AL- Rafidain University

PISSN: (1681-6870); EISSN: (2790-2293)

مجلة كلية الرافدين الجامعة للعلوم

Available online at: https://www.jrucs.iq

JRUCS

Journal of AL-Rafidain University College for Sciences

تطوير نموذج هجين يجمع بين تقنية بيرت (PERT) وصافي القيمة الحالية (NPV) لتقييم وادارة مشروع محطة قطار الموصل

آلاء خالد محمود المعماري	أ.م.د عمر محمد ناصر العشاري
alaakhalid6792@gmail.com	omar_alashari@uobaghdad.edu.iq
قسم الإحصاء، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد، بغداد، العراق	قسم الإحصاء، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد، بغداد، العراق

المستخلص

يهدف هذا البحث دراسة متكاملة وتقديم تحليل متكامل لمشروع محطة القطار الموصل، اذا استخدمت ادوات كمية تجمع بين الجانب المالي والجانب الزمني والمخاطرة التي يمكن ان يتعرض لها المشروع، وتم استخدام طريقة صافي القيمة الحالية (NPV: Net Present Value) لإثبات الجدوى الاقتصادية والتخطيط المالي للمشروع، حيث أظهرت النتائج ان صافي القيمة الحالية بلغ (76,691,409,817 مليار دينار عراقي) من نقل النفط وحبوب الحنطة والمسافرين ولمدة (5 سنوات) واظهر مؤشر الربحية قيمة اكبر من الواحد وكان (9.71) ويشير ان كل دينار مستثمر سيولد ربح تقريبا (10 دينار) وان كان معدل الخصم (20%)، ان فترة الاسترداد كانت فترة قصيرة جداً وبلغت (0.515) سنة أي ما يقارب نصف سنة على قدرة المشروع باسترجاع كلفته. وهذه إيجابيات تقلل من مخاطر المشروع المالية. وتم استخدام طريقة أسلوب بيرت (PERT: Program Evaluation and Review Technique) للجدولة والتخطيط والتنفيذ وتقدير المدة الزمنية للمشروع تحديد الأنشطة الحرجة، من خلال ادخال الأوقات الثلاثية (التفاؤلية والاعتيادية والتشاؤمية) لكل نشاط في برنامج (Win Q.S.B) أظهر تطبيق ان مدة انجاز المشروع بـ (1240.33 يوم) بنسبة 50% وان مدة اكمال المشروع بنسبة (100%) هي(1373 يوما)، وظهر نشاط حرج واحد مكون من (16 نشاطا) حرجا وان أي تأخير في النشاطات سيؤدي الى تأخير المشروع بأكمله .ووجود أنشطة غير حرجة ذات هوامش زمنية (slack) يمكن استثمارها اذا احتاج الامر. واظهرت نتائج الدراسة ان الجمع بين أسلوب (NPV) لمعرفة الجدوى الاقتصادية والتخطيط المالي واسلوب (PERT) في مرحلة التخطيط والجدولة ومعرفة المدة المتوقعة لإكماله يوفر دعم للقرارات الاستثمارية مثل انشاء مشروع محطة قطار متكاملة.

معلومات البحث

تواريخ البحث:

تاريخ تقديم البحث: 2025/9/21
تاريخ قبول البحث: 2025/10/27
تاريخ رفع البحث على الموقع: 2026/6/30

الكلمات المفتاحية:

جدولة إدارة المشاريع، أسلوب بيرت، المسار الحرج، صافي القيمة الحالية، مؤشر الربحية، فترة الاسترداد، معدل الخصم، ادارة المخاطر.

للمراسلة:

الاء خالد محمود المعماري
alaakhalid6792@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55562/jrucs.v59i1.2

1. المقدمة

تُعد إدارة المشاريع من أبرز المؤشرات التي تعكس مستوى تطور المجتمعات ورقيها، فهي أداة فعّالة في تحقيق الأهداف الاستراتيجية للدول والمؤسسات عبر تحسين جودة الحياة للأفراد ورفع كفاءة إنجاز المهام. وإذ تُمارس إدارة المشاريع ، سواء على المستوى الشخصي أو المهني، فإنها تمثل عنصرًا أساسيًا لتنظيم العمل وضمان الوصول إلى الأهداف بكفاءة وفاعلية. وعلى الصعيد الفردي، غالبًا ما يسعى الأشخاص إلى إدارة مشاريعهم الخاصة، إذ يمنح وصف أي هدف شخصي أو مهني بكونه مشروعًا دافعًا قويًا للتركيز والعمل الجاد، مع السعي لاستخدام أفضل الأساليب المتاحة لإدارة الموارد كالوقت والمال والجهد. ومن هنا ارتبط مفهوم المشروع وإدارته ارتباطًا وثيقًا بالنجاح، سواء على المستوى الشخصي أو المؤسسي. ومع تطور الفكر الإداري وتنامي الحاجة إلى أدوات وتقنيات حديثة، توسعت إدارة المشاريع من نطاقها التقليدي في مجالات الهندسة والبناء لتشمل قطاعات واسعة مثل الصناعة والخدمات وتكنولوجيا المعلومات والتعليم والرعاية الصحية وغيرها، لتصبح إطارًا شاملًا لنجاح المبادرات في مختلف الميادين. يمثل صافي القيمة الحالية (NPV: Net Present Value) أحد أهم الأساليب المالية لتقييم المشاريع، إذ

