

تحليل وتقييم المشروعات، دراسة تطبيقية لطريقة PERT و CPM *Project Analysis and Evaluation, Applied Study of PERT and CPM Method*

أ.د. بوسهمين أحمد

جامعة طاهري محمد بشار، الجزائر
 univahmed@gmail.com

ط.د. صديقي فاطيمة

جامعة طاهري محمد بشار، الجزائر
 seddikif48@yahoo.com

تاريخ القبول: 2020/03/26

تاريخ الاستلام: 2019/08/07

الملخص: تهدف هذه الورقة البحثية إلى إبراز أهمية تحليل المشروعات من خلال الأساليب الكمية المتمثلة في أسلوب CPM وأسلوب PERT من أجل متابعة المشروعات وتقييمها، وذلك عن طريق تحديد الوقت الأمثل لإنجاز المشروع بالإضافة إلى تحديد التكاليف اللازمة لإنهائه، فقد أصبحت عملية تقييم المشروعات أحد الأدوات الهامة لتخطيط المشروعات في مختلف الأنشطة الاقتصادية بأقل درجة من الزمن والتكاليف، ومن أهم الأساليب المستعملة في إدارة المشروعات أسلوب المسار الحرج (CPM) وأسلوب تقييم ومراجعة المشروعات (PERT)، والتي تضع الزمن التفصيلي لكافة الأنشطة المتعاقبة لمراحل تنفيذ المشروع، وبشكل يسهل تحديد التكلفة للموارد اللازمة.

الكلمات المفتاحية: أسلوب المسار الحرج، أسلوب بيرت، التخطيط الشبكي، تقييم المشاريع، شبكات الأعمال.

Abstract: This study aims to highlight the importance of project analysis through the quantitative methods represented in the CPM method and the PERT method for project follow-up and evaluation, by determining the optimal time to complete the project in addition to determining the costs needed to complete it, the project evaluation process has become one of the important tools for project planning in Various economic activities with the least degree of time and costs, and the most important methods used in project management are the critical path method (CPM) and project evaluation and review method (PERT), which sets the detailed time for all the successive activities of the project implementation stages, in a way that facilitates Determine the cost for the necessary resources.

Key Words : Critical Path Method, Burt Method, Network Planning, Project Evaluation, Business Networks.

JEL Codes : O22, M19.

*مرسل المقال صديقي فاطيمة (seddikif48@yahoo.com)

المقدمة:

إن تبلور فكرة مفهوم إدارة المشاريع إنما هي نتاج ما أفرزته بيئة الأعمال، ويرافق عادة تطور إدارة المشروعات حدوث تغيرات قد تكون جذرية في مجال الأعمال، ومن الأساليب أساليب بحوث العمليات وتطبيقاتها في رسم السياسات ووضع الخطط بما يتفق والأهداف مع ضمان الاستخدام الأمثل للطاقات والموارد وبالنظر لمحدودية تلك الموارد وما تتطلبه من حساب دقيق للتكلفة والوقت لضمان الاستخدام الأمثل وتحسين عمليات الأداء بتقليل وقت تنفيذ المشروع وبالتالي التكلفة، وهذا ما يوضح أهمية هذه الأساليب وما ينعكس على استمرار المشروع وإنجائه.

إشكالية البحث: من خلال ما سبق ذكره يمكننا صياغة الإشكالية التالية: فيما تكمن أهمية استخدام أسلوب المسار الحرج وأسلوب تقييم ومراجعة المشروعات في تحليل وتقييم المشروعات؟ وسيتم تحليل هذه الإشكالية من خلال الإجابة على الأسئلة الفرعية التالية:

- ما المقصود بطريقي CPM وPERT؟

- هل لطريقة CPM وPERT أثر في مراقبة المشاريع؟

فرضيات البحث: قصد الإجابة على الأسئلة الفرعية أعلاه ومن ثم الإشكالية المطروحة تم وضع الفرضيات التالية:

الفرضية 1: لطريقة CPM أثر في مراقبة المشاريع.

الفرضية 2: لطريقة PERT أثر في مراقبة وتقييم المشروعات.

أهداف البحث: تمثلت أهم أهداف البحث في:

- معرفة الخلفية النظرية لطريقي CPM وPERT.

- توضيح كيفية استخدام أساليب التخطيط الشبكي بشكل علمي في عملية تقييم ومراقبة المشاريع.

أهمية البحث: يكتسب موضوع البحث أهمية كبيرة كونه يبين أهمية التخطيط الشبكي وما تسمح به طريقتي PERT و CPM من محاكاة لتخفيض زمن المشروع وتكلفته.

منهجية الدراسة: رغبة في بلوغ تطلعات الدراسة تم الاعتماد على المنهج الوصفي لمعرفة كيف تساعد هذه الأساليب القائمين على الإدارة في جدولة وتنظيم وتخطيط مراحل تنفيذ المشروع، وعلى المنهج التحليلي بهدف التصور الأمثل للأبعاد التقنية وتحليلها من الناحية النظرية والتطبيقية.

وتماشيا مع خصائص البحث قمنا بتقسيمه إلى:

- **المحور الأول:** المفاهيم العامة لإدارة المشاريع.

- **المحور الثاني:** إدارة المشروع حسب أسلوب CPM وPERT.

- **المحور الثالث:** دراسة حالة "بناء السور الخارجي" لفائدة الحرس البلدي لبلدية الواتة - ولاية بشار-.

1. المفاهيم العامة لإدارة المشاريع:

للمشروع أهمية كبرى ينبغي الإحاطة بها من حيث إدارته التي هي بحاجة إلى نشاط مستمر يبدأ بمجرد إحداث المشروع، وينتهي عندما يتم تنفيذه، فهذه العملية تتضمن معلومات تعكس ما يحدث بالفعل وتراقب التغيرات التي تؤثر في تنفيذ المشروع؟ فما هو المشروع وكيف تتم إدارته؟

1.1 ماهية المشروع:

من خلال ما يأتي يتم التعرف على تعريف المشروع ودورة حياته بالإضافة إلى أهميته.

أ. تعريف المشروع: من أهم التعاريف التي عرفت المشروع ما يلي:

- إن المقصود بكلمة PROJET هو الجهد التي يتم القيام به بهدف تحقيق إنجاز محدد لمرة واحدة وبطبيعة خاصة، ويتم إنجازه خلال فترة زمنية محددة وفي حدود ميزانية موضوعية. (عساف، 1999)
- قد يخضع مفهوم المشروع إلى نوعين: (ناجي، 2000)
- الأول هو ذلك الذي من الممكن قياس نشاطه بقيم نقدية، والثاني يتعذر قياس نشاطه بقيم نقدية أو كمية كما هو الحال بالنسبة للمشاريع الخدمية مثل الصحة والتعليم والدفاع.... وغيرها، والذي يمكن تقييمه بالاعتماد على طريقة الكلفة الأقل أو عائد الخدمة الأكبر.

ويتميز المشروع بمجموعة من الخصائص: (ماضي، 2000): وجود هدف معين يتم إنجازه، وجود نقطة بداية ونقطة نهاية، وجود طبيعة خاصة بكل مشروع، يتم إنجازه خلال فترة زمنية محددة وفي حدود ميزانية معينة، بالإضافة إلى وجود أنشطة يتم القيام بها لإتمام المشروع، ومدى متابعته وتعدد الجهات التي تشارك فيه، وفي الأخير استخدامه لموارد مؤقتة فبانتهاؤه عمر المشروع تنتهي الحاجة إلى هذه الموارد.

ب. دورة حياة المشروع: تتضمن دورة حياة المشروع عدد من المراحل المتتابعة والمتداخلة والتي تحتوي كل منها على مجموعة من العمليات الفرعية بحيث يمكن النظر للمشروع بأنه كائن يمر بمرحلة ما قبل التكوين ثم الخروج إلى الحياة، وتتمثل مراحل دورة حياة المشروع فيما يلي: (ماضي، 2000)

ب.1 بداية الفكرة وتحديد المعالم: تتضمن هذه المرحلة التحديد الكامل للملامح العامة للمشروع الذي يتم القيام به من حيث الأهداف والنطاق الذي يغطيه وهيكل الأعمال، وتعتبر من أهم المراحل، حيث يرجع تأثيرها على احتمال النجاح في باقي المراحل أو الفشل فيها.

