

ملخص البحث

يعتبر المشروع كمجموعة أنشطة مرتبطة ببعضها البعض وفق تسلسل زمني يشكل سلسلة أنشطة، لأجل تنفيذ هذه الأنشطة بأقل تكلفة وبأقل تأخير ممكن وبدون حدوث تداخل بينها وجدت شبكات الأعمال منها أسلوب تقييم ومراجعة البرنامج (PERT) وطريقة الفترة الحرجة (CPM) والتي تعتبر من أفضل الطرق المستخدمة في التخطيط والسيطرة على مختلف المشروعات الضخمة في القطاع العمومي أو الخاص
الكلمات المفتاح : إدارة المشاريع، أسلوب التحليل الشبكي، المتابعة والمراقبة

Research Summary

The project is considered a set of connected activities with each other according to a chronological sequence shaping a series of actions, for executing these activities with lower cost and shorter delay possible and without having interference between them, business networks were found; amongst the Program Evaluation Review Technique (PERT) and Critical Path Method (CPM) which are considered the best means utilised in planification and control over various huge projects in public or private sector.

Keywords : Project management, network analysis method, pursuance and control.



أهمية أسلوب PERT و CPM في متابعة ومراقبة إنجاز المشاريع دراسة حالة مشروع إنجاز مستشفى 240 سرير "عين الدفلى-الجزائر في 2017"

The Importance of PERT and CPM Methods in Pursuance and Control of Projects Realization Case Study of 240's Hospital Project Realization "Ain defla-Algeria in 2017"

د. دراجي عيسى

المركز الجامعي بتيسمسيلت

aderradji2012@gmail.com

د. توبين علي

toubineali08@gmail.com

د. خليفة منية

جامعة خميس مليانة

mouniakh520@gmail.com

I - تمهيد :

من الملاحظ أن معظم الشركات في الجزائر تتأخر في إنجاز وتنفيذ المشاريع الموكلة بإنجازها وهذا لإفتقارها إلى أسلوب علمي لتخطيط ورعاية وجدولة المشاريع، ومن هنا ظهرت فكرة البحث لإبراز أهمية استخدام أسلوب PERT و CPM على مشروع إنجاز مستشفى 240 سرير بعين الدفلى بغية تقليل وقت إنجاز المشروع من خلال التحكم في مختلف أنشطة المشروع.

هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى تبيان أهمية استخدام أسلوب PERT و CPM لإدارة المشاريع من خلال تبيان الأنشطة المختلفة للمشروع بشكل يؤدي إلى إمكانية تقليل وقت إنجاز المشروع ومن ثم تكلفة المشروع.

حدود البحث:

المكانية: تمثلت الدراسة في تطبيق أسلوب PERT و CPM على مشروع إنجاز مستشفى 240 سرير بعين الدفلى.
الزمانية: تمثلت الفترة الزمنية للبحث في سنة 2017.

الجانب النظري:

أولاً. مفهوم شبكات الأعمال

شبكات العمل من أساليب التخطيط والرقابة التي تعتبر أكثر تطوراً. ويطلق عليها هذا الاسم لكونها ترسم وتصمم في صيغة شبكة. لذلك فهي تعرف بأنها عبارة عن مخططات شبكية قائمة على أساس الأسهم أو الخطوط ونقاط التقاطع التي تعرف بالأحداث (Events).

تستخدم هذه المخططات في مختلف المجالات في الواقع العملي سواء كانت إنتاجية أو خدمية وغير ذلك، وعلى وجه التحديد الكبيرة والمعقدة منها التي تتصف بمرحلة التنفيذ وتتطلب وضع خرائط ودراسات تمهيدية لشرح كيفية تطور المشروع من حيث تسلسل الأعمال المطلوب تنفيذها بما يتناسب مع المراحل الزمنية أو السقف الزمني اللازم للإنجاز.¹ يمكن التعبير عن شبكات العمل من خلال صيغ وأساليب ونماذج مختلفة يمكن توضيحها على النحو التالي:²

1 - نماذج أقصر الطرق "ShortestPathMethod":

تستخدم هذه النماذج عندما يكون المطلوب هو تحديد أقصر طريق بين نقطتين أو أقصر طريق بين نقطة معينة وجميع النقاط الأخرى في شبكة الأعمال وأقصر طريق بين كل نقطتين في شبكة الأعمال.

