مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (41) العدد (1) 2019
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (41) No. (1) 2019

Fuzzy Inference Model to Estimate the Impact of Concrete Curing Factors on the Cost of the Construction Project

Dr. Mazen Ebrahim*
Safa Shaikh Alard**

(Received 12 / 7 / 2018. Accepted 24 / 2 / 2019)

□ ABSTRACT □

This research presents a study of all the main and sub-factors that affect the underrated random process of casting concrete; and to study the effect of these factors combined on the cost per cubic meter of the cast concrete (67 construction projects in Syria have been studied through questionnaire). Fuzzy logic, characterized by its high ability to scale the impact assessment, which helps to reduce and eliminate the wrong guess of the increase or decrease that can be produced by using traditional methods of assessment, is used here. The descriptive data, which are the basis of the fuzzy logic, have been analyzed and converted into indicators to be measured and finding out results and charts. These charts illustrate the hierarchy effect and the numerical and ambiguous characterization of each of the factors separately, and the final factor resulting from the aggregation of all the factors through a fuzzy inference model. These charts help all parties, students, implementers and contractors to accurately determine the cost of pouring concrete, to reduce costs of high-cost projects or to improve their conditions through knowing the weakness.

Key Words: fuzzy logic– Fuzzy Inference Model -concrete placing factors

* **Associate Professor, Faculty of Civil Engineering, Damascus University, Syria.**

** **Postgraduate Student, Faculty of Civil Engineering, Damascus University, Syria.**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (41) العدد (1) 2019
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (41) No. (1) 2019

بناء نموذج استدلال ضبابي لتخمين تأثير عوامل صب البيتون على كلفة الصب لمشروع التشييد

د.مازن ابراهيم*
صفاء شيخ الأرض**

(تاريخ الإيداع 12 / 7 / 2018. قُبِل للنشر في 24/ 2 / 2019)

□ ملخّص □

يقدم هذا البحث دراسة عن معظم العوامل الرئيسية والفرعية المؤثرة في عملية صب البيتون ذات الطبيعة العشوائية والتي لم تأخذ حقها في دراسات سابقة ، ودراسة تأثير هذه العوامل مجتمعة على كلفة المتر المكعب للبيتون المصبوب، حيث تمت دراسة 67مشروع تشييد من مشاريع التشييد في سوريا من خلال استبيانات، تم استخدام المنطق الضبابي الذي يمتاز بقدرته العالية على التدرج بتقييم التأثير حيث يساعد على التخفيف والتخلص من التخمين الخاطئ بالزيادة أو النقصان والممكن ان ينتج باستخدام طرق التقييم التقليدي المتبعة سابقاً . تم تحليل البيانات اللفظية والتي تعتبر اساس المنطق الضبابي وتحويلها الى مؤشرات ليتم قياسها والخروج بنتائج ومخططات توضح تدرج نسب التأثير وتوصيفها لفظياً وعددياً وضبابياً لكل عامل من العوامل على حدة و لعامل التأثير النهائي والناتج عن تجميع جميع العوامل من خلال نموذج استدلال ضبابي.هذه المخططات تساعد كل الاطراف من دارسين ومنفذين ومتعهدين للتحديد الدقيق لكلفة صب البيتون او لتقليل تكاليف المشاريع ذات الكلف العالية او تحسين ظروفها من خلال معرفة مواضع الضعف.

الكلمات المفتاحية: المنطق الضبابي –نموذج استدلال ضبابي –عوامل صب البيتون

* استاذ مساعد – قسم الإدارة الهندسية والإنشاء –كلية الهندسة المدنية –جامعة دمشق– سورية
**طالبة دراسات عليا (ماجستير) – قسم الإدارة الهندسية والإنشاء –كلية الهندسة المدنية –جامعة دمشق–سورية

مقدمة :

ان عملية صب البيتون هي عملية ذات طبيعة عشوائية يدخل فيها عدد كبير من الاطراف ويؤثر عليها بشكل مباشر او غير مباشر عدد كبير من العوامل فكان لابد بالبداية من التعبير عن ظروف الصب من خلال عوامل. ومن معرفة تأثير هذه العوامل على كلفة صب البيتون في مشروع التشييد. إلا أن التعبير التقليدي لهذه العوامل يزيد من الارتياب والخطأ بالتقييم لهذه العوامل وبالتالي بتخمين التأثير لهذه العوامل على كلفة المشروع. فكان لابد من استبدال التقييم التقليدي لهذه العوامل بالتقييم الضبابي انطلاقاً من النظرية الضبابية التي طرحها العالم لطفي زاده عام 1965 [1,2] الذي يمتاز بقدرته العالية على التدرج بالتقييم والتي يساعد على التخفيف والتخلص من التخمين الخاطئ (بالنقصان أو الزيادة) لتأثير هذه العوامل على كلفة مشروع التشييد. سنتحدث في الصفحات القادمة عن العوامل المؤثرة على عملية الصب والتي تم جمعها واستخلاصها من خلال الخبرة الحقلية في مجال صب البيتون و بعد الاطلاع على دراسات سابقة.

وسنقوم بدراسة تأثير عوامل الصب على الكلفة من خلال بيانات تم جمعها لاكثر من 67 مشروع تشمل عدة مناطق في سوريا وظروف مختلفة ومواصفات متباينة . واخيرا وهو موضوع بحثنا كيفية ربط جميع هذه العوامل وحساب تأثيرها مجتمعاً على كلفة صب البيتون من خلال بناء نموذج استدلال ضبابي

مبررات البحث :

تشكل عملية نقله البيتون وخلطه وصبه الجزء الأساسي في أي مشروع والجزء الأكبر من حيث التكلفة كما ان كثرة الأطراف المشاركة في هذه العلمية واختلاف ظروف المشاريع ومواصفات الأبنية تضعنا ضمن مجال تغيير واسع وإمكانية حدوث أخطاء وتأخير و كلف إضافية كبيرة .

فباختلاف طرق الصب تختلف الكلفة وبخبرة ورشة الصب الجيدة يخفف من الهدر والضياعات و كلفة صب متر مكعب لبناء قريب من المجبل ليست ككلفة صب بناء بعيد (فمثلاً بعض المجبل تفرض ضريبة اضافية على كل كيلومتر ابعد عن حد معين) والمناخ يؤثر والاليات تؤثر والقائمة تطول ولكن الاهم من ذلك معرفتنا كيف يؤثر كل عامل ؟ ومامقدار تأثيره ؟ وكيف تتدرج هذه العوامل بمدى تأثيرها على الكلفة ؟ وكيف تؤثر جميع العوامل مجتمعة ؟ وكيف نخفف او نتخلص من التخمين الخاطيء (بالنقصان او الزيادة) لحساب تأثير هذه العوامل مجتمعة على كلفة الصب للمتر المكعب ؟

أهمية البحث وأهدافه:

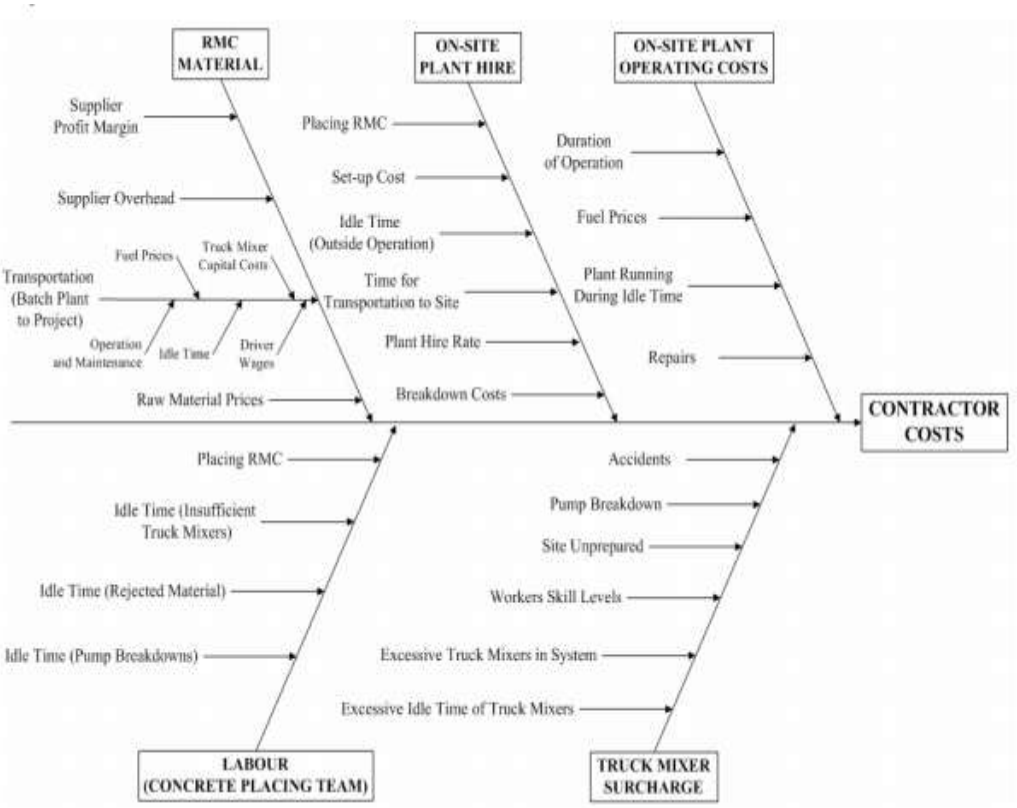
- تعريف عوامل الصب : التي لها تأثير على كلفة الصب وبالتالي على كلفة المشروع.
- التعبير الضبابي لكل عامل : الاستفادة من نتائج العينة التي تم جمعها لعمليات الصب على اختلاف ظروفها وعواملها لبيان تأثير كل عامل من العوامل على كلفة المشروع والتعبير عن ذلك بتابع العضوية الضبابي.
- بناء نموذج استدلال ضبابي لدراسة تأثير العوامل مجتمعة على كلفة صب البيتون

