

برمجة مراحل التطبيق

مهند

أحمد عوض

برمجة مراحل التنفيذ

مقدمة

تعتبر عملية التثبيت من المعلمات الصناعية المعقدة، وهي تحتل مكانة أساسية في اقتصاد الدول وخاصة النامية منها وهي عملية يتعدد اطرافها وتشابك علاقتهم، كالعماري والإنشائي والمقاول العمومي ومقاولي الباطن، المالك والمورد والعمالة والبنوك.

وعملية التثبيت عبارة عن مجموعة من الاتجاهات المتراكبة المتتابعة في توافق منطقي صحيح ينتهي عن تنفيذها إتمام عملية التثبيت.

كل هذه الاعتبارات فرضت ضرورة وجود أسلوب علمي خدم الجانب التطبيقي لإدارة إدارة التثبيت فالادارة اسلوب لدراسة وتحليل نفاذ العملية ومتابعة التنفيذ من بداية العمل إلى نهايته من خلال نوعية وتكلفة و زمن محددين.

وتقر عملية إدارة التثبيت خلال المراحل التالية والتي يؤثر بعضها على بعض:-

- **الجدولة الزمنية** : في هذه المرحلة يتم دراسة اسلوب تنفيذ بنود المشروع والسلسل المنطقي لها ثم عمل البرامج الزمنية للتنفيذ وكذلك برامج الاحتياجات من الموارد والتوزيع اللازم لتنفيذ المشروع

- **متابعة البرامج الزمنية والرتابة على التكاليف** : وتشير هذه المرحلة بمتابعة التنفيذ طبقاً للبرامج الزمنية من حيث الزمن والتکاليف وفيما يستنتج معدلات إنتاج جديدة طبقاً لطبيعة وظروف العمل وهذه المعدلات يستفاد بها في تعديل البرامج الزمنية لتناسب وظروف كل موقع. كما يتم في هذه المرحلة إعداد تقارير عن المواد والعمالة والمعدات ومقاولي الباطن وتكلفتهم يستفاد بها في اتخاذ القرارات. كما يتم في هذه المرحلة تبسيط برامج التنفيذ وجعلها أكثر تفصيلاً.

وتهدف ادارة مشاريع التشييد الى إنجاز المشروع في اقل وقت ممكن وباقل تكلفة معكنة وبالجودة المطلوبة .

وكل هدف من هذه الاهداف يعتمد ويشير على كل من الاهداف الاخرى ويمكن ملاحظة ذلك في عدة امثلة منها :-

- ضغط وقت تنفيذ المشروع بزيادة معدلات الإنتاج وبالتالي زيادة تكلفة تنفيذ البنية
- تقليل التكلفة على حساب الجودة
- تحقيق جودة عالية اذا توافر الوقت المناسب والتكلفة المناسبة .

اساليب التخطيط والمتابعة

تعتمد عملية التخطيط على عدة دراسات اساسية منها -

- دراسة الرسومات التنفيذية وجميع الاعمال والبنود الخاصة بالمشروع
- دراسة طبيعة الموقع والتعرف على المشروع
- تحديد نوعية وكميات المواد الخام الازمة لتنفيذ الاعمال
- تحديد وتوضيف اعداد العمالة ونوعيتها ومعدلات إنتاجها
- دراسة اساليب تنفيذ الاعمال ، تحديد معدلات تنفيذها
- دراسة الزمن اللازم لانهاء المشروع
- دراسة التدفقات النقدية للمشروع وتكلفة تنفيذ المشروع

ثم يتم توظيف هذه الدراسات على مستوى البنية وعلاقتها بالبنود الاخرى وهو ما يسمى بطريقة التنفيذ Method Statement الخطة الجيدة عدة امثلة منها -

- دقة تحديد التتابع المنطقى للانشطة
- سهولة الخطة بحيث يسهل قيمها
- مرونة وقابلية التعديل لمواجهة اى تغيرات مفاجئة
- استخدام الموارد والامكانيات المتاحة بالاساليب الامثل

ولتحقيق ما سبق من شروط لازمة لتحقيق خطة التنفيذ الجيدة فانه يلزم استخدام اساليب التخطيط المناسبة لطبيعة المشروع وحده

وقد كانت اولى محاولات وضع اساليب التخطيط والجدولة عام ١٩٠٠ بواسطة Henry L. Gantt/Fredrick O. Taylor و التي اعتبرت اساسيات للبرامج الخطية Duponette (Barcharts) وفي عام ١٩٥٦ بدأ شركة Remington Rand وكان الهدف ديلثمور American بحث علمي بمساعدة شركة Sperry Rand و كان الهدف معرفة إمكانية استخدام الحاسوب الآلى لخطيط وجدولة مشروعاتها وجدير بالذكر ان اول شبكة اعمال Network كانت عام ١٩٥٨ عندما قامت مؤسسة بوضع اسلوب المسار الحرج CPM لاعمال التشبييد وفي نفس الوقت وبالتحديد عام ١٩٥٨ و ١٩٥٩ كانت البحريه الامريكية بالاشتراك مع فرع شركة Lockheed تعمل على تطوير برنامج تخطيطي لاستعماله في انتاج انظمة الصواريخ الحاملة للأسلحة النووية متعددة الرؤوس وهو ما عرف ببروت (طريقة تقدير ومراجعة المشروع PERT) والذي سبقه عام ١٩٤٢ برنامج خط الابتزان LOB

واهتمت اساليب التخطيط بعصر الزمن والموارد والتمويل وعلاقتهم ببعض لتكامل العملية التخطيطية وتتعدد اساليب التخطيط والمتابعة واشهر هذه الاساليب هي -

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| ١- برامج خطية (قبيان) | ٢- شبكة الاعمال |
| Bar chart | Network |
| Line of Balance | ٣- خط الابتزان |

تخطيط المشروع والدولة الزمنية بطريقة المسار الحرج

Critical Path Method (CPM)

تربط طريقة المسار الحرج Critical Path Method (CPM) بين الزمن المحدد لتنفيذ المشروع واقصى استخدام للموارد وبين التسلسل المنطقي لتنفيذ الأنشطة . وهذا الأسلوب يحدد بدقة الأنشطة التي لا يسع لها بائي تأخير سواء في بدايتها أو نهايتها حتى يتم الانتهاء من المشروع في الوقت المحدد (أى التي تقع على المسار الحرج وهو مسار وهمي يربط بين أنشطة معينة متتابعة ويتأخر بداية أو نهاية أي من هذه الأنشطة يتراقب عليه تأخير الانتهاء من المشروع) .

فيما يلى عدة تعريفات تستخدم في طريقة المسار الحرج -

- النشاط Activity : هو بند من بنود (أو عملية من عمليات) المشروع ويحتاج إلى زمن وموارد لإنجازه . ويمثل كالتالي -
بداية النشاط زمن النشاط نهاية النشاط .

- زمن تنفيذ النشاط Duration : هو الزمن اللازم لتنفيذ نشاط معين ويتم تحديده طبقاً للموارد المتاحة ومعدلات التنفيذ لهذه الموارد

- الحدث Event : هو إنجاز معين يحدث في نقطة معينة من الوقت ولا يحتاج لوقت أو موارد في حد ذاته . ويشير الحدث إلى إنتهاء النشاط أو الأنشطة السابقة لهذا الحدث - عدا حدث البداية - كما تشير إلى إمكانية البدء في نشاط أو أنشطة تالية لهذا الحدث - عدا حدث النهاية - ويرمز له بالرمز O .

- شبكة الاعمال Net Works هي عبارة عن شكل شبكي يوضع

التسلسل المنطقي للأنشطة O — A — B — C

حدث البداية حدث نهاية حدث النهاية

النشاط A

والبد، في ب

- البداية المبكرة للنشاط ES هو الوقت المحدد لبداية تنفيذ نشاط معين . ويتم تحديده باتباع أطول مسار من حدث البداية إلى الحدث المقصود .