2 - نماذج أقصى تدفق "Maximum-FlowModels":

إن هذا النوع مشابه لما هو وارد في الفقرة أعلاه إلا أنها تستخدم في تحديد أقصى تدفق من الأرباح أو الموارد المالية التي يمكن تحقيقها من خلال شبكة الأعمال.

3 - نماذج شبكة الأعمال (الأنشطة) "ActivityNetWorkModels":

إن هذه النماذج تهدف إلى تحديد الأنشطة المتتابعة والمتوازية للمشاريع المختلفة وكذلك تحديد الوقت لكل نشاط والتعرف على المسارات الحرجة في شبكة أعمال المشروع.

ثانياً. قواعد رسم شبكات الأعمال:

إن رسم شبكات الأعمال يخضع لقواعد وأسس تتمثل فيما يلي:

1 - أي مشروع يمكن أن يخضع لتطبيق أسلوب شبكات العمل إذا توفرت فيه الشروط التالية:³

- إمكانية تقسيم المشروع إلى وحدات وأجزاء أو مجاميع من الأنشطة مستقلة أو مرتبطة مع بعضها البعض بشكل منطقي؛
- لكل مشروع بداية ونهاية ويقع بينهما مجموعة من الأنشطة والفعاليات المتشابكة أو المتداخلة والمرتبطة مع بعضها بشكل متسلسل ومنطقي؛

- الجزء الأساسي للمشروع هو النشاط الذي يعبر عن جهد مبذول أو إنجاز معين ذات طابع إنتاجي أو خدمي؛

2- يتم التعبير عن أجزاء ووحدات المشروع أو مكوناته من خلال أشكال هندسية معينة هي:

- الأحداث؛
 - الأنشطة والفعاليات: ويعبر عن هذه الأنشطة على شبكات الأعمال بالرموز الآتية:⁴
 - ✓ يمثل النشاط سهم (→) له بداية ونهاية ويستهلك وقت وله كلفة⁵؛
 - ✓ تمثل الدائرة (○) لحدث أي نقطة البداية أو النهاية لنشاط معين؛
 - ✓ السهم المتقطع (---) هو نشاط وهمي لا يستغرق وقتا ولا تكلفة
- ويتم وضعه على الشبكة بغرض تسهيل رسم الشبكة والبعد بها عن التعقيد أو التكرار⁶. كما يستخدم عندما تؤثر علاقة النشاطين المتوازية أو التشابكية في بدء أو نهاية أنشطة أخرى، كما يوضحه المثال التالي:
- عندما ينتهي النشاطان A و B ينتهيان في الوقت نفسه فترتبط بينهما علاقة تشابكية، وعندها يكون البدء بالنشاط D والذي يرتبط بالنشاطين A و B. والبدء بالنشاط C والذي يرتبط بالنشاط A، في هذه الحالة نلجأ إلى استخدام النشاط الوهمي للمحافظة على منطق الشبكة. (الشكل رقم 01)

ثالثا. أساليب شبكة الأعمال (الأنشطة):

تعتمد أساليب التحليل الشبكي؛ خاصة أسلوب المسار الحرج (CPM) وأسلوب تقييم ومراجعة البرنامج (PERT) في بناء المخطط الشبكي الذي يستعرض حزم العمل والفعاليات وفق التسلسل المنطقي للأعمال التي يتم تطويرها من أجل بناء طريقة الحل وتبيان القيود المحددة الداخلية والخارجية.⁷

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

تعتمد طريقة المسار الحرج على تحديد أطول المسارات، إذ يعرف المسار الحرج (CPM) بأنه طريقة من طرق التخطيط، تعتمد على التحليل الشبكي وتستخدم في تخطيط المشاريع المعقدة تخطيطا اقتصاديا وتبين بصورة بيانية العلاقات المترابطة بين جميع أوجه النشاط في المشروع، كما يمكن تعريفه بأنه المسار الذي يضم مجموعة من الأنشطة ويستغرق زمنا أكثر من كافة المسارات في الشبكة⁸، ويمكن تلخيص خطوات المسار الحرج فيما يلي:⁹

