تحري العوامل المؤثرة على التخمين الاولي للكلف وتحليل العلاقة بينها باستخدام عملية التحليل الهرمي

د. أحمد محمد رؤوف محجوب
مدرس
جامعة بغداد/ كلية الهندسة

د. مرفت رزاق ولي
مدرس
جامعة بغداد/كلية الهندسة

هبه اكرم عطية
مدرس مساعد
الجامعة العراقية / كلية الهندسة

الخلاصة

تعتبر عملية تخمين الكلف واحدة من اهم الواجبات في ادارة المشاريع الانشائية حيث ان التخمين الدقيق لكلف الانشاء يؤثر على نجاح وجودة المشاريع الانشائية. ويعتبر التخمين الاولي مرحلة مهمة جدا لفريق المشروع لأنه يمثل أحد العناصر الرئيسية للمشروع، حيث أنه يساعد في صياغة أساس لاستراتيجيات وخطط التنفيذ للبناء والهندسة.

التخمين الاولي ، والذي يتم في مرحلة مبكرة، يقدر تكاليف البناء اعتمادا على الحد الأدنى لتفاصيل المشروع بحيث يعطي مؤشرا لمرحلة التصاميم الأولية للمشروع. يدرس هذا البحث العوامل التي تؤثر على التخمين الاولي للكلف فضلا عن العلاقة بين هذه العوامل باستخدام طريقة برنامج عملية التحليل الهرمي (AHP). تم استخراج الاستنتاجات والتوصيات النهائية لتحسين دقة التخمين الاولي في ادارة المشاريع.

الكلمات الرئيسية: - الكلفة ، التخمين، العوامل المؤثرة، عملية التحليل الهرمي

Exploring the Factors Affecting the Elemental Cost Estimation with Relationship Analysis Using AHP

Dr. Ahmed Mohammed Raoof Mahjoob
Instructor
Engineering College-Baghdad university
Mrahmed.civil@yahoo.com

Dr. Mervat Raziq Wali
Instructor
Engineering College-Baghdad university
Meervat 3@yahoo.com

Hiba Akram Atyah
Asst. Instructor
Engineering College-The Iraqi university
Hiba akrm @yahoo.com

ABSTRACT

Cost estimation is considered one of the important tasks in the construction projects management. The precise estimation of the construction cost affect on the success and quality of a construction project. Elemental estimation is considered a very important stage to the project team because it represents one of the key project elements. It helps in formulating the basis to strategies and execution plans for construction and engineering.

Elemental estimation, which in the early stage, estimates the construction costs depending on minimum details of the project so that it gives an indication for the initial design stage of a project. This paper studies the factors that affect the elemental cost estimation as well as the relation between these factors using Analytic Hierarchy Process (AHP) method. Final conclusions and recommendations were extracted for better elemental estimation accuracy in project management.

Key Words: - cost, estimation, affecting factors, AHP

المقدمة: –

تعتبر عملية التخمين الاولي للكلف ،التي تسبق عملية تقديم العطاءات، نقطة حاسمة في عملية التصميم والبناء. و تحدث هذه العملية في وقت مبكر بعد الاتصال الأولي مع صاحب العمل ، أو كجزء من عملية دراسة الجدوى أو بعد أول تصميم تصويري للمشروع يمثل الفكرة المطلوبة من قبل صاحب العمل.

تعتبر هذه المرحلة مهمة لأنها تحدد معايير التكلفة التي يجب أن تتفق مع التصميم المطلوب. فإذا كانت هذه المعايير غير صحيحة فان تقدير التكلفة قد يتجاوز الميزانية في مراحل لاحقة من مراحل المشروع إذا تم اكتشاف أن بعض عناصر التصميم اللازمة مفقودة في تقديرات المرحلة الاولية. اما المبالغة في تقدير التكلفة في مرحلة الاولية فإن هذا قد يعني أن المشروع قد لا يمضي قدما (Raisbeck and Aibinu 2010).

عادة يتم العمل على التخمين الاولي في مراحل التخطيط الأولى من المشروع المقترح لتتناسب مع احتياجات العملاء ومتطلبات البرامج المقررة، والقيود المفروضة على الميزانية من أجل تأسيس اطار وتوقعات جودة المشروع. تستخدم مقارنات التخمين في هذه المرحلة في تقييم جدوى البدائل الاستراتيجية التي يجري النظر فيها لتلبية متطلبات المساحة الحالية والمتوقعة (مثل، البناء الجديد مقابل التجديد، أو الإيجار) .

ان نجاح وجودة المشروع يعتمد على التخمين الدقيق للكلف حيث ان هذا التخمين هو أفضل مصدر للمعلومات حول اتخاذ قرار بشأن سعر لمشروع و يساعد على تخطيط وتنظيم عملية البناء بشكل صحيح. وعليه يجب ان تكون العوامل المؤثرة في اعداد هذا التخمين معرفة بشكل كامل للحصول على الدقة المطلوبة وتجنب الاخطاء التي قد تؤدي في بعض الاحيان الى فشل المشروع.

