Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (7), No. (2), Part (1): 140-157
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2025.7.3.9

Journal of Business Economics for Applied Research
مجلة اقتصاديات الاعمال للبحوث التطبيقية
ISSN 2709-6475 - E-ISSN 3079-8167

Project Evaluation and Review Technique (PERT) for Scheduling and Estimating the Completion Time of a Mushroom Production Project

Maitham Moufaq Shakir
University of Baghdad - Studies and planning Department
maitham.m@uobaghdad.edu.iq

Key words:
Planning and scheduling methods, Project Evaluation and Review Technique (PERT), WinQSB2.

ARTICLE INFO
Article history:

Received	20 ***May***. 2025
Accepted	04 ***Jun***. 2025
Avaliabble online	31 ***Dec***. 2025

© 2025 THE AUTHOR(S). THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE DISTRIBUTED UNDER THE TERMS OF THE CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION LICENSE (CC BY 4.0).
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

*Corresponding author:
Maitham Moufaq Shakir
University of Baghdad

Abstract:
The use of modern scientific methods and software has become an urgent necessity for planning, scheduling, and executing projects within optimal timeframes, utilizing available resources efficiently, and minimizing costs. Among these methods, the Project Evaluation and Review Technique (PERT) stands out as a widely adopted and effective tool in many developed countries for its accuracy and efficiency in project planning and scheduling. However, field visits to the Planning and Follow-up Department at the Ministry of Agriculture revealed continued reliance on personal experience and traditional methods in managing projects, such as the Mushroom Production Unit project. Since the activity durations in this project are probabilistic, traditional approaches have contributed to delays in scheduling and implementation. This research aims to apply the PERT technique, which is well-suited for managing projects with uncertain activity times, to improve scheduling accuracy and reduce both effort and cost. By employing the WinQSB2 software for analysis, the study generated tables, reports, and graphical representations that clearly demonstrated the effectiveness of PERT. The results confirmed the method's ability to estimate project completion time, identify critical activities, and calculate the probability of completing the project within any given timeframe specified by the decision-maker.

Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (7), No. (2), Part (1): 140-157
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2025.7.3.9

تقنية تقييم ومراجعة المشاريع (PERT) لجدولة وتقدير وقت اكمال مشروع إنتاج الفطر(المشروم)

م.م. ميثم موفق شاكر
جامعة بغداد ـ قسم الدراسات والتخطيط
maitham.m@uobaghdad.edu.iq

المستخلص

إن استعمال الاساليب والبرامج العلمية الحديثة أصبح من الضرورات الملحة عند تخطيط وجدولة المشاريع واكمالها في الوقت الامثل في ظل الموارد والامكانيات المتاحة وبأقل تكاليف ممكنة وتعد تقنية تقييم ومراجعة المشاريع (PERT) من التقنيات المهمة والمعتمدة لدى العديد من الدول المتقدمة في تخطيط وجدولة العديد من المشاريع لما تتمتع به من ودقة وكفاءة. ومن خلال الزيارات الميدانية لدائرة التخطيط والمتابعة في وزارة الزراعة تبين انها لازالت تعتمد على الخبرات الشخصية وبعض الأساليب التقليدية في جدولة وتخطيط مشاريعها ومن ضمنها مشروع وحدة انتاج الفطر الغذائي (المشروم) حيث ان أوقات أنشطة هذا المشروع هي أوقات احتمالية وان اعتماد الاساليب التقليدية يؤدي الى التاخير في جدولة أنشطتها وتنفيذها. إن الهدف من هذا البحث هو استعمال إحدى التقنيات الكفوءة في جدولة وادارة المشاريع وهي تقنية (PERT) لخصوصيتها في معالجة الأوقات الاحتمالية لانشطة هذا المشروع واكمالها باقل وقت ممكن مما يؤدي الى تقليل الجهد والكلفة المرصودة لاكمال المشروع. أظهرت النتائج النهائية التي تم الحصول عليها ومن خلال الجداول والتقارير والاشكال التوضيحية باستعمال البرنامج الجاهز WinQSB2 كفاءة هذه التقنية وقدرتها على تقدير وقت اكمال المشروع بالإضافة الى تحديد الأنشطة الحرجة واحتمالية (النسبة المؤية) الاكمال للمشروع في أي وقت يحدد من قبل متخذ القرار.

الكلمات المفتاحية: اسليب التخطيط والجدولة، تقنية تقييم ومراجعة المشاريع (PERT)، البرنامج الجاهز (WinQSB2).

1. المقدمة (Introduction):

نتيجةً للتطور والتقدم المستمر تصاعدت الاهمية لموضوع بحوث العمليات، فالإلمام بهذه الاساليب وتطبيقاتها في رسم السياسات ووضع الخطط بما يتلائم مع الاهداف مع ضمان الاستخدام الامثل للطاقات والامكانيات المتاحة، اذ ان التقدم الذي يشهده العالم الان في كافة المجالات أدى الى تطور ونقلة نوعية في المشاريع المتنوعة ويعد عامل الوقت من العوامل المهمة في ذلك مع الاخذ بنظر الاعتبار الامكانيات المتاحة. ان الدول الكبرى المتقدمة تُولي اهتماما كبيرا لتنفيذ المشاريع سواءا كانت انتاجية، عمرانية، زراعية او خدمية وان عجلة التطور في هذا المجال تسير بشكل متسارع. أن من أهم التحديات التي تواجه إدارة اي المشروع في الوقت الحاضر هو ضمان إنجاز المشروع على الرغم من خضوعه لقيود محددة منها قيود تتعلق بالوقت و أخرى تتعلق بالموارد المالية المخصصة للمشروع لذا فإن هذا الأمر يتطلب حساب دقيق للوقت والكلفة، وعلى هذا الأساس لابد من دراسة اي المشروع وفق الأساليب العملية و الرياضية الحديثة حيث استعمال أحد أساليب جدولة وإدارة المشروع كأسلوب المسار الحرج CRITICAL PATH METHOD (CPM)وتقنية تقييم ومراجعة البرامج PROJECT EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE (PERT) لإيجاد الوقت التقديري لإنجاز المشروع. أن مشروع انتاج وحدة الفطر الغذائي (المشروم) تعد من العوامل الاساسية التي تسهم في تحقيق الامن الغذائي وتقليل نسبة البطالة وتوفير عملة صعبة بالاستغناء عن الاستيراد، يتكون هذا المشروع من قاعة للزرع ونمو

الفطر، مختبر متخصص لفحص وانتاج سبورات الفطر، غرفة للادارة و مخزن من قاعتين احدهما مبردة لخزن الانتاج والاخرى لخزن المواد الاخرى ومكونات الكومبوست.

2. منهجية البحث:

1-مشكلة البحث (Research Problem):

إن اغلب المؤسسات والشركات المحلية سواء كانت انتاجية ام خدمية ام زراعية تفتقر في تخطيط وجدولة عملياتها الانتاجية الى اعتماد الاساليب العلمية والرياضة الكمية مما يؤدي الى التلكؤ في انجاز المشروع والوصول الى الهدف او الغاية المرجوة، ومن خلال المتابعة الميدانية والملاحظة تبين ان دائرة التخطيط والمتابعة في وزارة الزراعة بحاجة الى أساليب حديثة علمية في تنسيق الانشطة المختلفة وجدولتها في مشاريعها التطبيقية ومن ضمنها مشروع انتاج الفطر الغذائي (المشروم) والذي يضم 21 نشاطا, حيث امتاز بان الزمن اللازم لاكمال كل نشاط من انشطته هو احتمالي (غير مؤكد) لذا نلجأ الى استخدام تقنية PERT والذي يفترض لتنفيذ النشاط ثلاثة ازمنة هي (الزمن التفاؤلي ، الزمن التشاؤمي ، الزمن الاكثر احتمالاً). ان تقنية PERT تهتم بالانشطة والعمليات غير المكررة أي التي لم تحدث من قبل وتشمل هذه المشاريع الحديثة مثل مشاريع الابحاث والتطوير حيث تنفذ فيها معظم الانشطة مرة واحدة لذلك لا تتوفر معلومات سابقة يمكن الاعتماد عليها.