يُستخدم لقياس الجدوى الاقتصادية من خلال حساب الفرق بين القيمة الحالية للتدفقات النقدية الداخلة والقيمة الحالية للتدفقات الخارجة. وبذلك يساعد متخذي القرار على تحديد ما إذا كان الاستثمار في مشروع معين سيحقق عوائد تفوق التكاليف، مما يجعله أداة جوهرية في دعم القرارات الاستراتيجية. ويبرز أسلوب بيرت (PERT: Program Evaluation and Review) Technique كأداة تخطيط وجدولة تعتمد على التحليل الإحصائي لتقدير مدة إنجاز الأنشطة، مما يساعد على تحديد الزمن المتوقع لإتمام المشروع وتقليل درجة عدم اليقين. ويعد هذا الأسلوب مهمًا في المشاريع المعقدة التي تتسم بعدم وضوح المدد الزمنية بدقة والمعرضة للمخاطر مثل انشاء مشروع محطة قطار الموصل وكما تشير الدراسات السابقة في عام (2015) قام الباحثان (نصيرة إبراهيم حمودة، الطاوس حمداوي) بنشر دراسة بعنوان (استخدام أسلوب تحليل الحساسية في تقييم المشاريع الاستثمارية- دراسة حالة مشروع إنتاج الأغلفة الورقية بولاية عنابة) التي هدفت إلى توضيح أهمية استخدام أسلوب تحليل الحساسية في دعم القرار الاستثماري، سواء للوكالة الوطنية لدعم تشغيل الشباب أو للمستثمرين الأفراد. اعتمدت هذه الدراسة على تطبيق أسلوبي النسبة المئوية ، للتغير ودليل الحساسية، مع التركيز على ثلاثة، متغيرات رئيسية هي: صافي التدفق ،النقدي السنوي،، مبلغ الاستثمار، المنفق، ومعدل الخصم،. وتوصلت إلى أن اعتماد معيار صافي القيمة الحالية (NPV) وحده لا يكفي، بل إن دمج تحليل الحساسية يساهم في إدخال عنصر المخاطرة ضمن عملية التقييم، مما يُعزز الثقة في القرارات الاستثمارية ويُساعد في تحديد المتغيرات الأكثر تأثيرًا على جدوى المشروع، عام (2021) قامت الباحثة (هناء حسين محمد عبدالمنعم) بنشر دراسة بعنوان (نموذج مقترح للتخطيط ،لوحدات دعم ،المشروع القومي، لمحو الأمية بالجامعات المصرية باستخدام أسلوب، بيرت (PERT)، هدفت الدراسة إلى تقديم نموذج مقترح للتخطيط لوحدات دعم المشروع القومي، لمحو الأمية بالجامعات المصرية نظراً للاهتمام، المتزايد بالتصدي ،لمشكلة الأمية، وما يمكن أن ،تقوم به الجامعات، من دور بارز، ومتميز للمساهمة، في حل هذه ،القضية فهي تعتبر، الشريك الاهم ،لمواجهة هذه المشكلة لما تمتلكه من إمكانات، بشرية وفنية متخصصة، ومتميزة تؤهلها ،للقيام بذلك الدور، وقد استخدمت الدراسة ،المنهج الوصفي لتحليل، أبعاد قضية الأمية في مصر، ودور الجامعات في مواجهة هذه القضية،، كما اعتمدت الدراسة ،على المقابلة المفتوحة ،لمعرفة التحديات التي، تواجه الجامعة في تحقيق، الدور المنوط منها ،في مواجهة مشكلة الأمية ،من وجهة نظر طلاب ،الجامعات والبيئة العامة، لتعليم الكبار متمثلة، في رئيس الجهاز التنفيذي للهيئة ثم اعتمدت الدراسة على أسلوب بيرت كأحد الأساليب التخطيطية المستخدمة في تحديد الأنشطة اللازمة لإنجاز المشروعات، وذلك لتقديم النموذج المقترح للتخطيط لوحدات دعم المشروع القومي لمحو الأمية بالجامعات المصرية ومن ثمَّ تحقيق الهدف من الدراسة. ان اختلاف البحث عن الدراسات السابقة هو معرفة الجدوى الاقتصادية للمشروع لما لها من أهمية في القطاع الاستثماري ويقدم خدمة النقل للمسافرين والبضائع بأنواعها عن طريق السكك الحديدية وبعربات خاصة لكل منها ويتم بعدها يتم التنفيذ ومعرفة مدة انجاز المشروع والأنشطة الحرجة التي اذا حدث تأخير فيها ستؤثر على مدة الإنجاز الكلية وتسبب التأخير.

2. طرق تقييم واختيار المشاريع

توجد عدة أساليب لاختيار وتقييم المشاريع بناءً على طبيعتها والهدف من إقامتها. فالمشاريع الحكومية ذات الطابع الاجتماعي تختلف معايير تقييمها عن المشاريع الاقتصادية التي تهدف إلى الربح. تُعتمد معايير مختلفة حسب طبيعة المشروع، وتشمل بعض الطرق الرئيسية لتقييم الجدوى الاقتصادية ما يلي:

2.1. طريقة صافي القيمة الحالية (NPV) [1][2]

هي أداة مالية تُستخدم لتقييم الجدوى الاقتصادية للمشاريع الاستثمارية من خلال تحليل التدفقات النقدية المستقبلية المخصومة. يعتمد اتخاذ القرارات الاستثمارية المبنية على حساب NPV على كونه واحدًا من أفضل الأساليب لاتخاذ قرارات استثمارية قائمة على دراسة دقيقة. يساعد استخدام NPV في تقديم تصور أدق حول قيمة المشروع، مما يمكّن المستثمرين من اتخاذ القرارات المثلى وتقليل المخاطر المرتبطة بتكاليف الاستثمار. تُعرف هذه الطريقة أيضًا بـ "معدل التدفق النقدي المخصوم"، حيث تضع في الاعتبار القيمة الزمنية للنقود عبر فترة زمنية محددة. تتميز هذه الطريقة بقدرتها على التفريق بين التدفقات النقدية المستقبلية التي يولدها المشروع على مر السنوات والتدفقات النقدية الحالية، سواء كانت تلك التدفقات إيرادات أو نفقات، ويتم على أساسها احتساب صافي القيمة. هذا التفوق يجعل NPV أسلوبًا رائدًا في تحليل الجدوى المالية مقارنة بالأساليب الأخرى. ويمكن حسابه من خلال المعادلة الاتية :

$$NPV = \sum_{t=1}^{N} \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I_o \qquad (1)$$

حيث:

CF (Cash Flow): التدفق النقدي يمثل المبالغ المالية التي يتم تحصيلها أو إنفاقها في فترة زمنية معينة.

CF1 : التدفق النقدي الأولي (غالبًا ما يكون سلبيًا لأنه يمثل الاستثمار الأولي في المشروع).

CF1, CF2,..., CFt : التدفقات النقدية في السنوات التالية (الإيرادات أو النفقات السنوية).

r : معدل الخصم يمثل معدل الفائدة المستخدم لخصم التدفقات النقدية المستقبلية إلى قيمتها الحالية. يعكس معدل الخصم المخاطر المرتبطة بالمشروع وتكلفة الفرصة البديلة.

t : الفترة الزمنية تشير إلى السنة أو الفترة التي يحدث فيها التدفق النقدي (مثل السنة الأولى، الثانية، إلخ).

I_o : الاستثمار الأولي أو التكلفة المبدئية للمشروع.

- إذا كانت NPV موجبة (أكبر من الصفر)، فإن المشروع يُعتبر مجدياً اقتصاديًا.
- إذا كانت NPV سالبة (أقل من الصفر)، يُعتبر المشروع غير مربح.

2.2. مدة الاسترداد Payback Period [9]

تُعد هذه الطريقة من الأساليب التقليدية المستخدمة بشكل واسع لتقييم المشاريع. تُعرَّف بأنها عدد السنوات اللازمة لاسترداد قيمة الاستثمار الأصلي. وهناك طريقتان رئيسيتان لحساب مدة الاسترداد:

1) أخذ قيمة النقود عبر الزمن في الاعتبار.

2) حساب مدة الاسترداد بناءً على طبيعة المشروع سواء كان الدخل ثابتًا أو متغيرًا.

يتم قبول أو رفض المشروع بناءً على مدة الاسترداد. فإذا كانت مدة الاسترداد أقصر، يُعتبر المشروع أكثر جدوى.

$$\mathrm{Tc} = \frac{T1}{T2} \quad (2)$$

حيث :

Tc: تمثل فترة الاسترداد.

T1: تمثل تكلفة اجمالي الاستثمار.

T2: تمثل مجموع التدفقات النقدية السنوية.

ويعتبر المشروع الافضل والاكفأ اقتصادياً هو المشروع الذي يحقق أقصر فترة استرداد ، وفي حالة عدم وجود مشاريع للمفاضلة فيتم مقارنة فترة الاسترداد الحاسمة التي يحددها المستثمر على اساس من الخبرة السابقة له.

