



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد خيضر - بسكرة
كلية العلوم الاقتصادية و التجارية و علوم التسيير
قسم علوم التسيير



الموضوع

المفاضلة بين نماذج شبكات الأعمال التقليدية و الحديثة في
التخطيط و مراقبة المشاريع
دراسة حالة : مشروع بناء السكن الاجتماعي - بسكرة-

رسالة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة ماجستير في علوم التسيير
تخصص: الأساليب الكمية في التسيير

الأستاذ المشرف:

إعداد الطالبة:

د. بن الزاوي عبد الرزاق

شمشام حفيظة

لجنة المناقشة:

(أستاذ التعليم العالي - جامعة بسكرة) رئيسا
(أستاذ محاضر - جامعة بسكرة) مقرا
(أستاذ التعليم العالي - جامعة قسنطينة) مناقشا
(أستاذ محاضر - جامعة بسكرة) مناقشا

أ.د/ خنشور جمال
د/ بن الزاوي عبد الرزاق
أ.د/ العايب ياسين
د/ طاهري فاطمة الزهراء

الموسم الجامعي: 2013-2014

قسم علوم التسيير

ملخص:

يعد عصرنا الحالي عصر تنافس وتطور في شتى المجالات ، ومن أهم هذه المجالات مجال البناء والتشييد و رغم الدور الهام الذي تمثله المشاريع الإنشائية في بلادنا الا انها تتعرض الى عدة مشاكل وأهم هذه المشاكل هو التأخير في إنجاز وعدم تسلم المشروع في موعده المحدد. ترجع أسباب هذا التأخير لعدم استخدام الاساليب العلمية في التخطيط و مراقبة المشاريع مثل أسلوب التحليل الشبكي.

ومن خلال هذه الدراسة حاولنا إبراز عدة نماذج علمية تقليدية وحديثة لشبكات الأعمال التي تمكن المسير من تحديد مدة إنجاز المشروع والرقابة عليه، واستنتاج أفضل نموذج من بين هذه النماذج حتى يكون الاصلح و الانجع في تحديد مدة أنجاز المشروع . وقد استخلصنا من هذه الدراسة ان كلما تطور اسلوب جديد كلما كان اصلح في تسير المشاريع مثل اخر نموذج الذي يعتمد على نظرية المجموعات الضبابية.

الكلمات المفتاحية: التخطيط الشبكي، النماذج التقليدية لشبكات الأعمال، النماذج الحديثة للتخطيط الشبكي، اسلوب التقويم والمراجعة البرامج، المجموعات الضبابية.

Abstract :

In our time is the time of competition and development in the various fields. The most important of these areas, building and construction, and in spite of the important role that represents construction projects in our country, but it is exposed to a number of problems and the most important of these problems is the delay in the completion of the non-receipt of the project on schedule.

The reasons for this delay to the non-use of scientific methods in the planning and monitoring of projects such as the method of network analysis.

Through this study, we tried to highlight several models of traditional scientific and modern business networks that enable an admin of determining the duration of the completion of the project and control it, and the conclusion of the best model among these models in order to be the most suitable and most effective in determining the duration of the project completion. Has taught us that whenever this study the evolution of a new style whenever the fittest in going projects such as the latest model which is based the fuzzy set theory.

Keywords: network planning, traditional models for business networks, modern models of network planning, programm evaluation et review technique and fuzzy set theory.

شكر وتقدير

أول شكري هو لله رب العالمين الذي رزقني العقل وحسن التوكل عليه سبحانه وتعالى أحمدته وأشكره على نعمه وحسن عونه، وأطلي وأسلم على خاتم الأنبياء والمرسلين صلوات ربي وسلامه عليه.

أتقدم بعظيم شكري وامتناني إلى أستاذي بن الزاوي عبد الرزاق لتفضله بالإشراف على هذه الرسالة وما قدمه لي من وقت في سبيل إثراء هذه الرسالة وإعدادها بشكلها ومضمونها الحاليين وعلى ما قدمه لي من جهد صادق وعمون مخلص.

وإلى كل عمال جامعة محمد خيضر بسكرة وخاصة كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير

ولا أنسى السيد زنادقي فوزي المقاول الذي أمدني بكل المعلومات اللازمة وخاصة في الجانب التطبيقي.

وإلى كل من ساهم في إنجاز وإتمام هذا العمل من قريب أو بعيد

لكم مني جزيل الشكر

الإهداء

أهدي ثمرة هذا الجهد

إلى من أعز واحب الناس واغلاهم ابي

والى نبع العنان ونور دربي امي

والى جميع اخواتي حياة ،كريمة ،وهيبة ،يسمينة، هاجر

...و اخي الوحيد احمد أمين

والى أصدقائي في دفعة ماجستير الاساليب الكمية في التسيير

والى مديري في العمل الاستاذ بن بركة جمال الذي ساندني كثيرا

وزملائي في خزينة ما بين البلديات فونمالـة

والى كل من نساه قلبي ولم ينساه قلبي اهدي ثمرة جهدي

الفهرس

| | |
|--|------|
| مقدمة..... | أ- و |
| الفصل الأول: التحليل الشبكي ونماذجه التقليدية..... | 7 |
| تمهيد..... | 7 |
| المبحث الأول : مدخل التحليل الشبكي..... | 8 |
| المطلب الأول : تعريف التحليل الشبكي و لمحة تاريخية عن شبكات الأعمال..... | 8 |
| المطلب الثاني: مفاهيم أساسية في التحليل الشبكي..... | 14 |
| المطلب الثالث : أهمية التخطيط الشبكي..... | 21 |
| المبحث الثاني : أنظمة نماذج شبكات الأعمال..... | 24 |
| المطلب الأول: الخطوات الأساسية اللازمة لبناء الشبكة..... | 24 |
| المطلب الثاني:النظام الموجه للأحداث..... | 26 |
| المطلب الثالث:النظام الموجه للأنشطة..... | 36 |
| المبحث الثالث: النماذج التقليدية لشبكات الأعمال..... | 42 |
| المطلب الأول:مخطط خرائط جانط..... | 42 |
| المطلب الثاني:التحليل بطريقة المسار الحرج..... | 46 |
| المطلب الثالث:أسلوب تقييم ومراجعة البرامج..... | 53 |
| خلاصة الفصل الأول..... | 61 |

| | |
|-----|--|
| 63 | الفصل الثاني: نماذج شبكات الأعمال الحديثة |
| 63 | تمهيد |
| 64 | المبحث الأول: تقنية التقويم البياني ومراجعة |
| 64 | المطلب الأول: تعريف GERT وخطوات تحليله |
| 65 | المطلب الثاني: عناصر شبكة GERT ودلائلها |
| 67 | المطلب الثالث: مؤشرات عناصر الشبكة GERT |
| 75 | المبحث الثاني: التخطيط الشبكي بنظرية المجموعات الضبابية |
| 75 | المطلب الأول: مفاهيم أولية على المجموعات الضبابية |
| 81 | المطلب الثاني: العمليات على المجموعات الضبابية |
| 85 | المطلب الثالث: تحليل شبكة PERT باستخدام تقديرات نظرية المجموعات الضبابية |
| 94 | المبحث الثالث: تقنية شبكة مسار بيرت PPNT |
| 94 | المطلب الأول: أساسيات تقنية شبكة مسار PERT |
| 95 | المطلب الثاني: شبكة مسار PPNT |
| 97 | المطلب الثالث: مجالات زمن الوصول الى حالة المسار |
| 107 | خلاصة الفصل الثاني |

| | |
|-----------|---|
| 109..... | الفصل الثالث: دراسة حالة مشروع بناء سكن اجتماعي ببسكرة |
| 109 | تمهيد |
| 110..... | المبحث الأول: وصف مشروع بناء 96 وحدة سكن اجتماعي ببسكرة |
| 110..... | المطلب الأول : التعريف بمشروع بناء 96 وحدة سكنية |
| 112..... | المطلب الثاني:جدولة أنشطة المشروع |
| 115..... | المطلب الثالث:ترتيب الأنشطة والعلاقات بينها |
| 119..... | المبحث الثاني:تطبيق طريقة PERT على المشروع |
| 119 | المطلب الأول:البرامج الحاسوبية لرسم شبكات الأعمال |
| 120..... | المطلب الثاني:رسم شبكة PERT ببرنامج WINQSB |
| 126..... | المطلب الثالث:تطبيقات أخرى لبرنامج WINQSB على المشروع |
| 130..... | المبحث الثالث:التحليل الضبابي لمشروع بناء 96 وحدة سكنية |
| 130..... | المطلب الأول: الشبكة الضبابية للمشروع |
| 131..... | المطلب الثاني: رسم الشبكة الضبابية |
| 136 | المطلب الثالث: تأثير العوامل النوعية على شبكة المشروع |
| 144..... | خلاصة الفصل الثالث |
| 145..... | الخاتمة: |

قائمة الجداول

| الصفحة | المحتوى | الرقم |
|--------|--|-------|
| 33 | طريقة المصفوفة | 1-1 |
| 34 | الشكل العام للمصفوفة المكافئة لشبكة عمل المشروع | 2-1 |
| 48 | أنشطة المشروع | 3-1 |
| 72 | يوضح المسار و النشاط المحتمل | 1-2 |
| 74 | المقارنة بين PERT و GERT و CPM | 2-2 |
| 82 | الشكل المصفوفي للعلاقات | 3-2 |
| 87 | تمثيل التعابير اللغوية بالمجموعات الضبابية | 4-2 |
| 88 | التوزيع الاحتمالي | 5-2 |
| 92 | يمثل الأنشطة و أزمنتها الضبابية | 6-2 |
| 92 | ES-EF للأنشطة | 7-2 |
| 111 | أنشطة المشروع الرئيسية | 1-3 |
| 114 | حجم العمالة و التكاليف للأنشطة الرئيسية | 2-3 |
| 117 | الأنشطة الرئيسية و أنشطتها السابقة | 3-3 |
| 122 | الجدول الموالي بعد إدخال البيانات في برنامج CPM/PERT | 4-3 |
| 124 | كشف تفصيلي لأنشطة المشروع | 5-3 |
| 125 | المسرات الحرجة في شبكة المشروع | 6-3 |
| 126 | يمثل أنشطة المسار الحرج (الأنشطة الحرجة) | 7-3 |
| 127 | الأنشطة و تكاليفها | 8-3 |
| 129 | مخطط جانط GANTT | 9-3 |
| 131 | الأزمنة الضبابية للمشروع | 10-3 |
| 135 | نهاية و بداية كل نشاط حسب المجموعة الضبابية | 11-3 |
| 136 | حالات تواتر الحدوث والتأثير السلبي للعامل النوعي | 12-3 |
| 140 | تقديرات أنشطة المشروع | 13-3 |
| 142 | نتائج الاختبارات | 14-3 |

قائمة الأشكال

| الصفحة | المحتوى | الرقم |
|--------|---|-------|
| 16 | تمثيل النشاط | 1-1 |
| 16 | تمثيل الأنشطة المتتابعة | 2-1 |
| 17 | تمثيل الأنشطة المتوازية | 3-1 |
| 17 | تمثيل الحدث | 4-1 |
| 20 | علاقة التكاليف بالزمن | 5-1 |
| 26 | تمثيل الأنشطة بنظام الأحداث | 6-1 |
| 28 | القاعدة الأولى في رسم الشبكات | 7-1 |
| 28 | القاعدة الثانية | 8-1 |
| 28 | القاعدة الثالثة | 9-1 |
| 29 | القاعدة الرابعة | 10-1 |
| 37 | تمثيل النشاط بدائرة | 11-1 |
| 37 | علاقة FS | 12-1 |
| 37 | علاقة SS | 13-1 |
| 38 | علاقة FF | 14-1 |
| 38 | علاقة SF | 15-1 |
| 38 | علاقة SS و FF | 16-1 |
| 43 | مخطط جانط | 17-1 |
| 48 | أزمنة المسار الحرج | 18-1 |
| 49 | رسم شبكة المثال | 19-1 |
| 55 | منحنى التوزيع المثلي | 20-1 |
| 56 | الأوقات التقديرية الثلاث و علاقتها بمنحنى توزيع | 21-1 |
| 69 | مخطط تركيب محركات | 1-2 |
| 71 | تحويل الأنشطة المحتملة التي نموذج شبكة GERT | 2-2 |
| 76 | مقارنة بين المجموعة الضبابية و المجموعة المحددة | 3-2 |
| 77 | منحنى المجموعة المحددة و المجموعة الضبابية | 4-2 |
| 79 | رقم ضبابي ممثل بمنحنى انتماء بشكل شبه منحرف | 5-2 |
| 80 | رقم ضبابي ممثل بمنحنى انتماء بشكل شبه مثلي | 6-2 |

| | | |
|-----|---|------|
| 84 | علاقة التقاطع | 7-2 |
| 84 | علاقة الاجتماع و الاتحاد | 8-2 |
| 84 | المجموعة المرافقة | 9-2 |
| 92 | الشبكة بالتحليل الضبابي | 10-2 |
| 103 | تنفيذ المشروع كتجربة | 11-2 |
| 113 | مراحل التحليل الشبكي | 1-3 |
| 118 | شبكة المشروع | 2-3 |
| 121 | يوضح برنامج PERT و CPM | 3-3 |
| 122 | إدخال بيانات المشروع في برنامج CPM / PERT | 4-3 |
| 124 | المشروع بطريقة PERT وفق البرنامج | 5-3 |
| 133 | الشبكة حسب نظرية المجموعات الضبابية | 6-3 |

الرموز ومعانيها

| المعاني | الرمز | الرقم |
|---|---------------|-------|
| طريقة المسار الحرج Analysis by Critical path Methode | CPM | 1 |
| أسلوب تقييم ومراجعة البرامج Program Evaluation Review Technique | PERT | 2 |
| تقنية التقويم البياني والمراجعة Graphical Evaluation and Review Technique | GERT | 3 |
| علاقة بداية - نهاية | علاقة FS | 4 |
| علاقة بداية - بداية | علاقة SS | 5 |
| علاقة نهاية - نهاية | علاقة FF | 6 |
| علاقة نهاية - بداية | علاقة SF | 7 |
| علاقة بداية - بداية ونهاية - نهاية | علاقة SS و FF | 8 |

مقدمة

مقدمة:

يعتمد نجاح اي خطة اقتصادية بدرجة كبيرة على جوانب عديدة اهمها صواب القرارات، أي على سلامة تحديد واعداد وتقويم وتنفيذ المشروعات التي تتضمنها الخطة. وكثيرا ما كان يتم تقويم باستخدام طرائق بسيطة لا تستند الى أسس علمية، مما يحد من قدرة القائمين عملية التقويم بالتوسع في تحليل المشروع من مختلف النواحي .

والمشاريع قائمة كانت، ام قيد الإطلاق أو قيد الإنشاء، ليست سوى طموحات نجدها عند الأفراد، كما عند المؤسسات وكذلك عند الدول إذ شكلت ولا تزال بعد ا اقتصاديا ورأساليا وتنمويا في كافة النشاطات و البنى والقطاعات الاجتماعية والاقتصادية والسياسية. فالمشاريع بصفة عامة تخضع لمجموعة من القيود والمتغيرات بالإضافة إلى ندرة الموارد.

من هذا المنطلق كان لزاما على المؤسسات التي تسعى إلى البقاء أن تتعامل مع هذه القيود والمتغيرات وذلك بغية تحقيق أهدافها والمتمثلة في استغلال الموارد والإمكانات المتاحة أمامها بكفاءة وفاعلية ضمن التكلفة والوقت المسموح بهم.

وتشمل عملية تخطيط ورقابة أي مشروع على العوامل الثلاثة التالية:

الوقت(الزمن)، الموارد المالية(التكلفة)، الموارد البشرية(العمال).

لذا على المسير (متخذ القرار) أن يجمع بين هذه التوليفات الثلاثة من أجل ضمان نجاح إتمام المشروع في آجاله المحددة وبأقل تكلفة.

فظهر اسلوب التخطيط الشبكي الذي يعد أسلوبا علميا متطورا في تخطيط المشروعات وتنظيمها على شكل شبكة تعكس التسلسل الزمني والمنطقي لتنفيذ لعمليات المشروع وانشطته والترابط فيما بينها كما يعد الأداة التنظيمية الفعالة التي يمكن من خلالها ضبط سير عملية تنفيذ الاعمال وفق البرامج المخطط لها وتحديد الموارد اللازمة وتوقيتها. فهو يساعد منفذي المشروعات على علاج مشكلات عدة منها: التأخير في إنجاز أنشطة المشروعات نتيجة عدم ادارة وقت المشروع بشكل علمي، الارتفاع في التكاليف، كما يمكن استخدام التخطيط الشبكي في ادارة موارد المشروع.

فالعالم الغربي منذ أواخر القرن الثامن عشر وبداية القرن التاسع عشر تطورات هائلة في جميع الميادين لاسيما قطاع البناء والتشييد، فقد انتقلت عملية مراقبة وتسيير هذه المشاريع من المرحلة الكلاسيكية باستخدام مخططات جانث إلى المرحلة النيوكلاسيكية والمتمثلة في استخدام الأساليب

الكمية (التحليل الشبكي) في عملية مراقبة وتسيير المشاريع ، وقد عرفت عملية التخطيط والرقابة والجدولة هي الأخرى تطورا كبيرا فبعد أن كانت هذه الأخيرة تتم يدويا ولفترة زمنية طويلة مع عدم إمكانية التعديل أصبحت مع التطور التكنولوجي وظهور برامج إعلامية متخصصة في هذا المجال تتم في فترة زمنية وجيزة مع إمكانية التعديل على هذه المخططات في أي لحظة زمنية أو في حالة ظهور أي مشكل في أي مرحلة من مراحل عملية الإنشاء

أما في العالم العربي وتحديدًا الجزائر فإن عملية إنشاء المشاريع لاتزال بعيدة كل البعد في استخدام الأساليب الكمية في عملية التخطيط والرقابة والدليل على ذلك هو تأخر كل المشاريع ، إذ لاتزال مكاتب الدراسات المتخصصة في هذا المجال تعتمد على الطريقة الكلاسيكية والمتمثلة في جانت كطريقة أساسية في عملية التخطيط والرقابة.

الإشكالية:

ان معظم المشروعات تعاني من تأخير في الانجاز وفوضى في التنفيذ، وذلك بسبب غياب عملية تخطيط وبرمجة أنشطة المشروع لإنجازها وفق أسلوب علمي منطور، ويعد هذا الأمر من أهم الاسباب المؤثرة سلبا على نجاح تنفيذ وإدارة المشروع وعلى الاهداف المراد تحقيقها منه.

ويلعب التخطيط الشبكي دورا فعالا ومهما في عملية تخطيط وتنظيم ورقابة تنفيذ المشروعات ويهدف الى تنفيذ العمل بالجودة المطلوبة وباستخدام أقل قدر ممكن من الوحدات الزمنية و التكلفة والموارد.

من خلال ما ورد يمكن أن نصيغ إشكالية البحث على النحو التالي:

ماهي افضل نماذج شبكات الأعمال في التخطيط للمشاريع ؟ التقليدية ام الحديثة؟

وللإجابة على هذه الإشكالية سوف نحاول الإجابة على مجموعة من التساؤلات الفرعية التالية:

- ❖ ما المقصود بالتخطيط الشبكي؟
- ❖ ماهي نماذج شبكات الاعمال التقليدية؟
- ❖ ماهي النماذج الحديثة من شبكات الاعمال؟
- ❖ كيف يتم استخدام نماذج شبكات الأعمال التقليدية والحديثة في التخطيط للمشاريع ؟

فرضيات البحث:

حتى نتمكن من الإجابة على هذه الإشكالية سننطلق من الفرضيات التالية:

- 1- توجد فروق ذات دلالة احصائية بين متوسط الزمن المقدر لمشروع بناء السكنات الاجتماعية باستخدام نماذج شبكات الاعمال التقليدية ومتوسط الزمن الفعلي للمشروع.
- 2- توجد فروق ذات دلالة احصائية بين متوسط الزمن المقدر لمشروع بناء السكنات الاجتماعية باستخدام نماذج شبكات الاعمال الحديثة ومتوسط الزمن الفعلي.
- 3- توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين الزمن المقدر للمشروع باستخدام نماذج شبكات الاعمال التقليدية و الزمن المقدر باستخدام النماذج الحديثة.

أهمية البحث:

يعد الوقت من أكثر الموارد أهمية بوصفه موردا نادرا غير قابل للزيادة والتجديد و الادخار ولا يوجد بديل له، ولا يتطلب الحصول عليه تكلفة بل إن تخطيطه وتنظيمه يشكل فعال يوفر وقتا لإجراء اعمال اخرى ويولد عائدا، الامر الذي دفع إدارات المشاريع اليوم للاهتمام بتحديد أوقات تنفيذ أنشطة مشروعاتهم لاستغلال هذا المورد النادر زمن اهم الطرائق المتبعة في تخطيط وبرمجة وقت المشروعات أساليب التخطيط الشبكي ومن هنا تتبع اهمية البحث من خلال تبيان اهمية التخطيط الشبكي وما تسمح به نماج شبكات الاعمال تقليدية كانت او حديثة من محاكاة ومرونة زمنية لتخفيض زمن المشروع وتكلفته .

أما الجانب التطبيقي من البحث فهو يبين ماهي افضل النماذج التقليدية او الحديثة

في جدولة موارد المشروع وتصحيح الانحرافات التي تعترض مسار المشروع أثناء فترة الإنجاز .

أهداف البحث:

يهدف البحث الى ما يلي:

- بيان وتوضيح كيفية استخدام اساليب التخطيط الشبكي بشكل علمي في عملية التخطيط ومراقبة المشروعات بشكل عام وفي مشروع بناء السكنات الاجتماعية بشكل خاص.
- معرفة نماذج شبكات الاعمال التقليدية والحديثة وتوضيح الاسس التي تقوم عليها هذه النماذج وميزاتها.

- ايجاد النموذج العلمي الأفضل من نماذج التخطيط الشبكي تقليدي أو حديث لمعالجة مشكلة هدر الوقت والتأخير في التنفيذ والتي ينجم عنها ارتفاع تكاليف المشروع.

الدراسات السابقة:

تمثل المشروعات الانشائية أهم المجالات التي تستخدم فيها التخطيط الشبكي في قطرنا، حيث يستخدم في تخطيط مشروعات بناء الجسور وشق الطرق وإنشاء مختلف المباني السكنية والفندقية والمستشفيات... الخ

ومن الدراسات السابقة التي موضوعها التخطيط الشبكي ونماذج شبكات الاعمال:

1- دراسة الدكتور علي جنود بعنوان: "تنسيق إنجاز المشاريع البنائية في حال تحديد الموارد باستخدام الغوريتم المصفوفات" سنة 2005 حيث تناولت هذه الدراسة دور التخطيط الشبكي في إدارة الموارد وذلك باقتراح طريقة لتقسيم الموارد اعتمادا على معيار الزمن تعتمد هذه الطريقة على المصفوفة المعبرة عن الازمنة المختصرة. وتم تطبيق هذه الطريقة المقترحة على مشروع بنائي مؤلف من ست صالات صناعية زمن تنفيذ كل منها محدد بواسطة مخطط شبكي.

2- دراسة سماء طليح عزيز و نعم عبد المنعم عبد المجيد و لمياء جاسم محمد اساتذة من كلية علوم الحاسوب والرياضيات جامعة الموصل بعنوان " تصميم خوارزمية جينية لإيجاد المسار الحرج الأمثل لشبكة أعمال المشاريع" سنة 2011 قد تناولت هذه الدراسة تصميم وتطبيق خوارزمية جينية لإيجاد المسار الحرج محاولين بذلك تحقيق عدة مسائل منها مسألة الوقت الحقيقي. وقد عملوا على الإصدار Windows GAOCPN الخامس الأمثل لشبكات الاعمال الذي كتب بلغة ++C ولقد طبق برنامج Win-QSB على عدة شبكات أعمال ومنها شبكة أعمال جسر الصرافية وتم التأكد من نتائج ووقت التنفيذ ومقارنتهما مع نتائج ووقت التنفيذ لكل من الطرائق التقليدية (البرمجة الديناميكية) .

3- بحث علمي مقدم من طرف الطالب عابد علي من كلية العلوم الاقتصادية جامعة تلمسان تحت عنوان "دور التخطيط والرقابة في ادارة المشاريع باستخدام التحليل الشبكي دراسة حالة مشروع بناء 40 وحدة سكنية بتيارت «سنة 2011 حيث توصلت هذه الدراسة الى ان جميع أساليب التحليل الشبكي سواء كان أسلوب المسار الحرج (CPM) او أسلوب تقييم ومراجعة البرامج (PERT) ، و أهم الاساليب المستخدمة في التخطيط والجدولة المشروعات والرقابة ومراجعة المشروعات هو تقنية التقويم البياني ومراجعة (GERT).

وتتفق هذه الدراسات مع بحثنا كون هذه الدراسات اهتمامها بالتحليل والشبكي ودوره في التخطيط ومراقبة المشاريع، لكن يكمن الاختلاف في كون بحثنا يهدف توضيح كل الاساليب التقليدية والحديثة لشبكات الاعمال لاستخلاص النموذج الافضل من بين هذه النماذج الذي يصلح للتخطيط ومراقبة مشروع بناء السكن الاجتماعي . كما انه يعالج مشكلة هدر الوقت دون التطرق اكثر الى ادارة موارد المشروع او التكلفة.

منهج البحث:

من أجل الإجابة على الإشكالية السابقة الذكر والإحاطة بالموضوع من كل جوانبه وفي نفس الوقت نحافظ على التسلسل المنطقي والتدرج في طرح الافكار قدر الامكان سنعتمد على المنهج الكمي ، بحيث سنعتمد على الجانب الوصفي منه و الذي جاء في الدراسة النظرية للموضوع لتوضيح مفاهيم ومبادئ مستخدمة في التخطيط الشبكي وذلك بالاعتماد على المصادر المكتبية من مراجع علمية وابحاث قدمت في هذا المجال.

ثم الجانب التحليلي منه فنسند عليه في تحليل المعطيات والبيانات المتحصل عليها من خلال تطبيق منهجي PERT والتحليل بالمجموعات الضبابية على مشروع واقعي والمتمثل في مشروع بناء سكنات اجتماعية.

هيكل البحث:

سنقوم بتقسيم البحث الى جانبه النظري المعالج في فصلين نظريين وفصل تطبيقي.

فالفصل الاول الذي سيكون بعنوان مدخل للتخطيط الشبكي ونماذجه التقليدية المبحث الاول يحتوي على ماهيته و المفاهيم والمبادئ المستخدمة في التخطيط الشبكي كما سنبين أهمية هذا التخطيط.

والمبحث الثاني سنعرض فيه نماذج شبكات الاعمال التقليدية في بداية هذا المبحث نلج على أنظمة نماذج شبكات الاعمال التقليدية و ثم نتطرق لأول نموذج هو خرائط GANTT تم يليها طريقة المسار الحرج CPM وفي الاخير نبين التحليل حسب منهج PERT.

والمبحث الثاني سيغطي جوانب نماذج شبكات الأعمال الحديثة الذي سنبدأه بتقنية التقييم البياني والمراجعة GERT ثم التخطيط الشبكي والمجموعات الضبابية ونختتم هذا الفصل بالنموذج الأخير

تقنية شبكة مسار بيرت PPNT.

أما الفصل الثالث والأخير من هذا البحث يتمثل في الدراسة التطبيقية والتي أجريت على مشروع بناء السكن الاجتماعي وهو مشروع بناء 96 وحدة سكن تساهي اجتماعي بمدينة بسكرة كما سيتخلله نتائج الدراسة ببرامج حاسوب خاصة بالتخطيط الشبكي ورسم شبكات الاعمال لهذا المشروع.

معوقات البحث:

تعرضنا في بحثنا هذا الى بعض الصعوبات كانت في بعض الاحيان عائقا، وفي بعض الاحيان محفزا كبيرا لمواصلة الدراسة ومن بينها :

- افتقار المكتبة العربية للدراسات النظرية والتطبيقية حول نماذج التخطيط الشبكي ودورها في انجاز المشروع في الوقت المقرر.
- قلة المراجع الحديثة التي تتناول نماذج جديدة للتخطيط الشبكي حيث تكاد تكون معدومة.
- ضعف الوعي الاحصائي لدى القائمين على المشروع وعدم الاهتمام بالدراسات الاحصائية.
- عدم كفاية البيانات وعدم ملائمتها للبحث العلمي واغلب المعلومات جمعت اغلبها شفوية واغلبها من مقابلة المقاول شخصا وهذا راجع لعدم استعمال الاساليب العلمية في انجاز المشاريع الانشائية.

الفصل الأول:

التحليل الشبكي

ونماذجه التقليدية

تمهيد:

تستخدم بعض الأساليب الكمية في إدارة المشروعات من خلال تحليل الأهداف و تجزئتها إلى مراحل، ثم إنجازها حسب الأوقات الزمنية المحددة لها للوصول إلى الأهداف النهائية، و من أهم هذه الأساليب الكمية نجد أساليب شبكات الأعمال أو التحليل الشبكي، و يعتبر استخدام التحليل الشبكي من أهم الوسائل المستخدمة في حل المشاكل التي تواجه إدارة المشروع و بالأخص 'ص المشاريع الكبيرة و المعقدة تفيد المسير في التخطيط و جدولة العمليات المختلفة و اللازمة لأداء عملية معينة بحيث يتم تنفيذها بأعلى كفاءة ممكنة.

فهي تسمح في التحكم في وقت إنجاز مختلف أنشطة المشروع و بالتالي في وقت إنجازها كما تعمل على تخفيض التكاليف.

يستخدم التحليل الشبكي في دراسة المشاريع بشتى أشكالها الإدارية و الاقتصادية و الإنشائية و الصناعية و كذلك العلمية و العسكرية و غيرها، كما لا تقتصر أهمية تحليل المخططات الشبكية على مشاريع فقط، حيث أنها ذات فائدة كبيرة جدا في مجالات أخرى مثل: نظرية المعلومات، و علم الاتصال و الرقابة و في دراسة نظم النقل و التخطيط و السيطرة على مشاريع البحوث و التطوير.

يُعد أسلوب التحليل الشبكي أحد أساليب تحليل و تصميم النظم و من الأساليب الفريدة التي توضح العلاقات المختلفة بين الأعمال و النشاطات اللازمة للمشروع من البداية الى النهاية. و يعتبر أسلوب التحليل الشبكي الأساس العلمي للتخطيط و المتابعة حيث يقدم للقائمين على المشروع معلومات وافية عن ظروف سير العمل في تنفيذ المشروع و البدائل التي يمكن إتباعها لتجنب المشكلات والمعوقات أثناء مراحل التنفيذ، مما يساهم في وضوح الصورة عن التفاصيل التي يتكون منها المشروع. إلى جانب ذلك يساعد في تقدير التكلفة و حساب الوقت المتوقع للتنفيذ و المستلزمات البشرية و المادية اللازمة. فهو يقلل من الانحرافات و يحافظ على عناصر المشروع الأساسية: الوقت، التكلفة و الجودة.

و بالتالي سنتناول في هذا الفصل من خلال مباحثه التالية: المبحث الأول نتطرق فيه الى مدخل في التحليل الشبكي من خلال مجموعة من المطالب التي توضحه. أما المبحث الثاني يحتوي على أنظمة شبكات الأعمال و الذي بدوره يضم أربعة مطالب تبين أنواع هذه الأنظمة ، و يختم هذا الفصل بمبحث ثالث الذي يتناول نماذج شبكات الأعمال التقليدية.

المبحث الأول: مدخل التحليل الشبكي:

يعد التحليل الشبكي من الأساليب المنظمة التي يمكن استخدامها عندما تكون هناك عدة طرق لانجاز عمل ما خصوصا في حالة المشروعات الكبيرة، و أصبح هذا الأسلوب أحد أهم الأساليب المستخدمة في الإدارة حيث يوفر المعلومات التي تمكن المسؤولين التنفيذيين من اتخاذ القرارات على أسس واقعية سليمة فهو بمثابة نموذج تخطيطي يوظف فكرة الشبكة لإظهار التسلسل الخاص بالنشاطات التي يتكون منها المشروع.

المطلب الأول: تعريف التحليل الشبكي ولمحة تاريخية عن شبكات الاعمال:

أ- تعريف التحليل الشبكي:

تعددت التعارف المقدمة للتحليل الشبكي لنجد من بينها:

التعريف الأول:

هو مخطط يتألف من مجموعة النقاط المتصلة فيما بينها و التي تسمى العقد و التي تمثل فعاليات المشروع، عملية الاتصال بين العقد بواسطة الأسهم أو التفرعات و لذلك فإن العقد تصنف إلى نوعين : الأول المصدر و الثاني المصب و ذلك حسب اتجاه السهم الذي يربط بين العقدتين.⁽¹⁾

التعريف الثاني:

مجموعة الحلقات و الأسهم مجتمعة في شكل بياني و تستخدم هذه الشبكة عادة لتحديد أقل زمن للانتهاء من المشروع أو أقل تكلفة ممكنة لتحقيق عمليات الإنتاج الممكنة، و وضع البدائل الممكنة لتقليص الفترات الزمنية الطويلة و مقايضتها عند الحاجة بالتكاليف و ذلك ضمن الشروط و الموارد المتاحة للمشروع و مقدار الحاجة إلى عمليات التسريع.⁽²⁾

التعريف الثالث:

تعتبر الشبكات احد أساليب المنهج الكمي في إدارة الأعمال التي تستخدم في مجال التخطيط و الرقابة لتنفيذ المشاريع الإنتاجية و الخدمية سواء كانت المتوسطة أو الكبيرة الحجم منها، و هو أحد الأساليب الكمية لبحوث العمليات و هي تلك الأشكال البيانية و الهندسية التي تعبر عن مشكلة معينة في واقع الحال و يتم

¹ - حامد سعد النور الشمري، مدخل الى بحوث العمليات، دار المجدلوي للنشر، عمان، 2007، ص345.

² - محمد سالم الصفدي، بحوث العمليات تطبيق و خوارزمية، ط1، دار وائل للنشر، عمان، 1999، ص 338.

تصميم الشبكات على الأغلب من خلال الأسهم و تعرف بالنشاط و نقاط التعارف أو ما يعرف بالأحداث و تستخدم هذه الشبكات في مختلف المجالات في الواقع العلمي سواء كانت الإنشائية منها أو الإنتاجية أو العلمية أو الخدمية و غير ذلك⁽³⁾.

التعريف الرابع:

تعرف شبكات الأعمال بأنها: " نموذج يمكن من خلاله التخطيط للمشروع على شكل يتكون من عدة أسهم و مجموعة دوائر التي تمثل مجموعة الأنشطة و الأحداث لها نقطة بداية واحدة و نقطة نهاية واحدة"⁽⁴⁾.

من مجمل التعاريف السابقة نستنتج أن التحليل الشبكي هو أسلوب من أساليب المنهج الكمي، و هو أحد الأساليب التي تستخدم في إدارة المشاريع و ذلك عن طريق تحديد وقت تنفيذ المشروع و التكاليف اللازمة لتنفيذه، وهو عبارة عن سلسلة من الأسهم التي تربط بين كل زوج من العقد.

ويستخدم لتخطيط ومراقبة مشاريع وأعمال متوفر عنها معلومات سابقة بما يتعلق بالتكاليف والزمن المطلوب لإنجاز العمليات التي يتضمنها المشروع ، ويهدف لتمكين المسؤولين من تخطيط وتنفيذ انجاز مشاريع الاعمال في اقصر وقت ممكن وبأقل التكاليف.

وسخرت طريقة التحليل الشبكي لدراسة الأنشطة الاقتصادية الصناعية بشتى أنواعها والأعمال المعقدة التي تضم مجموعة من الأنشطة التي تتصف بالمرحلية في التنفيذ والترتيب، بحيث لا يمكن البدء في نشاط ما دون الانتهاء من نشاط اخر.

³-عابد علي، دور التخطيط و الرقابة في إدارة المشاريع باستخدام التحليل الشبكي- دراسة حالة بناء 40 وحدة سكنية LSP بتيارت،

(رسالة ماجستير غير منشورة)، جامعة تلمسان، 2011، ص ص 181- 182.

⁴- حسين محمود الجنابي، الأحدث في بحوث العمليات، ط1، دار حامد للنشر والتوزيع، الاردن، 2010، ص326.

ب- لمحة تاريخية عن شبكات الأعمال:

ظهرت تقنيات إدارة المشروعات أثناء الحرب العالمية الأولى، عندما صمم العالم الأمريكي HENRY GANTT مخطط الأعمدة البيانية (Bar chart) الذي سمي باسمه " مخطط جانن " و قد جاء هذا المخطط تلبية لحاجة ضابط الجيش لمثل هذه الأداة المساعدة في عملية التخطيط و الرقابة على المشروعات أثناء تلك الحرب، حيث تم تصميمه أولاً من أجل رقابة عنصر الزمن في المشروع عن طريق وضع الأنشطة الأساسية الممثلة للمشروع المفتوح في قائمة تحوي أوقات مجدولة للبدء و الإنهاء.

و قد تم استخدامه فيما بعد بهدف تقليص الزمن اللازم لبناء سفن الحمولات، لقد طور هذا العالم مخطظه عام 1917 و اشتق منه مخططات أخرى كمخططات العمالة والموارد.⁽⁵⁾

يعد قصور هذا المخطط و المتمثل في عدم قدرته على تفصيل أنشطة المشروع و توضيح العلاقات المنطقية بين تلك الأنشطة من جهة، و ظهور المشروعات الإنتاجية الضخمة و المعقدة من جهة أخرى، من أهم العوامل التي دفعت العلماء و الباحثين إلى ضرورة البحث عن أسلوب جديد يلائم الوضع القائم آنذاك و المتمثل في ضخامة المشروعات و ازدياد درجة تعقيدها و يعالج مشكلة التأخير في إنجاز المشروعات و قصور هذا المخطط أعطى جهود للباحثين ثماراً في منتصف الخمسينات من القرن الماضي بإيجاد المخطط الشبكي الذي يعد نتيجة مطورة لمخطط جانن و يلغي عيوبه و يلبي حاجات التطور التقني و الاقتصادي.

تمكن هؤلاء الباحثين من ابتكار طرائق لإدارة المشروعات تمثل فيها عمليات المشروع على شكل شبكة تعكس التسلسل الزمني و المنطقي لهذه العمليات و تمثلت هذه الطرائق بـ⁽⁶⁾:

أ- طريقة المسار الحرج Critical path method CPM :

تعد أداة التخطيط و تنفيذ و مراقبة المشروعات الضخمة و المعقدة باستخدام عامل زمني واحد لكل نشاط، و تقوم على أساس تحديد مجموعة الأنشطة التي يجب أن تعطي اهتماماً خاصاً في التخطيط و التنفيذ، لأن إكمال المشروع في وقت محدد و بتكاليف محددة يعتمد إلى درجة كبيرة على الأنشطة الواقعة على المسار الحرج.

⁵- موسى محمد الداربيغ، الاساليب الحديثة في إدارة المشاريع، دار المطبوعات للنشر، الاردن، 1996، ص183،

⁶-Jacque Bernad et Marko Perker ,les planning ,Paris les edition organization,1985,p. 48.

و من الأشخاص البارزين في إيجاد هذه الطريقة هم مورقان Morgan و ويلكر Walker و James Kelly. و كان ذلك خلال الفترة 1956-1957. (7)

ب-طريقة تقويم و مراجعة البرنامج Programme Evaluation and Review Pert : Technique

مكنت هذه الطريقة المديرين من تخطيط و جدولة و مراقبة المشروعات الضخمة و المعقدة بتوظيف ثلاثة تقديرات زمنية لكل نشاط هي: الزمن المتشائم و المتفائل، الزمن أكثر احتمالا حيث يقدر الزمن اللازم لتنفيذ النشاط بطريقة احتمالية و ذلك بالاعتماد على توزيع بيتا الاحتمالي لأن تقديرات هذا التوزيع تتمتع بمعايير جودة التقديرات الإحصائية أكثر من غيرها من التوزيعات، و ذلك حسب البحث المقدم من قبل العالم Vanslyke حول أثر تغيير التوزيع الاحتمالي على زمن المشروع.

طورت هاتان الطريقتان في كل من بريطانيا و أمريكا في نفس الوقت ففي عام 1956 واجهت شركة Dupart البريطانية لتنفيذ المشاريع الكيماوية مشكلة الانخفاقات الزمنية بين خطط المشروع و التنفيذ الفعلي لها، و كانت نتيجة حل هذه المشكلة في عام 1957 حين وضع MRvvelker بالتعاون مع Jekelly التابع لشركة Remington corporation rand. (8)

طبق CMP أول مرة في عام 1957 في مشروع إنشاء محطة قوى ذرية تابعة لمجلس الكهرباء المركزي في لندن، و استخدمت عام 1965 من قبل هيئة المواصلات لندن في إنشاء خط فكتوريا للسكك الحديدية (المترو) تحت الأرض، حيث تم توفير 65 مليون جنيه استرليني و كان يتضمن هذا المشروع أكثر من 9000 نشاط. (9)

اهتم مكتب المشروعات الخاصة في القوات البحرية الأمريكية U.S.Navy في الفترة نفسها بدراسة إمكانية التخطيط و الرقابة على مشروع إنتاج صواريخ Polaris و ذلك من قبل Allen فصدر التقرير الأول عن تقنية Pert في عام 1958 و التقرير الثاني في أوت من نفس العام و تضمن الأخير الأسس الرياضية و الطرائق العلمية لتطبيق هذا الأسلوب و نتيجة لاستخدام هذه الطريقة تم إنجاز مشروع Polaris قبل عامين من الزمن المتوقع إنجازه. (10)

⁷- نفس المرجع السابق، ص 49 .

⁸- محمد راتول، بحوث العمليات، ط2، ديوان المطبوعات الجامعية الجزائر، 2006، ص289.

⁹- موسى محمد الداربيح، مرجع السابق، ص183.

¹⁰- نفس المرجع السابق، ص 184.

و لقد ظهرت الطريقتان السابقتان أولاً بنظام يعتمد على تمثيل النشاط بسهم على الشبكة و يرمز له بالرمز AOA (Activity on arrow) أما في بداية السبعينات من القرن الماضي فقد استخدم نظام آخر لبناء شبكة العمل يقوم على أساس تمثيل النشاط على العقدة في شبكة العمل (Activity on Node) و يرمز له بـ:AON.

يعد خط التوازن (Line of Balance)LOB أسلوباً آخر مستخدماً في تخطيط الإنتاج قدم من قبل مكتب القوات المسلحة الأمريكية عام 1952 و أصبح يهدف الى حساب الموارد المطلوبة لكل مرحلة من مراحل الإنتاج تم التمكن عام 1962 من استخدام أسلوب البرمجة الخطية لحل مسائل جدولة المشروع و التي ظهرت على يد Charner cooper.

كما تم في العالم نفسه وضع تصميم نظام تكلفة بيرت Pert/Cost نتيجة لتضامن الهيئة الوطنية لإدارة أبحاث الملاحة الجوية و الفضاء NASA و دائرة الدفاع حدد نظام تكلفة بيرت خطوات الرقابة على التكلفة للأساليب من النوع Pert.⁽¹¹⁾

شهد عام 1966 إدخال أول سلسلات CANS المسماة تقنية التقديم و المتابعة البيانية .GERT :Graphical Evaluation and Review Technique.

و تعتمد على أفكار متقدمة من قبل Elmghraby و تم تصميم هذا المفهوم على يد Eisner الذي قام بإدخال نوع عقدي جديد إلى شبكة عمل المشروع هي العقدة الاحتمالية التي تتفرع عنها مسارات بديلة باحتمالات معينة و محددة.⁽¹²⁾

و دخلت تكنولوجيا المعلومات و الاتصال إلى عالم إدارة المشروعات مما أدى إلى وضع برامج حاسوبية جاهزة مهمتها تخطيط و جدولة و مراقبة المشروعات و من أهم هذه البرامج:

- برنامج Primavera الذي تم وضعه عام 1983 و لا يزال حتى اليوم من أكثر البرامج انتشاراً و أعضهما شمولاً.

¹¹- k k chitkara , contraction project management planning scheduling and controlling, 2009,p 102.

كتاب الكتروني حمل من موقع:www . scribd. com يوم 2013-06-29.

¹²- محمد توفيق ماضي ، الأساليب الكمية في مجال الإدارة ، الدار الجامعية، الاسكندرية، 1998، ص 237.

- مجدول المشروع Windows 6 الذي أوجد عام 1994 من قبل مؤسسة Scitor و يعد هذا المجدول مجموعة سهلة الاستخدام في تخطيط المشروع و تساعد في عملية الرقابة لعناصر التكلفة و الموارد. (13)

يسعى مديرو مشروعات اليوم عموما و مديرو التخطيط خصوصا الى استخدام برنامج MS.Projet 2000 المقدم من قبل شركة Microsoft التي تعنتي بإدارة المشروع حيث يتيح البرنامج للمستخدم إمكانية جدولة و تتبع أنشطة المشروع كافة.

و يمكن المستخدم من إعداد مخطط جانتي و المخطط الشبكي بأسلوب Pert وجدولة و تخصيص الموارد و رقابة التكلفة و الزمن و تحليل مخاطرة المشروع. (14)

كما أشارت دراسات عديدة إلى نجاح استخدام نظرية المجموعات الضبابية في تقدير الأزمنة اللازمة لتنفيذ أنشطة المشروع آخذة في الحسبان عوامل عدة كالموقع، الطقس، أداء العامل... إلخ،و ذلك من قبل Ayub و Haldar عام 1973 و Abourizk و Sawkney عام 1993 و Hadipriono و Wu عام 1994.

لم يقف الاستخدام عند ذلك الحد لنظرية المجموعات الضبابية، بل تعداه الى وضع نموذج الشبكة الضبابية Fyzy Network من قبل Pasit Loterapong و Osama Moselhi و التي تهدف الى تحديد كل من الزمن الوسطى و الأصغر و الأعظمي للمشروع.

و في الأخير تتوفر عدد كبير من برامج الحاسوب لحل كل نماذج التحليل الشبكي للأعمال في وقتنا الراهن يمكن أن تختلف هذه البرامج من حيث النتائج و الشكل و تحديدات الحجم و التعقيد و لكنها تعمل بنفس مبادئ شبكات الأعمال.

شركة : Digital Equipment Corporation صممت برنامج CPATH و هناك برامج مشابهة و متوفرة في حاسبات شركة IBM برامج (CPM.Pert time.Pert cost) أما شركة Data Corporation تسمى باسم

Gumman Data Systems باسم (CPM***) و شركة Genral Electric برنامج يسمى: Critical Path Method Program بالإضافة إلى برامج أخرى لا يمكن إحصائها لشركات أخرى.

