دراسة تطبيقية لتقييم انجاز المباني المدرسية باستخدام طريقة (CPM) و (Fuzzy CPM)

م. م. دعاء بشير عباس
جامعة البصرة
كلية التربية للعلوم الانسانية

م. م. حنان عباس حمزة الراشدي
جامعة بابل
قسم الدراسات والتخطيط

Email:hanan.alrashedi@uobabylon.edu.iq
Email:Duaa.basheer@uobasrah.edu.iq

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7592-7922

المستخلص:

ان غياب اساليب التخطيط العلمي في ادارة المشاريع الانشائية سيؤدي الى اداء غير مرضي لجميع الجهات المكلفة بأنجاز المشروع والدليل على ذلك هو عدم الالمام بالمعرفة الشاملة بعملية التخطيط والمتابعة والجدولة لبناء المشروع من النواحي النظرية والعملية، ولاسيما عند توفر بيانات ومعلومات غامضة وغير واضحة او وجود نقص في المعلومات المتعلقة بالفترة الزمنية او الكلف المطلوبة لتنفيذ المشروع، لذا يجب على ادارات المشاريع ان تسعى لتحسين تلك المعارف من خلال ادخال اساليب علمية فعالة وذات جودة عالية للحصول على مشروع ناجح ومتكامل وضمن المواصفات المطلوبة وبفترة قياسية وكلفة اقل، لهذا من الضروري ايجاد طريقة اكثر عملية لحل هذة المشكلة من خلال استعمال طريقة المسار الحرج الاعتيادية ونظرية المجموعة الضبابية وتطبق بتوظيف برنامج (WinQSB) لحساب الوقت الامثل للأنجاز.

الكلمات المفتاحية: المشروع، طريقة المسار الحرج، نظرية المجموعة الضبابية، دوال الانتماء، Fuzzy CPM

An Applied Study to Evaluate the Achievement of School Buildings by Using (CPM)and(Fuzzy CPM) Methods

Duaa Basher Abbas
University of Basrah/College of Education for Human Sciences

Hanan Abbas Hamza Al-Rashidi
University of Babylon / Studies and Planning Department

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7592-7922

Abstract

The absence of scientific planning methods in the management of construction project,if neglected,will lead to unsatisfactory performance for all parformance for all parties charged with the completion of the project. This is evident in the lack of comprehensive knowledge of the process of planning,follow-up, and scheduling for the construction of the project from the theoretical and practical aspects, especially when there is vague and unclear data and information or there is a lack of information related to the time period or costs required to implement the project.Therefore,project management must seek to improve that knowledge through the introduction of effective and exceptional scientific methods to ensure a successful and integrated project within the required specifications and in a record period and lower cost. For this reason,it is necessary to find a more practical way to solve this problem through the use of the Critical Path method and Fuzzy Logic theory in order to calculate the optimal time of completion, and this is done through the program(Win QSB)

Keywords: The project, CPM technology , Fuzzy Logic theory, Membership functions, fuzzy CPM.

1- المقدمة Introduction

منذ اواخر الخمسينات اصبحت اساليب بحوث العمليات وخاصة اساليب شبكات الاعمال من الاساليب المهمة والمستخدمة في نطاق واسع لادارة المشاريع المتنوعة والمتعددة الانشطة وبذات المشاريع في بيئات غير واضحة وغير مستقرة ، وان مشاريع الابنية قد يواجه متغيرات كثيرة فيما يتعلق بالتكاليف والوقت منها(اداء العمال، الضغوط الاجتماعية، اخطاء ترتكب من قبل المقاول، تغيرات المناخ مثل الامطار والفيضانات وغيرها ، اخطاء التصميم) وكل هذه المتغيرات سوف تؤثر على الوقت الاجمالي للمشروع، وفي الغالب ان معظم شركات المقاولات لا تسجل با سلوب دقيق ومنتظم تكلفة ووقت الانشطة وقد يكون المشروع المنفذ جديداً من نوعه فيلجأ الى اخذ اراء وتنبؤات الخبراء من المقاولين او المهندسين في هذا المجال للتنبؤ بمعالم المشروع، ولمعالجة هذه المشاكل يتم استخدام بعض الوسائل الحديثة في التخطيط مثل طريقة المسار الحرج او طريقة بيرت وغيرها الكثير، اما فيما يخص البيئات والمعلومات غير الدقيقة فيستخدم المجموعات الضبابية. والجدير بالذكر ان البحث اشتمل على المنهجية العلمية والجانب النظري والجانب التطبيقي(العملي) بهدف الوصول الى اهم الاستنتاجات والتوصيات المرجوةً.

2- مشكلة البحث

اغلب مشاريع الابنية يتم تنفيذها في بيئة واضحة ومستقرة، بينما هناك مشاريع لا يمكن انجازها بشكل مثالي وخاصة في حالة وجود بيئة غير مؤكدة اذ تكون المعلومات التي تم جمعها عن وقت انشطة المشروع غير دقيقة وغامضة وبالتالي عند اتخاذ القرار في مثل هكذا ظروف سوف يكون محل الشك.

3- هدف البحث

يهدف هذا البحث الى تحسين الاداء ووضع استيراتيجية فعالة لعملية الشروع بتنفيذ بناء المدارس ويتم من خلال تطبيق طريقة المسار الحرج الاعتيادية مع نظرية المجموعة الضبابية(Fuzzy Logic) للوصول الى الوقت الامثل للانجاز.

4- اهمية البحث

اصبح تطبيق منهجيه ادارة المشاريع امراً هاماً، وذا اهمية في جعل عملية ادارة المشاريع كجزء اساسي من الحياة العملية داخل المؤسسات. وهذا البحث جاء لتقليل التأخير الحاصل اثناء تنفيذ المشاريع والسيطرة على التكاليف والمساهمة بارتقاء مستوى الاداء من خلال تطبيق منهج علمي حديث يتمثل بطريقة(CPM,FuzzyCPM).

