الفصل الرابع

تخطيط الزمن في المشروع

project time planning

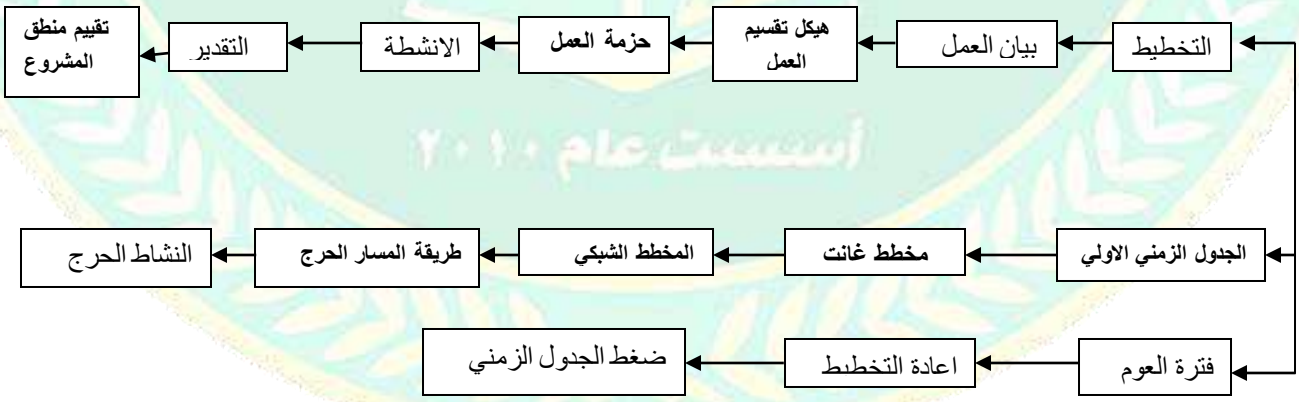
الأهداف التعليمية

بعد اطلاع الطالب على مضمون ومحتوي هذا الفصل، ستتوافر لديه القدرة على تحقيق الأهداف التالية:

- إدراك مفهوم التخطيط وعلاقته مع الرقابة والضبط.
- التمكن من كتابة بيان العمل
- -التمكن من وضع هيكل تقسيم العمل لمشروع.
- التعرف على مختلف أنواع العلاقات بين أنشطة المشروع.
- التعرف على كيفية ربط الأنشطة ووضع تقديم متطق المشروع.
- التمكن من رسم مخطط خانت والمخطط الشبكي للمشروع.
- التعرف على مختلف تقانات تقدير الزمن في المشروع.
- التعرف على طريقة المسار الحرج وحساباتها.

التعرف على طرق ضغط الجدول الزمني للمشروع.

هيكلية الفصل الرابع



1-4 :- المقدمة Introduction

ان الهدف من هذ الجزء هو تطوير فهم عملية تخطيط الزمن في المشروع، وتنطوي هذه العملية على تجزئه المشروع إلى مكونات فردية ثم تخصيص مدة زمنية لكل مكون. وفي المرحلة التالية يتم ربط هذه المكونات معا في تسلسل منطقي. ثم يتم إنشاء نماذج للتأكد من مواعيد الانتهاء المحتملة للأنشطة الفردية والجماعية.

وأخيراً، قد تحتاج لتوليد مزيد من النماذج الإضافية لإعادة التخطيط والتغيير.
مع الانتهاء من هذا الفصل سنكون قادرين على ما يلي:
- فهم عملية توليد هيكل تقسيم العملWBs
- فهم التسلسل الأساسي للأعمال اللازمة لإنتاج مخطط الأسبقية،
- فهم الآليات الأساسية للجدولة باستخدام طريقة المسار الحرجCPM ،
- تحدد الاختلافات من مزايا وعيوب بين طريقتي CPM وPERT ،
- توليد وتنفيذ سيناريوهات ضغط المخطط الزمني،

لا يمكن اعتبار تخطيط الزمن بمعزل عن رقابة الزمن. فتخطيط الزمن والتكلفة والجودة ومراقبتها ترتبط ارتباطا وثيقا ويجب النظر إليها بشكل جماعي وكجزء من متحولات إدارة المشروع الثلاثة، سيتم تناول تخطيط الزمن كأحد هذه الجوانب الثلاثة، ضمن تخطيط المشروع الاستراتيجي.

ثانياً. مفهوم التخطيط-Planning Concept

2-4 أهداف عملية التخطيط Planning Process Goals

تهدف عملية التخطيط في إدارة المشاريع إلى ما يلي:
- تحديد الغاية المرجوة (من حيث نتائج المشروع)
- تحديد الوضع الحالي.
- رسم مسار يسمح للمشروع أن يتحرك من الوضع الحالي للوصول الى الغاية المرجوة ،
- وضع حدود للانحرافات بحيث يتم الكشف عن أي اختلافات كبيرة عن المسار.
- تخصيص الموارد اللازمة لتصحيح انحرافات ،
- التأكد من أن جميع الانحرافات، قد تم معالجتها وتمت العودة إلى المسار.
- السماح ببعض الاحتياطيات للطوارئ ولتغطية الانحرافات الكبيرة (خصوصا تلك التي لم تكن متوقعة) .

يحدد تخطيط ومراقبة المشاريع أين يجب أن يكون المشروع الآن، وإلى أين نحاول الوصول، وكم هو بعيد عن المسار المرسوم له، وما هي الإجراءات التصحيحية اللازمة للعودة إلى المسار، وعموما، كلما كانت التغيرات المطلوبة أكبر، كلما كانت الإجراءات التصحيحية اللازمة أكبر وأعقد

