جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة البصرة – كلية الادارة والاقتصاد

قسم الاحصاء

استعمال تقنيات شبكات الاعمال (PERT , GERT) التقليدية والضبابية في تخطيط وجدولة المشاريع مع التطبيق

رسالة مقدمة الى

مجلس كلية الادارة والاقتصاد / جامعة البصرة

وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم الاحصاء

من الطالبة

دعاء بشير عباس الشمري

بإشراف

أ. م .د. وليد مية رودين

2022م

1443هـ

﴿يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ﴾

صدق الله العلي العظيم

سورة المجادلة: الآية(11)

اهدي ثمرة تعبي . . إلى من تربيت على يديه وعلمني القيم والاخلاق ومصدر الدعم والعطاء (ابي الغالي) حفظك الله .

إلى صاحبة القلب الحنون إلى من تذكرني بالدعاء في ليلها ونهارها (امي الحبيبة) ادام الله عليكِ الصحة .

إلى من كان لي نعم السند والعون طيلة فترة دراستي . . ورفيق دربي (زوجي العزيز) .

إلى سر سعادتي اخوتي الاعزاء حفظكم الله

الباحثة

الحمد لله الذي هدانا لهذا وماكنا لنهتدي لولا أن هدانا الله والصلاة والسلام على الحبيب المصطفى محمد واهل بيتة الطاهرين ومن اتبعهم إلى يوم الدين...اما بعد

في بداية هذا العمل المتواضع اسأل الله القبول، لا يسعني الا ان اتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى استاذي الفاضل ومشرفي (أ.م .د. وليد مية رودين) لتفضله بالأشراف على هذه الرسالة وجهوده المبذولة في المساعدة والتوجيه بكل ما هو مفيد ولكل ما ابدأه من ملاحظات وارشادات كان لها الاثر الاكبر في اتمام هذه الرسالة واخراجها على اكمل وجه فجزاه الله خير الجزاء ووفقه الى كل خير.

كما اتقدم بالشكر والتقدير إلى كلا من السيد عميد الكلية المحترم والسادة المعاونين المحترمين لحرصهم على متابعة شؤون طلبة الدراسات العليا.

كما اتقدم بجزيل الشكر وعظيم الامتنان إلى السادة من رئيس واعضاء لجنة المناقشة المحترمين لتفضلهم بقبول مناقشة هذه الرسالة فاكملا بنيانه وعظما من شأنها .كما اتقدم بالشكر إلى كلا من المدرس(احمد هشام)والمدرس(فاطمة هاشم)التدريسيان في قسم الاحصاء في جامعة البصرة لما ابدوه من مساعدة.

والشكر والامتنان إلى رئيس قسم الاحصاء (أ.م. د. ريسان عبد الامام)وجميع اساتذة القسم لما ابدوا من نصائح طيلة فترة الدراسة وتقديم الشكر الى كادر مكتبة الكلية، ولكل شخص قدم لي المساعدة والارشاد.

واتقدم بالشكر والتقدير إلى المدير العام والكادر العاملين وشعبة العمليات في شركة الحفر العراقية على تزويدي بالبيانات اللازمة لإتمام للرسالة، واقدم اجمل عبارات الشكر وازكاها لأصدقاء الدراسة ولاسيما ست(سكينة، هدى).

(وفق الله الجميع لما يحب ويرضى).

الباحثة...

المستخلص

تعد شبكات الاعمال من المواضيع المهمة في بحوث العمليات ولكون تفتقر معظم المشاريع الى استعمال تقنيات شبكات الاعمال في عملية التخطيط والجدولة لإنجاز انشطتها. لذا تناولت هذه الدراسة تقنيات شبكات الاعمال الكلاسيكية والضبابية لمعالجة مشكلة الصعوبة في تقدير وقت الانجاز وباقل التكاليف نتيجة عدم الانتظام و ظهور بعض المشاكل والانحرافات لبعض الانشطة اثناء عملية التنفيذ. كما تعد هذه الاساليب عامل مهم في سرعة انجاز المشروع وتسليمه في وقتة المحدد.

و على ضوء المشكلة أعلاه نلخص اهداف الرسالة الى ثلاثة اهداف: الهدف الاول يتمثل باستعمال تقنية المراجعة وتقييم البرامج Program Evaluation and Review Technique (PERT).والهدف الثاني باستعمال تقنية المراجعة والتقييم البياني Graphical Evaluation and Review Technique (GERT). والهدف الثالث استعمال نظرية المنطق الضبابي Fuzzy Logicفي معالجة حالات عدم التأكد وتنفذ جميع الاهداف من خلال إعداد جداول زمنية للأنشطة.

وفي الجانب التطبيقي للدراسة تم الاعتماد على بيانات شركة حفر الابار النفطية في المنطقة الجنوبية وتم تحليل البيانات بالاعتماد على برنامج Win QSB في تحليل شبكة PERT الكلاسيكية وبرنامجSPSS21 في تحديد نوع التوزيع لكل نشاط وبرنامج MATLAB2020 في الحصول على النتائج النهائية للتقنية(GERT,PERT)الكلاسيكية والضبابية.

توصلت الدراسة من خلال الجانب التطبيقي ان استعمال التقنيات (GERT,PERT) الضبابية بأنها أقرب الى الامثليه من التقنيات الكلاسيكية لتقليل التأخير في وقت انجاز المشروع.

قائمة المحتويات

رقم الفقرة	الموضوع	رقم الصفحة
-	الفصل الاول / منهجية الرسالة	1 -16
1-1	المقدمة	1 -2
2-1	مشكلة الرسالة	3
3-1	اهداف الرسالة	3
4-1	اهمية الرسالة	3
5-1	الاستعراض المرجعي	3 -16
-	الفصل الثاني / الجانب النظري	17 -44
1-2	تمهيد	17
2-2	المبحث الاول/ مفاهيم اساسية	17 -21
1-2-2	مفهوم المشروع	17-18
2-2-2	تخطيط المشروع	18
3-2-2	مبادئ التخطيط للمشروع	19
4-2-2	اهداف التخطيط	19
5-2-2	جدولة المشروع	20
6-2-2	مراحل جدولة المشروع	20 -21
7-2- 2	مميزات تقنيات جدولة المشاريع	21
8-2-2	اهم تقنيات جدولة المشاريع	21
3-2	المبحث الثاني / الجدولة باستعمال تقنيات شبكات الاعمال التقليدية (PERT,GERT)	22 -39
1-3-2	شبكات الاعمال Business Networks	22
2-3-2	فوائد شبكات الاعمال	23
3-3-2	عناصر شبكات الاعمال	23 -24
4-3-2	قواعد رسم شبكات الاعمال	24-26
5-3-2	اهم التقنيات المستعملة في تحليل شبكات الاعمال	26
1-5-3-2	طريقة المسار الحرج Critical Path Method(CPM)	26 -27
2-5-3-2	تقنية المراجعة وتقييم البرنامج: Program Evaluation and Review Technique (PERT)	27
1	نشاه وتعريف(PERT)	27-28
2	الاوقات المقدرة في تقنية (PERT)	28 -29
3	طريقة تطبيق تقنية شبكة (PERT)	29-32
3-5-3-2	تقنية المراجعة والتقييم البياني Graphical Evaluation and Review Technique (GERT)	33
1	نشاه وتعريف تقنية(GERT)	33 -34
2	مكونات شبكة (GERT)	34 -35
3	أوجه الاختلاف بين تقنية (GERT) و تقنية(PERT) وطريقة(CPM)	36
4	طريقة تطبيق تقنية (GERT)	36-39

4-2	المبحث الثالث: الجدولة باستعمال تقنيات شبكات الاعمال(PERT,GERT) الضبابية	44-39
1-4-2	المنطق الضبابي	40-39
2-4-2	المجموعة التقليدية	40
3-4-2	المجموعة الضبابية	40
4-4-2	دوال الانتماء	40
1-4-4-2	دالة الانتماء المثلثية	41
5-4-2	طريقة تطبيق تقنية(بيرت)الضبابية Fuzzy PERT	43-42
6-4-2	طريقة تطبيق تقنية(جيرت)الضبابية Fuzzy GERT	44-43
-	الفصل الثالث / الجانب التطبيقي	71-45
1-3	تمهيد	45
2-3	المبحث الاول / نبذة عن شركة الحفر العراقية وخدماتها	48-45
1-2-3	نبذة تاريخية عن شركة الحفر العراقية	45
2-2-3	أجزاء ومكونات برج الحفر	47 -46
3-2-3	اهم مراحل عملية حفر الابار النفطية	48 -47
3-3	المبحث الثاني / التطبيق وتحليل النتائج	71 -49
1-3-3	بيانات عينة الدراسة	49
2-3-3	نتائج تطبيق تقنية (PERT)على بيانات المشروع	55 -49
3-3-3	نتائج تطبيق تقنية (GERT)على بيانات المشروع	63 -56
4-3-3	نتائج تطبيق تقنية Fuzzy PERT	67 -64
5-3-3	نتائج تطبيق تقنية Fuzzy GERT	71-68
-	الفصل الرابع / الاستنتاجات والتوصيات	73 -72
1-4	تمهيد	72
2-4	الاستنتاجات	72
3-4	التوصيات	73
-	المصادر	83 -74
-	المصادر العربية	77 -74
-	المصادر الاجنبية	83 -77
-	الملاحق	i-viii
-	ملحق A	i-ii
-	ملحق B	iii-iv
-	ملحق C	v-vi
-	ملحق D	vii-viii

قائمة الجداول

رقم الجدول	العنوان	رقم الصفحة
(1-2)	الاوزان الترجيحية لتقديرات الوقت	30
(2-2)	دمج عقد المدخلات والمخرجات في شبكة (GERT)	35
(3-2)	أوجه الاختلاف بين تقنية(GERT) وتقنية (PERT)وطريقة(CPM)	36
(4-2)	الدوال المولد للعزوم(MGF) لتوزيعات المستمر والمتقطعة الاكثر استعمالاً	37
(1-3)	معلمات شبكة (PERT) الفعلية	50-49
(2-3)	رموز الانشطة والانشطة السابقة في شبكة (PERT)	52
(3-3)	نتائج تطبيق تقنية PERT	54
(4-3)	الانشطة الواقعة على المسار الحرج لشبكة PERT	55
(5-3)	معلمات شبكة (GERT) الفعلية	56
(6-3)	نوع التوزيع ودالة النقل ودالة المولدة للعزوم لكل نشاط في شبكة GERT	59-58
(7-3)	تعويض عن كل من قيمة (μ وσ^2) في دالة (MGF, W_{ij})	60-59
(8-3)	عدد الحلقات في شبكة المشروع	61
(9-3)	الانشطة والاوقات الضبابية ومتوسطاتها	64
(10-3)	البداية والنهاية المبكرة الضبابية للأنشطة	65
(11-3)	البداية والنهاية المتأخرة الضبابية للأنشطة	66
(12-3)	مستويات درجة الانتماء(α) في شبكة(FPERT)	67
(13-3)	معلمات شبكة (GERT) الضبابية للمشروع	68
(14-3)	حلقات المشروع في شبكة (GERT) الضبابية	69
(15-3)	تقييم وقت المسار للعقد باستعمال (GERT) الضبابية	69
(16-3)	مستويات درجة الانتماء(α) في شبكة(FGERT)	70
(17-3)	اوقات الانجاز في شبكة (PERT,GERT)الكلاسيكية والضبابية	71

قائمة الاشكال

رقم الشكل	العنوان	رقم الصفحة
(1-2)	تقديرات الاوقات في شبكة (PERT)	29
(2 -2)	الانشطة المؤكدة (Deterministic Activities)	34
(3 -2)	الانشطة الاحتمالية(Probability Activities)	34
(4-2)	الحلقة في شبكة GERT(Loop)	35
(5-2)	دالة الانتماء المثلثية(TMF) Triangular Membership Function	41
(6 -2)	الحلقة الضبابية في شبكة GERT	43
(1-3)	اجزاء نظام رفع البرج Hoisting System	46
(2-3)	اجزاء نظام توليد الطاقة Power Generation System	47
(3-3)	المخطط الشبكي لتقنية (PERT)	53
(4-3)	المخطط الشبكي لتقنية (GERT)	57

قائمة المختصرات والرموز

ت	المصطلح بالعربية	المصطلح بالإنكليزي	الرمز
1	تقنية المراجعة وتقييم البرامج	Program Evaluation and Review Technique	PERT
2	تقنية المراجعة والتقييم البياني	Graphical Evaluation and Review Technique	GERT
3	طريقة المسار الحرج	Critical Path Method	CPM
4	بيرت الضبابية	Fuzzy PERT	FPERT
5	جيرت الضبابية	Fuzzy GERT	FGERT
6	البداية المبكرة	Earliest Start	ES
7	النهاية المبكرة	Earliest Finish	EF
8	البداية المتأخرة	Latest Start	LS
9	النهاية المتأخرة	Latest Finish	LF
10	فائض الوقت	Slack Time	ST
11	الوقت المتفائل	Optimistic time	A
12	الوقت المتشائم	Pessimistic Time	B
13	الوقت الاكثر احتمالاً	Most likely times	M
14	الاحتمال	Probability	P
15	الحلقات	Loops	L
16	دالة الانتماء المثلثية	Triangular Membership Function	TMF

17	الدالة المولدة للعزوم	moment generation function	(M)MGF
18	دالة النقل المكافئ	Equivalent transfer function	W
19	التباين	Variance	σ^2
20	الانحراف المعياري	standard deviation	σ
21	الوقت المتوقع	the expected time	t_e
22	البداية المبكرة الضبابية	Earliest Start Fuzzy	$\widetilde{ES}$
23	النهاية المبكرة الضبابية	Earliest Finish Fuzzy	$\widetilde{EF}$
24	البداية المتأخرة الضبابية	Latest Start Fuzzy	$\widetilde{LS}$
25	النهاية المتأخرة الضبابية	Latest Finish Fuzzy	$\widetilde{LF}$

الفصل الاول

منهجية الرسالة

- المقدمة
- مشكلة الرسالة
- اهدف الرسالة
- اهمية الرسالة
- الاستعراض المرجعي

(1-1) المقدمة Introduction

يساعد التطور والتقدم المستمر في إدارة المشاريع على زيادة أهمية بحوث العمليات لغرض جدولة المشاريع ووضع السياسات المهمة لاتخاذ القرارات ورسم الخطط التي تنسجم مع الاهداف لضمان تحقيق الاستخدام الافضل للإمكانات والطاقات المتاحة حيث ان التطور في مجال إدارة المشاريع في الوقت الحاضر والذي تشهده دول العالم في جميع المجالات(الزراعية، والصناعية، والانتاجية...الخ)كان لابد من التركيز على عامل الوقت كونه العنصر الاساسي في تنفيذ وإنجاز المشاريع مع مراعاة الجودة والتكلفة لغرض إنجاز المشروع بأقصر وقت وأَقل تكلفة. اذ أن المشروع هو عبارة عن مجموعة من الانشطة التي قد تكون متداخلة فيما بينها، كما تسهم عدد من العوامل المختلفة في تأخير إنجاز المشروع وبالتالي تأخير تسليمه في الوقت المحدد سابقاً وأَحد عوامل التأخير هو صعوبة وضع جدول زمني للأنشطة التي تتكرر أكثر من مرة نتيجة حدوث عيوب في مرحلة التنفيذ.

ان مراعاة الجودة والاهتمام بها أثناء تنفيذ المشروع يساعد على إعادة العمل في الانشطة التي تظهر فيها عيوب من أجل اصلاحها ومعالجتها، وبالتالي ظهور بعض الأنشطة لها نسب احتمالية تنفيذ معينة نتيجة لتلك الاعادة. وخلال السنوات السابقة كان اغلب ادارة المشاريع يعتمدون على مخطط جانت في التخطيط للمشاريع إلا أن هذه الاسلوب لا يعطي فكرة واضحة ومفصلة لأنشطة للمشروع ومن هنا برزت الحاجة الى استعمال تقنيات الشبكات الاعمال لأغراض الجدولة والتخطيط لإدارة المشاريع بشكل جيد وفعال والوصول الى نتائج مرضية وفي وقت اسرع وان هذه التقنيات تكون ملائمة للمشاريع التي تمتاز بطبيعة عشوائية، وكذلك في حالة وجود اوقات غير مؤكدة. ومن اهم هذه التقنيات المستعملة هي تقنية المراجعة وتقييم

البرامج(PERT) وتقنية المراجعة والتقييم البياني(GERT) وهذه التقنية الاخيرة تعد اكثر تطوراً من التقنية السابقة من حيث المرونة بالإضافة إلى استعمال نظرية المنطق الضبابي لتحديد التقنية الافضل لأداره مشروع حفر الابار النفطية.

واشتملت الرسالة هذه على اربعة فصول حيث يحتوي الفصل الاول على منهجية الرسالة. اما الفصل الثاني(الجانب النظري) يتضمن ثلاث مباحث(المبحث الاول خصص للمفاهيم الاساسية والمبحث الثاني خصص الى الجدولة باستعمال تقنيات شبكات الاعمال (PERT,GERT) التقليدية والمبحث الثالث خصص الى الجدولة باستعمال تقنيات شبكات الاعمال(PERT,GERT)الضبابية. اما الفصل الثالث (الجانب التطبيقي) حيث يحتوي على مبحثين(المبحث الاول / لمحة عن شركة الحفر العراقية وخدماتها، والمبحث الثاني/ الجانب التطبيقي اما الفصل الرابع خصص على الاستنتاجات والتوصيات.

(2-1) مشكلة الرسالة Message Problem

تعاني بعض المشاريع من التأخير في عملية التنفيذ ومن أَسبابه هو عدم التخطيط وجدولة المشاريع، سيما وأَنْ بعض المشاريع التي تحتوي على أنشطة احتمالية التنفيذ وبعضها يحتاج الى إعادة التنفيذ نتيجة لحدوث عيوب وانحرافات في أَحد الانشطة التي تتطلب الى معالجة وهذا سيؤدي إلى صعوبة تقدير الاوقات الذي سيؤثر إلى زيادة التكاليف لإنجاز المشروع الامر الذي يعجز الادارات في تحقيق اهدافها المنشودة من المشاريع المنتجة، ونظرا لدور الآبار النفطية في ازدهار اقتصاد البلد كونها المصدر الأساس لاستخراج النفط ولكون عملية الحفر تمر بعدة مراحل تعتمد على أنشطة احتمالية أو إعادة معالجة الامر الذي يقيد تنفيذ المشروع في الوقت المتفق علية والذي سيؤثر في التكاليف الكلية والوقت الكلي لذا لابد من استعمال تقنيات علمية مبتكرة لوضع الحلول المناسبة لتحديد الاوقات المثلى للمشروع الذي يسلم في وقتة المحدد.

(3-1) اهداف الرسالة Message Aim

تهدف الدراسة إلى:

تنفيذ جدول اعمال عملية حفر الآبار باستعمال أسلوبGERT,PERT الكلاسيكية والضبابية وتحديد أيهما اقرب الى الامثلية لمعالجة اسباب التأخير في عملية تنفيذ المشروع وتحديد الوقت اللازم لتنفيذ وتحديد احتمالية التنفيذ.

(4-1) اهمية الرسالة The importance of the Message

يعد الوقت ذات اهمية كبيرة في انجاز المشاريع لذلك فان التخطيط والجدولة سوف يوفر الوقت ويعود بالعائد على ادارة المشاريع. وان استعمال التحليل الشبكي من الاساليب المهمة التي تلعب دوراً اساسياً في وصف الانظمة المختلفة ويعمل على تحسينها الأمر الذي سيجعله قادراً على تحليل المشاريع المعقدة، ونظراً ان هناك بعض الانشطة الاحتمالية التي تعمل في ظروف عدم التأكد. فان استعمال اسلوب المنطق الضبابي في جدولة وتخطيط المشروع سيؤدي إلى زيادة كفاءة عملية الجدولة في ظروف عدم التأكد.

(5-1) الاستعراض المرجعي Literature Review

تعد هذه الدراسات هي عبارة عن الجهود المبذولة من قبل الباحثين السابقين والتي ترفد الباحث بالمعلومات المهمة المتعلقة في موضوع بحثة مما تزيد من الرصانة العلمية للبحث وتم تقسيم الدراسات السابقة للرسالة الى قسمين هما:

(1-5-1) الدراسات التي تناولت محور تقنية المراجعة وتقييم البرامج

Program Evaluation and Review Technique (PERT)

1. دراسة حجير و الرفاعي (2003[9]) بعنوان "تحليل شبكة PERT باستخدام تقديرات نظرية المجموعات الضبابية" التي هدفت الى تحليل تقنية Pert بالاعتماد على المجموعة الضبابية ،والتي تمثلت عينتها في رحلة بحرية بهدف التجهيز والاعداد لنقل (3000)طن من الآلات ذهاباً محملة بالمواد الخام (الدخان، القطن، الخيوط) واستعمل تقنية PERT الكلاسيكية ومقارنتها مع المجموعة الضبابية بعدما تم ادخال العوامل المؤثرة في المشروع وقد جمعت البيانات وفق المنهج العلمي المدروس. كان ابرز نتائجها ان التقدير باستعمال المجموعة الضبابية افضل من التقدير باستعمال تقنيةPERT الاحتمالية لان وقت التنفيذ من خلال استعمال المجموعة الضبابية يكون اقرب الى الوقت الفعلي لتنفيذ المشروع وبذلك تكون التقديرات الضبابية اكثر جودة من التقديرات الاحتمالية.

2. دراسة .Azaron, et al(2006[7]) بعنوان " A multi – objective resource allocation problem in PERT networks" (مشكلة تخصيص موارد متعددة الأغراض في شبكات بيرت) التي هدفت الى تحسين نموذج يتضمن اهداف متعددة لمشكلة مقارنة الوقت والتكلفة من خلال استعمال تقنية (PERT) لغرض الوصول للتحكم الامثل للوقت المشروع مع وجود فترات للأنشطة تتوزع توزيع أسي أو توزيع Erlang حيث يكون متوسط فترة لكل نشاط، عبارة عن دالة غير متزايدة، اما الكلفة المباشرة لكل نشاط هي دالة غير متناقصة (كمية الموارد المخصصة). كان من ابرز نتائجها أن التباين الحقيقي هو ذاته متوسط الاوقات التقريبية لتنفيذ المشروع تقريباً ويكون الفرق بين التباين الحقيقي والمتوسط التقريبي يبلغ حوالي (14%) لذلك يعد الحل مقبولا ولكن للحصول على هكذا نسبة من الدقة يتطلب فترة زمنية تقدر (17 دقيقة).

3. دراسة الجزائري (2008[7]) بعنوان "استعمال اساليب جدولة المشروع بيرت والمسار الحرج في المفاضلة بين الوقت والتكلفة لإنجاز المشاريع" التي هدفت الى استغلال موارد المشروع بشكل امثل لغرض الوصول إلى وقت وتكلفة اقل اثناء التنفيذ. وتمثلت عينتها في بناية مركز الحاسوب / المعهد التقني/البصرة واستعمل اسلوب PERT وCPM لتقدير الفرق بين وقت الانجاز الفعلي ووقت المسار و التكلفة وقد جمعت البيانات على اساس هذا المنهج العلمي. كان من ابرز نتائجها ان عملية الجدولة توضح المسؤوليات لإدارة المشروع كما ينبغي ان تتوفر خبرة عالية في مجال استعمال التقنيات العلمية، وتبين من خلال نتائج الدراسة فقد اعتماد

الشركة على الخبرات الشخصية لتقدير وقت التنفيذ للمشروع ويتجلى ذلك من خلال ظهور فرق الوقت بين استعمال تقنيات الشبكات الاعمال والوقت الفعلي والذي يقدر (41) يوماً وهذه تعد خسارة للمشروع.

4. دراسة زميت (2012[13]) بعنوان "تقنيات ادارة المشاريع باستعمال التحليل الشبكي" التي هدفت لحل مشكلة الفوضى في التنفيذ مما يترتب عليها زيادة في التكاليف وتحديد التقنية المناسبة لإدارة المشروع وتمثلت عينتها في "تهيئة مباني ادارية ببلدية حسناوة في ولاية بوعريريج" في الجزائر، وتم استعمال تقنية(PERT وCPM) ومقارنتهم مع نظرية المجموعة الضبابية من حيث تأثير (العوامل النوعية) على المشروع وجمعت البيانات على اساس هذين الاسلوبين. كان من ابرز نتائجها ان التقدير جيد عند استعمال التقنيات الشبكية لأنها تعطي تقدير ادق من المقاولين وتمكن الإدارة من انجاز المشروع بأقل وقت وان تقدير تقنيةPERT الضبابية تعطي نتائج اكثر دقة من PERT الاعتيادية تأخذ بالاعتبار بعض العوامل التي تؤثر على وقت المشروع.

5. دراسة Jnr.(2012[19]) بعنوان " Scheduling The Construction Of Kasoa Government Hospital Works Using Program Evaluation And Review Technique (PERT)"(جدولة أعمال بناء مستشفى Kasoa الحكومي باستعمال تقنية المراجعة و تقييم البرامج (PERT)) التي هدفت إلى مراقبة وتقييم وجدولة انشطة المشروع ،وتحديد الاحتمالات الممكنة لأنهاء المشروع في الفترة المحدد بالإضافة الى معرفة التأثيرات التي تسبب التأخير في الانجاز وتمثلت عينتها في القطاع الصحي(بناء مستشفىKasoa الحكومي) في غانا واستعمل تقنية المراجعة وتقييم البرامج(PERT) في تحليل النتائج وجمعت البيانات وفق هذا المنهج. كان من ابرز نتائجها فقد يستغرق متوسط العمل في المشروع (504)يوماً، وله فرصة احتمال الانجاز50%وبانحراف معياري(25.9)ويعد مؤشر على الانحراف اوقات الانتهاء عن الوقت المتوقع وله احتمال انجاز 99.9 ليتم انهاء المشروع في (582) واحتمال (0.1) عندما ينتهي في (426) يوم وعلية فان تقنية PERT اعطت اوقات تقديرية لاكتمال المشروع.

6. دراسةJain (2013[18]) بعنوان " Application of PERT Technique in Health programmed Monitoring and Control" (تطبيق تقنية بيرت في المراقبة والتحكم الصحي المبرمج) التي هدفت الى مراقبة والتحكم في البرنامج الصحي لتحديد الاوقات المتوقعة لتنفيذ المشروع ومعرفة تأثير بعض الانشطة ،بالإضافة الى تحديد بداية ونهاية كل نشاط وتمثلت

عينتها في اعداد برنامج لقيام بحملة تطعيم ضد مرض شل الاطفال في الحضر والريف في منطقة جايبور الهندية وقد استعملت تقنيةPERT لتحديد وقت انجاز الحملة، وتم جمع البيانات وفق هذا البرنامج. كان من ابرز نتائجها ان الفترة المتوقعة تبلغ 99 يوماً وفق المسار الحرج في شبكة المشروع حسب اول بداية واخر نهاية هو المقدار التي يمكن جدولة الانشطة على اساسة دون زيادة فترة المشروع بالنسبة للأنشطة الحرجة لان الوقت الفائض فيها مساوي للصفر ولا يمكن تأجيل انجازها وفي حالة اقتراح احد الاطباء الخبراء بأن مدة الانجاز تكون في حدود (90) يوم فان تباين الانشطة الحرجة يكون حوالي(102.86) وانحرافها المعياري يبلغ (10.14) واحتمال انجازها 0.89.

7. دراسة Wyrozębska&Wyrozębski (2013[48]) بعنوان " Challenges of Project Planning in the Probabilistic Approach using PERT,GERT and Monte Carlo" (تحديات تخطيط المشروع في النهج الاحتمالي باستخدام PERT و GERT و Monte Carlo) التي هدفت الى تقديم افضل تقنية لإدارة المشروع فضلاً عن تعريف اهمية محاكاة مونتي كارلو الى جانب هذه التقنيات وتمثلت عينتها في بناء بئر في بولندا. وقد ستعمل تقنية PERT مع محاكاة مونتي كارلو لتقدير الكلفة. كان من ابرز نتائجها ان استعمال محاكاة مونتي كارلو الى جانب تقنيات التخطيط يوفر فرصة اكبر لاستيعاب وفهم حالة عدم اليقين للمشروع وفهم مستوى المخاطرة، كما يساعد فريق العمل على فهم الدورات المختلفة للمشروع من خلال محاكاة واحدة.

8. دراسة حفيظة (2014[10]) بعنوان" المفاضلة بين شبكات الاعمال التقليدية والحديثة في التخطيط ومراقبة المشاريع" التي هدفت الى ايضاح اهمية التخطيط الشبكي في عمليات الرقابة والتخطيط للمشاريع بشكل عام ومشاريع البناء بصورة خاصة وتحديد الاسلوب الافضل من بين اساليب التحليل الشبكي لتقليل وقت تأخير المشروع وتمثلت عينتها في بناء مجمع سكني مكون من(96) وحدة بسكرة وتم استعمال تقنية (PERT) ونظرية المجموعة الضبابية لمعالجة وقت المشروع الانشائي. كان من اهم نتائجها ان استعمال نظرية المجموعة الضبابية هي الافضل في معالجة الوقت الضائع للمشروع وتقنيةpert تكون فعالية اقل في معالجة.

9. دراسة Al Brahemi &Al Samman (2014[5]) بعنوان " Fuzzy PERT for Project Management" (Fuzzy PERT لإدارة المشاريع) التي هدفت الى تحديد طول مسار استهلاكي لغرض التحكم في المشروع وايجاد تقنية PERTالمثلى باستعمال المنطق الضبابي وتمثلت عينتها في مصنع الالبسة الجاهزة في مدينة الموصل واستعمل تقنية

FPERTلتقدير التكلفة و الوقت لانتهاء المشروع و جمعت البيانات وفق هذا المنهج العلمي. كان من ابرز نتائجها فقد عملت تقنية PERTعلى تطوير التكلفة لكل نشاط عندما يتم تنفيذه بطريقة التخطيط (بما في ذلك حدوث اي تعطل) كما اقترح تحسين PERTباستخدام Fuzzy Delphi لتقدير الاوقات الضبابية الثلاثة للمشروع.

10. دراسة Guneri & Mazlum(2015[30]) بعنوان " CPM, PERT and Project Management With Fuzzy Logic Technique and Implementation On A Business"(إدارة المشاريع باستخدام تقنية المنطق الضبابي والتنفيذ في الأعمال التجارية)، التي هدفت الى التخطيط لتحسين فرع الانترنت عبر الانترنت وتمثلت عينتها في بيانات شركة استشارية في تركيا واستعمل تقنيات ادارة المشاريع PERTوCPM الكلاسيكية ومن ثم مقارنتها مع تقنية FPERTوFCPM وقد جمعت بيانات وقت المشروع وفق هذا المنهج العلمي. كان من ابرز نتائجها ان لا توجد بين التقنيتين فرق كبير و تقنية PERT تعمل على تقليص متوسط الوقت وتكون(CPM,PERT) اكثر ملائمة في البيئات التي تحتوي حالة عدم اليقين ولا يوجد نقاش فيها، كما بينة نتائج هذه الدراسة لذلك فان تقنية PERT الكلاسيكية لتحسين فرع الانترنت عبر الانترنت تعتبر مناسبة ويمكن مزج التقنيتين بالإضافة الى المنطق الضبابي لإدارة مثل هكذا مشاريع.

