

تاريخ القبول: 2022/04/04

تاريخ الإرسال: 2022/02/03

تاريخ النشر: 2022/04/24

استخدام التحليل الشبكي في جدولة المشاريع الإنشائية
The use of network analysis in scheduling
construction projects

سيف الدين تلي¹، نقدة خولة²

جامعة تامنغست (الجزائر)، telli.seif@cu-tamanrasset.dz

جامعة الجزائر 03 (الجزائر)، taguedda.khaoula@univ-alger3.dz

مخبر: رهانات الاستثمار والتنمية المستدامة في المناطق الحدودية - جامعة تامنغست -

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف إلى أحد أهم الأساليب الكمية في إدارة المشاريع الإنشائية والتي تساعد على تحقيق أهداف المشروع والمتمثلة في الوقت والتكلفة والجودة. ومن خلال هذه الدراسة تم إبراز أهمية استخدام التحليل الشبكي والبرامج الحاسوبية ومنها برنامج MSProject في مجال إدارة المشاريع الإنشائية، وقد تم التوصل إلى أن الوقت اللازم لتنفيذ مشروع دراسة يقدر بـ 298 يوما أي ما يقارب 10 أشهر وهي أقل بكثير من المدة التي حددتها مؤسسة الإنجاز، وهذا ما سوف ينعكس سلبا على تكلفة المشروع.

الكلمات المفتاحية: الأساليب الكمية، التحليل الشبكي، جدولة المشاريع، المشاريع الإنشائية

Abstract:

This study aims to identify one of the most important quantitative methods in managing construction projects, which helps to achieve the project goals of time, cost and quality. Through this study, the importance of using network analysis and computer programs, including the MS Project program in the field of construction project management, was highlighted, and it was reached that the time required to implement a study project is estimated at 298 days, which is approximately 10 months, which is much less than the period specified by the achievement, This will reflect negatively on the cost of the project

Keywords: quantitative methods, network analysis, projects, project management, construction projects

المؤلف المرسل: تلي سيف الدين، [الإيميل TELLI.SEIF@YAOO.COM](mailto:TELLI.SEIF@YAOO.COM)

1. مقدمة:

تعد المشاريع الإنشائية اليوم من بين أهم النشاطات الاقتصادية الرئيسية التي لا يمكن لاقتصاديات الدول الاستغناء عنها، فهي صناعة أساسية تؤثر على كافة أشكال الحياة من خلال توفيرها للمصانع الإنتاجية، والمطارات وطرق النقل لتأمين تنقل الأفراد والبضائع، كما تعد إحدى الوسائل للوصول إلى مصادر المواد الخام والطاقة أي أنها بهذا تعتبر من العوامل الأساسية التي تساهم في تنمية المجتمع وتوفير المناخ الملائم له فهي تؤدي دورا فعالا في تأمين الطرقات والجسور، المدارس والمستشفيات، بالإضافة لارتباطها بالكثير من المجالات خاصة السياسية والاقتصادية منها ويظهر هذا جليا من خلال مساهمتها في تحقيق الاستثمار الوطني والأجنبي بالإضافة لأنها تساعد على زيادة الدخل الوطني، وتحقيق خطط

التنمية الاقتصادية وتعمل على المساعدة في تخفيض نسبة البطالة حيث توفر العديد من مناصب الشغل.

ومع زيادة الوتيرة في الطلب على هذا النوع من المشاريع وتضخم حجمها أصبح من الممكن أن يستغرق إنجازها سنوات عديدة فلم يعد من النادر ظهور المشروعات العملاقة التي يستغرق أداؤها سنوات عديدة، وتحتاج إلى ميزانيات ضخمة بالإضافة إلى العديد من الموارد ويتطلب إنجازها تخطيطا جيدا ودرجة عالية من المراقبة والتنسيق بين مختلف أطراف المشروع مما رفع من التحديات التي قد تواجه إدارة هذا النوع من المشاريع من مشاكل وانحرافات إدارية يمكنها أن تحول دون تسليمها في الوقت المحدد، وقد تؤدي أحيانا إلى فشل المشروع نهائيا، أي تحول دون تحقيق هذا الأخير لأهدافه، ولعل أهمها يتمثل في إنجاز المشروع ضمن الوقت والتكلفة المحددة مسبقا وبالجودة المطلوبة، وهذه المشاكل كفيلة بالاهتمام نظرا للتابعيات الاقتصادية والمالية التي تفرضها على البلدان بصفة عامة وعلى المؤسسات بصفة خاصة.

إشكالية الدراسة: ما مدى مساهمة التحليل الشبكي في جدولة المشاريع الإنشائية ؟

أهداف البحث: نسعى من خلال قيامنا بهذه الدراسة إلى بيان وتوضيح كيفية استخدام أساليب التحليل الشبكي بشكل علمي في إدارة المشاريع بشكل عام والمشاريع الإنشائية بشكل خاص، مع تحديد نماذج شبكات الأعمال المناسبة لموضع الدراسة، وتوضيح الأسس التي تقوم عليها هذه النماذج وميزاتها .

المنهج المستخدم: إن الطابع الكمي المميز لإشكالية الدراسة جعلنا نعتمد على منهج التحليل الكمي من خلال عرض أهم أساليب التحليل الكمي المتخصصة في إدارة وتنفيذ المشاريع الإنشائية وذلك من أجل عملية اتخاذ القرار ببناء على الطرق العلمية في تقدير التكلفة والمدة الزمنية لتنفيذ المشروع.

كما تم باستخدام برنامج **MS Project 2013** المتخصص في مجال إدارة

المشاريع، بهدف تحليل معطيات الدراسة الميدانية ومعالجتها.

2. الإطار النظري للدراسة

1.2 ماهية المشاريع الإنشائية

قبل التطرق لمفهوم المشاريع الإنشائية يجب التعريف على مصطلح

المشاريع، حيث يعرفها المعهد الوطني لإدارة المشروعات بأنها: "مسعى مؤقت يتخذ من أجل إنشاء منتج منفرد أو خدمة أو نتيجة متفردة، تشير الطبيعة المؤقتة للمشروعات إلى أن المشروع يكون له بداية ونهاية محددة"¹.