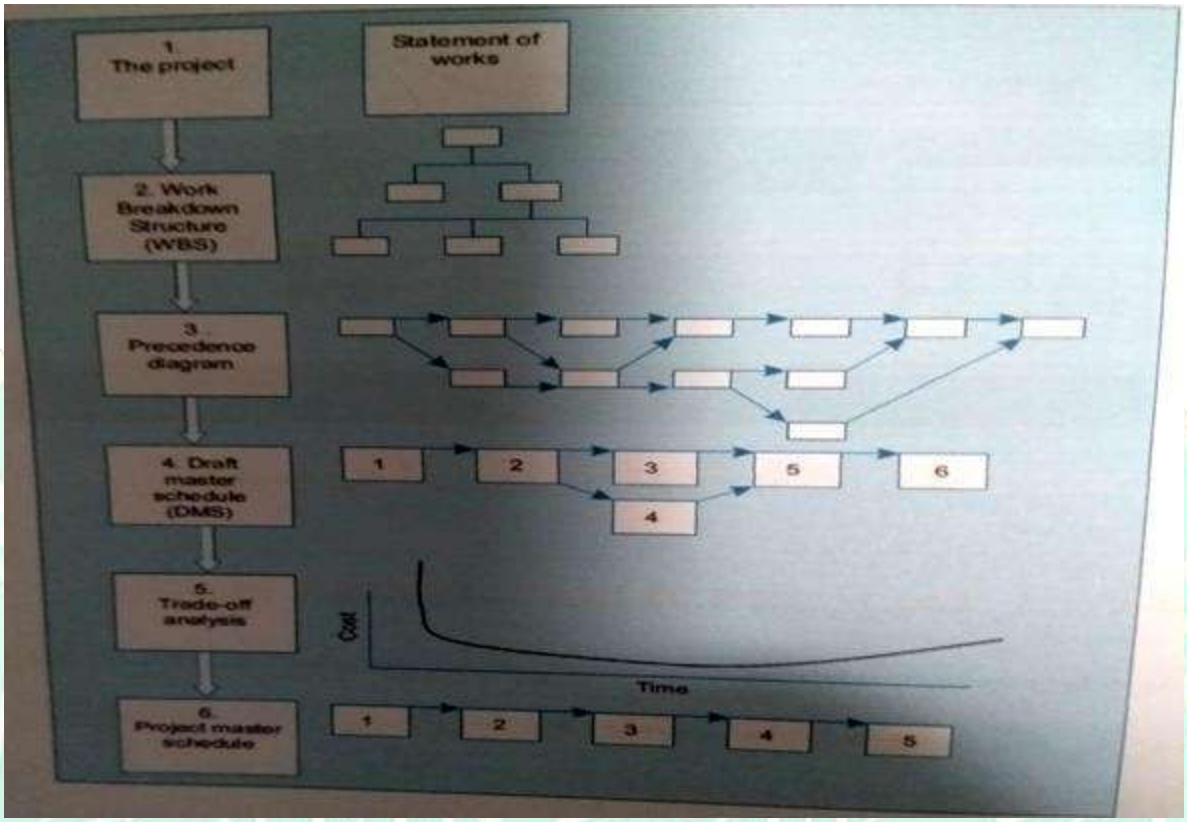
4 -3- عملية التخطيط (Planning Process)

في النظر عما إذا كان مدير المشروع يطور خطط الزمن أو التكلفة أو الجودة، فإن الإجراء الأساسي المعتمد هو نفسه، وهذا ينطوي على تجزئة المشروع إلى حزم عملWork) Packages) ، حيث يعد أهداف الأداء الفردية لكل كتلة أو جزء من العمل. إن مستوى تعريف كل حزمة عمل فردية يعتمد على طبيعة ونوع المشروع. قد تختلف حزم العمل في المشروع بحسب نظام التخطيط والرقابة المطلوب، فحزمة عمل لأغراض التحكم في التكلفة قد لا تتطابق مع حزم عمل لأغراض إدارة الجودة.

بغض النظر عن التعريف المطلوب للحصول على حزم العمل، تهدف العملية أساسا إلى :

1. تقييم المشروع من خلال بيان العملStatement of Work(SOW)
2. توليد هيكل تقسيم العملWork Breakdown Structure(WBS)
3. تنفيذ التقييم المنطقي للمشروعProject Logic Evaluation(PLE)
4. الفصل بين تخطيط الزمن والتكلفة والجودة
5. استخدام تحليل الشبكة بطريقة CPM او بطريقة (PERT لإنشاء مسودة جدول المشروع الرئيسي Master Schedule (DMS) Draft
6. استخدام تحليل المفاضلة لإعادة التخطيط Trade-off Analysis
7. أنشاء جدول المشروع الرئيسيProject Master Schedule (PMS)

الشكل (1.4) - عملية تخطيط المشروع من الأعلى إلى الأسفل



تعرف هذه العملية في تخطيط المشروع بالمقاربة الإستراتيجية من أعلى إلى أسفل Top-down Strategic Approach وتتمثل بيانياً بالشكل (4.1). وهي مقاربة من أعلى إلى أسفل لأن العمل يؤخذ على مستوى مشروع ويجزأ إلى حزم عمل فردية أو مكونات يمكن تخطيطها بشكل مستقل من حيث الزمن والتكلفة والجودة . وهي استراتيجية بمعنى أن حزم العمل هذه يجري ربطها لاحقاً بسلسلة قابلة للتنفيذ. حيث تحدد هذه السلسلة الخصائص العامة تخطيط ومراقبة المشروع من حيث الزمن والتكلفة والجودة.

في الفصل الثالث تم استعراض العنصرين الأولين من هذه العملية وهما بيان العمل (SOW) وهيكل تقسيم العمل .(WBS) في الفقرات التالية يتم استعراض باقي عناصر هذه العملية.

ثالثاً تقييم منطق المشروع(PLE)Project Logic Evaluation

تقييم منطق المشروع هو عملية أخذ حزم عمل التي تم تحديدها وإظهار التسلسل الذي يمكن أن تنفذ به. وهذا التسلسل مهم جدا لتقييم الزمن والتكلفة والجودة .

فللمراقبة وضبط الزمن ، يحتاج مدير المشروع أن يعرف متى يجب أن يبدأ وأن ينتهي كل نشاط من انشطة هيكل تقسيم العمل، وهذا شرط أساسي لوضع أوامر التشغيل والالتزام بمواعيد التسليم وتخصيص الموارد ...إلخ.

كما أن تقييم منطق المشروع أمر ضروري لتخطيط التكلفة، حيث يعمل هيكل التقسيم العمل كاساس لوضع الموازنة، مبيناً متى سيبدأ الإنفاق على كل نشاط ومتي سينتهي، وما هو المطلوب لأي مقارنة بين الموازنة المرصودة والانفاق الفعلي، كما أننا نحتاج لتقييم منطق المشروع للمراقبة وضبط الجودة حيث تعرف حزم العمل الفردية التي قد تكون بحاجة للاختبارات، ... الخ

ينطوي تقييم منطق المشروع ببساطة على اتخاذ عناصر الـWBS والبت في الترتيب المنطقي الأكثر كفاءة لتنفيذها. وفي كثير من الأحيان، قد يكون هناك أكثر من إجابة واحدة لهذه المشكلة.

رابعا الجدول الزمني الأولى(DMS)Draft Master Schedule)

بعد أن تم وضع تقييم منطق المشروعPLE ، فإن المرحلة التالية في العملية هي التشبيك والجدولة الزمنية.

التشبيك Networking هو عملية تعريف التسلسل المنطقي لأنشطة المشروع، ومن ثم تعيين المدد الزمنية اللازمة لهذه الأنشطة. وهذا يسمح بحساب زمن بداية ونهاية كل نشاط وتقدير موعد إنجاز المشروع بشكل عام .

في أيامنا الحالية تتم الجدولة الزمنية وتحليل الشبكة عموماً باستخدام الحاسوب. لم يكن هذا الوضع هو الحال دائماً، فحتى أواخر الثمانينيات من القرن الماضي كانت الشركات توظف فرقاً كبيرة من المخططين ليكونوا مسؤولين عن تطوير وصيانة شبكات المشاريع وتحليلها يدوياً، وهذه العمليات كانت تستغرق وقتاً طويلاً.