5- الدراسات السابقة

هناك الكثير من الدراسات والبحوث المتعلقة باستعمال طريقة المسار الحرج والمنطق الضبابي، ومن خلال الاطلاع على الدراسات والبحوث نذكر اهمها:

1- قدم (Liang&Han,2004) دراسة بعنوان (Fuzzy Critical Path for Project Network) تم تقديم خوارزمية لإجراء تحليل المسار الحرج في بيئة ضبابية لتحليل قرار المشروع وتحليل المشروع بطريقة التقليدية يكون أقل فعالية في نقل المعلومات المتاحة في بيئة القرار غير الدقيقة والضبابية.

2- نشر (حاوي،2004) بحثاً بعنوان (استخدام اسلوبي المسار الحرج وبيرت في تخطيط ومتابعة انجاز الزوارق / دراسة تطبيقيه في شركة ابن ماجد) هدفت الدراسة لتحقيق الوقت الامثل لمشروع انجاز الزوارق وباقل تكلفة وفي ظل توفر الامكانيات المتاحة، ومن النتائج تبين ان هناك فرقاً واضحاً بين مدة التخطيط العلمي والتنفيذ

الفعلي تقدر بـ (807) يوم والفرق بالتكلفة يقدر (بمليار وسبعمئة وخمسين مليون دينار عراقي) وهذا بدورة يعكس اثار سلبية على المدة والتكلفة الاجمالية لا نهاء المشروع.

3- نشر (المحياوي وعمر،2007) دراسة في استخدام أسلوب المسار الحرج (CPM) في تخطيط وجدولة عمليات المشاريع الإنشائية (دراسة حالة تطبيقية). وتم تطبيق طريقة المسار الحرج (CPM) على المشاريع الانشائية في ليبيا لتحديد المدة الزمنية للانجاز وجعلت بامكان مقاول(اعمال الكهرباء) تعيين حجم الموارد المطلوبة للمشروع ضمن حدود امكانيته . وتم انجاز المشروع في فترة زمنية(369)يوماً باستعمال اسلوب المسار الحرج بينما في الواقع نُفذ في فترة (429) يوماً وهذا يظهر فرقاً واضحاً في وقت التنفيذ.

4- قام(خلف،2011) بنشر (Scheduling Project Management Using Crashing CPM Networks to Get Project Completed on Time & Under Budget) هدفت الى تقليل الوقت والتكلفة الاجمالية للمشروع من خلال التعجيل، ثم استخدم المحاكاة لحل النموذج بطريقتين(CPM, تكلفة المبادلة للوقت) بالاعتماد على بيانات افتراضية للمشروع.

5- نشر (Madhuri&et al.,2013) بحثاً بعنوان (Fuzzy Linear Programming Model for Critical Path Analysis) في هذا البحث تم اقتراح نموذج برمجة ضبابي جديد لايجاد المسار الحرج الضبابي وتمثيله بارقام ضبابية شبه منحرفة ومقارنتها بالطريقة العادية وظهر من الافضل استخدام النموذج المقترح للأرقام الغامضة بدلاً من التمثيلات التقليدية للعثور على المسار الحرج الضبابي ووقت الإكمال الضبابي لمشاكل المسار الحرج الغامض.اذ ان عدد القيود

في البرمجة الخطية الضبابية المقترحة اقل مقارنة لحل مشكلة البرمجة الخطية الاعتيادية.

6- قدم (Mazlum&Guneri,2015) دراسة تتضمن CPM,PERT and Project Management with Fuzzy Logic Tecnique and Implementation on a Business. عمل على تقليص متوسط الوقت باستعمال اسلوبي المسار الحرج وبيرت ثم مقارنتها بالمجموعة الضبابية لأدارة المشروع بشكل امثل.

7- عمد(الدراجي،2017) لدراسة (أهمية أسلوبي PERT و CPM في متابعة ومراقبة إنجاز المشاريع/ دراسة حالة مشروع مستشفى 240 سريراً) تم تطبيق اسلوبي (بيرت والمسار الحرج) لتحديد الفترة الزمنية لإنجاز المشروع حيث انجز خلال (95) اسبوعاً وهو اقل من الفترة المتفق عليها مع الشركة والذي قدر (24شهرا)، كما اتضح من خلال تطبيق هذين الاسلوبين ان يمكن تقليص وقت انجاز الانشطة الحرجة عن طريق الخبرة او ساعات العمل الاضافية.

8- قام (جواد وكاظم،2020) ببحث يتناول استعمال طريقة المسار الحرج CPMفي جدولة مشروع (تبليط شارع حي العامل ساید الایاب بطول 1,52كم) لتقليل وقت انجاز المشروع.وتم تطبيق طريقة المسار الحرج في مديرية بلدية في محافظة كربلاء المقدسة، واستنتج ان تاخر معظم المشاريع عن وقتها المحدد نتيجة عدم الجدولة والتخطيط بشكل جيد يتلائم مع عددها وتنوعها ويمكن تقليل وقت انجاز المشروع، وقد حث الدوائر الحكومية والبلدية على أعداد (كشوفات) تخمينيه للمشاريع .

9- قدم(داخل،2022) بحثاً بعنوان(المفاضلة بين الوقت والكلفة في تنفيذ المشروعات بأستخدام أسلوب cpm / دراسة حالة مشروع أكساء وتبليط شوارع الأرصفة مع الخدمات في مركز محافظة البصرة) ناقشت فية معالجة مشاكل التاخير في تنفيذ المشاريع نتيجة عدم الدقة في تقدير الكلف والوقت والاعتماد على الخبرة الشخصية للعاملين، والتي ينتج عنها ارتفاع التكلفة من خلال تقدير الوقت اللازم باستعمال طرق علمية لايجاد الزمن الطبيعي.