الدراسات السابقة: –

سوف يتم في هذا الجزء استعراض الدراسات والبحوث السابقة التي تناولت موضوع التخمين الاولي للكلف والتي تنوعت بين تحليل التخمين ل 181 مشروعا في سنغافورة حيث وجد الباحثون الغالبية العظمى من العوامل أثرت على دقة التخمين (Gunner. and Skitmore1999). وفي دراسة اخرى قام (Ling and Boo 2001) باستخدام بيانات من 42 مشروعا في سنغافورة وجدت نتائج مشابهة للدراسة الاولى. اما (Skitmore. and Picken 2000) درس تأثير أربعة عوامل مستقلة (نوع البناء، وحجم المشروع، قطاع المشاريع والسنة) على دقة التخمين واختبر الباحثان العوامل الأربعة باستخدام بيانات من 217 مشروعا في الولايات المتحدة الأمريكية . وفي دراسة اخرى قام (Oberlender and Trost 2001) بتحديد 45 عاملا من العوامل التي تسهم في دقة التخمين في المرحلة المبكرة

أهداف البحث: –

ان دقة تخمين التكاليف في وقت مبكر لمشاريع الهندسة والبناء مهمة لصاحب العمل وفريق المشروع للغاية. بالنسبة لصاحب العمل فان تخمين التكاليف المبكر أمر حيوي لاتخاذ قرارات الأعمال التي قد تشمل استراتيجيات الاستثمار، دراسة مشروع محتمل، و الموارد لتطوير مزيد من المشاريع. ان التخمين الأولي غير الدقيق يمكن أن يؤدي إلى إهدار الفرص، وضياع جهود التنمية ، وخفض العوائد المتوقعة. اما بالنسبة لفريق المشروع فغالبا ما يتم قياس الأداء ونجاح المشروع ككل من خلال مقدار التكلفة الفعلية مقارنة مع التكلفة التخمينية في وقت مبكر. غالبا ما يتوقع أن تتفق التخمين الأولي مع (أي تكون مساوية أو أقل من) التكلفة المستقبلية ،ومع ذلك، غالبا ما تتجاوز التكلفة النهائية التقديرات الأولية. وفي كثير من الأحيان ،هنالك تباين كبير عند المقارنة بين أهمية التخمين الأولي مع كمية المعلومات المتاحة عادة أثناء إعداد التخمين الاولي. وعليه فان هذا البحث يهدف الى ايجاد العوامل المؤثرة على التخمين الاولي للكلف وتحليل العلاقة بين هذه العناصر.

تعريف التخمين الاولي للكلف: –

اصبح من المهم في هذه المرحلة من البحث ان يكون هنالك تعريف واضح لمصطلح (التخمين الاولي للكلف). حيث ان كثير من البحوث تشير الى هذا المصطلح بـ (تقديرات أولية أو المفهومية، تخمين مبكر و تخمين التمويل الكامل). وبعد الكثير من النقاش والمداولة، خلص فريق البحث إلى أن كل شركة ومؤسسة لديها مجموعة من التعاريف والتسميات، بخصوص التخمين الأولي يتوافق مع التمويل الكامل في مراحل مختلفة من المشروع. فقد قدم (Serpell 2005) تعريفا لمرحلة التخمين المبكر للكلف على انه "التنبؤ من تكلفة المشروع خلال طور التخطيط التصميم".

اما (Oberlender and Trost 2001) فقد عرفا التخمين في وقت مبكر على انه " أي تقدير أعد من بداية المشروع وبما يصل إلى الموافقة على التمويل". اما (Oberlender 2000) فقد عرف التخمين المبكر بانه " التقدير الذي تم إعداده بعد دراسة وحدة العمل ولكن قبل الانتهاء من التصميم التفصيلي". وقد بين (Oberlender 2000) ان هنالك منظمات مختلفة قد عرفت تصنيفات لتخمين التكاليف. وكمثالين لهذه المنظمات تصنيف تخمين التكاليف من قبل الجمعية الدولية المتقدمة للتكلفة الهندسية (International Association for Advancement of Cost Engineering AACE) كما مبين في الشكل (1) ومعهد الصناعة الانشائية (Construction Industry Institute CII) وهو موضح في الشكل (2). بشكل عام، يتم تعريف التخمين الاولي على انه التخمين الذي أعد قبل الانتهاء من الأعمال الهندسية التفصيلية. وينطبق هذا التعريف على الدرجة 5، الدرجة 4، والدرجة الأولى 3 لتصنيف (AACE) الدولية. وينطبق هذا التعريف أيضا على (order–of–magnitude) ايضا على (factored estimates) الموصوفة في المنشورات (CII).

منهجية البحث : –

لغرض الوصول الى الاهداف المرجوة ، فقد تم تقسيم منهجية البحث الى ثلاثة اجزاء رئيسية

اولا : جمع وتصنيف العوامل المؤثرة على التخمين الاولي للكلف

تم انجاز هذا الجزء من خلال مراجعة البحوث والدراسات السابقة للتعرف على اهم العوامل المؤثرة التي تم جمعها من قبل الباحثين وتصنيفها الى مجموعات بحسب العلاقة بينها. فقد تم جمع (50) عاملا مختلفا من البحوث لكل من (Oberlender and Trost 2001), (Gunner and Skitmore1999), (Ling and Boo 2001), (Skitmore. and Picken 2000) و(Bhattad and Jain 2015) . ومن ثم تم تصنيفها الى اربعة محاور اساسية

ثانيا: أيجاد الاهمية النسبية لكل عامل

ولغرض انجاز هذا الجزء فقد تم اجراء استبيان مغلق يتضمن العوامل التي تم جمعها لغرض ايجاد الاهمية النسبية لكل عامل. تم اعتماد وزن افتراضي لكل عامل على مقياس اهمية ليكرت الخماسي الذي يتكون (1– 5)، وتم ايجاد الاهمية النسبية لكل عامل باستخدام المعادلة الاتية:

$$RI = \frac{\sum(fi * W)}{N}$$

حيث ان: –

RI= الاهمية النسبية لكل عامل

W= درجة تقيم الاجابة لفقرة الاستبيان (1– 5)

fi= تكرار الاجابة لفقرة الاستبيان

N= حجم عينة الاستبيان

شملت عينة الاستبيان (35) مهندسا من ذوي الخبرة ومن مختلف الاختصاصات. وبعد اجراء التحليل الاحصائي تم ايجاد الاهمية النسبية (RI) لكل عامل ضمن المحاور الرئيسية الاربعة ومن ثم اعادة ترتيب العوامل تنازليا ضمن كل فقرة. بعد الانتهاء من ترتيب العوامل المؤثرة تنازليا تم استبعاد العوامل التي حصلت على اهمية نسبية اقل من المتوسط (3) وكانت المحصلة النهائية الحصول على (38) عاملا مؤثرا على التخمين الاولي لكلف المشاريع الانشائية وكما مبين في الجدول (1).

