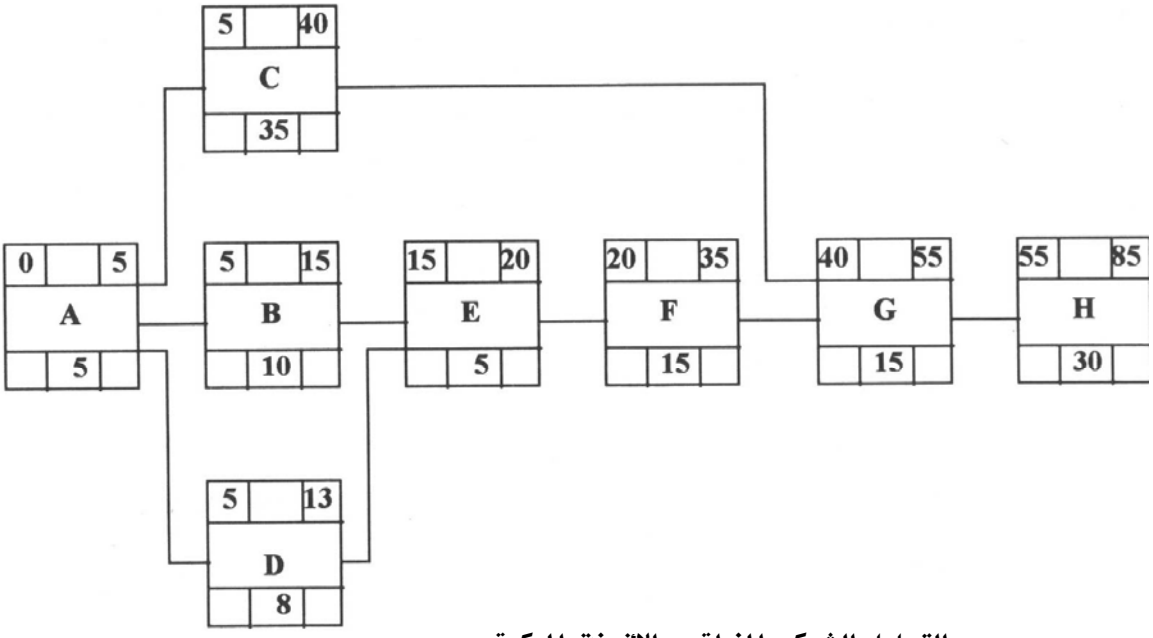
وبناءا على ما تقدم فإن النشاط الذي به فترة سماح = صفر هو نشاط حرج أي بمعنى أنه غير مسموح أثناء التنفيذ أن يتأخر هذا النشاط لأي سبب وألا سيؤخر المشروع بأكمله أما الأنشطةالأخرى والتي بها فترات سماح تزيد عن صفر فإنه من الممكن استخدام فترات السماح هذه في إعادة توزيع مواردالمشروع .

وهناك طريقتين يستخدمهما البرنامج فى حساباته وهى **Forward Calculation** والطريقة الأخرى **Backward Calculation**