11. دراسة علي (2016[26]) بعنوان" استعمال شبكة (PERT) في تقويم مشروع صناعي" التي هدفت لتقويم انتاج الشركة عن طريق ايجاد فائض الوقت بهدف فائدة الشركة لغرض تحقيق نتائج افضل ويؤدي بنهاية الى زيادة ربحية الشركة وتمثلت عينتها في(معمل المكواه البخارية)في شركة ديالى للصناعات الكهربائية واستعمل تقنية (PERT) لأوقات الفشل لأقسام المعمل و جمعت البيانات وفق هذا المنهج العلمي. كان ابرز نتائجها بان يوجد وقت فائض يبلغ(25.4 دقيقة) في المعمل وهذا يعتبر وقت كبير ويجب الاستفادة منة لإنتاج مكواة اخرى وبالتالي الوقت الزائد سوف يساهم في رفع نسبة الانتاج لو استغل بشكل صحيح فضلا عن تعرض بعض المكائن للعطل وينتج عن تأخير في الانجاز لذلك يجب الانتفاع من وقت بعض الانشطة الفائض.

13.دراسة ستوت (2016[14]) بعنوان " استخدام شبكات PERT في تخفيض التكاليف" والتي هدفت الى توضيح دور تقنية pert-time من اجل استخدامه في تقليل اوقات مشروع بناء الانظمة المعلوماتية لتوضيح دور تقنية pert –cost في تقليل تكاليف المشروع خلال فترة تنفيذه. وتمثلت عينتها في المنشآت الحكومية في حلب وتم استعمال تقنية PERT بفرعيها

(time- cost) وقد جمعت البيانات وفق المنهج العلميPERT. كان من ابرز نتائجها ان تطبيق تقنية pert-time فقد ادى إلى تقليص فترة تنفيذ المشروع من فترة الإنجاز الفعلية وخفض إجمالي تكلفة المشروع من خلال خفض التكلفة غير المباشرة بمقدار أكبر من الزيادة في التكلفة المباشرة وان تطبيق تقنية pert-cost فقد ادى الى اعادة جدولة الاوقات المستحقة لجزء من التكاليف.

14. دراسة Shakenova(2016[40]) بعنوان" Using Fuzzy Logic to Obtain PERT Three Time Estimates in Oil and Gas Projects"(استعمال المنطق الضبابي للحصول على تقديرات الوقت الثلاثة (PERT) في مشاريع النفط والغاز) التي هدفت الى استخلاص قيم واضحة من نتائج استطلاع اراء خبراء الضبابية حول موضوع الدراسة ثم تحويلها الى برنامج ويب لغرض ايجاد تقديرات الاوقات الثلاثة لتقنية PERT لتحديد المخاطر في مشاريع الغاز وتمثلت عينتها في مشاريع بناء خطوط انابيب الغاز وتم استعمال تقنية FPERT لتقدير الاوقات وتم جمع البيانات على اساس هذا المنهج العلمي. كان من ابرز نتائجها فقد تم تحديد خطورة هكذا مشاريع من خلال استعمال طريقة المسح وذلك باستعمال القيم الاكثر ترجيحاً مثل تحديد الخطورة في مشاريع النفط والغاز وتعد هذه الطريقة مفيدة لجمع الآراء لأنها ليست لشخص واحد وانما تكون الاجابات مختلفة حول النشاط وعلية تعتبر الاجابات بمثابة مدخلات للمحاكاة باستخدام β-Beta لغرض بناء توزيع النشاط وفق المجموعة الضبابية.

15.دراسة نوري و محمد (2018[36]) بعنوان" استعمال انموذج التحليل الشبكي للأعمال لتقليل اوقات الانجاز في المشاريع الانشائية" التي هدفت الى استخدام التحليل الشبكي في المتابعة والتخطيط لمشروع لتحديد كلفة التعجيلية والوقت الفائض في المشروع وتمثلت عينتها في (مجسر بعقوبة /ديالى) واستعمل تقنية (PERT)و طريقة المسار الحرج(CPM)للوقت والكلفة. وقد جمعت البيانات وفق المنهج العلمي للدراسة. كان من ابرز نتائجها الوصول الى افضل وقت و كلفة للمشروع واستطاع تمكين الشركة من تقليل موعد انجاز المشروع بشكل عام كما ان فرق الوقت هو (3)اسبوع من خلال استخدام "طريقة المسار الحرج" وعلية يكون مقارب للوقت الفعلي للمشروع.

16.دراسة ابراهيم (2019[1]) بعنوان" استعمال اسلوب المسار الحرج واسلوب بيرت في تخطيط مراحل تصنيع وانتاج الابواب الخشبية" التي هدفت للوصول الى الوقت الامثل لإتمام مشروع التصنيع، وفي ظرف توفير الامكانيات والموارد المتاحة وبتكلفة اقل وتمثلت عينتها في مصنع المصطفى في دهوك واستعملت تقنية (PERT) و (CPM) للمتابعة والتخطيط للمشروع. وتم

جمع البيانات وفق هذين المنهجين. كان من ابرز نتائجها عند عدم استعمال نماذج التحليل الشبكي في عملية التنفيذ داخل المصنع يظهر اثار سلبية تنعكس على عملية التصنيع حيث كانت الفترة المخططة لتنفيذ لا تتخطى (206)يوم، في حين فترة التنفيذ الفعلي بلغت(365) يوماً وعند استعمال اساليب التحليل الشبكي(بيرت والمسار الحرج) تحددت فترة التنفيذ(206)يوماً وبالتالي يوجد هناك فرق بين التخطيط للمشروع والاداء الفعلي.

17. دراسة Rodriguez (2019[37]) بعنوان " PERT Using Fuzzy Variables and Probability Distribution Function Randomly Selected"(بيرت باستخدام المتغيرات الضبابية والاختيار العشوائي لدالة التوزيع الاحتمالي) التي هدفت الى تحليل ومحاكاة شبكة PERTفي ظل ظروف عدم التأكد من خلال نموذج هجين لغرض تقدير الوقت وتمثلت عينتها في مشروع صناعي يتألف (4 ،40 ،400 ،4000) نشاط واستعملت تقنية PERT الكلاسيكية وتقنية (PERT) الهجينة مقترنة بنظرية المنطق الضبابي والمقارنة بينهما وقد جمعت البيانات وفق هذا المنهج العلمي. كان من ابرز نتائجها ان عملية المحاكاة تشير إلى أن وقت المشروع باستعمال نموذج Fuzzy PERT لا تختلف كثيراً عن نتائج PERT الكلاسيكي ويمكن اعتباره مقبول لانهم يظهرون فرق قليل جداً على الرغم من ان وقت اكتمال المشروع في عملية المحاكاة قد اظهر قيم متقاربة الا ان هناك وجود اختلافات بين الانحرافات المعيارية حيث ان عند استعمال PERT الكلاسيكية يكون الانحراف المعياري اقل من الانحراف المعياري في نموذج PERT الضبابي وعندما تزداد قيم(α) يزداد وقت انتهاء المشروع.

18.دراسة بن علي و تينيلان (2020[5]) بعنوان "استعمال نماذج شبكات الاعمال الحديثة في تخطيط ومراقبة المشاريع" التي هدفت لمعرفة دور التقنيات الشبكية في تقليل التكاليف من خلال الامكانات المتاحة وتمثلت عينتها في لإدارة مشروع "الانارة العمومية في ولاية أدرار" وتم استعمال اسلوب (PERT) والمسار الحرج للكلفة والوقت والمقارنة بينهما وقد جمعت البيانات وفق هذه المناهج العلمية. كان من ابرز نتائجها بأن بإمكان الشركة تقليص التكاليف تبعاً لتوفر الموارد المتاحة وعند استعمال طريقة(CPM) فقد تم إنجازه في(20) يوماً، اما عند استعمال اسلوب (PERT) فقد ينجز بغضون(10)ايام بعدما كان متفق على وقت انجاز(60)يوماً وفق العقد وهنا يبرز دور التخطيط الشبكي في ادارة المشاريع.

19. دراسة Akpan &Agadaga (2020[3])بعنوان " Modeling Building Renovation Using PERT"(نمذجة تجديد المباني باستخدام PERT) التي هدفت للحصول على مخطط شبكي والمسار الحرج والاوقات المتوقعة لاكتمال المشروع واحتمال إنجازه

ضمن الفترة المطلوبة وتمثلت عينتها في شركة ميغا ستار(mega star) للتقنية والانشاءات المسؤولة عن تشيد وتجديد المباني في نيجيريا و استعمل تقنية المراجعة وتقييم البرامج(PERT) و جمعت بيانات المشروع وفق منهج PERTلتحليل البيانات. كان من ابرز نتائجها عند استخدام تقنية pert يكون الوقت المتوقع لتسليم المشروع هو (235.16)يوماً، كما أن الفرق (15.75) يوم عن الوقت المتفق علية عن طريق تحديد التباين و المتوسط للمشروع بشكل عام وبالتالي فان احتمال انجاز المشروع في فترة(243) يوم او اقل يساوي (76.53%) كما ان يمكن لهذه التقنية تقليل كلفة المشروع وساعدت الادارة المشروع على تقدير وقت الانتهاء.

20.دراسة Gozali &Tjusila (2021[44]) بعنوان " Implementation of Project Management to Develop the AHA.002 Project With PERT Method Gantt Chart and QM for Windows V5 Software at PT. Matahari Megah(تنفيذ إدارة المشروع لتطوير مشروع AHA.002 باستخدام طريقة PERT مخطط جانت و QM لبرنامج Windows V5 في PT). التي هدفت الى التحكم والتحليل في الجداول الزمنية AHA.002 لمشروع تصنيع (Multi Nut Runner Fly Wheel MC لآلة AE 1) واستعمال تقديرات الوقت للأنشطة لتحديد الفترة الزمنية لأنهاء المشروع وتحديد الانشطة الحرجة للمشروع وتمثلت عينتها في شركة (Matahari Megah) وهي شركة متخصصة في الطلب على المنتجات من خلال تصنيع الآلات واستعمل تقنية PERTفي جدولة المشروع. كان من ابرز نتائجها ان فترة اكتمال المشروع وفق تقنية PERT تبلغ (49.5)اسبوعاً مع وجود (24) نشاط لتسليم العمل بشكل كامل وأن مشروعAHA.002 من اهم المشاريع التي يجب تنفيذها على الفور وعلية تشغيل الالة في الموعد المحدد لكسب رضا العميل.

(1-5- 2) الدراسات التي تناولت محور تقنية المراجعة والتقييم البياني

Graphical Evaluation and Review Technique (GERT)

1. دراسة حنا (1993[11]) بعنوان " تطبيقات تقنية (GERT) للسيطرة على العمليات التصنيعية في الصناعة" التي هدفت الى السيطرة على المنتجات في المؤسسات الصناعية والاستفادة من عوامل الانتاج كالوقت ، والآلات ،واليد العاملة وتمثلت عينتها في مؤسسة بدر العامة المتخصصة بتصنيع (المثاقب القياسية الالتوائية ذات النصاب المستدق) وتم استعمال تقنية GERT للسيطرة على الوقت. كان من ابرز نتائجها عند استعمال تقنية(GERT)يؤدي الى

انخفاض الوقت الفعلي لعملية التصنيع وفي الوقت ذاته زيادة مستوى الانتاجية وانخفاض كمية المنتج التالف وعلية ارتفاع نسبة ارباح المؤسسة.

2. دراسة Shankar (1999[41]) بعنوان " Gert Analysis of Corrective Action Plan for the Production Processes" (تحليل GERT لخطة العمل التصحيحية لعمليات الإنتاج) التي هدفت الى اعداد خطة تصحيحية باستخدام تقنية (GERT) لغرض الحفاظ على جودة عملية الانتاج بنسبة عالية بعدما انخفضت كفاءة المنتجات بسبب الآلات رديئة المستوى وتمثلت عينتها في المجال الصناعي في مدينة رايبور(Raipur) الهندية، باستعمال تقنية GERTفي المحافظة على جودة العملية الانتاجية. كان من ابرز نتائجها بالاعتماد على نتائج الفحص المتكرر للعينات تم اعداد منظومة لتصحيح عمل عملية الانتاج وتحليل العوامل الديناميكية للمنظومة باستخدام تقنية GERT وهذه المنظومة تتطلب التفتيش بشكل مباشر على المعدات والمكائن المتعلقة في الانتاج لرفع مستوى جودة العمل.

3. دراسة (Al dabbagh &Ahmad) في(1996[2]) بعنوان" Development of GERT model for Precommissioning /commissioning of Water Treatment Plant"(تطوير نموذج GERT للتشغيل المسبق / تكليف بمحطة معالجة المياه) التي هدفت للوصول الى متوسط الوقت التي يجب اكتمال فيه تشغيل المحطة وتمثلت عينتها في تهيئة تشغيل(محطة المياه للمعالجة التحلية) في السعودية واستعملت تقنية (GERT) لغرض معالجه المياه في الوقت المحدد وقد جمعت بيانات المشروع وفق هذا المنهج. كان من ابرز نتائجها تم تقدير متوسط الفترة المتوقعة لتهيئة محطة التشغيل والتي قدر تقريباً(169.38)يوماً من خلال تطبيق تقنية (GERT) بعد ان كان مخطط انتهاءه في (180) يوم.

4.دراسة Kosugi ,et al.(2004[22]) بعنوان " Time to Realization: Evaluation of CO2 Capture technology R&Ds by GERT(Graphical Evaluation and Review Technique) analyses"(ادراك الوقت: تقييم البحث والتطوير في تكنولوجيا التقاط ثاني أكسيد الكاربون بواسطة تحليلات GERT) التي هدفت الى تقييم وتقليل وقت التقنيات CO_2 والوصول للمعلومات عن عملية التطوير والتخطيط لتخفيض كلفة التقنيات وتقليل الاحتباس الحراري، وقد استعمل تقنية GERT بهدف التخطيط الجيد للتقنيات. كان من ابرز نتائجها حيث تم تقدير متوسط الوقت المتوقع لاكتمال مشروع البحث والتطوير تتراوح بين 16و19 عام واقل وقت ممكن(13.8) عاماً. فضلاً عن تقدير احتمال نجاح المشروع وتبين انه يتمتع بنسبة نجاح كبيرة وتم اعداد مخططات شبكية لتقليل اوقات البحث التكنولوجي للتقنيات.

5. دراسة Gavareshki(2004[11]) بعنوان" New Fuzzy GERT Method for Research Projects scheduling"(طريقةGERT الضبابية الجديدة للجدولة المشاريع البحثية)التي هدفت الى تقديم تقنية جديدة مناسبة وقابلة للتطبيق على المشاريع البحثية وتمثلت عينتها في المشاريع البحثية في المعهد الالكتروني/ الايراني، وتم استعمال تقنية GERTمع المنطق الضبابي. كان من ابرز نتائجها فقد تم مقارنة تقنية GERT مع FGERTوتبين أنها كانت متقاربة من بعضها ، كما ان عند مقارنتها مع طريقة المسار الحرج كانت اكثر واقعية.

6.دراسة Abdi, et al. (2010[1]) بعنوان " Modeling and Analysis of Mechanization Projects of Wheat Production by GERT Networks"(نمذجة وتحليل مشاريع ماكنة إنتاج القمح بواسطة شبكات GERT)التي تهدف إلى مراقبة ومتابعة انشطة المشروع من خلال اعداد جدول زمني للماكنة انتاج القمح وتمثلت عينتها في (قطاع الزراعة /تبريز/ايران) وتم استعمال تقنية (GERT) لغرض جدولة المشروع من حيث التكاليف والوقت وقد جمعت البيانات وفق هذا المنهج العلمي. كان من ابرز نتائجها ان نتائج المشروع كانت مناسبة باستخدام تقنية (GERT) وهذه التقنية تعتبر مهمة في عمليات التخطيط والتحكم في المشاريع عامة ومشاريع الانتاج الزراعي خاصة. كما استطاعت ان تجيب على اي تساؤل احصائي متعلق في هذا المشروع.

7.دراسة Li, et al. (2011[25]) بعنوان " A GERT based Analytical Method for Remanufacturing Process Routing" طريقة تحليلية قائمة على GERT لإعادة توجيه عملية التصنيع) التي هدفت الى اقتراح تقنية تحليلية متطورة مبنية على (Gert) في عمليات اعادة التصنيع وتمثلت عينتها في مغزل الخراطة لإعادة التصنيع واستعمال تقنية (GERT) لغرض تحليل البيانات. كان من ابرز نتائجها وجود درجة كبيرة من عدم اليقين نتيجة اختلاف الظروف للمنتج المستخدم، وأن التحليل باستخدام التقنية البيانية ذات اهمية في عمليات (اعادة التصنيع) وتم تقدير الوقت والاحتمال لنماذج الاربعة المتعلقة في عملية اعادة التصنيع وتبين من النتائج ايضاً ان التقنية المقترحة تعطي نفس نتائج المحاكاة.

8.دراسة Lin, et al.(2011[27]) بعنوان" Applying an Fuzzy GERT with Approximate Fuzzy Arithmetic Based on the Weakest t- norm Operations to Evaluate Repairable Reliability"(تطبيق معيار GERT الضبابي مع عمليات حسابية ضبابية تقريبية بناءً على عمليات t- المعيارية الأضعف لتقييم الموثوقية القابلة للإصلاح) التي تهدف إلى تطوير العمليات الحسابية الضبابية لتقييم موثوقيتها

و فحص مشاكل الاصلاح في طائرة تقوم بمهمة عسكرية وتمثلت عينتها في مركز الفحص الطائرات في تايوان، وتم استعمال محاكاة تقنية (GERT) الضبابية. كان من ابرز نتائجها من خلال تطبيق محاكاة(GERT) فقد تم تطوير العمليات الحسابية الضبابية واثبتت العمليات الحسابية الضبابية قدرتها على حساب نتائج العمليات الحسابية بنجاح كحساب الفاصل الزمني الضبابي وقد تم فحص الموثوقية الضبابية فقط لطائرة التي تعمل بمهمة عسكرية.

9. دراسة Chen &wang(2013[47]) بعنوان " Remanufacturing Process for used Automotive Electronic Control Components in China"(عملية إعادة التصنيع لمكونات التحكم الإلكترونية للسيارات المستعملة في الصين) التي هدفت الى ايجاد وقت عملية اعادة التصنيع وتحديد احتمال النجاح لمكونات التحكم والسيطرة الالكترونية لإعادة التصنيع وتمثلت عينتها في مصنع السيارات في الصين، و تم استعمال تقنية (GERT) في التقدير وجمعت البيانات وفق هذه التقنية. كان من ابرز نتائجها ان تقنية الشبكة العشوائية قادرة على محاكاة مشروع التحكم الالكتروني في عملية اعادة التصنيع السيارات وتم حساب احتمال نجاح المشروع. كما تبين ان متوسط وقت المشروع يتناقص عند تطوير العمليات الرئيسية.

10.دراسة Kannan & Ramani(2014[36]) بعنوان " Scheduling of Industrialized Construction "Project using Graphical Evaluation and Review Technique(GERT)"(جدولة مشروع الإنشاءات الصناعية باستخدام التقييم البياني وتقنية المراجعة (GERT)) التي هدفت الى استعمال تقنية GERT لتطوير جدولة عمل المشروع بالإضافة لتقييم العناصر المختلفة التي تؤثر على وقت المشروع وتمثلت عينتها في مشروع بناء (مصنع الفحم)/ماديا براديش/الهند، واستعمال تقنية GERT ومقارنتها مع التقنيات(PERT/CPM). كان من ابرز نتائجها ان من خلال جدولة الوقت لبيانات المشروع باستعمال تقنية GERT، تبين أن هذه التقنية تعطي تقديرات واقعية اكثر من التقنيات الاخرى وقريبة الى الوقت الفعلي للتنفيذ.

11.دراسة Monjezi, et al. (2016[32]) بعنوان " Operation Scheduling of Sugarcane Production Using Fuzzy (GERT) Method (part II :preserve Operations, Harvesting and Rationing)"(جدولة عملية إنتاج قصب السكر باستعمال طريقة جيرت الضبابية (الجزء الثاني: الحفاظ على العمليات والحصاد) التي هدفت الى جدولة عملية الحفظ ،والحصاد، والترشيد في انتاج (قصب السكر). تمثلت عينتها في مدينة خوزستان الايرانية وتم استعمال تقنية (FGERT) في التحليل و جدولة وقت المشروع

الزراعي. كان من ابرز نتائجها فقد تم جدولة المخرجات ووقت الانتهاء الضبابي للمشروع (انتاج قصب السكر)بكفاءة كبيرة ومن خلال تطبيق تقنية (FGERT)تبين أن نظرية الارقام الضبابية تعتبر اداة مهمة لجدولة المشروع.

12.دراسة Zhou, et al.(2016[50]) بعنوان " Forecasting Return of used Products for Remanufacturing using Graphical Evaluation and Review Technique(GERT)" توقع عائد المنتجات المستخدمة لإعادة التصنيع باستعمال تقنية المراجعة والتقييم البياني (GERT)) التي تهدف الى التنبؤ بعدد الطابعات التي يعاد تصنيعها، وحساب اوقات التنفيذ بالإضافة الى تقديم المساعدة للمسؤولين في شركات اعادة التصنيع، لغرض تطوير كفاءة المنتج وتمثلت عينتها في مصنع الطابعات في الصين، وتم استعمال تقنية (GERT) في عملية التنبؤ بعدد الطابعات المعاد تصنيعها. كان من ابرز نتائجها فقد تم التنبؤ في الوقت ذاته في ثلاث نتائج وهي(الوقت، وكمية الطابعات العائدة، والاحتمال) عوضاً عن التنبؤ بقيمة واحدة.

13.دراسة Tao, et al.(2016[43]) بعنوان "Schedule Risk Analysis for New-Product Development: The GERT Method Extended by a Characteristic Function"(جدولة تحليل المخاطر لتطوير منتج جديد: طريقة GERT بواسطة الدالة المميزة) التي هدفت الى تحليل المخاطر الجدولة لغرض تحسين المنتجات الجديدة. وتمثلت عينتها في شركة Shanghai Aviation Electric Co. (SAVC) في الصين المتخصصة في المنتجات الالكترونية والكهربائية للطيران باستعمال تقنية (GERT) للمفاضلة بين الوقت والتكلفة. كان من ابرز نتائجها معالجة الاثار المترتبة على وقت الاستحقاق وساعدت في تحليل مخاطر الجدولة للمشروع من خلال اعطاء فكرة شاملة للخسائر الناتجة من المخاطر وتحديد احتمال المخاطر.

14.دراسة Liu, et al.(2017 [28]) بعنوان " A Value Transfer GERT Network model for Carbon Fiber Industry Chain Based on Input-Output table"(نموذج شبكة GERT لنقل القيمة لسلسلة صناعة أليـاف الكـاربون بنـاءً على جدول الإدخال والإخراج) التي هدفت الى جدولة المدخلات والمخرجات لسلسلة صناعة اليـاف الكـاربون والحصول على متوسط القيمة الانتاجية للألياف وتباينه ونسبة احتمال الاستثمار. وقد تمثلت عينتها في شركة تصنيع اليـاف الكاربونيه في مقاطعة(Jiangsu)في الصين، واستعملت تقنية (GERT) في تحليل النموذج. كان من ابرز نتائجها اقتراح خوارزمية لتحليل شبكة المشروع

من خلال تطبيق تقنية (GERT) وتبين ان هناك احتمال استثمار (0.3) لكل وحدة انتاجية في الشركة ومتوسط الزيادة في القيمة الانتاجية(3.109) وبالتالي هذه الخوارزمية سوف تساعد الحكومة على وضع خطة لتحسين وتطوير صناعة الياف الكاربون.

15. دراسة Asl & Hashemin (2018[15])بعنوان " Completion Time of Special Kind of GERT –Type Networks with Fuzzy Times for Activities" (وقت الانتهاء من النوع الخاص من GERT للشبكات ذات الأوقات الضبابية للأنشطة) التي هدفت الى ايجاد خوارزمية قادرة على حساب جميع المسارات الفرعية في شبكة المشروع بالإضافة الى حساب متوسط الوقت والاحتمال التنفيذ، وتم تطبيقGERT والمنطق الضبابي لتحليل الشبكة. كان من ابرز نتائجها فقد تم تطوير خوارزمية لتحديد وقت اكتمال شبكة المشروع ثم حساب المتوسط وتباين والاحتمال ودالة التوزيع التراكمي لوقت اكتمال الشبكة كمتغير عشوائي ضبابي.

16. دراسة Todorova(2019[45]) بعنوان " GERT Model of a Technical Station for determining the Passenger Train set Delay"(نموذج GERT لمحطة فنية لتحديد تأخير مجموعة قطار الركاب) التي هدفت الى تنظيم وقت قدوم العربة ووقت اجراء الصيانة الازمة بهدف تقديم الخدمة للوافدين في الوقت المحدد وتمثلت عينتها في محطة القطارات(Nadezhda) في بلغاريا، واستعمل تقنية(GERT) في طريقة تنظيم اوقات الوصول. وقد جمعت بيانات المشروع وفق هذه التقنية. كان من ابرز نتائجها تم ايجاد خوارزمية معتمدة على تقنية(GERT) وتم من خلالها حساب وقت قدوم جميع انواع العربات الى المحطة الفنية للفحص وتحديد فترة بقاء العربات وهذه الخوارزمية تعتبر عامة وبالإمكان استخدامها لأي نوع من محطات الفحص

17. دراسة محمد (2020[32]) بعنوان " جدولة المشروع في ظل عدم التأكد باستعمال اسلوبي GERT والتنبؤ الرمادي GM(1,1) التي هدفت لتخفيض حالة عدم اليقين الخاصة بحجم التنبؤ بالطلب لعام (2020) باستخدام النموذج الرمادي وحساب وقت تسليم الطلبية واعداد جدول زمني للأنشطة التي يمكن اعادة العمل بها والاحتمالية باستعمال تقنية GERT.وتمثلت عينتها في مصنع المنصور (لإنتاج الالواح الطاقة الشمسية) وتم استعمال تقنية GERTمع النموذج الرمادي للتنبؤ في اوقات المشروع وجمعت البيانات وفق هذين الاسلوبين. كان من ابرز نتائجها قدرة النموذج الرمادي على التنبؤ بالطلب على الالواح الشمسية لعام 2020ساعدت الإدارة في تنظيم العمل داخل المصنع والقدرة على التعامل مع الطلبية المفاجئة، وتم حساب متوسط الوقت

لإنجاز الطلبية التي تم التنبؤ بها للألواح باستعمال تقنية (GERT) فضلاً عن تحديد كمية الانتاج الطلبية المتنبئة من الحجم الكلي للطلب.

18. دراسة Baranov, et al. (2020[9]) بعنوان "GERT- Network Optimization Model for Technologies of Hazardous Industry Management" (جيرت نموذج تحسين الشبكة لتقنيات إدارة الصناعات الخطرة) التي هدفت الى حساب اوقات تنفيذ الانشطة لغرض تحسين المنتج الخطر وتمثلت عينتها في المراقبة البيئية لفحص لمحطات الطاقة الحرارية في روسيا. و تم استعمال اداة (GERT) لسيطرة على تحسين المنتج. كان من ابرز نتائجها من خلال تطبيق تقنية (GERT)القدرة على التعامل مع التغيرات العشوائية التي تطرأ على وقت تنفيذ انشطة السيطرة والفحص وهذه التغيرات ممكن أن تحدث بشكل مباشر عند التنفيذ نتيجة عدم استقرار وقت الانشطة وتم ايجاد اوقات التنفيذ لكل الانشطة مع مراعاة التغيرات وعدم اليقين.

19. دراسة Zhang, et al. (2021[49]) بعنوان "Fuzzy GERT Model Based on z-tag and its Application in Weapon Equipment Management" (نموذج Fuzzy GERT استنادًا إلى z-tag وتطبيقه في إدارة معدات الأسلحة) التي هدفت الى اقتراح تقنية Z-tag FGERT لغرض لتنبؤ بدالة المولدة للعزوم للوقت المتوقع والاحتمالية وتمثلت عينتها في تشغيل نظام الرادار للمعدات العسكرية في الصين. كان من ابرز نتائجها فقد استطاعت الخوارزمية التنبؤ بالدالة المولدة للعزوم باستخدام هذا النموذج المقترح، وتعد هذه التقنية فعالة في ادارة الاسلحة العسكرية.

الفرق بين الدراسات السابقة والدراسة الحالية:

على الرغم من الدراسات السابقة(العربية، والاجنبية) تناولت كلا التقنيتان (PERT,GERT) لكن كان تناولها لكل تقنية بشكل منفصل عن الاخرى. في حين الدراسة الحالية فقد جمعت التقنيتين معاً لتوضيح علاقة الارتباط بينهما من خلال الجانب التطبيقي، فضلاً عن استعمال تقنيات شبكات الاعمال التقليدية والضبابية معاً.

الفصل الثاني

الجانب النظري

- تمهيد
- المبحث الاول : مفاهيم اساسية
- المبحث الثاني: الجدولة باستعمال تقنيات شبكات الاعمال(PERT,GERT) التقليدية
- المبحث الثالث: الجدولة باستعمال تقنيات شبكات الاعمال(PERT,GERT) الضبابية

(2-1) تمهيد

يتضمن هذا الفصل ثلاثة مباحث تناول المبحث الاول المفاهيم الاساسية للمشاريع من تعريف مفهوم المشروع ومفاهيم التخطيط والجدولة ومراحلهما. في حين تم تخصيص المبحث الثاني الجدولة باستعمال تقنيات شبكات الاعمال(PERT,GERT) التقليدية. اما المبحث الثالث فقد تناول الجدولة باستعمال شبكات الاعمال (PERT,GERT)الضبابية. اذان من المهم لإدارة المشاريع انهاء المشروع في وقتة المحدد وتجنب التأخير وفي ظل الامكانيات المتوفرة بسب زيادة قوة المنافسة. لذا يجب على الادارة الفعالة استعمال تقنيات الشبكات الاعمال لغرض التخطيط والجدولة للمشروع لضمان تسليمة في موعدة المحدد.

(2-2) المبحث الاول : مفاهيم اساسية Basic Concepts

يستعرض هذا المبحث المفاهيم الاساسية للمشروع والتخطيط والجدولة ومراحل ومبادئ التخطيط والجدولة واهم تقنيات الجدولة.

(2-2-1) مفهوم المشروع Project Concept

يعرف المشروع على أنه مجموعة من الفعاليات والمهام التي يتطلب تنفيذها مدة من الزمن بهدف الوصول لنتيجة معينة ويكون للمشروع بداية ونهاية ضمن فترة زمنية معينة. وفي الحقيقة هناك ثلاثة عوامل رئيسية تتحكم في المشاريع (الوقت ،التكاليف ودقة العمل (الجودة)) وان اي خلل يحدث في واحد من هده الامور سوف يؤثر على المشروع و كل نشاط من انشطة المشروع يسعى لإعطاء اهمية وهدف يختلف عن باقي انشطة المشروع وبشكل يتناسب مع اهمية المشروع بشكل عام . وان اي مشروع يحتاج الى قيادة قادرة وقوية تتمكن من تحويل مدخلات المشروع الى مخرجات بكفاءة تتلائم مع طبيعة المشروع وأنشطته لتحقيق الاهداف المرجوة و يجب على مدراء المشاريع السعي في تطوير وتحسين المهارات من اجل تحقيق التوازن بين مطالب وتوقعات كل منظمة او شركة أثناء إدارة مخرجات المشروع وأصبح التخطيط الاستراتيجي عنصر رئيسي في إدارة المشاريع(عيدان،2022) (Kerzner& Saladis ,2017: 1).

ويعد التخطيط بانة انشطة ذات مهارات متعددة ترتكز على الاهداف ذات الاهمية المتعلقة بالجداول الزمنية والتقنيات الملائمة للعمل في المشروع للوصول الى الهدف النهائي و يجب على ادارة المشروع التخطيط والاستفادة من المهارات والخبرات الشخصية (Villalba,2006:54-56). كما انه فريق من الأشخاص مختلفين في مجالات الخبرة يتعاونون فيما بينهم بشكل مؤقت لغرض

الوصول إلى نتيجة معينة للمشروع التي سبق وتم التخطيط لها ضمن توقيت زمني وميزانية محددين مسبقًا(Grit,2021, 20).