تسمح برمجيات إدارة المشاريع الحديثة بتوليد شبكات المشاريع بسرعة وبكفاءة . والأهم من ذلك، انها تتيح إمكانية إجراء حسابات إعادة التخطيط المعدة بسرعة وبدقة . في هذا القسم لا نحاول تطوير المعرفة حول هذه البرمجيات ، وإنما نسعى إلى تطوير فهم الآليات الأساسية لتحليل شبكة المشروع

4 - 4. مفهوم الجدول الزمني الأولي (The Concept of Draft Master Schedule)

الجدولة الزمنية هي عملية حساب أزمنة النشاط الفردي من أجل السماح بحساب تقدير لتاريخ نهاية المشروع والنتيجة النهائية لعملية الجدولة الزمنية هو الجدول الزمني الأولي للمشروعDMS

إن الجدول الزمني الأولي هو تحليل كامل لشبكة المشروع، والذي يبين زمن بداية وزمن لنهاية كل نشاط وباستخدام تقنيات تحليل محددة، من الممكن أيضاً حساب زمن بداية وزمن نهاية مجموعة من

الأنشطة أو جزء من المشروع والمشروع ككل. كما يحدد الجدول الزمني الأولي المسار الحرج (Critical Path) للمشروع ، وهو أطول مسار في المشروع أي المسار الذي يكون مجموع مدد الأنشطة التي تشكله الأكبر، وبذلك يكون طول المسار الحرج مساوياً لمدة المشروع.

للجدول الزمني الأولي استخدامات كثيرة أهمها:

- تحديد موعد إنجاز المشروع
- تحديد مواعيد الطلبيات والتسليم للموردين
- تحديد مواعيد الإخطار وبدء العمل للمقاولين
- تحديد مواعيد الإنجاز الرئيسية لتستخدم في عمليات مراقبة تقدم العمل واعتباره أساساً لوضع وتنفيذ نظام إدارة المخاطر.
- تحديد عدم التوافق المنطقي.
- استخدامه في التحقق المتبادل مع الجداول الزمنية للمقاولين
- استخدامه في فحص التوافق في العقود
- توفير الأساس لخيارات إعادة تخطيط وتحليل المفاضلة .
- توفير البيانات لتحديد العواقب المحتملة للتأخير
- توفير البيانات لتحليل القيمة المكتسبة
- توفير البيانات لتسوية الموارد.

إن العملية الأساسية هي تعيين مدة زمنية لكل نشاط في تقيم منطق المشروع (PLE) ومن خلال النظر الى الشبكة ككل والعلاقات بين الأنشطة، من الممكن تحديد زمن بداية وزمن نهاية كل نشاط، وسيكون لمعظم الأنشطة بعض المرونة أو السماحية بين زمن بدايتها وزمن نهايتها، وهذا ما يدعى فترة العوم (Float وSlack) ولكن بعضها لن يمتلك ذلك، وفي هذه الحالة ستكون هذه الأنشطة حرجة (Critical) أي بمعنى أي تأخير في هذه الأنشطة سيؤدي إلى إزاحة الأنشطة التالية وبالتالي تأخيرها، وسينعكس هذا التأخير على إجمالي المشروع مما يؤخر زمن إنجاز المشروع ككل .

تشكل مجموعة الأنشطة الحرجة المسار الحرج (Critical Path) للمشروع .

وبالتالي تحتوي الجدولة الزمنية على المراحل الرئيسة التالية :

- تعيين مدة كل نشاط
- تحديد زمن بداية وزمن نهاية كل نشاط
- تحديد الأنشطة التي لا تمتلك فترة عوم (المسار الحرج) .

- إعادة التخطيط عند الضرورة.
- ترشيد الموارد.
- وضع الجدول الزمني الأولي(DMS) .
- تحسين الجدول الزمني الأولي ووضع الجدول الزمني الرئيسي للمشروع (Project Master Schedule)(PMS).

فيما يخص تحديد مدة الأنشطة، هناك طريقتان:

- طريقة المسار الحرج(Critical Path Method)(CPM)
- طريقة(Program Evaluation and Review Technique)(PERT)

وهاتان الطريقتان تستخدمان مفاهيم متشابهة ولكن تختلفان في طريقة الحساب والتطبيق.

ان طريقة الـ (CPM) هي طريقة تاكيدية أو قطعية، أي بمعنى أنه يتم التعبير عن مدد الأنشطة بشكل تأكيدي وقطعي، في حين أن طريقة (PERT) هي طريقة احتمالية ، أي بمعنى أنه يتم التعبير عن مدد الأنشطة بشكل احتمالي ووضع ثلاثة مدد لكل نشاط المدة القصوى والمدة الدنيا والمدة المتوسطة.

في كلتا الحالتين (القطعية والاحتمالية) ، يتم استخدام الحسابات كاساس لتقييم مدد الأنشطة الفردية والمشروع ككل، ولكن استخدامها لا ينحصر فقط في الوصول إلى تواريخ إنجاز المشروع، وإنما تستخدم كاساس للعملية إعادة التخطيط التي تشكل سمة أساسية من سمات تخطيط ومراقبة وضبط المشاريع.

غالباً ما تكون إعادة التخطيط ضرورية لأن الجدول الزمني الأولي (DSM) الذي يتم وضعه من قبل مدير المشروع هو مسودة أولية يتم عرضها على الزبون كحل محتمل لخطة المشروع، قد يكون مقبولاً من قبل الزبون أو قد لا يكون ومن الأسباب النمطية لعدم قبول الزبون للجدول الزمني الأولي هو أن مدة المشروع كبيرة وسينتهي المشروع متأخراً جداً والمطلوب هو توفير الوقت، أو أن حجم الموارد المطلوبة كبير جداً والمطلوب تخفيض تكلفة المشروع .

لا تقل عملية إعادة التخطيط أهمية عن عملية التخطيط الأولية, فبعد إعداد الجدول الزمني، سيكون هناك متطلبات فورية لتعديله. كما سيكون هناك طلبات متعددة لتعديله أثناء مرحلة تنفية المشروع. تميل عملية إعادة التخطيط لأن تكون عملية معقدة، وهذا أحد الأسباب الرئيسية التي تدفع مدراء المشاريع لاستخدام برمجيات إدارة المشاريع بدلاً من الطرق اليدوية .

خامساً مخطط غانت (Gantt Chart)

مخطط(Gantt) أو مخطط الأشرطة (Bar Chart)هو أقدم وأبسط شكل لشبكة أو خطة المشروع. وتعود التسمية إلى(Henry Gantt) وهو مهندس امريكي وضع هذا المخطط في عشرينيات القرن الماضي. وعلى الرغم من محدوديته، يبقي مخطط (Gantt) طريقة شعبية لعرض معلومات خطة المشروع. فمن السهل إعداده وفهمه من قبل الآخرين. لهذه الأسباب ، غالباً ما يستخدم لعمليات التواصل مع أصحاب المصلحة المشروع.