أما بالنسبة للمشاريع الإنشائية فهي عبارة عن مشاريع تنموية ذات وزن وتأثير على البنية الأساسية وصناعة الإنشاءات وكذلك الاقتصاد الوطني، وهي تحتاج إلى استثمار اقتصادي ووقت للتنفيذ، وأعداد كبيرة من اليد العاملة على حسب نوع المشروع، وتعرف أيضا على أنها: " الموارد الأساسية اللازمة لعملية الإنشاء من عمالة ومواد ومعدات ومقاولي باطن بهدف الانتهاء من تنفيذه في الزمن المحدد وفي حدود الميزانية المقدرة له وطبقا للمواصفات والجودة المطلوبة"².

لا يقتصر المشروع الإنشائي كما يتصور الكثير من الناس على مشروعات

المباني السكنية، ولكن تطلق كلمة مشروع إنشائي على جميع المنشآت والمشروعات التي تقام على سطح الكرة الأرضية، بل وقد تمتد إلى باطن الأرض وفي أعماق البحار والمحيطات، وحديثا إلى الفضاء الخارجي، ومن أمثلة هذه المشروعات جميع المباني بأنواعها (السكنية، الإدارية، الصناعية والخدمية... الخ)، والتشييدات الثقيلة بأنواعها (الطرق، الجسور، المطارات، الموانئ، الأنفاق، خطوط الأنابيب والسدود الكبرى... الخ)³.

ومما يجب التنبيه إليه في هذا المجال أن لكل مشروع من المشروعات الإنسانية الصفات الخاصة به التي تميزه عن أي مشروع آخر، وحتى إذا تشابهت هذه المشروعات من ناحية طبيعة تكوينها والغرض منها، فإن مجرد تغير مكان أو زمن التنفيذ كاف جدا لأن يجعل المشروع مختلفا تماما عن المشاريع الأخرى مما يعطي لكل مشروع صفة الوحودية أو الخصوصية⁴⁰

ومما سبق يتضح أن إدارة المشروع الإنشائي هي استعمال المعرفة والمهارات والأساليب والخبرات لاستكمال متطلبات المشروع؛ وذلك من خلال التطبيق لعمليات إدارة المشاريع والمتمثلة في مجموعات عملياتية وهي: عمليات البدء، عمليات التخطيط، عمليات التنفيذ، عمليات المراقبة، عمليات التحكم والإقفال.

2.2 ماهية الأساليب الكمية (التحليل الشبكي)

تعتبر الأساليب الكمية "Quantitative Methods" وسيلة مناسبة في ترشيد القرارات الإدارية من حيث الاقتصاد في الجهد والوقت والموارد وتحقيق الحل الأمثل والأفضل للمشكلات التي تواجه عالم الأعمال اليوم.

إن الكثير من المشروعات الحديثة انتهجت الأسس العلمية والمعايير المختلفة في إدارة مواردها المالية والبشرية، من خلال استخدام الأساليب الكمية وهو الأسلوب الذي يفضي إلى ترشيد القرارات وحماية المنظمات من احتمالات الخسارة المالية وخصوصًا ما يتعلق بارتباطاتها الضريبية فضلًا عن تحسين وضعها التنافسي وضمان الاستمرار في سوق العمل من خلال اعتماد الدراسات المالية وتقدير التكلفة، مع الأخذ بعين الاعتبار مفهومي الفائدة والقيمة الحالية لإنجاز المشروع أو إجراء عملية الاستبدال، مما يتيح للمنظمة اتخاذ القرارات من جملة الخيارات المتاحة لإنجاز المشاريع وتحقيق الأرباح والابتعاد عن العشوائية في اتخاذ القرار⁵.

يمكن تعريف الأساليب الكمية بأنها "مجموعة من الأدوات أو الطرق التي تستخدم من قبل متخذ القرار بهدف معالجة مشكلة ما، ولتحقيق ذلك لابد من توفير القدر الكافي من البيانات المتعلقة بالمشكلة المدروسة، وكذلك تحديد وصياغة الفرضيات ، وتحديد العوامل المؤثرة على المشكلة بشكل مباشر أو غير مباشر".⁶

وتعرف أيضًا بأنها "النماذج الرياضية أو الكمية التي من خلالها يتم تنظيم كافة مفردات المشكلة الإدارية والتعبير عنها بعلاقات رياضية من معادلات ومتباينات وتفرض شروط للمتغيرات المستخدمة لبناء تلك المعادلات أو المتباينات ويتم دعم هذه المعادلات بالبيانات اللازمة من الموارد المتاحة والتي يتصف قسم منها في كونها ثوابت والبعض الآخر متغيرات مما يناسب طبيعة المشكلة".⁷

يعتبر التحليل الشبكي أحد أساليب المنهج الكمي في إدارة موارد المشروع والتي تستخدم في مجال التخطيط والتنظيم والتوجيه ومتابعة تنفيذ المشروعات الإنتاجية والخدمية، سواء كانت المتوسطة أو الكبيرة الحجم منها وهو أحد الأساليب الكمية لبحوث العمليات، ويتسم هذا الأسلوب بكونه طابع هندسي يعتمد على الأشكال والرسومات الهندسية والبيانية كأساس لتطبيق العلاقات الرياضية التي تربط بين عناصر ومتطلبات التخطيط والمتابعة ومنها الوقت والموارد المادية وما شابه ذلك.⁸

يعرف التحليل الشبكي على أنه: "مجموعة الحلقات والأسهم في شكل بياني وتستخدم هذه الشبكة عادة لتحديد أقل زمن للانتهاء من المشروع أو أقل تكلفة ممكنة لتحقيق عمليات الإنتاج الممكنة، ووضع البدائل الممكنة لتقليص الفترات الزمنية الطويلة ومقايضتها عند الحاجة بالتكاليف وذلك ضمن الشروط والموارد المتاحة للمشروع ومقدار الحاجة إلى عمليات التسريع".⁹

يمكن القول إن التحليل الشبكي هو أحد أساليب المنهج الكمي، التي تساعد في تحديد الوقت والتكلفة اللازمة لتنفيذ المشاريع، ويمكن تمثيلها على شكل شبكة موجهة توضح طريقة التداخل والترابط والتسلسل بين الأنشطة المكونة للمشروع.