الدراسات المرجعية :

تم نشر بحث ل[13]Graham , Smith and Tommelein من جامعة كاليفورنيا حول كيفية تحديد كلفة صب البيتون للمقاولين والتي مكن تلخيصها بالمخطط (1)، والتي يتحكم فيها عدة عوامل :

1. كلفة المواد: والتي تشمل سعر المواد الخام و كلفة النقل وارباح الموردين والتي تختلف من مشروع لاخر حسب تصميم الخلطة والمواد الداخلة فيها وحسب بعد الموقع عن موارد المواد ونسب ارباح الموريدين
2. كلفة اجار المعدات سواء في حال المجابل المركبة في الموقع او اجرة الجبل المركزي وكافة المعدات اللازمة لاتمام عملية الصب من مضخات ورجاجات ومكنات تسوية الاسطح
3. تكاليف تشغيل المصنع من وقود واعمال صيانة طول فترة التشغيل
4. تكاليف العاملين بدءاً من مشغلي المصنع وعمال صب وتسوية
5. تكلفة اضافية على الخلاطات في حال تأخرها في المشروع :عادة يتحمل المجبل كلف مدة بقاء الجبالات في المشروع وهي عادة 5 دقائق لكل متر مكعب اي تقريبا لاتتجاوز ال40 دقيقة وتفرض مبالغ اضافية على مدد التأخير .
6. كلفة نقل المواد ويمكن تضمينها في سعر المواد وهي لا تؤثر مباشرة على المتعهد ولكن يمكن الاستفادة منها لتحديد طرق تخفيض الكلف على المتعهد

(مخطط 1 – العوامل التي تتحكم بكلفة صب البيتون وفق دراسة Graham , Smith and Tommelein)



دراسة للعالم Combii(1999) تم نشرها في بحث للعالمين Dunlop, Smith[5]قام بها بتحديد العوامل التي تؤثر في جودة عملية الصب ,قام بحصرهم ب44 عامل الجدول (1) قام بتقسيمهم الى عوامل تقنية وعوامل ادارية

جدول (1) العوامل المؤثرة في الصب وفق دراسة combii

عوامل تقنية	عوامل إدارية
1- انحدار الموقع	22- التخطيط
2- ازدحام الموقع	23- برنامج العمل

3- أنشطة اخرى في الموقع	24-معدل التقدم بالعمل المطلوب
4- إمكانية الوصول	25-قيود الوقت
5- موقع المشروع	26-بنية الشركة
6- طريقة الصب	27- كفاءة فريق الادارة
7- مواقع المزودين بالمواد	28-خبرة المهندسين
8- حجم الصب	29- تحفيز المهندسين
9- مكان الصب	30- المهارات الادارية للمهندسين
10- شكل الصب	31—مهارة فريق الصب
11- ارتفاع الصب	32-خبرة فريق الموقع
12- عمر الشاحنات	33-مدى جدية الموظفين بالعمل
13- ملائمة المجبل لتلبية العمل	34-تحفيز فريق الصب
14-اعمال الكوفراج	35-كفاءة ورشة التسليح
15-تتابع الصب	36-صيانة المجبل
16-ضبط وقت الاقلاع بالصب	37-توقيت طلب البيتون
17-الاختبارات المجراة	38-توريد المواد
18-مواصفات البيتون	39- الجودة في المجبل
19-توريدات ذات صفات خاصة	40- عقود بقية الموردين
20-الانسكاب	41-مصادر الموردين
21-التخريب	42-متطلبات مخبرية
	43-الحوادث
	44-الظروف المناخية

دراسة حديثة [12]Juan Rodriguez نشرت عام 2018 بعنوان كيف نقّدر كلفة البيتون تحدث فيها عن بعض المتغيرات التي تؤثر على سعر المتر المكعب من البيتون المصبوب فذكر المتغيرات التالية:

1-تكلفة المسافة التي يقطعها البيتون المجبول من المجبل الى موقع المشروع

2-كلف اضافية لاعمال رص التربة وتسوية موقع الصب واضافة طبقات ردم للتربة قبل الصب والاخذ بعين الاعتبار بعد المشروع عن مصادر المواد الاولية

3-كلفة اعمال الكوفراج

4-كلفة اعمال تسوية الاسطح المصبوبة

5- كلفة حديد التسليح

كما قام John S [14]بنشر دليل لتقدير ساعات العمل في مشاريع الانشاءات ذكر في بحث منفصل ضمن الدليل كيفية تحديد كلفة صب متر مكعب من البيتون و حدد 6 عوامل رئيسية تتحكم بالكلفة وهي :

1- الحالة الاقتصادي العامة
2- الإشراف على المشروع
3- علاقات العمل
4- ظروف العمل
5- المعدات
6- الطقس

مواد وطرق البحث:

من خلال الاطلاع على دراسات سابقة حول العوامل المؤثرة في مشاريع التشييد و من خلال الخبرة الحقلية للباحث في مجال صب البيتون فقد تم تحديد معظم العوامل المؤثرة في عملية الصب سواء كانت بشكل عام وذات تأثير غير مباشر او ذات تأثير مباشر على الصب بسبع عوامل رئيسية يندرج تحتها 45 عامل ثانوي كما يلي:

1. عامل الموقع
2. عامل الجهاز البشري للمشروع
3. عامل مواصفات البناء
4. مواصفات البيتون
5. عامل الآليات والمعدات
6. عامل المواد
7. عامل المناخ الجوي

1. عامل الموقع ويندرج تحته العوامل الثانوية المركبة التالية:

1-1 عامل البعد المركب من :

- بعد موقع المشروع عن الطريق العام
- بعد موقع المشروع عن اقرب مجبل للبيتون
- بعد موقع المشروع عن مصادر المواد اللازمة للصب

1-2 عامل الانحدار المركب من:

- انحدارية منطقة المشروع بشكل عام (منطقة سهلية – منطقة بين الجبلية والسهلية – منطقة جبلية)
- انحدارية موقع المشروع تحديداً (والتي تشمل المنطقة الواقع عليها المشروع حصراً)

1-3 عامل ازدحام المنطقة ووعورتها المركب من :

- إمكانية وصول الجبالات والآليات إلى الموقع
- إمكانية وقوف الجبالات والمضخات والوصول لكافة أطراف المبنى
- امكانية مناورة الجبالات والاليات
- توفر مساحة للتخزين المواد

2. عامل الجهاز البشري للمشروع والتي تشمل :

2-1 عامل خبرة المقاول وكفاءته من حيث :

- دراسة عروض الموردين للمواد (من بحص – رمل – اسمنت – وحديد..الخ) لاختيار الأفضل من حيث الأقرب بالمسافة والأكثر توفرا .
- تخطيط موقع العمل و تخزين المواد المناسب وعدم تعرضها للنقل مرة أخرى ضمن الموقع .
- دراسة ظروف الآليات وجاهزيتها واحتياجاتها(امتلاك او استئجار)

- الاتصال والتنسيق مع الأطراف الأخرى من دارس ومشرف ومالك...الخ.
- إدارة عملية جبل وصب البيتون بشكل جيد ومتابعة الورش
- الالتزام بالجدول الزمني
- وجود كادر هندسي خبير للمتعهد لادارة التنفيذ
- تأمين عمالة بعدد كافي

2-2 عامل خبرة المصمم وكفاءته من حيث :

- عدم وجود التضارب بين الواقع والمخططات والذي يتم من خلال الدراسة الجيدة لموقع المشروع.
- الدقة بتقدير الكميات والاسعار أثناء الدراسة .
- المعرفة بواقع السوق والمتوفر من مواد.