يتكون مخطط (Gantt من:

- محور افقي للزمن
- محور عمودي توضع عليه مهام او أنشطة المشروع .
- خط أو شريط أفقي لكل مهمة أو نشاط مساقطه على محور الزمن تبين تاريخ بداية وتاريخ نهاية هذه المهمة أو النشاط .

Time / Activity	Days					
	1	2	3	4	5	6
A						
B						
C						
D						

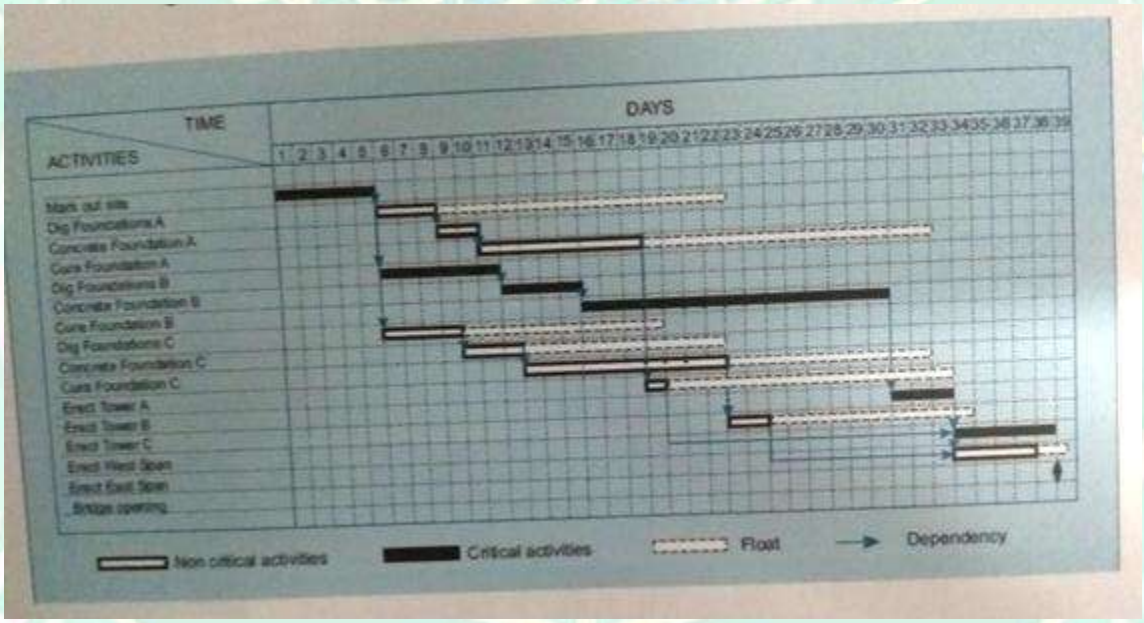
الشكل(2.4)- مخطط Gantt بسيط

في المثال الموضح في الشكل (2.4) الانشطة A و B و Cو Dيجب أن تبدأ وتنتهي الواحد تلو الأخر، وتكون مددها الزمنية على التوالي كما يلي: يومين للنشاط A ويوم واحد للنشاط B ويوم ونصف للنشاط C ويوم ونصف للنشاط D وتُظهر مخططات (Gantt) التقدم المحرز في المشروع على نحو فعال. بين الشكل (3.4) المثال السابق بعد ثلاثة أيام على بدء المشروع الذي لا يزال يسير وفق جدول الزمني. حيث تشير الأشرطة المظللة إلى أن المهمة منجزة، ويمثل الخط العمودي الغامق الزمن الحالي .

Time / Activity	Days					
	1	2	3	4	5	6
A						
B						
C						
D						

الشكل (3.4)- مخطط Gantt محدث

يمكن رسم مخططات (Gantt) أكثر تعقيداً لإظهار الأنشطة الحرجة وفترات العلوم وعلاقات التبعية بين الأنشطة، كما هو مبين في الشكل (4.4) الذي يعرض مخطط Gantt مفصل لبناء جسر .



الشكل(4.4) - مخطط Gantt مفصل لبناء جسر

نقاط العلام (Milestones) هي الأحداث المهمة في المشروع. ويتم التعبير عنها في مخططات (Gantt) على شكل معين. ويمكن أن تشمل مواعيد الدفع أو مواعيد الإبرام للعقد، أو تاريخ تسليم ناتج معين. في المثال في الشكل (4.4) يظهر تاريخ افتتاح الجسر كنقطة اعلام للمشروع.

بالنسبة للمشاريع الصغيرة التي لها عدد محدود من الأنشطة، توفر مخططات(Gantt) المعدّة يدوياً أداة فعالة للتخطيط والمراقبة، وهي تتطلب القليل من التدريب لإعدادها على شكل صورة مرئية

سهلة الفهم. ولكن عندما تكون المشاريع كبيرة وعلاقات التبعية بين أنشطتها معقدة، تظهر هذه المخططات محدودية للأسباب التالية:

- لا تظهر مخططات (Gantt) الروابط وعلاقات التبعية بين الأنشطة،
- تُظهر في المقام الأول العلاقات من نمط (Finish to start)
- لا تظهر في شكلها الورقي الاحتياجات المعقدة من الموارد
- عملية إعادة التخطيط صعبة ويمكن تنفيذها بسهولة أكبر من خلال شبكة المشروع.

عند استخدام برمجيات إدارة المشاريع يكون تحديث وإعادة جدولة خطط المشروع سهلاً، كما أنها توفر معلومات خطة المشروع بالشكلين: مخطط (Giant) وشبكة المشروع، مما يجعل عملية التواصل حول خطة المشروع فعالاً.

سادسا. المخطط الشبكي للمشروع (Project Network Diagram)

المخطط الشبكي للمشروع أو شبكة المشروع هو مجرد مخطط الأسبقية بعد إضافة المدد الزمنية للانشطة وفائدته الكبيرة أنه يسمح لمدير المشروع بالتعبير بشكل مرئي عن منطق خطة المشروع من خلال إظهار علاقات التبعية بين الأنشطة التي لا يظهرها مخطط (Gant) كما أن مفهوم المسار الحرج واستخدام فترات العوم التي يسمح هذا المخطط بحسابها تُعتبر تقنيات مفيدة لتحديد أولويات المشاريع.