2.3. مؤشر الربحية Profitability Index - PI [2]

هو مقياس مالي يُستخدم لتقييم الكفاءة الاقتصادية للمشروعات الاستثمارية. يُساعد في تحديد القيمة الحالية للتدفقات النقدية المستقبلية لكل وحدة نقدية تم استثمارها. يتم حسابه من خلال تقسيم القيمة الحالية للتدفقات النقدية المستقبلية على التكلفة الأولية للاستثمار. المعيار المستخدم في قبول أو رفض المشروع يعتمد على علاقته بالواحد الصحيح. إذا كانت النسبة أكبر من واحد، يُعتبر المشروع مجديًا اقتصاديًا ويتم قبوله، حيث يشير ذلك إلى أن العوائد المتوقعة تفوق التكلفة. أما إذا كانت النسبة أقل من واحد، فيتم رفض المشروع، لأنه في هذه الحالة لا يحقق العوائد المرجوة. هذا المعيار يساعد الإدارة في اتخاذ قرارات دقيقة بشأن المشاريع التي تساهم في تحقيق أرباح إضافية للمؤسسة وتعزيز إيراداتها .

$$PI = \frac{PV}{Io} \quad (3)$$

حيث:

PV: مجموع التدفقات النقدية

Io : التكلفة الأولية للاستثمار

3. تقويم ومراجعة البرامج (PERT) [3][6][7]

تم تطوير تقنية تقييم ومراجعة البرنامج (PERT) من قبل الجيش الأمريكي في عام 1957 كنهج احتمالي لتحديد الوقت تُعد تقنية تقييم ومراجعة البرنامج علماً في إدارة المشاريع يهدف إلى التخطيط والسيطرة على المشاريع. الهدف من (PERT) ليس إنشاء البرنامج بل تحليل شبكة المشروع بأسلوب بيرت، ببساطة هو تصور للعلاقات التتابعية بين الأنشطة المختلفة للوصول إلى هدف نهائي، يُمثَّل ذلك في شكل شبكة. يعتمد هذا الأسلوب على تقسيم المشروع إلى مجموعة من الأنشطة التي تؤدي إلى هدف محدد، بحيث يكون المشروع قابلاً للتجزئة. كما يتحدد اكتمال المشروع بانتهاء جميع أنشطته، ويُشترط أن يكون لكل نشاط ترتيب مستقل في التسلسل الزمني. ويتميز أسلوب بيرت بدمجه بين ثلاثة أبعاد أساسية، مما يجعله أداة فعالة في تخطيط المشاريع وإدارتها. يُعد أسلوب بيرت أحد الأساليب العلمية التي ظهرت بعد الحرب العالمية الثانية، حيث كان أول ظهور له ضمن أساليب بحوث العمليات التي تشمل مجموعة من المناهج والتقنيات، من بينها أساليب التخطيط الشبكي. وتتميز بحوث العمليات بطابعها العلمي البحت، حيث تهدف إلى إيجاد وسائل لتحسين كفاءة العمليات التي يتم تنفيذها. مع مرور الوقت، توسع استخدام أسلوب بيرت ليشمل مجالات متعددة، حتى أصبح هناك توجه لاستخدامه بشكل رسمي في بعض القطاعات. وقد وصلت أهميته إلى حد أن الحكومة الفيدرالية الأمريكية وكبرى الشركات بدأت تشترط على المقاولين والموردين تقديم مخططات شبكة بيرت مع العطاءات المقدمة لتنفيذ المشاريع الكبرى. وسرعان ما تبنته شركات كبرى مثل "فورد"، و"جنرال موتورز"، و"زيروكس"، إلى جانب العديد من المؤسسات الخاصة.

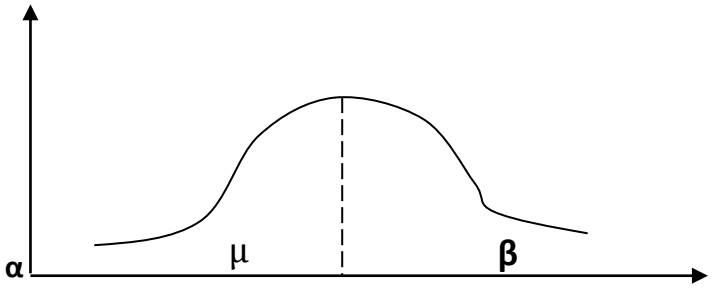
ويتسم أسلوب PERT بأنه يجمع بين ثلاثة أبعاد، وهي:

- البعد التخطيطي: يُستخدم في جدولة وتخطيط الزمن والتكلفة للأنشطة اللازمة لتنفيذ المشروع.
- البعد التنسيقي: يساعد في تنسيق الأنشطة المختلفة لضمان إنجاز العمل ضمن الإطار الزمني المحدد دون تأخير.

- البعد الرقابي: يتمثل في تزويد الإدارة بالمعلومات الضرورية حول تقدم التنفيذ، وتحديد العقبات التي قد تعترض سير العمل، مما يتيح اتخاذ الإجراءات التصحيحية المناسبة بشكل فوري وسريع لتجاوز المشكلات المحتملة.

هذا الاسلوب يفترض لتنفيذ النشاط ثلاث ازمنة وهذه الازمنة:[8] [10]

1. **الوقت التفاؤلي *(Optimistic Time)***: هو أقل وقت يستغرقه تنفيذ النشاط، مع افتراض أن كل شيء سيجري بشكل جيد أثناء التنفيذ دون وجود مشاكل أو عوائق. يُعتبر هذا الزمن هو الأكثر تفاؤلاً، ويُرمز إليه بالرمز a_{ij} هذا الزمن يمثل أفضل تقدير للوقت اللازم لإتمام النشاط في ظل الظروف المثالية أو الطبيعية، حيث يتم تحقيق الأداء الأمثل ولا توجد تأخيرات أو مشاكل في الموارد أو العمليات.
2. **الوقت التشاؤمي (Pessimistic Time):** هو أطول وقت يستغرقه تنفيذ النشاط مع افتراض أن التنفيذ سيواجه العديد من العقبات. يتم تحديد هذا الزمن في ظل الظروف غير الطبيعية مثل تعطل المعدات، أو نقص في المواد الأولية، أو غيرها من الأسباب التي قد تؤخر المشروع. يُرمز إليه بالرمز b_{ij}.
3. **الوقت الأكثر احتمالاً *(Most Likely Time)*** : هو الوقت الأكثر شيوعًا والذي يمثل أفضل تقدير للمدة الزمنية اللازمة لإتمام النشاط في ظل الظروف الطبيعية مع الأخذ في الاعتبار جميع الاحتمالات المتوقعة أثناء التنفيذ. يُرمز إليه بالرمز m_{ij} وفي اسلوب (PERT) يعتبر التوزيع الاحتمالي (توزيع بيتا *Beta Distribution*) من أفضل النماذج لتقديرات الأوقات الزمنية الثلاثة المطلوبة لتنفيذ جميع الأنشطة ، وأن النقطة التي تمثل متوسط التقديرات الثلاثة تكون نقطة تحدبه الوحيدة (μ) والتي تمثل الوقت الأكثر حدوثاً ونهايته عند التقديرين (α,β)، وما يجدر الإشارة إليه ليس بالضرورة أن تكون هذه النقطة في الوسط تماماً اي عند نقطة التحدب لربما ينحرف يميناً نحو الوقت التشاؤمي وتكون قريبة منه بمسافة معينة وربما ينحرف يساراً نحو الوقت التفاؤلي وتقترب منه بمسافة معينة , والشكل (1) يوضح ذلك



