Techno Economic Study of Portable Hotel Construction Model and Alternatives Comparison Using The Hierarchical Analysis Method AHP

Dr. Ali Janoud*

(Received 4 / 2 / 2020. Accepted 4 / 3 / 2020)

□ ABSTRACT □

The reconstruction phase requires capacity development and skills development in all construction institutions involved in the reconstruction process and the development of their technologies and equipment in preparation for this stage. Therefore, we present in this research new models of residential and service buildings that contributed to the settlement of displaced families as a result of the unjust war suffered by the Syrian Arab country.

This research aims to apply and use the partial prefabricated system that consists of a metal structure and pre-made tiles (the mobile hotel) and to make an economical technical comparison of the hotel's mobile model between the prefabricated and molded in the place. We show the main advantages and disadvantages of pre-made concrete in the construction, as well as clarify the advantages and disadvantages of cast concrete and partially pre-made concrete.

A comparison was made between the aforementioned three alternatives using the hierarchical analysis method and the Expert choice program according to a set of criteria (technical, economic, aesthetic and sustainability) to choose the best building method for the hotel mobile model.

Keywords: Prefabricated Concrete, Cast in Place, Reconstruction Models.

*Associate Professor – Engineering and Construction Management Department – Faculty of Civil Engineering – Tishreen University –Lattakia – Syria.

دراسة تكنو اقتصادية لنموذج بناء الفندق المحمول ومقارنة البدائل باستخدام طريقة التحليل الهرمي AHP

د. علي جنود*

(تاريخ الإيداع 4 / 2 / 2020. قُبِل للنشر في 4/ 3 / 2020)

□ ملخّص □

إن مرحلة إعادة الإعمار تتطلب تطوير القدرات وتنمية المهارات في جميع المؤسسات الإنشائية المشاركة في عملية الإعمار وتطوير تكنولوجياتها ومعداتها استعداداً لهذه المرحلة. لذلك نقدم في هذا البحث نماذج جديدة من المباني السكنية والخدمية والتي ساهمت في توطين الأسر المهجرة نتيجة الحرب الظالمة التي يعاني منها القطر العربي السوري.

يهدف هذا البحث إلى دراسة تطبيق واستخدام نظام مسبق الصنع الجزئي الذي يتكون من هيكل معدني حامل وبلاطات مسبقة الصنع (الفندق المحمول) وإجراء مقارنة تكنو اقتصادية لنموذج الفندق المحمول مع مسبق الصنع والمصبوب في المكان. إذ نعرض المزايا والعيوب الرئيسية للبيتون مسبق الصنع في البناء، بالإضافة إلى توضيح ميزات وعيوب البيتون المصبوب والبيتون مسبق الصنع جزئياً.

تم إجراء مقارنة بين البدائل الثلاثة أنفة الذكر باستخدام طريقة التحليل الهرمي وبرنامج Expert choice وفق مجموعة من المعايير (التقني، الاقتصادي، الجمالي والديمومة) لاختيار أفضل طريقة بناء لنموذج الفندق المحمول.

الكلمات المفتاحية: البيتون مسبق الصنع، البيتون المصبوب بالمكان، نماذج إعادة الإعمار.

* أستاذ مساعد – قسم هندسة وإدارة التشييد – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية– سورية.

مقدمة:

شهد العالم توسعاً كبيراً في مجال البناء والتشييد من النواحي التكنولوجية والإنتاجية إلا أن هذه الصناعة تواجه حالياً في بلدنا ضغوطاً تنموية نتيجة قلة الموارد، هذا ما يدفعنا إلى التفكير في نظام لتأطير هذه الصناعة بهدف تقييمها والنهوض بها نحو الأفضل لتحقيق متطلبات التنمية المستدامة[1]. ويأتي ذلك من خلال (IBS) Industry Building System والذي يعرف بكونه التكامل التام بين جميع الأنظمة الفرعية والمكونات في العملية الشاملة من خلال الاستخدام الكامل للإنتاج الصناعي والنقل وتقنيات التجميع [2].

إن مرحلة إعادة الإعمار تتطلب تعزيز القدرات وتنمية المهارات في جميع المؤسسات المعنية بشكل مباشر بعملية البناء والتشييد واستغلال الوقت لتطوير تقنياتها وتجهيزاتها استعداداً لهذه المرحلة التي بدأت بإعادة دوران عجلة الإنتاج وتنظيم بناء المناطق التي أعاد لها الجيش العربي السوري الأمن والاستقرار.

وفي ظل متطلبات إعادة الإعمار التي يفرضها الواقع السوري تظهر الحاجة الملحة إلى امتلاك تقنيات التشييد السريع التي تتميز بسرعة التنفيذ مقارنة بأدوات البناء الحالية، كما تظهر أهمية تنفيذ نماذج جديدة من الأبنية السكنية والخدمية وإيجاد طرق سريعة لإعادة البناء بوسائط التكنولوجية الحديثة.

في كثير من الأحيان يشار إلى بداية إعادة الإعمار بصيانة المباني المتضررة وإعادة بناء المباني المهدمة[3]، وذلك لتأمين بيئة آمنة وصحيّة للسكن وذلك بعد أن تضرر المسكن الأساسي نتيجة الحرب، ويعرف ذلك بمفهوم الإيواء.

إن الإيواء العاجل هو ذلك المسكن الذي توفره الدولة لمواطنيها كحل بديل مؤقت لحين انتهاء الحرب وإعادة الاستقرار، في بعض الدول يوجد مناطق مخصصة للإيواء العاجل. في الحالة الطبيعية تكون تلك المناطق مرافق عامة وفي الأزمات تتحول إلى مركز إيواء[4].

قدمت العديد من الدراسات العالمية في مجال سكن الإيواء الكثير من النماذج المدروسة إنشائياً ومعمارياً. إذ قدمت إحدى الدراسات نموذج لمنشأ هيكلي من الخشب في مسابقة سكن الإيواء لضحايا البوسنة والهرسك، حيث يتكون هذا النموذج من مجموعة وحدات سكنية متلاصقة مساحة الوحدة السكنية تسعة أمتار مربع تلبي متطلبات الإيواء والسكن للأفراد والأسر تبعاً للحاجة والعدد، وتحقيقاً للخصوصية والراحة والتآلف وقد تم تصميم الخدمات بحيث تكون في الشمال المحمي من الرياح الباردة[5].

قدم الباحث المهيلمي[6] نموذج لسكن الإيواء وهو عبارة عن وحدات سكنية مؤلفة من الجدران الحاملة (الطوب الميكانو) مع سقف مسبق الصنع إضافة إلى الجوائز المستندة على الجدران الحاملة ويتميز هذا التصميم أن الطوب الميكانو يمكن تجميعه في الموقع من دون مونة ربط هذا يؤدي إلى سهولة وسرعة التنفيذ، ومجابهة مشكلة جفاف المونة في المناطق الحارة ولأهمية سرعة البناء في حالة الكارثة.

قدم نموذج آخر لسكن الإيواء يتألف قوالب معدنية تبقى ضمن المبنى ويصب داخلها البيتون في الموقع إذ يوفر هذا النموذج 69% من الوقت اللازم لإنشاء نفس المبنى بالطريقة التقليدية، ويوفر 25% من التكلفة حيث تركب توصيلات الكهرباء والأعمال الصحية ضمن القالب المعدني المغلفن، وكذلك يقاوم الهزات والزلازل [7].

قدم الباحث هوبكنز في[8]نموذج سكني للإيواء منخفض التكلفة لا ينهار نتيجة الزلازل يمكن التحكم في تغيير شكله بسهولة، ويتم البناء في هذا النموذج وفق حالتين؛ الحالة الأولى مبنى مؤلف من ثلاثة طوابق يتميز البناء بأنه يتحرك ككتلة واحدة أثناء الزلازل أو الكوارث بشكل ميكانيكي من دون حدوث أي انهيار في جميع أجزاء المبنى.

الحالة الثانية هي عبارة عن وحدات سكنية منفصلة تبنى بالمصنع وتخزن لحين الاحتياج الطارئ إليها حيث يتم نقلها إلى الموقع وتركيبها بالروافع.

قدمت شركة IKEA السويدية[9] المتخصصة في مجال الأثاث بالاتفاق مع المفوضية العليا لشؤون اللاجئين في الأمم المتحدة نموذج يتميز بالمرونة وقابلية التكيف مع طبيعة المنطقة إذ أنه مصنوع من مادة الـــPVC حيث يحقق الخفة في الوزن والحماية من العوامل الطبيعية والمرونة في التركيب إضافة إلى أن سقف النموذج مزود بمشعات للطاقة الشمسية.

قامت شركة Diawa Lease[10] بتصميم نموذج بتكنولوجيا عالية باسم (EDV-01 Emergency Shelter) وهو عبارة عن حاوية شحن بطابقين ويمكن أن تتضاعف أكثر من ذلك ويمكن لها أن تستوعب من 4 إلى 5 أشخاص حيث يكون في الطابق العلوي سرير بطابقين أو أكثر حسب الحاجة والطابق السفلي يحتوي على المنتفعات.