3-2 عامل خبرة الإشراف وكفاءته من حيث :

- التنسيق مع باقي الأطراف من دارس و جهة مالكة
- تنظيم الكشوف الشهرية بوقتها لتجنب التأخير في صرفها وتجنب تأخر العمل ومطالبة المتعهد بمبالغ اضافية نتيجة العطل والضرر
- قدرة على اتخاذ قرار عندما يتطلب الامر
- حسن العلاقة مع المتعهد والبعد عن المشاحنات
- سرعة الرد على المراسلات بين المتعهد والمالك

4-2 عامل دور الجهة المالكة وكفاءته من حيث :

- تحفيزها لإطراف المشروع الأخرى من إشراف ودارس ومقاول لضمان سلاسة سير العمل و تسريعه.
- تعاونها بإعطاء الردود والموافقات وبالمشاركة بالتعديل على المخططات والمواصفات .
- صرف الكشوف بوقتها لتجنب توقف العمل من قبل المتعهد ومطالبته بالضرر نتيجة التأخر بالصرف
- وجود مهندس متابع او مكتب هندسي متابع من قبل الجهة المالكة

5-2 عامل خبرة وكفاءة الورش من تسليح وكوفراج جبل وصب من حيث :

- الجودة بالعمل
- التقيد بالعمل و تقليل الهدر بالمواد وانتاجية الورشة عالية او متوسطة او قليلة

3. عامل الآليات والمعدات المركب من العوامل الثانوية التالية:

- حداثة وعدم التعطل
- التقنيات والتكنولوجيا

4.عامل المواد المركب من العوامل الثانوية التالية:

- توفر المواد اللازمة للصب وعدم احتكارها
- سهولة وكلفة نقلها

5.عامل مواصفات البناء المركب من العوامل الثانوية التالية:

- اساسات المبنى (منفردة –منفردة ومشتركة –حصيرة – أوتاد –حصيرة واوتاد)
- ارتفاع المبنى

- ابعاد المبنى
- حجم البيتون

6.مواصفات البيتون المركب من العوامل التالية:

- طريقة جبل البيتون المتبعة (بيتون مجبول مركزي منقول بالجبالات – بيتون مجبول بالموقع)
- طريقة صب البيتون المتبعة : (مضخات– عربات – مزالق في حال صب الاساسات والاقبية)
- وجود مواصفات خاصة للصب يترتب عليها كلف اضافية من سعر للمادة المضافة على المتر المكعب (كالاسمنت المقاوم للكبريتات في الاساسات او مسرعات تصلب او مبطئات التصلب)
- الحاجة للعناية بالبيتون بعد الصب

7.المناخ الجوي: طبيعة مناخ المنطقة العام وخلال فترة صب البيتون

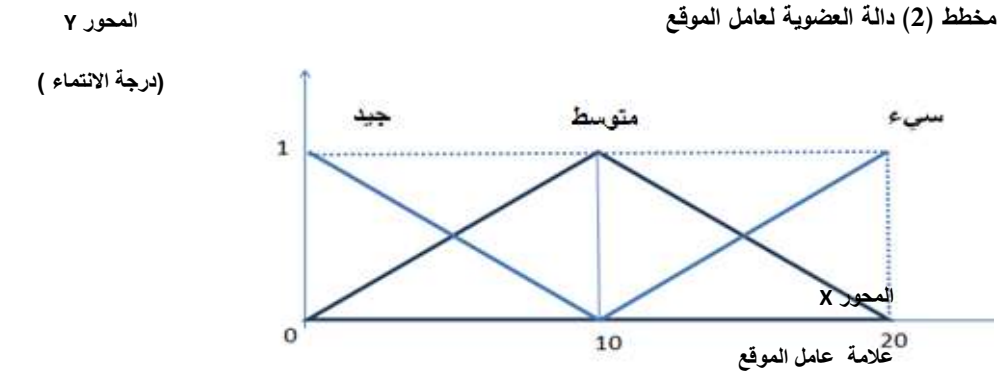
لوضع علامات لكل عامل من العوامل السابقة كان لابد من معرفة الاهمية النسبية لمدى تأثير كل عامل من وجهة نظر المعنيين بعملية الصب فتم عمل استبيان حول رأي هؤلاء المعنيين من متعهدين او مهندسين عن مدى اهمية كل عامل بمدى تأثيره على كلفة الصب عن العامل الاخر وكانت نتائج الاستبيان كالتالي (جدول 2)

جدول (2) علامات العوامل الرئيسية وفق نتائج استبيان الاهمية النسبية لكل عامل بمدى تأثيره على الكلفة

العامل	العلامة الكلية	العامل	العلامة الكلية
عامل مواصفات البيتون	24	العامل البشري	12
عامل مواصفات البناء	20	عامل المناخ الجوي	4
عامل الموقع	20	عامل الاليات والمعدات	4
عامل المواد	16	المجموع	100

وفق العلامات السابقة تم وضع مخططات لكل عامل تمثل دوال العضوية وفق المنطق الضبابي لكل عامل من العوامل الرئيسية المؤثرة (نوضح مثلا هنا عامل الموقع وبقية المخططات في الملحق 3 (المخططات من9–14)

مخطط (2) دالة العضوية لعامل الموقع



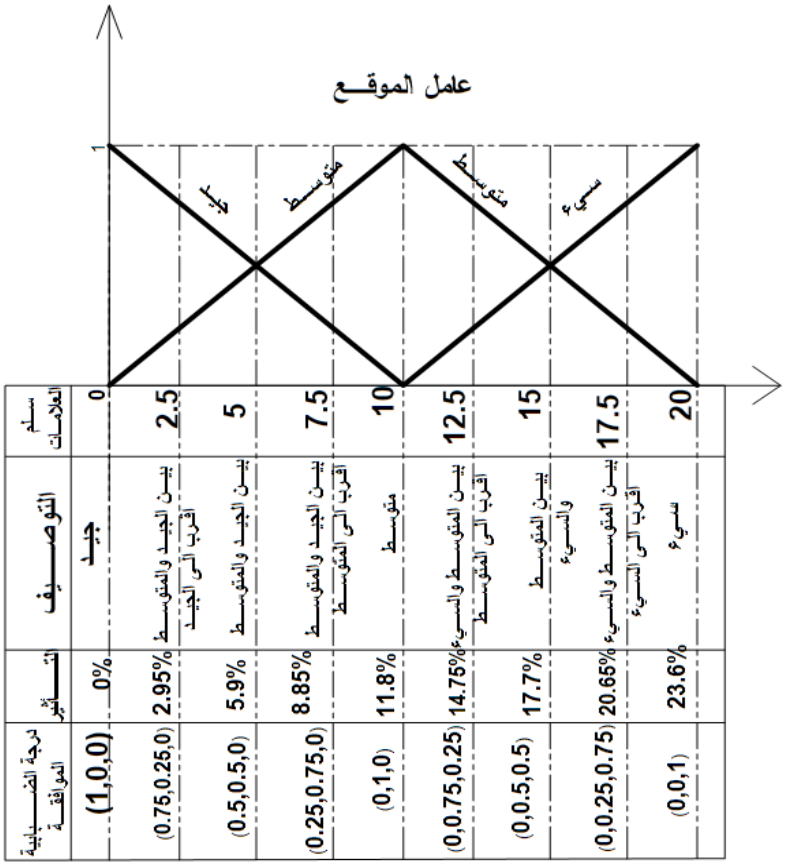
يمثل المحور Y درجة الانتماء والتي تتراوح بين ال0 و 1و يمثل المحور الافقي من المخطط المؤشر او علامة الموقع والتي تتراوح بين ال 0و ال 20 حيث تمثل العلامة 0علامة الموقع في أفضل ظروفه والعلامة 20 تمثل علامة الموقع في أسوء ظروفه و فكلما زادت علامة المشروع اعتبرت ظروفه أسوء، وبتقاطع علامة أي مشروع مع الخطوط المائلة والتي تمثل توصيف المشروع نحدد درجة انتماءه لاي مجموعة ضبابية.

لدراسة تأثير هذه العوامل على الكلفة تم جمع بيانات ل67مشروع صب تم توصيف ظروف كل مشروع لفظياً وفق العوامل السابقة وضمن ثلاث مجالات اختلفت من عامل الى عامل على حسب العامل وطريقة التعبير عنه ، فعامل البعد يتم التعبير عنه بلفظ بعيد او متوسط البعد او قريب ، بينما عامل انحدارية منطقة المشروع (فيكون التعبير عنه بوصف المنطقة بانها سهلية او منطقة بين الجبلية والسهلية اومنطقة جبلية وهكذا...) استخدمنا التعبير اللفظي وليس التعبير الكمي الحدي وهذا هو جوهر بحثنا في المنطق الضبابي والذي أساسه التعابير اللفظية .

النتائج والمناقشة:

من خلال بيانات المشاريع تم احتساب علامات كافة المشاريع ال67 لكل عامل من العوامل واحتساب علامة كلية للمشروع ولدراسة تأثير كل عامل على حدة تم فرز المشاريع وتم اختيار عدة حالات لمشروعين متشابهين بقيم جميع العوامل ومختلفين بعلامة كل عامل على حدا فمثلا لدراسة تأثير عامل الموقع تم اختيار عدة مشاريع بحيث يمثل كل مشروعين حالة تتشابه بكل العلامات الاخرى لبقية العوامل وتختلف من حيث عامل الموقع فقط (وهذه العملية تمت بالفرز الدقيق بالاستعانة ببرنامج ال EXCELL للبحث ضمن ال67 مشروع عن حالات تتشابه في كافة العوامل و تختلف في عامل واحد وكانت النتائج كالتالي:

1- عامل مواصفات البناء 36.67%
2- عامل مواصفات البيتون 32.5%
3- عامل الموقع 23.57%
4- عامل المواد 20.13%
5- العامل البشري 14.9%
6- عامل المناخ الجوي 7.5 %
7- عامل الآليات والمعدات 4.5 %