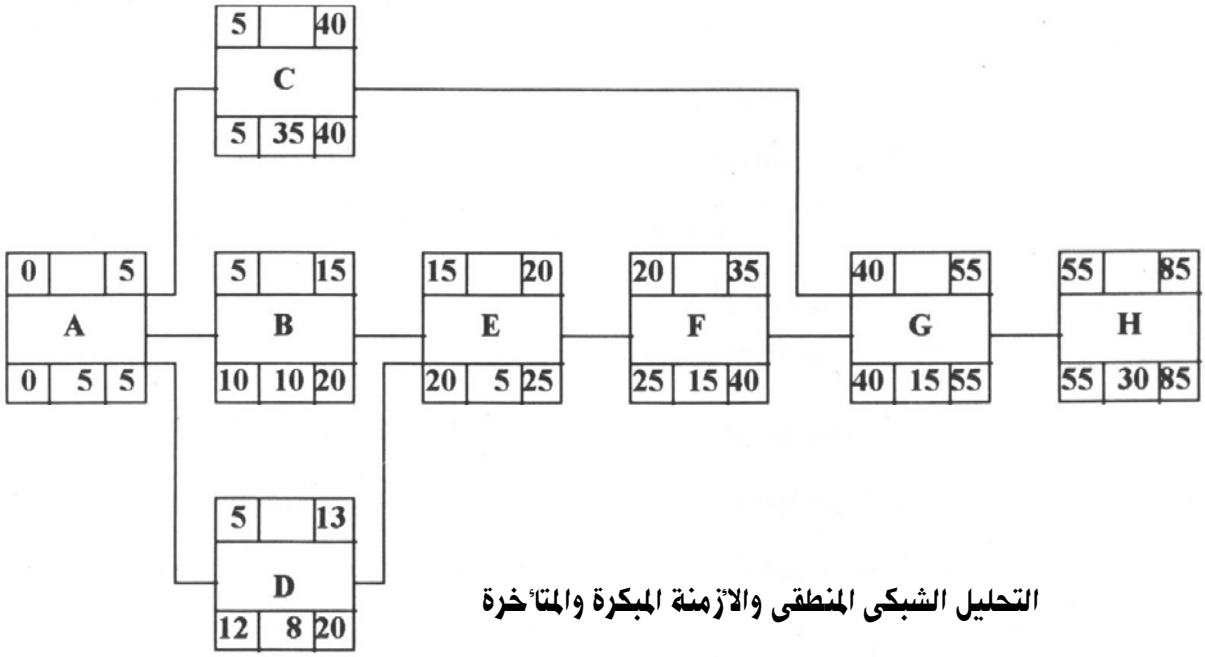
والمثال التالى يوضح هاتين الطريقتين :



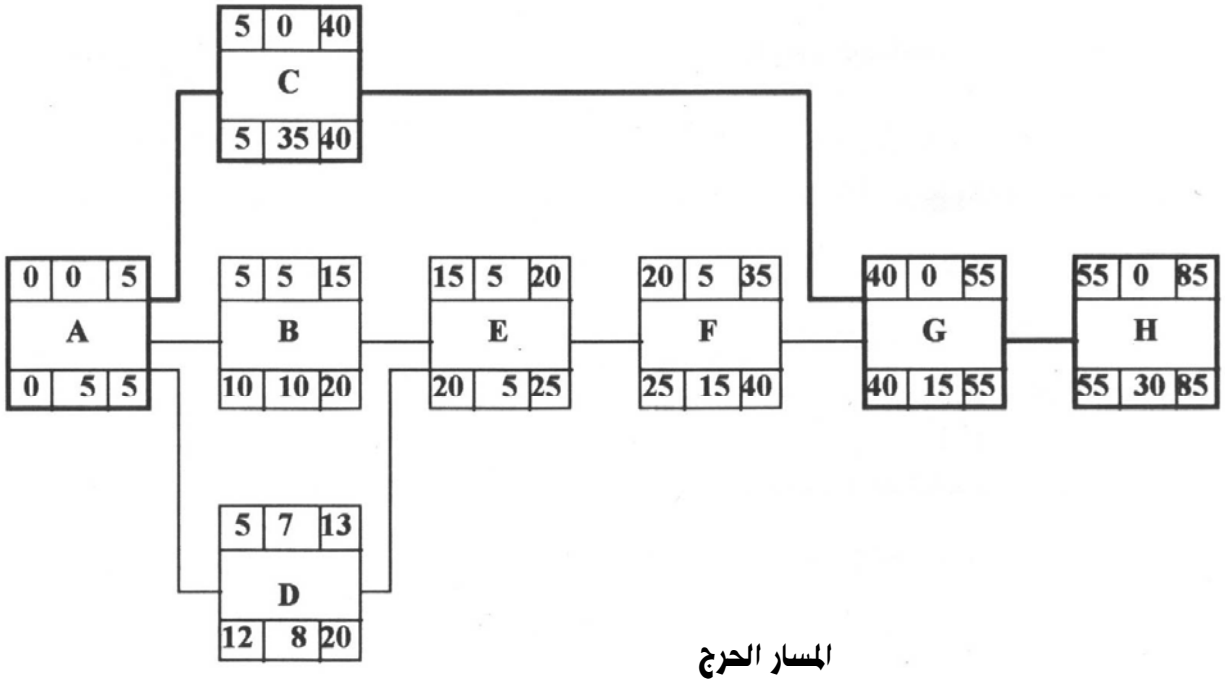
التحليل الشبكى المنطقى وزمن كل نشاط



التحليل الشبكى المنطقى والأزمنة المبكرة



التحليل الشبكى المنطقى والأزمنة المبكرة والمتأخرة



المسار الحرج

من المثال السابق يتضح أن الأنشطة الحرجة هى **H, G, C, A**

وهناك فترة زمنية أخرى هامة جدا ويجب أن نحدد استخداماتها وهى فترة السماح الحرة (**Free Float**) ئو نظرنا الى النشاط (**E**) مثلا نجد أنه لا يمكن التأخير فيه حيث أن تأخير في هذا النشاط سيؤثر على بداية النشاط الذي يليه وهو النشاط (**F**) وبذلك نستطيع القول أن فتره السماح الحرة في النشاط (**E**) تساوى صفر .