قدمت شركة KARMOD [11] نموذج الكرفانات الذي يعتمد على تشكيل مبنى سهل الفك والتركيب من هيكل معدني بسيط يغطى بصفائح معدنية معزولة حرارياً بأبعاد تصميمية مساوية إلى:cm (300*700 , 230 * 600) حيث تتميز هذه الكرفانة بالجودة العالية بفضل نظام Sandwich panel إضافةً إلى ميزة سهولة النقل.

أهمية البحث وأهدافه:

يتصف قطاع البناء والتشييد في سوريا وخاصةً في مجال الأبنية بسيطرة الطرق التقليدية على نظم التشييد. ونتيجة الواقع الحالي وضرورة اعادة البناء في سوريا خلال فترة زمنية سريعة وضمن القيود الاقتصادية المفروضة والمتطلبات الفنية. الأمر الذي يتطلب إيجاد حل سريع يتميز بمرونة عالية فيما يتعلق بمسألة إيجاد السكن الملائم اجتماعياً للاجئين ويجب أن يحقق كلفة اقتصادية ملائمة لضعف الموارد الاقتصادية في الجمهورية العربية السورية نتيجة الحرب الطويلة.

نلخص أهداف البحث وفق النقاط الآتية:

- تحديد المجالات الأساسية التي تمتلك إمكانية التطوير بما يخدم حاجة الواقع السوري لإعادة الإعمار والتشييد السريع.
- مقارنة بين بدائل التشييد الفندق المحمول المسبق الصنع جزئياً والمسبق الصنع كلياً والمصبوب في المكان وإيجاد البديل التكنو-اقتصادي الأمثل من بين النماذج المطروحة ليتم تأمين نموذج يتوافق مع الموارد المتاحة.

منهجية البحث:

تم اعتماد المنهج التحليلي الإحصائي والمنهج الرياضي لمقارنة البدائل المقترحة لبناء نموذج الفندق المحمول (نظام مختلط معدني ومسبق الصنع) مع نظام البيتون المصبوب بالمكان ونظام التشييد البيتوني المسبق، إذ تم تسليط الضوء على ميزات وعيوب كل نموذج وإجراء المقارنة التكنو اقتصادية للبدائل المطروحة واتخاذ القرار حول البديل الأفضل باستخدام نظام اتخاذ القرار AHP.

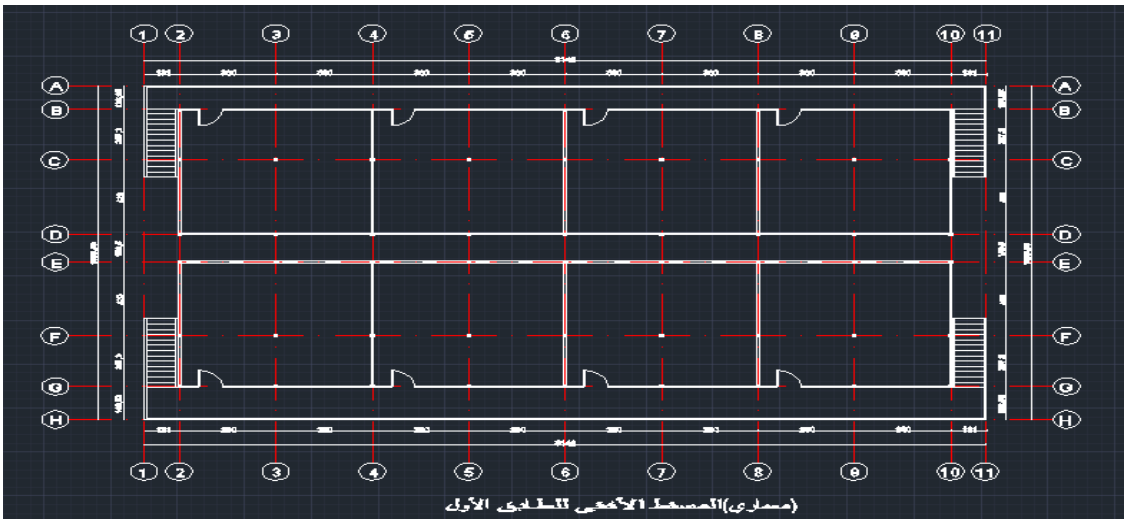
الفندق المحمول[12]:

اقترح لأول مرة من قبل الباحثين سلوم وحسن2014، وهو عبارة عن مبنى سكني مكون من طابقين بمساحة طابقية إجمالية مقدارها $1200m^2$ بمعدل 24 شقة مكون من هيكل معدني حامل وبلاطات مسبقة الصنع يتألف من كتلتين

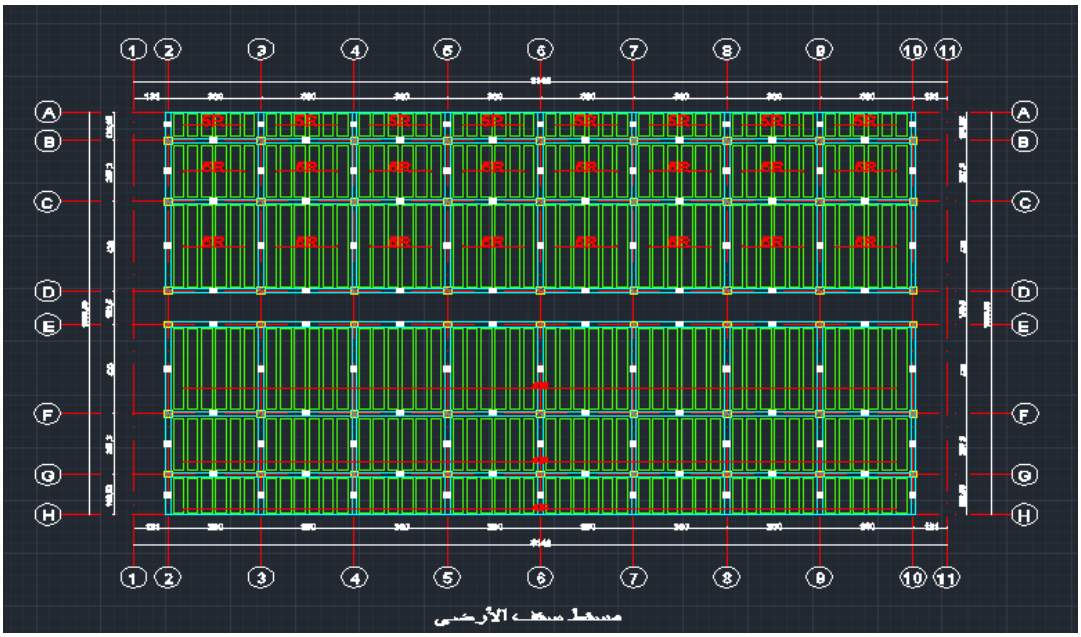
متناظرتين؛ إن عدد الوحدات السكنية للطابق الأرضي 16 وحدة سكنية بمساحة إجمالية $31m^2$ تتسع لخمسة أشخاص وتتألف من صالون، مطبخ، حمام، تواليت ومغسلة. عدد الوحدات السكنية في الطابق الأول 8 وحدات بمساحة إجمالية للوحدة $53m^2$تتسع لثمانية أشخاص وتتألف كل وحدة سكنية من صالون، غرفة، نوم، مطبخ، حمام، تواليت ومغسلة. ونوضح في الأشكال (1)،(2)،(3)منظور ثلاثي الأبعاد لنموذج الفندق المحمول والمساقط الأفقية

له.

الشكل(1):نموذج الفندق المحمول.



الشكل (2): مسقط افقي للطابق الاول.



الشكل (3): مسقط سقف الأرضي.

في هذه الدراسة نوضح البديل الأفضل للفندق المحمول وذلك من خلال المقارنة بين طريقة التشييد بالبيتون المصبوب بالمكان(A)، طريقة التشييد المسبق الصنع(B)، وطريقة التشييد المسبق الصنع الجزئي(c). علماً أنه تم دراسة وتصميم الفندق المحمول من الناحية الإنشائية بطريقة التشييد البيتون المصبوب بالمكان وطريقة التشييد المسبق الصنع. إن التوصيف الإنشائي للبدائل الثلاثة المقدمة نوردها وفق الآتي:

1. البديل الأول: طريقة التشييد بالبيتون المصبوب بالمكان (A).

يبلغ عدد الأعمدة54 عمود كما يظهر الشكل (3) مقاطع الأعمدة بأبعادcm(30*30) وتسليح8T12، والبلاطة من نوع هوردي بسماكة25cm تتألف من طبقة تغطية بسماكة7cm وبلوك الهوردي بسماكة18cm، وتسليح بلاطة التغطية 5Ø6 بالاتجاه المتعامد مع الأعصاب و1Ø6 لكل بلوكة بالاتجاه الموازي للأعصاب، ويسلح العصب بتسليح سفلي 2T12 وتسليح علوي في منطقة العزم السالب 2T14.بالنسبة للجوائز الرئيسية فإن مقطعها مستطيل(جائز متدلي) بأبعادcm(20*50) وبتسليح سفلي 3Ø18 وتسليح علوي 3Ø12وتسليح قص 1Ø8/15cm، أما الجوائز الثانوية فمقطعها مشابه للجوائز الرئيسية cm(20*50) بتسليح سفلي 3Ø12وتسليح علوي 2Ø12وتسليح قص

1Ø6/20cm. بالنسبة للأساسات فهي أساسات مفردة بأبعاد cm(185*185) وارتفاع 50cm وبتسليح سفلي 6Ø12 بالاتجاهين.