ثالثا أجراء عملية التحليل الهرمي

تعد عملية التحليل الهرمي (AHP) إحدى الأساليب المعتمدة في اتخاذ القرارات التي تعتمد (Multi Attribute Decision Method –MADM) وفق معايير متعددة. ويمكن من خلالها وصف شكل تحديد المعايير الاساسية والمفاضلة بينها بوصفها مشكلة اتخاذ قرار متعدد المعايير. وبصفة عامة توجد خطوات اساسية لاستخدام هذا التحليل وهي :-

1- تعريف المشكلة والمعايير المؤثرة عليها وبدائلها المقترحة.

2- وجود مقارنة ثنائية بين المعايير الاساسية والمعايير الفرعية مع بعضها البعض وذلك بإيجاد وزنها نسبة للهدف.

3- اخذ رأي من الخبراء من خلال تحديدهم للأهمية النسبية الموضحة في الجدول(2) واخذ المتوسط الهندسي لكل مقارنة بين معياريين.

4- اجراء التحقق من نسبة الاتساق والتي يجب ان لا تزيد عن 10%.

5- ترتيب المعايير فيما بينها من خلال استخدام اوزان المعايير .

لغرض اجراء عملية التحليل الهرمي تم اجراء استبيان ثاني، تم فيه توزيع استمارة الاستبيان على مجموعة من الخبراء (33 مستبين) من اجل التعرف على مؤشر الأهمية لكافة العوامل قيد الدراسة, وفيما يلي اهم مراحل استخدام نظرية التحليل الهرمي للحالة التطبيقية :

المرحلة الاولى:- مرحلة تكوين الهرم الذي يضم الهدف الاساسي من التحليل مع تحديد اهم العوامل المؤثرة على ذلك الهدف وتحديد استمارة الاستبيان الخاصة بالتحليل الهرمي .ونتيجة للآراء والاجوبة الموجودة في الاستبيان تم الحصول على الشكل الهرمي المطلوب لاختيار العوامل الرئيسية في عملية التحليل.

المستوى الاول: الهدف المتمثل في اختيار العوامل المؤثرة على كلف التخمين المبكر للمشاريع الانشائية.

المستوى الثاني: المحاور الاساسية المؤثرة على كلف التخمين المبكر للمشاريع الانشائية.

المستوى الثالث: المعايير وهي المستخلصة من المحاور الاساسية المؤثرة في المستوى الثاني.

تم اعتماد تصنيف المحاور الاساسية المؤثرة على كلف التخمين المبكر للمشاريع الانشائية المبينة في الجدول رقم (1) وكما يلي:

1-العوامل المؤثرة في كيفية أعداد التخمين

2- تأثير المعلومات المتوفره عن المشروع على التخمين المبكر للكلف

3- تأثير العوامل التي تؤخذ في الاعتبار عند اعداد التقديرات على التخمين المبكر للكلف.

4- تأثير المشتركين في أعداد التخمين على التخمين المبكر للكلف.

قام فريق البحث بتطبيق نموذج التحليل الهرمي باستخدام برنامج Super Decision من خلال (WWW. Super Decision.com) لاستخدام نموذج المقارنة الثنائية النسبية لمعرفة الاهمية الخاصة بكل عنصر في كل مستوى.. وتمت هيكلة النموذج من خلال البرنامج بما يلي:

1-تكوين الشكل الهرمي من خلال تحليل المشكلة الى عناصر

2-جمع بيانات المسح الخاصة بالمقارنات الثنائية من خلال ايجاد الوسط الهندسي لكافة القيم وادخالها في المقارنات الثنائية بالبرنامج,

3-يقوم البرنامج بعمل المصفوفة وحساب قيمة ايجن لحساب الاولويات من المصفوفة الناتجة والتحقق من نسبة االاتساق المطلوبة لنجاح المقارنة الثنائية ،بمعنى عدم وجود تناقض في اراء عينة الاستبيان وهذه النسبة يجب ان لا تتعدى 10%.

وبعد اكمال هذه الاجراءات تم الحصول على النتائج التالية:

- الشكل الهرمي للتحليل الشبكي وكما مبين في الشكل رقم (3)
- المقارنات الثنائية بين المحاور الرئيسية الاربعة والهدف الرئيسي وكما مبين في الشكل رقم (4)
- المقارنات الثنائية بين المعايير الموجودة في هذه المحاور والهدف وكما مبين في الشكل رقم (5)
- مصفوفة المعايير المتعددة : حيث تم تقييم وحساب وتحليل الأولويات التي تبين العلاقة بين العوامل وذلك من اجل تحديد أهميتها النسبية إلى الهدف وكما مبين في الشكل رقم (6).
- مصفوفة المعايير الثانوية : حيث تم تقييم وحساب وتحليل الأولويات التي تبين العلاقة بين المعايير الخاصة بكل عامل على حدا وذلك من اجل تحديد أهميتها النسبية إلى الهدف وكما مبين في الشكل رقم (7) للمحور الاول كنموذج عام .
- نتائج المسح الخاص بالمقارنات الثنائية للعوامل الرئيسية واستعراض للأوليات الخاصة بها وكما مبين في الشكل رقم (8)
- الاولويات النهائية لكافة المعايير الموجودة في المحاور الرئيسية الاربعة وكما مبين في الشكل رقم (9)