شكل (1): يوضح توزيع الوقت الأكثر احتمالاً

ولتحديد الوقت الطبيعي والذي قيمته التقريبية يتوافق مع توزيع بيتا يتم أخذ المتوسط للأزمنة الثلاثة ويرمز له (M)، وإن هذا المتوسط الناتج من الأزمنة الثلاثة (M) أو E(t) يقابل الوقت الطبيعي (tij) في اسلوب المسار الحرج، ولإيجاد متوسط الوقت المتوقع لتنفيذ كل نشاط تستخدم المعادلة التالية:

$$E(t) = \mu = \left(\frac{\alpha+4\mu+\beta}{6}\right) \quad (4)$$

3.1. أهداف أسلوب بيرت (PERT) [11]

يهدف اسلوب (PERT) إلى تحقيق الأهداف التالية :

1. تساعد هذه التقنية الإدارة في اعتماد منهجية تخطيطية علمية لتنفيذ البرامج أو المشاريع ذات الطابع طويل المدى.
2. توفر معلومات دقيقة حول الأنشطة، تكاليف التنفيذ، ومقاييس الأداء الفعلي، مما يتيح مقارنة النتائج مع الخطط المعيارية واتخاذ الإجراءات التصحيحية اللازمة لضمان تحقيق الأهداف المحددة. كما تساعد في تقييم مدى التقدم في المشروع، تحديد المراحل المتبقية، وإجراء التعديلات المطلوبة لتحقيق أفضل أداء ممكن مع الاستفادة المثلى من الموارد المادية والبشرية.
3. يتيح للإدارة التركيز على التفاصيل الدقيقة لضمان تنفيذ المشروع بكفاءة.
4. تعمل التقنية على توضيح الأهداف الاستراتيجية والتشغيلية لكل نشاط، إضافةً إلى تعزيز الترابط بين هذه الأهداف عبر تحليل العلاقات المتبادلة بين الأنشطة المختلفة.
5. تساعد الإدارة في وضع جداول زمنية محكمة لتنفيذ الأنشطة، إلى جانب متابعة تقدم المشروع ورصد مدى التزامه بالإطار الزمني المحدد.

3.1.1. مميزات أسلوب بيرت (PERT) [4]

يتميز أسلوب (PERT) بعدد من الفوائد التي تجعلها أداة فعالة في مراقبة تقدم المشروع وتحديد نقاط الضعف. أبرز الميزات تشمل:

1. يساعد في تتبع التقدم والإنجازات بناءً على الأنشطة المنفذة بالفعل.
2. يوجه جهود الإدارة نحو الأنشطة التي تعد أكثر أهمية وفاعلية، مما يسهل عملية التنفيذ.
3. يمكن أن يحدد العقبات المحتملة قبل حدوثها، مما يسمح باتخاذ إجراءات تصحيحية قبل أن تتفاقم.
4. يعين فرق العمل على التركيز على الأنشطة التي تتطلب مراقبة أو تدخلًا إضافيًا.
5. يساعد في تحديد الاحتياجات البشرية والمادية للمشروع بدقة.
6. يمنح رؤية واضحة وشاملة حول المشروع، مما يساعد في التوقعات الدقيقة.
7. يمكن استخدامه في جميع القطاعات والمستويات، سواء كانت صغيرة أو كبيرة.
8. لا يحتاج إلى استخدام معقد للأساليب الرياضية المتقدمة، كما أنه يعتمد على بيانات يمكن جمعها بسهولة.
9. يغطي جميع المراحل من التخطيط إلى الرقابة والتنفيذ والتقييم، مما يجعله فعالًا في تحقيق النجاح.

3.1.2. تحديد المسار الحرج [5]

يمكن تحديد المسار الحرج عند انتهاء الحسابات الامامية واستخراج الأوقات المبكرة للأحداث وكذلك الأوقات المتأخرة من الحسابات الخلفية، من خلال تحقق النقاط الثلاث الاتية:

1. تساوي الأوقات المبكرة والأوقات المتأخرة لجميع الأحداث الذي يمر به المسار الحرج، أي بمعنى

$$ESi = LFi \ \& \ ESj = LFj \quad (5)$$

2. الوقت الفائض تكون قيمتها صفراً لجميع الأنشطة الحرج، أي بمعنى:

$$\text{Total Float} = \text{slack} = LS - ES = LF - EF = 0 \quad (6)$$

3. نتيجة حاصل الطرح بين الأوقات المبكرة لحدث نهاية النشاط من الأوقات المبكرة لحدث بداية النشاط تتساوى مع حاصل الطرح للأوقات المتأخرة لحدث نهاية النشاط من الأوقات المتأخرة لحدث بداية النشاط، بمعنى آخر نتيجة حاصل الطرح في كلتا الحالتين تتساوى مع الوقت المطلوب لإنجاز النشاط.

$$ESj - ESi = LFj - Lfi = Tij \quad (7)$$

4. الجانب التطبيقي

4.1. صافي القيمة الحالية Net Present Value (NPV)

في هذا الجانب العملي من البحث، تم تطبيق طريقة NPV على مشروع محطة قطار الموصل من خلال تحليل تدفقاته النقدية المتوقعة في ثلاث حالات رئيسية:

1. نقل النفط باستخدام عربات السكك المخصصة.
2. نقل (حبوب الحنطة) في حال توفر العربات المناسبة.
3. نقل المسافرين وفق التقديرات السكانية وحركة النقل المتوقعة.

4.1.1. تطبيق طريقة صافي القيمة الحالية لمشروع محطة القطار

عند نقل النفط عن طريق السكك والعربات المخصصة له وحسب البيانات التالية :

- كلفة المشروع الاستثماري: (8,805,469,000) ثمانية مليارات وثمانمائة وخمسة ملايين واربعمائة وتسعة وستون الف دينار
- عمر المشروع: 5 سنوات
- معدل الخصم (*20*) % للنفط وحبوب الحنطة

ويوضح الجدول (1) التدفقات النقدية من نقل النفط لمدة (5 سنوات) للمشروع الاستثماري مع معدل الخصم .

جدول (1): معدل النقل والتدفقات النقدية السنوية من (النفط) للمشروع الاستثماري مع معدل الخصم

السنة	معدل النقل السنوي المتوقع 1000 طن / قطار	التدفق النقدي السنوي / دينار CF المخصوم	معدل الخصم
2026	267 قطار	14,698,000,000	0.8333
2027	247 قطار	13,055,000,000	0.6944
2028	282 قطار	15,014,000,000	0.5787
2029	282 قطار	14,923,000,000	0.482253
2030	284 قطار	13,356,500,000	0.401877
Pv		72,672,000,000 د.ع.	