ويمر المشروع منذ البداية حتى النهاية بخمسة مراحل رئيسية وهي مرحلة البدء، مرحلة التخطيط، مرحلة التنفيذ،مرحلة الاداء، مرحلة الانهاء (الاغلاق)(Gido& Clements,2012:6-7).

(2-2-2) تخطيط المشروع Project Planning

يعرف التخطيط على أنه مجموعة محددة من الفعاليات التي تستعمل من اجل اتخاذ قرار بشأن الانشطة التي يتطلب تنفيذها لغرض تحقيق اهداف المشروع خلال مدة زمنية معينة. وفي الواقع ان التخطيط يتطلب تطوير وتنسيق الجداول الزمنية والموارد الاخرى (كاليد العاملة والآلات والاجهزة) وتقدير التكاليف المطلوبة لإتمام المشروع فالتخطيط هو بمثابة اجراء تكراري لتحديد اطار المشروع وتطوير أهدافه من اجل تحقيق معايير الجودة وتلبية ما يتطلع الية اصحاب المشروع، كما ان التخطيط يحدد الامور التي قد تؤثر على اداء العمل ويحدد دور مدراء المشاريع والعاملين من اجل تطوير انتاج المشروع(AlNasseri,2015: 13-14).حيث ان التخطيط يقسم هيكل عمل المشروع لتنظيمه في مراحل او وحدات متميزة ثم بعد ذلك يتم تخطيط كل مرحلة عمل عن طريق تحديد عدد الفعاليات او الانشطة المطلوبة لإنجاز المشروع وبعد تحديد الانشطة يتم تعين جدول زمني لها بحسب تتابع الانشطة وتداخلها مع بعضها البعض الاخر(Tallgren,etal,2021: 768).

اذ ان الهدف الاساس من عملية التخطيط هو توثيق مركزي لتنفيذ لكافة اجزاء المشروع ويستعمل كدليل لتنفيذ ومراقبة المشروع والتحكم والسيطرة على انهاءه ومن الطبيعي عملية التخطيط تكتمل بشكل تدريجي ويجب منح فترة زمنية كافية لأعداد الخطط من اجل تجنب الاخطاء اثناء تنفيذ المشروع و ينبغي ان يتميز التخطيط بالدقة وتركيز على ادق التفاصيل والتأكد من مصداقية اي معلومة لان الخطأ في التخطيط لإدارة المشاريع يكون مكلف وسبيل معالجة يكون معقد خاصتاً عندما يكون العمل في مراحل متقدمة ومن المحتمل ان يؤدي في النهاية الى فشل المشروع (المحيميد ،2017: 47-48-57).

وأن التخطيط بشكل مفصل و شامل من لحظة ابتداء العمل في المشروع واستمراره طول فترة التنفيذ هو مفتاح نجاح المشروع ومنح فرصة لكل اعضاء ادارة المشروع للعمل معًا في بيئة غير منظمة إذ يتم تقبل اي فكرة او معلومة ويمكن الاستفادة من خبرة اي فرد في فريق العمل لغرض تحديد المشاكل والحلول المستقبلية. (Sears et al.,2015: 144).

(3-2-2) مبادئ التخطيط للمشروع Project Planning Principles

لغرض التخطيط لمشروع معين يجب ان يتضمن عدة مبادئ(Kumar&suresh,2009: 82) وهي كالآتي:

اولاً: مبدأ التكامل: Principle of Integration

هو المبدأ الذي يدمج العاملين والمواد والمعدات والخدمات الاخرى الداعمة لإنجاز المشروع ليتم تحقيق استخدام جميع الموارد بشكل امثل.

ثانياً: مبدأ التدفق: Principle of Flow

من اجل التخطيط الفعال الذي يجعل المواد تتقدم وتتحرك الى الامام باتجاه مرحلة اكتمال المشروع أي لا يجب وجود أي تراجع.

ثالثاً: مبدأ المرونة : Principle Flexibility

هو المبدأ الذي يمكن اجراء تغيرات علية دون زيادة في الاوقات والتكاليف، كما يجب الاخذ بعين الاعتبار المتطلبات في المستقبل اثناء اجراء عملية التخطيط للمشروع الحالي.

رابعاً: مبدأ السلامة والرضا والأمن: Principle Safety, Satisfaction and Security

ينبغي عند التخطيط للمشروع ما مراعاة رضاة وسلامة العاملين فيه والمحافظة على المعدات والاجهزة من الحرائق وحمايتها من السرقة.

(4-2-2) اهداف التخطيط للمشروع Project Planning Objectives

بما ان عملية التخطيط هي عبارة عن سلسلة من الانشطة الموجهة باتجاه المخرجات الاساسية. الا ان مجموعة من الشركات تقوم بتطوير المشاريع لمعرفة امكانية استمرار البرامج الحالية بالعمل بأسلوب جيد الى ان ينتهي المشروع بالنجاح. وأن تنظيم انشطة المشروع تعتبر طريقة فعالة في تحديد مواردة بشكل جيد وباقل كلف و التخطيط لأي مشروع لابد ان يكون له عدد من الاهداف (Heizer, et al.,2017: 100) نذكر اهمها:

1- تحديد مهمة كل نشاط من انشطة المشروع وتعين بدايتها ونهايتها.

1- فهم المشاريع التي تحتوي انشطة متعددة ومعقدة والتي تتطلب خبرات عالية.

2- تعالج اماكن الخلل في المشروع وتعمل على وضع الحلول البديلة لإنجاز العمل.

(5-2-2) جدولة المشروع Scheduling Project

عملية جدولة المشروع عملية مستمرة لتخصيص الموارد بشكل مستمر لإتمام مهام محددة وتعد اخر مرحلة لتخطيط قبل الانتاج والتي تشير إلى تحديد او تعين الخطوات السابقة او المتتابعة لا نجاز العمل او امر الانتاج، ان الجدولة تعني تعين التوقيتات ومقدار وحجم المشروع المطلوب إنجازه خلال فترة زمنية معينة في كل حقل او موقع عمل مع انها قصيرة الامد الا انها تتميز بأهمية استراتيجية لان التنافس اصبح على اساس الوقت اكثر شيوعاً في بيئة المشاريع والاعمال. اذ ان الشركات اصبحت تتنافس فيما بينها بشكل اساسي على اساس السرعة في الانجاز مع مراعاة الجودة في العمل مما يجعل الجدولة ترتكز على اساس تسليم المشروع في موعدة المحدد مسبقاً وهي من الامور المهمة لغرض تحقيق الشركات النجاح الاستراتيجي في ادارة الاعمال (محسن والنجار، 2012: 491). يمكن تجزئة المشروع إلى مجموعة من المهام المترابطة. رغم إمكانية إجراء جزء من المهام بصورة متزامنة لا تبدأ مهام حتى تنتهي مهام أخرى و قد تحتوي المشاريع المعقدة والكبيرة الآلاف من المهام الفردية التي يجب تنظيمها حتى ينتهي المشروع في حدود وقت وميزانية محدد والجدولة عنصر مهم في استمرار عملية التخطيط للمشروع (*Nahmias&Olsen,2015: 493*).

(6-2-2) مراحل جدولة المشروع Project Scheduling Phases

توجد هناك ثلاث مراحل رئيسة لجدولة المشروع (الجواد و الفتال ،2008: 208) وهي كالآتي :

❖ مرحلة التخطيط Planning Phase

تمثل مرحلة تحديد الانشطة التي يتألف بموجبها المشروع والفرضيات التي توضع على الانشطة وتعين العلاقات المعتمدة بين الانشطة اضافة الى شمولها في تقدير الوقت اللازم لتنفيذ الانشطة المشروع.

❖ مرحلة الجدولة Scheduling Phase

وهي مرحلة تعين وقت بداية ونهاية كل نشاط من الانشطة وتحديد المسار الحرج الذي يتضمن الانشطة لحرجة التي تتطلب اهتمام خاص لآنها ستؤثر على وقت نهاية المشروع بشكل عام. كذلك تقوم بتحديد الوقت المرن لجميع الانشطة غير الحرجة والتي يكون موقعها خارج اطار المسار الحرج.

❖ **مرحلة السيطرة والرقابة The control Phase**

هذه المرحلة تتبع مرحلتي (التخطيط والجدولة) والتي تشتمل على اعداد تقارير دورية عن تقدم مراحل انجاز المشروع وهذا التقارير يتضمن ملخص عن التطور و التقدم الذي حققه في فترة اعداد التقارير وتحليل المشاكل التي تواجه المشروع والقرارات الادارية الواجب اتخاذها بخصوص المواقع المشروع ومصادره.

(7-2-2) مميزات تقنيات جدولة المشاريع Advantages of Project Scheduling Techniques

تتصف التقنيات الجدولية بمجموعة من الصفات في ادارة المشروع بشكل فعال وهي كالآتي: (Kerzner,2017: 410)

- **مساعدة الادارة في التحكم وايجاد الرؤية التي تمكنها من ادارة المشاريع المميزة من نوعها.**
- **تمكن الادارة من وضع البدائل لتجنب التأخير الزمني في انجاز بعض الانشطة حتى لا يؤثر على الفترة الزمنية للمشروع بشكل عام.**
- **تكشف اطول مسار حرج لأنشطة شبكة المشروع.**
- **معرفة درجة الترابط بين الانشطة في المشروع وتقوم بتحليل المخاطر المتوقعة.**

(8-2-2) اهم تقنيات جدولة المشاريع The most Important Project Scheduling Techniques

تبحث إدارة الشركات التي تمتاز بقوة تنافسية بشكل مستمر عن تقنيات افضل لتحكم والتعامل مع المشاريع التي تتميز بالبيانات المتراكمة وتعقيدات الانشطة واوقات التسليم الضيقة لأجل تحقيق اهداف المشاريع واكثر التقنيات شيوعاً (Kerzner,2017 : 409) وسنركز في دراستنا على تقنيات المخططات الشبكية في المبحث الثاني بالتفصيل اذ منهم:

1- **طريقة المسار الحرج** — **Critical Path Method (CPM)**

2- **تقنية تقييم ومراجعة البرامج** — **Program Evaluation and Review Technique(PERT)**

3- **تقنية التقييم والمراجعة البيانية** — **Graphical Evaluation and Review Technique(GERT)**

(3-2)المبحث الثاني / الجدولة باستعمال تقنيات شبكات الاعمال (PERT,GERT)التقليدية

يتضمن هذا المبحث شرح مفصل لشبكات الاعمال واهم فوائدها. بالإضافة الى تفصيل طريقة تطبيق تقنيات (PERT,GERT)التقليدية من اجل اتخاذ قرار صحيح في مجال التنفيذ والتخطيط والتي تساعد الادارة على ايجاد الحلول للمشاكل التي يتعرض لها المشاريع في وقت وتكلفة اقل.

(1-3-2)شبكات الاعمال : Business Networks

هي احد تقنيات بحوث العمليات إذ إن اول من استعمال هذا التقنية في جدولة المشاريع الحديثة في عام (1956) من قبل الشركة(Dupont) في الولايات المتحدة الامريكية (مجموعة هندسة السيطرة الكيميائية)، وفي سنة(1957) تم اكتشاف طريقة "المسار الحرج" (C.P.M) وتم اجراء فحص اولي لها عام (1958) وتم مقارنة تقنية الشبكات التي كانت متبوعة بطريقة (C.P.M) من قبل الشركة الامريكية ذاتها فقد تم تقليل اوقات المشاريع بموجبها وتعتبر تقنية التحليل الشبكي من التقنيات الحديثة وذات كفاءة على مستوى (التخطيط ،والسيطرة ، والجدولة) في ادارة المشاريع المختلفة سواء كانت مشاريع انتاجية وصناعية وانشائية التي تتميز بصعوبة ادارتها لآنها تحتوي على عدد من الانشطة المتداخلة فيما بينها والمعقدة، و تتميز تقنية الشبكات بانها ذات طابع هندسي لما تحتوي من رسومات واشكال بيانية في ايضاح فكرة المشروع وان عملية المتابعة والتخطيط تؤدي دور مهم في ادارة المشاريع بشكل جيد(شعبان، 2008 : 347).وان المخطط الشبكي يتكون من عدد من العناصر وهي الاسهم (Arrows) او الانشطة (Activities) والعقد (Nodes) او الاحداث (Events)والتي يتم من خلالها ربط الاحداث مع بعضها اذ ان لكل نشاط في الشبكة له وقت محدد يشير الى الوقت الازم لإنجاز النشاط (بخيت والفرهود،2012: 4).

(2-3-2) فوائد شبكات الاعمال Business Network Benefits

من اهم الفوائد التي يتميز بها الشبكات (محجوب ، 1988: 119)هي:

- تساعد ادارة المشاريع في وضع واعداد خطة لتنفيذ المشروع.
- يعمل على تخفيض تكلفة المشروع وتحقيق أهدافه.
- يساعد على اختيار التقنية المناسبة لإنجاز مهام المشروع.
- يسمح بعملية التخطيط المسبق لجزء من انشطة المشروع من اجل تسريع عملية التخطيط النهائية للمشروع.
- تحديد بداية ونهاية الاوقات المتأخرة والمبكرة الانشطة المشروع. كما يحدد المسار الحرج لشبكة المشروع والانشطة الحرجة الواقعة علية.
- تسمح بتدريب العمال لرفع مستوى الخبرة والكفاءة لهم لغرض انهاء المشروع في موعدة المحدد.
- يساعد في عملية الرقابة والمتابعة لإدارة المشاريع الضخمة التي تواجه المؤسسات صعوبة في ادارتها ،وبالتالي يساعد على وضع نظام معلوماتي يعمل على ظهور الاخفاقات في العمل ومن ثم ايجاد الحلول الازمة لإنجاح المشروع .

(3-3-2)عناصر شبكات الاعمال Business Network Elements

توجد مجموعة من المصطلحات الاساسية التي تدخل في بناء الشبكة وهي كالآتي:

❖ **الانشطة Activities**

هو جزء محددمن المشروع ويلزم لإتمامه فترة محددة من الوقت حيث ان نهاية السهم تشير إلى بداية النشاط وراس السهم يمثل نهاية النشاط، وان اتجاه السهم وطولة لا علاقة له بحجم النشاط (ماضى،2014: 72)كما موضح أدناه

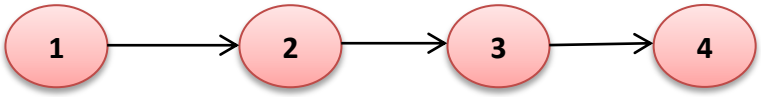
نهاية النشاط ⟵ بداية النشاط

❖ **الاحداث Events**

الحدث يمثل نقطة بداية ونهاية نشاط معين. كما أنه لا يستغرق موارد او اوقات عند التنفيذ ويتم التعبير عنة بمربعات او دوائر تحمل ارقام متسلسلة(عبد الفتاح،2006: 342) كما في التوضيح ادناه

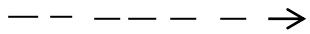
❖ **المسار Path**

هو مجموعة متتالية من الانشطة من بداية المشروع لحين نهايته وان المسار قد يكون في حالة نادرة يتضمن نشاط واحد ويمكن ان يحتوي المسار انشطة وهمية من ضمن انشطة المشروع ويجب مراعاة قد يرتبط نشاط واحد او اكثر في اكثر من مسار(الصيرفي،2002: 22).



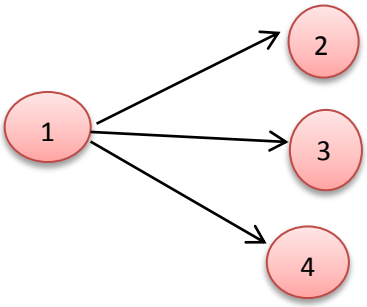
❖ **الانشطة الوهمية Dummy Activities**

وهو عبارة عن سهم متقطع ليس هناك وجود واضح له ويستعمل فقط للمحافظة على رسم الشبكة وبيان العلاقة بين الانشطة المتعددة إذ أنه لا يتطلب كلفة لأنه لا يستهلك اي وقت(الطراونة وعبيدات،2009: 319)كما في التوضيح التالي.



❖ **الانشطة المتوازية Parallel Activities**

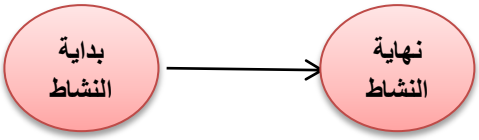
هي الانشطة التي يتم اجراء تنفيذها في وقت واحد فان تنفيذ اي نشاط لا يعتمد على نشاط اخر ،ويمكن أن يوجد اكثر من نشاط متوازي ويمكن مصادفة اكثر من نشاط مرتبط في بداية واحدة او نهاية واحدة(راتول ،2006 : 293) كما في التوضيح التالي.



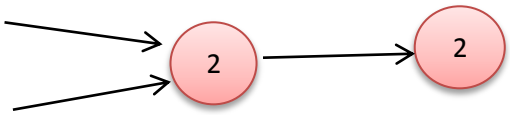
(4-3-2) قواعد رسم شبكات الاعمال Business Networking Rules

أن التحليل الشبكي هي وسيلة لتخطيط وادارة المشاريع بصورة جيدة والتي تتكون من انشطة معقدة و متعددة. وان اي مشروع يتطلب بداية ونهاية واضحة فان رسم الشبكة تعطي فكرة للتخطيط للمشروع وهناك العديد من الخطوات يجب اتباعها اثناء رسم الشبكات لتجنب الاخطاء اثناء رسمها (عبد الفتاح ،2006 : 344)،(الجواد والفتال،2008: 211) وهي كالآتي:

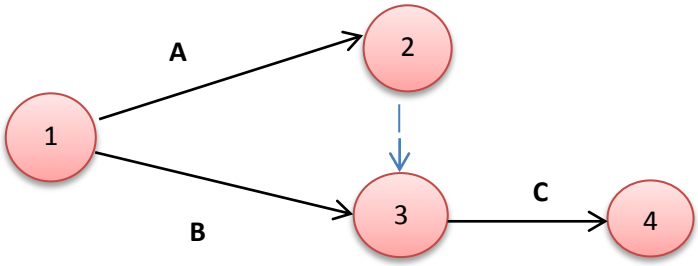
اولا:- ينبغي ان يكون هناك بداية واحدة لنشاط ونهاية واحدة.



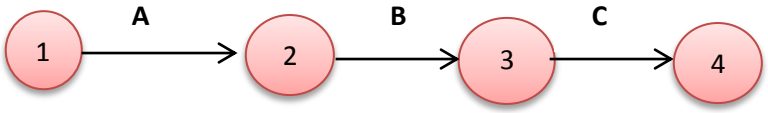
ثانيـــا:- لا يجـــوز أن تكـــون ارقـــام الاحـــداث مكـــررة عنـــد رســـم شـــبكة المشـــروع كمـــا موضح أدناه:



ثالثاً:-عندما ينطلق نشاطين من نقطة واحد ، يجب الا ينتهيان بنقطة واحدة انما يتم الربط بينهما بنشاط وهمي، وان الانشطة الوهمية يمكن أن يكون إلى الاعلى او إلى الاسفل كما موضح أدناه:

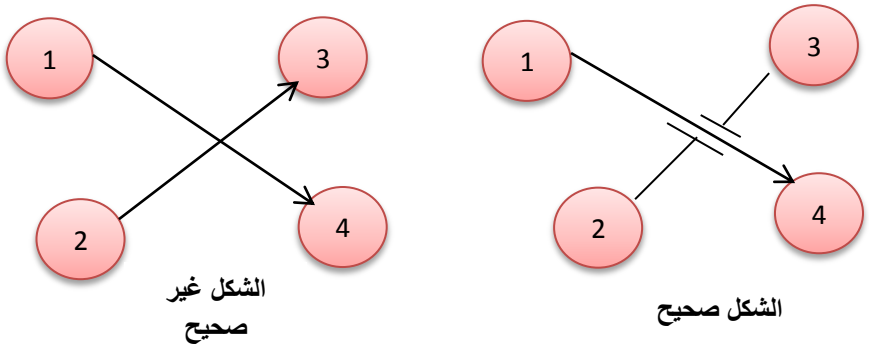


رابعاً: قد يكون هناك انشطة متتابعة في انجاز التنفيذ كما موضح أدناه:

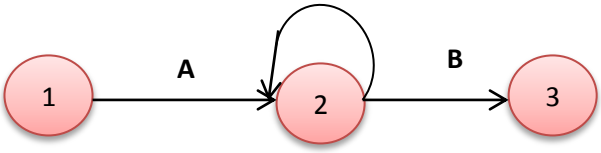


خامساً:- لا يسمح لسهم الواحد تمثيل اكثر من نشاط ويجب الا يبدأ نشاط الابعد انهاء الانشطة السابقة وقد تبدأ اكثر من نشاط في وقت واحد ولكل منها وقت معين.

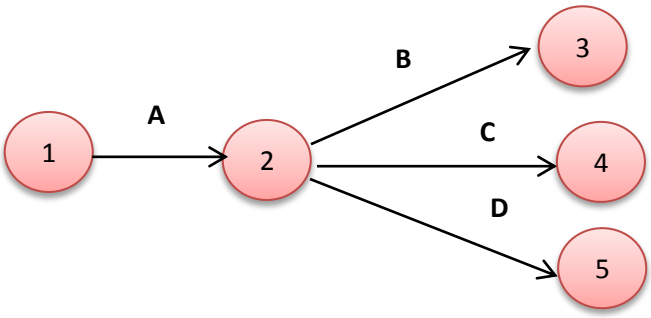
سادساً:- ينبغي الابتعاد عن التقاطع الاسهم اثناء رسم الشبكة، كما في التوضيح التالي.



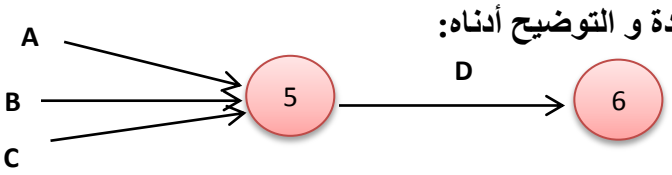
سابعاً:- يسمح بوجود حلقات عند رسم الشبكة او وجود اسهم عكسية مثلا عند رسم شبكة (GERT) تحتوي على اسهم لإعادة التنفيذ النشاط. كما موضح أدناه:



ثامناً:- بإمكان ان تكون عقدة (حدث) النهاية لنشاط ما هو بداية (احداث) انشطة لأخرى، كما موضح أدناه:



تاسعاً:- يسمح بان يكون بداية نشاط ما بعد نهاية مجموعة انشطة معينة بشرط ان لا يكونا قد خرجا من نفس العقدة و التوضيح أدناه:



(5-3-2) اهم التقنيات المستعملة في تحليل شبكات الاعمال

هناك الكثير من التقنيات لتحليل شبكات الاعمال والتي اهمها:

(1-5-3-2) طريقة المسار الحرج Critical Path Method (CPM)

هي عدد من الفعاليات او الانشطة المتعاقبة فيما بينها والتي تشكل جميعها المشروع المطلوب تنفيذه هذه الطريقة ظهر في البداية سنة(1957) لإدارة المشاريع العسكرية بواسطة مؤسسة Randوشركة(DuPont) في الولايات الامريكية المتحدة وتم لأول مرة تطبيقها في الصناعات الكيميائية واوقات الانشطة تكون محددة ومعروفة وهذه الطريقة تركز على تقليل وقت الانشطة عن طريق إضافة موارد وعمال إضافيين في المقابل كلفة إضافية (البُلك ، 2016: 250). إذ إن المسار الحرج يكون اطول مسار لأنشطة الشبكة إضافة الى فائض الوقت على الشبكة يكون صفراً اي ان(وقت البداية المبكرة يساوي وقت النهاية المتأخرة) بحيث أن حدوث اي تأخير او تعطيل في عمل أي من الانشطة الواقعة على المسار الحرج سيؤدي الى تأخر تنفيذ المشروع بشكل عام وبالتالي زيادة تكاليفه (الصيرفي، 2002: 24).

مميزات طريقة المسار الحرج (CPM)

توجد مجموعه من مزايا طريقة المسار الحرج اهمها الاتي(حفيظة،2014: 50-51):

1- تستخدم هذه الطريقة في اظهار الانشطة التي تسبب مشاكل في حالة لم يتم متابعتها بشكل جيد.

2- تساعد في عملية تسريع انجاز العمل عن طريق تحديد المسارات الحرجة لغرض تسليم العمل قبل وقت استحقاقه.

3- مساعدة مدراء المشاريع في تحديد الانشطة الحرجة التي لا ينبغي تأجيل تنفيذها.

4- معرفة فائض الوقت لأي نشاط من انشطة المشروع ومدى تأثيرها على اوقات الانشطة الاخرى.

5- هي احدى الطرائق التي تساعد المؤسسات على التنبؤ بوقت الانجاز.

عيوب طريقة المسار الحرج (CPM)

هناك عدد من عيوب طريقة(CPM) اهمها الاتي(زميت ،2012: 71):

1- تنحصر صياغة انشطة طريقة المسار الحرج على وقت النشاط من دون التطرق الى الموارد الاخرى المؤثرة في المشروع مثل التكاليف واليد العاملة وغيرها من الموارد.

2- عملية التقدير لوقت النشاط في طريقة المسار الحرج تخضع لراي الشخصي للمقوم ان كان متفائل يكون وقت النشاط قليل وان كان متشائم فان وقت النشاط يكون كبير.

3- لا تعطي اهمية لنهاية وقت المشروع.

4- تركز مراقبتها على انشطة الواقعة على المسارات الحرجة وتهمل الانشطة التي ليس علية وفي حالة حصل تأخير لأي نشاط غير حرج سوف يؤثر على الوقت النهائي للمشروع.

(2-5-3-2)تقنية المراجعة وتقييم البرامج: Program Evaluation and Review Technique (PERT)

1. نشاه وتعريف تقنية(PERT)

ظهرت هذه التقنية سنة(1958)عندما قررت وزارة الدفاع في الولايات المتحدة الامريكية بأعداد مجموعة من المختصين والباحثين لتوصل الى تقنية تمكن الادارة من التخطيط والجدولة لإدارة المشاريع الضخمة والمعقدة ،وقد استطاعت هذا المجموعة تطوير تقنية بيرت(Pert) وتم اجراء اول فحص تطبيقي لهذه التقنية في المتابعة والتخطيط لأطلاق صاروخ (Polaris) وقد تكللت هذه التجربة بالنجاح. و ان السبب الذي ادى الى استخدام هذه التقنية هو تقليص الوقت المطلوب لإنجاز مشروع اعداد الصواريخ عامين من وقت

الانتهاء من المشروع بشكل تام ومن ثم تم تطويرها في عام 1959في تصنيع المعدات العسكرية لما لها من اهمية في تخفيض اوقات المشاريع(البُلُك ،2016 : 250).وعلى هذا الاساس تم تعريفها كما يلي:

تقنيةPERT:تعد تقنية المراجعة وتقييم البرنامج والتي يطلق عليها (PERT) من التقنيات الاساسية في تحليل الشبكات وهي احد المواضيع المهمة في بحوث العمليات، وهذه التقنية تكاد تكون مشابهة لطريقة المسار الحرج (CMP) الا ان في المسار الحرج وقت واحد لكل نشاط اما(PERT)التي تفترض قيم احتمالية لذا فإن تقدير الوقت يكون على ثلاث تقديرات (متفائلة ، واكثر احتمالاً، متشائمة) وقد تخضع لتوزيع احتمالي معين وانها في الاصل تعتمد على توزيع بيتا(Wyrozębski,2013:2) (عبد الجليل،2022: 51). حيث يتم ايجاد(1) متوسط الوقت لكل نشاط في المشروع و(2)حساب البدايات والنهايات المبكرة والمتأخرة و(3)تحديد المسار الحرج لكي يتم تحديد وقت انتهاء المشروع بشكل عام، كما ساعدة ادارات المشاريع في عملية التخطيط والمتابعة والجدولة لأنشطة المشروع (صابر، 2009: 217-218)(الموسوي، 2009: 403).

2.الاوقات المقدرة في تقنية (PERT)

تعد تقنية PERT مختلفة عن (CPM) بسبب تضمنها اكثر من وقت واحد لتنفيذ الانشطة، بالإضافة الى عدم الثبات الذي يرافق تنفيذ المشاريع إذ إن تقدير الوقت لإنجاز الانشطة يمكن انجازه باستخدام توزيع احتمالي معين وتم اختيار توزيع β-Beta وهو مشتق من توزيع بيتا العام ومعادلة (2-1) دالة الكثافة الاحتمالية (عبد الفتاح،2006: 364)

$$f(x) = \frac{X^{m-1}(1-X)^{n-1}}{\beta(m,n)} \quad 0 \leq x \leq 1 \;\; m, n > 0 \ldots\ldots \quad (1\text{-}2)$$

اذ ان لا يشترط هذا التوزيع ان يكون دائما متماثل وبإمكانه ان يكون ملتوي التواء موجب او سالب وله نقاطتين طرفيتين عليا ودنيا على عكس التوزيع الطبيعي دائما متماثل وتحديد فترة الانجاز من خلال ثلاث تقديرات وهي كالآتي:

اولاً: الاوقات المتفائلة: Optimistic times

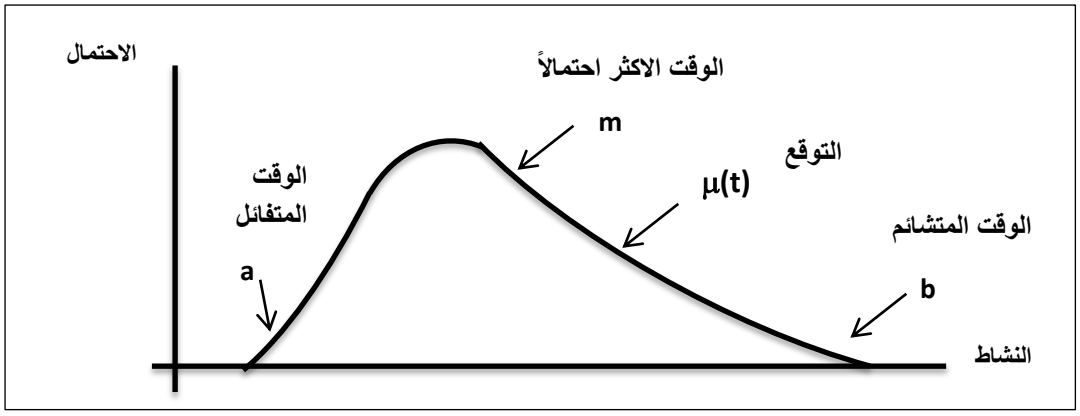
يعتبر اقصر وقت ممكن لتنفيذ النشاط على فرض أن كل الظروف المحيطة في انشطة المشروع جيدة دون اي مشاكل اثناء التنفيذ(علي ،2011: 214).

ثانياً: الاوقات الاكثر احتمالاً Most likely times

يعد هذا الوقت هو اكثر واقعية الى الوقت الحقيقي للنشاط، وعلى الرغم من ذلك الا انه لا يخلو من الصعوبات والمشاكل التي تحدث اثناء الشروع بالتنفيذ ويحدث هذا النوع من التقدير في حالة تكرار انجاز النشاط في ظل ظروف متشابهة للحالة الاولى و يقدر هذا الوقت من قبل مختصين محترفين في ادارة المشروع(جبرين،2008: 270).

