

The Time-Cost Trade-off to Manage A Project in a Fuzzy Environment

المبادلة بين الوقت والكلفة لإدارة المشروع في البيئة الضبابية

أ.م.وقاص سعد خلف /كلية الادارة والاقتصاد / جامعة بغداد

الباحث / رؤيا سرحان محنت

25
19

OPEN ACCESS



P - ISSN 2518 - 5764
E - ISSN 2227 - 703X

Received: 11/3/2019

Accepted: 23/4/2019

مستخلص البحث

تم في هذا البحث معالجة مشكلة الغموض للبيانات الخاصة بمشروع انشاء المجمع الاصلاحي النموذجي في محافظة البصرة حيث تم التخلص من ضبابية البيانات المتمثلة بأوقات وكلف الأنشطة عن طريق استخدام دالة الرتب (Ranking Function) وتحويلها الى ارقام اعتيادية ، ومن ثم تم التخلص من مشكلة الضبابية وتم استخدام اسلوب جدولة وادارة المشروع المتمثل بأسلوب المسار الحرج CPM لإيجاد وقت انجاز المشروع في الظروف الطبيعية في ظل وجود علاقات غير تقليدية بين الأنشطة ووجود فترات التقديم والتأخير (Lead &Lag) وتم استعمال البرنامج (MS Project) لإيجاد المسار الحرج اظهرت النتائج ان وقت انجاز المشروع في الظروف الطبيعية (1309.5) والكلفة الاجمالية قد بلغت (33113017769) دينار ومن ثم تم استخدام اسلوب اخر وهو اسلوب المبادلة بين الوقت والكلفة (TCT) والذي يعتبر من التقنيات المهمة التي يلجا اليها مدير المشروع في تقصير زمن انجاز المشروع وبأقل كلفة ممكنة وقد حقق تطبيق هذا الاسلوب تقليص وقت تنفيذ المشروع بنسبة كبيرة واطهرت النتائج انه تم تقليص مدة التنفيذ من (1309.5) يوم الى (1224.2) يوم ، وبكلفة انجاز قدرها (33353514407) دينار اي بزيادة مقدارها (240496638) دينار .

المصطلحات الرئيسية للبحث / العلاقات غير التقليدية بين الأنشطة ، المبادلة بين الوقت والكلفة ، الضبابية .



الفصل الأول

1 . المقدمة (Introduction)

توسعت تطبيقات إدارة المشروع بشكل ملحوظ واصبحت إدارة المشاريع المتعلقة بالجدولة وتحديد الوقت والكلفة مهمة جدا للحصول على الاولويات التنافسية، وبالرغم من التطور يبقى وقت انجاز وتسليم المشاريع الهندسية ضبابي وغير مؤكد وينتج عنه في اغلب الاحيان انحراف في الكلفة وأوقات الانجاز المخطط لها لذلك تم اللجوء الى اساليب علمية وواقعية ومنها اسلوب المسار الحرج في ظل وجود علاقات غير تقليدية بين الانشطة ووجود فترات تقديم وتأخير **Lead & Lag** في ظل البيئة الضبابية. وعندما يراد تسريع انجاز المشروع فانه يتم ضغط بعض أنشطة المشروع القابلة للضغط عن طريق تخصيص المزيد من الموارد لإنجاز النشاط وبالتالي تزداد التكلفة المباشرة للمشروع ولهذا السبب لجأ مخططي المشاريع الى ايجاد طريقة افضل لتقليص وقت وكلفة انجاز المشروع عن طريق استخدام اسلوب المبادلة بين الوقت والكلفة (TCT) للإنجاز المشروع هذه الطريقة تقدم الحلول العلمية للمشاكل التي تواجه المشروع وبتكاليف محددة مقارنة مع الحلول الاخرى ، وفيما يلي بعض الدراسات السابقة التي تيسر للباحث الحصول عليها :

■ في العام 2004 قدم الباحثان (Liang & Han)^[8] في الصين خوارزمية لغرض ايجاد المسار الحرج في البيئات الضبابية وتم استخدام الارقام الضبابية شبة المنحرف لتمثيل بيانات المشروع ، وباستخدام الخوارزمية المقترحة تم التوصل الى اوقات الانشطة في شبكة المشروع بشكل فعال ، وبالتالي كانت عملية اتخاذ القرار في البيئات الضبابية اكثر سهولة وفعالية .

■ في العام 2009 قام الباحثون (Hsiao et.al.)^[5] جامعة يونلين الوطنية (تايوان) باستخدام اسلوب بيرت الضبابي ، وتم استخدام الاسلوب الضبابي بسبب عدم توفر معلومات دقيقة عن مدة الانشطة وسعة الموارد غير المؤكدة في مثل هذه المشاريع وتحديد المسار الحرج للمشروع ، وتم استخدام اسلوب دالة الرتب (Ranking Function) للارقام الضبابية المتأخرة لأنشطة المشروع ، ووضع جدول زمني لمساعدة صانع القرار في محاكاة التجارب السابقة واطهرت نتائج مرضية .

■ في العام 2013 قام الباحث (Khalaf)^[6] بتطوير الية جديدة بالاعتماد على نظرية المجموعة الضبابية في استخدام دالة الرتب (ranking function) للارقام الضبابية الثلاثية في جدولة المشروع الضبابية حيث تم تمثيل اوقات أنشطة المشروع بأوقات ضبابية ثلاثية لإيجاد المسار الحرج الضبابي في بيئة مشروع ضبابية و ايجاد الوقت المرن الضبابي fuzzy total slack والوقت الحر الضبابي fuzzy free slack والوقت المستقل الضبابي fuzzy independent slack ولكل فعالية، تمت جدولة مشروع حقيقي للدراسة وقد اثبتت هذه الطريقة كفاءتها في اعطاء المرونة في التخطيط والجدولة والتحكم في المشروع في البيئات الضبابية .

■ في العام 2018 قام الباحثان (Stephen & Rameshan)^[12] في الهند باستخدام الارقام الضبابية الثمانية (Octagonal Fuzzy Number) كطريقة مقترحة في المشاريع الضبابية حيث تم عمل مقارنة بين هذه الطريقة وطريقة الارقام الضبابية الثلاثية والرابعة وتحديد مستوى كفاءة ودقة كل حالة منها في ايجاد ادق مسار حرج ضبابي ، وتوصل الباحثان الى ان استخدام طريقة الارقام الضبابية الثمانية كان اكثر دقة من الطرق الاخرى.

2- مشكلة البحث (Research Problem)

يعاني مشروع انشاء المجمع الاصلاحي النموذجي في محافظة البصرة من التلكؤ في التنفيذ ولم يتم انجازه لحد الان ويعود ذلك الى عدم توفر بيانات دقيقة ومؤكد لوقت وكلفة انجاز المشروع ووجود علاقات غير تقليدية بين بعض الانشطة ووجود فترات تقديم وتأخير وعدم استخدام الاساليب العلمية والرياضية والبرامج المتخصصة لإدارة وجدولة المشروع .

3- هدف البحث (Research Objective)

ان الهدف هذا البحث هو وضع جدولة جديدة لإيجاد اقصر وقت لإنجاز المشروع وباقل كلفة ممكنة باستعمال اسلوب المسار الحرج بوجود علاقات غير تقليدية بين بعض الانشطة بالإضافة الى وجود فترات تقديم وتأخير (Lead & Lag) بينها وفي ظل البيئة الضبابية .

4- الأساليب المستخدمة في البحث

تم استخدام طريقة دالة الرتب (Ranking Function) لمعالجة الارقام الضبابية الثلاثية والثمانية الممثلة لأوقات وكلف المشروع وتحويلها الى ارقام اعتيادية حيث تم تقليل وقت الانجاز عن طريق استخدام اسلوب المبادلة بين الوقت والكلفة (TCT) في البيئة الضبابية لإيجاد اقصر فترة زمنية لإنشاء المشروع وباقل زيادة ممكنة في التكاليف .