ب.2 تحديد مطالب العميل: من الواضح أهمية التواصل الدائم بين أفراد المشروع والعميل، حيث يجب التعرف على النتائج الحقيقية التي يهدف العميل إلى الوصول إليها، وعادة ما تنتهي هذه المرحلة بصياغة وثيقة تتناول متطلبات العميل يتم التوقيع عليها من قبل كل الأطراف.

ب.3 التصميم التفصيلي (مرحلة تنفيذ المشروع): هنا يظهر الدور الأساسي للمتخصصين الفنيين الذين يعملون على تحويل النتائج العامة التي يرغب بها العميل إلى تصميم محدد، له شكل معروف ومواصفات محددة، وهي تعتمد أكثر على إبداع وخبرة الفنيين في مجال المشروع.

ب. 4. مرحلة التشغيل والمتابعة: تعتمد على المشاركة والإشراف والمتابعة من قبل الأطراف التي تولت تنفيذ واستلام المشروع.

فالمشروع يمر بعدة مراحل من أجل تحقيق منفعة مستقبلية، فما هي الأهداف التي يسعى المشروع لتحقيقها؟
ج. أهداف المشروع: تفترض النظرية الاقتصادية أن تحقيق الربح الأقصى هو الهدف الرئيسي لأي مشروع، والربح الذي يسعى إليه المشروع هو الفرق بين حصيللة المبيعات وتكاليف الإنتاج. (عباسي، 2010)
فعلى الرغم من أن تحقيق الربح يعتبر ضروري لاستمرار المشروع ونموه إلا أنه لا يعتبر الهدف الوحيد، حيث نجد هناك أهدافاً أخرى منها تحقيق أقصى قدر ممكن من المبيعات كوسيلة للحصول على شهرة واسعة وثقة كبيرة في الأسواق.

أما بالنسبة للمشروع العام فإن تحقيق المنفعة العامة هو الهدف الأساسي له سواء تحقق الربح من قيامه أم لم يتحقق، ولكن في نفس الوقت لا يجب أن يفهم من أن المشروع العام لا يهتم بالربح بل يجب أن يتم ذلك على حساب تحقيق الأهداف التي أنشئ من أجلها. (العبيدي، 2005)

وتجدر الإشارة إلى أنه عند تحديد الأهداف للمشروع يجب مراعاة أن ترتبط مع أهداف المؤسسة ككل، وأن تكون واضحة ومحددة، إضافة إلى ذلك يجب أن تكون أهداف المشروع مفهومة ومقبولة، وألا تتعارض مع بعضها البعض، ولا يجدر التركيز على هدف وإهمال هدف آخر حيث يجب الأخذ بعين الاعتبار مقاييس الوقت، التكاليف، الجودة. (Methodologie de gestion de projet, 2006)

وعليه وبالانطلاق إلى ما سبق فإن المشروع يتميز بمجموعة من الخصائص وبدورة حياة معقدة نوعاً ما، ونظراً لهذه الخصوصيات فقد يواجه المسؤولين عن هذه المشاريع أو بالأحرى عن تنفيذها عدة مشاكل حسب طرق الإنجاز والتنفيذ، وهذا ما يدخل في إطار المعنى العام لإدارة المشاريع، وعليه فماذا تعني إدارة المشاريع وماهي مراحلها؟

1-2 المفاهيم العامة لإدارة المشاريع:

من خلال ما يأتي سيتم التعرف على مفهوم إدارة المشاريع بالإضافة إلى مراحل إدارة المشروع والتي لا تخرج عن الإطار العام للإدارة من تخطيط وتنظيم وتوجيه ورقابة.

أ. مفهوم إدارة المشاريع: من خلال ما يأتي يتم تعريف إدارة المشاريع بالإضافة إلى سبب ظهورها والحاجة منها.

أ. 1 تعريف إدارة المشاريع: يمكن تعريف إدارة المشاريع أنها الوظيفة التي تسعى إلى قيادة مشروع ما من بدايته إلى نهايته. (ماضي، 2000)

ومن هذا التعريف يتضح أن إدارة المشروع لا تختلف كثيراً عن العملية الإدارية بصفة عامة.

أ. 2 أهداف إدارة المشاريع: تكمن الحاجة إلى أسلوب إدارة المشاريع في:

- التأكد من أن النتيجة النهائية (المخرجات) للمشروع محددة بشكل واضح ومفهومة من طرف كل الأطراف.

• تسهيل عملية تحديد الأهداف الخاصة بكل مشروع والتأكد من أنها متماشية مع أهداف واستراتيجيات المؤسسة ككل.

• تحديد المسؤوليات الخاصة بكل مرحلة وتقديم وسائل وأساليب فعالة للجدولة والمراقبة أثناء التنفيذ.

ب. **مراحل إدارة المشاريع:** تقسم وظيفة الإدارة للمشروع إلى وظائف مستقلة ذات طبيعة خاصة تتماشى مع مراحل إنجاز المشروع وهي: التخطيط للمشروع، تنظيم المشروع، جدولة المشروع، متابعة التنفيذ للمشروع. وعليه فإن كل مشروع هو تجربة قائمة بذاتها، وينطوي على نوع من المخاطرة، واحتمال انحراف تنفيذه عن الأهداف المخطط لها مسبقاً، مما يقتضي ضرورة بدل أقصى الجهود من أجل تقليل هذه الانحرافات واتباع بعض الأساليب الخاصة في الجدولة لتحقيق التنسيق بين مراحل إتمام المشروع بأقل وقت ممكن وتكلفة أدنى، فماهي الأساليب التي تساعد على التحليل والتقييم والجدولة بهذه المواصفات المذكورة مع تحقيق الأهداف المرجوة من المشروع؟ هذا ما سيتم التطرق إليه من خلال النقاط الموالية.

2. إدارة المشروع حسب أسلوب CPM وPERT:

من الأساليب المستخدمة في حل مشاكل إدارة المشاريع نجد أسلوب المسار الحرج CPM وأسلوب تقييم ومراجعة البرامج PERT.

1.2. **مفاهيم حول شبكات الأعمال وأنظمتها وأساليبها:** تستخدم جدولة المشاريع من قبل الإداريين لضمان إنجاز المشروع في الوقت المحدد، والمرونة في إعادة تخطيط المشروع وذلك من خلال إنشاء شبكات الأعمال للمشروع التي تتضمن تحليل المشاريع إلى أنشطة وأحداث.

أ. **مفهوم شبكات الأعمال وأنواعها وخصائصها:** استخدم الشكل الأساسي من تحليل شبكات الأعمال في المملكة المتحدة والولايات المتحدة الأمريكية في منتصف الخمسينات بهدف تقليل وقت المشروعات، وفي عام 1958 كونت وزارة الدفاع الأمريكية فريقاً من الباحثين لإيجاد أسلوب تقني يمكن الإدارة من الرقابة والتخطيط للمشروعات، وكان من نتائج جهود الفريق نمو أسلوب شبكات الأعمال.

ومنذ عام 1958 نمت أساليب كثيرة ومتنوعة تعالج بجانب الوقت عناصر التكاليف والموارد والاحتمالات ومن أكثر الأساليب شيوعاً:

• أسلوب المسار الحرج Critical Path Method والمعروف باختصار CPM.

• أسلوب تقييم ومراجعة البرامج Programm Evaluation and Review Technique والمعروف

باختصار PERT.

