استعمال التقنيات الحديثة في المبادلة بين الوقت والكلفة لانجاز المشاريع في بيئة ضبابية

أ.م.د. عبد المنعم كاظم حمادي م . بشير فيصل محمد

طالب الماجستير : علي حسين عبد علي

besho.aliraqi@yahoo.com

كلية مدينة العلم

مستخلص البحث

تعد مشكلة الضبابية في انجاز المشاريع وبخاصة مشاريع الابنية من المشاكل المهمة التي ينبغي وضع حلول مناسبة لها بغية الحصول على مشروع متكامل وناجح وضمن المواصفات القياسية المطلوبة من خلال الالتزام بوقت الانجاز واستثمار الموارد المتاحة للجهة المنفذة للمشروع افضل استثمار ، ان هذه المشكلة ناتجة عن معلومات او بيانات غير واضحة تعاني من الغموض او بسبب وجود نقص فيها سواء كانت متعلقة بوقت او بتكلفة انجاز المشاريع لهذا كان من الضروري ايجاد طريقة واقعية وعملية لمعالجة هذه المشكلة من خلال تطبيق مفهوم نظرية المجموعة الضبابية التي وضعها العالم (L.A. Zadeh) واستعمال ادوات المنطق الضبابي في برنامج (MATLAB) وتوظيف لتقنية المبادلة الحديثة بين الوقت و الكلفة (Time-Cost Trade-off) لتحديد الوقت الامثل لانجاز المشاريع وبأقل زيادة ممكنة في التكاليف باستعمال برمجيات ادارة المشاريع ومنها برنامج (MS Project) .

مفاتيح الكلمات : المنطق الضبابي ، نظرية المجموعة الضبابية ، المبادلة بين الوقت والكلفة ، تطبيقات الحاسوب .

The Use Of Modern Technologies In The Exchange Of Time And Cost To Complete Projects In A Foggy Environment

Asst. Prof. Dr. Abud Almunaam Kidam Hemidi , T. BASHER FAESIL Mohammed, M.S.C. student Ali Hussen Abd Ali

Abstract

The problem of blurry in the completion of projects, especially building projects of the important problems that should be appropriate solutions to them in order to obtain an integrated and successful project and within the standards required by committing to the time of completion and investment resources available to the implementing agency of the best investment, the problem is the result of information or data It is necessary to find a realistic and practical way to address this problem through the application of the concept of fog theory developed by the world (Zadeh. L. A.) and Working with the logic tools in the MATLAB program and employing the modern Time-Cost Trade-Off technology to determine the optimum time for project completion and the lowest possible cost increase using project management software including MS Project .

Keywords: Fuzzy Logic , Fuzzy Set Theory ,Time-Cost trade-off , Computer Applications .

الفصل الاول

المقدمة والاستعراض المرجعي

اولاً / المقدمة (Introduction) :

منذ اواخر (1950s م) اسلوب المسار الحرج (CPM) وأسلوب تقييم ومراجعة البرامج (PERT) اصبحتا من الاساليب المهمة و المعترف بها على نطاق واسع وأساليب قيمة لتخطيط وجدولة المشاريع الكبيرة ، ادارة المشاريع في بيئة غير مستقرة وغير واضحة تؤدي الى قرارات غامضة وغير دقيقة وعندما يحدث هناك بعض التأخير ربما يكون من الضروري ضغط الانشطة الحرجة عن طريق زيادة موارد النشاط فوق المستوى العادي و غالباً ما يكون بالإمكان تسريع او ضغط مدة بعض او جميع الانشطة من خلال تخصيص المزيد من الموارد على حساب تكلفة مباشره اعلى للنشاط ، هذا الضغط للأنشطة يمكن ان يتحقق بواسطة العمل في نوبات متعددة (ايام عمل طويل) واستعمال معدات اكبر وأكثر انتاجية وزيادة حجم العاملين (توظيف المزيد من الايدي العاملة) توفيراً للوقت لكن التكلفة المباشرة للمشروع بالتأكيد سوف تزداد لذلك فأن المخططين لجدولة المشاريع يركزون اساساً على ايجاد الطريقة الاكثر فاعلية من حيث التكلفة لإعمال المشروع ضمن فترة زمنية معينه هذا النوع من المشكلة عادةً ما يقال عنه بـ مشكلة مبادلة الوقت – الكلفة Time-Cost Trade-off (Problem) (TCTP) ، أن الهدف الرئيس لجدولة المشروع هو انجاز المشروع بأكمله في ظل قيود الميزانية المتاحة والوقت المخطط وبالتالي فأن الهدف من (TCTP) هو تحديد مدة كل نشاط من اجل تحقيق الحد الادنى للتكاليف الاجمالية المباشرة وغير المباشرة للمشروع ، في مشاريع البناء الوقت والتكلفة للأنشطة قد تواجه تغيرات كبيرة بسبب الشكوك القائمة مثل (الاقتصاديات ،التضخم ، الضغوط الاجتماعية ، اداء العمل ، اخطاء تنفيذ المقاول ، اخطاء التصميم ، الاحداث الطبيعية مثل التغيرات المناخية وغيرها) لذلك فالوقت الاجمالي وتكلفة المشروع قد تختلف بشكل كبير وبسبب هذه الشكوك تقريباً كل البيانات والمعلومات المطلوبة لتقدير معلمات المشروع هي اما غير متوفرة او غير مكتملة لذلك عدم اليقين وفقدان بعض الاجزاء من المعلومات ومعلمات المشروع المتشابكة قد تودي الى جعل نماذج مبادلة الوقت والتكلفة غير واقعية بسبب البيئة غير المستقرة ، في الواقع فأن الغالبية العظمى من شركات البناء لا تسجل بانتظام او بصوره دقيقة فترات وتكاليف انشطة المشروع بالإضافة الى ذلك في كثير من الحالات يتم المشروع لأول مره وبما ان كل مشروع هو مشروع فريد من نوعه هذا يدفعنا الى استخدام او اخذ رأي الخبراء (المهندسين او المقاولين) في تنبؤ معلمات المشروع .

يتم استعمال بعض التقنيات الحديثة في كثير من الحالات لمعالجة الـ (TCTP) في بيئة غير دقيقة مثل استعمال نظرية المجموعات الضبابية وتطبيق مفهوم المنطق الضبابي في برنامج (MATLAB) وتوظيف لبرمجيات ادارة المشاريع كبرنامج (MS Project) لتحديد المدة المثلى لانجاز المشاريع وبأقل زيادة ممكنة في التكاليف .

ثانيًا / مشكلة البحث (Research problem):

الكثير من مشاريع البناء في الواقع يتم انجازها في بيئات مستقرة وواضحة ولكن هناك حالات لا يمكن خلالها انجاز مشاريع البناء بصوره مثالية خاصة في ظل بيئة ضبابية وغير مؤكدة حيث تكون البيانات والمعلومات الخاصة بالمشروع غير دقيقة وتعاني من الغموض من ناحية الفترات الزمنية والتكاليف لهذا يكون اتخاذ القرار المناسب في مثل هذه البيئات يكتنفه الكثير من الشك والتشتت ويكون من غير المنطقي انجاز مشروع متكامل ووفق المواصفات المطلوبة في مثل هذه الحالات .

ثالثاً / هدف البحث (Search goal):

يهدف هذا البحث الى وضع نهج اكثر واقعية لإيجاد الامثلية لوقت وكلفة انجاز المشاريع ضمن بيئة ضبابية ، كانت الحاجة ملحة في ايجاد طريقة عملية لمعالجة مشكلة عدم دقة وغموض البيانات والمعلومات لمشاريع البناء الكبيرة والمعقدة من خلال تطبيق مفهوم المجموعة الضبابية واستعمال ادوات المنطق الضبابي في برنامج (MATLAB) وتوظيف للتقنيات الحديثة في المبادلة بين الوقت والكلفة باستعمال برمجيات ادارة المشاريع مثل برنامج (MS Project) لتحديد الوقت الامثل للانجاز وبأقل زيادة ممكنة في التكاليف .

الاستعراض المرجعي

الاستعراض المرجعي (Literature review) :

اوجد الباحث (Zadeh. L. A.)[5] عام (1965م) نظرية المجموعة الضبابية التي تم استعمالها في معالجة الكثير من المسائل التي تمتاز بصفة الضبابية ، توصل الباحث الى ان المنطق الضبابي يستند على قيمته لعنصر معين وهذه القيمة هي قيمة حقيقية واقعة بين الفترة المغلقة [0,1] وهي تعبر عن عضوية هذا العنصر الى المجموعة ثم اوجد بعد ذلك صياغة رياضية للمجموعة الضبابية .

قام الباحثان **Lorterapong, P., &** **(Moselhi, O.)**[6] عام (1996م) بوضع نهج تحليل شبكة اعمال المشروع باستعمال نظرية المجموعات الضبابية ، تم تطوير طريقة جديدة تسمى جدولة الشبكة الضبابية (FNET) لنمذجة عدم دقة وغموض البيانات المأخوذة من الخبراء بسبب اوجه عدم اليقين المرتبطة في بيئة المشروع وتم التعبير عن درجات مختلفة من عدم اليقين لمدد النشاط بشكل فعال باستعمال الشكل الرباعي شبة المنحرف (ارقام ضبابية من اربع معلمات) من اجل توزيع العمليات الحسابية الضبابية المستخدمة في الـ (FNET) والتي يمكن تتبعها بكل بسهولة .

وضع الباحث (**Hegazy, T.**)[7] عام (1999م) نموذج عملي لخوارزمية جينية (GA) من خلال تنفيذ بروتوكولات للخوارزمية الجينية مع (MS Project) وقد اثبت هذا النموذج تحسناً بالمقارنة مع نماذج (GA) السابقة ، تم تنفيذ الانموذج ضمن برنامج ادارة مشروع تجاري وذلك باستعمال لغة برمجة (Macro) حيث يوفر البرنامج المطور اداة جيدة يمكن استعمالها في الممارسات العملية حيث اثبت تطبيق الـ (GA) في عمليات البناء كفاءة كبيرة

لعدم تأثرها بالقيود المفروضة على البرمجة الرياضية .

عرض الباحثان **Chanas, S., & Zielinski, P.**[8] عام **(2001م)** اثنين من الحسابات لحساب درجة المسار الحرج مع تطبيق مبدأ التمديد لـ (Zadeh) ، تم اقتراح اسلوبين كفوئين لحساب درجة المسار الحرج وفقاً للمفهوم المقترح اولهما هو عملية التكيف والملائمة للدرجة الحرجة بشكل عام مع الاوقات الضبابية للنشاط اما الثاني فهو من خلال الاعتماد على البرمجة الخطية .

في عام **(2007م)** طور اسلوب تحليلي من قبل الباحثين **(Chen, C. T., & Huang, S. F.)**[9] يجمع بين نظرية المجموعة الضبابية مع تقنية (PERT) للقياسات الحرجة في شبكة المشروع ، تم تطبيق اسلوب (FPERT) للتغلب على مشكلة عدم الدقة في تقدير الفترات الزمني للأنشطة باستعمال الارقام الضبابية الثلاثية لتمثيل هذه الفترات ثم حساب الحدود الضبابية لفترات البدء والانتهاء وكذلك تم تحديد مؤشر الدرجة الحرجة على اساس الوقت الفائض الضبابي لحساب الدرجة الحرجة ولكل نشاط في المشروع .