إن اسباب تلكؤ انجاز المشروع في الوقت المناسب وبالتالي زيادة كلفتـه الكلية نستطيع ان نوجزها وكما يلي:

1) عدم الاهتمام بعامل الوقت مما يؤدي الى التأخير في انجاز المشروع وغياب التخطيط وفق منهج علمي واضح.
2) أوقات الأنشطة هي أوقات احتمالية وغير ثابتة وهذا أدى بدوره الى تأخير اكمال المشروع نتيجة عدم استعمال الأساليب العلمية والبرامج الحديثة لمعالجة احتمالية اوقاتها.
3) تعتمد الشركة على الخبرة الشخصية والمهارات الفردية في تنفيذ المشروع ولا تعتمد على الاساليب العلمية والرياضية.
4) ان التاخير في اكمال المشروع في الوقت المحدد أدى الى تجاوز التكاليف للمشاريع عن الميزانية المخصصة.

واعتمادًا على الاساليب العلمية والرياضية الحديثة التي سوف نستعملها للسيطرة على انجاز المشروع وبأقل كلفة. سيحاول هذا البحث الاجابة على الاسئلة الاتية:

- هل ان استعمال أساليب الجدولة مثل تقنية PERT من شانه تقليل وقت انجاز المشروع؟
- هل بالامكان تقدير وقت أنشطة المشروع في الظروف غير المؤكدة (الاحتمالية) ؟
- هل بالامكان تقدير وقت انجاز المشروع عند استعمال تقنيةPERT ؟

2-هدف البحث (Research Objective):

إن استعمال اساليب جدولة وادارة المشاريع مثل تقنية PERT يضمن تقليل وقت انجاز المشروع الى اقل وقت ممكن وهو لاعادة تنظيم وتخصيص الموارد الاقتصادية الخاصة في تخطيط ومتابعة أنتاج الفطر الغذائي (المشروم) في المشروع وتقليل وقت انجاز المشروع وبالتالي تقليل تكاليف الانتاج باعتباره انموذجا لباقي المشاريع في البلد وزيادة امكانية تغطية العجز الحاصل في انتاج هذه المواد الغذائية لمواجهة الطلب المتزايد والوصول الى صيغ متقدمة في الاكتفاء الذاتي وعدم الاستيراد من الخارج وتحقيق الامن الغذائي.

ان هذا البحث يهدف الى:

1) الاستغلال الامثل للموارد المتاحة وتحسين عمليات الاداء لانجاز أنشطة المشروع من خلال تطبيق اساليب التخطيط والجدولة بشكل عام وتقنية PERT بشكل خاص

2) التخلص من الاحتمالية التي رافقت أوقات أنشطة المشروع من خلال تطبيق الأساليب الاحصائية والرياضية.
3) رسم شبكة المشروع بعد تحديد الانشطة وتوثيق العلاقات بين انشطة المشروع.
4) تقدير وقت اكمال مشروع زراعة الفطر لانتاج الفطر الغذائي (المشروم) مما يؤدي الى تقليل الجهد والكلفة المرصودة لاكمال المشروع وذلك باستعمال تقنية PERT.
5) اعتماد احد البرامج الجاهزة الكفوءة وهو برنامج WINQSB2 لايجاد الأوقات التقديرية للانشطة والوقت التقديري لاكمال مشروع زراعة الفطر لانتاج الفطر الغذائي (المشروم) وتزويد البحث بالجداول والاشكال التوجيهية اللازمة لذلك.

3-أهمية البحث:

1. المساهمة في تقليل تأخير الانجاز للمشاريع وبالتالي والحد من الآثار المترتبة على ذلك ومنها تكاليف المشروع.
2. الارتقاء بمستوى اداء وادارة المشروع من خلال استعمال الأساليب العلمية والرياضية والاحصائية والبرامج الرصينة.
3. معالجة احتمالية أوقات الأنشطة لشبكة المشروع من خلال استعمال الأساليب الإحصائية والرياضية
4. تقديم الفائدة الى الباحثين في المجال الاكاديمي واضافةً الى الممارسين في الجانب العلمي.
5. تعزيز المكتبة العلمية بمزيد من الابحاث والدراسات التطبيقية في مجال المشاريع الانتاجية.

4-مجتمع وعينة البحث:

يمثل مجتمع البحث جميع المشاريع التابعة لوزارة الزراعة وتم اختيار مشروع زراعة الفطر لانتاج الفطر الغذائي (المشروم)، اذ يعد هذا المشروع أحد المشاريع المهمة لدى الوزارة وان الطلب على هذا المنتج كبير في السوق العراقية ويعكس حاجة ضرورية تستوجب البحث والتحليل المستمرين.

5-حدود البحث:

1) الحدود المكانية: جرى تطبيق البحث بعد الاعتماد منهج دراسة الحالة في وزارة الزراعة العراقية مشروع زراعة وإنتاج الفطر الزراعي (المشروم) في بغداد منطقة النهروان.
2) الحدود الزمانية: امتدت الحدود الزمانية للبحث في جانبه التطبيقي لتشمل المدة المحصورة بين (2024/12/10) و (2025/3/20) وهي المدة الزمنية التي استغرقتها عملية جمع البيانات المطلوبة للبحث وتحليلها.

6-تصميم اداة البحث والاساليب المستعملة في حل وتحليل البيانات:

اعتمد الباحث على عدة اساليب في عملية جمع البيانات شملت كل من المقابلات الشخصية مع السادة مدراء الأقسام (البحث والتطوير والتصميم , المالية , السيطرة النوعية , تخطيط المواد ,التسويق , مدير الخط الإنتاجي) في الشركة حيث تم جمع البيانات وتبويبها من خلال سجلات الشركة المبحوثة وأراء الخبراء من المذكورين، أيضا ركز البحث على:

1) المنهج الوصفي في الجانب الفكري من خلال ماطرح في الجانب النظري الذي يتطرق الى اهم المفاهيم والمبادئ الاساسية لادارة المشروع والتخطيط الشبكي بالاعتماد على المصادر والادبيات والابحاث العلمية من خلال مجال البحث.

2) المنهج الكمي في الجانب العملي فيه, حيث يتم استخدام ادوات قياس كمية كالأساليب الإحصائية والرياضية مثل التوزيع الطبيعي وتوزيع بيتا وتقنية PERT وبعض البرامج الرصينة الخاصة بها والمستعملة لايجاد وتحليل النتائج مثل البرنامج الجاهز WinQSB2 المختص في الأساليب الكمية بشكل عام وأساليب التحليل الشبكي بشكل خاص حيث تم ايجاد اقصر وقت ممكن لانجاز المشروع كذلك البرامج (Excel , Word) المختص في كتابة البحث وتهيئة وترتيب البيانات.

3. الدراسات السابقة (Literature Review):

تناولت العديد من الدراسات أساليب الجدولة وإدارة المشروع كأسلوب المسار الحرج CPM وتقنية PERT لإيجاد الوقت التقديري لإنجاز المشروع نورد منها:

بينت دراسة (Al-jazaeri, 2008) أهمية استخدام أساليب جدولة المشاريع وهي أسلوب CPM وتقنية PERT في التبادل بين الوقت والتكلفة لإنجاز المشاريع وتنفيذ مشروع مبنى مركز الحاسب الآلي حيث أنه غير قادر على تقدير الوقت واستغلال الموارد المتاحة، وتوصل إلى أهم النتائج أن كل من أسلوبي PERT وCPM حققا شهرة هائلة بين المخططين المخضرمين وقد زادت فوائد هذه الأساليب أكثر مما نتصور من خلال استخدام أنظمة الحاسب الآلي لإنجاز وتحليل ومراقبة شبكة أعمال المنظمة، وفي هذا البحث تم اكمال المشروع خلال 105 أيام ولكن المشروع اكتمل خلال 120 يوم.

حددت دراسة (Catovic and Goksuk,2012) الى تحديد الأنشطة التي تشارك في عمليات التصنيع في الشركة المختارة (شركة دالاس للأثاث) واثبات تأثير PERT & CPM في صناعة الأثاث وكانت الاثار المترتبة على هذا هو تقييم المشروع ومعرفة وقت الانتهاء والسيطرة على الموارد، وتوصلت الى نتائج أهمها ان أسلوبي PERT & CPM تساعد في تقليل وقت اكتمال المشروع وتكاليفه التي تعد واحدة من المهام الأكثر تحديا.

