الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة د. الطاهر مولاي *سعيدة*

كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير

مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماستر

شعبة: العلوم التجارية

تخصص: إدارة مشاريع

بعنـــوان:

تخطيط المشاريع الإنشائية باستخدام شبكة بيرت الضبابية

دراسة حالة مشروع تهيئة واد الوكريف سعيدة

إعداد الطالبين:

- ندي عبد الله نور الاسلام
- محصر مرزوق محمد أمين

تحت إشراف الأستاذة:

ـ عواد هاجر

أعضاء لجنة المناقشة:

الأستاذ.....رئيسا

الأستاذ.....مشرفا

الأستاذ.....ممتحنا

الأستاذ.....ممتحنا

السنة الجامعية: 2014 – 2015

بسم الله الرحمن الرحيم

إهداء

إلى

الوالدين الكريمين

كل العائلة

جميع الأصدقاء

أهدي هذا العمل

Mahsar

اهدي هذا العمل المتواضع الى الوالدين الكريمين

والى زميلي في العمل الذي كان خير رفيق

والى اخي و اختي و زوجة اخي

والى كل العائلة و الى بالأخص مُحَمَّد و شراف الدين

والى اصدقاء الدرب زكريا و مُحَمَّد و علال و نور الدين واحمد

و محمود و ناصر و عبدوو خالد

و هشام و محمود

Bendi

كلمة شكر

اللهم لك الحمد والشكر كما ينبغي لجلال وجهك وعظيم سلطانك

لتوفيقك لنا على إتمام هذا البحث

نتقدم بخالص الشكر والعرفان للأستاذة الغالية :

« عواد هاجر »

لإشرافها وتأطيرها لهذا العمل

أستاذتنا لك منا كل الامتنان و التقدير

ومن باب أن :

"" الحياة ليست قصيرة الى هذا الحد الذي يجعلنا غير قادرين على مجاملة الاخرين والثناء عليهم "" – رالف والدو ايمرسون –

نتوجه بجزيل الشكر إلى :

- كل من علمنا حرفا
- كل من ساهم في إعداد هذه المذكرة نخص بالذكر (منير ، إبراهيم ، وهيبة)
- من كان وراء فتح تخصص إدارة المشاريع في جامعة سعيدة
- جميع عمال مكتبة الجامعة

فهرس المحتويات

البيان	الصفحة
البسملة	
اية قرآنية ودعاء	
الاهداء	
كلمة شكر	
فهرس المحتويات	
فهرس الاشكال	
فهرس الجداول	
قائمة الاختصارات	
المقدمة العامة	أ – هـ
إشكالية الموضوع والأسئلة الفرعية	أ ب
فرضيات الدراسة	ج
أهمية الدراسة	ج
اهداف الدراسة	ج
صعوبات الدراسة	د
دواعي اختيار الموضوع	د
منهجية الدراسة	هـ
هيكلية الدراسة	هـ
حدود الدراسة	هـ
الفصل الأول :الادبيات النظرية لمفهوم تخطيط المشاريع الانشائية وشبكة بيرت الضبابية	01 – 49
تمهيد الفصل الأول	02
1- تخطيط المشاريع الانشائية	**03 – 30**
1 - 1 هية المشروع الإنشائي	03 - 07
1 -1-1 مفهوم المشروع الانشائي	03
1-1-2 الأنواع الرئيسية للمشاريع الإنشائية	04
1-1-3 خصائص المشاريع الإنشائية	04 - 07

1-2 تخطيط المشاريع الانشائية	08 - 20
1-2-1 مفهوم تخطيط المشاريع	08 - 09
1-2- 2 مراحل تخطيط المشاريع	10- 12
1-2- 3 أدوات التخطيط والسيطرة على المشروع	13 - 18
1-2 -4 مزايا تخطيط المشاريع	19 - 20
1-3 تخطيط المشاريع في ظروف عدم التأكد	21 - 30
1- 3-1 مفهوم عدم التأكد و اهم النظريات لنمذجة عدم التأكد	21- 23
1-3-2 : صورة عدم التأكد قي تخطيط المشاريع	24
1-3-3 اسلوب بيرت(PERT) كاداة لتخطيط المشروع في ظل عدم التاكد	24- 30
2 – شبكة بيرت الضبابية	**31 – 47**
2 – 1 لماذا ؟ وماهية؟	31 - 32
2 –1–1 لماذا ؟	31
2-1-2 مفهومها	31 - 32
2 -2 نظرية المجموعات الضبابية	32 - 38
2 – 2 -1 تقديم للنظرية	32 - 33
2 – 2 -2 العمليات على المجموعات الضبابية	34 - 38
2 – 3 الية عمل شبكة بيرت الضبابية	39 - 47
2 – 3 -1 اسس الطريقة	39
2 – 3 -2 كيفية اعداد شبكة بيرت الضبابية	40 - 48
خلاصة الفصل الأول	49
الفصل الثاني : الإطار التطبيقي – دراسة ميدانية لمشروع تهيئة واد الوكريف بولاية سعيدة –	50 - 92
تمهيد الفصل الثاني	51
الدراسات السابقة	52 - 53
تقديم المشروع	54 - 56
1- التعريف بالمشروع الانشائي قيد الدراسة	54 - 56
1 – 1معلومات حول المشروع	54
1 – 2 الأنشطة المكونة للمشروع	55
1 – 3 العلاقات بين أنشطة المشروع	56

تخطيط المشروع	82 - 57
2- تخطيط المشروع باستخدام الطريقة الضبابية	76 - 57
2- 1 المعلومات المتوفرة حول المشروع	57
2- 2 اعداد شبكة بيرت الضبابية	75 - 58
2 – 2 – 1 عملية الحصول على التقديرات الزمنية للأنشطة وتكاليفها	68 - 58
2 – 2 – 2 رسم شبكة العمل للمشروع	70 - 69
2 – 2 – 3 جدولة المشروع	75 - 71
2 – 2 – 4 التمثيل البياني لزمن تنفيذ المشروع وميزانيته الاجمالية	76
3- تخطيط المشروع باستخدام الطريقة الاعتيادية	82 -77
3- 1 نقصد بالطريقة الاعتيادية	77
3- 2 تهيئة المشروع في بيئة برنامج (MSP)	82 - 78
النتائج والمناقشة	91 - 83
4- مناقشة النتائج	
4- 1 مناقشة نتائج التخطيط وفقا للطريقة الضبابية	85- 83
4- 2 مناقشة نتائج التخطيط وفقا للطريقة الاعتيادية	88 - 86
4- 3 مناقشة نتائج الربط بين الطريقتين	91 - 89
خلاصة الفصل الثاني	92
الخاتمة العامة	97 - 93
قائمة المراجع	101 - 98

فهرس الجداول

الفصل	رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
الأول	(01 – 01)	اهم المصطلحات المستخدمة في تحليل الشبكات	15
	(02 – 01)	صيغ شبكات الاعمال وقواعد رسمها	16
	(03 – 01)	الأوقات المستخدمة في أسلوب CPM	18
	(04 – 01)	النظريات المستعملة في نمذجة عدم التاكد	22
	(05 – 01)	نتيجة اسقاط النظريات على أسلوب بيرت (PERT)	23
	(06 – 01)	أنواع الوقت الفائض للنشاط	29
الثاني	(01 – 02)	أنشطة المشروع	55
	(02 – 02)	أنشطة المشروع والعلاقات بينها	56
	(03 – 02)	معلومات أخرى حول المشروع	57
	(04 – 02)	متوسط تقديرات الخبراء للنشاط *Etude Technique d'exécution de la trémie*	59
	(05 – 02)	متوسط تقديرات الخبراء للنشاط *Terrassement de la trémie*	59
	(06 – 02)	متوسط تقديرات الخبراء للنشاط *Assainissement*	59
	(07 – 02)	متوسط تقديرات الخبراء للنشاط *Béton de propreté et de remplissage*	60
	(08 – 02)	متوسط تقديرات الخبراء للنشاط *Béton pour éléments préfabriqués*	60
	(09 – 02)	متوسط تقديرات الخبراء للنشاط *Béton pour radiers*	60
	(10 – 02)	متوسط تقديرات الخبراء للنشاط *Transport et pose des éléments préfabriqués*	61
	(11 – 02)	متوسط تقديرات الخبراء للنشاط *Badigeonnage des parties enterrées*	61
	(12 – 02)	متوسط تقديرات الخبراء للنشاط *Traitement des joints*	61
	(13 – 02)	متوسط تقديرات الخبراء للنشاط *Fourniture et pose de corniches préfabriquées*	62

(14 – 02)	متوسط تقديرات الخبراء للنشاط *Fourniture et pose de garde corps métallique*	62
(15 – 02)	متوسط تقديرات الخبراء للنشاط *Traitement des surfaces*	62
(16 – 02)	متوسط تقديرات الخبراء للنشاط *Etanchéité*	63
(17 – 02)	متوسط تقديرات الخبراء للنشاط *Eclairage intérieur de la Trémie*	63
(18 – 02)	متوسط تقديرات الخبراء للنشاط *Etude Technique d'exécution de PARKING*	63
(19 – 02)	متوسط تقديرات الخبراء للنشاط *Eléments porteurs*	64
(20 – 02)	متوسط تقديرات الخبراء للنشاط *Eléments non porteurs*	65
(21 – 02)	نمذجة ازمنة تنفيذ المشروع	67
(22 – 02)	التكاليف المقدرة لكل نشاط	68
(23 – 02)	نتائج حساب القيم $\tilde{L}_i \quad \tilde{E}_i$	71
(24 – 02)	نتائج حساب القيم $\tilde{FLF}_{ij} \; \tilde{FLS}_{ij} \; \tilde{FEF}_{ij} \; \tilde{FES}_{ij}$	72
(25 -02)	نتائج حساب القيم $\tilde{TF}_{ij} \; \tilde{FF}_{ij}$	73
(26 -02)	المسارات الممكنة في شبكة المشروع	74
(27 -02)	البيانات المدخلة في برنامجMSP	78
(28 -02)	ميزانية المشروع	80
(29 -02)	الأوقات الفائضة (الهوامش) لأنشطة المشروع	82

فهرس الاشكال

الفصل	رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
الأول	(01 – 01)	مراحل المشروع الانشائي	04
	(02 – 01)	القيد للثلاثي للمشروع	05
	(03 – 01)	أسباب تأخر المشاريع	06
	(04 – 01)	النهج الحلزوني لتخطيط المشاريع	11
	(05 – 01)	خط التنبؤ	12
	(06 – 01)	المستويات الأربع لهيكل تجزئة العمل	13
	(07 – 01)	مخطط جانت (**Gantt Chart**)	14
	(08 – 01)	عملية تخطيط المشروع	20
	(09 – 01)	التمثيل البياني للعدد الضبابي الثلاثي	35
	(10 – 01)	التمثيل البياني للعدد الضبابي الشبه منحرف	37
	(11 – 01)	كيفية استخدام العدد الضبابي في الدراسة	41
الثاني	(01 – 02)	معلومات حول المشروع	54
	(02 – 02)	القيم المتوسطة لتقديرات زمن النشاط ***Eléments porteurs***	67
	(03 – 02)	شبكة عمل للمشروع قيد الدراسة	69
	(04– 02)	الزمن الضبابي لانجاز المشروع	76
	(05– 02)	تكلفة انجاز المشروع	76
	(06 -02)	أنواع علاقات الربط لتسلسل الأنشطة	77
	(07 -02)	مخطط جانت للمشروع قيد الدراسة	79
	(08 -02)	المسار الحرج للمشروع	81
	(09 -02)	نتائج الطريقتين لتخطيط المشروع	89
	(10 -02)	مثال توضحي لمفهوم دوال الانتماء	91

قائمة الاختصارات والرموز

الاختصار	المعنى
CPM	***C**ritical **P**ath **M**ethod* أسلوب المسار الحرج
DTPS	***D**irection de **T**ravaux **P**ublique **S**AIDA* مديرة الاشغال العمومية سعيدة
ENJOA	***E**ntreprise **N**ationale des **G**rands **O**uvrages d'**A**rt* المؤسسة الوطنية للمنشئات الكبرى و الفنية
FEF	***f**uzzy **e**arliest **f**inishing* البداية المتأخرة الضبابية
FES	***f**uzzy **e**arliest **s**tarting* البداية المبكرة الضبابية
FF	***f**uzzy **f**ree **s**lack* الهامش الحر الضبابي
FLF	***f**uzzy **l**atest **f**inishing* النهاية المتأخرة الضبابية
FLS	***f**uzzy **l**atest **s**tarting* النهاية المبكرة الضبابية
F PERT(Pk)	***F**uzzy **C**ritical **P**ath* المسار الحرج الضبابي لشبكة بيرت
FT	***f**uzzy **t**otal **s**lack* الهامش الكلي الضبابي
GERT	***G**raphical **E**valuation and **R**eview **T**echnique* اسلوب تقييم ومراجعة تنفيذ البرامج البياني
MSP	***M**icrosoft **P**roject* أداة جاهزة مساعدة على تسير المشاريع
PERT	***P**rogram (or **P**roject) **E**valuation and **R**eview **T**echnique* أسلوب تقييم ومراجعة تنفيذ البرامج
Pk	***P**aths* مجموعة المسارات في الشبكة
SOW	***S**tatement of **w**ork* وثيقة العمل
WBS	***W**ork **B**reakdown **S**tructur* هيكل تجزئة العمل

المقدمة العامة

المقدمة العامة :

مما لا شك فيه أن إدارة المشاريع أضحت اليوم إحدى أهم الحقول المعرفية في العالم الحديث وذلك للتطبيقات التي تزخر بها والتي تساهم في نجاح المشروع حيث بدا الاهتمام بها كأحد فروع الإدارة الهامة أواخر القرن التاسع عشرا واخذ هذا الفرع في التطور كعلم قائم بذاته بدا من وضع حجر الأساس المتمثل مبدئيا في العمل المقدم من طرف احد رواد الادراة العلمية هنري جانت (1917) والمعروف بمخطط جانت الذي اعتبر أداة تحليلية فعالة حتى أواخر التسعينيات و أدى ظهور تقنيتي (*PERT*) و(*CPM*) التي لاقت انتشارا واسع باعتبارهما نموذجين رياضيين يستعرضان الجداول الزمنية للمشاريع إلى بروز نجم إدارة المشاريع الذي زاد بزوغا مع إنشاء معهد إدارة المشاريع كمعهد مؤطر لهذا الميدان من خلال تقديمه لوثيقة سميت بالدليل المعرفي لادراة المشاريع المتضمنة لمجموعة المقاييس والمعايير الموجهة إلى ممارسي ادراة المشاريع في العالم.

إن ممارسي إدارة المشاريع في العالم باختلاف حدود الدول التي يمارسون فيها إدارة المشاريع وباختلاف سياسة هذه الدول الاقتصادية الساعية إلى تحقيق النمو كإحدى جوانب التنمية الاقتصادية و عادة ما تقوم الدول في سبيل الدفع بعجلة التنمية بتهيئة مجموعة من الشروط كتوفير الأرضية المناسبة وخاصة الدول النامية التي تشهد غياب لـ و أرضية إرساء اقتصاد قوي ، لذلك نجدها تهتم بمشاريع التنمية القاعدية ومشاريع البنى التحتية من مطارات ، جامعات ، مستشفيات ، طرق سريعة ..... هذا النوع من المشاريع يصنف ضمن مايعرف بالمشاريع الإنشائية.

من هنا تستمد المشاريع الإنشائية أهميتها التي تضع ضغوطا على مسيرها ، بسبب طبيعة القدرات، المعرفة ، الأدوات والمهارات الواجب توفرها في مسير المشروع الإنشائي الإضافة إلى أن المشاريع بصفة عامة مقيدة غالبا بثلاث عوامل يجب احترامها وهي عامل الوقت وعامل التكلفة وعامل الجودة وجدير بالذكر التأخيرات الواقعية على مستوى هذا النوع من المشاريع خاصة في الدول النامية التي تشهد في كثير من الأحيان عدم تسليم المشاريع وفق الآجال المسطرة وزيادة على ذلك ظروف المناخ الاقتصادي الحديث والبيئة المضطربة التي تعجز حتى أنظمة المـ ت المتطورة في مجاراتها ، مما يعني أن كفاءة مسير أو مدير المشروع لا تكفي في بلوغ أهداف المشروع الإنشائي بل عليه أن يكون متعدد الكفاءات (*multi compétences*) ، واحدة من بين الكفاءات هي تمدرة على التخطيط للمشروع بالشكل السليم التي تتيحها تطبيق إحدى أدوات التخطيط المتمثلة في شبكات الأعمال عامة وشبكة أو أسلوب بيرت (*PERT*) خاصة .

يعد أسلوب بيرت($PERT$) احد أكفء الأدوات التخطيطية بيد مديري المشاريع المقدمة لسيطرة وتحكم مطبق على المشروع إلا أن الأخيرة بدأت تضعف في ظل البيئة المتصفة بعدم التأكد و عدم دقة وزيادة درجة الإبهام حول المشروع حيث اعتمد الأسلوب في بادئ الأمر على التعامل مع هذه الظروف بمفهوم الاحتمالية والعشوائية و بمرور الوقت ظهر مفهوم أخر قادر على التعامل أيضا مع طبيعة البيئة المبهمة والمتمثل في مفهوم ـابية المستمد من نظرية المجموعات الضبابية ذات الأهمية البالغة في نمذجة حالات عدم التأكد ، فاستعملت بالاندماج مع أسلوب بيرت ($PERT$) في التخطيط للمشاريع المنجزة في هذه البيئات .

ومنه تبرز معالم إشكالية البحث كالأتي :

هل يمكن إسقاط نظرية المجموعات الضبابية على أسلوب بيرت(PERT) لغرض تخطيط المشاريع الإنشائية؟

إلى جانب الإشكالية نصوغ التساؤلات التالية للموضوع :

التساؤلات الفرعية :

- ☜ ما هية عملية تخطيط المشاريع ؟ و ماهي أهم الأدوات المستعملة في عملية تخطيط المشاريع ؟
- ☜ اذا نفذ المشروع تحت ظروف عدم التأكد كيف يتم التخطيط له في ظل هذه الظروف وما المقصود بها ؟
- ☜ماذا تعني نظرية المجموعات الضبابية ؟ وفيما تتمثل مفاهيم ومحتوى هذه النظرية ؟
- ☜ إذا كان ناتج إسقاط النظرية على الأسلوب هو أسلوب بيرت الضبابي فلماذا شبكة بيرت الضبابية ؟ وما مفهومها ؟ وكيف يتم إعدادها ؟

فرضيات البحث :

للإجابة على تساؤلات مشكلة الدراسة تم ارفاق الإشكالية بالفرضيات التالية :

- إن الظروف الواقعية التي تنجز فيها المشاريع هي ظروف عدم التأكد.
- اعتماد شبكة بيرت الاحتمالية في التخطيط للمشاريع في ظل عدم التأكد لا يخلو من النقائص والعيوب .
- يمّكن استبدال شبكة بيرت الاحتمالية بشبكة بيرت الضبابية في تقديم سيطرة و تخطيط فعال للمشاريع في ظل عدم التأكد .
- تطبيق أسلوب بيرت الضبابي في التخطيط للمشاريع الانشائية يقدم مزايا وإضافات ونتائج اوسع من تطبيق الأساليب التقليدية للتخطيط .
- اعة شبكة بيرت الضبابية نمذجة عدم التأكد المحيط بعلمية تخطيط المشروع وصياغة المعلومات الغامضة بشكل إيجابي واتخاذ قرارات صائبة بشأن المشروع

أهمية البحث :

يمكن للبحث ان يساعد على الرفع من مستوى عملية تخطيط المشاريع الانشائية في ظل عدم التأكد وذلك بالمرور الى المستوى اخر لإحدى اهم أساليب التخطيط أي أسلوب بيرت من خلال اسقاط احد الحقول المعرفية الهامة و المتمثلة في نظرية المجموعات الضبابية عليه .

وتتجلى قيمة أسلوب بيرت المدمج مع النظرية في التعامل مع حالات المعلومات غير كافية ، الإبهام ، الغموض وعدم التأكد التي تحيط بالمشاريع الانشائية خاصة بما يتعلق بمدد تنفيذها وتكاليف إنجازها حيث يتولد عن مزج مفاهيم النظرية بالأسلوب طريقة تخطيطية للمشاريع تساهم في تحقيق أهدافها وفقا للميزانيات المقترحة لها ومعايير الجودة و الالتزام بتواريخ التشغيل مؤدية بذلك الى مساعدة المشاريع الانشائية في تكوين بنى تحتية ومنشئات قاعدية تدفع بعجلة النمو والتطور .

اهداف البحث :

- تقديم مفاهيم أساسية لمفهوم المشاريع الانشائية وعملية تخطيط المشروع .
- اسقاط مفهوم نظرية المجموعات الضبابية في مجال تخصصنا وبالضبط تخطيط المشاريع .
- تقديم النظرية و ابراز طريقة تعاملها مع البيئة غير الدقيقة و المتصفة بعدم التأكد.
- التعريف بإحدى اهم المفاهيم التي تناولتها النظرية متمثلة في الاعداد الضبابية.
- توضيح وشرح كيفية تطبيق النظرية على احدى اهم أساليب تخطيط المشاريع أسلوب بيرت ($PERT$).
- تقييم عملية تخطيط المشاريع الانشائية باستخدام شبكة بيرت الضبابية و التخطيط باستخدام الطريقة العادية كاختبار قوة من خلال دراسة حالة لمشروع إنشائي متمثل في تهيئة واد الوكريف سعيدة ، الجزائر .

صعوبات البحث :

- صعوبة تطبيق النظرية على ارض الواقع و صعوبة إيجاد المشروع الذي يتطلب إسقاط التقنية عليه.
- عراقيل الحصول على البيانات و المعلومات ميدانيا .

دواعي اختيار الموضوع :

- الاعجاب بأسلوب بيرت و بنظرية المجموعات الضبابية و المنطق الضبابي.
- التطرق الى امتدادات جديدة لأسلوب بيرت .
- خوض تجربة لتعلم مبادئ العالم الرياضي الضبابي .
- أملا في اثراء مكتبة جامعتنا .

منهجية البحث :

اقتضى الالمام بالإطار النظري للموضوع استخدام المنهج الوصفي والمنهج التحليلي لغرض فهم وشرح وتقديم المفاهيم و الأفكار الواردة في البحث كوصف ماهية المشاريع الانشائية وكالكشف عن مضمون عملية تخطيط المشاريع وكالتعريف بشبكة بيرت الضبابية

و أدت العلاقة الترابطية الموجودة بين الجانب النظري و والواقع العملي الى استخدام المنهج المسمى بالمنهج المتكامل في البحوث التطبيقية الذي يتيح مزج النظريات المفسرة للظواهر مع التطبيق العملي حيث اختير لذلك مشروع انجاز ممر سفلي وحظيرة سيارات على مستوى واد" الوكريف " لولاية سعيدة كمجال تطبيقي.

الأدوات المستعملة في الدراسة :

تم الاستعانة بالأدوات التالية لإغراض التحليل والدراسة والمتمثلة أساسا في:

☜ البيانات المتعلقة بالمشروع قيد الدراسة .

☜ الحسابات اليدوية التي تطلبتها طبيعية الموضوع .

☜ استعمال برنامج (MSP) الذي يعتبر أداة لتسير المشاريع .

هيكل الدراسة :

تم وضع هيكل الدراسة انطلاقا من تقسيم الموضوع الى فصلين ضم الفصل الأول الجانب النظري والإطار العام لموضوع البحث من خلال التطرق الى الادبيات النظرية لماهية عملية تخطيط المشاريع الانشائية و التعريف بمفهوم الطريقة المراد استعملها لهذا الغرض متمثلة في شبكة بيرت الضبابية أما الفصل الثاني قام باستعراض الدراسات السابقة المماثلة ودار حول تقديم لمجال التطبيقي لاستخدام التقنية في التخطيط للمشروع الانشائي المأخوذ كدارسة حالة .

حدود الدراسة :

☜ الحدود الزمنية: الفترة الممتدة من 2015/03/15 إلى غاية 2015/05/24

☜ الحدود المكانية : جغرافية المشروع « مستوى واد الوكريف ولاية سعيدة ».

الفصل الأول

الجانب النظري

تمهيد الفصل الأول:

إن مزج العلم مع الفن في أي مجال حتما يؤدي إلى نتائج مبهرة ومن بين أهم المجالات التي يمكن القول على أنها مزيج من العلم والفن ، إدارة المشاريع التي يدور مفهومها حول تطبيق المعرفة والمهارات والأدوات والأساليب على أنشطة المشروع لتحقيق هدفه الذي سيتم بلوغه بصفة أكيدة إذا ما تم التخطيط له، أي قيام عملية تخطيط المشروع بوظيفتها على أكمل وجه ، وكما هو معلوم أن المشاريع بصفة عامة والمشاريع الإنشائية بصفة خاصة مقيدة بتواريخ تسليم و ميزانية ومعايير مطلوبة مما يجعل عملية تخطيط المشاريع تزداد تعقيدا و تقيدا وما بالك إذا كانت هذه المشاريع تتم في بيئة تتسم بعدم التأكد ، كل هذه العوامل دفعت إلى ظهور اجتهادات لغرض زيادة قدرة عملية تخطيط المشاريع في التحكم في هذه العوامل وإحدى أهم الاجتهادات ما يعرف بأسلوب بيرت الاحتمالية حيث ساهم في تقديم سيطرة و جدولة و تخطيط فعال للمشاريع إلى حد ما ، إلا أن مفهوم الاحتمالية اعترضته جوانب قصور مما دفع إلى ظهور اجتهادات جديدة لإيجاد بديل له وبالفعل وجدت هذه الاجتهادات ضالتها في مفهوم الضبابية المشتق من مفهوم نظرية المجموعات الضبابية التي تعتبر من أهم النظريات في نمذجة حالات عدم التأكد، وبالتالي نصبح نتكلم عن شبكة بيرت الضبابية عوض الاحتمالية .

وسيعنى هذا الفصل بإيضاح ثلة من الأفكار كـ :

1) ماهية المشاريع الإنشائية : يتضمن التعريف بالمشروع والمشروع الإنشائي ،أنواعه خصائصه .
2) تخطيط المشاريع: تقديم لمفهوم تخطيط وجدولة المشاريع مع التطرق إلى أهم أدوات تخطيط المشاريع.
3) شبكة بيرت : النسخة الاحتمالية كأداة لعملية تخطيط المشاريع في ظل عدم التأكد.
4) شبكة بيرت : النسخة الضبابية، لماذا ؟ مع توضيح آلية وأسس و افتراضات الطريقة.

1- تخطيط المشاريع الإنشائية

1- 1 ماهية المشروع الإنشائي

1 -1- 1 مفهوم المشروع الإنشائي

هناك عدة تعاريف للمشروع حيث عرف على أنه "نظام معقد مكون من عدد كبير من العناصر المتشابكة والمتداخلة والوحدات التنظيمية المختلفة ومجموعة متنوعة وواسعة من الموارد البشرية "[1]

وقد عرف المشروع أيضا كونه " تعهد منفصل معرف الأهداف يتم وفق وقت وتكلفة محددتين وجودة مطلوبة"[2]

كما أن التعاريف المقدمة من طرف الهيئات ،المنظمات و الجمعيات المهتمة بميدان إدارة المشاريع تصب في سياق واحد بالرغم من اختلاف المصطلحات والعبارات فعلى سبيل المثال عرفته جمعية إدارة المشاريع البريطانية بأنه " مجموعة من الأنشطة المترابطة وغير الروتينية لها بدايات ونهايات زمنية محددة يتم تنفيذها من قبل شخص أو منظمة لتحقيق أداء أو أهداف محددة في إطار معايير التكلفة ، الزمن ، الجودة المخطط لها " [3] حيث شملت التعاريف الواردة عبر هذه الهيئات على نفس المعنى والمفهوم ، أما بخصوص مفهوم المشروع الإنشائي فقد عرف على النحو التالي :

" المشروع الإنشائي هو عملية إنتاجية لا تكرارية عادة تنفذ بموجب مواصفات فنية محددة ومنهاج زمني معد مسبقا وضمن حدود متوقعة من التخصيصات المالية أي مايعرف بكلفة المشروع فبذلك يمكن تحديد العوامل المؤثرة وهي تكلفة المشروع ،الفترة الزمنية لتنفيذه والمواصفات الفنية التي يتم التنفيذ بموجبها "[4]

ويعرف آخرون المشروع الإنشائي بـ"منظومة يقوم بتنفيذها مجموعة من الموظفين المختصين ويختلف عددهم ونوعية تخصصهم حسب حجم المشروع وطبيعته الهندسية وهو محدد بحدود زمنية وكلفوية ونوعية."[5]

---

[1] Eric Webb , **Management of multi cultural teams on megaprojects in ASIA**, Doctoral thesis, Loughborough University, 2014, p 14.

[2] Roger Atkinson **, Information system's projects management and the phenomenon of trust**, Doctoral Thesis, Bournemouth University, 2004, p 34.

[3] احمد يوسف دودين، إدارة المشاريع المعاصرة، **دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع**،عمان-الأردن،2014، ص 21.

[4] فائق محمد سرحان، **التقييم الإحصائي للعوامل المؤثرة في عملية إعداد البرامج الزمنية للمشاريع الإنشائية**، مجلة الهندسة والتنمية، **المجلد السابع عشر**، **العدد الأول**، العراق، 2013، ص 4 .

[5] باسم قاسم الشيخي، **تطوير نظام لإدارة المخاطر في المشاريع الإنشائية باستخدام المحاكاة**، المجلة العراقية للهندسة المدنية، العدد العاشر، 2008، ص 13 .

1-1-2 الأنواع الرئيسية للمشاريع الإنشائية [6]

يمكن تقسيم المشاريع الإنشائية وفقا للتقسيم التالي :

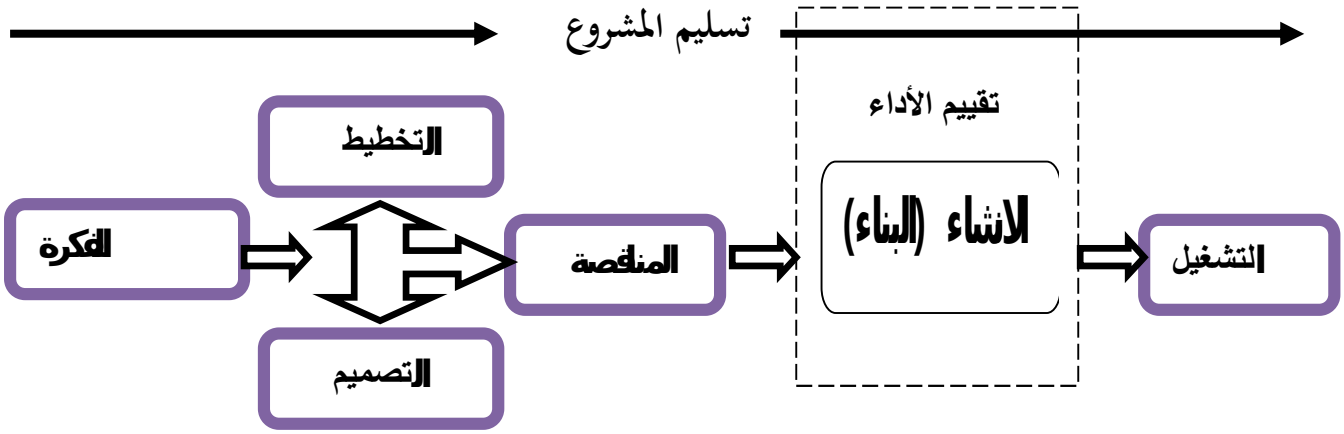
- ❖ المشاريع السكنية: مثل المنازل العائلية
- ❖ مشاريع المؤسسات والأبنية التجارية: مدارس، جامعات، مستشفيات، ملاعب
- ❖ المشاريع الصناعية: مصانع الصلب، مصانع تكرير النفط
- ❖ مشاريع البنى التحتية: الطرق السريعة ، الأنفاق ، الجسور وغيرها

1-1-3 خصائص المشاريع الإنشائية [7]

- ❖ فريدة من نوعها : لا تتضمن عمليات مكررة
- ❖ المشروع الإنشائي له وقت محدد: له نقطة بداية ونقطة نهاية
- ❖ المشروع الإنشائي له ميزانية متفق عليها
- ❖ المشروع الإنشائي له موارد محددة: الموارد البشرية والمادية
- ❖ المشروع الإنشائي يتضمن المخاطرة: عدم التأكد يعني وجود مخاطر

ويمر المشروع الإنشائي بالمراحل التالية قبل التسليم :

الشكل رقم (**01 ـ 01**) مراحل المشروع الإنشائي



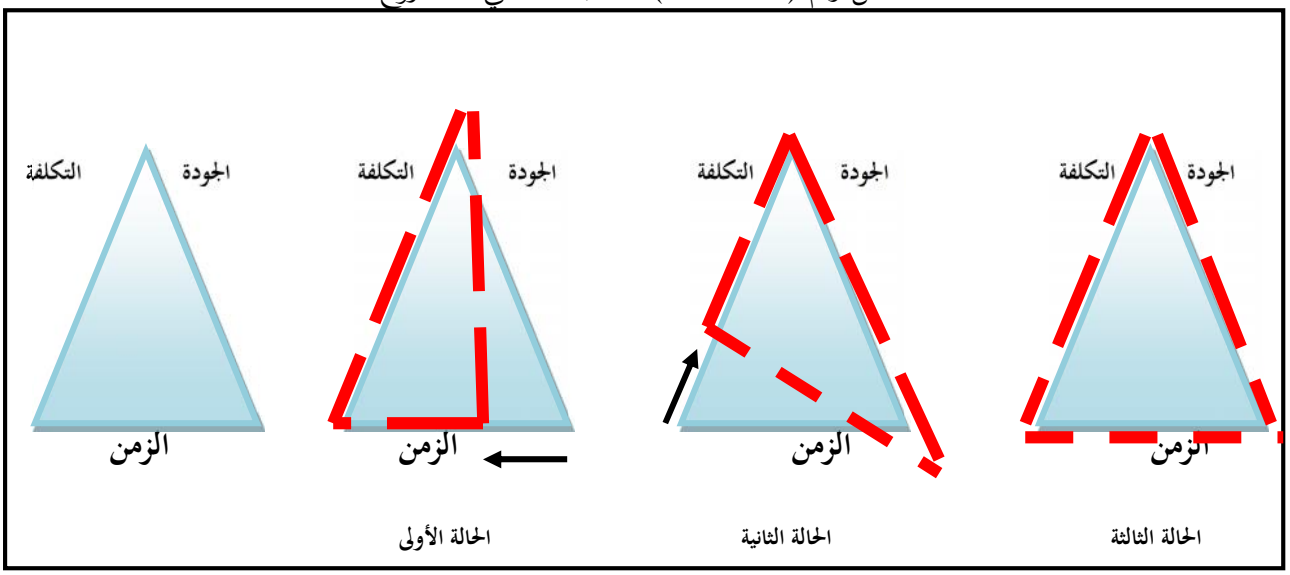
Source: Nii Amponsah Ankrah**, An investigation into the impact of culture on construction project performance**, doctoral thesis**,** University of Wolverhampton**, 2007, p 40.**

[6] فائق محمد سرحان، **التقييم الإحصائي للعوامل المؤثرة في عملية إعداد البرامج الزمنية للمشاريع الإنشائية**، مرجع سبق ذكره ص 26.