6- ادارة المشاريع ، المشروع ،مفهومهما

ادارة المشاريع هي الادارة المسؤولة عن عملية الجدولة والتخطيط والسيطرة على الموارد كالمعدات والعاملين وغيرها من الموارد الاخرى لمواجهة ضغوطات الوقت والكلف لتنفيذ المشروع(عوالي ونادية،2017: 28). ويعد المشروع بانة جهد مؤقت يتطلب انجازه في نطاق زمني محدد وله نقطة بداية ونقطة نهاية محددة(Lewis,2010:5). كما يعد بانة عملية منتظمة يتم تنفيذها بطريقة محددة لغرض تحقيق نتائج معينة وتضم مجموعة من الانشطة التي تتطلب موارد محددة ، وان الانشطة تؤثر بشكل مباشر في المشروع لان كل نشاط في المشروع يضيف اهمية الى المدخلات المستمدة من النشاط السابق ، وغالبا المشاريع تتصف بحالة عد اليقين مما يجعل ادارتها تكون اكثر صعوبة بسبب المخاطر والشكوك لذا تتطلب المشاريع اسلوب ادارة خاصتً على عكس الاعمال الاخرى ذات الطابع الروتيني، وان المنظمات تحدد عملية ادارة المشاريع وفقاً لنوع المنتج والهيكل التنظيمي (Stevenson,2015:731).

7- طريقه المسار الحرج Critical Path Method(CPM)

تعد هذه الطريقة هي اداة للمراقبة ولتنفيذ المشاريع المعقدة والضخمة باستعمال عامل الوقت واحد لكل نشاط،(critical path)هو اطول مسار من حيث المدة الزمنية في المخطط الشبكي ويربط بين الانشطة الحرجة ولا يمكن المناورة في تنفيذ انشطته لعدم توفر فائض زمني على هذا المسار(عباس،2023: 285). وهذه الطريقة تعتمد على اوقات ثابتة ومحددة ويتم تحديد هذه الاوقات بالأعتماد على البيانات المتوفرة او على خبرة الادارة، وفي الحقيقة فان المسار الحرج هو يحدد كافة الانشطة الحرجة على الشبكة ويمثل اطول المسارت في المخطط الشبكي (616: Calp&Akcayol, 2019). والهدف من استخدام هذه الطريقة لأول مرة هو لمعالجة مشكلة ايقاف وقت عمليات الانتاج في الولايات المتحدة الامريكية بسبب الصيانة ثم عودة مصانع المواد الكيمياوية للعمل، وقد استطاعت الطريقة تخفيض وقت صيانة اعطال الاجهزة في المصانع من(125)ساعة الى(78)ساعة (باديس واخرون،2010 :24-25).

محاسن طريقة المسار الحرج

تتلخص محاسن هذه الطريقه فيما يلي(Nahmias,1997:517):

1- هي احدى الادوات التي تسهم في عملية التنبؤ في المؤسسات.
2- تمكن مدراء المشاريع من تعيين المسارات الحرجة التي تؤثر سلباً على دوره حياة المشروع.
3- تسهم في تحديد المخاطر والعوائق للمشروع قبل انطلاقه.
4- تسمح بالتحكم في المدة الزمنية للمشروع.

5- تستعمل لتحديد التكلفة المباشرة وغير المباشرة اثناء عملية جدولة وتنفيذ المشاريع.

6- تساعد في تسريع العمل من خلال تحديد المسارات الحرجة.

مساوئ طريقة المسار الحرج

على الرغم من محاسن الطريقة الا انها لا تخلو من المساوئ ومنها(البكري ،1997: 131):

1- ان عملية الرقابة تستند على اساس المسار الحرج وفي اثناء فترة التنفيذ قد يتأخر نشاط ما ليس على المسار الحرج وبتالي يؤثر في وقت المشروع.

2- تقديرات وقت انشطة طريقة المسار الحرج تكون محكومة بالميول واهواء القائم عليها، ان كان متفائلاً يعطي تقديرات متفائلة وان كان القائم متشائماً يعطي تقديرات متشائمة بزمن اطول.

3- تتجاهل طريقة(CPM) المواعيد النهائية للمشاريع.

1-7 خطوات حساب المسار الحرج

لكي يتم حساب المسار الحرج في طريقة (CPM) يجب تحديد البدايات والنهايات لأوقات التنفيذ وفائض الوقت لكل نشاط على الشبكة كما يأتي:

1- اوقات البداية المبكرة Early Start Times (ES)

هو اقرب وقت لبدء العمل بتنفيذ النشاط ويحسب وقت البداية المبكرة لنشاط j وفق معادلة (1 و2) (خلف، 2011 :22).

$$ESj = Max(ES_i + Tij) \quad \ldots\ldots(1)$$

حيث ان: Tij: يمثل الوقت اللازم لإنجاز النشاط (i-j)، $ES_1 = 0$:يمثل وقت بداية المشروع الذي لا يستهلك اي وقت.

$$EF = ES + T_{ij} \qquad .....(2)$$

2- وقت النهاية المتأخرة Late Finish Time (LF)

هو اخر وقت يتم فيه اكتمال تنفيذ النشاط، وان وقت البداية المتأخره للنشاط هو نفسة وقت النهاية المتأخرة له وتحسب وفق معادلة(3 و4) (خلف، 2011 :22).

$$LF_i = \text{Mix}(LF_j - \text{Tij}) \qquad .....(3)$$

$$LS = LF - T_{ij} \qquad .....(4)$$

3- فائض الوقت Slack Time(ST)

فائض الوقت هو فرق وقت الانجاز المبكر والمتاخر بالنسبة لنقطة البداية والنهاية، ويحسب وفق معادلة(5) (خلف، 2011 :23).