2. البديل الثاني: طريقة التشييد المسبق الصنع (B).

تبلغ مقاطع الأعمدة بأبعاد cm (30*30) وتسليح 8T12، البلاطة من النوع المفرغ مسبق الصنع شكلها العام وفق الشكل (4)، وبعرض 1.25m وتصنع من البيتون مسبق الإجهاد بسماكة 22cm وتسلح بخمس جدائل تسليح 7Ø12 من النوع Fpu=1862N/mm2، وتتم تسوية السطح بصب طبقة بيتونية بسماكة حتى 5cm. أما بالنسبة للجوائز الرئيسية فإن مقطعها مستطيل (جائز متدلي) بأبعاد cm(20*50) وبتسليح سفلي 3Ø18وتسليح علوي 3Ø12وتسليح قص 1Ø8/15cm، أما الجوائز الثانوية فمقطعها مشابه للجوائز الرئيسية (20*50) بتسليح سفلي 3Ø12وتسليح علوي 2Ø12وتسليح قص 1Ø6/20cm، وبالنسبة للأساسات فهي أساسات مفردة بأبعاد cm (185*185) وارتفاع 50cm وبتسليح سفلي6Ø12 بالاتجاهين، ويتم تثبيت الأعمدة على الأساسات بوساطة أربعة براغي، كما ويتم استخدام وصلات فولاذية أثناء التصنيع لوصل العناصر وتركيبها.

الشكل (4): طريقة التشييد مسبق الصنع.

3.البديل الثالث: طريقة التشييد المسبق الصنع الجزئي (C):

تتألف الوحدة السكنية الواحدة في الفندق المحمول من 9 أعمدة، وتبلغ أبعاد مقطع الأعمدة الخارجية (Tupe cm (6*120*120في حين يبلغ وزن المتر الطولي للمقطع w=21.4kg، وتبلغ أبعاد مقطع الأعمدة الداخلية cm(6*160*160 Tup)ويبلغ وزن المتر الطولي للمقطع w=28.8kg، ومقطع الجوائز المعدنية في سقف الطابق الأرضي (cmH250*125)، في حين يبلغ مقطع الجوائز المعدنية الحاملة للسقف الأخير cm(H160*80)، والبلاطات المستخدمة لسقف الطابق الأرضي والأول هي بلاطات بيتونية مسبقة الصنع بسماكة 14cm محاطة بمجاري معدنية من طرفيها، وبالنسبة لبلاطات الجدران فهي أيضاً من البيتون المسبق الصنع بنوع مشابه لبلاطات السقف.

تُستخدم جدران من الجبس بورد كقواطع داخلية للمنشأة، إضافةً إلى درج معدني للوصول إلى الممر الأمامي للطابق الأول والدرجات من البيتون، ويستخدم ممر تقني بين كتلتي المنشأة من أجل شبكات المياه الحلوة والمالحة والكهربائية والطاقة، ومن أجل سهولة الصيانة والإصلاح لكافة الخدمات من دون الدخول الى المساكن.

تطبيق طريقة التحليل الهرمية AHP لدراسة البدائل:

لإجراء المقارنة بين البدائل المقدمة نستخدم طريقة التحليل الهرمية AHP، للوصول الى القرار الأفضل والأمثل وفيها نتخذ حكم ذاتي للتعبير عن التفضيل وشدته ومنه نستمد مقياس القوة النسبية وجدول ساعاتي يبين هذه الشدة، كما نستخدم برنامج EXPERT CHOICEالذي يتميز بمقياس غرافيكي ورقمي وكتابي، إذ يتم بتعريف البدائل والمعايير الرئيسية والفرعية بحيث لا يوجد حالة غير قابلة للمقارنة.

تمثل (8,6,4,2) القيم المتوسطة بين القيم السابقة.

استخدام برنامج EXPERT CHOICE لدراسة البدائل:

أولاً: إدخال الهدف (GOAL): يتم اختيار طريقة التشييد الأفضل بما يخدم الشروط المتاحة.

ثانياً: إدخال المعايير الرئيسية كما في الشكل (6) حيث تم إجراء مقابلات مع عدد من المهندسين من ذوي الخبرة في مجال التنفيذ ومن خلال ذلك تم الحصول على معايير المقارنة بين البدائل وأوزان هذه المعايير وهي:

1- المعيار التقني (Technical standard) ومعاييره الفرعية:

- سرعة التنفيذ.
- السهولة والملائمة في مرحلة التنفيذ.
- التحكم في عملية التصنيع والتنفيذ.

2- المعيار الاقتصادي (Economic standard) ومعاييره الفرعية:

- كلفة تشييد.
- كلفة صيانة.
- كلفة تركيب.
- كلفة نقل.

- كلفة مواد.

3- المعيار الجمالي (The aesthetic standard) ومعاييره الفرعية:

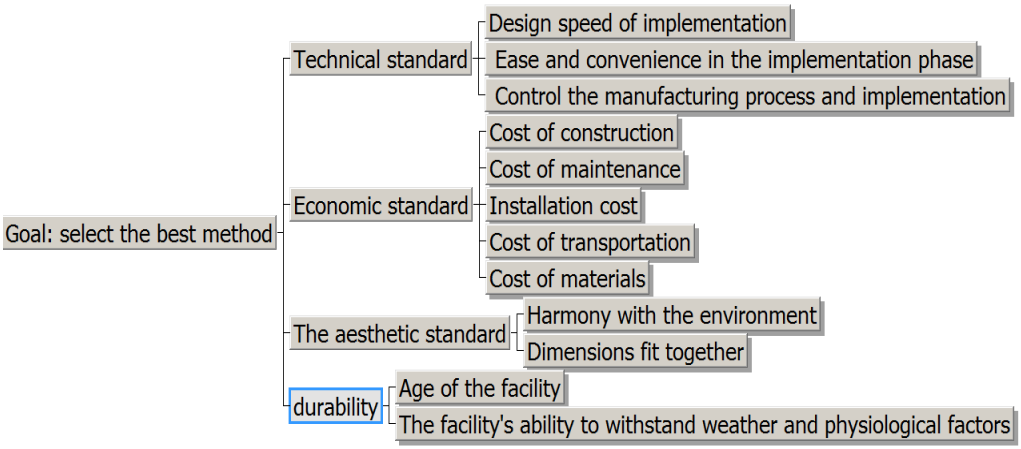
- الانسجام مع البيئة.
- تناسب الأبعاد مع بعضها.

4- معيار الديمومة (Durability) ومعاييره الفرعية:

- عمر المنشأة الاقتصادي.
- قدرة تحمل المنشأة للعوامل الطبيعية.

إن العمر الاقتصادي للفندق المحمول يتراوح بين (45-50) سنة وبالنسبة للمصبوب بالمكان بين (50-75) سنة وبالنسبة للمسبق الصنع (75-125) سنة ويتعلق ذلك بموضوع متابعة الصيانة.

إن قدرة التحمل للمنشأة بالنسبة للمسبق الصنع تتحقق من خلال وصلات العناصر وفق الشروط الفنية المطلوبة ومقاومة القوى المنقولة من خلالها إلى العناصر المتصلة بها، إذ يتطلب تصميم هذه الوصلات تحقيق القوى الداخلية الناجمة عن حمولات الزلازل والرياح في حال كانت المنشأة متواجدة في منطقة زلزالية، إضافةً إلى مراعاة سماكة التغطية للعناصر البيتونية بحيث لا تقل عن 4cm في المناطق الساحلية مع تحقيق الاكتناز العالي للبيتون و2cm في المناطق الجافة.

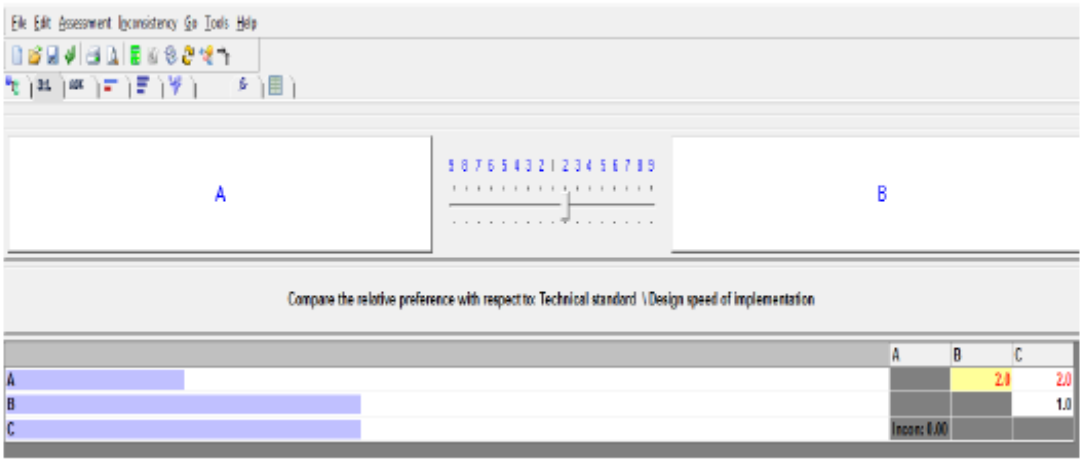


الشكل (6): المعايير الرئيسية والفرعية للمقارنة.