ثالثاً: الاوقات المتشائمة: Pessimistic Times

تعد هذه الاوقات هو اقصى حد لتنفيذ اي نشاط التي يعمل على توقع اسوء العقبات التي تواجه المشروع اثناء تنفيذ الانشطة ومن الممكن توقع انجاز المشروع بوقت اكثر من الوقت المتشائم ،هو احتمال ضعيف لا يتجاوز نسبة 1%(ماضي،2014: 186). والشكل (2-1) يوضح الاوقات الثلاثة لشبكة PERT:



شكل(2-1) رسم تقديرات الاوقات فى شبكة (PERT)

المصدر / [Rodriguez,2019:45]

3- طريقة تطبيق تقنية شبكة (PERT)

يعتبر التوزيع الاحتمالي اساس عمل تقنية (PERT) عندما تكون القيم عبارة عن متغيرات عشوائية وينبغي ان يكون مجموع قيمها الاحتمالية يساوي الواحد الصحيح، وتتطلب هذه التقنية توزيع احتمالي نتيجة عدم اليقين في معرفة الوقت الازم لتنفيذ المشروع على الرغم من وجود رغبة في التنفيذ بفترة اقل من المدة المتفق عليها وان اساس عملها هو تقدير الازمنة المتفاوتة لغرض تحديد الوقت المتأخر والمبكر لأنشطة المشروع(الموسوي،2009: 190-191).ولغرض

رسم شبكة(PERT) لأنشطة المشروع ثم ايجاد (متوسط الوقت المتوقع) وتباين والاحتمال لتنفيذ المشروع يجب اتباع الخطوات الآتية:

اولاً:- تهيئة بيانات المشروع

الحصول على الاوقات المتفائلة والاكثر احتمالاً والمتشائمة لكل نشاط.

ثانياً:- تحديد العلاقات المنطقية بين الانشطة

وتحديد الانشطة والانشطة السابقة واعطاء رموز تعريفة تدل على كل نشاط.

ثالثاً:- رسم الشبكة

حيث يتم تمثيل الانشطة على هيئة (رسوم بيانية) تحتوي احداث وانشطة وتحديد بداية ونهاية لكل نشاط في المشروع.

رابعاً:- تقدير الوقت المتوقع والتباين لكل نشاط (راتول ، 2006 : 336-337)(جبرين،2008: 268)

يتم تقدير (الوقت المتوقع) للإنجاز بالاعتماد على اوقات التقديرات الثلاثة (المتفائلة والمتشائمة و الاكثر احتمالاً) كما في معادلة (2-2)الآتية:

$$t_e = \frac{a + 4(M) + b}{6} \dots\dots (2-2)$$

اذ أن

t_e : الوقت المطلوب لإنجاز المشروع.

a: الوقت المتفائل.

M:الوقت الاكثر احتمالاً.

b: الوقت المتشائم.

حيث تخضع التقديرات لأوزان ترجيحية لغرض تنفيذ الانشطة كما في الجدول(2-1):

جدول (2-1) الاوزان الترجيحية لتقديرات الوقت

الوقت	الوزن
المتفائل	1
المتشائم	1
الاكثر احتمالاً	4
المجموع	6

المصدر/ (راتول ، 2006 : 336)

في حالة ايجاد التباين لأي نشاط في الشبكة فيتم حسب المعادلة (2-3):

$$\sigma^2 = \left[\frac{b-a}{6}\right]^2 \qquad \ldots\ldots(3\text{-}2)$$

وعند حساب الانحراف المعياري لأي نشاط فيتم حسب المعادلة(2-4):

$$\sigma = \left[\frac{b-a}{6}\right] \qquad \ldots.(4\text{-}2)$$

خامساً:- تحديد المسار الحرج في شبكة المشروع

لكي يتم حساب (متوسط الوقت) والتباين للمشروع واحتمال تنفيذ يجب تحديد(المسار الحرج) في شبكة المشروع وتحديد الانشطة على المسار التي يكون فائض الوقت فيها (صفراً) وتحديد المسار يعتمد على الاوقات الآتية:

- **البداية المبكرة: Earliest Start**

هو الوقت الاقرب الذي يبدا النشاط به بعد انهاء كافة الانشطة السابقة والنشاط الاول تكون البداية المبكرة له مساوية للصفر ويطبق وفق المعادلة(2-5) (بن علي وتينيلان،2020: 18).

$$ES_i = ES_{i-1} + T_{i-1} \qquad \ldots\ldots (5\text{-}2)$$

إذ إن

ES_i: البداية المبكرة للنشاط.

T_{i-1}: الوقت المتوقع للنشاط j.

ES_{i-1}: البداية المبكرة لنشاط سابق له.

- **النهاية المبكرة:Earliest Finish**

هو الوقت التي يمكن اكمال النشاط فيه مبكراً علماً ان وقت البداية المبكرة لنشاط الاخير هو نفسة النهاية المتأخرة له ولغرض إيجاده وفق المعادلة(2-6) (بن علي وتينيلان،2020: 18).

$$EF_i = ES_i + T_i \qquad \ldots\ldots\ldots(6\text{-}2)$$

إذ إن

EF_i :النهاية المبكرة للنشاط.

ES_i:البداية المبكرة للنشاط.

T_i:وقت النشاط.

- **البداية المتأخرة:Latest Start**

هو اخر الوقت التي يجب ان يبتدأ النشاط فيه دون حدوث تأخير في انجاز المشروع بشكل عام ولغرض الحصول علية اتباع المعادلة(2-7) (الموسوي،2009: 187).

$$LS = LF - T_{ij} \qquad \ldots\ldots\ldots(7\text{-}2)$$

إذ إن

***LS*:البداية المتأخرة للنشاط.**

***LF*: النهاية المتأخرة.**

- **النهاية المتأخرة: Latest Finish**

يعتبر الوقت الاخير التي يجب ان ينتهي خلاله النشاط، حيث ان وقت النهاية المبكرة للنشاط الاخير هي نفسها وقت النهاية المتأخرة كما في المعادلة(2-8) (الموسوي،2009: 187).

$$LF = LS \qquad \text{.....(8-2)}$$

- **فائض الوقت: Slack Time**

بالإمكان تأجيل وقت النشاط بمقدار معين بشرط عدم تأثيره على وقت اكمال المشروع في الوقت المقرر سابقاً ويتم حسابة وفق المعادلة(2-9):

$$ST = LS - ES = LF - EF \qquad \text{.....(9-2)}$$

كما يجب الإشارة إلى أن تقنية (PERT) تعمل على أساس نظرية الغاية المركزية Central (limit theory) وهذا يشير الى أن أضافه الاوقات المتوقعة لإنجاز الأنشطة المختلفة مع بعضها يؤدي بتوزيع المشروع النهائي إلى التوزيع الطبيعي (Normal Distribution) (الشمرتي ،2010: 439). وان اهتمام هذه التقنية بحسابات (المسار الحرج) لان هو الذي يحدد الفترة الزمنية واحتمالية التنفيذ لانتهاء المشروع حيث يكون اطول مسار في الشبكة علية من اجل معرفة كل ما يتعلق بالمشروع من اوقات وغيرها يحددها المسار الحرج. وان الوقت المتوقع لأنهاء المشروع هو مجموع الاوقات المتوقعة لأنشطة التي تقع المسار الحرج ويعد المجموع هذا متغير عشوائي يخضع لتوزيع الطبيعي وتباين لأنهاء المشروع هو مجموع التباينات الانشطة الواقعة على المسار الحرج (جبرين ،2008:272) ولكي يتم معرفة احتمالية تنفيذ المشروع وفق معادلة(2-10)

$$Z = \frac{TD - \mu}{\sigma} \qquad \text{.....(10-2)}$$

إذ إن:

Z : القيمة المعيارية، مع الاعتماد على الجداول الاحصائية بمستوى معنوية (α)

TD: الوقت المطلوب لتنفيذ انشطة المسار الحرج.

μ: متوسط الوقت الذي استغرقته الانشطة الواقعة على المسار الحرج.

σ: الانحراف المعياري.

ويتم استخراج قيمة (Z) المعيارية من خلال تحديد الوقت المطلوب لتنفيذ انشطة المسار الحرج من قبل الشركة مطروح منة قيمة متوسط الوقت المتوقع للأنشطة الحرجة المستخرج من تطبيق تقنية PERT مقسوم على الانحراف المعياري للأنشطة الحرجة ومقارنة قيمة (Z) المحسوبة بالجداول الاحصائية لغرض تحديد احتمال الانجاز في الانشطة الحرجة.

(3-5-3-2) تقنية المراجعة والتقييم البياني Graphical Evaluation and Review Technique (GERT)

1. نشأه و تعريف تقنية (GERT)

بالرغم من ان طريقة المسار الحرج(C.P.M.)وتقنية(PERT) يفضل استخدامها الكثيرون في ادارة المشاريع لأنها تمتاز بإمكانيه عالية في تحليل انشطة وشبكة المشروع إلا أن هذه التقنيات لها بعض السلبيات الرئيسة وهي لا تمتلك القدرة على جدولة وتحليل (الشبكات) التي لها انشطة تحتاج الى اعادة التنفيذ، لذا يجب ايجاد تقنية تعمل على تحليل مثل هذه (الشبكات). وفي عام (1966) فقدتم اكتشاف تقنية(GERT) ولأول مرة من خلال العالم (Pritsker) لغرض معالجة (الشبكات) التي تتميز بوجود أنشطة احتمالية ومعالجة ان يكون وقت إنجاز الأنشطة عندما يكون متغير عشوائي غير ثابت لذلك تعتبر شبكات (GERT) هي شبكات عشوائية، وقد اصبحت هذه التقنية تعتمد في كثير من مشاريع الجدولة ومشاريع عدم التأكد ومشاريع ادارة المخاطر (Zhou, et al., 2016: 2).

ان وجود انشطة حتمية واخرى احتمالية قد يسبب قيود ومشاكل عند التخطيط لبناء الشبكة، وأن الذي يزيد من تعقيد شبكة المشروع هو وجود حلقات (اقواس) وتدفقات انشطة معاكسة وهذه التدفقات تشير الى المعلمات التي هي (الوقت ،الاحتمالية، التكلفة) ومن الممكن ان يكون لشبكة اكثر من مسار مختلف حتى نهاية المشروع (Babaei & Aghaie ,2018: 93) وعلى هذا الاساس عرفت:

تقنية (GERT): تعد إحدى التقنيات في تحليل (الشبكات) فإنها تستخدم في مراقبة وتخطيط وجدولة المشاريع او العمليات التي تتضمن فحص انشطتها وخطواتها قبل الشروع في تنفيذها إذ يمكن أن يستجد أمام إدارة المشاريع احتمالات متعددة فيما يتم قبول تنفيذ الأنشطة من عدمها أو تتطلب إعادة التنفيذ لذلك تكون مسارات شبكة (GERT) تتضمن مقياسين (احتمال المسار، وقت التنفيذ) لذلك تتميز هذه التقنية عن التقنيتين (PERT) و(C.P.M.) بانها تدخل تحليل الشبكات مباشرةً في صلب دراسة الاحتمالات وتعالج القصور في الاسلوبين السابقين، فضلاً عن قدرتها على تضمين انشطة مكررة وتتطلب عمل خوارزميات معقدة(الصيرفي، 99:2002)،(Napal,2014:24). وتعمل على تحليل المشاريع المعقدة بطريقة اقل تعقيداً، وانها تعد من فروع هندسة الانظمة وتستخدم عقد المدخلات والمخرجات(Liu,etal.,2017:2) ، وفي الحقيقة

انهـا تـدمج أكثـر مـن تخصـص ابتـداء مـن نظريـة (الرسـم البيـاني) والدالـة المولـدة للعـزوم(MGF)ودالـة النقـل المكـافئ(W) وتقنيـة (PERT)لغـرض تحليـل مشـاكل الشـبكة العشوائية وتقدير المدة الزمنية لأنشطة المشروع، وتعد تقنية مفيدة للمشاريع التي تحتاج تخطيط وجدولـــة مســـبقة مـــن اجـــل تعظـــيم الاربـــاح(Li,etal.,2011:463)، (Ramani&Kannan,2014:37).

2. مكونات شبكة (GERT)

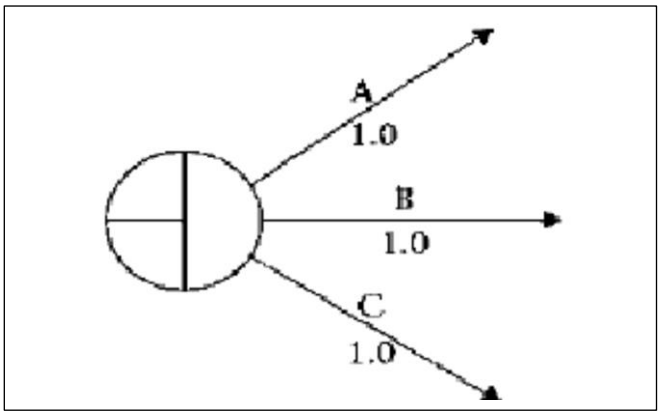
تعد شبكة (GERT) من نوع (AOA)Active-on-Arrow إذ تكون الأنشطة على الأسهم وتتـألف الشبكة من(الأنشطة، العقد، معلمات)(Nepal,2014: 23) وهي:

اولاً/ الانشطة:Actives

يوجد في شبكة (GERT) نوعان من الأنشطة هما:

❖ **الانشطة المؤكدة (Deterministic Activities)**

وهـي الأنشـطة التـي لا يمكـن إتمـام المشـروع بـدونها وأن احتمـال تنفيـذها يسـاوي (الواحـد الصحيح) والشكل (2-2) يوضح ذلك:

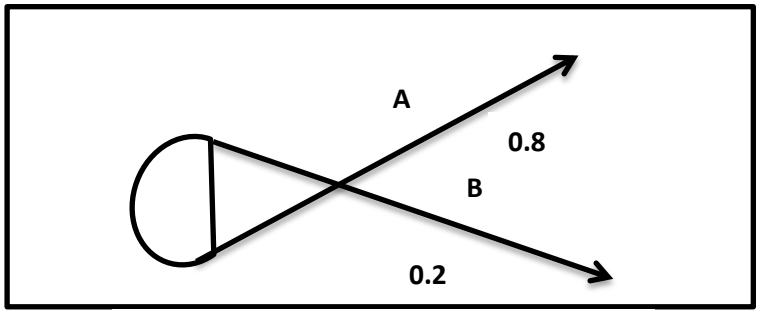


شكل (2-2) رسم الانشطة المؤكدة

المصدر / [Nepal,2014:23]

❖ **الانشطة الاحتمالية: (Probability Activities)**

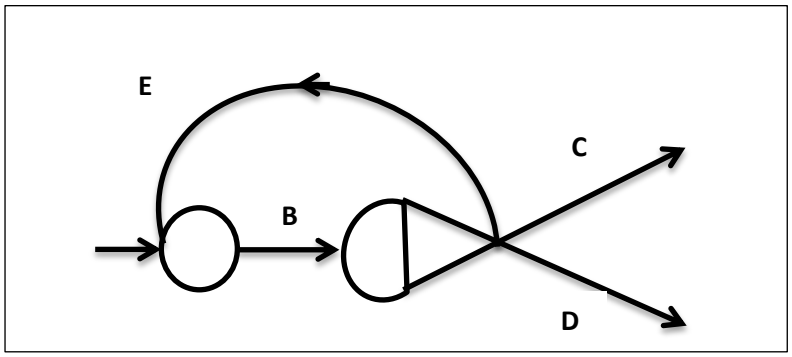
وهي الأنشطة التي يكون احتمال تنفيذها بين الصفر والواحد($0 < P < 1$) والشكل (2-3) يوضح ذلك:



شكل (2-3) رسم الانشطة الاحتمالية

المصدر / [Nepal,2014:23]

كما يوجد هناك أنشطة يعاد التنفيذ فيها وبذلك تعطي شكل الحلقة(Loop) التوضيح في الشكل (2-4) الاتي:



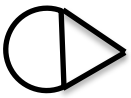
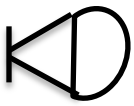
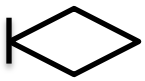
شكل (2-4) رسم الحلقة في الشبكة

المصدر / [Nepal,2014:24]

ثانياً / العقد Nodes

تحتوي شبكة (GERT)على عقد ادخال وعقد إخراج وعندما تدمج هذه العقد نحصل على جدول (2-2)الآتي:

جدول (2-2) دمج عقد المدخلات والمخرجات في شبكة (GERT)

العقدة	عملها
	يجب في الاقل ان ينفذ نشاطاً واحد من (الأنشطة الخارجة) وكافة الأنشطة الداخلة إلى العقدة ينبغي تنفيذها.
	ينبغي استخدام هذه العقدة عندما يكون في الاقل أن ينفذ نشاطاً واحد من بين الأنشطة (الداخلة) إلى العقدة وتنفيذ نشاط واحد(خارج منها).
	تستخدم هذه العقدة عندما يتم تنفيذ جميع الانشطة الداخلة والخارجة للعقدة.
	ينبغي أن ينفذ نشاط واحد من كافة (الأنشطة الداخلة) وتنفيذ كافة (الأنشطة الخارجة) من العقدة .
	تستخدم هذه العقدة عندما يجب تنفيذ في الاقل نشاط واحد من الانشطة الخارجة وتنفيذ فقط نشاط واحد من الانشطة الداخلة الى العقدة.

المصدر/ (Geng, et al.,2020: 6)

ثالثاً / المعلمات Parameters (Dorrer, et al.,2020: 4)

- الوقت (t) او الكلفة: هو الفترة الزمنية لتنفيذ الأنشطة وهو عبارة عن متغير عشوائي.
- الاحتمال (P) : احتمال تنفيذ أنشطة المشروع.

3. أوجه الاختلاف بين تقنية (GERT) وتقنية (PERT) وطريقة (CPM)

لغرض معرفة أوجه بين تقنيات شبكات الاعمال المذكورة أعلاه، فان جدول (2-3) يوضح ذلك:

جدول(2-3) أوجه الاختلاف بين تقنية(GERT) وتقنية(PERT) وطريقة (CPM)

CPM	PERT	GERT
الوقت مقدار ثابت.	الوقت لجميع الانشطة يخضع الى توزيع احتمالي هو توزيع β-Pert.	الوقت يخضع الى توزيع احتمالي معين ولا يشترط بان تكون جميع الانشطة نفس التوزيع.
اسهم الشبكة لها اتجاه واحد.	اسهم الشبكة لها اتجاه واحد.	اسهم الشبكة قد تكون بعضها موجهة باتجاه عكسي
الانشطة مؤكدة.	الانشطة مؤكدة.	الانشطة غير مؤكدة.
محدودية المرونة في انواع العقد.	محدودية المرونة في انواع العقد.	المرونة في العقد (تتضمن (6)انواع من العقد.
جميع انشطة المشروع يجب ان تنفذ.	جميع انشطة المشروع يجب ان تنفذ.	قد تبقى بعض الانشطة دون تنفيذ طول فترة المشروع.
تحتوي الشبكة على حدث نهاية واحد فقط.	تحتوي الشبكة على حدث نهاية واحد .	قد تحتوي الشبكة على اكثر من حدث نهاية.
تطبق في المشاريع التي تتسم في بيئة مؤكدة.	تطبق في المشاريع التي تتسم في بيئة غير مؤكدة.	تطبق في المشاريع التي تتسم في بيئة مؤكدة وغير مؤكدة.
الانشطة تمثل الوقت فقط ولا تدمج اي مورد اخر معها في وقت واحد.	الانشطة تمثل الوقت فقط ولا تدمج اي مورد اخر معها في وقت واحد.	بالإمكان الانشطة ان تدمج الوقت والكلفة وغيرها من الموارد في وقت واحد.

المصدر/ (Meredith&Mantel,2009:422) (Wyrozębski,2013: 6)(حفيظة،2014: 72)

4. طريقة تطبيق تقنية (GERT)

لغرض حساب (الوقت المتوقع وتباين واحتمال التنفيذ) لبيانات المشروع و توجد هناك عدة خطوات يجب اتباعها من اجل تطبيق شبكة (GERT) على المشروع وهي كالاتي:

اولاً: تهيئة البيانات

يجب توفير البيانات المتعلقة بالمشروع المراد تنفيذه وهي الوقت لكل نشاط واحتمال حدوثة.

ثانياً: رسم شبكة (GERT)

عند رسم الشبكة العشوائية فإن الانشطة تتحول إلى مخطط بياني وتحديد العلاقات المنطقية التي تربط بين الانشطة.

ثالثاً: إيجاد نوع التوزيع الاحتمالي والدالة المولدة للعزوم (MGF) ودالة النقل المكافئ $Wij(t)$ لكل نشاط

بعد ما تم توفير البيانات والانشطة المتعلقة بالمشروع وتحديد اوقات تنفيذ الانشطة واحتمالات تنفيذ الأنشطة و يجب معرفة نوع التوزيع الذي سوف يخضع له كل نشاط، وذلك عن طريق دالة الكثافة الاحتمالية(P.d.f) والاحتمال الشرطي(C.d.f) للمتغير العشوائي سواء أكان مستمراً أو متقطعاً، ويسمح بأن يخضع اكثر من نشاط لنفس التوزيع وبعد معرفة نوع التوزيع لنشاط بعدها يتم تحديد معلماته وتكون الدالة المولدة للعزوم (MGF) لأي نشاط في المشروع باستعمال المعادلة (2-11) و(2-12) ودالة النقل المكافئ باستعمال معادلة (2-13) :(Li, et al.,2011: 463)(Wang and chen,2013:5). حيث يوجد العديد من البرامج لمعرفة نوع التوزيع لكل نشاط باستعمال الاختبارات اللامعلميه في البرنامج الاحصائي SPSS وهو اختبار Kolmogorov-Smirnov المعرف بالرمز(K-S).

تكون الدالة المولد للعزوم اذ كان المتغير العشوائي مستمراً كما في معادلة (2-11).

$$M(t)=E(e^{st}) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{st} f(t)\, dt \qquad ...(11\text{-}2)$$

وإذا كان المتغير العشوائي متقطعاً فإن (MGF) تكون كما في المعادلة (2-12).

$$M(s)=E(e^{st}) = \sum_{i=1}^{n} e^{st} P(t) \qquad .... (12\text{-}2)$$

ويمكن ادراج جدول(2-4) لتوضيح الدوال المولدة للعزوم لأكثر التوزيعات الاحصائية شيوعاً(المستمرة والمتقطعة).

جدول (2-4) دوال(MGF) لتوزيعات المستمر والمتقطعة الاكثر استعمالاً

الدالة المولدة للعزوم (MGF)لتوزيعات المستمرة	الدالة المولدة للعزوم (MGF)لتوزيعات المتقطعة
التوزيع الطبيعي Normal distribution $M(s) = e^{\mu s+\frac{1}{2}\sigma^2 s^2}$	توزيع بواسون Poisson distribution $M(s) = e^{\lambda(e^s-1)}$
التوزيع المنتظم Uniform distribution $M(s) = \frac{e^{sb}-e^{sa}}{(b-a)s}$	توزيع ثنائي الحدين Binomial Distribution $M(s) = (pe^s + q)^n$
التوزيع الاسي Exponential distribution $M(s) = \frac{1}{1-\mu s}$	توزيع ثنائي الحدين السالب Negative Binomial Distribution $M(s) = (\frac{P}{1-qe^s})^r$

المصدر / شاهين والكناني، 2000 :(102,109,111,118,120,125)

وبإيجاد الدالة المولدة للعزوم يتم إيجاد دالة النقل المكافئة لكل نشاط من الأنشطة كما في المعادلة(13-2) الآتية:

$$W_{ij}(s) = P_{ij} * M_{ij}(s) \quad \text{....(13-2)}$$

إذ إن :

$W_{ij}(s)$: دالة النقل المكافئة لكل نشاط.

P:احتمال تنفيذ كل نشاط.

$M_{ij}(s)$: الدالة المولدة للعزوم لكل نشاط.

رابعاً : إيجاد دالة النقل المكافئة للشبكة ($W_E(t)$)

لغرض تحديد دالة النقل المكافئ من العقدة i الى العقدة j للمسار الرئيس في الشبكة لكي نحصل عن طريقها على الوقت المتوقع لإنهاء المشروع واحتمالية التنفيذ، يجب استخدام قاعدة (Mason's Rule) وهذه القاعدة ظهرت في عام 1956 و كما في معادلة (14-2):

.(Li, et al.,2011: 463), (Zhou ,et al.,2016: 14)

$$W_E(s) = \frac{\sum_{r=1}^{n} \omega_r \Delta_r}{\Delta} \quad \text{...(14-2)}$$

إذ إن

ω_r: تتمثل دالة النقل للمسار الأمامي من عقدة i حتى عقدة j.

Δ_r : تمثل الحلقات في المسار الأمامي.

n : عدد المسارات الفرعية في الشبكة

Δ: محدد الرسم للشبكة.

$$\Delta = 1 - \sum LS + \sum LD - \sum LT + \ldots, \quad \text{...(15-2)}$$

اذ أن

$\sum LS$: مجموع الحلقات الفردية في الشبكة.

$\sum LD$: مجموع الحلقات المزدوجة.

$\sum LT$: مجموع الحلقات الثلاثية.

تمثل مجموع معاملات النقل للحلقات المختلفة.

خامساً / حساب متوسط الوقت المتوقع و تباين و احتمال التنفيذ للشبكة

بعد تحديد دالة النقل المكافئة للشبكة بصورة عامة يتم حساب متوسط الوقت المتوقع لتنفيذ (T_E) و التباين (Var) واحتمال التنفيذ(P_E)،و كما يأتي:

- حساب احتمال التنفيذ

يتم حساب الاحتمال بالاعتماد على معادلة (15-2)(Pritsker,1966: 23)

$$P_E = W_E(s)|_{t=0} \quad \text{.....(16-2)}$$

- **حساب متوسط الوقت المتوقع للتنفيذ**

من خلال استخدام معادلة الدالة المولدة للعزوم(*MGF*) نجد متوسط الوقت حيث يتم أخذ المشتقة الاولى للدالة (*M*) عند(*t=0*) ((Pritsker,1966: 24)(Li, etal.,2011:464 كما في المعادلات(2-*16*) و(2-17) و(2-18)

$$M_E(s) = \frac{W_E(t)}{W_E(0)} = \frac{W_E(t)}{P_E} \qquad \ldots.(17-2)$$

$$t_E = E(T) = \frac{\partial}{\partial t}\,[M_E(s)]|_{t=0} \qquad \ldots\ldots\ldots(18\text{-}2)$$

- **حساب التباين *Var***

لغرض إيجاد التباين يتم أخذ المشتقة الثانية للدالة المولدة للعزوم (M*)* مطروح منها مربع المشتقة الاولى للدالة(*M*) عندما تكون (t=0) (Li, et al.,2011: 464) وكما في المعادلة(2-19) الآتية.

$$\text{Var (t)} = \frac{\partial^2}{\partial t^2}\,[M_E]|_{t=0} - [\frac{\partial}{\partial t}\,M_E]^2|_{t=0} \qquad \ldots\ldots(19\text{-}2)$$

(4-2)المبحث الثالث: الجدولة باستعمال تقنيات شبكات الاعمال (PERT,GERT) الضبابية

يستعرض هذا المبحث مفهوم المنطق الضبابي والمجوعة الضبابية والمجموعة التقليدية ودوال الانتماء والتركيز على دالة الانتماء المثلثية لأنها الدالة المستعملة في الجانب التطبيقي للمعلمات الضبابية، بالإضافة الى توضيح طريقة تطبيق تقنيات شبكات الاعمال (PERT,GERT) الضبابية. اذان الهدف من استعمال القيم الضبابية جاء نتيجة ان العاملين من الممكن ينحرفون عن الوقت الفعلي لبدء العمل لسبب او لأخر وبالتالي يؤدي إلى التأخير الانجاز.

(1-4-2) المنطق الضبابي(المضبب) (Fuzzy Logic)

وهي نظرية تم اكتشافها من خلال العالم (Lotfi Zadeh's,) في عام(1965) حيث انها تهتم في البيانات غير المؤكدة وتزيل الحواجز الدقيقة التي وضعتها الرياضيات التقليدية وحالات عدم التأكد في عملية اتخاذ القرار وتعد ذات استعمال واسع تقريباً في كافة مجالات العلوم التكنولوجية حيث يحتوي المنطق الضبابي على أرقام ضبابية وتختلف هذه الأرقام بالاعتماد على دالة الانتماء التي

يتم استعمالها لغرض بيان (درجة الانتماء) العنصر الى المجموعة. وهذه النظرية تستعمل بشكل كبير لمعالجة مشاكل الشبكات في بحوث العمليات وفي مشاكل النقل والبرمجة الديناميكية .(MAZLUM& Guneri,2015: 348)

(2-4-2)المجموعة التقليدية Classic Set

هي المجموعة التي تكون فيها درجة انتماء العنصر ثنائية التكافؤ حيث تكون العناصر اما منتمية او غير منتمية للمجموعة اي ان درجة الانتماء تكون مساوية للواحد اذا كان العنصر ينتمي الى المجموعة وتكون مساوية الى الصفر اذا كان العنصر لا ينتمي الى المجموعة ((Mazharpoor& Hatami,2014:2359)،(العبداللة،2021: 34).

$\mu_{A(x)} \in [0, 1]$

اذا كان

$\mu_{A(x)=0}$ فان العنصر x لا ينتمي الى المجموعة A.

$\mu_{A(x)=1}$ فان العنصر x ينتمي الى المجموعة A.

(3-4-2)المجموعة الضبابية Fuzzy Set

كلمة الضبابية تعني الغموض وعدم الوضوح وهي تعني عدم التأكيد الاحتمالي ذات الصفة العشوائية وكذلك تعني معالجة الغموض للحدث او تحديد المتغير بمجال من الارقام لإعطاء فرصة لحدث مبهم ولتحديد متغير لغوي مثل (ممتاز ،كبير ، صغير ، مرتفع ،منخفض...الخ)فهو مفهوم واسع يتضمن عدم التأكد الشرطي. والمجموعة الضبابية تعد تطوراً للمجموعة التقليدية اذ توصف المجموعة العناصر بطريقة تسمح بالانتقال التدريجي من كونه عنصر المجموعة الى كونه غير عنصراي لكل عنصر درجة انتماء تتراوح بين الصفر والواحد(بدر،82,2019)(حفيضة،2014: 74).

$0 \leq \mu_A(x) \leq 1$ اذا كان x ينتمي بدرجة انتماء جزئي الى المجموعة A

(4-4-2)دوال الانتماء Membership functions

توجد هناك عدد من دوال الانتماء اهمها(كوشع،2017: 38-40):

1- دالة الانتماء الخطية Linear Membership Function

2- دالة الانتماء المثلثية Triangular Membership Function

3- دالة الانتماء شبة المنحرف Trapezoid membership function

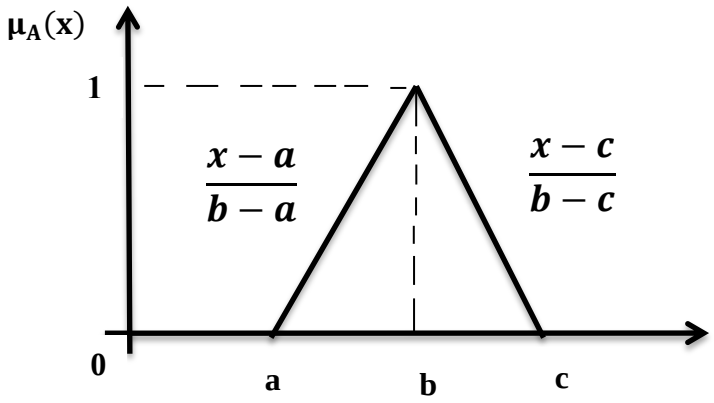
وسنركز في دراستنا على دالة الانتماء المثلثية لآنها الدالة التي سوف يتم استعمالها في الجانب التطبيقي.