4- اسلوب المسار الحرج (CPM) (Critical Path Method)

في عام 1956 قامت شركة E.I.Dupont بدراسة التطبيقات المحتملة لتقنيات الادارة الجديدة للوظائف الهندسية للشركة ، وقد كان تخطيط وجدولة مشاريع البناء واحد من اهم الدراسات فيها وقد امتدت في حينها الدراسة الى عام 1957 حيث تمكن James E . Kelley و Morgan Walker من نفس الفريق في الشركة من اكتشاف طريقة المسار الحرج (CPM) وقد سميت في حينها طريقة (Walker & Kelley) [10:9-10]. ان طريقة المسار الحرج هي الطريقة المستخدمة لتقدير الحد الادنى لوقت انجاز المشروع وتحديد مقدار المرونة فيه داخل نموذج الجدول الزمني الخاص بالمشروع ، حيث ان هذا الاسلوب يقوم بحساب تواريخ البدء المبكر (ES) ، الانتهاء المبكر (EF) ، البدء المتأخر (LS) ، الانتهاء المتأخر (LF) ولجميع الانشطة عن طريق اجراء حساب المسار الامامي وحساب المسار الخلفي لأوقات انشطة المشروع ، علما ان مرونة الجدول الزمني يمكن قياسها بمقدار الوقت الذي من الممكن فيه تمديد او تأخير النشاط من تاريخ البدء المبكر من دون تأخير انتهاء المشروع ، ويطلق على هذه العملية بالفائض الكلي (TF) وعادة ما يمتاز المسار الحرج بفائض كلي صفري. [1:176-177]

5- حساب فترتي التقديم (Lead) والتأخير (Lag)

في بعض الاحيان يتم البدء بتنفيذ بعض الانشطة قبل انتهاء النشاط السابق لها (حسب اسبقية العلاقات بين الانشطة) أي يبدأ النشاط اللاحق بفترة زمنية معينة قبل ان ينتهي النشاط السابق وهذه الفترة الزمنية تدعى زمن التقديم (Lead) وحيث يتم التعبير عنه برقم سالب ويكون قبل الزمن المبكر لأنهاء النشاط السابق ويتم طرح زمن التقديم من وقت النهاية المبكرة للنشاط السابق عند حساب زمن البداية المبكرة للنشاط اللاحق ويتم اضافته مع الوقت الطبيعي للنشاط اللاحق بعد طرحه من زمن النهاية المبكرة للنشاط السابق عند ايجاد زمن النهاية المبكرة للنشاط اللاحق في حالة كون العلاقة نهاية- بداية . وفي احيان اخرى يتم التأخر عن انجاز بعض الانشطة بفترة زمنية معينة ولعدة اسباب وهذه الفترة تسمى بزمن التأخير (Lag) ويتم التعبير عنه برقم موجب حيث يضاف عند حساب الزمن المبكر لإنهاء النشاط السابق لإيجاد الزمن المبكر للنشاط اللاحق ، وبعد ذلك يتم اضافته الى الوقت الطبيعي بعد جمعة مع الوقت المبكر للنشاط السابق عند ايجاد زمن النهاية المبكرة للنشاط اللاحق في حال كون العلاقة بداية- بداية. [4:215]

ان اضافة الانواع غير التقليدية من المحددات (القيود) اي زمن التقديم (Lead) وزمن التأخير (Lag) بين ازمنا الانشطة ، يجعل الحسابات اكثر تعقيدا واجهادا الا انه من المهم حسابها لمعرفة الوقت الفعلي لإنجاز المشروع ، وسيتم توضيح الحسابات الامامية والحسابات الخلفية للعلاقات غير التقليدية مع الاخذ بنظر الاعتبار فترات التقديم والتأخير. [10:55]

6- اسلوب المبادلة بين الوقت والكلفة (Time-Cost Trade-off)

يقدر زمن انجاز اي مشروع بزمن المسار الحرج الخاص به للمخطط الشبكي وفي بعض الاحيان تظهر الحاجة الى تقليص فترة تنفيذ المشروع لأسباب متعددة منها سياسية او عسكرية او اختصار بعض الفترات بهدف تسريع العمل للمشروع ككل وعليه نلجأ الى عدة طرائق لتنفيذ ذلك التقليل، تفترض طريقة المبادلة بين الوقت والكلفة انه من الممكن تقليص وقت انتهاء المشروع التقديري عن طريق اضافة موارد اضافية للمشروع منها العمالة ورأس المال والمعدات الاضافية المستخدمة اثناء عملية التنفيذ. كما تفترض هذه الطريقة ان وقت تنفيذ اي من نشاطات المشروع يكون متغير ويعتمد على مقدار الموارد او الجهد المبذول لإتمامه ، وبالتالي يمكن القول ان الوقت الطبيعي هو طول المدة التي يستغرقها النشاط تحت ظروف العمل الطبيعية ويرتبط ذلك ارتباطا مباشرا مع الكلفة العادية لإنجاز النشاط. [9:238]

وهناك عدة خطوات لتقليل وقت المشروع واجراء عملية المبادلة منها :

أ . تحديد علاقة الوقت بالكلفة ولكافة الأنشطة .

ب . رسم شبكة اعمال المشروع وتحديد السار الحرج في الظروف الطبيعية وايضا في حالة التعجيل وحساب الكلفة لكل منهما .

ج . نقوم بتقليل وقت التنفيذ ويتم بتقليل او ضغط الأنشطة الحرجة للمسار الحرج (وذلك لان الوقت الفائض في تنفيذها يساوي صفر) ، وللحصول على تقليل باقل كلفة ممكنة ، نختار الأنشطة التي تكون كلفتها اقل .

د . عند وجود اكثر من مسار حرج في شبكة الاعمال ، يتم اخذ كل الطرق الممكنة للتقليل .

هـ . ايجاد الميل (Slop) والذي يمثل التكاليف المباشرة الاضافية لكل وحدة من الزمن المضغوط ويتم ايجاده عن طريق الصيغة التالية : [2:631,632]

$$Slop = \frac{\Delta Cost}{\Delta Time} = \frac{Crash Cost - Normal Cost}{Normal Time - Crash Time}$$

$$Slop = \frac{C_c - C_n}{T_n - T_c} \quad (1)$$

حيث ان :

T_n : الوقت الطبيعي ، C_n : الكلفة الطبيعية ، T_c : الوقت المضغوط او المعجل ، C_c : الكلفة المضغوطة او المعجلة .

7- الضبابية (Fuzziness)

نشأت الضبابية لأول مرة عام 1960 على يد العالم لطفى زادة في جامعة كاليفورنيا ، ويعتبر اول من وضع احد اهم الافكار الاساسية للوصول الى نظرية المجموعة الضبابية عن طريق اكتشاف طريقة عامة في مفاهيم علم الرياضيات يتم التعامل من خلالها مع الكميات الضبابية [3:36] الهدف الرئيسي للمجموعة الضبابية هو التأقلم مع حالة الغموض وعدم اليقين في مجتمعاتنا البشرية وايضا تقليل الحاجة الى المدخلات الكمية المؤكدة الواضحة عند القيام بعملية تحليل القرارات ، تطبيقات هذه النظرية يمكن ان نلاحظها على سبيل المثال في الانظمة الخبيرة (الذكاء الصناعي) ، علم الحاسوب ، الطب ، الهندسة ، المنطق ، ادارة العلوم ، بحوث العمليات ، الروبوتات . [13:338]

8- الدالة المثلثية (Triangular Function)

وهي دالة كثيرة الاستخدام وخاصة في شبكات الاعمال الضبابية Fuzzy Network Project ولهذه الدالة ثلاث معلمات (a, b, c) ويمكن التعبير عنها بالصيغة التالية: [6:807]



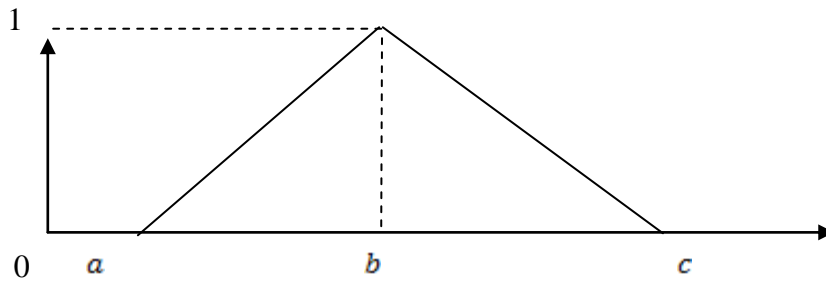
$$\mu \tilde{A}(x) = \left\{ \begin{array}{ll} 0 & \text{if } x < a \\ \frac{x-a}{b-a} & \text{if } a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & \text{if } b \leq x \leq c \\ 0 & \text{if } x > c \end{array} \right\} \quad (2)$$

حيث ان :

a : يمثل الحد الادنى للعدد الضبابي المثلثي

b : يمثل المركز او الحد الوسط للعدد الضبابي المثلثي

c : يمثل الحد الاعلى للعدد الضبابي المثلثي



الشكل (1) يوضح دالة الانتماء المثلثية [4:225]

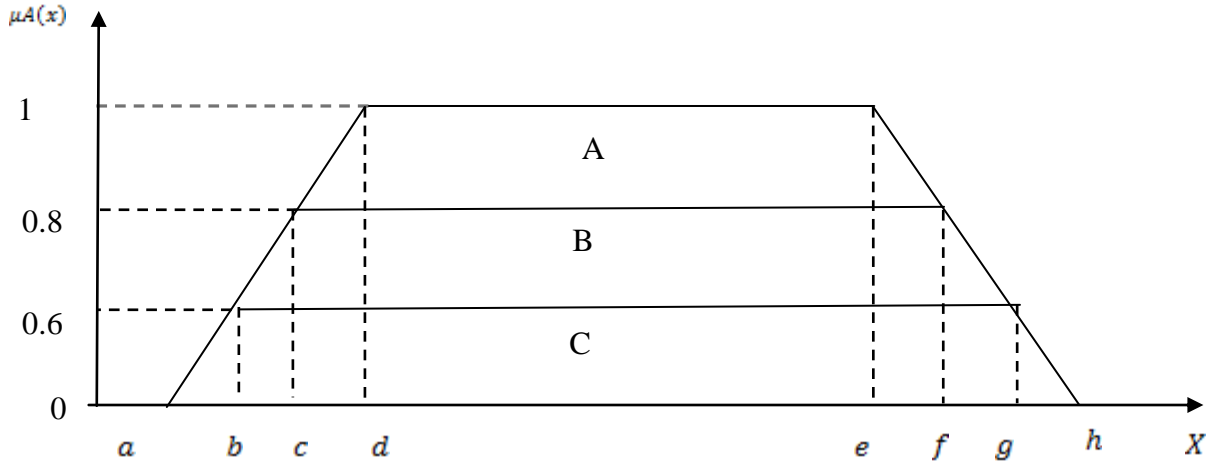
9- الدالة الثمانية (Octagonal Function)