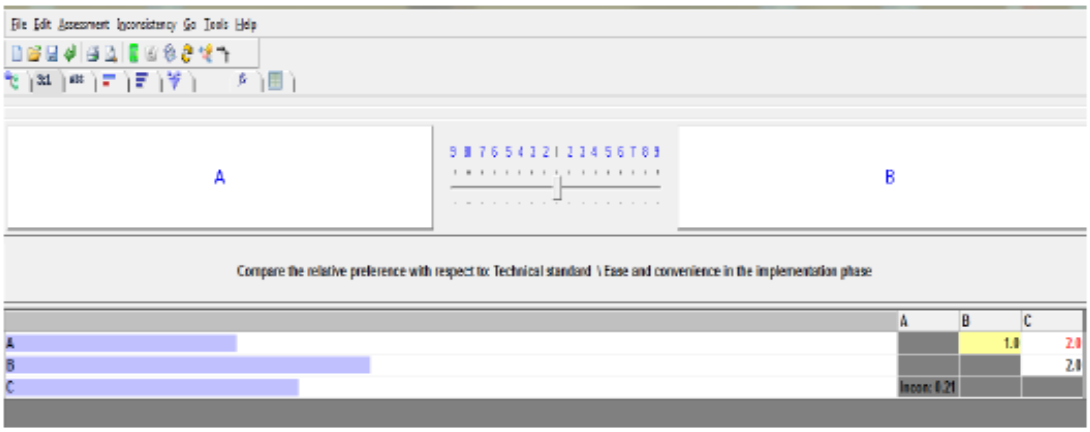
ثالثاً: إدخال المعايير الفرعية لكل معيار رئيسي.

رابعاً: إدخال مصفوفات المقارنة الثنائية.

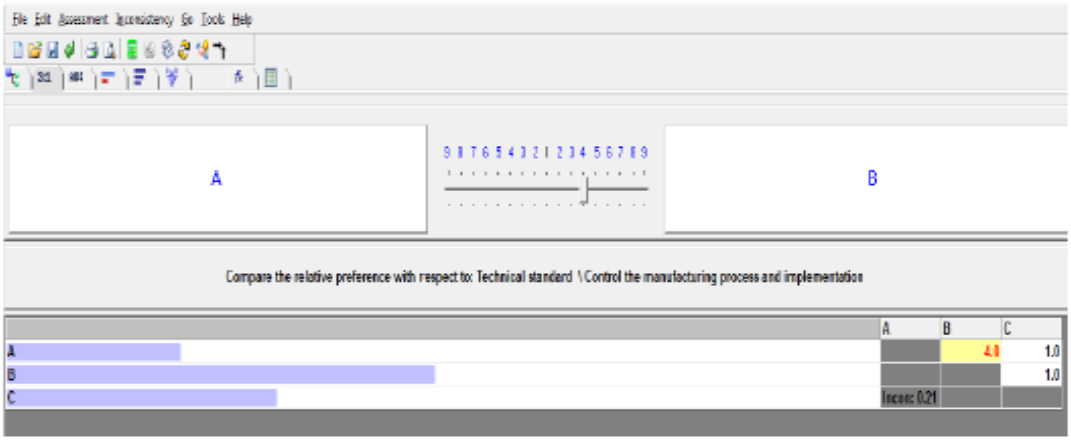
لقد تم تقييم البدائل بالنسبة لكافة المعايير الفرعية التقنية باستخدام مؤشرات خاصة وذلك وفق طرق حسابية محددة (طريقة المصفوفة الثنائية) فكانت النتائج كما في الأشكال الآتية (7)، (8)، (9)، (10).



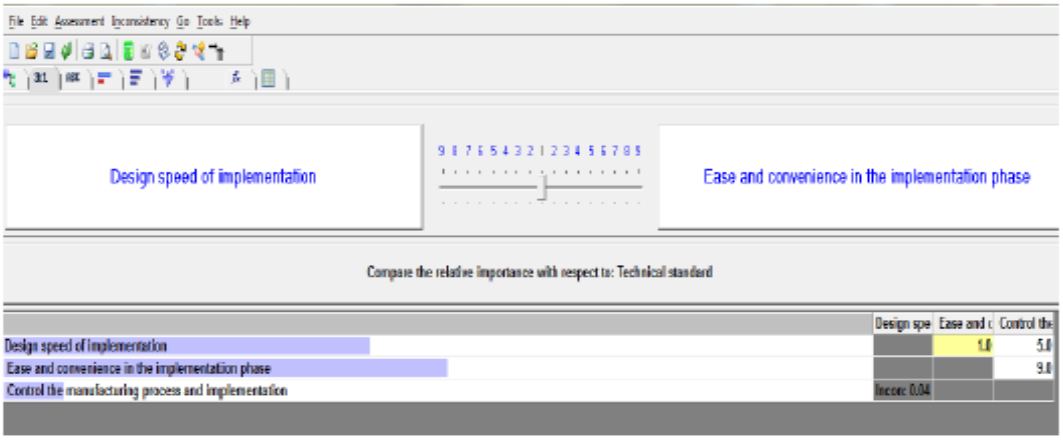
الشكل (7): مقارنة البدائل بالنسبة للمعيار الفرعي الأول الخاص بالمعيار التقني



الشكل (8): مقارنة البدائل بالنسبة للمعيار الفرعي الثاني الخاص بالمعيار التقني.

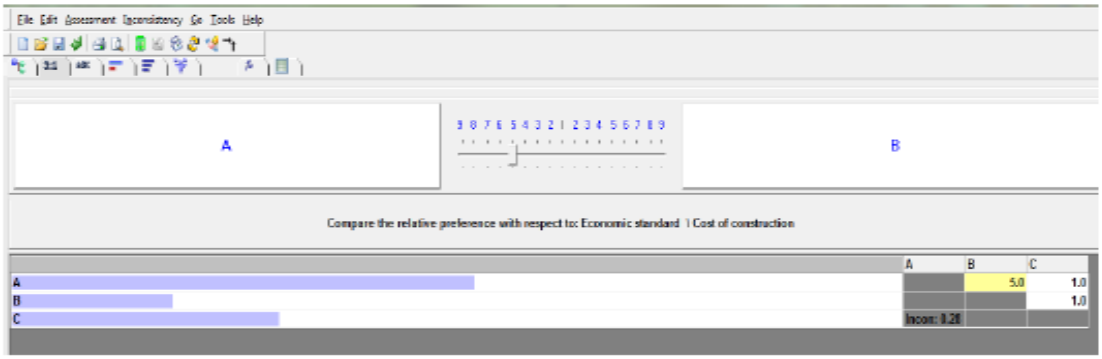


الشكل (9): مقارنة البدائل بالنسبة للمعيار الفرعي الثالث الخاص بالمعيار التقني.

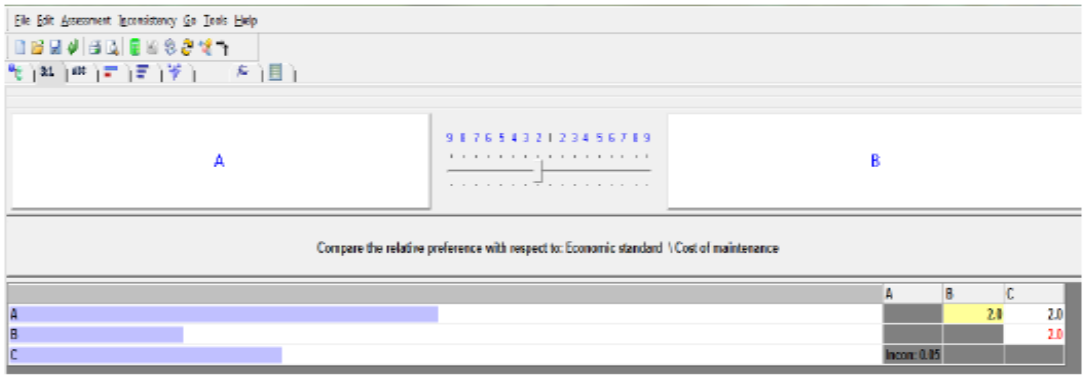


الشكل (10): مقارنة المعايير الفرعية بالنسبة للمعيار الرئيسي (التقني).