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج Excel Microsoft 2016
البيانات بالاعتماد على الشركة العامة لنقل سكك حديد العراق / قسم النقل والتشغيل

ويوضح الجدول (2) معدل النقل والتدفقات النقدية (حبوب الحنطة) من المشروع الاستثماري مع الخصم

جدول (2): معدل النقل والتدفقات النقدية (حبوب الحنطة) من المشروع الاستثماري مع الخصم

السنة	معدل النقل السنوي المتوقع للبضائع (الحبوب)	التدفقات النقدية المتوقعة مع الخصم
2026	59 قطار	767,000,000
2027	60 قطار	780,000,000
2028	66 قطار	858,000,000
2029	60 قطار	780,000,000
2030	58 قطار	754,000,000
Pv		3,939,000,000

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج 2016 Excel Microsoft

البيانات بالاعتماد على الشركة العامة لنقل سكك حديد العراق / قسم النقل والتشغيل

يوضح الجدول (3) معدل النقل المتوقع والتدفقات النقدية المتوقعة السنوية (للمسافرين)

جدول (3): معدل النقل المتوقع والتدفقات النقدية المتوقعة السنوية (للمسافرين)

السنة	عدد المسافرين	الإيرادات المتوقعة
2026	77063	953,668,500
2027	163500	1,728,727,000
2028	129393	2,267,983,000
2029	153476	2,026,500,500
2030	202965	1,908,999,817
PV		8,885,878,817

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج 2016 Excel Microsoft

البيانات بالاعتماد على الشركة العامة لنقل سكك حديد العراق / قسم النقل والتشغيل

ويوضح الجدول (4) تحليل الجدوى الاقتصادية للمشروع عبر تدفقات نقدية متعددة على مدى 5 سنوات

جدول (4): تحليل الجدوى الاقتصادية للمشروع

النقل /5 سنوات	مجموع التدفقات النقدية PV
النفط	72,672,000,000 د.ع.
حبوب الحنطة	3,939,000,000 د.ع
المسافرين	8,885,878,817 د.ع
المجموع	85,496,878,817 د.ع
كلفة المشروع	8,805,469,000 د.ع
NPV	76,691,409,817 د.ع

وحسب معادلة رقم (1) تم حساب معيار صافي القيمة الحالية لمشروع محطة القطار وذلك بعد جمع التدفقات النقدية له حيث يلاحظ ان مجموع التدفقات النقدية للمشروع بلغت (85,496,878,817) دينار عراقي وعند طرح هذه القيمة من قيمة الاستثمار الكلي والتي تبلغ (8,805,469,000) دينار عراقي يكون ناتج صافي القيمة الحالية التي يمكن تحقيقها للمشروع من نقل النفط والحبوب والمسافرين عبر السكك من محطة الموصل في العربات المخصصة لها (76,691,409,817) دينار عراقي وهي قيمة موجبة وتدل على ان المشروع مربح.

ومن اجل التعرف أكثر على ما سيقدمه المشروع من أرباح للجهة المستفيدة. تم حساب

أ. مؤشر الربحية للمشروع profitability index كالاتي:

$$\boldsymbol{PI = \frac{85496878817}{8805469000} = 9.71}$$

ب. فترة الاسترداد (**Payback Period**)

كلفة المشروع (الاستثمار الأولي) = 8,805,469,000 دينار

إجمالي التدفقات النقدية = 85,496,878,817 دينار

خلال 5 سنوات:

التدفق النقدي السنوي= 5/85,496,878,817

= 17,099,375,763 دينار عراقي

فترة الاسترداد $= \frac{17,099,375,763}{8,805,469,000} = 0.515$ نصف سنة او ما يقارب 6 اشهر

4.2. جدولة مشروع محطة القطار في محافظة نينوى

4.2.1. وصف بيانات المشروع

تم الحصول على البيانات من خلال مراجعة محافظة نينوى / معاونية الاعمار/ قسم إدارة المشاريع منذ شهر كانون الثاني سنة 2024 وتم اقتراح عدة مشاريع ومن ضمنها مشروع محطة قطار الموصل لما له أهمية كبيرة والمناقشة معهم على المشاكل التي تواجه المشاريع وتعرقل سيرها مما يؤدي الى حدوث مخاطر و تأخير العمل وعدم الالتزام بالعقود وتم التعاون مع دائرة المهندس المقيم في المشروع بشكل مباشر للاطلاع على آلية العمل والخبراء والمهندسين المتواجدين في موقع العمل وتزويد الباحثة بالبيانات المطلوبة للدراسة من جدول تقدم العمل وجداول الكميات الخاصة والمخاطر التي من الممكن ان يتعرض لها المشروع ودراسة الجدول الزمني وجداول الكميات من قبلهم . يمثل الجدول (5) تقدم العمل للمشروع والموضح فيها عدد الانشطة والانشطة السابقة ومجمل التفاصيل واستعمل الرموز للتعبير عنها.

جدول (5): البيانات الأنشطة والأنشطة السابقة والأوقات والكلف الطبيعية

اسم النشاط	تفاصيل النشاط	الأنشطة السابقة	كلفـة النشاط	Start	End	مدة النشاط (يوم)
الاعمال الانشائية						
A1	استلام الموقع تثبيت الحدود الخارجية ورفع مناسيب الموقع		15000000	2022/05/25	2022/05/27	3
A2	حفر الموقع بحسب الاعماق المطلوبة في تقرير التربة	A1	400000000	28/05/2022	27/11/2022	158
A3	دفن منطقة الحفر بطبقتين من الجلمود بسمك 75 سم	A2	60380000	28/11/2022	01/01/2023	30
A4	دفن منطقة الحفر بثلاث طبقات من التيكلة النهرية مخلوطة 5% سمنت	A3	211198000	02/01/2023	02/02/2023	28
A5	صب خرسانة عادية لطبقة النظافة لكافة الموقع بسمك 10 سم	A4	1330000000	03/02/2023	09/02/2023	7
A6	صب خرسانة مسلحة لأسس البناية الرئيسية والبرج والكراج	A5	99000000	10/02/2023	10/04/2023	52
A7	صب خرسانة مسلحة لكافة الاعمدة وجدران الهيكل الانشائي	A6	450500000	11/04/2023	06/03/2024	284
A8	صب خرسانة مسلحة لأسقف وجسور الهيكل الانشائي	A7	1161000000	01/05/2023	25/03/2024	362
A9	تركيب المقاطع الحديدية لأسكاي لايت	A8	228540000	05/02/2024	05/05/2024	55
A10	صب خرسانة مسلحة لأعمدة ما تبقى من البرج	A6	41000000	20/03/2023	01/01/2025	566
الاعمال الصحية						
B1	تجهيز ونصب تأسيسات الصرف الصحي في رفت البناية الرئيسية والكراج ومنظومة تصريف الماء	A3	30450000	15/02/2023	27/03/2023	25
B2	تجهيز ونصب خزانات ماء الارضية وخزانات فوق السطح للبناية الرئيسية	B1	20850000	01/01/2025	20/01/2025	17
B3	تجهيز ونصب منظومة اطفاء حريق مع كافة ما تتطلب المنظومة	A7	41600000	01/11/2024	30/12/2024	52
B4	تجهيز ونصب التأسيسات الصحية للطابق الاول والارضي مع المراحل النهائية	B3	40810000	01/11/2024	18/03/2025	154