3. وصف مشروع إنجاز منشأة فنية على واد إدلس:

يأتي هذا المشروع الإنشائي محل الدراسة في إطار برنامج دعم النمو الاقتصادي للخماسي (2010-2014)، هذا البرنامج متمثل أساسا في دفع عجلة النمو في الجزائر مركز على المشاريع القاعدية والداعمة للعمليات الإنتاجية والخدمات التي تسمح بإعادة انطلاق النشاطات الاقتصادية، ويتضمن هذا البرنامج مشروع إنجاز منشأة فنية على واد إدلس بتمنراست وقد أبرمت صفقة هذا المشروع بين مديرية الأشغال العمومية والمقاول المكلف بإنجاز هذا المشروع، ومن أبرز البيانات الخاصة به كما يلي:

1.3 البطاقة التقنية للمشروع:

- البرنامج: برنامج دعم النمو الاقتصادي PCSC
- رقم العملية: CF5 522 5 262 08 02
- اسم المشروع: مشروع إنجاز منشأة فنية على واد إدلس
- موقع إنجاز المشروع: دائرة تازروك ولاية تمنراست
- صاحب المشروع: مديرية الأشغال العمومية لولاية تمنراست
- الهيئة المراقبة: مخبر الأشغال العمومية للوسط L.C.T.P
- تاريخ بداية المشروع: 2012/11/05
- تاريخ نهاية المشروع التعاقدية: 2014/07/18
- تاريخ التسليم المؤقت للمشروع: 2016/01/03
- مدة إنجاز المشروع: 19 شهرا
- التكلفة الإجمالية للمشروع: 717 586 155.00 دج
- طول المشروع: 400 ml

- عرض المشروع: 10 m

- المتابعة: يقوم بمتابعة إنجاز المشروع عدد من المهندسين ومخبر الأشغال العمومية

2.3 المراحل الأساسية للمشروع الإنشائي محل الدراسة: مصطلح منشأة فنية (الجسر) يعني عموماً أي هيكل يسمح بالعبور في ارتفاع عقبة طبيعية (مجرى مائي، وادي، إلخ ...)، أو مصطنعة (طريق، سكة حديد، إلخ ...)، حيث يمر إنجازها بعدة مراحل، ومن أبرز هذه المراحل ما يلي:

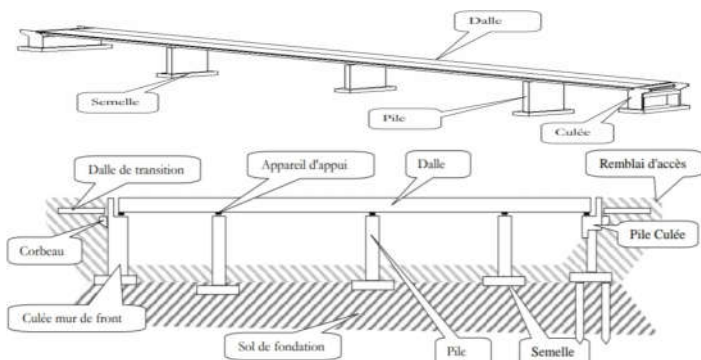
- أشغال التسوية: تضم هذه المرحلة عملية تنظيف الأرضية وتسويتها، ثم القيام بجميع أنواع الحفريات المطلوبة.

- أشغال البنية التحتية: تشمل هذه المرحلة على خرسانة النظافة تحت الأساسات وأشغال التسليح وصب الخرسانة المسلحة، والتي تختلف أنواعها باختلاف المكان المخصص لكل نوع حيث تضم الخرسانة المسلحة للقواعد الأساسات، الخرسانة المسلحة للأعمدة، الخرسانة المسلحة للدعامات بالإضافة لأشغال الدهن الزيتي، وأخيراً ردم الحفر بمختلف أنواعه.

- أشغال البنية الفوقية: تشمل أشغال التسليح وصب الخرسانة المسلحة للروافد والأساسية والثانوية، بالإضافة لأشغال البلاطة وبلاطة نقل الحمولة.

- الأشغال النهائية: تضم أشغال إنجاز الرصيف وأشغال الحماية والأمن بالإضافة إلى طبقتي الحماية والكتامة لمنع تسرب المياه، وفي الأخير أشغال التزفيت.