¹³- نفس المرجع السابق، ص.38.

¹⁴- حسين عطا غنيم، تحليل شبكات الأعمال و نظم إدارة المشروعات، ط 1، دار الفكر العربي، القاهرة، 1986، ص10.

المطلب الثاني: مفاهيم أساسية في التحليل الشبكي

هناك مجموعة من المفاهيم الأساسية التي ستورد في البحث تتعلق بالتحليل الشبكي، و سيتم الاعتماد عليها في توضيح الأسس العلمية للموضوع المدروس، و سنعرض منها المفاهيم الأساسية التالية:

1- النشاط: Activity

يدعى أيضا الفعالية أو العملية أو المهمة أو العمل الجزئي في المشروع و سنعرض عددا من المفاهيم و التعاريف التي تناولت معنى النشاط و هي: (15)

- ✓ النشاط أي جزء من المشروع يلزم لإتمامه كمية محددة من الوقت باستعمال موارد معينة، مثل إنشاء قواعد أو أساسات للمنازل، اختبار المنتج في السوق و يرمز له بسهم.
- ✓ النشاط مجهود يحتاج الى إمكانيات و يأخذ وقتا معيناً لأدائه من خلال التعاريف السابقة يعتبر النشاط هو الذي يعد توفير الموارد ضرورة حتمية لإنجازه و حسب هذه التعاريف لا يمكننا أن نعد العمل الذي يحتاج إنجازه إلى مورد الزمن فقط نشاطا، و هذا ليس منطقيا لذلك فإن المفاهيم السابقة قاصرة تقود إلى أخطاء أثناء تحديد بنية تقسيم العمل للمشروع و تجزئته الى أعمال جزئية نظرا لأنها تهمل تلك الأنشطة التي تحتاج إلى مورد الزمن لتتجز مما يجعل الخطة غير موضوعية.
- يمكننا تعريف النشاط بأنه عمل جزئي من مجال عمل المشروع يتطلب إنجاز فترة من الزمن و موارد مالية و مادية مختلفة كما و نوعاً.

حيث يمهّد لنا إنجاز هذا العمل الجزئي البدء بإنجاز عمل أو مجموعة أعمال جزئية أخرى حتى ينجز المشروع كاملاً. (16)

2- النشاط الوهمي: Dummy Activity

هو نشاط لا يتطلب أي مورد مهما كان و يمثل على شبكة العمل بواسطة سهم موجه متقطع، و يستخدم في التخلص من إشكالات وجود أكثر من نشاط مشترك بين حدثين متتاليين و هذا لتوفير التسلسل المنطقي في الشبكة. (17)

¹⁵- حسين محمود الجنابي، مرجع سابق، ص 32.

¹⁶- محمود العبيدي ، ادارة المشاريع منهج كمي، الوراق للنشر والتوزيع، عمان، 2009، ص 134.

¹⁷- حسين محمود الجنابي، مرجع سابق، ص.328.

نجد هذا النشاط له أهمية في توضيح العمليات التي تشترك في أحداث البداية و النهاية نفسها فهو يتبادل الأحداث بصورة منطقية.

3- الحدث: Event

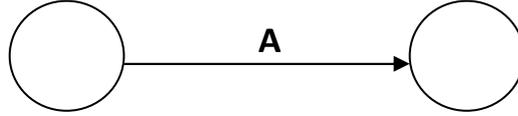
توضع تعاريف عدة لمعنى الحدث منها:

- ✓ " الحدث لحظة معنوية في المشروع يمثل الانتهاء من الأنشطة السابقة و بداية الأنشطة اللاحقة له، و لا يتطلب وقتا أو موارد، و ترقم الأحداث التسلسل ليسهل تتبعها".
- ✓ "الحدث عقدة عندما تتجه إليها جميع الأنشطة فإنها تنجز"
- ✓ "الحدث نقاط بداية و نهاية الأنشطة، و الحدث لحظة معينة من الزمن يرمز لها بعقدة و تسلسل منطقي، فالحدث الذي يمثل إنجازا مترابطا بأكثر من نشاط واحد يدعى حدثا اندماجيا، أما الحدث الذي يمثل بدء العمل المترابط بأكثر من نشاط يدعى حدثا تشعبيا، و يرمز أو يمثل بدائرة مرقمة أو مستطيل أو مربع.و يمكننا القول أن الحدث: نقطة معينة من الزمن لها مدلولان:

- الأول: البدء بإنجاز العمل أو مجموعة من الأعمال قد تكون منفصلة أو مترابطة مع بعض في المشروع.
 - الثاني: الانتهاء من عمل واحد أو أكثر من أعمال جزئية في المشروع، تتجلى أهمية الحدث في توضيح علاقات التسلسل المنطقي في إنجاز أنشطة و أعمال المشروع على شبكة العمل من جهة، و من جهة أخرى يشار إليه ببيانها على شبكة العمل بسهم موجه يربط بين مستطيلين أو مربعين أو دائرتين و لا يكون خط منقطع.
- و يوصف النشاط بأرقام أو بأحرف أبجدية أو باستخدام عبارة توضيحية تشير الى ما يمثله النشاط من عمل جزئي في المشروع. (18)

¹⁸- انعام باقية، مرجع السابق. ص.199.

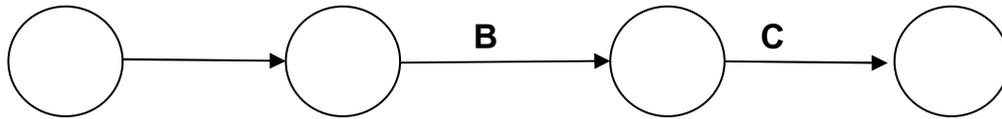
الشكل (1،1) تمثيل النشاط



المصدر: انعام باقية، بحوث العمليات خوارزمية برامج حاسوبية. ط1، دار وائل للنشر، عمان، ص199.

و في الشبكة قد تكون الأنشطة المتتابة: هي الأنشطة المتعاقبة وفق ترتيب معين حيث لا يمكن إنجاز نشاط لاحق إلا بعد الانتهاء من النشاط السابق و تقدم على النحو التالي: (19)

الشكل (1،2) تمثيل الأنشطة المتتابة

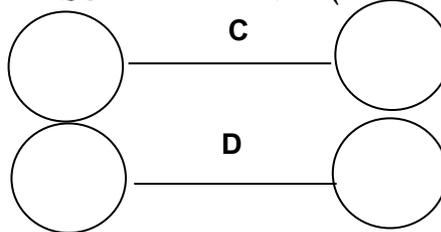


المصدر: المصدر: انعام باقية، بحوث العمليات خوارزمية برامج حاسوبية. ط1، دار وائل للنشر، عمان،

ص199.

و قد تكون الأنشطة المتوازية: هي الأنشطة التي يمكن إنجازها في نفس الوقت، أي إنجاز أي منها لا يتوقف على الآخر و يمكن ان يكون هناك نشاطين متوازيين، منا يمكن أن تكون هناك عدة أنشطة متوازية و يظهر

ذلك في الشكل التالي: (20) الشكل (1،3) تمثيل الأنشطة المتوازية



المصدر: المصدر: انعام باقية، بحوث العمليات خوارزمية برامج حاسوبية. ط1، دار وائل للنشر، عمان،

ص199

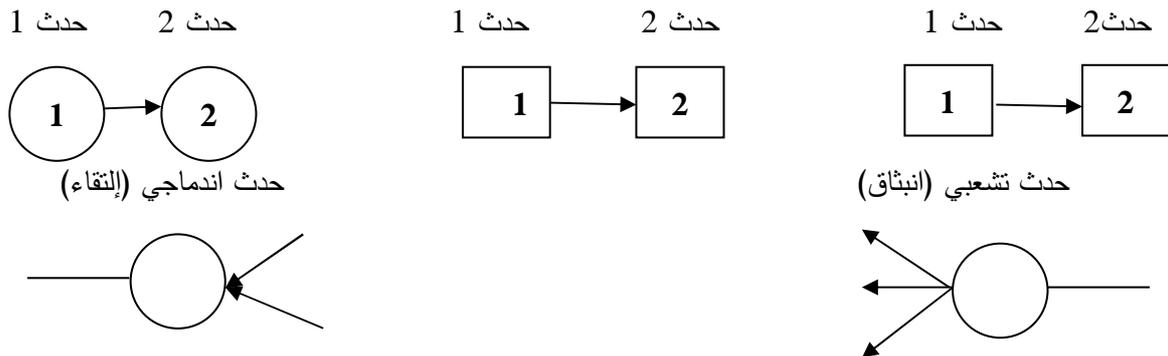
¹⁹- عابد علي ، نفس المرجع السابق.ص.195.

²⁰- نفس المرجع السابق، ص 196.

يمكن الحدث مدير المشروع من مقارنة ما أنجز من أعمال مع ما هو مخطط لينجز عند هذه اللحظة الزمنية، مما يساعد في أسباب التأخر و معالجتها بسرعة و إجراء التعديلات على خطة عمل المشروع حتى لا يتأخر إنجاز المشروع عن الموعد المحدد له. (21)

و الأشكال التالية تمثل تمثيلية على شبكة الأعمال

الشكل (1،4): تمثيل الحدث



المصدر: حسين محمود الجنابي، الأحدث في بحوث العمليات. ط1، دار حامد للنشر والاشهار، ص328.

4-المسار Path:

تعريف المسار حسب التمثيل البياني المستخدم في بناء شبكة عمل المشروع كالتالي:

هو عبارة عن سلسلة من الأنشطة و الأحداث المتعاقبة و التي تبدأ ببداية المشروع و تنتهي بإنجازه دون أي تفرع. و يمكن القول بشكل عام المسار هو سلسلة من الأسهم و العقد تبدأ أول عقدة متداية و يكون أسهمه في اتجاه واحد يسير نحو الأمام. (22)

تحتوي الشبكة على أكثر من مسار، كما يكون هناك مسار حرج Critical Path عندما يتكون من سلسلة من الأنشطة الحرجة و يكون هذا المسار أطول مسار في الشبكة و يحدد أقل زمن لانجاز المشروع و تتميز الأنشطة الواقعة في هذا المسار بأن أي تأخير في تنفيذها سيؤدي إلى تأخير في إنجاز

²¹ - عبد الحق جنان، مساهمة لتحسين فعالية اتخاذ القرارات في تخطيط المشاريع والرقابة عليها باستخدام التخطيط الشبكي - دراسة حالة شركة كوسيدار انجاز 534 مسكن بوبريج. (رسالة ماجستير غير منشورة)، جامعة مسيلة، 2004-2005، ص.83.

²² - حسين محمد الجنابي ، مرجع سابق، ص328.

المشروع لذلك تتطلب هذه الأنشطة اهتماما خاصا عند تنفيذ المشروع و يجب مراقبتها مراقبة فعالة فهذه الأنشطة يعتمد عليها في عملية ضغط شبكة العمل. (23)

5- المشروع Project:

تعددت التعاريف التي قدمها الاقتصاديون و الباحثون لهذا المفهوم، فمنهم من عرفه من وجهة نظر استثمارية حيث تم التركيز على رأس مال المشروع و كيفية توزيعه على الخصوم و الأصول بالاعتماد على العناصر التي تلائم دراسة الجدوى الاقتصادية، أما البعض الآخر فقد ركز على مجال عمل المشروع و الهدف من إقامته دون الأخذ بالعناصر التي ينبغي أن يخطط لها من أجل تنفيذ المشروع، و منهم من انطلق من وجهة نظر إدارة المشروعات و وظائفها. (24)

و يمكننا صياغة تعريف المشروع يتلائم مع الأسس العلمية للتخطيط الشبكي و يحتوي العناصر التالية: الأنشطة ، الموارد، القيود الزمنية، علاقات الترابط بين الأعمال و الأنشطة، هدف المشروع و التعريف يكون على الشكل التالي :

المشروع عمل متكامل مكون من مجموعة من الأعمال الجزئية المرتبطة بعضها مع بعض لتنجز وفق تسلسل منطقي و بتكلفة و زمن محددين، حيث تستلزم عملية إنجازها موارد مادية و بشرية و يعد المشروع منجزا بإتمام تلك الأعمال جميعا و بشكل نهائي و بتحقيق الهدف المطلوب. (25)

6- المخطط الشبكي (شبكة العمل): Network

تعددت المفاهيم التي قدمها الكتاب و الباحثين لشبكة العمل، و من بين هذه التعاريف التعريف التالي: " شبكة العمل نموذج يمثل المشروع، و يمكن تمثيل عناصرها بمجموعة من الأسهم الموجهة و الدوائر، و يمثل السهم النشاط بينما تمثل الدائرة الحدث و تعرض الشبكة العلاقات المنطقية بين هذه العناصر .

وتدعى الشبكة المخطط التتابعي Diagramme Procédure و توصف الشبكة بأنها شبكة متصلة إذا كانت هناك مسار واحد على الأقل يصل بين كل زوج من الأحداث. (26)

²³ - انعام باقية، مرجع سابق، ص 198.

²⁴ - منعم زمير الموسوي، بحوث العمليات مدخل علمي لإتخاذ القرارات، ط1، دار وائل للنشر، الاردن، 2009، ص 305

²⁵ - نفس المرجع السابق، ص 305.

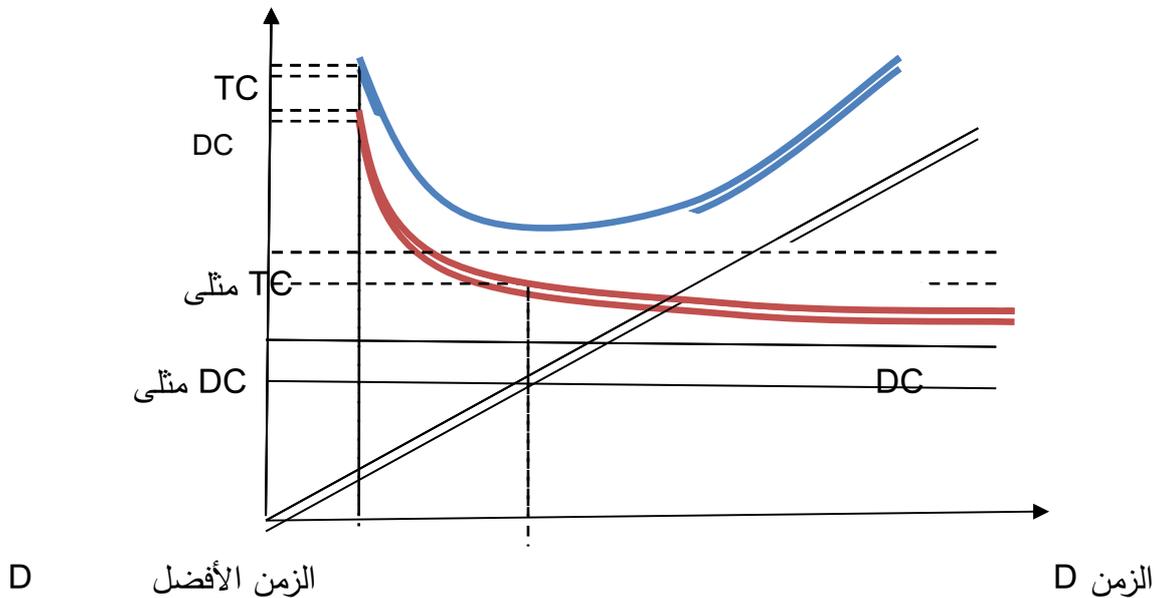
يمكننا القول بأن الشبكة ليست إلا التمثيل البياني لخطة تنفيذ المشروع الذي يعرض العلاقات المنطقية المتسلسلة بين الأنشطة المختلفة المكونة للمشروع مع عرض نتائج التقديرات الزمنية و الحسابات، و تعد شبكة العمل أداة لجدولة المشروع أي تحديد الأنشطة بالتفصيل بعد معرفة المشروع و تقسيمه الى مجموعات من العمليات و المهمات التي تمثل كل منها نشاطا من أنشطة المشروع و تحديد بداية و نهاية كل نشاط.

7- التكاليف: Costs

و هي كمية الوحدات النقدية المنفقة لإنجاز نشاط أو أكثر مثل نفقات أعماله، آلات، مواد و تختلف هذه التكلفة باختلاف الموارد المطلوبة لانجاز النشاط من حيث الكم و النوع.

نظرا لتأثير الموارد على زمن إنجاز النشاط الذي يكون على علاقة عكسية مع تكلفة النشاط و هذا ما يوضحه الشكل التالي:

الشكل رقم (1، 5): علاقة التكاليف بالزمن



المصدر: سالم محمد الصفدي، بحوث العمليات تطبيق و خوارزمية، ط1 ، دار وائل للنشر، عمان، ،

1999، بتصرف من الطالبة، ص347.

²⁶ - محمد سالم الصفدي، مرجع السابق، ص 338.

حيث:

TC: التكلفة الغير مباشرة: Indirect Costs IC

DC: تتكون هذه التكلفة من البنود التالية :

- كمية الوحدات النقدية المنفقة على المشروع بكامله و لا تخص نشاط معين و تمثل مصاريف إدارية، إنجازات، مباني، ضرائب....
- كمية الوحدات النقدية المستحقة لجهة مستفيدة من المشروع عندما يتأخر إنجاز المشروع.
- الفوائد التي تحصل عليها الجهة المسؤولة عن تنفيذ المشروع عند إنجازها قبل موعده المحدد ، تعد علاقة الزمن بالتكلفة غير المباشرة علاقة خطية و طردية، إذ أنها تزداد مع زيادة مدة المشروع.

إن هذا التقسيم للتكاليف ينطبق على ما يعرف اقتصاديا بالفترة الزمنية القصيرة و التي لا يهدف خلالها المشروع الى زيادة طاقته الإنتاجية، أما إذا كانت الفترة الزمنية طويلة و يعمل المشروع خلالها على توسيع طاقاته الإنتاجية فإن التكاليف كلها تصبح مباشرة و عندها ينفذ المشروع بزمن مثالي D تدعى التكلفة المضغوطة C بينما تسمى العادية C إذا نفذ المشروع بزمن طبيعي D. (27)

و من خلال ما سبق يتبين لنا وجود تكلفتين هما:

- التكلفة العادية: و هي مجموع النفقات المستخدمة في تنفيذ نشاط عادي.
- التكلفة المختزلة: و هي تكلفة الزمن المختصر و تزداد كلما زاد الزمن و العكس الصحيح.

المطلب الثالث: أهمية التخطيط الشبكي

يعتبر التخطيط الشبكي أسلوب من الأساليب المتطورة ذات الاستخدامات المختلفة و هو الأداة المساعدة للإدارة في عمليات التخطيط و المتابعة و التنسيق بين الأنشطة فهو يقوم على أساس تحليل المشروع تحليلا هيكليا و زمنيا و ذلك وفق ترتيب منطقي للأنشطة التي يتطلب إنجازها زمنيا و موارد مختلفة، فإن الاعتماد عليه في جدولة و مراقبة المشروعات الإنشائية أو الخدمية أو الإنتاجية له دور مهم يتمثل في النقاط التالية:

²⁷- منصور كاسر ، نظرية القرارات الإدارية مفاهيم وطرائق كمية، ط1 ، دار حامد للنشر، عمان، 2000، ص 275.

1-المفاضلة بين الزمن، التكلفة و الجودة:

فشبكات الأعمال تسمح بالمفاضلة بين الزمن و التكلفة و الجودة أي بين عناصر قوى المشروع، و هذا لتحديد الخطة المثلى لتنفيذ المشروع و تقدير التكلفة الأقل و الجودة الأفضل التي تعد من أهم القوى في الوقت الحالي و بالتالي فإن الجودة تؤدي الى نقص التكلفة. (28)

2-تحديد سبب التأخير في الإنجاز:

تمكن شبكات الأعمال من تحديد حجم الموارد البشرية اللازمة لإنجاز المشروع، و ذلك تبعاً لاحتياجاتها من اختصاصات هذه الموارد و مهاراتها الفنية و العلمية، أي يتم تحديد دور مسؤولية كل مورد بشري.

و عند حدوث أي تأخير في إنجاز نشاط ما، فيتم البحث في أسباب ذلك، و تحديد الأسباب فيما إذا كانت عائدة الى أسباب طبيعية أو بيئية خارجة عن إرادة من هو مسؤول عن التنفيذ، أو أسباب فنية مصدرها أعطال في الآلات المستخدمة في إنجاز النشاط، أو عدم ملائمة قدرة و مؤهلات العنصر البشري و مستوى مهاراته في إنجاز المهمة الموكلة إليه و قد تكون الأسباب إدارية أو فنية أو اقتصادية.

3-توفر نظام معلومات:

إن مدير المشروع له مسؤولية تخطيط و رقابة المشروع و للقيام بهذه المهمة فإنه بحاجة الى معلومات دقيقة و في الوقت المناسب تبني هذه المعلومات حول بنية تقسيم العمل التي تعرضها المخططات الشبكية بالتفصيل أو قياس ما هو منجز مع ما هو مخطط.

و مما لا شك فيه أن المشروع المنفذ جيداً و بدقة يوفر قاعدة بيانات واسعة يستفاد منها في عملية تقدير المؤشرات لخطط المشروعات المستقبلية المشابهة للمشروع المنفذ. (29)

4-تحقيق مبدأ الإدارة بالأهداف:

الإدارة بالأهداف هي: " طريقة للتخطيط و التقويم الإداري لها أهداف محددة لسنة معينة، توضع هذه الطريقة على أساس النتائج التي ينبغي أن تنجز كل واحدة منها إذا أدركت الأهداف الإجمالية للمشروع الأساسية".

²⁸- د ، عبد الرسول عبد الرازق الموسوي، المدخل لبحوث العمليات، ط1 ، دار وائل للنشر، عمان ، الاردن، 2006 ، ص 166 .

²⁹- نفس المرجع السابق ، ص 166 .

فمعظم المديرين الذين لا يخططون أعمالهم يفترضون أن جميع أنشطتهم المتعلقة بالهدف متعاقبة فإنهم ينتظرون إنجاز نشاط ليبدؤوا في آخر ، و لكن المخططات الشبكية توضح علاقات متبادلة بين الأنشطة المتعلقة بالهدف عبر علاقة التسلسل المنطقي، كعلاقات التزامن بين الأنشطة التي تبدأ معا، و علاقات التداخل و التشابك بين الأنشطة التي تنتهي بعضها مع بعض، فهذا يقلص من الزمن المحدد لانجاز الهدف لأن تقليص الفترة الزمنية هدف في حد ذاته تسعى معظم المؤسسات الى تحقيقه. (30)

5- تحقيق مبدأ الإدارة بالاستثناء:

تعد تقنية الإدارة بالاستثناء مكملة لنظام الغدارة بالأهداف حيث تركز انتباه المدير على الأنشطة الهامة و الأساسية التي تحتاج الى مراقبة فعالة، أي الأنشطة الحرجة التي بإنجازها يتحقق الهدف. بالإضافة إلى النقاط السالفة تبرز أهمية التحليل الشبكي من خلال تقديم الفوائد التالية:

- تحديد إجمالي الخطوات اللازمة لتنفيذ مشروع ما
- تحديد سير العمل بشكل أساسي مما يعد نقاط الاختناق عن عملية التنفيذ عند استخدام عناصر الإنتاج.
- تعرض التعاقب الزمني لخطوات العمل و توضيح بداية و نهاية كل خطوة عمل.
- تحدد مجالات المشكلات المحتملة و هذا من خلال الأنشطة الحرجة يتم وضع خطط موقفية حالما يتم اكتشافها.
- التحليل الشبكي يتسم بسهولة الفهم و هذا ما يساعد على تقديم رؤية شمولية للمشروع و بذلك تستطيع الإدارة شرح الطرق للمتفرفين و العاملين بطريقة تزداد معها فرص تنفيذ للمشروع.
- التحليل الشبكي يشكل أساسا لوضع جدول اليد العاملة و المعدات و الآلات. (31)

³⁰ - MCCORKEY Dal, **how to manage by results**, American management association, New yourk, p.15.

³¹ -نعيم مصير، إدارة وتقييم المشاريع، منشورات المنظمة العربية، القاهرة، 2005، ص ص195- 196.

المبحث الثاني: أنظمة نماذج شبكات الأعمال:

ظهرت نماذج شبكات الأعمال في ثلاثة أنظمة، أولها النظام الموجه للأحداث الذي يتبع طريقة تمثيل أنشطة المشروع بواسطة أسهم على شبكة الأعمال ، و بعد التطور و البحث الذي قام به العلماء على هذا النظام توصلوا إلى ثاني هذه الأنظمة و الذي يتم فيه تمثيل أنشطة المشروع بعقد على شبكة العمل و الذي سمي بنظام موجه للأنشطة و الذي يعتمد على تمثيل النشاط بدائرة أو مستطيل أو مربع.....إلخ على شبكة العمل و ليس بسهم.

و لكن لم يكتفي الباحثون بهذين النظامين بل عمدوا على دمج نظام واحد من النظامين السابقين مع مخطط جانتي و أطلقوا على هذا النظام: النظام المختلط وسميت الشبكة المصممة وفق هذا النظام الشبكة الزمنية. من هذا كله سنتطرق في هذا المبحث إلى النقاط التالية:

- الخطوات الأساسية قبل تحديد النظام.
- النظام الموجه للأحداث
- النظام الموجه للأنشطة .
- النظام المختلط.

المطلب الأول: الخطوات الأساسية اللازمة لبناء الشبكة

قبل التطرق إلى الأسس العلمية الواجب إتباعها في بناء الشبكة لكل نظام يتطلب القيام بمجموعة من الخطوات الأساسية التي يعتمد عليها في رسم الشبكة و عرض المعلومات عليها و تتمثل هذه الخطوات فيما يلي:

1- تحديد المشروع و تعريفه:

و يتم ذلك بتحديد مجال العمل للمشروع المراد وضع خطة تنفيذه و تحديد البداية و النهاية لهذا المشروع و هدفه تحديد الموعد الأخير المستهدف للانتهاء من إنجاز المشروع. (32)

2- بنية تقسيم العمل في المشروع : Work breakdown structure

³² - محمود العبيدي، مرجع سابق، ص.155.

يتم تقسيم المشروع الى مراحل أساسية و جزئية و عمليات و أنشطة و ذلك حسب حجمه فكل مرحلة من هذه المراحل الأساسية تعد مشروعاً خاصاً مما يسهل عملية إدارة المشروع الضخم و تعقيده و تنظيمه و تمويله كما تقسم هذه المراحل الى مراحل جزئية، حيث يعد كل نشاط وحدة تنفيذية التي تشكل عمليات و أنشطة المشروع. لها أزمان البدء و الانتهاء محددة بدقة و غير متداخلة مع أنشطة أخرى ، و يجب على المخطط في عملية التقسيم مراعاة الأمور التالية:

- الفصل بين الأنشطة التي تعود مسؤولية تنفيذها الى جهات مختلفة.
- تمييز الأنشطة التي تحتاج اختصاصات صرفية أو فنية مختلفة.
- تمييز الأنشطة التي تستخدم مواد مختلفة.
- الفصل بين الأنشطة التي تحتاج الى معدات من أنواع مختلفة.
- الفصل بين الأنشطة التي تنفذ في أماكن مختلفة من المشروع في أوقات متباينة كما يجب على المخطط تحديد بنية تقسيم العمل أن يميز بين نوعين من الأنشطة و الأعمال.
- الأنظمة البسيطة : التي يمكن تحديد العمل الفرعي الذي تمثله بسهولة أثناء تجزئة المشروع، كما يمكن تجزئتها أيضاً إلى أجزاء معينة.
- الأنشطة المركبة: التي تتكون من مجموعة الأعمال المترابطة التي لا تقبل التجزئة و التي تدعى حزمة العمل Work Pachege.

3- تحديد العلاقات بين الأنشطة: و المتمثلة في:

- أ- علاقة التزامن: أي الأنشطة التي تبدأ معا و تنتهي معا.
- ب- علاقة التعاقب: الأنشطة التي لا يمكن أن تبدأ إلا بعد أن تنتهي السابقة لها.
- ج - علاقة الاستقلال : الأنشطة التي لا يتطلب تنفيذها ضرورة ارتباطها بأنشطة أخرى.
- 4- تقدير الزمن اللازم لانجاز كل نشاط من أنشطة المشروع:

تختلف طريقة التقدير باختلاف النموذج الشبكي المعتمد في وضع خطة العمل للمشروع.

5- تحديد طريقة تنفيذ النشاط: و ذلك بعد الأخذ في الحساب الموارد المتوفرة عمالة و آلات و

مواد.....الخ⁽³³⁾

³³ - نفس المرجع السابق، ص ص. 155. 156.

6- يجب بعد الانتهاء من الإجراءات السابقة وضع قائمة بأنشطة المشروع توضح تسلسلها المنطقي و ترتيبها و الزمن المقدر لانجاز كل منها، و تحديد النظام الملائم للنموذج الشبكي المستخدم في وضع خطة و جدولة المشروع و مراقبته و من ثم نقوم برسم العمل و إجراء الحسابات اللازمة بما يتلائم و قواعد كل نظام. (34)

المطلب الثاني: النظام الموجه للأحداث Event oriented system

يعد هذا النظام من أكثر الأنظمة شيوعا و استخداما حتى اليوم في بناء شبكة عمل المشروع التي تعرض خطة المشروع الواجب اتباعها أثناء عملية التنفيذ بسبب ظهوره قبل أي نظام آخر.

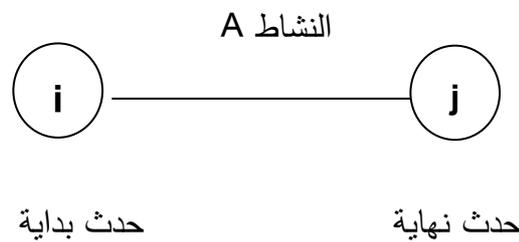
1- عناصر الشبكة حسب هذا النظام:

تتكون عناصر شبكة الأعمال المرسومة حسب هذا النظام مما يلي:

أ- عقد تدل على الأحداث الممثلة للنقاط الزمنية الممثلة لنهاية أنشطة سابقة و بداية أنشطة لاحقة.
ب- أسهم موجهة تشير الى الأنشطة و المهام و الأعمال أو أجواء منها و التي ينبغي انجازها لينتهي المشروع في الوقت المحدد.

حيث يمثل كل سهم نشاط واحد فقط، يقع كل من طرفي السهم عند عقدتين الأولى تدعى حدث بداية النشاط و الأخرى تدعى حدث نهاية كما في الشكل التالي (35):

الشكل رقم: (1، 6) تمثيل الأنشطة بنظام الاحداث



المصدر: من اعداد الطالبة

³⁴ - نفس المرجع السابق، ص.156.

³⁵ - د، محمود مؤيد الفضل، العبيدي إدارة المشاريع منهج كمي. الوراق للنشر والتوزيع، عمان ، الأردن ، 2005 ، ص. 322.

ج- أسهم متقطعة تشير الى الأنشطة الوهمية التي تستخدم بهدف توضيح العلاقات المنطقية و المتسلسلة بين أنشطة المشروع

تربط بين العناصر السابقة علاقات منطقية يمكن فهمها بوضوح على شبكة العمل.

لقد كان وفق هذا النظام يعتمد على وجود علاقة منطقية واحدة فقط و هي علاقة التسلسل المنطقي أي أنه لا يمكن لنشاط أن يبدأ ما لم تتجز جميع الأنشطة السابقة، و لكن أشارت الدراسات الحديثة مؤخرا الى وجود ثلاث أنواع من العلاقات الترابطية بين الأنشطة و التي هي كما يلي:

- العلاقات المتسلسلة: و فيها لا يمكن للنشاط اللاحق أن يبدأ إلا بعد إنجاز النشاط السابق له و وقوع حدث نهاية النشاط السابق.
- العلاقات المتوازية: تكون هذه العلاقة إذا كان لنشاطين حدث بداية واحد و حدثا نهاية مختلفين.
- العلاقات المتداخلة (التشابكية): و في هذه الحالة إذا تم الانتهاء من النشاطين في الوقت نفسه و لكن بأزمنة بدء مختلفة فيكون لها حدث نهاية واحد. (36)

قواعد بناء شبكة AOA:

هناك مجموعة من القواعد يجب على المخطط أن يراعيها لرسم شبكة وفق هذا النظام و تتمثل هذه القواعد فيما يلي: (37)

1- لا يمكن أن يكون لنشاطين او أكثر حدثا البداية و النهاية نفسه، و عند التعرض لهذه الحالة نلجأ الى استخدام الأنشطة الوهمية التي تحافظ على منطق الشبكة و هذا ما يوضحه الشكل التالي الشكل رقم (1، 7) القاعدة الأولى

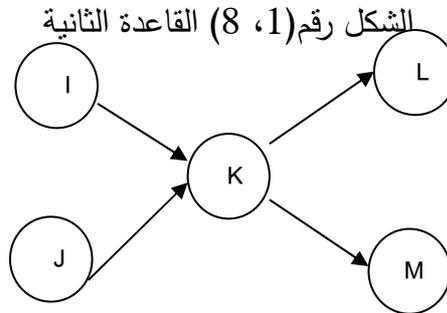


المصدر: انعام باقية ، بحوث العمليات خوارزمية برامج حاسوبية ، ص 200.

³⁶ - نفس المرجع السابق ، ص 322.

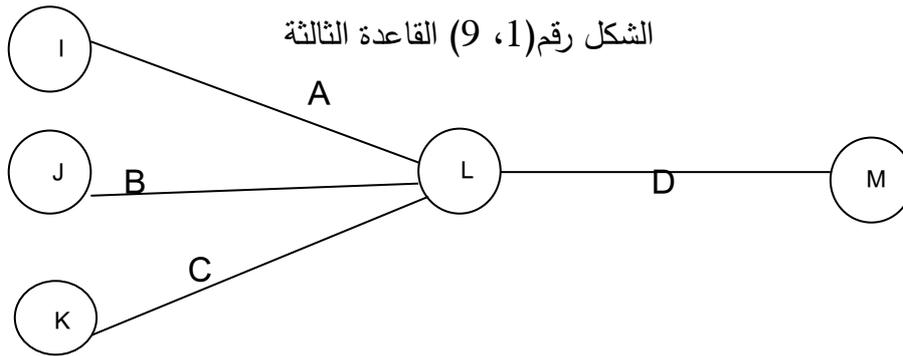
³⁷ -انعام اقبال، مرجع سابق ، ص 200.

2- يمكن ان يكون لنشاطين أو أكثر حدث بداية واحد أو حدث نهاية واحد و يفضل في هذه الحالة استخدام الأنشطة الوهمية عندما تؤثر علاقة النشاطين المتوازية أو التشابكية في بدء أو نهاية أنشطة أخرى كما في الشكل التالي: (38)



المصدر: انعام باقية ، بحوث العمليات خوارزمية برامج حاسوبية. ط1، داروائل للنشر ، ص201.

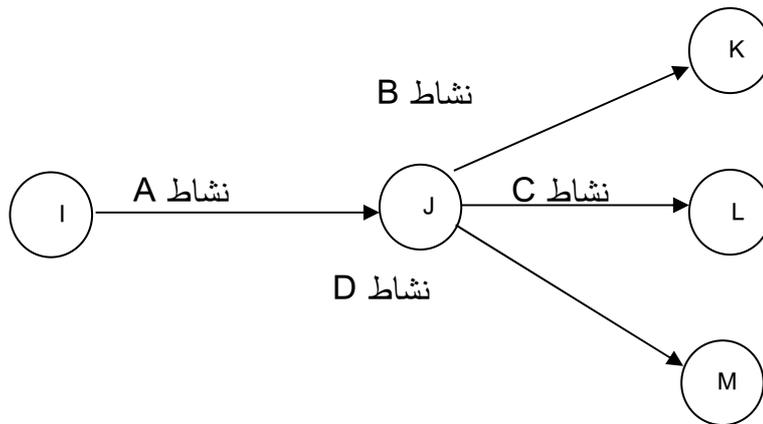
3- لا يمكن أن يبدأ نشاط أو يتحقق حدث بدايته ما لم تنجز جميع الأنشطة السابقة له التي تنتهي عند حدث بدايته، عندئذ تدعى هذه الأنشطة السابقة الأنشطة الممهدة، كما يوضحه لنا الشكل التالي:



المصدر : انعام باقية ، بحوث العمليات خوارزمية برامج حاسوبية، ط1، دار وائل للنشر، عمان، ص 201.

4- عندما يتوقف البدء بمجموعة من الأنشطة على انتهاء نشاط سابق لها فلا يمكن البدء بأي نشاط من المجموعة السابقة إلا بعد الانتهاء من ذلك النشاط الذي يدعى النشاط الممهده، حيث نجد كل من الأنشطة A,B,C لا يمكن أن تبدأ و يتحقق حدث بدايتها إلا بعد الانتهاء من إنجاز النشاط A كما يوضحه الشكل التالي:

الشكل رقم (10، 1): القاعدة الرابعة



المصدر: انعام باقية ، بحوث العمليات خوارزمية برامج حاسوبية ، ط1، دار وائل للنشر، عمان، ص 202.

توجد هناك مجموعة من القواعد بالإضافة الى القواعد السابقة تفرضها بعض برامج الحاسوب الجاهزة MS Project و Mctools Primavera منها:

1- عرض أنشطة المشروع بصورة منطقية، تمنع حالة الدوران و تجنب رسم أسهم معكوسة بالاتجاه و تشكل حلقة مغلقة.

2- تجنب رسم أسهم متقاطعة، نظرا لأنها تعيق فهم الشبكة و وضوحها و تعيق عملية متابعة الحسابات.

3- تسمية كل نشاط برقمي حدث بدايته و نهايته.

من خلال ما سبق نجد أن شبكة عمل المشروع كل حدث فيها يجب ان ينطلق منه أو يوصل إليه سهم على الأقل باستثناء حدث البداية و حدث النهاية، و عند وجود أي حدث داخل الشبكة لا يصله أو ينبثق منه سهم يدل هذا على وجود أخطاء في تحديد العلاقات المنطقية بين الأنشطة أو أثناء تحديد بنية تقسيم العمل في إهمال نشاط ما أو أخطاء في رسم الشبكة. (39)

3- مؤشرات عناصر الشبكة و طريقة حسابها:

تقسم هذه المؤشرات إلى مؤشرات خاصة بالإحداث و مؤشرات خاصة بالأنشطة و تمثل هذه المؤشرات ما يلي:

³⁹ - منعم زمزير الموسوي، مرجع سابق، ص 311.

• المؤشرات الخاصة بالأحداث: تمثل المؤشرات الخاصة بحدث معين بـ:

أ- ترقيم أحداث الشبكة: تتم عملية الترقيم لأحداث الشبكة وفقا للحرف الشائع و الذي ينص على إعطاء الحدث الأول في الشبكة و الممثل لحدث بداية المشروع الرقم (1) و إعطاء بقية الأحداث أرقاما متتالية مع مراعاة التسلسل الزمني و وفق الاتجاه المعتمد للأسهم و تبدأ من اليسار الى اليمين عندما ترسم الشبكة من اليسار الى اليمين، تفيدنا عملية الترقيم في أمور عدة منها:

1- تمكننا أرقام أحداث الشبكة من وصف الأنشطة بأرقام أحداث بدايتها و نهايتها بدلا من وصفها بالترتيب الأبجدي و التي تلائم برامج الحاسوب الجاهزة.

2- تسمح عملية الترقيم من اختيار مباشرة النشاط الممثل بشكل رقمي و بسهولة أكبر من البحث في قائمة وصف الأنشطة.

3- يكون التسلسل واضحا بشكل مباشر، كأن يقول النشاط (i,j) يسبق النشاط (j,k) و النشاطان (k,L) و (K,m) متزامنان مع بعضهما البعض.

4- من خلال الترقيم يتم الإشارة إلى علاقات التسلسل المنطقي بين الأنشطة بسهولة و بساطة و بسرعة، كأن نقول إن النشاطين (J,K) و (J,L) يبدأ بعد أن ينتهي (I,J) و هكذا يكون أسرع و أسهل من أن نصف ذلك بالعبارات.

ب- الزمن المبكر للحدث: Event's Earliest time

و هو يمثل الزمن الأقل الذي يمكن من خلاله الوصول الى الحدث رقم : « ا » و نرسم له بالرمز « EV »، و يشير الى عدد الوحدات الزمنية المنقضية .

تجرى عملية حساب هذا الزمن وفق اتجاه أمامي، يمثل عملية الانتقال من اليسار إلى اليمين و ذلك بافتراض ان زمن بداية المشروع يساوي الصفر فيكون الزمن المبكر لحدث بداية المشروع رقم (1) مساوي للصفر، أي : $E_1 = 0$ تميز حالتين عند حساب الزمن المبكر للأحداث الأخرى في الشبكة.

1- عندما يكون الحدث رقم ل حدث نهاية النشاط واحد فقط (i,j) فإن الزمن المبكر للحدث j (E_j) يساوي الزمن المبكر لحدث بداية ذلك النشاط j,i (E_i) مضاف إليه الزمن اللازم لانجاز النشاط كما في العلاقة التالية:

$$E_j = E_i + D_{ji} \dots \dots \dots (1)$$

2- عندما يكون j حدث نهاية لعدة أنشطة أي حدثاً إندماجياً فنجد E_j تحسب بالعلاقة التالية:

$$(2).....\max [E_i+D_{ij}] = E_j$$

حيث i رقم حدث تالي للحدث رقم i

أما بالنسبة للحدث الأخير رقم n فإن الزمن المبكر لهذا الحدث هو الزمن اللازم لإنجاز أي مشروع أي $E_n=T$ حيث T الزمن اللازم لإنجاز المشروع.⁽⁴⁰⁾

ت- الزمن المتأخر للحدث Event's latest Time:

يعبر الزمن المتأخر للحدث (L_i) عن أقصى زمن يجب أن يستغرقه الحدث ليتحقق حتى لا يتأثر وقت المشروع المحدد و يحدث في تأخير إنجاز المشروع. تجري عملية حساب هذا وفق اتجاه عكسي يمثل عملية الانتقال من اليمين الى اليسار خلال شبكة عمل المشروع، و لحسابه نضع الزمن المتأخر لحدث نهاية المشروع رقم n مساويا للزمن المبكر لهذا الحدث أي ننطلق من أن:

$$E_n=L_n=T$$

نميز بين حالتين بالنسبة للأحداث الاخرى:

- إذا كان الحدث رقم i حدث بداية لنشاط واحد فقط فإن الزمن المتأخر لذلك الحدث يحسب بالعلاقة التالية:

$$(3).....L_i = L_j - D_{ij}$$

- إذا كان الحدث يمثل حدث بداية لأكثر من نشاط واحد فإن الزمن المتأخر لذلك الحدث يحسب بالعلاقة التالية: (41)

$$(4).....L_i = \max[L_j - D_{ij}]$$

د- الاحتياطي الزمني للحدث (Event's Slack Time (S_i):

يحسب هذا الزمن فيما إذا كان الحدث حرجا أولا و يعطى بالعلاقة التالية: $S_i = L_i - E_i$

فهو الفرق بين الزمن المتأخر و الزمن المبكر للحدث و يعبر عن مقدار الوحدات الزمنية الفائضة التي يمكن استخدامها لضغط شبكة العمل.

عندما يكون $S_i=0$ فإن هذا الحدث حدثا حرجا، نستنتج من خلال ما سبق و من مفهوم المسار الحرج أي من الضروري أن يكون كل من حدثي بداية المشروع و نهاية حدثين حرجين أي:

$$L_1=0 \quad , \quad E_1=0 \quad \longrightarrow \quad S_1=0$$

⁴⁰ - حسين محمود الجنابي، نفس المرجع السابق ، ص 331.

⁴¹ - منعم زمزير الموسوي، مرجع سابق ، ص 215.

$$L_n=T \quad \longrightarrow \quad E_n=T$$

$$S_n=T-T=0$$

تسمى هذه الطريقة السابقة المستخدمة في حساب أزمنة الحدث " الطريقة التحليلية " (42)
 كما توجد طرق أخرى لحساب أزمنة الحدث غير هذه الطريقة و هي الآتية:
 - طريقة البرمجة الخطية:

يتم حساب أزمنة الحدث بهذه الطريقة كما يلي:

• في حالة الأزمنة المبكرة للنموذج هو:

$$(5) \dots\dots\dots Z = \text{Min} \sum_{i=1}^n E_i$$

$$\text{القيود: } E_j - E_i \geq D_{ji}$$

$$n > i \geq 1$$

$$E_i > 0$$

حيث n: هي عدد أحداث الشبكة و المتغيرات هي قيم الزمن المبكر لهذه الأحداث E_i .

E_i : الزمن المبكر للحدث i

E_j : الزمن المبكر للحدث j

D_{ji} : تمثل الزمن المطلوب لانجاز النشاط (i,j).

• في حالة الأزمنة المتأخرة تصبح حالة الهدف على الشكل التالي:

$$(6) \dots\dots\dots Z = \text{min} [nL_n - \sum_{i=1}^n L_i]$$

حيث L_n زمن إنجاز المشروع و الهدف هو إيجاد القيمة الصغرى لـ: L_n ، أما القيود هي نفسها مع استبدال E بـ L.

3- طريقة المصفوفة:

تبين هذه الطريقة من خلال الجدول التالي: (43)

⁴² - نفس المرجع السابق ، ص 217.

⁴³ - . سلطان تركي، التحليلات الكمية في اتخاذ القرارات، ط1، جامعة الملك سعود ،السعودية، ص 368.

الجدول رقم (1، 1) طريقة المصفوفة

| | | | | | | | |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------------|
| النشاط (i,j) | 1,2 | 2,3 | 2,4 | 3,4 | | (n-i),n | n-1,n |
| D_{ij} | $D_{1.2}$ | $D_{2.3}$ | $D_{2.4}$ | $D_{3.4}$ | | $D_{(n-i)n}$ | $D_{(n-1)n}$ |

المصدر: سلطان تركي، التحليلات الكمية في اتخاذ القرارات، ط1، جامعة الملك سعود، السعودية، ص 368.