الاعمال الكهربائية						
C1	حفر مسارات الكيبلات واسلاك التوصيل ولوحات التحكم للتوزيع الرئيسة والثانوية	A7	216200000	01/03/2024	31/03/2024	27
C2	تجهيز وتأسيس شبكة مانعة صواعق متكاملة وربطها مع الارضي	C1	25000000	01/04/2024	15/04/2024	13
C3	تجهيز وتأسيس الكيبلات المعدنية وتركيب لوحات التحكم والتوزيع للإنارة والتكييف	C2	111225000	16/04/2024	15/06/2024	52
C4	تجهيز وتأسيس وتركيب لوحة توزيع الرئيسية لشحن عربات والمصاعد	C3	45000000	15/06/2024	14/08/2024	53
C5	تجهيز وتثبيت جرس الانذار الداخلي ومنظومة الصوت وخطوط الاتصال	C4	22175000	16/08/2024	15/10/2024	53
C6	تجهيز وتركيب ساحبات الهواء والمراوح	C5	75500000	16/10/2024	20/11/2024	31
C7	تجهيز وتركيب الانارة الداخلية والخارجية وتثبيت اعمدة الانارة الخارجية والهواتف	C6	122750000	21/11/2024	15/02/2025	74
C8	الاعمال النهائية	C7	89000000	16/02/2025	15/03/2025	24
الاعمال الميكانيكية						
D1	تجهيز وتركيب مجاري الهواء (الدكتات) من الصفيح المغلون	A7	89900000	01/05/2024	30/06/2024	52
D2	تجهيز منظومة والبكجات **(vrf)**	D1	656000000	01/07/2024	30/09/2024	79
D3	تجهيز وتنصيب نظام سحب الهواء لموقف السيارات**(exhaust fan)**	D2	36000000	01/10/2024	15/10/2024	13
D4	تجهيز ونصب مصعد كهربائي بحمولة ومصعد لحمولة الاشخاص **kg1600**	D2	150000000	16/10/2024	01/01/2025	67
D5	تجهيز ونصب حزام الناقل للبضائع	D2	180000000	16/10/2024	15/12/2024	52
D6	تجهيز ونصب اجهزة التكييف مبردة بالهواء في البناية الرئيسية والبرج	D5	400000000	01/01/2025	18/02/2025	42
D7	تجهيز ونصب وتثبيت حاجز امان الكتروميكانيكي (**Barrier**) وتركيب الابواب الكهربائية **(photo cell)**	C5-D4	70000000	19/02/2025	15/03/2025	22

الاعمال المعمارية						
E1	بناء التقطيعات الداخلية للبناية الرئيسية بالبلوك المجوف عرض 15 سم	A7	120000000	01/12/2023	15/04/2024	118
E2	بناء القدمات والمماشي واعمدة سياج الخارجي بالبلوك الصلد	E1	50000000	01/12/2023	25/04/2024	75
E3	اللبخ بمونة السمنت والرمل للجدران والاسقف مع الاموشن في البناية الرئيسية والبرج	E1	98400000	20/01/2024	20/05/2024	105
E4	تغليف ارضية طابق السرداب بالكاشي للبناية الرئيسية	E3	250500000	21/05/2024	15/07/2024	48
E5	تغليف ارضية وجدران الصحيات والمطابخ بالسيراميك	E3	211000000	21/05/2024	25/08/2024	83
E6	تغليف واجهة البناية بحجر الحلان	E2	135000000	20/04/2024	20/10/2024	158
E7	العمل على تهيئة الحدائق والنا فورات	E6	90000000	01/05/2024	01/08/2024	80
E8	تغليف كوبلن حلان املس للأعمدة وفتحات الابواب والشبابيك	E6	93000000	20/04/2024	20/06/2024	54
E9	رصف الارضيات للطابق الارضي والاول بالكرانيت وجدران المصاعد	E3	240600000	21/06/2024	13/11/2024	126
E10	تغليف جدران وسقف قاعة **p** الطابق الارضي للبناية الرئيسية بخشب**(mdf)**	E5	230000000	01/10/2024	30/10/2024	27
E11	تركيب تيجان للأعمدة في بهو دخول الطابق الارضي للبناية مصنوعة من خشب **(MDF)**	E10	101200000	01/11/2024	15/11/2024	14
E12	البياض بالجص من الداخل لجدران واعمدة البناية الرئيسية	E10	114500000	01/08/2024	01/11/2024	80
E13	تصنيع وتركيب سقوف ثانوية في البناية بالأبعاد والتصميم المعماري (بلاستيكية وجبسمبورد)	E11	120000000	04/11/2025	17/04/2025	142
E14	تصنيع وتركيب شبابيك المنيوم وتثبيت الزجاج المزدوج للبناية الرئيسية والبرج	E13	165600000	17/04/2025	03/07/2025	79
E15	تركيب كافة الابواب والشبابيك للبناية الرئيسية والبرج	C8-D7-E14	365500000	03/07/2025	03/08/2025	27
E16	تسليم الموقع	E15	90000000	04/08/2025	26/08/2025	20

المصدر: من اعداد الباحثة بالتعاون مع محافظة نينوى ـ معاونية الاعمار ـ قسم أدارة المشاريع

4.2.2. تطبيق أسلوب بيرت باستخدام *(Win Q.S.B)* في مشروع محطة القطار

لغرض جدولة المشروع تم اعتماد أسلوب بيرت (PERT) لتخطيط وجدولة أنشطة مشروع محطة قطار الموصل، باعتماد الأوقات الثلاثية (التفاؤلي، المرجح، التشاؤمي) لكل نشاط. وقد تم استخدام برنامج (Win Q.S.B) نظراً لما يتميز به من سهولة إدخال البيانات ودقة في تحليل شبكة المشروع واستخراج النتائج المتعلقة بالجدولة.يتم اختيار (PERT-CPM) من القائمة الفرعية للبرنامج ويتم اختيار (New Problem) واختيار اسم المشروع وعدد الأنشطة للمشروع متكون من (45) نشاطاً وبالأيام Days وتحديد (Normal Time) واختيار (Probabilistic PERT) والضغط على (OK) وإدخال جميع الأنشطة والأنشطة السابقة الأوقات (التفاؤلي / التشاؤمي/ الاعتيادي) لكل نشاط كما في الجدول (6):

جدول (6): الأوقات الثلاثية (التفاؤلي، الاعتيادي، التشاؤمي) وكلفة الأنشطة

	Activity Name	Immediate Predecessor	Pessimistic time (b)	Optimistic time (a)	Most likely time (m)	مدة النشاط (يوم)	كلفــة النشاط
1	A1		5	2	3	3	**15000000**
2	A2	A1	197	150	158	158	**400000000**
3	A3	A2	37	28	30	30	**60380000**
4	A4	A3	35	26	28	28	**211198000**
5	A5	A4	8	6	7	7	**1330000000**
6	A6	A5	65	49	52	52	**99000000**
7	A7	A6	355	269	284	284	**450500000**
8	A8	A7	452	343	362	362	**1161000000**
9	A9	A8	68	52	55	55	**228540000**
10	A10	A6	707	537	566	566	**41000000**
11	B1	A3	31	23	25	25	**30450000**
12	B2	B1	21	16	17	17	**20850000**
13	B3	A7	65	49	52	52	**41600000**
14	B4	B3	184	146	154	154	**40810000**
15	C1	A7	33	25	27	27	**216200000**
16	C2	C1	16	12	13	13	**25000000**
17	C3	C2	65	49	52	52	**111225000**
18	C4	C3	66	50	53	53	**45000000**
19	C5	C4	66	50	53	53	**22175000**
20	C6	C5	66	29	31	31	**75500000**
21	C7	C6	92	70	74	74	**122750000**
22	C8	C7	30	22	24	24	**89000000**
23	D1	A7	65	49	52	52	**89900000**
24	D2	D1	98	75	79	79	**656000000**
25	D3	D2	16	12	13	13	**36000000**
26	D4	D2	83	63	67	67	**150000000**
27	D5	D2	65	49	52	52	**180000000**
28	D6	D5	52	39	42	42	**400000000**
29	D7	C5-D4	33	20	22	22	**70000000**
30	E1	A7	147	112	118	118	**120000000**
31	E2	E1	93	71	75	75	**50000000**
32	E3	E1	131	99	105	105	**98400000**
33	E4	E3	60	45	48	48	**250500000**
34	E5	E3	103	78	83	83	**211000000**
35	E6	E2	197	150	158	158	**135000000**