الشكل 1: رسم توضيحي للمكونات الأساسية للمنشأة فنية

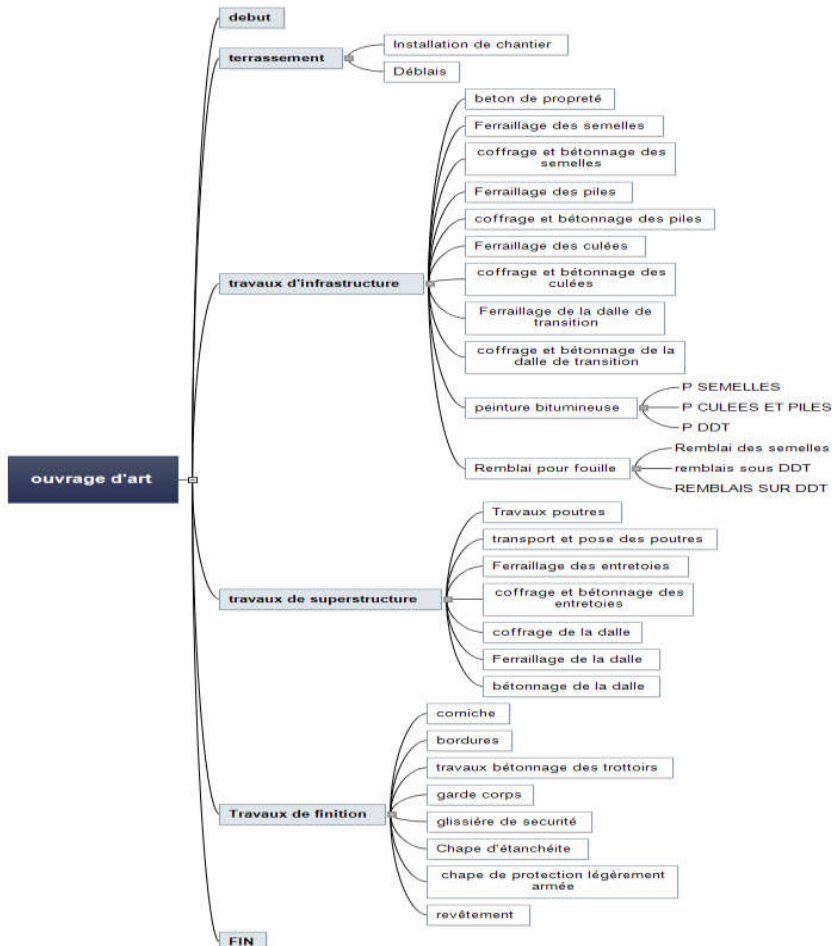


La source: Cerema, direction technique infrastructures de transport et matériaux, Chamois – 3D – Principes de ferrailage chaîne algorithmique modulaire ouvrages d'art, Paris, France 09 octobre 2015, P12.

3.3 مخطط تجزئة العمل "WBS": إن هيكل تجزئة العمل "WBS" يعطي تصورا

عن ترتيب المشروع الهيكلي وذلك ضمن مستويات يكون في المستوى الأعلى الخدمة التي نريد الوصول إليها كنتيجة لإنشاء المشروع وفي أدنى مستوى لها يوجد النشاط الذي يمكن تقسيمه إلى أعمال محددة على مجموعات مستقلة، كما هو موضح في الشكل الآتي:

الشكل 2: مخطط تجزئة مشروع إنجاز منشأة فنية على واد إدلس



المصدر: من إعداد الباحثين باستخدام برنامج 5 MindView ودفتر الشروط ومكتب الدراسات.

4. تخطيط المشروع باستخدام Ms Project:

برنامج (MsProject) هو عبارة عن أداة لتسيير المشاريع وتنظيم المؤسسات ليس في ميدان الإنشاءات فقط بل كل ما يتعلق بالإنتاج بفضل هذا البرنامج يمكن متابعة جميع المشاريع مع إمكانية مراقبة تقدم الأعمال.

1.4 الجدولة الزمنية للمشروع: تم تحديد تاريخ بداية المشروع بـ 2012/11/05 بالاعتماد على الأمر بالتنفيذ (ODS) للمقولة المكلفة بتنفيذ الإنجاز، بالإضافة الى رزنامة المشروع بتحديد أيام العمل من السبت إلى الخميس من 08:00 الى 12:00 ومن 13:00 الى 17:00 مساء ما عدا في شهر رمضان تكون أوقات العمل من 06:00 الى غاية 13:00، بالإضافة الى أيام الراحة والمتمثلة في يوم الجمعة مع الأخذ بعين الاعتبار أيام العطل الوطنية والدينية طول فترة المشروع، وهذا كما هو موضح في الشكل الموالي:

الشكل 3: رزنامة مشروع إنجاز منشأة فنية على واد إدلس

Modifier les horaires de travail

Pour le calendrier : Standard (Calendrier du projet) Créer un nouveau calendrier ...

Le calendrier « Standard » est un calendrier de base.

Légende :

- Ouvré
- Ch  m  
- Heures ouvrées modifiées
- Dans ce calendrier :
- Jour exception
- Semaine travail non par défaut

Cliquez sur un jour pour afficher ses horaires de travail : 09 Juillet 2013 est chômé.

Julillet 2013

D	L	Ma	Me	J	V	S
1	2	3	4	5	6	
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Basé sur : Exception 'ramadane' du calendrier 'Standard'.

Exceptions Semaines de travail

Nom	Début	Fin
1 le nouvel an	01/01/2013	01/01/2013
2 1 mai	01/05/2013	01/05/2013
3 5 juillet	05/07/2013	05/07/2013
4 ramadane	09/07/2013	06/08/2013
5 aid el fitr	08/08/2013	09/08/2013
6 aid el adha	15/10/2013	16/10/2013
7 fête de la revolution	01/11/2013	01/11/2013
8 mouharam	04/11/2013	04/11/2013

Aidg Options... OK Annuler

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على برنامج Ms Project 2013 ودفتر الشروط ومكتب الدراسات.

2.4 إدراج الأنشطة: تم إدراج الأنشطة المكونة للمشروع بالاعتماد على دفتر الشروط وتحديد مدة كل نشاط والترابط بين الأنشطة أي تحديد الأنشطة التي لها علاقة فيما بينها بالاستعانة بمكتب الدراسات المتخصص في المنشآت الفنية، وتعتبر هذه المراحل من أهم خطوات تخطيط المشروع حيث يترتب عليها جميع الخطوات التالية، كما هو محدد في الجدول الموالي:

الجدول 1: تسلسل الأنشطة والمدة الزمنية لكل نشاط من أنشطة مشروع إنجاز

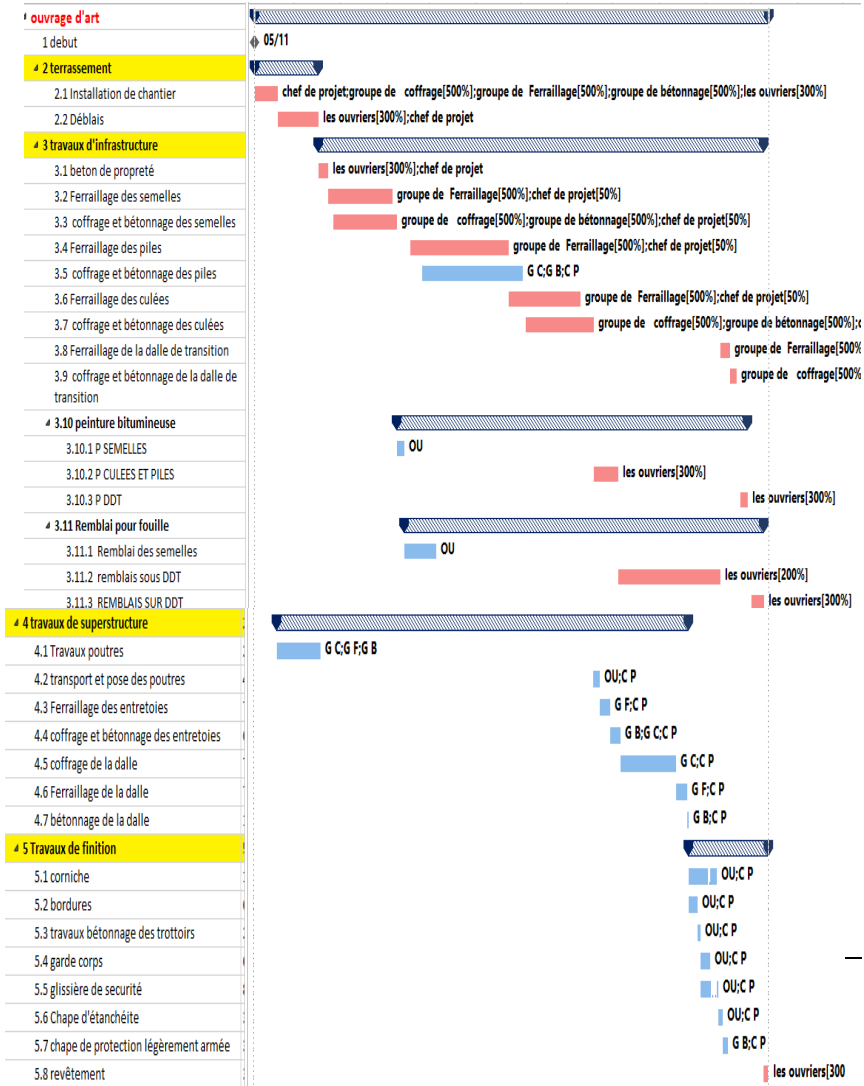
منشأة فنية على واد إدلس

0		▲ ouvrage d'art	298 jours	
1		1 debut	0 jour	
2		▲ 2 terrassement	41 jours	
3		2.1 Installation de chantier	15 jours	1
4		2.2 Déblais	26 jours	3
5		▲ 3 travaux d'infrastructure	254 jours	
6		3.1 beton de propreté	6 jours	4
7		3.2 Ferrailage des semelles	40 jours	6
8		3.3 coffrage et bétonnage des semelles	40 jours	7DD+4 jours
9		3.4 Ferrailage des piles	64 jours	8FD+7 jours
10		3.5 coffrage et bétonnage des piles	64 jours	9DD+8 jours
11		3.6 Ferrailage des culées	44 jours	9
12		3.7 coffrage et bétonnage des culées	44 jours	11DD+9 jours
13		3.8 Ferrailage de la dalle de transition	6 jours	21
14		3.9 coffrage et bétonnage de la dalle de transition	4 jours	13
15		▲ 3.10 peinture bitumineuse	193 jours	
16		3.10.1 P SEMELLES	4 jours	8
17		3.10.2 P CULEES ET PILES	16 jours	12
18		3.10.3 P DDT	4 jours	14FD+3 jours
19		▲ 3.11 Remblai pour fouille	200 jours	
20		3.11.1 Remblai des semelles	20 jours	16
21		3.11.2 remblais sous DDT	36 jours	17
22		3.11.3 REMBLAIS SUR DDT	8 jours	18FD+3 jours
23		▲ 4 travaux de superstructure	232 jours	
24		4.1 Travaux poutres	28 jours	3
25		4.2 transport et pose des poutres	4 jours	12;24
26		4.3 Ferrailage des entretoies	7 jours	25
27		4.4 coffrage et bétonnage des entretoies	6 jours	26
28		4.5 coffrage de la dalle	7 jours	27
29		4.6 Ferrailage de la dalle	7 jours	28
30		4.7 bétonnage de la dalle	1 jour	29
31		▲ 5 Travaux de finition	51 jours	
32		5.1 corniche	16 jours	30
33		5.2 bordures	6 jours	30
34		5.3 travaux bétonnage des trottoirs	2 jours	33;23
35		5.4 garde corps	6 jours	34
36		5.5 glissière de sécurité	8 jours	34
37		5.6 Chape d'étanchéité	3 jours	35;36

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على برنامج Ms Project 2013 ودفتر الشروط ومكتب الدراسات.

4.4 مخطط غانت: يتم رسم مخطط غانت بعد إدراج الأنشطة وتحديد الترابط والمدة الزمنية لكل نشاط. كما هو مبين في الشكل الموالي:

الشكل 4: مخطط غانت لمشروع إنجاز منشأة فنية على واد إدلس



المصدر: من إعداد الباحثين بالإعتماد على برنامج Ms Project 2013 ودفتر الشروط ومكتب الدراسات؛ حيث تمثل الأعمدة باللون الأزرق الأنشطة غير الحرجة أو الأنشطة العادية والتي أي تأخر في إنجازها لا يؤثر على الوقت الإجمالي لتسليم المشروع، أما الأعمدة باللون الأحمر تمثل الأنشطة الحرجة؛

5. الجدولة الزمنية للمشروع باستخدام Ms Project:

تساعد الجدولة الزمنية للمشروع في تحقيق الاستغلال الأمثل لجميع موارد المشروع سواء كانت وقت تنفيذ أنشطة المشروع أو الموارد البشرية والمالية التي تدخل في عملية إنجاز هذه الأنشطة

1.5 تحديد تواريخ الأنشطة: يمثل الجدول الموالي التاريخ المتوقع لبداية ونهاية كل نشاط وذلك حسب مكتب الدراسات.