هناك نوعان للمخطط الشبكي للمشروع:

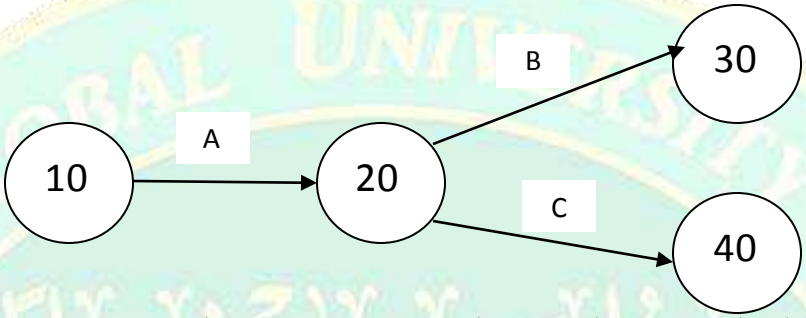
- الانشطة على الاسهم activity on arrow(AOA)
- الانشطة في العقد activity on node (AON)

في كلا النوعين تُرسم الأسهم من اليسار إلى اليمين وهذا الاتجاه يعبر عن السير في المشروع من بدايته وحتى نهايته، ولكن دون أن يكون هناك محور محدد للزمن.

6.-1الأنشطة على الأسهم(AOA) activity on arrow

في هذا النوع من المخططات تمثل الأسهم الأنشطة او المهام، في حين تمثل العقد الأحداث أو نواتج الأنشطة. لذلك تشكل العقد نقاط بداية ونهاية الأنشطة، إذاً، الأنشطة الأسهم) تستهلك الوقت، في حين أن الأحداث العقد هي نقطة في الزمن. تُسمى الأحداث بأرقام تُوضع في العقد (مثل 10، 20، 30، 40) وتسمى الأنشطة باحرف توضع فوق الأسهم مثل A , B , C يبين الشكل (5.4) مثالاً عن شبكةAOA .

حيث تمثل العقدة 10 بداية المشروع وبداية النشاط ، وتمثل العقدة 20 نهاية النشاط A وبداية كل من النشاطين B وC ، أما العقد (30 و 40) فتمثلان نهاية الأنشطة على التوالي، يبين المخطط علاقات التبعية بين الأنشطة، فالمنطق هو أنه لا يمكن البدء بالنشاطين B و C قبل الانتهاء من النشاط A .



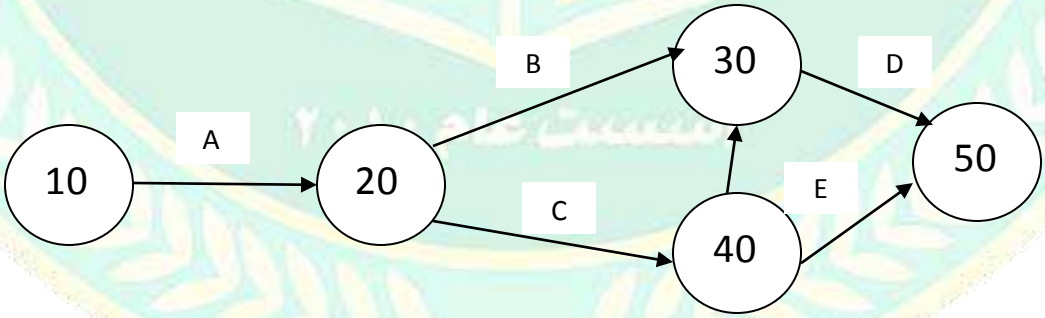
الشكل (5.4) المخطط الشبكي – الانشطة على الاسهم (AOA)

يعرض الجدول (1.4) مثالاً عن الأنشطة الثلاثة المرسومة في الشكل (5.4) حيث يبدأ المشروع بحفر خندق النشاط(A)، وبعد الانتهاء من حفر الخندق نستطيع البدء بمد الأنابيب النشاط (B) ومد الكابلات الكهربائية (النشاط) الذين يمكن أن يُنفذا على التوازي في نفس الوقت.

النشاط الفعال Activity	الوصف Description
A	حفر الخندق Dig trench
B	مد الانابيب Lay pipe work
C	مد الكيبلات Lay electrical cabling

الجدول (1.4) انشطة المشروع

من أجل الحفاظ على منطق المشروع، تستخدم طريقة AOA الأنشطة الوهمية(Dummy Activity) والتي تُرسم بسهم متقطع وموجه وتعبر عن التبعيات بين الأنشطة والتي لا تستطيع التعبير عنها باستخدام الأسهم والعقد فقط. هذه الأنشطة الوهمية ليست أنشطة فعلية وبالتالي لا تستهلك أي وقت.



الشكل (6.4) المخطط الشبكي – الانشطة على الاسهم AOA مع نشاط وهمي

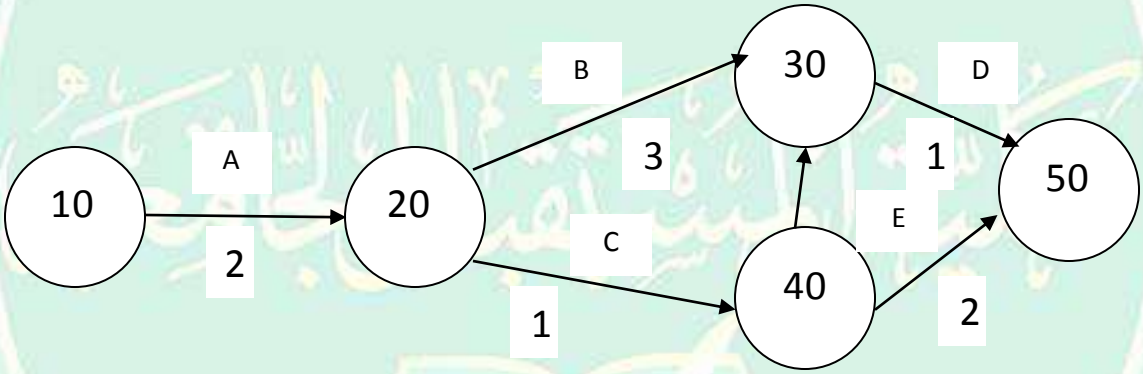
يمثل الشكل (6.4) شبكة المشروع بطريقة AOA للأنشطة المبينة في الجدول (2.4). وهذه الشبكة تحتوي على نشاط وهمي، فالنشاط D لا يمكن أن يبدأ حتى ينتهي النشاطان B وC ، بينما يعتمد

النشاط E فقط على إنجاز النشاط C. كمثال على ذلك، يمكن أن تكون المعدات التي يحتاجها النشاط D قيد الاستخدام في النشاط C، أي أن النشاط Dلا يعتمد على النشاط C ولكن يحتاج إلى المعدات المستخدمة في النشاط . يمثل النشاط الوهمي بين العقدة 30 والعقدة 40 هذا المنطق.

Activity النشاط الفعال	Description الوصف	Dependency الاعتماد
A	Dig trench حفر الخندق	-
B	Lay pipe work مد الانابيب	A
C	Lay electrical cabling مد الكيبلات	A
D	Fill in trench ردم الحندق	B & C
E	Connect cable to equipment الربط الكهربائي	C

الجدول (2.4) – انشطة المشروع

ان الخطوة التالية هي اضافة مدد الانشطة كما هو مبين في الشكل (7.4) وهي تقديرات الزمن لكل نشاط على حده .