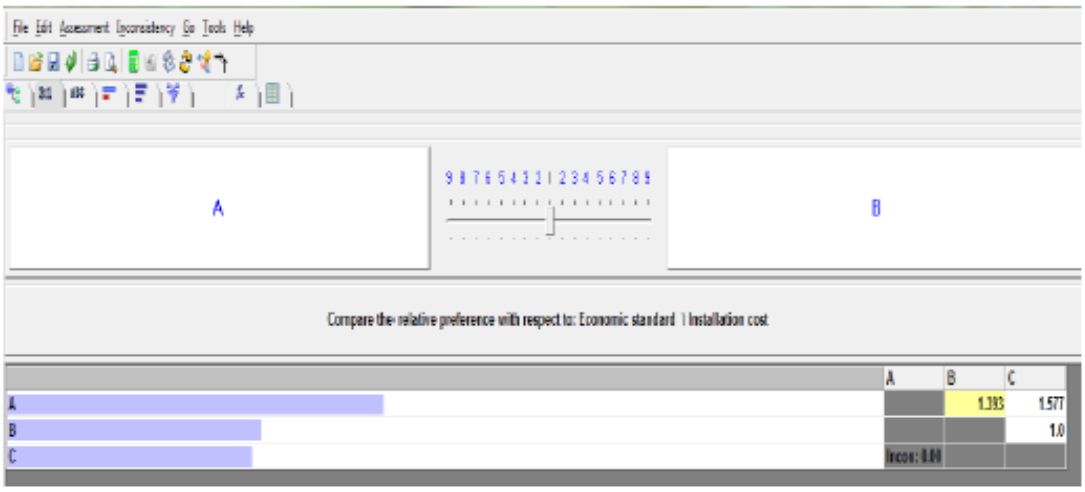
إما بالنسبة لتقييم البدائل لكافة المعايير الفرعية الاقتصادية تم باستخدام مؤشرات خاصة وذلك وفق طرق حسابية محددة (طريقة المصفوفة الثنائية) فكانت النتائج كما هي موضحة في الأشكال (11)، (12)، (13)، (14)، (15)، (16).



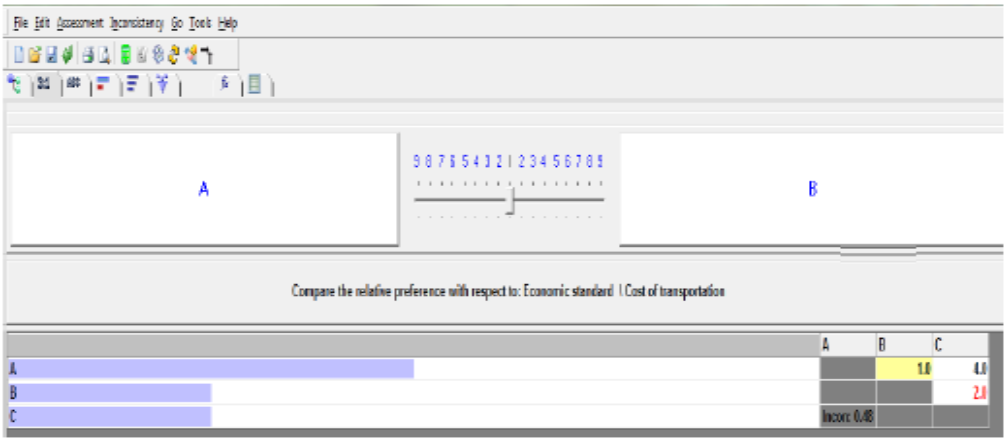
الشكل (11): مقارنة البدائل بالنسبة للمعيار الفرعي الأول الخاص بالمعيار الاقتصادي.



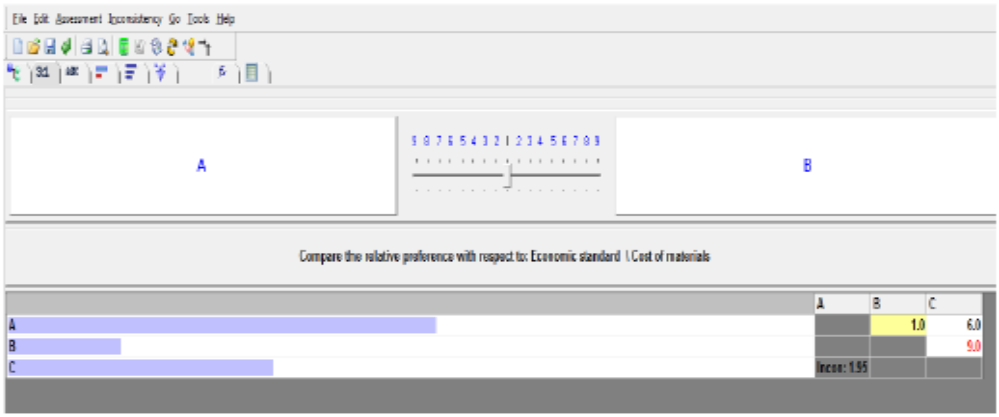
الشكل (12): مقارنة البدائل بالنسبة للمعيار الفرعي الثاني الخاص بالمعيار الاقتصادي.



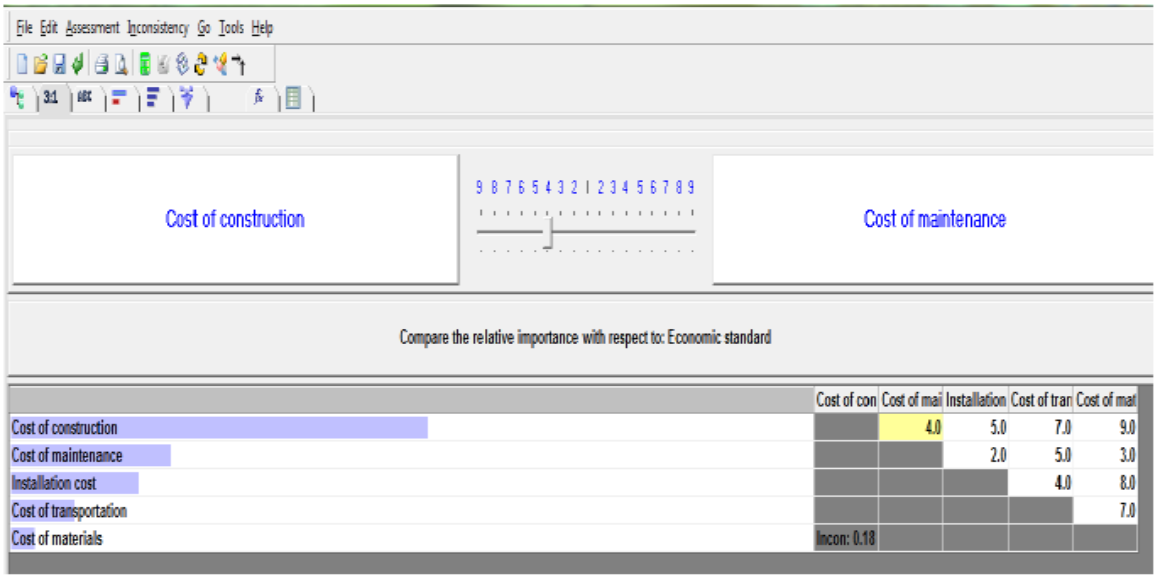
الشكل (13): مقارنة البدائل بالنسبة للمعيار الفرعي الثالث الخاص بالمعيار الاقتصادي.



الشكل (14): مقارنة البدائل بالنسبة للمعيار الفرعي الرابع الخاص بالمعيار الاقتصادي.

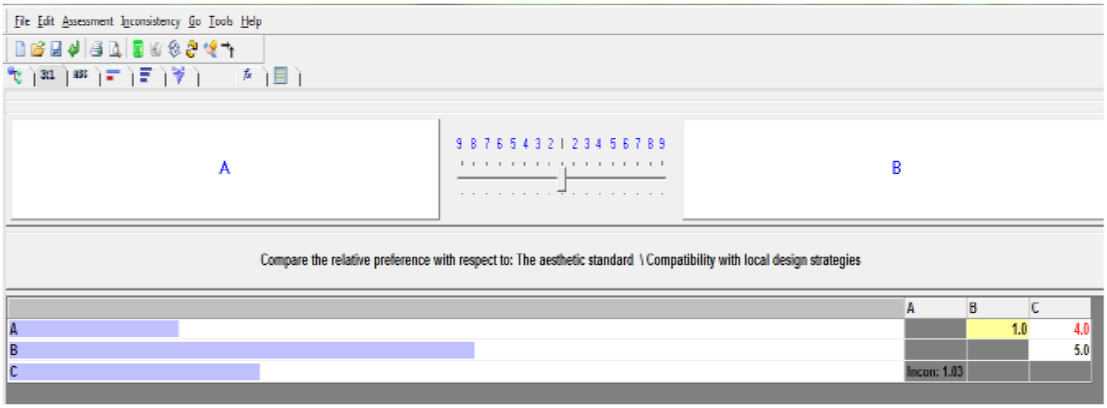


الشكل (15): مقارنة البدائل بالنسبة للمعيار الفرعي الخامس الخاص بالمعيار الاقتصادي.