الجدول 2: تواريخ بداية ونهاية أنشطة مشروع إنجاز منشأة فنية على واد إدلس

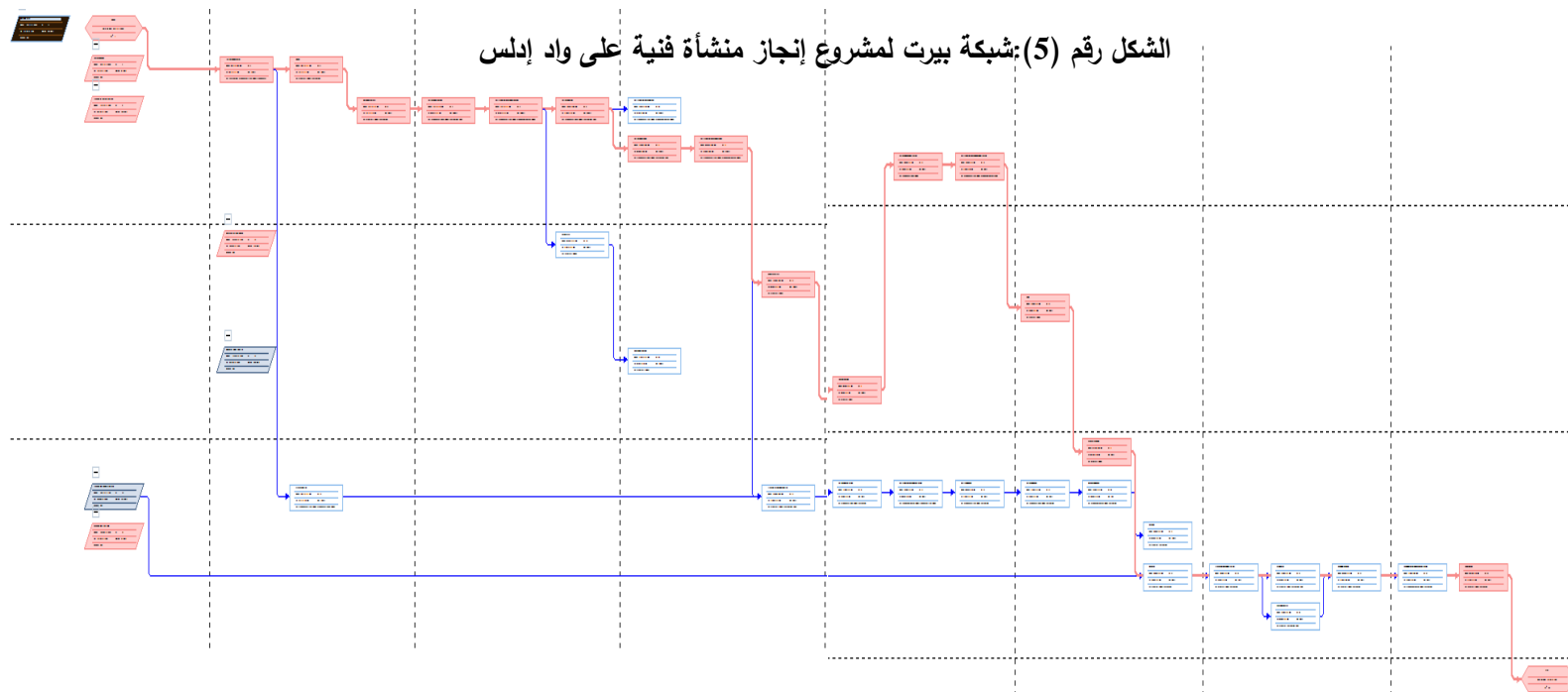
Nom		Durée	Début	Fin
Debut	Début	0 jour	05/11/12	05/11/12
Installation de chantier	A	15 jours	05/11/12	20/11/12
Déblais	B	26 jours	20/11/12	17/12/12
beton de propreté	C	6 jours	17/12/12	23/12/12
Ferraillage des semelles	D	40 jours	23/12/12	04/02/13
coffrage et bétonnage des semelles	E	40 jours	27/12/12	07/02/13
Ferraillage des piles	F	64 jours	16/02/13	22/04/13
coffrage et bétonnage des piles	G	64 jours	24/02/13	02/05/13
Ferraillage des culées	H	44 jours	23/04/13	09/06/13
coffrage et bétonnage des culées	I	44 jours	04/05/13	18/06/13
Ferraillage de la dalle de transition	J	6 jours	10/09/13	16/09/13
coffrage et bétonnage de la dalle	K	4 jours	16/09/13	21/09/13
peinture bitumineuse dessemelles	L	4 jours	07/02/13	12/02/13
peinture bitumineuse desculées et piles	M	16 jours	18/06/13	04/07/13
peinture bitumineuse de la DDT	N	4 jours	23/09/13	28/09/13
Remblai des semelles	O	20 jours	12/02/13	05/03/13
remblais sous DDT	P	36 jours	04/07/13	10/09/13
remblais sur DDT	Q	8 jours	01/10/13	09/10/13

transport et pose des poutres	S	4 jours	18/06/13	22/06/13
Ferrailage des entretoises	T	7 jours	22/06/13	29/06/13
coffrage et bétonnage des entretoises	U	6 jours	29/06/13	06/07/13
coffrage de la dalle	V	7 jours	06/07/13	12/08/13
Ferrailage de la dalle	W	7 jours	12/08/13	19/08/13
bétonnage de la dalle	X	1 jour	19/08/13	20/08/13
Corniche	Y	16 jours	20/08/13	08/09/13
Bordures	Z	6 jours	20/08/13	26/08/13
travaux bétonnage des trottoirs	AA	2 jours	26/08/13	28/08/13
garde-corps	BB	6 jours	28/08/13	03/09/13
glissière de sécurité	CC	8 jours	28/08/13	09/09/13
Chape d'étanchéité	DD	3 jours	09/09/13	12/09/13
chape de protection légèrement armée	EE	3 jours	12/09/13	15/09/13
Revêtement	FF	3 jours	09/10/13	12/10/13
FIN	FIN	0 jour	12/10/13	12/10/13

المصدر: من اعداد الباحثين بالإعتماد على برنامج Ms Project 2013 ودفتر الشروط ومكتب الدراسات.

2.5 إعداد شبكة بيرت: يتم تمثيل كل الأنشطة في المشروع طبقا للعلاقات الموجودة بينها على المخطط الشبكي، الأنشطة تمثلها العقد (مستطيل) بينما تمثل الأسهم البداية أو النهاية الخاصة بكل نشاط، باستخدام المخطط الشبكي فإن الخطوة التالية هي تحديد المسار الحرج، والمسار الحرج هو امتداد الشبكة الذي يستغرق الوقت الكلي الأطول، وبالتالي فإنه يحدد الوقت المبكر المحتمل لإكمال المشروع. وعلى الرغم من أهمية معرفة الأنشطة الواقعة على المسار الحرج، فإنها ليست أكثر أهمية من بقية الأنشطة، ولكنها لا تملك المرونة الزمنية. وتتطلب مهام المسار الحرج مراقبة أكثر عناية لأنها إذا لم يتم إكمالها في الوقت المحدد، فإن المشروع سيتأخر، إلا إذا اكتملت الأنشطة التالية في الوقت المحدد.