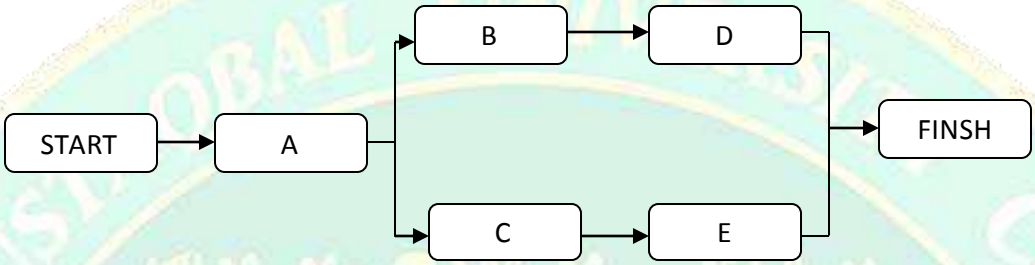
الشكل (7.4) – المخطط الشبكي – الانشطة على الاسهم AOA مع مدد الانشطة

يتم اضافة المعلومات لمخطط الشبكة من أجل جعله أداة أكثر فائدة. هذه المعلومات هي بخصوص المدة الزمنية المقررة لكل نشاط وتُوضع تحت السهم الذي يمثل النشاط. يجب أن تكون من نفس الأنشطة (يوم، أسبوع، ....) يبين الشكل (7.4) شبكة المشروع بعد اضافة المدة الزمنية، كما بين الحصول (3.4) معطيات المشروع بعد إضافة عمود للمدد الزمنية.

Activity	Description الوصف	Dependency	Duration
A	Dig trench	-	2 days
B	Lay pipe work	A	3 days
C	Lay electrical cabling	A	1 day
D	Fill in trench	B & C	1 day
E	Connect cable to equipment	C	2 days

الجدول (3.4) – جدول الانشطة النهائي

في هذا النوع من المخططات تمثل العقد الأنشطة أو المهام، في حين تبين الأسهم علاقة الارتباط والتبعية بين الأنشطة. ووضع أسم النشاط أو رمزه ضمن العقدة، ولا يجوز أن تحمل أكثر من عقدة واحدة نفس الرمز. كما أنه لن يكون هناك حاجة لأنشطة وهمية كما هي الحال في مخطط AOA. يبين الشكل (8.4) شبكة AON لنفس الحال الموضح في الشكل (6.4) والجدول (2.4) .

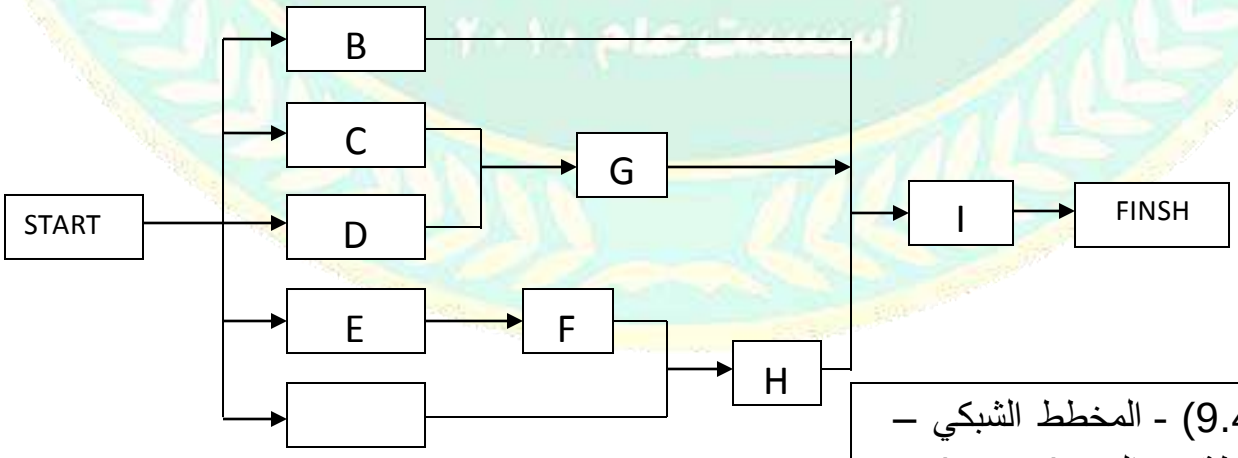


الشكل (8.4) - المخطط الشبكي - الأنشطة في العقد AON

يحتوي الجدول (4.4) على معطيات مشروع تشمل على الأنشطة ومددها وعلاقات التبيعة.

Activity	Description	Dependency
A	Buy new piping	-
B	Buy new washing machine	-
C	Buy new electrical cable	-
D	Remove existing electrical cable	-
E	Remove exiting washing machine	-
F	Remove exiting piping	E
G	Fit new electric cable	D & C
H	Fit new piping	A & F
I	Install new washing machine	B & G & H

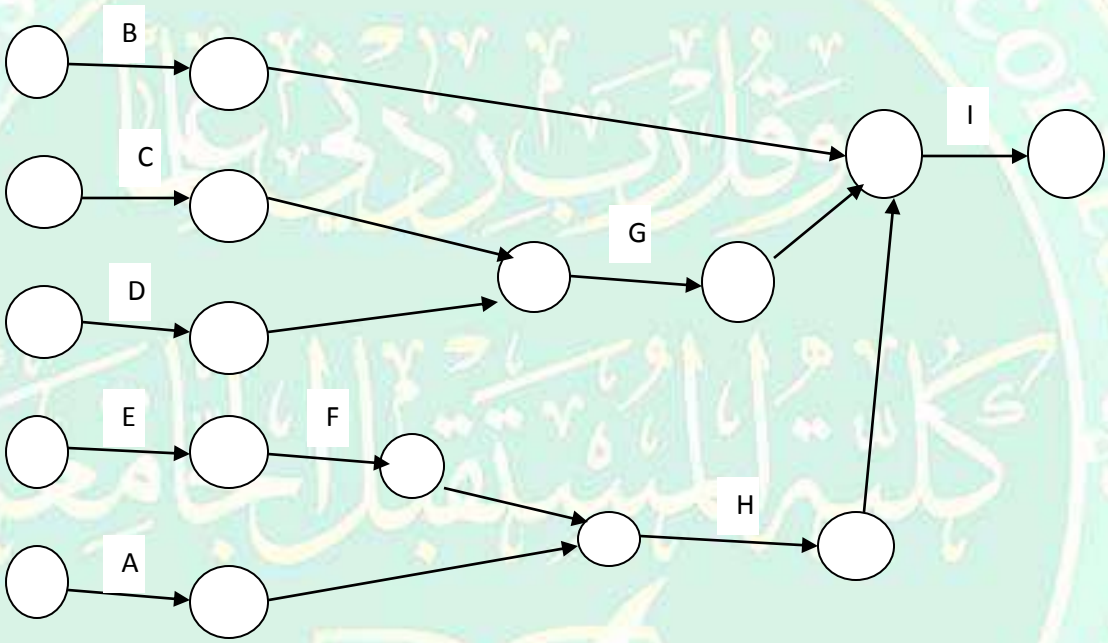
الجدول (4.4) انشطة المشروع



الشكل(9.4) - المخطط الشبكي – الانشطة في العقد (AON)