الفصل الثاني الجانب النظري

المبحث الاول

المنطق الضبابي ونظرية المجموعة الضبابية

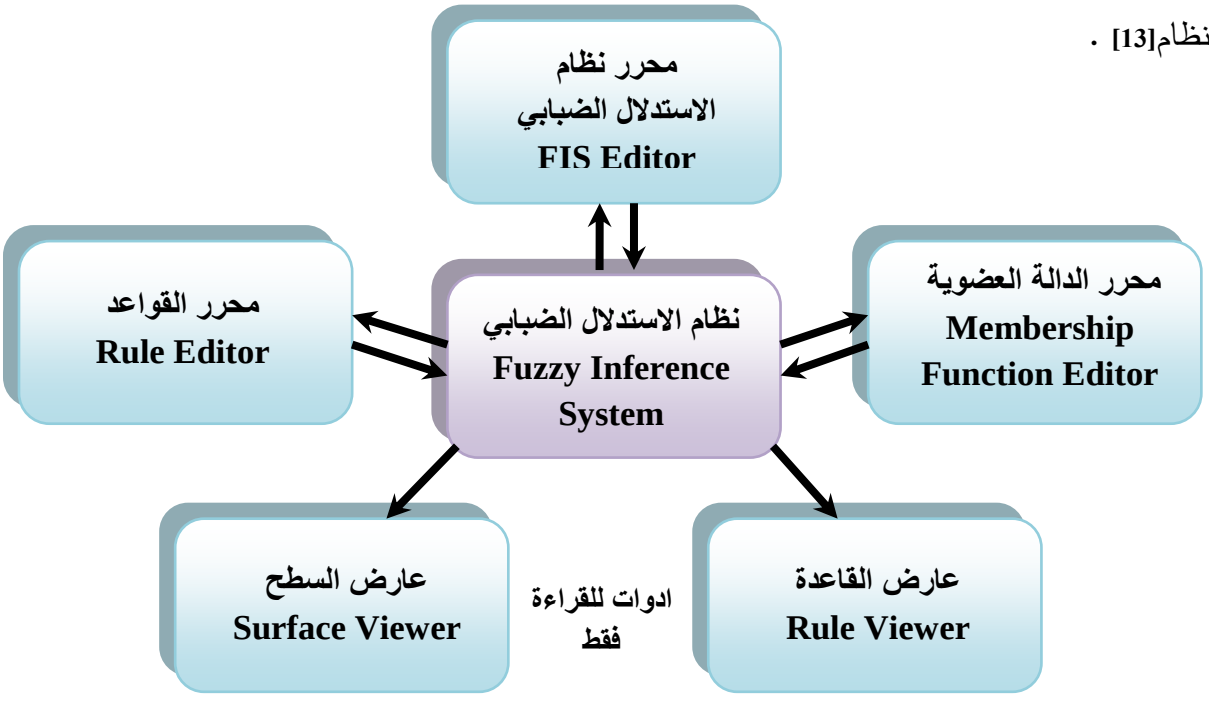
اولاً : المنطق الضبابي (Fuzzy Logic)

تمتد جذور المنطق الضبابي قديما وعبر التأريخ وتحديداً مع المنطق الصوري (الكلاسيكي) وبدايتاً من افلاطون ثم ابن سينا وأصحاب المنطق في الحضارة الاسلامية والباحثين في النهضة الحديثة إلا ان مفهوم المنطق الضبابي (Fuzzy Logic) الذي تم تطويره في ستينات القرن الماضي وبالتحديد في عام (1965م) على يد الباحث (لطفي علي زاده) (L. A. Zadeh) الاستاذ في جامعة كاليفورنيا يمثل الحجر الاساس لتطور النظرية الضبابية وخاصة بفضل التقدم العلمي الكبير في مجال الحاسبات حيث استعمل و بشكل واسع في مجالات متعددة خاصة في مسائل عدم التأكد والغموض [10] ، يعزى سبب ظهور هذا المنطق الى المشاكل الناتجة من التعامل مع حالات عدم اليقين وعدم دقة او قلة البيانات لذلك لم تعد الطرق الاعتيادية ذات فاعلية في ايجاد الحلول المثلى لتلك المشاكل ولهذا السبب طورت نظرية المجموعة الضبابية باعتبارها طريقة رياضية فاعلة في بيئة غير واضحة [11] ويعتبر تحويل (Zadeh) المنطق التقليدي الذي يتم التعبير عنة بالخطأ او الصواب من خلال القيمتين (0,1) الى المنطق الضبابي المتعدد القيم بين (0,1) طفرة نوعية من الرياضيات الكلاسيكية الاعتيادية الى الرياضيات ذات الطبيعة اللغوية والفلسفية [12]

ثانياً / ادوات المنطق الضبابي في برنامج (MATLAB)

لمعالجة مشكلة الضبابية باستعمال ادوات المنطق الضبابي في الـ (MATLAB) هناك خمسة ادوات رئيسة لواجهة المستخدم الرسومية (Graphical User Interface) (GUI) لبناء وتحليل ومراقبة انظمة الاستدلال الضبابي (Fuzzy Inference System) (FIS) وهذه الادوات هي كل من : محرر نظام الاستدلال الضبابي (FIS Editor) ، محرر دالة العضوية (Membership Function Editor) ، محرر القواعد (Rule Editor) ، عارض القاعدة (Rule Viewer) ، عارض السطح (Surface Viewer)[16]

يعالج محرر الـ (FIS) مسائل على مستوى متقدم للنظام مثل كم عدد المدخلات والمخرجات للمتغيرات وما هي مسمياتها ، ويستعمل محرر دالة العضوية لتحديد الاشكال ولجميع دوال العضوية المرتبطة بكل متغير اما محرر القواعد فيستعمل لتحرير قائمة القواعد التي تحدد سلوك النظام كما يوجد هناك اثنين من ادوات الـ (GUI) تستعملان للمراقبة وفهم سلوك النظام بدلا من تحرير الـ (FIS) وهي ادوات للقراءة فقط وهما عارض القاعدة وهو عرض مستند على مخطط الاستدلال الضبابي وعارض السطح الذي يبين كيف يعتمد احد المتغيرات على واحد او اثنين من المدخلات التي نقوم ببنائها وكذلك ورسم خريطة سطح مخرجات للنظام[13] .



مخطط رقم (1) توضيح لمكونات نظام الاستدلال الضبابي [13]

ثالثاً / نظرية المجموعة الضبابية (Fuzzy Set Theory)

يمثل مفهوم المجموعة الغامضة او الضبابية (Fuzzy Set) الاساس الذي اقام عليه (Zadeh) نظريته عام (1965م) والذي يعتبر تطور لمفهوم المجموعة الواضحة او الاعتيادية (Crisp set) ضمن المنطق الرياضي **[14]** .

قام العالم (Zadeh) بإيجاد المجموعة الضبابية والتي عرفها على انها [انواع من العناصر لها درجة عضوية مستمرة (Membership degree) وهذه المجموعة ميزت بدالة العضوية المميزه (Membership function) والتي خصصت درجة عضوية محدده لكل عنصر بين الفترة المغلقة (0,1)] **[5]** ، يعبر عن قيم درجة العضوية بدالة العضوية ($\mu_{A(X)}$) التي تمثل درجة عضوية العنصر (x) الى المجموعة الضبابية (A) ويمكن التعبير عن دالة العضوية بالشكل التالي :

$$\mu_{A(X)}: X \rightarrow [0,1]$$

يقال ان العنصر ينتمي بشكل كامل الى المجموعة الضبابية عندما تكون درجة العضويه له (1) أي

$$\mu_{A(X)} = 1$$

ويقال ان العنصر لا ينتمي الى المجموعة الضبابية عندما تكون درجة العضوية له (0) أي

$$\mu_{A(X)} = 0$$

هذا يعني ان : **[14]**

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 \; if \; x \in A \\ 0 \; if \; x \notin A \end{cases} \quad \dots\dots\dots (1-2)$$

اما اذا كانت درجة عضوية هذا العنصر (0.5) فهذا يعني ان العنصر ينتمي بدرجة (0.5) الى المجموعة الضبابية ولا ينتمي اليها بنفس الدرجة ويدعى هذا العنصر بعنصر التوازن (Equilibrium point) و اذا كانت درجة العضوية (0.7) فهذا يعني ان العنصر ينتمي الى المجموعة الضبابية بدرجة (0.7) ولا ينتمي اليها بدرجة (0.3) ، ان الهدف الرئيس من ظهور المجموعة الضبابية هو لغرض التأقلم مع حالة عدم اليقين والغموض في المجتمعات البشرية وكذلك من اجل تقليل الحاجة الى المدخلات الكمية المؤكدة الواضحة عند اجراء عمليات تحليل القرارات **[5]** .

رابعاً / دوال العضوية (Membership Functions)

من مميزات المجموعات الضبابية ان لها دوال عضوية ذات اهمية كبيره ومتميزة عن الدوال الاخرى حيث تقسم العنصر في المجموعة الضبابية الى قسمين عنصر مستمر او عنصر متقطع **[12]** ، تعتبر دوال العضوية احد عناصر الزوج المنظم في المجموعة الضبابية وتمثل درجة عضوية العنصر الى المجموعة الضبابية ، ان عملية صياغة دوال العضوية يجب ان لا تكون عملية عشوائية وذلك لان صياغتها تعتمد على نوع المجموعة وخواصها **[14]** يتم استعمال دالة العضوية لإيجاد درجة عضوية العنصر الى المجموعة

الضبابية وهذه المجموعة معرفة بواسطة المجموعة الكاملة (X) كدالة مقابلة للدالة المميزة (Characteristic function) ويرمز لها بـ $\mu_{A(X)}$ والتي يطلق عليها بدالة العضوية و كل عنصر x في المجموعة الكاملة X لدية قيمة معينة ضمن الفترة المغلقة $[0,1]$ ويمكن التعبير عن ذالك من خلال الصيغة التالية : [5]

$$A = \{(x , \mu_A(x) / x \in X)\} \quad \dots\dots\dots (2-2)$$

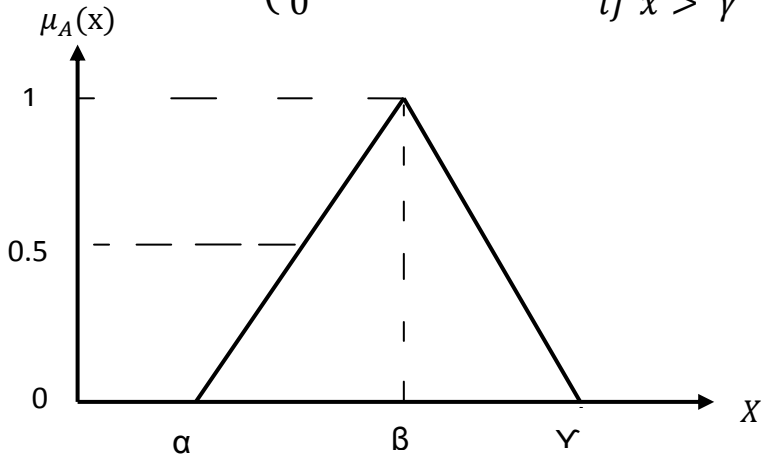
خامساً / انواع دوال العضوية

1- دالة العضوية المثلثية (Triangular Membership Function) [15]

هي دالة واسعة الاستعمال تتميز بأن لديها ثلاث معلمات (α,β,γ) يمكن التعبير عنها من خلال الصيغة التالية :

$$\mu_A : X \to [0,1]$$

$$\mu_A(x,\alpha,\beta,\gamma)=\begin{cases} 0 & if\ x \le \alpha \\ \frac{x-\alpha}{\beta-\alpha} & if\ \alpha \le x \le \beta \\ \frac{\gamma-x}{\gamma-\beta} & if\ \beta \le x \le \gamma \\ 0 & if\ x > \gamma \end{cases} \quad \dots\dots\dots (3-2)$$



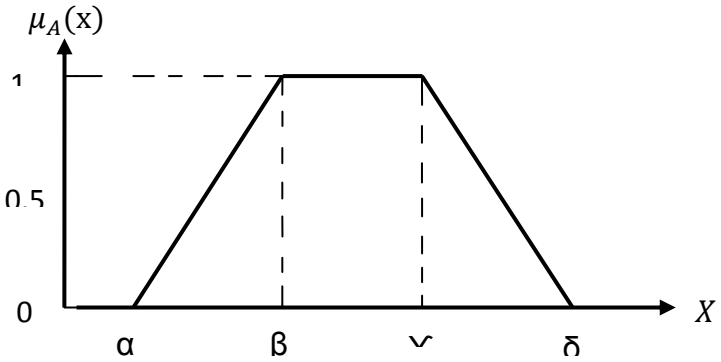
حيث ان
α : تمثل الحد الادنى
β: تمثل قيمة المركز
γ: تمثل الحد الاعلى

2- دالة العضوية شبة المنحرف (Trapezoidal Membership Function) [15]