$$ST = LS - ES = L\,F - EF \qquad ..... \quad (5)$$

8- نظرية المجموعة الضبابية Theory Set Fuzzy

يعد مصطلح المجموعة الضبابية(Set Fuzzy) هو تطور لمفهوم المجموعة التقليدية(traditional set) وهذه النظرية اكتشفها (Zadeh) عام (1965) ان الهدف الرئيس من اكتشاف المجموعة الضبابية هو لغرض التأقلم مع حالة الغموض وعدم اليقين في المجتمعات البشرية وكذلك من اجل تقليل الحاجة الى المدخلات الكمية المؤكدة الواضحة عند اجراء عمليات تحليل القرارات(Zadeh,1965)،وتتميز المجموعة الضبابية بأن لها درجة انتماء مستمرة (Membership degree) ولكل عنصر درجة انتماء محددة محصورة في الفترة (0,1) ويعبر عن قيم درجة الانتماء بدالة الانتماء ($\mu_{A(x)}$)ويمثل العنصر (x) انتماءه الى المجموعة الضبابية (A) ،وهذا يعني اذا كان درجة الانتماء(1) يعني العنصر ينتمي للمجموعة الضبابية

واذا كـــان درجـــة الانتمـــاء (0) يعنـــي العنصـــر لا ينتمـــي للمجموعـــة الضبابية(Madhuri,et al,2013:95).

اي ان

$$\mu_{A(x)} = \begin{cases} 1 \; if \; x \in A \\ 0 \; \text{if} \; x \notin A \end{cases} \quad \text{.....(6)}$$

ويمكن التعبير عن وقت انشطة المشروع والمشروع ذاتة بارقام ضبابية بدلاً من الارقام الدقيقة وهذه الحالة تمثل حالة عدم اليقين لجعل نظرية المجموعة الضبابية قابلة للتطبيق ويتم حساب معدل القيم الضبابية من خلال معادلة رقم(7)

. (Rashed&Mahjoob,2014:14; Mazlum& Guneri,2015:349)

$$\frac{a+2b+c}{4} \quad \dots\dots\dots(7)$$

وسيتم استخدام الحسابات الامامية والخلفية لحساب البداية والنهاية المبكرة والمتأخرة الضبابية للمشروع وفق المعادلات التالية:

$$\widetilde{ES}_i = \max [\widetilde{ES}_j + \tilde{A}_j] \quad \dots(8)$$

$$\widetilde{EF}_i = [\widetilde{ES}_i + \tilde{A}_i] \quad \dots (9)$$

$$\widetilde{LF}_i = \text{Min} [\widetilde{LF}_j - \tilde{A}_j] \quad \dots (10)$$

$$\widetilde{LS}_i = \widetilde{LF}_i - \tilde{A}_i \quad \dots(11)$$

$$\widetilde{LF} - \widetilde{LS} = \widetilde{EF} - \widetilde{ES} \quad \dots (12)$$

9- انواع دوال الانتماء Types of belongingness functions

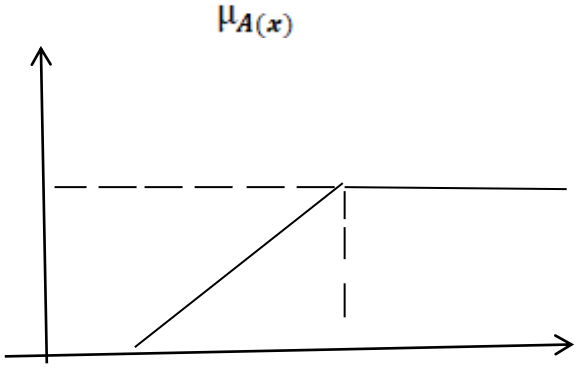
هناك ثلاثة انواع من دوال الانتماء وهي كالاتي:

1- دالة الانتماء الخطية linear membership function

تتكون هذه الدالة من معلمتين (α, β) إذ أن α يشير الى الحد الادنى وβ يشير الى الحد الاعلى وصيغتها الرياضية هي (Sakawa,1999: 327).

$$\mu_{A(x,\alpha,\beta)} = \begin{cases} 0 & if\ x \leq \alpha \\ \frac{x-\alpha}{\beta-\alpha} & if\ \alpha < x \leq \beta \\ 1 & if\ x > \beta \end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots(8)$$

والشكل البياني لدالة الانتماء الخطية هو:



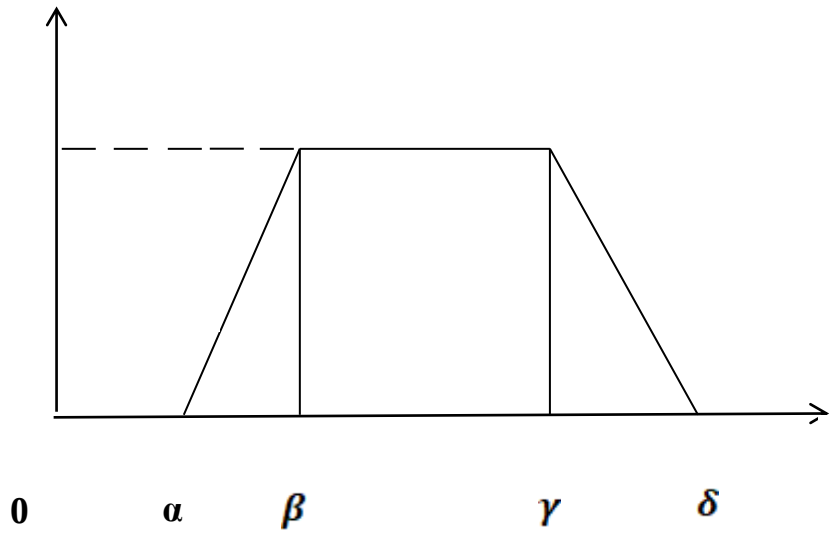
الشكل(1) دالة الانتماء الخطية

2- دالة الانتماء شبة المنحرف Trapeziodal membership function

هذه الدالة تتكون من اربع معلمات وهي(δ ,γ,β,α) ويتم تمثيلها بالصيغة الرياضية التالية (حمادي ومحمد،2018: 190).