[7] المرجع السابق، ص 27.

وما يلفت الانتباه في المفاهيم التي سبقت هو تقاسمها لعامل مشترك ألا وهو إلزامية تنفيذ المشروع في إطار زمني معين وغلاف مالي محدد وفق متطلبات الجودة ،يطلق على هذا العامل بمصطلح القيد الثلاثي للمشروع أو المثلث الذهبي للمشروع والشكل التالي يوضح ذلك :

الشكل رقم (01 – 02) : القيد للثلاثي للمشروع

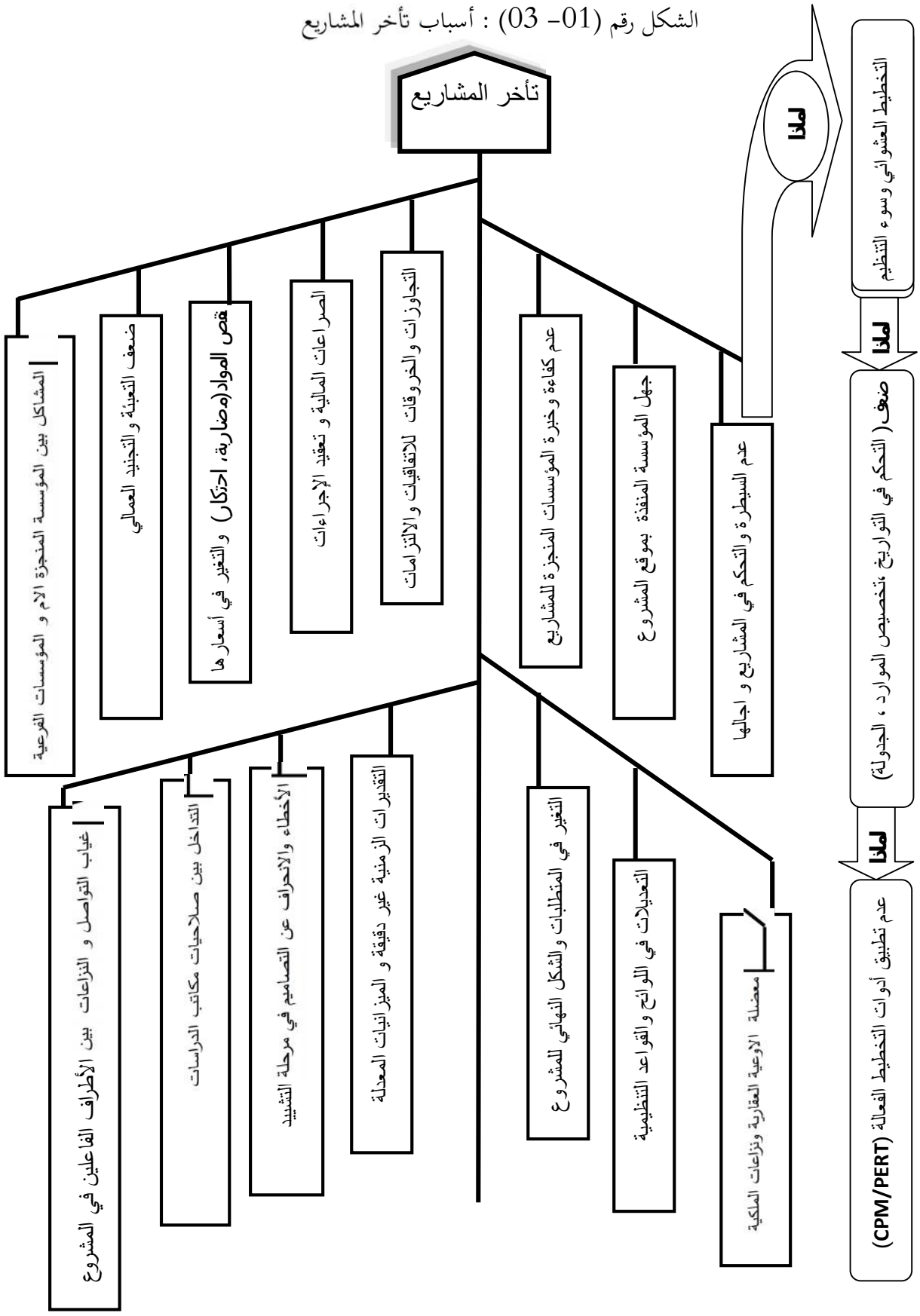


Fuente :SENATI, **Taller de Proyectos Empresariales con Microsoft Project 2010**, 2011 ,p 05.

يظهر الشكل السابق أن هذه القيود أو العوامل الثلاثة أي الزمن ، التكلفة ، الجودة وهذه الأخيرة عادة ما تستبدل بالعمل المطلوب إنجازه أو جميع المزايا والوظائف والمواصفات التي يجب أن يتضمنها المشروع معرفة في إطار نطاق المشروع تتعارض فيما بينها فمثلا الحالة الأولى إذا ما أريد تخفيض زمن المشروع أو الالتزام بتواريخ التسليم المعدلة فاحتمال كبير أن يتم ذلك على حساب جودته و تكلفته أما الحالة الثانية فإذا ما تم تخفيض ميزانية المشروع فحتما سوف يتم مراجعة نطاق المشروع و سيتأثر زمن تنفيذ المشروع بسبب تراجع قدرة ضخ الموارد لانجاز العمل المطلوب وتبقى الحالة المثالية أي الحالة الثالثة وان كانت صعبة المنال لان التغير في نطاق المشروع موجود لا محالة بالإضافة إلى المتطلبات المتجددة طوال دورة حياته،فيمكن أن يختل أو لا يختل توازن أداء المشروع حسب تأثير درجة التغيير وهي الحالة التي يرغب أي مسير للمشاريع بلوغها .

يمكن القول أن الاحترام والالتزام بقيود المشروع وخاصة أجال التسليم هو بمثابة التحدي المؤرق للمسيرين والمخططين اللذين يوجد منهم من لا ينجح في كسب التحدي والرهان لأسباب عدة نذكر منها ما لاحظه (Shivambu, 2014 ; Howick, 2011) حيث ارجعوا التأخيرات الحاصلة في بعض المشاريع إلى بعض الأسباب نصوغها في الشكل التالي :

الشكل رقم (01- 03) : أسباب تأخر المشاريع



المصدر : من اعداد الطالبين بالاعتماد على المرجعين السابقين

يظهر الشكل السابق أهم الأسباب التي تكون عادة وراء تأخر المشاريع حيث أن لكل سبب تأثير متفاوت بين الضعف القوة لمى المشروع وقد تم الإشارة الى الأسباب الأكثر تكرارا بالنسبة إلى المشاريع الإنشائية التي أرجعت إلى المؤسسة المنجزة للمشروع تارة و المؤسسة صاحبة المشروع تارة أخرى أو إلى أسباب خارجة عن سيطرتهما فرضتها البيئة المحيطة بالإضافة إلى الأسباب المتعلقة بالموارد سوءا البشرية كنقصها ، محدوديتها ،كفاءتها و سوءا تسييرها أو الموارد المادية كالمشاكل المرتبطة بالعتاد والتجهيزات وغيرها دون نسيان الأسباب الإدارية والمالية التي يمكن تجنبها ، معظم هذه الأسباب الأخيرة تمت ملاحظتها في كثير من الدول حسب الدراستين السابقتين وقد تم إضافة بعض الأسباب تمت ملاحظتها في الجزائر حسب ما صرح به من طرف وزارة السكن و وزارة الأشغال العمومية مثال ذلك ذكرا لا حصرا هو التأخر المسجل في مشروع المسجد الأعظم بسبب التداخل في الصلاحيات بين مكاتب الدراسة (مكتب ألماني ومكتب كندي) والمؤسسة المنجزة (مؤسسة صينية) .

إن هذه الأسباب يمكن معالجتها وذلك بالبحث عن الأسباب الجذرية لها فإذا أردنا استقصاء السبب الجذري وراء عدم التحكم والسيطرة على المشاريع وأجالها مثلا وباستعمال طريقة الأسئلة الخمس (لماذا؟) وبالرغم من انه ربما يلاحظ بعض التوجيه نحو الموضوع في الإجابة عن الأسئلة وهو ما يعكس التوقف عند السؤال (لماذ ؟) الثالث – في الأصل يتم وضع حلقات وجلسات عمل للوصول إلى السبب الجذري – لغرض الوقوف على دور أساليب التخطيط في تفادي التأخير ، لذا وجب على مديري و مسيري هذه المشاريع الإلمام بها وبعملية التخطيط لاتخاذ القرار الصائب من أجل الوصول إلى مرحلة التشغيل والاستخدام بدون أي مخاطر ،ومن هنا تبرز أهمية تخطيط المشاريع حيث تعتبر هذه الأخيرة مفتاح الوصول إلى الهدف المرغوب.

2-1 تخطيط المشاريع الإنشائية

1-2-1 مفهوم تخطيط المشاريع

يعتبر التخطيط إحدى أهم الوظائف الأربعة للعملية الإدارية حيث زادت الحاجة إليه بسبب التحولات و الضغوط والتحديات التي تواجهها المنظمات التي تستخدم أنواع مختلفة للتخطيط كالتخطيط حسب الفترة الزمنية أو التخطيط حسب النشاط أو تخطيط المشاريع هذا الأخير هو موضوعنا لذا سنركز عليه حيث عرف على أنه:

" تحديد الأنشطة لتي يتعين القيام بها من بداية إلى نهاية المشروع وإنشاء العلاقات بينها وتقدير مدة تنفيذها والتكاليف والموارد اللازمة لأدائها بالإضافة إلى توزيع الموارد ووضع جدولة للمشروع أي صياغته في إطار زمني حيث ينتج عن ذلك شبكة عمل التي على أساسها يتم حساب المدة الكلية للمشروع و الرصد و المراقبة"[8]

ويمكن القول أن تخطيط المشاريع عبارة عن عملية مستمرة من إتخاذ قرارات السيطرة والتحكم في المشاريع و تنظيم منهجي للجهد اللازم لتنفيذ هذه القرارات مع التطلع للمستقبل [9]

إن عملية تخطيط المشروع تقوم وتهدف إلى تعريف وتحديد و جدولة أنشطة المشروع بالإضافة إلى تقدير المدة الزمنية لتنفيذ كل نشاط والتكلفة الخاصة به وتوزيع وتخصيص المورد البشري الملائم لكل نشاط.

تؤسس عملية التخطيط في بداية المشروع ويتم تحديثه وتعديله طوال دورة حياة المشروع فهو أداة مهمة بيد مسيري المشاريع حيث يتيح:

- تحديد الهدف
- التعريف بالعمل اللازم تنفيذه
- التنسيق والربط بين المتداخلين الاساسين للمشروع
- التحكم في الموارد
- تقليل الأخطار
- متابعة الأحداث الجارية
- عرض التقارير حول تقدم وتيرة الإنجاز

[8] Nolberto Munier**, Risk Management for Engineering Projects**, Springer Cham Heidelberg- New York Dordrecht London, 2014, p 31.

[9] Harold Kerzener, **Project Management A System Approach to Planning Scheduling and Controlling**, Eighth Edition, Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2003, p 387.

وكخلاصة فإن عملية تخطيط المشروع تقوم بتعريف أنشطة وفعاليات المشروع ووصف كيفية إنجازها وذلك بتقدير المدة الزمنية والموارد المطلوبة وتوفير إطار للمراقبة. وتتكون عملية تخطيط المشاريع من المهام التالية [10]:

- تحديد النهج التقني لحل المشكلة
- تحديد تسلسل الأنشطة التي يتعين القيام بها وتحديد جميع التسليمات المصاحبة لها
- تحديد علاقات الأسبقية بين الأنشطة
- تقدير الموارد اللازمة لأداء كل نشاط
- الجدولة *
- تحديد تكلفة كل نشاط
- تحديد التنظيم المستعمل في تنفيذ المشروع
- التعريف بالأخطار للمشروع
- تحديد الإجراءات اللازمة لضمان الجودة
- تحديد العملية المستخدمة في توريد ومراقبة المتطلبات

* المقصود بجدولة المشروع هو " تحديد أوقات البدء والانتهاء لمجموعة الأنشطة المكونة للمشروع التي تم ربطها بعلاقات الأسبقية"[11]

وعرفت أيضا على أنها " "طريقة تستخدم لتسلسل الأنشطة والمهام مع احترام مدة إنجازها و الموارد المطلوبة لذلك والعلاقات بينها "[12]

إن عملية الجدولة تساهم في اتخاذ القرار حيث تقوم بترجمة الخطة إلى برنامج زمني مفصل يحدد أوقات الأنشطة المختلفة (البداية والنهاية بنوعيهما المبكرة والمتأخرة) في ضوء قيود الأسبقية و تخصيص الموارد على مر زمن تنفيذ المشروع الأمثل الذي تسمح الجدولة بتحديده.

[10] Project Management Planning, 14/04/2015, http://www.cioarchives.ca.gov/itpolicy/pdf/PM3.2_Planning_Process_and_Plan.

[11] R. Alvarez-Valdes, et al ," A scatter search algorithm for project scheduling under partially renewable resources", **Journal of Heuristics,** March 2006, Volume 12, Issue 1-2, pp 96-115.

[12] Servet Hasgül, et al," Project-oriented task scheduling for mobile robot team", **Journal of Intelligent Manufacturing,** April 2009, Volume 20, Issue 2, pp 151-158.

1-2- 2 مراحل تخطيط المشاريع [13]

تختلف المراحل بين أكثر طرق التخطيط استخداما ولعل ما نميز منها التخطيط وفقا لنهج تنبئوي (predictive approach) أو لنهج الدوامة (spiral approach).

حيث يمر تخطيط المشروع تبعا للنهج التنبؤي (predictive approach) بالمراحل السبع التالية :

•م1 تقدير الوقت : إن الخبرة والمعلومات حول المشروع توفر مرجعا هاما لقدير الوقت بالإضافة إلى مختلف التقنيات المساعدة على ذلك .

•م2 تقدير التكاليف : إن عملية حساب تكلفة المشروع تتأثر بعدة عوامل مثل تكاليف الإنجاز ،تكاليف اليد العاملة ، تكاليف الموارد المادية و التكاليف الملحقة وغيرها .

•م3 تعريف الأنشطة : إن التسليمات المتوقعة من المشروع تتيح إنشاء هيكل تجزئة للمشروع الذي يتفرع بدوره إلى مجموعة من الأنشطة معرفة بدقة وبشكل تسلسلي .

•م4 حساب مدة تنفيذ كل نشاط : أي تقدير زمن انجاز كل نشاط ومن المهم النظر إلى الأنشطة بشكل مستقل ويتم ذلك غالبا بتقدير الجهد اللازم لأدائها

•م5 وضع التسلسل للأنشطة : بعد أن تم التقدير و التعريف بالأنشطة تأتي عملية تحديد العلاقات بينها (علاقات البدء والانتهاء) .

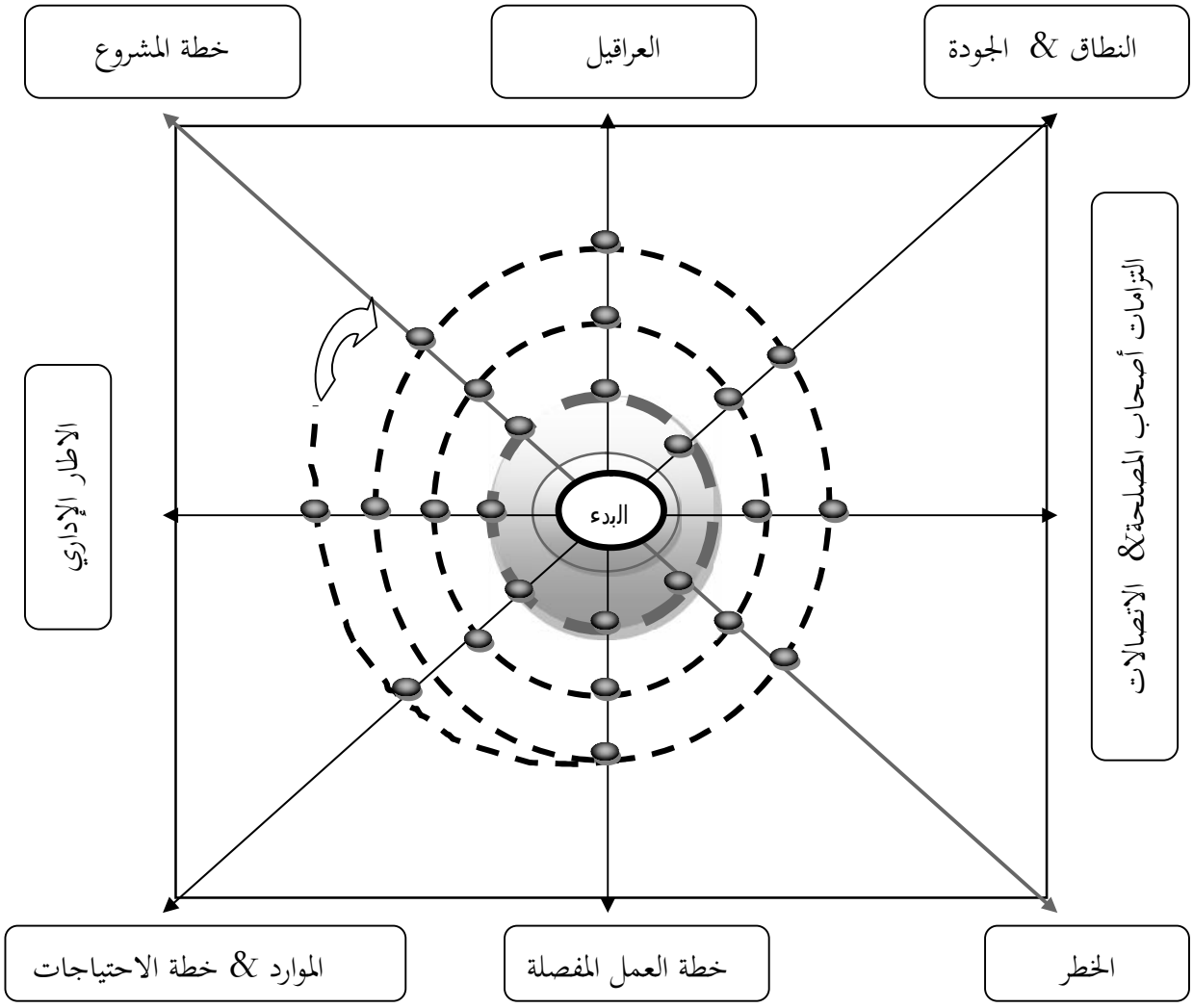
•م6 وضع الجدول الزمني : صياغة الأنشطة على شكل تقويم زمني ،غالبا مايتم اعتماد مخططات "جانتGantt" في هذه المرحلة

•م7 ضبط الجدول الزمني : إذا ما أريد تقليص المدة الكلية لتنفيذ المشروع مع احترام التواريخ الموضوعة يمكن إضافة موارد بشرية لتنفيذ أنشطة معينة في زمن اقصر أو تنفيذ مجموعة من الأنشطة بالتوازي.

[13] Jean Tabaka, **Gestion de projet vers les méthodes agiles**, Édition Eyrollesd Saint-Germain 75240 Paris Cedex 05, 2006, p 122.

أما التخطيط وفقا للنهج الثاني (spiral approach) يمر بالمراحل الموضحة في الشكل الأتي :

الشكل رقم (01- 04) : النهج الحلزوني لتخطيط المشاريع

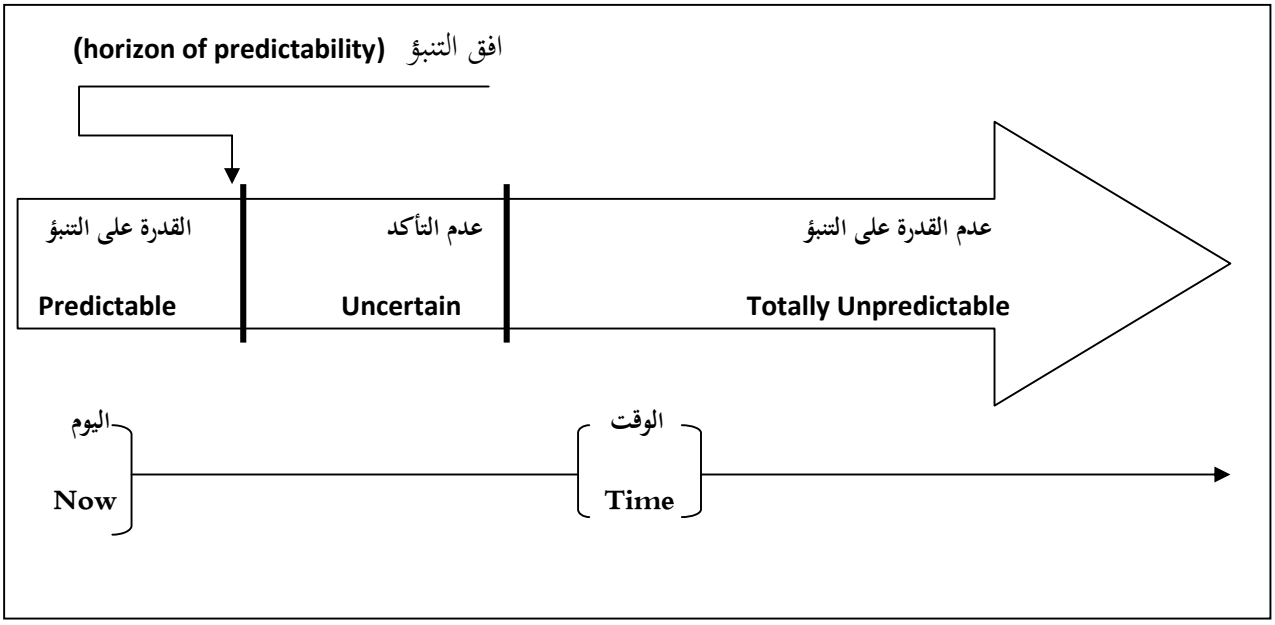


Source : John Smyrk**, Project Management for the Creation of Organisational Value**, Springer-Verlag London Limited, 2011, p 188.

يعكس الرسم البياني أن القيام بهذا النوع من التخطيط يتم عبر مرحلة تحديد وتعريف العوامل (رؤوس الأسهم) انطلاقا من نقطة البدء التي تشير إلى العمل المنجز مبدئيا (الدائرة الرمادية) ثم يتم تحديث عملية التخطيط بواسطة المعلومات الناتجة عن كل دورة (الدوائر المتقطعة) أما نقط تقاطع (النقط الرماية) الدوائر مع الأذرع (الأسهم) تمثل جلسات العمل حول خطة المشروع .

إن تخطيط المشروع وفقا لهذين النهجين يؤخذ بالحسبان أن المشروع يتأثر بعوامل مختلفة على مر الزمن مما يجعل عملية القيام بالمراحل السابقة الذكر اما ممكنة في حدود مجال زمني يتصف بالقدرة على التنبؤ بها الى غاية افق التنبؤ بعدها تصبح القدرة على التنبؤ غير مؤكدة وصولا إلى استحالة التنبؤ كما يلاحظ في الشكل أسفله :

الشكل رقم (01- 05) : خط التنبؤ



Source : Mishkin Berteig, Change is Natural – "Embrace Change", 18/04/2015 http://www.agileadvice.com/2005/05/05/change-is-natural-embrace-change/.

كخلاصة إن الفرق الجوهري بين المراحل المعتمدة في الأسلوبين يكمن في أن النهج التنبؤي يقوم على أساس التخطيط للمشروع كلية في البداية و النهج الثاني التخطيط بالتماشي مع سير المشروع.

*جدير بالذكر الطرق الأخرى للتخطيط مثل الطرق المرنة أو المكيفة (agile approachs) والتي تطبق في المشاريع المعقدة وبالأخص مشاريع تطوير البرمجيات مثل طريقة (Scrum).للمزيد أنظر المرجع رقم (20).

1-2- 3 أدوات التخطيط والسيطرة على المشروع

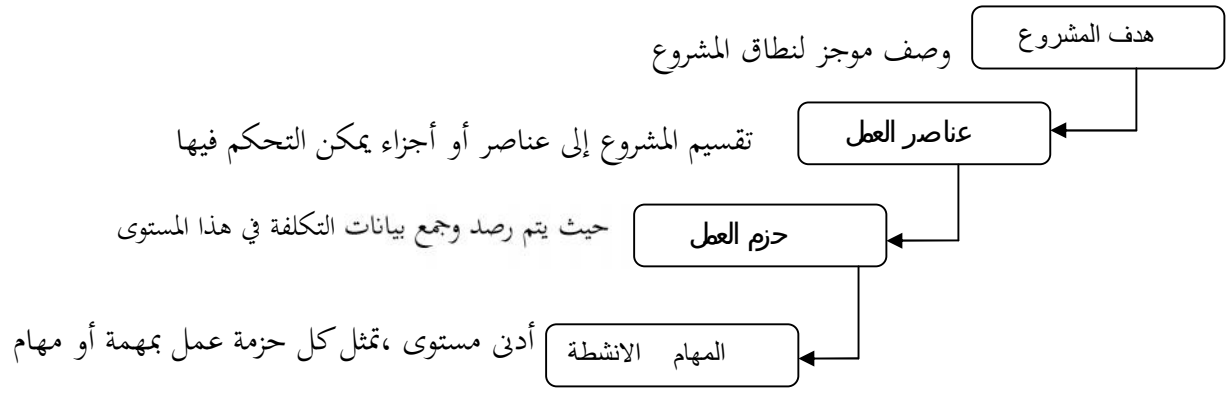
من أهم الأدوات المستخدمة لأجل ذلك مكايلي:

أولا :مخطط تحليل العمل (WBS) Work Breakdown Structur :

" تحليل هرمي قائم على مخرجات تسليم للعمل المطلوب من قبل فريق المشروع تنفذيه، لتحقيق أهداف المشروع و تكوين مخرجات التسليم المطلوبة وهو ينظم النطاق المجمل للمشروع و يعرفه ، يمثل كل مستوى تنازلي تعريفا أكثر تفصيلا لعمل المشروع يتألف هيكل تجزئة العمل من حزم عمل ويتضمن توجه مخرجات التسليم للتنظيم الهرمي كلا من مخرجات التسليم الداخلية والخارجية. "[14]

يعتبر هيكل تجزئة العمل أداة للتعريف بالمشروع ومجموعة عناصر العمل المساعدة في تنظيم وتحديد نطاق المشروع ويمثل بيانيا بشجرة هرمية ذات أربع مستويات في الغالب كما في الشكل التالي :

الشكل رقم (01- 06):المستويات الأربع لهيكل تجزئة العمل



Source: Mario Vanhoucke**, Project Management with Dynamic Scheduling,** Second Edition, Springer Heidelberg- New York Dordrecht London, 2013, p 12.

[14] معهد إدارة المشاريع، **الدليل المعرفي لإدارة المشاريع** (PMBOK guide)، النسخة العربية الإصدار الرابع، معهد ادراة المشاريع، ص 90 .

ثانيا :مخطط جانت (Gantt Chart) : تعتبر هذه الطريقة من اقدم الطرق المستعملة في تخطيط المشاريع حيث يعود تاريخها الى 1918 وتحمل اسم اول من قام بتقديمها وهو ' Henry Gantt 'وبالرغم من ذلك لى انها شائعة الاستخدام ولكن بصيغ وإشكال محدثة حيث تقوم على تحديد الطريقة المثلى والأفضل لوضع أنشطة المشروع الواجب تنفيذها خلال فترة زمنية محددة من خلال مخطط مكون من خطوط افقية(barre horizontale) تمثل الأنشطة وطولها يمثل عدد الوحدات المطلوبة من الزمن لتفيدها وموقع كل خط في المخطط يستند الى العلاقات والروابط بين الأنشطة.[15]

ويمر بالخطوات التالية قبل رسمه :

- التعريف بالمشروع المراد تنفيذه
- تحديد مختلف العمليات والفعاليات الواجب إنجازها
- تقدير مدة كل عملية او فعالية والموارد اللازمة لأدائها
- تعريف بالعلاقات بين العمليات

مخطط جانت هو أداة تخطيطية تجمع بين الأسئلة من ؟ و ماذا ؟ و متى ؟ ويسمح بـ :[16]

- تحسين أوقات المعالجة واستخدام الموارد
- تخطيط ومراقبة توزيع التخصيصات
- ضبط ومعالجة أوضاع الأنشطة
- رصد درجة التقدم في الاشغال
- تسليط الضوء على العمل المتبقي والتجاوزات الممكنة

الشكل رقم (01- 07) : مخطط جانت (**Gantt Chart**)

Source : What is a Gantt chart?, 15/03/2015, http:// www.gantt.com.

[15] Alain Courtois et al, **Gestion de production**, Quatrième édition, Éditions d'Organisation, Paris, 2003, p 94.

[16] Henri pierre, **Pratique la conduite de projet,** Éditions d'Organisation, Paris, 2005, p 185.

ثالثا :شبكات الاعمال (Network Models) : " تعتبر الشبكة تصوير تدفقي لمشروع ما ،فيحدد لتدفق و التتابع لمجموعة أنشطة العمل الحقيقي المطلوب تنفيذه وتستخدم شبكات الاعمال لأغراض التخطيط والرقابة والمتابعة وتوزيع الموارد وإدارة الوقت و يطلق عليها هذا الاسم لكونها ترسم وتصمم في صيغة مخططات شبكية "[17] .

" جمع جميع الأنشطة (تمثل الأنشطة باسهم عادة) و جميع الاحداث (تمثل عادة بدوائر عند بداية ونهاية كل سهم) في رسم بياني بحيث تعرف المشروع و تحدد علاقات الاسبقية بين الأنشطة ."[18] توجد بعض المصطلحات المستخدمة في تحليل شبكات الاعمال نوجزها في الجدول التالي :

الجدول رقم(01-01):اهم المصطلحات المستخدمة في تحليل الشبكات

المصطلح	المفهوم
النشاط	جزء محددمن المشروع ويلزم لاتمامه كمية محددة من الوقت والموارد
النشاط الحقيقي	تعتبر من الاعمال التي يجب تنفيذها للانتقال من حدث الى حدث، تستهلك وقت وموارد
النشاط الوهمي	هي الأنشطة التي لا تستغرق وقتا لا موارد ، يعبر عنها بخط متقطع
الحدث	هو لحظة البدء او الاتمام لنشاط معين، يعبر عنه بدائرة صغيرة
المسار	سلسلة من الأنشطة المتتابعة تربط بين نقطة البدء والاتمام للمشروع
النشاط الحرج	هو النشاط الذي يترتب عن تأخيره تأخير وقت إتمام المشروع
المسار الحرج	سلسلة مستمرة من الأنشطة الحرجة ،وهو أطول مسار في الشبكة ويعطي اقل وقت للانجاز

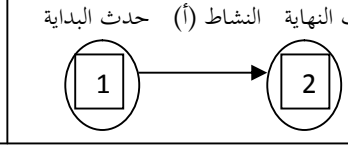
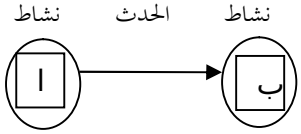
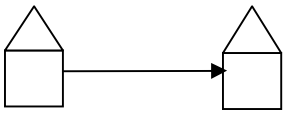
Source: API, PERT/CPM, 16/03/2015 http://www.arab-api.org/ar/searchpage.aspx?search_str=CPM.