تتكون من ثمانية معلمات وهي (a, b, c, d, e, f, g, h) وتكون دالة الانتماء لها كالآتي: [12:359]

$$\mu A(x) = \left\{ \begin{array}{ll} \frac{x-a}{d-a} & , a \leq x \leq d \\ 1 & , d \leq x \leq e \\ \frac{x-h}{e-h} & , e \leq x \leq h \\ 0 & , \text{otherwise} \end{array} \right\} \quad (3)$$

$$\mu B(x) = \left\{ \begin{array}{ll} \frac{x-a}{c-a} & , a \leq x \leq c \\ 0.8 & , c \leq x \leq f \\ \frac{x-h}{f-h} & , f \leq x \leq h \\ 0 & , \text{otherwise} \end{array} \right\} \quad (4)$$

$$\mu C(x) = \left\{ \begin{array}{ll} \frac{x-a}{b-a} & , a \leq x \leq b \\ 0.6 & , b \leq x \leq g \\ \frac{x-g}{g-h} & , g \leq x \leq h \\ 0 & , \text{otherwise} \end{array} \right\} \quad (5)$$



الشكل (2) يوضح دالة الانتماء الثمانية

حيث ان :
 a : يمثل الرقم الاول ، b : يمثل الرقم الثاني ، c : يمثل الرقم الثالث ، d : يمثل الرقم الرابع ، e :
يمثل الرقم الخامس ، f : يمثل الرقم السادس ، g : يمثل الرقم السابع ، h : يمثل الرقم الثامن

10- دالة الرتب (Ranking Function)

تعتبر طريقة الرتب من الطرق المهمة جدا حيث ان هنالك كمية كبيرة من الضبابية تكون مرتبطة بالفترات والكلف المقدرة عليه يجب معالجة هذا الغموض في البيانات ، وتوجد هنالك عدة طرق اليجاد دالة الرتب للأرقام الضبابية الثلاثية والرابعة والثمانية يتم من خلالها معالجة الضبابية في اوقات وكلف المشروع [11:51-52] وتعتبر من اهم الاساليب للوصول الى مقارنة بين الارقام الضبابية $\mathfrak{R}: F(R) \rightarrow R$ حيث ان $F(R)$ مجموعة الارقام الضبابية المعرفة على مجموعة الاعداد الحقيقية .

دالة الرتب للأرقام الضبابية المثلثية

بافتراض ان لدينا العدد الضبابي المثلثي $\tilde{A} = (a, b, c)$ فان الصيغة المستخدمة لتحويله الى عدد حقيقي تكون كالآتي: [7:350]

$$\mathfrak{R}(\tilde{A}) = \frac{a+2b+c}{4} \quad (6)$$

حيث ان :

a : يمثل الحد الأدنى ، b : يمثل الحد الوسط ، c : يمثل الحد الاعلى

دالة الرتب للأرقام الضبابية الثمانية

بافتراض ان لدينا العدد الضبابي الثماني $(a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8)$ فان الصيغة المستخدمة لتحويله الى عدد حقيقي باستخدام دالة الرتب تكون كالآتي [12:360]

$$\mathfrak{R}(\tilde{A}) = \frac{a_1+a_2+a_3+a_4+a_5+a_6+a_7+a_8}{8} \quad (7)$$

حيث ان :

a_1 : يمثل الرقم الاول ، a_2 : يمثل الرقم الثاني ، a_3 : يمثل الرقم الثالث ، a_4 : يمثل الرقم الرابع ،
 a_5 : يمثل الرقم الخامس ، a_6 : يمثل الرقم السادس ، a_7 : يمثل الرقم السابع ، a_8 : يمثل الرقم الثامن



الفصل الثاني/الجانب التطبيقي

1- تمهيد

سيتم ايجاد الوقت الطبيعي والكلفة الطبيعية لإنجاز مشروع انشاء المجمع الاصلاحى النموذجي في محافظة البصرة بعد معالجة ضبابية البيانات باستخدام اسلوب دالة الرتب (Ranking Function) للأرقام الضبابية الثلاثية (Trinegular Fuzzy Number) ودالة الرتب للأرقام الضبابية الثمانية (Octagonal Fuzzy Number) وهي طريقة مستحدثة لمعالجة الأرقام الضبابية الثمانية لبعض أنشطة المشروع لكون بيانات المشروع تعاني من الضبابية في وقت وكلف الانجاز، وكذلك سيتم ايجاد الوقت التعجيلي لإنجاز المشروع وايجاد المسار الحرج له واستخدام اسلوب المبادلة بين الوقت والكلفة حيث ان من اهم اهداف جدولة المشروع هو تقليص وقت الانجاز وتقليل الكلفة وتحسين الاداء ويتم ذلك من خلال اسلوب المبادلة بين الوقت وكلفة انجاز المشروع (TCT) باستخدام برامج وتقنيات ادارة المشاريع لتحديد اقصر وقت لإنجاز المشروع وباقل زيادة ممكنة في تكاليف التنفيذ وذلك باستخدام برنامج (MS Project) والذي يعد من اهم البرامج الرائدة في عملية التخطيط والرقابة والجدولة الزمنية للمشاريع، والتي تمتاز بتعدد الأنشطة ووجود العلاقات المتقدمة وغير التقليدية في أنشطة المشاريع الكبيرة وتحديد اقصر وقت لإنجاز المشروع في الوقتين الطبيعي والتعجيلي وباقل كلف ممكنة . والجدول رقم (1) يبين الاوقات الطبيعية الضبابية قبل وبعد معالجة الضبابية والكلف الطبيعية الضبابية حيث تم معالجة البيانات بطريقة دالة الرتب للأرقام الضبابية الثلاثية بعد تطبيق المعادلة (6) ودالة الرتب للأرقام الضبابية الثمانية بعد تطبيق المعادلة (7) لبعض اوقات أنشطة المشروع .

جدول (1) يبين الاوقات الطبيعية الضبابية والاقوات بعد المعالجة

الوقت الطبيعي بعد معالجة الضبابية(يوم)	الوقت الطبيعي الضبابي	النشاط السابق	رمز النشاط
17.7	(15,18,20)	-	A
64.2	(59 , 65 , 68)	A	B
45	(40,45,50)	B	C
60.2	(53,61,66)	C	D
15	(12,15,18)	D	E
21.7	(19,22,24)	E	F
60	(55,60,65)	F	G
109.5	(106,110,112)	G	H
94.5	(90,95,98)	H	I
133.7	(130,133,139)	I	J
147	(143,147,151)	J	K
107.5	(100,108,114)	K	L
100	(90,100,110)	L	M
144.2	(140,144,149)	M	N
90	(85,90,95)	N	O
138.5	(134,138,144)	J	P
125.5	(121,125,131)	P	Q
135	(130,135,140)	L	R
120	(117,120,123)	R	S
110	(100,111,118)	N	T
90	(80,90,100)	R	U
114	(107,115,119)	U	V



المبادلة بين الوقت والكلفة لإدارة المشروع في البيئة الضبابية

127.2	(122,128,131)	V	W
131.5	(127,132,135)	V	X
110	(100,110,120)	W,X	Y
60	(50,60,70)	Y	Z
70	(60,70,80)	T	A2
55	(50,55,60)	A2	B2
85	(75,85,95)	T	C2
152	(146,152,158)	Q	D2
49.5	(37,41,43,47,53,56,59,60)	B2	E2
65	(60,65,70)	T	F2
129.1	(119,121,124,127,131,135,137,139)	F2	G2
23.8	(16,18,21,23,24,27,30,32)	A2	H2
20	(10,20,30)	Z	I2

اما الجدول (2) فهو يوضح الكلفة الطبيعية الضبابية لكل نشاط من أنشطة المشروع ونتائج معالجتها باستخدام أسلوب دالة الرتب للأرقام الضبابية الثلاثية وفق المعادلة (6) ودالة الرتب للأرقام الضبابية الثمانية وفق المعادلة (7)

الجدول (2) رمز النشاط والكلف الطبيعية الضبابية والكلفة الطبيعية بعد المعالجة

الكلفة الطبيعية بعد معالجة الضبابية (بالدينار العراقي)	الكلفة الطبيعية الضبابية	النشاط السابق	رمز النشاط
10494500	(9000000 , 10898000 , 11000000)	-	A
65623501	(64500000 , 65747000 , 66500000)	A	B
128995000	(120500000 , 130740000 , 134000000)	B	C
31009999	(30010000 , 31010000 , 32010000)	C	D
13545999	(12540000 , 13548000 , 14548000)	D	E
802531983	(780500000 , 804564000 , 820500000)	E	F
259639992	(249600000 , 259680000 , 269600000)	F	G
3427675013	(3222000000 , 3444350000 , 3600000000)	G	H
220123750	(215120000 , 220125000 , 225125000)	H	I
2352717005	(2280200000 , 2350234000 , 2430200000)	I	J
2227899925	(2200400000 , 2230400000 , 2250400000)	J	K
2169165087	(2120200000 , 2173230000 , 2210000000)	K	L
2199999939	(2100000000 , 2200000000 , 2300000000)	L	M
2100000031	(2000000000 , 2100000000, 2200000000)	M	N
126244997	(120200000 , 126290000 , 132200000)	N	O
1470399939	(1400900000 , 1479900000 , 1520900000)	J	P
40000000	(30000000 , 40000000 , 50000000)	P	Q