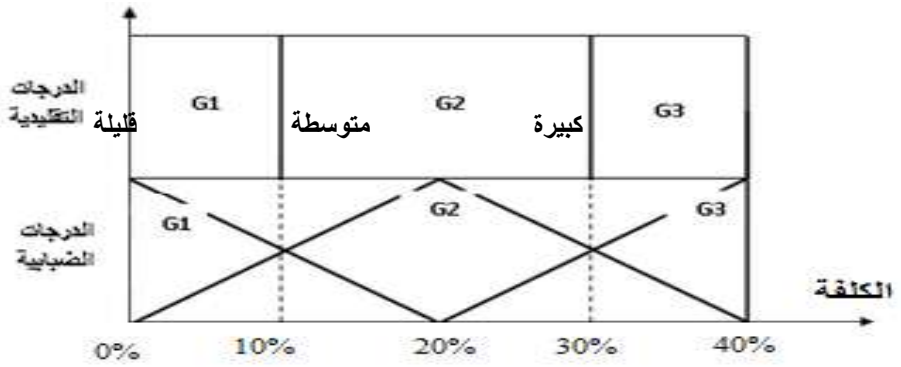
سلم العلامات	التوصيف	التأثير	درجة الضبابية الموافقة
0	جيد	0%	(1,0,0)
2.5	بين الجيد والمتوسط القرب الى الجيد	2.95%	(0.75,0.25,0)
5	بين الجيد والمتوسط	5.9%	(0.5,0.5,0)
7.5	بين الجيد والمتوسط القرب الى المتوسط	8.85%	(0.25,0.75,0)
10	متوسط	11.8%	(0,1,0)
12.5	بين المتوسط والسيء القرب الى المتوسط	14.75%	(0,0.75,0.25)
15	بين المتوسط والسيء	17.7%	(0,0.5,0.5)
17.5	بين المتوسط والسيء القرب الى السيء	20.65%	(0,0.25,0.75)
20	سيء	23.6%	(0,0,1)

مخطط (3) التوصيف الكمي والوصفي والضبابي لتأثير عامل الموقع

تم وضع مخطط لكل عامل من العوامل السابقة يظهر العلامة الكلية و درجة التأثير على الكلفة و التوصيف اللفظي والكمي والعلامة الضبابية لكل عامل نورد مثال مخطط (3) لعامل الموقع(والبقية في الملحق 4)

عامل الكلفة النهائي:

لتمثيل الكلفة بدالة عضوية ضبابية كما تم تمثيل العوامل السابقة تمت مقارنة المشاريع الاسوء ضمن العينة (67 مشروع) بالمشاريع الافضل ظروفاً وتم حساب فرق علامات المشاريع الاسوء بالنسبة للافضل ونسبتها الى الفرق بين الكلفة بين كل منهما (الملحق 2)فنتج لدينا الدالة العضوية بالمخطط (4) .

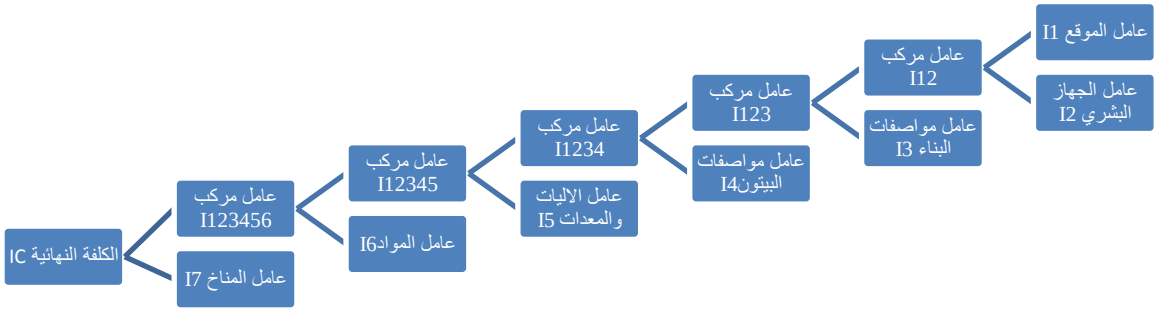


المخطط (4) عامل الكلفة النهائية تقليدياً وضبابياً

وهنا ظهر الفرق بين المنطق التقليدي والضبابي عندما نقول أن المشروع الذي يطرأ على كلفته الكلية زيادة بنسبة بين 10% و30% انه مشروع تغييره بدرجة متوسطة دون تمييز وذلك تقليديا وأما ضبابيا فالأمر مختلف باعتبار أن المنطق الضبابي يتيح لنا التدرج بتقييم درجة التغيير بالمشروع من التغيير بدرجة بين الخفيفة والمتوسطة ومرورا بالتغيير متوسط الدرجة وحتى التغيير الذي درجته بين المتوسط والشديد.

عامل الكلفة النهائي الضبابي:

لتسهيل حساب الكلفة النهائية الناشئة عن تراكب تأثير العوامل السابقة مجتمعة سنفرض وجود عامل مركب ناشيء عن تراكب تأثير كل عاملين مع بعض يتم حسابه يتم إتباع القواعد التقليدية المنطقية والتي تفرضها طبيعة العلاقة الفيزيائية بين كل عاملين (كأن يكون هناك علاقة تربط بين العوامل بحيث يؤثر أحد العوامل على الآخر او ان يكون كل عامل مستقل بالتأثير على الآخر) كما في المخطط(5) :



مخطط(5) تشكيل عامل الكلفة النهائي

أيضا كما هو ملاحظ من العوامل الثانوية لكل من عامل الموقع والعامل البشري وعامل مواصفات البناء نلاحظ انها عوامل مستقلة عن بعضها لايوجد تأثير لاي عامل على الاخر فلايوجد علاقة مثلا بمدى بعد البناء عن الشارع العامل بأبعاد البناء أو بمدى خبرة جهاز الاشراف مثلا فكل عامل هو مستقل تماما عن الاخر فبالتالي العلاقة أيضا هي

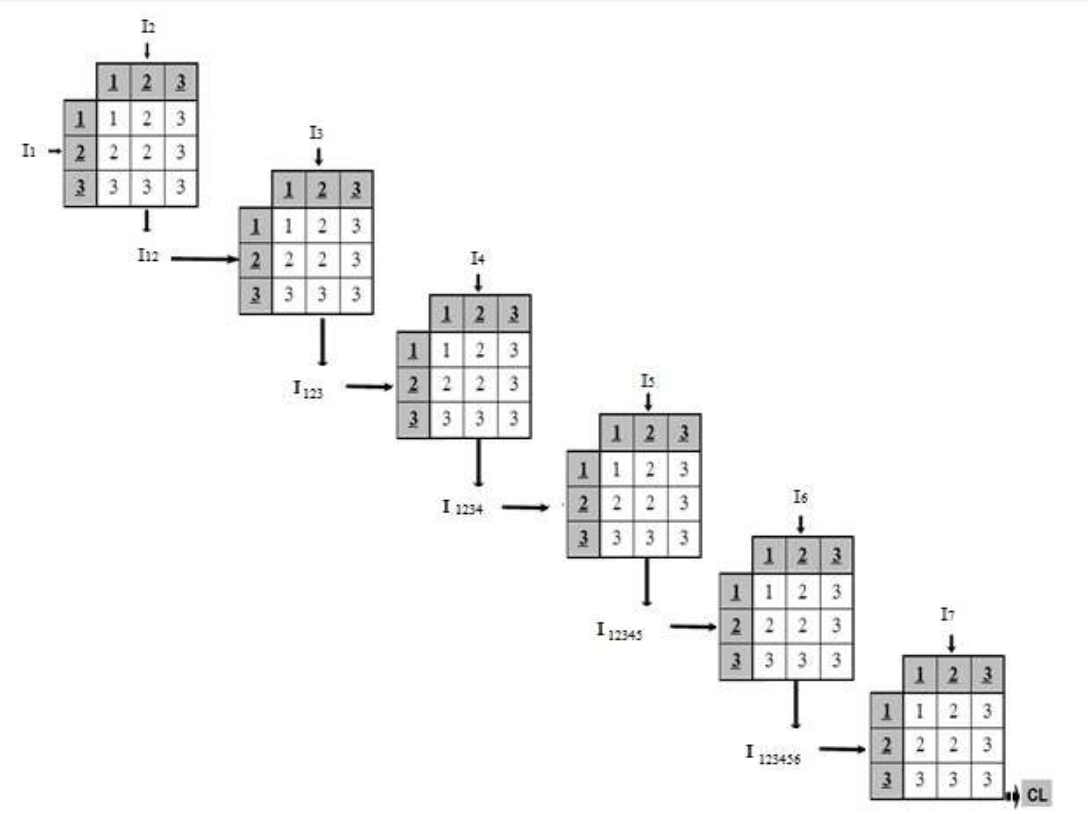
علاقة استقلال ،وهكذا كما نلاحظ من دراسة جميع العوامل السابقة الرئيسية والثانوية نلاحظ عدم وجود أي ارتباط بينها فبالتالي العلاقة بينها جميعا علاقة استقلال وبالتالي يكون حساب تأثير العامل النهائي نعتمد علاقة كفاية اي انه يكفي ان يكون احد العاملين سيء حتى يكون العامل المركب منهما سيئاً ويمكن التعبير عنها بعلاقة max.