مناقشة النتائج: -

بعد اكمال نتائج عملية التحليل الهرمي... توصل فريق البحث الى النقاط التالية :-

1. إن نتائج مقارنة الأهمية النسبية لمعرفة العوامل المؤثرة في التخمين المبكر تعتمد بصورة اكبر على العوامل المؤثرة على كيفية اعداد التخمين حيث بلغت مقدار اهميتها 52.25% تليها العوامل التي تؤخذ بالاعتبار عند اعداد التقديرات على التخمين المبكر وبلغت اهميتها بحدود 25,8% .اما تاثير المعلومات المتوفرة عن المشروع فبلغت اهميتها بحدود 14.95%. اما عامل تاثير المشتركين في اعداد التخمين فقد بلغت اهميته بحدود 6.97% وهي اهمية ضئيلة لاتتجاوز 13.35% من الاهمية الكلية ويعتقد الباحثان ان هذه الاهمية مناسبة لهذا المعيار الرئيسي لانه اغلب المشاركين في عمليات التخمين هم من المهندسين والمختصين بعمليات التخمين.النتائج موضحة في الجدول (3) .
2. اتفقت أغلبية أراء أفراد العينة المعتمدة في الاستبيان على ان العوامل المؤثرة على كيفية اعداد التخمين تحتل اهمية عالية ووضحت العينة ان الاجراء القياسي لتحديد المعلومات والطريقة القياسية المستخدمة في اعداد التقديرات تشكلان اهمية كبيرة في هذا المحور وحازت كل منهما على اهمية مقدارها 26.98% و 22.25% على التوالي .. اما باقي المعايير الفرعية فقد تقاسمت الاهمية فيما بينها وكما موضحة في االجدول(5) .

3. وبخصوص العوامل التي تؤخذ بالاعتبار عند اعداد التقديرات على التخمين المبكر الإنشاء التي جاءت بالمركز الثاني نظرا لاهميتها .فقد اتفقت العينة ان الخدمات اللوجستية للهندسة والانشاءات لها اهميه كبيرة بحدود 32.38% تليها العوامل المالية التي كانت اهميتها بحدود 18.13% تليها القوة العاملة بحدود 12.23% وتستمر باقي المعايير الثانوية تساوية في الاهمية وكما مبينة في الجدول(5).
4. واتضح من خلال إجابات أفراد العينة إن محور تاثير المعلومات المتوفرة عن المشروع جاء في الاهمية الثالثة وتحديد استراتيجية المشروع والتقييم البيئي لهما اهمية كبرى في هذا المحور وبنسب مقدارها 24.05% و20.35% على التوالي تليها التكنولوجيا المستخدمة وباهمية مقدارها 14.5% لتتساوى المعايير الثانوية الاخرى بالاهمية وكما موضحة في الجدول(6) .
5. اما المحور الاخير الذي حار على اهمية ضئيلة بحدود 6.97% من الاهمية الكلية الخاص بتاثير المشتركين في اعداد التخمين. فقد بينت النتائج في الجدول(7) ان الخبرة السابقة لفريق التخمين لها اهمية كبيرة تعادل 32.68% تليها اهمية الغرض من اعداد التخمين وبنسبة 20.16% ويتساوى المعيارين الفرعيين الخاص بتاثير الاطراف الاخرى وتكامل وانسجام فريق التخمين باهمية مقاربة الى 12.5% تقريبا لكل منهما.وتتدرج الاهمية الاخرى لباقي المعايير الثانوية من مراجعة وقبول التخمين بنسبة 9.15% الى اقل اهمية للمعيار الخاص بوجهة النظر حيال التغييرات الذي اعطته العينة مقدار اهمية 2.1% تقريبا.

الاستنتاجات

1- تبين لفريق البحث من خلال مقابلات العينة و نتائج البحث إن أسلوب التحليل الهرمي AHP هو من الأساليب المهمة في تقدير العوامل المؤثرة في عملية التخمين المبكر وذلك من خلال إجراء المقارنات الزوجية بين هذه المحاور الرئيسية المؤثرة.
2- عدم وجود دراسات محلية حديثة تسعى لتحقيق المتطلبات المؤثرة الحقيقية على عملية التخمين المبكر ، على الرغم من اهميتها الحقيقية في تخمين الكلفة والوقت.
3- التأكيد على الاهتمام بالعوامل التي حصلت درجة اهمية عالية عند اجراء التخمين الاولي للكلف من خلال نشر نتائج هذا البحث كواقع حال لقطاع الانشاء العراقي.
4- ضرورة مواكبة ادوات التحليل الادارية الحديثة وخاصة تقنية التحليل الهرمي AHP والتحليل الشبكي ANP , للاستفادة منها في ومساعدة متخذي القرار والباحثين في مجال التحليل الاداري.

REFERENCES

- Bhattad Parag R. and Jain R. K. 2015) "An Assessment of Factors Affecting the Accuracy of an Early Cost Estimate for Repetitive Projects" International Journal of Science and Research, Volume 4 Issue 4, April.

- Gunner, J. and Skitmore, M. (1999) "Comparative analysis of pre-bid forecasting of building prices based on Singapore data ". Construction Management and Economics **17**, 635- 646.

- Ling, Y. Y. and Boo, J. H. S. (2001) "Improving the accuracy of approximate estimates of building estimates". Building Research and Information, **29**(4), 312-318.

- Oberlender Garold D. (2000) "PROJECT MANAGEMENT FOR ENGINEERING AND CONSTRUCTION" McGraw -Hill Higher Education, second Edition.

- Oberlender Garold D. and Steven M. Trost, (2001) "PREDICTING ACCURACY OF EARLY COST ESTIMATES BASED ON ESTIMATE QUALITY" Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 127, No. 3, May/June, ASCE.

- Raisbeck, P and Aibinu, A A (2010) "Early stage cost estimation and the relationship of architects to quantity surveyors". In: Egbu, C. (Ed) Procs 26th Annual ARCOM Conference, 6-8 September 2010, Leeds, UK, Association of Researchers in Construction Management, 53-61.