أ. **1 تعريف شبكات الأعمال:** تعرف شبكات الأعمال أنها مجموعة من الأنشطة والأحداث مرتبة بطريقة منطقية لتسلسل الأنشطة. (البكري، 1997) أو بصيغة أخرى هي عبارة عن مزيج من الأنشطة والأحداث التي تتسم بتتابع منطقي طبقاً لقواعد معينة لرسم الشبكات، والمنطق الأساسي المتبع في رسم الشبكات هو القدرة على تقسيم المشروع بأكمله إلى عدد من الأنشطة المستقلة وبالتالي إلى أحداث وتحديد خط التتابع. (البكري، 1997)

أ. 2. خصائص نماذج شبكات الأعمال: يحقق استخدام شبكات الأعمال فائدة قصوى للإدارة في المشروعات التي تتصف بالخصائص التالية: (البكري، 1997)

- أن يتكون المشروع من مجموعة محددة وواضحة من الوظائف والأنشطة التي عند إتمامها يكون قد تم إنجاز المشروع كله، فكل نشاط يعبر عن هدف واضح ومحدد وله مواصفات وتقدير زمني وميزانية معينة.
- أن يكون هناك بعض الأنشطة التي تبدأ وتنتهي بشكل مستقل عن باقي الوظائف الأخرى، ولكن في إطار متتابع في معين، وهذا يعني أن يكون من الممكن أن يتوقف أحد الأنشطة مع القيام بنشاط آخر.
- أن يكون هناك تتابع معين ومعروف في إنجاز الأنشطة.
- وجود مجموعة من القيود على وقت الانتهاء من المشروع أو تكلفة الإنجاز.

ب. الأنظمة المستخدمة في شبكات الأعمال: من الأنظمة المستخدمة في شبكات الأعمال هي النظام الموجه للأحداث والنظام الموجه للأنشطة.

ب. 1 النظام الموجه للأحداث: يقصد بهذا النظام أن تصميم شبكات العمل قائم على أساس أن التعبير عن الأنشطة أو الفعاليات في المشروع من خلال الأسهم، أما بالنسبة للأحداث فإن التعبير عنها يكون من خلال العقد أو نقاط التقاطع، ويعرف اختصاراً بـ AOA.

الشبكة المرسومة حسب هذا النظام تتكون من مجموعة من العناصر وهي: (الموسوي، 2009)

- الأحداث: عبارة عن لحظة من الزمن تدل على إنجاز بعض الأنشطة وبداية لأنشطة أخرى، فالبداية والنهاية لكل نشاط يعبر عنها بحديثين، أحدهما حدث البداية والآخر حدث النهاية، وتمتاز الأحداث بأنها مدة لا تحتاج إلى وقت أو موارد أو جهد ويمكن تمثيلها بشكل هندسي كالدائرة. (Steven, 1998)
- الأنشطة: هي إحدى عناصر المشروع التي يجب إنجازها وتقع بين حدثين، الأول يعرف باسم الحدث السابق والثاني الحدث اللاحق، فالنشاطات التي هي حصيللة مجموعة أحداث لا يمكن البدء بها إلا إذا أنجزت النشاطات السابقة لها بالكامل، وتمتاز بأنها تحتاج إلى وقت وموارد مالية ويتم تمثيلها في الرسم بسهم واتجاه السهم يبين تتابع حدوث الأحداث. (Steven, 1998) والأنشطة قد تكون وهمية أو حقيقية.

ب. 2 النظام الموجه للأنشطة: في هذا النوع من شبكات العمل تكون الفكرة قائمة على أساس أن تعبر العقدة أو نقطة الاتصال عن النشاط، في حين الأسهم تعبر عن الأحداث، ويستخدم هذا النظام في إعداد شبكة عمل المشروع التتابعية، وذلك بعد تحديد مجال عمل المشروع وبنية تقسيم العمل، وإعداد قائمة بأنشطة المشروع، وتحديد علاقاتها المنطقية وتقدير الزمن اللازم لإنجازها، ونرمز لهذا النظام اختصاراً بـ AON. وتتكون عناصر الشبكة المرسومة حسب هذا النظام من: (الفضل، 2009)

- دوائر تمثل الأنشطة: حيث تمثل كل دائرة نشاطاً واحداً فقط، يبدأ هذا النشاط من جهة اليسار للدائرة، وينتهي عند جهة اليمين.

• **أسهم موجهة:** تعكس العلاقات المنطقية بين أنشطة المشروع، وتفترض أن الزمن يتدفق باتجاهها. وبعد التعرف على أنظمة شبكات الأعمال يتم التعرف على أساليبها.

ج. **أساليب شبكة الأعمال:** من بين الأساليب شبكتي PERT و CPM

ج. 1. **أسلوب تقييم ومراجعة المشروع PERT:** في عام 1957 كانت كثير من المشاريع في البرنامج الأمريكي شبه مخفية في تقديم المعلومات التي كانت ضرورية للرقابة الفعالة واتخاذ القرارات، لذا قام فريق من المتخصصين بوضع نظام لتقييم التقدم في هذه المشاريع، وأطلق عليه **PERT** وهي الحروف الأولى من **Program Evaluation and Review Technique**. (القاضي، 1998)

• **نشأة أسلوب PERT:** كان أول تطبيق له في وزارة الدفاع الأمريكية وإدارة أبحاث الفضاء، حيث كان الهدف الأساسي من هذا الأسلوب هو تصميم طريقة يتم بها تخطيط مشروع إنتاج الصاروخ بشكل يضمن ويمكن من إحكام الرقابة على التنفيذ حيث يتم إنجاز المشروع في الموعد المحدد، وأوضحت نتائج التطبيق أن استخدام أسلوب **PERT** في هذا المشروع أدى إلى تخفيض فترة إتمام المشروع المقدره أصلاً بحوالي عامين كاملين فبعد أن كان التقدير المبدئي لإنجاز المشروع 06 سنوات أنجز في 04 سنوات، ونظراً للنجاح الكبير في استخدام هذا الأسلوب فقد ذاع استخدامه في كثير من المشروعات المدنية والعسكرية. (مشرقي، 1999)

• **تعريف شبكة PERT:** تعرف على أنها عبارة عن طريق للتقليل من التأخير الذي يصاحب عملية تنفيذ المشروع، تساعد هذه الشبكة الإدارة في مجالات التخطيط والرقابة وخاصة في المشروعات الكبيرة والمعقدة وإنجازها خلال فترة زمنية محددة. (مشرقي، 1999)

• **كيفية رسم الشبكة وتحديد المسارات الحرجة:** يتم رسم الشبكة وتحديد المسارات الحرجة عن طريق:

تحديد الوقت المبكر لبداية النشاط (**ES: Early Start**) والوقت المبكر لنهاية النشاط (**EF: Early Finish**)

○ نبدأ من بداية المشروع وتقدم أمام الشبكة.

○ نحدد الوقت المبكر لبداية المشروع بحيث يكون مساوي للصفر.

○ نحسب الوقت المبكر لنهاية كل نشاط من خلال إضافة المدة التي تستغرقها إلى الوقت المبكر لبدايته.

○ بالنسبة لكل نشاط متسلسل لا يسبقه مباشرة إلا نشاط واحد، نحدد الوقت المبكر لبدايته بحيث يكون

مساوي للوقت المبكر لنهاية النشاط السابق.

○ بالنسبة لكل نشاط متسلسل يسبقه أكثر من نشاط واحد، نحدد الوقت المبكر لبدايته بحيث يكون مساويا

لأقرب موعد نهاية للأنشطة السابقة.

○ ندون أقرب موعد بداية وأقرب موعد نهاية.

نكرر الخطوات من الثالثة إلى الخطوة الأخيرة حتى يتم الوصول إلى نهاية المشروع.

و لا يمكن تحديد الوقت المبكر لبداية نشاط إلا بعد تحديد الوقت المبكر لنهاية جميع الأنشطة السابقة له.

• حساب فترات السماح والأنشطة الحرجة:

○ بالنسبة لكل نشاط يتطابق الزمن المبكر لبدايته مع الزمن المتأخر لبدايته، والزمن المبكر لنهايتيه مع الزمن المتأخر لنهايتيه، فإن فترة سماحه تساوي صفر ($=0$).

○ وفيما عدا ذلك، فإن فترة السماح هي الفرق الزمني بين الزمن المبكر والزمن المتأخر لبداية كل نشاط، أو بين الزمن المتأخر والزمن المبكر لنهاية النشاط، أي:

$$\text{Start Time (ST)} = \text{Last Start (LS)} - \text{Early Start (ES)}.$$

$$\text{Start Time (ST)} = \text{Last Finish (LF)} - \text{Early Finish (EF)}.$$

○ ونراجع الحسابات الخاصة بكل نشاط بإضافة المدة التي يستغرقها، وفترة السماح الخاصة به إلى تاريخ الزمن المبكر لبدايته، حيث يجب أن يساوي المجموع تاريخ الزمن المتأخر لنهاية النشاط.