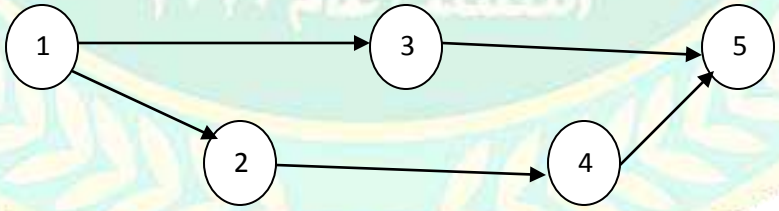
يعرض الشكل (9.4) شبكة المشروع باستخدام طريقة (AON) للانشطة المفصلة في الجدول (4.4) في هذه الحالة يمكن تنفيذ عدة انشطة بالتوازي ، وهذا يعطي عدة مسارات بديلة ضمن الشبكة . ويوضح الشكل (10.4) كيفية تمثيل هذا المشروع نفسه باستخدام مخطط (AOA) .

تطورت مخططات (AON) انطلاقاً من مخططات (AOA) وخصوصاً مع الزيادة في استخدام الكومبيوتر في تخطيط المشاريع . ليس هناك شك في ان شبكات (AON) تزيد القدرة على التعامل مع المشاريع الكبيرة ذات القيود المعقدة بين الانشطة .



الشكل (10.4) المخطط الشبكي – الانشطة على السهم AOA

تستخدم معظم الشبكات من نمط (AON) اظهار بياني قياسي للشبكة وللمعلومات التي ترد في العقد كما هو مبين في الشكل (11.4)



الشكل (11.4) المخطط الشبكي – الانشطة في العقد AON

3-6 علاقات التبيعة بين الأنشطة Dependency between Activities

ضمن مخططات (AON)، يجب تحديد علاقة التبيعة بين بداية ونهاية الأنشطة. هناك أربع أشكال لهذه العلاقة هي:

. علاقة نهاية بداية (Start relationship – to - finish)

- علاقة بداية-بداية (Start relationship – to – Start)

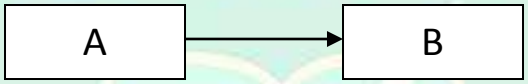
- علاقة نهاية نهاية (Finish relationship – to – Finish)

- علاقة بداية نهاية (Finish relationship – to – Start)

فيما يلي سنستعرض هذه العلاقات الأربعة بالإضافة إلى مفهومي التخلف (Lag) والقيادة (Lead) التي يمكن استخدامهما مع هذه العلاقات .

1-3-6 علاقة بداية – نهاية . (Finsh – to- Start Relationship)

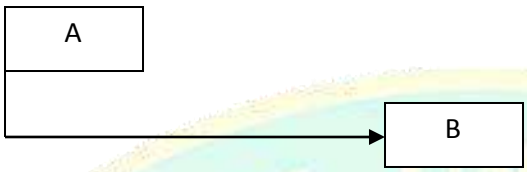
هذا النوع من العلاقات هو الأبسط والأكثر شيوعاً، حيث لا يمكن بدء النشاط B حتى الانتهاء من النشاط A. يمكن إضافة تأخير زمني بين النشاطين يُدعىLag للإشارة إلى أنه لا يمكن البدء بالنشاط اللاحق حتى انقضاء فترة التأخير الزمني بعد نهاية النشاط السابق . تكتب فترة الأخير الزمي فوق السهم الواصل بين النشاطين. على سبيل المثال، يمكن أن تكون فترة التأخير الزمني عبارة عن فترة انتظار لتجف الخرسانة بعد صبها قبل البدء بالنشاط التالي بعد الخرسانة. يظهر الشكل (12.4) كيف يمكن تمثيل العلاقة بيانياً



الشكل (12.4) Finish – to - Start

2-3-6 علاقة بداية- بداية (Start – to- Start – Relationship)

في هذا النوع من العلاقات يُمكن أن يبدأ النشاط B حالما يبدأ النشاط A . كمثال على ذلك عندما يكون لدينا شخصان يعملان معا للصق وتعليق ورق الجدران. فالشخص الذي يعلق ورق الجدران يستطع مباشرة عمله حالما يبدأ الشخص الذي يضع اللاصق على الحائط عمله. كما يمكن أن يكون هناك فارق او تاخير زمني (Lag) في هذا النوع من العلاقات. على سبيل المثال لا يمكن للشخص الذي يعلق ورق الجدران القيام بعمله حتى ينشف اللاصق الذي وضعه الشخص الأول بما فيه الكفاية. يُظهر الشكل (13.4) كيف يمكن تمثيل هذه العلاقة بيانياً.



الشكل (13.4) علاقة بداية – بداية (start – start)

3-3-6. علاقة نهاية - نهاية (Finish – to – Finish Relationship)

في هذا النوع من العلاقات لا يمكن أن ينتهي النشاط B إلا بعد أن ينتهي النشاط ، على سبيل المثال يمكن أن يكون النشاط A إنتاج مكون ما والنشاط B هو التوزيع لمشتر معين. يمكن أن يتم شحن المكونات على مراحل، ولكن لا يمكن استكمال التوزيع حتى يكون قد تم إنتاج جميع المكونات. ويمكن أن يتضمن هذا الترتيب فارقاً زمنياً معيناً على شكل Lag. يُظهر الشكل (14.4) كيف يمكن تمثيل هذه العلاقة بيانياً .

الشكل (14.4) Finish – to – Finish

4-3-6 علاقة بداية – نهاية (Start – to – finish Relationship)

في هذا النوع من العلاقات لايمكن ان ينتهي النشاط B الا بعد ان يبدأ النشاط A . مثال على هذا النوع من الترتيب هو تسليم او قبول اجراء معين كونه يعتمد على بداية النشاط السابق . مرة اخرى ، يمكن ان يحتوي هذا النوع من العلاقات على فترة تأخير زمني Lag . يظهر الشكل (15.4) كيف يمكن تمثيل هذه العلاقة بيانياً .

الشكل (15.4) علاقة نهاية - بداية Finish – to – start

5-3-6 مفهوم التخلف (Lag)

هو مدة التأخير الزمني بين نشاطين ، اي اذا كان التخلف بين النشاطين A وB يساوي 5 ايام وتربطهما علاقة من نوع Finish – to – Start فهذا يعني ان النشاط B لايمكن ان يبدأ الا بعد انقضاء 5 ايام بعد نهاية النشاط A . فعلى سبيل المثال يمكن ان يكون التخلف عبارة عن مدة الجفاف بعد نشاط صب الخرسانه .