نقوم بإيجاد المصفوفة المكافئة للشبكة الخاصة بالمشروع الافتراضي السابق، و ذلك بغية حساب الأزمنة المبكرة و المتأخرة للأحداث حيث تأخذ المصفوفة الشكل العام:

الجدول رقم(1، 2) الشكل العام للمصفوفة المكافئة لشبكة عمل المشروع

| | | | | | | | | |
|-----------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|-------------|---------|
| | | رقم الحدث | | | | | | E_i |
| | | 1 | 2 | 3 | ... | | n | |
| رقم الحدث | 1 | | $D_{1.2}$ | | $D_{2.4}$ | | | $E_1=0$ |
| | 2 | | | $D_{2.3}$ | $D_{3.4}$ | | | E_2 |
| | ⋮ | | | | | | | |
| | ⋮ | | | | | | $D_{n-1,n}$ | |
| | n | | | | | | D | E_n |
| | L_i | L_1 | L_2 | L_3 | | | L_n | |

المصدر: سلطان تركي، التحليلات الكمية في اتخاذ القرارات، ط1، جامعة الملك سعود، السعودية، ص 368.

توضع الأزمنة التي تستغرقها الأنشطة في الخلايا الواقعة في القطر الرئيسي لهذه المصفوفة و يتم حساب الأزمنة كما يلي:

1- بما ان حدث بداية المشروع له رقم (1) يكون الزمن المبكر معدوما نضع الناتج في الخلية الناتجة

عن تقاطع سطر الحدث 1 و عمود الزمن المبكر E_i $E_1=0$

2- لإيجاد الزمن المبكر للحدث (2) ننظر الى عمود 2 المقابل للحدث (2) و نرى القيمة الموجودة فوق قطر السطر التي تقابل $D_{1,2}$ و نجمع $D_{1,2}$ مع الزمن المبكر الموجود في سطر $D_{1,2}$ و نضع الناتج في الخلية الناتجة عن تقاطع السطر 2 و العمود (4)

$$E_2 = D_{1,2} + E_1$$

3- إذا كان العمود Z له أكثر من قيمة فوق القطر الرئيسي نقوم بحساب المجاميع كما في المصفوفة

$$\text{Max } [D_{2,4} + E_2, D_{3,4} + E_3] \text{ و نقوم بإيجاد } [D_{2,4} + E_2, D_{3,4} + E_3]$$

أما فيما يخص الأزمنة المتأخرة فإننا نتبع ما يلي:

- نضع الزمن المبكر للحدث رقم n مساويا الى الزمن المبكر $E_n = L_n$
- ننظر الى سطر الحدث المراد حسابه إذا كان يحوي رقما واحدا نطرح منه L_n و نضع الناتج في الخلية التي تقابل الأخيرة للعمود رقم n مثال $L_5 = L_n - D_{6n}$
- اما إذا كان السطر به رقمين فالزمن المتأخر هو أصغر قيمة بين القيمتين أي مثال :

$$L_2 = \text{Min}[L_3 - D_{2,3}, L_4 - D_{2,4}]^{(44)}$$

المؤشرات الخاصة بالنشاط:

تتمثل المؤشرات التي يجب حسابها للنشاط بهدف تحليل المخطط الشبكي بـ:

- 1- رقم النشاط: يشار للنشاط إما بحروف أبجدية أو بعبارات توضيحية، أما مع برمجيات الحاسوب يتلائم معها الإشارة للنشاط بثنائية الأرقام و التي تمثل أحداث البداية و النهاية لكل نشاط.
- 2- الزمن المبكر للبداية (Earliest Start Time (ES): و هو اقل زمن يمكن أن يبدأ عنده النشاط
 حيث: $E_s = E_i$
- 3- الزمن المبكر لإنهاء النشاط Earliest Finish Time (EF): يمكن أقل زمن يجب إنهاء فيه النشاط و يعطى بالعلاقة التالية: $EF = E_i + D_{ij} \dots \dots \dots (7)$
- 4- الزمن المتأخر لبدء النشاط (Lasts start Time (LS): يمثل أقصى زمن يجب بدء النشاط عنده حتى لا يتأثر المشروع و يتأخر في الوقت المحدد لانجازه و يحسب بالعلاقة التالية:

44 - نفس المرجع السابق، ص 369.

$$(8) \dots \dots \dots LS = L_j - D_{ij}$$

5- الزمن المتأخر لإنهاء النشاط (Lasts Finish Time (LF) : يمثل أقصى زمن يجب إنهاء النشاط عنده و هو الزمن المتأخر لحد نهايته أي: $LF = L_j$.

أي زمن إضافي يستغرقه النشاط بعد هذا الزمن يؤثر سلبا على وقت إنجاز المشروع.

الاحتياطي الزمني الكلي (Total Eloat Time (TF): و هو المرونة الزمنية الكلية التي يمكن ان ينفذ بها النشاط دون ان تتأثر المدة الكلية للمشروع T و يعطى بالعلاقة التالية: $TF = L_j - E_i - D_{ij} \dots \dots (9)$

يدعى الفرق بين $E_i - L_j$ الزمن المتاح و الذي يمثل اكبر زمن متاح لإنجاز النشاط دون تأخير، و يمكن حساب هذا الزمن بالعلاقات التالية: $TF = LF - EF$ أو $TF = LS - ES$

يفيد هذا الزمن في تحديد أولوية تنفيذ الأنشطة حيث الأنشطة التي يكون الزمن الكلي لها معدوم هي أنشطة حرجة، أي لا يمكن التأخير في تنفيذها.

6- الاحتياطي الزمني الحر (Free Float time (FF): و هي المهلة المتاحة للتأخير عندما تنفذ جميع الأنشطة الأخرى في زمنها المبكر و بالتالي عندما يتأخر النشاط بمقدار (FF) فإنه لا يؤثر إنجاز نشاط لاحق فيجب ان يكون الزمن اقل من زمن TF و إذا كان TF معدوما يكون (FF) معدوما، و يحسب هذا الزمن بالعلاقة التالية:

$$(10) \dots \dots \dots FF = E_j - E_i - D_{ij} \quad \text{أو} \quad FF = E_j - EF$$

• بعد حساب الأزمنة السابقة يمكننا أن نحدد الأنشطة الحرجة و من ثم نقوم بتحديد المسار الحرج، و يجب أن يحقق النشاط حرج شرطين أساسيين:

$$أ- \text{ أن يقع النشاط } (i,j) \text{ بين حدثين حرجين } S_j = S_i = 0$$

$$ب- \text{ أن يحقق حدثاه إحدى المعادلتين: } L_j - L_i = D_{ij} \quad \text{أو} \quad E_j - E_i = D_{ij}^{(45)}$$

المطلب الثالث: النظام الموجه للأنشطة Activity oriented system:

⁴⁵ - . عبد الرسول عبد الرزاق، نفس المرجع السابق، ص ص 180 - 181.

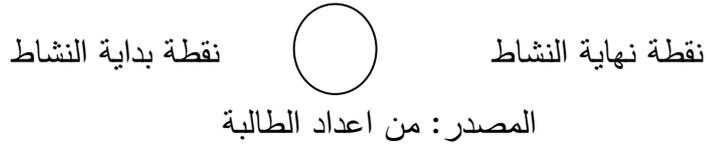
يستخدم هذا النظام في إعداد شبكة المشروع التتابعية، و ذلك بعد تحديد مجال عمل المشروع و بنية تقسيم العمل، و إعداد قائمة بأنشطة المشروع و تحديد العلاقات المنطقية و تقدير الزمن اللازم لإنجازها و سنرمز لهذا النظام بالرمز: (AON).

1- عناصر شبكة (AON):

لكل شبكة عناصر و دلالات محددة لهذه العناصر تتكون عناصر الشبكة وفق هذا النظام من :

أ- دوائر تمثل الأنشطة: تمثل كل دائرة نشاط واحد فقط يبدأ هذا النشاط من جهة اليسار للدائرة و ينتهي عند جهة اليمين كما يوضحه الشكل التالي:

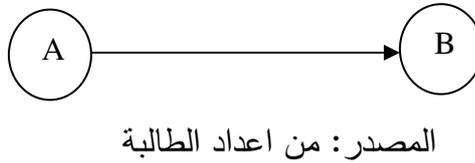
الشكل رقم (1، 11) تمثل النشاط بدائرة



ب- الأسهم الموجهة: تعكس العلاقة المنطقية بين أنشطة المشروع حيث توضح الأسهم العلاقات المنطقية التالية:

1- علاقة نهاية - بداية (Finish to start (FS): يجب أن يبدأ النشاط اللاحق B بعد انتهاء النشاط السابق A أي بداية النشاط B متعلقة بنهاية النشاط A و هذا ما يوضحه الشكل التالي:

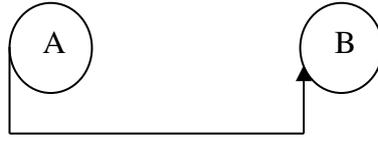
الشكل رقم (1، 12) علاقة (FS)



2- علاقة بداية - بداية (Start to Start (SS): أي أن بداية النشاط B متعلقة بنهاية النشاط السابق A و ليس بالضرورة أن ينتهي مجمل النشاط. (46)

46 - . محمود العبدى، نفس المرجع السابق، ص. 149.

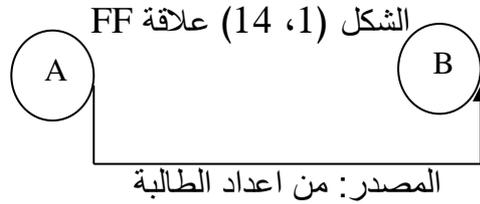
الشكل رقم (1، 13) علاقة SS



المصدر: من اعداد الطالبة

3- علاقة نهاية نهاية (FF) Finish to Finish:

يجب أن ينتهي النشاط اللاحق B بعد انتهاء النشاط السابق A و هنا يشترط انتهاء النشاط A أولاً، أما بداية هذه الأنشطة فلا ترتبط معا بأي علاقة شرطية كما يبينه الشكل الموالي:

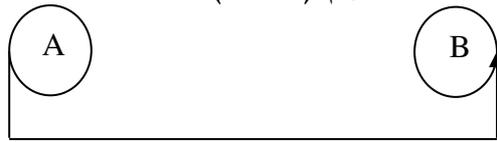


المصدر: من اعداد الطالبة

4- علاقة بداية - نهاية (SF) Start to Finish:

يجب ان ينتهي النشاط اللاحق B بعد نهاية النشاط السابق A و هذا يعني أنه يجب ان ينتهي النشاط B بعد فترة زمنية من بداية النشاط A بغض النظر عن انتهاء النشاط A أو لم ينتهي . (47)

الشكل رقم (1، 15) علاقة SF



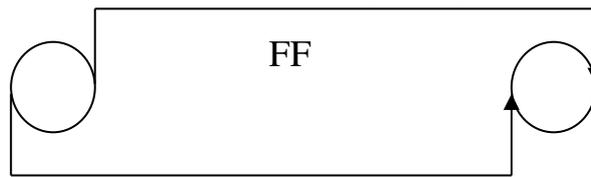
المصدر: من اعداد الطالبة

5- العلاقات المركبة (FF , SS) :

بداية -بداية و نهاية - نهاية ، ينبغي أن يبدأ النشاط اللاحق B بعد نهاية النشاط A و يجب أن ينتهي B بعد نهاية النشاط A كما يتضح في الشكل:

⁴⁷ - نفس المرجع السابق، ص 150.

الشكل (1، 16) علاقة مركبة (FF , SS)



المصدر: من اعداد الطالبة

2- مؤشرات عناصر شبكة (AON):

بعد معرفة عناصر شبكة عمل المشروع وفق هذا النظام يجب معرفة المؤشرات الخاصة بهذه العناصر و كيفية حسابها لتحديد زمن إنجاز المشروع و الاحتياطي الزمني لكل نشاط، و تمثل هذه المؤشرات مؤشرات النشاط فقط و هي نفسها كما في النظام السابق.

أ- رقم النشاط: ترقم أنشطة الشبكة ترقيميا متسلسلا و متتاليا، حيث يعطى لكل نشاط رقم واحد فقط و يمكن أن تحل محلها الأحرف الأبجدية، فكل حرف يمثل نشاط واحد فقط، أو باستخدام عبارة توضيحية تبين طبيعة النشاط.

ب- الزمن المبكر لبداية النشاط و نهايته: يفترض عند حساب هذين المؤشرين أن كل نشاط يبدأ بأبكر زمن ممكن و يتم الحساب من جهة اليسار للشبكة الى نهايتها من جهة اليمين.

• بالنسبة للأنشطة التي لا تفرض وجود أنشطة سابقة يكون E_{Si} فيها معدوما ($E_{Si}=0$) و يحسب الزمن المبكر لنهاية هذا النشاط باستخدام العلاقتين التاليتين:

$$EF_i = E_{Si} + D_{ji} \dots \dots \dots (11)$$

$$EF_i = 0 + D_i \dots \dots \dots (12)$$

$$EF_i = D_i \dots \dots \dots (13)$$

• الأنشطة التي توجد لها نشاط سابق واحد فقط يحسب الزمن المبكر لبدايتها كما يلي مع الأخذ في الحسبان نوع العلاقة المنطقية بين النشاط السابق و اللاحق.

1- العلاقة (FS): يحسب زمن البداية المبكر بالعلاقة (11) بحيث: $EF_i = E_{Sj}$.

2- العلاقة (SS): الزمن المبكر للنشاط اللاحق Z هو نفسه الزمن المبكر لنشاط النشاط i أي E_{Sj} $E_{Si} = E_{Sj}$ و بالتالي يحسب EF بالعلاقة (11).⁽⁴⁸⁾

3- العلاقة (FF): في هذه الحالة $EF_i = EF_j$ و بالتالي يتم الحصول على الزمن المبكر لبدء النشاط بالعلاقة التالية:

$$E_{Sj} = EF_j - D_j \dots \dots \dots (14)$$

48 - . نفس المرجع السابق، ص. 151.

4- العلاقة (SF) يكون في هذه الحالة $EF_j = EF_j$ و تستعمل العلاقة (14) في حساب الزمن المبكر لبداية النشاط J .

• الحالة التي يكون للنشاط أكثر من نشاط سابق: في هذه الحالة يحسب بداية النشاط اللاحق بعد حساب أزمته الإنهاء المبكرة للأنشطة السابقة ، فنختار القيمة العظمى من بين هذه القيم: $= Es_j \text{ Max } [EF_i]$ و نستخدم العلاقة (11) في حساب EF_j للنشاط J .

و بعد الانتهاء من حساب الأزمنة المبكرة لبدء و نهاية أنشطة المشروع و وضع هذه المؤشرين على شبكة العمل نحدد الزمن المبكر لإنهاء المشروع T الذي هو اختيار القيمة العظمى من بين هذه الأزمنة $T = \text{Max}[EF_i]$

ث- الزمن المتأخر لبدء و نهاية النشاط.

تتم عملية حساب هذين المؤشرين وفق الاتجاه العكسي كما يلي:

• يكون الزمن المتأخر لنهاية الأنشطة الممثلة لنهاية المشروع حيث: $T = LF_i$ و يحسب زمن بدايتها المتأخر بالعلاقة التالية: $LS_i = LF_i - D_i \dots \dots \dots (15)$

• إذا كان للنشاط الذي نريد حساب زمن نهايته و بدايته المتأخر نشاطا واحدا فقط للاحق به فيتم استخدام العلاقات الرياضية وفقا للعلاقات المنطقية:

1- العلاقة (F.S) : يكون $LF_i = LS_k$ حيث K النشاط اللاحق و يحسب الزمن المتأخر لبداية J بالعلاقة (14)

2- العلاقة (S.S): يكون $LF_j = LS_k + D_j$ نعوض في العلاقة (14) فنجد: $LS_j = LS_k$.

3- العلاقة (F.F): يكون الزمان المتأخران لنهاية كل من النشاطين اللاحق و السابق متساويين: $LF_j = LF_k$ و يحسب LS_j باستخدام العلاقة (13)

4- العلاقة (S.F): هنا $LF_j = LF_k + D_j$ و يحسب LS_j باستخدام العلاقة (13) نجد $LS_j = LF_k$.

إن الزمن المتأخر لبداية النشاط السابق يساوي الزمن المتأخر لبداية النشاط اللاحق.

• عندما يكون هناك أكثر من نشاط للاحق للنشاط، نقوم بحساب زمن النهاية المتأخرة للنشاط بان نأخذ علاقته مع كل نشاط على حدى و نحسب LF_j فنختار أصغر قيمة $LF_j = \text{Min}(LF_j)$.
ثم نطبق العلاقة (13) لحساب LS_j .⁽⁴⁹⁾

ج- الاحتياطي الزمني الكلي T :

⁴⁹ - نفس المرجع السابق، ص 151.

ي حسب استخدام العلاقتين التاليتين : $T = LFi - Efi$

$$T = LSi - Esi$$

هـ- الاحتياطي الزمني الحر: ي حسب بطرح الزمن المبكر لنهاية النشاط من البداية المبكرة للنشاط اللاحق:

$$EF_i = ES_j - EF_j \dots\dots\dots (16)^{(50)}$$

من خلال دراسة لهذين النظامين وجدنا أن النظام الموجه للأحداث يقوم على افتراض أنه لا يجوز أي يبدأ نشاط إلا بعد انجاز كافة الأنشطة السابقة له، و يمثل هذا الافتراض واقع علاقات التسلسل بين الأنشطة في معظم الحالات، و لكن بعض الحالات نفرض ضرورة إتباع طريقة تتصف بالمرونة لتوضيح علاقات التسلسل المعقدة بين الأنشطة، هذه المرونة من صفات النظام الموجه للأنشطة الذي يسمح بفترات تقديم و تأخير بداية أو نهاية نشاط الى بداية و أن نهاية نشاط لاحق.

كما يوجد هناك نظام آخر هو النظام المختلط Mixed System يعد هذا النظام نتيجة مطورة لمخطط " جانط " نظرا لأنه يقوم على أساس إسقاط شبكة العمل الممثلة للمشروع و المحددة وفق نظام معين (AOA أو AON) على مقياس زمني بشكل مشابه لما هو متعارف عليه في مخطط جانط، حيث تصبح عناصر الشبكة الزمنية الناتجة عن عملية إسقاط و المتمثلة بأسهم شبكة AOA أو دوائر شبكة AON المحدد على مقياس زمني أفقي ممثلة لعدد الوحدات المقدره لانجاز النشاط. مما يجعل لطول السهم أو طول قطر الدائرة الذين يمثلان النشاط في كل من AOA و AON على التوالي أهمية كبيرة أي يجب أن يتناسب هذا الطول مع الوحدات الزمنية اللازمة لتنفيذ النشاط D_i . (51)

بما أننا تحدثنا عن كل من هذين النظامين بشيء من التفصيل يجب علينا أن نعرض نموذج جانط حتى يتسنى لنا الحديث عن كيفية إسقاط شبكة العمل المصممة بأي نظام من النظامين على محور الزمن الأفقي و هذا ما سنراه في المبحث الموالي.

⁵⁰ - محمود حسين الجنابي، مرجع سابق، ص 331.

⁵¹ - . محمود العبدوي، مرجع سابق، ص 152.

المبحث الثالث: النماذج التقليدية لشبكات الأعمال:

نتيجة للحاجة الماسة لوجود أساليب علمية تساعد المديرين على جدولة و متابعة المشاريع، و كانت أول بوادر التخطيط المبني على أسس علمية و عملية ظهر في بداية القرن العشرين حيث نشر كل من هنري جانط و فريدريك تايلور أول نموذج يربط بين كمية العمل و الزمن على شكل خرائط ذات محورين. و في نهاية الخمسينات ظهر أسلوبين من شبكات الأعمال هما: طريقة المسار الحرج (CPM) و طريقة المراجعة لقيم البرامج (Pert) و يقدم كل من هذين الأسلوبين مدخل بياني لجدولة و تخطيط المشاريع يساعد مدير المشروع في تصور الأزمنة اللازمة و الوقت المتوقع لانجازها و تحديد العلاقات الفنية بينها. و تعتبر كل من هذه الأساليب نموذج تقليديا من نماذج شبكات الأعمال التي قامت على أساسها نماذج شبكات الأعمال التي قامت على أساسها نماذج و أكثر تطورا.

المطلب الأول:مخطط (خرائط) جانط Gantt Chart

يعد الوسيلة التقليدية الرئيسية المستخدمة في وضع خطط المشروعات و مراقبة تنفيذ العمل و تطوره.

1- تعريف أسلوب جانط:

هو أداة إدارية تستخدم لتمثيل معلومات التخطيط بيانيا عن طريق تمثيل أنشطة المشروع في جملة محاور نظامية محورها الأفقي يمثل محور الزمن و يكون المقياس الزمني عادة إما بالأشهر أو الأسابيع أو الأيام أو الساعات و إن أول وحدة زمنية لعمل فعلي في التنفيذ تبدأ من التوقيت 0، بينما يمثل المحور العمودي الأنشطة المكونة للمشروع.

و يمكن أن يحتوي المخطط على معلومات أخرى مثل كمية العمل المطلوبة إنجازه أو المواد المطلوبة.⁽⁵²⁾

يقوم مخطط جانط على أساس تمثيل كل نشاط بقطعة مستقيمة موازية للمحور الأفقي تمثل فاصلة نقطة بدايته على المحور لحظة بدء النشاط بينما تمثل فاصلة نقطة النهاية لهذه القطعة على المحور لحظة

⁵² - حمدي فؤاد علي، الاتجاهات الحديثة في الإدارة - البرمجة الخطية وبيروت- ، دار النهضة العربية للطباعة، بيروت، 1982، ص

الانتهاء. و يكون الفرق بين هاتين الفاصلتين هو طول القطعة و هو عدد الوحدات الزمنية اللازمة لإنجاز النشاط (D).

2- بناء مخطط جانط:

أ- تمثيل أنشطة المشروع: يبدأ تمثيل المشروع من خلال أنشطة وفق تسلسل بدئها الزمني منم الزاوية اليسرى العلوية فتبدأ و القطع المستقيمة الممتلة للأنشطة كأنها متوضعة على القطر الرئيسي لمصفوفة و ترتبط بعضها ببعض بعلاقة لتوازي، حيث تكون كل قطعة منزاحة عن سابقتها الى اليمين أو اليسار.

و بعد الانتهاء من مرحلة التخطيط و الجدولة لكافة مراحل العمل على المنظم أن يدقمه بعناية و يعدله إن كان ذلك لمصلحة العمل و تمهيدا لعملية التنفيذ الفعلي و المثال التالي يوضح ذلك: (53)

الشكل (1، 17) مخطط جانط

| | | | | | | | |
|----------------------|------|---|------|------|------|------|---|
| النشاط | | | | | | | |
| أعمال المساحة | — | | | | | | |
| الحفر و الردم | ———— | | | | | | |
| طبقة التأسيس | | | ———— | | | | |
| طبقة الأساس | | | | ———— | | | |
| طبقة الاسمنت الرابطة | | | | | ———— | | |
| طبقة السمنت السطحية | | | | | | ———— | |
| مدة الأعمال / الأشهر | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |

المصدر: موسى الداربيع، الاساليب الحديثة في ادارة المشاريع. دار المطبوعات للنشر، الاردن، 1996.

ص31.

53 - موسى الداربيع ، مرجع سابق، ص. 31.

ب-تحديد العلاقات الترابطية بين الأنشطة

يمكننا و بعد تمثيل أنشطة المشروع كافة على هذا المخطط و بشكل مباشر أن نميز بين الأنواع التالية من العلاقات بين الأنشطة:

1- علاقة التزامن:

ترتبط مجموعة الأنشطة بعلاقة تزامن إذا كانت فواصل نقاط بداية القطع المستقيمة الممثلة لها متساوية.

2- علاقة تداخل:

تكون الأنشطة مرتبطة بعضها مع بعض بعلاقة تداخل إذا كانت فواصل نقاط نهاية القطع المستقيمة الممثلة لهذه الأنشطة متساوية .

3- علاقة تسلسل منطقي:

لا يمكن لنشاط أن يبدأ إلا بعد انتهاء الأنشطة السابقة له، و تظهر هذه العلاقة بيانيا عندما تكون فاصلة نقطة نهاية قطعة مستقيمة ممثلة لنشاط سابق مساوية لفاصلة نقطة بداية قطعة مستقيمة ممثلة لنشاط لاحق.

4- علاقة تساير:

تكون هذه العلاقة عندما تكون القطعتان المستقيمتان متساويتان في الطول و متوازيتين أي نفس فاصلة البداية و فاصلة النهاية، و ذلك عندما يبدأ النشاطان و ينتهيان في الوقت نفسه.

5- علاقة بداية - بداية و نهاية - نهاية:

يبدأ النشاط اللاحق بعد فترة زمنية من بداية النشاط السابق له و ينتهي بعد فترة من انتهائه، قد تكون فاصلة نقطة بداية القطعة المستقيمة الممثلة للنشاط اللاحق أكبر من نظيرتها للنشاط السابق.⁽⁵⁴⁾

3- مبادئ مخطط جانط:

أ- مزايا مخطط جانط: تتلخص الصفات الإيجابية لهذا المخطط كالآتي: ⁽⁵⁵⁾

- يتم تمثيل الأنشطة ببساطة و كذلك قراءة المخطط و تحليله و فهمه بسهولة.

⁵⁴ - موسى الدرابيع ، مرجع سابق، ص. 32.

⁵⁵ -علي حسين علي وآخرون ، بحوث العمليات وتطبيقاتها في وظائف المنشأة، دار زهران ، عمان ، 1999، ص 279 .

- يعرض تقدم النشاط بوضوح شديد.
- يمثل طريقة سهلة للمقارنة بين المخطط الفعلي و الواقع.
- يعد أداة لا يمكن الاستغناء عنها في تقدير الحاجات من الموارد.
- يمكن من التنبؤ بالتدفق النقدي.
- يعتبر أداة فعالة للتخطيط و الرقابة.
- يساعد على تبادل و نقل المعلومات.
- يستخدم مخطط جانط كوثيقة رئيسية لعملية اتخاذ القرارات الإدارية.
- يؤمن صورة واضحة عن الوضع الحالي للمشروع في أي لحظة زمنية. (56)

حيث يمكننا من تحديد الأنشطة المنجزة عند أية نقطة زمنية و معرفة الأنشطة قيد الإنجاز و تلك التي ستجزها لاحقا.

ب- مساوى مخطط جانط:

بالرغم من المزايا التي يتمتع بها هذا المخطط إلا أنه يتصف بمجموعة من العيوب و المساوى التي تجعله مخططا قاصرا في عملية التخطيط و جدولة و رقابة المشاريع و من أهم هذه العيوب هي:

- يمنع مخطط جانط من إظهار تفصيل كاف يمكن من اكتشاف النقص الجدولي للأنشطة في الوقت المناسب.
- مخطط جانط لا يظهر العلاقات المنطقية بين الأنشطة و بالتالي يصعب تحديد أثر تأخير في إنجاز نشاط ما على زمن إنجاز المشروع.
- لا يلائم مخطط جانط المشروعات الضخمة التي تحتوي على عدد كبير جدا من الأنشطة.
- التأخير في أحد النشاطات يستوجب إعادة النظر في كل الخارطة المكونة للمشروع.
- لا يظهر تأثير احتمالية إنجاز النشاطات و تأثيرها في سير المشروع. (57)

⁵⁶ - نفس المرجع السابق، ص. 280.

⁵⁷ - غالب العباسي، محمد نور برهان، إدارة المشاريع، الشركة العربية المتحدة للتسويق والتوريدات بالتعاون مع جامعة القدس المفتوحة، القاهرة، 2008، ص ص 123-124.

- مخطط جانط لا يعطي معلومات تفصيلية عما تم إنجازه من المشروع إنما قد يعدل لإعطاء مؤشر (نسبة مئوية) عما تم إنجازه من كل نشاط في المشروع.⁽⁵⁸⁾

المطلب الثاني: التحليل بطريقة المسار الحرج: Analysis by Critical path Methode (CPM)

تعد طريقة المسار الحرج من أقدم طرائق التخطيط الشبكي المستخدمة في عملية تخطيط و جدولة المشاريع التي تتم بالتأكد، تمتاز هذه الطريقة باستخدامها الواسع و ببساطتها و سهولة فهمها و تطبيقها.

1- تعريف طريقة المسار الحرج:

طريقة المسار الحرج هي أداة لتخطيط و تنفيذ و مراقبة المشروعات الضخمة و المعقدة باستخدام عامل زمني واحد لكل نشاط فقط، و تقوم على أساس تحديد مجموعة الأنشطة التي يجب أن تعطي اهتماما خاصا في التخطيط و التنفيذ.

في هذه الطريقة زمن إنجاز النشاط D_{ij} له صفة كمية واحدة يتم تقديره بناء على خبرة و معرفة القائمين على عملية تنفيذ المشروع أو بالاعتماد على بيانات فعلية لمشاريع سابقة تشابه مشروع قيد الإنجاز.

- يكمن الهدف الأساسي لهذه الطريقة في تحديد المدة الزمنية اللازمة لإنهاء المشروع، و ذلك من خلال تحديد الأنشطة الحرجة المتوضعة على مسار واحد في شبكة العمل و التي لها احتياطي زمني كلي معدوم TF_{ij} و يستلزم تطبيق أسلوب المسار الحرج الخطوات التالية: ⁽⁵⁹⁾

- رسم شبكة العمل طبقا لتتابع الأعمال و تداخلها .
- تحديد الزمن النهائي لانجاز المشروع و المعروف باسم زمن المسار الحرج.
- حساب زمن البداية و النهاية المبكرة لإنجاز الأزمنة.
- حساب زمن البداية و النهاية المتأخرة لكل نشاط.
- تحديد الزمن الاحتياطي لكل نشاط.

كما تتبع هذه الخطوات في تحديد المسار الحرج طريقتين هما طريقة السرد الكامل و الطريقة التحليلية.

⁵⁸ - نفس المرجع السابق، ص 124 .

⁵⁹ - محمد راتول، نفس المرجع السابق، ص 303.

أ- طريقة السرد الكامل:

1- تحديد {أ} مجموعة مسارات شبكة عمل المشروع عددها n مسار

2- تحديد الأنشطة المكونة لكل مسار و التي عددها k.

3- حساب المدة الزمنية لكل مسار في المجموعة {أ} و ذلك من خلال المعادلة التالية $T(\pi_i)$

$$\sum_{i=1}^k (D_{ij})$$

حيث $T(\pi_i)$ زمن المسار π_i و $i=1,2,\dots,k$ و $j=1,2,\dots,k$

4- نختار القيمة العظمى للمجاميع التي عددها يساوي عدد المسارات

$$\text{Max } (\pi_i) = T(\pi_c)$$

حيث $T(\pi_c)$ زمن المسار الحرج الذي رقمه C و الذي ينبغي توجيه الاهتمام إليه و توفير اليد

العاملة و الموارد الكافية لانجاز أنشطة حتى لا يتأخر إنجاز المشروع. و تعد مدة هذا المسار هي

(T) أي المدة المقدرة لانجاز المشروع، و قد يكون في الشبكة أكثر من مسار حرج. (60)

ب- الطريقة التحليلية:

كما سبق الذكر عن الأنظمة التي تقوم عليها نماذج شبكات الأعمال و بينا كيف يتم حساب الزمن المبكر و

المتأخر و الاحتياطي لكل نشاط، و ذلك حسب كل نظام و لكل نشاط زمن احتياطي معدوم هو نشاط حرج

و مجموعة الأنشطة الحرجة المتتالية من بداية الشبكة الى نهايتها تشكل مسارا حرجا.

و بالنسبة للمسارات غير الحرجة التي تحوي أنشطة حرجة و أخرى غير حرجة و التي يكون طولها أقل من

طول المسار الحرج تملك فائضا زمنيا يحسب بالعلاقة التالية: $T_{(F)} \pi_i = T - T(T\pi_i)$

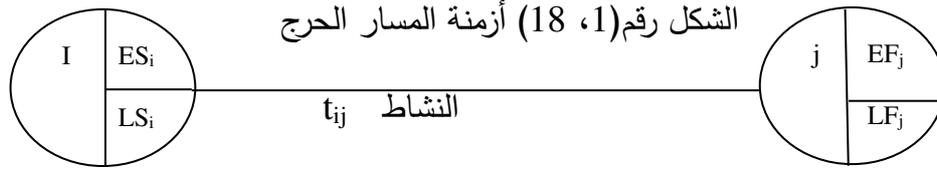
حيث $T_{(F)} \pi_i$ هو الاحتياطي الزمني للمسار π_i و هو الفرق بين زمن المسار الحرج و بين زمن ذلك المسار

π_i .

نبين توضع أزمنة المسار الحرج في الشكل التالي: (61)

⁶⁰ - مؤيد عبد الحسين الفضل، المنهج الكمي في إدارة الوقت. دار المريخ للنشر والتوزيع، الرياض-السعودية، 2008، ص 195.

⁶¹ - عبد الرسول عبد الرازق الموسوي، مرجع سابق، ص 180.



المصدر: عبد الرسول عبد الرزاق، المدخل لبحوث العمليات، ط1، دار وائل للنشر، الاردن، ص.180.

و هذا ما نوضحه في المثال التالي:

مثال 1: فيما يلي مجموعة الأزمنة اللازمة لإتمام مشروع معين و كما هو موضح في الجدول التالي: (62)

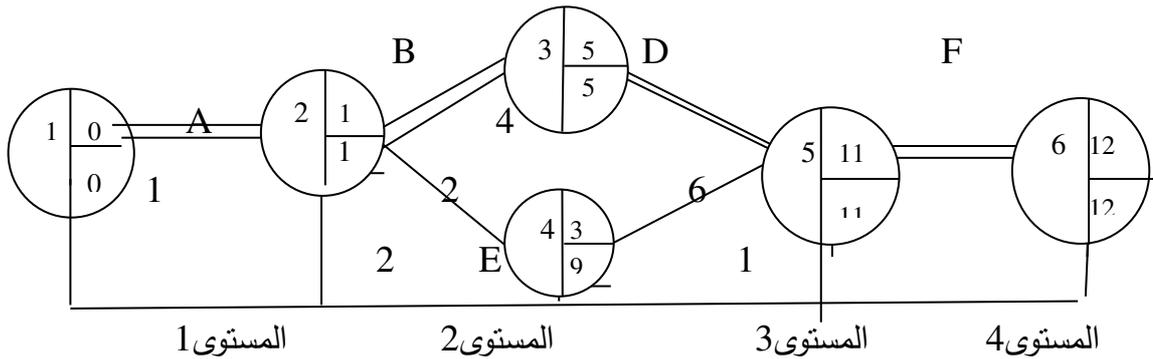
الجدول رقم (1، 3): أنشطة المشروع

| الترتيب | النشاط | النشاط السابق | الوقت اللازم (الأشهر) |
|---------|--------|---------------|-----------------------|
| 1 | A | - | 1 |
| 2 | B | A | 4 |
| 3 | C | A | 2 |
| 4 | D | B | 6 |
| 5 | E | C | 2 |
| 6 | F | D.E | 1 |

المصدر: دلال صادق الجواد، بحوث العمليات، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان -الأردن، 2008، ص238.

المطلوب: رسم الشبكة - حساب مختلف الأزمنة و تحديد المسار الحرج.

الشكل رقم (1، 19) رسم الشبكة



المصدر: دلال صادق الجواد، بحوث العمليات، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان -الأردن، 2008، ص238.

62 - دلال صادق الجواد، بحوث العمليات، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان -الأردن، 2008، ص 238.

ينجز المشروع من خلال 6 أنشطة و في 12 شهر و من خلال 4 مستويات من خلال الرسم بين المسار الحرج هو: F,D,B,A.

و من خلال الرسم بين كل من A و B و D و F أنشطة حرجة حيث $LS_i = ES_i$

المطلب الثاني: ضغط شبكة طريقة المسار الحرج (CPM):

حيث نتمكن من دراسة طرائق ضغط شبكة CPM يجب توضيح أولا العلاقة بين الزمن و التكلفة.

1- العلاقة بين الزمن و التكلفة

طريقة CPM تخص بدراسة التكاليف و علاقتها بالزمن بالزمن لإنجاز المشروع و نفرض أن هذه العلاقة معروفة و أنها علاقة خطية و هذا وفق الشكل التالي: $D_{ij} = a_{ij} - C_{ij}$ ، حيث D_{ij} ميل منحى التكلفة و هذا مقدار المبالغ الإضافية اللازمة لضغط زمن النشاط بوحدة واحدة، و يحسب بالعلاقة التالية :

$$D_{ij} = \frac{C_{ij} - C_{ij}}{D_{ij} - D_{ij}}$$

و هذه العلاقة فيما يخض التكلفة المتغيرة أما التكلفة الثابتة فهي ذات علاقة خطية مع الزمن من الشكل

$$C_{ij} = a_{ij} - d_{ij} d_{ij}$$

بما أن أهم ما تهدف إليه طريقة CPM هو المفاضلة بين الزمن و التكلفة بغية تقليص للمشروع من خلال زيادة الموارد فهي تضع المدير و المخطط في موقف الاختيار بين أن ينفذ المشروع في الزمن الطبيعي و يتقضى التكلفة الإضافية أو أن يتحمل تكاليف إضافية و يتم المشروع في الزمن المضغوط، و من أهم طرائق ضغط الشبكات ما يلي: (63)

1- طريقة الضغط خطوة خطوة لأنشطة المسار الحرج:

يتطلب ضغط الشبكة وفق هذه الطريقة القيام بالخطوات التالية:

- تحديد أنشطة المشروع و العلاقات المنطقية بينها.
- تقدير المؤشرات التالية لكل نشاط : $D_{ij}, d_{ij}, C_{ij}, C_{ij}$
- تحديد الأنشطة الحرجة بناء على الأزمنة الطبيعية و الأزمنة المسارات جميعا.
- حساب ميل D_{ij} منحى التكلفة لكل نشاط.

⁶³ - انغام الباقية، مرجع سابق. ص . 222.

- نختار النشاط الحرج ذا الميل الأقل و نخفض زمنه بمقدار وحدة واحدة و بالتالي زمن المشروع بوحدة واحدة.
- إذا كانت التكاليف الكلية للمشروع أقل من تلك المجموعة بالاعتماد على زمن المشروع المحدد باستخدام الأزمنة الطبيعية للأنشطة.
- حيث تحسب تكاليف المشروع TC و التي تساوي حاصل مجموع تكلفة الضغط و جداء التكاليف الثابتة في الوحدة الزمنية المضغوطة في التكلفة المتغيرة.
- للاستمرار في عملية الضغط نعد حسابات الجدولة من جديد و نحدد الأنشطة الحرجة من جديد حتى تصبح التكاليف الإجمالية للمشروع أكبر مما كانت عليه قبل الضغط.

2- طريقة الضغط باستخدام الاحتياطي الزمني الحر: (64)

تعتمد هذه الطريقة على الاحتياطي الزمني الحر للأنشطة الغير حرجة في عملية ضغط المشروع و تتم عملية الضغط وفق الخطوات التالية:

- 1- حساب حدود فترة الضغط لكل نشاط و ذلك بعد أن نقوم بالخطوات الأربعة الأولى في الطريقة السابقة.
- 2- ترتيب أولوية البدائل بالاعتماد على ميل منحى التكلفة و حدود فترة الضغط لكل نشاط.
- 3- حساب الاحتياطي الزمني الحر للأنشطة غير الحرجة في حالة الحصول على مسار حرج أو اكثر.
- 4- تحديد الأنشطة التي لها احتياطي زمني حر موجب.
- 5- تحديد النشاط الحرج الذي له أقل ميل لمنحى التكلفة لضغط زمنه على أن تحديد الحدود التي يتم ضغط زمن هذا النشاط في إطارها.
- 6- يتم ضغط النشاط الحرج بمقدار الاحتياطي الزمني الحر الموجب.
- 7- تكرر عملية الضغط على نفس المنوال حتى تصبح مسارات الشبكة حرجة، و من خلال الطريقتين السابقتين نلاحظ لا تلائم المشروعات الكبيرة و لا حتى المتوسطة نظرا لحاجتها لوقت و جهد كبيرين و هذا بسبب الحسابات الكثيرة و المطولة، فكلما زادت درجة تعقيد المشروع فكلما أصبحت عملية الضغط شبه مستحيل يدويا و من الضروري اللجوء الى برمجيات خاصة بهاتين الطريقتين.

64 - نفس المرجع السابق، ص ص. 223-224.

3- طريقة البرمجة الخطية:

يتم تحديد التكلفة الاجمالية الأقل للمشروع و الأزمنة الأقل للأنشطة باستخدام أسلوب البرمجة الخطية حيث يتم صياغة نموذج البرمجة الخطية لضغط شبكة CPM المصممة وفق نظام AOA كما يلي:

$$\text{Min } c = \sum C_{ij} = \sum [a_{ij} - b_{ij} t_{ij} + tx_n] \text{ دالة الهدف}$$

$$X_j - X_i \geq T_{ij} \text{ القيود الخاصة بالأحداث:}$$

$$T_{ij} \leq D_{ij} \text{ القيود الخاصة بالأنشطة:}$$

$$T_{ij} \geq D_{ij}$$

$$X_i \geq 0 \text{ } i= 1,2,\dots,n \text{ شرط عدم السلبية:}$$

$$T_{ij} \geq 0$$

حيث: T_{ij} الزمن الأقل لإنجاز للنشاط .

C: التكلفة الثابتة بالوحدة الزمنية الواحدة.

X_j : زمن إنجاز الحدث حيث $i=1,2,\dots,n$

X_n : الزمن المبكر لحدث نهاية المشروع.

و بحل هذا النموذج نحصل على قيم T_{ij} و التي تمثل الزمن المثالي لإنجاز الأنشطة و التكلفة الإجمالية الأقل و المثلى. (65)

المطلب الثالث: محاسن و مساوئ طريقة المسار الحرج (CPM):

إن استخدام طريقة المسار الحرج توفر لنا معلومات بالغة الأهمية يمكن استخدامها في إنجاز المشروع وبالتالي لها مجموعة من المحاسن تجعل من فرق و مدير المشروع أن يعتمد عليها في دراسة و تقييم مدة إنجاز المشروع، و رغم ذلك فطريقة المسار الحرج لها بعض العيوب التي تتطلب توجيه اهتمام خاص بها.

1- محاسن طريقة CPM:

تتجلى محاسن هذه الطريقة فيما يلي:

- تسمح بإدارة المشروع و التحكم في المدة الزمنية له.
- هي أداة من الأدوات التي تساعد على عملية التنبؤ في المؤسسة.

65 - Nahmias , Steven ,**Production and Operations Analysis**, 3rd.ed. Irwin, U S. A. 1997 ,P 517.

- من خلال طريقة CPM يمكن المدير المشروع أن يحدد الأنشطة التي يمكن أن تحدث له مشكلة إذا لم يتم مراقبتها و إدارتها بشكل فعال. (66)
- من خلال هذه الطريقة يمكن أن تحدد العوائق و المخاطر قبل انطلاق المشروع.
- تمكن مديري المشروع من تحديد المسارات الحرجة التي تؤثر على حياة المشروع.
- تستخدم في تحديد التكاليف المباشرة و غير المباشرة أثناء عملية تخطيط و جدولة المشاريع.
- من خلال تحديد مسارات المشروع يمكن تسريع المشروع قبل موعد استحقاقه بتحديد أقصر وقت ممكن و أقل تكلفة. (67)

2- عيوب طريقة المسار الحرج:

تتمثل هذه العيوب فيما يلي:

- لا تقوم حسابات طريقة المسار الحرج بإدراج الموارد في صياغتها فهي تقتصر فقط على أزمنة الأنشطة.
- استخدام مدة زمنية قاطعة فإن الافتراض الأساسي في طريقة المسار الحرج أن أزمنة تنفيذ المشروع هي أزمنة أكيدة و واحدة إلا أن في الواقع قد يفرض احتمالية حدوث ظروف ما تؤدي الى تغيير أزمنة الأنشطة.
- تستند عملية رقابة المشروع الى المسار الحرج فأتثناء التنفيذ قد يتأخر نشاط ما ليس على المسار الحرج و يؤثر على زمن المشروع بالزيادة. (68)
- تكون تقديرات زمن النشاط في طريقة CPM محكومة بأهواء و ميول من يقدرها فالشخص القائم بعملية التقدير قد يكون متفائلا فيقدم تقديرات لزمن النشاط ليكون قصيرا أو يقدم تقديرات تكون فيها أزمنة النشاط مطولة عندما يكون متشائما.
- تجاهل الموعد النهائي لانتهاء المشروع فطريقة CPM لاندراج أي مواعيد نهائية تقيد المدة الزمنية للمشروع.
- طريقة المسار الحرج اهتمامها الأول و الأخير بأزمنة الأنشطة فهي لا تعالج الجوانب المتعلقة بتخفيض تكاليف المشروع.

66 - سونيا محمد البكري ، استخدام الأساليب الكمية في الإدارة، مطبعة الاشعاع، الإسكندرية، 1997، ص130.

67 - نعيم نصير، مرجع سابق، ص. 195.

68 - سونيا محمد البكري، مرجع سابق، ص. 131.

- تفرض طريقة CPM أنه يوجد نقاط تقسيم دقيقة فحيث ينتهي النشاط الأول و يبدأ الآخر و لكن في الواقع قد يبدأ نشاط ما قبل أن ينجز النشاط السابق. (69)

المطلب الرابع أسلوب تقييم و مراجعة البرامج Program Evaluation & Review Technique (Pert):

لقد ظهر هذا النموذج تزامنا مع نموذج المسار الحرج و بالتحديد في سنة 1958 في إحدى الشركات الأمريكية لصناعة الصواريخ و مكنت هذه التقنية المديرين من تخطيط و جدولة و مراقبة المشاريع الضخمة و المعقدة و هذا بتوظيف ثلاث تقديرات زمنية.

1- تعريف أسلوب Pert:

هناك تعاريف متعددة و مختلفة لتقنية Pert إلا أن مغزاها واحد و من أبرز هذه التعاريف نذكر:

" تقنية Pert هو أداة و وسيلة من وسائل التفكير العلمي السليم الذي يساعد في حل العديد من مشاكل التخطيط و الرقابة حلا عمليا سليم ". .

" أسلوب Pert هو من أهم التقنيات التي تهدف المؤسسة من ورائها الى تحقيق السير العقلاني لمواردها فهي وسيلة لتخطيط الوقت اللازم لتنفيذ المشاريع بتقسيمها الى أنشطة متتابعة و مترابطة مما يسهل مراقبة إنجازها". (70)

" طريقة Pert هي أسلوب تقييم البرامج و التقنيات لإيجاد المسار الحرج لشبكات الأعمال التي تتصف بعدم التأكد في الأوقات المطلوبة في تنفيذ أنشطة المشاريع و التي تتم بعدم توافر معلومات أكيدة عن الأوقات المطلوبة لأداء الأنشطة المختلفة خاصة في مجال البحوث العلمية و المشاريع الجديدة غير المسبوقة بحالات مماثلة". (71)

و من مجمل هذه التعاريف نستخلص أن الطريقة أو أسلوب تقييم و مراجعة البرامج هي الطريقة التي تقوم على أساس أن زمن إنجاز المشروع لا تكون محددة أو مؤكدة بل تكون عشوائية لوجود عوامل و متغيرات و أطراف خارجية تؤثر في إنجاز العملية.