○ أي نشاط تساوي فترة سماحه صفرا ($=0$) هو نشاط حرج.

○ تسلسل الأنشطة الحرجة من بداية إلى نهاية المشروع هو المسار الحرج للمشروع.

وتفترض طريقة PERT 03 أزمدة تقديرية لحساب متوسط فترة إنجاز النشاط لذلك فإن متوسط الفترة يتبع الأسلوب الاحتمالي في تقدير زمن أداء الفعالية وهي: (الفضل م، 2008)

• **أزمدة الأنشطة التقديرية:** الوقت المتفائل وهو أقل وقت لإتمام النشاط، والوقت الأكثر احتمالا: هو الزمن الأكثر تكرارا لإتمام النشاط، الوقت المتشائم: وهو أطول زمن لإتمام النشاط.

• تقدير متوسط زمن أداء النشاط: بعد تقدير أزمدة كل نشاط، يحسب متوسط زمن النشاط بناء على معادلة أداء النشاط التالية: (الموسمي، 2000)

$$\text{زمن أداء النشاط} = \frac{(\text{الوقت المتفائل} + 4 \times \text{الزمن الأكثر احتمالا} + \text{الزمن المتشائم})}{6}$$

يعتبر التوزيع الاحتمالي بيتا (Beta) أنسب التوزيعات الاحتمالية الذي يمكن تطبيقه في التقديرات الزمنية، ويفترض أن احتمال حدوث الأزمدة (المتفائل والمشايم) 1٪، بينما الزمن الأكثر أربعة أضعاف التقديرات الأخرى، كما أن زمن انتهاء المشروع النهائي يتبع التوزيع الطبيعي ويعني أن المشروع سينتهي عند النقطة المحددة باحتمال 50٪.

ج. 2. أسلوب المسار الحرج: تعتبر طريقة المسار الحرج امتدادا للتطورات والتوسعات التي أجريت على أساليب سابقة مثل مخطط جانث الذي جاءت فكرته على يدي العلمان فريدريك تايلور وهنري غانث، حيث كان اهتمامهما منصب على التمثيل البياني لخطوات العمل مع وقت التنفيذ. وهو يعمل على الربط بين الخطوات اللازمة لإنجاز عمل ما، وبين الوقت اللازم لذلك. (دور بحوث العمليات في التخطيط وتسيير المشاريع الاستثمارية، 2000). وينقسم المشروع المراد تمثيله بمخطط غانث إلى مجموعة من العمليات مرتبة على محور الأزمدة بدلالة المعايير الزمنية (شهريا، أسبوعيا، يوميا).

- **تعريف الأسلوب:** تعد طريقة المسار الحرج أقدم طريقة من طرائق التخطيط الشبكي، تمتاز باستخدامها وانتشارها الواسع، هذا ويختلف المخططون حول النظام الذي تستند إليه الطريقة في بناء الشبكة، فمنهم من يرى أن CPM تعتمد على نظام AOA ومنهم من يرى أن هذا الأسلوب يعتمد على AON. وطالما أنه لا يوجد فرق في أي من النظامين فإنه يمكن أن نحدد المسار الحرج بأي نوع من الأنظمة. يعرف المسار الحرج وفق نظام AOA بأنه عبارة عن مجموعة من حلقات الأحداث تبدأ بحدث البداية وتنتهي بحدث النهاية ويربط بينهما أسهم الأنشطة ويقصد بكلمة "الحرج" الوقت اللازم لإنهاء الأنشطة التي يربطها هذا المسار بحكم أن وقت انتهاء المشروع كله الذي لن ينتهي إلا بنهاية أنشطة ذلك المسار وهو بذلك يعبر عن أقصر وقت يمكن أن يتم فيه المشروع جميع أعماله.
- **الخطوات اللازمة لاستخدام أسلوب CPM:** تتمثل في (ماضي، الأساليب الكمية في مجال الإدارة، 1999):

- تحديد الأنشطة التي سوف تستخدم في المشروع وذلك عن طريق تحليل الأنشطة السابقة بإعطاء حرف (أو رقم) لكل نشاط.
- تحديد التتابع اللازم والذي يحكم العلاقة بين الأنشطة وذلك عن طريق تحديد الأنشطة السابقة مباشرة عن كل نشاط.
- توضيح هذه العلاقات بين الأنشطة في شكل شبكة لها بداية ونهاية.
- تحديد الوقت اللازم لإتمام كل نشاط، وهو رقم وحيد يعتمد على تقديرات الخبراء الفنيين، وهو ما يعرف بأفضل تقدير.
- رسم الشبكة.
- تحديد أقل وقت يلزم مشروع لينتهي، ويمكن عمل ذلك بأسلوبين:
 - تحديد مجموعة المسارات التي تبدأ من نقطة بداية المشروع، وتنتهي عند نهايته، ثم تحديد أطول مسار ليمثل أقل وقت لإتمام المشروع، ويعاب على هذا الأسلوب أنه لا يصلح إلا للشبكات البسيطة والمحدودة، وأن جميع قيم الأوقات لكل نشاط موجودة على المسار، ورغم أن هناك تناقض في العبارة فإتمام المشروع يرتبط بأطول مسار وأكبر وقت.
 - تحديد أوقات البدء والانتهاء بحساب كل من:
 - الزمن المبكر للبداية: وهي اللحظة التي يمكن للمسؤولين البدء فيها فوراً ودون تأخير.
 - الزمن المبكر للنهاية: أول وقت ممكن + الوقت اللازم لإتمام النشاط.
 - آخر وقت مسموح به (الزمن المتأخر للنهاية): وهو آخر لحظة مسموح بها للمسؤولين إتمام النشاط.
 - آخر وقت بدء مسموح به: وهو آخر وقت إتمام مسموح به - الوقت اللازم لإنجاز النشاط.
- تحديد المسار الحرج: حيث يفيد ذلك في

- تحديد الأنشطة الحرجة التي يجب أن تتم ملاحظة عملية التنفيذ فيها بعناية.
 - تحديد الأنشطة الحرجة التي يجب تقليل فترة إنجازها، إذا كانت هناك رغبة في تخفيض وقت إتمام المشروع بقدر معين من الوقت.
- وقد يتم تحديد المسار الحرج في الشبكات البسيطة عن طريق النظر، وهو أطول المسارات، أما بالنسبة للشبكات الأكثر تعقيدا يتم الاعتماد على أسلوب تحديد أوقات البدء والانتها. كما يمكن تحديد الفائض الإجمالي الذي هو عبارة عن أقصى قدر من الوقت يمكن أن يتأخر به إتمام النشاط دون أن يسبب تأخير في إتمام المشروع ككل، ويحسب بطريقتين: الفائض الإجمالي = الزمن المتأخر للبداية - الزمن المبكر للبداية (الموسمي، 2000)
- الفائض الإجمالي = الزمن المتأخر للنهاية - الزمن المبكر للنهاية (ماضي، الأساليب الكمية في مجال الإدارة، 1999)
- إذا كان الفائض الإجمالي $0 >$ معناه أن المشروع قد بدأ متأخر عن مواعده.
 - إذا كان الفائض الإجمالي $0 <$ معنى ذلك أنه يمكن تأخر النشاط إلى تلك القيمة دون أن يتأخر المشروع.
 - إذا كان الفائض الإجمالي $0 =$ معنى ذلك أنه ليس هناك مجال لتأخر النشاط.
- وإضافة إلى الفائض الإجمالي يمكننا تحديد الفائض الحر للنشاط الذي هو الوقت الذي يمكن للنشاط أن يتأخر دون أن يؤثر على البداية المبكرة للنشاط الذي يليه.
- الفائض الحر للنشاط = أقل وقت من بين كل أوقات البدء المبكرة لكافة الأنشطة (Min) - الوقت المبكر للنهاية.
- وكقاعدة عامة: إذا كان الوقت الإجمالي لأي نشاط يساوي الصفر ($0 =$) فإن الفائض الحر لهذا النشاط لابد أن يساوي الصفر ($0 =$).
- ج. 3. أوجه التشابه والاختلاف بين PERT و CPM: يتشابه كل من PERT و CPM في أن كل منهما يستخدم في ضبط وجدولة المشاريع، فيهدف إلى تقديم مدخل بياني لجدولة وتخطيط المشروع، وبالتالي تقدير الوقت المتوقع لالتهاء من المشروع ككل، يختص كل منهما بجدولة وتنفيذ المشروع تحقيقا للاستخدام الأمثل للموارد المتاحة، وتطبيقاتها على مجال تخطيط التدفقات النقدية وموازنة الموارد البشرية. (ماضي، الأساليب الكمية في مجال الإدارة، 1999). وكخلاصة عامة كل منهما يحاول الإجابة على الأسئلة التالية: (ماضي، الأساليب الكمية في مجال الإدارة، 1999): ما هو أقل وقت لإتمام المشروع ككل؟ ما هي الأنشطة التي تعد حرجة للمشروع؟ ما هو المسار الحرج وكيف يتم تحديده؟ ما هو أفضل جدول تشغيل (تواريخ البدء والانتها) للأنشطة اللازمة للمشروع؟ كيف يتم ضغط وقت إتمام المشروع وما هي التكلفة الإضافية المترتبة على ذلك؟
- لكن كل من أسلوبي PERT و CPM يختلفان في النقاط التالية:
- تستخدم CPM تقديرا واحدا للزمن، حيث يتم تقدير الزمن في ظروف التأكد، بينما يستخدم PERT ثلاثة تقديرات للزمن (المتشائم، المتفائل والأكثر احتمالا من أجل تقدير الزمن المتوقع لإنجاز كل نشاط في ظروف تتسم بعدم التأكد، مما يجعل PERT أكثر واقعية وملاءمة لواقع المشروعات.