[17] فريد راغب النجار، **بحوث العمليات في الإدارة**، الدار الجامعية – الإسكندرية، 2009، ص 373.

[18] Petros Hadjistephanou**, A demonstration of the positive and negative side of project management**, doctoral thesis, The keele University, 2007, p 94.

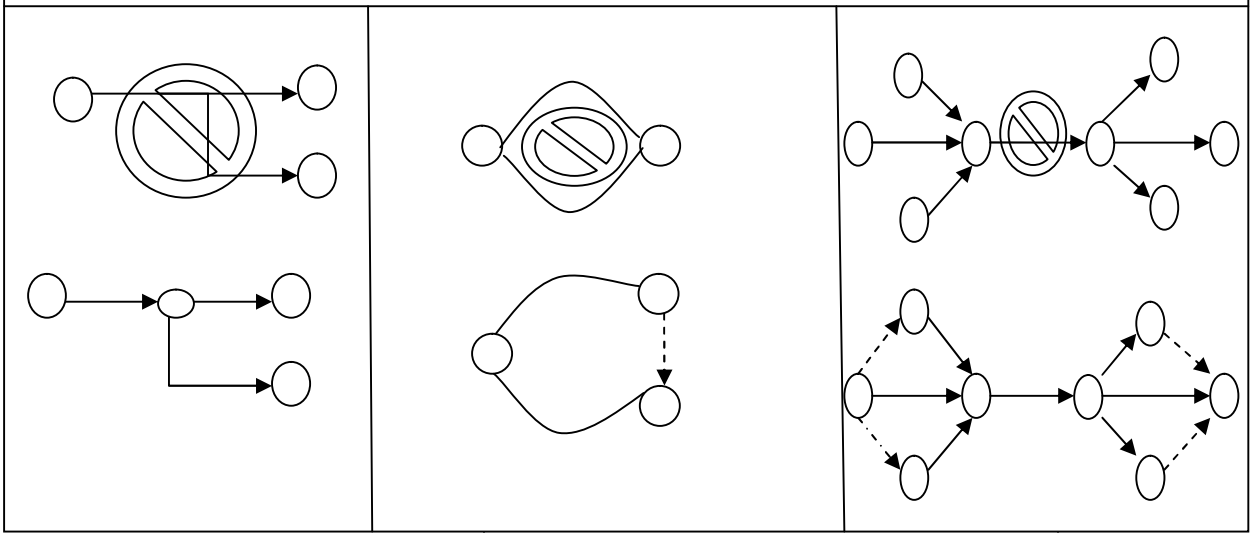
أما بخصوص صيغ وأنواع الشبكات و كيفية رسمها وبعض القواعد المساعدة على انشائها بالطريقة السليمة التي تسهل من قراءتها فهي موضحة في الجدول الموالي :

الجدول رقم (01-02): صيغ شبكات الاعمال وقواعد رسمها

شبكة عمل على اساس الاسهم	شبكة عمل على اساس العقد	شبكة عمل على اساس اشكال هندسية
• activity on arrow (AOA) • التعبير عن الانشطة والفعاليات اسهم والاحداث بعقد • اسلوب (PERT)	• activity on nods(AON) • العقد تعبر عن النشاط والسهم يعبر عن الحدث • اسلوب (CPM) على الارجح	• activity on geometric shapes • استعمال اشكال هندسية للتعبير عن الانشطة والاحداث
		

يجب احترام قواعد رسم الشبكة والتي من بينها :

- لكل نشاط حدث بداية وحدث نهاية
- تبدا عادة الشبكة من حدث بداية واحد وتنتهي بحدث نهاية واحد
- عدم رسم النشاط فبل رسم الأنشطة السابقة له
- ترقيم الاحداث بإتباع قاعدة فوركيلسون



Fuente: Angel Felipe, **CPM-PERT Método del camino critico**, ITSD, 2013, P 22.

ومن بين اهم الأساليب المستعملة في اطار شبكات الاعمال نجد:

1 * **أسلوب المسار الحرج (CPM)** : يعد هذا الأسلوب من اهم النماذج المفيدة لأغراض التخطيط والتحليل و السيطرة على تقدم انجاز المشاريع والغرض منه هو تحديد الأنشطة الحرجة على المسار الحرج ،حيث يكون مجموع الوقت الذي يتطلبه تنفيذ الأنشطة الواقعة على المسار الحرج الأطول من بين باقي مسارات الشبكة وهو أيضا اقصر مدة زمنية يمكن للمشروع ان ينفذ فيها ، و يمكن المسار الحرج من تركيز الموارد على هذه الأنشطة لانجاز المشروع في وقت اقل ويمكن ان يكون في الشبكة الواحدة عدة مسارات حرجة إلا انها تشترك بالزمن نفسه ، ولقد ظهر هذا الأسلوب عام 1957 علي يد المهندس (Keely) من شركة (Emintgon-Rand) والمهندس (Walker) من شركة (Dupont) من اجل جدولة عمليات التعطل في مصنع المواد الكيميائية ويفترض أسلوب المسار الحرج ان الوقت المتوقع لأداء العمليات المختلفة لإتمام المشروع معروف والعلاقة بينها وبين الموارد المستخدمة معروفة أيضا أي انه اسلوب محدد وحتمي(Déterministic) أي يقدر زمن واحد لتنفيذ كل نشاط.[19]

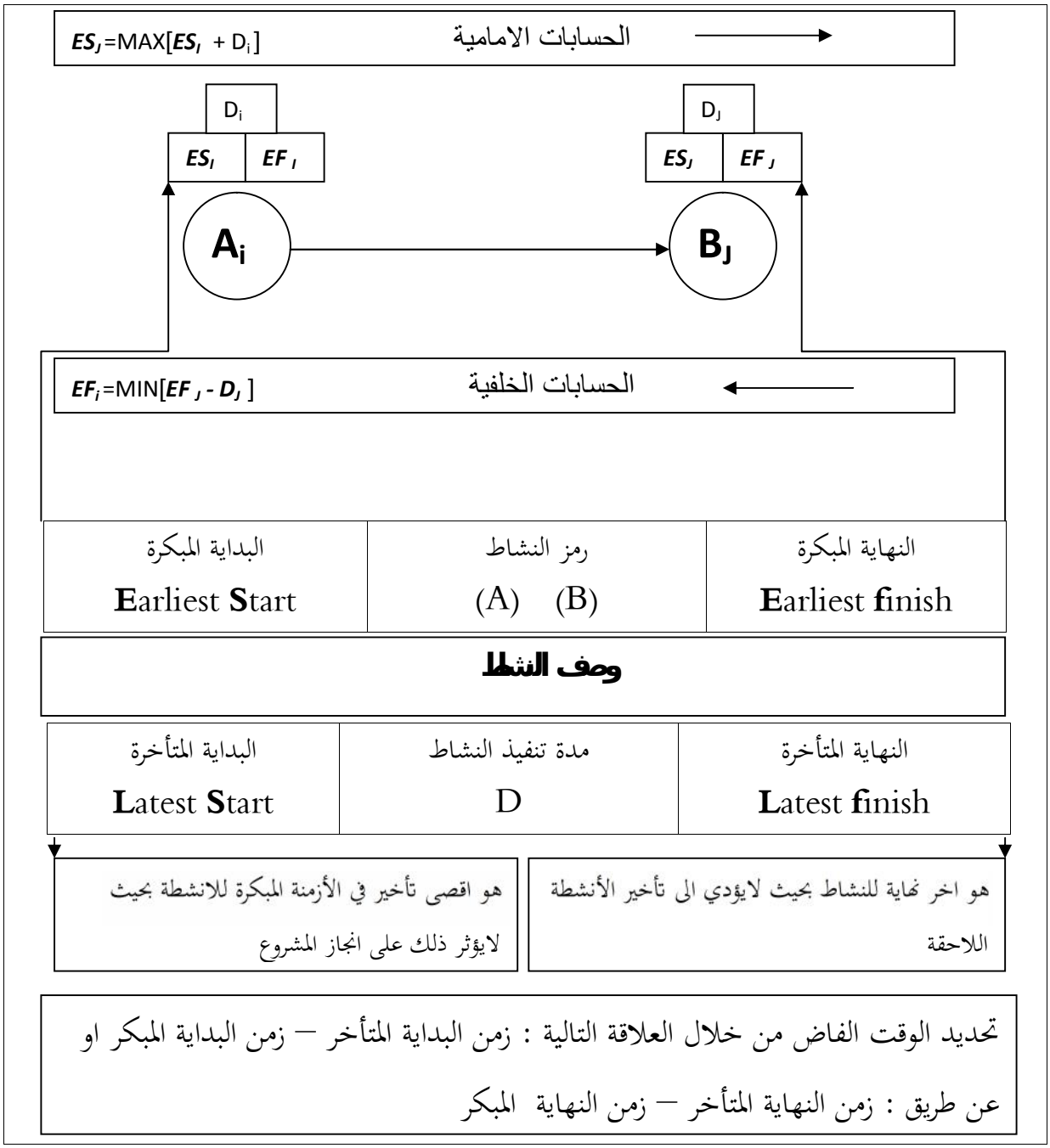
يوظف هذا الأسلوب على ثلاث مراحل منفصلة أي لايتم التعامل معها في ان واحد وهي [20]:

- مرحلة الأولى التخطيط : تنطوي على سرد كافة الانشطة والمهام التي ينبغي القيام بها وتحديد طريقة أدائها و تقدير مدة تنفيذها وتحديد الترتيب الزمني للأنشطة على شاكلة رسم بياني للمشروع
- المرحلة الثانية الجدولة: يتم فيها تحديد الأوقات المبكرة للبداية والأوقات المتأخرة للبداية ومدة تنفيذ المشروع
- المرحلة الثالثة السيطرة او المراقبة : فحص التناقضات بين الجداول الزمنية والأداء الفعلي

و تجدر الاشارة الى ان طريقة المسار الحرج تستخدم الأوقات التالية لتحديد المسار الحرج :

[19] بلال حازم عبد الله، استخدام خوارزمية مستعمرة النمل لايجاد **المسار الحرج**، المجلة العراقية للعلوم الإحصائية، **المجلد** 25، 2014، ص 86.
[20] C. B. Chapman, Progressive Basic Decision CPM, **Operational Research Quarterly (1970-1977)**, Vol. 23, No. 3 (Sep., 1972), pp. 345-359.

الجدول رقم (01-03) : الأوقات المستخدمة في الأسلوب وطريقة حسابها



المصدر : **بلال حازم عبد الله، استخدام خوارزمية مستعمرة النمل لايجاد المسار الحرج، مرجع سبق ذكره ،ص 88.**

*يعتبر أسلوب المسار الحرج أداة فعالة إلا انه يستعمل في الغالب في المشاريع المتكررة والروتينية و افتراضه الى وجود زمن واحد محدد لتنفيذ كل نشاط جعل منه أسلوب لا يساعد في عملية التخطيط في ظل ظروف عدم التأكد .

2* أسلوب تقييم ومراجعة تنفيذ البرامج(PERT) *

1-2 -4 مزايا تخطيط المشاريع [21]

- خفض كلفة المشروع : لان التخطيط يحدد مسبقا المشاكل والمخاطر التي ستواجه المشروع عند تنفيذه وتكلفة هذا الاجراء تكون اقل مقارنة بالتكاليف الناجمة عن المخاطر خلال مرحلة التنفيذ
- خفض مدة المشروع : ان التخطيط للمشروع يشترك فيه كافة الأطراف المهتمة به بهدف تحليل الجداول الزمنية المتوقعة لمراحل المشروع حيث تساهم في اختصار الدورة الزمنية اللازمة للتنفيذ
- تحسين جودة المشروع : يلعب تخطيط المشروع دور رئيسي في تحديد توقعات واحتياجات العميل في مرحلة تعريف المشروع والتخطيط لجودته فهو يهدف الى تحقيق الجودة المطلوبة بما يتلائم مع رغبة العميل عند تسلمه الناتج النهائي للمشروع
- الاستغلال الأمثل لموارد وإمكانيات المنظمة
- تحقيق اهداف المنظمة

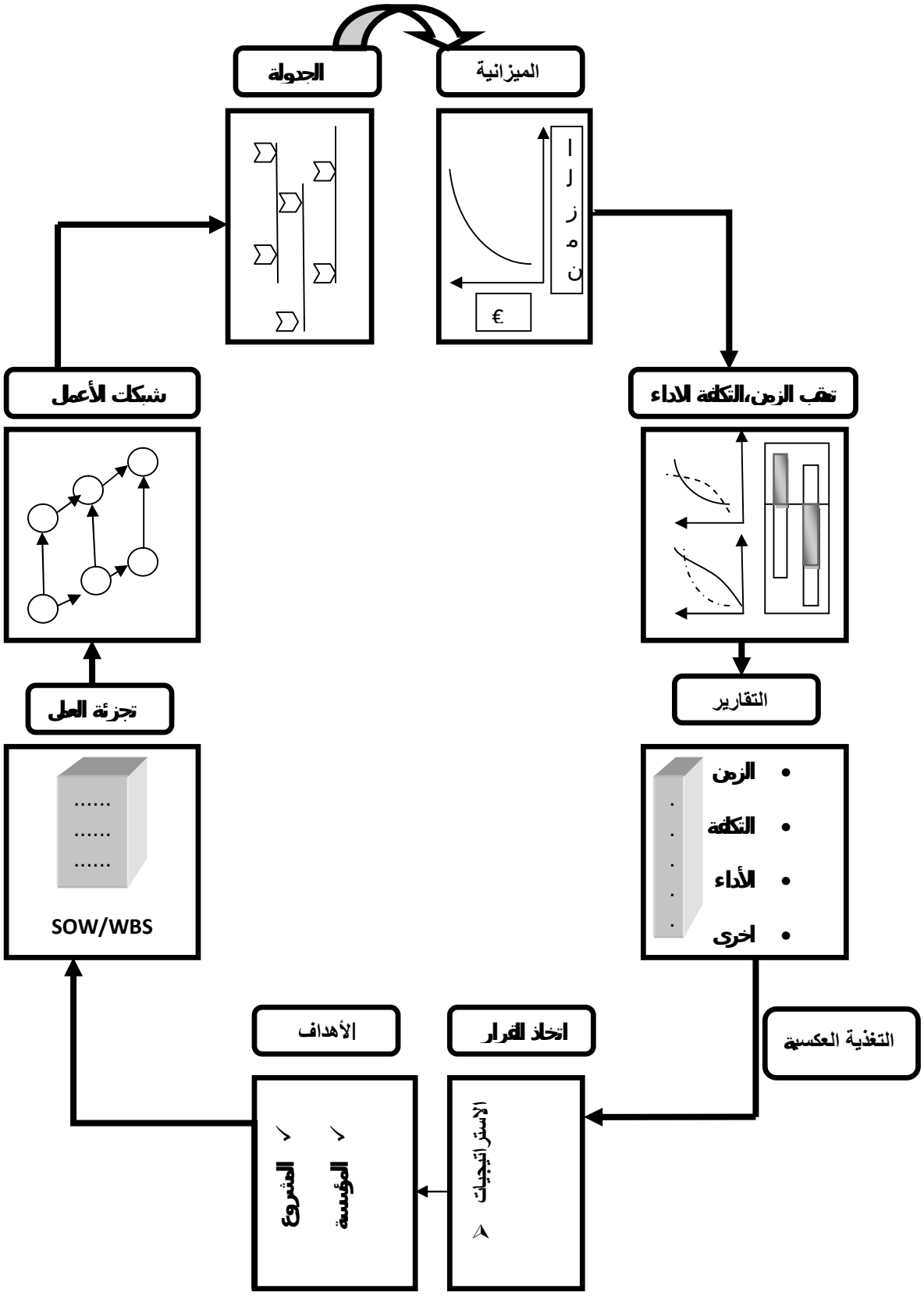
ان تميز عملية تخطيط المشاريع بهذه المزايا ماهو إلا ناتج لاستخدام وتطبيق الأدوات السالفة الذكر أي هيكل تجزئة العمل ،مخطط جانت و شبكات الاعمال التي تعد من اهم الأساليب التي تساهم في الوصول الى المعنى الحقيقي للتخطيط الكفء والفعال الذي يقود المشروع لنجاحه وتحقيق هدفه.

والشكل الموالي يعكس صورة عملية تخطيط المشروع كافة:

[21] احمد يوسف دودين ، **إدارة المشاريع المعاصرة ، مرجع سبق ذكره**، ص 85.

*سيتم التطرق الى هذا الأسلوب لاحقا .

الشكل رقم (01 – 08) : عملية تخطيط المشروع



Source: Harold Kerzene, **Op.cit**, p 400.

1- 3 تخطيط المشاريع في ظروف عدم التأكد

1- 3-1 مفهوم عدم التأكد و اهم النظريات لنمذجة عدم التأكد

ان عدم اليقين أي وجود انحراف بين القيم المتوقعة والفعلية هو الصفة التي تكون فيها إمكانية الخطأ موجودة نتيجة لعدم وجود معلومات كاملة عن المسألة قيد الدراسة في البيئة أو المحيط. إن مفهوم عدم اليقين يتعلق بأمور و احداث غير مؤكدة الحدوث وان احتمال الخطأ فيها يكون موجودا دائما ، ان عدم اليقين المتعلق بحالة ما يمثل الكمية الكلية من المعلومات الكامنة في تلك الحالة التي تتفاعل مع حالة عدم التأكد على شكل علاقة عكسية أي ان كلما كانت المعلومات اكثر كان عدم اليقين اقل.[22] وعرفت حالة عدم التأكد كذلك على انها أي انحراف عن المثالية غير قابلة للتحقق من خلال المعلومات الكاملة والقطعية لنظام ما ويمكن ايضا تعريفه على انه ذلك النقص الذي يشوب معرفتنا التي لا يمكن في الحقيقة ان نقدم ضمان على انها صحيحة او مبالغ في صحتها او التقليل من صحتها اوانها خاطئة.[23]

ان عدم التأكد لايعني ببساطة غياب المعلومة فقط بل يمكن وصفه بالموقف او الوضع ذو المعلومات غير الكافية ذات المصادر الثلاثة عدم الدقة ،الموثقية، الجهل بالمعلومة التي يمكنها الزيادة او التقليل من حدته على حسب مفهومه ذو الابعاد الثلاثة والتي هي [24]:

- موقع عدم التأكد : يتجلى في داخل نظام ما
- مستوى عدم التأكد : يتفاوت بين المعرفة القطعية و الجهل التام
- طبيعة عدم التأكد : هل هو راجع للنقص في معرفتنا او تقلب المعلومة في اصل الظاهرة

بالرغم من هذه التعاريف التي حاولت تقديم مفهوم لعدم التأكد الا انه يبقى صعب التعريف والفهم لأجل ذلك تم الاعتماد على مبدأ تتبع المصادر التي يتفرع منها عدم التأكد لمحاولة معالجته بطرق مجدية ومن بين المصادر الأساسية نجد ما يعرف بالمعرفة المحدودة (Limited knowledge) الناتجة عن صعوبة اخذ القياسات او المشاهدات وصعوبة تقديرها او احصائها وما يعرف أيضا بالتقلب او التغير او التباين(Variability) الذي يقع في نظام ما

[22] باسل يونس الخياط، **النمذجة الرياضية لعدم اليقين**،المجلة العراقية للعلوم الإحصائية، العدد20، 2011، ص 49.

[23] Manoj Kumar Tyagi et al, Traditional and hybrid software project tracking technique formulation, **CSI Transactions on ICT**, 2014, Volume 2, Issue 2, pp 140-151.

[24] Walker WE et al, Defining uncertainty—a conceptual basis for uncertainty management in model-based decision support, **J Integrated Assessmen**t, 2003, Vol.4, No. 1, pp 08-19.

نظرا لطبيعته العشوائية او السلوكيات المتعددة التي يأخذها من مثلا البيئة المحيطة او التكنولوجيا او الديناميكية الاقتصادية كلها مصادر يستمد منها قوته التي يجب اضعافها قدر الإمكان للوصول الى الأهداف واحدى الطرق المجدية لإضعافه هي نمذجته حيث استعملت بعض النظريات لهذا الغرض والجدول الموالي يعكس بعضها :

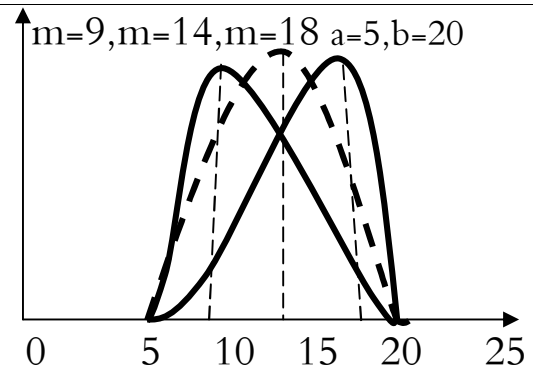
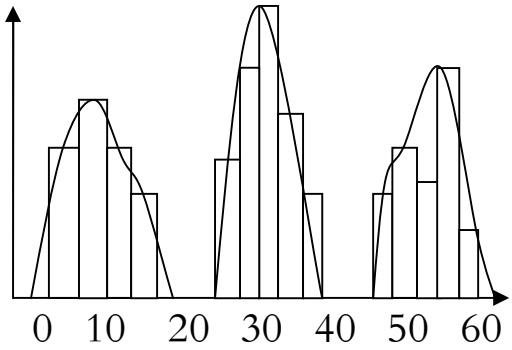
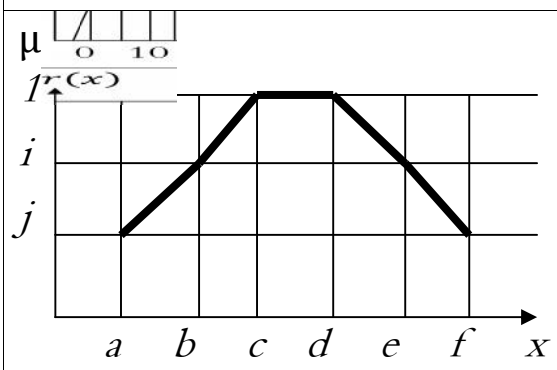
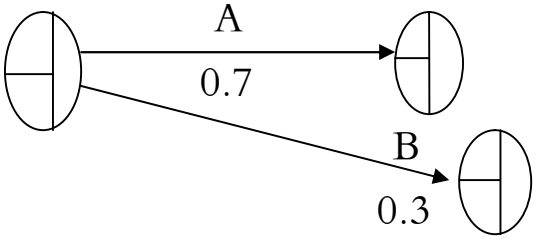
الجدول رقم (01-04) : النظريات المستعملة في نمذجة عدم التاكد

الرقم	اسم النظرية	شرح النظرية
1	نظرية الاحتمالات Probability theory	تعد من اقدم الطرق والأكثر استعمالا حيث استعملت لمواجهة عدم التأكد من النوع العشوائي ويلزم لتطبيق هذه النظرية استعمال التوزيعات الاحتمالية وهنا تكمن الصعوبة أي إيجاد التوزيع الاحتمالي المثالي
2	نظرية المجموعات الضبابية FUZZY SET THEORY	من منطلق ان أنواع حالات عدم التأكد ليست متأتية من العشوائية فقط، سمحت هذه النظرية بمعالجة عدم التاكد بخصوص المعلومات غير الكاملة وغير الدقيقة
3	طريقة المجالات intervals	استعمال هذه الطريقة من خلال إعطاء قيمة دنيا وقيمة عظمى للمعالم المراد تقديرها في ظل عدم التأكد التي تتصف بها المعالم
4	نظرية الامكانية possibility theory	يجب التفريق بينها وبين نظرية الاحتمالات فهنا نحدد فقط مامدى إمكانية وقع حدث ما وهل هو اكيد دون الحاجة الكبيرة للتوزيع الاحتمالي

Source **:** GEORGE J. KLIR, FOUNDATIONS OF FUZZY SET THEORY AND FUZZY LOGIC, **International Journal of General Systems**, 2010, p 90-100**.**

لقد تم تطبيق هذه النظريات على عملية تخطيط المشاريع في ظل عدم التأكد وذلك من خلال اسقاطها على اهم أساليب المستعملة في تخطيط المشروع وبالأخص أسلوب بيرت (PERT) الذي طور انطلاقا من النظرية الأولى وبعد ذلك اتبع بمجموعة من الامتدادات قمنا بتلخيصها في الجدول الموالي :

الجدول رقم (01-05) : نتيجة اسقاط النظريات السابقة على أسلوب بيرت (PERT)

	الاسلوب	مفهوم الاسلوب	أساس الاسلوب
1	أسلوب PERT	تقنية تخطيط امريكية افترضت التوزيع الاحتمالي(Bêta) لتمثيل مدة الأنشطة معرف على مجال محدود أي وجود قيمة دنيا a وقيمة عليا b وقيمة عظمى m في أي مكان داخل المجال	
2	أسلوب stochastic	تقوم على أساس توليد عشوائي لكل السيناريوهات الممكنة في شكل توزيعات احتمالية لمدة تنفيذ كل نشاط	
3	أسلوب ضبابي Fuzzy	استعمال الاعداد الضبابية لتمثيل مدة تنفيذ الأنشطة بالاعتماد على نظرية المجموعات الضبابية أي استبدال دوال التوزيعات الاحتمالية بدوال الانتماء	
4	اسلوب GERT	تقنية تقوم على أساس إمكانية تطوير تسلسل الأنشطة أي إمكانية تطوير الشبكة بناءا على احتمال انجاز كل نشاط ،قدمت سنة1966 من طرف Pritsker وHapp	

المصدر : من اعداد الطالبين

1-3-2 : صورة عدم التأكد قي تخطيط المشاريع

يعتبر موضوع تخطيط يع وجدولتها تحت ظروف عدم التأكد من بين التحديات التي تواجهها بحوث العمليات حيث تظهر وترتبط حالة عدم اليقين في عملية تخطيط المشروع غير القابلة للتجاهل بثلاث عناصر مهمة تسعى عملية التخطيط للسيطرة عليها والتحكم فيها لتحقيق ولبلوغ هدف المشروع ، ولكون المشروع عبارة هم مجموعة من الأنشطة التي تحتاج الى مدة زمنية معينة وتكلفة مبرمجة وموارد بشرية لادائها من هنا تعكس حالة عدم التأكد وجودها على هذه الأنشطة في ظل غياب المعلومات او عدم كفايتها لوضع قياسات دقيقة أي :

- عدم التأكد من تواريخ الافراج وتسليم المشروع
- حالة عدم التأكد في تقدير المدة الزمنية اللازمة لتنفيذ كل نشاط من أنشطة المشروع
- عدم اليقين من قيمة التكلفة التي ستستهلكها كل فعالية من فعاليات المشروع
- اللاتاكد من احتياجات كل نشاط من الموارد البشرية وخاصة في ظل محدوديتها

1-3-3 اسلوب بيرت(PERT) كاداة لتخطيط المشروع في ظل عدم التاكد

لقد تم التركيز على هذه الطريقة بالأخص لسببين وجيهين وهما :

- السبب الأول : كون هذا الأسلوب من اكثر اساليب شبكات الاعمال استخداما واستعمالا وذلك كفاءتها و فعاليتها في السيطرة على المشاريع
- السبب الثاني : فهو راجع الى تعاملها مع الاعمال والمشاريع التي تلازمها سمة عدم التأكد خاصة من جانب عدم توفر المعلومات القطعية والأكيدة والدقيقة عن الأنشطة والفعاليات المكونة للمشروع سواء من ناحية الأوقات والأزمنة المطلوبة لتنفيذها او من المدة الزمنية الكلية للمشروع .

أسلوب تقييم ومراجعة تنفيذ البرامج (PERT) : يعتبر من اهم الأدوات التحليلية في إدارة المشاريع لغرض التخطيط والجدولة والرقابة على المشاريع (منها الانشائية) ، طور هذا الأسلوب في الولايات المتحدة الامريكية ما بين الفترة الممتدة من 1956 الى 1958 على يد فريق من المهندسين التابع لمشروع الصاروخ الأمريكي (Polaris) وتعتمد على التوجه الزمني(time-oriented méthodes) أي من الأساليب الموجهة نحو عامل الوقت ويعتبر أسلوب احتمالي حيث يعتمد على تقديرات متعددة لأزمنة أنشطة المشروع أي اعطاء ثلاث تقديرات لزمن تنفيذ النشاط وهي :

- الزمن المتفائل (The optimistic time) : اقصر زمن لاكتمال تنفيذ نشاط معين
- الزمن الأكثر احتمالا (The most likely time) : الزمن الطبيعي لنشاط ما بافتراض ان المشروع يتبع المخطط العادي
- الزمن المتشائم (The pessimistic time) : يمثل الحد الأقصى للانحراف عن زمن تنفيذ نشاط ما

وضعت للوصول الى احتمال انتهاء المشروع في الوقت المحدد ويستعمل الأسلوب عادة في المشاريع غير المتكررة والمعقدة (المركبات الفضائية مثلا) .[25]

ويطبق هذا الأسلوب على أربعة مراحل [26]:

- التخطيط(planning) : حيث يتم تقسيم المشروع الى مشاريع صغيرة التي بدورها تقسم الى مجموعة ن الأنشطة ثم تاليها تعريـ بالعلاقات بين الأنشطة المختلفة وترتيبها حسب الأهمية القصوى الى الصغرى
- الجدولة (scheduling) : هي الخطوة الموالية وتقوم بتحديد ازمنة بداية ونهاية كل نشاط وتحديد الأنشطة التي تقع على المسار الحرج و القيام بحساب مختلف الهوامش الزمنية للأنشطة غير الحرجة
- تخصيص الموارد (resource allocation): في هذه المرحلة تكون كل الموارد المالية والبشرية والمادية قد تم عنونتها وتوجيهها نحو هدفها مع مراعاة عدم وجود أي تعقيد في المشروع بين الموارد
- المراقبة والسيطرة (controlling): تطبيق تقنيات إدارة المشاريع في التحكم في الأنشطة مثلا تقارير العمل تساعد في تحقيق استخدام مثالي للموارد واتخاذ إجراءات فورية كلما لزم الامر ، تسهل هذه الخطوة من مراقبة ورصد المشروع .

[25] R. Srinivasan, **Strategic Business Decisions,** Springer New Delhi Heidelberg -New York Dordrecht-London, 2014 , p 142.
[26] Ibid, p 143.

ان أساس الأسلوب هو ازمنة انجاز أنشطة مشروع ما التي لا يمكن تقديرها بزمن واحد محدد وذلك لحالة شك وعد اليقين حول وقت تنفيذها فهو يتعامل مع الأنشطة على انها متغيرة عشوائية مستمرة خاضعة لتوزيع احتمالي مستمر معين (مثلثي او منتظم) إلا ان التوزيع الأفضل الذي ينتج تقديرات ادل من التوزيعات الاخرى هو توزيع بيتا (Beta) حيث دالة الكثافة الاحتمالية لمتغير عشوائي (t) يتبع توزيع بيتا (Beta) في المجال $[a, b]$ معرفة على النحو التالي[27] :

$$f(t) = 0 \quad \text{for } t < a \qquad (1)$$

$$f(t) = 0 \quad \text{for } t > b \qquad (2)$$

$$f(t) = K(t-a)^{\alpha}(b-t)^{\beta} \quad \text{for } a < t < b \qquad (3)$$

k: ثابت يتبع قيم a و b والمعالم α B

يمثل التعبير أعلاه عائلة من منحنيات كثافة بيتا التي ستكون غير متناظرة نحو اليمين اذا :

أ ◄..... $\frac{(a+b)}{2} > m$ **(4)**

ونحو اليسار اذا :

ب .....► $\frac{(a+b)}{2} < m$ **(5)**

و بالرغم ان هذه المنحنيات ليست متقاربة مع محور السينات الى انها تعبر من النقطتين عند نهاية التوزيع مما يجعلها مشابهة لمنحنى التوزيع الطبيعي و لأجل تقدير أي منحى من المنحنيات الممكنة يظهر افضل تمثيل لمدة الأنشطة حيث تم افتراض في هذا الأسلوب ن الانحراف المعياري للتوزيع هو سدس من المجموع :

$$v = \ [\![1/6\,(b-a)]\!] \qquad (6)$$

بمعنى انشاء توزيع بيتا واحد اي تحديد قيم واحدة للمعلمتين(α, β) من القيم(b, a) وقيمة المنوال المعطى بالصيغة التالية :

$$m = \frac{a\beta - b\alpha}{\alpha+\beta} \qquad (7)$$

[27] Verónica Morales et al, Random PERT, **Quality & Quantity, 2009**, Volume 43, Issue 2, pp 226-236.