قواعد التقييم الضبابية : وهي القواعد المنطقية لتقييم مؤشر ضبابي مركب الناتج عن تركيب مؤشرين ضبابيين

الجدول (3) قواعد التقييم الضبابية المفروضة لتقييم العامل I_{12} من تقييم العاملين I_1 وI_2

رقم القاعدة	توصيف القاعدة
1	إذا كان مواصفات الموقع للمشروع سيء (درجة ثالثة) و أداء الجهاز البشري قليل (درجة ثالثة) فان درجة العامل I_{12} سيكون كبير(درجة ثالثة).
2	إذا مواصفات الموقع للمشروع سيء (درجة ثالثة) و أداء الجهاز البشري متوسط (درجة ثانية) فان درجة العامل I_{12} سيكون كبير(درجة ثالثة)..
3	إذا كان مواصفات الموقع للمشروع سيء (درجة ثالثة) و أداء الجهاز البشري كبير (درجة اولى) فان درجة العامل I_{12} سيكون كبير(درجة ثالثة).
4	إذا كان مواصفات الموقع للمشروع متوسط (درجة ثانية) و أداء الجهاز البشري قليل (درجة ثالثة) فان درجة العامل I_{12} سيكون(درجة ثالثة).
5	إذا كان مواصفات الموقع للمشروع متوسط (درجة ثانية) و أداء الجهاز البشري متوسط (درجة ثانية) فان درجة العامل I_{12} سيكون متوسط(درجة ثانية)
6	إذا كان مواصفات الموقع للمشروع متوسط (درجة ثانية) و أداء الجهاز البشري كبير (درجة اولى) فان درجة العامل I_{12} سيكون متوسط(درجة ثانية).
7	إذا كان مواصفات الموقع للمشروع جيد (درجة اولى) و أداء الجهاز البشري قليل (درجة ثالثة) فان درجة العامل I_{12} سيكون(درجة ثالثة).
8	إذا كان مواصفات الموقع للمشروع جيد (درجة اولى) و أداء الجهاز البشري متوسط (درجة ثانية) فان درجة العامل I_{12} سيكون متوسط(درجة ثانية)
9	إذا كان مواصفات الموقع للمشروع جيد (درجة اولى) و أداء الجهاز البشري كبير (درجة اولى) فان درجة العامل I_{12} سيكون جيد (درجة اولى)

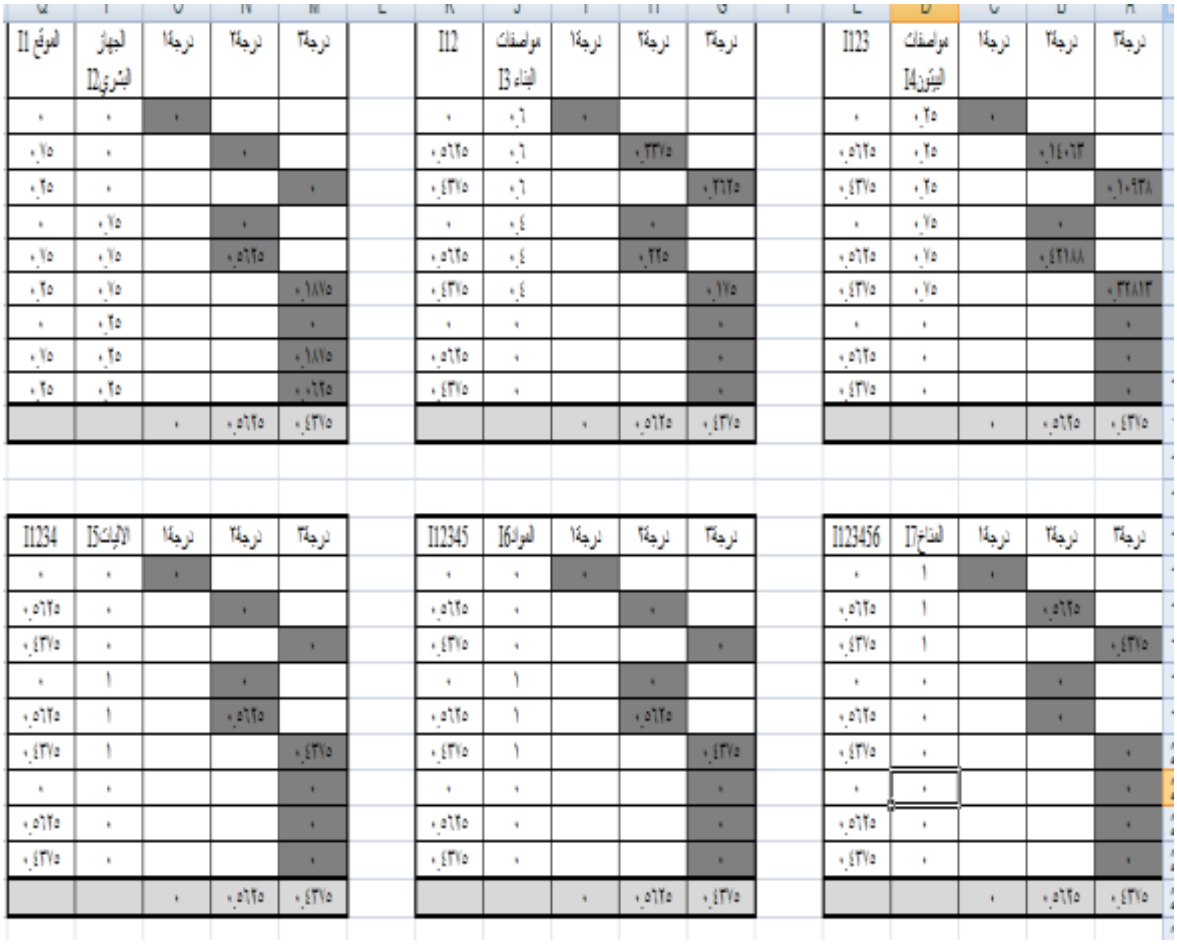
يلخص المخطط (6) تطبيق القواعد الضبابية السابقة لتحديد عامل الكلفة النهائي انطلاقاً من علامته الضبابية المخطط (6) .



لتوضيح كيفية الحساب نأخذ مثال المشروع التالي بالظروف التالية والذي تم تقييمه ضبابياً ووضع العلامة الضبابية لكل عامل كما يلي :

العامل	توصيفه	μ1	μ2	μ3
عامل الموقع I_1	بين الجيد والمتوسط واقرب للمتوسط	0	0.75	0.25
عامل الجهاز البشري I_2	بين الجيد والمتوسط واقرب للمتوسط	0	0.75	0.25
عامل مواصفات البناء I_3	بين المتوسط والكبير واقرب للكبير	0.6	0.4	0
عامل مواصفات البيتون I_4	بين المتطورة والمتوسطة واقرب للمتوسط	0.25	0.75	0
الاليات والمعدات I_5	متوسطة	0	1	0
المناخ I_6	سيء	1	0	0

وبتطبيق القواعد السابقة كما يلي :



يظهر لنا ان التغير الحاصل على الكلفة نتيجة تراكب العوامل كافة هو (0.4375 ، 0.5625 ، 0) اي بين المتوسط والسيء اقرب الى المتوسط والذي يقابل على مخطط الكلفة 22.48% من الكلفة الافتراضية في حال كانت جميع العوامل بافضل حالاتها .

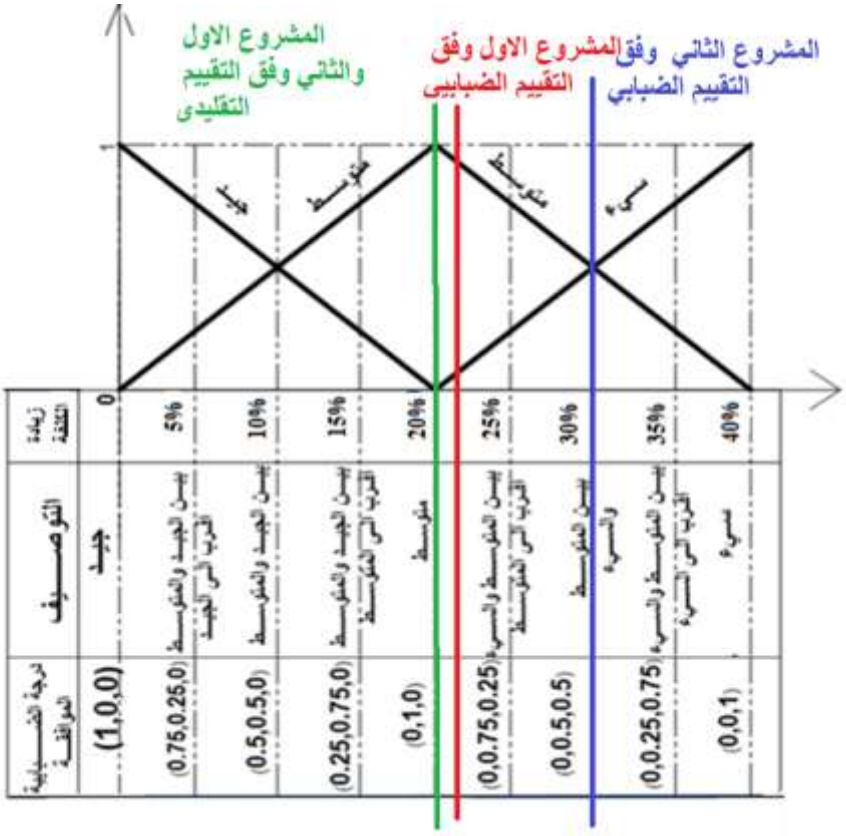
و من اجل بيان أهمية تخمين سعر صب البيتون لمشروع ما وفق المنطق الضبابي والانعكاس الايجابي لذلك عن تقييمه وفق المنطق التقليدي سيتم مقارنة تقييم مشروعين وفق المنطق التقليدي والضبابي كما يلي:

	تقييم كلفة الصب للمشروع الأول وفق :						تقييم كلفة الصب للمشروع الثاني وفق :					
	المنطق التقليدي			المنطق الضبابي			المنطق التقليدي			المنطق الضبابي		
	μ_3	μ_2	μ_1	μ_3	μ_2	μ_1	μ_3	μ_2	μ_1	μ_3	μ_2	μ_1
مؤشر I_1	0	1	0	0	0.6	0.4	0	0	1	0	0.45	0.55
مؤشر I_2	0	0	1	0	0.46	0.54	0	1	0	0	0.625	0
مؤشر I_{12}	0	1	0	0	0.784	0.216	0	1	0	0	0.625	0
مؤشر I_3	0	1	0	0.2	0.8	0	0	1	0	0.2	0.8	0
مؤشر I_{123}	0	1	0	0.2	0.8	0	0	1	0	0.5	0.5	0
مؤشر I_4	0	1	0	0	0.75	0.25	0	1	0	0	0.75	0.25
مؤشر I_{1234}	0	1	0	0.2	0.8	0	0	1	0	0.5	0.5	0
مؤشر I_5	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0

مؤشر I_{12345}	0	1	0	0.2	0.8	0	0	1	0	0.5	0.5	0
مؤشر I_6	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
مؤشر I_{123456}	0	1	0	0.2	0.8	0	0	1	0	0.5	0.5	0
مؤشر I_7	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
معيار الكلفة	0	1	0	0.2	0.8	0	0	1	0	0.5	0.5	0

نلاحظ من الجدول مايلي :

المشروعين اعطيا بالتقييم التقليدي نفس الزيادة في الكلفة على المتر المكعب وهي وفق التقييم الضبابي تعادل (0،1،0) أي زيادة متوسطة في الكلفة والتي تعادل 20% من التغير الكلي (مخطط) 7بينما بالتقييم الضبابي لاحظنا ان المشروع الاول اعطى زيادة بين المتوسط والكبير وأقرب الى المتوسط (0.2 ،0.8، 0)والذي يعطي نسبة زيادة بالكلفة تعادل 24% بينما المشروع الثاني اعطى زيادة بين المتوسط والكبير تماماً (0.5 ،0.5، 0) والتي تعطي نسبة زيادة 30%.



مخطط (7) شكل توضيحي للمثال حول الفرق بين نتائج التقييم الضبابي والتقليدي لمشروعين

تظهر الاهمية باستخدام المنطق الضبابي في مرحلة الاعداد لدراسة أسعار مشروع وتقييم سعر المتر المكعب ،فلو اننا قمنا بالتقييم التقليدي لتحديد سعر المتر المكعب للمشروعين فإن سعر المتر المكعب في المشروعين سيعطي زيادة بنسبة 20% بينما في الواقع احد المشاريع اعطى نسبة زيادة 24% وهي ان كانت قريبة للنسبة باستخدام التقييم

التقليدي الا ان المشروع الاخر اعطى زيادة 30% وهذا يعتبر بعيد عن التقييم الصحيح وقد يسبب خسارة كبيرة غير محسوبة في تقدير سعر البيتون.

الاستنتاجات والتوصيات:

مما سبق نلخص ان الدراسة قدمت صورة واضحة عن معظم العوامل المؤثرة في عملية الصب سواء كانت أساسية او فرعية او ذات تأثير بسيط او كبير وحساب بدقة تأثير كل عامل على كلفة صب المتر المكعب من البيتون وحساب تأثير كل العوامل مجتمعة والذي يقودنا الى دراسات أدق للكلف خاصة حيث تم تحليل البيانات اللفظية والتي تعتبر اساس المنطق الضبابي وتحويلها الى مؤشرات ليتم قياسها والخروج بنتائج ومخططات تحدد التوصيف الكمي (بالدرجات) والتوصيف الوصفي وتدرّج التأثير و التقييم الضبابي او العلامة الضبابية والذي يتم احتسابه بدرجة انتماءه الى كل من المجال الجيد والمتوسط والسيء

وهذه المخططات يمكن الاستفادة منها في مرحلة الاعداد لدراسة أي مشروع ومعرفة تأثير كل عامل مسبقاً لتفادي اي كلف غير محسوبة اثناء العمل و التحديد الدقيق للكلفة مسبقاً او حتى تقليل الكلفة من خلال تغير مواصفات العوامل ذات التأثير الكبير على الكلفة فمثلا بعد ان علمنا أن تأثير عامل مواصفات البيتون هو 32.5% وان احد العوامل الثانوية لمواصفات البيتون هو طريقة الصب المتبعة ، أمكننا تقليل الكلفة من خلال تغير طريقة الصب المتبعة مثلا .. او طريقة الجبل او النقل او حتى تغيير الكادر البشري الاقل كفاءة كون العامل البشري ذو تأثير كبير يصل الى 14.9% .وهنا ظهر الفرق بين المنطق التقليدي والضبابي عندما نقول أن المشروع الذي يطرأ على كلفته زيادة بنسبة بين 5% 15% نتيجة تأثير عامل الموقع انه مشروع تغييره بدرجة متوسطة دون تمييز وذلك تقليديا.وأما ضبابيا فالأمر مختلف باعتبار أن المنطق الضبابي يتيح لنا التدرج بتقييم درجة التغيير بالمشروع من التغيير بدرجة بين الخفيفة والمتوسطة ومرورا بالتغيير متوسط الدرجة وحتى التغيير الذي درجته بين المتوسط والشديد. الدراسة تعني كل الاطراف بدءاً من معدي الدراسة لتحديد الكلف الدقيقة قبل طرح المشروع للتنفيذ والجهة المالكة لتفادي المشاريع ذات الكلف العالية بمعرفة مواضع الضعف في المشروع واما استبدالها او تحسين ظروفها او الغاء المشروع برمته و تعني المتعهد المقدم على تقديم عرض سعر للمشروع.

فنتائج الدراسة كانت دقيقة وواضحة تجنب كافة أطراف المشروع أي مفاجئات او أي قرارات قد يضطرون لاتخاذها اثناء عملية الصب أو حتى تجنب المشاريع ذات الكلفة العالية جدا .

ملحق 1 المنطق الضبابي :

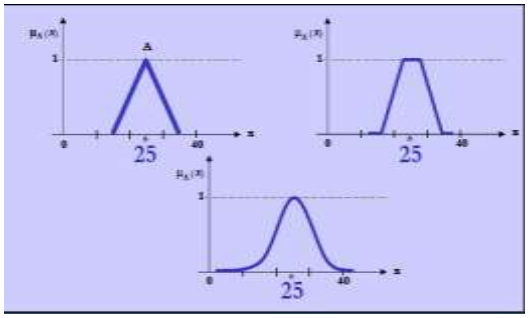
مفهوم المجموعة الضبابية انها تسمح لعنصر ما بالانتماء الجزئي ويرمز لدرجة عضوية عنصر x للمجموعة الضبابية A بـ :μA (x). والتي بإمكانها أن تتخذ قيما بين(0−1) [0,1]∈μA(x) ; A={(x,μA(x))/x∈ X}

دالة العضوية Membership Function

تستعمل دالة العضوية لتحديد كيفية انتماء أي عنصر من العناصر الى المجاميع الضبابية. يمكن استعمال أي شكل آخر يفي بالغرض كما في المخطط (8) أكثر الاشكال شيوعاً هي:

المثلثية ، شبة المنحرفة الغاوسية/ الجرسية

مخطط (8) ثلاث دالات عضوية



الملحق (2) : نظام الاستدلال الضبابي

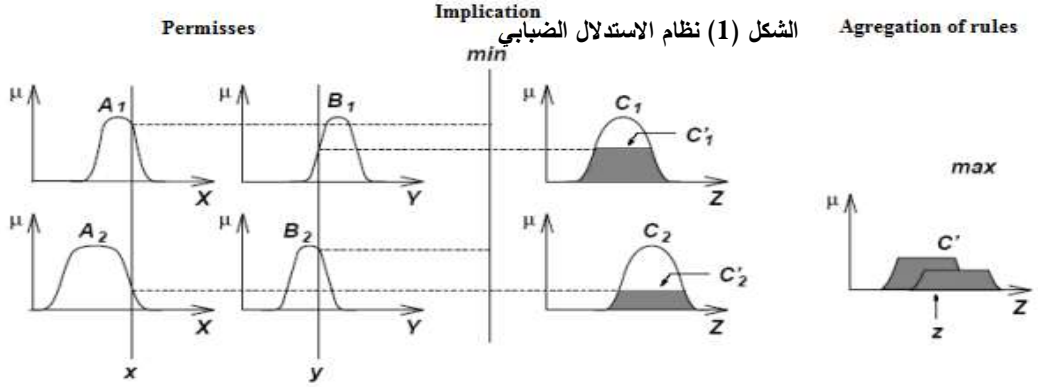
باعتبار أن عنصر ما سيتم تقييمه وفق المجموعتين الضبابيتين (A–B) :

بما أن المجموعة الضبابية (C) ناتجة عن تركيب المجموعتين الضبابيين (A×B) وفق القواعد التالية :

if (x is A) and (y is B) then (z is C)

فان للاستدلال على تقييم العنصر المذكور وفق المجموعة الضبابية C سيتم باستخدام نظام الاستدلال الضبابي (Zadeh LA– 2005) (Fuzzy inference systems) والذي يتكون من ثلاث مراحل رئيسية :

الشكل (1) نظام الاستدلال الضبابي



مقدمة الشرط لكل قاعدة **(Premises)** $\mu_{A_i B_j} = \mu_{A_i} \Lambda_1 \mu_{B_j}$ with i=1.2... et j=1.2..