(1-4-4-2) دالة الانتماء المثلثية Triangular Membership Function

تعد ضمن دوال الأنتماء في المنطق الضبابي وفي هذه الدراسة سيتم استعمال هذه الدالة لما تمتاز بالسهولة والوضوح في تحديد الارقام الضبابية. كما أنها تفترض ثلاثة حدود (a , b , c) لكل رقم ضبابي($\tilde{T}$) إذ إن (a) يمثل الحد الادنى (Lower Pound)، (b) يمثل الحد الوسطي(Middle Pound) ،و(c) يمثل الحد الاعلى (Upper Pound) (طاهر،2015: 49). وتكتب صيغتها كالآتي:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & \text{If } x < a \\ \frac{x-a}{b-a} & \text{If } a \le x \le b \\ \frac{c-x}{c-b} & \text{If } b \le x \le c \\ 0 & \text{If } c < x \end{cases} \qquad \text{.....(20-2)}$$

لتوضيح دالة الانتماء المثلثية كما في الشكل (2-5)



شكل (2-5) رسم داله الانتماء المثلثية(TMF)

المصدر / طاهر،2015: 49

(5-4-2)طريقة حساب تقنية بيرت الضبابية (Fuzzy PERT)

يفترض في هذه التقنية ان كل دالة تعرف بالوقت الضبابي وطريقة القياس للحصول على وقت اكتمال المشروع في اوقات مبكرة من لحضه ابتداءه حتى نهايته وذلك عن طريق باستعمال الحسابات الامامية والخلفية، كما في المعادلات الآتية:(Mazlum&Güneri,2015:P350).

$$\widetilde{ES}_i = \max [\widetilde{ES}_j + \tilde{A}_j] \quad \ldots.(21\text{-}2)$$

$$\widetilde{EF}_i = [\widetilde{ES}_i + \tilde{A}_i] \quad \ldots(22\text{-}2)$$

$$\widetilde{LF}_i = \text{Min} [\widetilde{LF}_j - \widetilde{A}_j] \quad \ldots (23\text{-}2)$$

$$\widetilde{LS}_i = \widetilde{LF}_i - \tilde{A}_i \quad \ldots.(24\text{-}2)$$

إذ إن

$\widetilde{ES}_i$: البداية المبكرة الضبابية لنشاط i.

$\widetilde{EF}_i$: النهاية المبكرة الضبابية لنشاط i .

$\widetilde{LS}_i$: البداية المتأخرة الضبابية لنشاط i.

$\widetilde{LF}_i$: النهاية المبكرة الضبابية لنشاط i .

$\tilde{A}_i$:متوسط الوقت الضبابي للنشاط.

إذ يتم حساب($E\tilde{S}_i$)في معادلة(2-21) من خلال البداية المبكرة للنشاط السابق مضاف لها متوسط الوقت الضبابي للنشاط السابق وعند وجود اكثر من نشاط سابق فيتم اختيار القيم الاكبر ولغرض حساب ($E\widetilde{F}_i$) في معادلة (2-22) فيتم حسابة من خلال جمع متوسط الوقت الضبابي للنشاط مع البداية المبكرة له. وعند حساب النهاية المتأخرة الضبابية في معادلة (2-23) فتحسب باستخدام الحسابات الخلفية (اخر نشاط) واخذ اقل قيمة في حالة وجود انشطة سابقة متعددة. اما معادلة (2-24) فتحسب من خلال حساب النهاية الضبابية المتأخرة للنشاط مطروح منه متوسط الوقت الضبابي للنشاط. ولحساب متوسط الاوقات الضبابية سوف نفرض ثلاث اوقات ضبابية للقيم (المتفائلة والمتشائمة والاكثر احتمال)ويم حساب هذا المتوسط وفق المعادلات(2-25)و(2-26)و(2-27) الاتية:

$$\tilde{a}=\frac{\tilde{a}_1+\tilde{a}_2+\tilde{a}_3}{3} \quad \ldots\ldots..(25\text{-}2)$$

$$\tilde{b}=\frac{\tilde{b}_1+\tilde{b}_2+\tilde{b}_3}{3} \quad \ldots\ldots..(26\text{-}2)$$

$$\tilde{c}=\frac{\tilde{c}_1+\tilde{c}_2+\tilde{c}_3}{3} \quad \ldots\ldots..(27\text{-}2)$$

وبعد ايجاد الوقت النهائي الضبابي المثلثي للمشروع وفق معادلات الحسابات الامامية والخلفية أعلاه وثم ازالة الضبابية عن الوقت المضبب باستعمال معادلة (2-28)

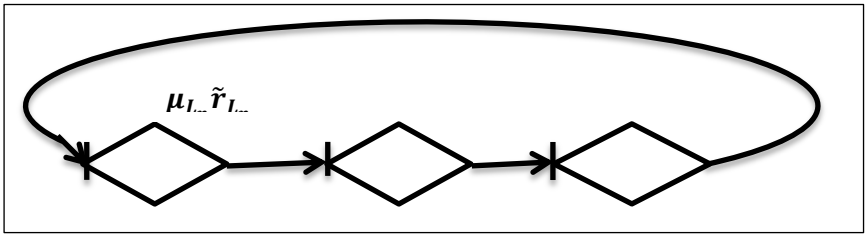
$$\text{Average value} = \frac{a+2b+c}{4} \quad \ldots\ldots\ldots(28\text{-}2)$$

اما درجات الانتماء عند مستوى المخاطرة (α) فيتم ايجادها باستعمال قيم مختلفة تتراوح(0,1) باستعمال معادلة(2-29) الآتية:

$$A_\alpha = [\, a_L^{(\alpha)} - a_U^{(\alpha)} \,] = [(b-a)\alpha + a, (b-c)\alpha + c] \quad \alpha \in (0,1) \ldots\ldots(29-2)$$

(6-4-2)طريقة حساب تقنية GERT الضبابية (Fuzzy GERT)

شبكة Fuzzy GERT هي نفسها شبكة (GERT) الاحتمالية التي اخذت المعلمات الضبابية محل المعلمات الاحتمالية والتي تحتوي على ثلاثة أجزاء (العقد، والفروع والحلقات)،كما ان العقدة في شبكة (GERT)الاحتمالية هي ذاتها في الشبكة الضبابية (Fuzzy GERT) التي تحتوي على جوانب المدخلات والمخرجات والحلقات هي عبارة عن انشطة يعاد تنفيذها مرة او اكثر ولكي تحرر العقدة يجب زيادة وقت الحلقة، بالإضافة الى ان تقنية GERT تكون مشابه لطريقة حساب المسار الحرج الضبابي في حساب إعادة التوجيه والشكل (2-6) يوضح الحلقة الضبابية(Monjezi,etal.,2016:344)،(Gavareshki,2004: 821).



الشكل (2-6) رسم الحلقة الضبابية

المصدر/ [Monjezi,etal.,2016:344]

خطوات تطبيق (Fuzzy GERT) (Monjezi, et al.,2016: 345)(Gavareshki,2004: 822)

1- تكون البداية للمشروع كما في المعادلة(2-30) الآتية:

$$M\tilde{T}_{start} = S\tilde{T}_{start} = (0,0,0) \quad \ldots\ldots\ldots(30-2)$$

إذ إن

$M\tilde{T}_i$: متوسط وقت النشاط.

$S\tilde{T}_i$: الوقت الاولي للنشاط.

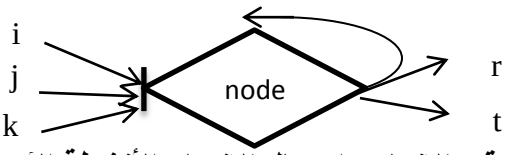
2- حساب الوقت الأولي للنشاط ($S\tilde{T}_i$)حيث يتم إيجاده من خلال تحديد النشاط السابق الذي يدخل إلى العقدة مضاف له الوقت الضبابي للنشاط مع الاخذ بالاعتبار الأنشطة الداخلة والخارجة من العقدة كما في معادلة(2-31) الآتية:

$$S\tilde{T}_i = S\tilde{T}_j + \tilde{t}_i \quad \text{.....(31-2)}$$

إذ إن

$\tilde{t}_i$:الوقت الضبابي للأنشطة.

3- حساب متوسط الوقت للنشاط $(M\tilde{T}_i)$ بالاعتماد على معادلة (2- 28) وكما في التوضيح الآتي:



4.حساب وقت الانهاء واحتمال الانتماء الأنشطة الأسبقية(أنشطة الداخلة للعقدة)، إذ يتم حساب وقت النهاية الضبابي في معادلة(2-32) من خلال حساب متوسط الوقت الضبابي للنشاط السابق مضافاً له الوقت الضبابي للنشاط. اما معادلة(2-33) فيحسب احتمال نهاية النشاط هو نفسة احتمال الانتماء في الشبكة الضبابية. وفي حالة معادلة(2-34)يتم حسابها من خلال أخذ أكبر قيمة احتمال ولتوضيح ذلك من خلال استعمال المعادلات الآتية:

$$F\tilde{t}_{ij} = M\tilde{T}_j + \tilde{t}_i \quad \text{.....(32-2)}$$

$$p_{f\tilde{t}_{ij}} = p_{ij} \quad \dots\dots (33-2)$$

$$p_{M\tilde{T}_i = max\{P_{f\tilde{t}_{ij}}\}} \quad \text{.....(34 -2)}$$

إذ إن

$\tilde{t}_{ij}$:الوقت الضبابي لنشاط.

$F\tilde{t}_{ij}$:وقت النهاية الضبابي لنشاط.

p_{ij}: احتمال انتماء النشاط.

5.حساب وقت تنفيذ المشروع

بعد تقييم أنشطة الشبكة من النشاط الأول إلى الأخير لغرض جدولة شبكة (GERT) باستعمال المنطق الضبابي للمشروع والحصول على وقت اكتمال المشروع الذي هو يساوي متوسط وقت النشاط النهائي(الأخيرة) في شبكة المشروع كما في معادلة(2-35) الآتية:

$$T_{project} = M\tilde{T}_{End} \quad \dots\dots\dots (35-2)$$

6.بعد ايجاد الوقت النهائي الضبابي في خطوة (5) يتم إيجاد درجة الانتماء لمستوى المخاطرة (α) لقيم مختلفة تتراوح(0,1) باستعمال معادلة(29).

الفصـل الثالـث

الجانب التطبيقي

- تمهيد

- المبحث الاول: نبذة عن شركة الحفر العراقية ومكونات جهاز الحفر واهم عمليات الحفر

- المبحث الثاني/ الجانب التطبيقي

(3-1) تمهيد

تم تقسيم هذا الفصل الى مبحثين. اذ سنعرض في المبحث الاول نبذة عن شركة الحفر والذي تتضمن نبذة تاريخية عن الشركة وعدد الأجهزة التي تمتلكها وعدد كادر كل برج او جهاز وعدد الابار التي تم حفرها حتى الوقت الحاضر، بالإضافة الى معرفة اجزاء ومكونات برج الحفر(امسكو 14) وتحديد اهم مراحل عملية الحفر. اما المبحث الثاني فسيتم التطرق فيه الى الجانب التطبيقي والذي سيتناول تطبيق بيانات حقيقية وضبابية المتمثلة بأوقات الانجاز واحتمال الانجاز لعملية حفر الابار النفطية في شركة حفر الحفر العراقية باستعمال تقنيات شبكات الاعمال(PERT,GERT) بالإضافة الى مناقشة وتفسير نتائج الدراسة.

(3-2)المبحث الاول : نبذة عن شركة الحفر العراقية وخدماتها

يتناول هذا المبحث نبذة مختصرة عن شركة الحفر العراقية واجزاء برج الحفر واهم عمليات الحفر.

(3-2-1) نبذة تاريخية عن شركة الحفر العراقية

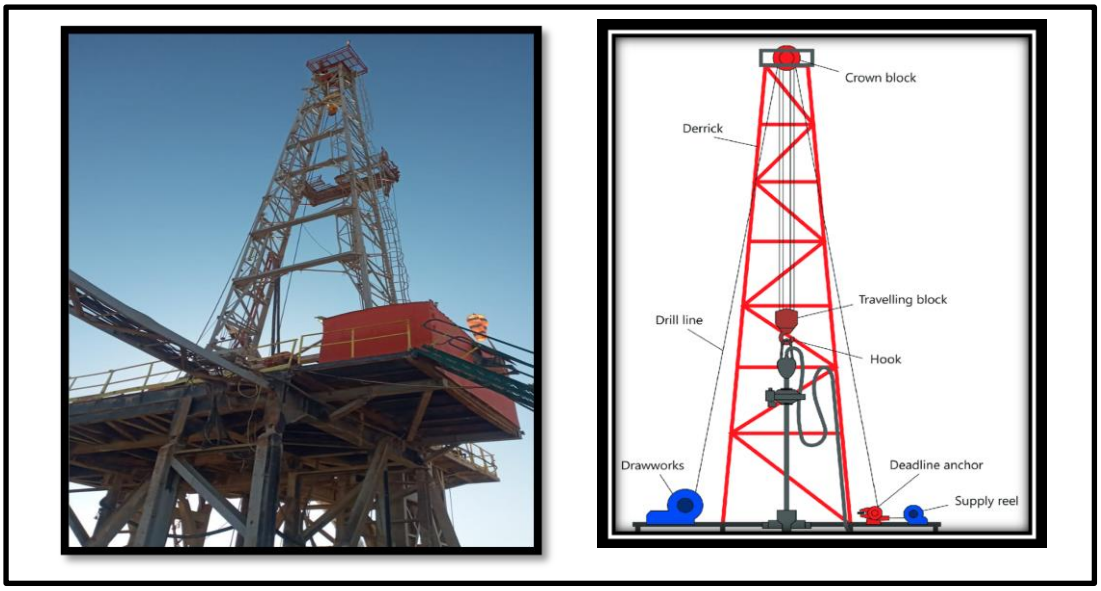
هي شركة عامة تابعة إلى وزارة النفط العراقية تم تأسيسها عام (1990) وهي متخصصة بعملية حفر لأبار النفطية واستصلاحها في كافة نواحي العراق وان الهدف الاساسي من انشاءها هو حصر عملية الاستصلاح الابار وحفرها في (شركة عراقية)واحدة لان عمليات الحفر كانت تتم من خلال شركات استخراج النفط كشركات (نفط الشمال، ونفط الجنوب) حيث انها تعمل بنظام الجهة المستفيدة من خلال التعاقد معها من قبل شركات نفط البصرة او ميسان او الناصرية. و بعد عام(2003) تمكنت الشركة من حفر اكثر من(230) بئر واستصلاح اكثر من (500) بئر ،واستطاعت امتلاك (43) جهاز استصلاحي وحفر وان طبيعة عمل هذا الأجهزة (24) ساعة حيث ان كلفة الجهاز لليوم الواحد (35) مليون عراقي ،كما ان عدد العمال على الجهاز الواحد(100) عامل منهم (الحفار ومساعد الحفار، الميكانيك، الكهربائي ، الطبابة ، السلامة ، المهندسين ،الدريكمان) والحقول التي تم حفرها في محافظة البصرة في مناطق (الشعيبة ،الرميلة ،غرب القرنة ، الزبير ،سفوان.. الخ). وان اجهزة الاستصلاح تقوم بصيانة الابار القديمة والابار التي تقل انتاجيتها وتختلف ايام العمل من بئر لأخر حسب مشاكل البئر ويكون معدل تقريبي بئر واحد في الشهر. وحفر الابار قد يستغرق العمل بيها قرابة شهرين ونصف حتى ثلاثة اشهر حسب الطبقات التي تم تحديدها من قبل الجيولوجيين. حيث توجد انواع متعدد من الصخور ولكن اكثرها شيوعاً (طبقة المشرف ، وطبقة الزبير) والطبقة الثانية تأخذ وقتاً اكثر بسبب طبيعة تصلبها.

(2-2-3) أجزاء ومكونات برج الحفر

برج الحفر هو عبارة عن جهاز يحتوي تقنيات ومعدات حديثة يستعمل في حفر آبار النفط ويمكن نقلة من حقل الاخر ويتكون من خمس انظمة اساسية:

- **نظام الرفع Hoisting System**

يعتبر الجزء الاساسي في عملية الحفر الذي يكون شبيه بالبرج الطويل ويكون امتداده على البئر بشكل عمودي كذللك هو الجزء المسؤول عن ادخال واخراج اي معدات إلى البئر لتوضيح اجزاء نظام الرفع في الشكل(3-1)الآتي:



شكل (3-1) رسم اجزاء نظام الرفع

المصدر / شركة الحفر العراقية

- **نظام الدوران Rotary system**

يقوم هذا الجزء من الجهاز على تدوير مكونات لقمة الحفارة (الحفر) ويكون ذو طاقة عالية على تدوير خيط الحفر ومن مميزاته يستطيع كادر الحفر انزال انابيب إضافية بكفاءة واكثر امان دون حدوث التصاق للأنابيب الحفر بجدران البئر.

- **نظام تدوير الطين Mud circulation System**

وظيفة هذا الجزء من البرج يعمل على تزيت وتبريد لقم الحفر وتغطية جدران البئر بالطبقة الطينية لتسهيل عملية الحفر وهي عبارة عن مزيج من المواد الكيميائية والماء. وكذلك يقوم

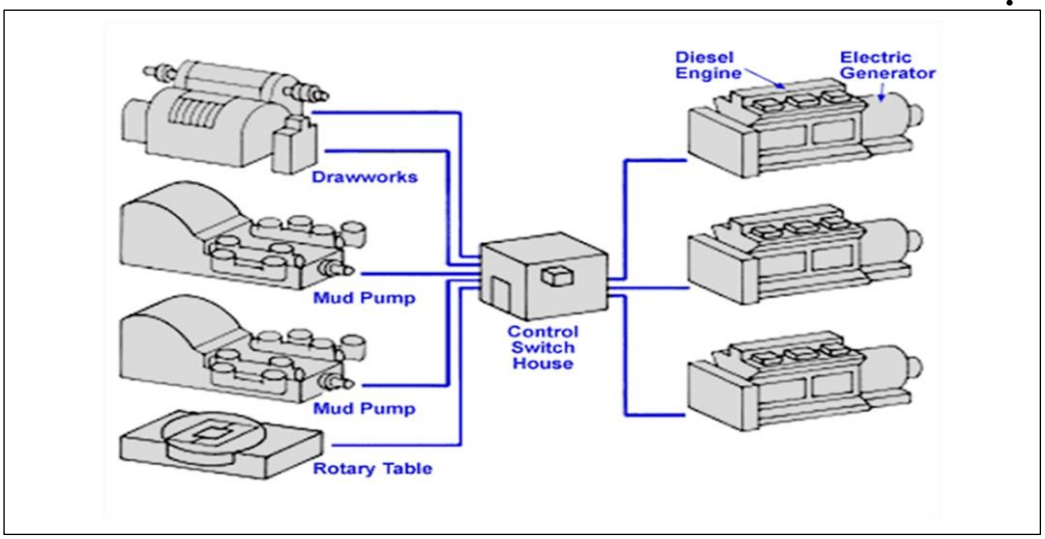
بالتحكم في ضغط البئر عند الحفر لمنع انفجاره وينظف البئر من الفتات وحطام الصخور في عملية الحفر.

- **نظام السيطرة على البئر Well Control System**

يحتوي هذا النظام على مجموعة من الصمامات التي تعمل على اغلاق البئر لمنع خروج الموانع غير المستقرة (المواد الكبريتية والمياه الجوفية وغيرها) لحين السيطرة على البئر حيث تسمح هذا الصمامات لكادر الحفر التحكم بالضغط السوائل التي قد تصل إلي راس البئر واتخاذ الاجراءات اللازمة لقتل البئر لحين اعادة توازنه.

- **نظام توليد الطاقة Power Generation System**

هذه النظام مسؤول عن توزيع وتوليد الطاقة المطلوبة لتشغيل معدات الاجهزة وملحقاتها وهذه المعدات هي عبارة عن محركات ديزل تقوم بتجهيز الطاقة اللازمة لجميع اجزاء برج الحفر حيث ان غالبية اجهزة الحفر تمتلك سعة الحصانة ما يقارب من 1000 الى 3000 وبعض اجهزة الحفر تستمد الطاقة بشكل مباشر من الخطوط الكهربائية، وشكل (2-3) يوضح اجزاء نظام توليد الطاقة:



شكل (2-3) مخطط اجزاء نظام توليد الطاقة

المصدر / مخططات الشركة

(3-2-3) اهم مراحل عملية حفر الابار النفطية

تعد عمليات الحفر هي الوسيلة الوحيدة لاستخراج النفط من جوف الارض وكذلك تعد من العمليات الاكثر تكلفة وخطورة وتتم من خلال مرورها في خمسة مراحل رئيسية وهي:

اولاً: عملية الحفر Oil Well Drilling

يتم استعمال طريقة الحفر الدوراني وهو اكثر طرق الحفر استعمالاً وشيوعا في العراق لتوفير الوقت والكلفة ويتم فحص اعمدة الحفر والبريمات عند كل مرحلة حفر مع مراقبة عملية الحفر لتجنب انحرف اعمدة الحفر عن مسارها وبالتالي تسبب مشاكل في البئر.

ثانياً: طين الحفر mud drilling

وهو عبارة عن خلط المواد الكيميائية (البوليمرات) مع الماء بواسطة استعمال اجهزة لمزج هذه المواد لكي تكون متماسكة وعند بدء عملة الحفر يتم ضخ مواد الطين (سوائل الحفر) باستخدام مضخات كبيرة بواسطة تجويف بداخل اعمدة الحفر حتى يصل الطين إلى راس البئر حيث يخرج من خلال ثقوب اعمدة الحفر ليندفع الى قاعدة البئر ثم يصعد إلى سطح البئر ليخرج فتات الصخور حيث يمر الطين بمرشح موجود على سطح البئر لفصل الطين عن الصخور المفتتة ثم يعاد الطين للبئر لا كمال عملية الحفر.

ثالثاً: تبطين البئر Well Casing

عندما تصل عملية الحفر إلى العمق المطلوب عند كل مرحلة حفر حيث يتم انزال انابيب بطانة (فولاذي) من مادة الشو (مادة شبيه بالرصاص) مع نوع معين من الاسمنت (كهيد) كما يتم إضافة مواد تصلب للإسمنت لتسريع عملية التصلب والتبطين يكون بين جدران البئر وانبوب البطانة ليمنع البئر من الانهيار، وان هذه البطانة تمنع اي تسرب للمواد الكبريتية والجوفية من باطن الارض الى داخل البئر حيث ان دخول هذه المواد تسبب مشاكل عند حفر البئر.

رابعاً: تثقيب الأنابيب Drill pipe perforation

بعد انهاء عملية الحفر والوصول لمكمن انتاج النفط حيث يتم انزال انابيب الانتاج بعد تنظيف البئر من جميع اعمدة الحفر وغيرها من المعدات يتم ارسال اطلاقات (مسدس التثقيب) يقوم بتثقيب الانابيب وعلى مسافات مختلفة لكي يتم تدفق الانتاج .

خامساً: شجرة عيد الميلاد Christmas Tree

بعد الانتهاء من عملية الحفر وجميع ملحقاتها من تنظيف البئر وانزال انابيب الانتاج خلال كل هذه العمليات يكون البئر ممتلئ بسوائل الحفر يتم رفع مانع الانفجار بأمان من دون حدوث انفجار وتركب مكونات راس البئر (شجرة عيد الميلاد) تحتوي عدد من الصمامات يتم من خلالها السيطرة على تدفق الانتاج ويتم توصيلها بأنابيب الطي والانتاج الموجودة في أعلى برج الحفر ويتم ازاحة مواد الطين من انابيب الطي عن طريق ضخ الماء لكي يصبح ضغط النفط اعلى من ضغط الماء لبدء البئر في الانتاج.

(3-3)المبحث الثاني: الجانب التطبيقي

خصص هذا المبحث لاستعراض تحليل بيانات العينة وتقدير الوقت الامثل للإنجاز المشروع حفر الابار النفطية باستعمال تقنيات شبكات الاعمال(PERT,GERT) التقليدية والضبابية في شركه الحفر العراقية في المنطقة الجنوبية.

(3-3-1) بيانات عينة الرسالة

تم استعمال جهاز حفر (امسكو14) ايطالي الصنع وقد جمعت البيانات من (24) بئر وتضمنت (24) مشاهدة تشير للأوقات (المتشائمة والمتفائلة والاكثر احتمالاً) واحتمالية التنفيذ للأنشطة حيث ان الوقت بالساعات وقد حدد وقت الانجاز من قبل الادارة (70) يوم ويعادل(1680)ساعة بواقع عمل (24)ساعة. وتم استعمال برنامج(Win QSB) لإيجاد تقديرات تقنية (PERT)، بينما تقديرات تقنية (GERT) فيتم عمل خوارزمية في برنامج(MATLAB).

(3-3-2) نتائج تطبيق تقنية (PERT)

تتضمن هذه التقنية عدة خطوات عند تطبيقها على بيانات المشروع وهي كما يأتي:

اولاً:-

تم توفير البيانات عن كل نشاط متعلق بمشروع حفر الابار النفطية من شركة الحفر العراقية كما تم توضيحه في جدول (3-1).

جدول (3-1) معلمات شبكةPERT الفعلية

ت	الانشطة	رموز الانشطة	تقديرات الوقت/ (الساعات)		
			المتفائل (a)	الاكثر احتمالاً (m)	المتشائم (b)
1	تهيئة قاعدة البرج.	A	240	288	360
2	استلام المعدات الحفر من الشركة المجهزة.	B	5	7	9
3	فحص المعدات الحفر.	C	7	9	12
4	إرجاع المعدات الفائضة عن الحاجة.	D	2	3	5
5	نصب البرج.	E	60	72	80
6	فحص اعمدة الحفر.	F	3	4	5
7	تهيئة سوائل الحفر(مواد الطين).	G	8	10	12
8	مرحلة الحفر(1) بعمق 30م بمثقاب سمك 26سم.	H	10	12	15
9	مرحلة الحفر (2)بعمق500م بمثقاب سمك17.5سم.	I	115	120	125
10	مرحلة الحفر(3)بعمق1000م بمثقاب سمك9سم.	J	235	240	245
11	مرحلة الحفر(4)بعمق 3000م بمثقاب سمك 7سم.	K	475	480	485

12	إنزال بطانة(1).	L	15	20	24
13	إنزال بطانة (2).	M	15	20	24
14	استبدال مثقاب بسمك9سم متضررة.	N	2	3	4
15	استبدال مثقاب ذات سمك7سم متضررة.	O	4	5	7
16	شد مانع الانفجار.	P	3	4	5
17	استبدال رام حجم (9) جيجابايت.	Q	0.5	1	2
18	إنزال بطانة (3).	R	15	20	24
19	تنظيف البئر.	S	50	60	72
20	استبدال رام حجم (7) جيجابايت.	T	0.5	1	2
21	انزال انابيب الانتاج.	U	55	65	75
22	شجرة عيد الميلاد.	V	5	6	7
23	سونار(تثقيب الانابيب الانتاج).	W	10	12	14
24	حفرة الحرق(جفرة).	X	8	9	10

المصدر/ سجلات شركة الحفر العراقية

ثانياً:-

تنظيم انشطة المشروع وترتيبها حسب الاسبقية وتحديد العلاقة المنطقية بينهما، وهي كالآتي:

* نشاط1: تهيئة قاعدة او ارضية البرج وهو نشاط ابتداء المشروع ولم يسبقه نشاط ويشار له بالرمز(A).
* نشاط2: استلام معدات الحفر من الشركة المجهزة ويتم تنفيذه بعد النشاط (A)ويشار له بالرمز(B).
* نشاط3: فحص معدات الحفر يتم تنفيذه بعد نشاط (B) ويشار له بالرمز(C).
* نشاط4:ارجاع المعدات الفائضة عن الحاجة يتم تنفيذه بعد نشاط (B) ويشار له بالرمز(D).
* نشاط5:نصب برج الحفر يتم تنفيذه بعد النشاطين(D,C) ويشار له بالرمز(E).
* نشاط6:فحص اعمدة الحفر يتم تنفيذه بعد نشاط (E) ويشار له بالرمز(F).
* نشاط7:تهيئة سوائل الحفر يتم تنفيذه بعد نشاط (F) ويشار له بالرمز(G).
* نشاط8:مرحلة الحفر(1) يتم تنفيذه بعد نشاط (G) ويشار له بالرمز(H).
* نشاط9:مرحلة الحفر(2) يتم تنفيذه بعد نشاط(G) ويشار له بالرمز(I).
* نشاط10:مرحلة الحفر(3) يتم تنفيذه بعد نشاط(G) ويشار له بالرمز(J).
* نشاط11:مرحلة الحفر(4) يتم تنفيذه بعد نشاط(G) ويشار له بالرمز(K).

* نشاط12: إنزال بطانة(1) يتم تنفيذه بعد نشاط(H) ويشار له بالرمز(L).
* نشاط13: إنزال بطانة(2) يتم تنفيذه بعد نشاط(I) ويشار له بالرمز(M).
* نشاط14:استبدال مثقاب بسمك9سم متضررة يتم تنفيذه بعد نشاط(J) ويشار له بالرمز(N).
* نشاط15:استبدال مثقاب بسمك7سم متضررة يتم تنفيذه بعد نشاط(K) ويشار له بالرمز(O).
* نشاط16:شد مانع الانفجار يتم تنفيذه بعد نشاط(L) ويشار له بالرمز(P).
* نشاط17:استبدال رام حجم(9) جيجابايت يتم تنفيذه بعد نشاط(M) ويشار له بالرمز(Q).
* نشاط18: إنزال بطانة (3) يتم تنفيذه بعد نشاط(N) ويشار له بالرمز(R).
* نشاط19:تنظيف البئر يتم تنفيذه بعد نشاط(O) ويشار له بالرمز(S).
* نشاط20:استبدال رام بحجم(7) جيجابايت يتم تنفيذه بعد نشاط(R) ويشار له بالرمز(T).
* نشاط21: إنزال انابيب الانتاج يتم تنفيذه بعد نشاط(S) ويشار له بالرمز(U).
* نشاط22:شجرة عيد الميلاد يتم تنفيذه بعد الانشطة(P,Q,T,U) ويشار له بالرمز(V).
* نشاط23:سونار(تثقيب الانابيب) يتم تنفيذه بعد نشاط(V) ويشار له بالرمز(W).
* نشاط24: حفرة الحرق (جفرة) يتم تنفيذه بعد نشاط(W) ويشار له بالرمز(X).

حيث ان تم معرفة النشاط السابق لنشاط اخر من خلال اجراء مقابلة مع كادر متخصص في عملية حفر الآبار النفطية والتواجد في موقع عمل الشركة .