وضحت دراسة (Al-mawashi and Dawood ، 2016) الأساليب العلمية الحديثة كأسلوب CPM & وتقنية PERT دورها المهم في متابعة تنفيذ المشاريع في قسم المشاريع في ديوان محافظة بغداد واحتساب احتمالية انجاز المشروع ضمن الأوقات والكلف، وتوفير عدة بدائل طبقاً لظروف التنفيذ من خلال التطبيق التدريجي لعملية تسريع المشروع، مع تقديم الحل الأمثل من خلال المحافظة على الأوقات والكلف للمشروع. وتوصلت الى نتائج أهمها تحديد الأنشطة الحرجة وما له من أهمية في تنفيذ المشروع بأقل كلفة ضمن الزمن المقرر، فضلاً عن ان استخدام تقنية PERT يسهم في احتساب الزمن الأكثر احتمالا للمشروع وبالتالي زيادة نسبة نجاح المشروع.

هدفت دراسة (السبيعي، 2018) إلى تقدير وقت الاعتماد على خطط مشاريع البحث العلمي لطلاب الدراسات العليا في الكلية التربوية بجامعة الملك سعود باستخدام أسلوبي PERT وCPM. وقد تم استخدام المنهج الوصفي لجمع المعلومات والبيانات من 18 طالباً مرشحاً للدكتوراه في قسم الإدارة التربوية بكلية التربية بجامعة الملك سعود وتم الموافقة على مشاريعهم البحثية للعام الدراسي 1439/1438هـ، بالإضافة إلى 5 أعضاء من عمادة شؤون الطلاب ولجنة خطط البحث. وقد توصلت الدراسة إلى أن إجمالي الزمن المقدر للخطوات الإجرائية للموافقة على خطط مشاريع البحث لطلاب الدراسات العليا التربوية بجامعة الملك سعود باستخدام تقنية PERT بلغ حوالي 167 يوماً، وأن احتمالية تقليص هذه المدة الزمنية ضئيلة جداً. كما توصلت الدراسة إلى وجود ثمانية مسارات محتملة لهذه الخطوات من خطط مشاريع البحث على الشبكة، وكان أطولها المسار الحرج الذي بلغت مدته 152 يوماً. وقدمت الدراسة عدداً من التوصيات ذات الصلة.

هدفت الدراسة (قنور ونادي ، 2022) إلى محاولة تطبيق تقنية تقييم ومراجعة المشاريع PERT ، على أحد مشاريع التنمية في ولاية البويرة، والمتمثل في مشروع إنجاز 36 محل تجاري بمدينة البويرة، ونظرا لأهمية المشروع وضرورة تسريع إنجاز مثل هذه المشاريع سواء للتنمية المحلية أو الوطنية، فإن الغرض من هذا البحث هو محاولة تطبيق تقنية (PERT) لاستخراج أهم

الفوائد المضافة من هذه الطريقة، والتي لم تكن متوفرة من قبل سواء لمكتب الدراسات أو لشركة الإنجاز التي تهتم بتخطيط وجدولة مراحل المشروع بشكل يضمن خفض التكلفة والتحكم فيها، بالإضافة إلى تسليم المشروع في الفترة المحددة. وقد اعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي باستخدام أدوات إحصائية مختلفة تدعم تقنية PERT. ومن أهم النتائج التي توصل إليها البحث هو تقدير زمن إنجاز المشروع والذي تم تقديره بـ: 275 يوماً، أي بفارق 5 أيام عن المدة المتعاقد عليها، وكذلك تقديم مجموعة من البدائل فيما يتعلق بزمن إنجاز المشروع، مع إمكانية إنجاز المشروع خلالها.

أفادت دراسة (حنا واخرون، 2024) الى ان صناعة البناء شهدت طفرة عالمية في السنوات الأخيرة، سواء على المستوى العالمي أو المحلي، مع تطور أساليب البناء وطرق تسليم المشاريع، ومع معايير الجودة المطلوبة والالتزام بالتكلفة التقديرية للمشاريع مع الحفاظ على عامل الوقت وعدم تجاوزه، كل هذه الظروف تمثل تحديًا كبيرًا للمنظمات القائمة على المشاريع والتي تريد البقاء قادرة على المنافسة، إلا أن الواقع يُظهر أن مشاريع التصميم الداخلي غالبًا ما تواجه مشاكل في الالتزام بجداول تسليم المشاريع، لأن الكثير من الناس يعتقدون أن تحقيق مستويات أعلى من الجودة والكفاءة في مشاريع التصميم الداخلي ضمن حدود الوقت والتكلفة المقدرة هو صراع لا يمكن التغلب عليه، ولكن هناك أدلة على أنه يمكن التغلب على هذا الصراع. سيثبت هذا البحث أن استخدام تقنيات معينة لإدارة المشاريع مثل CPM و PERT يمكن أن يساعد في تحقيق تخفيضات في مدة المشروع دون زيادة التكاليف ودون المساس بالجودة وتطوير استراتيجيات لإدارة وجدولة مشاريع التصميم الداخلي مع دراسة أساليب المحاكاة ودورها في تقليل وقت التنفيذ في المشاريع.

استعرض (عمر و سفيان ،2024) ابرز أساليب التحليل الشبكي وهي طريقة المسار الحرج CPM وتقنية PERT واستعمالها في تخطيط وجدولة ورقابة المشاريع، مع انتشار الرقمنة في جميع القطاعات ظهر ما يسمى بالمشاريع الرقمية وإدارتها وإدارة المشاريع الرقمية من خلال هذه الدراسة أردنا معرفه كيفيه تطبيق تقنيتي CPM و PERT على المشاريع الرقمية لما لها من خصوصيات حيث أن أغلبية الدراسات السابقة تناولت نفس الإشكالية ولكن معظمها وإن لم نقل جلها كانت على المشاريع الإنشائية كما تم اختيار فرضية وجود فروق زمنية بين زمن الانجاز الحقيقي للمشروع الرقمي والزمن المقدر بعد استخدام تقنيتي CPM وPERT وتحليل النتائج المتوصل إليها بعد دراسة حالة مشروع رقمي (عروض الحسابات الكبرى OGC) للوكالة الوطنية للتشغيل ANEM لنتوصل في النهاية إلى وجود فروع زمنيه، وأن استخدام تقنية PERT كان الانجع.

1.3 أوجه التشابه والاختلاف بين الدراسة الحالية والدراسات السابقة:

إن الدراسة الحالية تتشابه مع الدراسات السابقة في اعتبار اسلوبي CPM/PERT من الأساليب الكمية الرصينة والكفوءة والتي تقلل وقت اكمال المشروع وتكاليفه دون المساس بجودة الأنشطة وتنفيذها، اما ما تتميز به هذه الدراسة عن الدراسات السابقة فهي كما يلي:

1. طبيعة المشروع وهو انتاج الفطر الغذائي (المشروم) حيث يعتبر هذا المشروع من المشاريع الحديثة والمهمة لدى وزارة الزراعة وان الطلب على هذا المنتج كبير في السوق العراقية ويعكس حاجة ضرورية تساهم في تحقيق الامن الغذائي وتوفير عملة صعبة والاستغناء عن الاستيراد.
2. إيجاد احتمال (النسبة المؤية) لاكمال المشروع في وقت معين يتم تقديره من قبل إدارة المشروع.
3. ايجاد وتحليل النتائج من خلال البرنامج الجاهز WinQSB2 المختص في الأساليب الكمية بشكل عام وأساليب التحليل الشبكي بشكل خاص والذي اغنى الدراسة بجداول تحليلية شاملة تضم تفاصيل مهمة عن المشروع والأنشطة واوقاتها بالإضافة الى الاشكال التوضيحية.

Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (7), No. (2), Part (1): 140-157
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2025.7.3.9

4. ادارة المشاريع (Projects Management)

1-تعريف المشروع:

يورد الباحثون تعاريف عديدة للمشروع تتفق في الكثير من العناصر في ان المشروع هو (Krajewski and Malhotra,2013; Khalaf, 2010 الجبوري و المعاضيدي، 2023):

- مجموعة من النشاطات المترابطة التي لها نقطتا بداية ونهاية محددة، ويخصص موارد محددة لها، والتي ينتج عنها منتج فريد.
- مجهود مؤقت لخلق منتج أو خدمة أو نتيجة فريدة.
- عبارة عن نشاط مؤقت يتم البدء فيه لانتاج منتج ، خدمة او نتيجة فريدة من نوعها ، تشير الطبيعة المؤقتة للمشاريع الى وجود بداية ونهاية محددة ، ويتم بلوغ النهاية عند تحقيق اهداف المشروع او عند انهاء المشروع بسبب تعذر تحقيق اهدافه او عند انتفاء الحاجة الى هذا المشروع .
- حزمة من الانشطة او المهام التي لها بداية ونهاية.
- مجموعة اعمال توجه نحو تحقيق هدف معين .