الشكل رقم (5): شبكة بيرت لمشروع إنجاز منشأة فنية على واد إدلس



المصدر: من اعداد الباحثين بالإعتماد على برنامج Ms Project 2013 ودفتر الشروط ومكتب الدراسات.

نلاحظ من خلال الشبكة أن تنفيذ المشروع يتكون من 28 نشاط يتم تنفيذها خلال 298 يوما، وتمثل المستطيلات الزرقاء الأنشطة غير حرجية، أما المستطيلات الحمراء الأنشطة الحرجية وتشتمل على نوع النشاط وترتيبه بالإضافة إلى تاريخ بداية ونهاية النشاط مع المدة الزمنية لإنجازه، كما تبين الشبكة المسار الحرج.

بالاعتماد على جميع المعطيات السابقة ومخطط بيرت، يتم تحديد تاريخ البداية المبكرة والبداية المتأخرة بالإضافة إلى النهاية المبكرة والنهاية المتأخرة، بالإضافة إلى تبيان إن كان النشاط حرجا من عدمه، وهذا في الجدول الموالي.

الجدول 3: تحديد الأنشطة الحرجة لمشروع إنجاز منشأة فنية على واد إدلس

Nom	Début au plus tôt	Début au plus tard	Fin au plus tôt	Fin au plus tard	Marge totale	Critique
Début	05/11/12	05/11/12	05/11/12	05/11/12	0 jour	Oui
A	05/11/12	05/11/12	20/11/12	20/11/12	0 jour	Oui
B	20/11/12	20/11/12	17/12/12	17/12/12	0 jour	Oui
C	17/12/12	17/12/12	23/12/12	23/12/12	0 jour	Oui
D	23/12/12	23/12/12	04/02/13	04/02/13	0 jour	Oui
E	27/12/12	27/12/12	07/02/13	07/02/13	0 jour	Oui
F	16/02/13	16/02/13	22/04/13	22/04/13	0 jour	Oui
G	24/02/13	08/07/13	02/05/13	12/10/13	128 jours	Non
H	23/04/13	23/04/13	09/06/13	09/06/13	0 jour	Oui
I	04/05/13	04/05/13	18/06/13	18/06/13	0 jour	Oui
J	10/09/13	10/09/13	16/09/13	16/09/13	0 jour	Oui
K	16/09/13	16/09/13	21/09/13	21/09/13	0 jour	Oui
L	07/02/13	17/09/13	12/02/13	22/09/13	183 jours	Non
M	18/06/13	18/06/13	04/07/13	04/07/13	0 jour	Oui
N	23/09/13	23/09/13	28/09/13	28/09/13	0 jour	Oui
O	12/02/13	22/09/13	05/03/13	12/10/13	183 jours	Non
P	04/07/13	04/07/13	10/09/13	10/09/13	0 jour	Oui
Q	01/10/13	01/10/13	09/10/13	09/10/13	0 jour	Oui
R	20/11/12	12/06/13	19/12/12	11/08/13	195 jours	Non
S	18/06/13	11/08/13	22/06/13	15/08/13	23 jours	Non
T	22/06/13	15/08/13	29/06/13	22/08/13	23 jours	Non

U	29/06/13	22/08/13	06/07/13	28/08/13	23 jours	Non
V	06/07/13	28/08/13	12/08/13	04/09/13	23 jours	Non
W	12/08/13	04/09/13	19/08/13	12/09/13	23 jours	Non
X	19/08/13	12/09/13	20/08/13	12/09/13	23 jours	Non
Y	20/08/13	23/09/13	08/09/13	12/10/13	33 jours	Non
Z	20/08/13	14/09/13	26/08/13	19/09/13	23 jours	Non
AA	26/08/13	19/09/13	28/08/13	22/09/13	23 jours	Non
BB	28/08/13	26/09/13	03/09/13	02/10/13	28 jours	Non
CC	28/08/13	22/09/13	09/09/13	02/10/13	23 jours	Non
DD	09/09/13	02/10/13	12/09/13	06/10/13	23 jours	Non
EE	12/09/13	06/10/13	15/09/13	09/10/13	23 jours	Non
FF	09/10/13	09/10/13	12/10/13	12/10/13	0 jour	Oui
FIN	12/10/13	12/10/13	12/10/13	12/10/13	0 jour	Oui

المصدر: من اعداد الباحثين بالإعتماد على برنامج Ms Project 2013 ودفتر الشروط ومكتب الدراسات.

من الجدول نلاحظ بالنسبة للنشاط الأول (Installation de chantier) نظرا لأنه أول الأنشطة ولايستلزم القيام به إتمام أي نوع آخر من الأنشطة قبله فإن البداية المبكرة له تكون لحظة بدء المشروع وهو اللحظة التي تمضي فيها مقالة الإنجاز الأمر بتنفيذ (ODS) وتتمثل في هذا المشروع 2012/11/05. يبنى على ذلك أن النهاية المبكرة لهذا النشاط (EF) هو حسب العلاقة $EF=ES+Dij$

إذن $EF=0+15=15$ أي بتاريخ: 2012/11/20.

ويعني ذلك أن النشاط الأول (Installation de chantier) يمكن إتمامه بعد خمسة عشر يوما من بدء المشروع ككل، وذلك بفرض أن هناك بدء فوري وإتمام النشاط في الوقت المحدد له، ولذلك أطلق عليه البداية المبكرة للنشاط.

أما بالنسبة للنشاط الثاني (Déblais) فمدة إنجازه تقدر بـ 26 يوما ولكن لا يمكن البدء فيه إلا بعد إتمام النشاط الأول، فإن البداية المبكرة بمجرد الإنتهاء من النشاط الأول بعد 15 يوما، ومنه فإن النهاية المبكرة هي $EF=15+26=31$ أي بتاريخ: 2012/12/17.

وهكذا يتم حساب جميع الأوقات لباقي الأنشطة الموجودة على الشبكة من هذا العرض يمكن التوصل بدقة إلى تاريخ البداية وهو 2012/11/05 وتاريخ النهاية وهو 2013/10/12.