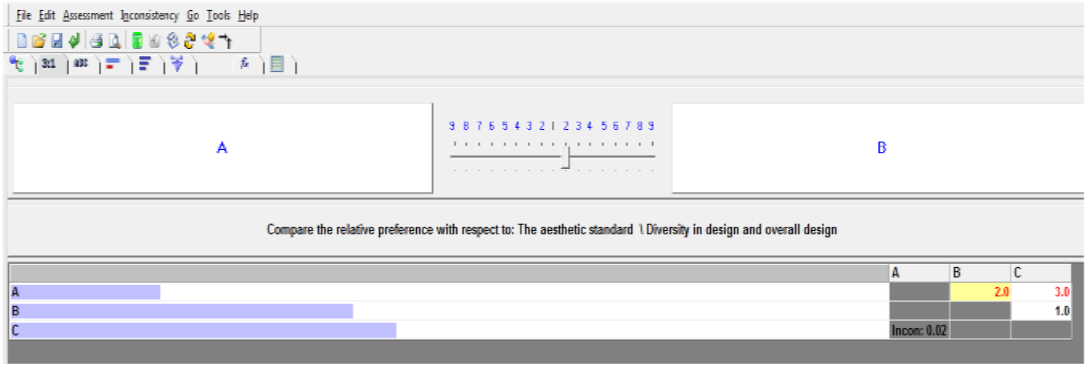


الشكل (16): مقارنة المعايير الفرعية بالنسبة للمعيار الرئيسي الثاني (الاقتصادي).

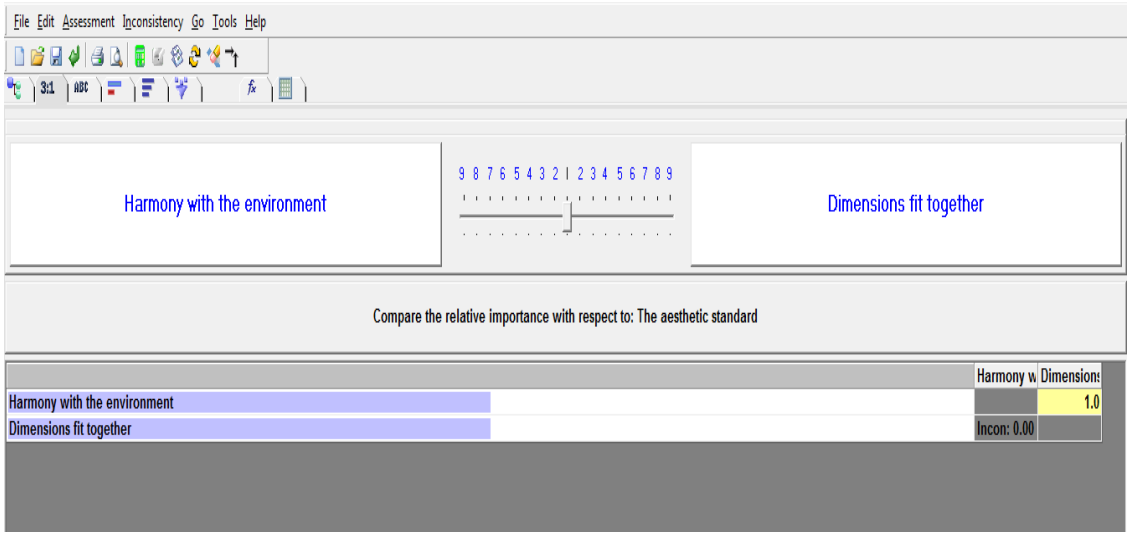
تم تقييم البدائل بالنسبة للمعايير الفرعية الجمالية باستخدام مؤشرات خاصة وذلك وفق طرق حسابية محددة (طريقة المصفوفة الثنائية) فكانت النتائج موضحة في الأشكال (17)، (18)، (19).



الشكل (17): مقارنة البدائل بالنسبة للمعيار الفرعي الأول الخاص بالمعيار الجمالي.

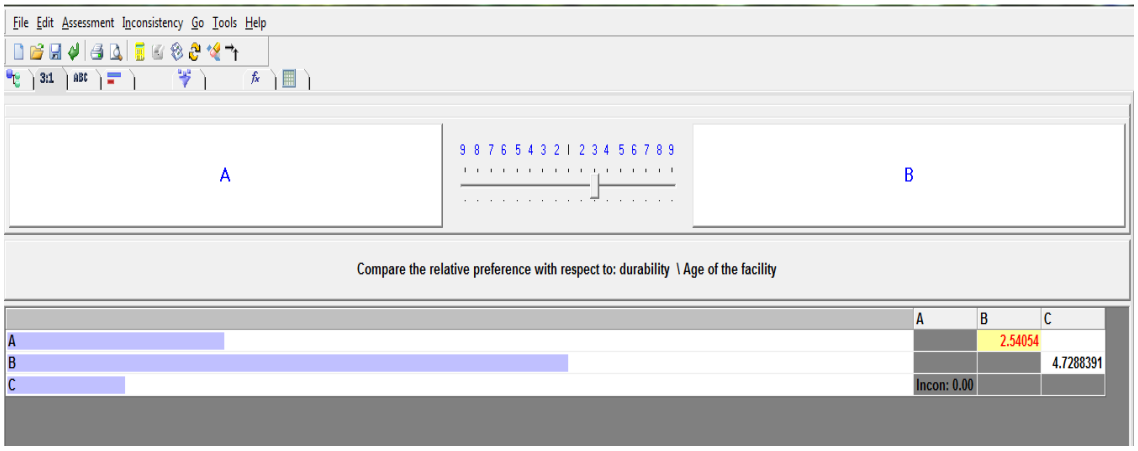


الشكل (18): مقارنة البدائل بالنسبة للمعيار الفرعي الثاني الخاص بالمعيار الجمالي.

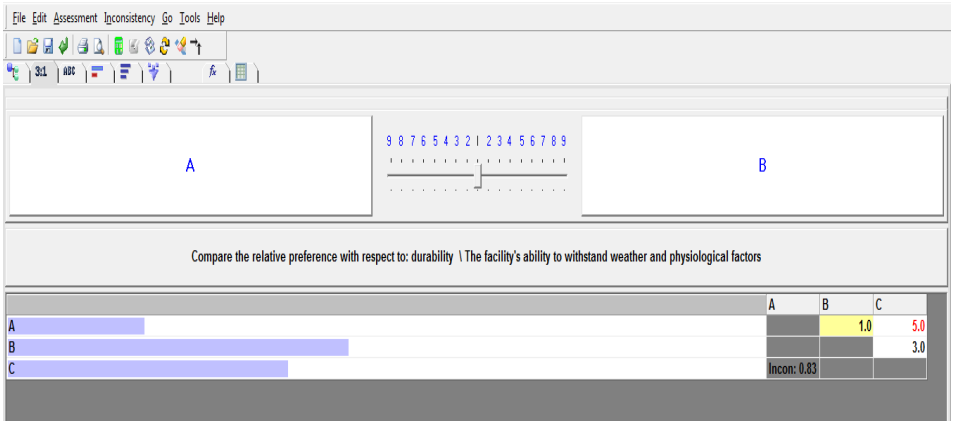


الشكل (19): مقارنة المعايير الفرعية بالنسبة للمعيار الرئيسي الثالث (الجمالي).

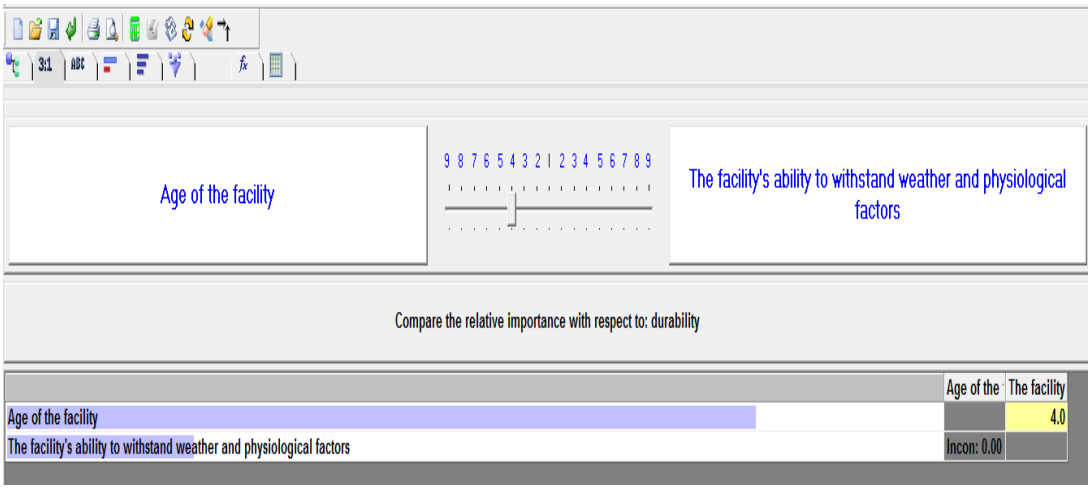
كذلك تم تقييم البدائل بالنسبة للمعايير الفرعية للديمومة باستخدام طريقة المصفوفة الثنائية فكانت النتائج موضحة في الأشكال الآتية (20)، (21)، (22).