تتكون هذه الدالة من اربعة معلمات وهي (α ، β ، δ ، γ) ويمكن تمثيلها بالصيغة التالية :

$$\mu_A(x) : x \to [1,0]$$

$$\mu_A(x\ \gamma\ ،\ \delta\ ،\ \beta\ ,\ \alpha\ )\begin{cases} 0 & if\ x < \alpha \\ \frac{x-\alpha}{\beta-\alpha} & if\ \alpha \le x \le \beta \\ 1 & if\ \beta \le x \le \gamma \\ \frac{\delta-x}{\delta-\gamma} & if\ \gamma < x < \delta \\ 0 & if\ x > \delta \end{cases} \quad \dots\dots\dots (4-2)$$



حيث ان

α : تمثل الحد الادنى

β،γ : تمثل الحد الوسط (المركز)، δ: تمثل الحد الاعلى

سادساً/ قواعد الشرط والنتيجة (اذا– اذن) (IF-Then Rules) في برنامج (MATLAB)

المجموعات الضبابية والعوامل او المشغلات الضبابية هي مواضيع و جوانب للمنطق الضبابي ، أي شيء مفيد نحن بحاجة لجعله في جملة كاملة ومفهومة ، قواعد الشرط والنتيجة (IF-Then Rules) هي الادوات التي تجعل المنطق الضبابي مفيد ، لتوضيح مفهوم قواعد الشرط والنتيجة لدينا الفرضية التالية :

نفرض ان (A) تمثل قاعدة شرط ونتيجة ضبابية واحدة لأي انموذج ، اذا كان (x) هو (A) اذن (y) هو (B) حيث ان (A,B) هي القيم اللغوية التي تحددها المجموعات الضبابية على نطاقات (x,y) على التوالي ، اذا كان الجزء من القاعدة (x) هو (A) فيسمى بالعنصر الشرطي او الفرضية (If) اما اذا كان الجزء من القاعدة (y) هو (B) فيسمى بالنتيجة او الاستنتاج (Then) [16]

ان تفسير قواعد الشرط والنتيجة (IF-Then Rules) هي عملية مكونة من ثلاث اجزاء :

1- المدخلات الضبابية او المشوشة (Fuzzify Inputs)

2- تطبيق عامل او مشغل ضبابي (Apply Fuzzy Operator)

3- تطبيق اسلوب التضمين (Apply Implication Method)

سابعاً/ خطوات معالجة الضبابية باستعمال برنامج (MATLAB)(خوارزمية الحل) [13]

الخطوه الاولى : المدخلات الضبابية (Fuzzify Inputs)

الخطوه الاولى لمعالجة الضبابية تتمثل في تحميل المدخلات في الـ (FIS Editor) وتحديد الدرجة التي تنتمي الى كل مجموعة ضبابية بواسطة دالة العضوية ، المدخلات لهذه الخطوه هي دائماً قيم رقمية واضحة محددة للحدث الكلي للمتغير الداخل والمخرجات هي درجة ضبابية للعضوية بين الفترة المغلقة [0,1] ناتجة من تأثير هذه المدخلات.

الخطوة الثانية : تطبيق عامل او مشغل ضبابي (Apply Fuzzy Operator)

بعد تحميل المدخلات الضبابية لمرة واحدة فقط يتم تحديد درجة العضوية لكل جزء من البيانات و لكل

قاعدة ، اذا كانت قاعدة العنصر الشرطي لها اكثر من جزء واحد يتم تطبيق العامل الضبابي للحصول على قيمة واحدة تمثل نتيجة العنصر الشرطي لتلك القاعدة ثم تطبيق هذه القيمة على دالة الاخراج ، مدخلات المشغل الضبابي هي اثنين او اكثر من قيم عضوية متغيرات المدخلات الضبابية والمخرجات هي قيمة حقيقية واحدة

الخطوة الثالثة : تطبيق اسلوب التضمين (Apply Implication Method)

قبل تطبيق الطريقة الضمنية يجب ان يتم اخذ وزن القاعدة بنظر الاعتبار حيث ان كل قاعدة لها وزن (عدد بين الـ 0,1) ، تعرف الطريقة الضمنية على انها تشكيل معين يترتب على هذا التشكيل مجموعة ضبابية على اساس العنصر الشرطي ، تمثل المدخلات في العملية الضمنية برقم واحد يعطى من قبل العنصر الشرطي (If) والمخرجات عبارة عن مجموعة ضبابية .

الخطوة الرابعة : تجميع كافة المخرجات (Aggregate All Output)

يعرف التجميع على انة عملية دمج مخرجات كل قاعدة من خلال ضم الحالات المتماثلة ، ان عملية التجميع هي عملية اخذ كافة المجموعات الضبابية التي تمثل مخرجات كل قاعدة والجمع بينها في مجموعة ضبابية واحدة من اجل التحضير والاستعداد للخطوة الخامسة والنهائية وهي معالجة الضبابية (defuzzification) .

الخطوة الخامسة : معالجة الضبابية (Defuzzification)

المدخلات لعملية الـ (defuzzify) هي مجموعة ضبابية (مجموعة الناتج الضبابي الكلي) والمخرجات هو عدد واضح او اعتيادي واحد تمت معالجته من الضبابية في وقت سابق وبقدر ما يساعد التشويش او عدم الوضوح (fuzziness) على تقييم القاعدة خلال الخطوات المتوسطة يكون الناتج النهائي لكل متغير هو رقم واضح اعتيادي واحد ، تعتبر هذه الطريقة واحده من الطرق الاكثر استعمالاً لحساب المركز تحت المنحنى .

المبحث الثاني

اولاً/مفهوم عملية المبادلة بين الوقت و الكلفة The Concept of Time–Cost Tradeoff (PERT Cost)

يمثل تحليل المخططات الشبكية وسيلة مهمة في عملية الرقابة تأتي هذه الاهمية في تحديد الكلفة المثلى والزمن الامثل لانجاز المشاريع لهذا ظهر اسلوب (PERT Cost) عام (1963م) بديلاً عن اسلوب (PERT Time) كطريقة فاعلة لإيجاد الوقت الامثل لانجاز المشاريع مع اعتبارات الكلفة من خلال تطبيق تقنية المبادلة (الموائمة) بين الوقت و الكلفة (Time –Cost Tradeoff) (TCT) والتي تعني امكانية الموازنة بين وقت وكلفة تنفيذ المشاريع [3] ، تعتمد الـ (TCT) على تقنية تخفيض التكاليف الى اقل مستوى مسموح به بعد اخضاع المشروع الى تقليص المدة الزمنية للتنفيذ بواسطة تحليل التكاليف الاجمالية حيث يتم تجزئة المشروع الى عدة اجزاء خاضعة للتحليل والمراقبة لمعرفة أي

الانشطة يجب الانتهاء منها ضمن الفترة الزمنية المطلوبة والمرغوب فيها يتحقق هذا من خلال اضافة مزيد من الموارد مثل زيادة عدد العاملين او زيادة ساعات العمل او استعمال آلات أكثر انتاجية وغيرها من الموارد ، بعد ذلك تأتي مرحلة التحليل لهذه العمليات لمعرفة تأثيرها في تقليل مدة انجاز المشروع[1]

هناك سببين رئيسين لتطبيق عملية المبادلة بين الوقت والكلفة (TCT) في مشاريع البناء السبب الاول هو ان اسلوب (PERT Time) لا يركز على اخذ التكاليف الخاصة بالمشروع بنظر الاعتبار على الرغم من انها تمثل عنصر مهم في تقويم اداء مدراء المشاريع وإنما يركز على تقدير الفترات الزمنية للأنشطة فقط والسبب الثاني انه لا يحقق تكامل مراحل عمليات التخطيط والرقابة على المشروع مع التخطيط المالي والموازنة للجهة المنفذة [2] .

2- التكاليف غير المباشرة (Indirect Costs)

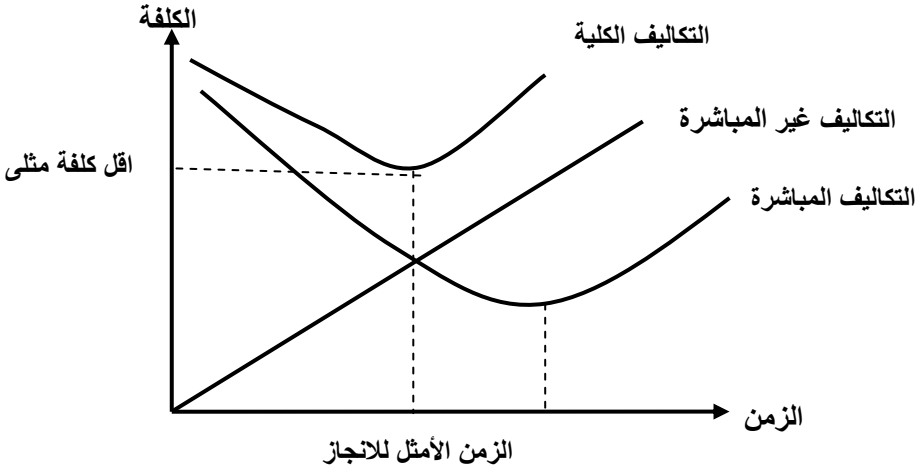
يقصد بالتكاليف غير المباشرة هي التكاليف التي يجب على صاحب القرار المتمثل بمدير المشروع التعامل معها والتي لا تؤثر في عمليات تنفيذ المشروع بصورة مباشره مثل الرسوم ، الضرائب ، الاشراف ، الاستهلاك ، العقوبة التعاقدية ، فوائد راس المال ، الاندثار ... الخ ، من المخطط رقم (2) نلاحظ ان التكلفة المباشرة والتكلفة غير المباشرة تحدد المدة الزمنية اللازمة لتنفيذ المشروع عادةً بمدة المسار الحرج (CPM) للمخطط الشبكي ، في حالة اتخاذ قرار لتنفيذ مشروع معين بمدة زمنية اقصر من المدة الزمنية المقدره سابقاً فأن هذا الاجراء سيؤثر على حجم التكاليف وبالتأكيد فأن التكاليف سترتفع عند اجراء عملية ضغط للمدة الزمنية [4] ، ان تكلفة تنفيذ أي مشروع تتكون من تكلفة مباشرة والتي تكون مصاحبة للأنشطة المختلفة وتكلفة غير مباشرة خاصة بإدارة عمليات تنفيذ المشروع .

تنقسم التكلفة الاجمالية للمشروع الى قسمين : [1]

1- التكاليف المباشرة (Direct Costs)

يقصد بالتكاليف المباشرة هي التكاليف التي يجب على صاحب القرار المتمثل بمدير المشروع التعامل معها والتي تؤثر بصورة مباشرة في تنفيذ المشروع مثل المواد الاولية ، اجور العاملين ، كلف ساعات العمل الاضافية ، زيادة اوقات التشغيل للمعدات والآلات ، الطاقة ... الخ .