$$\mu_{A(x,\alpha,\beta,\gamma,\delta)} = \begin{cases} 0 & if\ x \le \alpha \\ \dfrac{x-\alpha}{\alpha-\beta} & if\ \alpha < x \le \beta \\ 1 & if\ \beta < x \le \gamma \\ \dfrac{x-\gamma}{\gamma-\delta} & if\ \gamma < x \le \delta \\ 0 & if\ x > \delta \end{cases} \qquad \dots\dots\dots (9)$$

والشكل البياني لهذة الدالة هو:



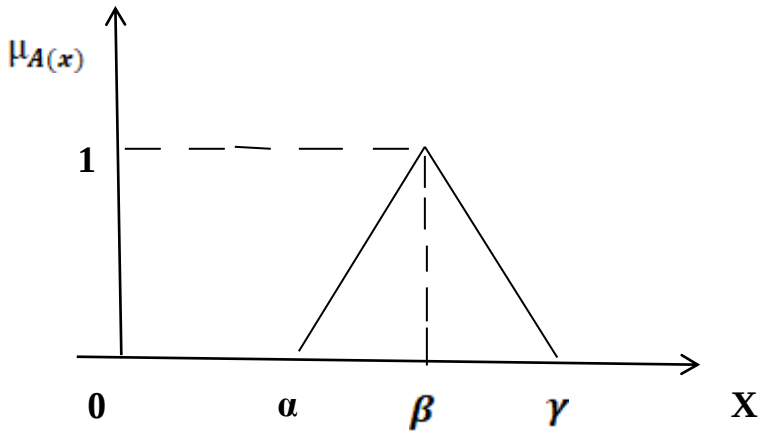
الشكل (2) دالة الانتماء شبة المنحرف

3- دالة الانتماء المثلثية Triangular membership function

هذه الدالة تحتوي على ثلاث معلمات وهي (γ,β,α) وهي دالة مستعملة بشكل واسع في البحوث الضبابية ويمكن التعبير عنها بالصيغة الرياضية التالية (حمادي ومحمد، 2018 : 190).

$$\mu_{A(x,\alpha,\beta,\gamma)} = \begin{cases} 0 & if \quad x \leq \alpha \\ \dfrac{x-\alpha}{\beta-\alpha} & if \quad \alpha < x \leq \beta \\ \dfrac{\gamma-x}{\gamma-\beta} & if \ \beta < x \leq \gamma \\ 1 & if \quad x > \gamma \end{cases} \qquad \ldots\ldots\ldots (10)$$

الشكل البياني لدالة الانتماء المثلثية هو:



الشكل (3)دالة الانتماء المثلثية

10- الجانب العملي

عينة البحث تمثلت باختيار (6) مدارس تابعة لقطاع الدير في محافظة البصرة ذات سعة (18,18، 6، 18) صف مع ملحقاتها من غرفة الادارة و غرف الكادر التدريسي ، حيث كانت الفترة المخططة لتنفيذ المشروع هي(60) اسبوعاً. والمشروع سوف يركز على الانشطة الرئيسة والتي عددها (21) نشاطاً لغرض المقارنة واخذ فكرة عامة عن ما تم انجازه على ارض الواقع، والجدول رقم(1) يوضح الانشطة الرئيسية ومدة كل منها.

جدول رقم (1) الأنشطة الرئيسة والمدة الزمنية لكل نشاط وتتابعها

ت	الانشطة	رموز الانشطة	تتابع الانشطة	الوقت (بالاسابيع
1	استلام الموقع	A	–	1
2	اعمال الهدم وتحريات التربة	B	A	4
3	اعمال السياج الخارجي	C	A	2
4	اعمال التسوية والتخطيط وحفر الاسس	D	B	4
5	الدفن بالتراب والحصى	E	D	5
6	اعمال صب الأسس	F	E	3
7	اعمال صب الاعمدة الكونكريتية	G	F	6
8	اعمال تطبيق الأرضيات بالكاشي	H	R,S	8
9	اعمال تطبيق درجات السلالم	I	R,S	2
10	اعمال النجارة وتسليح السقوف	J	G,L	6
11	حدادة وتركيب محجرات السلالم الحديدية	K	I	2
12	اعمال الشبابيك الحديدية	L	G	3
13	اعمال الأبواب الحديدية والخشبية	M	H	2
14	اعمال الصبغ	N	K,M	7
15	اعمال الممرات الخارجية	O	G,J	3
16	اعمال الساحات الخارجية	P	O	3
17	اعمال الحدائق	Q	P	2
18	الأعمال الكهربائية	R	J	8
19	الأعمال الصحية	S	J	7
20	اعمال التشطيبات النهائية	T	J	2
21	اعمال التنظيف وتسليم الموقع	U	J,Q,T	2

المصدر/ سجلات شركة الدير للمقاولات العامة للمباني المدرسية

(10-1) حساب وقت الانجاز باستعمال طريقة(CPM)

يتم حساب اوقات البدايات والنهايات وفائض الوقت لكل نشاط حسب معادلات رقم (1 و2و3و4و5) المذكوره في الجانب النظري من البحث، والجدول رقم(2) يوضح نتائج التطبيق باستخدام برنامج WinQSB الجاهز.

جدول(2) حساب وقت الأنجاز بطريقة (CPM)

ST	LF	LS	EF	ES	Time(week)	Active
0	1	0	1	0	1	A
0	5	1	5	1	4	B
54	57	55	3	1	2	C
0	9	5	9	5	4	D
0	14	9	14	9	5	E
0	17	14	17	14	3	F
0	23	17	23	17	6	G
0	48	40	48	40	8	H
0	48	46	42	40	2	I
0	32	26	32	26	6	J
0	50	48	44	42	2	K
0	26	23	26	23	3	L
0	50	48	50	48	2	M
0	57	50	57	50	7	N
15	50	47	35	32	3	O
15	53	50	38	35	3	P
15	55	53	40	38	2	Q
0	40	32	40	32	8	R
1	40	33	39	32	7	S
21	55	53	34	32	2	T
15	57	55	42	40	2	U
Project Completion Time				57 Week		
umber of Critical Path(s)				= 2		

المصدر/ اعداد الباحث حسب نتائج win qsb

نلاحظ من جدول (2) ان الوقت الذي يستغرقة المشروع لأكمال جميع انشطته باستعمال طريقة (CPM)هو(57) اسبوعاً، كما يتبين ان هناك مسارين تسلكهما الانشطة على الشبكة. ولكي يتم معرفة الانشطة الحرجة على الشبكة فان جدول رقم (3) يوضح ذلك.