- تستخدم CPM في إدارة المشروعات الخاصة بالإنشاء والتشييد والتي تعتمد على تكنولوجيا ثابتة وبالتالي لا تتعرض لدرجة كبيرة من التغير، بينما تستخدم PERT في مجالات البحث والتطوير وتلك الصناعات الحديثة التي تتميز منتجاتها بدرجة عالية من التغير.
- ومع الأهمية الكبيرة لكلا الأسلوبين إلا أنهما تعرضا لبعض الانتقادات وعليه ومن خلال ما يأتي يتم تقييم أسلوبي CPM وPERT.

ج.4. تقييم أسلوبي CPM وPERT: يمكن إجمال هذين الأسلوبين في النقاط التالية: (البكري، 1997)

- تساعد هذه الأساليب الإدارة في عملية التخطيط الشامل للمشروعات الضخمة، وذلك عن طريق تكوين صورة متكاملة وواضحة عن المشروع والأنشطة المتتابعة التي تكونه، ومنه التوصل إلى جدولة واقعية للأنشطة المختلفة وما تتطلبه من موارد.
- توفر أساس لتقييم الخطط والبدائل المختلفة من حيث الوقت والتكلفة على أساس دراسة تقديرات الوقت والنفقات مما يمكن الإدارة من متابعة التقدم في سواحل المشروع المختلفة بدقة.
- وبالرغم من هذه المزايا إلا أنه توجد عدة انتقادات لأسلوبي CPM وPERT والناجمة عن بعض مشاكل تطبيقهما في الحياة العملية مما يقلل من فعاليتهما في تحقيق أهداف المشروع، ومن جملة هذه الانتقادات ما يلي:
- ارتفاع تكلفة استخدام أسلوب شبكات الأعمال مما يقصر فائدة الاستخدام على التنظيمات الكبيرة، ويحد من استخدامه في التنظيمات الصغيرة التي لا تستطيع تحمل كل هذه النفقات.
- في حالة المشروعات الكبرى ذات الأنشطة المتعددة يصعب في التحليل العلمي حساب الوقت والتكلفة في جداول PERT والمسار الحرج يدويا ويتطلب الأمر استخدام حاسبات الكترونية والتي قد لا تتاح لهذه المشروعات في جميع الأوقات.
- أن هذا الأسلوب يقوم على عدة فرضيات والتي قد لا يتوقع توافرها في جميع الحالات مما يحد من إمكانية استخدامها،

عند استعراضنا لأسلوبي CPM وPERT اتضح أهمية كل منهما كأداة لمساعدة الإدارة في عمليات التخطيط والمتابعة والتنسيق بين أوجه النشاط، وبالرغم من الاعتراضات الخاصة بمشاكل التطبيق فإنه مع البحث المستمر يتم التقليل من هذه الصعوبات حيث يمكن للإدارة الاستفادة بالقدر الأكبر من مزايا أسلوب شبكات الأعمال في التباين الإداري.

إذن فكيف تتأقلم الإدارة مع هذه الأساليب وفرضياتها التي تؤثر على مدى سير المشروع والتخطيط له، وسيوضح ذلك أكثر بعد دراسة هذه الأساليب على أرض الواقع وتحديدًا في مجال البناء والمتمثل في إنجاز السور الخارجي لمقر الحرس البلدي ببلدية الواتة ولاية بشار.

3. دراسة حالة "بناء السور الخارجي" لفائدة الحرس البلدي لبلدية الواتة -ولاية بشار-

تستخدم جدولة المشاريع من قبل الإداريين لضمان إنجاز المشروع في الوقت المحدد لإيجاد مؤشرات منهية للحالات غير الاعتيادية حين ظهورها ومنه إعادة تخطيط المشروع وفقا لذلك بمساعدة طريقة PERT.

أما بالنسبة لاستعمال الحاسب في إدارة المشروع فإنه يوجد في هذه الأيام العديد من البرامج التي تجعل إدارة المشروع أكثر بساطة ودقة مقارنة إذا ما أديرت يدويا، ومن أهم هذه البرامج برنامج المايكرو سوفت والذي تم استعماله في إدارة المشروع المراد دراسته من أجل إلقاء الضوء على هذا المجال، فكل ما سبق تقديمه في الجانب النظري سنقوم بتطبيقه على أرض الواقع من خلال دراسة الحالة.

3-1 ماهية المشروع المراد دراسته: من خلال ما يأتي سيتم تعريف المشروع بالإضافة إلى نطاقه ومراحل سيره.

أ. تعريف المشروع: هو عبارة عن بناء مقر للحرس البلدي وهو مشروع خدمي استفادت منه بلدية الواتة الواقعة بالولاية المنتدبة لني عباس على بعد 280 كلم عن مقر ولاية بشار، وموضوع الدراسة يقتصر على مرحلة التخطيط التقديري لمدة المشروع ولحصر الدراسة تم التركيز على دراسة إنجاز السور الخارجي لهذا المقر والمتكون من سور ومدخلين وتم التركيز على عامل الوقت دون التكاليف.

ب. نطاق المشروع: يشمل هذا المشروع إنجاز ما يلي: تهيئة مكان المشروع، بناء السور الخارجي، بناء جناح خاص بالإدارة، بناء جناح خاص بالإقامة، بناء مرآب السيارات المستعملة على السطح، الإنارة الداخلية والخارجية.

ج. مراحل سير المشروع:

ج. 1 تقدير المشروع: بعد قيام مكتب الدراسات بزيارة ميدانية وتحديد الجانب التقني يقوم مهندسو المكتب كل حسب مهامه بدراسة كل جوانب المشروع وتحديد الأنشطة الخاصة بكل مهندس ومن ثم يتم تحضير بطاقة تقويم المشروع والتي تضم: قائمة الأنشطة؛ عدد المخططات لكل نشاط؛ عدد أيام العمل لكل نشاط.

ج. 2 مرحلة الإنجاز: يقوم مكتب الدراسات بتقدير المدة حسب المعطيات الأولية، وتقدر حسب:

- عدد ساعات العمل في اليوم.

- عدد أيام العمل في الأسبوع (5 خمسة أيام).

إذا عدد ساعات العمل في الأسبوع هي 40 ساعة حسب القانون التالي:

عدد ساعات العمل اليومية (08) x عدد أيام العمل في الأسبوع (05) = عدد ساعات العمل في الأسبوع (40) ويتم حساب مدة النشاط حسب القانون التالي: (نصر، 2002)

$$OD = (H/h \times 40) + \Delta$$

OD : المدة المقدرة للنشاط بالأسابيع، H/h : ساعات العمل الإجمالية للنشاط.