ترتبطان ارتباطاً وثيقاً بالزمن حيث تتناسب التكاليف المباشرة تناسباً عكسياً مع الزمن كلما ازدادت الفترة الزمنية اللازمة لانجاز المشروع ادى ذلك الى انخفاض التكاليف المباشرة ، اما التكاليف غير المباشرة فأنها تتناسب تناسباً طردياً مع الزمن كلما ازدادت الفترة الزمنية اللازمة لانجاز المشروع ادى ذلك الى ازدياد التكاليف غير المباشرة . [4]



مخطط رقم (2) يوضح زمن الانجاز الامثل في ظل التكاليف المباشرة وغير المباشرة والكلية [10]

من حيث التأثير والأهمية هناك اختلاف كبير بين هذه التكاليف فإدارات المشاريع المختلفة تولي اهتمام اكبر بالنسبة للتكاليف المباشرة ويعود ذلك بسبب الافضلية الاكبر للتكاليف المباشرة بالمقارنة مع التكاليف غير المباشرة ولهذا فان جميع تحليلات التكاليف في عملية تخفيض زمن المشروع بواسطة الـ (TCT) تعتمد بشكل كبير على التكاليف المباشرة [3]

تنقسم التكاليف المباشرة الى قسمين [4]

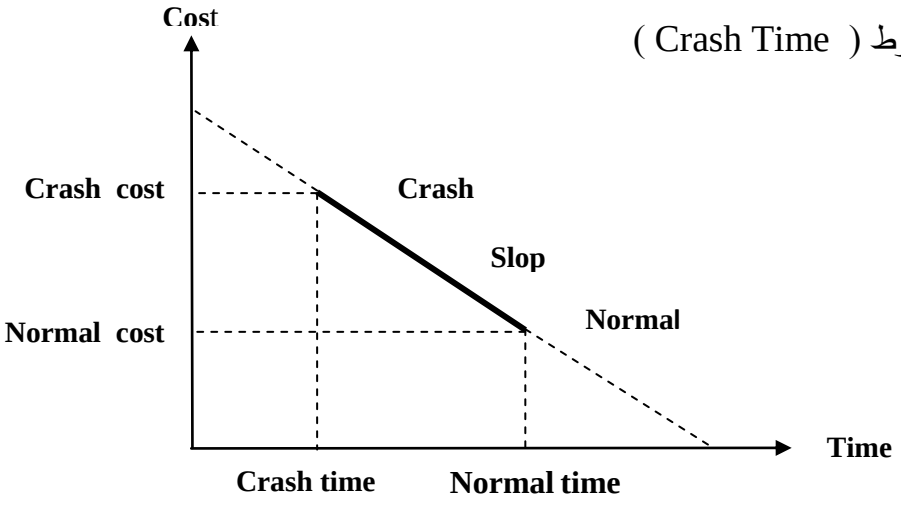
أ- التكلفة الطبيعية او الاعتيادية (Normal Cost)

ب- التكلفة التعجيلية او المضغوطة (Crash Cost)

وبالتالي فأن زمن انجاز المشروع هو الاخر سينقسم الى قسمين نسبةً الى التكلفة الطبيعية والتكلفة التعجيلية وهما :

أ- الزمن الطبيعي او الاعتيادي (Normal Time)

ب- الزمن التعجيلي او المضغوط (Crash Time)



مخطط رقم (3) منحنى التكاليف المباشرة وعلاقتها بالوقت [3]

فيما يلي مجموعة من المصطلحات والرموز المستعملة لصياغة العلاقة الرياضية الخاصة بالتكلفة المثلى لتقليص وقت تنفيذ المشروع :

T_{ij}^{n} : تمثل الوقت الطبيعي للنشاط الواقع بين حدث البداية (i) وحدث النهاية (j).

T_{ij}^{c} : تمثل الوقت التعجيلي للنشاط الواقع بين حدث البداية (i) وحدث النهاية (j).

C_{ij}^{n} : تمثل الكلفة الطبيعية للنشاط الواقع بين حدث البداية (i) وحدث النهاية (j).

C_{ij}^{c} : تمثل الكلفة التعجيلية للنشاط الواقع بين حدث البداية (i) وحدث النهاية (j).

CS_{ij} : تمثل ميل الكلفة (Cost Slope) وهو عبارة عن التغير في الكلفة (Δ Cost) الناتج عن الفرق بين الكلفة التعجيلية والكلفة الطبيعية مقسوماً على التغير في الوقت (Δ Time) الناتج عن الفرق بين الوقت الطبيعي والوقت التعجيلي ويمكن توضيح ذلك من خلال العلاقة الرياضية التالية لحساب ميل الكلفة :

$$\text{Cost Slope } (CS_{ij}) = \frac{\Delta \text{ Cost}}{\Delta \text{ Time}} = \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal Time} - \text{Crash Time}}$$

$$\text{Cost Slope } (CS_{ij}) = \frac{C_{ij}^{c} - C_{ij}^{n}}{T_{ij}^{n} - T_{ij}^{c}} \qquad \text{.....(5-2)}$$

ثانياً / برمجيات ادارة المشاريع (Project Management Software)

البرمجية (Software) هي واحده من اهم وأكثر التقنيات استعمالاً في مجال علوم الحاسوب والتي تطورت بشكل كبير منذ منتصف القرن الماضي وحتى يومنا هذا ما تزال مستمرة في التطور ، برنامج (MS Project) هو برنامج اصدرته شركة (Microsoft) في عام (1987م) لتخطيط وجدولة ورقابة المشاريع الكبيرة يتميز هذا البرنامج بمجموعة من الاوامر تستعمل لإجراء العديد من المهام والعمليات لإدارة المشاريع ومن هذه الأوامر (تحديد الفعاليات الرئيسة للمشروع بواسطة مصفوفة المسؤولية ، اجراء عملية جدولة للمشروع عن طريق تقسيم المشروع الى اجزاء متعددة ، اعطاء موازنة للمشروع ضمن مرحلة التخطيط ، مراقبة خطة عمل المشروع لمعرفة المنفذ وما لم يتم تنفيذه من الانشطة ، تقييم تحقق اهداف المشروع ، ادارة عمليات التغيير في المشروع ، اعطاء تقارير عن سير المشروع ، القدرة في العمل مع اكثر من مشروع في ان واحد ، متابعة المشروع من قبل الجهات ذات العلاقة عن طريق ربط المشروع بشبكة المعلومات العالمية (الانترنيت) [2] .

ثالثاً / خطوات عملية المبادلة بين الوقت والكلفة (تقليص وقت تنفيذ المشروع مع اعتبارات الكلفة)[3]

الخطوة الاولى : رسم المخطط الشبكي الخاص بالمشروع لبيان علاقات التتابع والتسلسل المنطقي للأنشطة .

الخطوة الثانية : تحديد الفترات الزمنية والكلفوية لكل نشاط والقيام بأجراء عملية حساب وتحديد المسار الحرج باستخدام الفترات الطبيعية الاعتيادية (Normal Time) ولكافة الانشطة .

الخطوة الثالثة : حساب ميل الكلفة (Cost Slop) لكل نشاط من انشطة المسار الحرج من خلال الصيغة رقم (2-5) :

$$\text{Cost Slope } (CS_{ij}) = \frac{C_{ij}^{c} - C_{ij}^{n}}{T_{ij}^{n} - T_{ij}^{c}}$$

الخطوة الرابعة : البدء بتقليص مدة الانشطة الواقعة على المسار الحرج (الانشطة الحرجة) عن طريق تخفيضها بوحدة زمنية واحدة واختيار اقل ميل كلفة لهذه الانشطة ثم اضافة ميلها الى كلفة المشروع الاجمالية حتى يتم الوصول الى مدة تقليصها او لحين تغير المسار الحرج .

الخطوة الخامسة : في حال ظهور اكثر من مسار حرج واحد (مسارات حرجة متعددة) يتم تحديد واختيار مسار حرج واحد يمتلك اقل مجموع ميل من مجموع ميل المسارات الاخرى ونقوم بتخفيضه بمقدار وحدة زمنية واحدة ثم إضافة اقل ميل للأنشطة الحرجة التابعة لهذا المسار على الكلفة الكلية السابقة وهكذا .

الخطوة السادسة : بعد تقليص مدة المسار الحرج يجب تحديد فترات الانشطة الفائضة او الانشطة المرنة .

الخطوة السابعة : نستمر بعملية التقليص حتى تصل الاوقات الطبيعية الخاصة بالأنشطة الحرجة الى اوقاتها المضغوطة و الوصول الى نقطة التقليص او التخفيض المثالية وهي النقطة التي ترتفع فيها التكاليف مع بقاء وقت المشروع ثابتاً بدون تغيير عند الاستمرار بعملية التخفيض .

الخطوة الثامنة : يتم تمثيل النتائج بيانياً بواسطة رسم وقت انجاز المشروع ضمن المحور الافقي (X) مقابل الزيادة التراكمية في التكاليف ضمن المحور العمودي (Y) .

الفصل الثالث

الجانب العملي

اولاً / المقدمة (Introduction)

في هذا الفصل سيتم مناقشة مراحل معالجة الضبابية لبيانات احد المشاريع التابعة لوزارة التعليم العالي والبحث العلمي باستعمال ادوات المنطق الضبابي في برنامج (MATLAB) ، مشكلة الضبابية هنا ناتجة بسبب تأثر المشروع بمجموعة من العوامل الخارجية والداخلية كما مبين في جدول رقم (2) هذا بالتالي يدفعنا الى اخذ رأي الخبراء والمختصين في تقدير فترات وتكاليف انشطة المشروع ، تتميز هذه الاراء والتوقعات بكونها توقعات غير دقيقة تعاني من الغموض لهذا فأن استعمال طرق معالجة الضبابية لبيانات المشروع ضرورية ومهمة لجعل تقنية المبادلة بين الوقت والكلفة التي سنقوم بتطبيقها لاحقاً اكثر واقعية ، بعد معالجة مشكلة الضبابية لهذه البيانات يتم تطبيق تقنية جديدة في المبادلة باستعمال برمجيات المشاريع لتحديد الوقت الامثل لانجاز المشروع وبأقل زيادة ممكنة في التكاليف من خلال استعمال برنامج (MS Project) .

ثانياً / جمع البيانات (Data collection)

بعد مراجعة دائرة قسم الشؤون الهندسية في الجامعة التكنولوجية للتقصي عن المشاكل التي تمر بها مشاريع الابنية داخل الجامعة وجدنا ان هناك تلكأ كبير في انجاز العديد من المشاريع ومنها مشروع ملحق قسم هندسة الانتاج والمعادن هذه المشكلة ناتجة عن عدم دقة وغموض المعلومات سواء كانت معلومات متعلقة بوقت او بتكلفة الانجاز لوجود مجموعة من العوامل المؤثرة في المشروع وابلغونا فيما اذا كان هناك طريقة علمية لمعالجة هذه المشكلة للخروج بنتائج ايجابيه تفيد الدائرة الهندسية للمشاريع الحاليه والمستقبلية وقد ابدت الدائرة مشكورة تعاونها الكامل وتهيئته المعلومات والبيانات المطلوبة للباحث ، يبين الجدول رقم (1) عدد الانشطة الخاصة بالمشروع وتفاصيلها والرموز التي تم استعمالها للتعبير عنها وكما مبين في ادناه :

ت	تفاصيل النشاط	الرمز
1	هدم البناية القديمة ورفع الانقاض وتسوية الموقع	A
2	تخطيط الموقع	B
3	الحفريات الترابية للأسس	C
4	فرش سبيس تحت الارض مع الحدل	D
5	صب خرسانة التعمية تحت الاسس مع القير	E
6	صب الاساس الحصيري	F
7	صب خرسانة مسلحة لأعمدة البناية وجدران المصعد ولجميع الطوابق	G
8	صب خرسانة مسلحة للسقوف والأعتاب والسلالم ولكافة الطوابق	H
9	البناء تحت مستوى مانع الرطوبة مع صب البادلو والدفن بالتراب والسبيس	I
10	البناء فوق مستوى مانع الرطوبة للطابق الارضي ولكافة الطوابق ولسكة المماشي	J
11	الاعمال الصحية	K
12	الاعمال الكهربائية	L
13	اعمال صب خرسانة غير مسلحة تحت الكاشي للطابق الارضي	M
14	تجهيز وتثبيت الابواب الحديدية والخشبية والألمنيوم والشبابيك والكتائب والزجاج	N
15	التطبيق بالكاشي والسيراميك لجدران المجاميع الصحية والكافتريا والمطبخ مع الازارة المزججة	O
16	اعمال تغليف جميع جدران البناية بارتفاع 120سم بالمرمر الطبيعي والكرانيت مع الكوبلن	P
17	اعمال لبخ ونثر مناور الخدمة والستائر من الخارج وسقف الجسر الرابط	Q
18	تسطيح بالشتايكر مع طبقات العزل المائي	R
19	اعمال البياض للجدران والسقوف	S
20	اعمال التغليف للجدران الخارجية بالحجر	T
21	تطبيق للأرضيات والمماشي بالكرانيت والازارة بالمرمر	U
22	اعمال سلم الطوارئ والسلم الخدمي	V
23	اعمال نصب المصاعد الكهربائية	W
24	اعمال نصب اجهزة التكييف	X
25	اعمال نصب وتثبيت السقوف الثانوية	Y
26	تغليف السلالم والمدخل بالبايات مع المرايا وتركيب المحجرات	Z
27	اعمال الصبغ البلاستيكي	AB
28	اعمال منظومة الحريق	AC
29	اعمال تجهيز ونصب المولدات المحمولة	AD
30	اعمال الاثاث	AE