المبادلة بين الوقت والكلفة لإدارة المشروع في البيئة الضبابية

1208200069	(1100700000 , 1215700000 , 1300700000)	L	R
50000000	(40000000 , 50000000 , 60000000)	R	S
894999921	(850000000 , 900000000 , 930000000)	N	T
621822976	(580800000 , 900000000 , 930000000)	R	U
215215514	(580800000 , 627864000 , 650800000)	U	V
290123530	(260000000 , 290247000 , 320000000)	V	W
284950016	(260000000 , 289900000 , 300000000)	V	X
147664261	(130000000 , 150219000 , 160219000)	W,X	Y
1008182026	(1060700000 , 1090714000 , 1110600000)	Y	Z
273062502	(250700000 , 270775000 , 300000000)	T	A2
15657500	(14500000 , 15565000 , 17000000)	A2	B2
994999992	(960000000 , 1000000000 , 1020000000)	T	C2
1739350016	(1960000000 , 1738700000 , 1790000000)	Q	D2
1233100063	(1200000000 , 1236200000 , 1260000000)	B2	E2
2121550070	(2090300000 , 2120300000 , 2155300000)	T	F2
1497572639	(1450000000 , 1500450000 , 1540000000)	F2	G2
120449997	(115000000 , 120400000 , 126000000)	A2	H2
2670050017	(2610000000 , 2685100000 , 2700000000)	Z	I2

اما الجدول (3) فهو يبين أنشطة المشروع ونوع العلاقة في كل نشاط من أنشطة المشروع والوقت الازم لإنجاز كل نشاط بعد معالجة الضبابية ومقدار التقديم والتأخير فيه (Lead & Lag)
جدول (3) يوضح نوع العلاقة بين الأنشطة والوقت اللازم لإنجازها ومقدار التقديم والتأخير

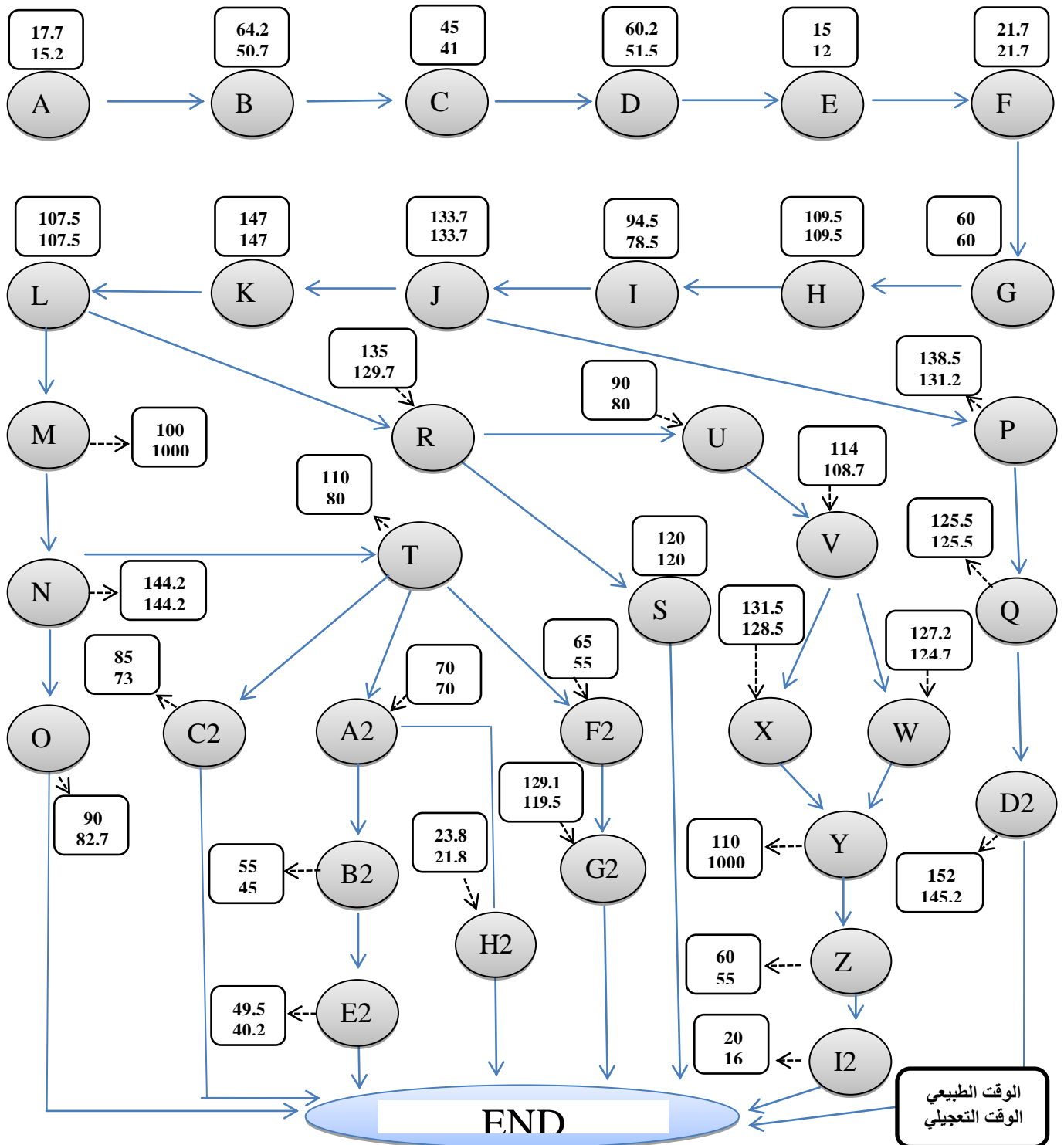
Lead&Lag	نوع العلاقة	الوقت الطبيعي بعد معالجة الضبابية	النشاط السابق	رمز النشاط
0	FS	17.7	-	A
0	FS	64.2	A	B
0	FS	45	B	C
0	FS	60.2	C	D
0	FS	15	D	E
+3	FS	21.7	E	F
+3	FS	60	F	G
+7	FS	109.5	G	H
0	FS	94.5	H	I
0	FS	133.7	I	J
0	FS	147	J	K
0	FS	107.5	K	L



المبادلة بين الوقت والكلفة لإدارة المشروع في البيئة الضبابية

0	FS	100	L	M
0	FS	144.2	M	N
0	FS	90	N	O
0	FS	138.5	J	P
0	FS	125.5	P	Q
0	FS	135	L	R
0	FS	120	R	S
0	FS	110	N	T
-50	FS	90	R	U
-40	FS	114	U	V
-60	FS	127.2	V	W
-45	FS	131.5	V	X
-60	FS	110	W,X	Y
-25	FS	60	Y	Z
-30	SS	70	T	A2
-30	SS	55	A2	B2
-25	FS	85	T	C2
-90	FS	152	Q	D2
0	SS	49.5	B2	E2
0	FF	65	T	F2
-70	FF	129.1	F2	G2
0	FS	23.8	A2	H2
-20	FS	20	Z	I2

والشكل (3) يوضح المخطط الشبكي لشبكة اعمال المشروع والاقوات الطبيعية والتعجيلية



الشكل (3) رسم شبكة اعمال المشروع والاقوات الطبيعية والتعجيلية بطريقة (AON) / اعداد الباحث



2- حساب وقت وكلفة انجاز المشروع باستخدام برنامج (MS Project)

حساب الوقت الطبيعي والكلفة الطبيعية في البيئة الضبابية

تم استخدام برنامج (MS Project) لإيجاد وقت وكلفة انجاز مشروع انشاء المجمع الاصلاحى في الظروف الطبيعية بعد معالجة الضبابية باستخدام اسلوب دالة الرتب والحصول على القيم الواضحة الاعتيادية (Crisp Value) تم عمل جدولة جديدة للمشروع ووضع تاريخ بدء المشروع في 6/1/2018 وكما مبين في نافذة البرنامج ادناه ، بلغت مدة انجازه (1309.5) يوم عمل وبكلفة قدرها (33113017769) مليار دينار، حيث تم رسم المخطط الشبكي في البرنامج بعد ادخال البيانات كخطوة اولى ومن ثم تحديد العلاقات غير التقليدية لبعض أنشطة المشروع وتحديد المسار الحرج فيه وحساب وقت انجاز المشروع وكما مبين ادناه :

Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	fuzzy cost	Critical
1 سجن البصرة الاصلاحى النموذجي	1309.5 da	6/1/2018	12/31/2021		د.ع. 33,113,017,769	Yes
2 الاعمال الاتشائية	1309.5 da	6/1/2018	12/31/2021		د.ع. 12,124,045,786	Yes
3 A تهيئة وتجهيز الموقع	17.7 days	6/1/2018	6/18/2018		د.ع. 10,494,500	Yes
4 اعمال الخفريات الترابية B	64.2 days	6/18/2018	8/21/2018	3	د.ع. 65,623,500	Yes
5 اعمال استبدال التربة C	45 days	8/21/2018	10/5/2018	4	د.ع. 128,995,000	Yes
6 D فرتس السبب مع الحدل	60.2 days	10/5/2018	12/5/2018	5	د.ع. 31,010,000	Yes
7 اعمال تخطيط الموقع E	15 days	12/5/2018	12/20/2018	6	د.ع. 13,546,000	Yes
8 صب البلاط مع التزفيت F	21.7 days	12/23/2018	1/13/2019	7FS+3 days	د.ع. 802,532,000	Yes
9 صبة ال Screed G	60 days	1/16/2019	3/17/2019	8FS+3 days	د.ع. 259,640,000	Yes
10 صبة الاسس المسلحة H	109.5 day	3/24/2019	7/12/2019	9FS+7 days	د.ع. 3,427,675,000	Yes
11 البناء بالطابق تحت البالدو I	94.5 days	7/12/2019	10/14/2019	10	د.ع. 220,123,750	Yes
12 لصب الاعمدة والجدران للطابق الارضى	133.7 day	10/14/2019	2/25/2020	11	د.ع. 2,352,717,000	Yes
13 صب الجسور وسقف الطابق الارضى K	147 days	2/25/2020	7/21/2020	12	د.ع. 2,227,900,000	Yes
14 صب الاعمدة والجدران للطابق الاول L	107.5 day	7/21/2020	11/5/2020	13	د.ع. 2,169,165,000	Yes
15 صب الجسور وسقف الطابق الاول M	100 days	11/6/2020	2/13/2021	14	د.ع. 2,200,000,000	No
16 صب اعمدة وجسور وسقف البيوتات N	144.2 day	2/14/2021	7/8/2021	15	د.ع. 2,100,000,000	No
17 املاءات السبب والتابلون O	90 days	7/8/2021	10/6/2021	16	د.ع. 126,245,000	No
18 البناء فرق البالدو للطابق الارضى P	138.5 day	2/25/2020	7/12/2020	12	د.ع. 1,470,400,000	No
19 صب العتبات فرق الفتحات للطابق الارضى Q	125.5 days	7/13/2020	11/15/2020	18	د.ع. 40,000,000	No
20 البناء بالطابق الاول R	135 days	11/6/2020	3/20/2021	14	د.ع. 1,208,200,000	Yes
21 صب العتبات فرق الفتحات للطابق الاول S	120 days	3/21/2021	7/18/2021	20	د.ع. 50,000,000	No
22 اعمال التسطیح للابنية T	110 days	7/8/2021	10/26/2021	16	د.ع. 895,000,000	No



المبادلة بين الوقت والكلفة لإدارة المشروع في البيئة الضبابية

Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	fuzzy cost	Critical
22 اعمال التسطيح للابنية T	110 days	7/8/2021	10/26/2021	16	د.ع. 895,000,000	No
23 الاعمال المعيارية	411 days	11/15/2020	12/31/2021	19	د.ع. 5,508,792,800	Yes
24 اعمال الابواب والتبانيك U	90 days	1/30/2021	4/29/2021	20FS-50 day	د.ع. 621,823,000	Yes
25 اعمال السيراميك V	114 days	3/21/2021	7/12/2021	24FS-40 day	د.ع. 215,215,500	Yes
26 اعمال اللبخ والنتر W	127.2 day	5/14/2021	9/18/2021	25FS-60 day	د.ع. 290,123,500	No
27 اعمال الجص والبياض X	131.5 day	5/29/2021	10/7/2021	25FS-45 day	د.ع. 284,950,000	Yes
28 اعمال الصبغ Y	110 days	8/8/2021	11/26/2021	26FS-60 day	د.ع. 147,664,250	Yes
29 التطبيق بالكاتني للارضيات والسلازم Z	60 days	11/1/2021	12/31/2021	28FS-25 day	د.ع. 1,088,182,000	Yes
30 اعمال الانتهاءات	70 days	6/8/2021	8/17/2021		د.ع. 10,848,768,200	No
31 اعمال صبة الارصفة A2	70 days	6/8/2021	8/17/2021	22SS-30 day	د.ع. 273,062,500	No
32 اعمال السياج الداخلي B.R.C B2	55 days	5/9/2021	7/3/2021	31SS-30 day	د.ع. 15,657,500	No
33 اعمال الشوارع C2	85 days	10/1/2021	12/25/2021	22FS-25 day	د.ع. 995,000,000	No
34 اعمال الصحية ومنظومات الماء D2	152 days	11/15/2020	4/16/2021	19FS-90 day	د.ع. 1,739,350,000	No
35 السياج الخارجي مع ابراج المراقبة E2	49.5 days	5/9/2021	6/27/2021	32SS	د.ع. 1,233,100,000	No
36 الاعمال الكهربائية F2	65 days	10/26/2021	12/30/2021	22	د.ع. 2,121,550,000	No
37 الاعمال الميكانيكية G2	129.1 day	6/14/2021	10/21/2021	36FF-70 day	د.ع. 1,497,572,500	No
38 اعمال الحدائق H2	23.8 days	8/17/2021	9/9/2021	31	د.ع. 120,450,000	No
39 اعمال المولدات I2	20 days	12/11/2021	12/31/2021	29FS-20 day	د.ع. 2,670,050,000	Yes
40 نهاية المشروع	0 days	12/31/2021	12/31/2021	34,17,33,35,0	د.ع. 0	Yes

انجاز مشروع المجمع الاصلاحى النموذجى بالوقت والكلفة الطبيعيين MS Project الشكل (4) نافذة من برنامج

حساب الوقت التعجيلي والكلفة التعجيلية فى البيئة الضبابية

بعد معالجة ضبابية بيانات المشروع وحساب وقت وكلفة المشروع بالظروف الطبيعية بالاعتماد على الحسابات اليدوية اولا وبرنامج (MS Project) ثانيا ، يتم الان حساب وقت وكلفة انشاء المشروع بالظروف التعجيلية والجدول الاتي يبين الانشطة والاقوات الضبابية والوقت التعجيلي بعد معالجة الضبابية وفق المعادلة رقم (6) للأرقام الضبابية الثلاثية والمعادلة رقم (7) للأرقام الضبابية الثمانية وكالاتي :



المبادلة بين الوقت والكلفة لإدارة المشروع في البيئة الضبابية

الجدول (4) الوقت التعجيلي الضبابي والوقت التعجيلي بعد معالجة الضبابية

الوقت التعجيلي بعد معالجة الضبابية (يوم)	الوقت التعجيلي الضبابي	النشاط السابق	رمز النشاط
15.2	(13,15,18)	-	A
50.7	(47,50,56)	A	B
41	(38,41,44)	B	C
51.5	(48,51,56)	C	D
12	(10,12,14)	D	E
21.7	(19,22,24)	E	F
60	(55,60,65)	F	G
109.5	(106,110,112)	G	H
78.5	(73,78,85)	H	I
133.7	(130,133,139)	I	J
147	(143,147,151)	J	K
107.5	(100,108,114)	K	L
100	(90,100,110)	L	M
144.2	(140,144,149)	M	N
82.7	(80,83,85)	N	O
131.2	(130,131,133)	J	P
125.5	(121,125,131)	P	Q
129.7	(126,129,135)	L	R
120	(117,120,123)	R	S
80	(70,80,90)	N	T
80	(75,80,85)	R	U
108.7	(100,110,115)	U	V
124.7	(120,125,129)	V	W
128.5	(124,128,134)	V	X
100	(90,100,110)	W,X	Y
55	(45,55,65)	Y	Z
70	(60,70,80)	T	A2
45	(40,45,50)	A2	B2
73	(70,73,76)	T	C2
145.2	(140,145,151)	Q	D2
40.2	(30,34,38,40,41,44,47,48)	B2	E2
55	(45,55,65)	T	F2
119.5	(110,113,116,120,122,123,125,127)	F2	G2
21.8	(15,16,19,20,23,25,28,29)	A2	H2
16	(8,16,24)	Z	I2

اما الجدول (5) فهو يوضح الكلفة التعجيلية الضبابية لكل نشاط من أنشطة المشروع ونتائج معالجتها باستخدام أسلوب دالة الرتب للأرقام الضبابية الثلاثية وفق المعادلة (6) ودالة الرتب للأرقام الضبابية الثمانية وفق المعادلة (7)