⁶⁹ - نعيم نصير، مرجع سابق، ص196.

⁷⁰ - محمد سالم الصفدي، مرجع سابق، ص 351.

⁷¹ - Boualem Benmazouz, Recherche Opérationnelle de gestion, Atlas éditions, mars 1995, P193-

فمن الصعب الاعتماد على تقدير واحد لزمن النشاط و بالتالي زمن كل نشاط متغيرا عشوائيا خاضعا لتوزيع احتمالي معين و ليس مقدارا ثابتا، و هذه التوزيعات الاحتمالية المستمرة.

2- أهمية التوزيعات الاحتمالية المستخدمة في Pert:

إن أهم التوزيعات الاحتمالية المستمرة التي يمكن استخدامها في تقدير أزمنة إنجاز الأنشطة في Pert هي:

أ- التوزيع المثلثي Triangular Distribution:

هو توزيع احتمالي مستمر يستخدم عندما تكون البيانات الفعلية مفقودة أو لم يتم جمعها أو غير ممكن جمعها، و هذا التوزيع معرف على المجال [a,b] هو من الشكل:

$$F(x) = \begin{cases} \frac{2}{b-a} & a \leq x \leq m \\ \frac{2}{m-a} & m \leq x \leq b \end{cases}$$

حيث $F(x)$ التوزيع الاحتمالي و يحفظ الشرط $\int_a^b f(x)dx = 1$

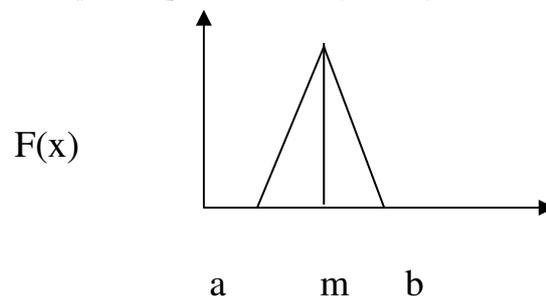
و a الحد الأدنى و b الحد الأعلى و m القيمة الأكثر احتمالا و القيم المميزة لهذا التوزيع هي :

$$\bar{x} = \frac{1}{3} (a + b + m)$$

$$S^2 = \frac{1}{18} (a^2 + b^2 + m^2 - ab - am - bm)$$

يأخذ هذا التوزيع الشكل البياني التالي: (72)

الشكل رقم (1، 20) منحنى التوزيع المثلثي



المصدر: أحمد ادريس مرعي، مقارنة بين التوزيع ثنائي القوة وتوزيع بيتا في اسلوب تقييم

ومراجعة المشاريع، مجلة تنمية الرافدين، العدد94، المجلد31، 2009، ص. 289

72 - أحمد ادريس مرعي، مقارنة بين التوزيع ثنائي القوة وتوزيع بيتا في اسلوب تقييم ومراجعة المشاريع، مجلة تنمية الرافدين، العدد94، المجلد31، 2009، ص. 289.

ب-التوزيع المنتظم : Uniform Distribution

يستعمل هذا التوزيع لتقدير الزمن اللازم لإنجاز نشاط ما ، و ذلك بتحديد الحد الأعلى و الحد الأدنى لذلك النشاط و هو من الشكل:

$$F(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a} & \text{Si } a \leq x \leq d \\ 0 & \text{other wise} \end{cases}$$

و قيمة وسطه الحسابي و تباينه هما:

$$X = \frac{a+d}{2}, \quad \delta^2 = \frac{(d-a)^2}{12}$$

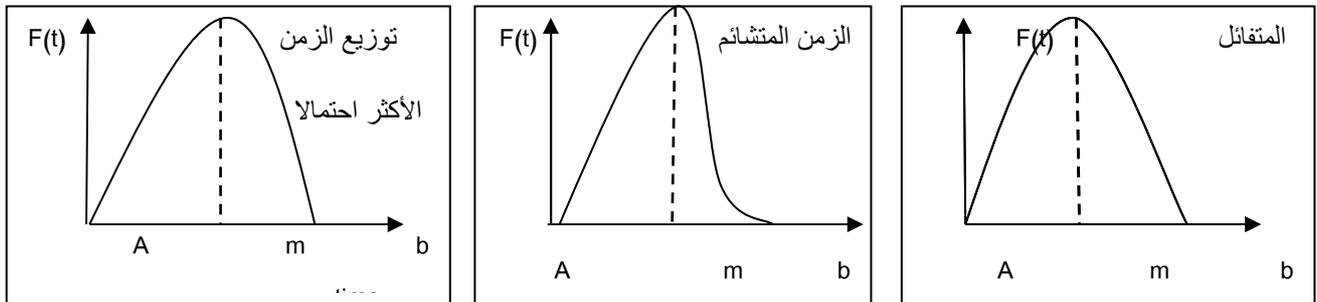
3-توزيع Pert - B:

يستخدم هذا التوزيع عندما تكون البيانات الفعلية مفقودة و يقوم هذا التوزيع على ثلاث تقديرات لزمّن إنجاز النشاط هي:

- الزمن المتفائل a: و هو الحدث الأدنى لزمّن النشاط في ظل ظروف مثالية.
- الزمن المتشائم b: و هو الحد الأعلى لزمّن النشاط ينفذ في أسوء الظروف.
- الزمن الاحتمالي m: و هو الزمن اللازم لإنجاز النشاط في ظل ظروف اعتيادية و التي سبق و أن تحققت في الحالات المماثلة للنشاط نفسه حيث $a \leq m \leq b$.

تكون نقطة التحدب عند m و نقاط النهاية عند a,b و هذا كما توضحه الأشكال التالية:

الشكل رقم (1، 21) الأوقات التقديرية الثلاث و علاقتها بمنحنى توزيع B.



المصدر: مؤيد الفضل، تقييم وإدارة المشروعات المتوسطة والكبيرة. ط1، دار الوراق للنشر والتوزيع، عمان ، 2009، ص. 224.

و يحدد متوسط هذه التقديرات بالعلاقة التالية:

$$T = \frac{a+4m+b}{6}$$

$$\delta^2 = \frac{(b-a)^2}{36}$$

لاستخراج المدة المتوقعة لانجاز المشروع يقوم بجمع أزمنة الأنشطة الحرجة التي نرسم لها ب(Tc) .

أما تباين المسار الحرج هو مجموع تباينات الأنشطة الحرجة $\delta^2 = \sum \delta_{ij}^2$ هذا إذا كان لدينا مسار حرج واحد أما إذا كان لدينا أكثر من مسار فإن قيمة δ^2 تكون مجموع δ_{ij}^2 للمسار أكثر تباينا (المسار الأطول) .

و بالتالي نستطيع حساب احتمال انجاز المشروع في زمن محدد T

$$P = \Phi \left[\frac{T-T}{\delta} \right]$$

حيث Φ قيمة تابع التوزيع الاحتمالي المعياري عند النقطة $\left[\frac{T-T}{\delta} \right]$ (73)

4- ضغط شبكة Pert:

نشير إلى أن طرق ضغط الشبكات في نموذج CPM نستخدم الضغط شبكة Pert بالاضافة الى هذه الطرق يوجد طرق أخرى لضغط شبكة أهمها:

أ- ضغط زمن انجاز المشروع باستخدام الاحتياطي الزمني في ظل أسلوب Pert/Cost:

تقوم هذه الطريقة على أساس المفاضلة بين الاحتياطي الزمني للنشاط و الزمن المضغوط أيهما أقل، و تتم عملية الضغط كما يلي:

- تقدير المؤشرات التالية لكل نشاط $D_{ij}, d_{ij}, C_{ij}, c_{ij}$
- رسم الشبكة و تحليلها وفقا للأزمنة المضغوطة و تحديد المسار الحرج و من ثم يضغط زمن هذه الأنشطة، نبدأ بالنشاط الذي له أكبر ميل منحنى التكلفة. و نكرر العملية لجميع الأنشطة غير الحرجة التي لا تنتمي إلا لمسار واحد فقط.
- نحدد الأنشطة غير الحرجة التي تنتمي الى أكثر من مسار غير حرج و نختار النشاط و الميل ذا التكلفة الأكبر و نقارن بين زمنه الاحتياطي و عدد وحدات الضغط أيهما أقل.

73 - سلمى ثابت و ذاكر الالوسي، تقدير أسلوب PERT المعدل (مع تطبيق عملي)، مجلة الإدارة والاقتصاد ، العراق، العدد76 ، 2009، ص ص. 187 - 188.

- نكرر هذه الخطوات حتى تصبح جميع مسارات الشبكة حرجة و ممكن أن قد يكون هناك مسار غير حرج لكن قد تكون أنشطة حرجة نتيجة الضغط. (74)
- ب- طريقة الضغط الاحتمالي:

بما أن منهج Pert يقوم على أساس أن الزمن متغير عشوائي يخضع لتوزيع احتمالي معين مما يؤدي الى عدم صلاحية طرائق الضغط التي تخضع لها طريقة CPM التي تقدر الزمن في ظروف التأكد و للتغلب من عدم دقة النتائج و غموضها نعتمد على البرمجة الخطية المقيدة للحصول على ضغط احتمالي مثالي لشبكة Pert و يتم إعداد هذا النموذج على مرحلتين، المرحلة الأولى: تتم فيها صياغة نموذج البرمجة الخطية المحدد و الثانية يتم فيها تحويل النموذج إلى نموذج مقيد احتماليا. (75)

- صياغة نموذج البرمجة الخطية المحدد:

$$\text{دالة الهدف } \text{Min } Z = \sum D_{ij} t_{ij}$$

$$\text{قيد المسار الحرج } \sum t_{ij} \geq C$$

حيث: C مقدار التخفيض في زمن إنجاز المشروع.

t_{ij} عدد الوحدات الزمنية التي يضغط فيها زمن إنجاز النشاط (i,j)

b_{ij} ميل منحنى التكلفة .

القيد الخاصة بالحدود العليا للضغط

$$t_{ij} \leq D_{ij} - d_{ij}$$

D_{ij} الزمن الطبيعي اللازم للنشاط d_{ij} الزمن المضغوط اللازم لإنجاز النشاط.

t_{ij} عدد الوحدات التي سيضغط بها زمن النشاط.

- كما يجب ان يكون الفرق بين مجموع الأزمنة اللازمة لإنجاز الأنشطة غير الحرجة الواقعة على مسار فرعي و مجموع الأزمنة اللازمة لإنجاز الأنشطة غير الحرجة التي تصل بين بداية و نهاية تلك المسار الحرج أصغر أو يساوي الاحتياطي الزمني الكلي للسلسلة.
- مع شرط عدم السلبية لجمع المتغيرات.

⁷⁴ - أنعام باقية، مرجع سابق، ص ص 223-224.

⁷⁵ - نفس المرجع السابق، ص 224.

• نموذج البرمجة الخطية المقيد احتماليا:

نحصل على هذا النموذج بتحويل نموذج البرمجة الخطية المحدد الى نموذج برمجة خطية مقيد احتماليا بفرض أن جميع القيود هي احتمالية تنفذ باحتمال هو $1 - \sigma$ فالطرف الثاني للقيود هو احتمالي يحسب له التباين و الانحراف المعياري على الشكل التالي:

$$\sum T_{ij} \geq \sum D_{ij} - T$$

حيث T الزمن المطلوب لإنجاز المشروع بمقدار ثابت

$$\sum D_{ij} \text{ متغير عشوائي وسطه } \bar{D}_{ij} \text{ و تباين المسار } \delta^2 = \sum \delta^2$$

$$C = \sum D_{ij} - T \text{ نفرض أن}$$

$$\sum T_{ij} \geq C - \delta Z\sigma \text{ يصبح القيد احتماليا كما يلي:}$$

حيث $Z\sigma$ هي قيمة متحول التوزيع التكاملي المستخرج من جدول التوزيع الطبيعي المعياري.

و هكذا بالنسبة لبقية القيود السابقة تصبح الأطراف اليمنى احتمالية بصريها في $\delta Z\sigma$.

نقوم بتغيير قيم σ و نفاضل بين البدائل و نختار الأفضل الذي يتلائم مع واقع المشروع مقابل كل زيادة في الاحتمال $1 - \sigma$ بمقدار 1%.⁽⁷⁶⁾

5- فوائد و مساوئ طريقة Pert:

• فوائد طريقة Pert:

توجد فوائد عديدة لطريقة Pert نذكر منها: ⁽⁷⁷⁾

- التخطيط الفعال: تجبر هذه الطريقة الإدارة على التخطيط المفصل و تعريف ما يجب عمله لإنجاز أهداف المشروع في الوقت المحدد.
- تمكن طريقة Pert بتقدير احتمالات نجاح تطابق أوقات أو النجاح في إنهاء المشروع في وقت مبكر إنهاء المشروع في وقت متأخر.سهولة فهم الطريقة بسبب تقديمها لرؤية شمولية للمشروع و بالتالي تستطيع الإدارة أن تشرح الطرق للمتفرفين و العاملين بطريقة تزداد معها فرض تنفيذ المشروع .تسمح

⁷⁶ - سلمى ثابت وذاكر الالوسي، مرجع سابق، ص194.

⁷⁷ - نعيم نصير، مرجع سابق، ص.195.

- طريقة Pert بمراقبة و متابعة الانحرافات عن البرنامج المعد حال إكتشافها مما سيؤدي الى التقليل من التأخيرات.
- تمكن طريقة Pert من الاستخدام السليم للموارد من خلال فحص الخطة الكلية و يمكن نقل الموارد إلى نقاط اختناق في الأنشطة الأخرى.
 - تعتبر طريقة Pert أكثر واقعية هذا ما أثبتته التجارب العلمية حيث أنها تأخذ في الحسبان الظروف المختلفة التي يمكن أن يواجهها المشروع عند التنفيذ العلمي.
 - إن التقدير الزمني في هذه الطريقة يجبر منفذ القرار أن يأخذ في الحسبان عدم التأكد الذي يحيط بالمشروعات المراد تخطيطها و رقابتها و لا سيما المشاريع الغير متكررة و هذا ما يساعد الإدارة على تحديد مواعيد إنجاز المشروعات المختلفة عند إجراء التعاقدات المختلفة.
- عيوب طريقة Pert: (78)

تعرض أسلوب Pert لبعض الانتقادات نتيجة لما لها من عيوب و من أهم هذه العيوب ما يلي:

- تفرض طريقة Pert أن الأنشطة مستقلة لكن في الواقع يكون زمن نشاط معتمدا على الصعوبات المواجهة في إنجاز الأنشطة الأخرى حيث أنها تعرف أنشطة المشروع و تحدها على انها موجودات لها نقاط بداية و نهاية واضحة جيدا، تلك الأنشطة المحددة و الشبكة المصممة لها تقود الى الحد من المرونة التي تطلب للتعامل مع حالات التغيير مع تقدم المشروع فأزمنة المشروع مرتبطة مع بعضها حيث يكون زمن نشاط ما معتمدا على زمن نشاط أو أكثر.
- يمثل الحصول على ثلاث تقديرات زمنية صحيحة لوضع الصيغة فمن الصعب غالبا الوصول إلى تقدير زمن نشاط واحد.
- إن قيم المتوسط و التباين المستخدمة في أسلوب Pert للتوزيع الإحصائي (B) ما هي إلا متوسطات و تباينات لقيم متطرفة و ليس المتوسطات و متغيرات عشوائية يتم بها تقدير الأوقات الثلاثة.
- إن الوقت المتوقع لإتمام المشروع باستخدام أسلوب Pert هو دائما تقدير يميل الى أن يكون أقل من المتوسط الفعلي.
- إن اختيار توزيع (Beta) تم التوصل الى أن صيغ الوسط و التباين في الواقع معدلة و من المتوقع أنها تقود الى أخطاء مطلقة بدرجة 10% لأجل القيمة المتوقعة و 5% لأجل التباينات المستقلة.

خلاصة الفصل الأول :

إن عملية اتخاذ القرار بشأن أي مشروع ليست بالأمر الهين و البسيط فهي تتطلب أسس علمية يجب على المسير أو القائم على المشروع أن يعتمد عليها و يوليها الجانب الأكبر في تسيير المشروع، بعدما تجاوز مرحلة التجربة و الخطأ التي كانت تعتبر المؤشر الوحيد في عملية التسيير بالإضافة إلى الخبرة السابقة.

لعبت أساليب التحليل الشبكي في النصف الثاني من القرن الماضي دورا بارزا في عملية تحليل أنشطة المشروع و التعرف على انتكاسات التي تواجه المشاريع و ظهرت هذه الأساليب كأداة فعالة في معالجة الانحرافات و القصور في إنجاز المشاريع، و هذا ابتداء من ظهور خرائط GANTT الذي سهل عملية تقسيم الأنشطة و تجزئتها و تحديد المدة الزمنية لكل نشاط، و بعد قصور هذا المخطط و المتمثل في عدم قدرته على توضيح العلاقات المنطقية بين الأنشطة و من جهة و ظهور المشروعات الإنتاجية الضخمة و المعقدة من جهة أخرى و هذا ما دفع العلماء و الباحثين للبحث عن أساليب جديدة تلائم هذه التعقيدات و ظهرت طريقة المسار الحرج (CPM) التي تعد أداة للتخطيط و المراقبة التي تستخدم عامل زمني واحد لكل نشاط فقط، و تعتمد بدرجة كبيرة على الأنشطة الواقعة على المسار الحرج. و تقنية تقويم و مراجعة البرامج Pert الذي تم من خلاله وضع ثلاث تقديرات زمنية لكل نشاط و ظهرت الطريقتين السابقتين أولا بنظام تعتمد على تمثيل النشاط بسهم على الشبكة (AOA) و في بداية السبعينات استخدم نظام جديد يقوم على أساس تمثيل النشاط على العقدة (AON).

الفصل الثاني:

نماذج شبكات

الأعمال الحديثة

تمهيد:

لم تعالج نماذج شبكات الأعمال التقليدية عموماً و منهج Pert الإحصائي خصوصاً مسألة عدم التأكد الموافق لأزمة أنشطة المشروع، رغم أن نموذج Pert يعتمد على معلومات ذات طبيعة احتمالية إلا أن الزمن اللازم لإنجاز أي نشاط يبقى غير معلوم أو مؤكد. أي تبقى هناك حالة من عدم التأكد تستلزم ضرورة استخدام الطريقة الاحتمالية.

و الإدارة تسعى بشكل دائم للوصول إلى تقنيات تحكم أفضل و ذلك لمواكبة التعقيدات و الكم الهائل من البيانات و الأوقات المحددة للانتهاء، و لقصور نماذج شبكات الأعمال التقليدية ظهرت نماذج حديثة و القائمة على أساس أن تقديرات النظرية الاحتمالية لمتغير الزمن هي تقديرات غير مؤكدة نظراً لإهمالها العوامل النوعية المؤثرة في عامل الزمن كالظروف الحدية المحيطة بعملية تنفيذ المشروع، عوامل الخبرة و المهارة اليدوية و المورد البشري المنفذ و المشرف على المشروع و جودة المواد المستخدمة في عملية التنفيذ كالألات و المعدات... الخ

و من بين النماذج الحديثة التي ظهرت و تطورت اعتماداً على الأساليب التقليدية، تقنية التقويم و المتابعة البيانية GERT التي تنظر الى عمليات المشروع على أنها أحداث احتمالية أكيدة و غير أكيدة، و بعد ظهور نظرية المجموعات الضبابية استخدمت في تقدير الأزمنة اللازمة لتنفيذ أنشطة المشروع و هذا من خلال وضع نموذج الشبكة الضبابية و التي تهدف الى تحديد كل من الزمن الواسطي و الأصغري و الأعظمي للمشروع.

و للتغلب على العيوب السابقة المتمثلة في إهمال الأنشطة غير الحرجة و صعوبة إدراك حالات عدم التأكد قدمت صياغة جديدة لأسلوب Pert التقليدي فظهرت شبكة مسار Pert (PPN). و سنتطرق لهذه النماذج بالتفصيل في هذا الفصل

المبحث الأول: تقنية التقويم البياني و المراجعة

Graphical Evaluation and Review Technique (GERT)

تفترض نماذج شبكات الأعمال التقليدية أن أنشطة المشروع محددة بدقة و ستتجزأ تماما و لا يمكن أن يبقى نشاط واحد دون تنفيذ طوال مدة الإنجاز. فكل نشاط وفق هذه النماذج ينجز بطريقة تنفيذية معينة لا تؤخذ في الحسبان الطرائق البديلة و الاختيارية لتنفيذ المشروع مما يجعل بنية تقسم العمل خالية من وجود أي نشاط بديل لنشاط آخر فظهرت تقنية GERT لتعالج هذه القصور التي ترى أن شبكة في شكلها الكلي احتمالية في حد ذاتها و ليس فقد زمن النشاط هو المقدار الاحتمالي، سنوضح في هذا المبحث هذه التقنية من خلال النقاط التالية:

المطلب الأول: تعريف (GERT) و خطوات تحليله

يعتمد نموذج GERT تطورا لنموذج Pert التقليدية و هذا ما يوضحه تعريف هذا النموذج.

• تعريف أسلوب GERT:

- يعتبر أسلوب GERT أحد أساليب تحليل شبكات الأعمال التي تستخدم في تخطيط و مراقبة المشروع التي تتطلب فحص خطواتها أو أنشطتها قبل إتمامها مما ينشأ أمام الإدارة عدة احتمالات نتيجة لذلك الفحص تتعلق بقبول تنفيذ النشاط أو عدم قبوله و كذا إعادة التنفيذ. (1)
- هو حالة معدلة لكل من أسلوب (CPM,PERT) و يقوم هذا الأسلوب على افتراض جميع الأزمنة تأخذ مكانها و لكن كل نشاط له احتمالية الحدوث في شبكة الأعمال.
- أسلوب GERT هو الأسلوب الذي يتصف بالخصائص التالية: (2)
 - ✓ كل شبكة تتألف من عدة نشاطات و عقد و ترتبط في تسلسل منطقي.
 - ✓ كل نشاط في الشبكة يرافقه مقدار احتمال إنجازه.
 - ✓ إن تحقيق الشبكة يحصل بتحقيق مجموعة معينة من الاحتمالات المرافقة للأنشطة و الأحداث.

¹ - محمد عبد الفتاح الصيرفي، الأسلوب الكمي في تخطيط المشروعات شبكات الأعمال للمبتدئين، ط1، دار صفاء للنشر و التوزيع، عمان- الأردن، 2002، ص 99.

² - محمود العبيدي، مرجع سابق، ص.364.

و من خلال التعاريف السابقة نستخلص أن نموذج أسلوب GERT هو النموذج الذي يلائم حاجات مثل: قد تكون بعض الأنشطة غير مطلوبة و ليس هناك حاجة لانجازها أو قد تحقق أنشطة ما و تؤثر في أنشطة لاحقة و هذا ما يتطلب إعادة إنجاز النشاط فيمثل بحلقة و بالتالي تحوي الشبكة أسهما معكوسة و هذا ما يتقاض مع قواعد الأنظمة التي تبني عليها نماذج شبكات الأعمال التقليدية و بالتالي احتمالية الشبكة كليا و ليس فقط زمن النشاط و هذا نظرا لأن المشروعات لم تعد محصورة في بيئات مستقرة.

خطوات تحليل أسلوب GERT:

تتلخص خطوات أسلوب GERT في تحليل الشبكات فيما يلي: (3)

- تحديد وصف أنشطة المشروع بحيث يشمل وصف كل نشاط الاحتمالات المتعلقة بهذا المشروع.
- تحويل الأزمنة المحتملة للمشروع الى مسارات بنموذج شبكة الأعمال لتوضيح تتابع هذه الأزمنة بالرسم.
- تحديد نسبة الاحتمالات المتعلقة بكل نشاط محتمل أو بكل مسار.
- جمع بيانات الوقت و التكلفة المتعلقة بالأزمنة المحتملة للعملية.
- حساب التوليفات المحتملة للأنشطة المحتملة أو المسارات، تم تحديد نسبة الاحتمال بكل توليفة و تحديد إجمالي تكاليف و وقت كل توليفة.
- تحديد التكلفة الاحتمالية و الوقت الاحتمالي للمشروع مع تحديد المسارات التي يمكن أن تحقق وفرات في التكلفة و الوقت.

المطلب الثاني: عناصر شبكة GERT و دلائلها:

تتضمن شبكة GERT عناصر مختلفة عن تلك التي تمت الإشارة إليها سابقا في الشبكات التقليدية و تتمثل هذه العناصر في الأسهم و العقد:

- الأسهم و العقد:

³- محمد عبد الفتاح الصيرفي ، مرجع السابق، ص 100.

نميز بين نوعين من الأسهم: أسهم موجهة وفق الاتجاه المعتمد في رسم الشبكة و اسهم معلومة الاتجاه تشكل الروابط العكسية و الحلقات التكرارية التي تعد إحدى الصفات المهمة التي تميز شبكة GERT عن غيرها من النماذج الشبكية و تمثل هذه الأسهم أنشطة المشروع و هي نوعين: (4)

- أنشطة محددة : تعد أحداثا احتمالية أكيدة أي لا بد من إنجازها حتى يستمر العمل في المشروع، و يكون احتمال التنفيذ فيها $(P_{\theta} = 1)$ حيث $P_{(ij)}$ احتمال تنفيذ النشاط (i, j)

- أنشطة احتمالية : و هي الأنشطة التي تنفذ باحتمال معين يحقق العلاقة التالية: $0 \leq P_{(ij)} \leq 1$

حيث عندما يكون $P_{(ij)} = 0$ يقدر النشاط (i, j) دون تنفيذ طوال مدة المشروع.

تشير الأسهم ذات الاتجاه المعاكس (الحلقات التكرارية) الى أنه من الممكن لنشاط أو لحدث معين أن يكون منفذا أكثر من مرة واحدة.

• العقد: نميز الأنواع التالية من العقد في شبكة GERT:

أ- عقدة المصدر: هي كل عقدة لا يصل إليها أي سهم بل ينطلق منها الأسهم حيث تمثل حدث

بداية المشروع تعطى الرقم (1) و لعقدة المصدر نوعان هما: (5)

✓ عقد مصدر محدد: الحدث الممثل بعقدة المصدر سيقع حتما و تنفذ جميع الأنشطة

الممثلة بالأسهم المنطلقة من هذه العقدة حيث يرافق هذه الأسهم العدد (1) المعبر عن

احتمال تنفيذ النشاط.

✓ عقدة مصدر احتمالية: سيحدث الحدث الممثل حتما لأن الحدث بطبيعته ليس احتماليا،

و لكن الأنشطة الممثلة بأسهم المنطلقة من الحدث لا تنفذ جميعا و مجموع الاحتمالات

المرافقة للأسهم المنطلقة من عقدة المصدر الاحتمالية

$$\sum_{k=1}^n p(i)_k^{(6)}$$

⁴-محمود العبيدي، مرجع سابق، ص 366.

⁵ -Moder J.and C. Phillips ,**Project Management with CPM and PERT and Precedence Diagramming**,3rd ed., VAN Nostrand Reinhold company , New York 1983,p.323

⁶ -A B Pilsker, **GERT : Graphical Evaluation and Review Technique**. National aeronation and space administration, 1966. P.6.

- ب- عقد المصعب: عقدة لا ينطلق منها أي سهم بل تصل إليها الأسهم تمثل عقدة المصعب حدث نهاية المشروع، حيث تحوي شبكة GERT على عدد من أحداث النهاية الممثلة بعقدة المصعب على عكس الشبكات التقليدية و تمثل عقد المصعب بيانيا بنصف دائرة.
- ت- عقد إحصائية: و هي عقد احتمالية و ليست عقد مصعب او مصدر، حيث ينطلق منها سهم أو أكثر كما يدخل إليها سهم أو أكثر، حيث ينبغي أن تكون الأنشطة الممثلة بالأسهم الصادرة عن تلك العقد أنشطة احتمالية.
- ث- عقد العلامة: عقد محددة يصل إليها سهم أو أكثر و ينطلق منها سهم أو أكثر و تكون الأنشطة الممثلة بالأسهم الصادرة عنها أنشطة محددة أي احتمال انجازها يساوي (1) أما الأنشطة الداخلة إليها فقد تكون أنشطة محددة أو أنشطة احتمالية و ذلك حسب العقدة التي تصدر عنها تلك الأسهم. (7)

المطلب الثالث مؤشرات العناصر شبكة GERT:

لشبكات GERT مؤشرات خاصة و هذا ما رأينا في مؤشرات بالحدث و بالنشاط في الشبكات التقليدية المصممة وفق نظام AOA فهذه الشبكة لها مؤشرات خاصة بعقدها و أنشطتها تختلف عن التقليدية من حيث الكم و النوع:

أ- مؤشرات عقد شبكة GERT:

تمثل مؤشرات العقد فيما يلي:

α : عدد مرات انجاز الأنشطة الممثلة بالأسهم الداخلة إلى العقدة و اللازمة لوقوع الحدث الممثل بالعقدة للمرة الأولى.

β : عدد مرات إنجاز الأنشطة الممثلة بالأسهم الداخلة إلى العقدة و اللازمة لوقوع الحدث الممثل بعقدة المرات اللاحقة، و قد يكون عدد مرات الإنجاز أكبر من عدد الأنشطة الممثلة بالأسهم الداخلة إلى العقدة.

I: رقم الحدث الممثل بالعقدة، حيث انه عندما يكون $\alpha = \beta$ الحدث يمثل مرة واحدة فقط.

⁷ - نفس المرجع السابق، ص ص 6-7.

$\alpha = \beta = 0$ فالحدث ممثل بعقدة مصدرة لذلك عقدة المصدر لها (1) تحمل الرقم (1).

$\beta \rightarrow \infty$ عندئذ حدث نهاية المشروع ممثل بعقدة مصب و الأحداث الممثلة بعقدة مصب لا تقع إلا مرة واحدة فقط. (8)

ب- مؤشرات النشاط في شبكة GERT:

يرى نموذج شبكة GERT أن زمن النشاط متغير عشوائي يخضع لتوزيع احتمالي معين و لا يشترط أن تكون أزمنة الأنشطة خاضعة للتوزيع الاحتمالي نفسه، فكل نشاط له توزيع احتمالي خاص به من أهم المؤشرات التي يجب تحديدها لزمن كل نشاط بناء على التوزيع الاحتمالي الخاص به هي:

- رقم التوزيع الاحتمالي الخاضع له النشاط (TD) Code of type Distribution on d:

يوجد لكل توزيع احتمالي رقم خاص به و يجب على المخطط اختياره للدلالة على تنوع التوزيع الاحتمالي الذي يخضع له زمن كل نشاط فمثلا يأخذ التوزيع الاحتمالي الطبيعي ($Td = 2$)، أما التوزيع β فيأخذ الرقم ($Td = 7$) و توزيع β الثلاثي يأخذ الرقم ($Td = 9$)... إلخ

- مجموع المؤشرات الزمنية (Tp) Time Parameter set:

يقصد بها القيم المميزة للتوزيع الاحتمالي فمثلا في توزيع β الثلاثي ($Tp = 3$) أي أن المؤشرات الزمنية المطلوبة لهذا التوزيع هي الزمن المتقائل α - الزمن المتشائم D الزمن الأكثر احتمالا m.

- احتمال انجاز النشاط و تحقيقه $p(t)$:

يعبر عن إمكانية تنفيذ النشاط و كما رأينا سابقا أن قيمة هذا الاحتمال مساوية للواحد إذا كان غير محدد فاحتمال الإنجاز يحقق العلاقة: $0 \leq p(t) \leq 1$

- رقم النشاط:

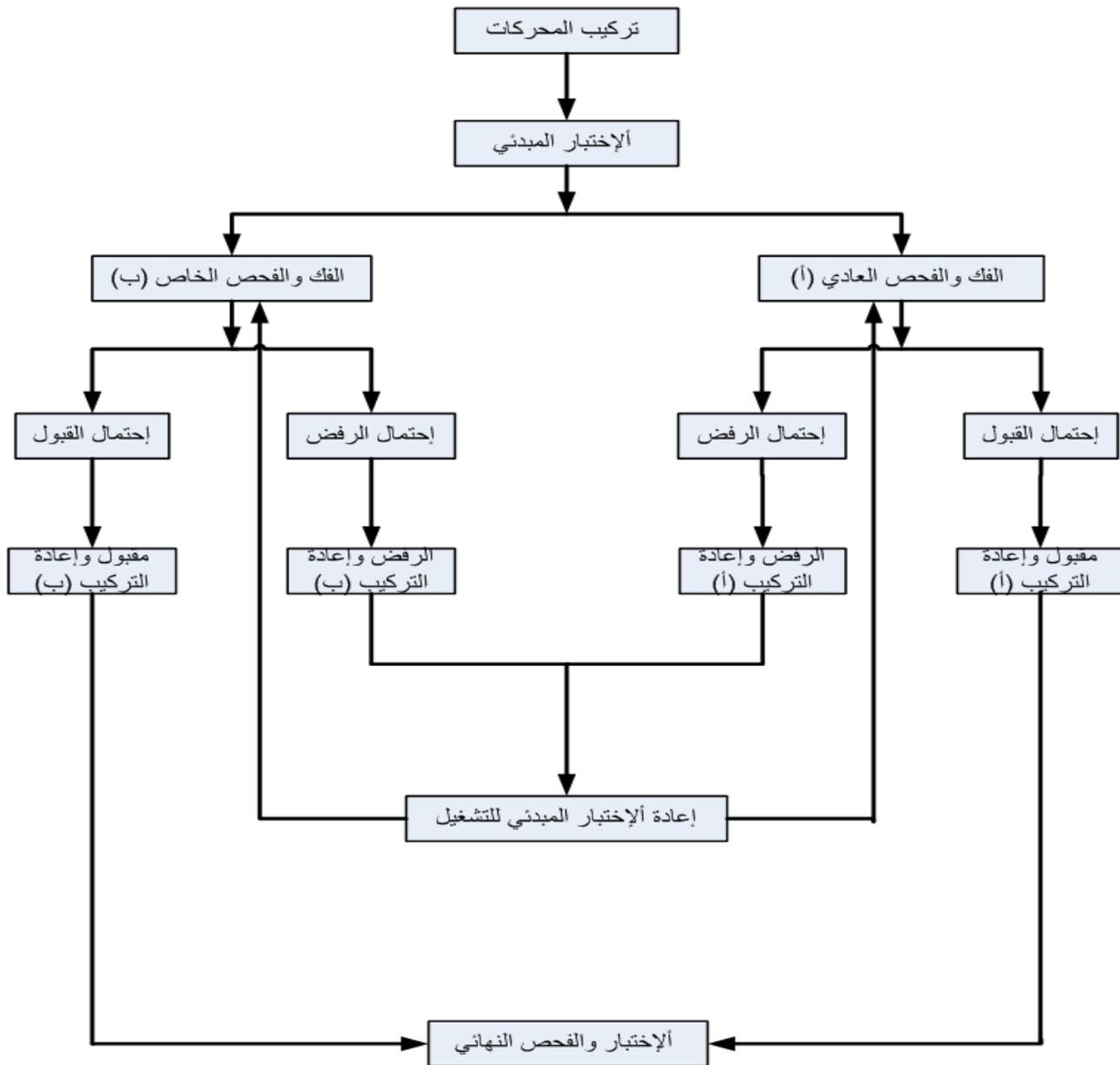
⁸ - Moder J.and C. Phillips. ibidp.366.

رأينا في الشبكات التقليدية النشاط يوصف برقمي الحدث، بدايته و حدث نهايته و يشار إلى النشاط في الشبكة GERT بالأسلوب نفسه، كما يعتمد على استخدام رقم خاص بالنشاط، و تظهر هذه المؤشرات على السهم الممثل للنشاط.⁽⁹⁾

ومن خلال ما تقدم في هذا النموذج نوضحه بهذا المثال:

⁹- محمد عبد الفتاح الصيرفي ، مرجع سابق .ص. 101.

الشكل رقم (2، 1) مخطط لتركيب المحركات



المصدر :د عبد الفتاح الصريفي، الأسلوب الكمي في تخطيط المشروعات، ط1، دار الصفاء للنشر والتوزيع، الاردن، 2002. ص 101.

المطلوب:

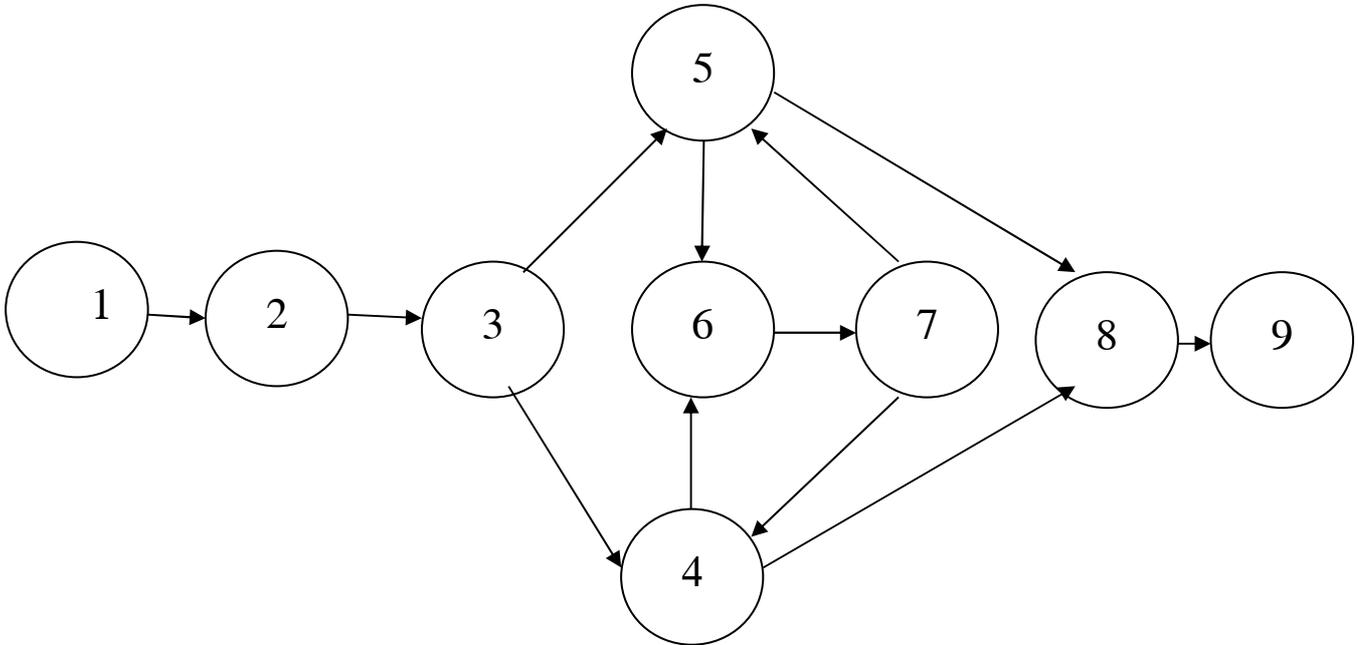
1- رسم شبكة (GERT)

2- وصف أنشطة المشروع وتحديد المسارات المتعلقة به.

الحل:

الخطوة الثانية إذ بعدها يتم تحويل الأزمنة (GERT) يتم رسم شبكة المحتملة للعملية، طبقا لنتائج السابق إلى مساراتها بنموذج شبكة أعمال جبرت

الشكل رقم (2، 2) تحويل الأنشطة المحتملة الى نموذج شبكة GERT



2- بعد رسم شبكة جبرت (GERT) يمكننا تحويل الأزمنة المحتملة إلى مساراتها بالشبكة كما هو

مبين في الجدول:

جدول رقم (2، 1) : يوضح المسار والنشاط المحتمل

| المسار | المسار النشاط المحتمل |
|--------|--------------------------------|
| 2-1 | تركيب المحركات |
| 3-2 | الإخبار المبدئي للتشغيل |
| 4-3 | الفك والفحص العادي (أ) |
| 5-4 | الفك والفحص الخاص (ب) |
| 6-4 | الرفض وإعادة التركيب (أ) |
| 6-5 | الرفض وإعادة التركيب (ب) |
| 7-6 | إعادة الاختبار المبدئي للتشغيل |
| 4-7 | الفك والفحص العادي (أ) |
| 8-4 | القبول وإعادة تركيب (أ) |
| 5-7 | الفك والفحص الخاص (ب) |
| 8-5 | القبول وإعادة تركيب (ب) |
| 9-8 | الاختبار والفحص النهائي |

المصدر: د، محمد عبد الفتاح الصيرفي ، الأسلوب الكمي في تخطيط المشروعات، ط1، دار الصفاء للنشر، الاردن، 2002 ، ص 103 .

ويتصرف من الطالبة

يلاحظ على شبكة (GERT) تضم عقد أو الرؤوس فضلا على المسارات حيث يلاحظ ان العقد

باحتمال الرفض وهي تضم المسارات التالية:

- الرفض وإعادة التركيب (أ) (4-6)

- الرفض وإعادة التركيب (ب) (5-6)

- الفك والفحص العادي (أ) (4-7)

- الفك والفحص الخاص (ب) (5-7)

إعادة الاختبار المبدئي للتشغيل- (6-7)

إن إعادة الاختبار المبدئي للتشغيل يخضع له أي رفض سواء كان نتيجة للفحص العادي أو الفحص

ولذلك فإن هذا الرفض مقدما يصل إلى نهاية العقدة أي نهاية المسار 7-4 والمتعلق بالفك الخاص

والفحص العادي (ا) وبالتالي فإنه يحتمل أن يخضع لمسار الرفض 4-6 من جديد أو نهاية المسار

وبالتالي فإنه (5-7) المتعلق بالفك والفك الخاص وهو كذلك يحتمل أن يخضع لمسار الرفض (5-6)

ج- مقارنة بين نماذج GERT و Pert و CPM:

بما أن كل من نموذج GERT و PERT و CPM تعتمد على بعضها في المؤشرات و العناصر، نلخص

المقارنة بينهم في الجدول التالي و هذا لتوضيح نقاط التشابه و الاختلاف.

الجدول رقم (2، 2) المقارنة بين CPM و PERT و GERT

| GERT | PERT | CPM |
|---|--|---|
| 1-الزمن يخضع لتوزيع احتمالي معين و لا يشترط أن يكون لجميع الأنشطة توزيع واحد. | 1-الزمن يخضع لتوزيع احتمالي هو توزيع β و لجميع الأنشطة توزيع واحد. | 1- الزمن مقدار ثابت . |
| 2-أسهم الشبكة موجهة بعضها يكون بعكس الاتجاه المعتمد في رسمها حيث يدل على الروابط العكسية. | 2-الأسهم لها اتجاه واحد | 2-الأسهم له اتجاه |
| 3-الأنشطة محددة أو احتمالية | 3-الأنشطة محددة | 3-الأنشطة محددة |
| قد تبقى أنشطة ممثلة على الشبكة دون تنفيذ طوال مدة المشروع(أنشطة احتمالية). | 4-تنفيذ أنشطة المشروع جميعها. | 4-الأنشطة تنفذ كلها و لا يمكن أن يبقى نشاط بدون تنفيذ. |
| أحداث الشبكة محددة و احتمالية. | 5-أحداثها محددة فقط. | 5-أحداث الشبكة تمثل بدوائر لها نوع واحد و هي محددة فقط. |
| تحوي الشبكة أحداث نهاية متعددة. | لشبكة العمل حدث نهاية واحد | 6-تتضمن الشبكة حدث نهاية واحد فقط. |
| آلية وقوع الحوادث متكررة و الأنشطة قد تنفذ أكثر من مرة . | كما في CPM. | 7-يقع الحث مرة واحدة فقط و ينفذ النشاط مرة واحدة فقط. |
| حدث بداية واحد (عقدة مصدر). | حدث بداية واحد. | 8-تحوي الشبكة حدث بداية واحد فقط. |
| تطبق في مشروعات مؤكدة و غير مؤكدة. | تطبق في تخطيط و رقابة المشروعات التي تنفذ في بيئة غير مؤكدة. | 9-يمكن تطبيقها في المشروعات التي تنفذ في بيئة تتسم بالتأكد. |
| تكلفة احتمالية. | نفسها في عادية و مضغوطة | 10-تكلفة عادية و تكلفة مضغوطة. |

المصدر : من اعداد الطالبة

المبحث الثاني: التخطيط الشبكي بنظرية المجموعات الضبابية (Fuzzy set theory):

إن تقديرات النظرية الاحتمالية لمتغير الزمن هي تقديرات غير مؤكدة، كما ذكرنا سالفاً لإهمالها العوامل النوعية المؤثرة في عامل الزمن و لكي تكون هذه التقديرات موضوعية و جيدة يتم اشتراك تأثير هذه العوامل النوعية على متغير الزمن باستخدام نظرية المجموعات الضبابية.

لم يقتصر استخدام نظرية المجموعات الضبابية على تقدير مؤشرات التوزيع الاحتمالي بل تعداها الى تقديم برنامج زمني يعتمد عليه في تنفيذ خطة المشروع، و يمكن من خلاله تحديد زمن المشروع الضبابي، و بالتالي تدعى شبكة العمل المحللة باستخدام نظرية المجموعات الضبابية بالشبكة الصبابة التي تكون مساراتها واضحة قد ينفذ النشاط كاملاً أو جزئياً أو يبقى دون التنفيذ أي أن هناك غموض حول كل نشاط مما يجعل زمن النشاط ضبابي غير واضح.

و هذا ما تسعى لتوضيحه من خلال هذا المبحث، و أهم محورين في هذا المبحث هما تحليل شبكة Pert باستخدام تقديرات نظرية المجموعات الضبابية و المحور الثاني هو الجدولة الزمنية لمشروع ذي أنشطة ضبابية و لكن قبل الولوج لهذين المحورين يجب التعرف على المجموعة الضبابية و مفهوم نظرية المجموعات الضبابية.

المطلب الأول: المجموعات الضبابية و العمليات عليها:

تعتبر نظرية المجموعات الضبابية و المنطق الضبابي من الأدوات الأكثر فاعلية لنمذجة الأنظمة المعقدة، و اعتبار تنفيذ المشاريع بشكل كمي مع الغموض و عدم التأكد يمكن لها تطبيق هذه النظرية لتقديم نموذج رياضي يستخدم حالة عدم التأكد لتحديد البديل الأفضل من البدائل المتاحة.