وعلى ضوء المعطيات السابقة سيتم ترتيب لأنشطة كما في جدول (3-2) الاتي:

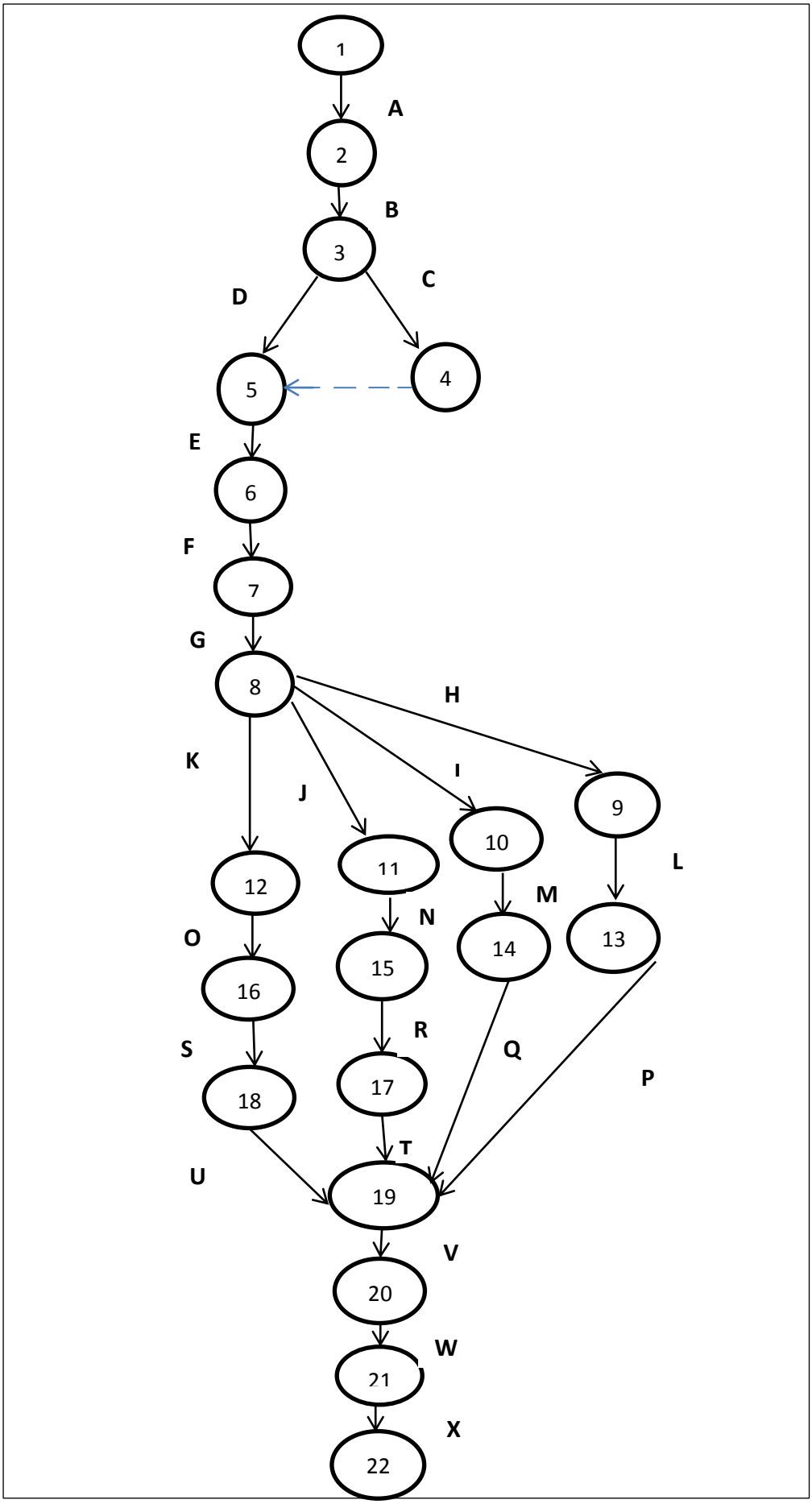
جدول (3-2) رموز الانشطة والانشطة السابقة

ت	النشاط	النشاط السابق
1	A	-
2	B	A
3	C	B
4	D	B
5	E	C,D
6	F	E
7	G	F
8	H	G
9	I	G
10	J	G
11	K	G
12	L	H
13	M	I
14	N	J
15	O	K
16	P	L
17	Q	M
18	R	N
19	S	O
20	T	R
21	U	S
22	V	P,Q,T,U
23	W	V
24	X	W

المصدر: سجلات الشركة

ثالثا/ رسم شبكة المشروع

حيث يتم رسم شبكة المشروع بالاعتماد على الانشطة والانشطة السابقة التي تم تحديدها في جدول رقم(3-2) المذكور أنفاً.



شكل (3-3) رسم مخطط شبكة (PERT) لأنشطة المشروع

المصدر/ إعداد الباحثة

رابعاً:- تقدير الوقت المتوقع والتباين لكل نشاط

تطبيق شبكة بيرت لجدولة المشروع من خلال استخدام برنامج Win QSB لتحليل البيانات لمعرفة طبيعة النشاط هل يقع على المسار الحرج ام لا وتحديد عدد المسارات الحرجة للمشروع وتحديد البداية والنهاية المبكرة والبداية والنهاية المتأخرة وتحديد الوقت المتوقع ومقدار الفائض والانحراف المعياري لكل نشاط وتحديد المدة الزمنية الكلية لإتمام المشروع بالاعتماد على المعادلات(2-2)و(2-3)و (2-4)و(2-5)و(2-6)و(2-7) و (2-8) و(2-9) التي تم ذكرها في الجانب النظري من الدراسة وكما موضح في الجدول (3-3):

جدول (3-3) نتائج تطبيق تقنية PERT

ت	النشاط	طبيعة النشاط	t_e	ES	EF	LS	LF	ST	σ^2	σ
1	A	Yes	292	0	292	0	292	0	400	20
2	B	Yes	7	292	299	292	299	0	0.4445	0.6667
3	C	Yes	9.166	299	308.17	299	308.1667	0	0.6944	0.8333
4	D	No	3.166	299	302.17	305	308.1667	6	0.25	0.5
5	E	Yes	71.33	308.1667	379.5	308.1667	379.5	0	11.110	3.3333
6	F	Yes	4	379.5	383.5	379.5	383.5	0	0.1111	0.3333
7	G	Yes	10	383.5	393.5	383.5	393.5	0	0.4445	0.6667
8	H	No	12.17	393.5	405.67	1126	1138.167	732.5	0.6944	0.8333
9	I	No	19.83	393.5	413.33	1155.833	1175.667	762.33	2.25	1.5
10	J	Yes	4	393.5	397.5	393.5	397.5	0	0.1111	0.3333
11	K	No	120	393.5	513.5	984.6667	1104.667	591.17	2.7778	1.6667
12	L	No	19.83	405.6667	425.5	1138.167	1158	732.5	2.25	1.5
13	M	No	1.083	413.3333	414.42	1175.667	1176.75	762.33	0.0625	0.25
14	N	Yes	240	397.5	637.5	397.5	637.5	0	2.7778	1.6667
15	O	No	3	513.5	516.5	1104.667	1107.667	591.17	0.1111	0.3333
16	P	No	19.83	425.5	445.33	1158	1177.833	732.5	2.25	1.5
17	Q	No	1.083	414.4167	415.50	1176.75	1177.833	762.33	0.0625	0.25
18	R	Yes	480	637.5	1117.5	637.5	1117.5	0	2.7778	1.6667
19	S	No	5.166	516.5	521.66	1107.667	1112.833	591.17	0.0625	0.5
20	T	Yes	60.33	1117.5	1177.833	1117.5	1177.833	0	13.4447	3.6667
21	U	No	65	521.6667	586.67	1112.833	1177.833	591.17	11.110	3.3333
22	V	Yes	5	1177.8	1182.8	1177.833	1182.833	0	0.1111	0.3333
23	W	Yes	12	1182.8	1194.8	1182.8	1194.8	0	0.4445	0.6667
24	X	Yes	9	1194.033	1203.8	1194.833	1203.833	0	0.1111	0.3333
Project completion Time = 1203.83 hours										
Number of Critical Path(s) = 1										

المصدر / اعداد الباحثة

خامساً: تحديد المسار الحرج للشبكة

من اجل حساب (متوسط الوقت والتباين واحتمالية التنفيذ) للمشروع يجب تحديد(المسار الحرج) في الشبكة والأنشطة الحرجة التي تقع علية والجدول (3-4) يوضح ذلك:

جدول (3-4) الأنشطة الواقعة على المسار الحرج

ت	الأنشطة
1	A
2	B
3	C
4	E
5	F
6	G
7	J
8	N
9	R
10	T
11	V
12	W
13	X
Completion Time	1203.83
Std. Dev.	20.80

المصدر /اعداد الباحثة

ويتضح من الجدول في أعلاه أن المسار الحرج الوحيد في شبكة المشروع هو:

(A-B-C-E-F-G-J-N-R-T-V-W-X) وينبغي عدم تأجيل انجاز تنفيذ اي نشاط من الانشطة الواقعة على المسار الحرج لأنها تعتبر أنشطة حرجة، كما أن الوقت الفائض في هذه الأنشطة معدوم وان قيمة الوقت المتوقع لإتمام المشروع هو(1203.83) ومقدار التباين (432.64). اما قيمة الانحراف المعياري (20.80) وعند فرض ان احتمال الانجاز ب(1225)ساعتاً وباستعمال معادلة(2-10)نجد ان احتمال الإنجاز يساوي (0.49) وعند العودة الى جداول التوزيع الطبيعي نلاحظ ان احتمال الانجاز في الوقت المخطط يساوي(0.69) وتعد نسبة جيدة وعلية فان احتمال انجاز الأنشطة غير الحرجة هي (0.31).

(3-3-3) نتائج تطبيق تقنية (GERT)

إذ أن تطبيق هذه التقنية تتضمن عدة خطوات وهي كالآتي:

اولاً:- تجهيز البيانات

فقد تم توفير البيانات المتعلقة في مشروع حفر الآبار النفطية من شركة الحفر العراقية وجدول (3-5) يبين الأنشطة ووقت اي نشاط، ويوضح العلاقات المنطقية بينهما واحتمال التنفيذ.

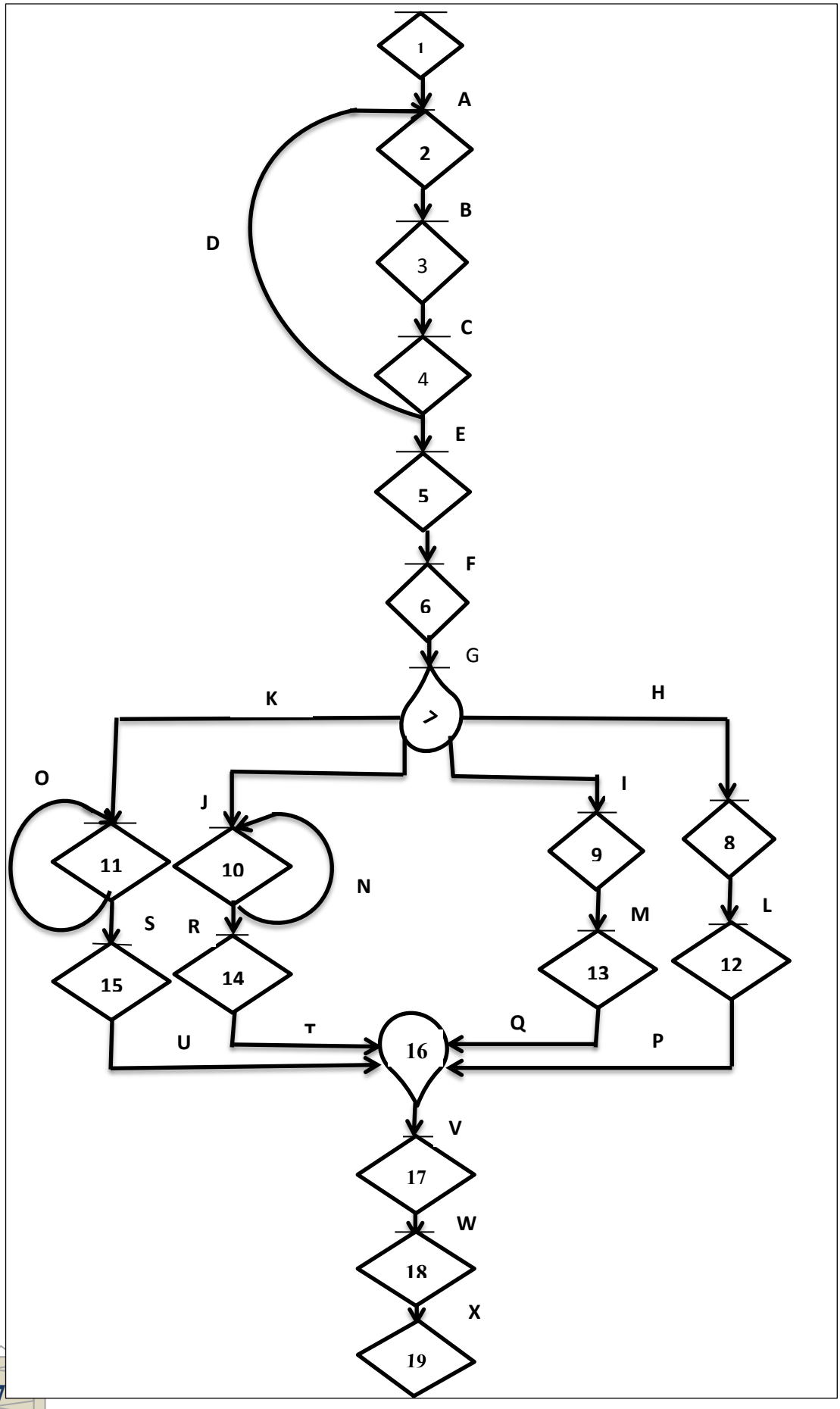
جدول(3-5) معلمات شبكة GERT

الانشطة	الرمز	المسار	الوقت/ الساعات	الاحتمال
تهيئة قاعدة البرج.	A	1-2	360 - 240	1.00
استلام المعدات الحفر من الشركة المجهزة.	B	2-3	9 - 5	1.00
فحص المعدات الحفر.	C	3-4	12 - 7	1.00
إرجاع المعدات الى الشركة المجهزة.	D	4-2	5 - 2	1.00
نصب البرج.	E	4-5	80 -- 60	1.00
فحص اعمدة الحفر.	F	5-6	5 -3	1.00
تهيئة سوائل الحفر(مواد الطين).	G	6-7	12 - 8	1.00
مرحلة الحفر(1) بعمق 30م بمثقاب سمك 26سم.	H	7-8	15 - 10	1.00
مرحلة الحفر (2)بعمق500م بمثقاب سمك17.5سم.	I	7-9	125- 115	1.00
مرحلة الحفر(3)بعمق1000م بمثقاب سمك9سم.	J	7-10	245- 235	1.00
مرحلة الحفر(4)بعمق 2000م بمثقاب سمك 7سم.	K	7-11	485 - 475	1.00
إنزال بطانة(1).	L	8-12	24 - 15	1.00
إنزال بطانة (2).	M	9-13	24 - 15	1.00
استبدال مثقاب بسمك9سم متضررة.	N	10-10	4 - 2	1.00
استبدال مثقاب بسمك7سم متضررة.	O	11-11	7- 4	1.00
شد مانع الانفجار.	P	12-16	5 - 3	1.00
استبدال رام حجم (9) جيجابايت.	Q	13-16	2 - 0.5	1.00
إنزال بطانة (3).	R	10-14	24 - 15	1.00
تنظيف البئر.	S	11-15	72- 50	1.00
استبدال رام حجم (7) جيجابايت.	T	14-16	2 - 0.5	1.00
إنزال انابيب الانتاج.	U	15-16	75 - 55	1.00
شجرة عيد الميلاد.	V	16-17	7 - 5	1.00
سونار(تثقيب الانابيب الانتاج).	W	17-18	14 - 10	1.00
حفرة الحرق(جفرة)	X	18-19	10 - 8	1.00

المصدر/ سجلات الشركة

ثانياً/ رسم شبكة(GERT)

فقد تم رسم الشبكة على وفق أشكال العقد فى جدول(2-2) المذكور فى الجانب النظري



شكل (3-4) رسم مخطط شبكة (GERT) للمشروع

المصدر /إعداد الباحثة

ثالثاً: تحدد نوع التوزيع ومعلماته ودوال المولدة للعزوم (MGF) ودوال النقل المكافئ $Wij(t)$ لكل نشاط

سوف نعتمد على صيغ الدوال المولدة للعزوم التي تم ذكرها في جدول (2-5) في الجزء النظري لتطبيقها على بيانات المشروع باستخدام معادلة رقم(2-11) ونستخدم معادلة رقم(2-13) لإيجاد دالة النقل المكافئ لكل نشاط، وتم استخدام برنامج الاحصائي SPSS في تحديد نوع توزيع لكل نشاط وكانت جميع مستويات المعنوية اكبر من (0.05) والجدول (3-6) يوضح ذلك:

جدول (3-6) نوع التوزيع ودالة (MGF) ودالة (W_{ij} (t)) لكل نشاط

الانشطة	المسار	الاحتمال	التوزيع	Sig	MGF(s)	W_E (s)
A	1-2	1.00	Normal mean μ_A=299 Variance σ_A^2 = 45.31	0.52	$e^{\mu_A * s+\sigma_A^2 * s^2/2}$	$e^{\mu_A * s+\sigma_A^2 * s^2/2} * P_A$
B	2-3	1.00	Normal mean μ_B=6.8 Variance σ_B^2 =1.54	0.67	$e^{\mu_B * s+\sigma_B^2 * s^2/2}$	$e^{\mu_B * s+\sigma_B^2 * s^2/2} * P_B$
C	3-4	0.95	Normal mean μ_C=9.8 Variance σ_C^2 =2.34	0.57	$e^{\mu_C * s+\sigma_C^2 * s^2/2}$	$e^{\mu_C * s+\sigma_C^2 * s^2/2} * P_C$
D	4-2	0.93	Normal mean μ_D=3.7 Variance σ_D^2 =0.79	0.62	$e^{\mu_D * s+\sigma_D^2 * s^2/2}$	$e^{\mu_D * s+\sigma_D^2 * s^2/2} * P_D$
E	4-5	1.00	Normal mean μ_E=71.9 Variance σ_E^2 =33.41	0.87	$e^{\mu_E * s+\sigma_E^2 * s^2/2}$	$e^{\mu_E * s+\sigma_E^2 * s^2/2} * P_E$
F	5-6	1.00	Normal mean μ_F=4 Variance σ_F^2 =0.46	0.73	$e^{\mu_F * s+\sigma_F^2 * s^2/2}$	$e^{\mu_F * s+\sigma_F^2 * s^2/2} * P_F$
G	6-7	1.00	Normal mean μ_G=10.4 Variance σ_G^2 =1.28	0.58	$e^{\mu_G * s+\sigma_G^2 * s^2/2}$	$e^{\mu_G * s+\sigma_G^2 * s^2/2} * P_G$
H	7-8	1.00	Normal mean μ_H=12.2 Variance σ_H^2 =2.96	0.55	$e^{\mu_H * s+\sigma_H^2 * s^2/2}$	$e^{\mu_H * s+\sigma_H^2 * s^2/2} * P_H$
I	7-9	1.00	Normal mean μ_I=120.6 Variance σ_I^2 =7.34	0.89	$e^{\mu_I * s+\sigma_I^2 * s^2/2}$	$e^{\mu_I * s+\sigma_I^2 * s^2/2} * P_I$
J	7-10	1.00	Normal mean μ_J=240.7 Variance σ_J^2 =7.89	0.96	$e^{\mu_J * s+\sigma_J^2 * s^2/2}$	$e^{\mu_J * s+\sigma_J^2 * s^2/2} * P_J$
K	7-11	1.00	Normal mean μ_K=480.5 Variance σ_K^2 =7.78	0.98	$e^{\mu_K * s+\sigma_K^2 * s^2/2}$	$e^{\mu_K * s+\sigma_K^2 * s^2/2} * P_K$
L	8-12	1.00	Normal mean μ_L=20 Variance σ_L^2 =10.96	0.76	$e^{\mu_L * s+\sigma_L^2 * s^2/2}$	$e^{\mu_L * s+\sigma_L^2 * s^2/2} * P_L$
M	9-13	1.00	Normal mean μ_M=20.4 Variance σ_M^2 =9.49	0.76	$e^{\mu_M * s+\sigma_M^2 * s^2/2}$	$e^{\mu_M * s+\sigma_M^2 * s^2/2} * P_M$

$e^{\mu_N * s+\sigma_N^2 * s^2/2} * P_N$	$e^{\mu_N * s+\sigma_N^2 * s^2/2}$	0.62	Normal meanμ_N=3 Varianceσ_N^2 =0.42	0.85	10-10	N
$e^{\mu_O * s+\sigma_O^2 * s^2/2} * P_O$	$e^{\mu_O * s+\sigma_O^2 * s^2/2}$	0.91	Normal mean μ_O=5.8 Variance σ_O^2 =1.12	0.98	11-11	O
$e^{\mu_P * s+\sigma_P^2 * s^2/2} * P_P$	$e^{\mu_p * s+\sigma_P^2 * s^2/2}$	0.72	Normal mean μ_p=4 Variance σ_P^2 =0.48	1.00	12-16	P
$e^{\mu_Q * s+\sigma_Q^2 * s^2/2} * P_Q$	$1/1-\mu_Q * s$	0.08	Exponential mean μ_Q=1.22	1.00	13-16	Q
$e^{\mu_R * s+\sigma_R^2 * s^2/2} * P_R$	$e^{\mu_R * s+\sigma_R^2 * s^2/2}$	0.76	Normal mean μ_R=20.4 Varianceσ_R^2 =14.44	1.00	10-14	R
$e^{\mu_S * s+\sigma_S^2 * s^2/2} * P_S$	$e^{\mu_S * s+\sigma_S^2 * s^2/2}$	0.91	Normal mean μ_S=65.5 Variance σ_S^2 =25.20	1.00	11-15	S
$e^{\mu_T * s+\sigma_T^2 * s^2/2} * P_T$	$1/1-\mu_T * s$	0.08	Exponential mean μ_T=1.22	1.00	14-16	T
$e^{\mu_U * s+\sigma_U^2 * s^2/2} * P_U$	$e^{\mu_U * s+\sigma_U^2 * s^2/2}$	0.64	Normal mean μ_U=68.7 Variance σ_U^2 =32.26	1.00	15-16	U
$e^{\mu_V * s+\sigma_V^2 * s^2/2} * P_V$	$e^{\mu_V * s+\sigma_V^2 * s^2/2}$	0.63	Normal mean μ_V=6 Variance σ_V^2 =0.49	1.00	16-17	V
$e^{\mu_W * s+\sigma_W^2 * s^2/2} * P_W$	$e^{\mu_W * s+\sigma_W^2 * s^2/2}$	0.44	Normal mean μ_W=12.3 Variance σ_W^2 =1.85	1.00	17-18	W
$e^{\mu_X * s+\sigma_X^2 * s^2/2} * P_X$	$e^{\mu_X * s+\sigma_X^2 * s^2/2}$	0.35	Normal mean μ_X=9 Variance σ_X^2 =0.44	1.00	18-19	X

المصدر / اعداد الباحثة

جدول (3-7) عند تعويض عن كل من قيمة (σ^2 وμ) في دالة (MGF, W_{ij})

W_E (s)	MGF(s)	Sig	التوزيع	الاحتمال	المسار	الانشطة
$e^{299 * s+45.31 * s^2/2} * 1$	$e^{299 * s+45.31 * s^2/2}$	0.52	Normal meanμ_A=299 Variance σ_A^2 =45.31	1.00	1-2	A
$e^{6.8 * s+1.54 * s^2/2} * 1$	$e^{6.8 * s+1.54 * s^2/2}$	0.67	Normal mean μ_B=6.8 Variance σ_B^2 =1.54	1.00	2-3	B
$e^{9.8 * s+2,34 * s^2/2} * 1$	$e^{9.8 * s+2.34 * s^2/2}$	0.57	Normal mean μ_C = 9.8 Variance σ_C^2 =2.34	0.95	3-4	C
$e^{3.7 * s+1.79 * s^2/2} * 1$	$e^{3.7 * s+1.79 * s^2/2}$	0.62	Normal mean μ_D=3.7 Variance σ_D^2 =1 . 79	0.93	4-2	D
$e^{71.9 * s+33.41 * s^2/2} * 1$	$e^{71.9 * s+33.41 * s^2/2}$	0.87	Normal mean μ_E= 71.9 Variance σ_E^2 =33.41	1.00	4-5	E
$e^{4 * s+0.46 * s^2/2} * 1$	$e^{4 * s+0.46 * s^2/2}$	0.73	Normal mean μ_F=4	1.00	5-6	F

			Variance σ_F^2 =0.46			
$e^{10.4*s+1.28*s^2/2}*1$	$e^{10.4*s+1.28*s^2/2}$	0.58	Normal mean μ_G=10.4 Variance σ_G^2 =1.28	1.00	6-7	G
$e^{12.2*s+2.96*s^2/2}*1$	$e^{12.2*s+2.96*s^2/2}$	0.55	Normal mean μ_H=12.2 Variance σ_H^2 =2.96	1.00	7-8	H
$e^{120.6*s+7.34*s^2/2}*1$	$e^{120.6*s+7.34*s^2/2}$	0.89	Normal mean μ_I=120.6 Variance σ_I^2 =7.34	1.00	7-9	I
$e^{240.7*s+7.89*s^2/2}*1$	$e^{240.7*s+7.89*s^2/2}$	0.96	Normal mean μ_J=240.7 Variance σ_J^2 =7.89	1.00	7-10	J
$e^{480.5*s+7.78*s^2/2}*1$	$e^{480.5*s+7.78*s^2/2}$	0.98	Normal mean μ_K=480.5 Variance σ_K^2 =7.78	1.00	7-11	K
$e^{20*s+10.96*s^2/2}*1$	$e^{20*s+10.96*s^2/2}$	0.76	Normal mean μ_L=20 Variance σ_L^2 =10.96	1.00	8-12	L
$e^{20.4*s+9.49*s^2/2}*1$	$e^{20.4*s+9.49*s^2/2}$	0.76	Normal mean μ_M=20.4 Variance σ_M^2 =9.49	1.00	9-13	M
$e^{3*s+0.42*s^2/2}*1$	$e^{3*s+0.42*s^2/2}$	0.62	Normal mean μ_N=3 Variance σ_N^2 = 0.42	0.85	10-10	N
$e^{5.8*s+1.12*s^2/2}*1$	$e^{5.8*s+1.12*s^2/2}$	0.91	Normal mean μ_O=5.8 Variance σ_O^2 =1.12	0.98	11-11	O
$e^{4*s+0.48*s^2/2}*1$	$e^{4*s+0.48*s^2/2}$	0.72	Normal mean μ_p=4 Variance σ_P^2 = 0.48	1.00	12-16	P
$1/1-1.22*s*1$	$1/1-1.22*s$	0.08	Exponential mean μ_Q=1.22	1.00	13-16	Q
$e^{20.4*s+14.44*s^2/2}*1$	$e^{20.4*s+14.44*s^2/2}$	0.76	Normal mean μ_R=20.4 Varianceσ_R^2 =14.44	1.00	10-14	R
$e^{65.5*s+25.20*s^2/2}*1$	$e^{65.5*s+25.20*s^2/2}$	0.91	Normal mean μ_S= 65.5 Variance σ_S^2 = 25.20	1.00	11-15	S
$1/1-1.22*s*1$	$1/1-1.22*s$	0.08	Exponential mean μ_T =1.22	1.00	14-16	T
$e^{68.7*s+32.26*s^2/2}*1$	$e^{68.7*s+32.26*s^2/2}$	0.64	Normal mean μ_U = 68.7 Variance σ_U^2 = 32.26	1.00	15-16	U
$e^{6*s+0.49*s^2/2}*1$	$e^{6*s+0.49*s^2/2}$	0.63	Normal mean μ_V = 6 Variance σ_V^2 = 0.49	1.00	16-17	V
$e^{12.3*s+1.85*s^2/2}*1$	$e^{12.3*s+1.85*s^2/2}$	0.44	Normal mean μ_W=12.3 Variance σ_W^2 =1.85	1.00	17-18	W
$e^{9*s+0.44*s^2/2}*1$	$e^{9*s+0.44*s^2/2}$	0.35	Normal mean μ_X= 9 Variance σ_X^2 = 0.44	1.00	18-19	X

المصدر / اعداد الباحثة

رابعاً: حساب دالة النقل ($W_{Eij}(t)$) المكافئة للشبكة

لكي يتم حساب دالة النقل المكافئة يجب استعمال (قاعدة ماسون)Masonكما في معادلة (2-14) إذ أن الشبكة تمتلك مساراً واحداً (رئيساً) ولغرض إيجاد دالة($W_{Eij}(t)$) يجب اتباع الخطوات الآتية:

1- تحديد الحلقات في الشبكة لغرض حساب (Δ):

لغرض حساب وقت الحلقات الموجودة في شبكة المشروع سوف نستعمل معادلة (2-15) وجدول (3-8)يوضح ذلك:

جدول(3-8) عدد الحلقات في شبكة المشروع

الحلقات	عدد الحلقات		دالة (W_{ij})
2-3-4	L1	∑ LS	W2W3W4
10-10	L2		W14
11-11	L3		W15
10 -10 & 2 - 3 -4	L1L2	∑LD	W2W3W4W14
11 – 11 & 2 - 3 -4	L1L3		W2W3W4W15
11 – 11 & 10 -10	L2L3		W14 W15
11 -11 &10 – 10 &2 - 3 -4	L1L2L3	∑LT	W2W3W4W14 W15

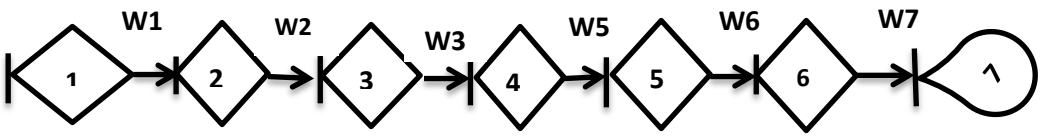
المصدر/ اعداد الباحثة

2- إيجاد دالة النقل(ωr) و(Δr) للمسار الرئيسي

إذ أن المسار الرئيس في الشبكة يبدأ بالعقدة (1) حتى العقدة(19) فأن دالة النقل له هي ((t) . (W_{1-19})

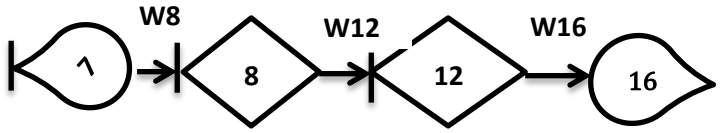
كما أن المسار الرئيس في الشبكة يضم مسارات فرعية بما ان الشبكة تضم مسارات فرعية فالأفضل اختزال الشبكة ليسهل إيجاد دالة النقل (للمسار الرئيس) وذلك بتجزئة المسار الرئيس الى مسارات فرعية وبعد ذلك نستخدم (قاعد ماسون $Mason's$) لإيجاد دالة النقل المكافئ ($W_{Eij}(t)$) للشبكة حيث تم تجزئة المسار الرئيس كما يلي:

- **المسار الفرعي الاول: WE1(t))**



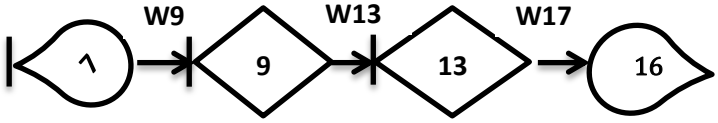
WE1(t) = W1*W2*W3*W5*W6*W7

➢ **المسار الفرعي الثاني: (WE2(*t*))**



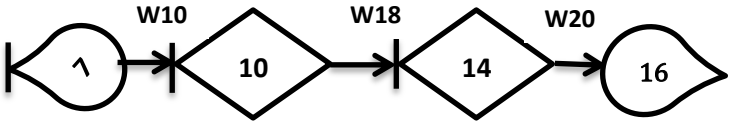
WE2 (t) = W8*W12*W16

➢ **المسار الفرعي الثالث: W E3(*t*)**



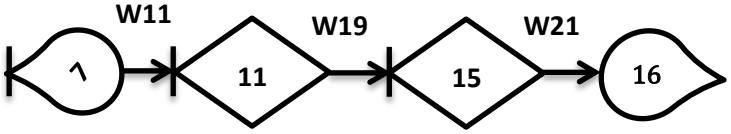
WE3(t) = W9*W13*W17

➢ **المسار الفرعي الرابع: W E4(t))**



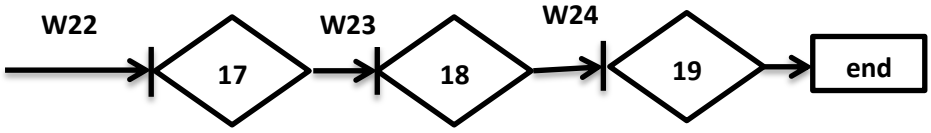
WE4(t) = W10*W18*W20

➢ **المسار الفرعي الخامس:(WE5 (t))**



WE5(t) = W11*W19*W21

➢ **المسار الفرعي السادس: (WE6(t))**



WE6(t) = W22 * W23 * W24

وعلية فإن دالة النقل للمسار الرئيس $(W_{ij}(t))$ هي:

$$W1\_19(t) = WE1(t)+\{[\ WE2(t)+WE3(t)]+\ [\ WE4(t)+WE5(t)\ ]\}+WE6(t)$$

$$(W1.W2.W3.W5.W6.W7)+\{[(W8.W12.W16)+(W9.W13.W17)+ (W10.W18.W20)+\ (W11.W19.W21)]\}+(W22.W23.W24)$$

وبما ان هناك مساراً فرعياً واحداً امامياً وحلقة واحدة فان $(\Delta r=1)$

خامساً: حساب (متوسط الوقت تباين احتمال التنفيذ) للشبكة المشروع

لغرض حساب متوسط الوقت وتباين واحتمال التنفيذ حيث تم حسابهم باستعمال خوارزمية لغة البرمجة في برنامج MATLAB(2020)

- لإيجاد قيمة احتمال الانجاز المشروع من خلال استعمال معادلة رقم (2-16).

$$PE1\_19 = 1$$

وهي تشير الى احتمال انجاز المسار الرئيس PE1_19(t) للمشروع وبنسبة مقبولة(1%).