- البداية المتأخرة للنشاط LS : وهو الوقت الذي لا يجوز بدأه النشاط بعده ولا تسبب ذلك لتأخير الانتهاء من المشروع
 $LS = LF - D$ (Duration)

- النهاية المبكرة للنشاط EF : وهو زمن إنتهاء نشاط معين والبدء المبكر لتنفيذ النشاط التالي . ويعحسب بإضافة زمن تنفيذ النشاط إلى البداية المبكرة له .
 $EF = ES + D$ (Duration)

- النهاية المتأخرة للنشاط LF : هو آخر وقت مسموح به لنهاية النشاط حتى لا يتسبب التأخير عنه في تأخير الأنشطة التالية له وبالتالي في تأخير إتمام المشروع . ويعحسب بإضافة زمن تنفيذ النشاط إلى البداية المتأخرة لهذا النشاط
 $LF = LS + D$ (Duration)

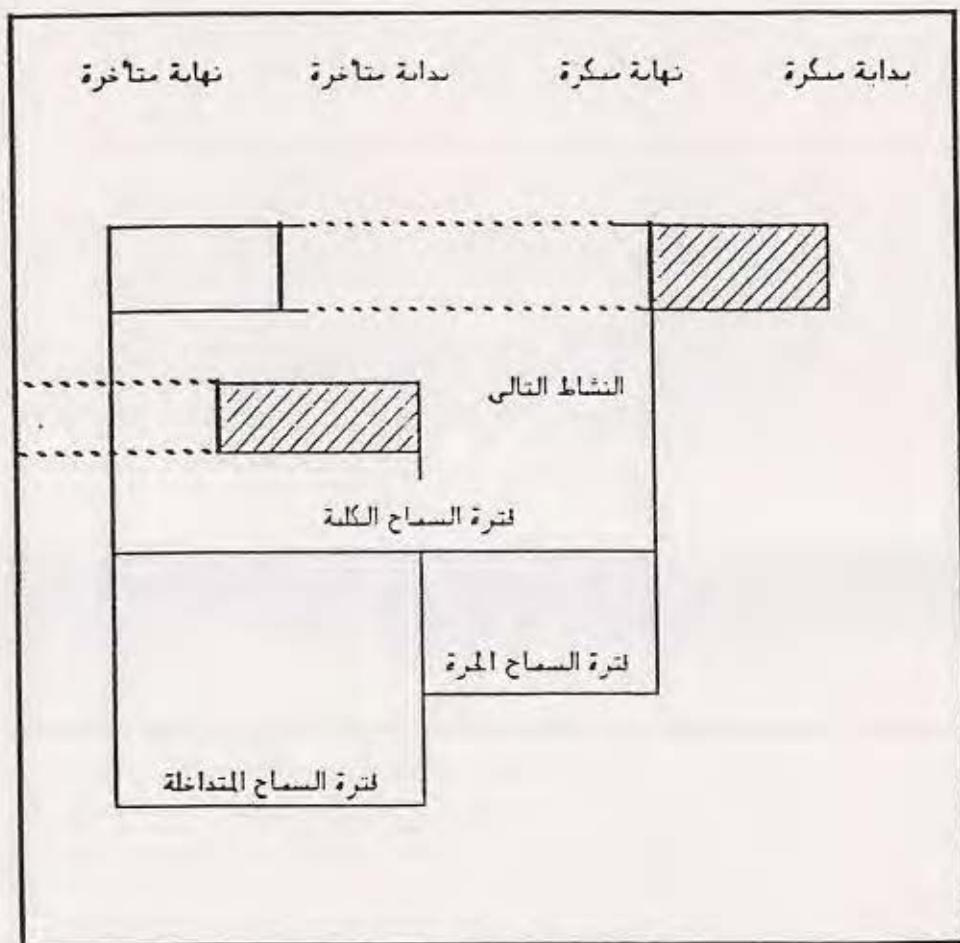
- فتره السماح الكلية Total Float هو الوقت الإحتياطي المسموح به في تأخير بداية أو نهاية تنفيذ أي نشاط بدون التأثير على زمن تنفيذ المشروع والأنشطة التي ليست لها فترات سماح هي الأنشطة التي تمثل المسار الحرج الذي لا يسعه تأخير بداية أو نهاية أي نشاط حتى لا يتاثر الوقت المحدد للانتهاء من المشروع

وتحسب فتره السماح الكلية بإيجاد الفرق بين البداية المتأخرة والبداية المبكرة للنشاط او الفرق بين النهاية المتأخرة والنهاية المبكرة للنشاط
 $TF = LS - ES = LF - LF$

- فتره السماح الحرة Free Float (FF) هو مدة الزمن التي يمكن أن يتاخرها نهاية النشاط بدون تأخير البداية المبكرة للنشاط الذي يليه Succeeding Activity
 $FF = LF - EF$ - لنشاط التالي

- فتره السماح المتداخلة Interfering Float هو الفرق بين فتره السماح الكلية وفتره السماح الحرة لنفس النشاط - الشكل (٤)

- فتره السماح المستقلة Independent Float هي فتره السماح لنشاط ما بحيث لا تؤثر على النشاط التالي له ولا تتأثر بالنشاط السابق له . وتحسب كما يلى :



لترا السماح الكلية والجزء والمترافق

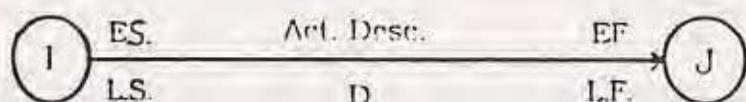
شكل (١)

زمن تنفيذ النشاط D - للنشاط السابق EF - للنشاط التالي
 = للنشاط نفسه Independent Float =

- المسار الحرج Critical Path هو الخط التاميل بين مجموعة الأنشطة المتصلة بعضها في شبكة التخطيط Network والتي يكون فتره السماح لأى نشاط بتلك الجموعة يساوى صفراء . والمسار الحرج يحدد أدق وقت لازم لإنهاء المشروع .

- التطبيق بطريقة الاسم :

بتم تحديد الأنشطة ونحوت اللازم لكل نشاط وعلاقة الأنشطة بعضها . ويتم تمثيل ورسم الأنشطة المختلفة وعلاقات الأنشطة بعضها بواسطة سهم كل سهم يعبر عن نشاط



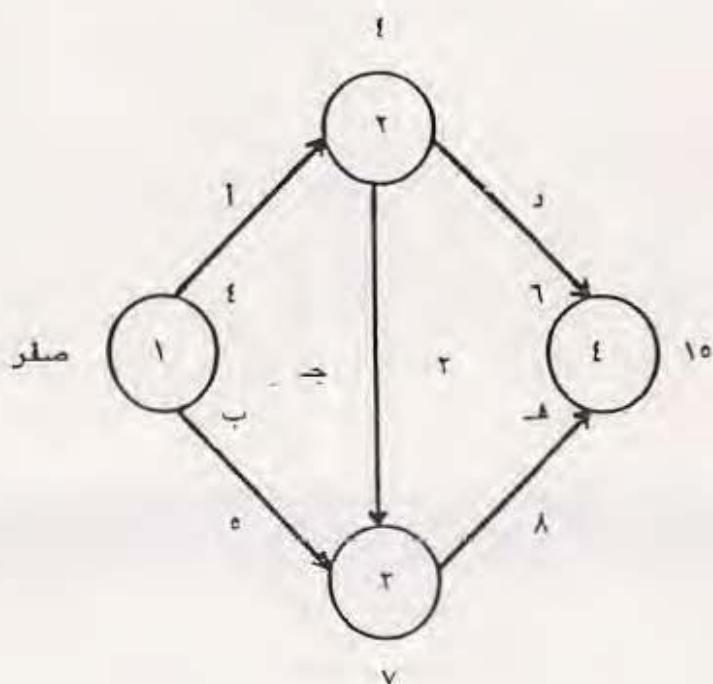
توجد دائرتان مصغرتان في بداية كل سهم ومؤخرته و يتم تدوين كل المعلومات المطلوبة على السهم وداخل الدائرتين كما هو موضح بالشكل .

الشكل (٤) يوضح التخطيط بواسطة الأسهم لمشروع صلبير يتكون من :

خمسة انشطة يرمز لها بالحروف A, B, C, D, E. موقوت هذه النشطة هو ١٢٠٨ على الترتيب .

النشاطان A, B يمكن ان يبدأ في وقت واحد . النشاطان C, D لا يمكن ان يبدأ حتى ينتهي النشاط A. النشاط E يبدأ بعد إنتهاء النشاطين B, C.

والشكل (٢) يوضح ان اطول وقت لانهاء المشروع هو مجموع ازمنة الانشطة $A-H$ ويساوي ١٥ يوما والمسار الذى يصل بينهم يسمى المسار الحر للمشروع Critical Path for the Network.

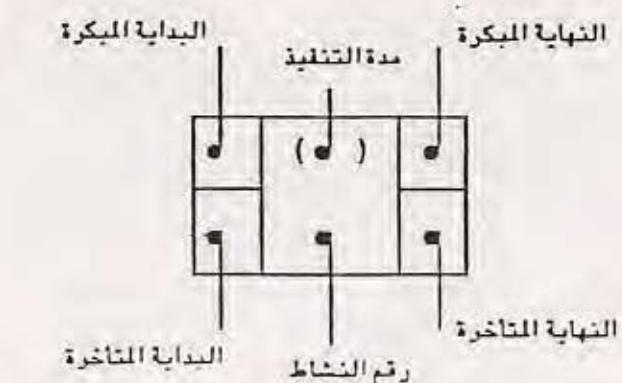


شكل (٤)

التخطيط بطراس (Precedence Diagram)

يتم تدبير زمن تنفيذ كل نشاط في اسلوب شبكة الاعمال على اساس معدلات التنفيذ المعروفة او الموضوعة مسبقا طبقا لاساليب التنفيذ ولتحديد زمن المشروع والمسار الحرج تتبع عدة خطوات:

- يتم ترقيم الأنشطة طبقاً لسلسلها المنطقى كلما امكن
 - تحديد زمن تنفيذ كل نشاط سوا، باليوم او بالاسبوع او
 - بالشهر
 - تحديد الأنشطة السابقة (او التالية) لكل نشاط
 - يمز لكل نشاط بالشكل التالي