- تحديد أنشطة المشروع المراد تخطيطه؛
 - يستغرق كل نشاط وقتا محددا (أيام، أسابيع... الخ) ووفقا لأسلوب المسار الحرج يوجد وقت واحد لكل نشاط؛
 - ترتيب الأنشطة ترتيبا منطقيا وفقا لطريقة التنفيذ من حيث النشاط السابق والنشاط اللاحق؛
 - تحليل شبكة الأعمال وإيجاد المسار الحرج حيث يمثل وقت المسار الحرج زمن إنجاز المشروع ككل.
- ومما تجدر الإشارة إليه أن طريقة المسار الحرج تتكون من الأوقات الآتية:¹⁰
- وقت البداية المبكر: يكون هذا الوقت بالنسبة للأنشطة الأولى صفرا أما بالنسبة للأنشطة الأخرى فإنه يساوي وقت البداية المبكر للنشاط + الوقت الذي يستغرقه النشاط السابق؛

- وقت الإنهاء المبكر: ويساوي الوقت المبكر لبداية النشاط + الوقت الذي يستغرقه ذلك النشاط؛
- وقت البداية المتأخر: يبدأ بتحديد الأنشطة اللاحقة لكل نشاط في الشبكة وبعدها يتم حساب وقت البداية المتأخر ويساوي وقت الإنهاء المبكر للمشروع بالكامل - الوقت الذي يستغرقه ذلك النشاط؛
- وقت الإنهاء المتأخر: هو عبارة عن وقت البداية المتأخر لكل نشاط + وقت ذلك النشاط؛
- الوقت الفائض: ويتمثل في الفرق بين الوقت المبكر والمتأخر أما بالنسبة للأنشطة التي لا يوجد لديها وقت فائض أي أن الفرق بين الأوقات المبكرة والمتأخرة يساوي صفراً فإنها تعد أنشطة حرجية.
- وقت الفائض الحر: يشير إلى مقدار الوقت الذي يمكن أن يتأخره نشاط معين عن وقت نهايته المبكرة ودون أن يتسبب ذلك في تأخير البداية المبكرة في نشاط لاحق؛

● طرق إيجاد المسار الحرج: وهناك العديد من الطرق منها:¹¹

- تحديد المسار الحرج مباشرة بإيجاد أطول مسار عليها؛
- تحديد المسار الحرج باستخدام فكرة الوقت الفائض؛
- استخدام طريقة الجدول وذلك في حالة وجود عدد كبير من الأنشطة في المشروع؛

2- أسلوب تقييم ومراجعة البرنامج (أ.ت.م.ب): Program Evaluation and Review Technique (PERT)

يعرف أسلوب (PERT) بأنه أسلوب بياني ورياضي يتعلق بتخطيط وجدولة الفعاليات الإنتاجية وأحكام الرقابة على سير الأعمال في المشاريع، وتحليل وتنسيق جميع الفعاليات وتحديد التسلسل الزمني والمنطقي لإنجاز الأنشطة المختلفة:¹²

تعد هذه الطريقة إحدى الطرائق التي تعتمد على المسار الحرج ولكن الفرق هو أن أسلوب PERT يركز على الأوقات وليس على الأنشطة كما هو الحال في أسلوب المسار الحرج، كما أن أسلوب (PERT) يعتمد ثلاث أوقات للوصول إلى الوقت الكلي لإنجاز المشروع وهذه الأوقات هي:

- الوقت المتفائل: وهو أقل قيم الوقت ويقدر هذا الوقت في الظروف الجيدة والمناسبة لإنهاء المشروع؛
- الوقت الأكثر احتمالاً: وهو القيمة المحتملة حدوثها في ظروف العمل الاعتيادية؛
- الوقت المتشائم: وهو أطول قيمة في الأوقات الثلاثة ويقدر على أساس أسوأ ظروف في العمل.

يفيد أسلوب PERT في حالة وجود مشروع جديد لم يتم تنفيذ أنشطته من قبل وليس هناك معلومات وبيانات دقيقة عن طبيعة الأنشطة وفي مثل هذه الحالة يكون من الصعب تحديد وقت واحد لكل نشاط لذلك يلجأ الخبراء لتقدير أوقات لكل نشاط، وهذه الأوقات ليست مؤكدة، لذلك يقال أن أسلوب PERT هو نموذج احتمالي Probabilistic Model في حين أن أسلوب المسار الحرج هو نموذج محدد أو مؤكد Deterministic Model. وأقرب توزيع احتمالي يصف احتمال تقدير الوقت اللازم لتصميم منتج معين هو توزيع بيتا، كما هو موضح في الشكل رقم (02)

حيث يتصف هذا التوزيع بأن له قيمة واحدة وطرفان يصلان للصفر. كما أن المنحنى ليس متماثلاً حول المتوسط وفقاً لهذا التوزيع فإن الوقت المتوقع لأي نشاط يمكن حسابه كما يلي:¹³

$$\frac{A + 4b + c}{6} = \text{الوقت المتوقع للنشاط}$$

حيث:

A : الوقت المتفائل، b : الوقت الأكثر احتمالاً، c : الوقت المتشائم.