Δ : المدة المضافة من طرف مهندس التخطيط لكل نشاط حسب أهمية هذا الأخير.

وتقدير المدة يتطلب خبرة من طرف مهندس التخطيط لإدخال التعديلات على مدة كل نشاط.

ج. 3 مرحلة الدراسة: بعد الإنهاء من التحضير وإعداد بطاقة التقويم الخاصة بكل مشروع تم التوقع بإنهاء المشروع

ككل في 12 شهر، أما السور الخارجي فتم تقدير مدة إنجازه بـ 03 أشهر. كما قام مكتب الدراسات والمهندسة بدراسة مفصلة للمشروع، واستلم هذا الأخير دفتر الأعمال ورخصة البدء في الانجاز، ثم عين مهندس لمراقبة أشغال

المشروع، ويبين الجدول التالي الكشف الكمي والتقديري للمشروع محل الدراسة.

الجدول (01): "عرض كمي وتقدير للمشروع"

N°	Designation des ouvrages	U	Quantité	P/ Unitaire	Montant
	V- Mur de clôture				
	Poste N° 02 TERRASSEMENT				
201	Fouille en puis en terrain toutes natures prof,	M ³	51,840	1 900,000	98 496,00
202	0,00 à 1, 20m	M ³	7,020	1 900,000	13 338,00
203	Fouille en rigoles en terrain toutes natures	M ³	37,745	250,000	9 436,25
204	profs, 0,00 à 1,20 m	M ³	21,115	450,000	9 501,75
	Remblais des fouilles compactées			S/ Total	130 772,00
	Excédent des déblais transport à la décharge	M ³			
401	publique	M ³	11,340	4 600,00	52 164,00
402			7,237	5 000,00	36 185,00
403	Poste N° 04 INFRASTRUCTURE	M ³			
	Béton de Propreté dosé à 150 Kgs/M ³	M ³			
	Gros béton de rattrapage de niveau dosé à	M ³	6,960	14 000,00	97 440,00
	250Kgs/M ³		2,815	14 000,00	39 410,00
	Béton armé en fondation y compris coffrage et		11,700	14 000,00	163 800,00
	ferrailage dosé à 350 Kgs/M ³ pour :			S/ Total	388 999,00
	a) Semelle isolées	M ³			
	b) Amorces poteaux	M ³		14 500,00	142 723,50
501	c) Longrines		9,84	14 000,00	109 200,00
			7,80		
				S/ Total	251 923,00
	Poste N° 05 SUPERSTRUCTURE	M ²			
	B,A en élévation dosé à 350 Kgs y compris				
	coffrage et ferrailage pour :	M ²	477,67	1 000,00	477 670,00
901	a) Poteaux			300,00	276 120,00
	b) Chainage	M ²	920,40		
902			171,60	400,00	68 640,00
	Poste N° 09 MACONNERIE – ENDUIT-DIVERS	U			
	a) Maçonnerie	U	1,00	35 000,00	35 000,00
	Maçonnerie simple parois ép. = 0,20		1,00	22 000,00	22 000,00
	b) Enduit				
1301	Enduit en ciment sur murs :			S/ Total	57 000,00
1302	1. Lisse				
	2. Tyrolien	M ²			
		M ²	092,00		
	Poste N° 13 MENUISERIE METALLIQUE		32,90	180,00	169 560,00
	F/P portail métallique DHC 3,50 × 3,50			250,00	8 225,00
	F/P Portail métallique DHC 1,04 × 3,50				
	Poste N° 16 PEINTURE VITRERIE				
	Peinture vinylique sur murs				
	Peinture vinylique sur métal				
				S/ Total	204 785,00
				Total V	1 855 909,50

المصدر: من إعداد الباحثان

2-3 استخدام طريقة PERT في جدولة المشروع محل الدراسة:

أ. مرحلة التخطيط والتقدير حسب طريقة PERT

أ. 1 تقدير أزمانه النشاطات للمشروع: أي نحدد الوقت المتفائل والمتشائم والوقت الأكثر احتمالا حسب الجدول التالي:

الجدول 02: "جدول تقديم أنشطة المشروع"

Codification des Tache	Designation des Taches	Taches Par Ordre	Durée Optimiste	Durée Moyenne	Durée Pessimiste
A	Implantation et trace	,	3J (Jour)	5J	8J
B	Fouilles en puis en terrain toutes natures prof 0,000 à 1,20 m.	A	3J	10J	15J
C	Coffrage et ferraillage dose à 350 Kg/m ³	,	10J	18J	21J
D	Béton de propreté dose à 150 Kg/m ³ Béton armé en fondation y compris	B,C	1J	2J	4J
E	Semelle isolées	D	8J	10J	15J
F	Amorces poteaux	E	8J	10J	15J
G	Remblais des fouilles compactés	F	1J	2J	4J
H	Fouilles en rigoles en Terrain tout natures prof 0,000 à 2,00 m.	G	1J	2J	4J
I	Longrines	H	8J	10J	15J
J	Gros béton de rattrapage de niveau dosé à 250Kgs/M ³	H	3J	5J	7J
K	Maçonnerie simple parois ép. = 0,20	I,J	30J	38J	45J
L	Poteaux	K	4J	5J	8J
M	Chainage	L	3J	4J	6J
N	Enduit en ciment sur murs	M	21J	25J	35J
O	F/P portail métallique DHC 3,50 × 3,50	M	3J	5J	8J
P	F/P Portail métallique DHC 1,04 × 3,50	M	1J	2J	3J
Q	Peinture vinylique sur murs	N,O,P	7J	10J	12J
R	Peinture vinylique sur métal	N,O,P	1J	2J	3J
S	Excédent Des déblais transport à la décharge publique	Q,R	1J	2J	3J

المصدر: من إعداد الباحثان

أ. 2 تقدير متوسط زمن أداء النشاط: باستعمال المعادلة التالية:

$$\text{زمن أداء النشاط} = \frac{(\text{الوقت المتفائل} + 4 \times \text{الزمن الأكثر احتمالا} + \text{الزمن المتشائم})}{6}$$

نتحصل على الجدول رقم (03)

الجدول 03: جدول تقدير متوسط زمن أداء أنشطة المشروع

Tranches	Designation des Taches	Taches Par Ordre	Durée Optimiste	Durée Moyenne	Durée Pessimiste	Durée Réelle
A	Implantation et tracé	,	3J (Jour)	5J	8J	5,1666667
B	Fouilles en puis en terrain toutes natures prof 0,000 à 1,20 m.	A	3J	10J	15J	9,6666667
C	Coffrage et ferrailage dose à 350 Kg/m ³	,	10J	18J	21J	17,1666667
D	Béton de propreté dose à 150 Kg/m ³ Béton armé en fondation y compris	B,C	1J	2J	4J	2,1666667
E	Semelle isolées	D	8J	10J	15J	10,5
F	Amorces poteaux	E	8J	10J	15J	10,5
G	Remblais des fouilles compactés	F	1J	2J	4J	2,1666667
H	Fouilles en rigoles en Terrain tout natures prof 0,000 à 2,00 m.	G	1J	2J	4J	2,1666667
I	Longrines	H	8J	10J	15J	10,5
J	Gros béton de rattrapage de niveau dosé à 250Kgs/M ³	H	3J	5J	7J	5
K	Maçonnerie simple parois ép. = 0,20	I,J	30J	38J	45J	37,833333
L	Poteaux	K	4J	5J	8J	5,3333333
M	Chainage	L	3J	4J	6J	4,1666667
N	Enduit en ciment sur murs	M	21J	25J	35J	26
O	F/P portail métallique DHC 3,50 × 3,50	M	3J	5J	8J	5,1666667
P	F/P Portail métallique DHC 1,04 × 3,50	M	1J	2J	3J	2
Q	Peinture vinylique sur murs	N,O,P	7J	10J	12J	9,8333333
R	Peinture vinylique sur métal	N,O,P	1J	2J	3J	2
S	Excédent Des déblais transport à la décharge publique	Q,R	1J	2J	3J	2

المصدر: من إعداد الباحثان

ب. استعمال برامج الحاسوب في جدولة المشروع (STROM – MS PROJET)