ثم العمل على حساب (الوقت المتوقع وتباين) انجاز المشروع من خلال استعمال معادلات التفاضل في معادلة رقم (2-18) و(2-19)وتكون النتائج كالآتي:

$$tE1\_19 = \frac{\partial}{\partial t}\ [M_{E1\_19}]|_{t=0} = 1540$$

حيث ان (1540) ساعة تمثل الوقت المتوقع لتنفيذ مشروع حفر الآبار النفطية وعند مقارنة هذا الوقت بالأيام فنجده يعادل (41) يوماً عند احتمال انجاز مساوية ل(1%)

$$Var1\_19 = \frac{\partial^2}{\partial t^2}\ [M_{E1\_19}]|_{t=0} - [\ \frac{\partial}{\partial t}\ M_{E1\_19}]^2|_{t=0}\ 190.94$$

يشير الى الاختلاف والتباين بين الوقت المتوقع ووقت الإنجاز الفعلي للمشروع.

(4-3-3)نتائج تطبيق تقنية F PERT

لكي يتم الوصول إلى نتائج تطبيق المنطق الضبابي على تقنية (PERT) سوف يتم استعمال أرقام ضبابية ثلاثية وتم تضبيب القيم (المتفائلة والاكثر احتمالاً والمتشائمة) من اجل استخراج متوسط الوقت الضبابي للقيم ويتم ذلك من خلال استعمال معادلة (2-25)و(2-26)و(2-27) وجدول (3-9) يوضح ذلك.

جدول(3-9) الانشطة والاوقات الضبابية ومتوسطاتها

النشاط	النشاط السابق	الاوقات الضبابية	متوسط الاوقات الضبابية
A	-	(238,240,242),(286,288,290),(355,360,365)	(240,288,360)
B	A	(3,5,7),(5,7,9),(8,9,10)	(5,7,9)
C	B	(6,7,8),(8,9,10),(10,12,14)	(7,9,12)
D	B	(1,2,3),(2,3,4), (3,5,7)	(2,3,5)
E	C,D	(58,60,62)،(70,72,74)،(75,80,85)	(60,72,80)
F	E	(2,3,4)،(3,4,5)،(4,5,6)	(3,4,5)
G	F	(7,8,9)،(8,10,12)،(10,12,14)	(8,10,12)
H	G	(8,10,12)،(10,12,14)،(14,15,16)	(10,12,15)
I	G	(114,115,116)،(115,120,125)،(120,125,130)	(115,120,125)
J	G	(234,235,236)،(235,240,245)،(240,245,250)	(235,240,245)
K	G	(470,475,480)،(475,480,485)،(480,485,490)	(475,480,485)
L	H	(13,15,17)،(18,20,22)،(23,24,25)	(15,20,24)
M	I	(13,15,17)،(18,20,22)،(23,24,25)	(15,20,24)
N	J	(1,2,3)،(2,3,4)،(3,4,5)	(2,3,4)
O	K	(2,4,6)،(3,5,7)،(6,7,8)	(4,5,7)
P	L	(2,3,4)،(3,4,5)،(4,5,6)	(3,4,5)
Q	M	(0.25,0.5,0.75)،(0.5,1,1.5)،(1,2,3)	(0.5,1,2)
R	N	(13,15,17)،(18,20,22)،(23,24,25)	(15,20,24)
S	O	(45,50,55)،(55,60,65)،(70,72,74)	(50,60,72)
T	R	(0.25,0.5,0.75)،(0.5,1,1.5)،(1,2,3)	(0.5,1,2)
U	S	(52,55,58)،(60,65,70)،(72,75,78)	(55,65,75)
V	P,Q,T,U	(3,5,7)،(5,6,7)،(6,7,8)	(5,6,7)
W	V	(8,10,12)،(10,12,14)،(12,14,16)	(10,12,14)
X	W	(7,8,9)،(8, 9,10)،(9,10,11)	(8,9,10)

المصدر/ سجلات الشركة و خبرة ذوي الاختصاص

لغرض حساب وقت البداية والنهاية المبكرة الضبابية ووقت البداية والنهاية المتأخرة الضبابية للمشروع بالاعتماد على متوسط الأوقات الضبابية في جدول (3-9)وفق استعمال المعادلات (2-21)و(2– 22)و(2-23) و(2-24) التي تم ذكرها في الجانب النظري والنتائج موضحة في جدول (3-10)(3-11).

جدول (3-10) البداية والنهاية المبكرة الضبابية للأنشطة

الأنشطة	$(\widetilde{ES})$	$(\widetilde{EF})$
A	(0,0,0)	(240,288,360)
B	(240,288,360)	(245,295,369)
C	(245,295,369)	(252,304,381)
D	(245,295,369)	(247,298,374)
E	(252,304,381)	(312,376,461)
F	(312,376,461)	(315,380,466)
G	(315,380,466)	(323,390,478)
H	(323,390,478)	(333,402,493)
I	(323,390,478)	(438,510,603)
J	(323,390,478)	(558,630,723)
K	(323,390,478)	(798,870,963)
L	(333,402,493)	(348,422,517)
M	(438,510,603)	(453,530,627)
N	(558,630,723)	(560,633,727)
O	(798,870,963)	(802,875,970)
P	(348,422,517)	(351,426,522)
Q	(453,530,627)	(453.5,531,629)
R	(560,633,727)	(575,653,751)
S	(802,875,970)	(852,935,1042)
T	(575,653,751)	(575.5,654,753)
U	(852,935,1042)	(907,1000,1117)
V	(907,1000,1117)	(912,1006,1124)
W	(912,1006,1124)	(922,1018,1138)
X	(922,1018.3,1138)	(930,1027,1148)

المصدر / اعداد الباحثة

جدول(3-11) البداية والنهاية المتأخرة الضبابية للأنشطة

الأنشطة	البداية المتأخرة ($L\tilde{S}$)	النهاية المتأخرة ($L\tilde{F}$)
A	(0,0,0)	(240,288,360)
B	(240,288,360)	(245,295,369)
C	(245,295,369)	(252,304,381)
D	(250,301,376)	(252,304,381)
E	(252,304,381)	(312,376,461)
F	(312,376,461)	(315,380,466)
G	(315,380,466)	(323,390,478)
H	(879,964,1073)	(889,976,1088)
I	(776.5,859,966)	(891.5,979,1091)
J	(654.5,736,842)	(889.5,976,1087)
K	(323,390,478)	(798,870,963)
L	(889,976,1088)	(904,996,1112)
M	(891.5,979,1091)	(906.5,999,1115)
N	(889.5,976,1087)	(891.5,979,1091)
O	(798,870,963)	(802,875,970)
P	(904,996,1112)	(907,1000,1117)
Q	(906.5,999,1115)	(907,1000,1117)
R	(891.5,979,1091)	(906.5,999,1115)
S	(802,875,970)	(852,935,1042)
T	(906.5,999,1115)	(907,1000,1117)
U	(852,935,1042)	(907,1000,1117)
V	(907,1000,1117)	(912,1006,1124)
W	(912,1006,1124)	(922,1018,1138)
X	(922,1018.,1138)	(930,1027,1148)

المصدر / اعداد الباحثة

وفي هذه الحالة يكون الوقت الضبابي لإتمام المشروع حسب وقت النهاية المبكرة والمتأخرة (EF) هو (930)ساعة يمثل الحد الأدنى و(1027)ساعة يمثل الحد الوسطي و(1148) ساعة يمثل الحد الأعلى وعلية فان دالة الانتماء ستكون بالشكل الآتي:

$$\mu T(x)=\begin{cases}\dfrac{(x-930)}{1027-930} & 930 \le x \le 1027\\ \dfrac{x-1148}{1148-1027} & 1027 \le x \le 1148\\ 0 & 1148 \le x\end{cases}$$

فالوقت التي تم التوصل الية هو رقم ضبابي مثلثي ولغرض سهولة التعامل مع الرقم الضبابي المثلثي يجب إزالة الضبابية عنه وذلك من خلال استعمال معادلة(2-28) كما موضح أدناه:

1033 = (930.3+2*1027+1148)/4) وعلية فإن مدة انتهاء المشروع بحسب تقنية (FPERT) هو(1033)ساعة. وعند مقارنة هذا الوقت بالأيام نجده يعادل (43)يوماً.

وعن استعمال درجات انتماء مختلفة (α) كمستوى مخاطرة لإعطاء أوقات ضبابية اكثر واقعية للمشروع باستعمال معادلة (2-29) والجدول(3-12) يوضح ذلك:

جدول (3-12) مستويات درجة الانتماء(α)

قيم(α)	الحد الادنى (a_L)	الحد الاعلى(a_U)
0.1	939.7	1135.9
0.2	949.4	1123.8
0.3	959.1	1111.7
0.4	968.8	1099.6
0.5	978.5	1087.5
0.6	988.2	1075.4
0.7	997.9	1063.3
0.8	1007.6	1051.2
0.9	1017.3	1039.1

ونلاحظ في الجدول أعلاه أن مستوى المخاطرة ($\alpha = 0.5$) يعطي قيمة ضبابية أكثر واقعية حيث يكون (978.5) هو الحد الأدنى و(1087.5) هو الحد الاعلى، وبالتالي الحصول على مدة زمنية أكثر دقة وانتماء لتقدير الوقت الضبابي. اما قيم (α) الاخرى فتمثل مستويات المخاطرة البعيدة والقريبة للوقت المشروع.

(5-3-3)نتائج تطبيق تقنية FGERT

فقد تم تضبيب البيانات لهذه التقنية بالاعتماد على السجلات وخبرة المختصين في هذا المجال في هذا المجال(حفر الآبار النفطية) والجدول (3-13) يوضح معلمات شبكة (GERT) الضبابية للمشروع.

جدول (3-13) معلمات شبكة (GERT) الضبابية للمشروع

وصف النشاط	رموز الانشطة	الرقم الضبابي للوقت($\tilde{t}_{ij}$)	الاحتمال ((P)
تهيئة قاعدة البرج.	A	(240,288,360)	1
استلام المعدات الحفر من الشركة المجهزة.	B	(5,7,8)	1
فحص المعدات الحفر.	C	(7,9,10)	1
إرجاع المعدات الى الشركة المجهزة.	D	(2,3,4)	1
نصب البرج.	E	(60,70,72)	1
فحص اعمدة الحفر.	F	(3,4,4.5)	1
تهيئة سوائل الحفر(مواد الطين).	G	(8,9,10)	1
مرحلة الحفر(1) بعمق 30م ببريمة سمك 26سم.	H	(10,12,15)	1
مرحلة الحفر (2)بعمق500م ببريمة سمك17.5سم.	I	(115,120,123)	1
مرحلة الحفر(3)بعمق1000م ببريمة سمك9سم.	J	(235,240,243)	1
مرحلة الحفر(4)بعمق 2000م ببريمة سمك 7سم.	K	(475,480,482)	1
إنزال بطانة(1).	L	(15,20,24)	1
إنزال بطانة (2).	M	(15,20,20)	1
استبدال بريمة ذات سمك9سم متضررة.	N	(2,3,3.5)	1
استبدال بريمة ذات سمك7سم متضررة.	O	(4,5,6)	1
شد مانع الانفجار.	P	(5,5,5)	1
تبديل رام حجم (9)جيجابايت.	Q	(0.5,1,1.5)	1
إنزال بطانة (3).	R	(20,20,20)	1
تنظيف البئر.	S	(50,60,65)	1
تبديل رام حجم (7) جيجابايت.	T	(0.5,1,1.5)	1
إنزال انابيب الانتاج.	U	(55,65,72)	1
شجرة عيد الميلاد.	V	(6,6,6)	1
سونار(تثقيب الانابيب الانتاج).	W	(10,11,12)	1
حفرة الحرق(جفرة)	X	(8,9,9)	1

المصدر / سجلات الشركة و خبرة ذوي الاختصاص

جدول(3-14) حلقات المشروع في شبكة (GERT) الضبابية

الحلقة (L_{ni})	أنشطة الحلقة	الحلقات الداخلية $(L_{L_{ni}})$	قيمة الوقت لنشاط $(\tilde{t}_{l_{ni}})$	مجموع القيمة بدون حلقات داخلية		مجموع القيمة مع حلقات داخلية		متوسط الوقت للحلقة	
				$\tilde{t}_{l_{ni}}$	P	$\tilde{t}_{L`ni}$	P	$m\tilde{t}_{L_{ni}}$	P
1	B-C-D	-	(12,16,18)	(12,16,18)	1	-	-	(12,16,18)	1
2	N	-	(2,3,3.5)	(2,3,3.5)	0.85	-	-	(2,3,3.5)	0.85
3	O	-	(4,5,6)	(4,5,6)	0.95	-	-	(4,5,6)	0.95

المصدر /اعداد الباحثة

جدول (3-15) تقييم ووقت المسار للعقد باستعمال (GERT)الضبابية

المسار للعقدة	الأنشطة	الانشطة الداخلة الى العقدة		الوقت الأولي للنشاط $S\tilde{T}_i$	الحلقة الداخلة للعقدة		متوسط وقت الأنشطة	
		$F\tilde{t}_{i-j}$	P		L	P	$M\tilde{T}_i$	P
البداية	-	-	-	(0,0,0)	-	-	(0,0,0)	1
1-2	A	(240,288,360)	1	(240,288,360)	-	-	(240,288,360)	1
2-3	B	(245,295,368)	1	(245,295,368)	-	-	(245,295,368)	1
3-4	C	(252,304,378)	1	(252,304,378)	-	-	(252,304,378)	1
4-2	D	(254,307,382)	1	(254,307,382)	1	1	(254,307,382)	1
4-5	E	(312,374,450)	1	(312,374,450)	-	-	(312,374,450)	1
5-6	F	(315,378,454.5)	1	(315,378,454.5)	-	-	(315,378,454.5)	1
6-7	G	(323,387,464.5)	1	(323,387,464.5)	-	-	(323,387,464.5)	1
7-8	H	(333,399,479.5)	1	(333,399,479.5)	-	-	(333,399,479.5)	1
7-9	I	(438,507,587.5)	1	(438,507,587.5)	-	-	(438,507,587.5)	1
7-10	J	(558,627,707.5)	1	(558,627,707.5)	-	-	(558,627,709.5)	1
7-11	K	(798,867,946.5)	1	(798,867,946.5)	-	-	(798,867,946.5)	1
8-12	L	(348,419,503.5)	1	(348,419,503.5)	-	-	(348,419,503.5)	1
9-13	M	(453,527,607.5)	1	(453,527,607.5)	-	-	(453,527,607.5)	1
10-10	N	(560,630,711)	1	(560,630,711)	2	1	(560,630,713)	1
11-11	O	(802,872,952.5)	1	(802,872,952.5)	3	1	(802,872,952.5)	1
10-14	R	(580,650,731)	1	(580,650,731)	-	-	(580,650,733)	1
11-15	S	(852,932,1017.5)	1	(852,932,1017.5)	-	-	(852,932,1017.5)	1
12-16 13-16 14-16 15-16	P Q T U	(353,424,508.5) (453.5,528,609) (580.5,651,732.5) (907,997,1089.5)	1 1 1 1	(579.5,656,740.9)	-	-	(579.5,656,741.4)	1
16-17	V							
17-18	W	(589.5,667,753.4)	1	(589.5,667,752.9)	-	-	(589.5,667,752.9)	1
18-19 (end)	X	(597.5,676,763.4)	1	(597.5,676,761.9)	-	-	(597.5,676,761.9)	1

المصدر /اعداد الباحثة

وبما أن معلمة الوقت ضبابية مثلثية، فإن وقت نهاية المشروع سيكون أيضاً ضبابياً مثلثياً. وبعد تقييم الأنشطة من البداية حتى النهاية بالاعتماد على الأنشطة الداخلة والخارجة من العقدة فقد تم الحصول على رقم ضبابي مثلثي. إذ أن (761.9)ساعة يمثل الحد الأعلى، (676) ساعة يمثل الحد الوسطي (597.5)ساعة يمثل الحد الأدنى وعلية ستكون دالة الانتماء بالشكل الآتي:

$$\mu T(x)=\begin{cases}\dfrac{(x-597.5)}{676-597.5} & 597.5 \le x \le 676\\ \dfrac{x-763.4}{761.9-676} & 676 \le x \le 761.9\\ 0 & 761.9 \le x\end{cases}$$

ولغرض سهولة التعامل مع الرقم الضبابي المثلثي يجب ازالة الضبابية عنه وذلك من خلال استعمال معادلة (2-28) للقيم الضبابية للعقدة النهائية وكما موضح ادناه:

677.85 =4 / (761.9+676*2+597.5) وبالتالي فان مدة انتهاء المشروع حسب تقنية (FGERT) هو(677.85) ساعة.

وعند استخدام درجات انتماء مختلفة (α) كمستوى مخاطرة لإعطاء وقت ضبابي أكثر واقعية للمشروع من خلال استعمال معادلة (2-29) والجدول (3-16) يوضح ذلك:

جدول(3-16) مستويات درجات الانتماء(α)

قيم(α)	الحد الادنى (a_L)	الحد الاعلى(a_U)
0.10	605.35	754.29
0.20	613.2	744.7
0.30	621.05	736.11
0.40	628.9	727.53
0.50	636.75	718.94
0.60	644.6	710.35
0.70	652.45	701.76
0.80	660.3	693.19
0.90	668.15	684.59

المصدر / اعداد الباحثة

ونلاحظ في الجدول أعلاه الحصول على وقت ضبابي أكثر واقعية عند مستوى مخاطرة ($\alpha = 0.5$) إذ أن (636.75) يمثل الحد الأدنى و(718.94) يمثل الحد الأعلى وبالتالي تعطينا مدة زمنية اكثر دقة لتقدير الوقت الضبابي. أما قيم (α) الاخرى فتمثل مستويات المخاطرة البعيدة والقريبة للوقت المشروع.

ونستنتج من خلال تطبيق التقنيات الشبكية (PERT,GERT) الكلاسيكية والضبابية لغرض جدولة مشروع حفر الآبار النفطية فقد تم التوصل الى اوقات الإنجاز المشروع التالية وكما في الجدول الآتي:

جدول (3-17) اوقات الانجاز في شبكة (PERT,GERT)الكلاسيكية والضبابية

التقنية	وقت إنجاز المشروع	الانحراف المعياري
PERT	1203.83	20.80
FPERT	1033	-
GERT	1540	190.94
FGERT	677.85	-

المصدر / اعداد الباحثة

يتضح من جدول (3-17) ان استعمال التقنيات الضبابية تعطي تقديرات اقرب الى الامثلية من التقنيات الكلاسيكية، بالإضافة إلى أن تقنية (GERT) تعطي تقديرات اكثر دقة من تقديرات تقنية (PERT)واستطاعة معالجة الحلقات والتقوسات في شبكة المشروع. اذ نلاحظ عند تطبيق تقنية(PERT)التقليدية فان وقت الانجاز يساوي(1203.83)ساعة وعند تطبيق تقنية(FPERT) فقد حصلنا على وقت انجاز يساوي (1033) ساعتاً، بينما عند تطبيق تقنية(GERT) التقليدية فقد تم الحصول على وقت انجاز يساوي(1540) ساعة، اما عند تطبيق تقنية(FGERT) فقد تم الحصول على وقت انجاز يساوي(677.85)ساعتاً وهذا يدل على ان هناك فرق واضح عند استعمال تقنيات شبكات الاعمال في جدولة مشروع حفر الابار النفطية عن الوقت الفعلي.

الفصل الرابع

الاستنتاجات والتوصيات

- تمهيد
- الاستنتاجات.
- التوصيات.

(1-4) تمهيد

على ضوء ما تم تناولة في الجانب النظري والجانب التطبيقي توصلت الباحثة الى جملة من الاستنتاجات والتوصيات سيتم ذكرها في هذا الفصل.

(2-4) الاستنتاجات Conclusions

1. تعد كلا من تقنية (PERTوGERT) الكلاسيكية من التقنيات المتطورة في إدارة المشاريع وجدولتها والتي تستخدم في فضاء واسع على مستوى الانتاج والصناعة والبناء والتكنلوجيا وساعدت التقنيتين على وضع حلول لمعالجة الكثير من المشاكل التي واجة المشروع. وكانتا ذات اهمية في اتخاذ القرارات المتعلقة في أنشطة المشروع.

2. إن استعمال أوقات ضبابية تساعد في معالجة حالات عدم التأكد بتوقيت تسليم المشروع الى أصحابه، بواسطة استعمال جدولة مبنية على أساس حالة عدم التأكد وذلك نتيجة وجود خبرات مختلفة لدى العاملين ومستوى اداء الاجهزة والمعدات وبذلك سوف تساعد الادارة على اتخاذ قرارات أكثر دقة بهدف الوصول الى رضا العميل.

3. 930,1027,1148

4. ومن خلال الجانب التطبيقي لوحظ إن استعمال التقنيات الضبابية تعد أفضل من التقنيات الكلاسيكية لأنها تأخذ بالاعتبار العوامل التي تؤثر في المشروع فمن خلال النتائج نلاحظ أن وقت الإنجاز عند استعمال تقنية PERT الكلاسيكية هو(1203.83)ساعة. وعند استعمال تقنية (Fuzzy PERT) فقد تم الحصول على رقم ضبابي مثلثي (930,1027,1148) باعتبار(930) أدنى حد و(1148) أعلى حد، بينما عند استعمال تقنية GERT الكلاسيكية كان الوقت المتوقع التي تم التوصل الية هو (1540) ساعة وعند استعمال (Fuzzy GERT) فيتم ايضا الحصول على رقم ضبابي مثلثي(597.5,676,761.9).

5. كما لوحظ عند التطبيق من خلال استعمال التقنيات الشبكية (PERTوGERT)الكلاسيكية والضبابية ان هناك فرقاً في الوقت مقارنة الى ما تم التخطيط له من قبل ادارة الشركة يقدر من (8-25) يوم وهذا بدورة يزيد من التكاليف، لذا يتوجب على مدراء المشاريع الاستعانة بالتقنيات الشبكية عند التخطيط والجدولة لأي مشروع.

(3-4)التوصيات Recommendations

1. زيادة التركيز والمتابعة والاهتمام في الأنشطة التي تظهر فيها نسبة احتمالية لإعادة العمل في تنفيذها لغرض تقليل وقت معالجتها وبالتالي تقليل وقت المشروع الاجمالي.

2. يجب على إدارة المشاريع الاستفادة من الخوارزميات البرمجية وبرنامج Win QSB في إعداد جداول زمنية ومتابعة سير العمل لتجنب التأخير في تسليم المشروع في الوقت المحدد من قبل الشركة.

3. توفير البدائل من الأجهزة والمعدات في حالة تعرض احدها الى العطل او التوقف وتهيئة المواد الأولية المتعلقة في المشروع دون تأخير ليتم انجاز العمل بأقصى سرعة ممكنة.

4. استعمال تقنيات (PERT وGERT) الكلاسيكية او الضبابية في إدارة المشاريع سواء أكانت مشاريع انشائية، او انتاجية وحتى الصناعية لما تمتلك هذه التقنيات من امكانية حساب اوقات التنفيذ للأنشطة وتحديد التكاليف وتحديد نسب احتمالية تنفيذ المشروع، بالإضافة الى امكانية تقنية (GERT)على إيجاد وقت الانشطة التي تتطلب تكرار التنفيذ بسبب حدوث مشاكل اثناء العمل.

5. العمل على تطوير كفاءات وخبرات ومهارات العمال والمهندسين والفنيين حول كيفية تطبيق التقنيات والبرامج العلمية الحديثة التي تزيد من سرعة العمل من خلال إعداد دورات تعليمية وتدريبية.

المصادر

اولاً: المصادر العربية

1) ابراهيم، سماهر طارق(2019). " استخدام اسلوب المسار الحرج واسلوب بيرت في تخطيط مراحل تصنيع وانتاج الابواب الخشبية". المجلة الاكاديمية لجامعة نوروز، مجلد (8)، العدد(1)، (389-395).

2) بخيت، عبد الجبار خضر والفرهود، فيصل عبد الالة فاهم (2012)."توظيف البرمجة الخطية في المخططات الشبكية لمراقبة وجدوله فعاليات مشاريع وزارة الشباب"، مجلة الكوت للاقتصاد والعلوم الإدارية، المجلد الأول ، الجزء الثاني ، العدد الخاص بالمؤتمر العلمي، 316-331.

3) بدر، دريد حسين(2019)."تقدير دالة المعولية الضبابية باستعمال طريقة بيز مع تطبيق عملي"، مجلة العلوم الاقتصادية-كلية الادارة والاقتصاد- جامعة البصرة،79-98.

4) البُلك، وليد خالد(2016)."استخدام الاساليب الكمية في حل المشاكل الادارية(بحوث العمليات)". كلية التجارة، جامعة القاهرة- مصر.

5) بن علي، اكرام وتينيلان، فاطمة (2020). "استخدام نماذج شبكات الاعمال الحديثة في تخطيط ومراقبة المشاريع: دراسة حالة/مشروع الانارة العمومية المنجز من طرف مؤسسة ايباش بولاية ادرار". رسالة ماجستير، جامعة احمد دراية، الجزائر.

6) جبرين، علي هادي(2008)."الاتجاهات والادوات الكمية في الادارة". دار الثقافة للنشر والتوزيع، بغداد- العراق.

7) الجزائري، صفاء محمد هادي(2008)." استخدام أساليب جدولة المشروع ، بيرت والمسار الحرج في المفاضلة بين الوقت والتكلفة لإنجاز المشاريع / دراسة تطبيقية في المعهد التقني بصره"، مجلة المعهد التقني، مجلد(21)، العدد(6)،1-9.

8) الجواد، دلال صادق والفتال، حميد ناصر(2008)."بحوث العمليات". دار اليازوري للنشر والتوزيع، عمان – الاردن.

9) حجير، سمير موسى والرفاعي، عبد الهادي(2003)."تحليل شبكة PERTباستخدام تقديرات نظرية المجموعات الضبابية/ دراسة حالة"، مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، مجلد (25)، العدد(5).

10) حفيظة، شمشام (2014)." المفاضلة بين شبكات الاعمال التقليدية والحديثة في التخطيط ومراقبة المشاريع/ دراسة حالة مشروع بناء سكني اجتماعي في سكرة". رسالة ماجستير، جامعة محمد خيضر/ بسكرة.

11) حنا، ادور قرياقوس(1993). " تطبيقات تقنية (GERT) للسيطرة على العمليات التصنيعية في الصناعة". رسالة ماجستير، الجامعة التكنولوجيا، الهندسة الصناعية.

12) راتول، محمد(2006)،"بحوث العمليات"، ديوان المطبوعات الجامعية، الطبعة الثانية، بن عكنون - الجزائر.

13) زميت، فؤاد(2012)."تقنيات ادارة المشاريع باستعمال التحليل الشبكي/ دراسة تطبيقية لمشروع تهيئة مباني ادارية لبلدية حسناوة في ولاية برج بوعريريج". رسالة ماجستير، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة المسيلة، الجزائر.

14) ستوت، دلال بدر الدين(2016). " استخدام شبكات PERT في تخفيض التكاليف". رسالة ماجستير، جامعة حلب، كلية الاقتصاد/محاسبة.

15) شاهين، حمزة اسماعيل والكناني، أيدن حسن(2000)."المدخل الى الاحصاء الرياضي". قسم الاحصاء، الجامعة المستنصرية.

16) شعبان، عبد الكريم هادي(2008)."تطبيقات في الاساليب الكمية وبحوث العمليات" مشاكل وحلول. جامعة الكوفة- العراق.

17) الشمرتي، حامد سعد النور(2010)."بحوث العمليات: مفهوماً وتطبيقاً". الطبعة الاولى، مكتبة الذاكرة، بغداد- العراق.

18) صابر، جمال عبد العزيز(2009). "بحوث العمليات في المحاسبة". كلية التجارة، جامعة القاهرة – مصر.

19) الصيرفي، محمد عبد الفتاح(2002)."الاسلوب الكمي في تخطيط المشروعات". الطبعة الاولى، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان – الاردن.

20) طاهر، احمد هشام محمد(2015)."تكامل اسلوبي تحليل مظروف البيانات وعمليات التحليل الهرمي المضبب لقياس وتقويم كفاءة أداء كليات جامعة البصرة"، رسالة ماجستير، قسم الاحصاء/ كلية الادارة والاقتصاد- جامعة البصرة.

21) الطراونة، محمد وعبيدات، سليمان(2009)."مقدمة في بحوث العمليات". دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان – الاردن.

22) عبد الجليل، سناء نعيم (2022) "استخدام اسلوب تقنية ال (PERT,CPM) لتحليل شبكة أعمال المشروع- دراسة حالة في عدد من مشاريع كليات جامعة البصرة"، بحث دبلوم عالي /كلية الادارة والاقتصاد /جامعة البصرة.

23) عبد الفتاح، ابراهيم موسى(2006)."مقدمة في بحوث العمليات (نماذج وتطبيقات)". المكتبة العلمية الزقازيق للنشر، كلية التجارة، جامعة الزقازيق، مصر.

24) العبد الله، زينب سامي ياسين(2021)."استعمال نماذج ARFIMA&Fuzzy-ARFIMA في التنبؤ مع تطبيق عملي". رسالة ماجستير، قسم الاحصاء /كلية الادارة والاقتصاد / جامعة البصرة.

25) علي، عابد(2011)."دور التخطيط والرقابة في ادارة المشاريع باستخدام التحليل الشبكي/ دراسة حالة مشروع بناء 40 وحدة سكنية LSP بتيارت". رسالة ماجستير، جامعة ابو بكر بلقائد تلمسان، الجزائر .