أما الانحراف المعياري لأزمة كل نشاط فيتم حسابها بالمعادلة التالية:

$$\delta = \sqrt{V} = \frac{c - A}{6}$$

أما تباين أزمة النشاط فيتم حسابها بالمعادلة التالية:

$$V = \left(\frac{c - A}{6} \right)^2$$

3- أوجه الاختلاف بين CPM و PERT¹⁴:

- تعتبر CPM الزمن مقدارا ثابتا بينما PERT تنظر إليه على أنه متغير عشوائي مستمر يخضع لتوزيع احتمالي معين؛
- تستخدم CPM تقديرا واحدا للزمن بينما PERT تستخدم ثلاث تقديرات من أجل تقدير الزمن المتوقع لإنجاز كل نشاط في ظروف تتسم بعدم التأكد وبهذا تعتبر PERT أكثر واقعية وملائمة للمشروعات الجديدة خاصة التي تتسم بنوع من عدم التأكد.
- تستخدم CPM في إدارة المشروعات الخاصة بالإنشاء والتشييد، حيث أن هذه المشروعات تستخدم في أغلب الأحيان مواد نمطية تعتمد على تكنولوجيا ثابتة، لا تتعرض لدرجة كبيرة من التغيير، بينما PERT تستخدم في مجالات البحوث والتطوير الحديثة التي تتميز منتجاتها بدرجة عالية من التغيير من فترة لأخرى؛
- تعتبر CPM و PERT أن جميع أنشطة المشروع وأحداثها أكيدة وهذا ما يجعل بنية الشبكة لكل منها محددة ويعتبر أن هذه الأنشطة واضحة ومستقلة عن بعضها، وهذا ما يعتبر عيبا من عيوبهما، لأن التقديرات النظرية الاحتمالية للزمن هي تقديرات غير مؤكدة نظرا لإهمالها العوامل المؤثرة في عامل الزمن كالظروف الجوية، الخبرة، المهارة... الخ. كما أن إنجاز النشاط غير أكيد، فقد ينجز جزء منه أولا ينجز بتاتا وهذا راجع لطبيعة العمل حين عملية الإنجاز.

رابعاً. الجانب التطبيقي:

تمثيل أنشطة إنجاز مشروع 240 سرير بعين الدفلى على شبكات الأعمال.

يتمثل المشروع في مستشفى 240 سرير بعين الدفلى والجاري إنجازه من طرف مؤسسة ShapoorjiPallonjiCo. & Ltd وقد حددت المدة الزمنية لإنجاز المشروع بـ 24 شهرا.

1- تحديد أنشطة المشروع وتمثيلها:

يتطلب استخدام شبكات الأعمال في أي مشروع تحديد أنشطة العمل وتربطها الزمني ومن خلال المعلومات المتوفرة عن المشروع المراد دراسته توفرت لدينا المعلومات عن الأنشطة (الجدول رقم 01)

من خلال الجدول أعلاه هناك العديد من الأنشطة المتداخلة والتي يمكن إنجازها في نفس الوقت وبالاعتماد على الجدول رقم (01) فإن شبكة الأعمال لإنجاز مستشفى 240 سرير بعين الدفلى تكون حسب الشكل رقم (03):

2- استخدام طريقة CPM لحساب وقت إنجاز المشروع: من خلال التمثيل الشبكي لأنشطة المشروع يظهر أن هناك ثلاث مسارات حرجية وهي: المسار الأول يتمثل في الأنشطة (B,C,D,E,F,O,N,M)، أما المسار الثاني والثالث فيتمثلان في الأنشطة (B,C,D,E,H, N,M) و (B,C,D,E,G,L,N,M) على التوالي. لكن كل من المسار الثاني والثالث يهملان لأن المسار الأول هو الأطول بـ 95 أسبوع حيث المسار الحرج يمثل أطول مسار في الشبكة من حيث وقت الإنجاز الكلي للمشروع.