الشكل (20): مقارنة البدائل بالنسبة للمعيار الفرعي الأول الخاص بمعيار الديمومة.

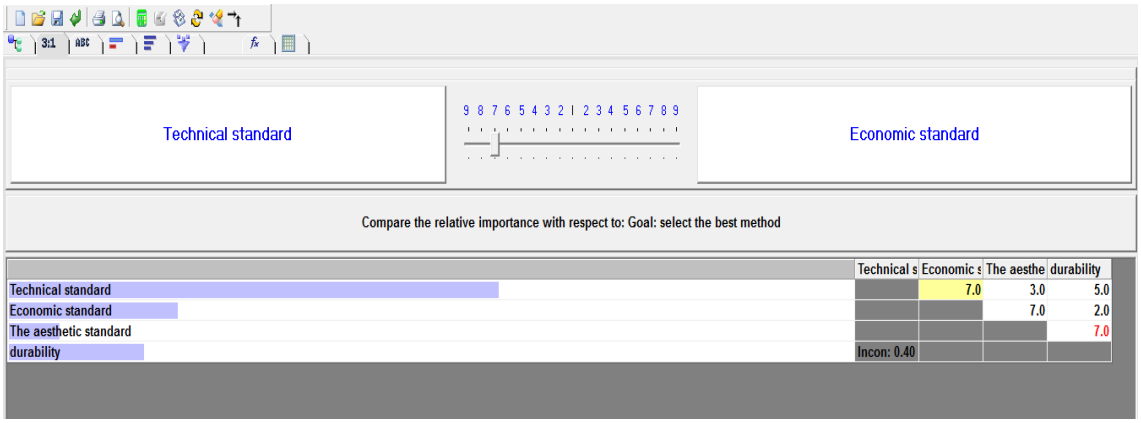


الشكل (21): مقارنة البدائل بالنسبة للمعيار الفرعي الثاني الخاص بمعيار الديمومة.



الشكل (22): مقارنة المعايير الفرعية بالنسبة للمعيار الرئيسي الرابع (الديمومة).

إما بالنسبة للمعايير الرئيسية تمت عملية المقارنة من حيث دالة الهدف وذلك استناداً إلى الأوزان التي تم الحصول عليها من المقابلات السابقة مع المهندسين الاختصاصيين(الاستبيانات) كما في الشكل (23).

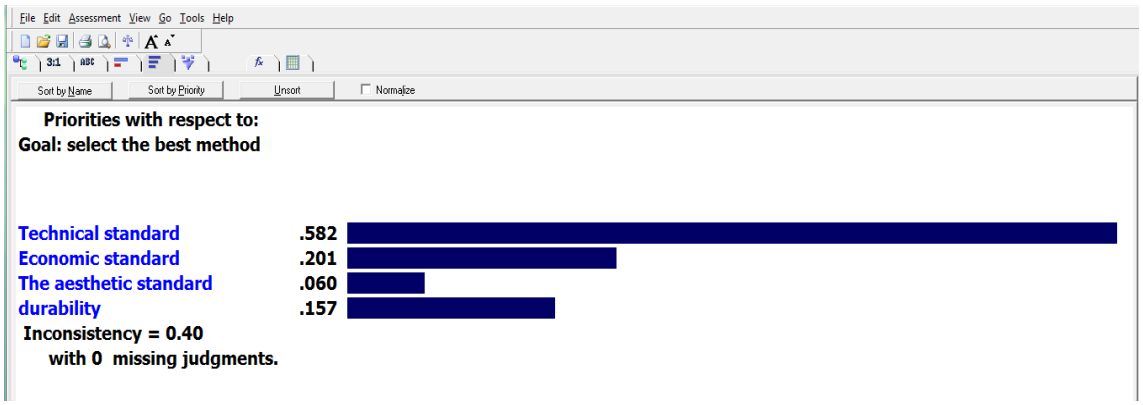


الشكل (23): مقارنة المعايير الرئيسية بالنسبة للهدف.

النتائج والمناقشة:

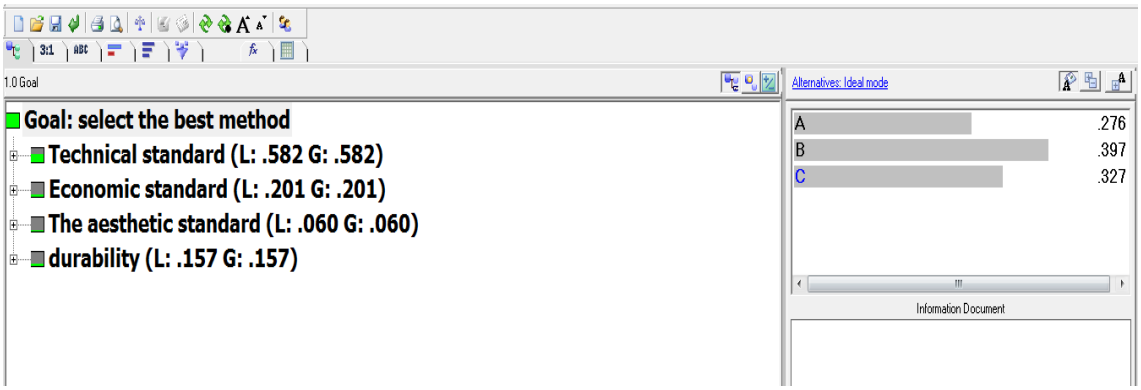
بعد إدخال مصفوفات المقارنة الثنائية تم الحصول على الآتي:

- تفوق للمعيار التقني بشكل ملحوظ على بقية المعايير ويظهر هذا التفوق بنسبة مئوية مقدارها58.2% وذلك يتناسب بشكل كبير مع تصميم نموذج الفندق المحمول من حيث سرعة التنفيذ والسهولة والملائمة في مرحلة التنفيذ، حيث أن التحكم في عملية التصنيع والتنفيذ تعتبر عوامل مهمة في تشييد هذا النموذج وذلك لكسب أكبر قدر من الوقت حتى لو على حساب التكلفة والجمالية، وذلك بهدف تأمين المساكن المخصصة ولتكون إحدى الحلول الدائمة أو المؤقتة في عملية إعادة الإعمار في بلدنا والنتائج موضحة في الأشكال (24)، (25).



الشكل (24): نتائج مقارنة البدائل.

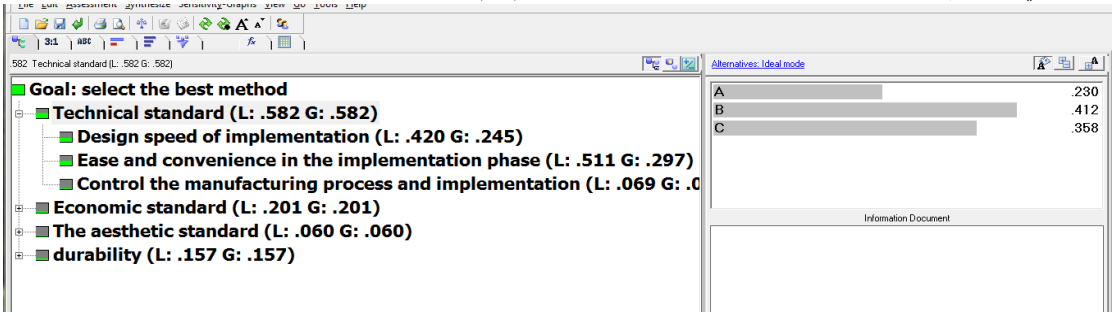
- إن البديل الأفضل والأمثل بالنسبة للهدف هو البديل B والذي يمثل التصميم بطريقة المسبق الصنع الكامل حيث أن المعيار التقني له تأثير كبير على اختيار البديل وتفضيله، ويتفوق هذا البديل بشكل طفيف على البديل C الذي يمثل طريقة التشييد المسبق الصنع الجزئي (الفندق المحمول)، وكذلك يتفوق بشكل كبير على البديل A الذي يمثل طريقة التشييد بالبيتون المصبوب بالمكان ويظهر ذلك في الشكل (25).



الشكل (25): نتائج مقارنة البدائل.