وفى نفس الوقت فإن فترة السماح الكلية للنشاط (**E**) تساوى (**5**) أسابيع وكذلك بحساب فترة السماح الحرة للنشاط (**F**) تساوى (**5**) أسابيع كذلك .

ويمكن حساب فترة السماح الحرة (**Free Float**) لأى نشاط من المعادلة الآتية :

$$F.F._{1} = E.S._{2} - E.F._{1}$$

أى أن فترة السماح الحرة للنشاط (**1**) هى عبارة عن البداية المبكرة للنشاط (**2**) مطروحاًمنها النهاية المبكرة للنشاط (**1**) . ويجب الأخذ فى الاعتبار أن فترة السماح الحرة لأى نشاط هى جزء من فترة السماح الكلية ولايمكن أن تزيد عنها.

إستنتاج زمن المشروع الكلى **Total Project Duration**

وما يهمنا فى المقام الأول الآن وبعد أن تنتهى من اجراء حسابات المسار الحرج سيكون واضح لديك الزمن الكلى الذى يمكن أن ينفذ المشروع خلاله (فى هذا المثال يكون الزمن الكلى للمشروع **85** أسبوع)وكما أشرنا من قبل أن هذا زمن استنتج من التحليل الشبكى حسب طريقة التنفيذ المقترحة وحسب العلاقة الفنية بين النشطة المختلفة وكذلك حسب الزمن اللازم لتنفيذ هذا النشاط وهو مبنى على أساس فرض مستوى مناسب من الموارد **(Normal Level of Resources)** لتنقيذ هذا النشاط .

Look Out Primavera

برنامج **Primavera** هو برنامج متكامل لأعمال التخطيط والجدولة وتوزيع الموارد ومراقبة التكاليف للمشروعات المختلفة ولذلك فإن هذا البرنامج يقدم الإدارة العملية الجيدة على أساس علمى قوى والتى تمكن من إدارة المشروع فى مختلف المراحل

ويتكون البرنامج من **4** أجزاء :

الجزء الأول : 1- The Network Processing Module

وهو الجزء الخاص بالتخطيط الشبكى للمشروع وحساب وقت بداية ونهاية كل نشاط وكذلك حساب مدة المشروع وتعريف الأنشطة الحرجة وبالتالى المسار الحرج

الجزء الثانى : 2- The Resource Scheduling Module

وهو الجزء الخاص بحساب وتوزيع الموارد المتوفرة والمطلوبة على الأنشطة المختلفة للمشروع والجدولة الزمنية لتلك الموارد وهو أداة أساسية فى إدارة الموارد المختلفة

الجزء الثالث : 3- The Cost Module

وهو الجزء الخاص بمتابعة تكلفة الأنشطة المختلفة بالمشروع

الجزء الرابع : 4- The Reports Module

وهو الجزء الخاص بإعداد التقارير اللازمة للتنفيذ والموارد وإعداد التقارير اللازمة للمتابعة ومراقبة المشروع فى كل مراحله

1- The Network Processing Module

Input Data

1- Activities no. , Description and Duration
2- Successors to the activities (logic)
3- Time Constraints
4- Project Calendar and Holidays

Network Processing Module

1- Activities no. , Description and Duration
2- Successors to the activities (logic)
3- Time Constraints
4- Project Calendar and Holidays
5- Calendar Dating

Output Module

1- Project Duration
2- Critical Path identifications
3- Activity Time and Float
4- Transferring activity times to Report Generation Module

2- The Resource Scheduling Module

Input Data

1- Resource codes, availability Limits
2- Allocation the resource for every activity
3- Budgeted quantity of resources to complete the Activity
4- Activity codes: responsibility, supervision …

The Resource Processing Module

1- Computing the earned value based on Percent Complete
2- Computing the Variance between the Budgeted cost and actual costs

Output Module

1- Earned Value based on percent Complete
2- Variance between budget and actual Cost
4- Transferring Cost data, Cost data to report Generation Module

3- The Cost Processing Module

Input Data

1- Cost account codes, resource price rates
2- Budgeted cost of the resources, previously Allocated in resource module
3- Cost account categories (Labour, ….)