36	E7	E6	100	76	80	80	**90000000**
37	E8	E6	67	51	54	54	**93000000**
38	E9	E3	157	119	126	126	**240600000**
39	E10	E5	33	25	27	27	**230000000**
40	E11	E10	175	13	14	14	**101200000**
41	E12	E10	100	76	80	80	**114500000**
42	E13	E11	177	134	142	142	**120000000**
43	E14	E13	98	75	79	79	**165600000**
44	E15	C8-D7-E14	33	25	27	27	**365500000**
45	E16	E15	25	19	20	20	**90000000**

من اعداد الباحث بالتعاون مع الشركة العامة لنقل السكك الحديدية / الشمالية

وتم الحصول على النتائج الاتية :

جدول (7): يمثل الأوقات الكلية للمشروع

	Activity Name	On Critical Path	Activity Mean Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)	Standard Deviation
1	A1	Yes	3.1667	0	3.1667	0	3.1667	0	0.5
2	A2	Yes	163.1667	3.1667	166.33	3.1667	166.333	0	7.8333
3	A3	Yes	30.8333	166.333	197.1667	166.333	197.1667	0	1.5
4	A4	Yes	7	197.1667	226	197.1667	266.000	0	1.5
5	A5	Yes	53.6667	226	233	226.000	233.000	0	0.333
6	A6	Yes	293.3333	233	286.6667	233.000	286.667	0	2.6667
7	A7	Yes	373.8333	286.6667	580	286.6667	580	0	14.333
8	A8	NO	56.667	580	953.8334	809.833	1183.667	229.833	18.1667
9	A9	NO	28.833	953.8334	1010.500	1183.667	1240.33	229.8333	2.6667
10	A10	NO	584.6667	286.6667	871.3334	655.666	1240.333	386.999	28.333
11	B1	NO	25.6667	197.1667	222.8333	1197.167	1222.82	1000.000	1.3333
12	B2	NO	17.5	222.8333	240.3333	1222.833	1240.333	1000.000	0.8333
13	B3	NO	53.6667	580	633.6667	1029	1082.667	449	2.6667
14	B4	NO	157.667	633.6667	791.3334	1082.667	1240.333	448.9999	6.3333
15	C1	NO	27.6667	580	607.6667	855.3333	883	275.3333	1.3333
16	C2	NO	13.3333	607.6667	621	883	986.333	275.3333	0.6667
17	C3	NO	53.6667	621	674.6667	896.3333	950	275.3333	2.6667
18	C4	NO	54.6667	674.6667	729.3334	950	1004.667	275.3333	2.6667
19	C5	NO	54.6667	729.3334	784.0001	1004.667	1059.333	275.3333	2.6667
20	C6	NO	31.6667	784.0001	815.6667	1059.333	1091	275.3333	1.3333
21	C7	NO	76.3333	815.6667	892.0001	1091	1167.333	275.3333	3.6667
22	C8	NO	24.6667	892.0001	916.6667	1167.333	1192	275.3333	1.3333
23	D1	NO	53.6667	580	633.6667	964.3333	1018	384.3333	2.6667
24	D2	NO	18.5	633.6667	715.1667	1018	1099.5	384.3333	3.8333
25	D3	NO	13.3333	715.1667	728.5	1227.000	1240.333	511.8332	0.6667
26	D4	NO	69	715.1667	784.1667	1099.5	1168.5	384.3333	3.3333
27	D5	NO	53.6667	715.1667	768.8334	1143.5	1197.167	428.3333	2.6667
28	D6	NO	43.1667	768.8334	812.0001	1197.167	1240.333	428.3333	2.1667
29	D7	NO	23.5	784.1667	807.6667	1168.5	1192	384.3333	2.1667
30	E1	YES	121.8333	580	701.8333	580	701.8333	0	5.8333
31	E2	NO	77.3333	701.8333	779.1666	917.1666	994.4999	215.3333	3.6667
32	E3	YES	108.3333	701.8333	810.1666	701.8333	810.1666	0	5.3333
33	E4	NO	49.5	810.1666	859.6666	1190.833	810.1666	380.6666	2.5
34	E5	YES	85.5	810.1666	859.6666	810.1666	1240.333	0	4.1667
35	E6	NO	163.1667	779.1666	942.3333	994.4999	895.6666	215.3333	7.8333
36	E7	NO	82.6667	942.3333	1025	1157.667	1157.667	215.3333	4
37	E8	NO	55.6667	942.3333	998	1184.667	1240.333	242.3333	2.6667
38	E9	NO	130	810.1666	940.1666	1110.333	1240.333	300.1666	6.3333
39	E10	YES	27.6667	895.6666	923.3333	895.6666	1240.333	0	1.3333
40	E11	YES	40.6667	923.3333	964	923.3333	923.3333	0	27

41	E12	NO	82.6667	923.3333	1006	1157.667	964	234.3333	4
42	E13	YES	146.5	964	1110.5	964	1240.333	0	7.1667
43	E14	YES	81.5	1110.5	1192	1110.5	1219.667	0	3.8333
44	E15	YES	27.6667	1192	1219.667	1192	1219.667	0	1.3333
45	E16	YES	20.6667	1219.667	1240.333	1219.667	1240.333	0	1

من اعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج (Win Q.S.B**)**

بعد التطبيق في برنامج (Win Q.S.B) ظهرت أوقات البداية (ES) والنهاية لكل نشاط (EF)، الزمن المتوقع (TE) ومقدار الزمن الاحتياطي (slack) اذا كان يساوي (0) يعتبر النشاط حرج، الانحراف المعياري للأنشطة ، ظهرت مدة انجاز المشروع (1240.33 يوم) ، وان عدد الأنشطة الحرجة هي (16 نشاطاً) .ويوضح الجدول (8) المسار الحرج والأنشطة الحرجة

جدول (8): تحليل المسار الحرج

	Critical Path 1
1	A1
2	A2
3	A3
4	A4
5	A5
6	A6
7	A7
8	E1
9	E3
10	E5
11	E10
12	E11
13	E13
14	E14
15	E15
16	E16
Completion Time	**1240.33**
Std.Dev.	**34.03**

من اعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج (Win Q.S.B**)**

4.2.3. تحديد المسار الحرج

تبين ان مدة المشروع المتوقع (1240.33) يوم وباحتمالية 50% وان عدد المسارات الحرجة (عدد 1) ومكون من 16 نشاطاً

(A1 → A2 → A3 → A4 → A5 → A6 → A7 → E1 → E3 → E5 → E10 → E11 → E13 → E14 →E15 → E16)

وان أي تأخير في هذه الأنشطة سيؤدي الى تأخير المشروع بأكمله. ان المسار الحرج المحدد يعطي الرؤية الواضحة المسار السيطرة على المشروع. يجب تخصيص الموارد والمتابعة اليومية على هذا المسار لضمان عدم حدوث تأخير. أما باقي الأنشطة (غير الحرجة) فلديها هامش (Slack) يمكن الاستفادة منه بمرونة.