و لمعرفة هذه المجموعة يجب أن نتطرق الى تعريفها و المتمثل في:

1- المجموعة الضبابية Fuzze Set:

تعني أولاً كلمة الضبابية الغموض و عدم الوضوح و هي تعني عدم التأكد الاحتمالي ذي الصفة العشوائية، و هي تعني معالجة الغموض للحدث أو تحديد المتغير بمجال من الأرقام، فهي تعني إعطاء الفرصة لوصف

حدث مبهم و لتحديد متغير لغوي مثل: ممتاز، كبير، صغير، مرتفع....الخ فهي مفهوم واسع يتضمن عدم التأكد الشرطي. (10)

أما المجموعة الضبابية فهي: فهي تطور واسع للمجموعة المحددة أو التقليدية و الاختلاف بينهما يكمن في درجة انتماء العنصر الى المجموعة، حيث تكون العناصر في نظرية المجموعات المحددة إما منتمة أو غير منتمة الى المجموعة، أي درجة الإنتماء مساوية للواحد أو تكون تساوي الصفر إذا كان العنصر لا ينتمي للمجموعة بينما في المجموعة الضبابية توصف المجموعة العناصر بطريقة تسمح بالانتقال التدريجي من كونها عنصر المجموعة الى كونها غير عنصر أي لكل عنصر درجة إنتماء تتراوح بين الصفر و الواحد . و الشكل التالي يوضح الفرق بين المجموعة الضبابية و المحددة (التقليدية) (11)

الشكل (2، 3) مقارنة بين المجموعة الضبابية و المجموعة المحددة.



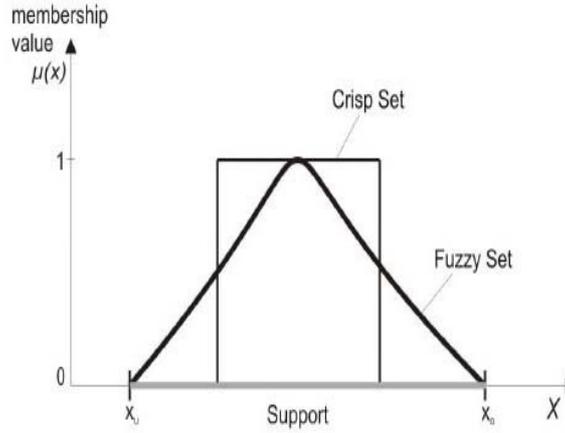
المصدر: Lorterapong Pasit and Ossama Moselhi, project network analysing using fuzzy sets project management journal december.1995,p.308

كما يمكن ان نوضح الفرق في هذا الشكل:

¹⁰ - جمال عمران و راجح سريع، تحليل المعايير الاقتصادية للمشاريع الضخمة باستخدام المجموعات الضبابية، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات، مجلد33، العدد7، 2011، ص 103.

¹¹Lortepong Pasit and Ossama Moselhi,project network analysing using fuzzy sets theory, project management journal december.1995,p.308

الشكل رقم (2، 4): منحي المجموعة المحددة والمجموعة الضبابية



المصدر: N.Ravi Shanker and others, **fuzzy critical path method on matrix distance ranking** . int : journal of math analysis , vol 4 n° 20,2010,p . 997.

تكتب المجموعة الضبابية A بالشكل التالي:

$$A = x_1 / \mu_a (x_1) , x_2 / \mu_a (x_2) , x_3 / \mu_a (x_3) , \dots , x_i / \mu_a (x_i) , \dots , x_n / \mu_a (x_n) .$$

حيث x_i : عناصر المجموعة الضبابية $n : i = 1,2,3,\dots,n$

$\mu_a (x_i)$ درجة انتماء العنصر x_i إلى المجموعة الضبابية A متغير عشوائي و التي تقدر بالاعتماد على الخبرة الشخصية للباحث أو بالاستعانة بخبراء مختصون في مجال عمل المشروع، حيث :

$$\mu_a / x_i \in [0,1]$$

إذا كان $i=0$, μ_a / x_i فإن العنصر x_i لا ينتمي الى المجموع A.

$\mu_a (x_i) = 1$: العنصر ينتمي بدرجة انتماء تام.

$0 \leq \mu_a (x_i) \leq 1$ ينتمي الى المجموعة A بدرجة انتماء جزئي .

- إذا كان X متحولا متقطعا فإن درجة الانتماء للعناصر x_i الى المجموعة الضبابية A هي متغير عشوائي متقطع أيضا. عندئذ توصف المجموعة A بأنها مجموعة ضبابية منقطعة. (12)

و كمثال على ذلك يمكن تحويل التعبير اللغوي الذي يصف متغيرا نوعيا الى مجموعة ضبابية منقطعة كالتالي:

نفرض أن المتغير النوعي X هو مستوى خبرة اليد العاملة المستخدمة في تنفيذ النشاط، يمكننا ان نصف ذلك المتغير بخمسة تعابير هي: ممتاز، جيد، وسط، ضعيف، معدوم و كل تعبير لغوي هو مجموعة ضبابية تمثل صفة معينة تحوي عناصر بدرجات انتماء ضبابية.

- عندما تكون خبرة عالية العامل تستحق الدرجة 10/10 فتكون $X=1$.
- بينما $X=0$ يعني الخبرة معدومة، و إذا جزئنا مجال الخبرة الى أجزاء كل منها 0.1 يمكننا أن نكتب المجموعة الضبابية الخاصة بكل تعبير لغوي فمثلا التعبير اللغوي مستوى الخبرة ممتاز يمثل بمجموعة ضبابية كما يلي:

$$A = \{ x_1 = 1/\mu_a(x_1) = 1, x_2 = 0.9/\mu_a(x_2) = 0.9, x_3 = 0.9/\mu_a(x_3) = 0.8, x_4 = 0.7/\mu_a(x_4) = 0.5, x_5 = 0.6/\mu_a(x_5) = 0.1, x_6 = 0.5/\mu_a(x_6) = 0, x_7 = 0.4/\mu_a(x_7) = 0, x_8 = 0.3/\mu_a(x_8) = 0, x_9 = 0.2/\mu_a(x_9) = 0, x_{10} = 0.1/\mu_a(x_{10}) = 0, x_{11} = 0/\mu_a(x_{11}) = 0 \}.$$

و نكتب باختصار $A = \{ 1/1, 0.9/0.9, 0.8/0.7, 0.7/0.5, 0.6/0.1 \}$

فكل تعبير لغوي يصف مستوى خبرة العمالة حيث نحصل على خمس مجموعات ضبابية جزئية ممثلة للتعبير الوصفية السابقة و مجموع هذه المجموعات هو المجموعة الضبابية الشاملة X .

- أما إذا كان العنصر متحولا مستمرا فإن درجة الانتماء تمثل بتابع يعرف عادة باسم تابع الانتماء المستمر للمجموعة الضبابية الذي يحوي على نواة و حدين حيث:

تمثل النواة المجال الذي يحوي العناصر ذات درجات الانتماء التام المستمر A أي $\mu_a(x_i) = 1$ بينما يمثل حدا التابع المجالين الذين يحويان عناصر بدرجات انتماء جزئي $0 \leq \mu_a(x_i) \leq 1$ يأخذ تابع الانتماء لـ

¹² - نفس المرجع السابق. ص. 209.

X المستمر نماذج مختلفة أهمها الرقم الضبابي (Fuzzy Number) : الذي هو مجموعة ضبابية مستمرة تمتاز بصفيتين: الحدب (Convexity) و النظامية (Namality).

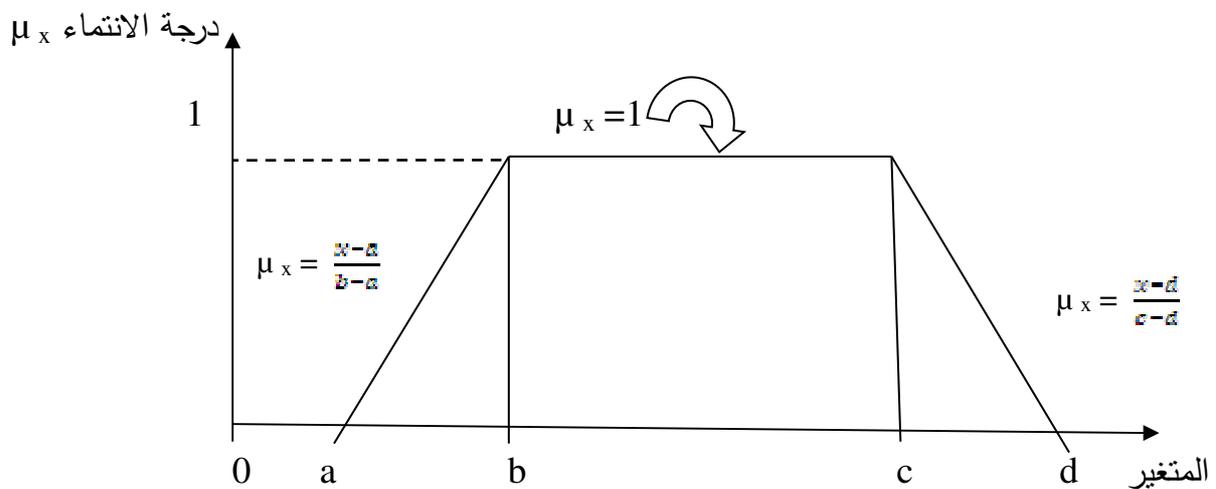
يدل التحذب على ان تابع العضوية يمتلك نقطة ذروة وحيدة في مجال أن الحالة النظامية تضمن وجوب عنصر واحد على الأقل في المجموعة له درجة عضوية مادية للواحد أي انتماء كلي.

بالإضافة إلى ما سبق يأخذ الانتماء الممثل للأرقام الضبابية أشكالاً متباينة و تعد الأرقام الضبابية الممثلة بمنحنى انتماء يشكل شبه منحرف أو مثلث من أهم التقديرات لها. (13)

- منحنى انتماء بشكل شبه منحرف:

يأخذ هذا المنحنى الشكل التالي:

الشكل (2، 5): رقم ضبابي ممثل بمنحنى انتماء بشكل شبه منحرف .



المصدر: N.Ravi Shanker and others, **fuzzy critical path method on matrix distance ranking** .

int journal of math analysis , vol 4 n° 20,2010,p . 998

حيث: a الحد الأدنى للمجال الممثل كحد التابع الأيسر

¹³ -فاضل عباس الطائي ونجلاء سعد الشرايبي، المنطق المضطرب لنموذج سلسلة زمنية مراوغة ، مجلة العلوم الاحصائية العراقية، العدد

b: الحد الأدنى للمجال الممثل لنواة التابع.

c: الحد الأعلى للمجال الممثل لنواة التابع .

d: الحد الأعلى للمجال الممثل لحد التابع الأيمن.

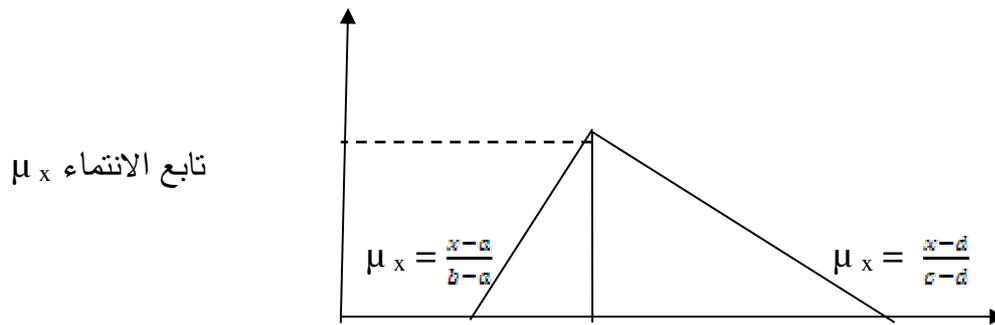
نفرض أن x متغير عشوائي يأخذ قيم ما بين a و d فيعتبر تابع الانتماء له ب: (14)

$$\mu_x = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 1 & b \leq x \leq c \\ \frac{x-d}{c-d} & c \leq x \leq d \\ 0 & \text{(other wise)} \end{cases}$$

منحنى انتماء بشكل مثلثي :

أما الرقم الضبابي الممثل بمنحنى انتماء بشكل مثلثي فهو حالة خاصة من حالة شبه المنحرف حيث $b=c$ و هذا ما يوضحه الشكل التالي : (15)

الشكل رقم (2، 6) رقم ضبابي ممثل بمنحنى انتماء بشكل مثلثي



¹⁴ - نفس المرجع السابق. ص. 98.

¹⁵ - N.Ravi Shanker and others.، مرجع سابق، ص. 298

متغير x d $b=c$ a 0 المصدر: N.Ravi Shanker and others, fuzzy critical path method on matric distance ranking . int journal of math analysis , vol 4 n° 20,2010,p . 997 . ص.298.

و تابع الانتماء يأخذ الصيغ التالية:

$$\mu_x = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 1 & X = c = b \\ \frac{x-d}{c-d} & c \leq x \leq d \\ 0 & \text{other wise} \end{cases}$$

و مما سبق نستخلص التعريف التالي للمجموعة الضبابية و هي " مجموعة من العناصر تتمتع بخصائص معينة، و تنتمي هذه العناصر الى المجموعة بدرجات انتماء تتراوح ما بين 0، 1 و ذلك بناء على درجة وجود الصفة (الخاصة) في العنصر".

2- العمليات على المجموعات الضبابية:

يوجد عدد من العمليات التي يمكن إبرازها على الأرقام الضبابية كما في المجموعات التقليدية و هي:

- التقاطع: تقاطع مجموعتين ضبابيتين A و B و هي مجموعة ضبابية تحوي عناصر A و B بدرجات إنتماء تحقق العلاقة التالية:

$$\mu_{(A \cap B)} = \text{Min} (\mu_{(A)}, \mu_{(B)})$$

الاجتماع : اتحاد مجموعتين ضبابيتين A و B هو مجموعة ضبابية تقدم درجات الانتماء فيها

$$\mu_{(A \cup B)} = \text{Max} (\mu_{(A)}, \mu_{(B)})$$
 : بالعلاقة التالية

- العلاقة المرافقة: هي مجموعة ضبابية لها عناصر المجموعة الأساسية نفسها و التي تكملها و لكن بدرجات انتماء مختلفة تحسب بالعلاقة التالية:

$$\mu_{\bar{a}}(x_i) = 1 - \mu_a(x_i)$$

- العلاقة الضبابية: إذا كانت A مجموعة ضبابية جزئية من المجموعة الشاملة (X) و كانت B مجموعة ضبابية من المجموعة الشاملة (Y) فإن العلاقة الضبابية R بين A و B تمثل الجداء الديكارتي لهما (A*B) و الذي له تابع انتماء من الشكل التالي:

$$\mu_{A \times B} (x_i, y_j) = \mu_r (x_i, y_j) = \mu_A (x_i) \wedge \mu_B (y_j) \quad (16)$$

حيث:

R (x_i, y_j): علاقة ضبابية بين المتغيرين X و Y.

^ : يشير الى القيمة الدنيا.

I=1,2,3,.....n و j= 1,2,3,.....m تشير القيم (x_i, y_j) μ_{A × B} الى درجة انتماء الزوج

(x_i, y_j) و يعبر R بشكل مصفوفتي كما يلي:

الجدول رقم (32،) الشكل المصفوفي للعلاقات

| | | |
|---------|----------------|--|
| R = A*B | | y ₁ y _j y _m |
| A | x ₁ | Min (μ _a (x1) , μ _b (y1)..... Min (μ _a (x1) , μ _b (yj)..... Min (μ _a (x1) , μ _b (ym) |
| | . | |
| | . | |
| | . | |
| | x _i | Min (μ _a (xi) , μ _b (y1)..... Min (μ _a (xi) , μ _b (yj)..... Min (μ _a (xi) , μ _b (ym) |
| | . | |
| | . | |
| | . | |
| | x _n | Min (μ _a (xn) , μ _b (y1)..... Min (μ _a (xn) , μ _b (yj)..... Min (μ _a (xn) , μ _b (ym) |

المصدر: Nethe, IOS Press , ohm-sha , *Fuzzy Systems for Management*, k, ASIA,

309. ص، مرجع سابق. Lortetrapong Pasit and Ossama Moselhi. - 16

land , 1995.192p.

و بعد تحديد العلاقة الضبابية R يمكننا تمثيل العمليات السابقة بالمعادلات التالية: (17)

• الاتحاد:

$$U^n_{K=1} R_k (x_i, y_j) = \bigvee_{K=1}^n [\mu_{R_k} (x_i, y_j)]$$

حيث \vee : هي الرمز الذي يشير الى القيمة العظمى .

. $U_{R_k}(x_i, y_j)$: درجة انتماء الزوج (x_i, y_j) الى العلاقة الضبابية K .

• التقاطع: يمثل بالمعادلة التالية :

$$\bigcap_{K=1}^n R_k (x_i, y_j) = \bigwedge_{K=1}^n [\mu_{R_k} (x_i, y_j)]$$

٨: القيمة الدنيا.

• المرافق: تمثل بالشكل التالي : $\mu_{R^-} (x_i, y_j) = 1 - \mu_{R^+} (x_i, y_j)$

التركيب الضبابي:

هو علاقة ضبابية ناتجة عن تركيب علاقتين ضبابيتين حيث :

A مجموعة ضبابية بين X و B من X

C مجموعة ضبابية جزئية من Z

R العلاقة بين A و B

T العلاقة بين B و C

عندئذ تكون العلاقة الضبابية من A و C هي التركيب الضبابي بين A و T حيث يعبر عنها تابع الانتماء بالعلاقة التالية :

$$\mu_{T \circ R} (x_i, z_k) = \max [\min \mu_R (x_i, y_j), \mu_T (y_j, z_k)]$$

¹⁷ نفس المرجع السابق، ص. 299.

حيث $\mu_{TOR}(X_i, Z_k)$ هي درجة انتماء للزوج (X_i, Z_k)

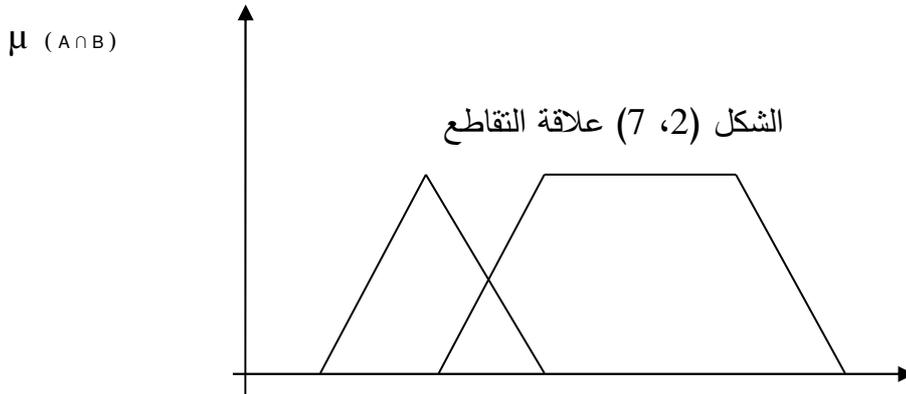
• العمليات على الأرقام الضبابية:

ليكن m, n رقمين ضبابيين ممثلين بتابع انتماء بشكل منحرف كما يلي: (18)

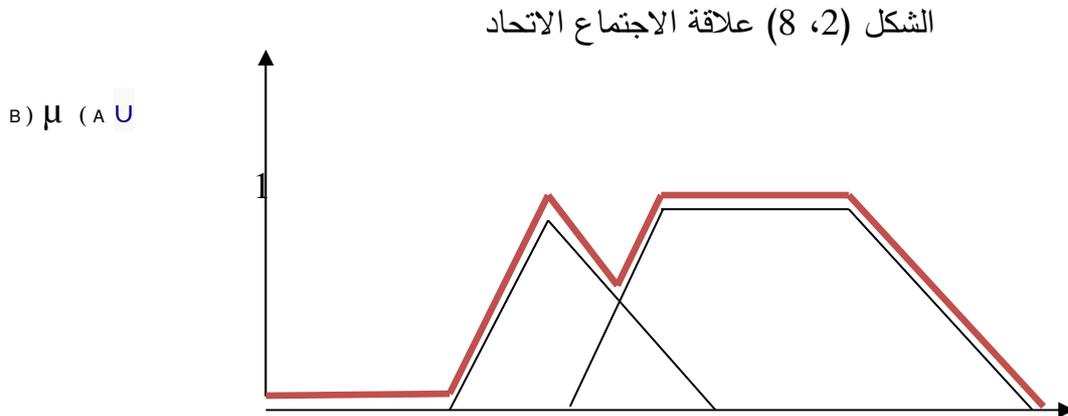
$$M = a_1, b_1, c_1, d_1$$

$$n = a_2, b_2, c_2, d_2$$

التمثيل البياني للعلاقات السابقة:



المصدر: S.Elisabeth and L Sujatha , **Fuzzy critical path problem for project network**, International journal of pure applied mathematics, vol 85,n° 2,p. 226.

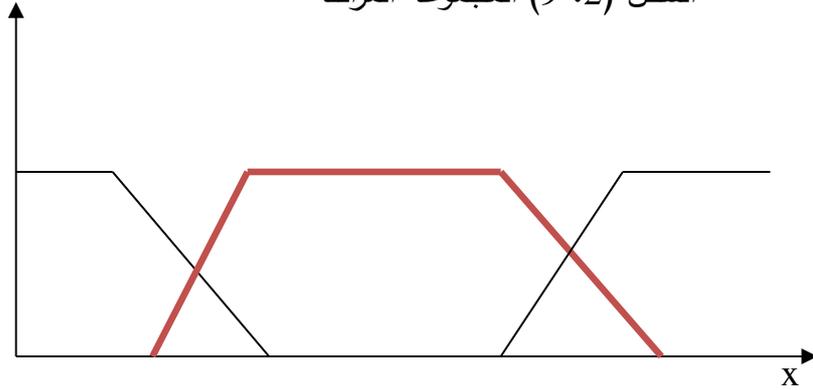


المصدر : S.Elisabeth and L Sujatha , **Fuzzy critical path problem for project network**,

International journal of pure applied mathematics, vol 85,n° 2, p 229.

¹⁸ - S.Elisabeth and L Sujatha , **Fuzzy critical path problem for project network**. International journal of pure applied mathematics, vol 85,n° 2,p. 226.

الشكل (2، 9) المجموعة المرافقة



المصدر: S.Elisabath and L Sujatha , **Fuzzy critical path problem for project network**, p. 229

تجرى العمليات على (m,n) الموضحة بالمعادلات التالية: (19)

$$M \oplus N = a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2, d_1 + d_2$$

$$M \ominus N = a_1 - a_2, b_1 - b_2, c_1 - c_2, d_1 - a_2$$

$$\text{Max} (M,N) = [\vee (a_1, a_2), \vee (b_1, b_2), \vee (c_1, c_2), \vee (d_1, d_2)]$$

$$\text{Max} (M,N) = [\wedge (a_1, a_2), \wedge (b_1, b_2), \wedge (c_1, c_2), \wedge (d_1, d_2)]$$

$$M \cap N = \{ x, [\mu_m(x) \wedge \mu_n(x)] \}$$

عملية الجمع الضبابي \oplus

عملية الطرح الضبابي \ominus

القيمة العظمى \vee

القيمة الدنيا \wedge

Max الرقم الضبابي الأعظمي

Min الرقم الضبابي الأصغري

المطلب الثاني: تحليل شبكة Pert باستخدام تقديرات نظرية المجموعات الضبابية

¹⁹.Lorterapong, Pasit and Osama Moselhi .IBID.P ،309.

1- الأزمنة الضبابية :

تستخدم التواريخ و المدة الزمنية لتمثيل زمن تنفيذ الأنشطة و المشروع أثناء وضع الخطة الزمنية للمشروع حيث يستخدم التاريخ للإشارة الى نشاط مهم و أساس في المشروع.

إن عدم التأكد في المشروع هو حاصل جمع عدد من درجات عدم التأكد في تواريخ إنجاز المراحل و مدة تنفيذ الأنشطة المؤثرة في أزمنة بدء إنهاء أنشطة المشروع ، و بالتالي على زمن المشروع.

و لمعالجة عدم التأكد الناتج عن التواريخ و المدد الزمنية التي تعد أزمنة محددة استخدمت الأزمنة الضبابية.

تسمى الأزمنة المحددة الأزمنة التي لها قيمة واحدة محددة كما في CPM أو بمجال زمني كما في pert التي تقدم في النهاية قيمة تقديرية واحدة أيضا للزمن، فدرجات الانتماء لهذه الأزمنة تساوي الواحد الصحيح و تكون معدومة في خلاف ذلك فيكون تابع الانتماء نواة و عقد دون حدود. أي درجات الانتماء لعنصر الزمن حسب الأزمنة المحددة هي: 1 و 0 خصصت درجات انتماء لمتغير الزمن لتأخذ قيما متناقصة من الواحد حتى الصفر بشكل يتحول معه الزمن من عنصر ينتمي إلى المجموعة إلى عنصر لا ينتمي إليها. و بالتالي تتحول الأزمنة المشار إليها إلى أزمنة ضبابية من خلال فرض حدود للضبابية تمثل عدم التأكد في كل زمن محدد.

2- تحليل شبكة Pert:

إن طريقة Pert في شبكات الأعمال التقليدية تعتمد على النظرية في تحليله لعدم التأكد الموافي لزمن إنجاز المشروع و أنشطته، و هذا باعتبار أن مدة انجاز النشاط تمثل متغيرا عشوائيا يخضع لتوزيع B-Pert بقيمة متوقعة D وانحراف معياري و يتطلب إيجادهما الأزمنة الثلاثة (a, b, m) و سبق ذكرهم قبل و المؤشرات الثلاث تقدر من قبل الخبراء و المختصون في مجال عمل المشروع اعتمادا على قاعدة بيانات. و لكن غالبا ما تكون هذه البيانات غير متوفرة و ممكن تكون غير دقيقة و قد تحاكي مشروع آخر و لمننت في الواقع لا يوجد لا يوجد مشروعين متشابهين و بالتالي هذه البيانات تقودنا إلى عدم الدقة و بالتالي يجعل من طريقة Pert تحليلا قاصرا غير مؤكد و هذا لعدم اعتماده معايير جودة التقدير و هذا مما يؤدي إلى تأخير تنفيذ المشروع. و ينتج هذا القصور ظهور منطوق جديد يتعامل مع نقص المعلومات و ضبابيتها فكانت النتيجة ظهور المنطق الضبابي و المجموعات الضبابية التي أصبحت تستعمل في أكثر من مجال مثل: جدولة المشروعات زمنيا و هذا من

خلال تعديل قيم مؤشرات التوزيعات الاحتمالية التي تخضع لها أزمدة أنشطة المشروع بالنظر الى العوامل النوعية المؤثرة في عامل الزمن.

و لتقدير مؤشرات التوزيع الاحتمالي باستخدام هذه النظرية بغية استخدامها في تحليل شبكة Pert نتبع الخطوات التالية: (20)

- 1- نحلل المشروع تحليلا هيكليا أي تحديد الأنشطة و العلاقات التي بينهم و هذا لإعداد المخطط الشبكي.
- 2- نقدر المؤشرات a, b, m لكل نشاط.
- 3- نحدد العوامل النوعية المؤثرة في مدة تنفيذ النشاط، نصف كل عامل في حالات معينة و تأثيره السلبي في مدة تنفيذ النشاط و ذلك باستخدام تعابير لغوية و نرمز لمجموعة تواتر الحدوث F و C التأثير السلبي و D المدة الزمنية التي تعد مجموعة ضبابية منقطعة..
- 4- نحول التعابير اللغوية الى مجموعات ضبابية باستخدام أشهر هذه المجموعات استخداما المبينة في الجدول التالي:

الجدول رقم: (2، 4) تمثيل التعابير اللغوية بالمجموعات الضبابية

| التعبير اللغوي | المجموعة الضبابية المعبرة عنها |
|----------------|---|
| كبير جدا | { 0.8/0.25, 0.9/0.8 , 1/1 } |
| كبيرا | { 0.8/0.5 , 0.9/0.9 , 1/1 } |
| وسط | { 0.3/0.2 , 0.4/0.8 , 0.5/1 , 0.6/0.8 , 0.7/0.2 } |
| صغير | { 0/1 , 0.1/0.9 , 0.2/0.5 } |
| صغير نوعا ما | { 0, 1, 0.1/0.88 , 0.2/0.42 } |
| صغير جدا | { 0 , 1 , 0.1/0.81 , 0.2/0.25 } |

المصدر: Abd el Haddi El Rifai **Analysis of PERT Network Using Estimations of Fuzzy Sets Theory**. p279.

- 5- نقوم بإعداد الجدول الديكارتي الذي يطلق عليه العلاقة الضبابية بين كل مجموعتين جزئيتين الأولى من F و الثانية من C و كتابته بشكل مصفوفي.

²⁰.Abd el Haddi El Rifai **Analysis of PERT Network Using Estimations of Fuzzy Sets Theory** (رسالة غير منشورة)، 2005، ص. 279.

6- بعد أن نحصل على العلاقات الضبابية نقوم بإيجاد التأثير الإجمالية لتلك العوامل النوعية المؤثرة في زمن النشاط و ذلك باستخدام اتحاد العلاقات المحددة بعضها مع بعض و ذلك باستخدام العلاقة التالية:

$$U_{k=1}^n(x_i, y_j) = U_{k=1}^n[\mu_{Rk}(x_i, y_j)]R_k$$

فنحصل على العلاقة T التي تحوي جميع أجزاء المجال [0.1] و بالتالي نحصل على a,m,b الممثلة في عناصر المجموعات الضبابية.

7- إيجاد العلاقة الضبابية الناتجة في الخطوة السابقة باستخدام المعادلة السابقة فنحصل على العلاقة الضبابية R.

8- أصبح لدينا R علاقة ضبابية بين F, C, T و علاقة بين C و D و الذي يستخدم العلاقة السابقة في التركيب.

9- لاختيار المجموعة الجزئية الضبابية لمدة تنفيذ المشروع نأخذ في الحسبان تأثير العوامل كافة نقوم بحساب جداء مجموع عناصر كل سطر في المصفوفة TOR بالتكرار المقابل له (أي يتواتر الحدوث المقابل له) فتكون درجات الانتماء لعناصر المجموعة الضبابية التي تمثل مدة تنفيذ النشاط هي المقابلة لأكبر من قيم الجداء السابق أي:

$$(1)..... \sum TOR_{1j} * f_1$$

$$(2)..... \sum TOR_{2j} * f_2$$

$$(3)..... \sum TOR_{nj} * f_n$$

$$(4)..... \mu_{x_i} = \max \sum TOR_{ij} * f_i$$

10- تحسب مؤشرات التوزيع الاحتمالي لزمن النشاط بناء على تلك المجموعات التي تم الحصول عليها من خلال حساب احتمال أن يكون من النشاط مساويا لكل عنصر من عناصر هذه المجموعة كالتالي: (21)

$$P(D=x_1) = \mu_{x_1} / \sum \mu_{x_i}.....(5)$$

$$P(D=x_n) = \mu_{x_n} / \sum \mu_{x_n}.....(6)$$

²¹. نفس المرجع السابق، ص 280.

فنحصل على التوزيع الاحتمالي:

الجدول رقم (2 ، 5): التوزيع الاحتمالي

| | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| x_i | x_1 | x_2 | x_n |
| | \sum | | |
| μ_{x_i} | μ_{x_1} | μ_{x_2} | μ_{x_n} |
| P | $P(x_1)$ | $P(x_2)$ | $P(x_n)$ |

المصدر : Abd el Haddi El Rifai Analysis of PERT Network Using Estimations of Fuzzy Sets Theory

، ص. 280.

11- نحسب قيم مؤشرات التوزيع الاحتمالي باستخدام العلاقات التالية:

$$\bar{D} = \sum_{i=1}^n x_i p_{x_i}$$

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 p_{ii} - (\bar{D})^2 \implies \sigma = \sigma \sigma^2$$

تستخدم القيم الجديدة (\bar{D}, σ) التي تم الحصول عليها من خلال الخطوات السابقة على كل نشاط من أنشطة المشروع و نقوم بإعداد خطة المشروع كما في طريقة Pert التقليدية. (22)

2-جدولة المشروع ذي الأنشطة الضبابية:

تقدم نظرية المجموعات الضبابية تقنية جديدة لحساب الجدولة الزمنية لأنشطة المشروع مع اعتبار زمن النشاط هو مجموعة ضبابية مستمرة على عكس الاستخدام السابق الذي اعتبر الزمن أنه مجموعة منقطعة عناصرها فقط. (a,b,m)

كما هناك تقنيتين لهذه الجدولة هما: مقياس الإمكانية و دال التوافقية اللذان يستخدمان لتقويم الجدولة و تحديد قبولها.

و تسمح الجدولة المعتمدة على نظرية المجموعات الضبابية بتحديد الأزمنة الضبابية المبكرة و المتأخر للبدء و الإنهاء و زمن المشروع و ذلك من خلال حسابات الاتجاهين الأساسي و العكسي. (23)

²². نفس المرجع السابق، ص. 280.

²³. Lorterapong, Pasit and Osama Moselhi. IBID. P311.

• حسابات الاتجاه الأمامي:

في الشبكات التقليدية تحدد الأزمنة المبكرة للبدء و الإنهاء بافتراض أن الزمن المبكر لحدث بداية المشروع هو (0) ، أما في الشبكة الضبابية فمثلها في الشبكات التقليدية، و لكن بافتراض أن الزمن الضبابي الممثل في منحى شبه منحرف (a,b,c,d) لحدث بداية المشروع هو (0,0,0,0) و نحسب الأزمنة المبكرة كما يلي:

$$(7).....FES_X = \max(FEF_P)$$

$$(8).....FEF_I = FES_X + FD_X$$

$$(9).....T_{prg} = FEF_e$$

حيث FES_X : زمن البداية المبكر الضبابي للنشاط x_i

P : النشاط السابق

P : مجموع الأنشطة السابقة.

FEF_X : هو زمن النهاية المبكرة للنشاط x

FD_X : زمن النشاط الضبابي الممثل بشكل شبه منحرف.

E : النشاط الأخير في النشاط.

T : هو زمن المشروع الضبابي

Max : مقارنة لكل زوج من الأرقام الضبابية لتحديد القيمة العظمى لكل زوج للحصول على الرقم الضبابي

الجديد الاعظمي.

• حسابات الاتجاه العكسي:

إن عملية الطرح في المنطق الضبابي ليست مثلها في العملية المجموعة المحددة باستعماله في الاتجاه العكسي يخلف قيمة كبيرة و غير واقعية و ذلك بالنسبة للأزمنة الضبابية المتأخرة لبدء و إنهاء أنشطة المشروع ، و

بالتالي تكون هناك درجات عدم التأكد و تزداد هذه الدرجات كلما اتجهنا الى الأمام و من الممكن أيضا الحصول على قيم سالبة للزمن المتأخر لنشاط ما و هذا لا معنى له. (24)

و للتغلب على هذا الإشكال اقترح على أن يكون الزمن الذي يعد نقطة بدء لحسابات الاتجاه العكسي محدد بشكل مستقل عن حسابات الاتجاه الأمامي مع افتراض أساس خلاصته أن الأنشطة المبكرة يجب أن تنتهي بدرجة عدم التأكد أكبر من الأنشطة التالية لها.

و لحساب الأزمنة المتأخرة الضبابية لكل نشاط من أنشطة المشروع اتبع ما يلي:

- نقوم بتحديد النهاية المتأخرة التمهيديّة (PLF) (Preliminang late Finish) بغية حساب الزمن

$$PLF_X = \min (FLS_S)$$

حيث PLF_X زمن نهاية متأخر تمهيديّة لنشاط X .

FLS_S : زمن بداية متأخر ضبابي للنشاط S اللاحق المباشر لـ X

S : مجموع الأنشطة اللاحق لـ X .

- نحول PLF_X الحد الأعلى للنهاية المتأخرة FLF^M و ذلك بطرح الفترة $(0, \infty)$ منه باستخدام المعادلة:

$$(g.h.e,f) \ominus (0.0. \infty. \infty) = (-\infty, \infty -e, f)$$

• لدينا FEF ممثلا برباعي $(a.b.c.d)$ و FLF^N ممثلا برباعي $(-\infty, \infty -e, f)$ نحسب الانتشار

اليمني لكل من العددين FEF و FLF^N أي $d-c$ و $f-e$ أما الانتشار اليساري فهو غير محدد.

• تقارن قيمتي الانتشار السابقين لحساب العدد الضبابي الأكبر (y) حيث نميز حالتين :

1- $D - c \geq f - e$ أي الانتشار اليميني لـ FEF أكبر من لـ FLF^N . في هذه الحالة ستكون عناصر

y مساوية للفرق بين الحدين الأعلى لعددين الضبابيين FEF و FLF^N اي :

$$Y = (f-d, f-d, f-d, f-d)$$

2- لكن إذا كان $f-e > d-c$ فإن :

$$Y = (e-c, e-c, e-c, f-d)$$

يجب ان يحقق العدد الضبابي y الشرط التالي:

$$FEF \oplus y \subseteq FLF^N$$

• نحسب FLN زمن النهاية المتأخرة الضبابي للأنشطة خلال المعادلة:

²⁴. نفس المرجع السابق، ص 212.

$$FLF = FEF \oplus y$$

- نحسب FLS الزمن الضبابي المتأخر لبداية النشاط بالعلاقة : (25)

$$FLF = FES \oplus FD_z$$

و نكرر هذه الخطوات لجميع الأنشطة.

مثال : عن شبكة ممثلة بالمجموعات الضبابية:

الجدول رقم(2، 6) يمثل الانشطة وأزمنتها الضبابية

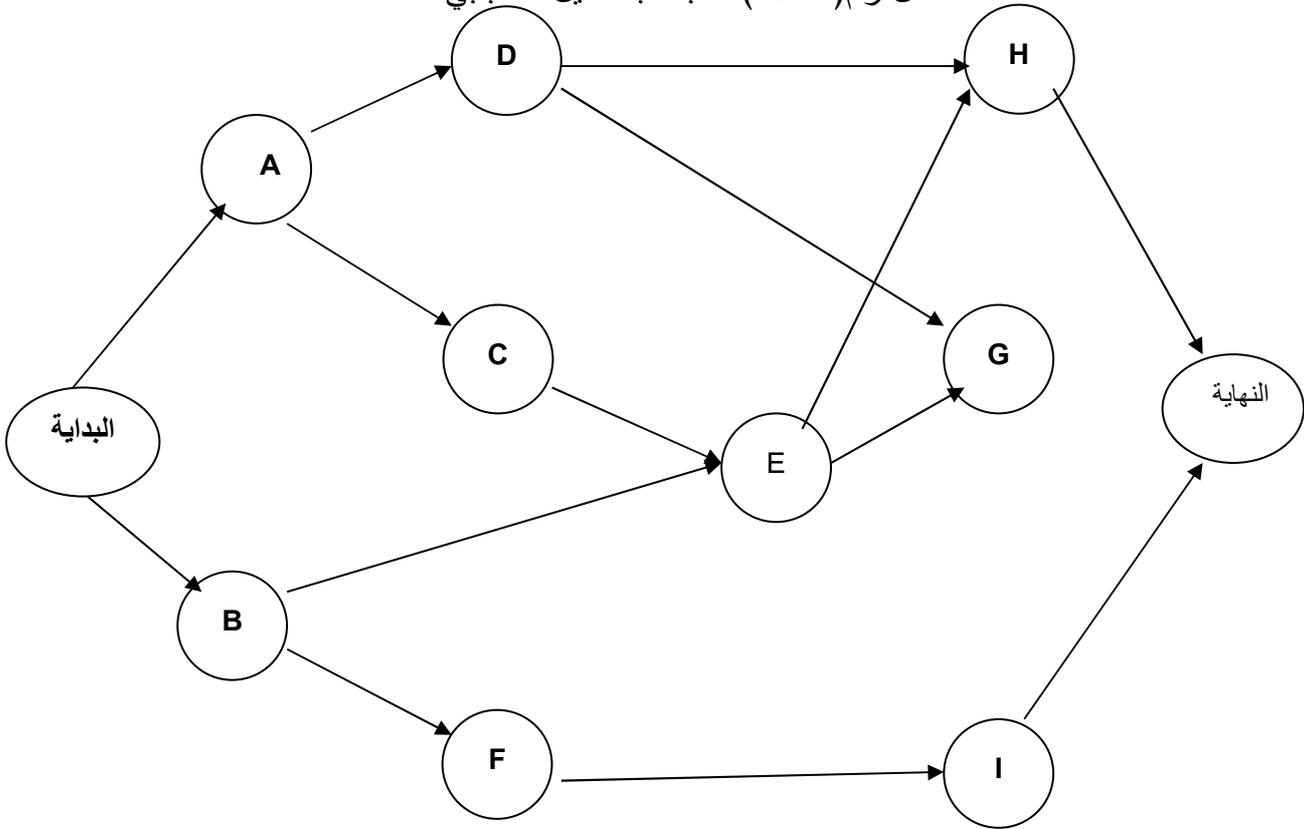
| الانشطة | أزمنة الانشطة | | | الازمنة الضبابية |
|---------|---------------|----|----|------------------|
| | a | b | c | |
| A | 3 | 4 | 5 | (3,4,4,5) |
| B | 2 | 3 | 5 | 2,3,3,5) |
| C | 6 | 8 | 10 | 6,8,8,10 |
| D | 5 | 7 | 8 | 5,7,7,9 |
| E | 6 | 9 | 14 | 6,9,9,14 |
| F | 10 | 12 | 14 | 10,12,12,14 |
| G | 2 | 2 | 8 | 2,2,2,4 |

²⁵. نفس المرجع السابق، ص. 212.

| | | | | |
|---|---|---|---|---------|
| H | 4 | 5 | 8 | 4,5,5,8 |
| I | 4 | 6 | 8 | 4,6,6,8 |

من خلال هذا الجدول نرسم شبكة هذا المشروع

الشكل رقم (2، 10) الشبكة بالتحليل الضبابي



المصدر : Mosilhi, O and Lorteron,P Fuzzy vs propbblitic scheduling , P.445

بتصرف من الطالبة

من خلال هذه الشبكة والأزمنة الضبابية وتطبيق قواعد المنطق الضبابي في حساب البدايات النهايات المبكرة والمتأخر لجميع الانشطة نستخلصها في الجدول التالي:

الجدول رقم (2 ، 7) ES و EF للأنشطة

| النشاط | A | B | C | D | E |
|--------|---------|---------|---------|---------|------------|
| ES | 0,0,0,0 | 0,0,0,0 | 3,4,4,5 | 3,4,4,5 | 9,12,12,15 |

| | E | F | G | H | I |
|----|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| ES | 9,12,12,15 | 9,12,12,15 | 15,21,21,29 | 15,21,21,29 | 19,24,24,33 |
| LF | 15,21,21,29 | 29, 19,24,24 | 17,23,23,33 | 19,26,26,37 | 23,30,30,41 |
| LF | 3,4,4,5 | 5,3,3,2 | 9,12,12,15 | 6,11,11,13 | 15,21,21,29 |

المبحث الثالث: تقنية شبكة مسار بيرت Pert – Path Network Technique (PPNT)

إن نموذج Pert هو نموذج من النماذج التقليدية لشبكات الأعمال التي تعطي اهتمام كبير للأنشطة الحرجة و مسارتها دون التطرق للأنشطة الغير حرجة بالرغم أن هذه الأنشطة يمكن التأخير فيها أو زيادة في مدتها يؤدي إلى تأخير في مشروع الإنجاز أو زيادة تكاليفه عن المخطط له.

كما أن منهج Pert يشير إلى حالات عدم التأكد بوضوح المرافقة لزمن المشروع و بالتالي قدمت صياغة جديدة لأسلوب Pert التقليدي، و ذلك بتحليل تطور المشروع حسب مسارات شبكة Pert يطلق على الشبكة الناتجة شبكة مسار بيرت (PPN) التي تعتمد على نفس معلومات Pert التقليدية و لكن تستعمل معلومات أكثر دقة.

المطلب الأول: أساسيات تقنية شبكة مسار Pert

إن الفكرة الأساسية التي تقوم عليها تقنية PPNT أي التقدم الفعلي للمشروع لا يقوم على مجموعة الأنشطة المنجزة في مدتها المحددة وإنما على تسلسل هذه الأنشطة و مدة إنائها.

- ترى هذه التقنية أن تسلسل إنجاز أنشطة المشروع سياق عشوائي، و كل مسار يمكن أن ينفذ المشروع من خلاله يشكل مجرى لذلك السياق العشوائي، و يكون عدم السياق العشوائي مساريا لعدد المسارات المحددة عند بداية المشروع و يكون تاما إذا أنجزت جميع أنشطة هذا المسار.

- تسمح PPNT بتحليل تطورات تنفيذ المشروع أي مجاري السياق العشوائي باستخدام متغير الحالة ' حالة مسار لطريقة Pert" و يعرف على انه : $\gamma_k = \{ A_{i_1}, A_{i_2}, \dots, A_{i_p}, 0,0,0 \}$

$$K=[1,N] = [1.n] \quad t_k$$

حيث:

A_{i_p} : هو النشاط ذو الترتيب K و المنجز في المسار ذو الترتيب t_k في الانتقال ذو الترتيب K. (26)

²⁶ .Mummolo Giovanni –Measuring Uncertainty And Criticality In Network Planning By PERT–Path Technique , International Journal Of Project Management, Vol.15,NO.6 Great Britain 1997,p. 378

يمثل متغير الحالة $\pi_{i,j}$ مجموعة المسارات المكتملة و التامة التي يمكن لطريقة Pert إتباعها قبل المباشرة بتنفيذ المشروع، حيث يتم تخفيض عدد هذه المسارات عندما تصبح العملية جارية، و ذلك من خلال استبعاد المسارات التي تنتهي إليها حالات مسار لا يمكن الوصول إليها فيكون احتمال الانتقال من حالة سابقة إلى حالة من الحالات التي يتعذر الوصول إليها معدوما و حدث الانتقال بين هاتين الحالتين المتجاورتين يعد حدثا احتماليا مستحيلا.

يعتمد حدوث أي حالة و الوصول إليها على احتمالات الانتقال بين حالات المسار، و تعتمد احتمالات الانتقال السابقة بدورها على السياق العشوائي الذي يصف تطور المشروع و تطور Pert من خلال متغير الحالة $\pi_{i,j}$. تستند PPNT الى عدة مؤشرات في تحليلها لمسار المشروع منها:

" احتمال الحالة لكل $\pi_{p,k}$ حيث $\pi_{p,k}$: هي حالة المسار ذات الترتيب P بـ K نشاط منجز، احتمالات الانتقال بين حالات المسار، مجال زمن الوصول في كل $\pi_{p,k}$ " ، كما أنها تستند على مخطط PPN، هذا و يعتمد المؤشران الأول و الثاني على الزمن و على الحالة و السياق العشوائي. نجد من خلال ما سبق أن:

PPNT نموذج شبكي يأخذ في الحسبان أنشطة المشروع جميعها و يعدها متغيرات عشوائية و لا يقتصر على تلك الأنشطة المنتمية الى المسار الحرج فقط كما في الشبكات التقليدية.