ان قيمة المعلمتين اللتان تحددان المنحنى الواجب استعماله في أسلوب بيرت عادة ما تكون :

في الحالة (أ) : $\beta = 2+\sqrt{2}$ ، $\alpha = 2-\sqrt{2}$ و الحالة (ب) : $\alpha = 2+\sqrt{2}$ ، $\beta = 2-\sqrt{2}$

ومنه للحصول على المتوسط والتباين لتوزيع بيتا الاحتمالي نتبع الصيغ التالية :

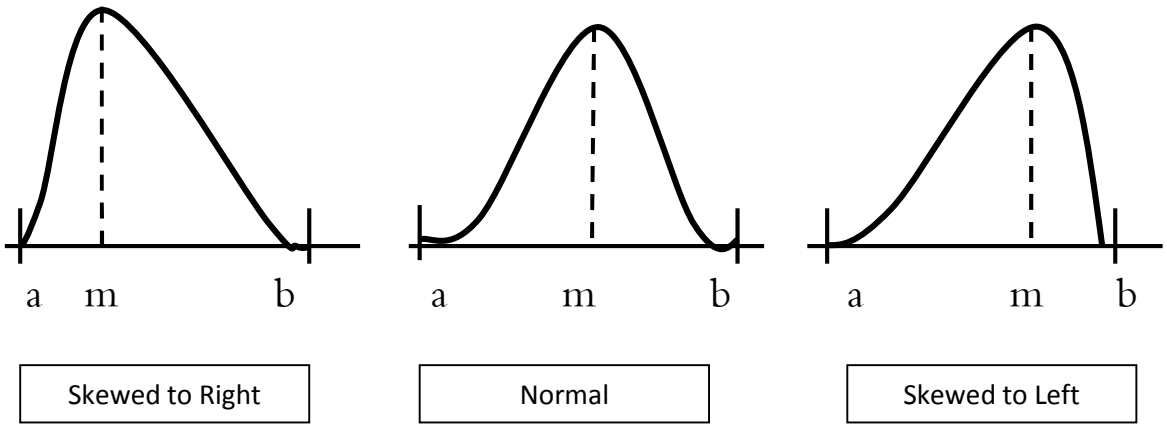
(8) التباين : $v^2 = \frac{(b-a)^2}{36}$ (9) المتوسط : $D = \frac{a + 4m + b}{6}$

* لا يوجد أساس قوي على ان التوزيع الاحتمالي لمدة تنفيذ الأنشطة هو توزيع بيتا (beta) حيث ان هذه الافتراضات الإحصائية المستعملة في أسلوب بيرت قد ينشا عنها خطا مطلق(**absolute errors**) يصل الى 33% من اجمالي متوسط مدة النشاط و17% من انحرافها المعياري .

الخطوات المتبعة في تحليل أسلوب بيرت (PERT)[28]:

بافتراض ان مشروع معين مكون من أنشطة ولتكن (i, j,.....) و(a, m, b) الثلاث التقديرات لازمنة تنفيذها المتفائل ، الأكثر احتمالا ، المتشائم على التوالي ، ولتكن المتغيرة العشوائية (ξ) التي تقيس الزمن المتوقع لتنفيذ النشاط والتباين تتبع توزيع بيتا والخطوات المتبعة لتحليل هذا المشروع بأسلوب بيرت هي :

- الحصول على تقديرات (a،m،b) لكل نشاط بناءا على توزيع بيتا الاحتمالي وقد تأخذ عدة منحنيات ممكنة موضحة في الشكل اسفله : الشكل رقم (01-09) : منحنيات توزيع بيتا الممكنة



[28] Alberto De Marco, **Project Management for Facility Constructions**, Springer Heidelberg Dordrecht London New York, 2011, p 143.

• حساب مدة النشاط المتوقعة (**Expected time**) وتباين النشاط (**Variance**) على النحو :

المدة المتوقعة: **المعادلة رقم (10)**	**التباين :** **المعادلة رقم (11)**	**الانحراف المعياري:** **المعادلة رقم (12)**
$Di = \frac{a_i + 4m_i + b_i}{6}$	$v^2 = \frac{(b_i - a_i)^2}{6}$	$\pm = \sqrt{v_i}$

• حساب المدة المتوقعة لإتمام المشروع (المعادلة رقم 01) و تحديد المسار الحرج : تستخدم لأجل ذلك الخوارزمية التالية مع التنبيه الى وجود نوعين من الحسابات في شبكة بيرت الحسابات الامامية والحسابات الخلفية وللتوضيح نستعين بالرمز $t_{(i,j)}$ التالي للإشارة الى زمن تنفيذ النشاط الذي يربط الحدث (i) بالحدث (j) مع $t_{(1)}=0$ بحيث :

- الزمن المبكر لحدث البداية : t(i)
- الزمن المتأخر لحدث البداية : t'(i)
- الزمن المبكر لحدث النهاية : t (j)
- الزمن المتأخر لحدث النهاية : t'(j)

الحسابات الامامية (Forward Pass Calculations) :

$$t(j)= MAX[\ t(i)+t(i,j)\ ] \qquad (13)$$

الحسابات الخلفية (Backward Pass Calculations) :

$$t(i)=MIN[t'(j)- t(i,j)] \qquad (14)$$

لتحديد المسار الحرج يجب حساب الوقت الفائض (الهامش) (slack) بنوعيه المتعلق بالحدث والمتعلق بالنشاط :

الجدول رقم (01 -06) : أنواع الوقت الفائض للنشاط

المتعلق بالحدث :(**Event slack**) مقدار التأخير المسموح به لحدث معين دون تأخير البرنامج بأكمله	المتعلق بالنشاط (**Activity slack**) : يصنف الى ثلاث فئات
***فائض البدء(Start slack)** : **H(i)=t'(i)–t(i)** يشر الى مقدار تأخر بداية النشاط . اذا كانت**H(i)=0** بداية النشاط لا يمكن ان تتأخر ***فائض النهاية (End slack):** **H(j)=t'(j)–t(j)** يشر الى مقدار تأخر نهاية النشاط اذا كانت **H(j)=0** نهاية النشاط لا يمكن ان تتأخر	***الهامش الكلي(Total activity slack)** :**$H^T(ij)=t'(j)-t(i)-t(ij)$** يشير الى مقدار تأخر النشاط بدون تأخير المشروع اذا كانت **$H^T(ij)=0$**يعد النشاط حرجا ومجموعة الأنشطة الحرجة تكون المسار الحرج ***الهامش الحر (Free slack):** **$H^L(ij)=t(j)-t(i)-t(ij)$** يشير الى جزء من الهامش الكلي يمكن استعماله دون التاثير على الأنشطة اللاحقة ***الهامش المستقل (Independent slack)** **$H^I(ij)=t(j)-t'(i)-t(ij)$** يشير الى أي مدى وصل استخدام الهامش الكلي

• حساب يباين مدة المشروع ($v=s^2$) : أي مجموع تباين أنشطة المسار الحرج ولتكن مثلا (t_1, t_2 ,t_3)

باستخدام : المعادلة رقم (11)

$$S^2= v(t_1) +v(t_2)+v(t_3)= xx$$

المعادلة رقم (12)

$$S=\sqrt{xx}$$

• وأخيرا يتم حساب احتمال تنفيذ امشروع عند نقطة زمنية معينة (T): اذا قمنا بتعريف (η) كمتغير عشوائي جديد بحيث [29]:

$$\eta = \xi 1 + \xi 2 \ldots\ldots + \xi i \ldots\ldots + \xi n = \sum \xi i \qquad (15)$$

وتبعا لنظيرة النهاية المركزية فان توزيع مجموعة (n) من المتغيرات العشوائية والتي تتوزع بنفس الطريقة وبشكل مستقل يتقارب مع التوزيع الطبيعي الذي متوسطه(M) وتباينه(V^2) هو مجوعة المتوسطات والتباينات لـ (n) متغيرات عندما تؤول (n) الى ما لانهاية :

$$[\ M=\sum_{i=1}^{n} D_i ; V^2 = \sum_{i=1}^{n} V^2{}_i\ ] \qquad (16)$$

ومنه اذا ما اردنا حساب احتمال انجاز المشروع عند الزمن (T) يجب حساب :

$$P(\eta \leq T) = F(T) \qquad (17)$$

ومما سبق ينتج (η') متغير طبيعي متوسطه (0) وتباينه (1) وبالتالي يسهل حساب الاحتمال بالاستعانة بالإحصائية (Z) أي :

$$P\left('\,| \leq \frac{X-M}{V}\right) = - \qquad (18)$$

/ X : المدة المستهدفة نقطة الزمن (T)

M : مدة تنفيذ المشروع المحسوبة

V : تباين مجموع أنشطة المسار الحرج

— : الاحداثية المولدة لقيمة الاحتمال من التوزيع الطبيعي المعياري ذو المتوسط (0) والتباين (01)

[29] Verónica Morales et al, Op.Cit, pp 226-236.

2 – شبكة بيرت الضبابية

2 – 1 لماذا ؟ وماهية؟

2 –1–1 لماذا ؟ كإجابة مبدئية لهذا السؤال نستعرض أولا النقط التالية التي تمثل بعض المشاكل والعيوب في النسخة الاحتمالية لأسلوب بيرت (PERT):

- من الصعب على مهندسي المشاريع والمخططين تقدير الأزمنة الثلاثة اذ يعتمد التقدير على الحكمة والخبرة (judgment) وهو بعيد عن أسلوب العينات الإحصائية(statistical simpling) في الوقت الحالي [30]
- تمثيل الأزمنة الثلاثة للأنشطة بالتوزيع الاحتمالي بيتا (beta)حيث لم تفيد أي دراسة تجريبية بوجوب استعماله.
- مدة تنفيذ المشروع تحسب بناءا على طول المسار الحرج (الأطول) من خلال جمع متوسط المدة الزمنية للأنشطة الواقعة عليه[31]
- الاهتمام بالمسار الحرج وإهمال المسارات القريبة منه
- متوسط وتباين المدة الكلية لمجموع ازمنة انشطة المشروع موزعة توزيعا طبيعيا .

ان هذه الانتقادات لم تقلل من شان الأسلوب بل دفعت الى ظهور بحوث واجتهادات من اجل تطوير الأسلوب و تجاوز هذه العيوب حيث تجسد ذلك بظهور امتداد جديد للأسلوب تمثل في الأسلوب الضبابي

2-1-2 مفهومها

ان عدم التأكد يكون دائما موجود في تخطيط مشروع ما حيث يحيط بصفة كبيرة بمدة تنفيذ المشروع المساوية لمدة تنفيذ مجموعة من انشطته التي لا يمكن تقدير ازمنة و اوقات اتمامها بدقة بسبب الغموض (vagueness) الذي يشوبها وعليه اقترحت بدائل مختلفة لحل هذا الإشكال معتمدة على دراسة وتحليل عدم اليقين الذي يشير الى الطبيعة العشوائية او الإحصائية او الاحتمالية من خلال أسلوب (PERT) الاحتمالي او العشوائي بافتراض مدة تنفيذ كل نشاط متغيرة عشوائية وعدم الدقة (imprecision) الذي يشير الى الطبيعة غير الكاملة

[30] Frank E Grubbs, Attempts to validate Certain PERT Statistic, **Operations Research, 1962**, Volume 11, Issue 1 pp 910-922.

[31] Seueng-Heon Han, Measuring Risk-associated Activity's Duration, **KSCE Journal of Civil Engineering**, September 2010, Volume 14, Issue 5, pp 663-671.

التعريف وغير القابلة للربط بالمتغيرات العشوائية (random variables) هنا تصبح نظرية المجموعات الضبابية قابلة للتطبيق والدمج مع أسلوب بيرت (PERT) منتجة لأسلوب بيرت الضبابي (FUZZY PERT)

اذن أسلوب بيرت الضبابية (FUZZY PERT) هو ذلك الأسلوب المبني على تقديرات نظرية المجموعات الضبابية في خطوات تحليله والذي يفترض مدة تنفيذ كل نشاط متغيرة ضبابية (fuzzy variable) .

2 -2 نظرية المجموعات الضبابية

2 – 2 -1 تقديم للنظرية

في عام 1962 قام البروفيسور" لطفي زاده" "Lotfi A Zadeh " " بطرح اول مقالة له والمسماة بـ الرياضيات المبهمة (الضبابية) (''fuzzy mathematics'') دون ان يعلم بدقة أي نوع من النظريات انشئها وفي عام 1965 قدم مصطلح الكيانات الرياضية الجديدة تحت اسم المجموعات الضبابية (''fuzzy sets'') كأصناف او كمجموعات ليست بالمعنى المعتاد للمجموعات التقليدية (Crisp) حيث تم اعتمادها كنظرية جديدة سميت نظرية المجموعات الضبابية (fuzzy set theory) وللإضافة ،في نفس العام تولى ندوة نظرية النظام(System Theory) التي اقيميت في المعهد المتعدد التقنيات في بروكلين الولايات المتحدة الامريكية اين عرض نظرته الجديدة لهذه النظرية (''A New View on System Theory'') وهناك نسخة مختصرة قدمت في الندوة بعنوان (''Fuzzy Sets and Systems'') والتي قدم فيها لأول مرة مفهوم النظام الضبابي (''fuzzy system'') كمزيج مع المجموعات الضبابية[32].

"ان كلمة الضبابية (fuzziness) قدمت من طرف البروفيسور لطفي زاده " Lotfi A Zadeh " وطورت لأجل وصف المعلومات المرتبطة اللغة البشرية ، أي لغة الانسان الذي يحمل الكم الهائل من المعلومات والتي تستخدم يوميا في صنع القرارات حيث لا يمكن للمعنى الرياضي وصفها بدقة مثلا درجات الحرارة اليومية خلال شهر ما في مدينة ما تتفاوت بين ($c15^0$ و$c20^0$) يصنفها احد السكان عل انها ليست باردة جدا ولكن اذا ما قدم

[32] Eyke Hüllermeier et al, **Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based Systems**, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010, p 357.

انسان اخر من بلد اخر من المحتمل ان يصنيفها باردة جدا جدا من هذا المنطلق قدم السيد "زاده " أداة رياضية تعطي الدقة(precision) لعدم اليقين الكامن في لغتنا البشرية الا وهي نظرية المجموعات الضبابية "[33].

لا يعتبر هذا التقديم رياضي او علمي بقدر ما يعتبر تاريخي من وجهة نظرنا اما اذا رأيت غير ذلك فاعلم ان هذا مقصد من مق ـد صاحب النظرية الذي لن نجد افضل منه في تقديم مفهوم المجموعة الضبابية حيث يقول ان المجموعة الضبابية (Fuzzy Set) عبارة " أصناف من العناصر متواصلة مع دراجات انتماء بحيث ان هذه المجموعة ميزت بدالة انتماء (Membership function) التي خصصت لكل عنصر درجة انتماء تتراوح قيمتها بين (0) و(1) "[34]

اما التعريف الرياضي للمجموعة الضبابية هو[35] :

المجموعة الضبابية : اذا كان Ω فضاء من العناصر اذن المجموعة الفرعية الضبابية ($\tilde{A}$) لـ (Ω) معرفة بدالة انتمائها (Membership function) ،ونكتب $\mu_{\tilde{A}}(x_0): R \longrightarrow [0,1]$ التي تنتج قيم في المجال المغلق **[0,1]** من اجل كل قيم (x) في (Ω) بحيث :

اذا كان: $\mu_{\tilde{A}}(x_0) = 1$ نقول ان (x_0) ينتمي الى ($\tilde{A}$)

اذا كان: $\mu_{\tilde{A}}(x_0) = 0$ نقول ان (x_0) لا ينتمي الى ($\tilde{A}$)

اذا كان: $\mu_{\tilde{A}}(x_0 = 0.6)$ نقول ان درجة انتماء (x_0) لـ ($\tilde{A}$) هي 0.6

عندما تكون $\mu_{\tilde{A}}(x_0)$ دائما مساوية لـ (0) او (1) نتحصل على مجموعة فرعية تقليدية (crisp) اي غير ضبابية (non-fuzzy) من (Ω)

من اجل كل المجموعات الضبابية $\tilde{O}, \tilde{N}$ نستعمل $\mu_{\tilde{O}}(x), \mu_{\tilde{N}}(x)$ للدلالة على قيم دوال الانتماء عند (x)

وبالإمكان تمثيل المجموعة الضبابية على شكل ازواج : $\tilde{A} = \{ x , \mu_{\tilde{A}}(x) \}$.

[33] Xuzhu Wang, **Mathematics of Fuzzines- Basic Isssues**, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009, p 21.
[34] L.A.Zadeh, Fuzzy set –Information and control,1965, Vol 8, pp 383-353 .
[35] James J. Buckley**, Simulating Fuzzy Systems**, Springer-Verlag Berlin Heidelberg , 2005, p 06.

2 - 2 -2 العمليات على المجموعات الضبابية

ان نظرية المجموعات الضبابية تضم مفاهيم و تعاريف و واسعة و عمليات حسابية معقدة لذا سنقتصر على ذكر الاعداد الضبابية والعمليات عليها .

تعريف : العدد الضبابي (Fuzzy number) هو كل مجموعة ضبابية ذات الشروط التالية [36]:

- مجموعة ضبابية محدبة (convex fuzzy set)
- مجموعة ضبابية طبيعية (normalized fuzzy set) : أي ان القيمة العظمى لدالة الانتماء هي 1

$$\exists x \in R \quad \mu_{\tilde{A}}(x)=1$$

- دالة الانتماء تكون مستمرة جزئية (piecewise continuous)
- معرف على خط الاعداد الحقيقة

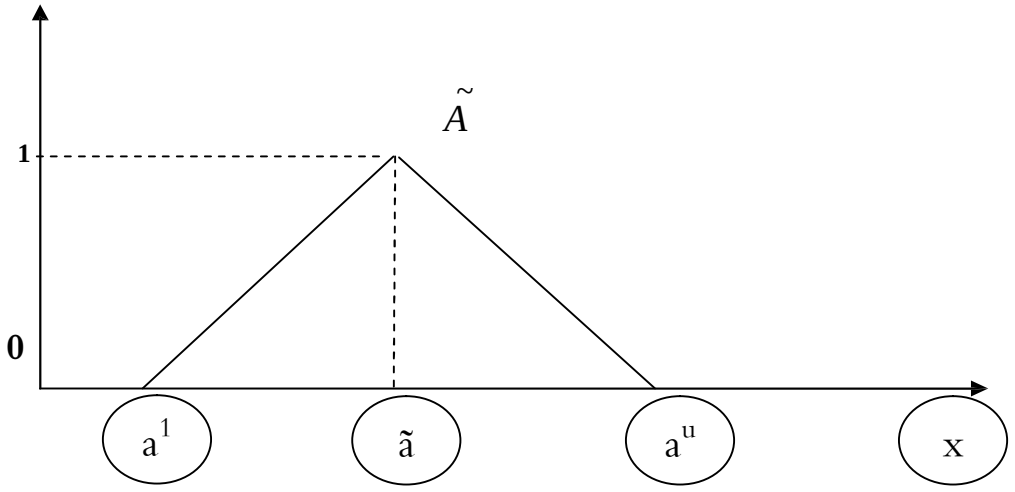
يوجد صيغ مختلفة للأعداد الضبابية اكثرها شيوعا واستعمالا :

[36] Kwang H. Lee, **First Course on Fuzzy Theory and Applications,** Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005 p 131.

1* العدد الضبابي المثلثي (**Triangular Fuzzy Number**) [37]: احد الحالات الخاصة للعدد الضبابي شبه المنحرف و يمثل رياضيا : $\tilde{A}=(a^1,\tilde{a},a^u : \mu_{\tilde{A}})$ بحيث $\tilde{A}=(a^1,\tilde{a},a^u)$ اعداد حقيقة تمثل (a^u) الحد الأيمن والحد الايسر(a^1) للقيمة الوسطية $(\tilde{a})$ و $(\mu_{\tilde{A}})$ يرمز الى دالة الانتماء على المجال $(\mu_{\tilde{A}}\in[0,1])$ والمعرفة على النحو التالي :

$$\mu_{\tilde{A}}(x)=\begin{cases} 0 & \text{for} \quad a^1 \le x \\ \dfrac{x-a^1}{\tilde{a}-a^1} & \text{for} \quad a^1 \le x \le \tilde{a} \\ 1 & \text{for} \quad x=\tilde{a} \\ \dfrac{a^u-x}{a^u-\tilde{a}} & \text{for} \quad \tilde{a} \le x \le a^u \\ 0 & \text{for} \quad x \ge a^u \end{cases} \qquad (19)$$

الشكل رقم (01 -10) :التمثيل البياني للعدد الضبابي الثلاثي $\mu_{\tilde{A}}(x; a^1, \tilde{a}, a^u)$



Source:. Apurva Rawat, A fuzzy inventory model without shortages using triangular fuzzy number, **Fuzzy Information and Engineering**, Volume 3, Issue 1, March 2011, pp 59-68.

[37] Apurva Rawat, A fuzzy inventory model without shortages using triangular fuzzy number, **Fuzzy Information and Engineering**, Volume 3, Issue 1, March 2011, pp 59-68.

العمليات على الاعداد الضبابية المثلثية [38]: ليكن العددين الضبابيين $\tilde{A}(a_1, b_1, c_1)$ و $\tilde{N}(a_2, b_2, c_2)$

الجمع (Addition):

$$\tilde{A} \oplus \tilde{N} = (a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2) \quad (20)$$

الطرح (Subtraction) :

$$\tilde{A} \ominus \tilde{N} = (a_1 - c_2, b_1 - b_2, c_1 - a_2) \quad (21)$$

الضرب (Multiplication)

$$\tilde{A} \otimes \tilde{N} = (a_1 \times a_2, b_1 \times b_2, c_1 \times c_2) \quad (22)$$

القسمة(division) :

$$\tilde{A} \oslash \tilde{N} = (a_1 \div c_2, b_1 \div b_2, c_1 \div a_2) \quad (23)$$

التعظيم (Max)

$$\max(\tilde{A}, \tilde{N}) = (\max(a_1, a_2) \ \max(b_1, b_2) \ \max(c_1, c_2) \quad (24)$$

التدنية (Min) :

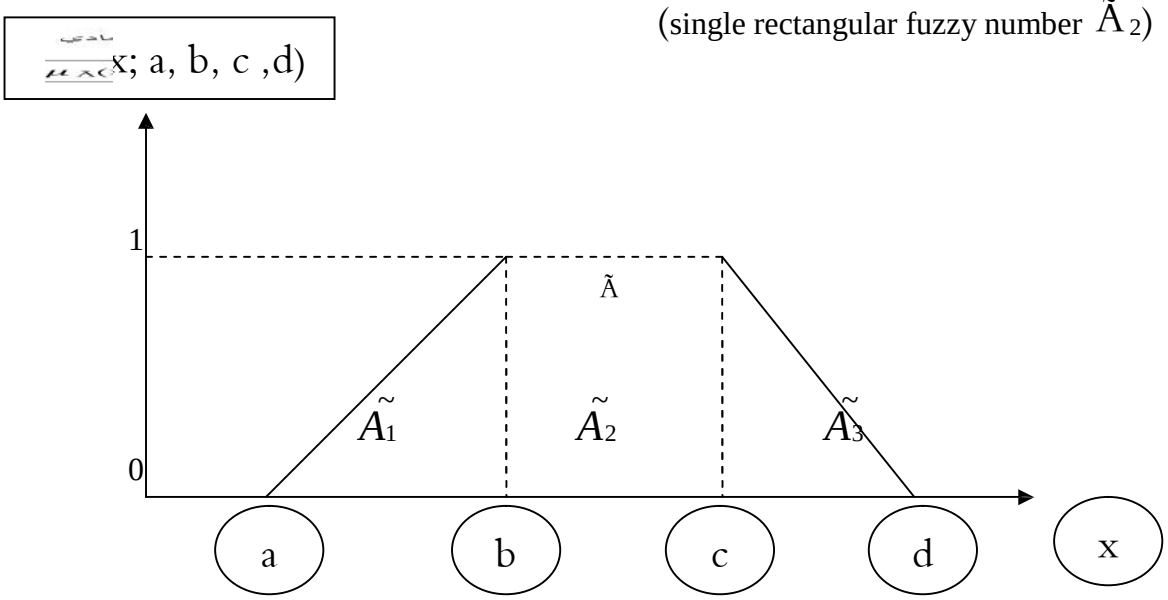
$$\min(\tilde{A}, \tilde{N}) = (\min(a_1, a_2) \ \min(b_1, b_2) \ \min(c_1, c_2) \quad (25)$$

[38] Chen-Tung Chen, Applying fuzzy method for measuring criticality in project network Information, **Sciences 177**, 2007, pp 2448–2458.

2* العدد الضبابي الشبه منحرف (Trapezoidal fuzzy number)[39]: كل عدد $\tilde{A}=(a,b,c,d)$ ذو دالة الانتماء ($\mu_{\tilde{A}} \in [0,1]$) من الشكل التالي :

$$\mu_{\tilde{A}}(x)=\begin{cases}\dfrac{x-a}{b-a}, & a \le x \le b \\ 1, & b \le x \le c \\ \dfrac{d-x}{d-c}, & c \le x \le d \\ 0, & \text{otherwise}\end{cases} \qquad (26)$$

الشكل رقم (01- 11) :التمثيل البياني للعدد الضبابي الشبه منحرف يمكن تمثيل هذا العدد بواسطة عددين ضبابيين مثلثين ((two triangular fuzzy numbers ($\tilde{A}_1$ and $\tilde{A}_3$)) و عدد ضبابي مستطيل احادي (single rectangular fuzzy number $\tilde{A}_2$)



Source: N. Ravi Shankar, An Analytical Method for Finding Critical Path in a Fuzzy Project Network**, Int. J. Contemp. Math. Sciences**, Vol. 5, 2010, pp 953 – 962.

[39] N. Ravi Shankar, An Analytical Method for Finding Critical Path in a Fuzzy Project Network, **Int. J. Contemp. Math. Sciences**, Vol. 5, 2010, pp 953 – 962.

العمليات على الاعداد الضبابية الشبه منحرفة (mathematical operations) [40]: ليكن

عددين ضبابيين شبه منحرفين مستقلين ومنه $\tilde{N}(a_N, b_N, c_N, d_N)$ و $\tilde{A}(a_A, b_A, c_A, d_A)$

العمليات الرياضية (arithmetic operations) عليهما تكون بالشكل التالي :

الجمع (Addition) : (27)

$$\tilde{A} \oplus \tilde{N} = (a_A + a_N,\ b_A + b_N,\ c_A + c_N,\ d_A + d_N)$$

الطرح (Subtraction) : (28)

$$\tilde{A} \ominus \tilde{N} = (a_A - d_N,\ b_A - c_N,\ c_A - b_N,\ d_A - a_N)$$

الضرب (Multiplication): (29)

$$\tilde{A} \otimes \tilde{N} = (a_A \times a_N,\ b_A \times b_N,\ c_A \times c_N,\ d_A \times d_N)$$

القسمة (Division): (30)

$$\tilde{A} \oslash \tilde{N} = (a_A \div d_N,\ b_A \div c_N,\ c_A \div b_N,\ d_A \div a_N)$$

التعظيم (Max): (31)

$$\max(\tilde{A}, \tilde{N}) = (\max(a_A, a_N)\ \max(b_A, b_N)\ \max(c_A, c_N)\ \max(d_A, d_N)$$

التدنية (Min) : (32)

$$\min(\tilde{A}, \tilde{N}) = (\min(a_A, a_N)\ \min(b_A, b_N)\ \min(c_A, c_N)\ \min(d_A, d_N)$$

[40] Malek Msmoudi, Fuzzy uncertainty modelling for project planning, International, **Journal of Production Research**, Vol. 50, No. 13, 1 July 2012, p 3594–3611 .

2 – 3 الية عمل شبكة بيرت الضبابية

2 – 3 - 1 اسس الطريقة

كون المشروع عبارة عن مجموعة من الأنشطة محددة بمدد زمنية وتكاليف مالية لكل نشاط على حدى تسمح بتقدير المدة الزمنية الكلية والغلاف المالي الإجمالي للمشروع ، يصح هذا في حالة تنفيذ المشروع في بيئة تتيح إمكانية تحديد هذه التكاليف والمدد الزمنية إلا ان هذا النوع من البيئة قليل الحدوث بعكس تماما نوع اخر للبيئة موجود ان لم نقل سائد ألا و هو ما يعرف بالبيئة الضبابية(Fuzzy environment) وانطلاقا من هذه الأخيرة تضع الطريقة أساس بنيانها كالأتي :

- المشروع سينفذ في بيئة مضطربة وضبابية الرؤى في ظل ظروف عدم التأكد
- المعلومات حول تخطيط المشروع غير دقيقة وغير قطعية او يشوبها الغموض والإبهام
- تطلبات بناء شبكة بيرت الاعتيادية من البيانات (input) يصعب قياسها او ترجمتها كميا بواسطة نظرية الاحتمالات
- ترجمة هذه البيانات بالاستعانة بنظرية المجموعات الضبابية افضل عمليا
- مدة تنفيذ كل نشاط هي متغيرة ضبابية تمثل بعدد ضبابي ذو دالة انتماء معينة
- تكلفة كل نشاط يتم تقديرها بالاعتماد على نمذجة الضبابية حولها أيضا بعدد ضبابي

فيما يخص العنصرين الأخيرين ليسا مسلمتين لان هذه النظرية يمكن تطبيقها على أسلوب بيرت (PERT) بعدة صيغ حيث يبقى مجال معالجتهما مفتوح بعدة طرق وأساليب مختلفة لما تضمه النظرية من مفاهيم متعددة.

للإشارة سيتم استخدام الرموز التالية في اعداد شبكة بيرت الضبابية بحيث تدل (N) على مجموعة العقد في شبكة العمل و(A_{ij}) النشاط بين العقدتين (i و j) :

① $F\tilde{E}F_{ij}$ ④ $F\tilde{L}F_{ij}$ ⑦ $\tilde{T}F_{ij}$

② $F\tilde{E}S_{ij}$ ⑤ p_k ⑧ $\tilde{F}F_{ij}$

③ $F\tilde{L}S_{ij}$ ⑥ $F\,PERT(p_k)$

2 – 3 –2 كيفية اعداد شبكة بيرت الضبابية (FUZZY PERT)

نرمز لشبكة العمل الضبابية (fuzzy project network) بـ $N=(V, A, \tilde{D})$ بحيث تمثل V مجموعة العقد (الاحداث) و تمثل A مجموعة الأسهم (الأنشطة) ، ان المجموعة $V = \{1, 2, 3, \ldots\ldots n\}$ تحقق الشرط :

$(i, j) \in A \Rightarrow i < j$ و $\tilde{D}$ تمثل الزمن الضبابي لكل نشاط و يحقق الشرط التالي : $\tilde{D} > 0$

و تمثل : $\underline{\boldsymbol{P}}(j) = \{ i \in V \ \ (i, j) \in A \}$ & $\underline{\boldsymbol{S}}(i) = \{ j \in V \ \ (i, j) \in A \}$

علاقات الأنشطة السابقة (**P**redecessors) وعلاقات الأنشطة اللاحقة (**S**uccessors) على التوالي .

تمر عملية اعداد شبكة بيرت الضبابية بالمراحل التالية :

المرحلة الأولى : تحديد وتعريف قائمة الأنشطة المكونة للمشروع ووضع العلاقات بينها من خلال تحديد أي نشاط يسبق نشاط اخر و أي نشاط يلحق نشاط اخر

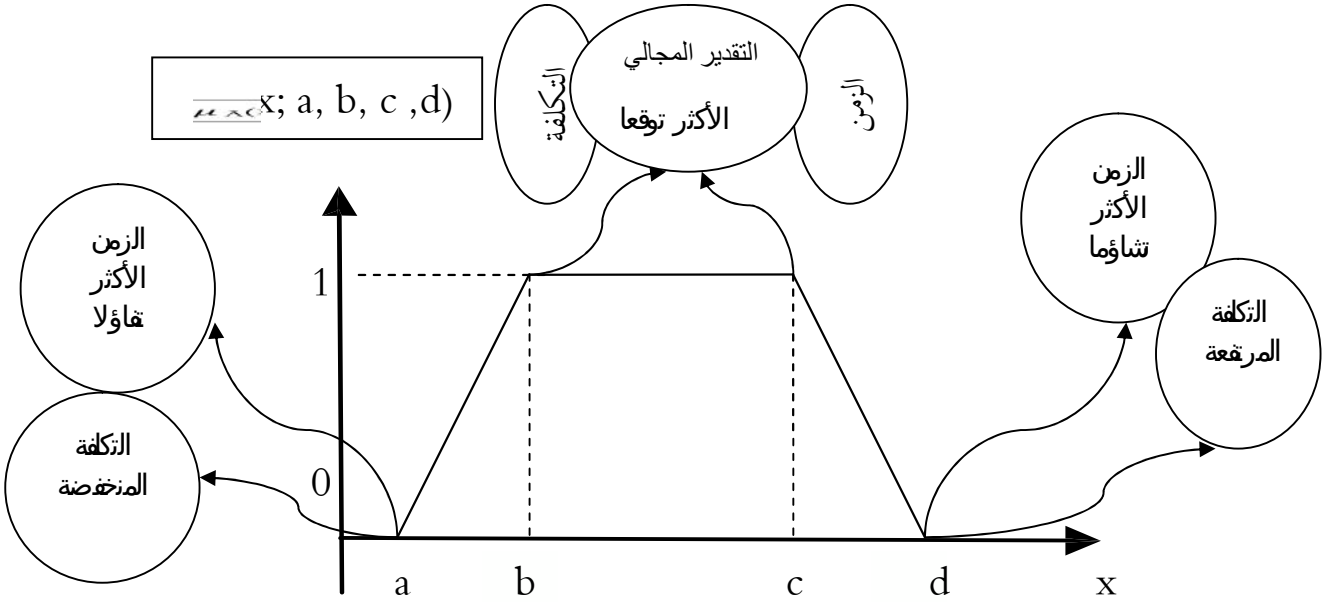
المرحلة الثانية : ترجمة و نمذجة المعلومات المبهمة ، الغامضة ، الضبابية المتعلقة بأزمنة تنفيذ انشطة المشروع وتكاليفها بالاعتماد على تقديرها في شكل دالة انتماء معينة لعدد ضبابي

- سنقوم في دراستنا بالاعتماد على الاعداد الضبابية الشبه منحرفة $\tilde{A} = (a, b, c, d)$ لوصف عدم التأكد في تقدير المدة الزمنية لتنفيذ كل نشاط وكذلك في تقدير التكلفة التي سيستهلكها وذلك راجع الى :

- تعتبر من اكثر أنواع الاعداد الضبابية استعمالا و استخداما
- يشكل العدد الضبابي الشبه منحرف بديلا للتوزيعات الاحتمالية
- يعتبر من النماذج الجيدة لصياغة مشكلة ما
- إمكانية ترجمة المصطلحات اللغوية باستعمال معالم العدد الضبابي الشبه المنحرف
- الميزة التي يعطيها العدد الضبابي الشبه المنحرف للقيمة الأكثر توقعا من خلال إعطائها مجال أوسع معرف بمعلمتيه الوسطيتين (b, c)
- يعتبر اشمل من العدد الضبابي المثلثي الذي يمثل حالة خاصة له في حالة تساوي المعلمتين الوسطيتين

الترجمة اللغوية المستعملة في تمثيل المدة الزمنية والتكلفة المالية باستخدام العدد الضبابي الشبه منحرف موضحة في الشكل التالي :

الشكل رقم (01- 12) : كيفية استخدام العدد الضبابي في الدراسة



المصدر : من اعداد الطلبة

سيتم في المرحلة الثانية لتقدير المدة الزمنية لكل نشاط الاعتماد على أسلوب دالفي الضبابي .