- Serpell, A. F. (2005) "Improving conceptual cost estimating performance". AACE International Transactions EST.13: EST.13.1-13.6.

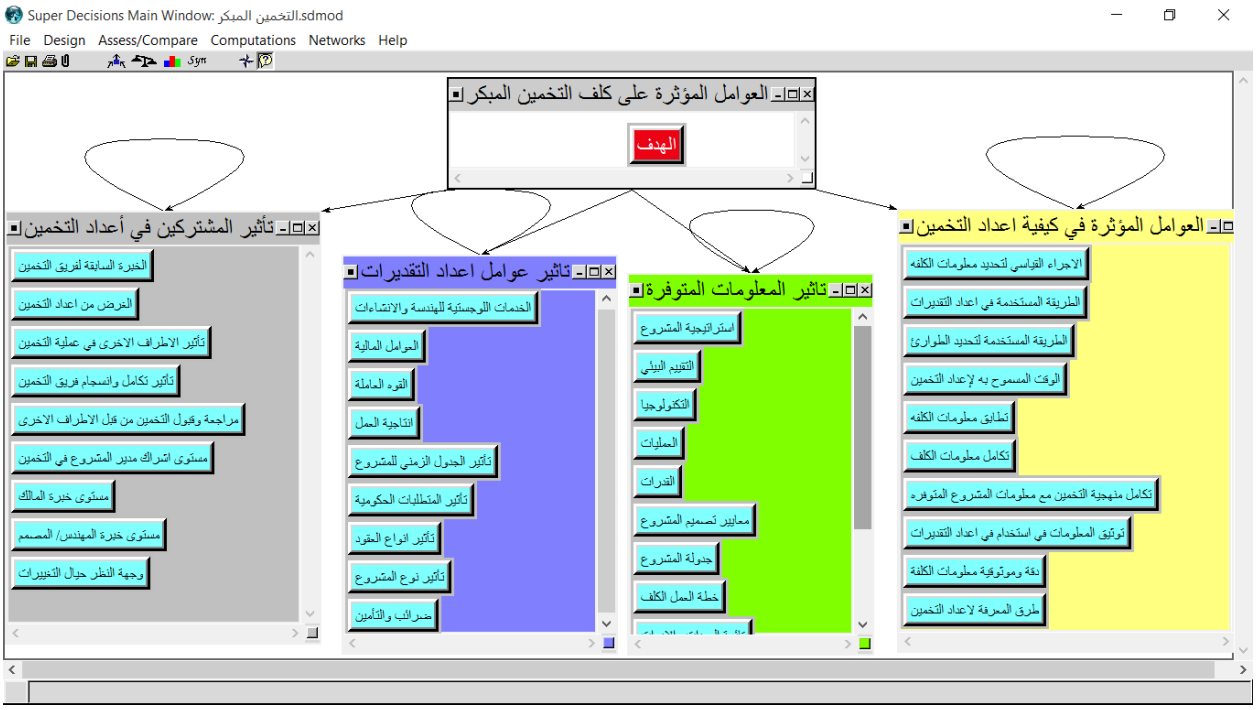
- Skitmore, R. M. and Picken, D. (2000) "The accuracy of pre-tender building price forecasts: an analysis of USA data". Australian Institute of Quantity Surveyors Refereed Journal, **4**(1), 33 -39.

Estimate class	Level of project definition	End usage (Typical purpose of estimate)	Expected accuracy range
Class 5	0% to 2%	Concept Screening	−50% to 100%
Class 4	1% to 5%	Study or Feasibility	−30% to +50%
Class 3	10% to 40%	Budget, Authorization, or Control	−20% to +30%
Class 2	30% to 70%	Control or Bid/Tender	−15% to +20%
Class 1	50% to 100%	Check Estimate or Bid/Tender	−10% to +15%

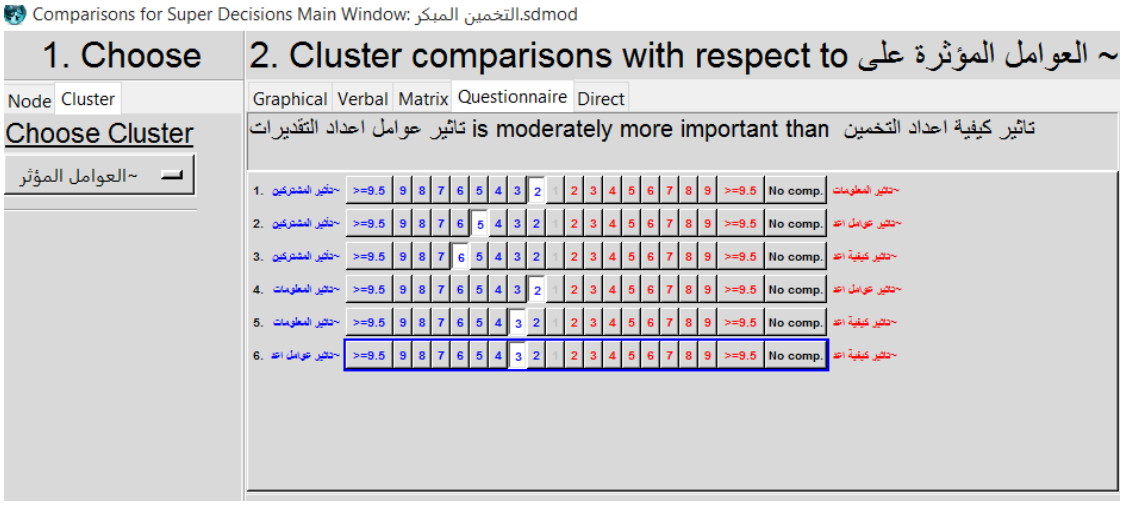
شكل (1) تصنيف تخمين التكاليف من قبل الجمعية الدولية المتقدمة للتكلفة الهندسية (AACE)