2-تعريف إدارة المشروع:

اما إدارة المشروع فقد اتفق الباحثون على انها (Krajewski and Malhotra,2013; Hillier and Lieberman, 2015) :

- جهد منظم ومخطط له بعناية لتحقيق مشروع ناجح، فهي عبارة عن جهد مركز للوصول لنتيجة معينة مثل بناء مبنى جديد، أو نظام حاسوب جديد ضخم ، وإدارة المشاريع هي نظام تخطيط وتنظيم وتأمين وإدارة مصادر لتحقيق أهداف محددة، فهي سعى مؤقت محدد ببداية ونهاية (عادة مقيد بوقت ، وغالباً مقيد بموازنة أو واجب التسليم في الموعد) يعمد للوصول إلى تحقيق الأهداف والأغراض المحددة تماماً أو تحقيق تغيير مفيد للمؤسسة بشكل غير مباشر أو بشكل مباشر من خلال القيمة المضافة. لناتج المشروع الذي تم القيام به.
- عبارة عن مجموعة من المبادئ والطرق والادوات والاساليب من اجل ادارة فعالة لانجاز عمل له اهداف محددة.

3-المراحل التي يمر بها المشروع:

تمر المشاريع خلال دورة حياتها بعدد من المراحل وهي التخطيط والجدولة والسيطرة على المشروع وكما يلي:

(العزاوي و الجبوري، 2022 ; الجبوري و المعاضيدي، 2023):

1) مرحلة التخطيط (Planning) وتتضمن:
   - وضع الاهداف والافتراضات للمشروع.
   - تجزئة المشروع الى مهام فرعية (انشطة) وتحدد احتياجاتها من المواد والعمالة والمعدات.
   - تحديد العلاقات بين الأنشطة.
   - تقدير الازمنة للأنشطة.
2) مرحلة الجدولة (Scheduling) وهي:
   - عملية تحديد جدول زمني لبدء النشاط وانتهائه.
   - تحديد أي من المسارات هو المسار الحرج وتركيز الانتباه على الانشطة الحرجة.
   - تحديد المسار غير الحرج لمعرفة الانشطة الفائضة والتي لا تتطلب الاهتمام الكبير في اوقاتها.

3) مرحلة السيطرة (Controlling): يتم فيها تزويد الادارة بتقارير دورية عن التقدم في عملية الانجاز كما يمكن تحديث التخطيط الشبكي او تحليله إذا لزم الامر كما تتضمن اتخاذ القرارات.

4-أدارة وقت المشروع :

إن اتخاذ القرار بإقامة المشروع يعني تخصيص الموارد الضرورية له مما يتوجب على ادارة المشروع من استغلال هذه الموارد بالشكل الافضل وبفاعلية لتحقيق هدف المشروع المقرر، ومن ابرز هذه الموارد هو الزمن الذي يتوجب عدم تجاوزه بالاضافة الى مواصفات وشروط المشروع الواجب تحقيقها بما تلبي حاجات ومتطلبات المستخدم للمشروع، ويتم تمثيل الجدولة بعدة طرق منها الجداول الزمنية او المخططات البيانية (Bar Charts) او مخططات جانت (Gantt Charts) او بهيئة المخططات الشبكية.

وبالنظر لكون المشروع عبارة عن منتج يمتاز بالتفرد والخصوصية لذا فأن الفعاليات المتشابهة بالمشروع ليست بالضرورة من ان تنجز بنفس الطريقة وهذا مايتطلب من العاملين الاستفادة من الخبرات المتراكمة في مجال التخطيط والجدولة في أدارة المشروعات (Jawad and Kazem, 2020) .

تشتمل أدارة وقت المشروع على العمليات اللازمة لأكمال المشروع في الوقت المحدد والتي تتمثل بالتالي (دودين، 2012):

1) تحديد الانشطة من خلال تحديد الاجراءات التي يتم تنفيذها كي يتم انتاج مخرجات المشروع .
2) تسلسل الانشطة وهي عملية تحديد وتوثيق العلاقات بين انشطة المشروع .
3) تقدير موارد النشاط هي عملية تقدير نوع وكميات المواد والافراد والمعدات والامدادات اللازمة لتنفيذ كل نشاط من الانشطة .
4) تقدير الفترات الزمنية للنشاط وهي تقدير فترات العمل اللازمة لاكمال الانشطة المستقلة باستخدام الموارد المتاحة .
5) وضع الجدول الزمني هو عملية تحليل تسلسلات الانشطة وفتراتها والموارد اللازمة وقيود الجدول الزمني كي يتم وضع الجدول الزمني الخاص بالمشروع .
6) مراقبة الجدول الزمني هي عملية مراقبة حالة المشروع لتحديث تقدم المشروع والتحكم في التغييرات التي تطرأ على خط اساس الجدول الزمني .

5-ادارة المشاريع باستخدام اسلوبي (CPM, PERT):

المشروع (Project) كما عرف سابقا على انه مجموعة من الانشطة المتداخلة الواجب انجازها في تتابع مؤكد ليتم انجاز المشروع بشكل كامل، ان تتابع الانشطة يجب ان يكون وفق تسلسل منطقي حيث ان بعض الانشطة لا يمكن البدء فيها قبل انهاء البعض الاخر (أبراهيم، 2019).

- من أكثر الاساليب المستخدمة في مجال التخطيط (Planning) والرقابة او السيطرة على المشاريع(Controlling) هما اسلوبان (الشمرتي،2007):
- طريقة المسار الحرج (CPM)
- تقنية تقييم ومراجعة البرامج (PERT)

اهم الاختلافات بين الاسلوبين هو ان تقدير الوقت لإنجاز النشاط في CPM يحدد بشكل مؤكد بينما في PERT يحدد بشكل احتمالي.

6-الرسم التخطيطي للمشاريع (Projects Diagramming):

هناك اساليب مختلفة لتمثيل المشاريع بشكل تصويري الا ان اكثرها استخداماً هي (عمر و سفيان، 2024):

1) رسوم (كانت) (Gantt Chart) والتي لم يعد استخدامها واسع لتقادمها.

2) الرسم الشبكي (Network Diagrams): يمكن تطبيقه على مختلف المشاريع مهما كبر حجمها او زادت درجة تعقيدها كما يمكن تطبيقه على جزء من المشروع او أي مرحلة منه، يمكن ملاحظة العناصر الاساسية في عملية تمثيل المشاريع بالرسم الشبكي وهي:

- الحدث(Event): وهي عبارة عن لحظة من الزمن تدل على انجاز بعض الانشطة او بداية لأنشطة اخرى وتمتاز بانها لا تحتاج الى وقت او مورد او جهد وتمثل او ترسم بدائرة.
- الانشطة (Activities): تعتبر من العناصر المهمة للمشروع والتي يجب انجازها وتقع بين حدثين الاول هو (الحدث السابق) والثاني هو (الحدث اللاحق) وتمتاز بانها تحتاج الى وقت وموارد وتمثل باسهم واتجاه السهم يقع بين تتابع حدوث الاحداث.
- المسار(Path): سلسلة من الانشطة التي تربط الحدث الاول بالحدث الاخير للمشروع.
- المسار الحرج (Critical Path): ويعتبر الاكثر اهمية وهو اطول المسارات في المشروع إذا ما علمنا ان طول المسار هو حاصل جمع الوقت المتوقع لكل نشاط ضمن المسار وعليه تتوقف فترة انجاز المشروع والانشطة التي تقع عليه تعرف بالأنشطة الحرجة.