3- استخدام طريقة PERT لحساب وقت إنجاز المشروع:

يتم حساب الوقت الكلي لإنجاز المشروع بإعتماد ثلاثة أوقات (متشائم، متفائل، الأكثر احتمالا) ثم إستخراج الوقت المتوقع لكل نشاط عن طريق المعادلة:

$$t = \frac{A + 4b + c}{6}$$

(والجدول رقم 02 يبين النتائج)

من خلال الجدول وبتطبيق الوقت المتوقع على الشبكة يتضح أنه هناك مسار حرج واحد والمتمثل في الأنشطة (B,C,D,E,F,O,N,M) بوقت إنجاز 95,39 أسبوع ومنه فالنتيجة المتوصل إليها بطريقتين CPM و PERT متقاربة حيث يوجد مسار حرج واحد وهو نفسه بالنسبة للطريقتين، أما وقت الإنجاز فيتمثل في 95 أسبوع بطريقة CPM و 95,39 أسبوع بطريقة PERT. أما فيما يخص الانحراف المعياري لمشروع فهو يمثل الانحراف المعياري للأنشطة الحرجة ومنه:

$$p = 0.33 + 0.66 + 0.66 + 0.83 + 1 + 0.83 + 0.58 + 0.33 = 5.22 \text{ أسبوع}$$

النتائج:

- من خلال تطرقنا إلى جوانب البحث في شقيه النظري والتطبيقي توصلنا إلى جملة من النتائج تتمثل فيما يلي:
- إعتمادا على أساليب بحوث العمليات والمتمثلة في أسلوب PERT و CPM تم تحديد فترة إنجاز مشروع مستشفى 240 سرير بعين الدفلى بـ 95 أسبوع وهذا الوقت هو أقل من الوقت المحدد من طرف الشركة لإنجاز المشروع (24 شهرا)؛
 - من خلال أسلوب PERT و CPM تتضح الأنشطة الحرجة والتي يمكن تقليص وقت إنجازها عن طريق ساعات إضافية أو الخبرة من تقليل زمن إنجاز المشروع ومن ثم تخفيض تكاليف المشروع، فمثلا تخفيض وقت إنجاز النشاط O و F يمكننا من تخفيض وقت إنجاز المشروع بحوالي 5 أسابيع.
 - هناك مجموعة من العوامل التي أدت وتؤدي إلى عدم إتمام المشروع في الوقت المحدد والتي لا يظهر في تحليلنا لهذا المشروع بإستخدام أسلوب PERT و CPM والتي من بينها نقص الموارد، نقص التمويل، مشاكل عقارية... الخ.
 - ضرورة إعتماد المشاريع على أساليب التحليل الشبكي والتي تمكنها من معرفة التسلسل الزمني لأنشطة المشروع الأمر الذي يساهم في تقليل المشاكل والعوائق.
 - المشروع هو مجموعة من الأنشطة المرتبطة زمنيا ببداية ونهاية محددتان.
 - يعمل أسلوب PERT و CPM على التخطيط والجدولة والرقابة على المشروع.

- ملحق الجداول والأشكال البيانية :

الجدول رقم (01): وصف أنشطة المشروع ومددها الزمنية

النشاط	وصف النشاط	مدة النشاط (أسبوع)	النشاط السابق
A	تنشيت ووضع الحواجز للمشروع	2	-
B	التسييج والحفر	5	-
C	البنية التحتية	9	A, B
D	بناء الأساسات	20	C
E	البناء	15	K, D
F	الطلاء والدهن	20	E
G	نجارة الخشب والألمنيوم	14	E
H	أنابيب المياه والتدفئة	15	E
K	تجهيزات السلامة	6	C
L	توصيل الكهرباء والغاز	13	F
M	تأثيث وتجهيز المشروع	8	N
N	تهيئة المحيط	6	O, L, H
O	قنوات الصرف الصحي	12	F

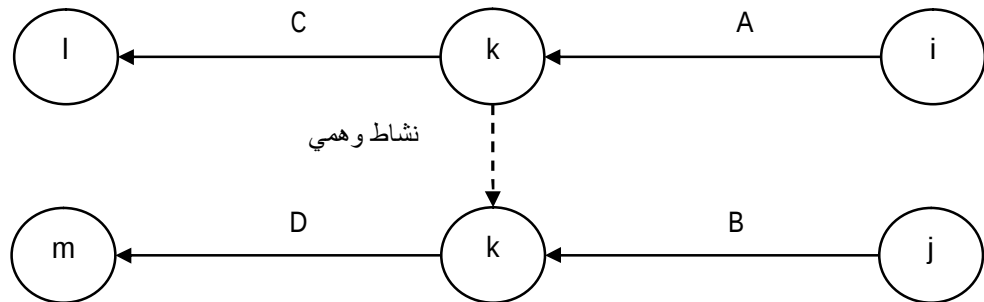
المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على مكتب الدراسات.