ب. 1 تحديد الأنشطة الحرجة: بعد إعداد الجدول رقم (03) وباستخدام الحاسب الآلي الذي يمكن من إدخال البيانات السابقة وفي ظل برنامج متعلق بالأساليب الكمية (STROM) هذا البرنامج يمكن من الحصول على العديد من المعلومات الهامة والتي تساعد المسير على تحليل وتقييم أنشطة المشروع، ونتائج ذلك كالآتي:

ACTIVITIES SORTED BY SLACK AND EARLIEST START

Activity	Mean Time		Earliest		Latest	
Name	Symbol	Std Dev	Start	Fin	Start	Fin
ACT 3	C	17,1667 1,8333	0,0000 17,1667	0,0000 17,1667	0,0000C (Critique)	
ACT 4	D	2,1667 0,5000	17,1667 19,3333	17,1667 19,3333	0,0000C	
ACT 5	E	10,5000 1,1667	19,3333 29,8333	19,3333 29,8333	0,0000C	
ACT 6	F	10,5000 1,1667	29,8333 40,3333	29,8333 40,3333	0,0000C	
ACT 7	G	2,1667 0,5000	40,3333 42,5000	40,3333 42,5000	0,0000C	
ACT 8	H	2,1667 0,5000	42,5000 44,6667	42,5000 44,6667	0,0000C	
ACT 9	I	10,5000 1,1667	44,6667 55,1667	44,6667 55,1667	0,0000C	
ACT 11	K	37,8333 2,5000	55,1667 93,0000	55,1667 93,0000	0,0000C	
ACT 12	L	5,3333 0,6667	93,0000 98,3333	93,0000 98,3333	0,0000C	
ACT 13	M	4,1667 0,5000	98,3333 102,5000	98,3333 102,5000	0,0000C	
ACT 14	N	26,0000 2,3333	102,5000 128,5000	102,5000 128,5000	0,0000C	
ACT 17	Q	9,8333 0,8333	128,5000 138,3333	128,5000 138,3333	0,0000C	
ACT 19	S	2,0000 0,3333	138,3333 140,3333	138,3333 140,3333	0,0000C	
ACT 1	A	5,1667 0,8333	0,0000 5,1667	0,0000 5,1667	2,3333	
ACT 2	B	9,6667 2,0000	5,1667 14,8333	5,1667 14,8333	2,3333	
ACT 10	J	5,0000 0,6667	44,6667 49,6667	44,6667 49,6667	5,5000	
ACT 18	R	2,0000 0,3333	128,5000 130,5000	128,5000 130,5000	7,8333	
ACT 15	O	5,1667 0,8333	102,5000 107,6667	102,5000 107,6667	20,8333	
ACT 16	P	2,0000 0,3333	102,5000 104,5000	102,5000 104,5000	24,0000	

The computations were based on 19 activities

Expected project completion time = 140,3333

Activity stddev = (pessimistic – optimistic)/6,0

Stddev of project completion time = 4,6248

من النتائج الموضحة سابقا وحسب البرنامج فإن الأنشطة التي تحتوي على C هي أنشطة حرجة. ولقد قام البرنامج بتقدير فترة السماح لكل نشاط من خلال المعطيات التي قدمناها له، وذلك كما يلي:

فترة السماح = زمن بداية متأخر – زمن بداية مبكر.

النشاط B: $2.3333 = 5.1667 - 7.5000$ فائض يومان: وهذا يعني أن النشاط B غير حرج.

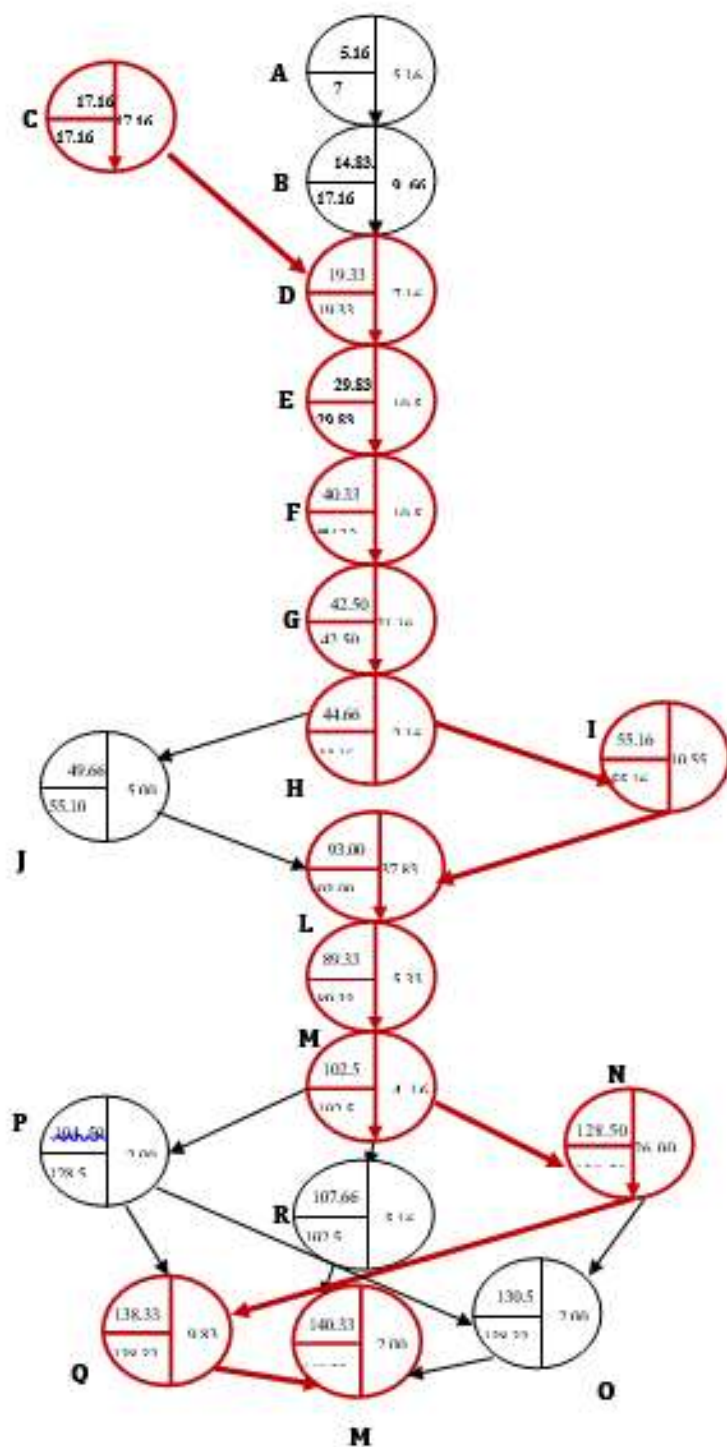
النشاط A: $2.3333 = 0.0000 - 2.3333$ فائض يومان: وهذا يعني أن النشاط A غير حرج.

النشاط J: $5.5000 = 44.6667 - 50.1667$ فائض خمسة أيام: وهذا يعني أن النشاط J غير حرج.