Estimate class	Percent range	Description/methodology
Order-of-Magnitude	+/−30 to 50%	Feasibility study—cost/capacity curves
Factored Estimate	+/−25 to 30%	Major equipment—factors applied for costs
Control Estimate	+/−10 to 15%	Quantities from mech/elect/civil drawings
Detailed or Definitive	+/−<10%	Based on detailed drawings

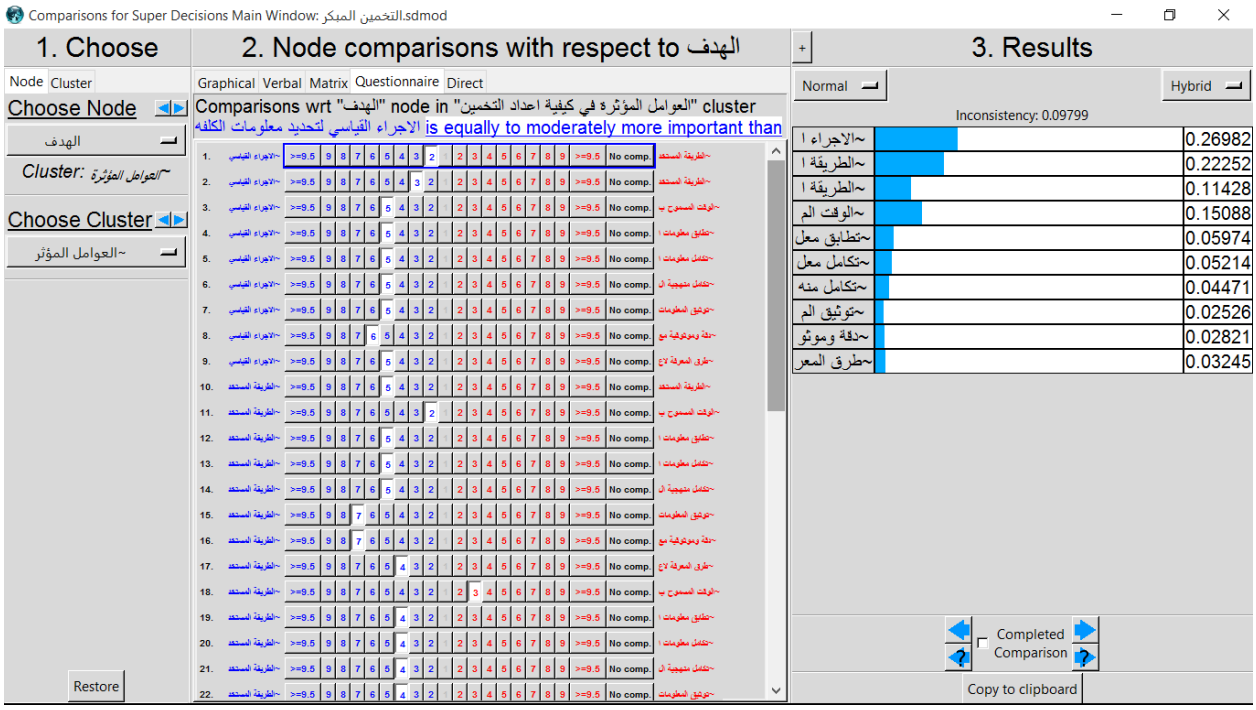
شكل (2) تصنيف تخمين التكاليف من قبل معهد الصناعة الانشائية (CII)