المبادلة بين الوقت والكلفة لإدارة المشروع في البيئة الضبابية

الجدول (5) رمز النشاط والكلفة التعجيلية الضبابية والكلفة التعجيلية بعد المعالجة

الكلفة التعجيلية بعد معالجة الضبابية (بالدينار العراقي)	الكلفة التعجيلية الضبابية	النشاط السابق	رمز النشاط
11497251	(10989000 , 11000000 , 13000000)	-	A
66561751	(65747000 , 66500000 , 67500000)	A	B
134684989	(130740000 , 134000000 , 140000000)	B	C
32259999	(31010000 , 32010000 , 34009999)	C	D
14536000	(13548000 , 14548000 , 15500000)	D	E
802531983	(780500000 , 804564000 , 820500000)	E	F
259639992	(249600000 , 259680000 , 269600000)	F	G
3427675013	(3222000000 , 3444350000 , 3600000000)	G	H
225093734	(220125000 , 225125000 , 230000000)	H	I
2352717005	(2280200000 , 2350234000 , 2430200000)	I	J
2227899925	(2200400000 , 2230400000 , 2250400000)	J	K
2169165087	(2120200000 , 2173230000 , 2210000000)	K	L
2199999939	(2100000000 , 2200000000 , 2300000000)	L	M
2100000031	(2000000000 , 2100000000 , 2200000000)	M	N
133972501	(126290000 , 132200000 , 145200000)	N	O
1555425034	(1479900000 , 1520900000 , 1700000051)	J	P
40000000	(30000000 , 40000000 , 50000000)	P	Q
1308174991	(1215700000 , 1300700000 , 1415600000)	L	R
50000000	(40000000 , 50000000 , 60000000)	R	S
929999995	(900000000 , 930000000 , 960000000)	N	T
655061484	(627846000 , 650800000 , 690800000)	R	U
231357768	(215431000 , 230000000 , 250000000)	U	V
322561761	(290247000 , 320000000 , 360000000)	V	W
309974999	(289900000 , 300000000 , 350000000)	V	X
162714255	(150219000 , 160219000 , 180200000)	W,X	Y
1140628521	(1090714000 , 1110600000 , 1250600000)	Y	Z
273062502	(250700000 , 270775000 , 300000000)	T	A2
17391250	(15565000 , 17000000 , 20000000)	A2	B2
1020000010	(1000000000 , 1020000000 , 1040000000)	T	C2
1787175076	(1738700000 , 1790000000 , 1830000000)	Q	D2
1261600031	(1236200000 , 1260000000 , 1290200000)	B2	E2
2157799997	(2120300000 , 2155300000 , 2200300000)	T	F2
1540036362	(1500145000 , 1640000000 , 1580000000)	F2	G2
125849999	(120400000 , 126000000 , 131000000)	A2	H2
2706275041	(2685100000 , 2700000000 , 2740000000)	Z	I2

ويوضح الجدول الاتي الوقت التعجيلي الذي تم الاعتماد عليه في حسابات وقت انجاز المشروع في الظروف التعجيلية ومقدار (Lead & Lag) ونوع العلاقة ونتائج حساب المرونة الكلية عن طريق برنامج (MS Project) وايجاد المسار الحرج وكما يلي :



المبادلة بين الوقت والكلفة لإدارة المشروع في البيئة الضبابية

الجدول (6) يبين نوع العلاقة ومقدار Lead & lag

critical	المرونة	Lead &Lag	نوع العلاقة	الوقت التعجيلي بعد معالجة الضبابية	النشاط السابق	النشاط
Yes	0	0	FS	15.2	-	A
Yes	0	0	FS	50.7	A	B
Yes	0	0	FS	41	B	C
Yes	0	0	FS	51.5	C	D
Yes	0	0	FS	12	D	E
Yes	0	+3	FS	21.7	E	F
Yes	0	+3	FS	60	F	G
Yes	0	+7	FS	109.5	G	H
Yes	0	0	FS	78.5	H	I
Yes	0	0	FS	133.7	I	J
Yes	0	0	FS	147	J	K
Yes	0	0	FS	107.5	K	L
No	2.7	0	FS	100	L	M
No	2.7	0	FS	144.2	M	N
No	55	0	FS	82.7	N	O
No	77.5	0	FS	131.2	J	P
No	77.5	0	FS	125.5	P	Q
Yes	0	0	FS	129.7	L	R
No	132.2	0	FS	120	R	S
No	2.7	0	FS	80	N	T
Yes	0	-50	FS	80	R	U
Yes	0	-40	FS	108.7	U	V
No	18.8	-60	FS	124.7	V	W
Yes	0	-45	FS	128.5	V	X
Yes	0	-60	FS	100	W,X	Y
Yes	0	-25	FS	55	Y	Z
No	77.7	-30	SS	70	T	A2
No	152.7	-30	SS	45	A2	B2
No	9.7	-25	FS	73	T	C2
No	234.5	-90	FS	145.2	Q	D2
No	157.5	0	SS	40.2	B2	E2
No	2.7	0	FF	55	T	F2
No	72.7	-70	FF	119.5	F2	G2
No	75.7	0	FS	21.8	A2	H2
Yes	0	-20	FS	16	Z	I2

بعد تحديد وقت وكلفة انجاز كل نشاط من أنشطة المشروع في الظروف التعجيلية ، تم ادخال البيانات في نافذة برنامج (MS Project) لإيجاد وقت وكلفة انجاز المشروع وتحديد العلاقات غير التقليدية وإيجاد المسار الحرج فيه بعد معالجة البيانات من الضبابية باستخدام أسلوب دالة الرتب والحصول على القيم الاعتيادية (Crisp Value) حيث بلغت مدة انجازه (1223.2) يوم عمل وبكلفة قدرها (33753324034) مليار دينار وكما موضح في الشكل (5)



المبادلة بين الوقت والكلفة لإدارة المشروع في البيئة الضبابية

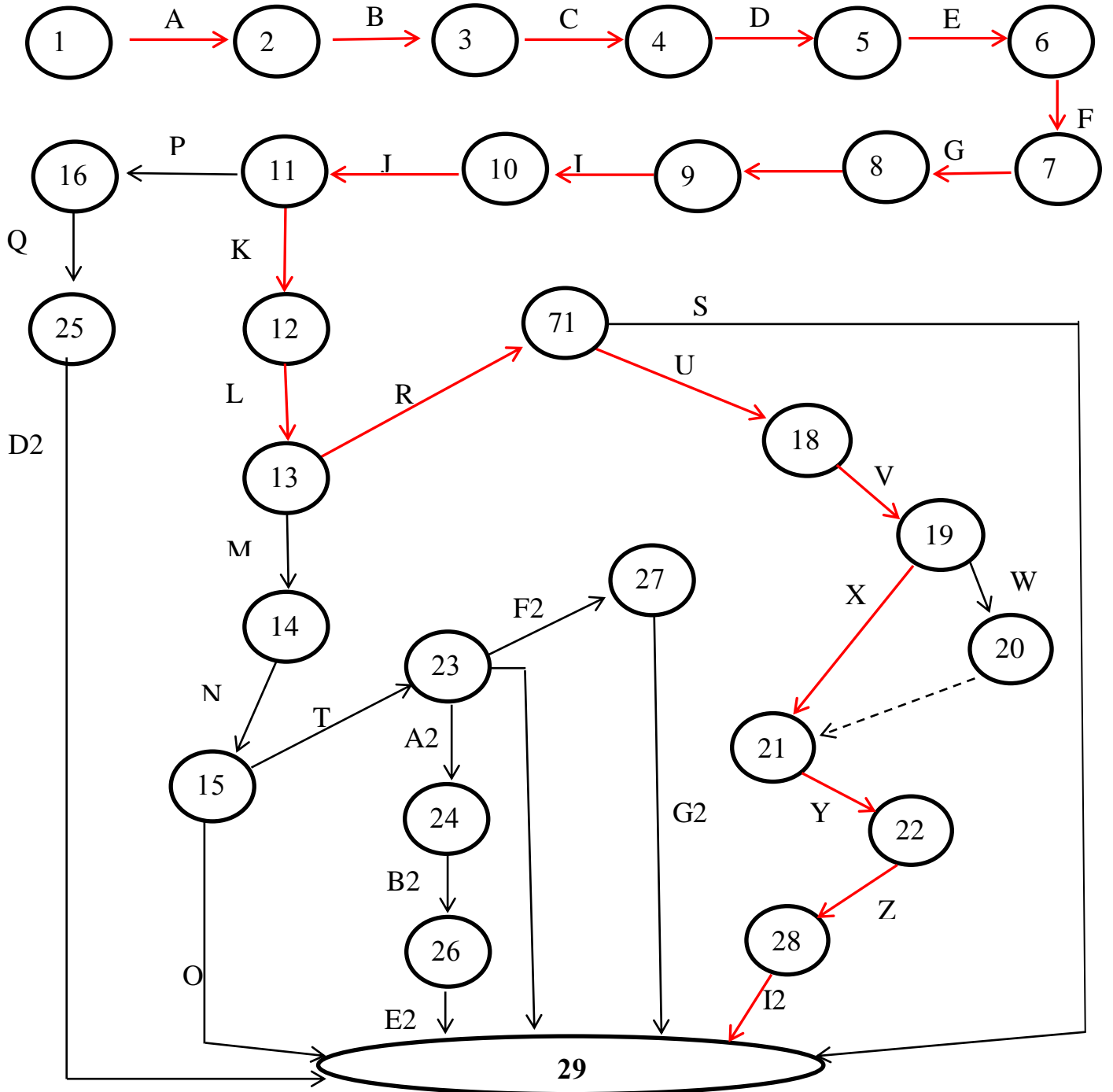
Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	fuzzy cost	Critical
1 سجن البصرة الاصلاحى النموذجي -	1223.2 da	6/1/2018	10/6/2021		د.ع. 33,753,323,274	Yes
2 الاعمال الانشائية	1223.2 da	6/1/2018	10/6/2021		د.ع. 12,385,458,585	Yes
3 A تهيئة وتجهيز الموقع	15.2 days	6/1/2018	6/16/2018		د.ع. 11,497,250	Yes
4 اعمال الحفریات الترابية B	50.7 days	6/16/2018	8/5/2018	3	د.ع. 66,561,751	Yes
5 اعمال استبدال التربة C	41 days	8/5/2018	9/15/2018	4	د.ع. 134,684,989	Yes
6 D فرش السبیس مع الحدل	51.5 days	9/15/2018	11/6/2018	5	د.ع. 32,259,998	Yes
7 اعمال تخطيط الموقع E	12 days	11/6/2018	11/18/2018	6	د.ع. 14,536,000	Yes
8 صب البلاط مع التزييت F	21.7 days	11/21/2018	12/13/2018	7FS+3 days	د.ع. 802,531,983	Yes
9 Screed صبة ال G	60 days	12/16/2018	2/14/2019	8FS+3 days	د.ع. 259,639,992	Yes
10 صبة الاسس المسلحة H	109.5 day	2/21/2019	6/10/2019	9FS+7 days	د.ع. 3,427,675,013	Yes
11 البناء بالطابق تحت البادلو ا	78.5 days	6/10/2019	8/28/2019	10	د.ع. 225,093,734	Yes
12 لصب الاعمدة والجدران للطابق الارضى	133.7 day	8/28/2019	1/8/2020	11	د.ع. 2,352,717,004	Yes
13 K صب الجسور وسقف الطابق الارضى	147 days	1/8/2020	6/3/2020	12	د.ع. 2,227,899,924	Yes
14 L صب الاعمدة والجدران للطابق الاول	107.5 day	6/3/2020	9/19/2020	13	د.ع. 2,169,165,086	Yes
15 M صب الجسور وسقف الطابق الاول	100 days	9/19/2020	12/28/2020	14	د.ع. 2,199,999,938	No
16 N صب اعمدة وجسور وسقف البيوتات	144.2 day	12/28/2020	5/21/2021	15	د.ع. 2,100,000,030	No
17 O املاءات السبیس والتابلون	82.7 days	5/21/2021	8/12/2021	16	د.ع. 133,972,500	No
18 P البناء فرق البادلو للطابق الارضى	131.2 day	1/8/2020	5/18/2020	12	د.ع. 1,555,425,034	No
19 صب العتبات فرق الفتحات للطابق الارضى	125.5 day	5/19/2020	9/21/2020	18	د.ع. 40,000,000	No
20 R البناء بالطابق للفتحات الاول	129.7 day	9/19/2020	1/26/2021	14	د.ع. 1,308,174,991	Yes
21 S صب العتبات فرق الفتحات للطابق الاول	120 days	1/27/2021	5/26/2021	20	د.ع. 50,000,000	No
22 T اعمال التسطیح لالبنية	80 days	5/21/2021	8/9/2021	16	د.ع. 929,999,994	No
23 الاعمال المعمارية	379.7 day	9/21/2020	10/6/2021	19	د.ع. 5,590,220,144	Yes