5. الاستنتاجات

1. المشروع مربح اقتصاديًا: القيمة النهائية لصافي القيمة الحالية (*NPV*) للمشروع هي 76,691,409,817 دينار عراقي وهي قيمة موجبة وكبيرة جدًا. هذا يدل بوضوح على أن المشروع مجدٍ اقتصاديًا ومربح، حيث تتجاوز إيراداته المستقبلية المخصومة تكاليفه الاستثمارية بشكل كبير.
2. فترة استرداد رأس المال (*Payback Period*) للمشروع هي 0.515 سنة، أي ما يقارب 6 أشهر. هذه الفترة قصيرة للغاية، مما يعني أن المشروع قادر على استعادة كامل تكاليفه الاستثمارية الأولية في فترة زمنية وجيزة جدًا. هذا يعد مؤشرًا إيجابيًا للغاية على أن المشروع ذو مخاطر منخفضة نسبيًا من حيث استرداد رأس المال.
3. تواجه المشاريع في المنطقة مشكلات متعددة مثل التأخير، والمخاطر، وعدم الالتزام بالعقود. هذا يؤكد الحاجة إلى أدوات تحليلية مثل PERT لتقديم حلول علمية وعملية لإدارة المشاريع بفعالية.
4. تم تحديد مدة المشروع المتوقعة باستخدام أسلوب بيرت لتكون 1240.33 يومًا باحتمالية 50%. هذا الرقم يوفر أساسًا واقعيًا للتخطيط، ويساعد في وضع توقعات زمنية دقيقة لإنجاز المشروع.

6. التوصيات

1. نظراً للجدوى الاقتصادية العالية التي أظهرتها النتائج، يُنصح بالمضي قدماً في تنفيذ مشروع محطة قطار الموصل. هذه النتائج تشير إلى أن المشروع ليس مربحاً فحسب، بل يمكنه أن يساهم بشكل كبير في تعزيز البنية التحتية الاقتصادية للمنطقة.
2. التركيز على نقل النفط بما أن نقل النفط يمثل الحصة الأكبر من الإيرادات المتوقعة (72.67 مليار دينار عراقي)، يجب أن يتم إعطاء أولوية قصوى لتوفير العربات المخصصة والمسارات اللازمة لزيادة كفاءة هذا النشاط. يمكن أن يشمل ذلك التفاوض على عقود طويلة الأجل مع شركات النفط لضمان تدفق نقدي مستمر وموثوق.
3. التركيز على الأنشطة الحرجة ومتابعتها ويوصى بتخصيص موارد إضافية وتكثيف المراقبة والإشراف على هذه الأنشطة لان أي تأخير فيها يؤدي الى تأخير المشروع بأكمله .
4. يُوصى باستخدام برنامج (*Win Q.S.B*) في الجهات الهندسية لما يقدمه من دعم في التخطيط وتحليل الشبكات وحساب الزمن المتوقع لإكمال المشروع.

المصادر

[1] Madhi, M. (2000).Project Management and Scheduling. University Publishing House for Publishing and Distribution, 1st Edition, Cairo.p. 751.

[2] Ghalib,A & Muhammad N.(2009).Project Management," United Arab Company for Publishing and Supplies, Cairo.

[3] Al-Azzawi, M . (2016). Project Management: A Cognitive Approach and Practical Guide. Dar Dijla for Publishing and Distribution.

[4] Smart, A & Kreelman,J. (2017). Performance Management with a Focus on Risk: Integrating Strategy with Risk Management. Translated by: Faisal bin Abdullah Al-Bawardi. Center for Research and Studies. (Original publication: 1988).

[5] Najm, N .(2013), Introduction to Project Management, First Edition, Al-Warraq for Publishing and Distribution, Amman.

[6] Project Management Institute.(2013)A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBoK Guide), 5th edition, Newtown Square, PA: Project Management Institute.

[7] Kerzner, H. (2022). Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. 13th Edition. Wiley.

[8] Ayers, J & Hutchins, G. (2019). Project risk management. CERM Academy.

[9] Kerzner,H. (1989).Project Management:A Systems Approach to Planning.3rd. ED.VAN No strand Reinhold.New York..

[10] Heldman,K. (2000).Project Management JumpStart", , Published by SYBEX,U.S.A

[11] John-Niclas Agerberg & Johan Agren.,(2012).Risk Management in tendering process. Master Thesis in Design and Construction project management, Service management. Chalmers University

Journal of AL-Rafidain University College for Sciences (2026); Issue 59; pp. 9-22

AL- Rafidain University

PISSN: (1681-6870); EISSN: (2790-2293)
Journal of AL-Rafidain
University College for Sciences
Available online at: https://www.jrucs.iq

JRUCS
Journal of AL-Rafidain University College for Sciences

Developing a Hybrid Model that Combines PERT (Program Evaluation and Review Technique) and Net Present Value (NPV) to Evaluate and Manage the Mosul Railway Station Project

Alaa K. Mahmoud Al-Maamari	Asst. Prof. Dr. Omar M. Nasser Al-Ashari
alaakhalid6792@gmail.com	omar_alashari@uobaghdad.edu.iq

Department of Statistics, College of Administration and Economics, University of Baghdad, Baghdad, Iraq

Article Information

Article History:
Received: September, 21, 2025
Accepted: October, 27, 2025
Available Online: June, 30, 2026

Keywords:
Project management scheduling, PERT method, critical path, net present value, profitability index, payback period, discount rate, risk management

Correspondence:
Alaa K. Mahmoud
alaakhalid6792@gmail.com

Abstract

This research aims to conduct a comprehensive study and provide an integrated analysis of the project for the Mosul railway station. It utilizes quantitative tools that combine financial, temporal, and risk aspects that the project might face. The Net Present Value (NPV) method was used to prove the economic feasibility and financial planning of the project. The results indicated that the net present value was IQD 76,691,409,817 from the transportation of oil, wheat, and passengers over a period of 5 years. The profitability index showed a value greater than one, at 9.71, indicating that every dinar invested will generate a profit of approximately 10 dinars, even with a discount rate of 20%. The payback period was very short, reaching 0.515 years, which is about half a year, demonstrating the project's ability to recover its cost quickly. These positive findings reduce the project's financial risks.

Additionally, the Program Evaluation and Review Technique (PERT) method was used for scheduling, planning, execution, and estimating the project's duration by identifying critical activities. By inputting the three-point estimates (optimistic, normal, and pessimistic times) for each activity into the Win Q.S.B software, the application showed that the project's completion time is 1240.33 days with a 50% probability. One critical path consisting of 16 critical activities was identified, and any delay in these activities will lead to a delay in the entire project. There are also non-critical activities with time margins (slack) that can be utilized if needed. The study's results demonstrated that combining the NPV method for economic feasibility and financial planning with the PERT method for planning, scheduling, and estimating the expected completion time provides strong support for investment decisions, such as establishing an integrated railway station project

DOI: https://doi.org/10.55562/jrucs.v59i1.2