6-3-6. مفهوم القيادة (Load)

يمكن أيضا التعبير عن التخلف بعدد سلبي، وهذه الحالة تشير إلى وجود تداخل في الأنشطة في نفس المثال، إذا كان مقدار التخلف 5 أيام فبهذه الحالة يمكن أن يبدأ النشاط B قبل انتهاء النشاط A بخمسة أيام، ندعو التخلف السلبي أو التداخل القيادة (Lead)

4-6 رسم المخطط الشبكي (Project Network Drawing)

لإنشاء المخطط الشبكي يمكن اتباع الخطوات التالية:

- نحدد بالنسبة لكل نشاط من أنشطة المشروع ما هي العلاقات المنطقية التي تربطه مع الأنشطة الأخرى.تكون بعض هذه العلاقات بطبيعتها إلزامية، وهي غالبا ما تنطوي على القيود المادية مثلاً أنه لا يستطيع إنشاء سطح منزل قبل الانتهاء من وضع الأساسات أولاً، وهناك علاقات التبعية التي تكون تقديرية، وتُعرف من قبل فريق المشروع. تجدر الإشارة إلى أنه من الممكن أن يعتمد نشاط معين على أكثر من نشاط سابق. ففي المثال المبين في الشكل (9.4)، يعتمد نشاط "وضع أنبوب" على اثنين من المهام : توصيل الأنابيب و" حفر الخنادق".
- ترتب الأنشطة في تسلسل منطقي أو في مسارات. نضع الأنشطة التي لا تكون معتمدة على بعضها البعض لا فيزيائياً ولا منطقياً في مسارات منفصلة. وكل نشاط ضمن مسار معين يجب أن يرتبط بالنشاط الذي يسبقه مباشرة. أو بعبارة أخرى، لا يمكن لنشاط أن يبدأ حتى تنتهي جميع الأنشطة السابقة له مباشرة .
- نستعرض كل طريق للتأكد من صحته المنطقية. فالأنشطة الموجودة ضمن مسار معين تعتمد على بعضها البعض. وتتصل جميع المسارات معاً في نهاية المشروع. ولا يجب على أي نشاط أن يؤدي إلى طريق مسدود. إذا اكتشفنا أننا قد أغفلنا نشاطاً معيناً فينبغي إضافته إلى الشبكة وإلى الـ WEBS.

5-6. منهجية رسم المخطط الشبكي (Project Network Drawing Methodology)

لتسهيل رسم المخطط الشبكي يمكن تصميم جدول لتحديد مستويات الشبكة وما هي الأنشطة الموجودة في كل مستوى، يجب القيام بالخطوات التالية لتحديد الأنشطة الموجودة في كل مستوى :

- نحدد الأنشطة التي لا يوجد لها أنشطة سابقة نضعها في المستوى الأول.
- نقوم بشطب هذه الأنشطة من عمود "السابق".
- . نرحل محتوى العمود السابق إلى العمود الذي بجانبه إلى اليمين.
- . نكرر هذه الخطوات السابقة حتى تكون قد حددنا مستويات جميع الأنشطة

وكمثال على ذلك، لنفترض أننا نريد أن ننشئ مركز أعمال جديد. يبين الجدول (5.4) معلومات عن أنشطة هذا المشروع:

Activity	Description	Preceding Activity
A	Application approval	None
B	Construction plans	A
C	Traffic study	A
D	Service availability check	A
E	Staff report	B , C
F	Commission approval	B , C , D
G	Wait for construction	F
H	Occupancy	E , G

الجدول (5.4) معلومات المشروع

يبين الشكل (16.4) بنية الجدول حيث يحتوي العمود الأول على أنشطة المشروع والعمود الثاني

Activity name	Predecssor	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
A	-					
B	A					
C	A					
D	A					
E	B , C					
F	B . C , D					
G	F					
H	E , G					
Levels						

على الأنشطة السابقة، أما الأعمدة التالية فتشير إلى مستويات الشبكة.

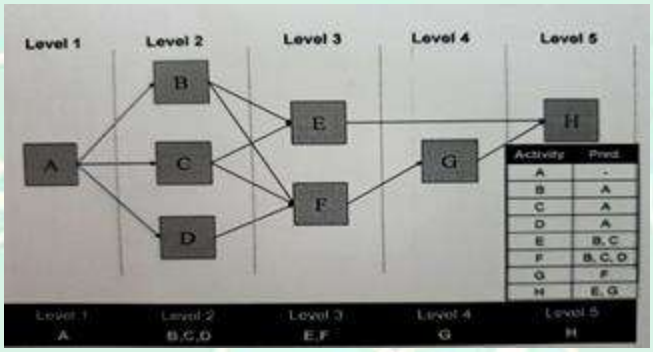
الشكل (16.4) بنية جدول المستويات

اذا اتبعنا الاجرائية السابقة على الجدول (17.4) :

Activity name	Predecssor	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
A	-					
B	A	-				
C	A	-				
D	A	-				
E	B , C	B , C	-			
F	B . C , D	B , C , D	-			
G	F	F	F	-		
H	E , G	E , G	E , G 0	G	-	
Levels		A	B , C , D	E , F	G	H

الشكل (17.4) جدول المستويات

يساعدنا هذا الجدول على رسم المخطط الشبكي على عدة مستويات وتكون النتيجة كما هو مبين في الشكل (18.4) آخذين بعين الاعتبار ان الاسهم تكون موجهة فقط من اليسار الى اليمين مع امكانية ان يجتاز السهم اكثر من مستوى .



الشكل (18.4) شبكة المشروع موزعة على المستويات

سابعاً طريقة المسار الحرج (CPM) (Critical Path Method)

المسار الحرج هو أطول مسار ضمن المخطط الشبكي للمشروع. وتحدد مدة المسار الحرج المدة المتوقعة الإنجاز المشروع في ظل الظروف العادية. وتعتبر هذه الطريقة هي الأكثر شيوعاً لإنتاج الجدول الزمني الأولي (DMS) للمشروع وذلك انطلاقاً من مخطط الأسبقيات أو المخطط الشبكي للمشروع.

تم تطوير طريقة المسار الحرج عام (1960) من قبل شركة (DuPont) من أجل السماح لبرمجة أعمال الصيانة خلال إغلاق المصانع الكيميائية. إن طريقة (CPM) هي نهج حتمي أو تأكيدي لتخطيط المشروع، حيث تُستخدم تقديرات للمدد الزمنية للأنشطة بدقة معقولة. وهي موجهة بالأنشطة، حيث تُحدد تاريخ بداية ونهاية كل نشاط مما يسمح بحساب مدة المشروع وفترات عوم الأنشطة.