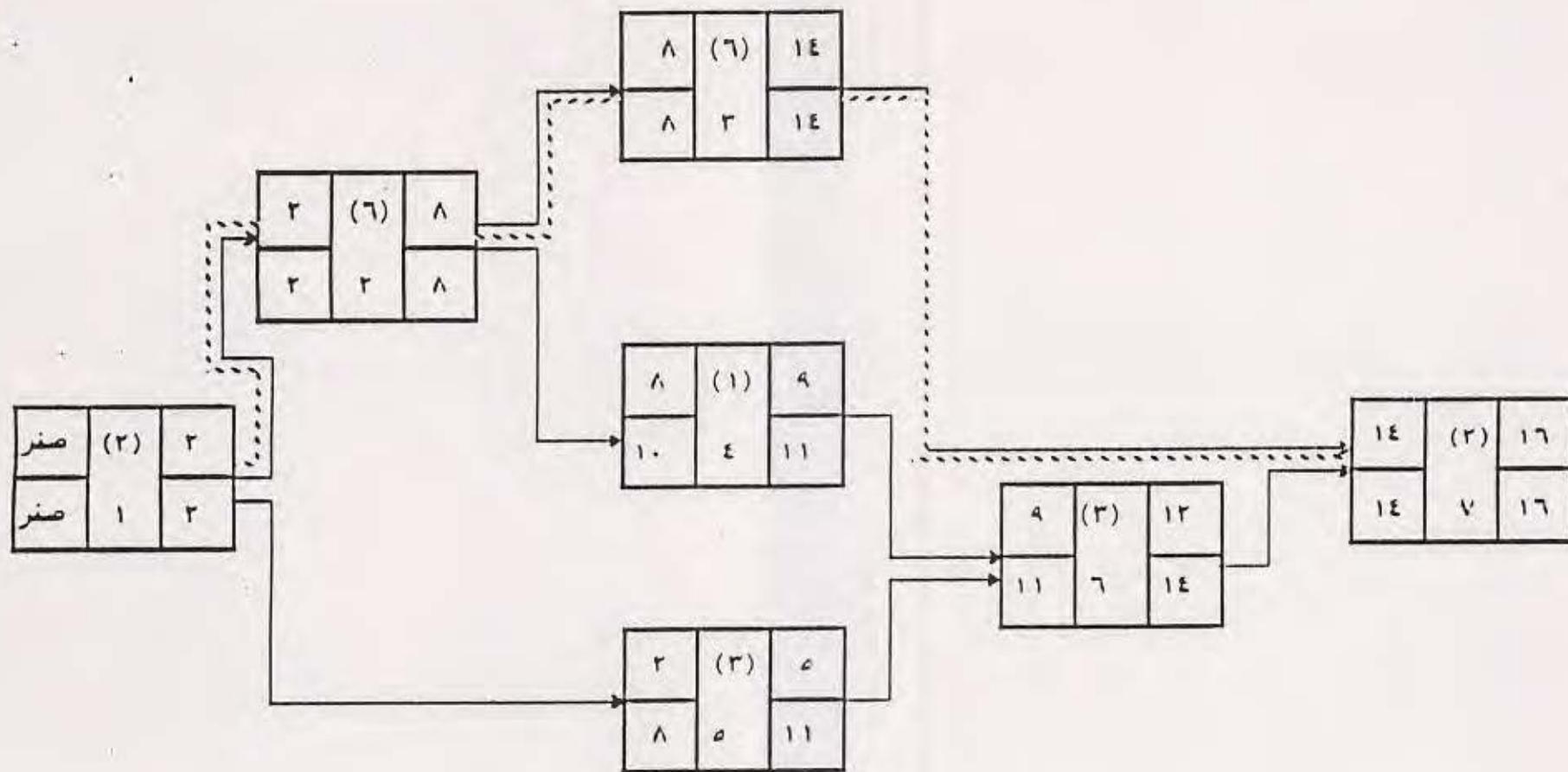
والمثال التالي يوضح طريقة المسار الحرج وكيفية حساب زمن تنفيذ المشروع وبدايات وتهابات كل نشاط من انشطة مشروع ما مكون من 7 انشطة

رقم النشاط	زمن التنفيذ (يوم)	الأنشطة السابقة
—	—	—
١	٦	—
٢	٦	١
٣	١	٢
٤	٢	٣
٥ & ٤	٢	٣
٢ & ٦	٢	٤

بعد تحديد وترتيب الاعمال ووزن تنفيذها والأنشطة السابقة لكل نشاط يتم رسم شبكة الاعمال كما في شكل (٢) وتحديد البداية والنهاية المبكرة لكل نشاط :

- النشاط ١ هو نشاط البداية ومدة تنفيذه يومان ولذلك لا يعتمد على انشطة سابقة له فتكون البداية المبكرة لتنفيذه هو اليوم صفر والنهاية المبكرة لتنفيذها في اليوم الثاني

- النشاط ٢ وزمن تنفيذه ستة أيام والنشاط السابق له الذي يجب الإنتهاء منه قبل بداية النشاط ٢ هو النشاط ١ فتكون البداية المبكرة لتنفيذ النشاط هو اليوم الثاني والنهاية المبكرة لتنفيذها في اليوم الثامن



التخطيط بطريلة التابع
Precedence Diagram

شكل (٣)

- النشاط ٢ زمن تنفيذه ستة أيام ويعتمد على إنتهاء النشاط ٢ فتكون البداية المبكرة لتنفيذه في اليوم الثامن وال نهاية المبكرة لتنفيذها في اليوم الرابع عشر .
 - النشاط ٤ مدة تنفيذه يوم ويعتمد على النشاط ٢ ف تكون البداية المبكرة لتنفيذها في اليوم الثامن وال نهاية المتأخرة لتنفيذها في اليوم التاسع .
 - النشاط ٥ مدة تنفيذه ثلاثة أيام ويعتمد على النشاط ١ ف تكون البداية المبكرة لتنفيذها في اليوم الثاني وال نهاية المبكرة لتنفيذها في اليوم الخامس .
 - النشاط ٦ مدة تنفيذه ثلاثة أيام ويعتمد على كل من النشاط ٤ والنطاط ٥ ونجد أن النهاية المبكرة الأكبر للأنشطة التي يعتمد عليها هو نهاية تنفيذ النشاط ٤ في اليوم التاسع ولذا لن يمكن بداية تنفيذ النشاط ٦ قبل اليوم التاسع وتكون النهاية المبكرة لتنفيذها في اليوم الثاني عشر
 - نشاط ٧ مدة تنفيذه يومان ويعتمد على كل من النشاط ٢ والنطاط ٦ ولن يمكن البدء في تنفيذه قبل الإنتهاء من تنفيذ كل من النشطين ٢ & ٦ ولذلك تكون البداية المبكرة لتنفيذ النشاط ٧ في اليوم الرابع عشر وال نهاية المبكرة لتنفيذها في اليوم السادس عشر
- * تحديد البدايات والنهايات المتأخرة لكل نشاط ،
 نلاحظ ان النشاط ٧ هو نشاط النهاية اي ان النهاية المبكرة لتنفيذها في اليوم السادس عشر هي مدة تنفيذ المشروع وبالتالي فإن النهاية المتأخرة المسبوحة بها هي اليوم السادس عشر ايضا وبطريقة عكسيه تكون البداية المتأخرة لتنفيذها هي اليوم الرابع عشر .
- النشاط ٦ يسبق النشاط ٧ ولذلك يمكن تأخير نهاية تنفيذه إلى يوم تنفيذ النشاط ٧ اي اليوم الرابع عشر ومدة تنفيذه ثلاثة أيام ف تكون البداية المتأخرة لهذا النشاط هي اليوم الحادى عشر .

- النشاط ٥ يسبق النشاط ٦ فيكون النهاية المتأخرة لهذا النشاط في اليوم الحادي عشر والبداية المتأخرة له في اليوم الثامن .
 - النشاط ٤ يسبق النشاط ٦ فيكون نهاية تنفيذه المتأخرة في اليوم الحادي عشر وبداية تنفيذه المتأخرة في اليوم العاشر .
 - النشاط ٢ يسبق النشاط ٧ وتجد أن نهاية تنفيذه المبكرة هي نفس يوم البداية المتأخرة للنشاط ٧ ولذا لايسمع له بآى تأخير في تنفيذه، فتكون نهاية تنفيذه المبكرة والمتأخرة واحدة في اليوم الرابع عشر وبطريقة عكسية تكون بداية تنفيذه المبكرة والمتأخرة واحد في اليوم الثامن .
 - النشاط ٢ يسبق كل من النشاط ٢ والنشاط ٤ ، ولأنه لايسمع بآى تأخير في النشاط ٢ فلابد ان ينتهي تنفيذ النشاط ٢ في نفس يوم بداية النشاط ٢ اي لايسمع له بآى تأخير عن اليوم الثامن وهو نفس اليوم لنهاية تنفيذه المبكرة فتكون بداية تنفيذه المبكرة والمتأخرة واحدة .
 - النشاط ١ نشاط البداية ويسبق النشاط ٢ والنشاط ٥ وبينس الطريقة في النشاط ٢ تجد انه لابد ان ينتهي تنفيذه النشاط ١ في يوم البداية المتأخرة للنشاط ٢ التي هي نفس البداية المبكرة للنشاط ٢ اي نفس النهاية المبكرة للنشاط ١ في اليوم الثاني فتكون النهاية المتأخرة والمبكرة للنشاط ١ واحدة وبدايتها المتأخرة هي المبكرة في اليوم صفر .
- * ونلاحظ ان الانشطة ٦-٣-٢-١ بدایتها المبكرة والمتأخرة واحدة ونهايتها المبكرة والمتأخرة واحدة اي لايسمع بآى تأخير في بداية تنفيذها او نهاية تنفيذها ولاسيترتب على اي تأخير في اي واحد منها تأخير تنفيذ المشروع . وتسمى هذه الانشطة بالانشطة العرجية التي تتلزم عنابة خاصة بعواردها ويسمى هذه الانشطة بالمسار الحرج للمشروع .