نتيجة الشرط لكل قاعدة (Implication) $\mu_{A_i B_j C_k} = \mu_{A_i B_j} \Lambda_2' \mu_{C_k} = \left(\mu_{A_i} \Lambda_1 \mu_{B_j}\right) \Lambda_2' \mu_{C_k}$

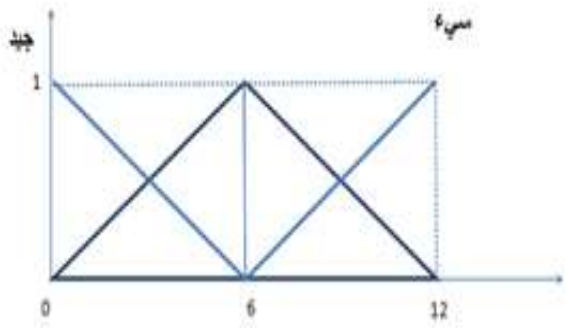
$i = 1,2... - j, k = 1,2...$

تجميع النتائج لجميع القواعد (Agregation of rules) $\mu_{C_k} = \perp_{i=1.,2,..,j=1.,2,..} \mu_{A_i B_j C_k}$ with k=1,.2,...

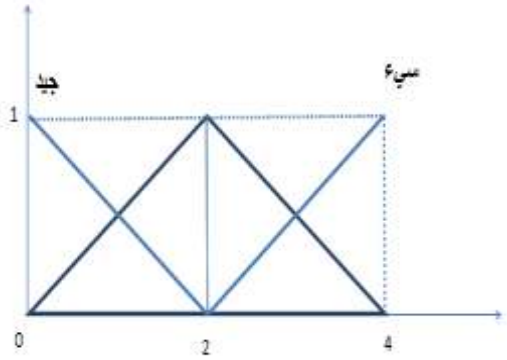
ملحق 3

مخطط(9) دالة العضوية لعامل الجهاز البشري

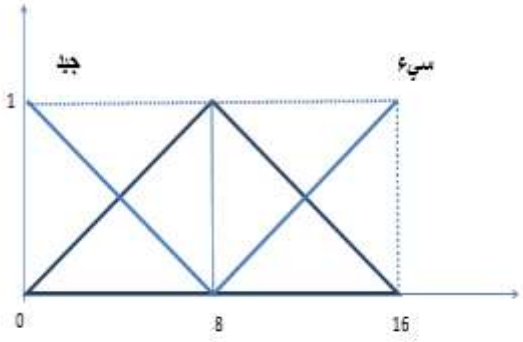
مخطط (10)دالة العضوية لعامل الأليات والمعدات



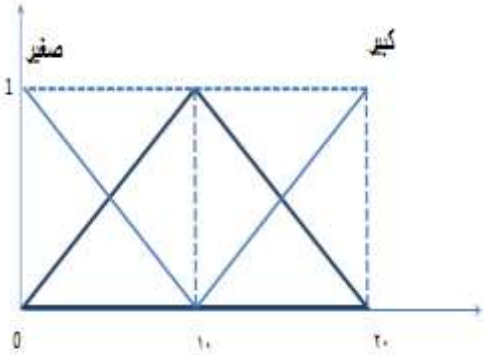
مخطط(11) دالة العضوية لعامل المواد



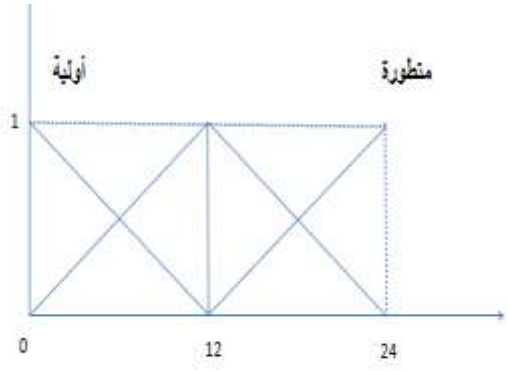
مخطط(12)دالة العضوية لعامل مواصفات البناء

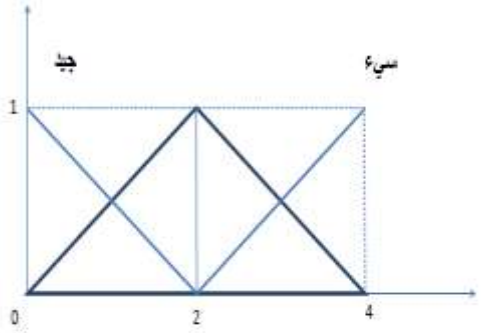


مخطط(13) دالة العضوية لعامل مواصفات البيتون

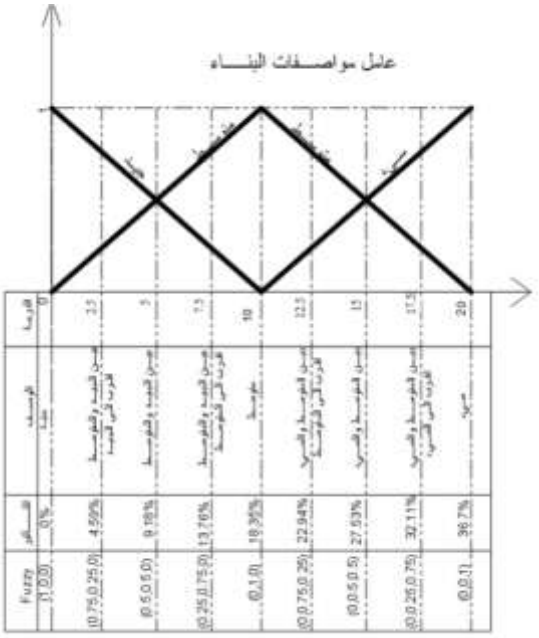


مخطط(14) دالة العضوية لعامل المناخ

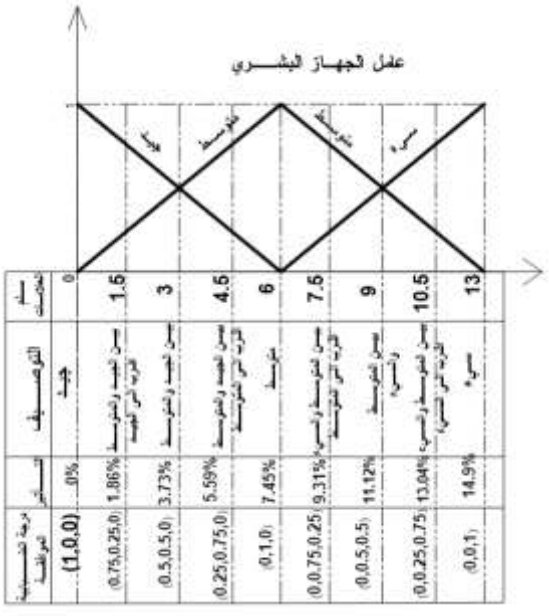




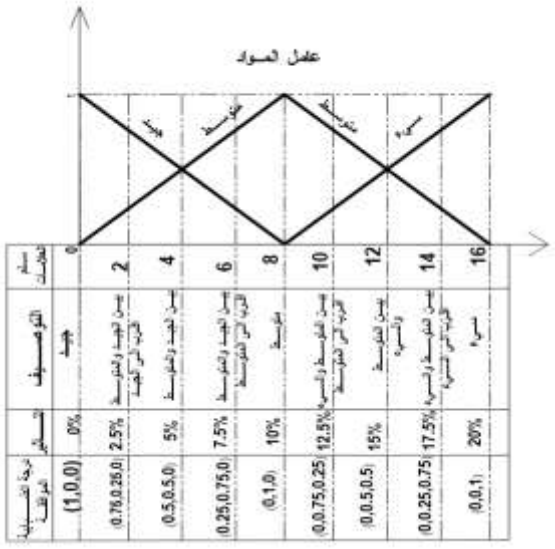
ملحق 4 مخططات التوصيف الكمي والوصفي والضبابي لتأثير كل عامل