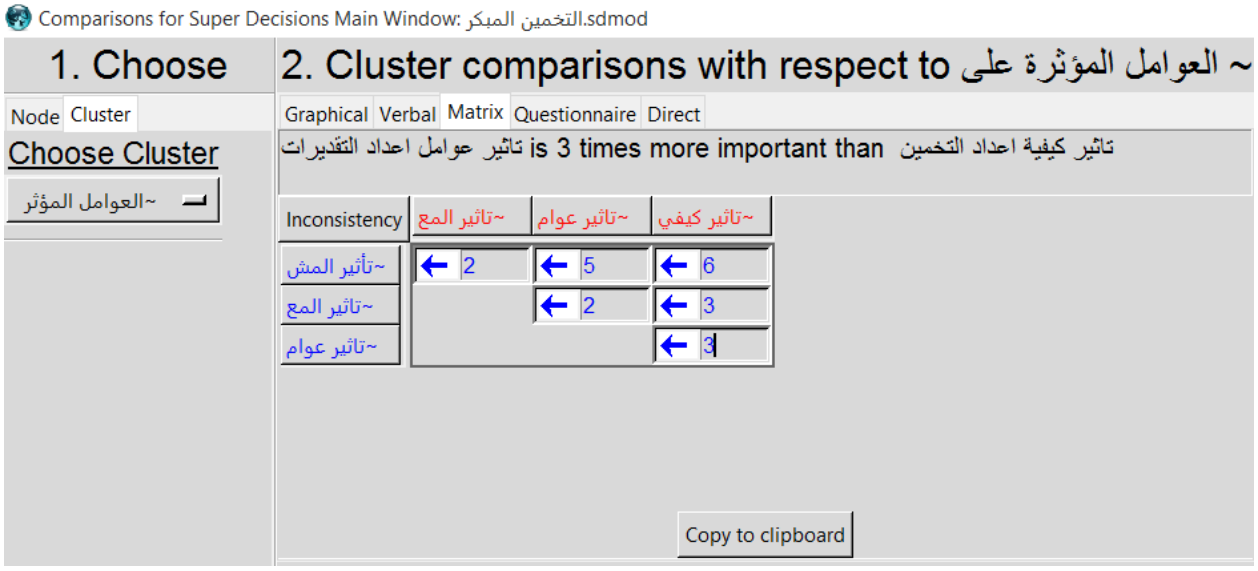
شكل (3) الشكل الهرمي للتحليل الشبكي



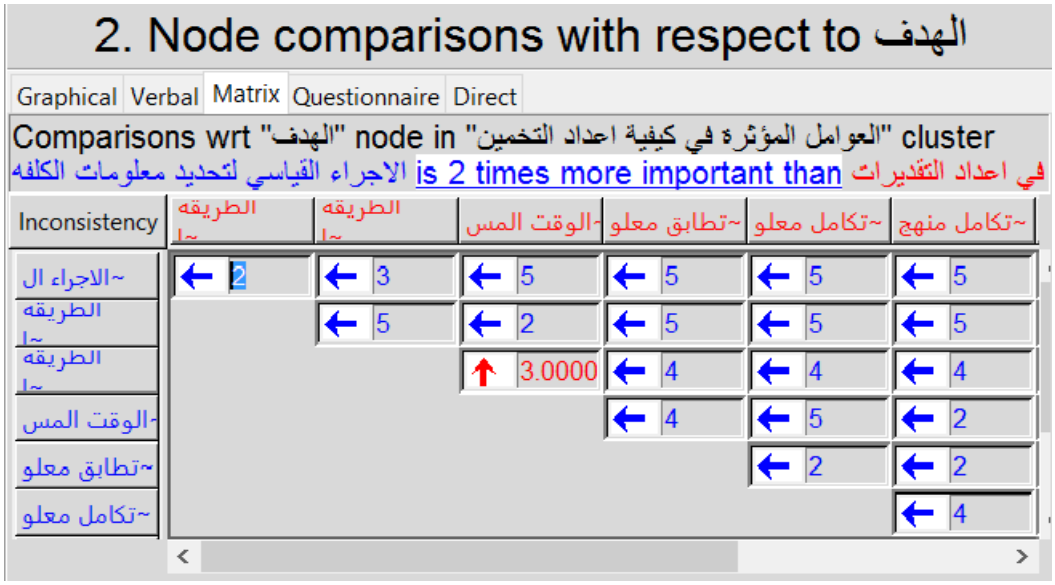
شكل (4) المقارنات الثنائية بين المحاور الرئيسية والهدف الرئيسي



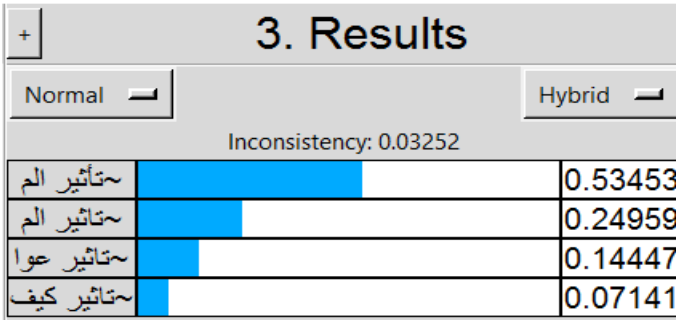
شكل (5) المقارنات الثنائية بين المعايير الموجودة في المحور الاول والهدف(مثال)



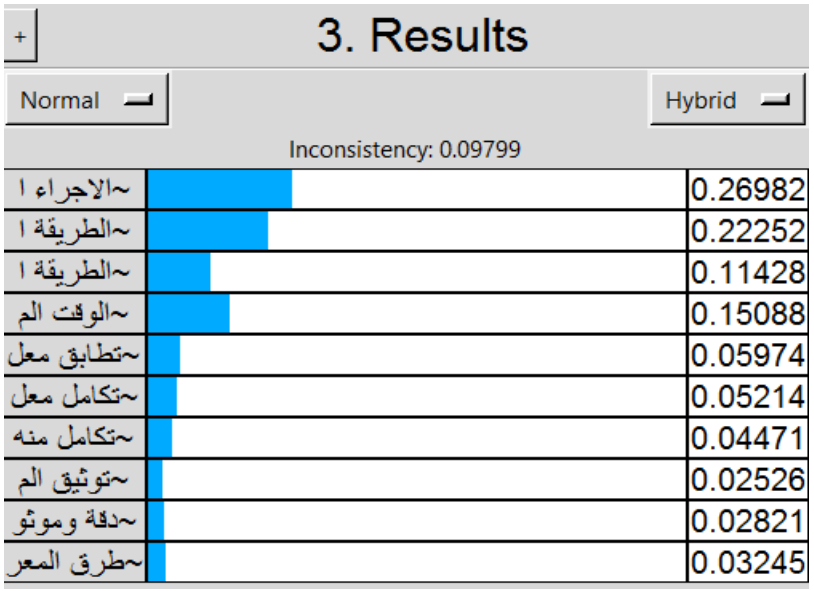
شكل (6) مصفوفة المعايير المتعددة



شكل (7) مصفوفة المعايير الثانوية في المحور الاول(مثال)