* الازمة النشطة المنشورة في ميبة جدول

عند عمل حسابات البدايات والنهائيات وفترات الشماح لتنفيذ
قواعد خرسانية مسلحة لعمارة سكنية فإنها تظهر شبكة
التخطيط كما في شكل (٤) ولكن باستخدام الحاسوب الآلي تظهر
في صورة جدول انظر جدول (١).

* جدول الازمة المبكرة وتوريدها بتقويم نتيجة المشروع Calender

لكن يمكن متابعة الانشطة ووقت تنفيذها يجب ان يحدد
بداية النشاط باليوم والشهر والسنة وكذلك نهايته ويتم ذلك
بتوفيق نتائج التخطيط الشبكي مع بداية المشروع و ايام
الاجازات و ايام العمل كما هو موضح في جدول (٢) وهو في
حالة البدايات والنهائيات المبكرة . وذلك بترقيم ايام العمل
وعدم إحتساب أجازة نهاية الأسبوع والاجازات الأخرى .

وبافتراض ان وقت البداية هو الاثنين ٢ يناير ١٩٨٩ فتظهر
تواريف النتيجة في الجزء العلوي ويتم وضع ايام العمل في دائرة
جدول (٣)

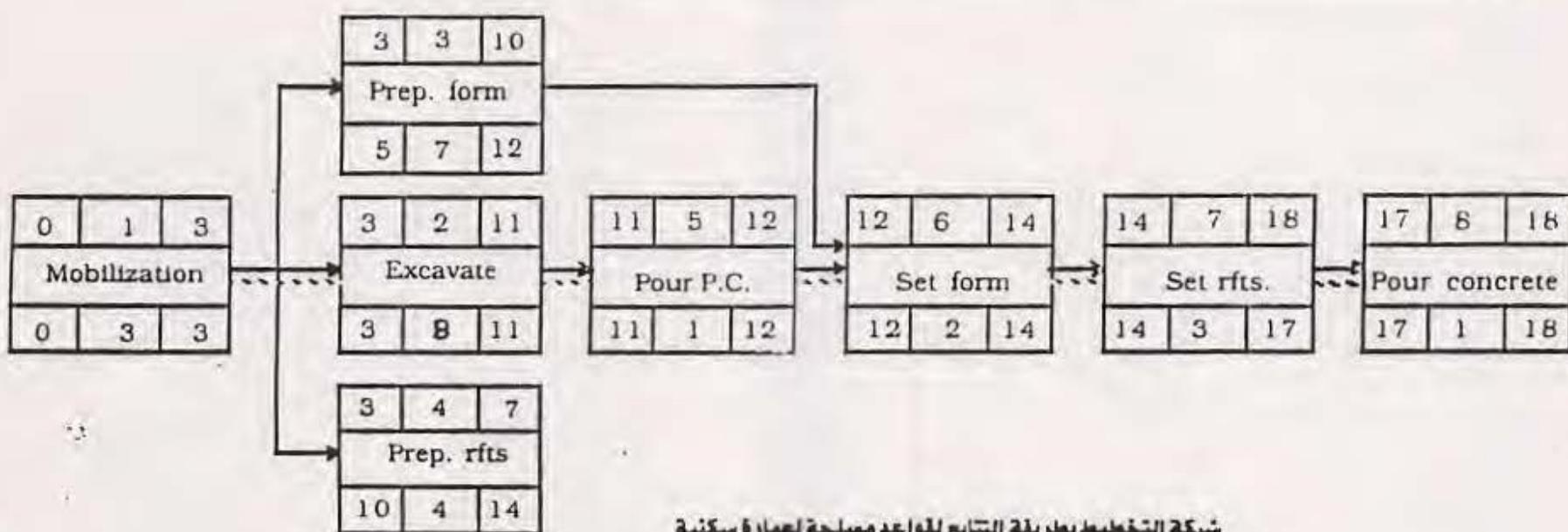
- التخطيط الشبكي بمقاييس رسم زمني Time-Scaled Networks

الشكل (٥) يوضح التخطيط الشبكي لجميع الانشطة السابق
ذكرها لتنفيذ قواعد خرسانية مسلحة . ويوضح الشكل انه خط
يتناصف مع زمن النشاط الذي يمثله مرسوم بمقاييس رسم مناسب
وخطوات رسم الشكل السابق هي -

- ١- اختيار مقاييس رسم مناسب للمحور الأفقي
- ٢- وقع خط البداية وهو خط عمودي عند الزمن صفر
- ٣- رسم خطوط الانشطة طبقاً لزمن تنفيذها في الوقت المبكر
بترتيب تقدمها .

الخطوط الرئيسية تعبر عن ترتيب احد الانشطة بالنسبة
لغيرها ويسمى غالباً بخطوط الزمن (Time Lines). عندما
تكون النهاية المبكرة لنشاط ما (EF) قبل البداية المبكرة
(ES) للنشاط الذي يليه فإن الفترة التي بينهما هي فترة
السماح الحرية (FF) للنشاط . ويمثل وقت السماح الحر بخط
متقطع كما هو موضح في الرسم . ويتمثل الخط الأفقي المتقطع
المرسوم بعد مجموعة من الانشطة فترة السماح الحرية لهذه
الأنشطة

No.	Activity	Duration (Days)	Preceding Activities
1	Mobilization	3	--
2	Excavate	8	1
3	Prepare Form	7	1
4	Prepare steel rfts	4	1
5	Place plain concrete	5	2
6	Set form	6	3.5
7	Set rfts	7	4.6
8	Place concrete	8	7



شبكة التخطيط بطريقة التتابع للأواعد مصلحة لعمارة سكنية

شكل (٤)

Activity Description	No.	Duration	Earliest		Latest		Float		Critical Activity
			ES	EF	LS	LF	TF	FF	
Move in	1	3	0	3	0	3	0	0	•
Excavate	2	8	3	11	3	11	0	0	•
Prepare forms	3	7	3	10	5	12	2	2	
Prepare steel rfts.	4	4	3	7	10	14	7	7	•
Pour Plain concrete	5	1	11	12	11	12	0	0	•
Set form	6	2	12	14	12	14	0	0	•
Set rfts.	7	3	14	17	14	17	0	0	•
Pour concrete	8	1	17	18	17	18	0	0	

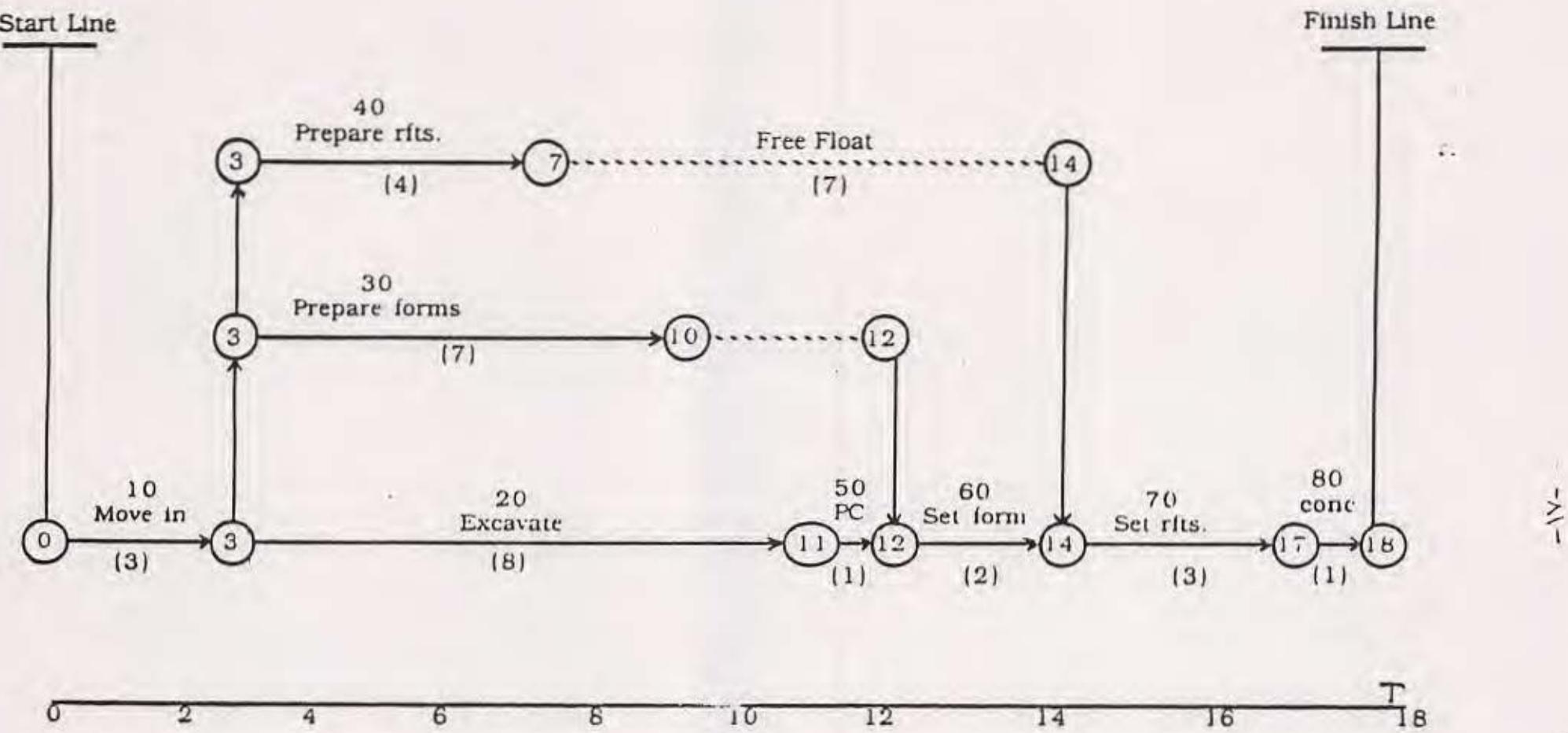
جدول (٦)
أزمنة المشروع (قواعد مصلحة) في هيئة جدول