***طريقة دالفي الضبابية** (Fuzzy Delphi method) : تعميم لطريقة دالفي الكلاسيكية للتنبؤ الطويل المدى المستعملة في علم الإدارة و هي نموذج تنبؤي يعتمد على مجموعة متنوعة من الخبراء لجمع الآراء ووجهات النظر حول ظاهرة او احداث ما .

و تضم الخطوات التالية للقيام بها [41]:

الخطوة الأولى : يقوم الخبراء بتقدير زمن تنفيذ كل نشاط على شكل عدد ضبابي (شبه منحرف في حالتنا)

$$\tilde{A}^{(i)} = \left(a_1^i, a_2^i, a_3^i, a_4^i\right) \quad i = 1,\ldots\ldots,n. \qquad (33)$$

[41] Ching-Hsue Cheng ,Yin Lin, Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation, **European Journal of Operational Research 142**, 2002, pp 174–186.

الخطوة الثانية : حساب المتوسط (The average) لكل $\tilde{A}_m$ $\tilde{A}^{(i)}$: (34)

$$\tilde{A}_m = (a_{m1}, a_{m2}, a_{m3}, a_{m4}) = \left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_1^i, \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_2^i, \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_3^i, \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_4^i \right)$$

بعد ذلك يحسب الفرق بالنسبة لكل خبير (i) الذي يتم إعادة ارساله لكل خبير من اجل إعادة الفحص على النحو التالي :

$$\tilde{A}_m = (a_{m1} - a_1^i, a_{m2} - a_2^i, a_{m3} - a_3^i, a_{m4} - a_4^i) =$$

$$\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_1^i - a_1^i, \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_2^i - {}_2^i, \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_3^i - a_3^i, \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_4^i - a_4^i \right) \quad (35)$$

الخطوة الثالثة : كل خبير يقدم تقدير جديد

$$\tilde{B}^{(i)} = (b_1^i, b_2^i, b_3^i, b_4^i) \qquad i = 1, \ldots\ldots, n. \qquad (36)$$

$\tilde{A}^{(i)} = (a_1^i, a_2^i, a_3^i, a_4^i)$ يتم إعادة نفس العملية بدأ من الخطوة الثانية مع استبدال

القيم الجديدة $\tilde{B}^{(i)} = (b_1^i, b_2^i, b_3^i, b_4^i)$ واستبدالها أيضا بقيم جديدة اذا لزم الامر

ويستمر في إعادة العملية مرارا ومرارا وصولا الى الملاحظة $\tilde{C}^{(i)} = (c_1^i, c_2^i, c_3^i, c_4^i)$

الواضحة لقرب قيم المتوسطات $\tilde{A}_m, \tilde{B}_m, \tilde{C}_m$ من بعضها البعض (reasonably close).

الخطوة الرابعة : إعادة التقييم في حالة ظهور أي معلومة مهمة .

المرحلة الثالثة : بناء شبكة العمل الضبابية (Fuzzy Project Network)

المرحلة الرابعة: وضع الجدولة الضبابية للمشروع (Fuzzy Project Scheduling) من خلال :

حساب البداية المبكرة الضبابية (fuzzy earliest starting) لكل نشاط ($_{i,j}$) باستخدام الحسابات الامامية وفق الصيغة الاتية [42] :

$$\tilde{E}_j = (e_j^1, e_j^2, e_j^3, e_j^4) = \left\{ \underset{i \in p(j)}{\tilde{MAX}} \left[\underset{i}{\tilde{E}} \oplus \underset{ij}{\tilde{D}} \right] \; ; \; P(j) \neq ¤ \right. \qquad (37)$$

$$\underset{s}{\tilde{T}} = \left(t_s^1, t_s^2, t_s^3, t_s^4\right) \; ; \; P(j) = ¤$$

$$\tilde{FES}_{ij} = \left(es_{ij}^1, es_{ij}^2, es_{ij}^3, es_{ij}^4\right) = \underset{i}{\tilde{E}} \qquad (38)$$

$$\tilde{FEF}_{ij} = \left(ef_{ij}^1, ef_{ij}^2, ef_{ij}^3, ef_{ij}^4\right) = \underset{ij}{\tilde{ES}} \oplus \underset{ij}{\tilde{D}}$$

(03)

$$\tilde{FT}_F = \left(t_F^1, t_F^2, t_F^3, t_F^4\right) = \underset{i \in v}{\tilde{MAX}} \; \underset{i}{\tilde{E}} \qquad (39)$$

[42] Mohammad sharafi et al, A Model for Project Scheduling with Fuzzy Precedence Links, **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, 2(4), 2008, pp 1356-1361.

حساب النهاية المتأخرة الضبابية (fuzzy latest finishing) لكل نشاط (i j) باستخدام الحسابات الخلفية[43] :

$$\tilde{L}_i = \left(l_1^i, l_2^i, l_3^i, {}_4^i\right) \qquad (40)$$

$$l_i^4 = \max\left(0, \min_{j\in s(i)}\left(l_j^4 - d_{ij}^4\right)\right)$$

$$l_i^3 = \max\left(0, \min\left(l_i^4, \min_{j\in s(i)}\left(l_j^3 - d_{ij}^3\right)\right)\right)$$

$$l_i^2 = \max\left(0, \min\left(l_i^3, \min_{j\in s(i)}\left(l_j^2 - d_{ij}^2\right)\right)\right)$$

$$l_i^1 = \max\left(0, \min\left(l_i^2, \min_{j\in s(i)}\left(l_j^1 - d_{ij}^1\right)\right)\right)$$

$$\tilde{FLF}_{ij} = \left(lf_{ij}^1, lf_{ij}^2, lf_{ij}^3, lf_{ij}^4\right) = \tilde{L}_j \qquad (41)$$

[43] Ahmad Soltani , Rasoul Haji, A Project Scheduling Method Based on Fuzzy Theory, **Journal of Industrial and Systems Engineering,** Vol. 1, No. 1,2007, pp 70-80.

لإيجاد البداية المتأخرة الضبابية للنشاط (i j) نستخدم العلاقة التالي:

$$\tilde{LS}_{ij} = \left(ls_{ij}^{1}, l_{ij}^{2}, l_{ij}^{3}, {}_{ij}^{4} \right) \qquad (42)$$

$$ls_{ij}^{4} = \max\left(0, \min\left(lf_{ij}^{4} - d_{ij}^{4} \right) \right)$$

$$ls_{ij}^{3} = \max\left(0, \min\left(lf_{ij}^{4}, \min\left(lf_{ij}^{3} - d_{ij}^{3} \right) \right) \right)$$

$$ls_{ij}^{2} = \max\left(0, \min\left(lf_{ij}^{3}, \min\left(lf_{ij}^{2} - d_{ij}^{2} \right) \right) \right)$$

$$lf_{ij}^{1} = \max\left(0, \min\left(lf_{ij}^{2}, \min\left(lf_{ij}^{1} - d_{ij}^{1} \right) \right) \right)$$

المرحلة الخامسة : حساب الهوامش الكلية والهوامش الحرة لكل نشاط (i j) [44]:

حساب الهوامش الكلية الضبابية (fuzzy total slack) لكل نشاط (i j) وفقا للصيغ التالية :

$$\tilde{TF}_{ij} = \left(tf_{ij}^{1}, tf_{ij}^{2}, tf_{ij}^{3}, tf_{ij}^{4} \right) \qquad (43)$$

$$tf_{ij}^{4} = \max\left(0, \min\left(lf_{ij}^{4} - ef_{ij}^{4} \right) \right)$$

$$tf_{ij}^{3} = \max\left(0, \min\left(tf_{ij}^{4}, \left(lf_{ij}^{3} - ef_{ij}^{3} \right) \right) \right)$$

$$tf_{ij}^{2} = \max\left(0, \min\left(tf_{ij}^{3}, \left(lf_{ij}^{2} - ef_{ij}^{2} \right) \right) \right)$$

$$tf_{ij}^{1} = \max\left(0, \min\left(tf_{ij}^{2}, \left(lf_{ij}^{1} - ef_{ij}^{1} \right) \right) \right)$$

[44] Ibid, pp70-80.

وحساب الهوامش الحرة الضبابية (fuzzy free slack) لكل نشاط(i j)وفقا للصيغة التالية :

$$\tilde{FF}_{ij} = \left(ff_{ij}^{1}, ff_{ij}^{2}, ff_{ij}^{3}, ff_{ij}^{4} \right) \qquad (44)$$

$$ff_{ij}^{4} = \max\left(0, \left(e_{j}^{4} - ef_{ij}^{4} \right) \right)$$

$$ff_{ij}^{3} = \max\left(0, \min\left(ff_{ij}^{4}, \left(ej_{j}^{3} - ef_{ij}^{3} \right) \right) \right)$$

$$ff_{ij}^{2} = \max\left(0, \min\left(tf_{ij}^{3}, \left(e_{ij}^{2} - ef_{ij}^{2} \right) \right) \right)$$

$$ff_{ij}^{1} = \max\left(0, \min\left(ff_{ij}^{2}, \left(e_{j}^{1} - ef_{ij}^{1} \right) \right) \right)$$

المرحلة السادسة : تحديد كل المسارات الممكنة في الشبكة و الزمن المستغرق لكل مسار وترتيبها وبما ان طول المسار هو عبارة عن عدد ضبابي شبه منحرف ولغرض ترتيبها من الأكبر (الأطول) الى الأصغر (الأقصر) تم الاستعانة بإحدى الطرق المستعملة في ترتيب هذا النوع من الاعداد مشيرين في نفس الوقت الى انه يوجد عدة طرق لترتيب الاعداد الضبابية ، ان الطريقة المستعملة في العملية اقترحت من طرف (Shakeela ; 2011) وتعتمد على مايعرف بـ :

دالة الترتيب (*the ranking function*) بحيث من اجل كل قيم:

$$\tilde{A} = (a,b,c,d) \in F(\mathrm{R})$$

$$\mathcal{R}: F(R) \longrightarrow R$$

$$\mathcal{R}(\tilde{A}) = \frac{a+2b+2c+d}{6} \qquad (45)$$

ومنه للمقارنة بين أي عددين ضبابيين شبه منحرفين $\tilde{A}=(a,b,c,d)$ و $\tilde{B}=(e,f,g,h)$ نعتمد على الصيغ التالية :

اذا $\mathcal{R}(A) > \mathcal{R}(B)$ فان $\tilde{A} > \tilde{B}$

اذا $\mathcal{R}(A) < \mathcal{R}(B)$ فان $\tilde{A} < \tilde{B}$

اذا $\mathcal{R}(A) = \mathcal{R}(B)$ فان $\tilde{A} = \tilde{B}$

المرحلة السابعة : إيجاد المسار الحرج .

خلاصة الفصل الأول :

أبرز و بين الفصل السابق عملية تخطيط المشاريع الانشائية وما ضمته من مفاهيم و تعاريف لخصت اهميتها في تعبيد الطريق لنجاح المشروع الانشائي وبلوغ هدفه مستعينة بأحد اهم الفاعلين لتعبيد هذا الطريق متجسدا في أسلوب بيرت المساهم في إحكام التخطيط والسيطرة على المشروع الذي بدأ يستعصم ويستقوي بالظروف المتغيرة وغير الاكيدة و البيئة المحيطة به للإفلات من الخطة المسيطرة عليه مشكلا بذلك تحديا للأسلوب الذي بدوره استصرخ بفاعل جديد أو فاعل يروض هذه الظروف والبيئة وبالفعل إفترض الفصل أن بإمكان نظرية المجموعات الضبابية لعب دور المصرخ مما تولد عنه أسلوب بيرت ضبابي يقدر على احتواء و إحكام عملية تخطيط المشروع والسيطرة عليه في ظل هذا النوع من البيئة وطيه كما يطوى السجل للكتاب .

الفصل الثاني

الجانب التطبيقي

تمهيد الفصل الثاني:

على أمل أن يكون الفصل الأول قام بدوره في التعريف بالمفاهيم النظرية للموضوع و ساهم في الالمام بمختلف الجوانب المتعلقة به وعلى أمل تكوين صورة واضحة وشاملة لما أجاد به الفصل ايضا ،من هذا المنطلق سيسعى الفصل الثاني الى زيادة فهم وترسيخ الصورة اكثر فأكثر من خلال اسقاط الاطار النظري لمفهوم تخطيط المشروع الانشائي باستخدام شبكة بيرت الضبابية على مشروع انجاز ممر سفلي وحظيرة سيارات على مستوى واد الوكريف سعيدة موضحين ذلك وفقا للنقاط الاتية :

1) التعريف بالمشروع المراد دراسته
2) تطبيق الأسلوب الاعتيادي لتخطيط المشروع
3) تخطيط المشروع بالاعتماد على أسلوب بيرت الضبابي
4) تقديم نتائج الدراسة ومناقشتها

❖ الدراسات السابقة:

ـود علم الطالبين فقد تم التطرق الى موضوع تطبيق نظرية المجموعات الضبابية على أسلوب بيرت (PERT) في عملية تخطيط المشاريع من خلال الأبحاث التالية :

[1] دراسة *"Konstantinos A.Chrysafis and Basilk Papodopoulos"* بعنوان : «*Approaching activity duration in PERT by means of fuzzy sets theory*» و هي عبارة عن مقالة علمية نشرت بمجلة (*Journal & Fuzzy systems*) سنة 2014 حيث قام الباحثان بتقديم عالجة جديدة لأسلوب بيرت وذلك بالاستعانة بنظرية المجموعات الضبابية (*FST*) وبالإحصاء الضبابي (*Fuzzy statistics*) والاحتمالات الضبابية (*Fuzzy probabilities*) كأداتين لتقديم المقاربة الجديدة ومؤكدين على الزامية توفر البيانات الإحصائية التاريخية حول ازمنة أنشطة المشروع و خلصت الدراسة الى إيجاد ازمنة الفعاليات الضبابية (البداية المبكرة/المتأخرة و النهاية المبكرة /المتأخرة و الهامش الكلي) بالإضافة الى اعطاء درجات حرجة لكل نشاط وتحديد المسار الحرج ، كما قدما إضافة مهمة تمثلت في حساب احتمال انهاء المشروع الضبابي عند نقطة زمنية معينة ضمن مجال زمني محدد مع توضيح هدف الدراسة في مثال تطبيقي .

[2] "*Thaeir Ahmed Saadoon Al Samman and Ramadan M. Ramo Al Brahemi*" :

«*Fuzzy PERT for Project management*» عبارة عن مقالة علمية منشورة سنة 2014 بمجلة (*International Journal of Advances in Engineering & Technology*) حيث سعى الباحثان من خلال هذه المقالة الى تطبيق أسلوب بيرت في التخطيط لمشروع انتاج ملابس النوم باحدى مصانع الموصل العراق مستعينين بنظرية المجموعات الضبابية وبالمنطق الضبابي لمساعدة مديري المشاريع في التخطيط والجدولة والتحكم في الزمن والتكلفة للمشروع ،و كان الهدف الرئيسي لهذه المقالة هو الوصول الى أسلوب بيرت المثالي (*optimal PERT*) الذي سيتحصل عليه من خلال عملية تطوير نظام خبير ضبابي .

[3] " *Oladeinde, M.H* ": قدم مقالة علمية سنة 2013 ،نشرت بذات السنة في المجلة المسماة بـ«*Journal of Applied Sciences and Environmental Management*» وحملت هذه الورقة عنوان " *Application of Fuzzy theory to project scheduling with critical path method* " ث قام الباحث بتحليل مسائل جدولة المشاريع باستعمال نظرية المجموعات الضبابية من خلال نمذجة ازمنة تنفيذ أنشطة المشروع بأرقام ضبابية مثلثيه وقام بتحديد البداية المبكرة ، النهاية المبكرة للأنشطة ، الأزمنة المبكرة للأحداث معتمدا على خوارزمية الحسابات الامامية لأسلوب المسار الحرج لإضافة الى تحديد البداية المتأخرة ،النهاية المتأخرة الضبابية للأنشطة ، الزمن المتأخر للأحداث مستخدما خوارزمية الحسابات الخلفية المعدلة لتجنب القيم السالبة ، وصولا الى تحديد الأنشطة الحرجة ، المسار الحرج وزمن انجاز المشروع مع تطبيق عددي لحالة مشروع .

[4] "*Hsian Jong Hsiau ;Chun Wei R.Lin*" : طرح الباحثان مقالة علمية حول المقاربة الضبابية لأسلوب بيرت(*PERT*) حيث حمت المقالة اسم :

" *A fuzzy pert approach to evaluate plant construction project* " ،نشر سنة 2009 بمجلة " *Journal of Industrial Engineering and Management* " انطلق الباحثان في بحثهم من نقطة ان المشاريع الانشائية أحيانا تتصف بعدم التأكد وعدم دقة المعلومات خاصة حول مدة تنفيذ أنشطة المشروع لا يقدر أسلوب بيرت الكلاسيكي على معالجتها مما دفع الباحثان الى اقتراح بديل لذلك تمحور حول التطرق الى امتداد للأسلوب متمثل في الأسلوب الضبابي للمساعدة على جدولة فعالة للمشروع في ضل هذه الظروف وقاما بتطوير هذه الجدولة لغرض التعامل مع اخطار التأخر الزمني للأنشطة المشروع واعتمدا على بعض مفاهيم المجموعات الضبابية والجبر الضبابي ومحاكاة للنموذجين من اجل الوصول الى نتائج نهائية.

1- التعريف بالمشروع الانشائي

1- 1 معلومات حول المشروع قيد الدراسة

ان المشروع المراد دراسته سينفذ بلدية سعيدة ولاية سعيدة الجزائر و يتمثل المشروع في انجاز ممر سفلي مزدوج (***TREMIE***) على مسافة 354 م انطلاقا من مسجد العتيق وصولا الى مستشفى احمد مدغري وحظيرة سيارات (***PARKING***) من خمسة طوابق بطاقة استيعاب 5000 مركبة بعد تهيئة واد الوكريف العابر لوسط مدينة سعيدة التي تعاني من اختناق مروري و ضيق في الطرقات من جهة وكثرة السيارات من جهة أخرى مما دفع مسؤولي الولاية الى اتخاذ التدابير اللازمة لإيجاد حلول للمشكل بإنجاز المشروع السابق الذكر الذي يتوقع منه تخفيف الضغط المروري وخلق منافذ جديدة للمدينة وتقليل المواقف العشوائية للسيارات وتحسين المنظر الجمالي لولاية سعيدة .

بالإضافة الى المعلومات الموضحة في الشكل اسفله :

الشكل رقم (02-01) : معلومات حول المشروع

رقم العملية : *5.521.8.262.120.12.01*
المشروع : انجاز ممر سفلي مزدوج وحظيرة سيارات والتهيئة على مستوى واد الوكريف
طبيعة الصفقة : بالتراضي (GRE A GRE SIMPLE)
صاحب المشروع (Maitre d’ouvrage) : DTPS
المؤسسة المنفذة (Maitre d’œuvre) : ENGOA - ALGER

المصدر : من اعداد الطالبين بالاعتماد على البيانات المقدمة من طرف مديرية الاشغال العمومية لولاية سعيدة

1- 2 الأنشطة المكونة للمشروع : يتكون المشروع من سبعة عشر نشاط موضحة في الجدول الموالي :

الجدول رقم (02-01) : أنشطة المشروع

N°	Les taches
1	*Etude technique d'exécution de la trémie et des aménagements*
2	*Terrassement de la trémie*
3	*Béton de propreté et de remplissage*
4	*Béton pour éléments préfabriqués*
5	*Béton pour radiers, dalle, murs tympan, chape et trottoirs*
6	*Transport et pose des éléments préfabriqués*
7	*Badigeonnage des parties enterrées*
8	*Traitement des joints*
9	*Fourniture et pose de corniches préfabriquées*
10	*Fourniture et pose de garde corps métallique*
11	*Traitement des surfaces*
12	*Etanchéité*
13	*Assainissement*
14	*Eclairage intérieur de la Trémie*
15	*Etude Technique d'exécution de parking*
16	*Eléments porteurs*
17	*Eléments non porteurs*

المصدر : من اعداد الطلبة بالاعتماد على دفتر الشروط للمشروع

1- 3 انشطة المشروع و العلاقات بينها

الجدول رقم (02-02) : أنشطة المشروع والعلاقات بينها

اسم المشروع	رقم النشاط	اسم النشاط	الأنشطة السابقة
PROJET : LA TREMIE& LE PARKING	1	*Etude technique d'exécution*	-
	2	*Terrassement de la trémie*	1
	3	*Béton de propreté et de remplissage*	13
	4	*Béton pour éléments préfabriqués*	6
	5	*Béton pour radiers*	6
	6	*Transport et pose des éléments préfabriqués*	3
	7	*Badigeonnage des parties enterrées*	4،5
	8	*Traitement des joints*	4،5
	9	*Fourniture et pose de corniches préfabriquées*	8
	10	*Fourniture et pose de garde corps métallique*	8
	11	*Traitement des surfaces*	9،10
	12	*Etanchéité*	11
	13	*Assainissement*	2
	14	*Eclairage intérieur de la Trémie*	12
	15	*Etude Technique d'exécution de parking*	1
	16	*Eléments porteurs*	15،13
	17	*Eléments non porteurs*	16

المصدر : من اعداد الطالبين بالاعتماد على دفتر الشروط

2- تخطيط المشروع باستخدام الطريقة الضبابية

2- 1 المعلومات المتوفرة حول المشروع : نفترض ان المعلومات الوحيدة عن المشروع تظهر في الجدول اسفله

الجدول رقم (02-03) : معلومات أخرى حول المشروع

رقم النشاط	اسم النشاط	النشاط السابق	زمن النشاط	تكلفة النشاط
1	*Etude technique d'exécution*	-	؟؟؟	؟؟؟
2	*Terrassement de la trémie*	1	؟؟؟	؟؟؟
3	*Béton de propreté et de remplissage*	13	؟؟؟	؟؟؟
4	*Béton pour éléments préfabriqués*	6	؟؟؟	؟؟؟
5	*Béton pour radiers*	6	؟؟؟	؟؟؟
6	*Transport et pose des éléments préfabriqués*	3	؟؟؟	؟؟؟
7	*Badigeonnage des parties enterrées*	4،5	؟؟؟	؟؟؟
8	*Traitement des joints*	4،5	؟؟؟	؟؟؟
9	*Fourniture et pose de corniches préfabriquées*	8	؟؟؟	؟؟؟
10	*Fourniture et pose de garde corps métallique*	8	؟؟؟	؟؟؟
11	*Traitement des surfaces*	9،10	؟؟؟	؟؟؟
12	*Etanchéité*	11	؟؟؟	؟؟؟
13	*Assainissement*	2	؟؟؟	؟؟؟
14	*Eclairage intérieur de la trémie*	12	؟؟؟	؟؟؟
15	*Etude technique d'exécution de parking*	1	؟؟؟	؟؟؟
16	*Eléments porteurs*	15،13	؟؟؟	؟؟؟
17	*Eléments non porteurs*	16	؟؟؟	؟؟؟

المصدر : من اعداد الطالبين في ظل البيانات المتوفرة

✧مدة تنفيذ المشروع : ؟؟؟؟؟ ✧ تكلفة المشروع : ؟؟؟؟

2- 2 اعداد شبكة بيرت الضبابية

2 – 2 – 1 عملية الحصول على التقديرات الزمنية للأنشطة وتكاليفها : بعد القيام بتحديد قائمة الأنشطة و التعريف بالعلاقات بينها كمرحلة مبدئية ،تأتي مرحلة وضع تقدير زمني لكل نشاط وتقدير تكلف إنجازه على النحو التالي:

لأجل صياغة ووضع التقديرات الزمنية والتكاليف الكلية لكل نشاط على شكل عدد ضبابي شبه منحرف و بالاعتماد على أسلوب دالفي الضبابي كما سبق الذكر تم الاستعانة بثلاث خبراء سيقومون بوضع تقديرات للأزمنة والتكاليف كل حسب خبرته المهنية و طريقة تقيمه لها ، هؤلاء الخبراء معرفون بالجزء المتعلق بالدراسة لسيرتهم الذاتية الموضحة اسفله :

الخبير رقم (01) :

- حامل لشهادة مهندس تخصص هندسة الطرائق
- مالك لمؤسسة متوسطة للمقاولتية تنشط منذ اربع سنوات على مستوى ولاية سعيدة
- قدرة جيدة في إدارة المشاريع السكنية و انجاز مشاريع المؤسسات التربوية والتهيئة العمرانية

الخبير رقم (02) :

- متحصل على شهادة مهندس هندسة مدنية
- مالك لمكتب دراسات ولاية سعيدة
- خبرة مهنية بأكثر من ستة سنوات في دراسة مشاريع البناء

الخبيرة رقم (03) :

- متحصلة على شهادة مهندس دولة في الهندسة المعمارية
- موظفة في مكتب تنمية المنشئات القاعدية بمديرية الاشغال العمومية ولاية سعيدة
- خبرة مهنية بأربع سنوات في متابعة سير المشاريع لصالح المؤسسة المالكة (DTPS)

بعد تعريف الخبراء بالمشروع وإمدادهم بالمعلومات المتوفرة قمنا بتقديم طلب لوضع التقديرات و بعد قيامنا بإيضاح إشكالية المذكرة و شرح الفكرة من هذه الطريقة حيث لبوا الطلب وقدموا التقديرات الزمنية التالية لكل نشاط [*] :

---

*ملاحظة : *مصادر كل الجداول اسفله من اعداد الطالبين بالاعتماد على القيم المقدرة من طرف الخبراء

* الوحدة الزمنية المستخدمة في عملية تقدير ازمنة الأنشطة هي : شهر (30 يوم)

* تقريب قيم متوسط التقديرات لأقرب وحدة

الجدول رقم (02- 04) : متوسط تقديرات الخبراء للنشاط

النشاط رقم (01): Etude Technique d'exécution de la trémie

رقم المعادلة	التقديرات			النشاط	الخبراء
(33)	A4	A3	A2	A1	A_i	Exp_i
	3	2	1	0.5	A_1	E1
	4	3	2	1.5	A_2	E2
	6	4	3	2	A_3	E3
(34)	am4	am3	am2	Am1	Am	AVERAGE
	4	3	2	1	Am	قيمة المتوسط
(35)	am4-a4	am3-a3	am2-a2	Am1-a1	Aver - A_i	الانحراف عن المتوسط
	1	1	1	0.5	Aver - A_1	E1
	0	0	0	-0.5	Aver - A_2	E2
	-2	-1	-1	-1	Aver - A_3	E3

الجدول رقم (02- 05) : متوسط تقديرات الخبراء للنشاط

النشاط رقم (02): : Terrassement de la trémie

رقم المعادلة	التقديرات			النشاط	الخبراء
(33)	A4	A3	A2	A1	A_i	Exp_i
	5	4	2.5	1	A_1	E1
	6	5	3.5	2.5	A_2	E2
	7	5.5	4	3	A_3	E3
(34)	am4	am3	am2	Am1	Am	AVERAGE
	6	5	3	2	Am	قيمة المتوسط
(35)	am4-a4	am3-a3	am2-a2	Am1-a1	Aver - A_i	الانحراف عن المتوسط
	1	1	0.5	1	Aver - A_1	E1
	0	0	-0.5	-0.5	Aver - A_2	E2
	-1	-0.5	-1	-1	Aver - A_3	E3

الجدول رقم (02- 06) : متوسط تقديرات الخبراء للنشاط

النشاط رقم (03): Assainissement

رقم المعادلة	التقديرات			النشاط	الخبراء
(33)	A4	A3	A2	A1	A_i	Exp_i
	4	3	2	1	A_1	E1
	4	3.5	2	1.5	A_2	E2
	5	4	3	2	A_3	E3
(34)	am4	am3	am2	Am1	Am	AVERAGE
	4	3.5	2	1.5	Am	قيمة المتوسط
(35)	am4-a4	am3-a3	am2-a2	Am1-a1	Aver - A_i	الانحراف عن المتوسط
	0	0.5	0	0.5	Aver - A_1	E1
	0	0	0	0	Aver - A_2	E2
	-1	-0.5	-1	-0.5	Aver - A_3	E3

الجدول رقم (02- 07) : متوسط تقديرات الخبراء للنشاط

النشاط رقم (04): Béton de propreté et de remplissage

رقم المعادلة	التقديرات					الخبراء
(33)	A4	A3	A2	A1	A_i	Exp_i
	4	3	2	1	A_1	E1
	4.5	3.5	2.5	1.5	A_2	E2
	5	4	3	2	A_3	E3
(34)	am4	am3	am2	Am1	Am	AVERAGE
	4.5	3.5	2.5	1.5	Am	قيمة المتوسط
(35)	am4-a4	am3-a3	am2-a2	Am1-a1	Aver - A_i	الانحراف عن المتوسط
	0.5	0.5	0.5	0.5	Aver - A_1	E1
	0	0	0	0	Aver - A_2	E2
	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	Aver - A_3	E3

الجدول رقم (02- 08) : متوسط تقديرات الخبراء للنشاط

النشاط رقم (05): Béton pour éléments préfabriqués

رقم المعادلة	التقديرات					الخبراء
(33)	A4	A3	A2	A1	A_i	Exp_i
	4	2.5	1.5	0.5	A_1	E1
	4	3.5	2.5	1.5	A_2	E2
	5	4	3	2	A_3	E3
(34)	am4	am3	am2	Am1	Am	AVERAGE
	4	3	2	1	Am	قيمة المتوسط
(35)	am4-a4	am3-a3	am2-a2	Am1-a1	Aver - A_i	الانحراف عن المتوسط
	0	0.5	0.5	0.5	Aver - A_1	E1
	0	-0.5	-0.5	-0.5	Aver - A_2	E2
	-1	-1	-1	-1	Aver - A_3	E3

الجدول رقم (02- 09) : متوسط تقديرات الخبراء للنشاط

النشاط رقم (06): Béton pour radiers

رقم المعادلة	التقديرات					الخبراء
(33)	A4	A3	A2	A1	A_i	Exp_i
	4	2.5	1.5	1	A_1	E1
	4	3.5	2.5	1	A_2	E2
	5	4	3	2	A_3	E3
(34)	am4	am3	am2	Am1	Am	AVERAGE
	4	3	2	1	Am	قيمة المتوسط
(35)	am4-a4	am3-a3	am2-a2	Am1-a1	Aver - A_i	الانحراف عن المتوسط
	0	0.5	0.5	0	Aver - A_1	E1
	0	-0.5	-0.5	0	Aver - A_2	E2
	-1	-1	-1	-1	Aver - A_3	E3

الجدول رقم (02- 10) : متوسط تقديرات الخبراء للنشاط

النشاط رقم (07): : Transport et pose des éléments préfabriqués

رقم المعادلة	التقديرات					النشاط	الخبراء
(33)	A4	A3	A2	A1	A_i	A_i	Exp_i
	3.5	2	1	0.5	A_1	A_1	E1
	4	2.5	1.5	1	A_2	A_2	E2
	5	3	2	1.5	A_3	A_3	E3
(34)	am4	am3	am2	Am1	Am	AVERAGE	AVERAGE
	4	2.5	1.5	1	Am	Am	قيمة المتوسط
(35)	am4-a4	am3-a3	am2-a2	Am1-a1	Aver - A_i	Aver - A_i	الانحراف عن المتوسط
	0.5	0.5	0.5	0.5	Aver - A_1	Aver - A_1	E1
	0	0	0	0	Aver - A_2	Aver - A_2	E2
	-1	-0.5	-0.5	-0.5	Aver - A_3	Aver - A_3	E3