26) علي، عدنان كرجي ضباب(2016). "استخدام شبكة (PERT) في تقويم مشروع صناعي". مجلة ديالى للعلوم الهندسية، مجلد(9)، العدد(4)، (20-31).

27) عيدان، شغاف غازي(2022)."تحديد عوامل تأخر انجاز المشروعات دراسة حالة :مديرية طرق وجسور البصرة". بحث دبلوم عالي / كلية الادارة والاقتصاد – جامعة البصرة.

28) كوشع، عبدالكريم عبد الامير (2017). "بناء انموذج هجين (عصبي – جيني) لحل مشكلة جدولة ورش العمل المضببة مع التطبيق". رسالة ماجستير، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة البصرة.

29) ماضي، محمد توفيق(2014). "ادارة وجدولة المشاريع". الطبعة الثانية، دار الجامعة للنشر والتوزيع، الاسكندرية – مصر.

30) محجوب، بسمان فيصل(1988). "تخطيط ومراقبة الانتاج في المنشأة الصناعية". مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل – العراق.

31) محسن، عبد الكريم والنجار، صباح مجيد(2012). "ادارة الانتاج والعمليات". الطبعة الرابعة ، مطبعة الذاكرة للنشر والتوزيع، الاعظمية – بغداد.

32) محمد، ايناس صلاح الدين(2020). "جدولة المشروع في ظل عدم التأكد باستعمال اسلوبي GERT والتنبؤ الرمادي GM(1,1)".رسالة ماجستير، جامعة بغداد.

33) المحيميد، ناصر بن ابراهيم(2017). "ادارة المشاريع الاحترافية وفق منهجيةPMI". الطبعة الثانية، مكتبة الملك فهد الوطنية الرياض- السعودية.

34) الموسوي، عبد الرسول عبد الرزاق(2009). "المدخل الى بحوث العمليات". الطبعة الثالثة ، دار وائل للنشر ،عمان – الاردن.

35) الموسوي، منعم زمزير (2009). "بحوث العمليات: مدخل علمي لاتخاذ القرارات". الطبعة الاولى، دار وائل للنشر، عمان – الاردن.

36) نوري، حيدر شاكر ومحمد، كريم قاسم(2018)." استخدام انموذج التحليل الشبكي للأعمال لتقليل اوقات الانجاز في المشاريع الانشائية". مجلة كلية المأمون، العدد(32).

ثانياً : المصادر الاجنبية

1) Abdi, R., Ghasemzadeh, H., Abdollahpour, S., Sabzeparvar, M. and Nasab, A.(2010)." Modeling and Analysis of Mechanization Projects of Wheat Production by GERT Networks". Journal of Agricultural Sciences in China",Vol.9,No.7,pp.1078-1083.

2) Ahmad, S. H. and Al dabbagh, M. H.(1996). "Development of GERT Model for Precommissioning /Commissioning of Water Treatment Plant". International Journal of Systems Science, Vol.(27),No.(1),pp.11-15.

3) Akpan, N. P. and Agadaga, G. O.(2020). "Modeling Building Renovation Using PERT". In Asian Research Journal of Mathematics, Vol.(16),No.(4),pp.25-38.

4) Al-Nasseri, H. A.(2015)."Understanding Applications of Project Planning and Scheduling in Construction Projects". Lund University,pp.13-14.

5) Al-Samman, T. A. and Al-Brahemi, R. M.(2014). "Fuzzy PERT for Project Management". International Journal of Advances in Engineering & Technology,Vol.7,Issue4,pp.1150-1160.

6) Al- Sarraj, Z. M. (1990). "Formal Development of Line-of-Balance Technique". Journal of Construction Engineering and Management, Vol.116, No. (4), pp.689-704.

7)Azaron,A., Katagiri, H., Sakawa, M., Kato, K. and Memariani, A.(2006). "A Multi-Objective Resource Allocation Problem in PERT Networks". European Journal of Operational Research 172,pp.838-854.

8)Babaei, E., and Aghaie, A. (2018). "Determination of Criticality Indexes in the Remanufacturing Process: A (GERT)-Based Simulation Approach". Journal of Optimization in Industrial Engineering, Vol.11, No. (2), pp.91-100.

9)Baranov, V., Bliznevsky, A., Kaftasyev, D., Tynchenko, Y. and Kuznetsov, A.(2020). "GERT- Network Optimization Model for Technologies of Hazardous Industry Management". Journal of Materials Science and Engineering734: IOP Conf. Series,pp.1-6.

10)Dorrer,A., Dorrer,M., Kasyanova, E. and Zyryonov,A. (2020)."Numerical Modeling of the Process of Implementing Media Educational Projects Using (GERT) Network". Journal of Physics Conference Series,pp.1-11.

11)Gavareshki, M. H.(2004). "New Fuzzy GERT Method for Research Projects Scheduling". International Engineering Management Conference,pp.820 -824.

12)Geng, S., Liu, S., Fang,Z.&Gao, S.(2020)." An Optimal Delay Routing Algorithm Considering Delay Variation in the LEO Satellite Communication Network". Computer Network, Vol. 173, pp. 1-13.

13)Gido, J. and Clements, J.(2012). "Successful Project Management". Fifth Edition,pp.6-7.

14)Grit, Roel (2021). "Project Management: A Practical Approach". Fifth Edition, Noordhoff Uitgevers Groningen/Utrecht, London.

15)Hashemin, S.S. and Asl, S.T.(2018). "Completion Time of Special Kind of GERT –Type Networks with Fuzzy Times for Activities". SSRG Introduction Journal of Industrial Engineering (SSRG-IJIE),Vol.5,Issue1,pp.1-8.

16)Heizer, J., Render, B., and Munson, C. (2017). "Principles of Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management" (tenth edition).

17)Hillier, F. and Lieberman, G.(2015)."Introduction to Operations Research". Tenth Edition, America.

18)Jain, susmit(2013). "Application of PERT Technique in Health programmed Monitoring and Control". International Journal of Research in Commerce, IT & Management, Vol.(3),No.(4).

19)Jnr., K. O.-B.(2012). "Scheduling The Construction Of Kasoa Government Hospital Works Using Program Evaluation And Review Technique (PERT)". Master of Science, University of Science and Technology, Kumasi.

20)Kerzner, H. (2017). "Project management: a Systems Approach to Planning", Scheduling, and Controlling". Twelfth Edition, John Wiley & Sons.

21)Kerzner, H. and Saladis, F(2017). "Project Management: Workbook and PMP®/CAPM® Exam Study Guide", John Wiley & Sons.

22)Kosugi,T., Hayashi, A., Matsumoto, T., Akimoto, K., Tokimatsu, K., Yoshida, H., Tomoda, T. and Kaya, Y.(2004). "Time to Realization: Evaluation of CO2 Capture Technology R&Ds by GERT(Graphical Evaluation and Review Technique) Analyses". Energy 29,pp. 1297–1308.

23)Kumar, S. A., and Suresh, N. (2009). "Operation Management"; New Age International: New Delhi, India.

24)Lester, A. (2017). "Project Management, Planning and Control: Managing Engineering, construction and Manufacturing Projects to PMI, APM and BSI Standards", Seven Edition.

25)Li, C., Tang, Y., and Li, C. (2011). "A (GERT)-Based Analytical Method for Remanufacturing Process Routing". In 2011 IEEE International Conference on Automation Science and Engineering (pp. 462-467). IEEE.

26)Lin, K. P., Hung, K. C., Lai, S. P., Yu, Y. T., and Wu, P. T. (2011). "Applying an "pproximate Tω (the weakest t-norm) Fuzzy (GERT) to Evaluate Two-Unit Standby Redundant System Reliability". Procedia Computer Science, Vol. 4, pp. 1326-1335.

27)Lin, K.-P., Wen, W., Chou, C.-C., Jen, C.-H. and Hung ,K.-C.(2011). "Applying Fuzzy GERT with Approximate Fuzzy Arithmetic Based on the Weakest t-Norm Operations to Evaluate Repairable Reliability". Journal of Applied Mathematical Modelling35,pp. 5314–5325.

28)Liu, X., Fang, Z., and Zhang, N. (2017). "A Value Transfer (GERT) Network Model for Carbon Fiber Industry Chain Based on Input–Output Table". Springer Science &Business Media New York, Vol.20, No. (4), pp. 1-9.

29)Mazherpoor, L. and Hatami, F.(2014). "A Review on Risk Analysis of Construction Management by Fuzzy Logic". Journal of Applied Science and Agriculture, PP.2356-2364.

30)Mazlum, M. and Guneri, A.(2015). "CPM, PERT and Project Management With Fuzzy Logic Technique and Implementation On A Business". Procedia - Social and Behavioral Sciences 210,pp.348-357.

31)Meredith J.R., Mantel S.J. Jr.," Project Management. A Managerial Approach". John Wiley and Sons, 2009, p. 422.

32)Monjezi, N., Sheikhdavoodi, M. J., Zakidizaji, H., Marzban, A., and Shomeili, M. (2016). "Operations Scheduling of Sugarcane Production Using Fuzzy (GERT) Method (part II: Preserve Operations, Harvesting and Ratooning)". Agricultural Engineering International: CIGR Journal, Vol.18, No. (3), pp. 343-349.

33)Nahmias, S., and Olsen, T. L. (2015). "Production and Operations Analysis". Waveland Press.

34)Nepal, B. (2014). "Time Management in Projects: Tools, Techniques and Methods. Specialization Project", Norwegian University of Science and Technology, Department of Production and Quality Engineering,pp.1-62.

35)Pritsker, A.A.B.(1966)."GERT: Graphical Evaluation and Review Technique". The National Aeronautics and Space Administration.

36)Ramani, T., and Kannan, R. (2014). "Scheduling of Industrialized Construction Project Using graphical Evaluation and Review Technique (GERT)". In Second International Conference on Advances in Industrial Engineering Applications (pp. 35-39).

37)Rodriguez, R. A. S. (2019). "PERT Using Fuzzy Variables and Probability Distribution Function Randomly Selected". Independent Journal of Management& Production (IJM&P),Vol.10,No.1,pp.41-55.

38)Santoso, T. D., Fauji., D. and Kurniawan, R.(2020). "Method CPM & Gantt Chart Untuk Penjadwalan dan Analysis Aktivitas Kritis pada Proyek Pembangunan Perumahan Griya Permata Utama Kediri". Informasi Artikel.

39)Sears, S. , Sears, G. , Clough, R. , Rounds, J. and Segner, R. (2015). "Construction Project Management: A Practical Guide to Field Construction Management", Sixth Edition. Wiley.

40)Shakenova, Yerkezhan(2016). "Using Fuzzy Logic to Obtain PERT Three Time Estimates in Oil and Gas Projects". An International Journal Advanced Engineering Technology and Application,Vol.5,No.2,pp.29-34.

41)Shankar,Gauri(1999). "Gert Analysis of Corrective Action Plan for The Production Processes". In Journal Operational Research Society of India, Vol.(36),No.(2),pp.85-94.

42)Tallgren, M.V., Roupe, M. & Johansson, M.(2021). "4D Modeling Using Virtual Collaborative Planning and Scheduling". Journal of Information Technology in Construction, Vol. 26.pp. 763-782.

43)Tao, L., Wu, D., Liu, S., and Lambert, J.(2016). "Schedule Risk Analysis for New-Product Development: The GERT Method Extended by a Characteristic Function". The Elsevier User License,pp.1-24.

44)Tjusila, A. K. and Gozali, L.(2021). "Implementation of Project Management to Develop the AHA.002 Project With PERT Method ,Gantt Chart and QM for Windows V5 Software at PT". Matahari

Megah. International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Singapore,pp.2659-2668.

45)Todorova, Mirena(2019). "GERT Model of a Technical Station for Determining the Passenger Train set Delay". In Journal of Technological Operations, Vol.(14),Issue(1),pp.81-93.

46)*Villalba, S.,M.(2006). Project Work. Journal Apac Quarterly, Vol.58,pp.54-56.*

47)Wang, J. and Chen, M. (2013). "Remanufacturing Process for Used Automotive Electronic Control Components in China". Journal of Remanufacturing, Vol.3, No. (1),pp.1-9.

48)Wyrozębski, P. and Wyrozębska, A.(2013). "Challenges of Project planning in the Probabilistic Approach Using PERT, GERT and Monte Carlo". Journal of management and Marketing, Vol.1,No.30,pp.1-8.

49)Zhang, N., Yan, S., Fang, Z. and Yang,B.(2021). "Fuzzy GERT Model Based on Z-tag and its Application in Weapon Equipment Management". Journal of Intelligent & Fuzzy Systems 40, IOS Press, pp. 12503–12519.

50)Zhou, L., Xie, J. , Gu, X. Lin, Y. "Ieromonachou, P. and Zhang, X.(2016). "Forecasting Return of Used Products for Remanufacturing Using Graphical Evaluation and Review Technique (GERT)". In Journal Production Economics,pp.1-10.

الملاحق

- **ملحق A/ جداول نتائج** (PERT).
- **ملحق B/ خوارزمية** (GERT).
- **ملحق C/ خوارزمية** (FPERT).
- **ملحق D/ خوارزمية** (FGERT).

ملحق A

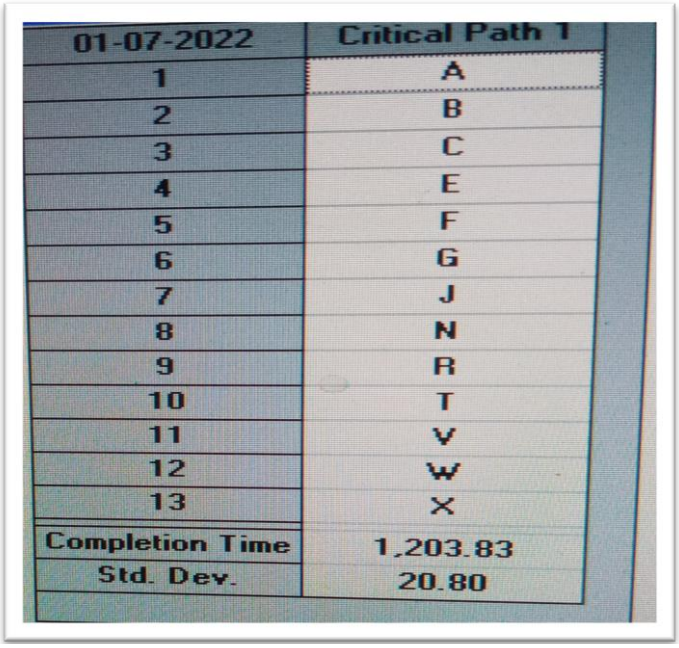
نتائج تطبيق تقنية (PERT) باستعمال برنامج Win QSB

Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',')	Optimistic time (a)	Most likely time (m)	Pessimistic time (b)
1	A		240	288	360
2	B	A	5	7	9
3	C	B	7	9	12
4	D	B	2	3	5
5	E	C,D	60	72	80
6	F	E	3	4	5
7	G	F	8	10	12
8	H	G	10	12	15
9	I	G	15	20	24
10	J	G	3	4	5
11	K	G	115	120	125
12	L	H	15	20	24
13	M	I	0.5	1	2
14	N	J	235	240	245
15	O	K	2	3	4
16	P	L	15	20	24
17	Q	M	0.5	1	2
18	R	N	475	480	485
19	S	O	4	5	7
20	T	R	50	60	72
21	U	S	55	65	75
22	V	P,Q,T,U	4	5	6
23	W	V	10	12	14
24	X	W	8	9	10

شكل (ا) نافذة ادخال البيانات في برنامجWin QSB

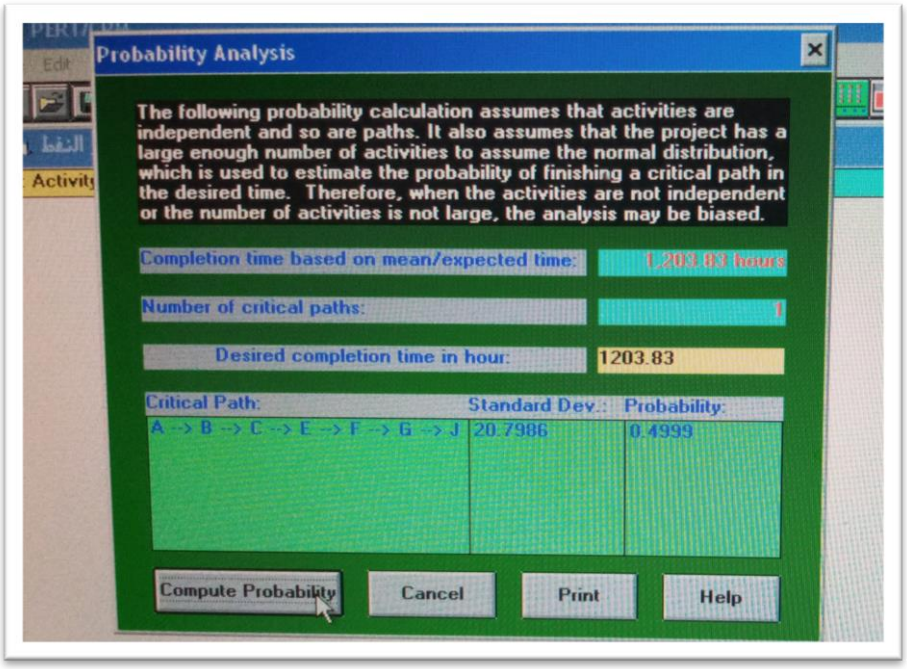
7-2022 58:42	Activity Name	On Critical Path	Activity Mean Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)	Activity Time Distribution	Standard Deviation
1	A	Yes	292	0	292	0	292	0	3-Time estimate	20
2	B	Yes	7	292	299	292	299	0	3-Time estimate	0.6667
3	C	Yes	9.1667	299	308.1667	299	308.1667	0	3-Time estimate	0.8333
4	D	no	3.1667	299	302.1667	305	308.1667	6	3-Time estimate	0.5
5	E	Yes	71.3333	308.1667	379.5	308.1667	379.5	0	3-Time estimate	3.3333
6	F	Yes	4	379.5	383.5	379.5	383.5	0	3-Time estimate	0.3333
7	G	Yes	10	383.5	393.5	383.5	393.5	0	3-Time estimate	0.6667
8	H	no	12.1667	393.5	405.6667	1126	1138.167	732.5	3-Time estimate	0.8333
9	I	no	19.8333	393.5	413.3333	1155.833	1175.667	762.3333	3-Time estimate	1.5
10	J	Yes	4	393.5	397.5	393.5	397.5	0	3-Time estimate	0.3333
11	K	no	120	393.5	513.5	984.6667	1104.667	591.1667	3-Time estimate	1.6667
12	L	no	19.8333	405.6667	425.5	1138.167	1158	732.5	3-Time estimate	1.5
13	M	no	1.0833	413.3333	414.4167	1175.667	1176.75	762.3333	3-Time estimate	0.25
14	N	Yes	240	397.5	637.5	397.5	637.5	0	3-Time estimate	1.6667
15	O	no	3	513.5	516.5	1104.667	1107.667	591.1667	3-Time estimate	0.3333
16	P	no	19.8333	425.5	445.3333	1158	1177.833	732.5	3-Time estimate	1.5
17	Q	no	1.0833	414.4167	415.5000	1176.75	1177.833	762.3333	3-Time estimate	0.25
18	R	Yes	480	637.5	1117.5	637.5	1117.5	0	3-Time estimate	1.6667
19	S	no	5.1667	516.5	521.6667	1107.667	1112.833	591.1667	3-Time estimate	0.5
20	T	Yes	60.3333	1117.5	1177.833	1117.5	1177.833	0	3-Time estimate	3.6667
21	U	no	65	521.6667	586.6667	1112.833	1177.833	591.1667	3-Time estimate	3.3333
22	V	Yes	5	1177.833	1182.833	1177.833	1182.833	0	3-Time estimate	0.3333
23	W	Yes	12	1182.833	1194.833	1182.833	1194.833	0	3-Time estimate	0.6667
24	X	Yes	9	1194.833	1203.833	1194.833	1203.833	0	3-Time estimate	0.3333
	Project	Completion	Time	=	1,203.83	hours				
	Number of	Critical	Path(s)	=	1					

شكل(2) نتائج تطبيق تقنية PERT الكلاسيكية



01-07-2022	Critical Path 1
1	A
2	B
3	C
4	E
5	F
6	G
7	J
8	N
9	R
10	T
11	V
12	W
13	X
Completion Time	1,203.83
Std. Dev.	20.80

شكل(3) الانشطة الحرجة على مسار شبكة PERT



شكل (4) نافذة تحليل الاحتمالية

ملحق B

خوارزمية تقنية GERT باستعمال برنامج MATLAB

```
clc, clear
syms E C N % E: Exponential, C: constant, N: Normal.
%%%%%%%%%%% You must change these values according to your data.
%%%%%%%%%
PROB=[1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1];
Mu=[299,6.8,9.8,3.7,71.9,4.1,10.4,12.2,120.6,240.7,480.5,20,20.4,3.1,5.8,4.1,1.2,20.4,65
.5,1.2,68.7,6.1,12.3,9];
VARIANCE=[45.31,1.54,2.34,0.79,33.41,0.46,1.28,2.96,7.34,7.89,7.78,10.96,9.49,0.42,
1.12,0.48,0,14.44,25.20,0,32.26,0.49,1.85,0.44];
TYPE=[N, N, N, N, N, N, N, N, N, N, N, N, N, N, N, N, E, N, N, E, N, N, N, N];
SL=[2 3 4
   14 0 0
   15 0 0];%Single Loops
DL=[1 2
   1 3
   2 3];%Double Loops
TL=[1 2 3];%Triple Loops
WL=[1 2 3 5 6 7
   8 12 16 0 0 0
   9 13 17 0 0 0
   10 18 20 0 0 0
   11 9 21 0 0 0
   22 23 24 0 0 0];%Sub pathes
ML=[1 2 3 4 5 6];%Main pathes
D=[1];%Delta th
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%.
n=length(Mu);
rSL=size(SL,1);
rDL=size(DL,1);
rTL=size(TL,1);
rWL=size(WL,1);
cSL=size(SL,2);
cDL=size(DL,2);
cTL=size(TL,2);
cWL=size(WL,2);
nD=length(D);
syms t
M=[];%M is the moment generating function.
for i=1:n
   if(TYPE(i)=='C')
      M=[M exp(Mu(i)*t)];
```

```
    elseif(TYPE(i)=='E')
        M=[M 1/(1-Mu(i)*t)];
    elseif(TYPE(i)=='N')
        M=[M exp(Mu(i)*t+VARIANCE(i)*t^2/2)];
    end
end
W=PROB.*M;%W is the transfer function
L_S=sym(0);%L_S is the single loops.
L_D=sym(0);%L_D is the double loops.
L_T=sym(0);%L_T is the triple loops.
for i=1:rSL
    L_S(i)=sym(1);
    for j=1:cSL
        if (SL(i,j)>0)
        L_S(i)=L_S(i)*W(SL(i,j));
        end
    end
end
for i=1:rDL
    L_D(i)=sym(1);
    for j=1:cDL
        L_D(i)=L_D(i)*L_S(DL(i,j));
    end
end
for i=1:rTL
    L_T(i)=sym(1);
    for j=1:cTL
        L_T(i)=L_T(i)*L_S(TL(i,j));
    end
end
Delta=1-sum(L_S)+sum(L_D)-sum(L_T);
L_W=sym(0);%L_W is sub path.
for i=1:rWL
    L_W(i)=sym(1);
    for j=1:cWL
        if (WL(i,j)>0)
        L_W(i)=L_W(i)*W(WL(i,j));
        end
    end
end
W_WE(t)=L_W(1)+{[L_W(2)+L_W(3)] +[L_W(4)+L_W(5)]} +L_W(6);%W_WE is the
W of the main path.
WE(t)=W_WE*D(1)/Delta;%WE is the equivalence transfer function
PE=double(W_WE(0))%PE is the equivalence probability
tE(t)=diff(W_WE/PE,t);
tE_value=double(tE(0))
VarE(t)=diff(W_WE/PE,t,2)-diff(W_WE/PE,t)^2;
VarE_value=double(VarE(0))
```

ملحق C

(FPERT) خوارزمية تقنية

```
clear
clc
Act=['A','B','C','D','E','F','G','H','I','J','K','L','M','N','O','P','Q','R','S','T','U','V','W','X','Y','Z'];
%Enter your values
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
n=24;
FPA_n=[0;1;1;1;2;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;4;1;1];
FPA_str=char('ABBCDEFGGGGHIJKLMNORSPQTUVW');
BPA_str=char('BCDEEFGHIJKLMNOPQRSVVTUVVWX');
%Enter average fuzzy values.
AFT=[240,288,360
5,7,9
7,9,12
2,3,5
60,72,80
3,4,5
8,10,12
10,12,15
115,120,125
235,240,245
475,480,485
15,20,24
15,20,24
2,3,4
4,5,7
3,4,5
0.5,1,2
15,20,24
50,60,72
0.5,1,2
55,65,75
5,6,7
10,12,14
8,9,10];
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%.
%Early Start and Early Finish.
ES(1,:)=zeros(1,3);
EF(1,:)=AFT(1,:);
CnF(1)=0;nkB(n)=0;
for i=2:n
   niF(i)=FPA_n(i);
   CnF(i)=niF(i)+CnF(i-1);
```

```
    PPA_str=FPA_str((CnF(i-1)+1):CnF(i));
    ESA=[];
    for j=1:niF(i)
        fAct=find(Act==PPA_str(j));
        ESA=[ESA;ES(fAct,:)+AFT(fAct,:)];
    end
    if (niF(i)==1)
      ES(i,:)=ESA;
    else
          ES(i,:)=max(ESA);
    end
    EF(i,:)=ES(i,:)+AFT(i,:);
end
%Late Start and Late Finish.
LF(n,:)=EF(n,:);
LS(n,:)=ES(n,:);
CnB(n)=length(BPA_str);
for k=n-1:-1:1
    nkB(k)=length(find(FPA_str==Act(k)));
    CnB(k)=CnB(k+1)-nkB(k);
    PPA_str=BPA_str((CnB(k)+1):CnB(k+1));
    LFA=[];
    for j=nkB(k):-1:1
        fAct=find(Act==PPA_str(j));
        LFA=[LF(fAct,:)-AFT(fAct,:);LFA];
    end
     if (nkB(k)==1)
       LF(k,:)=LFA;
    else
          LF(k,:)=min(LFA);
    end
    LS(k,:)=LF(k,:)-AFT(k,:);
end
ALL=round([ES EF LS LF],1);
mT=round(mean(EF(n,:)),2);
a=EF(n,1);b=EF(n,2);c=EF(n,3);
R=@(alpha) [(b-a)*alpha+a,(b-c)*alpha+c];
RR=[];
for i=1:9
    alpha=i/10;
    RR=[RR;[alpha,R(alpha)]];
end
```

ملحق D

خوارزمية تقنية (FGERT)

```
clear
clc
Act=['A','B','C','D','E','F','G','H','I','J','K','L','M','N','O','P','Q','R','S','T','U','V','W','X','Y','Z'];
%Enter your values
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
n=24;
FPA_n=[0;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;4;1;1];
FPA_str=char('ABCCEFGGGGHIJKLMNORSQPTUVW');
PROB=[1,1,1,0.95,1,1,1,1,1,1,1,1,1,0.85,0.95,1,1,1,1,1,1,1,1,1]';
t=[240 288 360
   5 7 8
   7 9 10
   2 3 4
   60 70 72
   3 4 4.5
   8 9 10
   10 12 15
   115 120 123
   235 240 243
   475 480 482
   15 20 24
   15 20 20
   2 3 3.5
   4 5 6
   5 5 5
   0.5 1 1.5
   20 20 20
   50 60 65
   0.5 1 1.5
   55 65 72
   6 6 6
   10 11 12
   8 9 9];
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
t=[zeros(1,3);t];
FPA_n=[0;FPA_n];
Act=[0;Act']';
PROB=[0;PROB];
ST(1,:)=zeros(1,3);
MT(1,:)=zeros(1,3);
CnF(1)=0;
m=1;
for i=2:n+1
```

```
    niF(i)=FPA_n(i);
    CnF(i)=niF(i)+CnF(i-1);
    PPA_str=FPA_str((CnF(i-1)+1):CnF(i));
    if (niF(i)==0)
       ESA=ST(i-1,:);
       m=m+1;
       FT(m,:)=ST(i-1,:)+t(i,:);
       PF(m)=PROB(i);
       PM(i)=PF(m);
    elseif (niF(i)==1)
      fAct=find(Act==PPA_str);
      ESA=ST(fAct,:);
      m=m+1;
      FT(m,:)=ST(fAct,:)+t(i,:);
      PF(m)=PROB(i);
      PM(i)=PF(m);
    elseif (niF(i)>1)
      ESA=[];SS=0;
      for j=1:niF(i)
        fAct=find(Act==PPA_str(j));
        ESA=[ESA;ST(fAct,:)];
        m=m+1;
        FT(m,:)=ST(fAct,:)+t(i,:);
        PF(m)=PROB(i);
        SS=SS+PF(m);
      end
      ESA=mean(ESA);
      PM(i)=SS/niF(i);
    end
    ST(i,:)=ESA+t(i,:);
    MT(i,:)=ESA+t(i,:);
end
ALL_FT=[FT,PF'];
ALL=[ST,MT,PM'];
mT=mean(MT(n+1,:));
a=MT(n+1,1);b=MT(n+1,2);c=MT(n+1,3);
R=@(alpha) [(b-a)*alpha+a,(b-c)*alpha+c];
RR=[];
for i=1:9
    alpha=i/10;
    RR=[RR;[alpha,R(alpha)]];
end
```

Abstract

Business Networking is One of the Important Topics in Operations Research, as most Projects Lack the use of Business Networking Techniques in the Planning and Scheduling Process to Accomplish their Activities. Therefore, this Study Dealt with the Techniques of Classic and Ambiguous Business Networks to Address the Problem of the Difficulty in Estimating the time of Completion and the Lowest Costs as a Result of Irregularity and the Emergence of some Problems and Deviations of some Activities During the Implementation Process. These Methods are also an Important Factor in the Speed of Completion of the Project and its Delivery on time.

In light of the above Problem. we Summarize the Objectives of the thesis into three Objectives: The first Objective is to use the Program Evaluation and Review Technique (PERT). The second Objective is to use the Graphical Evaluation and Review Technique (GERT) and the third objective is to use logic theory. Fuzzy Logic in Addressing Cases of uncertainty and Implements all Objectives by Preparing Timetables for Activities.

On the Practical side of the Study, the data of the Oil Well Drilling Company in the southern region was relied upon, and the data was Analyzed by Relying on the Win QSB Program to Analyze the Classic PERT Network, the SPSS21 Program to Determine the type of Distribution for each Activity, and the MATLAB 2020 program to obtain the final results of the classic and ambiguous (GERT, PERT) technology.

The study, through the Practical side, Showed that the use of Fuzzy techniques (GERT, PERT) is closer to Optimal than the Classical Techniques to Reduce the Delay in the time of Project Completion.

Republic Iraq
Ministry of Higher Education and
Scientific Research
University of Basra
College of Administration & Economics
Department of Statistics

The use of Business Network Technologies (PERT, GERT) Classic and Fuzzy in Planning and Scheduling Projects with the Application

Submitted To
The council of College of Administration & Economics/University of Basra, as partial requirement of M.Sc. Degree in Statistics

By

Duaa Basheer Abbas Al-Shamri

Supervised By

Asst. Prof. Dr. Waleed Mayeh Rodeen

2022