Activity Description	No.	Duration	Scheduled starting Date A.M.	Scheduled Completion Date P.M.
Move In	1	3	Jan. 2	Jan. 4
Excavate	2	8	Jan. 5	Jan. 14
Prepare forms	3	7	Jan. 5	Jan. 12
Prepare steel ribs.	4	4	Jan. 5	Jan. 9
Pour Plain concrete	5	1	Jan. 15	Jan. 15
Set form	6	2	Jan. 16	Jan. 17
Set ribs.	7	3	Jan. 18	Jan. 21
Pour concrete	8	1	Jan. 22	Jan. 22

(٣) جدول التزمنة المبكرة للمشروع (التابع للصلحة)

Sa	Su	Mo	Tu	W	Th	F
	1	2 ①	3 ②	4 ③	5 ④	6
7 ⑤	8 ⑥	9 ⑦	10 ⑧	11 ⑨	12 ⑩	13
14 ⑪	15 ⑫	16 ⑬	17 ⑭	18 ⑮	19 ⑯	20
21 ⑰	22 ⑲	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

(٤) تحويل زمن المشروع الى نسبة التلويم



التخطيط الشبكي للتواجد الخرسانية المسلحة بمتباين زمن
شكل (٥)

الدواير المبينة في الرسم توضح نهاية النشاط وبداية نشاط آخر كما أنها تعبر عن ترتيب الأنشطة وعلاقة الأنشطة ببعضها ويعبر الرقم المكتوب في الدواير عن البداية المبكرة (ES) والنهاية المبكرة (EF) للأنشطة . ويتم تمثيل المسار الحرج بمجموعة من الأنشطة المستمرة التي يمكن ترتيبها على خط مستقيم واحد وإن كان ذلك ليس بالضرورة . يتم رسم خط رأس آخر وذلك بعد رسم آخر نشاط وذلك الخط هو خط النهاية (Finish Line) وهو يمثل نهاية المشروع .

* مميزات التخطيط الشبكي بقياس الرسم الزمني

- يستخدم في تحديد الاحتياجات من الموارد اليومية للمشروع من عمالة ومعدات ومواد وتمويل ... الخ وذلك بتوزيع الاحتياجات من الموارد توزيعاً منتظماً مع الزمن

* عيوب التخطيط الشبكي بقياس الرسم الزمني

- ١- العلاقات بين الأنشطة غالباً أقل وضوحاً منها في حالة استخدام التخطيط الشبكي طريقة التتابع
- ٢- تحتاج إلى مجهود كبير للتعديل والتحديث وإلى انحراف عن الجدول الأصلي تحتاج إلى حساب الزيادة في وقت المشروع

- الأنواع المختلفة للعلاقات بين الأنشطة

Different Types of Relationships

اعتذر التخطيط الشبكي على اقتراحين هامين وهما -

- ١- النشاط لا يمكن أن يبدأ إلا بعد إنتهاء جميع الأنشطة السابقة له في التنفيذ
- ٢- إذا انتهت أنشطة ما فإن النشاط الذي يليها يبدأ بعدها مباشرةً أو عدم وجود فترات إنتظار حتمية

الافتراضين السابقين لا يمكن الأخذ بها في جميع العلاقات بين الأنشطة المختلفة لأنها لا تمثل الواقع ولذا تم وضع أنواع من العلاقات بين الأنشطة أكثر مرونة وتؤدي إلى تمثيل واقع لما يحدث في الطبيعة وخاصةً عندما تكون العلاقات بين الأنشطة بها بعض التعقيدات .

الشكل (-) يوضح العلاقات المختلفة بين الأنشطة وهي :-

١- بدء نشاط مع نهاية النشاط السابق (Finish to Start) وهي الصورة المضادة للعلاقة بين الأنشطة والتي استخدمت في الأمثلة السابقة هذه العلاقة تعنى أن النشاط لا يمكن أن يبدأ إلا بعد نهاية النشاط السابق له .

٢- بدء نشاطين معا (Start to start) وهي تعنى أن النشاطين يجب أن يبدأا في نفس الوقت ولا يبدأ أحدهما قبل الآخر .

٣- نهاية نشاطين معا (Finish to Finish) وهي تعنى أن النشاطين ينتهيما في وقت واحد

* ترتيب أرجاء بين الأنشطة (Lags Between Activity)

يمكن وضع زمن تأخير (فترة تأخر) للعلاقات السابقة بين الأنشطة في المثال بشكل (٦) فالبداية المبكرة (ESI) للنشاط رقم ٤ تتأخر عن البداية المبكرة للنشاط رقم ٢ بقدر يومين . إذا النتيجة أن البداية المبكرة للنشاط (٤) هو البداية المبكرة للنشاط (٢) بالإضافة إلى تأخير يومين مما يؤدي إلى أن البداية المبكرة للنشاط (٤) هو اليوم الخامس شكل رقم (٧).

- اختصار (Time reduction) -

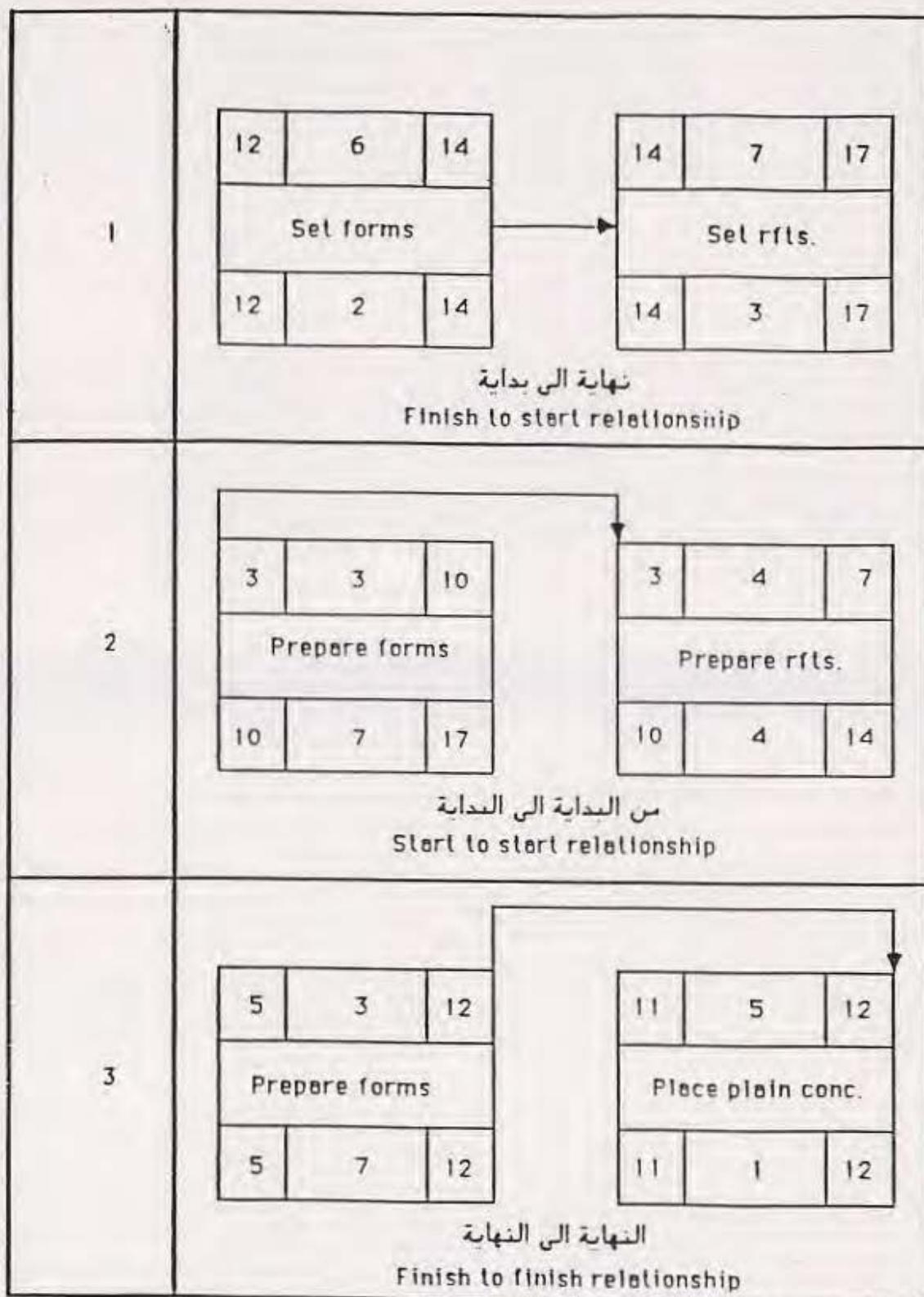
الأسباب التي تدعو إلى اختصار زمان المشروع

يقوم المقاول بحساب زمان إنتهاء المشروع بواسطة التخطيط الشبكي ولكنه قد يحتاج إلى اختصار زمان المشروع بسبب أو أكثر من الأسباب التالية :-

١- الزمن التعاقد عليه لإنتهاء المشروع أقل من الزمن المنسوب مما يعرض المقاول لغرامات مالية وإحتمال إلغاء التعاقد .