النشاط R: 7.8333 = 128.500 - 136.3333	فائض سبعة أيام: وهذا يعني أن النشاط R غير حرج.
النشاط O: 20.8333 = 102.5000 - 123.3333	فائض عشرون يوما: وهذا يعني أن النشاط O غير حرج.
النشاط P: 24.0000 = 102.500 - 126.5000	فائض أربعة وعشرون يوما: وهذا يعني أن النشاط P غير حرج.
إذا الأنشطة A-B-J-R-O-P فهي أنشطة غير حرجة أي أن تأخير مدة إنجازها لا يؤثر على مدة المشروع.	
النشاط C: 0.0000 = 17.1667 - 17.1667	فائض 0 (صفر) يوم: وهذا يعني أن النشاط C حرج.
النشاط D: 0.0000 = 19.3333 - 19.3333	فائض 0 (صفر) يوم: وهذا يعني أن النشاط D حرج.
النشاط E: 0.0000 = 29.8333 - 29.8333	فائض 0 (صفر) يوم: وهذا يعني أن النشاط E حرج.
النشاط F: 0.0000 = 40.3333 - 40.3333	فائض 0 (صفر) يوم: وهذا يعني أن النشاط F حرج.
النشاط G: 0.0000 = 42.5000 - 42.5000	فائض 0 (صفر) يوم: وهذا يعني أن النشاط G حرج.
النشاط H: 0.000 = 44.667 - 44.6667	فائض 0 (صفر) يوم: وهذا يعني أن النشاط H حرج.
النشاط I: 0.0000 = 55.167 - 55.1667	فائض 0 (صفر) يوم: وهذا يعني أن النشاط I حرج.
النشاط K: 0.0000 = 93.0000 - 93.0000	فائض 0 (صفر) يوم: وهذا يعني أن النشاط K حرج.
النشاط L: 0.0000 = 98.3333 - 98.3333	فائض 0 (صفر) يوم: وهذا يعني أن النشاط L حرج.
النشاط M: 0.000 = 102.500 - 102.500	فائض 0 (صفر) يوم: وهذا يعني أن النشاط M حرج.
النشاط N: 0.0000 = 128.5000 - 128.5000	فائض 0 (صفر) يوم: وهذا يعني أن النشاط N حرج.
النشاط Q: 0.0000 = 138.3333 - 138.3333	فائض 0 (صفر) يوم: وهذا يعني أن النشاط Q حرج.
النشاط S: 0.0000 = 140.3333 - 140.3333	فائض 0 (صفر) يوم: وهذا يعني أن النشاط S حرج.
إذا بالنسبة للأنشطة هي C-D-E-F-G-H-I-K-L-M-N-O-Q أنشطة حرجة أي أن أي تأخير في مدة إنجازها يؤثر مباشرة على مدة المشروع.	

ب. 2 رسم الشبكة: يتم رسم الشبكة حسب المعلومات السابقة وتحديد الأنشطة الحرجة وغير الحرجة كما هو موضح في الشكل الموالي:

الشكل رقم (05): شبكة PERT الخاصة بالمشروع محل الدراسة



المصدر: من إعداد الباحثان

ومن خلال ما سبق نستخلص ما يلي:

- بالنسبة للمكلفين بإنجاز المشروع قد قاموا بتقدير مدة إنجاز المشروع بـ 03 أشهر حسب الخبرة، ومع غياب الأسلوب الخاص بالجدولة والتخطيط فإن الأشغال لم تنفذ في هذه المدة، لأن المعلومات المقدمة من طرف مكتب المتابعة تؤكد أن المشروع قد تم إنجازها في ضعف المدة المحددة له.
- لكن مع استعمال طريقة PERT فإنه يمكن بسهولة معرفة الأنشطة الحرجة التي يؤدي تأخيرها إلى تأخير مدة إنجاز المشروع، والأنشطة التي يمكن إنجازها مع البعض لربح الوقت مما يمكن من الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة للمشروع.
- يمكن لبرنامج الكمبيوتر أن يساعد في الإجابة على كثير من الأسئلة المتعلقة بوضع البرامج والموارد والتكاليف مثل:
- كم طول الفترة التي سيستغرقها تنفيذ المشروع؟ إذا تخلفت إحدى المهام فما هو التأثير أو الأثر السلبي الذي سيسببه للمشروع؟ ما هي المناطق الحرجة الواجب توافيقها مع البرنامج؟ كم تكلف موارد المشروع؟

الخلاصة:

- يتضح من خلال هذا العرض أن أسلوب PERT و CPM من الأساليب المهمة في إدارة المشاريع فهي تحدد الأنشطة الحرجة التي تحتاج إلى تركيز من جانب إدارة العمليات الإنتاجية من حيث التخطيط والجدولة، فهي تساعد الإدارة على الاهتمام بنقاط الاختناق في المشروعات ومن تفادي هذا الاختناق في المشروعات قبل وقوعه.
- من خلال دراسة الجانب النظري والتطبيقي للدراسة نستخلص جملة من النتائج تتمثل في:
- عنصر الوقت من العناصر المهمة في إنجاز المشروع، والتأخير غير محمود وغير مرغوب فيه من كل الجهات سواء كانت الجهة المنفذة للمشروع أو المستفيدة منه، كل حسب حاجته للمشروع.
 - استعمال أساليب البرمجة والتخطيط يمكن من معرفة الأنشطة الحرجة التي تؤدي إلى تأخير مدة إنجاز المشروع، والأنشطة التي يمكننا إنجازها مع بعضها البعض لربح الوقت مما يمكن من الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة للمشروع.
 - تؤكد الدراسة أيضا على أهمية استعمال أساليب الجدولة في إدارة المشاريع، لكن دون الاستغناء عن الحاسوب، أو بالأحرى على البرامج الخاصة بذلك، لأن أي مدير يستطيع أن يستخدم أفكار إدارة المشروع الموجودة في البرمجيات لأداء عمله.
 - إن دراستنا للجانب التطبيقي ما هي إلا تأكيد للجانب النظري من خلال جدولة وتخطيط بناء السور الخارجي لمقر الحرس البلدي ببلدية الواتة ولاية بشار.
 - سمحت الدراسة بإنشاء شبكة الأعمال للمشروع عن طريق تحليله إلى أنشطة وأحداث ثم تتابع هذه الأنشطة والأحداث.

- تخطيط المشروع كان بتحديد الأنشطة والأحداث الحرجة والمسار الحرج وحساب الفائض من كل نشاط وتقدير احتمال انتهاء المشروع عند نقطة زمنية معينة.

قائمة المراجع

- البكري محمد صونيا، استخدام الأساليب الكمية في الإدارة، الدار الجامعية، الإسكندرية، 1997.
- الصيدي فتحي، تنظيم المشروعات وإدارتها، منشورات جامعة دمشق، الأردن، 1998.
- الفضل مؤيد، تقييم وإدارة المشروعات الكبيرة والمتوسطة، مؤسسة الوراق الأردن، 2009.
- الفضل مؤيد، محمود العبيدي، إدارة المشاريع - منهج كمي-، الوراق، الأردن، 2005.
- الفضل مؤيد حسين، بحوث العمليات -أساليب كمية-، إثراء، الأردن، 2008.
- القاضي زياد عبد الكريم، مقدمة في بحوث العمليات، الطبعة الأولى، دار المسيرة، الأردن، 1998.
- المنصور كاسر نصر. تعجيل زمن إنهاء المشروع باستخدام المرونة في زمن إنهاء النشاط في ظل أسلوب PERT. مجلة العلوم الاقتصادية والتجارية بجامعة بغداد، 2002.
- الموسمي عبد المنعم زمير، اتخاذ القرارات الإدارية - مدخل كمي-، دار اليازوري العلمية، الأردن، 2000.
- الموسوي عبد المنعم زمير، بحوث العمليات مدخل العمليات لاتخاذ القرارات، دار وائل، الأردن، 2009.
- (بدون مؤلف)، دور بحوث العمليات في التخطيط وتسيير المشاريع الاستثمارية. مستغاث: كلية العلوم الاقتصادية، جامعة مستغاث.
- جليل صويص غالب، جليل صويص راتب، عباسي غالب يوسف، أساسيات إدارة المشاريع، الطبعة الأولى. إثراء، الأردن، 2010.
- حمدان فتحي خليل، مرعي رشيق رفيق، مقدمة في بحوث العمليات، دار وائل، الأردن، 1996..
- عساف عبد المعطي محمد، إدارة المشروعات العامة - دراسة تحليلية- الجزء الثاني، المكتبة الأكاديمية، الإسكندرية.
- ماضي محمد توفيق، الأساليب الكمية في مجال الإدارة، الدار الجامعية، الإسكندرية، 1999.
- ماضي محمد توفيق، إدارة وجدولة المشاريع، الدار الجامعية، الإسكندرية، 2000.
- مشرقي حسن علي، نظرية القرارات الادارية - مدخل كمي في الإدارة-. دار المسيرة، الأردن، 1998.
- ناجي قاسم، مدخل نظري وتطبيقي في أسس إعداد دراسات الجدوى وتقييم المشروعات، دار المناهج الأردن، 2000.
- Nahmias Steven (2006), Gestion de Projet, Production and Operations Analysis. Irwin, USA.