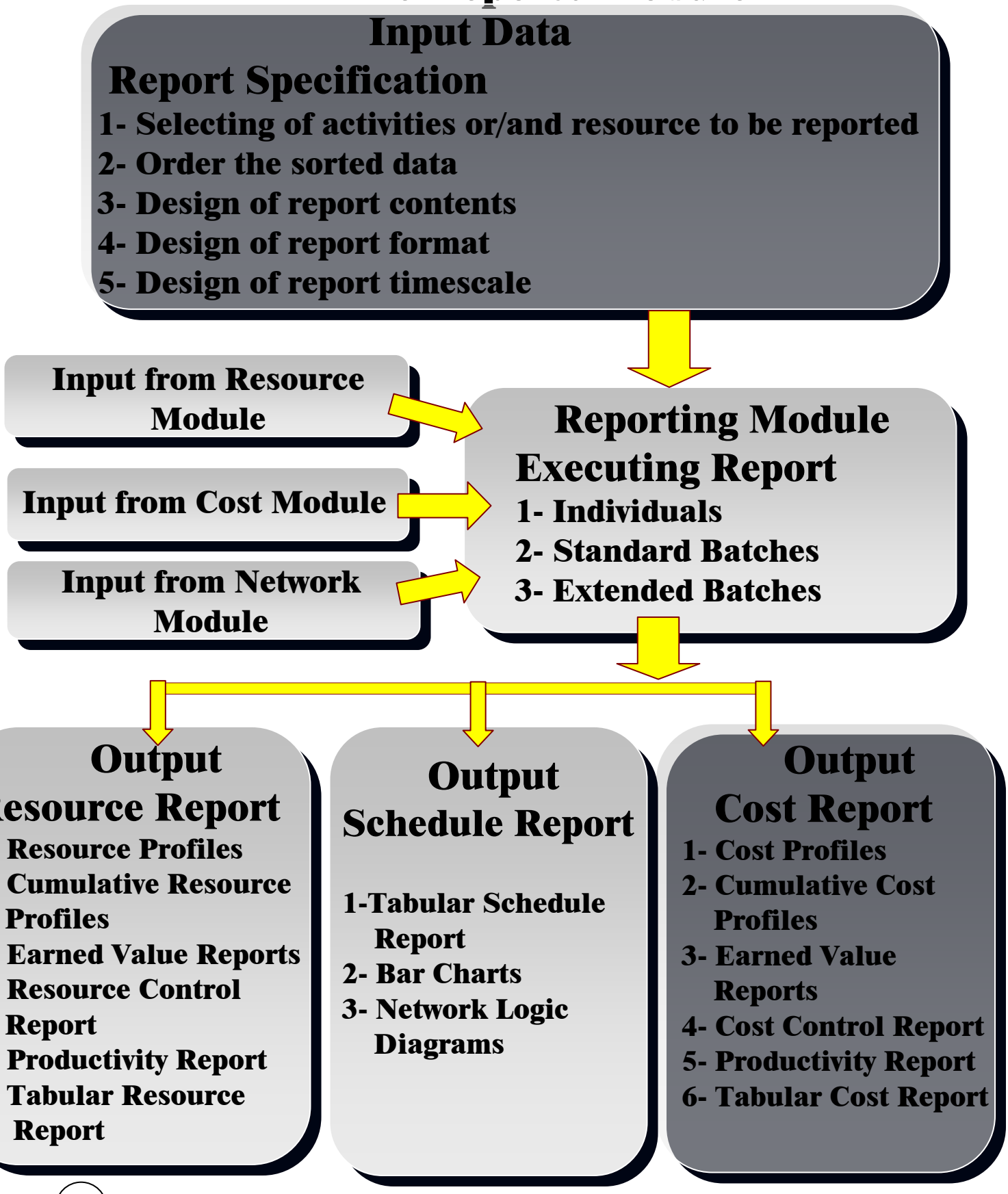
The Cost Processing Module

1- Resource leveling analysis
2- Recourse smoothing
3- Computing the earned value on percent complete
4- Computing the variance between the budgeted and actual quantities