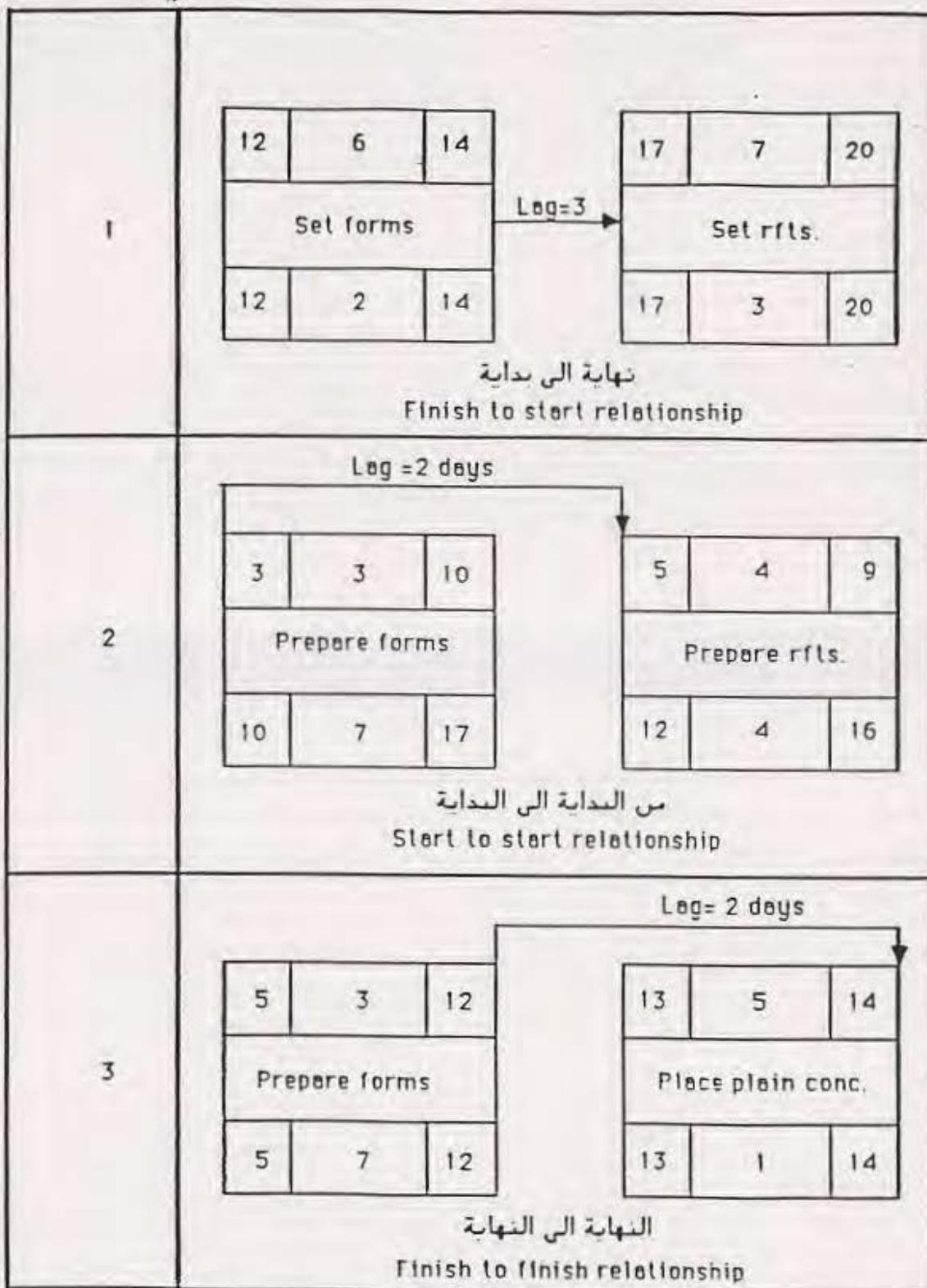
٢- رغبة المقاول في الإنتهاء من المشروع في وقت أقل لارتباطه بعمل آخر سيسخدم فيه نفس العمالة والمعدات .

٣- رغبة المقاول في تجنب العمل في فترة من الفترات لصعوبة المناخ مثل الأمطار أو الحرارة الشديدة والجفاف مما يؤثر على معدلات إنتاجه .



الأنواع المختلفة للعلاقات بين الأنشطة

شكل (٦)



فترات الارجاء بين الاشطة

شكل (٧)

٤- إنفاق بين المقاول والمالك في الحصول على مكافأة مالية إذا انتهى من المشروع مبكراً.

خطوات اختصار زمن المشروع :

الطريق الأوحد لهذا الهدف هو إختصار زمن المسار الحرج (Critical Path) مع مراعاة أنه عند تخفيض المسار الحرج قد ينبع مسار آخر حرج وبالتالي أنشطة حرجة جديدة . وبالتالي يجب اخذ الحبيطة في إتباع الوسائل التاليتين لهذا الاختصار وذلك توفيراً للوقت والجهود الذي قد يبذل دون عائد

١- يتم تكبير الأنشطة مما يؤدي إلى أنشطة أكثر تفصيلاً وفي هذه الحالة لا يكون إختصار زمن المشروع بواسطة تخفيض زمن تنفيذ الأنشطة ولكن يتم كسب بعض الوقت بواسطة إعادة ترتيب وتسلسل الأنشطة

٢- يتم تخفيض زمن تنفيذ الأنشطة التي على المسار الحرج (الأنشطة الحرجة) وبالتالي تخفيض زمن المسار الحرج . ويتم تخفيض زمن الأنشطة بطرق كثيرة منها إضافة مزيد من المعدات أو العمال في وديان إضافية .. الخ

- التحديث Updating

مروراً بمرحلة التنفيذ يكون هناك أسباب عديدة تفرض ضرورة تحديث الخطة الزمنية منها حدوث تغير في تصميمات المشروع أو صعوبات أدت إلى تأخير أنشطة في هذا المشروع بسبب أو آخر كعدم توافر مورد من الموارد كالماء مثلًا .. الخ.

ويجب أن يتم هذا التحديث خلال فترات منتظمة من الزمن ويكون بالترتيب الآتي :

١- تحديد وتوقييم كل الأنشطة التي ستبأها الفترة المحدثة

٢- يفترض نشاط جديد في بداية البرنامج له زمن تنفيذ مساوى الفترة الزمنية من بداية المشروع حتى تاريخ التحديث

-٢- يتم تغيير زمن الأنشطة التي تم تنفيذها مساوياً صفر

-٤- تحسب أزمنة الأنشطة العدلة من تاريخ التحديث وذلك لجميع الأنشطة مع الأخذ في الحسبان أي تغيير في الاحتياجات . ويجب تقدير حجم العمل المتبقى لكل الأنشطة عند كل تحديث . يتم تعديل ومراجعة الأزمنة للأنشطة من التخطيط الشبكي ثم تعاد وتحسب الموارد المناسبة لهذا التعديل .

-٥- حل التخطيط الشبكي بالطريقة المعتادة المذكورة سابقا.

التكلفة المثلث Cost Optimization

عند تقدير أزمنة تنفيذ الأنشطة يتم تقدير زمن تنفيذ محدد لكل نشاط طبقاً لكم الموارد المختارة ولكن من الممكن تغيير أزمنة تنفيذ بعض الأنشطة مما يؤثر على تكلفة هذه الأنشطة وبالتالي على تكلفة المشروع . ولحساب التكلفة المثلث باستخدام شبكة التخطيط فإنه من الضروري الأخذ في الاعتبار التوزيعين الرئيسيين للتكلفة في مشروعات التشييد وهما :

-١- التكلفة المباشرة Direct Costs وهي تشكل تكلفة الموارد والعماله والمعدات وتشمل كذلك تكلفة المقاول الرئيسي الناتجة من توظيف مقاولى الباطن .

-٢- التكلفة غير المباشرة Indirect Costs وهي مجموعة التكاليف التي لا ترتبط مباشرة بتنفيذ الأنشطة كمرتبات موظفى الموقع (ليست العمالة المنفذة) ومرتبات موظفى المركز الرئيسي المحمولة على هذا المشروع (التحميلات الإدارية للمركز الرئيسي) .