المطلب الثاني: شبكة مسار (PPN) Pert – Path Network:

شبكة مسار Pert (PPN) هي مخطط بياني موجه ذو بنية شجرية بجذر في $\pi_{1,0}$ و عقد (أحداث) في الحالات $\pi_{i,k}$ حيث: $K=[1,N]$, $K=[1,k]$ =

تعتمد بنية شبكة مسار بيرت على بنية شبكة Pert التقليدية ، و على الأزمنة المحددة لكل نشاط ، حيث تحدد PPN مخطط الانتقال للسياق العشوائي. و يتم إعداد هذا المخطط كما يلي: (27)

نفترض أن زمن النشاط متغير عشوائي معرف على المجال $[+\infty,]$ و يخضع للتوزيع الاحتمالي الأسّي السالب لواببول وايرلانغ ، عندئذ يعتمد مخطط الانتقال للسياق العشوائي على مخطط Pert التقليدي فقط دون اعتماده على المدة الزمنية المحددة، أي لا توجد قيود زمنية طالما ان الزمن متغير عشوائي معرف على مجال غير

27. نفس المرجع السابق، ص 380.

محدود من الأعلى، هنا تكون الانتقالات ممكنة كلها في PPN حيث يسمح بجميع المسارات الممكنة لـ PPN المشتقة بسهولة من شبكة Pert التقليدية، عندئذ تسمى (PPN) الناتجة بشبكة بيرت التامة Full Pert – Path Network (FPPN).⁽²⁸⁾

بما ان منهج Pert التقليدي يفترض أن زمن كل نشاط يعد متغيرا عشوائيا معرفا على مجال محدود حده الأدنى هو الزمن المتفائل، و الحد الأعلى هو الزمن المتشائم اللازم لإنجاز النشاط و يخضع لتوزيع Pert- أو للتوزيع المنتظم، فإن هناك قيودا زمنية، و بالتالي فإن الأزمنة اللازمة لحدوث الانتقال بين حالات المسار هي متغيرات عشوائية مقيدة، الأمر الذي لا يسمح بجميع الانتقالات الممكنة و المحددة في شبكة FPPN، و لذلك يجب إجراء اختصار و صقل لـ FPPN عن طريق إزالة حالات المسار، و بالتالي FPNN التي لا يمكن الوصول إليها بسبب أزمنة النشاط المقيدة، حيث يطلق على الشبكة الناتجة عن عملية صقل FPPN اسم شبكة مسار بيرت المختصرة (RPPN) Reduced PERT – Path Network.

و فيما يتعلق بالقيود الزمنية التي يجب أخذها في الحسبان لتحديد حالات المسار التي لا يمكن الانتقال إليها والواجب حذفها و إزالة المسار الذي ينتمي إليه، حيث انه من غير الممكن للسياق العشوائي أن يسلك المجرى الممثل بهذا المسار و لمعرفة تلك الحالات، فعلى سبيل المثال: إذا كانت لدينا العلاقة المنطقية بين نشاطين علاقة متوازية و لهما حدث بداية تشعبي، و زمن كل منهما معرف على مجال محدود، حيث الحد الأدنى لمجال تعريف زمن النشاط الثاني أكبر من الحد الأعلى لمجال تعريف زمن النشاط الأول، عندئذ لا يمكن الانتهاء من إنجاز النشاط الثاني قبل إنجاز النشاط الأول، أي لا يمكن الانتقال إلى حالات المسار التي تتضمن ترتيب انجاز الأنشطة، عندما يشير هذا الترتيب إلى إنجاز النشاط الثاني قبل إنجاز النشاط الأول سواء كانت هذه الحالات تعبر عن مسار تام أو غير تام.⁽²⁹⁾

إذا لا يمكن للمشروع أن يتبع أثناء تنفيذه تسلسلات و ترتيب إنجاز الأنشطة التي تشير إليها هذه الحالات، فيتم حذفها من شبكة مسار بيرت التامة (EPPN)، أما في حال تساوي الحدود الدنيا، و كذلك الحدود العليا لهذين النشاطين أو في حال التداخل بين هذه الحدود العليا و الدنيا لمجالات تعريف زمن كل نشاط باستثناء ما ذكر سابقا، فإنه يمكن الانتقال من حالة مسار راهنة الى حالات مسار مجاورة، يسمح بجميع الانتقالات الممكنة.

²⁹ .Mummolo Giovanni ,PERT – Path Network Technique: A New Approach To Project Planning , International Journal Of Project Management , Vol .12 . NO. 2 .1994 ,P.90.

المطلب الثالث : مجالات زمن الوصول إلى حالة المسار:

يحتوي هذا المطلب على ثلاث نقاط اساسية توضح كيفية اتباع هذه الطريقة وتحديد مساراتها وتتمثل في:

أ_ خطوات تحديد مجالات زمن الوصول:

قبل الحديث عن الطريقة التي يتم فيها حساب هذه المجالات و الخطوات التي تقوم عليها هذه الطريقة، نورد مجموعة من الرموز التي سيتم الاعتماد عليها في توضيح عملية حساب هذه المجالات.

$\pi_{p,k}$: حالة مسار راهنة ذات K نشاط منجز.

S: مجموعة الأنشطة A_s التي يمكن إنجازها إذا علمنا أن طريقة Pert هي في حالة المسار $\pi_{p,k}$

$\pi_{s,k+1}$: حالة المسار في الموقع ذي الترتيب s بـ k+1 نشاط منجز، و يمكن الوصول إليها بالبداية من $\pi_{p,k}$ بإنجاز النشاط s

$T_i(\pi_{p,k})$: زمن الوصول الذي ترتيبه i في حالة المسار $\pi_{p,k}$.

$T_i^{\wedge}(\pi_{s,k+1})$: زمن الوصول الأدنى في حالة المسار $\pi_{s,k+1}$ شرط ان بداية نظام Pert من $\pi_{p,k}$ في $T_i(\pi_{p,k})$.

$T_i^{\vee}(\pi_{s,k+1})$: زمن الوصول الأقصى في حالة المسار $\pi_{s,k+1}$ شرط ان بداية نظام pert من $\pi_{p,k}$ في $T_i(\pi_{p,k})$.

$\Omega_s = [a_s, b_s]$ = المجال المخطط لزمن النشاط A_s .

$d_s[T_i(\pi_{p,k})]$: الاحتمالي الزمني الأدنى لـ A_s و المحسوب في $T_i(\pi_{p,k})$.

$D_s[T_i(\pi_{p,k})]$: الاحتمالي الزمني الأقصى لـ A_s و المحسوب في $T_i(\pi_{p,k})$.

$D_i[T_i(\pi_{p,k})]$: الاحتمالي الزمني الأقصى لـ A_s و المحسوب في $T_i(\pi_{p,k})$ حيث أن $A_i A_s =$ و $A_i \in S$

نتبع مجموعة من الخطوات لحساب مجال زمن الوصول في كل حالة مسار سواء كانت هذه الحالة تامة أم جزئية، و لكن بعد افتراض أن زمن النشاط يتراوح في المجال $[0, +\infty[$ و ان الشبكة الناتجة عن PN هي

$FPPN$ ، حيث نتمكن من خلال تطبيق الخطوات الآتية و إجراء عملية الحساب من إزالة جميع حالات المسار التي لا يمكن للسياق العشوائي أن يسلكها كما يتضح لنا من خلال الخطوات الآتية: (30)

1- نأخذ المجموعة الجزئية الأولى لحالات المسار التي تحوي حالة المسار البدائية فقط، و التي تشير الى

$$FPPN = RPPN \text{ عندئذ يكون } K = 0$$

2- تشكل المجموعة الجزئية من حالات المسار $RPPN$ ، حيث تحوي كل مجموعة جزئية حالات المسار

التي لها عدد الأنشطة المنجزة K نفسه: $k^* = 0, \dots, N$ عندئذ يكون عدد هذه المجموعات مساويا

$$l = (N - k^*) + 1$$

حيث انه عندما :

$k^* = 0$ فإن المجموعة تحوي فقط حالة المسار التي لا نشاطا منجزا فيها، عندئذ يكون عدد المجموعات في

الشبكة مساويا $l = N + 1$.

$k^* = 1$: فإن المجموعة تحوي فقط حالات المسار التي تحوي نشاطا منجزا واحدا فقط.

$k^* = N$: فإن المجموعة تحوي حالات المسار التامة التي فيها N نشاط منجز.

3- نختار مجموعة جزئية من المجموعات السابقة و لتكن المجموعة الجزئية ذات الترتيب k $(\pi_{p,k})$.

4- نختار حالة المسار $(\pi_{p,k})$ من المجموعة السابقة و نقوم بتحديد المجموعات التالية:

5- المجموعة A : مجموعة الأنشطة التي يمكن البدء بها عند وصول طريقة Pert الى حالة المسار $(\pi_{p,k})$

نحو حالات مسار المجموعة الجزئية $\{\pi_{p,k+1}\}$ المتجاورة مع $\pi_{p,k}$.

- المجموعة B : مجموعة الأنشطة التي بدأت مسبقا في حالة المسار $\pi_{p,k-m}$ ، حيث $m \in [1, K]$ إلا أنها

لم تكتمل بعد في $\pi_{p,k}$.

- المجموعة C : مجموعة الأنشطة التي سبق إنجازها في حالة المسار $\pi_{p,k}$.

6- حساب قيم الاحتياطي الزمني الدنيا و القصوى و التي عددها 2^{k+1} للنشاط A_p :

فإذا كان النشاط A_p منتما إلى المجموعة A المحددة في الخطوة السابقة فإن:

³⁰. نفس المرجع السابق، ص. 97.

$$d_s [T_i(\pi_{p,k})] = a_s$$

$$(31) D_s [T_i(\pi_{p,k})] = b_s$$

أما إذا كان النشاط A_s منتما إلى المجموعة B السابقة، فيتم حساب قيم الاحتياطي الزمني الدنيا و القصوى من المعادلتين التاليتين على التوالي: (32)

$$[T_i(\pi_{p,k})] = a_s + |d_s [T_i(\pi_{p,k})]| \quad \alpha_s$$

حيث:

$$d_s [T_i(\pi_{p,k})] = a_s - [T_i(\pi_{p,k}) - T_i(\pi_{r,k-m})] \geq 0$$

$$b'_s [T_i(\pi_{p,k})] = D'_s + [T_i(\pi_{p,k}) - T_i(\pi_{r,k-m})]$$

و حيث أن :

$$D'_s [T_i(\pi_{p,k})] = \min \{ D_s [T_i(\pi_{p,k})], \min D_c [T_i(\pi_{p,k})] \}$$

إذا كان :

$$D'_s [T_i(\pi_{p,k})] = D_s [T_i(\pi_{p,k})]$$

فإن:

$$B [T_i(\pi_{p,k})]_s = b_s$$

نختبر صحة التعبير الجبري التالي رياضيا، و حسب نتائج الحساب التي يتم الحصول عليها لمجالات زمن الوصول في حالات المسار و قيم الاحتياطي الزمني الدنيا و القصوى للأنشطة التي تمكننا من الانتقال من حالة راهنة الى حالات مجاورة

$$\exists T_i(\pi_{p,k}) \in \{ T_i(\pi_{p,k}) \}$$

1- Mummolo Giovanni IBID,p379.

32. نفس المرجع السابق، ص. 380.

$$\exists d_s [T_i(\pi_{p,k})] \leq \min D_s [T_i(\pi_{p,k})]$$

فإن تحقق هذا الشرط نحسب قيمة كل من $T'_i(\pi_{s,k+1})$ و $T''_i(\pi_{s,k+1})$ من المعادلتين السابقتين على التوالي⁽³³⁾:

$$T'_i(\pi_{s,k+1}) = T_i(\pi_{p,k}) + d_s [T_i(\pi_{p,k})]$$

$$\forall T_i(\pi_{p,k}) \in \{T_i(\pi_{p,k})_i\}$$

$$T''_i(\pi_{s,k+1}) = T_i(\pi_{p,k}) + D_s [T_i(\pi_{p,k})_i]$$

$$\forall T_i(\pi_{p,k}) \in \{T_i(\pi_{p,k})\}$$

أما في حالة عدم تحقق هذا الشرط، فإن هذا يشير إلى ضرورة إزالة حالة المسار $\pi_{s,k+1}$ و الحالات التالية لها كافة.

7- و هكذا نتقل من مجموعة جزئية إلى أخرى و من حالة إلى أخرى، و نكرر الخطوات السابقة حتى نتمكن من حساب أزمنا الوصول للحالات كافة، و عندما نصل إلى المجموعة الجزئية $k^*=N$ فإن مجالات زمن الوصول لحالاتها التامة هي في حقيقتها مجالات زمن الوصول إلى المسارات الممكنة التي يسلكها السياق العشوائي.

ب - احتمال الانتقال بين حالي المسار :

نفترض أن Pert في حالة المسار الراهنة $\pi_{p,k}$ ذات الأنشطة (K) المنجزة، نحدد المجموعة D الناتجة عن اجتماع المجموعتين A و B المذكورتين في الفقرة السابقة، حيث تحوي المجموعة D $(n_{p,k})$ نشاطا، هذا و يختلف التوزيع الاحتمالي للزمن يبدأ النشاط A_s المنتمي الى المجموعة A من الحالة $\pi_{p,k}$ ، و يسمح انجازه بالانتقال إلى الحالة المجاورة $\pi_{s,k+1}$ عن التوزيع الاحتمالي للزمن عندما يبدأ النشاط في حالة المسار $\pi_{p,k-n_1}$ التي تسبق $\pi_{p,k}$ ، حيث يتعلق التوزيع الأخير بالاحتياطي الزمني للنشاط A_s هو $d_v(A_s)$ الذي يحدد بالعلاقة :

$$d_v(A_s) = D(A_s) - [T(\pi_{p,k}) - T(\pi_{s,k+1})]$$

³³. Romakumar ,R. **Engineering Reliability Fundamentals and Applications** prentice – hall , international , Inc . , U.S.A,1993 , p 54.

حيث زمن النشاط A_s و المعرفة بالزمن $D(A_s)$ يعطي احتمال الانتقال من $\pi_{p,k}$ الى $\pi_{s,k+1}$ من العلاقة التالية:

$$Prob [\pi_{p,k} , \pi_{s,k+1}] = \int_{-\infty}^{+\infty} f_s(T) \cdot \prod_{\substack{A_q \in \Omega_s \\ A_q \neq A_s}} R_q(T) dt$$

حيث أن $f_s(T)$: التوزيع الاحتمالي للنشاط A_s الذي يمكن من الانتقال من $\pi_{p,k}$ الى $\pi_{s,k+1}$.

$R_q(T)$: تابع الموثوقية لزمن النشاط A_k حيث ان $\forall A_q \in \Omega_s, A_s \neq A_q$

و يعرف تابع الموثوقية لزمن النشاط A_q كما يلي:

$$R_q = 1 - F_q(T) = \int_T^{+\infty} f_q(T) dt$$

حيث $F_q(T)$ التوزيع التكاملي لزمن النشاط A_q ، $f_q(T)$: التوزيع الاحتمالي لزمن النشاط A_q .

أما عندما تكون أزمنة الأنشطة موزعة بشكل أسي، كما تفترض هذه التقنية في البداية فإن احتمال الانتقال السابق يعطى بالعلاقة:

$$Prob [\pi_{p,k} , \pi_{s,k+1}] = \frac{1/E[t(A_s)]}{\sum_{A_s \in \Omega_s} 1/E[t(A_s)]}$$

حيث $E[t(A_s)]$ القيمة المتوقعة لزمن النشاط A_s .

إن الاحتمال السابق ليس إلا مقياساً لعدم التأكد المرتبط بتطور نظام *Pert* بين حالتين متجاورتين في *PPN*.

نجد مما سبق ضرورة أن يكون:

$$\sum_{A_s \in \Omega_s} prob \{ \pi_{p,k} , \pi_{s,k+1} \} = 1$$

يمكننا بعد حساب احتمالات الانتقال بين حالات المسارات أن نحسب احتمال كل مسار (تام أو جزئي) من خلال العلاقة التالية: (34)

$$prob \{ \pi_{p,k} , \pi_{s,k+1} \} = prob \{ \pi_{p,k} , \pi_{s,k+1} \} \cdot prob \{ \pi_k = \pi_{p,k} \}$$

³⁴ Romakumar, R IBID , p 55-56

حيث ان : n_N عدد مسارات المشروع المكتملة .

$$Prob\{\pi_0 = \pi_{1,0}\} = 1 \quad \sum_{i_N}^{N^2} prob\{\pi_N = \pi_{i_N}, N\} = 1$$

ج -أزمنة المسار و المشروع:

رأينا أثناء عرض الطريقة التي تمكننا من حساب مجال الوصول الى حالة المسار من أن مجالات زمن الوصول إلى الحالات التامة هي مجالات مت زمن الوصول إلى المسارات و بالتالي للمشروع.

لكن الجهد و الوقت الذي تتطلبه هذه الطريقة، إضافة إلى قلة المؤشرات التي يمكن الحصول عليها من خلال إتباعها، دفع إلى البحث عن طريقة أخرى أكثر سهولة و ذات نتائج أدق و مؤشرات ناتجة أكثر من الطريقة السابقة، حيث تعتمد هذه الطريقة على تحديد العلاقات بين زمن المشروع و أزمنة مسارات الشبكة البالغ عددها n_N ، حيث تعتمد إلى تحديد العلاقات بين $E[T]$ و $V[T]$ من جهة و بين $E[T_i]$ ، $V[T_i]$ لكل زمن مسار من المسارات الممكنة من جهة أخرى ، هذا و يرتبط زمن كل من المشروع و المسار من خلال أن المشروع يتبع كلا من المسارات n_N ، أما دلالات الرموز السابقة فهي:

$E[T]$: القيمة المتوقعة لزمن المشروع T الذي يعد متغيرا عشوائيا.

$V[T]$: تباين رموز المشروع.

$E[T_i]$: التوقع الرياضي لزمن المسار π_i حيث T_i زمن المسار متغير عشوائي.

$V[T_i]$: تباين زمن المسار π_i .

ترى هذه الطريقة أن عملية تنفيذ المشروع تجربة تشكل جميع التطورات الممكنة للمشروع فضاء العينة S الذي يحوي العناصر s ذات العدد $N+1$ و يعرف فضاء العينة كما يلي:

$$S = (\pi_i, t_1, \dots, \dots, t_n)$$

حيث أن : π_i المسار ذو الترتيب i .

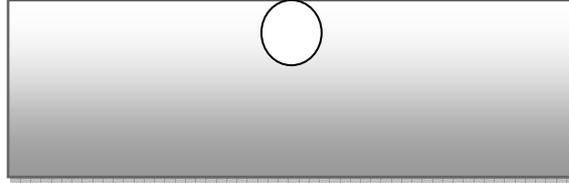
t_K : تاريخ الانتقال ذو الترتيب K لحالة ما ب K نشاط منجز.

حيث: $K=1,2,\dots,N$

s: تطور المشروع.⁽³⁵⁾

و يمثل ذلك بيانيا كما في الشكل التالي :

الشكل رقم(2، 11) تنفيذ المشروع كتجربة



المصدر: . Pontrandolfo , Project Duration In Stochastic Network By The PERT – Path Technique , International Journal of Project Management, vol . 18 ,2000 p.217

يقسم فضاء العينة S الى مجموعات جزئية ، II عددها n_N حيث تكون المجموعة الجزئية II هي حدث إنجاز المشروع عندما يتبع المشروع المسار π_i ، أي أن II_i هي مجموعة جزئية من التطورات الإجمالية الممكنة للمشروع بالمسار π_i .

لإيجاد التوزيع الاحتمالي للمتغير العشوائي T زمن المشروع المعرف كما يلي:

$$T : S \rightarrow (0, +\infty)$$

ينبغي ان توجد التوزيعات الاحتمالية f_i لزمن كل مسار من المسارات السابقة T_i حيث: $i=1,\dots,n_N$ و احتمال أن يتبع المشروع أثناء تنفيذه المسار π_i (p_i) عندئذ يعطى التوزيع الاحتمالي لزمن المشروع بالعلاقة التالية:

$$P = \sum_{i=1}^{n_N} f_i p_i$$

حيث أن P: التوزيع الاحتمالي لـ: T_i .

³⁵ .Pontrandolfo , Project Duration In Stochastic Network By The PERT –Path Technique , International Journal of Project Management, vol . 18 ,2000. p.217

و يحسب وسطاء هذا التوزيع (p) باستخدام المعادلات التالية:

$$(1) \dots\dots\dots E[T] = \sum_{i=1}^{N} p_i E[T_i]$$

$$(2) \dots\dots\dots V[T] = \sum_{i=1}^{N} p_i V[T_i] + \sum_{i=1}^{N} p_i E^2[T_i] - E^2[T]$$

$$(3) \dots\dots\dots V[T] = \sum_{i=1}^{N} p_i V[T_i] + [E[T_i] - (E[T])^2]$$

و من اجل الجمع بين تقنية مسار بيرت و نموذج Pert التقليدي، يمكن ان نستخدم PPNT لتحديد زمن المشروع تبعا للخطوات التالية: (36)

- 1- عرض شبكة مسار بيرت PPN بالاعتماد على شبكة (PN)PERT و على أزمنة أنشطة المشروع.
- 2- يحدد لأجل كل نشاط متوسط و تباين زمن المسار و احتمال أن يتبع المشروع المسار المأخوذ في الحساب.
- 3- حساب الزمن المتوقع للمشروع من خلال المعادلة (1)، و تباين زمن المشروع من خلال المعادلتين (2) و (3).

أثبتت شبكة مسار بيرت أنها وسيلة فعالة في معاينة تطورات المشروع خلال مرحلة التعاقد (الزمن صفر)، و في الواقع تعد وسيلة ملائمة لإلقاء الضوء على تطورات المشروع الممكنة غير المتوافقة مع توقعات أحد طرفي العقد أو كليهما، حيث تجعل الأطراف المتعاقدة أكثر إدراكا لتأثيرات حالات ارتياب المخططين بشأن تطورات المشروع، حيث لكل تطور أهمية اقتصادية مختلفة بالنسبة لطرفي العقد، فالمتعاقد يهتم بتحديد معالم العقد التي تتبع تراتيب الإنجاز التي تؤهله إلى لاستلام اكبر أقساط للدفعات المقدمة سلفا من المالك، بينما المالك يفضل تراتيب الإنجاز التي تقلل من التزاماته المادية تجاه المتعاقد.

عندما تكون التراتيب المحتملة غير متوافقة مع التقديرات الزمنية و القيود المنطقية لكل نشاط، يعاد تخصيص الموارد بين الأنشطة، و يتم إنشاء تقديرات زمنية جديدة تؤدي الى تراتيب إنجاز جديدة تكون ذات نفع متبادل بين طرفي العقد من وجهة النظر الفنية و الاقتصادية، حيث يكون تحديد التقديرات و بالنتيجة تطورات المشروع فعالا أثناء رقابة المشروع.

³⁶. نفس المرجع السابق، ص. 218.

إذا شبكة مسار بيرت نموذج شبكي يدعم عملية اتخاذ القرارات، و يعالج مشكلة تحديد أفضل المبادلات ما بين الاهتمامات المتناقضة لطرفي العقد. و بما أن السفينة التي تقوم بالرحلة البحرية موضوع تطبيقنا قد تكون مستأجرة من جهة، و هناك عقد موقع بين الناقل و الشاحن من جهة أخرى، و الهدف من الرحلة البحرية هو تحقيق ما ورد في نص العقد ضمن الشروط و القيود التي يتضمنها، فإن اختيار نموذج شبكة Pert يمكن إدارة المؤسسة العامة للنقل البحري من اختيار تطور المشروع الملائم لها، و بالشكل الذي يمكن من تخفيض التزاماتها و يدعم قرارها أثناء توقيع العقد.

نخلص مما سبق ما يلي:

- 1- يعطينا تحليل زمن المشروع بواسطة PPNT مؤشرات عديدة عما هو متعارف عليه في Pert التقليدية، أي يوفر لنا معلومات أكثر عما سيجري أثناء عملية التنفيذ.
- 2- المسار في كل من PPN و PN هو سلسلة من الأحداث، لكن الأحداث في PPN هي حالات مسار، بينما في PN هي نقاط نهاية و بداية أنشطة معينة.
- 3- تعتمد PPNT على المعلومات المطلوب توافرها في PN إلا أن النتائج تكون في صورة أكثر و أدق.
- 4- الجهد و الوقت المطلوبان لتحليل زمن المشروع بواسطة PPNT أكبر مما هو مطلوب في تحليل Pert نظرا لكثرة المؤشرات المطلوبة حسابها و صعوبة الطرائق المتبعة في عملية الحساب.

خلاصة الفصل الثاني:

لقد لعبت أساليب التحليل الشبكي في النصف الثاني من القرن الماضي دورا بارزا في عملية تحليل أنشطة المشروع والتعرف على الانعكاسات التي تواجه المشروع بعدما كان الامر جد صعب في أسلوب التخطيط البياني GANTT نتيجة عدم وجود تداخل بين الأنشطة وعدم مقدرته على تقييم مدى تأثير نشاط معين على باقي الأنشطة وبعد ظهور اساليب اخرى كأداة فعالة في معالجة العيوب السابقة كطريقة PERT التي تعتبر انجع الاساليب العلمية التي تعتمد على تقديرات احتمالية لإنهاء المشروع قبل او بعد فترة المشروع وبالتالي تحديد درجة الخطورة التي تصاحب المشروع من لحظة بدايته الى غاية انهاءه.

لكن النماذج التقليدية لا تأخذ في الحسبان الطرائق البديلة والاختيارية في تنفيذ النشاط والمشروع فهي تتجزأ المشروع بطريقة تنفيذية واحدة ومعينة فظهر نموذج GERT الذي يعالج هذا النقص والذي يعتمد اساسا على أسهم المعكوسة عكس الشبكات التقليدية، لأن المشاريع لم تعد محصورة في بيئة مستقرة.

رغم نموذج PERT يعتمد على معلومات احتمالية الا ان زمن اي نشاط يبقى غير معلوم ومؤكد فهو لا يدخل العوامل النوعية المؤثرة على عامل الزمن مما ادى الاعتماد على المجموعات الضبابية في رسم شبكة المشروع التي تستند الى انه يوجد غموض حول كل نشاط.

كما تطرقت طريقة PPNT التي تعتبر تطور لطريقة PERT الى الأنشطة والمسارات غير الحرجة وبالتالي تؤخذ في الحسبان الى كل نشاطات المشروع.

ومن خلال مجمل هذا الفصل تبين لنا ان النماذج الحديثة تتكيف مع البيئة غير المستقرة ومع الظروف التي تؤثر على مدة انجاز المشروع.

الفصل الثالث:

دراسة حالة بناء
السكن الاجتماعي
بيسكرة

تمهيد:

شهد العالم الغربي منذ أواخر القرن الثامن عشر وبداية القرن التاسع عشر تطورات هائلة في جميع الميادين لا سيما قطاع البناء والتشييد ، فقد انتقلت عملية مراقبة وتسيير المشاريع من المرحلة الكلاسيكية باستخدام مخططات جانت الى المرحلة النيوكلاسيكية والمتمثلة في استخدام الأساليب الكمية (التحليل الشبكي) . وقد عرفت عملية التخطيط والرقابة والجدولة هي الأخرى تطورا كبيرا فبعد أن كانت هذه الأخيرة تتم يدويا ومع عدم إمكانية التعديل، أصبحت مع التطور التكنولوجي وظهور برامج اعلامية متخصصة في هذا المجال تتم في فترة زمنية وجيزة مع إمكانية التعديل على هذه المخططات في أي لحظة زمنية أو في حالة ظهور أي مشكل في أي مرحلة من مراحل عملية الإنشاء.

أما العالم العربي وبالتحديد الجزائر فإن عملية إنشاء المشاريع لا تزال بعيدة كل البعد في استخدام الأساليب الكمية في عملية التخطيط والجدولة والدليل على ذلك تأخر كل المشاريع، إذ لا تزال مكاتب الدراسات المتخصصة في هذا المجال تعتمد إلا على الطريقة الكلاسيكية والمتمثلة في جانت كطريقة أساسية في عملية التخطيط والرقابة وقد اشرنا في الفصل الأول إلى العيوب التي تتميز بها هذه الطريقة.

سنحاول في هذا الفصل التطرق الى دراسة حالة أحد مشاريع بناء السكن الاجتماعي في بسكرة ويعتبر هذا المشروع عينة من مشاريع الانشائية في هذه المنطقة وقد خصصنا دراسة مشروع بناء 96 وحدة سكنية سكن التساهمي في بسكرة وهذا من خلال ثلاث مباحث أساسية ، بحيث سنتناول في الفصل الأول وصف مشروع بناء 96 وحدة سكن اجتماعي تساهمي وفيه نتطرق إلى التعريف بالمشروع في المطلب الأول أما المطلب الثاني جدول انشطة المشروع الذي ستكون فيه جدول الانشطة وتوزيع التكاليف والموارد البشرية على الأنشطة. أما المطلب الثالث نحدد فيه ترتيب الأنشطة والعلاقات بينها حتى يتسنى لنا الرسم الإبتدائي لشبكة المشروع.

وفي المبحث الثاني سنطبق فيه على المشروع طريقة تقليدية م وهي طريقة PERT وهي طريقة موجودة في عدة برامج حاسوبية لذا سنتطرق في المطلب الأول إلى أهم البرامج الحاسوبية التي تستخدم في رسم الشبكات أما المطلب الثاني سيتم رسم فيه شبكة PERT ببرنامج WINQSB لمعرفة مدة إنجاز هذا المشروع وفق هذه الطريقة والمطلب الأخير من هذا المبحث نقوم بجدولة الموارد المالية لهذه الطريقة. والمبحث الثالث والأخير نطبق طريقة حديثة على هذا المشروع وهي طريقة المجموعات الضبابية من خلال ثلاث مطالب .

المبحث الاول: وصف مشروع بناء 96 وحدة سكن اجتماعي تساهمي ببسكرة :

كأي مشروع بناء يجب أن يتولى تنفيذه وانجازه مقاول أو مؤسسة معينة مختصة في إنجاز المشاريع الإنشائية وهذا المشروع أنجز من طرف مقولة مختصة في البناء والتشييد داخل منطقة بسكرة وسنتطرق لهذا المشروع من خلال المطالب التالية

المطلب الاول: التعريف بمشروع بناء 96 وحدة سكنية :

المشروع هو بناء 96 وحدة سكنية ببسكرة وقد أبرمت صفقة هذا المشروع بين الديوان الوطني للتسيير العقاري لولاية بسكرة والمقاول المكلف بإنجاز هذا المشروع ومكتب الدراسات خاص.

1- وصف المشروع:

المشروع كما تقدم ذكره هو بناء 96 وحدة سكن اجتماعي تساهمي على مساحة 5630م² قطعة أرض تابعة لأملاك الدولة وقد تم تقديم رخصة البناء لصاحب المقولة في يوم 27 جويلية 2011 من قبل رئيس المجلس الشعبي البلدي لبلدية بسكرة وهذا التاريخ هو موعد إنطلاق المشروع ، الذي يتكون من مجموعة وحدات سكنية كل عمارة فيها تحتوي على أربعة طوابق وكل وحدة من نوع(F3) وقد حددت مدة انجاز المشروع ب 35 شهر وزيادة ثلاثة أشهر في حالة إذا كان هناك تأخير في إنجاز المشروع وهذا عندما يطرأ ظرف من الظروف الخارجة على نطاق المقاول.

وقد قدرت تكاليف هذا المشروع ب140000000 دج

يتكون المشروع من 17 نشاط رئيسي و107 نشاط فرعي مقسمة 9 أنشطة فرعية على الطابق الأرضي الذي يتمثل في محلات تجارية وباقي الأنشطة الفرعية على الطوابق الثلاثة العلوية.

والجدول التالي يوضح الأنشطة الأساسية للمشروع ومدة إنجازها حسب مكتب الدراسات المكلف بدراسة وتخطيط هذا المشروع.

الجدول رقم (3، 1) أنشطة المشروع الرئيسية

| النشاط | زمن النشاط بالأسابيع |
|----------------------------------|----------------------|
| تجهيز وتثبيت فرق العمل والمعدات | 2 |
| التتريب وحفر الاساس | 4 |
| البنية التحتية بالخرسانة الزفتية | 10 |
| البنية الفوقية بالخرسانة الزفتية | 18 |
| أعمال الصرف الصحي الاولية | 10 |
| البناء | 40 |
| طلاء الجدران بالإسمنت | 15 |
| تهيئة الأسقف بالطلاء الأسود | 4 |
| خدمة المجاري المائية | 20 |
| تغطية الأرضية بالبلاط | 10 |
| أعمال النجارة | 20 |
| أعمال الحدادة | 8 |
| الطلاء | 24 |
| التجهيز بالزجاج | 20 |
| تجهيز بأنابيب الماء والغاز | 20 |
| الأعمال الخاصة بالكهرباء | 16 |

المصدر: من إعداد الطالبة

2- الإنطلاق في المشروع:

لقد قدر مكتب الدراسات المعمارية مدة انجاز المشروع ب35 شهر وذلك بالإعتماد على مخطط جاننت GANTT لجميع الأنشطة وكان موعد انطلاق الأشغال من يوم إعطاء رخصة البناء التي أعطيت للمقاول يوم 2011/07/27 وموعد انتهاء المشروع وتسلمه من طرف الديوان الوطني للتسيير العقاري يوم 2014/09/27 وهذا المشروع لا يزال في طور الانجاز.

المطلب الثاني: جدولة أنشطة المشروع:

سننظر في هذا المطلب إلى جدولة الأنشطة من خلال تقسيم المشروع إلى أنشطة وتوزيع التكاليف والموارد البشرية على هذه الأنشطة.

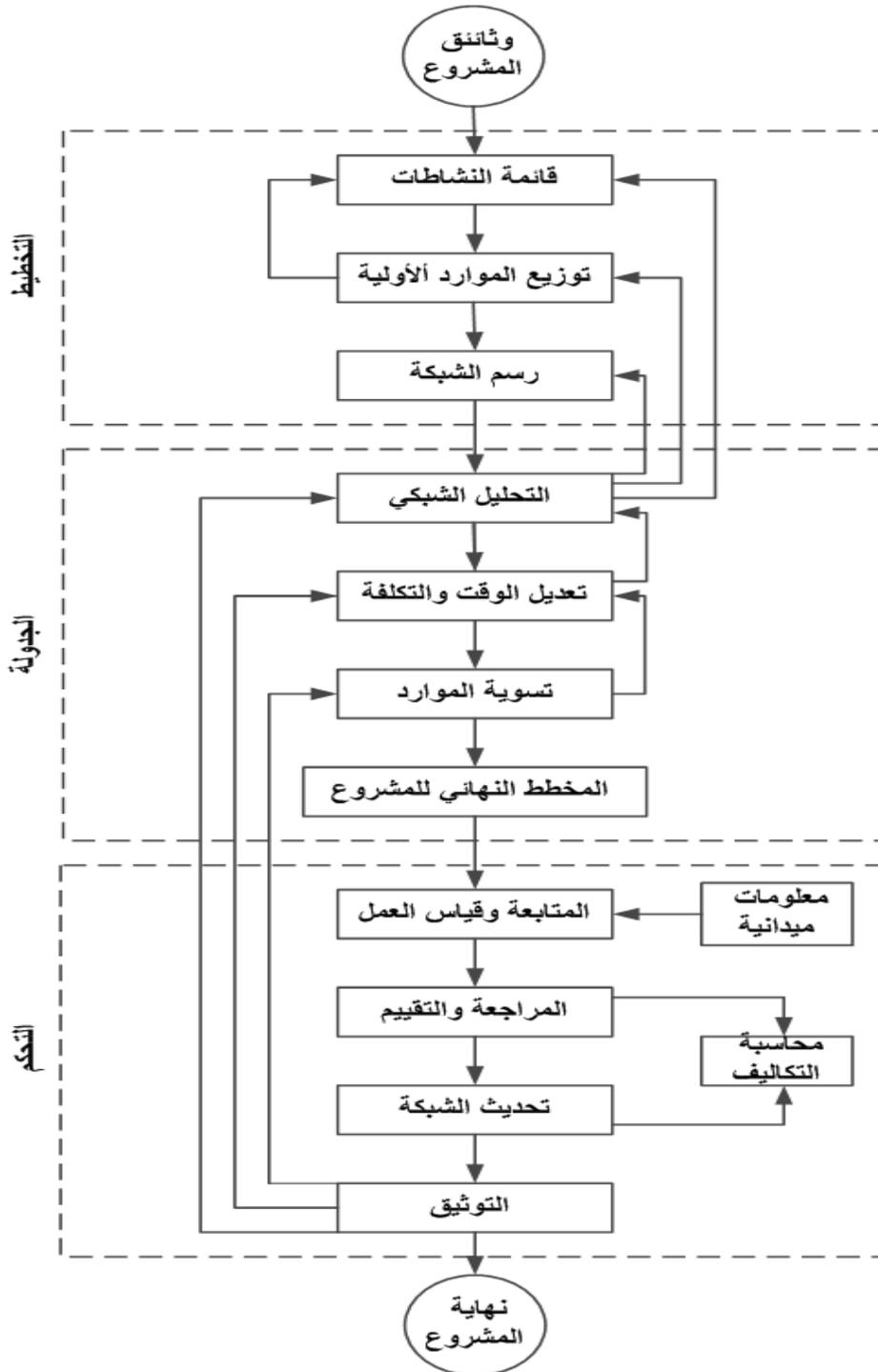
أ- **تقسيم المشروع الى أنشطة:** إن عملية تقسيم المشروع الى 17 نشاط رئيسي قد جاء هذا التقسيم بعد المرور بثلاث مراحل أساسية و تتمثل هذه المراحل في :

1_مرحلة التخطيط: في هذه المرحلة يتم تحديد أهداف المشروع وتحديد مصادره الكلية وتقسيمه الى أنشطة متسلسلة ومحددة وبيان الوقت اللازم لكل نشاط.

2-مرحلة الجدولة: نقوم في هذه المرحلة بتحليل المخطط من أجل معرفة الأوقات الأربعة (بداية ونهاية مبكرة وبداية ونهاية متأخرة) والمرونة لكل نشاط ومعرفة المسارات الحرجة وتأثير زيادة واختصار زمن الأنشطة وأثر ذلك على مدة إنجاز المشروع.

3_مرحلة المراقبة: في هذه المرحلة يتم التركيز على مراجعة مقدار الوقت وكذلك النافقات المادية المتحققة ومقاييس الأداء الفعلي ومقارنتها مع ما هو مخطط ، لأن في كل ثلاثي يقدم المقاول تقريرا على ما أنجز ونسب إنجازه وبيان ما هو غير منجز من المشروع مع إجراء التعديلات اللازمة من أجل الوصول الى أفضل إنجاز. والشكل التالي يوضح المراحل السابقة:

الشكل (3، 1): مراحل التحليل الشبكي للمشروع



المصدر : من إعداد الطالبة ومن مقابلة المقاول

ومن خلال المخطط السابق أتضح لنا ان المقاول قد اعتمد عليه في إنجاز هذا المشروع من خلال مكتب الدراسات التابع له الذي قام تقسيم هذا المشروع إلى 17 نشاط رئيسي و 107 نشاط فرعي، وقد يختلف هذا التقسيم من مكتب دراسات إلى آخر فمنهم من يرى أن مجموع هذه الأنشطة أقل مقارنة بحجم المشروع ومنهم من يراها أكبر ويرجع سبب هذا الاختلاف إلى أن بعض مكاتب الدراسات تفصل في الأنشطة الفرعية بشكل مفصل ، والبعض الآخر تدمج نشاطين فرعيين أو أكثر في نشاط فرعي واحد.

أما فيما يخص الأنشطة السابقة واللاحقة ومددها الزمنية فلا يوجد فيها أي اختلاف وهذا راجع لنظريات معروفة في مجال الهندسة المعمارية.

وفي دراستنا لمشروع بناء 96 وحدة سكنية سنركز على الأنشطة الرئيسية فقط في مختلف مراحل الدراسة.

ب- توزيع التكاليف والموارد البشرية على أنشطة المشروع:

كما ذكرنا سالفًا سنركز الدراسة على الأنشطة الرئيسية وهذا لقلّة المعلومات على مستوى الأنشطة الفرعية سواء من حجم العمالة لأنها أخذت على المستوى الكلي أو الموارد المالية التي وفرت لها والجدول التالي يوضح ذلك:

الجدول (2.3) حجم العمالة والتكاليف للأنشطة الرئيسية

| النشاط | التكلفة (دج) | عدد العمال |
|----------------------------------|--------------|------------|
| تجهيز وتثبيت فرق العمل والمعدات | 100000 | 10 |
| التنقيب وحفر الأساس | 645120 | 10 |
| البنية التحتية بالخرسانة الزفتية | 6193150,20 | 20 |
| البنية الفوقية بالخرسانة الزفتية | 4000000 | 22 |
| أعمال الصرف الصحي الأولية | 140000 | 6 |
| البناء | 14043232 | 18 |

| | | |
|----|------------|------------------------------|
| 15 | 8326523.60 | طلاء الجدران بالإسمنت |
| 6 | 2464436 | تهيئة الاسقف بالطلاء الاسود |
| 6 | 2400000 | خدمة المجاري المائية |
| 10 | 8028925 | تغطية الارضية بالبلاط |
| 20 | 2580480 | أعمال النجارة |
| 8 | 1836000 | أعمال الحدادة |
| 24 | 7741440 | الطلاء |
| 15 | 504000 | التجهيز بالزجاج |
| 18 | 1000000 | تجهيز بأنابيب الماء والغاز |
| 16 | 2008841.60 | الأعمال الخاصة بالكهرباء |
| 12 | 127650 | تهيئة المحيط الخارجي للوحدات |

المصدر : من اعداد الطالبة

إن هذا الجدول يوضح عدد العمال والتكاليف التي تلزم كل نشاط وهذا بالإعتماد مقابلة المقاول ومكتب الدراسات الذي يعامل معه ولكن يمكن تزيد أو تنقص تكاليف وحجم العمالة وحسب الظروف المحيطة بالمشروع.

المطلب الثالث: ترتيب الأنشطة والعلاقات بينها:

من خلال بحثنا الميداني توصلنا إلى تسلسل وعلاقات أنشطة هذا المشروع وتوصلنا الى تحديد الأنشطة السابقة واللاحقة لكل نشاط حتى نستطيع رسم شبكة هذا المشروع وقد كان الترتيب كما يلي:

-النشاط الأول تركيب المعدات وفرق العمل: وهونشاط بداية المشروع ولا يكون قبله أي نشاط ويرمز له بالرمز A .

-النشاط الثاني التتريب وحفر الأساس: وتتم في هذه المرحلة تهيئة موقع المشروع ويأتي تقريبا متزامن مع النشاط A ويرمز له بالرمز B .

- النشاط الثالث البنية التحتية بالخرسانة الزفتية: ونرمز لها بالرمز C وهو لا يتم إلا بعد إتمام النشاط A وB.

- النشاط الرابع البنية الفوقية بالخرسانة الزفتية: ينفذ بعد تمام النشاط C ونرمز له بالحرف D

- النشاط الخامس الترصيص الصحي: يلي النشاط D ورمزه E.

- النشاط السادس البناء: يتم فيه بناء الجدران ويرمز له بالرمز F وهو بعد النشاط D.

- النشاط السابع طلاء الجدران بالإسمنت: يأتي بعد تمام النشاط السادس ورمزه G.

- النشاط الثامن عملية التزفيت للأسقف: رمزه H وهو بعد G .

- النشاط التاسع خدمة المجاري المائية: رمزها I وهي بعد H.

- النشاط العاشر البلاط: يتم بعد إنتهاء النشاط G ونركز له بالرمز J.

- النشاط الحادي عشر نجارة الخشب يتم بعد تمام النشاط F ورمزه الحرف K.

- النشاط الثاني عشر نجارة الحديد والألمنيوم بعد K ورمزها L

- النشاط الثالث عشر الطلاء رمزه M وهو بعد النشاط العاشر أي بعد J.

- النشاط الرابع عشر تركيب الزجاج نرزم له بالحرف N ويأتي بعد تمام النشاط L.

- النشاط الخامس عشر رمزه O ويلي I وهو النشاط الذي يتم فيه تركيب كل أنابيب الغاز والماء.

- النشاط السادس عشر خدمة الكهرباء يعطي له الحرف P وهو بعد M.

- النشاط السابع عشر تهيئة المحيط الخارجي رمزه Q وهو بعد E.