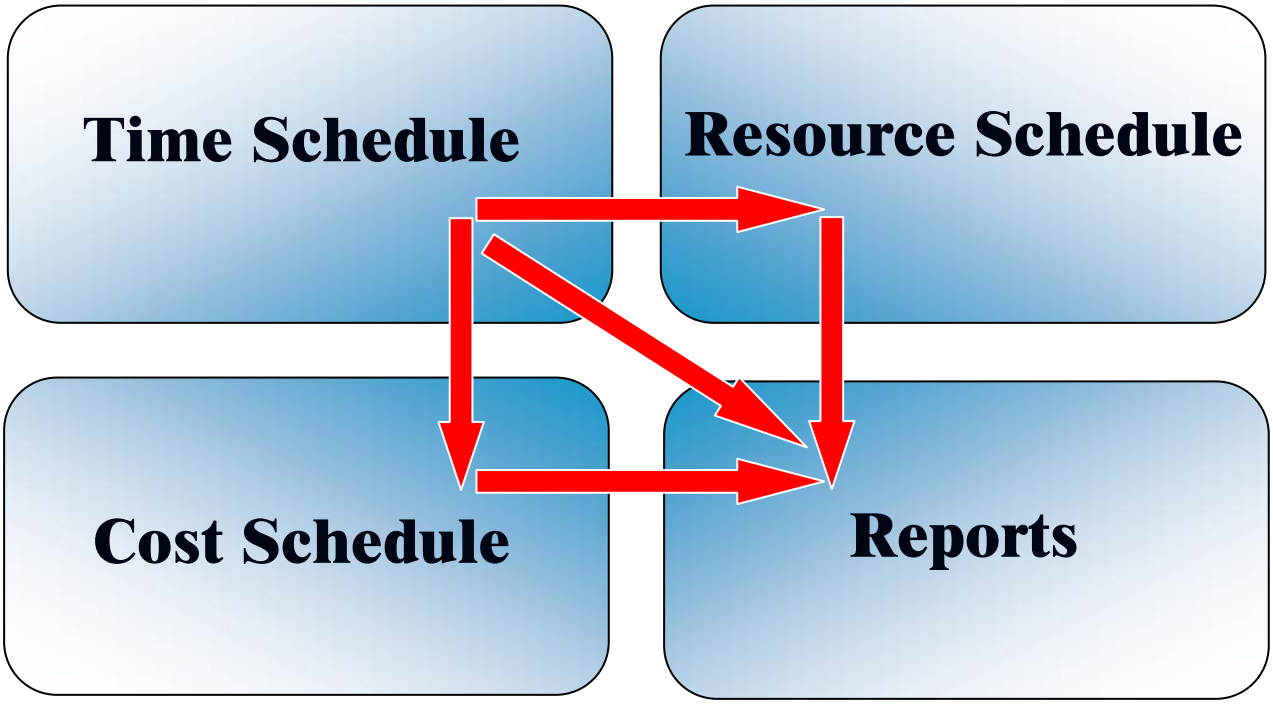
Output Module

1- Earned Value based on percent
2- Variance between budget and actual Quantities
3- Leveling Report showing effect of leveling on Act. Time
4- Transferring Recourse data, Cost data to report Generation Module

4- The Reports Module



و فى النهاية نوضح فى الشكل التالى العلاقات التبادلية بين الأجزاء الأربعة السابقة وذلك من خلال الشكل التالى :



Relation between PRIMAVERA Modules

Capabilities of Primavera

- **CPM is the main concept of Scheduling**
- **May users can use software by User name and Password**
- **Unlimited number of Main Projects and Sub-Projects**
- **PDM/Precedence Diagrams Method of Activity Representation**
- **No. of Activities per Project is up to 100,000**
- **31 Project AGEDA of holidays**
- **Planning unit is Hour/day/weak/month**
- **24 Code for activities to organize responsibilities**
- **Unlimited Resources per activity for all types**
- **(Equipment, Material, Labour, ….)**
- **Resource Leveling /120 Res. Per Run and Smoothing**
- **500 Codes for Activities cost / 6 items for each code**
- **Updating Schedule and Status of Work in Progress**
- **Saving Data of 2 Schedules/Same Project for Comparison**
- **Follow up many Projects in the same time**
- **Follow up Main Project Contains all Sub-Projects**
- **Exchange Data with some software / Excel, Word …**