الجدول رقم (02- 11) : متوسط تقديرات الخبراء للنشاط

النشاط رقم (08): :Badigeonnage des parties enterrées

رقم المعادلة	التقديرات					النشاط	الخبراء
(33)	A4	A3	A2	A1	A_i	A_i	Exp_i
	3.5	2.5	1	0.5	A_1	A_1	E1
	4	3	2	1	A_2	A_2	E2
	5	3.5	3	2	A_3	A_3	E3
(34)	am4	am3	am2	Am1	Am	AVERAGE	AVERAGE
	4	3	2	1	Am	Am	قيمة المتوسط
(35)	am4-a4	am3-a3	am2-a2	Am1-a1	Aver - A_i	Aver - A_i	الانحراف عن المتوسط
	0.5	0.5	1	0.5	Aver - A_1	Aver - A_1	E1
	0	0	0	0	Aver - A_2	Aver - A_2	E2
	-1	-0.5	-1	-1	Aver - A_3	Aver - A_3	E3

الجدول رقم (02- 12) : متوسط تقديرات الخبراء للنشاط

النشاط رقم (09): : Traitement des joints

رقم المعادلة	التقديرات					النشاط	الخبراء
(33)	A4	A3	A2	A1	A_i	A_i	Exp_i
	4.5	3	1.5	1	A_1	A_1	E1
	5	4	2.5	1.5	A_2	A_2	E2
	6	5	3	2	A_3	A_3	E3
(34)	am4	am3	am2	Am1	Am	AVERAGE	AVERAGE
	5	4	2	1.5	Am	Am	قيمة المتوسط
(35)	am4-a4	am3-a3	am2-a2	Am1-a1	Aver - A_i	Aver - A_i	الانحراف عن المتوسط
	0.5	1	0.5	0.5	Aver - A_1	Aver - A_1	E1
	0	0	-0.5	0	Aver - A_2	Aver - A_2	E2
	-1	-1	-1	-0.5	Aver - A_3	Aver - A_3	E3

الجدول رقم (02- 13) : متوسط تقديرات الخبراء للنشاط

النشاط رقم (10): *Fourniture et pose de corniches préfabriquées :*

رقم المعادلة	التقديرات					الخبراء
(33)	A4	A3	A2	A1	A_i	Exp_i
	3	2	1	0.5	A_1	E1
	4	3	1.5	1	A_2	E2
	5	3.5	2.5	2	A_3	E3
(34)	am4	am3	am2	Am1	Am	AVERAGE
	4	3	2	1	Am	قيمة المتوسط
(35)	am4-a4	am3-a3	am2-a2	Am1-a1	Aver - A_i	الانحراف عن المتوسط
	1	1	1	0.5	Aver - A_1	E1
	0	0	0.5	0	Aver - A_2	E2
	-1	-0.5	-0.5	-1	Aver - A_3	E3

الجدول رقم (02- 14) : متوسط تقديرات الخبراء للنشاط

النشاط رقم (11): *Fourniture et pose de garde corps métallique :*

رقم المعادلة	التقديرات					الخبراء
(33)	A4	A3	A2	A1	A_i	Exp_i
	3	2.5	1.5	1	A_1	E1
	4.5	3.5	2	1.5	A_2	E2
	5.5	3.5	2.5	2	A_3	E3
(34)	am4	am3	am2	Am1	Am	AVERAGE
	4	3	2	1.5	Am	قيمة المتوسط
(35)	am4-a4	am3-a3	am2-a2	Am1-a1	Aver - A_i	الانحراف عن المتوسط
	1	0.5	0.5	0.5	Aver - A_1	E1
	-0.5	-0.5	0	0	Aver - A_2	E2
	-1.5	-0.5	-0.5	-1	Aver - A_3	E3

الجدول رقم (02- 15) : متوسط تقديرات الخبراء للنشاط

النشاط رقم (12): *Traitement des surfaces*

رقم المعادلة	التقديرات					الخبراء
(33)	A4	A3	A2	A1	A_i	Exp_i
	4	3	1.5	0.5	A_1	E1
	4	3	1.5	1	A_2	E2
	5	3.5	2.5	2	A_3	E3
(34)	am4	am3	am2	Am1	Am	AVERAGE
	4	3	2	1	Am	قيمة المتوسط
(35)	am4-a4	am3-a3	am2-a2	Am1-a1	Aver - A_i	الانحراف عن المتوسط
	0	0	0.5	0.5	Aver - A_1	E1
	0	0	0.5	0	Aver - A_2	E2
	-0.5	-0.5	-0.5	-1	Aver - A_3	E3

الجدول رقم (02- 16) : متوسط تقديرات الخبراء للنشاط

النشاط رقم (13): Etanchéité

رقم المعادلة	التقديرات				النشاط	الخبراء
(33)	A4	A3	A2	A1	A_i	Exp_i
	3.5	2.5	1.5	0.5	A_1	E1
	3.5	3.5	2.5	1	A_2	E2
	4	4.5	3.5	2	A_3	E3
(34)	am4	am3	am2	Am1	Am	AVERAGE
	4	3.5	2.5	1	Am	قيمة المتوسط
(35)	am4-a4	am3-a3	am2-a2	Am1-a1	Aver - A_i	الانحراف عن المتوسط
	0.5	1	1	0.5	Aver - A_1	E1
	0.5	0	0	0	Aver - A_2	E2
	0	-1	-1	-1	Aver - A_3	E3

الجدول رقم (02- 17) : متوسط تقديرات الخبراء للنشاط

النشاط رقم (14): Eclairage intérieur de la Trémie

رقم المعادلة	التقديرات				النشاط	الخبراء
(33)	A4	A3	A2	A1	A_i	Exp_i
	2	1.5	1	0.5	A_1	E1
	2.5	2	1.5	1	A_2	E2
	3	2.5	2	1.5	A_3	E3
(34)	am4	am3	am2	Am1	Am	AVERAGE
	2.5	2	1.5	1	Am	قيمة المتوسط
(35)	am4-a4	am3-a3	am2-a2	Am1-a1	Aver - A_i	الانحراف عن المتوسط
	0.5	0.5	0.5	0.5	Aver - A_1	E1
	0	0	0	0	Aver - A_2	E2
	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	Aver - A_3	E3

الجدول رقم (02- 18) : متوسط تقديرات الخبراء للنشاط

النشاط رقم (15): Etude Technique d'exécution de PARKING

رقم المعادلة	التقديرات				النشاط	الخبراء
(33)	A4	A3	A2	A1	A_i	Exp_i
	3	2.5	2	0.5	A_1	E1
	4	3.5	2.5	1.5	A_2	E2
	5	4	3	2.5	A_3	E3
(34)	am4	am3	am2	Am1	Am	AVERAGE
	4	3	2.5	1.5	Am	قيمة المتوسط
(35)	am4-a4	am3-a3	am2-a2	Am1-a1	Aver - A_i	الانحراف عن المتوسط
	1	0.5	0.5	0.5	Aver - A_1	E1
	0	-0.5	0	0	Aver - A_2	E2
	-1	-1	-0.5	-1	Aver - A_3	E3

الجدول رقم (02- 19) : متوسط تقديرات الخبراء للنشاط

النشاط رقم (16): ***Eléments porteurs***

الخبراء	النشاط				التقديرات	رقم المعادلة
Exp_i	A_i	A1	A2	A3	A4	(33)
E1	A_1	12	13	14	16	
E2	A_2	15	18	20	22	
E3	A_3	17	19	21	23	
AVERAGE	Am	Am1	am2	am3	am4	(34)
قيمة المتوسط	Am	15	17	18	20	
الانحراف عن المتوسط	Aver - A_i	Am1-a1	am2-a2	am3-a3	am4-a4	(35)
E1	Aver - A_1	3	4	4	4	
E2	Aver - A_2	0	-1	-2	-2	
E3	Aver - A_3	-2	-2	-3	-3	
Exp_i	B_i	b1	b2	b3	b4	(33)
E1	b_1	10	11	12	14	
E2	b_2	15	17	19	20	
E3	b_3	16	18	20	22	
AVERAGE	bm	bm1	bm2	bm3	bm4	(34)
قيمة المتوسط	bm	14	15	17	19	
الانحراف عن المتوسط	Aver - b_i	bm1-b1	bm2-b2	bm3-b3	bm4-b4	(35)
E1	Aver - b_1	4	4	5	5	
E2	Aver - b_2	-1	-2	-2	-1	
E3	Aver - b_3	-2	-3	-3	-3	
Exp_i	C_i	c1	c2	c3	c4	(33)
E1	c_1	8	9	11	14	
E2	c_2	9	11	13	15	
E3	c_3	11	13	15	17	
AVERAGE	cm	cm1	cm2	cm3	cm4	(34)
قيمة المتوسط	cm	9	11	13	15	
الانحراف عن المتوسط	Aver - c_i	cm1-c1	cm2-c2	cm3-c3	cm4-c4	(35)
E1	Aver - c_1	1	2	2	1	
E2	Aver - c_2	0	0	0	0	
E3	Aver - c_3	-2	-2	-2	-2	
Exp_i	D_i	d1	d2	d3	d4	(33)
E1	d_1	7	9	11	13	
E2	d_2	8	11	13	15	
E3	d_3	10	12	14	14.5	
AVERAGE	dm	dm1	dm2	dm3	dm4	(34)
قيمة المتوسط	dm	8	11	13	14	
الانحراف عن المتوسط	Aver - d_i	dm1-d1	dm2-d2	dm3-d3	dm4-d4	(35)
E1	Aver - d_1	1	2	2	1	
E2	Aver - d_2	0	0	0	0.5	
E3	Aver - d_3	-2	-1	-1	-0.5	

الجدول رقم (02- 20) : متوسط تقديرات الخبراء للنشاط

***Eléments non porteurs:(17)* النشاط رقم**

رقم المعادلة	التقديرات					الخبراء
(33)	A4	A3	A2	A1	A_i	Exp_i
	3	2	1.5	1	A_1	E1
	4	3	2	1.5	A_2	E2
	5.5	4	3	2	A_3	E3
(34)	am4	am3	am2	Am1	Am	AVERAGE
	4	3	2	1.5	Am	قيمة المتوسط
(35)	am4-a4	am3-a3	am2-a2	Am1-a1	Aver - A_i	الانحراف عن المتوسط
	1	1	0.5	0.5	Aver - A_1	E1
	0	0	0	0	Aver - A_2	E2
	-1.5	-1	-1	-0.5	Aver - A_3	E3

*التعليق على النتائج :

ان قراءة سريعة لعملية الحصول على التقديرات الزمنية للأنشطة من خلال الجداول السبعة عشر تبين بنسبة كبيرة توجه الخبراء أي لوحظ ان الخبير رقم (01) يمكن اعتباره خبير متفائل بسب التقديرات المقدمة منه التي كانت دائما اصغر من تقديرات الخبيرين الاخريين بالإضافة الى عدم بعد التقديرات للنشاط الواحد عن بعضها البعض وقرب تقدير المعلمة الرابعة (d) لتقدير المجال بين المعلمتين (b ,c) في عدة أنشطة .

وكذلك يمكن تصنيف الخبير رقم (02) على انه خبير معتدل في تقديراته بالمقارنة مع الخبراء (01) و(03) حيث توسطت معظم القيم المقدرة من طرفه قيم الخبراء الباقين وذلك راجع ربما الى الخبرة المهنية الحائز عليها (ستة سنوات في دراسة مشاريع البناء) بالإضافة الى تردد وتكرر هذا النوع من الأنشطة على مكتبه بعدد كثير حيث يقوم الخبير بدراسة ما متوسطه (17) من المشاريع سنويا.

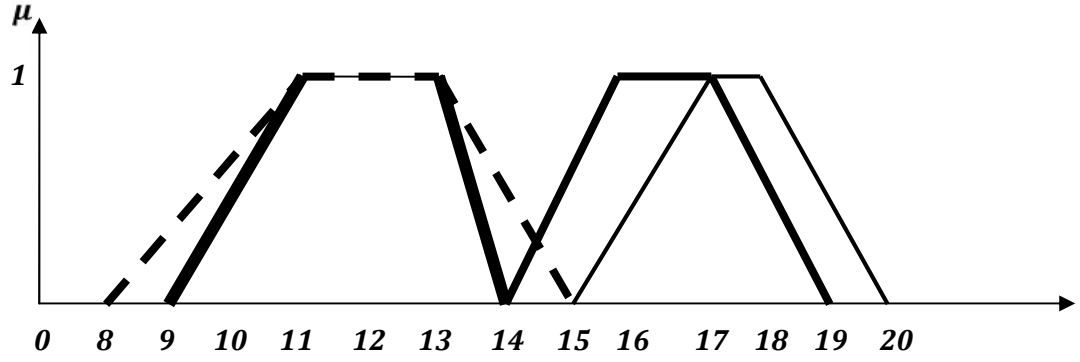
وفيما يتعلق بالخبيرة رقم (03) فقد قدمت تقديرات زمنية لأنشطة المشروع تميزت عن تقديرات الخبيرين الأول والثاني بأنها الاكبر و الاعلى مقارنة بهما وعليه يمكن مبدئيا ضمها الى مجموعة الخبراء المتشائمين مستدلين على ذلك بكون الخبير من جنس أنثى الذي لا يمتهن ميدان البناء والتعمير و الاشغال عمومية على الأرجح أو إما شغلها لمنصب إدري اكثر مما هو منصب عملي .

أما بخصوص القيم الأربعة المقدرة لكل نشاط (a_1,a_2,a_3,a_4) فقد تم حساب القيمة المتوسطة لكل معلمة من تقديرات الخبراء الثلاثة في كل نشاط على حدى و تتباين اعتمادية هذه المتوسطات في الدراسة بناءا على اختلافات قيم كل خبير المقاسة بدرجة انحرافها عن المتوسط حيث تفاوتت بين (-3, 05) في حالة واحدة فقط والمتمثلة في النشاط رقم (16) (***Eléments porteurs***) ومتفاوتة بين القيمتين (-2,2) في غالبية الأنشطة الاخرى فعلى سبيل المثال النشاط رقم (01) (***Etude Technique d'exécution de la trémie***) ذو المتوسط المساوي لـ (1,2,3,4) الذي اختلفت تقديرات الخبراء عنه في مجال محصور بين [-2,1] وكما اسلفنا الذكر فان العملية تتوقف عند الملاحظة الواضحة لقرب المتوسطات وبالرغم من عدم المرور الى حساب قيمة المتوسط الثاني لان مجال اختلاف اراء الخبراء يعتبر مقبول وحتى اذا ما تم المرور الى المرحلة الثانية فسنتحصل على نفس المتوسط تقريبا ، نفس الحالة تكررت مع الأنشطة المتبقية لأجل ذلك تم اعتماد المتوسط الناتج من الجولة الأولى للخبراء ويعود سبب قرب التقديرات الزمنية للخبراء من الجولة الأولى في حدود نظرنا الى :

- نسب عدم التأكد حول مدة كل نشاط لم تكن متباينة بصورة واسعة بين الخبراء
- القدرة المعرفية لكل خبير متقاربة نوعا ما
- طبيعة ونوعية الأنشطة لم تكن ذات درجة عالية جدا من الغموض والإبهام
- مدى تقلب المعلومات حول المشروع يميل الى المعرفة القطعية اكثر من الجهل التام

ان هذه الأسباب يمكن اسقاطها على كل أنشطة المشروع التي توقفت عملية التقدير من الجولة الأولى باستثناء النشاط رقم (16) (***Eléments porteurs***) الذي انعكست فيه الأسباب السابقة حيث تم ور بأربع جولات من التقدير للوصول الى افضل تقدير ممكن فقد تم الحصول على المتوسط الأول A= (15,17,18,20) إلا ان اختلافات تقدير كل خبير عن المتوسط كانت متفاوتة بدرجة كبيرة [-3 ,4] مما ستدعى القيام بجولة ثانية نتج عنها متوسط قدر بـ B=(14,15,17,19) وبفروق بين تقديرات كل خبير عن المتوسط تراوحت بين [-2,5] كان بالإمكان التوقف هنا لقرب المتوسطين إلا ان الخبير رقم (01) اختلف عن المتوسط بدرجة كبيرة مما استلزم المرور الجولة ثالثة تولد عنها متوسط قدر بـ C=(9,11,13,15) ولغرض حسم الامر والتأكد تم المرور الى الجولة الرابعة انتجت متوسط النشاط المقدر بـ D=(8,11,13,14) وهو الذي اعتمد عليه والشكل التالي يبن سير عملية التقدير للنشاط (***Eléments porteurs***).

الشكل رقم (02- 02) : القيم المتوسطة لتقديرات زمن النشاط ***Eléments porteurs***



المصدر من اعداد الطالبين

وعليه تصبح ازمنة تنفيذ أنشطة المشروع موضحة في الجدول اسفله :

الجدول رقم (02- 21) : نمذجة ازمنة تنفيذ المشروع

رقم النشاط	اختصار النشاط	زمن تنفيذ النشاط الضبابي	رقم النشاط	اختصار النشاط	زمن تنفيذ النشاط الضبابي
1	*ETUD1*	(1 ,2,3,4)	10	*FORN2*	(1.5,2,3,4)
2	*TERRA*	(2 ,3,5,6)	11	*TRSUR*	(1,2,3,4)
3	*BP*	(1.5,2.5,3.5,4.5)	12	*ETANCH*	(1,2.5,3.5,4)
4	*TRANS*	(1,1.5,2.5,4)	13	*ECLAIRA*	(1,1.5,2,2.5)
5	*BPEPR*	(1,2,3,4)	14	*ASSAISS*	(1.5,2,3.5,4)
6	*BPRA*	(1,2,3,4)	15	*ETUD2*	(1.5,2.5,3,4)
7	*BADIG*	(1,2,3,4)	16	*EPPOR*	(8,11,13,14)
8	*TRJOI*	(15.,2,4,5)	17	*ENPOR*	(1.5,2,3,4)
9	*FORN1*	(1,2,3,4)			

المصدر : من اعداد الطالبين بناءا على تقديرات الخبراء

يبين الجدول أعلاه ازمنة تنفيذ كل أنشطة المشروع السبعة عشر (17) المتحصل عليها من خلال الاستعانة بثلاثة خبراء في مجال المشروع حيث تم الاعتماد على هذه الأزمنة باعتبارها تدل عل متوسط تقديرات الخبراء لكل نشاط المكون من أربعة عناصر على شكل عدد ضبابي شبه منحرف (توفر جميع شروطه) .

وفيما يخص تقدير تكلفة كل نشاط فقد تم نمذجة الغموض المحيط بها بالاعتماد على محتوى وطبيعة النشاط من جهة و تقديرات الخبير رقم (01) من جهة أخرى حيث تم صياغتها على شكل عدد ضبابي شبه منحرف أيضا كما يلي :

الجدول رقم (02- 22) : التكاليف المقدرة لكل نشاط

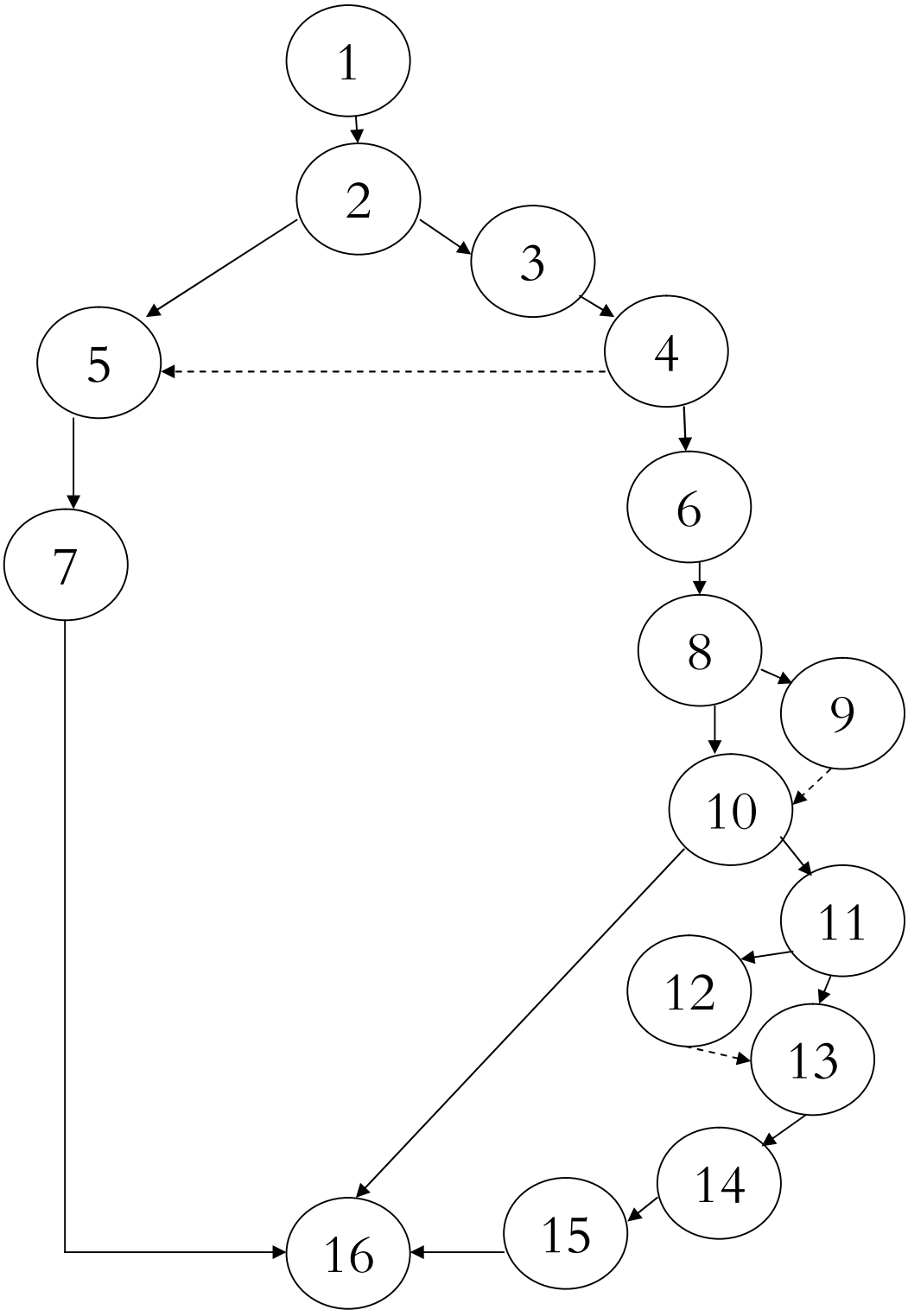
رقم النشاط	اسم النشاط	تكلفة النشاط
1	*Etude technique d'exécution*	$(18,20,28,34)*10^6$
2	*Terrassement de la trémie*	$(235\ ,240,245,250)\ *10^6$
3	*Béton de propreté et de remplissage*	$(10,15,20,25)\ *10^6$
4	*Béton pour éléments préfabriqués*	$(270,273,278,282)\ *10^6$
5	*Béton pour radiers*	
6	*Transport et pose des éléments préfabriqués*	$(13,13.5,15,17)\ *10^6$
7	*Badigeonnage des parties enterrées*	$(2.8,3,3.4,5)\ *10^6$
8	*Traitement des joints*	$(3,5,8,10)\ *10^6$
9	*Fourniture et pose de corniches préfabriquées*	$(4,5,9,12)\ *10^6$
10	*Fourniture et pose de garde corps métallique*	$(8,10,15,20)\ *10^6$
11	*Traitement des surfaces*	$(10,15,20,28)\ *10^6$
12	*Etanchéité*	$(2,4,8,10)\ *10^6$
13	*Assainissement*	$7,10,14,18)\ *10^6$
14	*Eclairage intérieur de la trémie*	$(14,18,24,29)\ *10^6$
15	*Etude technique d'exécution de parking*	$(11,16,22,30)\ *10^6$
16	*Eléments porteurs*	$(400,700,1000,1300)\ *10^6$
17	*Eléments non porteurs*	$(20,25,30,35)\ *10^6$
	MONTANT GLOBAL(flou)	$\mathbf{(1027.8,1372.5,1739.4,2080)\ *10^6}$

المصدر : من اعداد الطالبين

2 – 2 – 2 رسم شبكة العمل للمشروع

سوف يتم الاعتماد على شبكات الاعمال من نوع (AOA) في الرسم :

الشكل رقم (02- 03) : شبكة عمل للمشروع قيد الدراسة



المصدر : من اعداد الطالبين

يلاحظ من الشكل السابق شبكة العمل لمشروع انجاز ممر سفلي مزدوج وحظيرة سيارات والمتكون من سبعة عشر (17) نشاط" الأسهم " تتوزع على 16 حدث" العقد" وقد تم ترقيم الاحداث بإتباع قاعدة فولكيرسون بالإضافة الى ثلاثة أنشطة وهمية " الأسهم المتقطعة " لاحترام تسلسل الأنشطة . ونرمز لاسم النشاط بـ (i, j) / :

(1,2) : Etude Technique d'exécution de la trémie

(2,3): Terrassement de la trémie

(2,5): Etude Technique d'exécution de PARKING

(3,4): Assainissement

(5,7): Eléments porteurs

(4,6): Béton de propreté et de remplissage

(8,9): Béton pour éléments préfabriqués

(6,8): Transport et pose des éléments préfabriqués

(8,10): Béton pour radiers

(10,16): Badigeonnage des parties enterrées

(11,12): Fourniture et pose de corniches préfabriquées

(11,13): Fourniture et pose de garde corps métallique

(13,14): Traitement des surfaces

(7,16): Eléments non porteurs

(4,5) / (9,10) / (12,13) / (أنشطة وهمية)

(14,15): Etanchéité

(10,11): Traitement des joints

(15,16):) Eclairage

2 – 2 – 3 جدولة المشروع

باستخدام علاقة الحسابات الامامية المعادلة رقم(37) وعلاقة الحسابات الخلفية المعادلة رقم (40) نتحصل على الازمنة المبكرة والمتأخرة للأحداث ($\tilde{E}_i$) و ($\tilde{L}_i$) وفقا للجدول التالي :

الجدول رقم (02- 23) : نتائج حساب القيم ($\tilde{E}_i$) و ($\tilde{L}_i$)

الحدث (i)	$\tilde{E}_i$	$\tilde{L}_i$
1	(0,0,0,0)	(0,0,0,0)
2	(1,2,3,4)	(0.5,1,2.5,4)
3	(3,5,8,10)	(2.5,4,7.5,10)
4	(4.5,7,11.5,14)	(4,6,11,14)
5	(2.5,4.5,6,8)	(4,10,20,28)
6	(6,9.5,15,18.5)	(6,8.5,14.5,18.5)
7	(10.5,15.5,19,22)	(12.5 ,21,33,42)
8	(7,11,17.5,22.5)	(7,10.5,17,22.5)
9	(8,13,20.5,26.5)	(8,12.5,20.26.5)
10	(8,13,20.5,26.5)	(8,12.5,20.26.5)
11	(9.5,15,24.5,31.5)	(9.5,14.5,24,31.5)
12	(10.5,17,27.5,35.5)	(11,16.5,27,35.5)
13	(11,17,27.5,35.5)	(11,16.5,27,35.5)
14	(12,19,30.5,39.5)	(12,19,30.5,39.5)
15	(13,21.5,34,43.5)	(13,21.5,34,43.5)
16	(14,23,36,46)	(14,23,36,46)

المصدر : من اعداد الطالبين

وباستخدام المعادلات رقم (38) (39) (41) (42) نتحصل على ازمنة فعاليات المشروع كما هو موضح في الجدول الموالي :

الجدول رقم (02- 24) : نتائج حساب القيم ($\tilde{FES}_{ij}$) ، ($\tilde{FEF}_{ij}$) ، ($\tilde{FLS}_{ij}$)، ($\tilde{FLF}_{ij}$)

النشاط (i,j)	$\tilde{FES}_{ij}$	$\tilde{FEF}_{ij}$	$\tilde{FLS}_{ij}$	$\tilde{FLF}_{ij}$
(1,2)	(0,0,0,0)	(1,2,3,4)	(0,0,0,0)	(0.5,1,2.5,4)
(2,3)	(1,2,3,4)	(3,5,8,10)	(0.5,1,2.5,4)	(2.5,4,7.5,10)
(2,5)	(1,2,3,4)	(2.5,4.5,6,8)	(3,8,17,20)	(4,10,20,28)
(3,4)	(3,5,8,10)	(4.5,7,11.5,14)	(2.5,4,7.5,10)	(4,6,11,14)
(4,6)	(4.5,7,11.5,14)	(6,9.5,15,18.5)	(4.5,6,11,14)	(6,8.5,14.5,18.5)
(5,7)	(2.5,4.5,6,8)	(10.5,15.5,19,22)	(4.5,10,20,28)	(12.5 ,21,33,42)
(6,8)	(6,9.5,15,18.5)	(7,11,17.5,22.5)	(6,9,14.5,18.5)	(7,10.5,17,22.5)
(8,9)	(7,11,17.5,22.5)	(8,13,20.5,26.5)	(7,10.5,17,22.5)	(8,12.5,20,26.5)
(8,10)	(7,11,17.5,22.5)	(8,13,20.5,26.5)	(7,10.5,17,22.5)	(8,12.5,20,.26.5)
(10,11)	(8,13,20.5,26.5)	(9.5,15,24.5,31.5)	(8,12.5,20,26.5)	(9.5,14.5,24,31.5)
(10,16)	(8,13,20.5,26.5)	(9,15,23.5,30.5)	(13,21,33,42)	(14,23,36,46)
(11,12)	(10,15,24.5,31.5)	(11,17,27.5,35.5)	(10,14.5,24,31.5)	(11,16.5,27,35.5)
(11,13)	(10,15,24.5,31.5)	(11.5,17,27.5,35.5)	(9.5,14.5,24,31.5)	(11,16.5,27,35.5)
(13,14)	(11,17,27.5,35.5)	(12,19,30.5,39.5)	(10,14.5,27.5,35.5)	(12,19,30.5,39.5)
(14,15)	(12,19,30.5,39.5)	(13,21.5,34,43.5)	(12,19,30.5,39.5)	(13,21.5,34,43.5)
(15,16)	(13,21.5,34,43.5)	(14,23,35,46)	(13,21.5,34,43.5)	(14,23,36,46)
(7,16)	(10.5,15.5,19,22)	(11.5,17.5,22,26)	(13,21,33,42)	(14,23,36,46)

المصدر : من اعداد الطالبين

وباستعمال المعادلة رقم (43) والمعادلة رقم (44) نجد قيم الهامش الكلي والهامش الحر لكل نشاط كما يبن الجدول التالي :

الجدول رقم (02- 25) : نتائج حساب القيم ($\widetilde{TF}_{ij}$) و ($\widetilde{FF}_{ij}$)

النشاط (i,j)	$\widetilde{TF}_{ij}$	$\widetilde{FF}_{ij}$
(1,2)	(0,0,0,0)	(0,0,0,0)
(2,3)	(0,0,0,0)	(0,0,00)
(2,5)	(1.5,5.5,14.20)	(0,0,00)
(3,4)	(0,0,0,0)	(0,0,00)
(4,6)	(0,0,0,0)	(0,0,00)
(5,7)	(2,5.5,14,20)	(0,0,00)
(6,8)	(0,0,0,0)	(0,0,00)
(8,9)	(0,0,0,0)	(0,0,00)
(8,10)	(0,0,0,0)	(0,0,00)
(10,11)	(0,0,0,0)	(0,0,00)
(10,16)	(5,8,12.5,15.5)	(5,8,12.5,16.5)
(11,12)	(0,0,0,0)	(0,0,00)
(11,13)	(0,0,0,0)	(0,0,00)
(13,14)	(0,0,0,0)	(0,0,00)
(14,15)	(0,0,0,0)	(0,0,00)
(15,16)	(0,0,0,0)	(0,0,00)
(7,16)	(3,5.5,14,20)	(2.5,5.5,14,20)

المصدر : من اعداد الطالبين

إيجاد المسار الحرج لشبكة المشروع :

الجدول رقم (02- 26) : المسارات الممكنة في شبكة المشروع

المسار (pk)	أنشطة المسار	طول المسار
(01)	1-2-3-4-6-8-10-11-13-14-15-16	(13.5,23,36,45.5)
(02)	1-2-3-4-6-8-9-10-11-13-14-15-16	(13.5,23,36,46)
(03)	1-2-3-4-6-8-10-11-12-13-14-15-16	(12.5,21,33,41)
(04)	1-2-3-4-6-8-9-10-11-12-13-14-15-16	(14,23,36,46)
(05)	1-2-3-4-6-8-9-10-16	(8.5,14.5,23,30)
(06)	1-2-3-4-6-8-10-16	(7.5,12.5,20,26)
(07)	1-2-3-4-5-7-16	(14,20,26.5,32)
(08)	1-2-5-7-16	(12,17.5,22,26)

المصدر : من اعداد الطالبين

يمكن تحديد المسار الحرج اعتمادا على :

*بالاعتماد على الهامش الكلي($\widetilde{TF}_{ij}$) لأنشطة المشروع بمعنى : عندما يساوي الهامش الكلي للنشاط (0) يعتبر هذا النشاط نشاطا حرجا ومجموعة الأنشطة الحرجة تكون المسار الحرج للمشروع وبالنظر الى الى قيم ($\widetilde{TF}_{ij}$) في الجدول رقم (02-25) نجد ان الأنشطة ذات الهامش الكلي المعدوم هي :

(1,2) (2,3) (3,4) (4,6) (6,8) (8,9) (9 ,10) (10 ,11) (11 ,12) (12,13) (13 ,14) (14, 15) (15,16) مشكلة للمسار الحرج:

1-2-3-4-6-8-9-10-11-12-13-14-15-16

*بالاعتماد على المسارات الممكنة في الشبكة بمعنى : ان ترتيب المسارات المكنة في الشبكة كما يبرز الجدول السابق عشوائي ، لذا وجب ترتيبها ، وسوف ينتج عن عملية الترتيب تحديد المسار الأطول (*the longest*)، هذا الأخير يعرف في شبكات الاعمال على انه المسار الحرج للمشروع وفي حالة شبكة العمل الضبابية للمشروع قيد الدراسة فهو يمثل المسار الحرج الضبابي(*Fuzzy critical path*) والذي يعكس الزمن الضبابي الأدنى لمدة تنفيذ المشروع (*the minimum fuzzy project duration.*)

من خلال تطبيق المعادلة رقم (45) لترتيب الاعداد الضبابية الشبه منحرفة نتحصل على النتائج التالية :

$$R\left(p_1\right) = 29.5$$

$$R\left(p_2\right) = 29.58$$

$$R\left(p_3\right) = 26.9$$

$$R\left(p_4\right) = 32$$

$$R\left(p_5\right) = 18.91$$

$$R\left(p_6\right) = 16.41$$

$$R\left(p_7\right) = 23.16$$

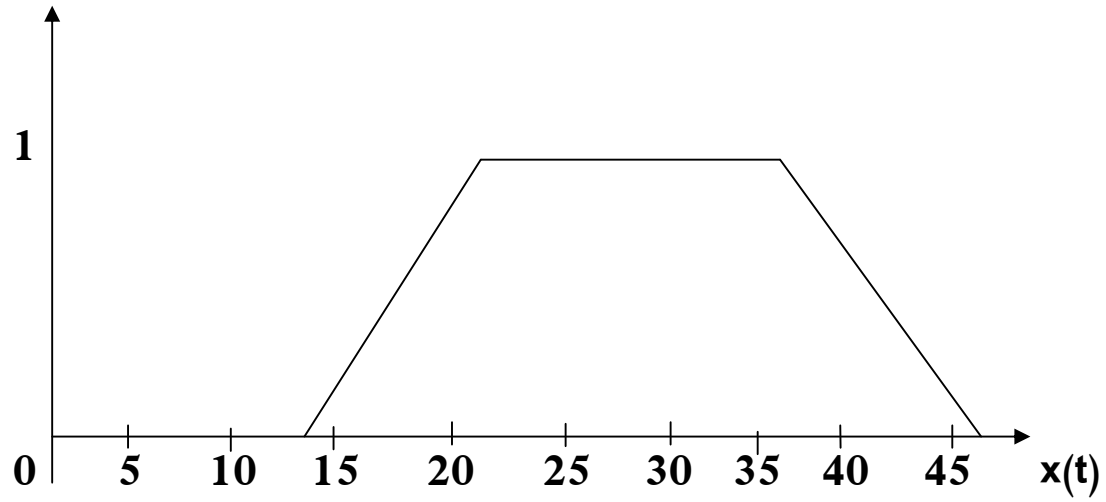
$$R\left(p_8\right) = 19.5$$

بما ان : $R\left(p_4\right) > R\left(p_2\right)$ فان العدد الضبابي (14,23,36,46) اكبر من العدد الضبابي (13.5,23,36,46) بالتالي المسار الأطول هو المسار رقم (04) أي المسار الحرج الضبابي والمتكون من الأنشطة الحرجة الواقعة بين الاحداث الاتية (16-15-14-13-12-11-10-9-8-6-4-3-2-1) اذن مدة تنفيذ المشروع هي :(14,23,36,46) وتكلفته هي مجموع تكاليف الأنشطة أي ((1027.8,1372.5,1739.4,2080) *10^6).