* العلاقة بين زمن تنفيذ المشروع وتكلفته ، يمكن وضع أساس محددة للعلاقة بين زمن تنفيذ المشروع وتكلفته وهي كالتالي :

- ١- ترتفع التكاليف المباشرة للمشروع باختصار ز من تنفيذ المشروع
- ٢- ترتفع التكاليف غير المباشرة للمشروع بزيادة ز من تنفيذ المشروع
- ٣- يوجد لكل مشروع أقل ز من تنفيذ بحيث لا يمكن إختصاره.

ويمكن تمثيل العلاقة بين التكلفة المباشرة والوقت للأنشطة بالمنحنى شكل (..) ويمثل المحور الرأسى التكلفة والمحور الأفقى ز من تنفيذ النشاط ويختلف المنحنى من نشاط إلى آخر . ويتم تعيين نقطتين رئيسيتين على بهذا المنحنى وهما :

* نقطة تعبر عن أقل ز من تنفيذ للنشاط Crash time والتكلفة المقابلة لهذا الزمن Crash Cost

* والنقطة الأخرى تمثل الزمن الطبيعي لتنفيذ النشاط Normal time والتكلفة الطبيعية المقابلة لهذا الزمن Normal Cost

* تحديد التكلفة المثل للمشروع :

خطوات تحديد التكلفة المثل للمشروع كما يلى :

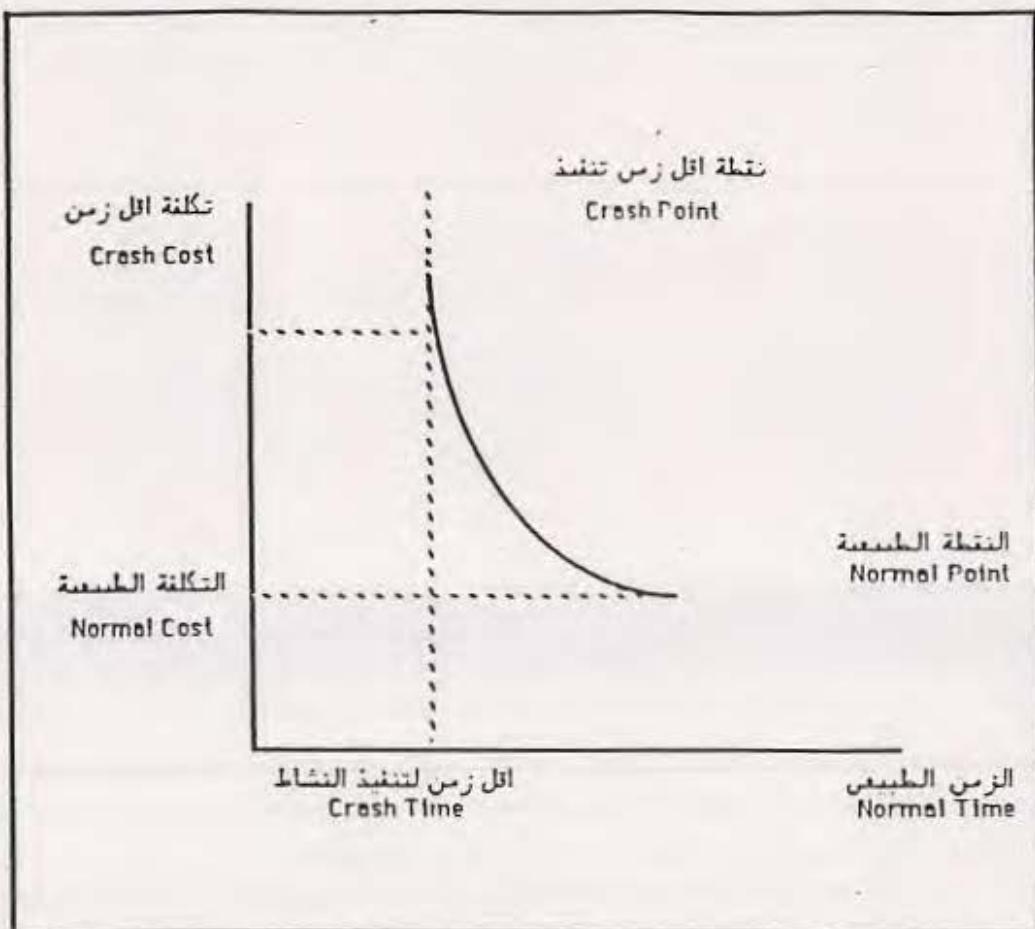
١- إعداد جدول لأنشطة على المسار الحرج يحتوى ز من تنفيذ النشاط الطبيعي والتكلفة الطبيعية وأقصر ز من تنفيذ النشاط Crash time والتكلفة المقابلة له Crash Cost .

٢- حساب ميل التكلفة لكل نشاط ووضعها في جدول .

$$= \frac{\text{التكلفة عند أقصر ز من تنفيذ} - \text{التكلفة الطبيعية}}{\text{ز من التنفيذ الطبيعي} - \text{أقصر ز من تنفيذ}}$$

هذا الميل يعبر عن مقدار الزيادة في التكلفة لكل تقدير في اليوم .

٣- تجهيز قائمة بالأنشطة مرتبة حسب ميل التكلفة الأقل



شكل (٨)
العلاقة بين التكلفة المباشرة والزمن

- ٤- تحدى الأنشطة التي لا يمكن ضغطها .
- ٥- يضغط النشاط الذي له أقل ميل للتكلفة حتى أقصى ضغط ممكن أو حتى ظهور أنشطة حرجية أخرى .
- ٦- يحسب زمن تنفيذ المشروع الجديد وتكليفه المباشرة .
- ٧- عند الوصول لأقصى زمن تنفيذ المشروع تحسب التكاليف غير المباشرة المقابلة لهذا الزمن .
- ٨- تحسب التكلفة الكلية لكل زمن تنفيذ للمشروع بإضافة التكلفة المباشرة إلى التكلفة غير المباشرة .
- ٩- تحدد التكلفة المثلث للمشروع .

- توزيع الموارد مع الزمن : Resource Allocating

يحتاج كل نشاط إلى موارد معينة لتنفيذها سواء كانت هذه الموارد مواد أو عمال (فنية أو غير فنية) أو معدات (لوردن-ونش-حفار ...) أو مقاولى باطلن ونجد أن فى بعض الأوقات تحتاج بعض الأنشطة لورد معين فى نفس الوقت وفي بعض الأحيان نجد أن هناك نشاط واحد يحتاج إلى هذا المورد السابق بحيث يحدث تباين كبير فى الاحتياجات من هذا المورد مع الزمن كما أنه قد يتتجاوز الاحتياج من هذا العدد الحد الأقصى المتاح أو المتوفى منه أو ينخفض الإحتياج من المورد إلى أقل معدل له وهذا يسبب للمشروع مشكلات كثيرة كاهدار للطاقة والمواد وتكلفة زائدة محملة نتيجة تعطيل بعض الموارد كالعمالة والمعدات فى أوقات معينة .

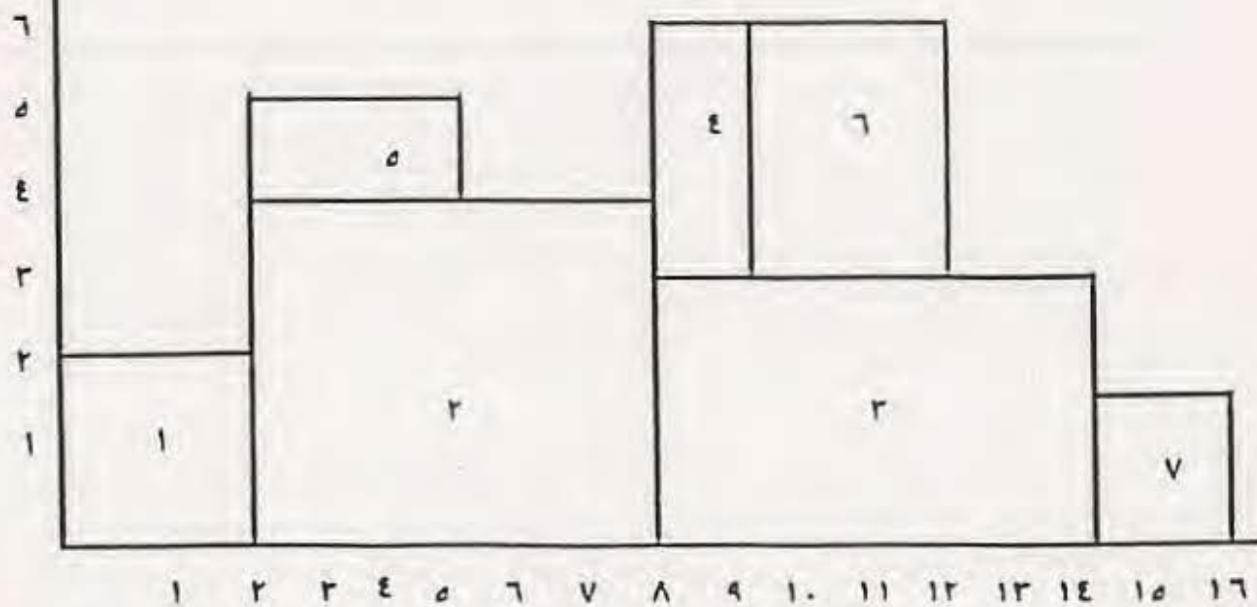
ونذلك تحتاج الموارد إلى تسويتها بحيث لا تزيد عن الحد الأقصى المتاح وهو ما يسمى Resource Leveling وكذلك إلى إعادة تحسين توزيعها بحيث لا يحدث تباين فى الاحتياجات ويستغل حل هذه المشكلة فترات السماح بين البدايات المبكرة والمتاخرة لتنفيذ الأنشطة وتسمى عملية تسوية الموارد Resource Leveling وتحسين توزيع الموارد Resource Smoothing .