المبادلة بين الوقت والكلفة لإدارة المشروع في البيئة الضبابية

Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	fuzzy cost	Critical
22 اعمال التسطيح لالبنية T	80 days	5/21/2021	8/9/2021	16	د.ع. 929,999,994	No
23 الاعمال المعمارية	379.7 day	9/21/2020	10/6/2021	19	د.ع. 5,590,220,144	Yes
24 اعمال الابواب والتبديك U	80 days	12/8/2020	2/25/2021	20FS-50 days	د.ع. 655,061,483	Yes
25 اعمال السيراميك V	108.7 day	1/17/2021	5/5/2021	24FS-40 days	د.ع. 231,357,767	Yes
26 اعمال الليج والنتر W	124.7 day	3/6/2021	7/9/2021	25FS-60 days	د.ع. 322,561,761	No
27 اعمال الحص والبياض X	128.5 day	3/21/2021	7/28/2021	25FS-45 days	د.ع. 309,974,999	Yes
28 اعمال الصبغ Y	100 days	5/29/2021	9/6/2021	26FS-60 days	د.ع. 162,714,255	Yes
29 التطبيق بالكاشي للارضيات والسلام Z	55 days	8/12/2021	10/6/2021	28FS-25 days	د.ع. 1,140,628,520	Yes
30 اعمال الانتهاء	70 days	4/21/2021	6/30/2021		د.ع. 10,990,710,947	No
31 اعمال صبة الارصفة A2	70 days	4/21/2021	6/30/2021	22SS-30 days	د.ع. 273,062,502	No
32 اعمال السياج الداخلي B.R.C B2	45 days	3/22/2021	5/6/2021	31SS-30 days	د.ع. 17,391,249	No
33 اعمال الشوارع C2	73 days	7/15/2021	9/26/2021	22FS-25 days	د.ع. 1,020,000,010	No
34 اعمال الصحية ومنظومات الماء D2	145.2 day	9/21/2020	2/13/2021	19FS-90 days	د.ع. 1,787,175,075	No
35 اعمال السياج الخارجي مع ابراج المراقبة E2	40.2 days	3/22/2021	5/1/2021	32SS	د.ع. 1,261,600,030	No
36 الاعمال الكهربائية F2	55 days	8/9/2021	10/3/2021	22	د.ع. 2,157,799,997	No
37 الاعمال الميكانيكية G2	119.5 day	3/28/2021	7/25/2021	36FF-70 days	د.ع. 1,540,036,362	No
38 اعمال الحدائق H2	21.8 days	6/30/2021	7/22/2021	31	د.ع. 125,849,999	No
39 اعمال المولدات I2	16 days	9/16/2021	10/2/2021	29FS-20 days	د.ع. 2,706,275,041	No
40 نهاية المشروع	0 days	10/2/2021	10/2/2021	34,17,33,35,37	د.ع. 0	No

شكل (5) نافذة من برنامج (MS Project) انجاز مشروع المجمع الاصلاحى النموذجي بالوقت والكلفة التعجيليين



الشكل رقم (6) يوضح المسار الحرج في الظروف الطبيعية بطريقة (AOA)



3- تقليص وقت انجاز المشروع باستخدام طريقة المبادلة بين الوقت والكلفة (TCT) بواسطة

تطبيق برنامج (MS Project)

بعد معالجة ضبابية بيانات المشروع بالأوقات والكلف الطبيعية والتعجيلية باستخدام أسلوب دالة الرتب للأرقام الضبابية الثلاثية ودالة الرتب للأرقام الضبابية الثمانية ، وتحديد الجدولة الزمنية للمشروع من خلال البرنامج في ظل الظروف الطبيعية تم تحديد المسار الحرج والأنشطة المكونة له لغرض إجراء عملية المبادلة بين الوقت والكلفة مع ملاحظة عدم ضغط الأنشطة التي ترمز لأعمال الصب والمتمثلة بالأنشطة (F,G,H,J,K,L) وذلك لأنها تحتاج الى وقت ثابت ومحدد في جميع المشاريع الانشائية الهندسية ولا يمكن التدخل في فتراتها او تقليصها لغرض ضمان الجودة حيث تكون أنشطة غير خاضعة لإدارة المشروع ، اصبح بالإمكان تطبيق عملية المبادلة بين الوقت والكلفة (TCT) لتقليص وقت المشروع انشاء المجمع الاصلاحي النموذجي في محافظة البصرة ليكون احدى اهم طرق بحوث العمليات في جدولة المشاريع باقل الكلف الممكنة عن طريق مجموعة من الخطوات وكالاتي :

اولاً: تم حساب الميل (Slop) للأنشطة الحرجة المكونة للمسار الحرج في الجدول (7) عن طريق المعادلة رقم (1) .

جدول (7) يبين الميل (Slop) لأنشطة المسار الحرج

ت	النشاط	الوقت الطبيعي Normal Time	الكلفة الطبيعية Normal Cost	الوقت التعجيلي Crash Time	الكلفة التعجيلية Crash cost	الميل Slop
1	A	17.7	10494500	15.2	11497251	401100
2	B	64.2	65623501	50.7	66561751	69500
3	C	45	128995000	41	134684989	1422497
4	D	60.2	31009999	51.5	32259999	143678
5	E	15	13545999	12	14536000	330000
6	F	21.7	802531983	21.7	802531983	0
7	G	60	259639992	60	259639992	0
8	H	109.5	3427675013	109.5	3427675013	0
9	I	94.5	220123750	78.5	225093734	310624
10	J	133.7	2352717005	133.7	2352717005	0
11	K	147	2227899925	147	2227899925	0
12	L	107.5	2169165087	107.5	2169165087	0
13	R	135	1208200069	129.7	1308174991	18863192
14	U	90	621822976	80	655061484	3323850
15	V	114	215215514	108.7	231357768	3045708
16	X	131.5	284950016	128.5	309974999	8341661
17	Y	110	147664261	100	162714255	1504999
18	Z	60	1008182026	55	1140628512	26489299
19	I2	20	2670050017	16	2706275041	9056256