ومن نفس الجدول يمكن تحديد الوقت المختزل لكل الأنشطة كما هو موضح في العمود ما قبل الأخير فعلى سبيل المثال بالنسبة للنشاط الثاني الزمن المختزل = النهاية المتأخرة - النهاية المبكرة أي $Ti = (20/11/2012) - (20/11/2012) = 0$ القيم الصفرية للوقت المختزل تعني أنه ليس هناك مجال لتأخير هذا النشاط، فأي تأخير فيه سوف يؤثر مباشرة على المشروع ككل، ولذلك تسمى الأنشطة ذات الوقت المختزل الذي يساوي صفر بالأنشطة الحرجة كما هو مبين في آخر عمود في الجدول 2.

يجب أن تكون قيمة الوقت المختزل موجبة أو صفراً، والقيم الموجبة تعني أنه يمكن تأخير النشاط في حدود تلك القيمة دون أن يسبب ذلك تأخيراً للمشروع ككل فمثلاً بالنسبة لنشاط (les Bordes)

فإن $Ti = (26/08/2013) - (19/09/2013) = 23$ أي يمكن أن يتأخر إتمامه 23 يوماً دون أن يؤثر على وقت إتمام المشروع ككل في 2013/10/12، أما إذا تأخر بمقدار 24 يوماً أو أكثر فإنه بالتأكيد سوف يؤدي إلى تأخير المشروع.

6. الخاتمة:

من خلال هذا الدراسة تم تطبيق برنامج Ms Project 2013 على مستوى إحدى المشاريع الإنشائية المنجزة من طرف مديرية الأشغال العمومية لولاية تمنراست بالتعاقد مع المقاول ومكتب الدراسات والمتمثل في إنجاز منشأة فنية على واد إدلس، إذ أبد هذا البرنامج في مجال تسيير المشاريع فاعلية في تحسين القرارات الإدارية المتخذة وتقليل من وقت إنجاز المشروع والذي سوف ينعكس بالإيجاب على التكلفة والربحية، وذلك من خلال تجزئة المشروع الإنشائي محل الدراسة إلى مشروعات عمل صغيرة بغرض تسهيل مهمة تنظيمها وتخطيطها ومراقبتها.

تم التوصل إلى مجموعة من النتائج أهمها:

- ضعف مقالة الإنجاز في مجال تخطيط المشروع الإنشائي وعدم إستخدامها للأساليب الكمية مما أعطى جدول زمني غير دقيق.
- ضعف الاهتمام باستخدام الأساليب الكمية والبرامج الحديثة فيما يتعلق بالتخطيط والجدولة والرقابة على إنجاز المشاريع الإنشائية مما أدى إلى إنجاز المشروع في مدة زمنية أكبر من المدة الزمنية المخططة مسبقا.
- تطبيق البرامج الحديثة في مجال تخطيط المشاريع الإنشائية أعطى جدولا زمنيا مغايرا لجدول مقالة الإنجاز مما أدى إلى تقليل وقت إنجاز المشروع، حيث تم التوصل إلى أن الوقت اللازم لتنفيذ المشروع يقدر بـ 298 يوما أي ما يقارب 10 أشهر وهي أقل بكثير من المدة التي حددتها مؤسسة الإنجاز التي تقدر بـ 16 شهرا، وهذا ما سوف ينعكس سلبا على تكلفة المشروع.

التوصيات:

- على ضوء ما تم التوصل إليه من نتائج نعرض فيما يلي مجموعة من التوصيات:
- على المؤسسات إنشاء قسم خاص يهتم بإدارة المشاريع الإنشائية.
- على المؤسسات العمل على تطبيق برامج إدارة المشاريع في المؤسسات لتحكم الفعال في زمن وتكلفة إنجاز المشروع.
- على المؤسسات إجراء تكوين وتدريب مستمر للعمال المتخصصين في تسخير المشاريع الإنشائية.
- ضرورة وجود قوانين ولوائح تواكب التطور العالمي الحاصل في مجال إدارة المشاريع الإنشائية.
- ضرورة التنسيق بين المؤسسات ومكاتب الدراسات المتخصصة في هذا المجال.

6.المراجع

- (1) معهد إدارة المشروعات "PMI"، الدليل المعرفي لإدارة المشروعات "PMBOK Guide"، معهد إدارة المشروعات، الطبعة 05، الولايات المتحدة الأمريكية، 2013، ص2
- (2) عابد علي، سمير بطاهر، استخدام أسلوب القيمة المكتسبة كأداة لقياس فاعلية مشاريع التشييد دراسة حالة مشروع بناء 40 وحدة سكنية LSP بتيارت، مجلة Les cahiers du MECAS، العدد 12، جوان 2016، ص355.
- (3) إبراهيم عبد الرشيد نصير، إدارة مشروعات التشييد، الطبعة 02، دار الناظر للجامعات، القاهرة، مصر، 2006، ص15.
- (4) عامر ملايكية، أسباب تأخير المشاريع العمومية الإنشائية دراسة ميدانية لمشاريع السكن والتجهيزات العمومية، مجلة دراسات وأبحاث، المجلد 10، العدد 03، سبتمبر 2018، ص 548.
- (5) نجم عبدو نجم، مدخل إلى الأساليب الكمية مع التطبيقات باستخدام (Microsoft Excel)، دار الورق للنشر والتوزيع، الطبعة الثانية عمان، الأردن، 2008، ص12.
- (6) محمد الفاتح محمود المغربي، الأساليب الكمية في إدارة الأعمال، دار الجنان للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2016، ص12.
- (7) معهد إدارة المشروعات "PMI"، الدليل المعرفي لإدارة المشروعات "PMBOK Guide"، معهد إدارة المشروعات، الطبعة 05، الولايات المتحدة الأمريكية، 2013، ص2
- (8) سهيلة عبد الله سعيد، الجديد في الأساليب الكمية وبحوث العمليات، دار حامد للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان، الأردن، 2007، ص15.
- (9) نجم عبدو نجم، مدخل إدارة المشروعات، دار الورق للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان، الأردن، 2013، ص381.