الجدول رقم (02): استخدام طريقة PERT لحساب وقت إنجاز المشروع (الوحدة: أسبوع)

النشاط	الوقت المتشائم c	الوقت الأكثر احتمالاً b	الوقت المتفائل A	الوقت المتوقع t*	الانحراف المعياري δ**
A	3	2	1,5	2,08	0,25
B	6	5	4	5	0,33
C	11	9	7	9	0,66
D	21	20	17	19,66	0,66
E	17	15	12	14,83	0,83
F	24	20	18	20,33	1
G	18	14	12	14,33	1
H	16	15	10	5,9	1
K	7	6	4,5	12,83	0,41
L	15	13	10	8	0,83
M	9	6	7	6,41	0,33
N	8	6	4,5	12,16	0,58
O	15	12	10	0,83	

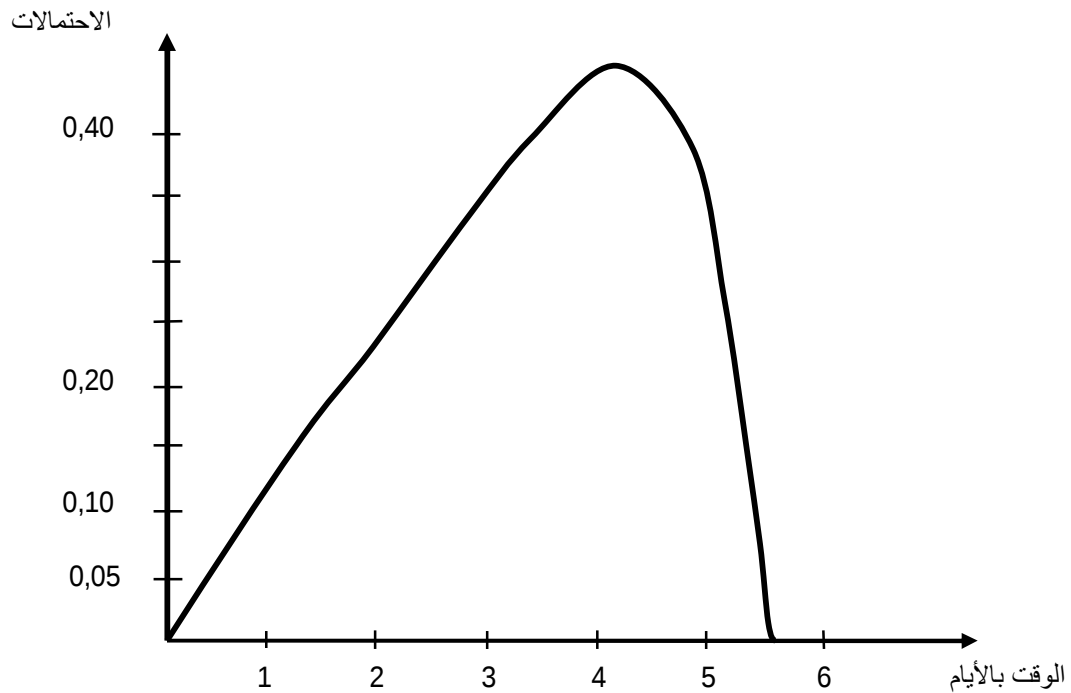
المصدر: حسابات المؤلفين.