من خلال ما تقدم يمكن أن نلخص هذه المعطيات في الجدول التالي:

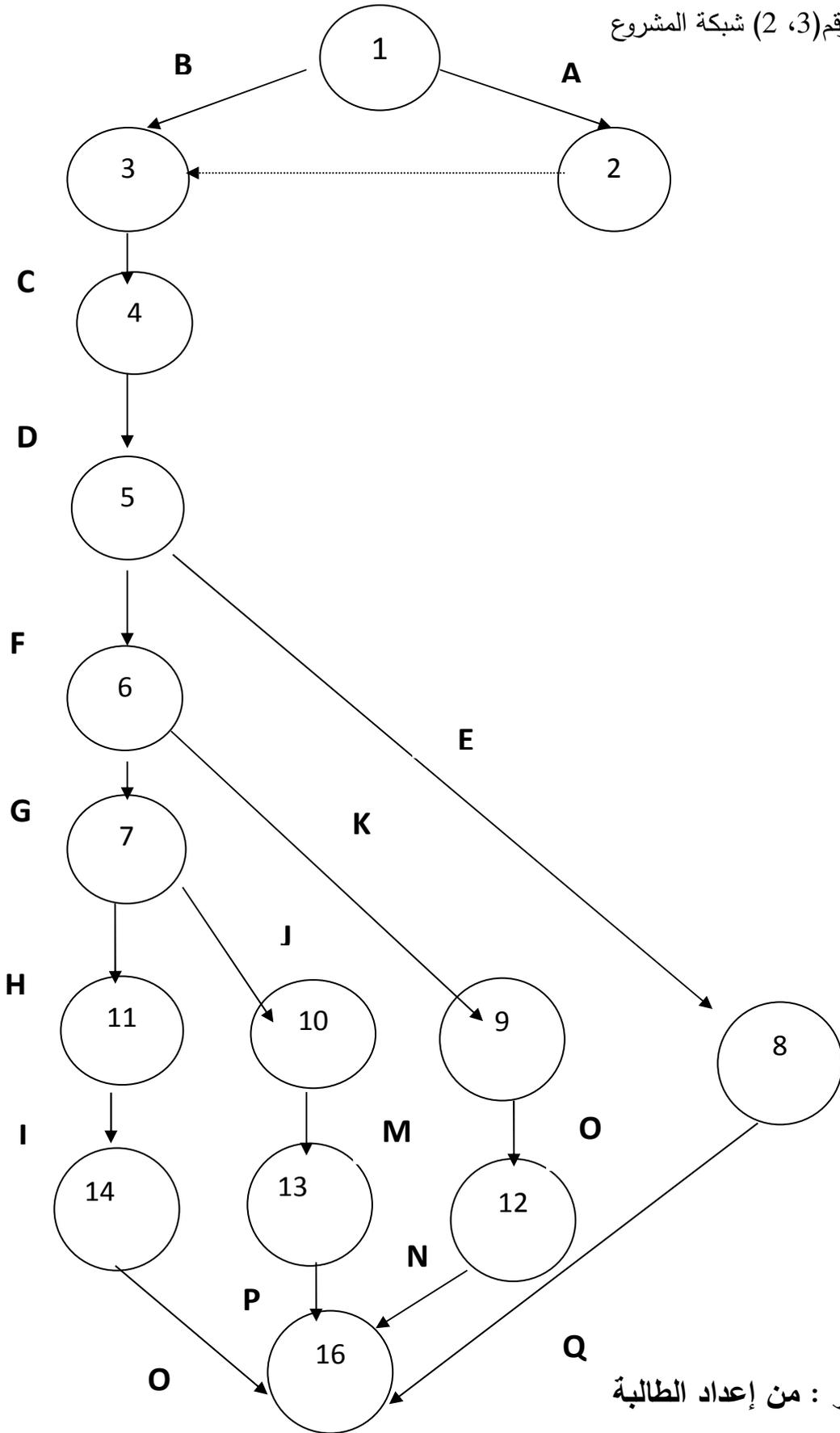
الجدول رقم (3.3) الأنشطة الرئيسية وأنشطتها السابقة

| النشاط | النشاط السابق |
|--------|---------------|
| A | — |
| B | — |
| C | A ,B |
| D | C |
| E | D |
| F | D |
| G | F |
| H | G |
| I | H |
| J | G |
| K | F |
| L | K |
| M | J |
| N | L |
| O | I |
| P | M |
| Q | E |

المصدر : من إعداد الطالبة

ومن خلال هذا الترتيب نستنتج المخطط الشبكي لهذا المشروع كما يلي:

الشكل رقم (2، 3) شبكة المشروع



المصدر : من إعداد الطالبة

المبحث الثاني: تطبيق طريقة PERT على المشروع:

إن الهدف من بحثنا هذا تطبيق نماذج شبكات الأعمال التقليدية والحديثة على مشروع بناء وحدات سكنية ، وفي هذا المبحث نطبق نموذج تقليدي من بين النماذج التقليدية التي سبق ذكرها في الفصل الأول لتحديد فترة انجاز هذا المشروع وفق هذة الطريقة وهذا النموذج هو طريقة PERT.

المطلب الأول: البرامج الحاسوبية لرسم شبكات الأعمال:

سنعالج هذا النموذج عن طريق برنامج مختص في هذا المجال لذا يجب أن نتعرف على بعض البرامج التي تستخدم في إدارة المشاريع ورسم شبكات الأعمال، توجد العديد من البرامج الحاسوبية نذكر على سبيل المثال لا على الحصر وهي:

1- برنامج Primavera :

صدر هذا البرنامج 1973 يستخدم في إدارة كل من الوقت والموارد والتكاليف الخاصة بالمشاريع على اختلاف أنواعها.

ويتميز بسهولة الاستخدام وسهولة التعلم ويمكن أن يتناول عشر آلاف نشاط للمشروع الواحد ويحفظ المعلومات المشروع كصفحة web . ووفق هذا البرنامج يمكن عرض المشروع على شبكة عمل مصممة وفق نظام معين (AON أو AOA) .

2- برنامج Microsoft project 2007 :

وهو أحد برامج شركة Microsoft التي تعنى بإدارة المشاريع، فهو يتيح للمستخدم امكانية جدولة وتتبع كافة أنشطة المشروع والتعامل مع كافة مكوناته وعناصره.

3- برنامج Lp :

يستخدم هذا البرنامج لحل مسألة البرمجة الخطية وهذا من أجل تحديد الخطة الزمنية المثلى و المفاضلة بين التكلفة والزمن وخاصة في حالة الضغط الاحتمالي لشبكات pert .

4- برنامج MC TOOLS :

يتميز هذا البرنامج بضخامة أجزائه فهو يساعد مدير الأعمال أن يتخذ قراراته المختلفة وبسرعة، فهو يحتوي على برامج جزئية خاصة وهي البرمجة الخطية، نماذج شبكات الأعمال ، تحليل ماركوف، البرمجة بالأهداف، التنبؤ بالسلاسل الزمنية..... الخ لكن هذا البرنامج يستخدم في حالة المشروعات المؤلفة من 100 نشاط فقط.

5- برنامج WINQSB : هو أحد البرامج التي تستخدم في بحوث العمليات ويتميز هذا البرنامج بالسهولة والوضوح ، وهو من البرامج التي نستطيع رسم شبكات الأعمال لمشروع ما وفق نماذج محددة تسهل تحليلها وشرحها.

المطلب الثاني: رسم شبكة PERT ببرنامج WINQSB :

لرسم شبكة المشروع وفق النموذج التقليدي PERT نستخدم على برنامج WINQSB هذا الأخير الذي يحوي على 19 برنامج تتعلق كلها ببحوث العمليات.

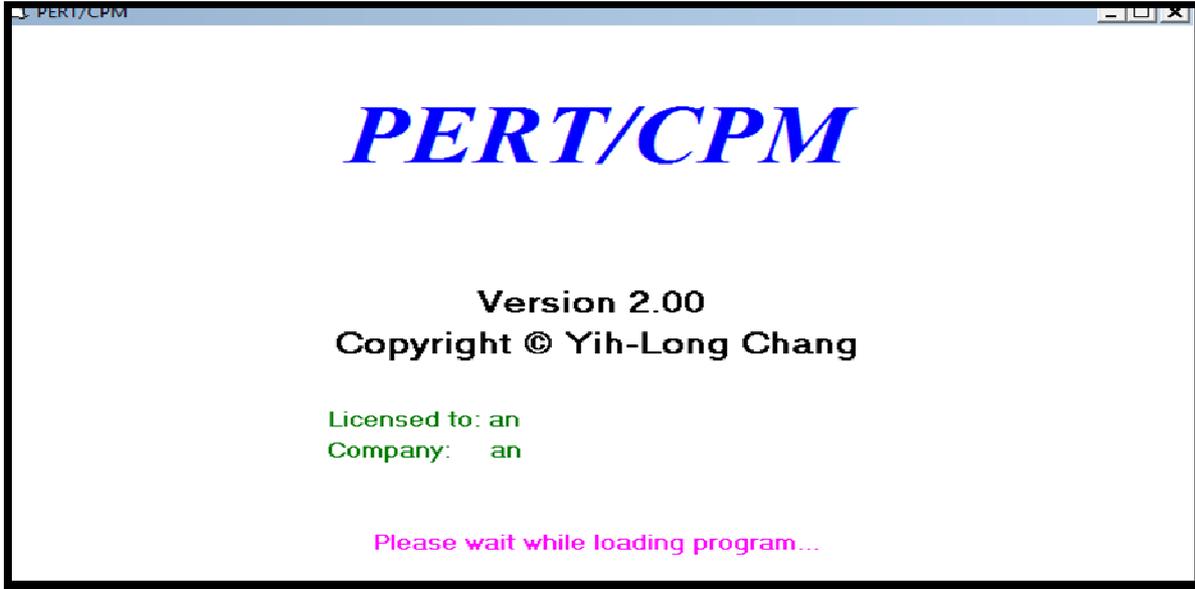
نختار من هذه القائمة برنامج PERT/CPM كما هو موضح في الشكل التالي:

الشكل رقم (3، 2) يوضح النافذة الأولى من برنامج PERT/CPM

ثانيا: رسم شبكة المشروع

لرسم شبكة المشروع بذلك اعتمادا على برنامج WINQSB هذا الأخير الذي يحتوي على 19 برنامج و هي كلها برامج تتعلق ببحوث العمليات نختار من هذه القائمة برنامج PERT/CMP كما هو موضح في الشكل 3، 3

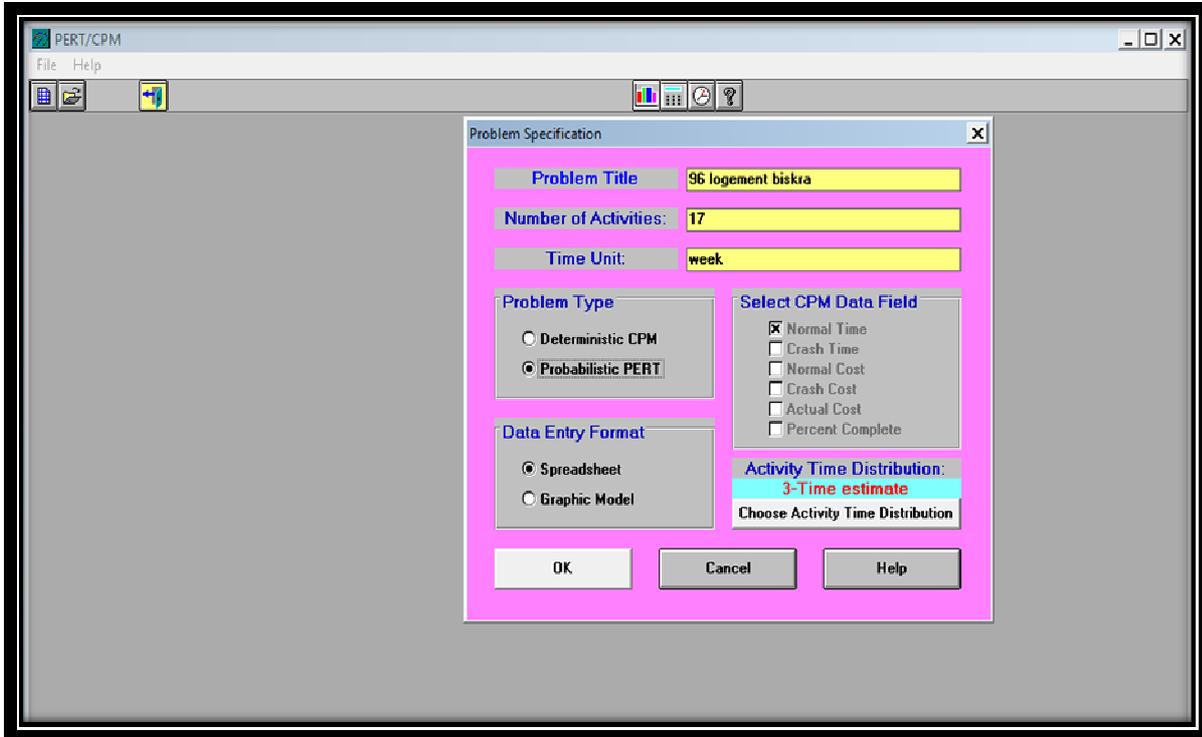
الشكل (3، 3) يوضح برنامج PERT/CMP



نختار من قائمة FILE مشكلة جديدة فتظهر لنا علبة حوار تقوم بإدخال البيانات اللازمة و المتعلقة
بالمشروع قيد الدراسة و التي تتمثل في:

- عنوان المشروع.
 - عدد الأنشطة.
 - الزمن (الأيام، الأسبوع، الأشهر).
 - الوقت العادي.
 - التكلفة العادية.
 - نوع المشكلة المراد دراستها CPM أو PERT.
- و الشكل 3، 4 يوضح ذلك.

الشكل (3، 4) إدخال بيانات المشروع في برنامج PERT/CMP



بعد الانتهاء من عملية ملئ البيانات نقوم بالضغط على OK، فتظهر لنا علبه حوار ثانية كما هو مبين في الشكل 3، 5.

الشكل (3، 4) الجدول الموالي

| Activity Number | Activity Name | Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',') | Optimistic time (a) | Most likely time (m) | Pessimistic time (b) |
|-----------------|---------------|--|---------------------|----------------------|----------------------|
| 1 | A | | 1 | 2 | 3 |
| 2 | B | | 3 | 4 | 5 |
| 3 | C | A,B | 8 | 10 | 12 |
| 4 | D | C | 16 | 18 | 18 |
| 5 | E | D | 6 | 10 | 12 |
| 6 | F | D | 38 | 40 | 41 |
| 7 | G | F | 10 | 15 | 20 |
| 8 | H | G | 4 | 5 | 8 |
| 9 | I | H | 14 | 20 | 25 |
| 10 | J | G | 8 | 10 | 12 |
| 11 | K | F | 16 | 20 | 22 |
| 12 | L | K | 6 | 8 | 12 |
| 13 | M | J | 20 | 24 | 26 |
| 14 | N | L | 18 | 20 | 22 |
| 15 | O | I | 16 | 20 | 24 |
| 16 | P | M | 12 | 16 | 18 |
| 17 | Q | E | 10 | 12 | 14 |

بعد هذه الخطوة نقوم بملأ الجدول السابق من خلال معرفة الأنشطة اللاحقة و تحديد الزمن كل نشاط و ذلك بالاعتماد على وثائق المؤسسة.

بعد الانتهاء من الجدول السابق نختار من شريط الأدوات SOLVE ANALYSE و نختار منه Solve criticl path فيظهر لنا الجدول التالي الذي يلخص النقاط التالية:

- طبيعة النشاط حرج أو غير حرج.
- المدة اللازمة لكل نشاط.
- البداية المبكرة.
- النهاية المبكرة.
- البداية المتأخرة.
- النهاية المتأخرة.
- الفائض لكل نشاط.
- المدة الزمنية الكلية لإنهاء المشروع.
- عدد المسارات الحرجة في شبكة المشروع

و الجدول 6.3 يوضح ذلك

الجدول (6.3) كشف تفصيلي لأنشطة المشروع

PERT/CPM

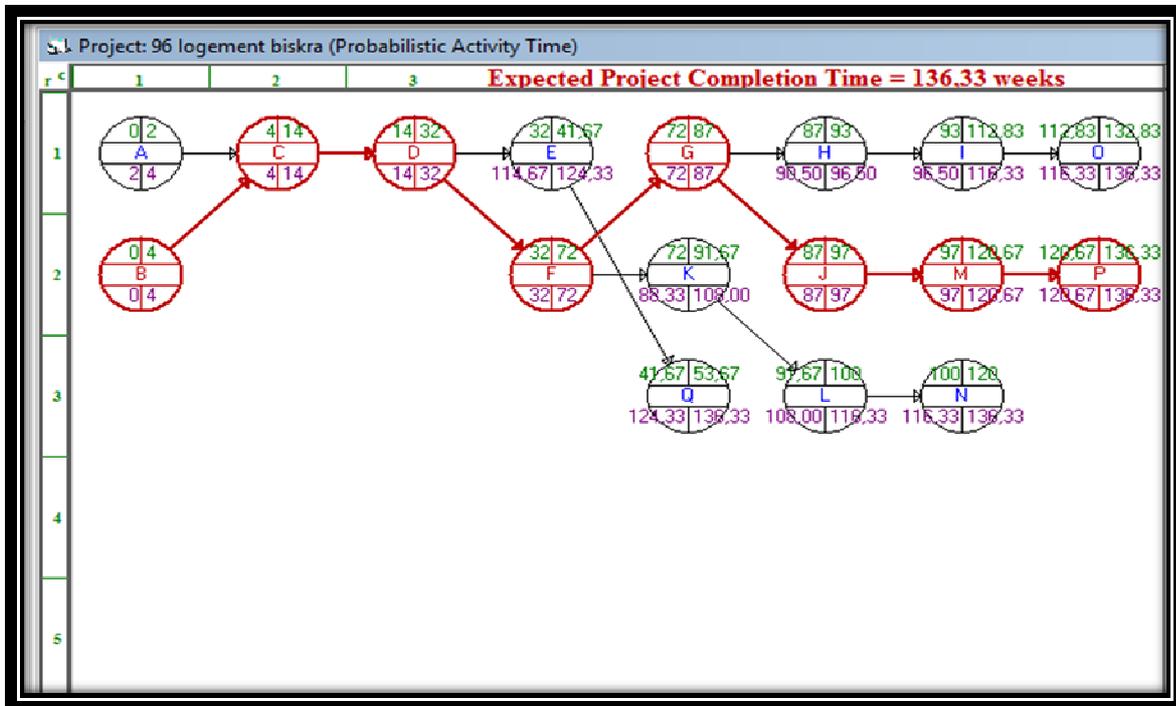
File Format Results Utilities Window Help

Activity Analysis for 96 LAUGEMENTS

| | 05-02-2014 15:32:16 | Activity Name | On Critical Path | Activity Mean Time | Earliest Start | Earliest Finish | Latest Start | Latest Finish | Slack (LS-ES) | Activity Time Distribution | Standard Deviation |
|----|----------------------------|---------------|------------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------|---------------|---------------|----------------------------|--------------------|
| 1 | | A | no | 2 | 0 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3-Time estimate | 0,3333 |
| 2 | | B | Yes | 4 | 0 | 4 | 0 | 4 | 0 | 3-Time estimate | 0,3333 |
| 3 | | C | Yes | 10 | 4 | 14 | 4 | 14 | 0 | 3-Time estimate | 0,6667 |
| 4 | | D | Yes | 18 | 14 | 32 | 14 | 32 | 0 | 3-Time estimate | 0,6667 |
| 5 | | E | no | 9,6667 | 32 | 41,6667 | 114,5 | 124,1667 | 82,5 | 3-Time estimate | 1 |
| 6 | | F | Yes | 39,8333 | 32 | 71,8333 | 32 | 71,8333 | 0 | 3-Time estimate | 0,5 |
| 7 | | G | Yes | 15 | 71,8333 | 86,8333 | 71,8333 | 86,8333 | 0 | 3-Time estimate | 1,6667 |
| 8 | | H | no | 5,3333 | 86,8333 | 92,1667 | 91,0000 | 96,3333 | 4,1667 | 3-Time estimate | 0,6667 |
| 9 | | I | no | 19,8333 | 92,1667 | 112 | 96,3333 | 116,1667 | 4,1667 | 3-Time estimate | 1,8333 |
| 10 | | J | Yes | 10 | 86,8333 | 96,8333 | 86,8333 | 96,8333 | 0 | 3-Time estimate | 0,6667 |
| 11 | | K | no | 19,6667 | 71,8333 | 91,5 | 88,1667 | 107,8333 | 16,3333 | 3-Time estimate | 1 |
| 12 | | L | no | 8,3333 | 91,5 | 99,8333 | 107,8333 | 116,1667 | 16,3333 | 3-Time estimate | 1 |
| 13 | | M | Yes | 23,6667 | 96,8333 | 120,5 | 96,8333 | 120,5 | 0 | 3-Time estimate | 1 |
| 14 | | N | no | 20 | 99,8333 | 119,8333 | 116,1667 | 136,1667 | 16,3333 | 3-Time estimate | 0,6667 |
| 15 | | O | no | 20 | 112 | 132 | 116,1667 | 136,1667 | 4,1667 | 3-Time estimate | 1,3333 |
| 16 | | P | Yes | 15,6667 | 120,5 | 136,1667 | 120,5 | 136,1667 | 0 | 3-Time estimate | 1 |
| 17 | | Q | no | 12 | 41,6667 | 53,6667 | 124,1667 | 136,1667 | 82,5000 | 3-Time estimate | 0,6667 |
| | Project Completion Time | = | | | 136,17 | weeks | | | | | |
| | Number of Critical Path(s) | = | | | 1 | | | | | | |

نختار بعد ذلك من قائمة شريط الأدوات RUSULTS ونختار منه Graphic Activity Analysis فنحصل على شبكة المشروع و الممثلة في الشكل 3، 5

الشكل (3، 5) شبكة المشروع



نلاحظ من الشكل 3، 5 أن المشروع ينجز خلال 17 مرحلة و في 136.33 أسبوع و عبر 8 مستويات عمودية و 3 مستويات أفقية.

كما ان شبكة المشروع تحتوي على مسار حرج واحد كما هو موضح في الجدول 3، 6 و لإظهار هذه المسار و معرفته بشكل جيد نختار من قائمة شريط الأدوات RUSULTS و نختار منه Critical Patch Show فتتحصل على جدول يوضح لنا عدد المسارات و الأنشطة الواقعة عليه.

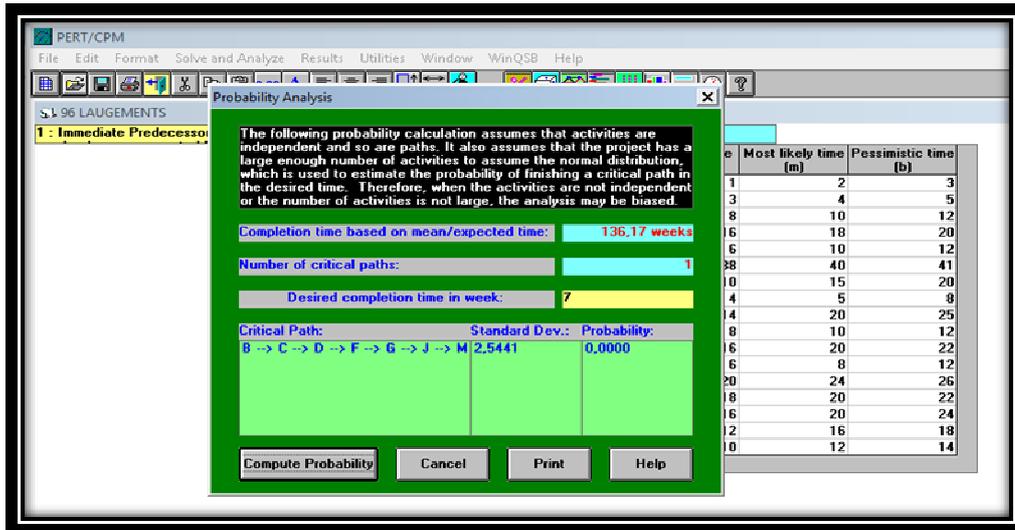
الجدول رقم 6.3 : المسارات الحرجة في شبكة المشروع.

| 05-02-2014 | Critical Path 1 |
|-----------------|-----------------|
| 1 | B |
| 2 | C |
| 3 | D |
| 4 | F |
| 5 | G |
| 6 | J |
| 7 | M |
| 8 | P |
| Completion Time | 136,17 |
| Std. Dev. | 2,54 |

ويبين هذا الجدول وجود مسار وحيد للشبكة وهو B-C-D-F-G-J-M-P تعتبر جميع هذه الأنشطة أنشطة حرجة والاحتياطي الزمني فيها معدوم لا يمكن تأجيل في تنفيذ هذه الأنشطة وانحراف المعياري لهذا المسار تقدر حسب هذا النموذج ب 2,45 .

ويمكن أن نوضح ترتيب أنشطة المسار بالضغط على Slove analyze ثم الضغط على التعليمية probability فتظهر لنا النافذة المبينة في الجدول التالي:

الجدول رقم (3، 7) المسارات



الحرحة

المطلب الثالث: تطبيقات أخرى لبرنامج WINSQB على المشروع:

لتوضيح بعد التطبيقات الأخرى لهذا البرنامج يمكن أن نتبع بعض الخطوات على طريقة CPM

1- لكي نبين الأنشطة والتكاليف وهذا ما يوضحه الجدول التالي:

الجدول رقم (3،8) الأنشطة وتكاليفها

The screenshot shows a software window titled 'PERT/CPM' with a menu bar (File, Edit, Format, Solve and Analyze, Results, Utilities, Window, WinQSB, Help) and a toolbar. Below the toolbar, there is a status bar showing '17 : Normal Cost' and a value '127650'. The main area contains a table with the following data:

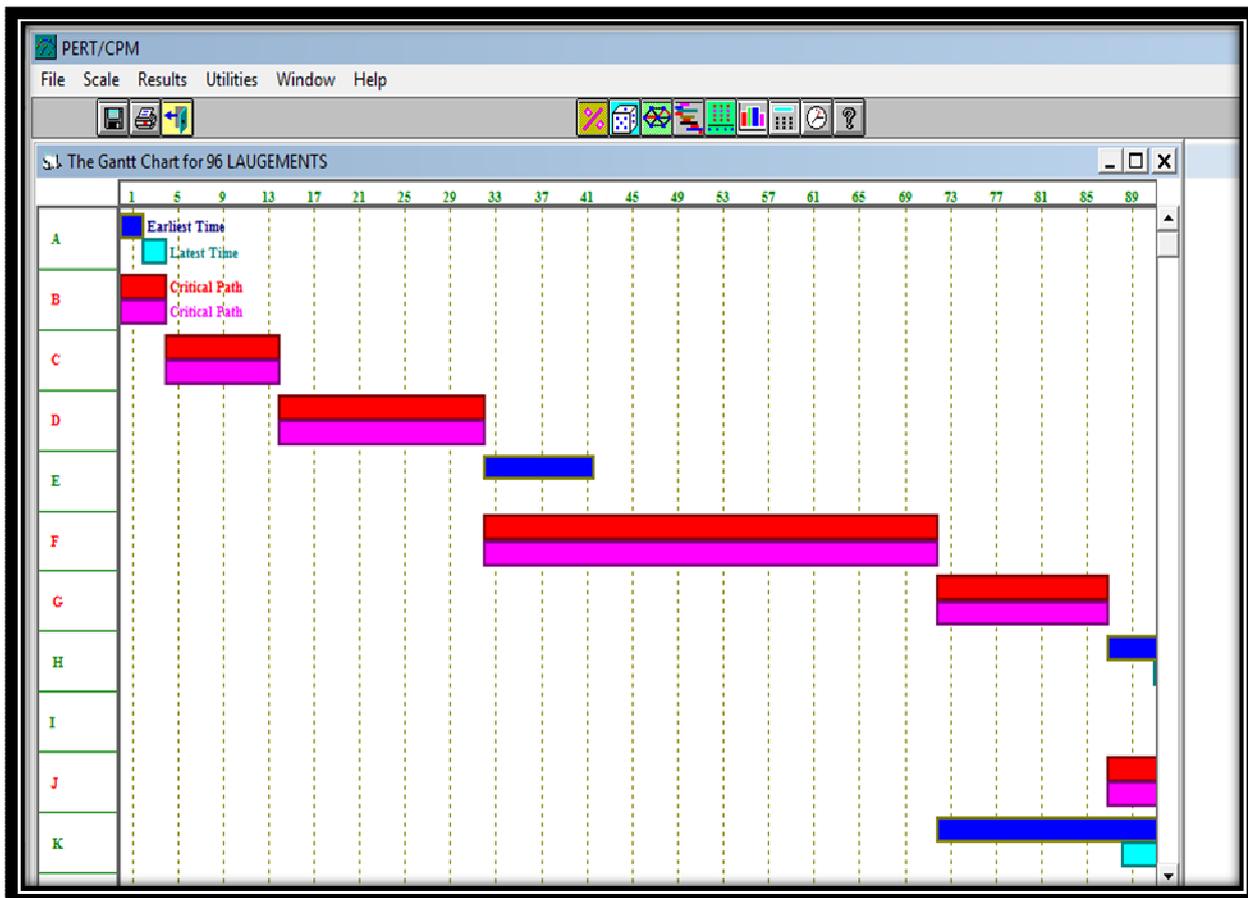
| Activity Number | Activity Name | Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',') | Normal Time | Normal Cost |
|-----------------|---------------|--|-------------|-------------|
| 1 | A | | 2 | 100000 |
| 2 | B | | 4 | 645120 |
| 3 | C | A,B | 10 | 6193150,20 |
| 4 | D | C | 18 | 4000000 |
| 5 | E | D | 10 | 14000 |
| 6 | F | D | 40 | 1404323,20 |
| 7 | G | F | 15 | 8326523,60 |
| 8 | H | G | 4 | 2464436 |
| 9 | I | H | 20 | 2400000 |
| 10 | J | G | 10 | 8028925 |
| 11 | K | F | 20 | 2580480 |
| 12 | L | K | 8 | 1836000 |
| 13 | M | J | 24 | 7741440 |
| 14 | N | L | 20 | 504000 |
| 15 | O | I | 20 | 1000000 |
| 16 | P | M | 16 | 2008841,60 |
| 17 | Q | E | 12 | 127650 |

| Activity Name | On Critical Path | Activity Time | Earliest Start | Earliest Finish | Latest Start | Latest Finish | Slack (LS-ES) |
|----------------------------|------------------|---------------|----------------|-----------------|---------------|------------------|---------------|
| 1 A | no | 2 | 0 | 2 | 2 | 4 | 2 |
| 2 B | Yes | 4 | 0 | 4 | 0 | 4 | 0 |
| 3 C | Yes | 10 | 4 | 14 | 4 | 14 | 0 |
| 4 D | Yes | 18 | 14 | 32 | 14 | 32 | 0 |
| 5 E | no | 10 | 32 | 42 | 115 | 125 | 83 |
| 6 F | Yes | 40 | 32 | 72 | 32 | 72 | 0 |
| 7 G | Yes | 15 | 72 | 87 | 72 | 87 | 0 |
| 8 H | no | 4 | 87 | 91 | 93 | 97 | 6 |
| 9 I | no | 20 | 91 | 111 | 97 | 117 | 6 |
| 10 J | Yes | 10 | 87 | 97 | 87 | 97 | 0 |
| 11 K | no | 20 | 72 | 92 | 89 | 109 | 17 |
| 12 L | no | 8 | 92 | 100 | 109 | 117 | 17 |
| 13 M | Yes | 24 | 97 | 121 | 97 | 121 | 0 |
| 14 N | no | 20 | 100 | 120 | 117 | 137 | 17 |
| 15 O | no | 20 | 111 | 131 | 117 | 137 | 6 |
| 16 P | Yes | 16 | 121 | 137 | 121 | 137 | 0 |
| 17 Q | no | 12 | 42 | 54 | 125 | 137 | 83 |
| Project Completion Time | - | - | - | 137 | weeks | - | - |
| Total Cost of Project | - | - | - | \$1 824 627 000 | (Cost on CP = | \$1 813 699 000) | - |
| Number of Critical Path(s) | - | - | - | 1 | - | - | - |

من خلال الجدول السابق نلاحظ ان مدة إنجاز المشروع وفق هذه الطريقة تتم خلال 137 اسبوع

2- من هذا البرنامج كذلك يمكن أن نحصل على مخطط GANTT الذي يعتبر أساس المخططات الشبكية وهذا باختيار من نفس القائمة GANTT CHART فنحصل على الجدول التالي:

الجدول رقم (3، 9) مخطط جانط GANTT



المبحث الثالث: التحليل الضبابي لمشروع بناء 96 وحدة سكنية.

أن هناك العديد من العوامل الخاصة بالمشروع و التي تؤثر على مدة تنفيذ سواء كانت هذه العوامل كمية أو نوعية، و كسبب لتأخير هذه الأسباب النوعية سنتطرق في هذا المبحث إلى التحليل الضبابي لمشروع الدراسة حتى تعرف كيف تؤثر هذه العوامل النوعية على مدة إنجاز المشروع.

المطلب الأول: الشبكة الضبابية للمشروع:

قبل التطرق لإنجاز الشبكة الضبابية لهذا المشروع و الأزمنة التي تميزها (أزمنة مبكرة و أزمنة متأخرة) يجب أن نتطرق إلى ذكر بعض العوامل النوعية التي تؤثر على مدة تنفيذ المشروع و التي يجب على المسير أخذها في الحسبان من بين هذه العوامل نذكر ما يلي:

1- الظروف المناخية:

تنقسم الظروف المناخية الى نوعين هما:

أ- مباشرة: يؤدي الى تعطل جزئي أو كلي للأعمال بسبب هطول الأمطار أو تأثير الرياح القوية..... الخ الذي يمنع العمال من القيام بأعمالهم.

ب- غير المباشرة: مثل انخفاض درجات الحرارة أو زيادتها التي تؤدي إلى انخفاض في إنتاجية العمال و ليس تعطل جزئي أو كمي. و قد أثبت أن هذه الظروف تؤدي إلى تأخير مدة إنجاز المشاريع و هذا يفرض على المقاول الأخذ بعين الاعتبار الأحوال الجوية عند إعداد الخطة الزمنية للمشروع.

2- تأثير العمال:

إن تأثير اليد العاملة علة مدة إنجاز المشروع من أهم العوامل التي يجب على المقاول دراستها لإعداد الجدول الزمني للمشروع، لأن المورد البشري هو الأساس سواء من غياب العمال أثناء عملية تنفيذ المشروع، أو قلة اليد العاملة المؤهلة.

3- أعطال آليات البناء:

يؤثر تعطل بعض المعدات المستخدمة في الأعمال الإنشائية بشكل كبير على المدة الزمنية اللازمة للمشروع نظرا للاستخدام المستمر للآلات في أعمال التشييد و يعود التعطل إلى قدم المعدات، عدم إجراء صيانة دورية لهذه الآلات بالإضافة إلى الاستخدام السيئ لها.

إن هذه العوامل الثلاث لها تأثير كبير على مدة تنفيذ المشروع لهذا سنتطرق إلى المجموعات الضبابية لنعرف مدى تأثير هذه العوامل على مشروع بناء 96 وحدة سكنية.

لكن سندرس تأثير عامل نوعي واحد و هو تأثير العامل البشري و هذا لتوفر المعلومات على هذا العامل.

2- المطلب الثاني : رسم الشبكة الضبابية

كما ذكرنا سابقا لإعداد شبكة أعمال باستخدام تقديرات نظرية المجموعات الضبابية، يجب أن نحلل المشروع تحليلا هيكليا لتحديد الأنشطة و علاقات الأسبقية بينها و هذا ما حددناه في المبحث السابق.

و مؤشرات النشاط هي مؤشرات طريقة PERT a,b,m لكل نشاط من أنشطة المشروع، و هذه المؤشرات تأخذ الشكل المثلثي أو شكل منحرف . و سنأخذ الأرقام الضبابية التي تأخذ الشكل المنحرف لإعداد شبكة عمل هذا المشروع.

و الجدول التالي يوضح الأنشطة و أزمنتها الضبابية.

الجدول 3، 10: الأزمنة الضبابية للمشروع.

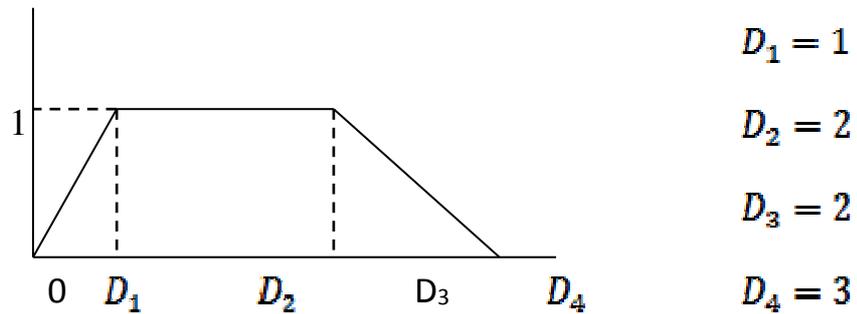
| النشاط | تقديرات الزمن حسب PERT | | | تقديرات حسب المجموعة الضبابية |
|--------|------------------------|----|----|-------------------------------|
| | a | n | B | |
| A | 1 | 2 | 3 | (1,2,2,3) |
| B | 3 | 4 | 5 | (3,4,4,5) |
| C | 8 | 10 | 12 | (8,10,10,12) |
| D | 16 | 18 | 20 | (16,18,18,20) |
| E | 6 | 10 | 12 | (6,10,10,12) |
| F | 38 | 40 | 41 | (38,40,40,41) |
| G | 10 | 15 | 20 | (10,15,15,20) |
| H | 4 | 5 | 8 | (4,5,5,8) |
| I | 14 | 20 | 25 | (14,20,20,25) |
| J | 8 | 10 | 12 | (8,10,10,12) |

| | | | | |
|---|----|----|----|---------------|
| K | 16 | 20 | 22 | (16,20,20,22) |
| L | 6 | 8 | 12 | (6,8,8,12) |
| M | 20 | 24 | 26 | (20,24,24,26) |
| N | 18 | 20 | 22 | (18,20,20,24) |
| O | 16 | 20 | 24 | (16,20,20,24) |
| P | 12 | 16 | 18 | (12,16,16,18) |
| Q | 10 | 12 | 14 | (10,12,12,14) |

من إعداد الطالبة

من خلال الجدول فمثلا النشاط A يمثل حسب طريقة Pert بالمؤشرات a,m,b للتوالي 1,2,3 في شبكة المجموعات الضبابية يمثل الزمن الضبابي.

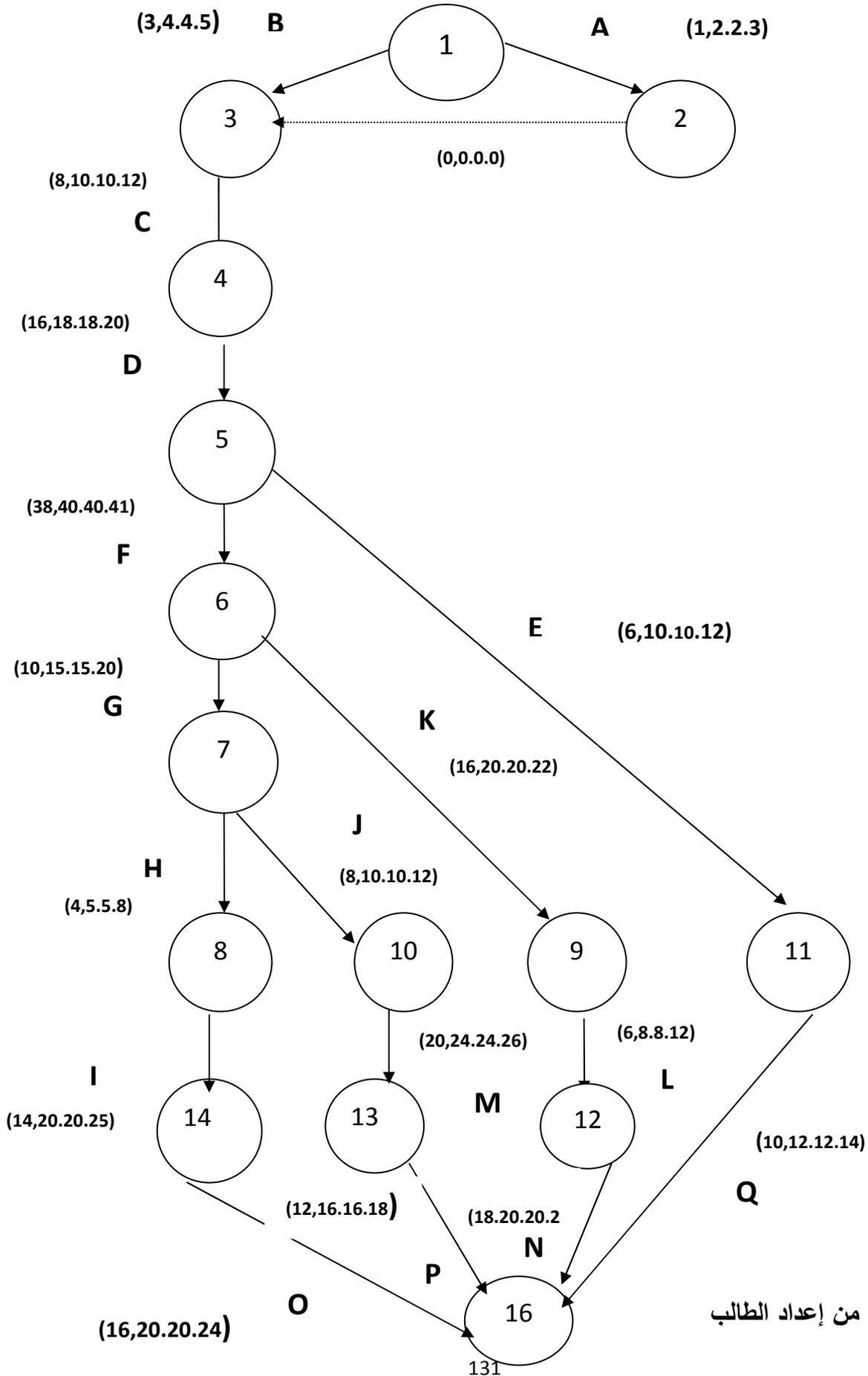
(1,2,2,3) و يمثل بالشكل التالي.



حيث $D_2 = D_3$

و من خلال الجدول السابق نرسم الشبكة التي سنوضحها في الشكل التالي:

الشكل (3,6) الشبكة حسب نظرية المجموعات الضبابية



المصدر: من إعداد الطالب

و كما أي مخطط شبكي لمشروع ما يجب أن نحدد البدايات و النهايات.

لحساب الاتجاه الأمامي لشبكة المجموعات الضبابية نتبع الخطوات التي سبق ذكرها في الفصل الثاني.

في الاتجاه الأمامي: مثله مثل طريقة Pert

فنحسب البداية المبكرة للنشاط A مثلا : نفرض ان حدث البداية صفر (0,0,0,0)

$$E_{SA} = E_{S0} + D_A = (0,0,0,0) \oplus (1,2,2,3)$$

$$= (1,2,2,3)$$

$$E_{SB} = E_{S0} + D_B = (0,0,0,0) \oplus (3,4,4,5)$$

$$= (3,4,4,5)$$

$$+ D_C, E_{SA+D_C} E_{SC} = \text{Max} (E_{SB}$$

$$\text{Max}=[(1,2,2,3) \oplus (8,10,12,), (3,4,4,5),(8,10,12)]$$

$$[(9,12,12,15),(11,14,14,17)]$$

$$E_{SC} = (11,14,14,17).$$

و بنفس الطريقة نحسب باقي الأزمنة و الجدول التالي يوضح.

أما النهاية المتأخرة بما أنه يجب ان تكون $a, b, c, d \geq 0$ و $A \leq B \leq C \leq D$ و كما وضحنا في الفصل السابق لحساب الاتجاه العكسي نحسب النهايات المتأخرة.

وهذا ما يبينه الجدول التالي:

الجدول رقم: (3، 11) نهاية وبداية كل نشاط وفق المجموعات الضبابية

| LS | ES | النشاط |
|-----------------|-----------------|--------|
| 1,2,2,3 | 0,0,0,0 | A |
| 3,4,4,5 | 0,0,0,0 | B |
| 11,14,14,17 | 3,4,4,5 | C |
| 27,32,32,37 | 11,14,14,17 | D |
| 33,42,42,59 | 27,32,32,37 | E |
| 65,72,72,78 | 27,32,32,37 | F |
| 75,87,87,98 | 65,72,72,78 | G |
| 79,93,93,106 | 75,87,87,98 | H |
| 93,103,103,111 | 79,93,93,106 | I |
| 83,97,97,110 | 75,87,87,98 | J |
| 81,92,92,100 | 65,72,72,78 | K |
| 87,100,100,112 | 81,92,92,100 | L |
| 103,121,121,136 | 83,97,97,110 | M |
| 95,120,120,132 | 87,100,100,112 | N |
| 105,119,119,135 | 93,103,103,111 | O |
| 115,137,137,157 | 103,121,121,136 | P |
| 43,54,54,73 | 33,42,42,59 | Q |

من خلال هذا الجدول تقدر مدة أنجاز هذا المشروع وفق نظرية المجموعات الضبابية ب

(115,137,137,157) الحد الأدنى هو 115 أسبوع والحد الأعلى 157 أسبوع.

$$C_3 \times F_3 =$$

| | | | | |
|--------------|---------|------|------|------|
| | C3 كبير | 0.8 | 0.9 | 1 |
| F3 صغيرة جدا | 0 | 0.5 | 0.9 | 1 |
| | 0.1 | 0.5 | 0.81 | 0.81 |
| | 0.2 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |

$$T = (C_1 \times F_1) \cup (C_2 \times F_2) \cup (C_3 \times F_3)$$

| | | | | | | | | | | | |
|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| T= | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1 |
| 0 | 1 | 0.88 | 0.42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0.9 | 1 |
| 0.1 | 0.9 | 0.88 | 0.42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0.81 | 0.81 |
| 0.2 | 0.5 | 0.50 | 0.42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.8 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.9 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0.81 | 0.81 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

أما العلاقات الضبابية بين نتائج التأثير السلبي للعوامل النوعية و المدة الزمنية موضحة كما يلي:

R_1 : نتائج التأثير السلبي C كبير ← المدة الزمنية متوسطة

R_2 : نتائج التأثير السلبي C متوسطة ← المدة الزمنية صغير

R_3 : نتائج التأثير السلبي C صغيرة ← المدة الزمنية صغيرة جدا

المجموعات الضبابية للتعبير اللغوية المستخدمة في وصف المدة الزمنية هي:

$$D = \{1/0, 2/1, 3/0.2\}$$
 متوسطة

$$D = \{1/1, 2/0.5, 3/0\}$$
 صغيرة

$$D = \{1/1, 2/0.5, 3/0\}$$
 صغيرة جدا

D متوسطة

$R_1 = C$ كبير

| | 1 | 2 | 3 |
|-----|---|-----|-----|
| 0.8 | 0 | 0.5 | 0.2 |
| 0.9 | 0 | 0.9 | 0.2 |
| 1 | 0 | 1 | 0.2 |

D صغيرة

$R_2 = C$ متوسطة

| | 1 | 2 | 3 |
|-----|-----|-----|---|
| 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0 |
| 0.4 | 0.8 | 0.5 | 0 |
| 0.5 | 1 | 0.5 | 0 |
| 0.6 | 0.8 | 0.5 | 0 |
| 0.7 | 0.2 | 0.2 | 0 |

D صغيرة جدا

$R_3 = C$ جدا صغيرة

| | | | |
|-----|-----|-----|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| 0 | 1 | 0.1 | 0 |
| 0.1 | 0.9 | 0.1 | 0 |
| 0.2 | 0.5 | 0.1 | 0 |

$R = R_1 \cup R_2 \cup R_3 =$

| | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 |
| 0 | 1 | 0.1 | 0 |
| 0.1 | 0.9 | 0.1 | 0 |
| 0.2 | 0.5 | 0.1 | 0 |
| 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0 |
| 0.4 | 0.8 | 0.5 | 0 |
| 0.5 | 1 | 0.5 | 0 |
| 0.6 | 0.8 | 0.5 | 0 |
| 0.7 | 0.2 | 0.2 | 0 |
| 0.8 | 0 | 0.5 | 0.2 |
| 0.9 | 0 | 0.9 | 0.2 |
| 1 | 0 | 1 | 0.2 |

D المدة الزمنية

| | | T | | | $\sum TOR_{ij}$ | $\sum TOR_{ij} \times F_i$ | |
|-------------------|---|-----|------|------|-----------------|----------------------------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| TOR= الحدث | F | 0 | 1 | 1 | 0.2 | 2.2 | 0 |
| | | 0.1 | 0.9 | 0.81 | 0.2 | 1.91 | 0.191 |
| | | 0.2 | 0.5 | 0.25 | 0.2 | 0.95 | 0.19 |
| | | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 0.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 0.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 0.8 | 0.25 | 0.1 | 0 | 0.35 | 0.28 |
| | | 0.9 | 0.8 | 0.1 | 0 | 0.9 | 0.81 |
| | | 1 | 1 | 0.1 | 0 | 1.1 | 1.1 |

المجموعة الضبابية لزمان النشاط 1 هي: [1/1,2/0.1,3/0]

التوزيع الاحتمالي لـ D_1 زمن النشاط 1:

$$P(D_1 = 2) = 0,1 \div 1.1 = 0.090 \quad P(D_1 = 1) = 1 \div 1.1 = 0.909$$

$$P(D_1 = 3) = 0 \div 1.1 = 0 \quad D_1^- = 1 * 0.909 + 2 * 0.090 + 3 * 0 = 1.091$$

$$\delta_1^2 = (1)^2 \times 0.909 + (2)^2 \times 0.090 + (3)^2 \times 0 - (1,091)^2 = 1.372$$

يمكننا بعد حساب جميع المؤشرات للتوزيعات الاحتمالية الخاصة بأنشطة المشروع تحليل شبكة PERT

بهذه التقديرات الموضحة في الجدول التالي:

الجدول رقم (3، 13) : تقديرات أنشطة المشروع

| النشاط | قيمة متوقعة (ضبابية) | تباين ضبابي | قيمة متوقعة بطريقة | تباين (تقليدي) |
|--------|----------------------|-------------|--------------------|----------------|
| | PERT | | PERT | PERT |
| A | 1,091 | 1.305 | 2 | 0,027 |
| B | 3,087 | 0,092 | 4 | 0.027 |
| C | 8,172 | 0,394 | 10 | 0.111 |
| D | 16,164 | 0,589 | 18 | 0,111 |
| E | 6,354 | 1,350 | 10 | 0,444 |
| F | 38,142 | 1,783 | 40 | 0.111 |
| G | 10,44 | 2,156 | 15 | 0,694 |
| H | 4,086 | 0,098 | 4 | 0,027 |
| I | 14,526 | 3,159 | 20 | 1 |
| J | 8,172 | 0,394 | 10 | 0,111 |
| K | 16,344 | 1,577 | 20 | 0,444 |
| L | 6,174 | 0,365 | 8 | 0,111 |
| M | 20,61 | 9,0144 | 24 | 1 |
| N | 18,162 | 0,658 | 20 | 0,444 |
| O | 16,344 | 1,578 | 20 | 0,111 |
| P | 12,348 | 1,463 | 16 | 0,444 |
| Q | 10,17 | 0,432 | 12 | 0,111 |

- نجد من الجدول السابق أن جميع قيم المؤشرات المقدرة وفق النظرية الضبابية أصغر من تلك المقدرة وفق الأسلوب التقليدي .