ثانياً: نبدأ بتقليص وقت التنفيذ للأنشطة الحرجة المكونة للمسار الحرج (وذلك لان الوقت المرنة في تنفيذها مساوي للصفر) وسوف يتم اختيار النشاط الحرج ذو الميل الاقل من المسار الحرج وتقليصه بوحدته زمنية واحدة وصولاً الى النشاط الحرج الذي يمتلك اكبر ميل ولتوضيح ذلك تم ترتيب قيم الميل (Slop) ترتيباً تصاعدياً في الجدول (8) وكالاتي :



المبادلة بين الوقت والكلفة لإدارة المشروع في البيئة الضبابية

جدول (8) الميل لأنشطة المسار الحرج وقد رتبته قيمه ترتيبا تصاعديا

ت	النشاط	الوقت الطبيعي Normal Time	الكلفة الطبيعية Normal Cost	الوقت التعجيلي Crash Time	الكلفة التعجيلية Crash Cost	الميل Slop
1	B	64.2	65623501	50.7	66561751	69500
2	D	60.2	31009999	51.5	32259999	143678
3	I	94.5	220123750	78.5	225093734	310624
4	E	15	13545999	12	14536000	330000
5	A	17.7	10494500	15.2	11497251	401100
6	C	45	128995000	41	134684989	1422497
7	Y	110	147664261	100	162714255	1504999
8	V	114	215215514	108.7	231357768	3045708
9	U	90	621822976	80	655061484	3323850
10	X	131.5	284950016	128.5	309974999	8341661
11	I2	20	2670050017	16	2706275041	9056256
12	R	135	1208200069	129.7	1308174991	18863192
13	Z	60	1008182026	55	1140628512	26489299

من الجدول اعلاه نلاحظ ان اقل ميل كلفة للأنشطة الحرجة هو للنشاط (B) واكبر ميل كلفة هو للنشاط (Z)

ثالثا: لإيجاد الزيادة في الكلفة لكل نشاط من أنشطة المسار الحرج نقوم بضرب ميل الكلفة في كمية الوقت المخفض واطافة الناتج الى الكلفة الطبيعية للنشاط ونستمر بعملية التعجيل للأنشطة الحرجة للمشروع لحين الوصول الى الحد الحرج ولا يمكن بعد هذا الحد اجراء اي عملية تقليص للأنشطة الحرجة وذلك لان اي زيادة في الموارد ستؤدي الى زيادة في الكلف المباشرة للمشروع ومن دون تقليص وقت المشروع ، والجدول رقم (9) يوضح اجراء عملية المبادلة بين الوقت والكلفة (TCT) والنتائج التي تم الحصول عليها بعد اجراء عملية تقليص مدة التنفيذ المشروع



المبادلة بين الوقت والكلفة لإدارة المشروع في البيئة الضبابية

	A	B	C	D	E	I	R	U	V	X	Y	Z	I2	Total
	ΔT SIO P	ΔT SL OP	ΔT SLO P	ΔT SLO P	ΔT SLO P	ΔT SPOP	ΔT SPOP	ΔT SPOP	ΔT SPOP	ΔT SPOP	ΔT SPO P	ΔT SPO P	ΔT SPOP	TIME COST 1309.5 33113017769
B		13.5 938 250												1309.5 33113017769 -13.5 939250
D				8.7 12499 98.6										1296 3311956019 -8.7 1249998.6
I						16 496998 4								1287.3 33115206018 -16 4969987
E					3 9900 00									1271.3 33120176002 -3 990000
A	2.5 1002 750													1268.3 33121166002 -2.5 1002750
C			4 5689 988											1265.8 33122168752 -4 5689988
Y											10 1504 9990			1261.8 33127858740 -10 15049990
V									5.3 161422 52.4					1251.8 33142908730 -5.3 16142252.4
U								10 332385 00						1246.5 33159050982 -10 33238500
X										3 25024 983				1236.5 33192289482 -3 25024983



المبادلة بين الوقت والكلفة لإدارة المشروع في البيئة الضبابية

I2													4	1233.5 33127314465
													36225 024	-4 36225024
R													3.5 999749 17.6	1229.5 33253539489
Z														-5.3 36225024
Total														1224.2 33353514407

الفصل الثالث

مناقشة النتائج :

ان مجمل مدة تنفيذ مشروع انشاء المجمع الاصلاحى النموذجي بالكامل قد بلغت (1309.5) يوم عمل وبانتهاء اخر نشاط ضمن أنشطة المشروع تم حسابها باستخدام برنامج (MS Project) وايجاد المسار الحرج ، كما ان كلفة انجاز المشروع قد بلغت (33113017769) مليار دينار وكان من اهم اولويات مدير المشروع اتمامه باقل مده ممكنه . وبعد ضغط الوقت الطبيعى وباستخدام برنامج (MS Project) تبين ان مدة تنفيذ مشروع انشاء المجمع الاصلاحى قد بلغت (1223.2) يوم عمل اما اجمالى الكلفة فقد بلغت (33753324034) دينار كما وحقق اسلوب المبادلة بين الوقت والكلفة نتائج جيدة تمثلت في تقليص مدة تنفيذ انجاز المشروع من (1309.5) يوم عمل الى (1224.2) يوم عمل حيث تم تقليص الانجاز ب(85) يوم، وباقل زيادة ممكنة في التكلفة حيث بلغت تكلفة انجازه بعد تطبيق اسلوب المبادلة (TCT) (33353514407) مليار دينار اي بزيادة قدرها (240496638) دينار . ان استخدام الارقام الضبابية الثمانية يعتبر من الاساليب الجديدة في المشاريع المتمثل بأوقات انجاز بعض أنشطة المشروع حيث يعطي نتائج اكثر دقة لمتخذ القرار في وقت انجاز النشاط كما ويعتبر برنامج (MS Project) من البرامج المهمة والرائدة في ادارة وجدولة المشاريع حيث يعتمد عليه في الكثير من المشاريع الكبيرة لما له من ميزات وخصائص تميزه عن غيره من البرامج .



Reference

- 1-National Institute of American Standards ,Project Management Institute ,Directory of Knowledge management Project (2006) ; Third Edition .
- 2-Alshamrti, H.S.Noor; (2010) “Operations Research Concept and Application” ; First Edition .
- 3-Dubois, D. & Prade , H. , (1980) " Fuzzy sets and systems Theory and applications ", London , Academic press , INC.
- 4-Elizabeth , S. & Sujatha , L.(2013) " Fuzzy Critical Path Problem for Project Network " International Journl of Pure and Applied Mathematics , Vol.85 , No. 2 ,223-240 .
- 5-Hsiau ,H. J., & R.Lin ,Chun ,W., (2009) " A Fuzzy Pert Approach to Evaluate Plant Construction Project Scheduling Risk Under Uncertain Resources Capacity " Journal of Industrial Engineering and Management .
- 6-Khalaf, Wakas S.(2013), " Solving the Project Scheduling Problem Based on a Ranking Function ", Australian Journal of Basic and Applied Sciences , p. 806-811
- 7-Kumar , A. & Kaur , M. (2010) " A New Method for Fuzzy Critical Path Analysis in Project Network " Vol.5 , Issue 2 , MSC , 345-369 .
- 8-Liang, G.S., Han, T.C., (2004) "Fuzzy Critical Path for Project Network " Information and Management Sciences ,V.15, N.(4) , PP.29-40 .
- 9-Nicholas , John M. , (2004), "Project Management for Business and Engineering", 2 nd ed ., ELSEVIER.
- 10-O'Brien James, J and Plotnick Fredric, L.,(2010),"CPM in Construction Management", 6th ed., McGraw-Hill.
- 11-Rusu , A. (2017) " A Fuzzy Approach to Critical Path Method in Project Planning " Buletinul Institutului Politehnic , V.63 .
- 12-Stephen , D. & Rameshan , N. , (2018) " A New Aproach for fuzzy Critical Path Method Using Octagonal Fuzzy Numbers " , International Journal of Pure and Applied Mathematics , V. 119 , No.13 , 357-364 .
- 13-Taha, H. A. ,(2007) " Operations Research An Introduction " , Eighth Edition , New Jersey - USA , prentice hall .



The Time-Cost Trade-off to Manage A Project in a Fuzzy Environment

Ruya Sarhan Mhna
M.S.c Operations Research
University of Baghdad

Wakas Saad Khalaf
Assist.Prof. Dr.
University of Baghdad

ruya.sm@yahoo.com
dr.wakkas1@uobaghdad.edu.iq

Abstract

In this research, the problem of ambiguity of the data for the project of establishing the typical reform complex in Basrah Governorate was eliminated. The blurry of the data represented by the time and cost of the activities was eliminated by using the Ranking function and converting them into normal numbers. Scheduling and managing the Project in the Critical Pathway (CPM) method to find the project completion time in normal conditions in the presence of non-traditional relationships between the activities and the existence of the lead and lag periods. The MS Project was used to find the critical path. The results showed that the project completion time (1309.5) dinars and the total cost has reached (33113017769) dinars and then used another method, the method of time-cost exchange (TCT), which is one of the important techniques used by the project manager to shorten the time of completion of the project at the lowest cost has been achieved This method reduced the implementation time of the project by a large percentage. The results showed that the implementation period was reduced from (1309.5) days to (1224.2) days, and the cost of completion of (33353514407) dinars, an increase of (240496638) dinars.

Key words / non-traditional relationships between activities, time and cost swap, fuzzy environment.