جدول رقم(3) مسارات الانشطة الحرجة

ت	المسار الحرج الاول	المسار الحرج الثاني
1	A	A
2	B	B
3	D	D
4	E	E
5	F	F
6	G	G
7	J	L
8	R	J
9	H	R
10	M	H
11	N	M
12		N
Completion Time	57	57

المصدر/ اعداد الباحث استناداً لرسم الشبكة في win qsb

ونلاحظ من جدول رقم(3) ان هناك (11) نشاطاً حرجاً للمسار الاول للشبكة و(12) نشاطاً حرجاً للمسار الثاني اي ان فائض الوقت لهم يكون مساوياً للصفر اي ان(LS−ES=LF−EF=0)، وان اي تـأخير ينـتج عـن هـذة الانشـطة فانـه سـوف ينعكس بشكل سلبي على الوقت النهائي للمشروع بشكل عام.

(10−2) حساب وقت الانجاز باستعمال المنطق الضبابي(Fuzzy CPM)

يتم حساب وقت الانجاز بحسب نظرية المنطق الضبابي وذلك من خلال اخذ معدل القيم المتفائلة والمتشائمة والذي تم حسابه باستخدام معادلة رقم(7) في الجانب النظري من البحث، والجدول رقم(4)يوضح القيم الضبابية المتفائلة والمتشائمة ومعدلاتها الضبابية.

جدول (4) معدل القيم الضبابية المتفائلة و المتشائمة

النشاط	النشاط السابق	القيم الضبابية المتفائلة	معدل القيم الضبابية المتفائلة	القيم الضبابية المتشائمة	معدل القيم الضبابية المتشائمة
A	–	(1,1,2)	1.25	(1,2,3)	2
B	A	(3,4,5)	4	(4,4,7)	6.75
C	A	(1,2,3)	2	(2,4,5)	3.75
D	B	(4,4,4)	4	(3,4,7)	4.5
E	D	(4,5,6)	5	(4,5,8)	5.5
F	E	(1,3,3)	2.5	(3,5,7)	5
G	F	(4,6,7)	5.75	(6,6,9)	6.75
H	R,S	(7,8,8)	7.75	(7,8,14)	9.25
I	R,S	(1,2,2)	1.75	(2,2,4)	2.5
J	G,L	(4,6,7)	5.75	(5,6,10)	6.75
K	I	(2,2,2)	2	(2,3,5)	3.25
L	G	(2,3,4)	3	(3,5,6)	4.75
M	H	(1,2,3)	2	(2,2,5)	2.75
N	K,M	(7,7,7)	7	(6,7,10)	7.5
O	G,J	(2,3,4)	3	(3,3,6)	3.75
P	O	(3,3,3)	3	(3,5,8)	5.25
Q	P	(1,2,2)	1.75	(2,2,4)	2.5
R	J	(6,8,8)	7.5	(7,8,13)	9
S	J	(5,6,7)	6	(5,7,12)	7.75
T	J	(1,2,3)	2	(2,2,5)	2.75
U	J,Q,T	(2,2,2)	2	(2,3,5)	3.25

المصدر/ اعداد الباحث

ولغرض الحصول على اوقات الانجاز المتفائلة والمتشائمة سوف نطبق المعادلات رقم (8و9و10و11و12) على التوالي، كما موضح في جدول (5) وجدول(6).

جدول(5) وقت الانجاز للقيم المتفائلة الضبابية

ST	LF	LS	EF	ES	Time(week)	Active
0	1.25	0	1.25	0	1.25	A
0	5.25	1.25	5.25	1.25	4	B
52.5	55.75	53.75	3.25	1.25	2	C
0	9.25	5.25	9.25	5.25	4	D
0	14.25	9.25	14.25	9.25	5	E
0	16.75	14.25	16.75	14.25	2.5	F
0	22.5	16.75	22.5	16.75	5.75	G
0	46.75	39	46.75	39	7.75	H
0	46.75	45	40.75	39	1.75	I
0	31.25	25.5	31.25	25.5	5.75	J
0	48.75	46.75	42.75	40.75	2	K
0	25.5	22.5	25.5	22.5	3	L
0	48.75	46.75	48.75	46.75	2	M
0	55.75	48.75	55.75	48.75	7	N
14.75	49	46	34.25	31.25	3	O
14.75	52	49	37.25	34.25	3	P
14.75	53.75	52	39	37.25	1.75	Q
0	39	31.25	39	31.25	7.75	R
1.75	39	33	37.25	31.25	6	S
20.5	53.75	51.75	33.25	31.25	2	T
14.75	55.75	53.75	41	39	2	U
Project Completion Time				= 55.75 Week		
Number of Critical Path(s)				= 2		

المصدر/ اعداد الباحث حسب نتائج برنامج(win qsb)

نلاحظ من الجدول رقم(5) ان الوقت الضبابي المتفائل لاكتمال انشطة المشروع بلغ(55.75) اسبوعاً ، وان فائض الوقت الضبابي (LF– LS = ES–EF) وان الشبكة الضبابية تمر بمسارين.