شكل (8) نتائج المسح الخاص بالمقارنات الثنائية للمحاور الرئيسية الاربعة



شكل (9) الاولويات النهائية للمعايير الثانوية الموجودة في المحور الاول

جدول (1) العوامل المؤثرة على التخمين الاولي للكلف

المحاور	تأثير كيفية أعداد التخمين	المعلومات المتوفره عن المشروع	أعداد التقديرات على التخمين المبكر للكلف	تأثير المشتركين في أعداد التخمين
-1	تكامل معلومات الكلف	خطة العمل الكلف	العوامل المالية	الخبرة السابقة لفريق التخمين
-2	تطابق معلومات الكلفه	جدولة المشروع	تأثير الجدول الزمني للمشروع	مستوى اشراك مدير المشروع في التخمين
-3	الاجراء القياسي لتحديد معلومات الكلفه	استراتيجية المشروع	تأثير انواع العقود	تأثير الاطراف الاخرى في عملية التخمين
-4	تكامل منهجية التخمين مع معلومات المشروع المتوفره	معايير تصميم المشروع	تأثير المتطلبات الحكومية	مراجعة وقبول التخمين من قبل الاطراف الاخرى
-5	الوقت المسموح به لإعداد التخمين	القدرات	القوه العاملة	تأثير تكامل وانسجام فريق التخمين
-6	دقة وموثوقية معلومات الكلفة	التكنولوجيا	انتاجية العمل	الغرض من اعداد التخمين
-7	الطريقة المستخدمة في اعداد التقديرات	العمليات	تأثير نوع المشروع	مستوى خبرة المالك
-8	توثيق المعلومات في استخدام في اعداد التقديرات	موقع العمل	ضرائب والتأمين	مستوى خبرة المهندس/ المصمم
-9	الطريقة المستخدمة لتحديد الطوارئ	مصادر المنفعة وحالة العرض	الخدمات اللوجستية للهندسة والانشاءات	وجهة النظر حيال التغييرات
-10	طرق المعرفة لاعداد التخمين	مخطط الاجهزة		
-11		التقييم البيئي		
-12		قائمة المعدات والادوات		

الجدول(2) المقياس الأساسي للمقارنات الثنائية

1	متساويان في الأهمية	يساهم النشاطان بنفس مقدار الاهمية للهدف
3	أهمية معتدلة	تفضيل احد النشاطين على الآخر بدرجة بسيطة
5	أهمية كبيرة	تفضيل احد النشاطين بقوة كبيرة على الآخر
7	أهمية كبيرة جدا	تفضيل احد النشاطين بقوة على الآخر بدرجة كبيرة
9	أهمية قصوى	بيان تفضيل احد النشاطين على الأخر ليمثل أعلى
2،4،6،8	اهمية وسطية	تستخدم عند الحاجة لها في المقارنة
مقلوب القيم اعلاه	إذا كان احد النشاطين له إحدى القيم الصحيحة أعلاه ، حينئذ يأخذ النشاط الاخر مقلوب تلك القيمة	لزوم إجراء مقارنة باختيار أصغر العناصر كوحدة لتقدير العناصر الأكبر باعتبارها ضعف تلك الوحدة

الجدول(3) نتائج الاولوية للمحاور الاساسية الاربعة

Name	Normalized	Idealized
العوامل المؤثرة في كيفية اعداد التخمين	0.522468	1
تاثير عوامل اعداد التقديرات	0.25825	0.494289
تاثير المعلومات المتوفرة	0.149483	0.286109
تأثير المشتركين في أعداد التخمين	0.069799	0.133594

الجدول(4) نتائج الاولوية للمعايير الثانوية الخاصة بالمحور الاول(العوامل المؤثرة في كيفية أعداد التخمين)

المعايير الفرعية	Normalized	Idealized
الاجراء القياسي لتحديد معلومات الكلفه	0.269824	1
الطريقة المستخدمة في اعداد التقديرات	0.222516	0.824673
الطريقة المستخدمة لتحديد الطوارئ	0.114281	0.423539
الوقت المسموح به لإعداد التخمين	0.150881	0.559183
تطابق معلومات الكلفه	0.059742	0.221412
تكامل معلومات الكلف	0.052136	0.193223
تكامل منهجية التخمين مع معلومات المشروع المتوفره	0.044706	0.165684
توثيق المعلومات في استخدام في اعداد التقديرات	0.025256	0.0936
دقة وموثوقية معلومات الكلفة	0.028209	0.104546
طرق المعرفة لاعداد التخمين	0.03245	0.120262

الجدول(5) نتائج الاولوية للمعايير الثانوية الخاصة بالمحورالثالث (أعداد التقديرات على التخمين المبكر للكلف)

Name	Normalized	Idealized
الخدمات اللوجستية للهندسة والانشاءات	0.323877	1
العوامل المالية	0.181356	0.559954
القوه العاملة	0.122301	0.377618
انتاجية العمل	0.0903	0.27881
تأثير الجدول الزمني للمشروع	0.101861	0.314507
تأثير المتطلبات الحكومية	0.080757	0.249344
تأثير انواع العقود	0.048394	0.149422
تأثير نوع المشروع	0.030896	0.095394
ضرائب والتأمين	0.020258	0.062547

الجدول(6) نتائج الاولوية للمعايير الثانوية الخاصة بالمحور الثاني (المعلومات المتوفره عن المشروع)

Name	Normalized	Idealized
استراتيجية المشروع	0.24052	1
التقييم البيئي	0.203595	0.846476
التكنولوجيا	0.145002	0.602869
العمليات	0.058554	0.243445
القدرات	0.080595	0.335084
جدولة المشروع	0.088186	0.366647
خطة العمل الكلف	0.044907	0.186708
قائمة المعدات والادوات	0.034133	0.141912
مخطط الاجهزة	0.038965	0.162002
مصادر المنفعة وحالة العرض	0.019942	0.08291
معايير تصميم المشروع	0.024736	0.102844
موقع العمل	0.020866	0.086753

الجدول(7) نتائج الاولوية للمعايير الثانوية الخاصة بالمحورالرابع (تأثير المشتركين في أعداد التخمين)

Name	Normalized	Idealized
الخبرة السابقة لفريق التخمين	0.3268	1
الغرض من اعداد التخمين	0.20159	0.616861
تأثير الاطراف الاخرى في عملية التخمين	0.126031	0.385653
تأثير تكامل وانسجام فريق التخمين	0.124839	0.382005
مراجعة وقبول التخمين من قبل الاطراف الاخرى	0.091519	0.280047
مستوى اشراك مدير المشروع في التخمين	0.051196	0.156659
مستوى خبرة المالك	0.03423	0.104744
مستوى خبرة المهندس/ المصمم	0.022733	0.069561
وجهة النظر حيال التغييرات	0.021062	0.06445