جدول رقم (1) يوضح التفاصيل والرموز المستعملة لكل نشاط في المشروع

وبعد القيام بدراسة تفاصيل المشروع مع الخبراء (المهندسين والمختصين) في دائرة قسم الشؤون الهندسية تبين ان هناك مجموعة من العوامل تؤثر وبشكل كبير في وقت وكلفة انجاز المشروع ، تم الحصول على تأثير العوامل الداخلية والخارجية على وقت وكلفة انجاز المشروع للحالة الطبيعية والتعجيلية عن طريق الخبراء والمختصين وكما مبين في الجداول (3 ، 4 ، 5، 6، 7 ، 8 ، 9 ، 10) :

العوامل المؤثرة في انجاز المشاريع (التأثير الضبابي في وقت وكلفة انجاز المشاريع)			
العوامل الداخلية للمشروع		العوامل الخارجية للمشروع	
العوامل المؤثر في الوقت	العوامل المؤثرة في الكلفة	العوامل المؤثر في الوقت	العوامل المؤثرة في الكلفة
العوامل البشرية	العوامل البشرية	ضعف الدعم من الادارة العليا	ضعف الدعم من الادارة العليا
العوامل المادية	ــــــــــ	العوامل السياسية	ــــــــــ
ضعف عمليات التخطيط	ــــــــــ	العوامل الاقتصادية	العوامل الاقتصادية
الوقت العاطل لفريق العمل	الوقت العاطل لفريق العمل	العوامل التكنولوجية	العوامل التكنولوجية
خصائص المشروع	خصائص المشروع	العوامل الاجتماعية	ــــــــــ
اخطاء التصميم	اخطاء التصميم	العوامل الدولية	ــــــــــ
العوامل التنظيمية	العوامل التنظيمية	ــــــــــ	ــــــــــ

جدول (2) العوامل المؤثرة في انجاز المشاريع

تأثير العوامل الداخلية على الوقت الطبيعي للمشروع			
النقاط	المجموعات الضبابية (يوم)		
	ضعيف	متوسط	قوي
A	(-4 ,-2 , 0)	(-2 ,0 ,2)	(0 ,2 ,4)
B	(-2 ,-1 , 0)	(-1 ,0 ,-1)	(0 ,1 ,2)
C	(-2 ,-1, 0)	(-1 ,0 ,1)	(0 ,1 ,2)
D	(-2 ,-1 ,0)	(-1 ,0 ,1)	(0 ,1 ,2)
E	(-2 ,-1 , 0)	(-1 ,0 ,1)	(0 ,1 ,2)
F	(-6 ,-3 , 0)	(-3 ,0 ,3)	(0 ,3 ,6)
G	(-20 ,-10 , 0)	(-10 ,0 ,10)	(0 ,10 ,20)
H	(-20 ,-10 , 0)	(-10 ,0 ,10)	(0 ,10 ,20)
I	(-4 ,-2,0)	(-2 ,0 ,2)	(0 ,2 ,4)
J	(-10 ,5 , 0)	(-5 ,0 ,5)	(0 ,5 ,10)
K	(-20 ,-10, 0)	(-10 ,0 ,10)	(0 ,10 ,20)
L	(-58 ,-29 , 0)	(-29 ,0 ,29)	(0 ,29 ,58)
M	(-4 ,-2 ,0)	(-2 ,0 ,2)	(0 ,2 ,4)
N	(-12 ,-6 , 0)	(-6 ,0 ,6)	(0 ,6 ,12)
O	(-30 ,-15 , 0)	(-15 ,0 ,15)	(0 ,15 ,30)
P	(-10 ,-5 , 0)	(-5 ,0 ,5)	(0 ,5 ,10)
Q	(-10 ,-5 , 0)	(-5 ,0 ,5)	(0 ,5 ,10)
R	(-6 ,-3 , 0)	(-3 ,0 ,3)	(0 ,3 ,6)
S	(-12 ,-6 , 0)	(-6 ,0 ,6)	(0 ,6 ,12)
T	(-24 ,-12 , 0)	(-12 ,0 ,12)	(0 ,12 ,24)
U	(-10 ,-5 , 0)	(-5 ,0 ,5)	(0 ,5 ,10)
V	(-6 ,-3 , 0)	(-3 ,0 ,3)	(0 ,3 ,6)
W	(-16 ,-8 , 0)	(-8 ,0 ,8)	(0 ,8 ,16)
X	(-14 ,-7 , 0)	(-7 ,0 ,7)	(0 ,7 ,14)
Y	(-30 ,-15, 0)	(-15 ,0 ,15)	(0 ,15 ,30)
Z	(-8 ,-4 , 0)	(-4 ,0 ,4)	(0 ,4 ,8)
AB	(-12 ,-6, 0)	(-6 ,0 ,6)	(0 ,6 ,12)
AC	(60,66,72)	(66,72,78)	(72,78,84)
AD	(-10 ,-5 , 0)	(-5 ,0 ,5)	(0 ,5 ,10)
AE	(-26 ,-13 , 0)	(-13 ,0 ,13)	(0 ,13 ,26)

تأثير العوامل الداخلية على الوقت الطبيعي (Input 1) جدول رقم (3)

تأثير العوامل الخارجية على الوقت الطبيعي للمشروع			
النقاط	المجموعات الضبابية (يوم)		
	ضعيف	متوسط	قوي
A	(-4 ,-2 , 0)	(-2 ,0 ,2)	(0 ,2 ,4)
B	(-2 ,-1 , 0)	(-1 ,0 ,-1)	(0 ,1 ,2)
C	(-2 ,-1, 0)	(-1 ,0 ,1)	(0 ,1 ,2)
D	(-2 ,-1 ,0)	(-1 ,0 ,1)	(0 ,1 ,2)
E	(-2 ,-1 , 0)	(-1 ,0 ,1)	(0 ,1 ,2)
F	(-6 ,-3 , 0)	(-3 ,0 ,3)	(0 ,3 ,6)
G	(-20 ,-10 , 0)	(-10 ,0 ,10)	(0 ,10 ,20)
H	(-20 ,-10 , 0)	(-10 ,0 ,10)	(0 ,10 ,20)
I	(-4 ,-2,0)	(-2 ,0 ,2)	(0 ,2 ,4)
J	(-10 ,5 , 0)	(-5 ,0 ,5)	(0 ,5 ,10)
K	(-20 ,-10, 0)	(-10 ,0 ,10)	(0 ,10 ,20)
L	(-58 ,-29 , 0)	(-29 ,0 ,29)	(0 ,29 ,58)
M	(-4 ,-2 ,0)	(-2 ,0 ,2)	(0 ,2 ,4)
N	(-12 ,-6 , 0)	(-6 ,0 ,6)	(0 ,6 ,12)
O	(-30 ,-15 , 0)	(-15 ,0 ,15)	(0 ,15 ,30)
P	(-10 ,-5 , 0)	(-5 ,0 ,5)	(0 ,5 ,10)
Q	(-10 ,-5 , 0)	(-5 ,0 ,5)	(0 ,5 ,10)
R	(-6 ,-3 , 0)	(-3 ,0 ,3)	(0 ,3 ,6)
S	(-12 ,-6 , 0)	(-6 ,0 ,6)	(0 ,6 ,12)
T	(-24 ,-12 , 0)	(-12 ,0 ,12)	(0 ,12 ,24)
U	(-10 ,-5 , 0)	(-5 ,0 ,5)	(0 ,5 ,10)
V	(-6 ,-3 , 0)	(-3 ,0 ,3)	(0 ,3 ,6)
W	(-16 ,-8 , 0)	(-8 ,0 ,8)	(0 ,8 ,16)
X	(-14 ,-7 , 0)	(-7 ,0 ,7)	(0 ,7 ,14)
Y	(-30 ,-15, 0)	(-15 ,0 ,15)	(0 ,15 ,30)
Z	(-8 ,-4 , 0)	(-4 ,0 ,4)	(0 ,4 ,8)
AB	(-12 ,-6, 0)	(-6 ,0 ,6)	(0 ,6 ,12)
AC	(60,66,72)	(66,72,78)	(72,78,84)
AD	(-10 ,-5 , 0)	(-5 ,0 ,5)	(0 ,5 ,10)
AE	(-26 ,-13 , 0)	(-13 ,0 ,13)	(0 ,13 ,26)

تأثير العوامل الخارجية على الوقت الطبيعي (Input 2) جدول رقم (4)

تأثير العوامل الداخلية على الوقت التعجيلي (Input 1) جدول رقم (5)

تأثير العوامل الداخلية على الوقت التعجيلي للمشروع			
النشاط	المجموعات الضبابية (يوم)		
	ضعيف	متوسط	قوي
A	(-2 ,-1 ,0)	(-1 ,0 ,1)	(0 ,1 ,2)
B	(-2 ,-1 ,0)	(-1 ,0 ,1)	(0 ,1 ,2)
C	(-2 ,-1 ,0)	(-1 ,0 ,1)	(0,1 ,2)
D	(-2 ,-1 ,0)	(-1 ,0 ,1)	(0 ,1 ,2)
E	(-2 ,-1 ,0)	(-1 ,0 ,1)	(0 ,1 ,2)
F	(-4 ,-2 ,0)	(-2 ,0 ,2)	(0 ,2 ,4)
G	(-10 ,-5 ,0)	(-5 ,0 ,-5)	(0 ,5 ,10)
H	(-13 ,-7 ,0)	(-7 ,0 ,7)	(0 ,7 ,13)
I	(-2 ,-1 ,0)	(-1 ,0 ,1)	(0 ,1 ,2)
J	(-8 ,-4 ,0)	(-4 ,0 ,-4)	(0 ,4 ,8)
K	(-14 ,-7 ,0)	(-7 ,0 ,7)	(0 ,7 ,14)
L	(-50 ,-25 ,0)	(-25 ,0 ,25)	(0 ,25 ,50)
M	(-2 ,-1 ,0)	(-1 ,0 ,1)	(0 ,1 ,2)
N	(-10 ,-5 ,0)	(-5 ,0 ,5)	(0 ,5 ,10)
O	(-30 ,-15 ,0)	(-15 ,0 ,15)	(0 ,15 ,30)
P	(-10 ,-5 ,0)	(-5 ,0 ,5)	(0 ,5 ,10)
Q	(-6 ,-3 ,0)	(-3 ,0 ,3)	(0 ,3 ,6)
R	(-2 ,-1 ,0)	(-1 ,0 ,1)	(0 ,1 ,2)
S	(-10 ,-5 ,0)	(-5 ,0 ,5)	(0 ,5 ,10)
T	(-10 ,-5 ,0)	(-5 ,0 ,5)	(0 ,5 ,10)
U	(-10 ,-5 ,0)	(-5 ,0 ,5)	(0 ,5 ,10)
V	(-10 ,-5 ,0)	(-5 ,0 ,5)	(0 ,5 ,10)
W	(-20 ,-10 ,0)	(-10 ,0 ,10)	(0 ,10 ,20)
X	(-16 ,-8 , 0)	(-8 ,0 ,8)	(0 ,8 ,16)
Y	(-26 ,-13 ,0)	(-13 ,0 ,13)	(0 ,13 ,26)
Z	(-8 ,-4 ,0)	(-4 ,0 ,4)	(0 ,4 ,8)
AB	(-10 ,-5 ,0)	(-5 ,0 ,5)	(0 ,5 ,10)
AC	(-10 ,-5 ,0)	(-5 ,0 ,5)	(0 ,5 ,10)
AD	(-10 ,-5 ,0)	(-5 ,0 ,5)	(0 ,5 ,10)
AE	(-20 ,-10- ,0)	(-10 ,0 ,10)	(0 ,10 ,20)

تأثير العوامل الخارجية على الوقت التعجيلي (Input 2) جدول رقم (6)