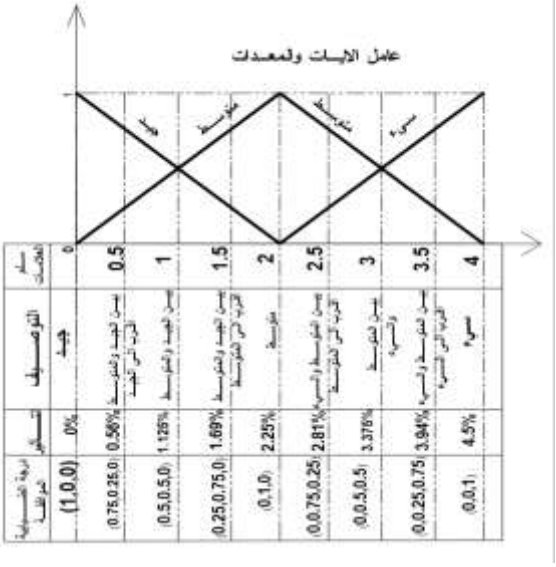
Fuzzy	التأثير	التوصيف	سلم التقييمات
(1,0,0)	0%	جيد	0
(0.75,0.25,0)	4.59%	جيد وضعيف قرب أقل الجيد	2.5
(0.5,0.5,0)	9.18%	جيد وضعيف	5
(0.25,0.75,0)	13.76%	جيد وضعيف قرب أقل المتوسط	7.5
(0,1,0)	18.35%	متوسط	10
(0.75,0.25)	22.94%	متوسط وجيد قرب أقل الجيد	12.5
(0.5,0.5)	27.53%	متوسط وجيد	15
(0.25,0.75)	32.11%	متوسط وجيد قرب أقل الجيد	17.5
(0,0,1)	36.7%	سيء	20



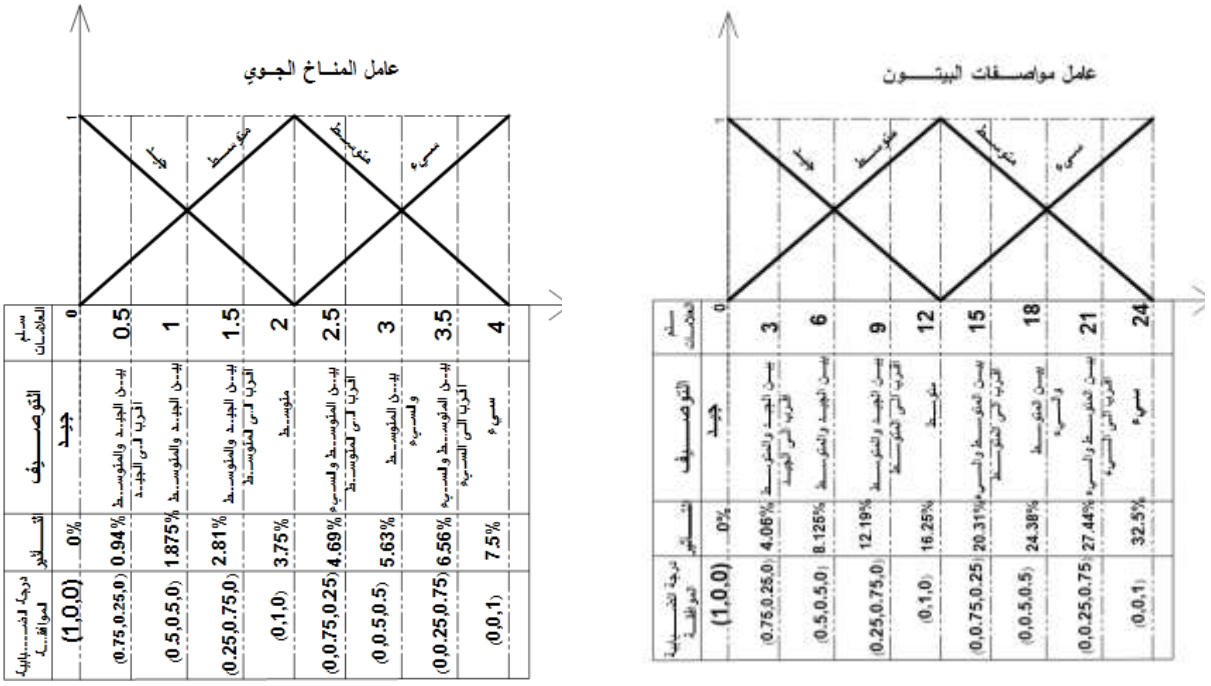
درجة تحقيق المواصفة	التأثير	التوصيف	سلم التقييمات
(1,0,0)	0%	جيد	0
(0.75,0.25,0)	1.86%	جيد وضعيف قرب أقل الجيد	1.5
(0.5,0.5,0)	3.73%	جيد وضعيف	3
(0.25,0.75,0)	5.59%	جيد وضعيف قرب أقل المتوسط	4.5
(0,1,0)	7.45%	متوسط	6
(0.75,0.25)	9.31%	متوسط وجيد قرب أقل المتوسط	7.5
(0.5,0.5)	11.12%	متوسط وجيد	9
(0.25,0.75)	13.04%	متوسط وجيد قرب أقل السيء	10.5
(0,0,1)	14.9%	سيء	13



درجة تحقيق المواصفة	التأثير	التوصيف	سلم التقييمات
(1,0,0)	0%	جيد	0
(0.75,0.25,0)	2.5%	جيد وضعيف قرب أقل الجيد	2
(0.5,0.5,0)	5%	جيد وضعيف	4
(0.25,0.75,0)	7.5%	جيد وضعيف قرب أقل المتوسط	6
(0,1,0)	10%	متوسط	8
(0.75,0.25)	12.5%	متوسط وجيد قرب أقل المتوسط	10
(0.5,0.5)	15%	متوسط وجيد	12
(0.25,0.75)	17.5%	متوسط وجيد قرب أقل السيء	14
(0,0,1)	20%	سيء	16



درجة تحقيق المواصفة	التأثير	التوصيف	سلم التقييمات
(1,0,0)	0%	جيد	0
(0.75,0.25,0)	0.56%	جيد وضعيف قرب أقل الجيد	0.5
(0.5,0.5,0)	1.125%	جيد وضعيف	1
(0.25,0.75,0)	1.69%	جيد وضعيف قرب أقل المتوسط	1.5
(0,1,0)	2.25%	متوسط	2
(0.75,0.25)	2.81%	متوسط وجيد قرب أقل المتوسط	2.5
(0.5,0.5)	3.376%	متوسط وجيد	3
(0.25,0.75)	3.94%	متوسط وجيد قرب أقل السيء	3.5
(0,0,1)	4.5%	سيء	4



المراجع:

[1]ZADEH,L,A. *Fuzzy sets. Information and Control*, vol. 8, no.3, pp. 338-353, June 1965.

[2]ZADEH,L,A .*Fuzzy Set,Fuzzy Logic,and Fuzzy Systems* Selected Papers Edited by George J Klir, Bo Yoan

[3]GHANNAM, M,T;SABBAGH,A;ALI,T,H. *Astudy of fuzzy variables and fuzzy multible regression*. Journal of Administrative and Economic Sciences Faculty of Management and Economic/University of Tikrit/Volume5Issue14.2009

[4]NASSA,V.K;YADAY.S.K *Project Management Efficiency –A Fuzzy Logic Approach* .International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT),Vol.1,Issue3, February 2012

[5]DUNLOP.P ;SMITH.S *'A Non-Deterministic Investigation of the Concrete Placing System'* In:, 8th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Brigthon, UK, 17-19 Jul 2000.

[6]DUNLOP.P ;SMITH.S *STOCHASTICMODELLING OF CONCRETE OPERATIONS:* Akintoye, A (Ed.), *16th Annual ARCOM Conference*, 6-8 September 2000, Glasgow Caledonian University. Association of Researchers in Construction Management, Vol. 2, 483-91.

[7]TAREK. M. ZAYED ; IBRAHIM A. NOSAIR *Cost management for concrete batch plant using stochastic mathematical models*,Can. J. Civ. Eng. 2006 Vol33: 1065–1074

[8]L.DARREN GRAHAM; SIMON D.SMITH *Improving the simulation of concreting operations with a Case-Base Reasoning Input*, Journal Civil Engineering and Environmental Systems Volume 21, 2004 - Issue 2 Pages 137-150

[9]LOPEZ.U.S.J;ALDAMIZ.C.L;TOMAS .A.E. *Automatic construction of Fuzzy Inference Systems for computerized clinical guidelines and protocols* ,Applied Soft Computing Volume 26, January 2015, Pages 257-269

[10] March2018"https://www.tutorialspoint.com/fuzzy_logic/fuzzy_logic_inference_system.htm"

[11] March2018"https://www.massey.ac.nz/~nhreyes/MASSEY/159741/Lectures/Lec2012-3-159741-FuzzyLogic-v.2.pdf"

[12] October 2018. How to Estimate Concrete Costs.BY JUAN RODRIGUEZ Updated 08, https://www.thebalancesmb.com/factors-that-might-affect-estimates-and-concrete-pricing-844540

[13] Darren Graham , Simon D. Smith and Iris D. Tommelein.COST OF CONCRETE PLACEMENT FOR CONTRACTORS 21st Annual ARCOM Conference, 7-9 September 2005, SOAS, University of London. Association of Researchers in Construction Management, Vol. 2, 993-1003.

[14] Joun.S :Estimator's General Construction Man hour Manual, published by the Gulf Publishing Company of Houston, Texsas. May 01, 1962