2 – 2 – 4 التمثيل البياني لزمن تنفيذ المشروع وميزانيته الاجمالية

$\mu_{\tilde{A}}(x)$

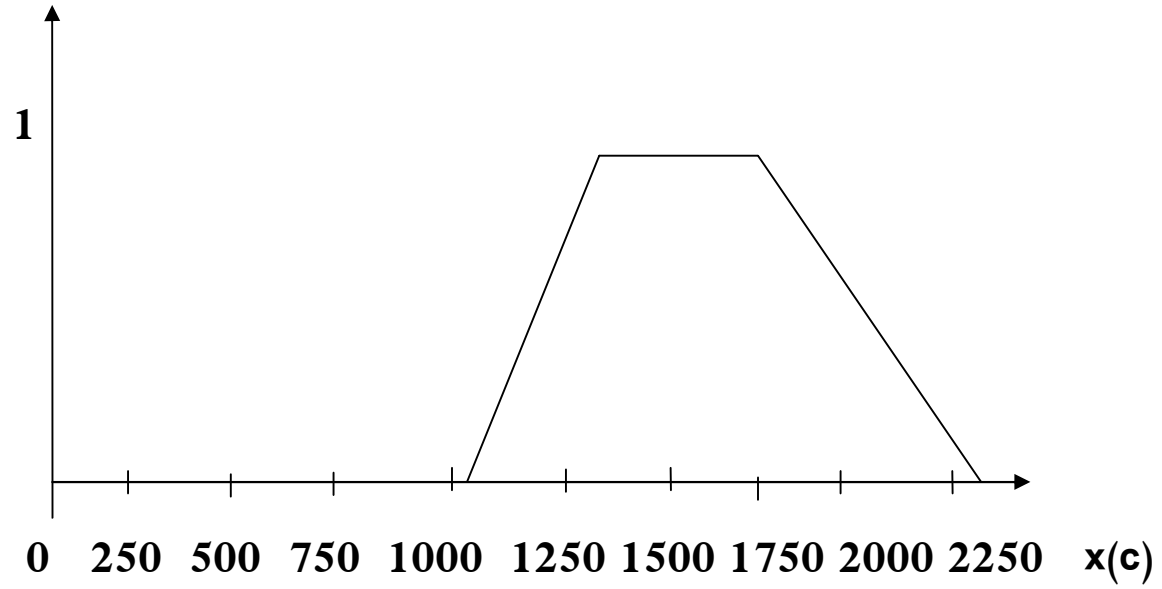
الشكل رقم (02- 04) : الزمن الضبابي لانجاز المشروع



المصدر: من اعداد الطالبين

$\mu_{\tilde{A}}(x)$

الشكل رقم (02- 05) : تكلفة انجاز المشروع



المصدر: من اعداد الطالبين

3- تخطيط المشروع باستخدام الطريقة الاعتيادية

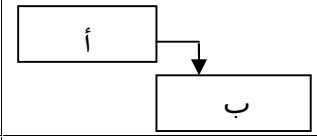
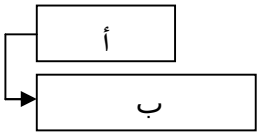
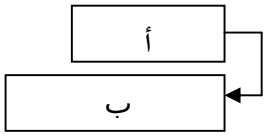
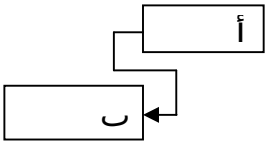
3- 1 نقصد بالطريقة الاعتيادية

ان تطبيق الطريقة الاعتيادية في تخطيط المشاريع يكون فعالا في حالة توفر كامل المعلومات حول المشروع أي معرفة الزمن المستغرق لكل نشاط والتكلفة المرفقة به و أي معلومة مرتبطة به وأكثر هذه الطرق استعمالا هو مخطط جانت ويتم التخطيط وفقا لهذه الطريقة باستعمال البرمجيات الجاهزة المساعدة على تسير المشروع والتي نذكر منها (Project libre, GanttProject, Projet2'I'eam Delivery Manager, Primavera, MS Project)

لتطبيق الطريقة في الدراسة وقع اختيارنا على برنامج (MS Project) حيث يتطلب البرنامج مجموعة من البيانات كمدخلات التي تكون في الغالب تدور حول :

تاريخ انطلاق تنفيذ المشروع او تاريخ الانهاء ، ازمنة تنفيذ كل نشاط مقاسة بوحدة زمنية معينة ، تكلفة انجاز كل نشاط ، الأنشطة المكونة للمشروع ، العلاقات بينها و التسلسل المنطقي بين الأنشطة حيث نميز بين اربع أنواع علاقات تسلسل لربط نشاط ما بنشاط اخر كما يبين الشكل التالي :

الشكل رقم (02- 06) : أنواع علاقات الربط لتسلسل الأنشطة

شرح العلاقة	التمثيل البياني	نوع علاقة الربط التسلسلي
النشاط اللاحق (أ) لا يمكن البدء فيه قبل انتهاء النشاط السابق له (ب)		Fin a début (FD) الانتهاء للبدء
النشاط اللاحق (ب) لا يمكن البدء فيه قبل البدء في النشاط السابق (أ)		Début a début (DD) البدء للبدء
النشاط اللاحق (ب) لا يكتمل قبل الانتهاء من النشاط السابق (أ)		Fin a fin (FF) الانتهاء للانتهاء
النشاط اللاحق (ب) لا يمكن اكماله قبل عدم بدء النشاط السابق (أ)		Début a fin (DF) البدء للانتهاء

:

يحتاج البرنامج الى امداده بتاريخ بدء انجاز المشروع او تاريخ الإنهاء وقد تم تحديد تاريخ 2015/06/01 كتاريخ بدء للمشروع

الجدول رقم(02- 27) : البيانات المدخلة في برنامج (MSP)

Nom de la tâche	Durée	Début	Fin	Prédécesseurs
Start	0 mois	Lun 01/06/15	Lun 01/06/15	
Etude technique d'exécution TR	2 mois	Lun 01/06/15	Mar 04/08/15	1DD
Terrassement de la trémie	4 mois	Mar 04/08/15	Dim 13/12/15	2
Béton de propreté et de remplissage	2 mois	Jeu 03/03/16	Dim 08/05/16	14
Béton pour éléments préfabriqués	2,5 mois	Mar 12/07/16	Dim 02/10/16	7
Béton pour radiers	2,5 mois	Mar 12/07/16	Dim 02/10/16	7;5FF
Transport et pose des éléments préfabriqués	2 mois	Lun 09/05/16	Mar 12/07/16	4
Badigeonnage des parties enterrées	2 mois	Lun 03/10/16	Mar 06/12/16	5;6
Traitement des joints	2,5 mois	Lun 03/10/16	Jeu 22/12/16	5;6
Fourniture et pose de corniches préfabriquées	2 mois	Jeu 22/12/16	Dim 26/02/17	9
Fourniture et pose de garde corps métallique	2 mois	Jeu 22/12/16	Dim 26/02/17	9;10FF
Traitement des surfaces	2 mois	Lun 27/02/17	Mar 02/05/17	10;11
Etanchéité	2 mois	Mar 02/05/17	Jeu 06/07/17	12
Assainissement	2,5 mois	Lun 14/12/15	Jeu 03/03/16	3
Eclairage intérieur de la trémie	1,5 mois	Jeu 06/07/17	Jeu 24/08/17	13
Etude technique d'exécution de PR	2 mois	Mar 04/08/15	Jeu 08/10/15	2
Eléments porteurs	12 mois	Jeu 03/03/16	Jeu 30/03/17	16;14
Eléments non porteurs+Finitions	2 mois	Jeu 30/03/17	Dim 04/06/17	17
End	0 mois	Jeu 24/08/17	Jeu 24/08/17	15FF

الشطط السابق رقم 07 وعلاقة (FF) مع الشطط 05

تاريخ بدء الشطط

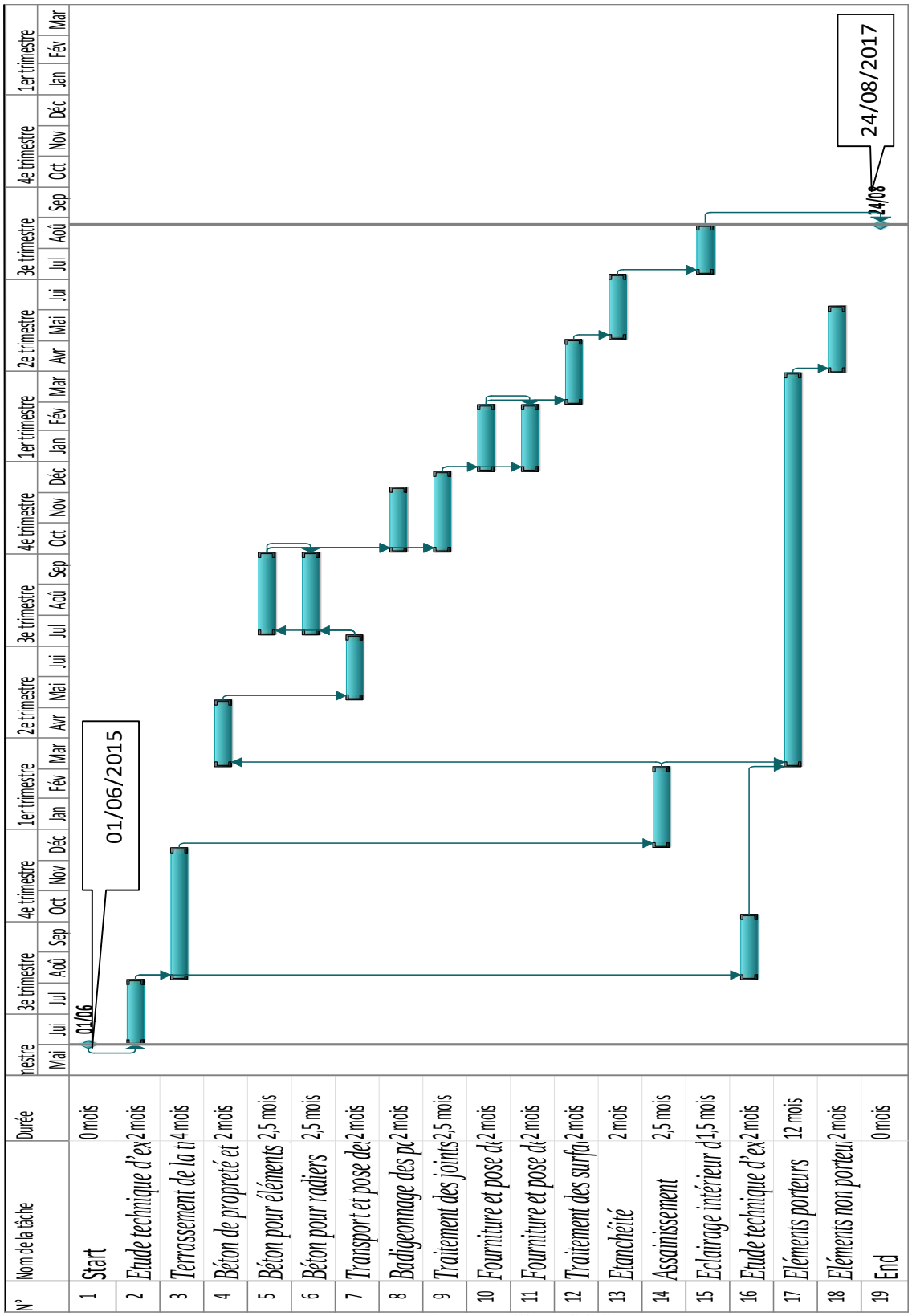
مدة الشطط شهرين

تاريخ نهاية الشطط

المصدر : من اعداد الطالبين بالاعتماد على واجهة برنامج (MSP)

تتيح واجهة البرنامج (اليسرى) التعريف بأنشطة المشروع و المتكونة من سبعة عشر نشاط في حالتنا بالإضافة الى نشاطين معدومين الزمن للدلالة على انطلاق المشروع ونهايته فقط وتسمح الواجهة أيضا بمعرفة مدة تنفيذ كل النشاط وتاريخ انتهائه وبدايته وعلاقة كل نشاط من المشروع بالأنشطة الأخرى.

الشكل قم (02- 07) : مخطط جانت للمشروع قيد الدراسة



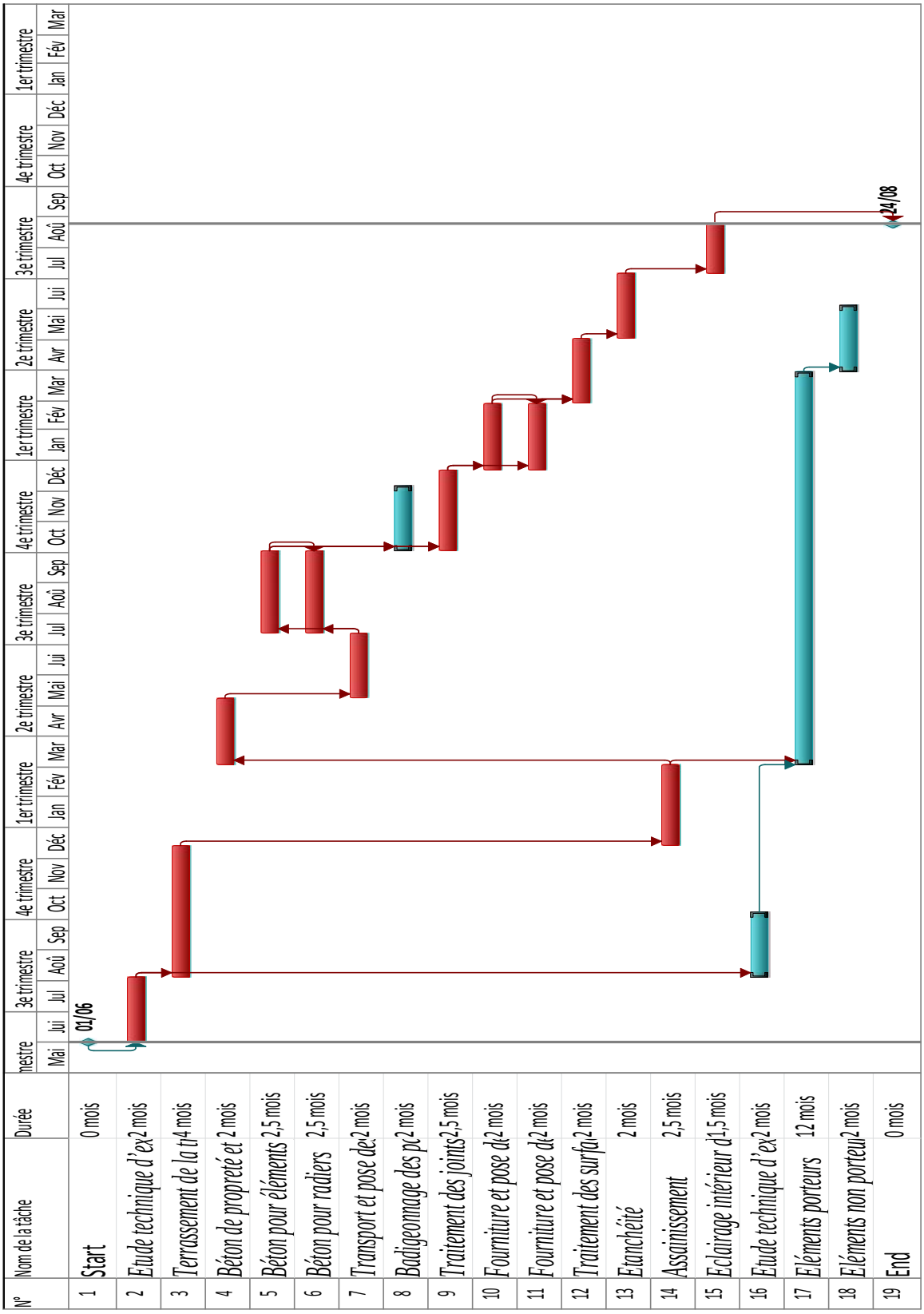
المصدر : من اعداد الطالبين بالاعتماد على مخرجات برنامج (MSP)

الجدول رقم (02- 28) : ميزانية المشروع

Nom de la tâche	Durée	Début	Fin	Coût budgétaire
ETUDE ET REALISATION D'UNE TREMIE ET D'UN PARKING SUR OUED EL OUKRIF	500 jours	Lun 01/06/15	Jeu 24/08/17	1 460 060 000,00 د.ج
Les frais d'étude technique d'exécution TR		NC	NC	25 000 000,00 د.ج
Travaux (Terrassement)		NC	NC	243 000 000,00 د.ج
Travaux (Assainissement)		NC	NC	12 000 000,00 د.ج
Travaux(Béton de propreté et de remplissage)		NC	NC	15 750 000,00 د.ج
Travaux(Transport)		NC	NC	13 800 000,00 د.ج
Travaux(Béton pour radiers et éléments p)		NC	NC	275 900 000,00 د.ج
Travaux(Badigeonnage)		NC	NC	3 360 000,00 د.ج
Travaux(Traitement des joints)		NC	NC	6 000 000,00 د.ج
Travaux(Fourniture et pose de corniches)		NC	NC	5 600 000,00 د.ج
Travaux(Fourniture et pose de garde corps)		NC	NC	14 000 000,00 د.ج
Travaux(Traitement des surfaces)		NC	NC	18 750 000,00 د.ج
Travaux(Etanchéité et Eclairage intérieur)		NC	NC	25 000 000,00 د.ج
Les frais d'étude technique d'exécution PR		NC	NC	20 000 000,00 د.ج
Travaux(Eléments porteurs)		NC	NC	752 400 000,00 د.ج
Travaux(Eléments non porteurs)		NC	NC	29 500 000,00 د.ج

المصدر : من اعداد الطلبة بالاعتماد على مخرجات برنامج (MSP)

الشكل رقم (02- 08) : المسار الحرج للمشروع



المصدر : من اعداد الطالبين بالاعتماد على مخرجات برنامج (MSP)

الجدول رقم(02- 29) : الأوقات الفائضة (الهوامش) لأنشطة المشروع

Nom de la tâche	Marge totale	Marge libre	Durée
ETUDE ET REALISATION D'UNE TREMIE ET D'UN PARKING SUR OUED EL OUKRIF			**500 jours**
Start	**0 mois**	**0 mois**	**0 mois**
Etude technique d'exécution	**0 mois**	**0 mois**	**2 mois**
Terrassement de la trémie	**0 mois**	**0 mois**	**4 mois**
Béton de propreté et de remplissage	**0 mois**	**0 mois**	**2 mois**
Béton pour éléments préfabriqués	**0 mois**	**0 mois**	**2,5 mois**
Béton pour radiers	**0 mois**	**0 mois**	**2,5 mois**
Transport et pose des éléments préfabriqués	**0 mois**	**0 mois**	**2 mois**
Badigeonnage des parties enterrées	**8 mois**	**8 mois**	**2 mois**
Traitement des joints	**0 mois**	**0 mois**	**2,5 mois**
Fourniture et pose de corniches préfabriquées	**0 mois**	**0 mois**	**2 mois**
Fourniture et pose de garde corps métallique	**0 mois**	**0 mois**	**2 mois**
Traitement des surfaces	**0 mois**	**0 mois**	**2 mois**
Etanchéité	**0 mois**	**0 mois**	**2 mois**
Assainissement	**0 mois**	**0 mois**	**2,5 mois**
Eclairage intérieur de la trémie	**0 mois**	**0 mois**	**1,5 mois**
Etude technique d'exécution de parking	**7 mois**	**4,5 mois**	**2 mois**
Eléments porteurs	**2,5 mois**	**0 mois**	**12 mois**
Eléments non porteurs+Finitions	**2,5 mois**	**2,5 mois**	**2 mois**
End	**0 mois**	**0 mois**	**0 mois**

المصدر : من اعداد الطالبين بالاعتماد على مخرجات برنامج (MSP)

4- مناقشة النتائج

4- 1 مناقشة نتائج التخطيط وفقا للطريقة الضبابية

لقد ضم المشروع قيد الدراسة سبعة عشر نشاط وتعتبر هذه المعلومة الوحيدة عنه (الجدول رقم (02-01) لإضافة الى العلاقات بين انشطته (الجدول رقم(02-02) اما بقية المعلومات فكانت مبهمة و تتسم بعدم اليقين أي مدة تنفيذ كل نشاط وتكلفته (الجدول رقم (02-03) مما استلزم القيام بنمذجة هذه الظروف والحصول على تقديرات لأزمنة أنشطة المشروع وتكاليفها (الجدول رقم(02:-21:-22)

بعد عملية النمذجة و بعد رسم شبكة العمل للمشروع (شكل رقم (02-03) تم تطبيق الطريقة على أنشطة المشروع حيث اسفرت عن نتائج موضحة في الجداول رقم [02: (23) (24) (25) (26)] وتدل هذه النتائج على :

نتائج الجدول رقم (02- 23) : *

تدل على ازمنة الاحداث الستة عشر المبكرة والمتأخرة مع العلم ان زمن الحدث المبدئي (0،0،0،0) فمثلا كان الزمن المبكر لوقوع الحدث رقم (03) مساويا لـ(3,5,8,10) بمعنى ان الزمن المبكر لوقوع الحدث المتفائل هو ثلاثة اشهر والزمن الأكثر ترجيحا يتراوح بين خمسة اشهر الى غاية ثمانية اشهر والزمن المتشائم يقدر بعشرة اشهر وكان الزمن المتأخر للحدث رقم (03) مساويا لـ (2.5,4,7.5,10) بمعى ان الزمن المتأخر الأكثر تفاؤلا لوقوع الحدث يقدر بشهرين ونصف والزمن الأكثر توقعا يتفاوت بين أربعة اشهر الى سبعة اشهر ونصف والزمن الأكثر تشاؤما هو عشرة اشهر .

*نتائج الجدول رقم (02- 24) :

تشير الى ازمنة الفعاليات الضبابية الاربعة الأربعة أي البداية المتأخرة والمبكرة و النهاية المتأخرة والمبكرة فمثلا النشاط (6،8) (***Transport***) تقدر بدايته المبكرة بـ (6,9.5,15,18.5) مما يعني ان البداية المبكرة المتفائلة للنشاط (6،8) هي ستة اشهر والبداية المبكرة الأكثر ترجيحا تتراوح بين تسعة عشر شهر ونصف الى حدود الخمسة عشر شهرا والبداية المبكرة الضبابية الأكثر تشاؤما تقدر باثنين وعشرين شهرا ونصف ، كذلك الامر بالنسبة البداية المتأخرة الضبابية المقدرة بـ (7,11,17.5,22.5) ، النهاية المبكرة الضبابية المساوية لـ (6,9,14.5,18.5) و النهاية المتأخرة الضبابية للنشاط (***Transport***) التي تقدر بـ (7,10.5,17,22.5)

*نتائج الجدول رقم (02- 25) :

يعكس هذا الجدول الأوقات الفائضة لكل نشاط حيث نميز بين نوعين لهذه الأوقات ، الأول يشير الى الهامش الكلي الضبابي للنشاط ($\widetilde{TF}_{ij}$) والثاني الهامش الضبابي الحر ($\widetilde{FF}_{ij}$) فمثلا :

الهامش الكلي للنشاط (2،3) (***Terrassement***) يقدر بـ مما يعني (0،0،0،0) ان النشاط لا يملك فترة سماح تتيح تأخره عن موعده أي ان تأخر النشاط (***Terrassement***) يجب تجنبه من خلال الالتزام بانجازه وفق التواريخ المتفق عليها مع التأكيد على ان الأنشطة التي يساوي هامشها الكلي (0،0،0،0) اذا تأخرت سيتأخر المشروع بأكمله (أنشطة حرجة).

*نتائج الجدول رقم (02- 26) :

يوضح الجدول جميع المسارات الممكنة في المشروع وزمن تنفيذ كل مسار الذي هو عبارة عن مجموع ازمنة تنفيذ الأنشطة الواقعة عليه تسمح عملية تحديد المسارات الممكنة إيجاد المسار الحرج المعرف بالمسار الأطول حيث تم ايجاده بطريقتين :

- الطريقة الأولى بالاعتماد على مفهوم الهامش الكلي الضبابي لكل نشاط أي عندما يساوي الهامش الكلي للنشاط (0،0،0،0) يعتبر النشاط حرجا وبناء على الجدول رقم (02- 25) فان الأنشطة المعدومة الهامش هي :

(1,2) : Etude Technique d'exécution de la trémie (2,3): Terrassement

(14,15): Etanchéité (4,6): Béton de propreté (8,10): Béton pour radiers

(6,8): Transport et pose des éléments préfabriqués (3,4): Assainissement

(10,11): Traitement des joints (13,14): Traitement des surfaces

(15,16):) Eclairage (11,12): Fourniture et pose de corniches préfabriquées

(11,13): Fourniture et pose de garde corps métallique (8,9): Béton pour éléments préfabriqués.

تمثل هذه الأنشطة مجموعة الأنشطة الواقعة بين الاحداث (1-2-3-4-6-8-9-10-11-12-13-14-15-16) والتي تكون المسار الحرج للمشروع .

- قة الثانية بالاعتماد على ترتيب المسارات الممكنة حيث افضت عملية الترتيب الى ان المسار الأطول هو المسار الرابع (الجدول رقم (02- 26)) والمتكون من الأنشطة التالية :

(16-15-14-13-12-11-10-9-8-6-4-3-2-1) وهو يدل على ان المدة الضبابية الأقصر لانجاز المشروع تقدر بـ (14,23,36,46) بمعنى ان وقت تنفيذ المشروع هو بالتقريب يتراوح بين ثلاثة وعشرين (23) شهر الى غاية ستة وثلاثين (36) شهر .

*نتائج الشكل رقم (02- 04) :

تمثيل الزمن الضبابي لانجاز المشروع على معلم متعامد بحيث يمثل المحور الافقي (الفواصل) المدة الزمنية مقاسة بـ (ـــــا 5 اشهر) ويمثل المحور العمودي (التراتيب) درجات قيم دالة الانتماء في المجال [00 - 01]

*نتائج الشكل رقم (02- 05) :

تمثيل لميزانية المشروع على معلم متعامد أيضا وبنفس مبدأ المحور العمودي للتمثيل الأسبق وبتغير دلالة المحور الأفقي من المدة الزمنية الى التكلفة المالية مقاسة بـ [ـــــا $(10^{*6})(250)$] وحدة نقدية (دج) وأشار الشكل الى ان الميزانية اللازمة لتنفيذ المشروع بالتقريب تقدر بـ [$(10^{*6})(1372.5)$]كحد ادنى اكثر ترجيحا الى غاية حدود [$(10^{*6})(1739)$]كحد اعلى اكثر ترجيحا .

4- 2 مناقشة نتائج التخطيط وفقا للطريقة الاعتيادية

انطلاقا من نقطة معرفة مدة تنفيذ أنشطة المشروع قيد الدراسة وتكاليف إنجازها تم بدء عملية التخطيط للمشروع باستعمال احد البرامج المساعدة على تطبيق الطريقة (MSP) من خلال تحديد تاريخ انطلاق الاشغال في المشروع المزمع يوم 2015/06/01 وبعد تحديد أوقات العمل وضبط الرزنامة الزمنية تأتي عملية التعريف المشروع في بيئة البرنامج والتي تتجسد في مدة تنفيذ كل نشاط وعلاقات تسلسل (الشكل رقم (02- 05) الأنشطة فيما بينها كما هو موضح في الجدول رقم (02- 27) .

ان تواريخ البدء والانتهاء لكل نشاط يقوم البرنامج بحسابها أوتوماتيكيا بالاعتماد على مدتها والعلاقات بينها .

*نتائج الشكل رقم (02- 07) :

يبن الشكل مخطط غانت للمشروع حيث تم تمثيل كل نشاط من أنشطة المشروع السبعة عشر بواسطة مستطيل افقي يعكس طوله مدة تنفيذ كل نشاط فمثلا النشاط (*Etanchéité*) مدة تنفيذه (02 ،شهرين).

كما يوضح العلاقات التسلسلية بين الأنشطة فمثلا النشاط (*Terrassement*) لا يتم البدء فيه قبل إتمام النشاط (*Etude technique d'exécution TR*) أي العلاقة من نوع (FD) .

توجد علاقات أخرى بين الأنشطة مثل علاقة النشاط (*Béton pour éléments préfabriqués*) بالنشاط (*Béton pour radiers*) التي هي من نوع (FF) بمعنى ان النشاطين يتم تسليمهما في وقت واحد لاحظ التواريخ المحسوبة من طرف البرنامج فالتاريخ *Dim 02/10/16* هو تاريخ مشترك بين النشاطين السابقين .

يشير النشاط (Start) و النشاط (End) الى بداية المشروع ونهايته فقط لا غير ومدتها معدومة يطلق على هذا النوع من الأنشطة بمصطلح الحدث(هام) (Fr: Jalon) (En: milestone) وهي عبارة عن احداث توضح تقدم المشروع و أهمية وجودهم اكثر من أهمية مدتهم .