7-تقنية بيرت Project Evaluation and Review Technique (PERT)

هذا النوع من الأساليب يشمل العمليات غير المكررة أي التي لم تحدث من قبل وتشمل هذه مشاريع الابحاث والتطوير حيث تنفذ فيها معظم الانشطة مرة واحدة ، لذلك لا تتوفر معلومات سابقة يمكن الاعتماد عليها ، ولهذا نلجأ الى استخدام تقنية PERT الذي يفترض لتنفيذ النشاط ثلاثة ازمنة اخذاً بنظر الاعتبار توقعات معينة وهذه الازمنة هي (Kerzner, 2017; Khalaf, 2022):

1) الزمن التفاؤلي Optimistic time : وهو اقل وقت لازم لتنفيذ النشاط بافتراض ان كل شيء اثناء التنفيذ سيتم على احسن ما متوقع ووفق الخطة المرسومة ويرمز له (α).
2) الزمن التشاؤمي Pessimistic time: وهو اطول وقت لازم لتنفيذ النشاط بافتراض ان التنفيذ ستعترضه كل العقبات المتوقع حدوثها في ظل الظروف غير الطبيعية مثل عطل المكائن ، عجز في المواد المخزونة ، تأخر استلام المواد الاولية وغيرها ويرمز لها بالرمز (b) .
3) الزمن الاكثر احتمالاً : Most likely time: وهو اكثر الاوقات شيوعاً ويمثل احسن تقديرات للفترة الزمنية اللازمة لتنفيذ النشاط في ظل الظروف الطبيعية مع الاخذ بالاعتبار جميع الاحتمالات المتوقعة اثناء التنفيذ ويرمز له بالرمز m.

ولاجل حساب الوقت التقديري لاكمال المشروع في ظل وجود أوقات احتمالية لانشطته وباستعمال تقنية PERT يتم تقدير الوقت الطبيعي (Normal time) بأخذ متوسط الوقت للأزمنة الثلاثة ويرمز له بالرمز (m) وعلى وفق PERT فأن قيمته التقريبية وفقاً لتوزيع بيتا Beta distribution. ان متوسط الوقت $E(t)$ او M في تقنية PERT يقابل الوقت الطبيعي (t_{ij}) في الاسلوب السابق CPM (O'Brien, 2016; Khalaf, 2022) وكما في معادلة (1):

$$E(t) = M = \frac{\alpha+4m+b}{6} \quad (1)$$

ولذلك فأنه يمكن استخدام متوسط الوقت $E(t)$ او M لحساب وقت الابتداء والانتهاء المبكر(ES_i, EF_j) والمتاخر(LS_i, LF_j) ومن ثم تحديد الانشطة الحرجة وتحديد المسار الحرج كما في طريقة المسار الحرج CPM وكما في المعادلتين(2) و(3):

$$EF_j = max\,[\,ES_i + t_{ij}\,] \quad (2)$$

$$LS_i = \min\left[LF_j - t_{ij}\right] \quad (3)$$

Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (7), No. (2), Part (1): 140-157
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2025.7.3.9

اذ ان:

t_{ij}: هي الفتره الزمنيه اللازمه لانجاز الفعاليه او النشاط (i,j)

اما لإيجاد احتمال انجاز المشروع بفترة معينة فيتطلب ايجاد ما يلي :

1- ايجاد التباين (V) للأنشطة الحرجة كما في المعادلة (4):

$$V = (\frac{b-\alpha}{6})^2 \qquad (4)$$

2- ايجاد الانحراف المعياري لتباينات الانشطة الحرجة المكونة للمسار الحرج وفقاً للمعادلة (5):

$$\sigma = \sqrt{\sum(\frac{b-a}{\sigma})^2} \qquad (5)$$

3- ايجاد قيمة(Z) التي تقابل احتمال انجاز المشروع وفقاً للمعادلة (6):

$$Z = \frac{D-\mathrm{CP}}{\sigma} \qquad (6)$$

حيث ان :

D : الوقت المطلوب لإنجاز المشروع

CP: طول المسار الحرج

σ : الانحراف المعياري لتباينات الانشطة الحرجة

ومن الجداول الاحصائية للتوزيع الطبيعي نجد قيمة Z (ما يقابلها في تلك الجداول).

5. وصف بيانات المشروع:

بعد الزيارات المتكررة لموقع المشروع للاطلاع على سير العمل واخذ البيانات اللازمة التي تخص أنشطة المشروع لتقدير وقت اكمال مشروع زراعة وانتاج الفطر باستعمال تقنية PERT حيث تطلب ذلك الحصول على التقديرات اللازمة (الاوقات الاحتمالية) لانجاز الانشطة التي يتكون منها المشروع وعلاقات الاعتمادية التي تربط بينها، والجدول 1 يوضح الانشطة ووصفها واوقاتها الاحتمالية والاعتمادية فيما بينها:

جدول (1): الانشطة ووصفها واوقاتها الاحتمالية والاعتمادية فيما بينها

التسلسل	وصف النشاط	رمز النشاط	النشاط السابق	α	m	b	تتابع الاحداث
1	حفر الأسس	A	---	2	5	8	2-1
2	صب الأسس	B	---	3	5	7	3-1
3	البناء فوق الأسس	C	A	3	4	5	5-2
4	بناء الجدران	D	A	6	8	12	4-2
5	صب السقف	E	B	5	6	7	4-3
6	التأسيسات الكهربائية	F	B	4	6	10	6-3
7	التأسيسات المائية	G	D, E	3	5	7	5-4
8	تصميم وتاسيس المجاري	H	D, E	2	4	6	6-4
9	تثبيت العوازل المقاومة للحرارة والبرودة	I	D, E	2	5	8	8-4
10	الطلاء الاسمنتي للجدران	K	C,G	4	6	8	9-5
11	طلاء الجدران بالاصباغ	L	C,G	4	5	6	8-5
12	تجهيزالارضيات بالرخام	M	H, F	3	6	9	7-6
13	تجهيز المشروع بمولد كهربائي مع التاسيس	N	M	5	6	7	8-7
1	تجهيز المشروع بالاثاث المكتبي	O	M	1	2	3	10-7
15	تجهيز المشروع بالرفوف الحاملة لبذور	P	M	3	6	9	11-7

						المنتج (الفطر)	
10-8	8	4	2	L,I, N	Q	تجهيز المشروع بالمواد العضوية والكيمياوية المطلوبة لزراعة الفطر	16
10-9	5	4	3	K	R	خلط المواد ونشر البذور على الرفوف	17
12-9	9	7	5	K	S	تجهيز حافظات سعة 1كغم الحاملة للمنتج	18
13-10	6	4	2	R,Q,O	T	تجهيز الماكنة الخاصة بالتعبئة والتغليف	19
13-11	7	5	3	P	U	قطف المنتج من الرفوف يدويا	20
13-12	10	8	6	S	V	التعبئة والتغليف ونقل المنتج الى المخازن	21

6. مناقشة النتائج:

أولا: حساب الوقت التقديري لاكمال المشروع باستعمال تقنية PERT

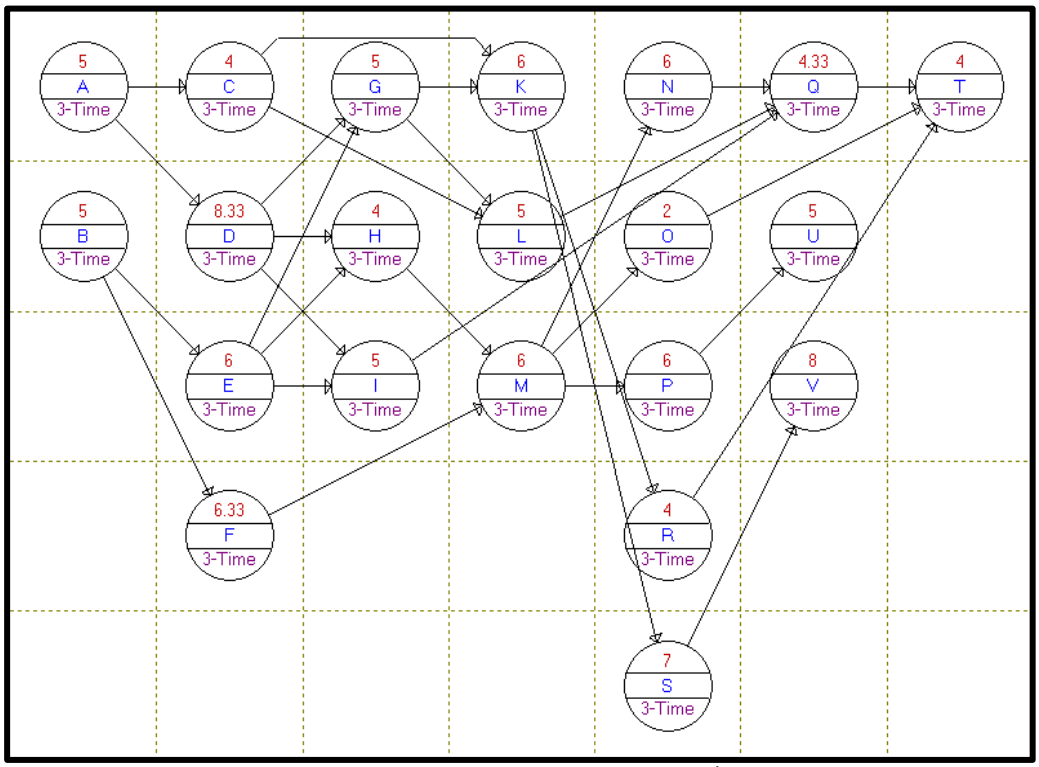
لتقدير وقت اكمال المشروع يتم تقدير الوقت الطبيعي (Normal time) للاوقات الاحتمالية لانشطة المشروع بأخذ متوسط الوقت للأزمنة الثلاثة ويرمز له بالرمز (m) وهي قيمته التقريبية وفقاً لتوزيع Beta لذا فان متوسط الوقت $E(t)$ او M يتم ايجاده من خلال تطبيق المعادلات (1) ، (4) و (5) وكما في جدول 2:

وبعد تطبيق المعادلتان (2) و(3) يمكن حساب الوقت التقديري لاكمال المشروع من خلال البرنامج الجاهز WinQSB2 وكما في جدول 3 وبعد تقدير الوقت الطبيعي (Normal time) للاوقات الاحتمالية لانشطة المشروع بأخذ متوسط الوقت للأزمنة الثلاثة (M) يمكن رسم شبكة المشروع من خلال البرنامج الجاهز WinQSB2 وكما في الشكل 1:

جدول (2): يوضح الوقت المتوقع والتباين والانحراف المعياري لكل نشاط بعد تطبيق معادلة (1) ، (4) و (5).

ت	وصف النشاط	رمز النشاط	النشاط السابق	α	m	b	$M=\frac{\alpha+4m+b}{6}$	$V=\left(\frac{b-\alpha}{6}\right)^2$	$\sigma=\sqrt{(\frac{b-a}{\sigma})^2}$
1	حفر الأسس	A	---	2	5	8	5	1	1
2	صب الأسس	B	---	3	5	7	5	0.444	0.6667
3	بناء فوق الأسس	C	A	3	4	5	4	0.111	0.3333
4	بناء الجدران	D	A	6	8	12	8.333	1	1
5	صب السقف	E	B	5	6	7	6	0.111	0.3333
6	التأسيسات الكهربائية	F	B	4	6	10	6.333	1	1
7	التأسيسات المائية	G	D, E	3	5	7	5	0.444	0.6667
8	تصميم وتاسيس المجاري	H	D, E	2	4	6	4	0.444	0.6667
9	تثبيت العوازل المقاومة للحرارة والبرودة	I	D, E	2	5	8	5	1	1
10	الطلاء الاسمنتي للجدران	K	C,G	4	6	8	6	0.444	0.6667
11	طلاء الجدران بالاصباغ	L	C,G	4	5	6	5	0.333	0.3333
12	تجهيزالارضيات بالرخام	M	H, F	3	6	9	6	1	1
13	تجهيز المشروع بمولد كهربائي مع التاسيس	N	M	5	6	7	6	0.111	0.3333
14	تجهيز المشروع بالاثاث المكتبي	O	M	1	2	3	2	0.111	0.3333
15	تجهيز المشروع بالرفوف الحاملة لبذور	P	M	3	6	9	6	1	1

								المنتج (الفطر)	
1	1	4.333	8	4	2	L,I, N	Q	تجهيز المشروع بالمواد العضوية والكيمياوية المطلوبة لزراعة الفطر	16
0.3333	0.111	4	5	4	3	K	R	خلط المواد ونشر البذور على الرفوف	17
0.6667	0.444	7	9	7	5	K	S	تجهيز حافظات سعة 1كغم الحاملة للمنتج	18
0.6667	0.444	4	6	4	2	R,Q,O	T	تجهيز الماكنة الخاصة بالتعبئة والتغليف	19
0.6667	0.444	5	7	5	3	P	U	قطف المنتج من الرفوف يدويا	20
0.6667	0.444	8	10	8	6	S	V	التعبئة والتغليف ونقل المنتج الى المخازن	21



الشكل (1): شبكة المشروع من خلال البرنامج الجاهزWinQSB2

بعد ان تم تقدير الوقت الطبيعي (Normal time) من تطبيق معادلة (1) وذلك بأخذ متوسط الوقت للأزمنة الثلاثة وإيجاد $\boldsymbol{E(t)}$ او $\boldsymbol{M}$ ل (Beta distribution) يمكن الان حساب الوقت التقديري لاكمال المشروع باستعمال تقنية PERT وكذلك تحديد الأنشطة الحرجة وغير الحرجة والبدايات والنهايات المبكرة والمتاخرة والانحراف المعياري لكل نشاط بتطبيق المعادلتان (2) و (3) ومن خلال البرنامج الجاهز WinQSB2 يمكن الحصول على الجدول 3 والاطلاع على شكل 2 الذي يوضح شبكة المشروع والمسار الحرج لاكمال المشروع باستعمال تقنية PERT.

Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (7), No. (2), Part (1): 140-157
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2025.7.3.9

جدول (3): حساب الوقت التقديري للأنشطة الحرجة وغير الحرجة والبدايات والنهايات المبكرة والمتاخرة والانحراف المعياري لكل نشاط وتقدير وقت اكمال المشروع من خلال البرنامج الجاهز (WinQSB2)

	Activity Name	On Critical Path	Activity Mean Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)	Activity Time Distribution	Standard Deviation
1	A	Yes	5	0	5	0	5	0	3-Time estimate	1
2	B	No	5	0	5	2.3333	7.3333	2.3333	3-Time estimate	0.6667
3	C	No	4	5	9	14.3333	18.3333	9.3333	3-Time estimate	0.3333
4	D	Yes	8.3333	5	13.3333	5	13.3333	0	3-Time estimate	1
5	E	No	6	5	11	7.3333	13.3333	2.3333	3-Time estimate	0.3333
6	F	No	6.3333	5	11.3333	12.6667	19	7.6667	3-Time estimate	1
7	G	Yes	5	13.3333	18.3333	13.3333	18.3333	0	3-Time estimate	0.6667
8	H	No	4	13.3333	17.3333	15	19	1.6667	3-Time estimate	0.6667
9	I	No	5	13.3333	18.3333	26	31	12.6667	3-Time estimate	1
10	K	Yes	6	18.3333	24.3333	18.3333	24.3333	0	3-Time estimate	0.6667
11	L	No	5	18.3333	23.3333	26	31	7.6667	3-Time estimate	0.3333
12	M	No	6	17.3333	23.3333	19	25	1.6667	3-Time estimate	1
13	N	No	6	23.3333	29.3333	25	31	1.6667	3-Time estimate	0.3333
14	O	No	2	23.3333	25.3333	33.3333	35.3333	10	3-Time estimate	0.3333
15	P	No	6	23.3333	29.3333	28.3333	34.3333	5	3-Time estimate	1
16	Q	No	4.3333	29.3333	33.6667	31	35.3333	1.6667	3-Time estimate	1
17	R	No	4	24.3333	28.3333	31.3333	35.3333	7	3-Time estimate	0.3333
18	S	Yes	7	24.3333	31.3333	24.3333	31.3333	0	3-Time estimate	0.6667
19	T	No	4	33.6667	37.6667	35.3333	39.3333	1.6667	3-Time estimate	0.6667
20	U	No	5	29.3333	34.3333	34.3333	39.3333	5	3-Time estimate	0.6667
21	V	Yes	8	31.3333	39.3333	31.3333	39.3333	0	3-Time estimate	0.6667
	Project	Completion	Time	=	39.33	Days				4.6668
	Number of	Critical	Path(s)	=	1					

من جدول (3) تبين ان الوقت التقديري لاكمال المشروع من خلال استعمال تقنية PERT هو 39 يوم تقريبا وهو يمثل المسار الحرج للمشروع والمتضمن الأنشطة الحرجة الاتية :

A → D → G → K → S → V →

Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (7), No. (2), Part (1): 140-157
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2025.7.3.9