لتوزيع الموارد وتسويتها للمشروع في المثال شكل (٣) يتم عديد البداية المبكرة والبداية المتأخرة لكل نشاط ثم تسجيل الزمن وزمن تنفيذ كل نشاط ولترات السماح الخاصة به واحتياجه من نوع واحد من الموارد كالتالي :-

النشاط	البداية المبكرة	فتره السماح	زمن التنفيذ	العدد في المورد (موارد-مقدار-مقدرات)
--------	-----------------	-------------	-------------	---

١	—	—	—	٢
٢	٢	—	—	٤
٣	٦	—	٢	٣
٤	٦	—	٨	٢
٥	١	٢	٨	٢
٦	٣	٦	٢	١
٧	٣	٢	٩	٢
٨	٣	—	١٤	٢

لتوزيع الموارد عند البدايات المبكرة

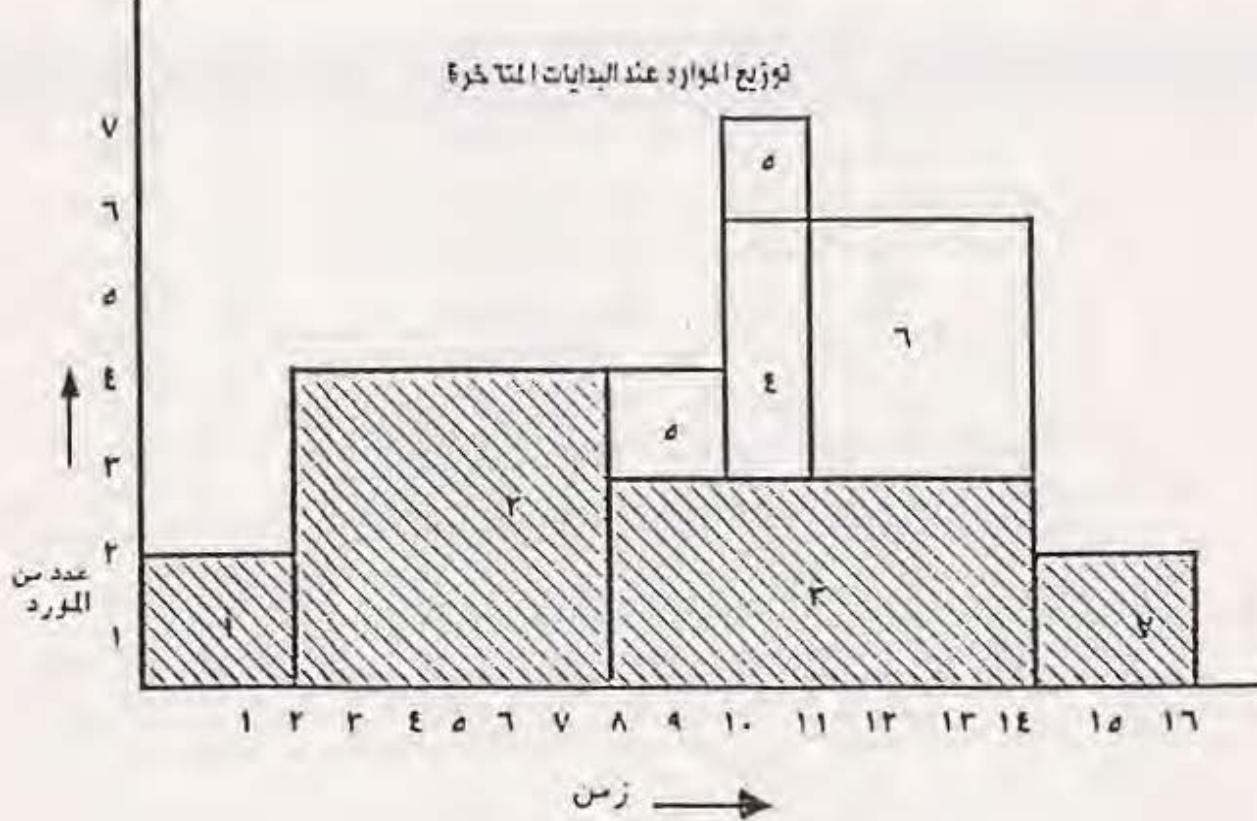


شكل (٣)

ويتم توزيع كل الأنشطة وزمن تنفيذها وإحتساج كل نشاط من مورد واحد مطابق على شكل هستوجرام بالنسبة للبدايات المبكرة لكل نشاط شكل (١٥) مع ملاحظة الأنشطة المرجحة ٧-٢-٢-١ تم بنفس الطريقة يتم توزيع المورد في حالة البدايات المتأخرة شكل (١٦)

العنوان للمورد	نوع النشاط	الزمان الاحتياطي	البداية المتأخرة	النشاط
٢	٢	--	--	١
٤	٦	--	٢	٢
٢	٦	--	٨	٣
٣	١	٢	١٠	٤
١	٣	٦	٨	٥
٣	٣	٢	١١	٦
٢	٢	--	١٤	٧

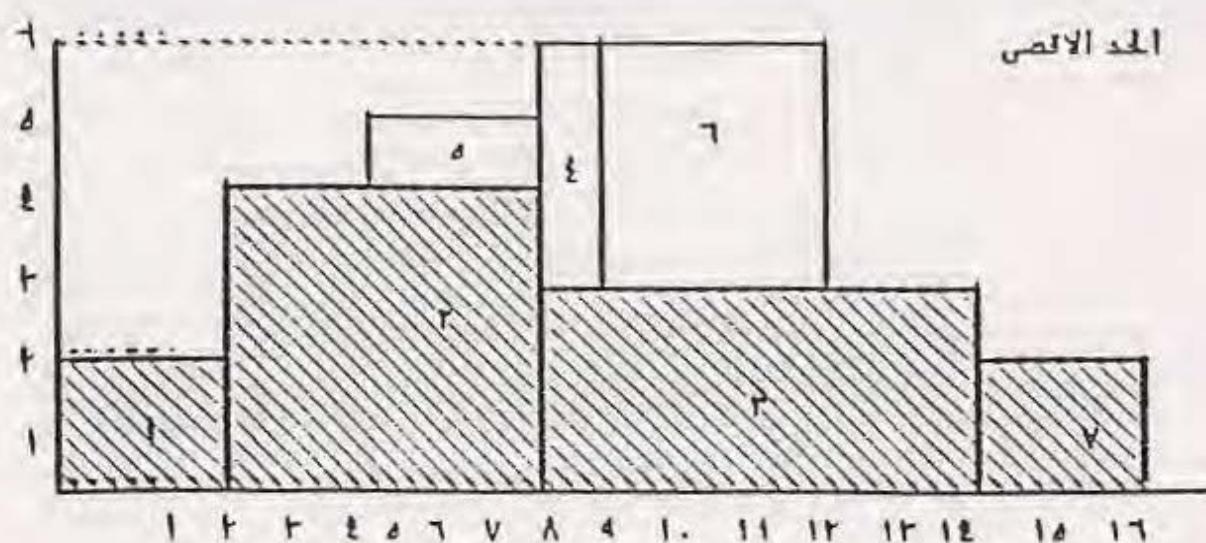
توزيع الموارد عند البدايات المتأخرة



شكل (١٦)

ونلاحظ في رسم البداية المبكرة شكل (٩) أن هناك تقطيع لبلطف الطاقات (عدم استقلال الطاقات بكميل كل منها) من اليوم الخامس حتى اليوم الثامن. وإذا كان المقص عدد متاح من المورد فهو ٦ لابننا نجد في رسم البدايات المتأخرة شكل (١٠) أن من اليوم السادس حتى اليوم العاشر نحتاج إلى عدد ٧ من المورد وهذا غير متاح. وإعادة توزيع المورد على الأنشطة ليحدود الإمكانات نحاول أن نوازن بين البدايات المبكرة والمتأخرة للنشاط الواحد (باستقلال فترات السماح المتاحة) حتى نحصل على المورد الطلوب لتنمية النشاط وبحيث لا تتجاوز الحد المقص المتاح للمورد. وفى شكل (١١) نجد أن الشكل يأخذ شكلاً هرمياً غير منتظم مع مراعاة الحد المقص المتاح للمورد مما يقطع سهولة ويسر في التعامل مع المورد. ونلاحظ أن بدايات تنمية الأنشطة قد اختلفت بلطفها بما يستلزم تغيير ذلك على شيك الإعمال مع مراعاة ثبات بدايات تنمية الأنشطة الحرجة في كل الأحوال.

تسوية توزيع الموارد



شكل (١١)