تأثير العوامل الخارجية على الوقت التعجيلي للمشروع			
النشاط	المجموعات الضبابية (يوم)		
	ضعيف	متوسط	قوي
A	(-2 ,-1 ,0)	(-1 ,0 ,1)	(0 ,1 ,2)
B	(-2 ,-1 ,0)	(-1 ,0 ,1)	(0 ,1 ,2)
C	(-2 ,-1 ,0)	(-1 ,0 ,1)	(0,1 ,2)
D	(-2 ,-1 ,0)	(-1 ,0 ,1)	(0 ,1 ,2)
E	(-2 ,-1 ,0)	(-1 ,0 ,1)	(0 ,1 ,2)
F	(-4 ,-2 ,0)	(-2 ,0 ,2)	(0 ,2 ,4)
G	(-10 ,-5 ,0)	(-5 ,0 ,-5)	(0 ,5 ,10)
H	(-13 ,-7 ,0)	(-7 ,0 ,7)	(0 ,7 ,13)
I	(-2 ,-1 ,0)	(-1 ,0 ,1)	(0 ,1 ,2)
J	(-8 ,-4 ,0)	(-4 ,0 ,-4)	(0 ,4 ,8)
K	(-14 ,-7 ,0)	(-7 ,0 ,7)	(0 ,7 ,14)
L	(-50 ,-25 ,0)	(-25 ,0 ,25)	(0 ,25 ,50)
M	(-2 ,-1 ,0)	(-1 ,0 ,1)	(0 ,1 ,2)
N	(-10 ,-5 ,0)	(-5 ,0 ,5)	(0 ,5 ,10)
O	(-30 ,-15 ,0)	(-15 ,0 ,15)	(0 ,15 ,30)
P	(-10 ,-5 ,0)	(-5 ,0 ,5)	(0 ,5 ,10)
Q	(-6 ,-3 ,0)	(-3 ,0 ,3)	(0 ,3 ,6)
R	(-2 ,-1 ,0)	(-1 ,0 ,1)	(0 ,1 ,2)
S	(-10 ,-5 ,0)	(-5 ,0 ,5)	(0 ,5 ,10)
T	(-10 ,-5 ,0)	(-5 ,0 ,5)	(0 ,5 ,10)
U	(-10 ,-5 ,0)	(-5 ,0 ,5)	(0 ,5 ,10)
V	(-10 ,-5 ,0)	(-5 ,0 ,5)	(0 ,5 ,10)
W	(-20 ,-10 ,0)	(-10 ,0 ,10)	(0 ,10 ,20)
X	(-16 ,-8 , 0)	(-8 ,0 ,8)	(0 ,8 ,16)
Y	(-26 ,-13 ,0)	(-13 ,0 ,13)	(0 ,13 ,26)
Z	(-8 ,-4 ,0)	(-4 ,0 ,4)	(0 ,4 ,8)
AB	(-10 ,-5 ,0)	(-5 ,0 ,5)	(0 ,5 ,10)
AC	(-10 ,-5 ,0)	(-5 ,0 ,5)	(0 ,5 ,10)
AD	(-10 ,-5 ,0)	(-5 ,0 ,5)	(0 ,5 ,10)
AE	(-20 ,-10- ,0)	(-10 ,0 ,10)	(0 ,10 ,20)

النشاط	الوقت الطبيعي المخطط (يوم)	المجموعات الضبابية للوقت الطبيعي (يوم)		
		قصيرة	متوسطة	طويلة
A	18	(14,16,18)	(16,18,20)	(18,20,22)
B	6	(4,5,6)	(5,6,7)	(6,7,8)
C	6	(4,5,6)	(5,6,7)	(6,7,8)
D	6	(4,5,6)	(5,6,7)	(6,7,8)
E	6	(4,5,6)	(5,6,7)	(6,7,8)
F	36	(30,33,36)	(33,36,39)	(36,39,42)
G	162	(142,152,162)	(152,162,172)	(162,172,182)
H	168	(148,158,168)	(158,168,178)	(168,178,188)
I	12	(8,10,12)	(10,12,14)	(12,14,16)
J	120	(110,115,120)	(115,120,125)	(120,125,130)
K	234	(204,219,234)	(219,234,249)	(234,249,264)
L	408	(350,380,408)	(380,408,440)	(408,440,470)
M	12	(8,10,12)	(10,12,14)	(12,14,16)
N	78	(66,72,78)	(72,78,84)	(78,84,90)
O	252	(222,237,252)	(237,252,267)	(252,267,282)
P	96	(86,91,96)	(91,96,101)	(96,101,106)
Q	54	(44,49,54)	(49,54,59)	(54,59,64)
R	24	(18,21,24)	(21,24,27)	(24,27,30)
S	72	(60,66,72)	(66,72,78)	(72,78,84)
T	144	(120,132,144)	(132,144,156)	(144,156,168)
U	96	(86,91,96)	(91,96,101)	(96,101,106)
V	60	(54,57,60)	(57,60,63)	(60,63,66)
W	216	(200,208,216)	(208,216,224)	(216,224,232)
X	192	(178,185,192)	(185,192,199)	(192,200,208)
Y	240	(210,225,240)	(225,240,255)	(240,255,270)
Z	48	(40,44,48)	(44,48,52)	(48,52,56)
AB	72	(60,66,72)	(66,72,78)	(72,78,84)
AC	132	(120,126,132)	(126,132,138)	(132,138,144)
AD	96	(86,91,96)	(91,96,101)	(96,101,106)
AE	156	(130,143,156)	(143,156,169)	(156,169,182)

الوقت الطبيعي المخطط الضبابي (Output 1) جدول رقم (7)

النشاط	الوقت المخطط التعجيلي (يوم)	المجموعات الضبابية للوقت التعجيلي (يوم)		
		قصيرة	متوسطة	طويلة
A	14	(12,13,14)	(13,14,15)	(14,15,16)
B	5	(3,4,5)	(4,5,6)	(5,6,7)
C	5	(3,4,5)	(4,5,6)	(5,6,7)
D	5	(3,4,5)	(4,5,6)	(5,6,7)
E	5	(3,4,5)	(4,5,6)	(5,6,7)
F	28	(24,26,28)	(26,28,30)	(28,30,32)
G	130	(120,125,130)	(125,130,135)	(130,135,140)
H	135	(122,128,135)	(128,135,142)	(135,142,149)
I	10	(8,9,10)	(9,10,11)	(10,11,12)
J	90	(82,86,90)	(86,90,94)	(90,94,98)
K	210	(196,202,210)	(202,210,218)	(210,218,226)
L	350	(300,325,350)	(325,350,375)	(350,375,400)
M	10	(8,9,10)	(9,10,11)	(10,11,12)
N	60	(50,55,60)	(55,60,65)	(60,65,70)
O	230	(200,215,230)	(215,230,245)	(230,245,260)
P	80	(70,75,80)	(75,80,85)	(80,85,90)
Q	45	(39,42,45)	(42,45,48)	(45,48,51)
R	18	(16,17,18)	(,1917,18)	(18,19,20)
S	60	(50,55,60)	(55,60,65)	(60,65,70)
T	120	(110,115,120)	(115,120,125)	(120,125,130)
U	80	(70,75,80)	(75,80,85)	(80,85,90)
V	50	(40,45,50)	(45,50,55)	(50,55,60)
W	190	(170,180,190)	(180,190,200)	(190,200,210)
X	175	(160,168,175)	(168,175,182)	(175,182,190)
Y	210	(185,198,210)	(198,210,222)	(210,222,234)
Z	38	(30,34,38)	(34,38,42)	(38,42,46)
AB	60	(50,55,60)	(55,60,65)	(60,65,70)
AC	120	(110,115,120)	(115,120,125)	(120,125,130)
AD	80	(70,75,80)	(75,80,85)	(80,85,90)
AE	140	(120,130,140)	(130,140,150)	(140,150,160)

الوقت التعجيلي المخطط الضبابي (Output 1) جدول رقم (8)

التكاليف الطبيعية الضبابية (Output 2) جدول رقم (9)

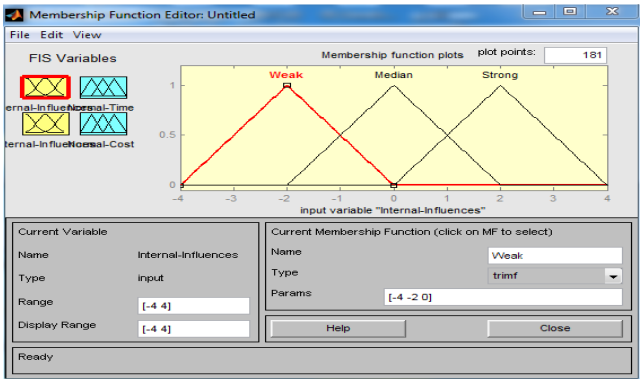
	المجموعات الضبابية للكلف الطبيعية بالدينار		
	قليلة	متوسطة	كبيرة
A	(38888888,44444444,50000000)	(44444444,50000000,55555555)	(50000000,55555555,61111111)
B	(3666666,4583333, 5500000)	(4583333,5500000, 6416666)	(5500000,6416666,7333333)
C	(11666666,14583333, 17500000)	(14583333,17500000, 20416666)	(17500000,20416666,23333333)
D	(900000,1125000, 1350000)	(1125000,1350000, 1575000)	(1350000,1575000,1800000)
E	(10530000,13162500, 15795000)	(13162500,15795000, 18427500)	(15795000,18427500,21060000)
F	(79687500,87656250, 95625000)	(87656250,95625000, 103593750)	(95625000,103593750,111562500)
G	(29656246,31744714, 33833183)	(31744714,33833183, 35921651)	(33833183,35921651,38010119)
H	(92396708,98639729, 104882750)	(98639729,104882750, 111125770)	(104882750,111125770,117368791)
I	(4511000,5638750, 6766500)	(5638750,6766500, 7894250)	(6766500,7894250,9022000)
J	(60379000,63123500, 65868000)	(63123500,65868000, 68612500)	(65868000,68612500,71357000)
K	(20356410,21853205, 23350000)	(21853205,23350000, 24846794)	(23350000,24846794,26343589)
L	(303676470,329705882, 354000000)	(329705882,354000000, 381764705)	(354000000,381764705,407794117)
M	(6000000,7500000, 9000000)	(7500000,9000000, 10500000)	(9000000,10500000,12000000)
N	(50386769,54967384, 59548000)	(54967384,59548000, 64128615)	(59548000,64128615,68709230)
O	(19869880,21212440, 22555000)	(21212440,22555000, 23897559)	(22555000,23897559,25240119)
P	(72741218,76970359, 81199500)	(76970359.38,81199500, 85428640)	(81199500,85428640,89657781)
Q	(3096296,3448148, 3800000)	(3448148,3800000, 4151851)	(3800000,4151851,4503703)
R	(10406250,12140625, 13875000)	(12140625,13875000, 15609375)	(13875000,15609375,17343750)
S	(24059333,26465266, 28871200)	(26465266,28871200, 31277133)	(28871200,31277133, 33683066)
T	(112783333, 124061666, 135340000)	(124061666,135340000, 146618333)	(135340000,146618333,157896666)
U	(65063031,68845765, 72628500)	(68845765,72628500, 76411234.38)	(72628500,76411234,80193968)
V	(7105050, 7499775, 7894500)	(7499775,7894500, 8289225)	(7894500,8289225,8683950)
W	(44444444, 46222222, 48000000)	(46222222,48000000, 49777777.78)	(48000000,49777777,51555555)
X	(200806250,208703125, 216600000)	(208703125,216600000, 224496875)	(216600000,224496875,234650000)
Y	(68442000,73474500, 80520000)	(73474500,80520000, 83539500)	(80520000,83539500,88572000)
Z	(15400000,16940000, 18480000)	(16940000,18480000, 20020000)	(18480000,20020000,21560000)
AB	(5625000,6187500, 6750000)	(6187500,6750000, 7312500)	(6750000,7312500,7875000)
AC	(2054545,2157272, 2260000)	(2157272,2260000, 2362727)	(2260000,2362727,2465454)
AD	(63604166,67302083, 71000000)	(67302083,71000000, 74697916)	(71000000,74697916,78395833)
AE	(5000000 ,5500000 , 6000000)	(5500000,6000000, 6500000)	(6000000 ,6500000 ,7000000)

التكاليف التعجيلية الضبابية (Output 2) جدول رقم (10)