احتوى جدول 3 على العديد من الاعمدة والتي احتوت على معلومات مهمة وهذه الاعمدة هي:

- عمود (activity name) : احتوى على جميع انشطه المشروع حيث تم ترميزها لسهولة التعامل معها في البرنامج وكمثال على ذلك النشاط D يمثل بناء الجدران.
- عمود (on critical path) يبين الأنشطة الحرجة ففي حالة وقوعها على المسار الحرج يؤشر امام النشاط بكلمة (Yes) وفي حالة عدم وقوعه يؤشر بكلمة (No) فمثلا النشاط D Iهو حرج ويقع على المسار الحرج .
- عمود (activity Mean time): وهو يبين متوسط الوقت للانشطة الاحتمالية المشروع مثل الوقت الاحتمالية للنشاط D هو 8.3333.
- عمود (earliest start) : يبين البداية المبكره لانشطة المشروع فالبداية المبكرة للنشاط D =5 .
- عمود (earliest finish): يبين النهاية المبكره لانشطة المشروع فالنهاية المبكرة للنشاط D =13.3333.
- عمود (latest start): يبين البدايه المتاخرة لانشطة المشروع فالبداية المتاخرة للنشاط D =5.
- عمود (latest finish) يبين النهاية المتاخرة لانشطة المشروع فالنهاية المتاخرة للنشاط D =13.3333.
- عمود (slack) الوقت الفائض لكل نشاط من انشطة المشروع ويحسب من حاصل طرح البداية المتاخرة من البداية المبكرة (LS-ES) او النهاية المتاخرة من النهاية المبكرة (LF-LS) فالوقت الفائض للنشاط D هو صفر (0=5-5).
- عمود (Activity time distribution): وهو عمود التوزيع الاحصائي لوقت النشاط وهو توزيع (Beta distribution) بثلاث معالم او ثلاث تقديرات للوقت (3-Time estimate) لجميع أوقات أنشطة المشروع وكما هو واضح من خلال هذا العمود.
- عمود (Standard Deviation): وهو عمود الانحراف المعياري لاوقات أنشطة المشروع فالانحراف المعياري للنشاط D هو 1.

ثانيا: إيجاد احتمال (النسبة المؤية) لاكمال المشروع في وقت معين

لايجاد احتمال اكمال المشروع في وقت معين يتطلب إيجاد الاتي:

- الوقت التقديري لاكمال المشروع (المسار الحرج CP)
- الوقت المطلوب لاكمال المشروع (D)
- الانحراف المعياري لتباينات الانشطة الحرجة (σ)
- قيمة(Z) التي تقابل احتمال انجاز المشروع

ومن خلال المعادلتين (5) و(6) يتم الحصول على قيمة (σ) وقيمة(Z) وكما يلي:

ومن الجداول الاحصائية للتوزيع الطبيعي نجد قيمة Z (والاحتمال المقابل لها في تلك الجداول).

فلايجاد احتمال اكمال المشروع في 30 يوم يتم تعويض ذلك في معادلة (6) وكما يلي:

$$Z = \frac{30-39.33}{4.666} = -1.999$$

ومن خلال الجداول الاحصائية للتوزيع الطبيعي نجد الاحتمال المقابل لقيمة Z عندما تساوي 1.999- يساوي 0.023 وهو احتمال قليل جدا في اكمال المشروع في 30 يوم

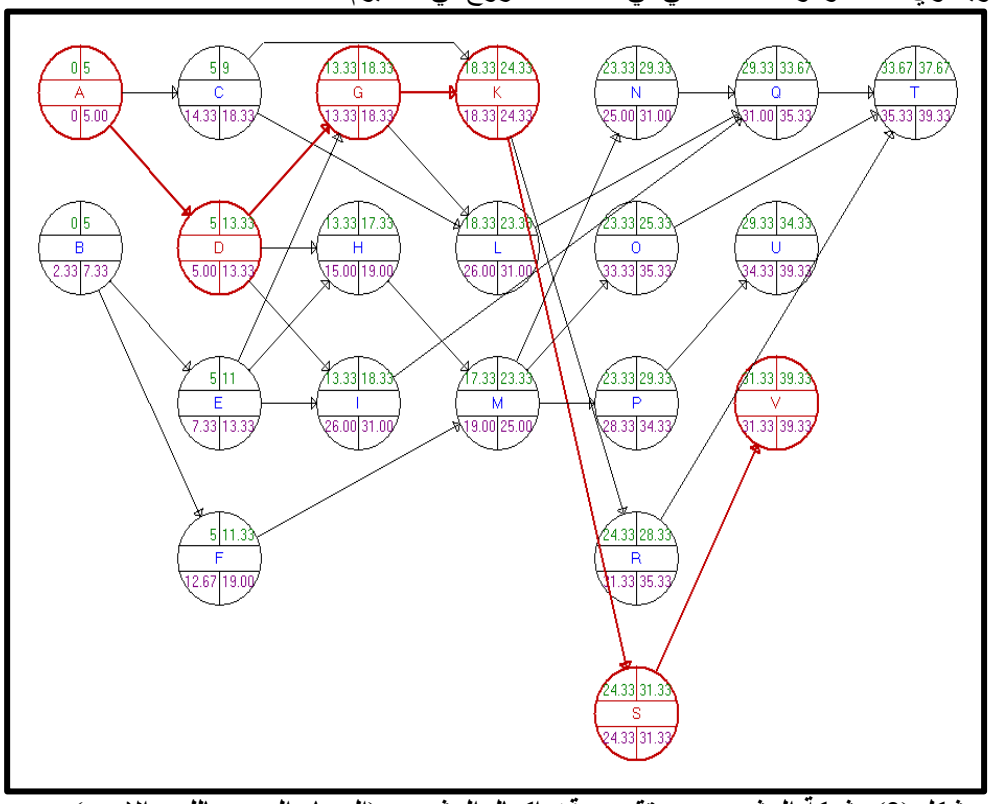
اما احتمال اكمال المشروع في 39.33 يوم مثلا وبتطبيق معادلة (6):

$$Z = \frac{39.33-39.33}{4.666} = 0$$

ومن خلال الجداول الاحصائية للتوزيع الطبيعي نجد الاحتمال المقابل لقيمة Z عندما تساوي 0 ويساوي 0.50 وهو احتمال اكمال المشروع في نفس وقت المسار الحرج
اما احتمال اكمال المشروع في 45 يوم مثلا وبتطبيق معادلة (6):

$$Z = \frac{45-39.33}{4.666} = 1.215$$

ومن خلال الجداول الاحصائية للتوزيع الطبيعي نجد الاحتمال المقابل لقيمة Z عندما تساوي 1.215 ويساوي 0.88 وهو احتمال عالي في اكمال المشروع في 45 يوم.



شكل (2): شبكة المشروع بعد تقدير وقت اكمال المشروع (المسار الحرج باللون الاحمر) من خلال البرنامج WinQSB2

7. الفجوة العلمية التي يغطيها هذا البحث

تميزت هذه الدراسة بتناولها لمشروع انتاج الفطر الغذائي حيث يعتبر من المشاريع النادرة والهامة وتساهم في تحقيق الامن الغذائي لما يمثله حجم الطلب على هذا المنتج في السوق العراقية ومساهمته في توفيرعملة صعبة والاستغناء عن الاستيراد، حيث تم استعمال تقنية كفوءة في التخطيط والجدولة للمشاريع وهي تقنية PERT لحساب وقت اكمال المشروع وإيجاد النسبة المؤية لاكماله في وقت معين يتم تقديره من قبل مدير المشروع وهو مؤشر مهم لمتخذ القرار، تميزت هذه الدراسة أيضا بشرح وتوضيح التفاصيل المهمة للعديد من الجداول والرسوم التوضيحية والتي زودنا بها البرنامج الجاهز WinQSB2 حيث تم توضيح وتعريف اعمدة هذه الجداول ووظائفها والتي احتوت على معلومات مهمة جدا لادارة المشروع منها تحديد الأنشطة الحرجة وغير الحرجة والبدايات والنهايات المبكرة والمتاخرة واوقات المرونة والوقت المتوقع والتباين والانحراف المعياري والتوزيع الاحصائي لوقت كل نشاط من أنشطة المشروع.

Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (7), No. (2), Part (1): 140-157
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2025.7.3.9

8. الاستنتاجات والتوصيات

أولا : الاستنتاجات

ان اهم الاستنتاجات التي توصل اليها الباحث هي :

1. اهمية استعمال الاساليب الحديثة في التخطيط والجدولة للمشاريع مثل: تقنية PERT لحساب الوقت التقديري لجدولة واكمال مشروع زراعة وإنتاج الفطر وأيضا لإيجاد الاحتمال او النسبة المؤية لاكمال المشروع في وقت معين وهو من المؤشرات والمعلومات المهمة لادارة المشروع والمستفيد أيضا.
2. اتباع الاساليب العلمية الحديثة التي اساسها الطرائق الرياضية والبرامجيات الرصينة مثل البرنامج الجاهز WinQSB2 الذي كان له الأثر الكبير في انجاز المشروع وتشخيص اسباب الاخطاء والتاخير الناجمة عنها بالإضافة الى تزويد متخذ القرار بالجداول والتقارير المهمة والرسوم التوضيحية.
3. ان توزيع (Beta distribution) كان له دور كبير في معالجة حالة اللاتاكد والاحتمالية التي رافقت أوقات أنشطة المشروع وبثلاث معالم او ثلاث تقديرات للوقت (3-Time estimate) والذي جعل من الصعوبة تقدير وقت اكمال المشروع.
4. وجد الباحث أن الأنشطة الحرجة التي تم تحديديها من خلال البرنامج WinQSB2 هي أنشطة مهمة ولايمكن التاخير في إنجازها وان أي تأخير في إنجازها سيؤدي الى تأخير المشروع بأكمله وبالتالي ارتفاع تكاليفه.
5. حصول انطباع واضح لدى ادارة المشروع من ان ادخال البيانات وفق البرامج الرياضية لها من الاهمية في تحقيق اهداف المشروع في الاوقات والكلف المناسبة.

ثانيًا: التوصيات

بناء على ما تم استنتاجه يمكن ان نخرج بمجموعة من التوصيات أهمها:

1. ضرورة استخدام إدارة المشروع للاساليب الحديثة في التخطيط والجدولة للمشاريع مثل تقنية PERT لحساب وقت اكمال المشروع
2. اتباع الاساليب العلمية والطرائق الرياضية والبرامجيات الرصينة مثل البرنامج الجاهز WinQSB2 في انجاز المشروع وتزويد متخذ القرار بالتقارير المهمة والرسوم التوضيحية.
3. معالجة حالة اللاتاكد والاحتمالية التي رافقت أوقات أنشطة المشروع من خلال ان التوزيعات الإحصائية مثل توزيع (Beta distribution) والذي كان له دور كبير في تقدير وقت اكمال المشروع.
4. ضرورة معرفة متخذ القرار للنسبة المؤية او احتمالية اكمال المشروع في وقت معين وهو من المؤشرات والمعلومات المهمة المستفيد أيضا
5. ضرورة اكمال الأنشطة الحرجة التي تم تحديديها من خلال البرنامج WinQSB2 في موعدها المقرر وعدم التاخير في إنجازها
6. تهيئة الملاك المتخصص في استخدام هذه الاسايب واعداد البرامج والدورات التدريبية القادرة على تزويد هذه الملاكات بالاسس العلمية لهذه الأساليب وكيفية تطبيقها.

9. المصادر:

أولا: المصادر العربية

1. أبراهيم، سماهر محمد. (2019) استخدام تقنية المسار الحرج وتقنية بيرت في تخطيط مراحل تصنيع وانتاج الابواب الخشبية (دراسة تطبيقية في معمل المصطفى في محافظة دهوك) . المجلة الاكاديمية لجامعة نوروز، مجلد 8، عدد 1 ، ص. ص389- 395.
2. الشمرتي، سعد النور حامد.(2007). مدخل الى بحوث العمليات . المجدلاوي للنشر، عمان.
3. السبيعي، خالد بن صالح المرزم (2018). جدولة المشاريع البحثية لطلبة الدراسات العليا التربوية بجامعة الملك سعود باستخدام تقنية بيرت والمسار الحرج: دراسة تطبيقية. مجلة كلية التربية فى العلوم التربوية. مجلد 42، العدد 3 ، ص ص 193-233.
4. العزاوي، ضياء شكر محمود و الجبوري، علاء احمد حسن .(2022). دور ابعاد التسويق الجغرافي في تعزيز نجاح إدارة المشاريع : دراسة استطلاعية في معمل اسمنت بادوش- محافظة نينوى. مجلة اقتصاديات الاعمال. مجلد (2)، العدد(1). 151-171.
5. الجبوري، حسين رافت جاسم محمد و المعاضيدي، معن وعدالله. (2023). واقع مراحل إدارة مشاريع تكنولوجيا المعلومات: دراسة تحليلية في شركة اسياسيل للاتصالات النقالة في العراق. مجلة اقتصاديات الاعمال. مجلد (4)، العدد(3). 45-63.
6. دودين، أحمد يوسف (2012). أدارة المشاريع Project Management. جامعة الزرقاء، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، الأردن.
7. حنا، دينا حنا عبد الملك، الحلبي، مها محمد امام ، عبد الرحمن، دعاء (2024). إستراتيجيات اختزال العامل الزمني في مشاريع التصميم الداخلي. المجلة العربية الدولية للفن والتصميم الرقمى. المجلد 3 . العدد 1. ص ص 67-94 .
8. خلف، وقاص سعد و خضر، تمام سلمان. 2015. جدولة المشروع باستعمال تقنية برمجة الاهداف-بحث تطبيقي في مشروع القرية العصرية (محور الابنية السكنية) في محافظة واسط. مجلة العلوم الاقتصادية و الادارية مجلد 21 ، عدد، 85، ص.ص : 169- 201.
9. عمر، ساف و سفيان، شراد (2024) استخدام تقنيتي CPM و PERT في تخطيط المشاريع دراسة حالة مشروع عروض الحسابات الكبرى OGC بالوكالة الوطنية للتشغيل ANEM ، رسالة ماجستير، جامعة محمد البشير الابراهيمي برج بوعريريج، كلية العلوم والتجاريةوعلوم التسيير، الجزائر.
10. قنور، عادل و نادي، جمال (2022). دور التقنيات الكمية في اتخاذ القارر بالمؤسسة الاقتصادية – PERT- تخطيط وجدولة المشاريع باستخدام تقنية دارسة حالة مكتب الدارسات التقنية المتعددة- المهندسين- بالبويرة. مجلة التنمية والإستشراف للبحوث والإستشراف للبحوث والدراسات. المجلد 07 ، العدد 02 .ص.ص 95-111.

المصادر الأجنبية:

11. Al-jazaeri, S. M. H., 2008. The use of pert project scheduling methods and the critical path in the trade-off between time and cost for the completion of projects an applied study at the Basra Technical Institute. Technical Magazine, 21(6), pp. 1-9.
12. Al-mawashi, Z. H. H. & Dawood, F. S., 2016. The role of my style (CPM / Bert) in enhancing the performance of construction projects: an applied study in the projects department in the baghdad governorate office. Journal of Economic and Administrative Sciences, 22(94), pp. 84-111.

13. CatoviĆ, S., & GÖksu, A. P. D. A. (2012), Implementation of Critical Path method and Project evaluation and Review Technique.
14. Hillier FS, Lieberman GJ. (2015). Introduction to Operations Research. (10th Ed), McGraw-Hill Education, United States of America.
15. Jawad. M. K., Kazem, A. J. 2020. Using the Critical Path Method (CPM) for scheduling the project (paving the Amil Sayid Al-Ayyam Street with a length of 1.25 km) In terms of Decresing the time. journal of Economics And Administrative Sciences, V(26), No. 120, P.127-145.
16. Kerzner, h. (2017). Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling. John wiley & sons.
17. Khalaf, W. S., (2022). Operations Research for Decision Support, first edition, Dar Ghaida for Publishing and Distribution, Amman, Jordan.
18. Krajewski, L.J., Ritzman, L.P. and Malhotra, M.K. (2013) Operation management: process and supply chains, 10th ed. prentice hall, New Jersey.
19. Khalaf, W.S. (2010) Optimum Time-cost Trade-off Strategies in Critical Path Method for Project Management. Thesis Submitted to the School of Graduate Studies, Universiti Putra Malaysia, in Fulfilment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy.
20. O'Brien ،Plotnick L. (2016) ,CPM in Construction Management, 8th ed., McGraw-Hill.