جدول (6) وقت الانجاز للقيم المتشائمة الضبابية

ST	LF	LS	EF	ES	Time(week)	Active
0	2	0	2	0	2	A
0	8.75	2	8.75	2	6.75	B
64.75	70.5	66.75	5.75	2	3.75	C
0	13.25	8.75	13.25	8.75	4.5	D
0	18.75	13.25	18.75	13.25	5.5	E
0	23.75	18.75	23.75	18.75	5	F
0	30.5	23.75	30.5	23.75	6.75	G
0	60.25	51	60.75	51	9.25	H
6.25	59.75	57.25	53.5	51	2.5	I
0	42	35.25	42	35.25	6.75	J
6.25	63	59.75	56.75	53.5	3.25	K
0	35.25	30.5	35.25	30.5	4.75	L
0	63	60.25	63	60.25	2.75	M
0	70.5	63	70.5	63	7.5	N
13.75	59.5	55.75	45.75	42	3.75	O
13.75	64.75	59.5	51	45.75	5.25	P
13.75	67.25	64.75	53.5	51	2.5	Q
0	51	42	51	42	9	R
1.25	51	43.25	49.75	42	7.75	S
22.5	67.25	64.5	44.75	42	2.75	T
13.75	70.5	67.25	56.75	53.5	3.25	U
Project Completion Time				= 70.50 Week		
Number of Critical Path(s)				2		

المصدر/ اعداد الباحث حسب نتائج win qsb

تم الحصول على جدول(6) من خلال ادخال القيم الضبابية المتشائمة في برنامج WinQSB ، حيث بلغ وقت الانجاز الضبابي المتشائم (70.50) اسبوعاً، وبذلك فانه يزيد عن الوقت الضبابي المتفائل بمقدار(14.75) اسبوعاً ، وان هذا الفرق نتيجة الحوادث والظواهر الطبيعة التي تطرأ على المشروع والذي يؤدي الى توقفه لمدة من الزمن.

11- الإستنتاجات Conclusions

1- بلغت المدة الاجمالية لتنفيذ المشروع(57)اسبوعاً، من خلال استعمال طريقة المسار الحرج التقليدية، بينما عندما استعملت طريقة المسار الحرج الضبابية للوقت المتفائل (Fuzzy CPM) بلغت (55.75) اسبوعا، اما في حالة استعمال الوقت المتشائم بلغت(70.50)اسبوعاً.

2- احد اسباب تأخير تنفيذ بعض الانشطة بوقتة المحدد يعود الى عدم وصول المواد الاولية المطلوبة في موعدها المحدد نتيجة ضعف الرقابة من قبل متخذي القرار، فضلاً عن الظواهر الطبيعية التي تطرأ على المشروع والتي بدورها تؤدي الى تأخير تنفيذ بعض الانشطة الحرجة.

3- تتطلب عملية الجدولة كفاءة وخبرة في كيفية استعمال اساليب شبكات الاعمال وخاصةً طريقة المسار الحرج لانها تحدد الانشطة الحرجة التي تتطلب وقتاً اضافياً اكثر من الانشطة غير الحرجة.

12- التوصيات Recommendations

هناك عدد من التوصيات لأدارة المشاريع نذكر منها مايلي:

1- يجب عدم الاعتماد على الخبرات الشخصية لمدراء المشاريع دون استعمال اسلوب علمي صحيح كبرامج ادارة المشاريع مثل Windows V5 وWindows Project و WinQSB.

2- ترتيب احكام وتعليمات تنفيذ العقود الحكومية وفق تسلسل العمل.

3- ضرورة تزويد الجهاز الفني المسؤول عن عملية التنفيذ بالمعلومات الكافية والتعريف بمدى اهمية شبكات الاعمال وتوظيفها في عملية التخطيط للمشاريع.

4- ينبغي اعداد تقارير توضح مراحل تقدم انجاز الأنشطة، واعداد دورات تدريبية لتحسين وتطوير اداء العاملين.

المصادر

1- باديس، وهيبة وزايدي، عبد الصمد وقاسيمي، فتيحة (2010). "إ دارة المشاريع"، أطروحة الدكتوراه، جامعة البويرة، شبكة الاتصالات العالمية.

2- البكري، سونيا محمد(1997)."استخدام الاساليب الكمية في الادارة، مطبعة الاشعاع ،الاسكندرية.

3- حاوي، ايمان عسكر(2004)" استخدام اسلوبي المسار الحرج وبيرت في تخطيط ؤمتابعة انجاز الزوارق / دراسه تطبيقيه في شركة ابن ماجد ."مجلة المعهد التقني/البصرة.

4- حمادي،عبد المنعم ومحمد،بشير(2018)."استعمال التقنيات الحديثة في المبادلة بين الوقت والكلفة لأنجاز المشاريع في بيئة ضبابية"،مجلة كلية مدينة العلم الجامعة،مجلد10 ،العدد 2،.

5- الجواد،مها وكاظم،علي (2020). "أستخدام طريقة المسار الحرج CPM في جدولة مشروع (تبليط شارع حي العامل ساید الایاب بطول 1,52كم" مجلة الاقتصاد والعلوم الادارية،المجلد26،العدد120،.

6- خلف،بتول عطية(2011)." Scheduling Project Management Using Crashing "CPM Networks to Get Project Completed on Time Under Budget &مجلة الادارة والاقتصاد/ جامعة بغداد، العدد (89).

7- داخل،حوراء حميد(2022)." المفاضلة بين الوقت والكلفة في تنفيذ المشروعات بأستخدام أسلوب cpm / دراسة حالة مشروع أكساء وتبليط شوارع الأرصفة مع الخدمات في مركز محافظه البصرة " بحث دبلوم عالي /جامعة البصرة.

8- عباس،دعاء بشير(2023)." استعمال تقنيتي (PERT و CPM) لتحليل شبكة المشروع دراسة تطبيقية / مشروع بناء مجمع الصطفى – قضاء الهارثة". مجلة الاقتصادي الخليجي/ جامعة البصرة، المجلد(39)، العدد(57)،

9- عوالي، جهاد ونادية، تمزين(2017).اثر التنظيم والرقابة على نجاح المشروع دراسة مشروع تجديد فرع مطاحن فرسان سعيدة. رسالة ماجستير.

10- المحياوي، قاسم نايف وعمر، زينب(2007). "استخدام أسلوب المسار الحرج (CPM)في تخطيط وجدولة عمليات المشاريع إلانشائية (دراسة حالة تطبيقية)".