	المجموعات الضبابية للكلف التعجيلية بالدينار		
النشاط	قليلة	متوسطة	كبيرة
A	(33333333,36111111, 38888888)	(36111111,38888888, 41666666)	(38888888,41666666,44444444)
B	(2750000,3666666, 4583333)	(3666666,4583333, 5500000)	(4583333,5500000,6416666)
C	(8750000,11666666, 14583333)	(11666666,14583333, 17500000)	(14583333,17500000,20416666)
D	(675000,900000, 1125000)	(900000,1125000, 1350000)	(1125000,1350000,1575000)
E	(7897500,10530000, 13162500)	(10530000,13162500, 15795000)	(13162500,15795000,18427500)
F	(63750000,69062500, 74375000)	(69062500,74375000, 79687500)	(74375000,79687500,85000000)
G	(25061617,26105851, 27150085)	(26105851,27150085, 28194319)	(27150085,28194319,29238553)
H	(76164854,79910666, 84280781)	(79910666,84280781, 88650895)	(84280781,88650895,93021010)
I	(4511000,5074875, 5638750)	(5074875,5638750, 6202625)	(5638750,6202625,6766500)
J	(45009800,47205400, 49401000)	(47205400,49401000, 51596600)	(49401000,51596600,53792200)
K	(19558119,20156837, 20955128)	(20156837,20955128, 21753418)	(20955128,21753418,22551709)
L	(260294117,281985294, 303676470)	(281985294,303676470, 325367647)	(303676470,325367647,347058823)
M	(6000000,6750000, 7500000)	(6750000,7500000, 8250000)	(7500000,8250000,9000000)
N	(38171794,41988974, 45806153)	(41988974,45806153, 49623333)	(45806153,49623333,53440512)
O	(17900793,19243353, 20585912)	(19243353,20585912, 21928472)	(20585912,21928472,23271031)
P	(59207968,63437109, 67666250)	(63437109,67666250, 71895390)	(67666250,71895390,76124531)
Q	(2744444,2955555, 3166666)	(2955555,3166666, 3377777)	(3166666,3377777,3588888)
R	(9250000,9828125, 10406250)	(9828125,10406250, 10406250)	(10406250,10406250,11562500)
S	(20049444,22054388, 24059333)	(22054388,24059333, 26064277)	(24059333,26064277,28069222)
T	(103384722,108084027, 112783333)	(108084027,112783333, 117482638)	(112783333,117482638,122181944)
U	(52958281,56741015, 60523750)	(56741015,60523750, 64306484)	(60523750,64306484,68089218)
V	(5263000,5920875, 6578750)	(5920875,6578750, 7236625)	(6578750,7236625,7894500)
W	(37777777,40000000, 42222222)	(40000000,42222222, 44444444)	(42222222,44444444,46666666)
X	(180500000,189525000, 197421875)	(189525000,197421875, 205318750)	(197421875,205318750,214343750)
Y	(62067500,66429000, 70455000)	(66429000,70455000, 74481000)	(70455000,74481000,78507000)
Z	(11550000,13090000, 14630000)	(13090000,14630000, 16170000)	(14630000,16170000,17710000)
AB	(4687500,5156250, 5625000)	(5156250,5625000, 6093750)	(5625000,6093750,6562500)
AC	(1883333,1968939, 2054545)	(1968939,2054545, 2140151)	(2054545,2140151,2225757)
AD	(51770833,55468750, 59166666)	(55468750,59166666, 62864583)	(59166666,62864583,66562500)
AE	(4615384,5000000, 5384615)	(5000000,5384615,5769230)	(5384615,5769230,6153846)

ثالثاً / معالجة الضبابية باستعمال ادوات المنطق الضبابي في برنامج (MATLAB) [16]

تبدأ عملية معالجة الضبابية للنشاط (A) بإنشاء نظام الاستدلال الضبابي (FIS) عن طريق تشغيل برنامج (MATLAB) ثم (Fuzzy) ستظهر اول نافذة للنظام وهي نافذة محرر نظام الاستدلال الضبابي (FIS Editor) وهو تشكيل بياني يظهر في الجزء العلوي للنافذة ، تمثل المدخلات (Input) لهذا النظام العوامل الداخلية والخارجة المؤثرة في وقت وكلفة انجاز المشروع اما المخرجات (Output) لهذا التأثير فهي نواتج ضبابية للوقت والكلفة وللحالتين الطبيعية والتعجيلية وكما مبين في الشكل رقم (1)



شكل (1) محرر نظام الاستدلال الضبابي (FIS Editor)

شكل (2) محرر دالة العضوية (Membership Function Editor)

بعد ذلك يتم تحديد دالة العضوية المرتبطة بجميع المتغيرات وللقيام بذلك يتم تشغيل محرر الدالة العضوية (Membership Function Editor) من قائمة عرض ، محرر الدالة العضوية هي الاداة التي تساعد في عرض وتحرير جميع دوال العضوية لنظام الاستدلال الضبابي بما في ذلك جميع المدخلات والمخرجات للمتغيرات كما مبين في شكل رقم (2) ، اما المرحلة التالية فتتمثل بتعريف النظام وذلك بإدخال قواعد الشرط والنتيجة في نظام الاستدلال الضبابي (FIS) عن طريق تشغيل محرر القواعد (Rule Editor) من قائمة عرض ، يتم ادخال قواعد الشرط والنتيجة في محرر القواعد بواسطة صياغة مصفوفة تأثير العوامل الداخلية والخارجية في مدة وكلفة انجاز المشروع كما مبين في ادناه :

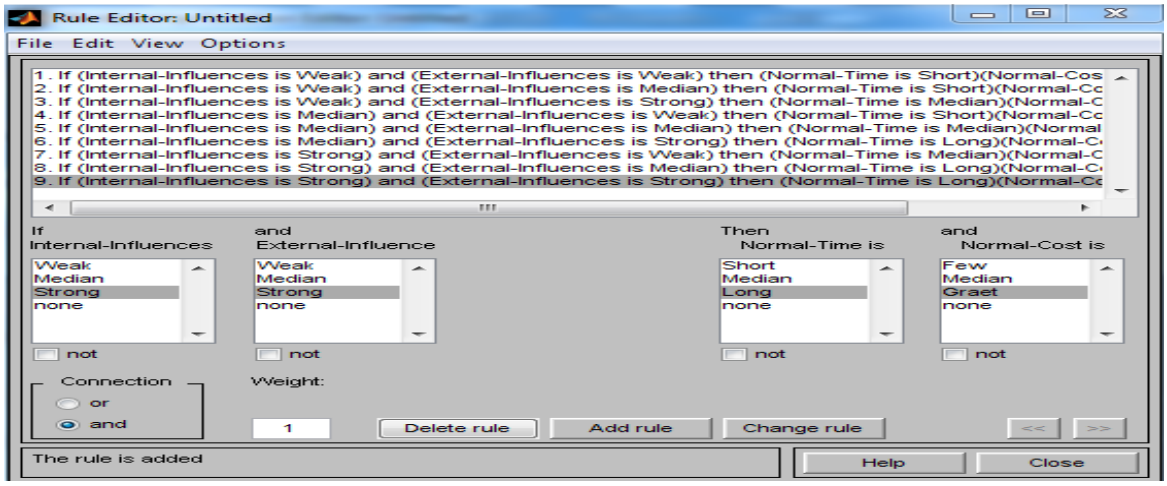
		تأثير العوامل الخارجية على المدة		
		تأثير ضعيف Weak	تأثير متوسط *Median*	تأثير قوي *Strong*
تأثير العوامل الداخلية على المدة الزمنية	تأثير ضعيف Weak	قصيرة *Short*	قصيرة *Short*	متوسطة *Median*
	تأثير متوسط *Median*	قصيرة *Short*	متوسطة *Median*	طويلة *Long*
	تأثير قوي *Strong*	متوسطة *Median*	طويلة *Long*	طويلة *Long*

مصفوفة تأثير العوامل الداخلية والخارجية في مدة الانجاز

		تأثير العوامل الخارجية على الكلفة		
		تأثير ضعيف Weak	تأثير متوسط *Median*	تأثير قوي *Strong*
تأثير العوامل الداخلية على الكلفة	تأثير ضعيف Weak	قليلة *Few*	قليلة *Few*	متوسطة *Median*
	تأثير متوسط *Median*	قليلة *Few*	متوسطة *Median*	كبيرة *Great*
	تأثير قوي *Strong*	متوسطة *Median*	كبيرة *Great*	كبيرة *Great*

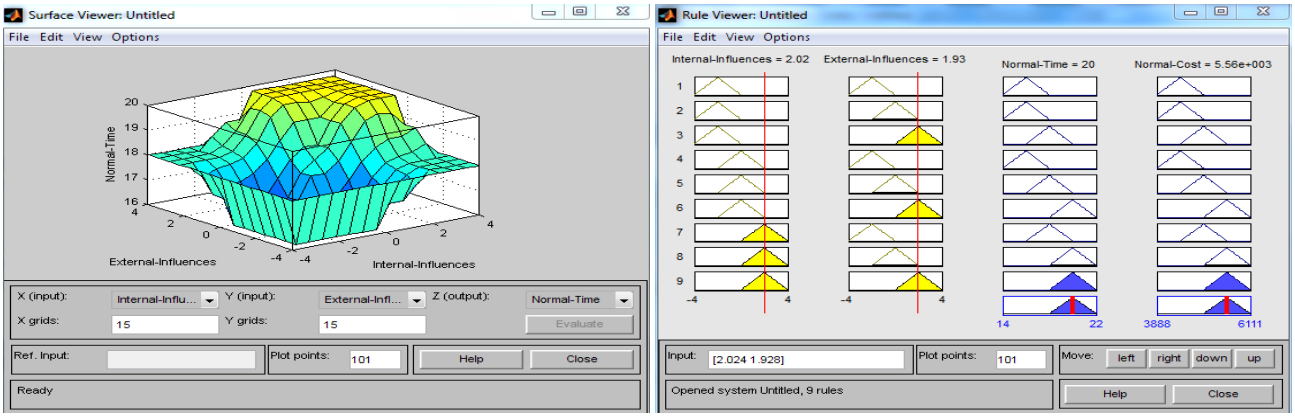
مصفوفة تأثير العوامل الداخلية والخارجية في كلفة الانجاز

من المصفوفتين أعلاه نحدد تسعة قواعد تابعة للشرط والنتيجة لمدة وكلفة انجاز المشروع ثم ادخال هذه القواعد في محرر قواعد نظام الاستدلال الضبابي كما مبين في شكل رقم (3)



شكل رقم (3) محرر القواعد (Rule Editor)

بعد تعريف النظام بشكل كامل (المتغيرات ، دوال العضوية ، القواعد) بالإمكان الان التعرف على مخطط الاستدلال الضبابي عن طريق تشغيل عارض القاعدة (Rule Viewer) من قائمة عرض وهو بمثابة خارطة طريق لعملية الاستدلال الضبابي بأكملها ، يتم تمثل كل قاعدة بصف وكل متغير بعمود وكما مبين في شكل رقم (4) :



شكل رقم (5) عارض السطح (Surface Viewer) **شكل رقم (4) عارض القاعدة (Rule Viewer)**

من خلال عارض القاعدة نلاحظ ان العمود الاول والثاني يمثلان العوامل الداخلية والخارجية المؤثرة في وقت وكلفة النشاط (A) في الحالة الطبيعية اما العمود الثالث والرابع فيمثلان الوقت الطبيعي الضبابي والكلفة الطبيعية الضبابية للنشاط (A) ، بالإمكان التحكم بتأثير العوامل في النشاط عن طريق تحريك المؤشر الموجود ضمن العمود الاول والثاني نحو اليمين للدلالة على التأثير الكبير ونحو اليسار للدلالة على التأثير الضعيف ، نفترض هنا ان تأثير العوامل في المشروع هو تأثير قوي وهذا يعني ان تقدير مدة الانجاز للنشاط هو تقدير تشاؤمي بسبب طبيعة مشاريع الابنية في العراق ، يمكن رؤية سطح الاخراج للنظام بأكمله والذي يمثل امتداد كامل لمجموعة الاخراج بالاعتماد على مجموعة كاملة لمجموعة المدخلات من خلال تشغيل عارض السطح (Surface Viewer) شكل (5) من قائمة عرض وهو اخر خمسة ادوات من ادوات المنطق الضبابي في (GUI) ، بعد تشغيل عارض السطح يظهر سطح ثلاثي الابعاد والذي يعبر عن

المخرجات ذات المدخلين بشكل جيد لأنه يولد مجسم ثلاثي الابعاد يمكن لبرنامج (MATLAB) التعامل معه بكفاءة ، من خلال عارض القاعدة (Rule Viewer) ظهرت النتائج الخاصة بالنشاط (A) بعد معالجة الضبابية في الحالة الطبيعية كما يلي :

Internal-Influences = 2.02 **Normal Time = 20**
External-Influences = 1.93 **Normal Cost = 55,600,000**