-لم تتغير الأنشطة الحرجة في كل من التحليل التقليدي لهذا المشروع و التحليل بتقديرات نظرية المجموعات الضبابية.

-إن الزمن المتوقع بتقديرات النظرية الضبابية هو 115 اسبوع كحد أدنى ، بينما كان وفق التحليل التقليدي 136,17 أسبوع.

اختبار فروض البحث:

يعرض الجدول (13.3) الأزمنة المقدرة وفق كل من التحليل الضبابي و PERT و الفعلية و نجد من هذا الجدول أن:

1-الزمن المقدر بطريقة Pert أقرب الى الزمن الفعلي لمشروع من قيم الزمن المقدر بطريقة المجموعات الضبابية، باستثناء قيم الزمن الأصغري الضبابي لها.

2-تجاوزت قيم الزمن الأعظمي الضبابي المقدر لأنشطة المشروع المدروسة الزمن الفعلي، و ذلك لأن هذا التقدير يقدم لنا معلومات عن الزمن المتوقع للمشروع عند وقوع أحداث غير متوقعة مؤثرة سلبيا على زمن انجاز المشروع خلاله و يتحقق الهدف منها و ذلك عندما تنجز في أسوأ الحالات.

نفرض لإجراء الاختبارات أن الدلالة هو (5% - α)، عندئذ تكون القيمة النظرية للتوزيع t المقابلة لمستوى الدلالة السابق و درجات الحرية 22 مساوية $t(22, 1-\alpha/2)=2.11$ و نستخدم المعادلات التالية في الاختبار:

$$(1-3) s^2 = \frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}$$

$$(2-3) \sigma_{\Delta}^2 = s^2 \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]$$

$$(3-3) |t| = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sigma_{\Delta}}$$

جدول رقم (14.3): نتائج الاختبارات

| الفرض | s^2 | σ_{Δ} | $ t $ |
|--------------------|----------|-------------------|-------|
| الفرض الأول | 182.667 | 5.518 | 1.208 |
| الفرض الثاني | 205.286 | 0.849 | 0.188 |
| الفرض الثالث أعظمي | 299.0625 | 7.060 | 0.812 |
| الفرض الثالث وسطي | 232.109 | 6.220 | 0.426 |
| الفرض الثالث أصغري | 182.043 | 5.508 | 1.820 |

من خلال الجدول (3.14) نستخلص النتائج التالية:

- بالنسبة للفرض الاول نجد ان القيمة المحسوبة هي 1,208 وهي قيمة أقل من القيمة الجدولية وبالتالي نستنتج ان صحة الفرضية البناء الفرضي الاولى اي ان توجد فروق ذات دلالة احصائية بين الزمن المقدر من طرف المؤسسة وبين الزمن المقدر بنموذج تقليدي وهو أسلوب تقييم ومراجعة البرامج PERT
- اما نتائج اختبار الفرض الثاني فقد تحصلنا على قيمة t تقدر 0,188 فهي اقل من قيمة t في الجدول الاحصائي وبالتالي نقبل فرض العدم ونرفض الفرضية البديلة اي ان هناك فرق مابين زمن المشروع المقدر من طرف المقاوله وبين زمن المشروع المقدر بالطريقة المجموعات الضبابية.
- اما الفرض الاخير الذي قسم الى ثلاث اجزاء وهذا لان الزمن الضبابي به ثلاثة قيم فجميع القيم المحسوبة أقل من القيمة الجدولية المقدره ب 2,11 وبالتالي فقيمة الزمن المقدر بطريقة المجموعات الضبابية اقل من الزمن المقدر بطريقة PERT ولهذا نقبل H_0 فرضية العدم ونرفض H_1 الفرضية البديلة. ومنه نستنتج بأن قيم مؤشر الاختبار أصغر من القيمة النظرية، و بالتالي يوجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات الزمن المقدر للمشروع من طرف المؤسسة و متوسط الزمن المقدر بنموذج تقليدي ونموذج حديث، و جميع فروض البحث مقبولة عند مستوى دلالة 5% .

وبالتالي يمكن استعمال أي نموذج من نماذج شبكات الأعمال التقليدية وخاصة PERT والنماذج الحديثة طريقة التحليل بنظرية المجموعات الضبابية في تحديد زمن مشروع بناء وحدات سكن اجتماعي. ومن الاحسن استعمال النماذج الحديثة المسابير للتطورات والتعقيدات والتي لا تهمل التأثيرات النوعية على انجاز المشاريع الإنشائية.

خلاصة الفصل الثالث:

لقد سبق وتطرقنا في الفصلين الاول والثاني الى نماذج شبكات الاعمال سواء كانت تقليدية او حديثة . ولتطبيق هذه النماذج اخترنا تطبيقها على مشروع بناء 96 وحدة سكن تساهمي في مدينة بسكرة في فصل ثالث، الذي تطرقنا فيه الى وصف هذا المشروع و توصلنا الى ان هذا المشروع يتكون من 17 أنشطة رئيسية و 107 أنشطة فرعية ولقد تمت الدراسة على الأنشطة الرئيسية وهذا لعدم توفر المعلومات الكافية للأنشطة الفرعية وتم تحديد ترتيب هذه الأنشطة لمعرفة الأنشطة السابقة واللاحقة لكل نشاط.

وبعد التطرق للمشروع ولأنشطته طبقنا نموذج PERT على هذا المشروع وهذا لمعرفة الزمن المقدر بهذه الطريقة واستعملنا برنامج مساعد لتسهيل الحسابات وهو برنامج WINSQB والذي من خلاله حددنا زمن انجاز المشروع وقدر ب 136,17 اسبوع كما حدد لنا الأنشطة الحرجة من غيرها.

وبعد تطبيق النموذج التقليدي تم تطبيق نموذج حديث وهو نموذج المجموعات الضبابية الذي من خلالها وضحنا الشبكة وفق هذه الطريقة وتحديد البدايات والنهايات بعد تطبيق العلاقات التي تعتمد عليها المجموعات الضبابية في بتحديد الاتجاه الامامي والعكسي للشبكة.

ولأن الطريقة الحديثة تدخل تأثير العوامل النوعية على مدة انجاز المشروع قمنا بدراسة تأثير اليد العاملة وتم ادخال هذا العامل النوعي في مدة كل نشاط.

الخاتمة

الخاتمة:

تقوم المؤسسات في بيئة اقتصادية متغيرة وبالتالي تتأثر بالمحيط الداخلي والخارجي لها، كما أن المشاريع التي تسعى المؤسسات الى إنجازها و خاصة مشاريع البناء والتشييد تتسم بالتغير وعدم الثبات، ومن أجل مسايرة هذه الظروف بما يتيح لها انجاز هذه المشاريع في احسن الظروف كان لابد من وجود ادارة فعالة تقوم بوضع الخطط وتركز على اهداف المشروع وتتابع اطواره ومن ثم معالجة الانحرافات التي تتعرض لها هذه الاخيرة.

هذه الإدارة هي ادارة الوقت التي تعتبر من اهم الموضوعات التي يتناولها علم الإدارة نظرا لأهمية مورد الزمن وضرورة استغلاله احسن استغلال. ولا ننسى التكاليف التي تعد هدفا استراتيجيا لإدارة اي مشروع فنتيجة للتطور الحاصل في ميدان تسيير المشاريع التي اصبحت تتسم بالتعقيد وكثرة الانشطة وارتفاع التكاليف ظهر في الستينات من القرن الماضي طريقة GANTT التي ساعدت الادارة على وضع الخطط اللازمة والتي تحدد ازمته وتكاليف مشروع ما، ولكن مع ظهور مشاريع ضخمة واكبر تعقيدا كان لابد من ايجاد بديل يضمن المتابعة الجيدة لهذه المشاريع فظهرت اساليب التحليل الشبكي كأداة فعالة لجدولة ومراقبة المشاريع بداية بظهور طريقة المسار الحرج CPM ثم تطورت بعدم ادخلت ازمته التفاؤل وازمنة التشاؤم فظهر اسلوب PERT ولزيادة التطورات الحاصلة جاء اسلوب GERT الذي اعتبر من احسن الاساليب لاعتماده على القيم الاكيدة وغير الاكيدة.

وباعتبار العوامل الخارجية تؤثر على مدة انجاز المشروع ظهرت نظرية جديدة تسمى نظرية المجموعات الضبابية التي ادخلت على طريقة PERT ونتج عليها اسلوب حديث يدخل نسبة تأثر العوامل النوعية على مدة انجاز المشروع، كما زهر تقنية شبكة مسار بيرت PPNT والتي اعطت اهتماما لكل أنشطة المشروع سواء كانت حرجة وغير حرجة.

الإجابة على الفرضيات :

مما سبق قمنا بتوضيح من خلال دراستنا هذه التي تتمثل فيما هو افضل نموذج من نماذج شبكات الاعمال التقليدية او الحديثة في التخطيط ومراقبة المشاريع وظلك من خلال مجموعة من الفروض والتي تم تأكد منها فالفرضية الاولى التي تنطلق من انه يوجد فروق ذات دلالة احصائية بين متوسط الزمن المقدر لمشروع بناء سكن اجتماعي باستخدام نموذج شبكات اعمال تقليدية ومتوسط الزمن الفعلي فقط استخدم نموذج PERT الذي استنتج من خلاله ان زمن المشروع اقل من الزمن الفعلي.

اما الفرضية التي تم تأكيدها والتي اثبتت ان هناك فرق في زمن المشروع بين الزمن الفعلي وزمن المشروع باستعمال نموذج حديث وهو نموذج يعتمد على نظرية المجموعات الضبابية، والفرضية الثالثة التي تتعلق بوجود فروق ذات دلالة احصائية بين النماذج التقليدية والنماذج الحديثة في تقدير ومن المشروع.

نتائج البحث:

من خلال استعراض الجانب النظري والجانب التطبيقي لهذا الموضوع توصلنا الى جملة من الاستنتاجات وهي كالآتي:

أ النتائج النظرية:

- التحليل الشبكي وشبكات الاعمال وسيلة فعالة تساعد متخذ القرار على التخطيط ومراقبة المشاريع .
- يعتبر اسلوب المسار الحرج CPM واسلوب التقييم والمراجعة PERT من اهم الاساليب التقليدية في التخطيط الشبكي.
- ان النماذج الحديثة مثل نموذج GERT والتحليل بنظرية المجموعات الضبابية اكثر النماذج واقعية ومسايرة للتطور و تعقيد المشاريع الضخمة.
- ان استخدام البرامج الحاسوبية في التخطيط والمراقبة المشاريع خاصة الانشائية لها اهمية كبيرة وهذا لتعدد الأنشطة وتعقد المشروع.

ب النتائج التطبيقية:

- يتكون المشروع 17 نشاط رئيسي 107 أنشطة فرعية.
- تكلفة هذا المشروع بعد تطبيق برنامج WINQSB لأسلوب PERT قدرت ب 18136990 دينار.
- يحتوي هذا المشروع على مسار حرج واحد واغلب أنشطة هذا المشروع أنشطة حرجة.
- مدة انجاز هذا المشروع بتطبيق طريقة PERT 136,17 اسبوع أما بطريقة المجموعات الضبابية الحد الأدنى لهذا المشروع هو 115 اسبوع والحد الأعلى 157 أسبوع.

- لم يتمكن المقاول من انجاز المشروع في مدة 24 شهر كما هو مقرر في الصفقة ولا كما هو محدد من قبل مكتب الدراسات المكلف بمتابعة المشروع ولا وفق الدراسة بالأساليب العلمية المطبقة وهذا المشروع لم يتم انجازه لحد الان وهذا لعدم استعمال الاساليب العلمية من قبل البدء في المشروع.
- عدم استخدام برامج حاسوبية في التخطيط ومراقبة المشاريع.
- عدم وجود افراد متخصصين في استخدام اساليب التحليل الشبكي بالرغم من مكتب الدراسات مجبرة على اعطاء مخططات دورية توضح سير انجاز المشروع.
- بالرغم من ان اغلب أنشطة هذا المشروع أنشطة حرجة الا انها نلاحظ عدم الاعتماد على الادوات العلمية تحدد هذه الأنشطة وبالتالي زيادة تكاليف المشروع عكس ما هو مخطط له.

الاقتراحات:

- من خلال هذه النتائج التي توصلنا اليها من خلال هذه الدراسة لدينا جملة من الاقتراحات منها:
- اعطاء اهمية كبيرة لأساليب ونماذج شبكات الاعمال سواء كانت تقليدية او حديثة.
- نقترح تكوين اطرار متخصصة في ادارة المشاريع وجعلها تحسن استعمال برامج الاعلام الألي مثل WINSQB لما له فائدة كبيرة تعود على المؤسسة او على المقاول.
- مثلما هناك فقرة في قانون الصفقات العمومية تنص على أنه في حالة تأخر مقابلة في انجاز وفي تسليم المشروع فإنه يتحمل عقوبة التأخير المقدرة ب10% من مبلغ الصفقة كعقوبة التأخير نقترح مادة اخرى عكس الأولى في حالة انجاز مشروع في وقته المحدد او قبله فالمؤسسة تتحصل على جائزة سواء نقدية او اولوية تسلم مشروع اخر أثناء مناقصة اخرى.
- نقترح على كل من يقوم بإنجاز مشروع عليه تقديم انجاز المشروع بطريقة علمية وتحديد مدة انجازه قبل البدء في المشروع قبل ابرام الصفقة معه.
- اتباع نموذج الشبكة الضبابية في تقدير زمن المشروع لتمييزه عن الطرائق الاخرى وكثرة المؤشرات الناتجة عنه، وإجراء ابحاث وحلقات عمل حول هذه الطريقة لتوضيحها وتوسع استخدامها في المؤسسات العلمية لافتقار المكاتب العربية للأدبيات الخاصة بها.

أفاق الدراسة:

تناولنا في هذا البحث بعض الجوانب المتعلقة بإدارة المشاريع وشبكات الاعمال وربما أغفلنا جوانب أخرى ، ومن خلال هذا البحث حاولنا تسليط الضوء على إشكالية هامة تعاني منها أغلب المؤسسات التي تشرف على عملية إنشاء المشاريع ألا وافضل نموذج من نماذج شبكات الاعمال الحديثة او التقليدية في التخطيط ومراقبة المشاريع، وهذه الدراسة لا زالت محدودة مقارنة بما سبقها من دراسات في نفس المجال ، وبالتالي يمكن اعتبارها نقطة انطلاق لدراسات أخرى من شأنها أن توضح النقاط التي لم نتطرق لها، ومن أجل فتح آفاق في هذا المجال نقترح الدراسات التالية :

- إن عدم الترابط بين إدارات المشروع يؤدي إلى نشوب فوضى بين أقسام المشروع ، فعلا سبيل المثال لا الحصر يجب أن تكون هناك علاقة بين قسم المحاسبة وقسم البحوث والتطوير وباقي الأقسام الأخرى من تخطيط ورقابة ، فقسم بحوث التطوير يعمل على تطوير الأساليب المختلفة في عملية إدارة المشروع أما قسم المحاسبة فيقوم بتزويد قسم بحوث التطوير بالتكلفة الحقيقية لكل نشاط أخذا بعين الاعتبار تكلفة الموارد المالية والبشرية.
- ضرورة تزويد المسؤولين عن عملية التنفيذ الفني للمشروع بمعلومات كافية عن استخدام اساليب ونماذج شبكات الاعمال ومدى اهميتها في تخطيط المشروعات وانجازها بأقصر وقت وأقل كلفة.
- بناء نظام اداري متطور لإدارة وتخطيط الكلفة في مشاريع التشييد، و ادخال بعض المؤثرات الخارجية مثل ارتفاع اسعار المواد الانشائية، اسعار تأجير المكائن والمعدات، اجور الايدي العاملة وعوامل اخرى والتي من شأنها ان تؤثر على كلفة العمل حيث يمكن من خلالها التوسع في مجال تحديد الاسباب المؤثرة في حصول التباين بين كلفة العمل المنجز والكلفة المخمنة و المخطط لها.
- اجراء دراسة لتقييم عملية استخدام التطبيقات الحاسوبية ذات العلاقة والتي من شأنها مساعدة صاحب العمل باتخاذ القرارات المناسبة خلال عملية تحقيق المشروع الانشائي مثل قرار الحاجة لتحقيق المشروع خلال مرحلة دراسة الجدوى وغيرها، اضافة الى مساعدة المقاول في اتخاذ القرارات المناسبة عند تقديم اسعاره عند اعطائه المشروع ، ومن جهة اخرى يساعده على المحافظة على هذه الكلفة خلال عملية تنفيذ المشروع الانشائي واعطائه مؤشرات الانحراف والتباين في الوقت المناسب لاتخاذ القرار المناسب.

- وفي الأخير فإن هذا البحث لا يخلو كغيره من الدراسات التي سبقته من بعض النقائص نتيجة عدم توفر المعلومات اللازمة للدراسة التطبيقية، وكذلك الغياب الكلي للبرامج الحاسوبية المستخدمة في هذا المجال وغياب دور التخطيط والرقابة في إدارة المشاريع، وعليه فقد تم إجراء المقابلات الشخصية فقط مع المقاول المكلف بتنفيذ هذا المشروع.

قائمة المراجع

قائمة المراجع

قائمة المراجع بالعربية:

- 1- البكري سونيا محمد ، استخدام الأساليب الكمية في الادارة، مطبعة الاشعاع الاسكندرية، 1997.
- 2- الجنابي حسين محمود ، الأحدث في بحوث العمليات. ط1، دار حامد للنشر والتوزيع، الأردن، 2010.
- 3- الجواد دلال صادق د، بحوث العمليات، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان الاردن، 2008.
- 4- الصفدي محمد سالم ، بحوث العمليات تطبيق و خوارزمية. ط1، دار وائل للنشر، عمان
- 5- الصيرفي محمد عبد الفتاح ، الأسلوب الكمي في تخطيط المشروعات شبكات الأعمال للمبتدئين ، ط1، دار الصفاء للنشر والتوزيع، عمان- الأردن، 2002.
- 6- الشمرتي سعد النور حامد ، مدخل الى بحوث العمليات. دار المجدلاوي للنشر، عمان، 2007.
- 7- د، العبيدي محمود مؤيد الفضل ادارة المشاريع منهج كمي، الوراق للنشر والتوزيع، عمان، الاردن ، 2005.
- 8- العبيدي محمود ، ادارة المشاريع منهج كمي. الوراق للنشر والتوزيع، عمان، 2009.
- 9- العباسي غالب ،محمد نور برهان، ادارة المشاريع ،الشركة العربية للتسويق والتوريدات بالتعاون مع جامعة القدس المفتوحة، القاهرة، 2008.
- 10- الطائي فاضل عباس ونجلاء سعد الشرابي، المنطق المضرب لنموذج سلسلة زمنية مراوحة، مجلة العلوم الاحصائية العراقية، العدد 18.
- 11- د، الموسوي عبد الرسول عبد الرزاق ، ا لمدخل لبحوث العمليات، ط1، دار وائل للنشر، عمان، الاردن، 2006.

- 12- الموسوي منعم زمير ، بحوث العمليات مدخل علمي لإتخاذ القرارات. ط1، دار وائل للنشر، الاردن،.2009
- 13- باقية أنعام ، بحوث العمليات خوارزمية برامج حاسوبية.ط1، دار وائل للنشر، عمان،.1999
- 14- بلوز حنا، إدارة المشاريع عن طريق ط1، دار الرضا للنشر، دمشق، 2002.
- 15- تركي سلطان ،التحليلات الكمية في إتخاذ القرارات، ط1، جامعة الملك سعود، السعودية.
- 16- ثابت سلمى ، ذاكر الألوسي تقدير أسلوب PERT المعدل (مع تطبيق عملي) .
- 17- جنان عبد الحق. مساهمة لتحسين فعالية إتخاذ القرارات في تخطيط المشاريع والرقابة عليها باستخدام التخطيط الشبكي- دراسة حالة شركة كوسيدار انجاز 534 مسكن ببرج بوعريج. (رسالة ماجستير غير منشورة)، جامعة مسيلة،2004- 2005.
- 18- حمدي فؤاد علي، الإتجاهات الحديثة في الإدارة - البرمجة الخطية وبيروت- ، دار النهضة العربية للطباعة، بيروت ،.1982
- 19- فضل مؤيد عبد الحسين ، المنهج الكمي في ادارة الوقت، دار المريخ للنشر والتوزيع،الرياض السعودية ، 2008.
- 20- عابد علي، دور التخطيط و الرقابة في إدارة المشاريع باستخدام التحليل الشبكي- دراسة حالة بتيارت، (رسالة ماجستير غير منشورة)، جامعة تلمسان،LSP2011بناء 40 وحدة سكنية
- 21- على حسين علي واخرون،بحوث العمليات وتطبيقاتها في وظائف المنشأة،دار زهران، عمان،.1999
- 22- - عمران جمال و راجح سريع، تحليل المعايير الاقتصادية للمشاريع الضخمة باستخدام المجموعات الضبابية، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات، مجلد33، العدد7، 2011
- 23- غنيم عطا حسين ، تحليل شبكات الأعمال و نظم إدارة المشروعات.ط1، دار الفكر العربي، القاهرة، .1986
- 24- راتول محمد ، بحوث العمليات. ط2، ديوان المطبوعات الجامعية الجزائر،2006.
- 25- كاسر منصور ، نظرية القرارات الإدارية مفاهيم وطرائق كمية.ط1 ، دار حامد للنشر، عمان، 2000

- 26- ماضي محمد توفيق ، الأساليب الكمية في مجال الإدارة . الدار الجامعية، الاسكندرية، 1998.
- 27- مصير نعيم ، إدارة وتقييم المشاريع. منشورات المنظمة العربية، القاهرة، 2005.
- 28 - مرعي أحمد إدريس ، مقارنة بين التوزيع ثنائي القوة وتوزيع بيتا في أسلوب تقييم ومراجعة المشاريع. مجلة تنمية الرافدين، العدد94، المجلد31، 2009.

قائمة المراجع بالأجنبية:

- 1-A B Plilsker, **GERT : Graphical Evaluation and Review Technique**. National earonation and space administration, 1966.
- 2- Abd el Haddi El Rifai **Analysis of PERT Network Using Estimations of Fuzzy Sets Theory**
- 3- ASIA,k.- **Fuzzy Systems for Management**, ohm-sha ,IOS Press , Nethe land , 1995.
- 4-- Boualem Benmazouz, **Recherche Opérationnelle de gestion**, Atlas éditions, mars 1995
- 5- Jacque Bernad et Marko Perker ,**les planning** ,Paris les edition organization,1985
- 6-k k chitkara , **contraction project management planning scheduling and controlling**. 2009
- 7-Lorterapong Pasit and Ossama Moselhi,**project network analysising using fuzzy sets theory**.1995
- 8 -Moder J.and C. Phillips ,**Project Management with CPM and PERT and Precedence Diagramming**.3rd ed., VAN Nostrand Reinhold company , New York 1983
- 9- Mosilhi, O and Lorterapon,P **Fuzzy vs propbablitic scheduling**
- 10- Mummolo Giovanni –**Measuring Uncertainty And Criticality In Network Planning By PERT–Path Technique** , International Journal Of Project Management, Vol.15,NO.6 Great Britain 1997
- 11-.Mummolo Giovanni ,**PERT – Path Network Technique: A New Approach To Project Planning** , International Journal Of Project Management , Vol .12 . NO. 2 .1994

12- MCCORKEY Dal, **how to manage by results**. American management association, New yourk

13- N.Ravi Shanker and others, **fuzzy critical path method on matric disttance ranking** . int journal of math analysis , vol 4 n° 20,2010.

14 -Nahmias , Steven **Production and Operations Analysis** ,3rd.ed. Irwin, U S. A. 1997

15- Pontrandolfo , **Project Duration In Stochastic Network By The PERT –Path Technique** , International Journal of Project Management, vol . 18 ,2000.

16-. Romakumar ,R. **Engineering Reliability Fundamentals and Applications** prentice – hall , international , Inc . , U.S.A,1993

17-S.Elisabath and L Sujatha , **Fuzzy critical path problem for project network**. International journal of pure applied mathematics, vol 85,n° 2.

المواقع الالكترونية:

www.microimages.com/documentation/.../network.pd.

ppr.cs.dal.ca/sraza/files/social%20networks

www.iasj.net/iasj?func=fulltext&ald=30770

dspace.ju.edu.jo/xmlui/handle/123456789/24459...

www.tishreen.edu.sy/.../باستخدام-pert-تحليل-شبكة/

www.aitrs.org/Portals/_PCBS/Documents/.../re11.doc

الملاحق

الكشف التقويمي والكمي لمشروع انجاز 96 سكن اجتماعي تساهمي بنز زعوب الترقية العقارية برحليل عمار

جناح: 08 مسكن ف3

R+3 et C+4

| الرقم | التعيين | و | كمية الكشف | سعر الوحدة | المبلغ الكلي |
|---|--|----|------------|------------|--------------|
| 1- التتريب | | | | | |
| 1 | تسوية الارضية من الاتربة الزراعية بسمك 0,20م | 3م | 54,255 | 200,00 | 10 851,00 |
| 2 | حفر بئرية أو ساقية | 3م | 542,850 | 300,00 | 162 855,00 |
| 3 | ردم طبقي بالدك للفراغ | 3م | 342,000 | 200,00 | 68 400,00 |
| 4 | نقل التربة الزائدة الى اماكن التفريغ العمومي | 3م | 295,000 | 200,00 | 59 000,00 |
| مجموع جزئي | | | | | |
| 301 106,00 | | | | | |
| 2- أشغال الهياكل القاعدية | | | | | |
| 1 | الخرسانة الكبرى 250 كلغ/م ³ | 3م | 3,600 | 5 000,00 | 18 000,00 |
| 2 | خرسانة التنظيف وخرسانة ذات قوالب 250 كلغ/م ³ | 3م | 2,690 | 5 000,00 | 13 450,00 |
| 3 | خرسانة مسلحة للقواعد المنزلة 370 كلغ/م ³ | 3م | 81,14 | 22 000,00 | 1 785 080,00 |
| 4 | خرسانة مسلحة للأعمدة التحتية 370 كلغ/م ³ | 3م | 3,46 | 22 000,00 | 76 032,00 |
| 5 | خرسانة مسلحة للعوارض 370 كلغ/م ³ | 3م | 25,966 | 22 000,00 | 571 252,00 |
| 6 | تشويك بالحجارة الجافة سمك 20 سم | 2م | 155,88 | 1 250,00 | 194 850,00 |
| 7 | بلاطة على التشويك بالخرسان المسلح سمك 10 سم + فاصل بالبوليستيران في البنية التحتية | 3م | 15,52 | 12 000,00 | 186 240,00 |
| 8 | تقب مشعب بالخرسانة المسلحة | | | | |
| | أ- 80 × 80 | و | 2 | 5 000,00 | 10 000,00 |
| | ب- 40 × 40 | و | 4 | 3 500,00 | 14 000,00 |
| | ج- 60 × 60 | و | 4 | 4 000,00 | 16 000,00 |
| 9 | قناة بلاستيكية مطبورة قطر 200 | مط | 200,00 | 500,00 | 100 000,00 |
| مجموع جزئي | | | | | |
| 2 984 904,00 | | | | | |
| 3- الأشغال الكبرى للبنية الفوقية | | | | | |
| 1 | خرسانة مسلحة للأعمدة 350 كلغ/م ³ | 3م | 31,950 | 22 000,00 | 702 900,00 |
| 2 | خرسانة مسلحة للروافد والدعائم | 3م | 27,470 | 22 000,00 | 604 340,00 |
| 3 | خرسانة مسلحة للسلالم | 3م | 6,593 | 20 000,00 | 131 860,00 |
| 4 | خرسانة مسلحة الجدار الواقي | 3م | 4,460 | 16 000,00 | 71 360,00 |
| 5 | خرسانة مسلحة لتعتيب الإطارات وأعمدة الربط والأفاريز | 3م | 7,534 | 12 000,00 | 90 408,00 |
| 6 | عناصر لتزيين الواجهة | 2م | 165,000 | 700,00 | 115 500,00 |
| 7 | بلاط التنبه مصنوع من الطوب الفارغ نو : 16 + 4 | 2م | 537,550 | 1 600,00 | 860 080,00 |
| 8 | بلاطة مملوءة بالخرسانة المسلحة | 3م | 8,640 | 20 000,00 | 172 800,00 |
| مجموع جزئي | | | | | |
| 2 749 248,00 | | | | | |
| 4- حصة البناء | | | | | |
| 1 | جدران خارجية بالأجر مزدوج سمك 30 سم | 2م | 711,67 | 1 600,00 | 1 138 672,00 |
| 2 | حائط أحادي بالأجر سمك 20 سم | 2م | 35,00 | 1 400,00 | 49 000,00 |
| 3 | حائط أحادي بالأجر سمك 15 سم | 2م | 83,15 | 900,00 | 74 835,00 |
| 4 | حائط أحادي بالأجر سمك 10 سم | 2م | 680,64 | 800,00 | 544 512,00 |
| 5 | تأليس خارجي تيرولي على الجدران الخارجية | 2م | 845,16 | 600,00 | 507 096,00 |
| 6 | تأليس داخلي بالملاط الإسمنتي على الجدران الداخلية | 2م | 810,35 | 450,00 | 364 657,50 |
| 7 | تأليس داخلي بالملاط الإسمنتي تحت السقف | 2م | 190,42 | 450,00 | 85 689,00 |
| 8 | تأليس داخلي بالجبس على الجدران | 2م | 1214,76 | 450,00 | 546 642,00 |
| 9 | تأليس داخلي بالجبس تحت السقف | 2م | 430,08 | 450,00 | 193 536,00 |
| 10 | مربعات قرانيطو 25 * 25 | 2م | 642,05 | 750,00 | 481 537,50 |
| 11 | بلاط من الغرانيت مصنوع في نفس مكان المسلم | و | 108 | 1 400,00 | 151 200,00 |
| 12 | وطيدة لامعة بـ 07 سم | مط | 756,91 | 250,00 | 189 227,50 |
| 13 | مربعات من الخزف الملون (40 × 25) سم | 2م | 382,15 | 1 000,00 | 382 150,00 |
| 13 | الفريز للخزف الملون | 2م | 168,00 | 1 000,00 | 168 000,00 |
| 15 | بناء طاولة مطبخ | و | 8 | 3 500,00 | 28 000,00 |
| 16 | وضع بلاطة من الرخام سمك 03 سم فوق طاولة المطبخ | و | 8 | 10 000,00 | 80 000,00 |
| 17 | شاور قرمود احمر | 2م | 1,56 | 2 000,00 | 3 120,00 |
| 18 | ترابزين من الاسمنت 0.3 * 0.3 | 2م | 42,00 | 600,00 | 25 200,00 |
| مجموع جزئي | | | | | |
| 5 013 074,50 | | | | | |

| 5-حصة الكتامة | | | |
|---------------|-----------|--------|--|
| 87 975,00 | 450,00 | 195,50 | 2م عزل حراري من الفلين سمك 4 سم + طبقتين من البوليان |
| 87 975,00 | 450,00 | 195,50 | 2م بلاط على شكل منحدر بالخرسانة 1.5 % |
| 156 400,00 | 800,00 | 195,50 | 2م كتامة متعددة الطبقات |
| 33 300,00 | 500,00 | 66,60 | مط رفع الكتامة على السطح من الباكسلان |
| 39 100,00 | 200,00 | 195,50 | 2م حماية ميكانيكية بالحصى المبلور 25/15 أو 8/3 سمك 07 سم |
| 23 310,00 | 350,00 | 66,60 | مط فاصل محيطي بالباكسل سمك 02 سم |
| 4 400,00 | 550,00 | 8 | و مصفات من الرصاص |
| 432 460,00 | | | مجموع جزئي |
| 6-حصة النجارة | | | |
| 112 000,00 | 14 000,00 | 8 | و ت / و أبواب خشبية ممتلئة 1.04 × 2.17 |
| 288 000,00 | 12 000,00 | 24 | و أبواب داخلية ممتلئة نوع 0.94 × 2.17 |
| 72 000,00 | 9 000,00 | 8 | و ت/و أبواب ممتلئة نوع 0.84 × 2.17 |
| 64 000,00 | 8 000,00 | 8 | و ت/و أبواب ممتلئة نوع 0.74 × 2.17 |
| 96 000,00 | 12 000,00 | 8 | و ت/و أبواب ممتلئة ذو دفتين بالزجاج 1.20 × 2.17 |
| 72 000,00 | 9 000,00 | 8 | و ت/و أبواب ممتلئة ذو دفتين للخزانة 1.20 × 2.17 |
| 40 000,00 | 5 000,00 | 8 | و ت/و أبواب ذو دفتين تحت طاولة المطبخ 0.80 × 0.605 |
| 25 000,00 | 25 000,00 | 1 | و ت/و باب معدني ذو دفتين للمدخل الرئيسي 1,60 × 2,50 |
| 48 000,00 | 3 000,00 | 16 | و ت/و أبواب للخزانة الكهربائية 0,60 × 2,00 |
| | | | النوافذ |
| 128 000,00 | 8 000,00 | 16 | و ت/و ونوافذ بالبرسيان بدفتين نوع م 0,70 × 1,20 |
| 72 000,00 | 9 000,00 | 8 | و ت/و ونوافذ بالبرسيان بدفة نوع م 0,90 × 1,20 |
| 40 000,00 | 5 000,00 | 8 | و ت/و ونوافذ بالبرسيان بدفة نوع م 0,60 × 1,20 |
| 28 800,00 | 1 800,00 | 16 | و ت/و ونوافذ نوع م 0,50 × 0,50 |
| 56 000,00 | 2 000,00 | 28,00 | مط ت/و ماسك حديدي للسلم |
| 1 141 800,00 | | | مجموع جزئي |
| 7-حصة الترخيص | | | |
| 40 000,00 | 5 000,00 | 8 | و مقعد مرحاض تركي |
| 104 000,00 | 13 000,00 | 8 | و حوض مرش كامل نوع Baignoire |
| 40 000,00 | 5 000,00 | 8 | و مغسل حمام كامل |
| 40 000,00 | 5 000,00 | 8 | و مغسل مطبخ بحوض واحد كامل |
| | | | قناة من النحاس للماء البارد والساخن |
| 107 712,00 | 600,00 | 179,52 | مط (ب) قطر 16/14 |
| 32 790,00 | 500,00 | 65,58 | مط (ج) قطر 14/12 |
| 6 400,00 | 800,00 | 8 | و ت/و حنفية غلق الماء قطر 20 |
| 9 600,00 | 600,00 | 16 | و حنفية سيلان قطر 14/12 |
| | | | أنبوب بلاستيكي نوع : لتصريف المياه المستعملة |
| 8 136,00 | 400,00 | 20,34 | مط (أ) قطر 40 مم |
| 32 000,00 | 500,00 | 64,00 | مط (ب) قطر 110 مم |
| | | | قناة من النحاس للغاز |
| 41 600,00 | 800,00 | 52,00 | مط (ب) قطر 22/20 |
| 39 000,00 | 600,00 | 65,00 | مط (ج) قطر 14/16 |
| 8 000,00 | 1 000,00 | 8 | و حنفية سد الغاز قطر 20 |
| | | | وضع تقنية صاعدة من الفولاذ المكلفن |
| 25 200,00 | 900,00 | 28,00 | مط (أ) قطر 21/15 |
| 40 000,00 | 5 000,00 | 8 | و عداد ماء مع حنفية غلق وخزانة حديدية |
| 9 600,00 | 600,00 | 16 | و مبلع ارضي قطر 20*20 |
| 584 038,00 | | | مجموع جزئي |

| 8-حصة الكهرباء | | | |
|---------------------|----------|---------|---|
| 12 800,00 | 200,00 | 64 | و مصباح عادي ذو كبسولة كهربائية بـ 27 - 60 واط مندمج |
| 9 600,00 | 300,00 | 32 | و كرة ممسكة |
| 16 800,00 | 300,00 | 56 | و قاطع التيار الكهربائي بسيط 10 أمبير / 220 فولط مندمج |
| 4 800,00 | 300,00 | 16 | و قاطع التيار الكهربائي ذهب وإياب 10 أمبير / 220 فولط مندمج |
| 2 400,00 | 300,00 | 8 | و قاطع التيار الكهربائي مزدوج 10 أمبير / 220 فولط مندمج |
| 4 800,00 | 300,00 | 16 | و ماخذ التيار الكهربائي م2 + أ / 16 أمبير |
| 21 600,00 | 300,00 | 72 | و ماخذ التيار الكهربائي م2 + أ / 10 أمبير |
| 14 400,00 | 200,00 | 72 | و علبة إشتقاق بحدود مثبتة داخليا |
| 3 200,00 | 400,00 | 8 | و زر ضغط كهربائي مندمج |
| 4 800,00 | 600,00 | 8 | و جرس كهربائي |
| 44 000,00 | 5 500,00 | 8 | و لوح كهربائي لكل مسكن ذو : 08 إطلاقات |
| 1 000,00 | 1 000,00 | 1 | و قضيب قاطع لتوصيل الأرضي |
| 1 700,00 | 1 700,00 | 1 | و مريط توزيع للتوصيل الأرضي 40*40 |
| 5 280,00 | 120,00 | 44,00 | مط كابل من نوع : 6 x 2 VGV 1000U |
| 96 000,00 | 60,00 | 1600,00 | مط خيط كهربائي مع غمد بلاستيكي من نوع : 1,50 x 2 VGV 1000U |
| 78 000,00 | 65,00 | 1200,00 | مط خيط كهربائي مع غمد بلاستيكي من نوع : 2,50 x 3 VGV 1000U |
| 8 000,00 | 200,00 | 40,00 | مط خيط كهربائي مع غمد بلاستيكي من نوع : 4,00 x 4 VGV 1000U |
| 30 000,00 | 500,00 | 60,00 | مط كابل نحاسي عاري قطر 28 مم |
| 359 180,00 | | | مجموع جزئي |
| 9-حصة الدهن والزجاج | | | |
| 99 225,00 | 150,00 | 661,5 | 2م طلاء فينيلي للجدران الخارجية |
| 246 463,50 | 150,00 | 1643,09 | 2م طلاء فينيلي للجدران الداخلية |
| 78 817,50 | 150,00 | 525,45 | 2م طلاء فينيلي تحت السقف |
| 27 910,80 | 180,00 | 155,06 | 2م طلاء زيتي لآكي على الجدران الداخلية |
| 20 829,60 | 180,00 | 115,72 | 2م طلاء زيتي لآكي تحت السقف |
| 57 600,00 | 180,00 | 320 | 2م طلاء زيتي لآكي على النجارة الخشبية والحديدية |
| 34 200,00 | 900,00 | 38 | 2م زجاج بسيط نصف مزدوج |
| 565 046,40 | | | مجموع جزئي |
| 14 130 856,90 | | | المجموع الكلي خارج الرسوم |
| 989 159,98 | | | الرسم على القيمة المضافة 07 % |
| 15 120 016,88 | | | المجموع الكلي بكل الرسوم |
| 27 000,03 | | | سعر المتر المربع |

حدد هذا الكشف الكمي و التقيمي بمبلغ إجمالي كامل الرسوم بما فيه رسم القيمة المضافة بـ: خمسة عشر مليون و مائة وعشرون ألف وستة عشر دينار جزائري و 88 سنتيم

PLANNING DE REALISATION DES TRAVAUX

| DELAI DE REALISATION DESIGNATION DES TRAVAUX | LE 1er MOIS | LE 2 em MOIS | LE 3 em MOIS | LE 4 em MOIS | LE 5 em MOIS | LE 6 em MOIS | LE 7 em MOIS | LE 8 em MOIS | LE 9 em MOIS | LE 10 em MOIS | LE 11 em MOIS | LE 12 em MOIS |
|---|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| LOT : TERRASSEMENT | █ | █ | | | | | | | | | | |
| LOT : GROS OEUVRE INFRASTRUCTURE | | █ | █ | | | | | | | | | |
| LOT : GROS OEUVRE SUPERSTRUCTURE | | | █ | █ | | | | | | | | |
| LOT : MACONNERIE - REVETEMENT - ENDUITS | | | | █ | █ | | | | | | | |
| LOT : ETANCHEITE | | | | | | | █ | █ | | | | |
| LOT : MENUISERIE | | | | | | | | | █ | █ | | |
| LOT : PLOMBERIE- EVACUATION | | | | | | | | █ | █ | | | |
| LOT : ELECTRICITE | | | | | | | | | | █ | █ | |
| LOT : PEITURE - VITRERIE | | | | | | | | | | | █ | █ |

A BISKRA LE.....
L'ENTREPRISE

DELAI DE REALISATION: DOUZE (12)MOIS

96 lots

4- LA STRUCTURE DU COUT DU PROJET

Le coût prévisionnel du projet est évalué à 268800000.00.DA (Deux cent soixante huit millions huit cent mille . Dinars Algérien)

Selon le détail suivant :

| | |
|--|-----------|
| TERRAIN | 2150,40 |
| Etude (études préliminaires, levés topographiques, études de sol, études architecturales et techniques, frais de contrôle technique, assurances, frais de permis, ect....) | 1344,00 |
| TERRASSEMENT Généraux et travaux préparatoires (fondations spéciales, murs de soutènement, déblais, remblais, etc...) | 6720,00 |
| GROS-ŒUVRE – étanchéité | 6451,20 |
| Maçonnerie- cloisons – enduits muraux | 26880,00 |
| Revêtement Sols | 27955,20 |
| Menuiserie | 24192,00 |
| Plomberies sanitaires | 26880,00 |
| Electricité | 107520,00 |
| Peinture vitrerie | 8064,00 |
| Viabilisation (y compris branchement EU/EP/AEP) | 5376,00 |
| Autres (détailler) | 4032,00 |
| S / Total 1 : COUT DU PROJET | 1075,20 |
| Impôt et taxes (y compris droits de mutation) | 1075,20 |
| Frais financier (Emprunt bancaire) | 0,00 |
| Autre (détailler) | 0,00 |
| Frais de promotion et marge bénéficiaire du promoteur | 18816,00 |
| S / Total 2 : CHARGE ANNEXES | 268,80 |
| TOTAL | 268800,00 |

5- LE PRIX DE CESSION PREVISIONNEL DES LOGEMENTS

| Logement de type | Prix de vente unitaire | Nombre des logements | TOTAL |
|------------------|------------------------|----------------------|--------------|
| F3 | 2800 KDA | 96 | 268800 KDA |
| ///// | ///// KDA | | //////// KDA |
| ///// | ////////KDA | | ////////KDA |
| //////// | ////////KDA | | ////////KDA |
| ///// | ////////KDA | | ////////KDA |
| TOTAL | ////////KDA | | 268800 KDA |

6- LES DELAIS DE REALISATION

| | |
|------------------------------------|---|
| Délais de réalisation du projet | 30 mois |
| Date (prévisionnelle) de démarrage | Date de validation de permis de construction |
| Date (prévisionnelle) de livraison | 30 mois a partir de la Date de validation de permis de construction |

Le promoteur