*نتائج الجدول رقم (02- 28) :

يلخص الجدول ميزانية المشروع حيث تم الوصول اليها من خلال عملية جمع الموارد المالية التي سوف يستهلكها كل نشاط ، ان المشروع قيد الدراسة يتطلب مجموعة من الموارد صنفت مباشرة كتكاليف لازمة لاداء الأنشطة فمثلا النشاط (*Traitement des surfaces*) يحتاج الى مجموعة الاعمال لانجازه و المسماة بأشغال : (*Travaux(Traitement des surfaces)*

ويبن الجدول أيضا مجموعة الاشغال اللازمة لانجاز المشروع متمثلة في المقابل المالي لإجراء الدراستين (النفق) و(الحظيرة) و تكلفة الاشغال المتعلقة بـ (*Terrassement ، Assainissement، Transport* .....)

مة التكاليف تعتبر قيم مقدرة بالاعتماد على وصف العمل لكل نشاط (بيانات مقدمة من طرف (*DTPS*) و الاستعانة بتقديرات الخبير رقم (01) و المعلومات المرتبطة بأنشطة المشاريع المشابهة .

تديد الميزانية الاجمالية للمشروع و ترك البرنامج يقوم بحسابها اوتوماتيكيا تم انشاء نشاط (*récapitulative*)

تحت اسم (*ETUDE ET REALISATION D'UNE TREMIE ET D'UN PARKING SUR OUED EL OUKRIF*)

ثم اختيار جميع الموارد السابقة كموارد لازمة لأدائها مما نتج عنه حساب تكلفة النشاط المنشئ وهو يدل على الميزانية الاجمالية للمشروع و المقدرة بـ (1 460 060 000 دج) .

*نتائج الشكل رقم (02- 08) :

يبرز الشكل السابق المسار الحرج لمخطط جانت للمشروع و المتمثل في الأنشطة ذات المستطيل ذو اللون الأحمر حيث يضم هذا المسار الأنشطة الواقعة عليه والمتمثلة في

(2) : *Etude Technique d'exécution de la trémie* (3): *Terrassement*

(13): *Etanchéité* (4): *Béton de propreté* (6): *Béton pour radiers*

(7): *Transport et pose des éléments préfabriqués* (14): *Assainissement*

(9): *Traitement des joints* (12): *Traitement des surfaces* (15): *Eclairage*

(10): *Fourniture et pose de corniches préfabriquées* (5): *Béton pour éléments préfabriqués* (11): *Fourniture et pose de garde corps métallique*

ومجموع أزمنة هذه الأنشطة يمثل زمن تنفيذ المشروع المقدر بـ (500 يوم) بدءا من تاريخ 2015/06/01 وصولا الى تاريخ التسليم في 2017/08/24

نتائج الجدول رقم (02- 29) :

يشير الجدول الى الأوقات الفائضة لكل نشاط أي الهامش الكلي والهامش الحر ويلاحظ ان كل الأنشطة معدومة الهامش بسبب علاقات التسلسل بينها (الشكل رقم 02-05) ماعدا هوامش الأنشطة التالية كانت موجبة :

النشاط (*Badigeonnage des parties enterrées*) هامش كلي يقدر بـ (8) اشهر وهامش حر يقدر بـ (8) اشهر

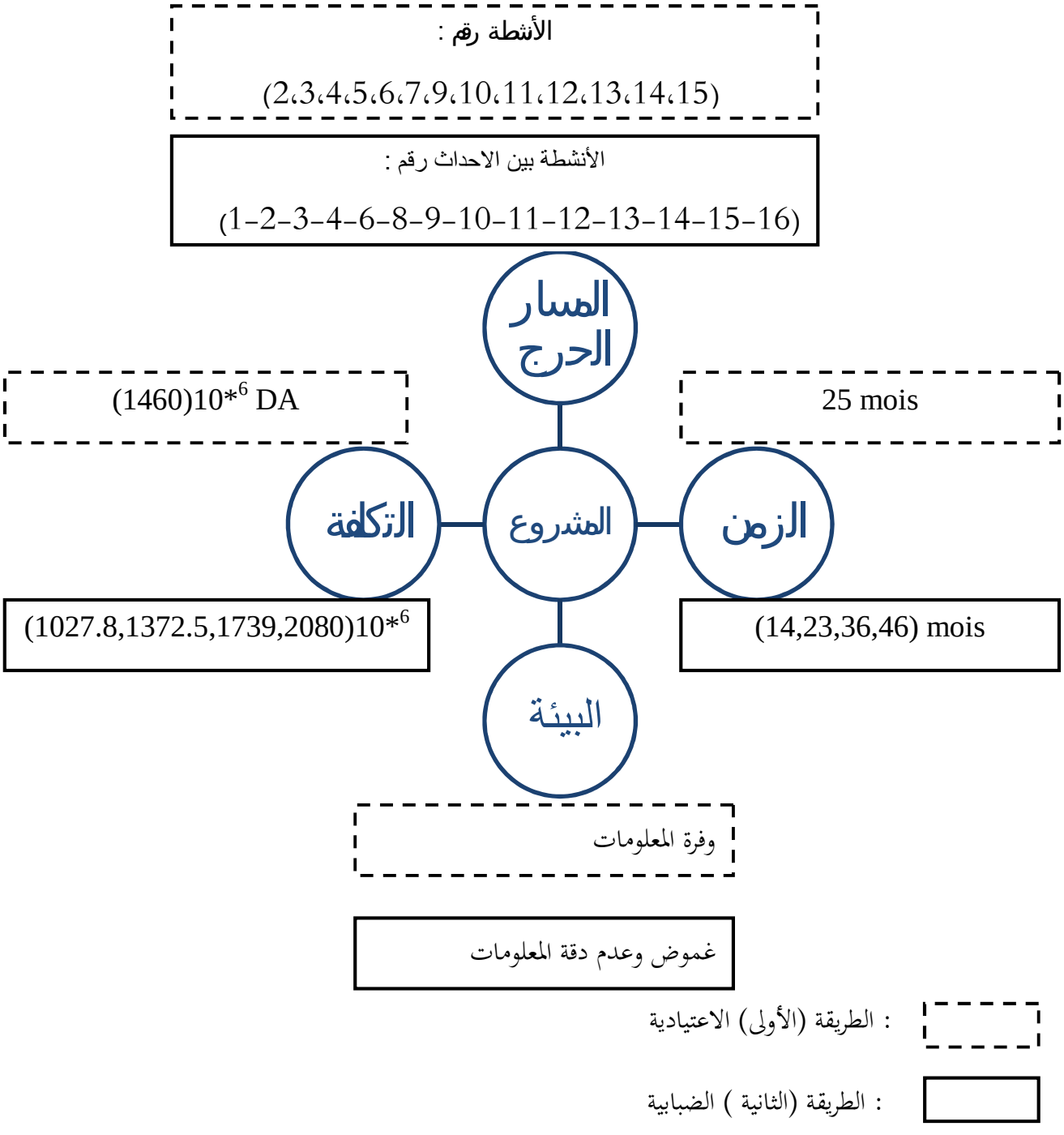
النشاط (*Etude technique d'exécution de parking*) هامش كلي يقدر بـ (7) اشهر وهامش حر يقدر بـ (4.5) اشهر

النشاط (*Elements pourteurs*) هامش كلي يقدر بـ (2.5) اشهر و هامش حر يقدر بـ (0) اشهر

النشاط (*Elements non pourteurs*) هامش كلي يقدر بـ (2.5) اشهر وهامش حر يقدر بـ (2.5) اشهر.

4- 3 مناقشة نتائج الربط بين الطريقتين

الشكل رقم (02- 09): نتائج الطريقتين لتخطيط المشروع



المصدر من اعداد الطالبين

*نتائج الشكل رقم (02- 09) :

ان اظهار الطريقتين في شكل واحد ليس غرضه التفضيل بين احدهما وإنما ابراز لكيفية معالجتهما لتخطيط المشروع و ربط النتائج المتوصل اليها من خلالهما مع بعض وعليه :

***انطلاقا من المسار الحرج :**

كلتا الطريقتين ساهمت في إيجاد نفس المسار الحرج حيث كانت الأنشطة الحرجة الواقعة على المسار الموجود بالطريقة الطريقة الاعتيادية هي نفسها الأنشطة المكونة للمسار الحرج المتحصل عليه من خلال الأسلوب الضبابي

***انطلاقا من زمن تنفيذ المشروع :**

زمن تنفيذ المشروع بالطريقة الاعتيادية يقدر بخمسة وعشرين (25) شهرا اما زمن انجاز المشروع الناتج عن تطبيق الطريقة الضبابية هو (14,23,36,46) شهرا ومنه يلاحظ ان :

زمن تنفيذ المشروع يكون قطعي ومحدد بـ 25 شهرا (الطريقة الأولى) ويكون غير قطعي وغير محدد بالضبط وانما بالتقريب في حدود 23 الى 36 شهر (الطريقة الثانية)

ويلاحظ أيضا ان زمن الطريقة الاولى (25شهر) يقع في المجال التقريبي الزمني للطريقة الثانية أي بين [23-36]

***انطلاقا من تكلفة المشروع :**

الميزانية المقدرة من خلال الطريقة الأولى مساوية لـ (10^{6}*(1460)) وهي تقع أيضا في المجال الأكثر ترجيحا لتكلفة المشروع التقريبية المتحصل عليها من الطريقة الثانية أي بين [10^{6}*(1372.5) -10^{6}*(1739)]

***انطلاقا من المعلومات حول المشروع :**

الطريقة الأولى تعتمد على توفر البيانات وتجزم بانها قطعية وغير قابلة للتغير الى حد ما بخلاف ذلك فان الطريقة الثانية تتعامل مع ضبابية المعلومات وغموضها بشكل لين ومرن يتيح ترجمتها ونمدجتها بطريقة تسمح بإجراء عملية تخطيط المشروع على نهج فعال وكفء.

ان الإضافة المهمة التي يمكن للطريقة الضبابية التميز بها هي مفهوم دالة الانتماء (*membership function*) وبهدف استعراض هذا المفهوم وبناءا على زمن تنفيذ المشروع المصاغ على شكل دالة انتماء لعدد ضبابي شبه منحرف والمقدر بـ (14،23،36،46) = $\tilde{A}$ وزمن تنفيذ المشروع وفقا للطريقة الثانية هو 25 شهر وبالرجوع الى المعادلة رقم (26) فان دالة انتماء (x=25) للمجموعة الضبابية $\tilde{A}$ تساوي (01) أي انتماء تام .

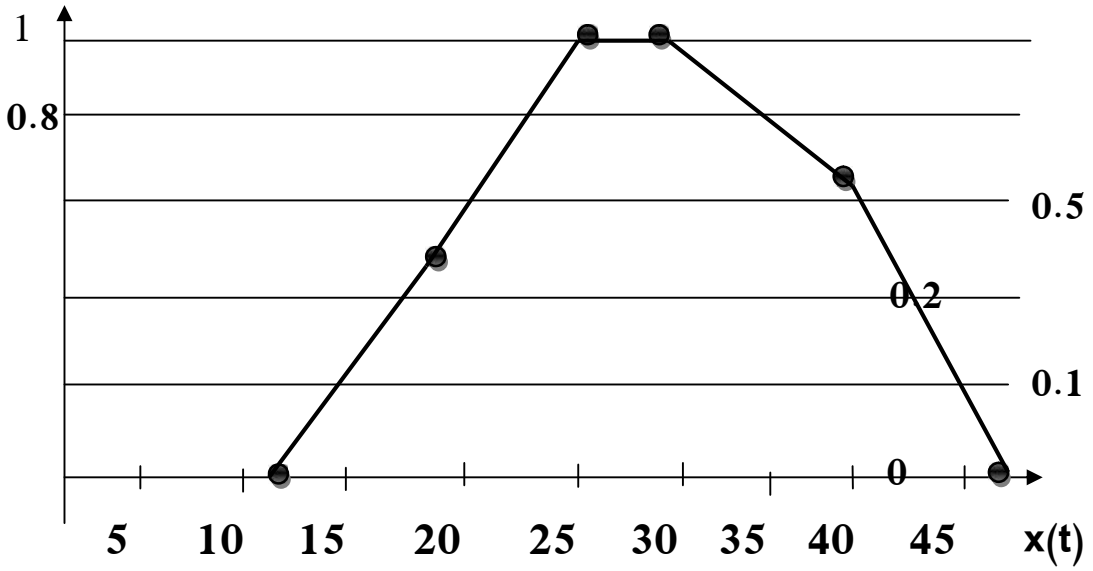
$\mu_{\tilde{A}}(25)=1$ لان : $23 < 25 < 36$ ومثلا حساب دالة الانتماء عند كل من $x=\{12,28,25,40,49\}$ باستعمال المعادلة رقم (26) فان :

$\mu_{\tilde{A}}(12)=0$ $\mu_{\tilde{A}}(28)=1$ $\mu_{\tilde{A}}(25)=1$ $\mu_{\tilde{A}}(40)=0.6$ $\mu_{\tilde{A}}(49)=0$

$\mu_{\tilde{A}}(18)=0.4$

والتمثيل البياني الاتي يوضح ذلك :

الشكل رقم(02- 10) : مثال توضحي لمفهوم دوال الانتماء $\mu_{\tilde{A}}(X)$



المصدر : من اعداد الطالبين

خلاصة الفصل الثاني

نظن ان تطبيق التقنية الامتدادية (الضبابية) لأسلوب بيرت ($PERT$) على ارض الواقع من خلال احد المشاريع اتبت صحة ما افترض في بداية البحث أي ان عملية تخطيط المشاريع الانشائية باستخدام شبكة بيرت الضبابية بإمكانها لعب دور شبكة بيرت الاعتيادية خاصة في ظل ظروف عدم التأكد لتقديم سيطرة وتخطيط كفء للمشروع بالإضافة الى المزايا التي تميزها عن الطرق التقليدية خاصة طريقة نمذجتها لعدم التأكد وتعاملها مع المعلومات المبهمة حول المشروع وبالأخص المدة الزمنية والميزانية المقترحة له وعليه يمكن القول ان تقنية شبكة بيرت الضبابية تزيد من قدرة عملية التخطيط و تساهم في تحقيق اهداف المشروع ضمن القيد الثلاثي خاصة قيد الوقت والتكلفة .

الخاتمة العامة

الخاتمة العامة :

يواجه مديري ومسيري المشاريع تحديات وضغوطا هائلة في اخراج مشاريعهم بالصورة المطلوبة والمتفق عليها و التي غالبا ما تحدد وتقاس بمدى تحقيق المشروع لهدفه ضمن اطاره الثلاثي (الوقت ، التكلفة ، الجودة) ، ان هذا الأخير يزيد من صعوبة الوصول الى الصورة المثلى للمشروع بسبب اضافته لعوامل تقيد قرارات المسيرين و تقيد حرية فريق العمل في استغلال موارد المشروع ، مما يدفع بمديري المشاريع الى البحث عن السبل المؤدية الى أداء اعمال المشروع الصحيحة(*To Do Right Things*) وبالطريقة الصحية (*To Do Things Right*) ولعل احدى اهم هذه السبل تتبلور في عملية تخطيط المشروع المساهمة في بلوغ اهداف المشروع على مستوى رؤية جزئية بالمقارنة مع اهداف المنظمات على مستوى رؤية استراتيجية للأفاق المأمول الوصول اليها ، وباعتبار الدول منظمات معقدة تسعى الى تحقيق جملة من الأهداف بمجموعة من الخطط والبرامج التي عادة ما تتكون من مشاريع تنموية متنوعة ومن بين أنواع المشاريع اكثرا ترددا في هذه البرامج ما يعرف بالمشاريع الانشائية التي تعتبر ات قيمة ، دور وغاية مجدية اجتماعيا واقتصاديا إلا أن دورها والغاية منها تصبح مهددة التحقيق بسب الظروف بها والبيئة غير اليقينية ذات المعلومات الشحيحة والمتقلبة ، التي يمكن اضافتها كقيد اخر يضع مدير المشروع امام إشكالية تخطيط المشروع الانشائي في ظل هذه القيود ، من هذا المنطلق تم اقتراح موضوع البحث لمصطلح عليه بأسلوب بيرت الضبابي الناتج عن دمج أسلوب بيرت (*PERT*) لاعتيادي بنظرية المجموعات ية كأداة مساهمة لحل الاشكال وهو الهدف من البحث بالإضافة الى اهداف أخرى تجسدت بتقدم البحث متسلسلة وفقا لمايلي :

- تقديم مفاهيم أساسية لمفهوم المشاريع الانشائية وعملية تخطيط المشروع

تحقق هذا الهدف في النصف الأول الذي بين المقصود بالمشاريع الانشائية وعملية التخطيط لها ضمن الفصل الأول الحامل لعنوان الإطار النظري لمفهوم تخطيط المشاريع الانشائية

- اسقاط مفهوم نظرية المجموعات الضبابية في مجال تخصصنا وبالضبط تخطيط المشاريع

- تقديم النظرية و ابراز طريقة تعاملها مع البيئة غير الدقيقة و المتصفة بعدم التأكد

☜ التعريف بإحدى اهم المفاهيم التي تناولتها النظرية متمثلة في الاعداد الضبابية

☜ توضيح وشرح كيفية تطبيق النظرية على احدى اهم أساليب تخطيط المشاريع أسلوب بيرت (PERT)

الى النصف الثاني ضمن الفصل الأول المعنون شبكة بيرت الضبابية تم تحقيق هذه الأهداف من خلال مراجعة أدبية للمفاهيم المتعلقة بأسلوب بيرت الأصلي وبأسلوب بيرت الضبابي

☜ تقييم عملية تخطيط المشاريع الانشائية باستخدام شبكة بيرت الضبابية و التخطيط باستخدام الطريقة العادية من خلال دراسة حالة لمشروع انشائي

قام الفصل الثاني والذي عني بالدراسة التطبيقية و الاسقاط الميداني للأسلوب المقترح بتوضيح كيفية القيام بذلك على مشروع واقعي مع ابراز لماهية النتائج المتوصل اليها وبالاعتماد على احدى الأساليب الكلاسيكية لتخطيط المشروع كاختبار قوة .

استنتاجات البحث :

الاستنتاجات الرئيسية المستخلصة من هذا البحث هي مع التذكير بمدى تحقق الفرضيات :

☜ ية تخطيط المشاريع عملية بالغة الأهمية ويجب إعطائها درجة الادوار المحورية في ميدان إدارة المشاريع والعمل على تطبقيها على ارض الواقع بالصيغة الاحترافية التي تحقق اهداف المشروع .

☜ تساهم وظيفة تخطيط المشاريع المخططين ، المسيرين و المديرين في أداء مهامهم وتؤهلهم لتسليم مشاريعهم وفق الاجال المحددة من خلال تفادي التاخير واحترام الميزانيات المقترحة لكل مشروع .

☜ استخدام أدوات وأساليب التخطيط المتعارف عليها يؤدي الى التحكم في المشاريع والسيطرة عليها .

☜ بعض أدوات التخطيط وبعض افتراضاتها لا تتناسب أحيانا مع المشاريع غبر الروتينية والتي تتصف بعدم التأكد .

☜ يمكن التغلب على حالات عدم التأكد و عدم دقة المعلومات والبيانات بنمدجة هذه الحالات من خلال الاستعانة بالحقول المعرفية المعالجة لها (جتهادات ، نظريات ، مسلمات .....).

☜تعتبر نظرية المجموعات الضبابية احدى اهم الميادين العلمية التي تساعد على نمذجة حالات عدم اليقين و ترجمة المعلومات المبهمة بشكل سلس وفعال .

☜إمكانية اسقاط مفهوم نظرية المجموعات الضبابية على احدى أساليب التخطيط للتغلب على نقاط ضعف هذه الأساليب خاصة فيما يتعلق بتذبذب المعلومة بين المعرفة القطعية والجهل التام لمدة وتكلفة تنفيذ المشاريع .

☜بالاستناد الى الدراسة التطبيقية نستنتج ان شبكة بيرت الضبابية بمقدورها التخطيط للمشاريع تحت ظروف عدم التأكد وتعد بديلا للأساليب التي تعذر استخدامها في ظل غياب او ضبابية الرؤية للمعلومات حول المشروع.

☜تمد شبكة بيرت الضبابية مدير المشروع بمعلومات قريبة وذات إمكانية تحقق مرتفعة جدا بعكس المعلومات القطعية ذات الصيغة الحتمية الصعبة الحدوث في الواقع العملي وبعكس المعلومات الاحتمالية ذات الطبيعة العشوائية .

☜تزن وتقيس شبكة بيرت الضبابية المعلومات حول المشروع بمجال كمي يسمح بانتماء تام للمعلومة المبهمة والغامضة لهذا المجال مثل زمن انجاز المشروع .

المساهمة العلمية :

نعتقد انه بإمكاننا القول ان هذا البحث تطرق الى تصنيف ثالث لمجال تطبيقات أسلوب بيرت في إدارة المشاريع بعد التصنيف الأول الذي دار حول تطبيقات الأسلوب في الظروف التأكد التام أي أسلوب حتمي وقطعي وبعد التصنيف الثاني لتطبيقات الاسلوب في ظل ظروف عدم التأكد أي أسلوب احتمالي وصولا الى التصنيف الثالث لتطبيقات الأسلوب في البيئة الضبابية أي أسلوب ضبابي .

نطاق وقيود البحث :

ان هذا البحث طبق مع دراسة تطبيقية لإحدى المشاريع الانشائية المقامة بولاية سعيدة الجزائر ومن مبدأ ان الظواهر تحتاج الى القياس المستمر والفحص المتواصل لغرض فهمها لذا يبقى تطبيق الأسلوب مفتوح مع الإشارة الى ان هذا النطاق لا ينفي نتائج الدراسة .

ان تجربة اجراء هذا البحث فرضت عليا التنبيه الى التوصيات التالية :

توصيات في المجال الميداني مستقبلا :

☜لا يجب تقديم قياسات كمية لإطار المشروع تقديريا يعجز التقيد ا خاصة التقدير من اجل الفوز بالمناقصات

☜يمكن تطبيق التقنية المقترحة في التخطيط للمشاريع المعقدة و غير المعروفة المعالم

☜وضع تقديرات مجاليه لفعاليات المشروع تكون فيها نسبة حدوثها عالية جدا

☜عقد لقاءات تشاوريه بين مديري المشاريع و خبراء الميدان (أجانب مثلا) لتبادل المعارف والخبرات

☜توثيق عملية سير أداء انجاز المشاريع الانشائية للحصول على تغذية راجعة تسمح بتفادي سوء الأداء مستقبلا

☜نوصي منفذي المشاريع باحترام التواريخ المتفقة عليها والميزانية المبرمجة للمشروع

☜يجب على اصحاب المشاريع معاقبة كل من يتأخر عن اجال التسليم و يتجاوز الغلاف المالي

توصيات في مجال البحث العلمي مستقبلا :

يقول احد الفلاسفة ان الإنسانية ستنتهي بمجرد الوصول الى الطريحة المثلى والتي هي وليدة الصراع بين الاطروحة و الاطروحة المضادة ، من اجل ذلك كتبنا على من يأتي بعدنا انه من أراد مواصلة البحث عن الطريحة المثلى فعليه الانطلاق من :

« *Fuzzy Stochastic PERT for ……* »

« *Multiple Possible Critical Paths in a Fuzzy Project Network* »

قائمة المراجع

أولا - المراجع باللغة العربية :

الكتب:

[1] احمد يوسف دودين، **إدارة المشاريع المعاصرة**، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان–الأردن، 2014.

[2] فريد راغب النجار، **بحوث العمليات في الإدارة**، الدار الجامعية – الإسكندرية، 2009.

[3] معهد ادراة المشروعات، **الدليل المعرفي لإدارة المشاريع** (PMBOK guide)، معهد ادراة المشروعات ،النسخة العربية- الإصدار الرابع .

المقالات والمجلات :

[4] باسل يونس الخياط، **النمذجة الرياضية لعدم اليقين**،المجلة العراقية للعلوم الإحصائية، العدد 20، 2011.

[5] باسم قاسم الشيخي، **تطوير نظام لإدارة المخاطر في المشاريع الإنشائية باستخدام المحاكاة**، المجلة العراقية للهندسة المدنية، العدد العاشر، 2008.

[6] بلال حازم عبد الله، **استخدام خوارزمية مستعمرة النمل لايجاد المسار الحرج**، المجلة العراقية للعلوم الإحصائية، المجلد 25، 2014.

[7] فائق محمد سرحان ،**التقييم الإحصائي للعوامل المؤثرة في عملية إعداد البرامج الزمنية للمشاريع الإنشائية**، مجلة الهندسة والتنمية،المجلد السابع عشر، العدد الأول، العراق، 2013.

ثانيا - المراجع باللغة الأجنبية :

Books :

En :

[8] *James J. Buckley,* ***Simulating Fuzzy Systems****, Springer-Verlag Berlin Heidelberg , 2005.*

[9] *Alberto De Marco,* ***Project Management for Facility Constructions****, Springer Heidelberg Dordrecht London New York, 2011.*

[10] *Eyke Hüllermeier , Rudolf Kruse, Frank Hoffmann****, Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based****, Systems Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010.*

[11] *Harold Kerzener,* ***Project Management A System Approach to Planning Scheduling and Controlling****, Eighth Edition', Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2003.*

[12] *Kwang H. Lee First Course on Fuzzy Theory and Applications Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005.*

[13] *Nolberto Munier****, Risk Management for Engineering Projects****, Springer Cham Heidelberg- New York Dordrecht London, 2014.*

[14] *John Smyrk,* ***Project Management for the Creation of Organisational Value****, Springer-Verlag London Limited, 2011.*

[15] *R. Srinivasan,* ***Strategic Business Decisions,*** *Springer New Delhi Heidelberg -New York Dordrecht- London, 2014.*

[16] *Mario Vanhoucke****, Project Management with Dynamic Scheduling,*** *Second Edition, Springer Heidelberg- New York Dordrecht London, 2013.*

[17] *Xuzhu Wang, " **Mathematics of Fuzzines- Basic Isssues**", Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009.*

Fr:

[18] *A. courtois, Martin-Bonnefous, M. Pillet, **Gestion de production**, Quatrième édition, Éditions d'Organisation, Paris, 2003 .*

[19] *Henri pierre**, Pratique la conduite de projet,** Éditions d'Organisation, Paris, 2005 .*

[20] *Jean Tabaka**, Gestion de projet vers les méthodes agiles**, Édition Eyrollesd Saint-Germain 75240 Paris Cedex 05, 2006.*

Es :

[21] *Angel Felipe, **CPM-PERT Método del camino critico**, ITSD, 2013.*

[22] *SENATI, **Taller de Proyectos Empresariales con Microsoft Project** 2010, 2011.*

Thesiss:

[23] *Nii Amponsah Ankrah**, An investigation into the impact of culture on construction project performance,** doctoral thesis**, University of Wolverhampton**, 2007.***

[24] *Roger Atkinson**, Information system's projects management and the phenomenon of trust**, doctoral thesis, Bournemouth University, 2004.*

[25] *Petros Hadjistephanou**, A demonstration of the positive and negative side of project management**, doctoral thesis, The keele University, 2007.*

[26] *Eric Webb , **Management of multi cultural teams on megaprojects in ASIA**, doctoral thesis, Loughborough University, 2014 .*

Articles:

[27] *R. Alvarez-Valdes, E. Crespo, J. M. Tamarit, F. Villa," A scatter search algorithm for project scheduling under partially renewable resources", **Journal of Heuristics,** March 2006:12, 96-115.*

[28] *George j. Kiler," Foundations of fuzzy set theory and fuzzy logic, **International Journal of General Systems,** 2010:90-100.*

[29] *C. B. Chapman, " Progressive Basic Decision CPM", **Operational Research Quarterly (1970-1977)** ,*
(Sep., 1972):23, 345-359.

[30] *Ching-Hsue Cheng ,Yin Lin, " Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation", **European Journal of Operational Research** 2002: 142 , 174–186.*

[31] *Chen-Tung Chen, "Applying fuzzy method for measuring criticality in project network Information", **Sciences 177**, 2007: 2448–2458.*

[32] *Frank E Grubbs, " Attempts to validate Certain PERT Statistic", **Operations Research**, 1962:11, 910-922.*

[33] *Servet Hasgül, Inci Saricicek, Metin Ozkan,Osman Parlaktuna," Project-oriented task scheduling for mobile robot team",* ***Journal of Intelligent Manufacturing,*** *April 2009: 20, 151-158*

[34] *Seueng-Heon Han, " Measuring Risk-associated Activity's Duration",* ***KSCE Journal of Civil Engineering****, September 2010:14, 663-671.*

[35] *Susan Howich, Delay and Disruption in complex projects ,* ***Complex Systems in Finance and Econometrics****, 2011:116-135.*

[36] *Manoj Kumar Tyagi, Srinivasan Munisamy, L. S. S. Reddy, "Traditional and hybrid software project tracking technique formulation",* ***CSI Transactions on ICT*** *,2014: 2 ,140-151.*

[37] *Verónica Morales-Sánchez, Antonio Hernández-Mendo, Pedro Sánchez-Algarra, Ángel Blanco-Villaseñor, María-Teresa Anguera-Argilaga, " Random PERT",* ***Quality & Quantity****, 2009 : 43, 226-236.*

[38] *Malek Msmoudi, " Fuzzy uncertainty modelling for project planning",* ***International Journal of Production Research****, 1 July 2012:50, 3594–3611*

[39] *Shakeela Sathish, "A simple approach to fuzzy critical path analysis in project networks,* ***International Journal of Scientific & Engineering Research,*** *December-2011:12, pp 01-06..*

[40] *Mohammad, Sharafi Fariborz Jolai, Seyed Hossein Iranmanesh, Morteza Hatefi , "A Model for Project Scheduling with Fuzzy Precedence Links",* ***Australian Journal of Basic and Applied Sciences****, 2(4), 2008, 1356-1361.*

[41] *N. Ravi Shankar, " An Analytical Method for Finding Critical Path in a Fuzzy Project Network",* ***Int. J. Contemp. Math. Sciences****, 2010:5, 953 – 962.*

[42] *X. Shivambu, The Causes of Delays in the Delivery of Construction Projects: A Review of Literature,* ***Proceedings of the 17th International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate****, 2014: 715-720.*

[43] *Ahmad Soltani , Rasoul Haji, "A Project Scheduling Method Based on Fuzzy Theory",* ***Journal of Industrial and Systems Engineering*** *1,2007, 70-80.*

[44] *Apurva Rawat, "A fuzzy inventory model without shortages using triangular fuzzy number",* ***Fuzzy Information and Engineering****, March 2011: 3 , 59-68.*

[45] *Warren Walker,P. Harremoes, Jan Rotmans, J.P. van der Sluijs, M. van Asselt, Peter Janssen, "Defining uncertainty—a conceptual basis for uncertainty management in model-based decision support" ,****J Integrated Assessment****, 2003:4, 08-19.*

[46] *L.A.Zadeh, "Fuzzy set –Information and control",1965: 8, 383-353 .*

ثالثا - مواقع الأنترنت :

[47] *http:// www.agileadvice.com*
[48] *http:// www.gantt.com*
[49] *http:// www.arab-api.or*
[50] *http:// www.cioarchives.ca.gov*

الملخص

تسجل الدول النامية منها الجزائر تأخير في انجاز المشاريع الإنشائية واحدى أسباب هذا التأخر هو سوء التخطيط من هنا هدفت الدراسة الى استخدام أسلوب بيرت الضبابي لتخطيط المشاريع خاصة تحت ظروف عدم التأكد و خلصت الدراسة الى جدوى الأسلوب في التعامل مع غياب المعلومة و البيئة الغامضة للمشاريع وتمكينه من بلوغ أهدافه ضمن حدود الوقت ، التكلفة ، الجودة وذلك من خلال دراسة لمشروع انجاز نفق وحظيرة سيارات على مستوى ولاية سعيدة ،الجزائر الذي أدى التخطيط له وفق النموذج المقترح الى نفس نتائج النماذج التخطيطية في حالة توفر المعلومات عن المشروع .

الكلمات المفتاحية : المشاريع الانشائية ، تخطيط المشاريع ، عدم التأكد ، أسلوب بيرت الضبابي

Résume

L'objet de la présente recherche s'intéresse à la réalité des retards enregistrés dans les projets de réalisation dans les pays en voix de développement dont l' Algérie ; causés entre autre par la mauvaise planification , et de proposer une nouvelle approche de planification à savoir le model PERT FLOU plus apte à planifier dans un environnement incertain et en absence d'informations, pour le faire nous avons utilisé la méthode citée pour planifier un projet de réalisation d'un trémie et d'un parking à étages dans la wilaya de SAIDA, les résultats de l'étude soutiennent le fait que la méthode proposée fournit les mêmes résultats que ceux en cas de présence d'informations .

Les mots clés :*Projet de réalisation , planification de projets , environnement incertain , méthode de pert flou*

Abstract

The purpose of this study deals with the reality of delays facing the construction projects in developing countries as Algeria; among others caused by bad planning . And assess a new approach for planning ; Fuzzy PERT model ,better for planning in an uncertain environment and lack of information situations , To conduct this study we have used the afro mentioned method to plan the construction of a hopper and a parking garage in Saida The obtained results supported the fact that the proposed method provides the same results as in the case of information availability .

Key words : *construction projetcs , projetc planning , fuzzy pert, incertain environment*

Contact us :

islembendi @gmail.com
mahsaramine@gmail.com