وبعد تطبيق جميع الخطوات التي تم ذكرها سابقاً لمعالجة مشكلة الضبابية باستعمال ادوات المنطق الضبابي في برنامج (MATLAB) ولجميع الانشطة تم الحصول على البيانات النهائية التي تمثل القيم الواضحة الاعتيادية (Crisp Value) بعد التخلص من الصفة الضبابية لوقت وكلفة الانجاز في الحالة الطبيعية والتعجيلية و لكافة انشطة المشروع وكما مبين في جدول رقم (11) :

جدول رقم (11) يوضح الوقت الطبيعي والكلفة الطبيعية والوقت التعجيلي والكلفة التعجيلية بعد معالجة الضبابية لبيانات المشروع

النشاط	الوقت الطبيعي (يوم)	الكلفة الطبيعية (دينار)	الوقت التعجيلي (يوم)	الكلفة التعجيلية (دينار)
A	20	55,600,000	15	61,111,115
B	7	6,420,000	6	7,791,669
C	7	20,400,000	6	24,791,668
D	7	1,580,000	6	1,912,500
E	7	18,400,000	6	22,376,250
F	39	104,000,000	30	116,875,000
G	172	35,921,651	135	41,769,399
H	178	111,125,771	142	130,791,269
I	14	7,894,250	11	9,022,000
J	125	68,612,500	94	76,297,100
K	249	24,846,795	218	32,230,880
L	440	381,764,706	375	477,205,851
M	14	10,500,000	11	12,000,000
N	84	64,128,615	65	72,526,419
O	267	23,897,560	245	32,221,439
P	101	86,274,469	85	105,728,500
Q	59	4,151,852	48	4,961,086
R	27	15,609,375	18	16,187,500
S	78	31,277,133	65	38,093,954
T	156	146,618,333	125	173,874,285
U	101	76,411,234	85	94,568,374
V	63	8,289,225	55	10,526,000
W	224	49,777,778	200	65,555,492
X	199	224,496,875	182	304,029,688
Y	249	85,552,500	222	109,546,000
Z	52	20,020,000	42	23,485,000
AB	78	7,312,500	65	8,906,250
AC	138	2,362,727	125	3,167,386
AD	101	74,697,917	85	92,447,876
AE	169	6,500,000	150	8,461,635

بعد معالجة مشكلة الضبابية لبيانات المشروع تم تطبيق تقنية المبادلة بين الوقت والكلفة باستعمال برنامج ادارة المشاريع (MS Project) لتخطيط ورقابة وجدولة انشطة المشروع للحصول على مشروع متكامل وناجح ضمن الفترات الزمنية المطلوبة حيث اثبتت هذه الطريقة كفاءه كبيرة في تحديد الزمن الامثل للانجاز وبأقل زيادة ممكنة في التكاليف ، ان تطبيق هذا الاسلوب ساهم في معالجة المشاكل التي تعاني منها مشاريع الابنية وخاصة للمشاريع الكبيرة التي تمتاز بتعدد انشطتها حيث يكون استعمال تقنيات المبادلة التقليدية لمثل هكذا مشاريع غير مجدي لكونها تتطلب حسابات يدوية مطولة مما يؤدي الى ارتفاع نسبة الخطأ بالإضافة الى كونها تحتاج الكثير من الوقت والجهد لتنفيذها وسيتم لاحقاً عرض النتائج النهائية التي توصل اليها البحث فيما يتعلق بتطبيق تقنية المبادلة باستعمال برنامج (MS Project) .

الفصل الرابع

الاستنتاجات والتوصيات

اولاً / الاستنتاجات

1- تم في هذا البحث وضع نهج جديد لمعالجة مشكلة الضبابية في مشاريع البناء من خلال تطبيق مفهوم المنطق الضبابي في برنامج (MATLAB) واستعمال اسلوب قواعد الشرط والنتيجة (If-Then Rules) ضمن ادوات المنطق الضبابي .

2- يقدم اسلوب (If-Then Rules) مرونة كبيرة عند التعامل مع اكثر من مؤثر واحد في المشروع (مدخلات متعددة) وأكثر من ناتج واحد لهذا التأثير(مخرجات ضبابية متعددة) وذلك لقدرته في ترجمة المتغيرات اللغوية الى متغيرات كمية عن طريق صياغة عدد غير محدود من القواعد باستعمال مصفوفة (If-Then Rules) بالتالي فهو يعبر عن المخرجات ذات المدخلين بشكل جيد .

3- تم في هذا البحث صياغة مصفوفة (If-Then Rules) من درجة (3*3) والتي تمثل المتغيرات اللغوية لتأثير العوامل الداخلية والخارجية على المشروع (تأثير ضعيف ،تأثير متوسط ، تأثير قوي) مقابل المتغيرات اللغوية لهذا التأثير على المدة الزمنية للانجاز(قصيرة ، متوسطة ، طويلة) و على كلفة الانجاز (قليلة ، متوسطة ، كبيرة) .

4- يتميز اسلوب (If-Then Rules) بكونه اسلوب جيد في معالجة الضبابية وذلك لقدرته في التعبير عن اكثر من ثلاث متغيرات لغوية لنفس المشكلة على سبيل المثال يمكن ان يكون تأثير العوامل الداخلية والخارجية في المشروع (ضعيف جداً ، ضعيف ، متوسط ، قوي ، قوي جداً) أي صياغة (25) قاعدة نسبةً الى مصفوفة (If-Then Rules) التي ستكون من درجة (5*5) لذا فهو فعال عند التعبير عن العوامل المؤثره في المشروع بمجموعة متغيرات لغوية .

5- تم استعمال تقنية حسابية جديدة وفعالة في المبادلة بين الوقت والكلفة (Time –Cost Tradeoff) بشكل اكثر ملائمة للمشاريع الكبيرة والمعقدة لتحديد اقصر مدة زمنية لانجاز المشروع مع الحد الادنى للتكلفة الاجمالية بديلاً عن التقنية التقليدية في المبادلة عن طريق استعمال برمجيات ادارة المشاريع كبرنامج (MS Project) .

6- اظهرت التقنية الحديثة في المبادلة بين الوقت والكلفة باستعمال برنامج (MS Project) كفاءه كبيرة وذلك بسبب دقة وواقعية النتائج بالمقارنة مع تطبيق تقنية المبادلة التقليدية والتي تكون غير مرغوبة في المشاريع الكبيرة التي تتميز بكثرة انشطتها وذلك لارتفاع نسبة الخطأ عند اجراء الكثير من الحسابات اليدوية بالإضافة الى انها تتطلب الكثير من الجهد والوقت لتنفيذها .

7- حققت تقنية المبادلة الجديدة نتائج اكثر دقة وذلك لكون برنامج (MS Project) يأخذ بعين الاعتبار تداخل الفترات الزمنية لأنشطة المشروع مع بعضها بالإضافة الى قدرة البرنامج في تقدير موارد كل نشاط وبالتالي تقدير التكاليف الكلية للمشروع وهذا ما تعجز عنه تقنية المبادلة بين الوقت والكلفة باستعمال برنامج (Win QSB) .

ثانياً / التوصيات

1- استعمال ادوات المنطق الضبابي في برنامج (MATLAB) لمعالجة مشكلة الضبابية لجميع المسائل والمشاريع التي تعاني من هذه المشكلة وخاصة في مشاريع الابنية التي تؤثر فيها مجموعة عوامل لما تمتاز به من مرونة كبيرة عند التعامل مع اكثر من مؤثر واحد في المشروع و إمكانية ترجمة المتغيرات اللغوية اللفضية الى متغيرات كمية عددية .

2- ان استعمال مبدأ التنبؤ في تقدير الفترات الزمنية والتكاليف لأنشطة المشروع كاستعمال اسلوب دلفي غير مجدي وغير مفيد وذلك لان كل مشروع هو مشروع فريد من نوعه وبالتالي فأن استعمال اسلوب (If-Then Rules) ضمن المنطق الضبابي يحقق نتائج منطقية ومقبولة بسبب قدرة هذا الاسلوب في اخذ جميع العوامل المؤثرة في المشروع بنظر الاعتبار .

3- تطبيق تقنية المبادلة الجديدة بين الوقت والكلفة باستعمال برمجيات ادارة المشاريع (MS Project) يحقق نتائج اكثر دقة وواقعية خاصة للمشاريع الكبيرة والمعقدة وذلك بسبب

قدرة البرنامج في اخذ جميع علاقات وتداخلات الفترات الزمنية لأنشطة المشروع مع بعضها بعين الاعتبار بالإضافة الى تحديد الموارد التي يحتاجها كل نشاط وبالتالي تحديد تكلفة كل نشاط من انشطة المشروع وكذلك قدرة البرنامج في التعامل مع عدد كبير من الانشطة وإجراء حسابات التخفيض بأقل خطأ واقصر وقت واقل جهد .

4- توظيف طريقة (If-Then Rules) ضمن المنطق الضبابي باستعمال برنامج (MATLAB) وتطبيق تقنية المبادلة الحديثة بين الوقت والكلفة لتحديد الزمن الامثل لانجاز المشروع وبأقل زيادة في التكاليف باستعمال برنامج (MS Project) مفيد جدا ويؤدي للحصول على نتائج واقعية ومنطقية ليس لمشاريع البناء الكبيرة والمعقدة فقط ولكن بالإمكان توظيف هذا النهج الجديد لمعالجة المشاكل التي تعاني منها جميع المشاريع المتوقفة والمتلكئة في العراق بسبب توقف التمويل المالي او أي اسباب اخرى تؤثر في الانجاز وبالتالي اتخاذ القرار المناسب لانجاز المشاريع .

المصادر العربية

1- حسن ،.د. ضوية سلمان و جابر ، د. عدنا شمخي و الشمري ، د. نذير عباس ابراهيم " بحوث العمليات " ، مكتبة الجزيرة للطباعة والنشر ، العراق – بغداد ، الطبعة الاولى ، 2013 م .

2- نجم ، د نجم عبود ،"مدخل الى ادارة المشروعات " ، مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع ، عمان– الاردن ، الطبعة الاولى ، 2013 م .

3- الفضل ، د.مؤيد عبد الحسين و العبيدي ، د.محمود ، "ادارة المشاريع منهج كمي " دار الوراق للنشر والتوزيع والطباعة ، عمان – الاردن ، الطبعة الثانية 2010 م .

4- الشمرتي، أ.د.حامد سعد نور والزبيدي، " بحوث العمليات مفهوما وتطبيقا " ، مكتبة الذاكرة للنشر والتوزيع، بغداد ، الطبعة الأولى ، 2010 م .

المصادر الاجنبية References

10- Kilr, George J. & Bo Yuan, "Fuzzy sets and fuzzy logic: theory and applications", Prentice Hall, USA, 1995.

11- Kahraman C., Yavuz M., (2010) , "Production Engineering and management under fuzziness , springer science , Business media , LLC.

12-Dubois Didier & Henry Prade, "Fuzzy sets and systems Theory and applications", Academic press, INC., London, 1980.

13-Jang J. S., Gulley N, (1997) "MATLAB Fuzzy Logic Toolbox",(version 1) , USA , inc .

14- Zimmerman, H,J,(2001) "Fuzzy set theory and its applications", Springer, USA.

15-Drinkov D.,(1996),"An Introduction to Fuzzy Control", H.Hellendoorn ,M. Roinfrank , Norosa Publishing House.

16-Bystrov. D . , Westin. J. , " Practice . NEURO-FUZZY LOGIC SYSTEMS MATLAB TOOLBOX GUI" http://users.du.se/~jwe/fuzzy/NFL/F10 .PDF

5- Zadeh, L. A., "Fuzzy sets ". Information and Control, 8, 338–353.,(1965) .

6- Lorterapong, P., & Moselhi, O. (1996). Project-network analysis using fuzzy sets theory. Journal of Construction Engineering and Management, 122(4), 308-318.

7- Hegazy, T. (1999). Optimization of construction time-cost trade-off analysis using genetic algorithms. Canadian Journal of CivilEngineering,26(6),685-697.

8- Chanas, S., & Zielinski, P. (2001). Critical path analysis in the network with fuzzy activity times. Fuzzy Sets and Systems, 122, 195-204.

9- Chen, C. T., & Huang, S. F. (2007). Applying fuzzy method for measuring criticality in project network. Information Sciences, 177, 2448-2458.