الشكل رقم (01): تمثيل النشاط الوهمي



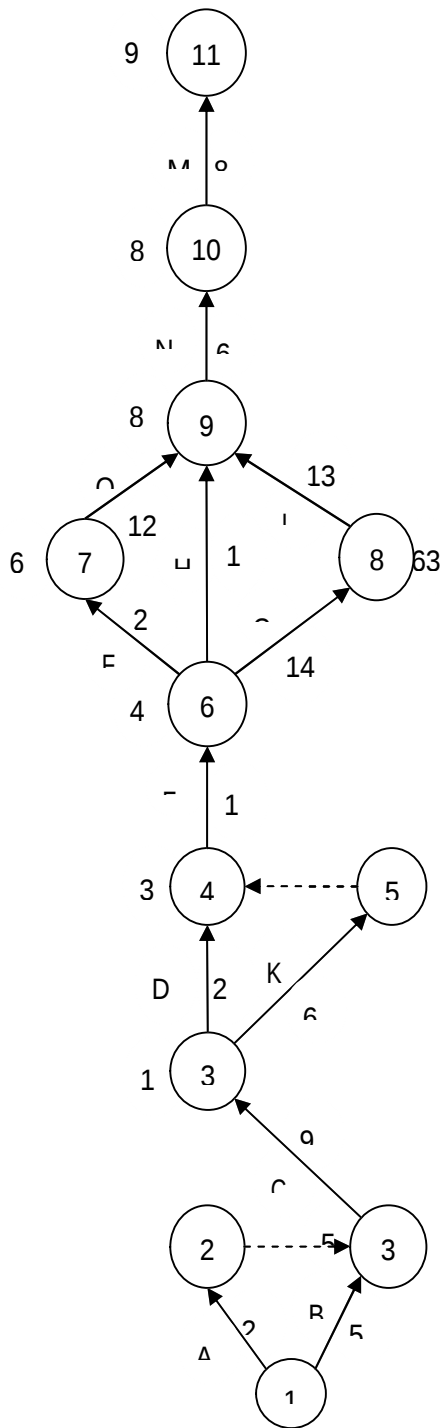
المصدر: فؤاد زميت. (2012). تقنيا إدارة المشاريع بإستعمال التحليل الشبكي "دراسة تطبيقية لمشروع تهيئة مباني إدارية لبلدية حسناوة". رسالة ماجستير، 71-72. المسيلة، جامعة المسيلة: كلية العلوم التجارية. ص. 59.

الشكل رقم (02): التوزيع الاحتمالي لتصميم منتج (توزيع بيتا)



المصدر: جلال إبراهيم العيد. مرجع سبق ذكره. ص. 252.

الشكل رقم (03): شبكة الأعمال لإنجاز مستشفى 240 سرير بعين الدفلى



المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على الجدول رقم 01.

- الإحالات والمراجع :

- 1 مؤيد الفضل، و محمود العبيدي. (). (2010) إدارة المشاريع؛ منهج كمي. الأردن: الوراق للنشر والتوزيع. ص 131.
- 2 نفس المرجع ص ص 131-132.
- 3 نبيل محمد مرسى. (). (2006) الأساليب الكمية في الإدارة. الإسكندرية: المكتب الجامعي الحديث. ص ص 294-300
- 4 جلال إبراهيم العيد. (). (2002) إدارة الإنتاج والعمليات مدخل كمي. الإسكندرية: الدار الجامعية. ص 232.
- 5 Joseph J. Moder. (1983). *Project Management With Cpm, Pert and Precedence Diagramming*. New York: VAN Nostrand Rrinhold Company.
- 6 جلال إبراهيم العيد. مرجع سبق ذكره. ص 232
- 7 علي عابد. (2011). دور التخطيط والرقابة في إدارة المشاريع باستخدام التحليل الشبكي - دراسة حالة مشروع بناء 40 وحدة سكنية LSP بتيارت. رسالة ماجستير، جامعة تلمسان: كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير. ص 97.
- 8 إيمان عسكر حاوي. (2005). استخدام أسلوب المسار الحرج في تخطيط ومتابعة إنجاز الزوارق دراسة تطبيقية في شركة ابن ماجد العامة. مجلة التقني، (4)، 18، A163-A173.
- 9 جلال إبراهيم العيد، مرجع سبق ذكره، ص 236.
- 10 إيمان عسكر حاوي. مرجع سبق ذكره.
- 11 جلال إبراهيم العيد. مرجع سبق ذكره، ص 236
- 12 سالم فؤاد الشيخ. (). (1983) إدارة الإنتاج والتصميم الصناعي. الأردن: مركز الكتب الثقافية، ص 57.
- 13 سونيا محمد البكري، 1999، استخدام الأساليب الكمية في الجزائر، الإسكندرية، الدار الجامعية، ص ص 93-94.
- 14 فؤاد زميت. 2012، إدارة المشاريع بإستعمال التحليل الشبكي دراسة تطبيقية لمشروع تهيئة مباني إدارية لبلدية حسناوة ولاية برج بوعريش، رسالة ماجستير ،جامعة المسيلة ،كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، ص ص 71-72.