11-Calp,M.H.,and Akcayol,M.A.(2019)."Optimization of Project Scheduling Activities in Dynamic CPM and PERT Networks using Genetic Algorithms".

12-Lewis,J.P.(2010). "Project Planning,Scheduling and Control : A hands-on Guide to Bring Projects in on time and on Budget". Mc Graw Hill Professional.

13-Liang,Gin-shuh & Han,Tzeu-Chen(2004). "Fuzzy Critical Path for Project Network".Vol.15,No. 4,.

14-Madhuri,K.& Saradhi,B. & Shankar,N. (2013) "Fuzzy Linear Programming Model for Critical Path Analysis", Int. J. Contemp. Math. Sciences, Vol. 8, 2013, No. 2,.

15-Mazlum, M. and Guneri̇, A.(2015). "CPM, PERT and Project Management With Fuzzy Logic Technique and

Implementation On A Business". Procedia – Social and Behavioral Sciences 210,..

16- Nahmias , Steven .(1997).Production and Operations Analysis, 3rd.ed. Irwin, U S. A. ,

17-Sakawa, M. and R. Kubota, (2001). "Two-Objective Fuzzy Job Shop Scheduling through Genetic Algorithm, Electronics and Communications in Japan", Part 3, Vol. 84, No. 4,.

18-Sakawa, M. and T. Mori, (1999). "An efficient genetic algorithm for job-shop scheduling problems with fuzzy processing time and fuzzy due date", Computers & Industrial Engineering, No. 36,

19-Stevenson, W. J. (2015). Operations Management, 12th ed. McGraw-Hill/ Irwin, New York, New York.

20-Zadeh, L. A., "(1965)."Fuzzy sets ". Information and Control", 8,.Revue des Reformes Economiques et Intégration en Economie Mondiale .، العدد 2 ،

References

1-Badis, Wahiba, Zaidi, Abdel Samad and Qasimi, Fatiha (2010). "Project Management", doctoral thesis, University of Bouira, www.

2-Al-Bakry, Sonia Muhammad (1997). "The Use of Quantitative Methods in Management," Radiation Press, Alexandria.

3- Hawi, Iman Askar (2004) "Using the Critical Path and PERT methods in planning and monitoring the completion of boats / an applied study in Ibn Majid Company." Journal of the Technical Institute/Basra.

4- Hammadi, Abdel Moneim and Mohamed, Bashir (2018). "Using modern technologies to trade off time and cost to complete projects in an ambiguous environment." Journal of the City of Elm University College, Volume 10, Issue 2, 183-206.

5- Al-Jawad, Maha and Kazem, Ali (2020). "Using the Critical Path Method (CPM) in scheduling the project (paving the 1.52 km long street of Al-Amel neighborhood, Side Al-Ayab," Journal of Economics and Administrative Sciences, Volume 26, Issue 120, 127-145.

6- Khalaf, Batoul Attia (2011). "Scheduling Project Management Using Crashing" CPM Networks to Get Project Completed on Time & Under Budget, Journal of Management and Economics/ University of Baghdad, Issue (89).

7- Dakhel, Hawraa Hameed (2022). "The trade-off between time and cost in implementing projects using the CPM method / a case study of the project of covering and paving sidewalk streets with services in the center of Basra Governorate." Higher diploma research / University of Basra

8- Abbas, Doaa Bashir (2023). "Using PERT and CPM techniques to analyze the project network, an applied study / Al-Mustafa Complex Construction Project - Al-Hartha District." Gulf Economist Journal/University of Basra, Volume (39), Issue (57), pp. 1-24.

9- Awali, Jihad and Nadia, Tamzin (2017). The impact of organization and control on the success of the project. Study of the renovation project of the Forsan Saeeda Mills branch. Master Thesis.

10- Al-Muhyawi, Qasim Nayef and Omar, Zainab (2007). "Using the Critical Path Method (CPM) in planning and

scheduling construction project operations (an applied case study)." Revue des Reformes Economiques et Integration into Economie Mondiale, No. 2, 113-135.

11-Calp,M.H.,and Akcayol,M.A.(2019)."Optimization of Project Scheduling Activities in Dynamic CPM and PERT Networks using Genetic Algorithms".

12-Lewis,J.P.(2010). "Project Planning,Scheduling and Control : A hands-on Guide to Bring Projects in on time and on Budget". Mc Graw Hill Professional.

13-Liang,Gin-shuh & Han,Tzeu-Chen(2004). "Fuzzy Critical Path for Project Network".Vol.15,No. 4,pp. 29-40.

14-Madhuri,K.& Saradhi,B. & Shankar,N. (2013) "Fuzzy Linear Programming Model for Critical Path Analysis", Int. J. Contemp. Math. Sciences, Vol. 8, 2013, No. 2,pp. 93 – 116.

15-Mazlum, M. and Guneri̇, A.(2015). "CPM, PERT and Project Management With Fuzzy Logic Technique and Implementation On A Business". Procedia - Social and Behavioral Sciences 210,pp.348-357.

16- Nahmias , Steven .(1997).Production and Operations Analysis, 3rd.ed. Irwin, U S. A. ,P 517

17-Sakawa, M. and R. Kubota, (2001). "Two-Objective Fuzzy Job Shop Scheduling through Genetic Algorithm, Electronics and Communications in Japan", Part 3, Vol. 84, No. 4,pp. (60-68).

18-Sakawa, M. and T. Mori, (1999). "An efficient genetic algorithm for job-shop scheduling problems with fuzzy processing time and fuzzy due date", Computers & Industrial Engineering, No. 36, pp. (325-341).

19-Stevenson, W. J. (2015). Operations Management, 12th ed. McGraw-Hill/ Irwin, New York, New York.

20-Zadeh, L. A., "(1965)."Fuzzy sets ". Information and Control", 8, 338-350.

Revue des Reformes Economiques et Intégration en Economie Mondiale ، العدد 2 ،113-135.