- **المقارنة بالنسبة للمعيار التقني:**

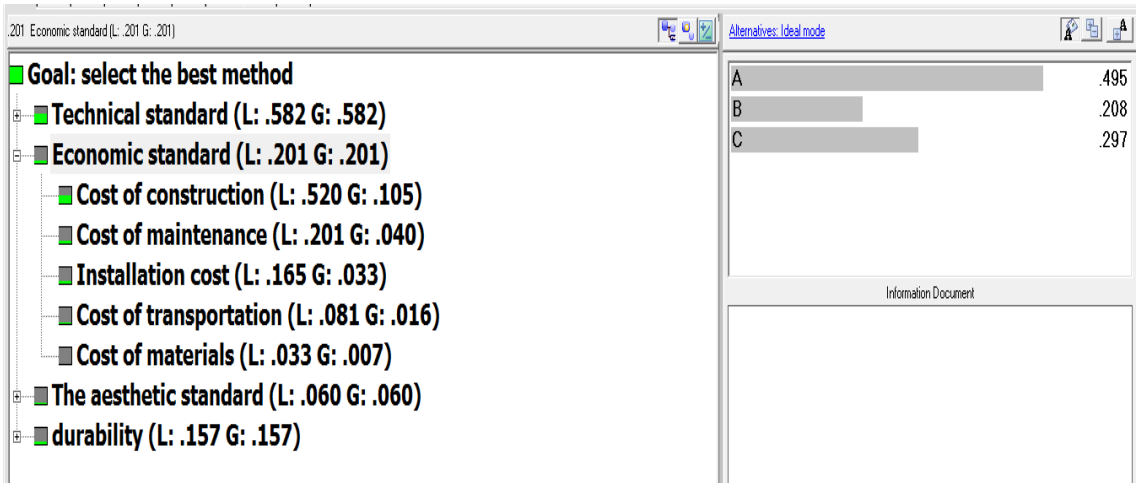
المقارنة أظهرت تفوق البديل B على بقية البدائل بالنسبة لهذا المعيار وذلك يرجح تفوق هذه الطريقة على بقية الطرق لان المعيار التقني من أهم معايير المقارنة وظهر ذلك من خلال الشكل (26).



الشكل (26): نتائج مقارنة البدائل بالنسبة للمعيار التقني.

- **المقارنة بالنسبة للمعيار الاقتصادي :**

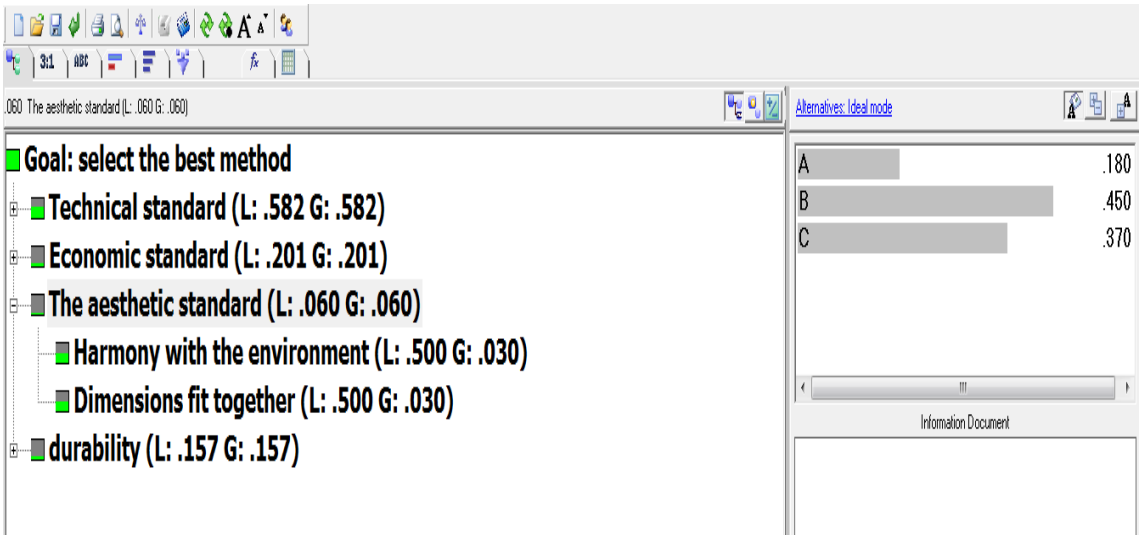
المقارنة أظهرت تفوق البديل A الممثل لطريقة المصبوب بالمكان على بقية البدائل والسبب في ذلك يعود الى أن هذه الطريقة لا تحتاج الطريقة لمعدات واليات ثقيلة وبتكلفة عالية مقارنة بالطرق الاخرى كما هو في الشكل (27).



الشكل (27): نتائج مقارنة البدائل بالنسبة للمعيار الاقتصادي.

- **المقارنة بالنسبة للمعيار الجمالي :**

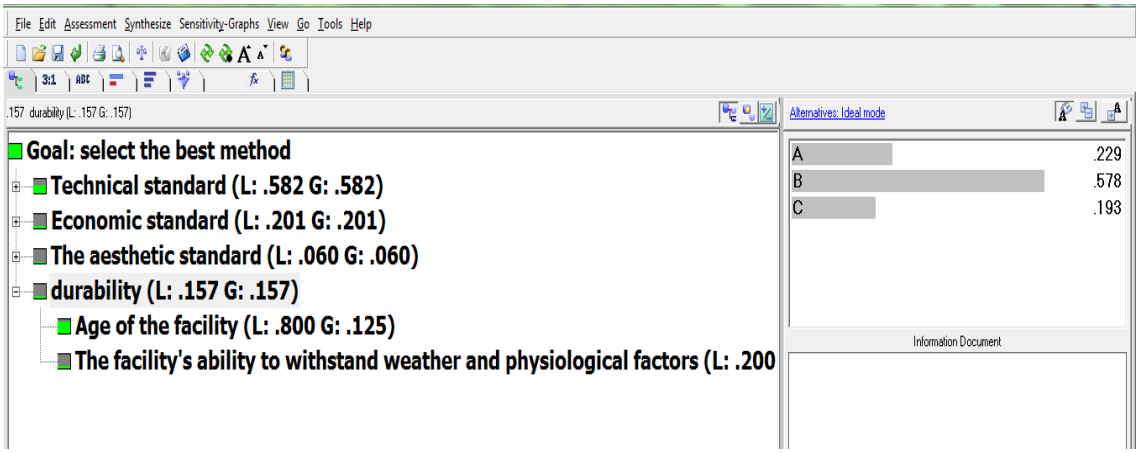
من خلال المقارنة اظهر البديل B الممثل لطريقة المسبق الصنع الكلي تفوق على بقية البدائل وذلك لامكانية تنفيذ العناصر في المصنع ضمن الظروف والشروط مثالية بحيث يتم التحكم بالعناصر المنتجة بدقة وتقنية عالية ويظهر ذلك كما هو وارد في الشكل (28).



الشكل (28): نتائج مقارنة البدائل بالنسبة للمعيار الجمالي.

- **المقارنة بالنسبة المعيار الديمومة:**

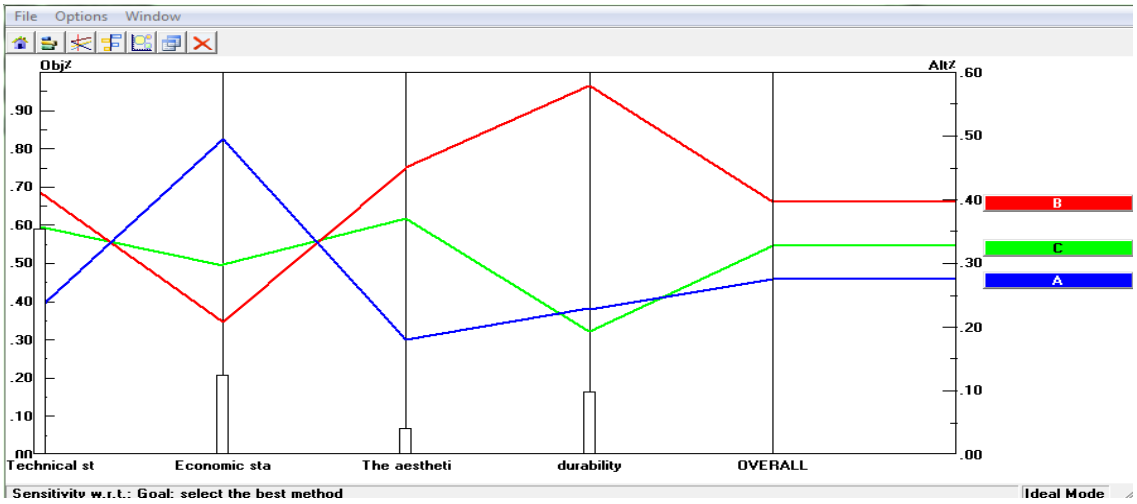
أظهرت المقارنة تفوق للبديل B الذي يمثل التصميم بطريقة المسبق الصنع الكلي وهذا التفوق منطقي والسبب يعود في ذلك الى الدقة في تنفيذ الشروط الفنية المطلوبة اضافة الى ذلك التقنية المستعملة في تنفيذ العناصر والخبرة التي يتميز بها الطاقم العامل في المنشأة و يوضح ذلك الشكل (29).



الشكل (29): نتائج مقارنة البدائل بالنسبة لمعيار الديمومة.

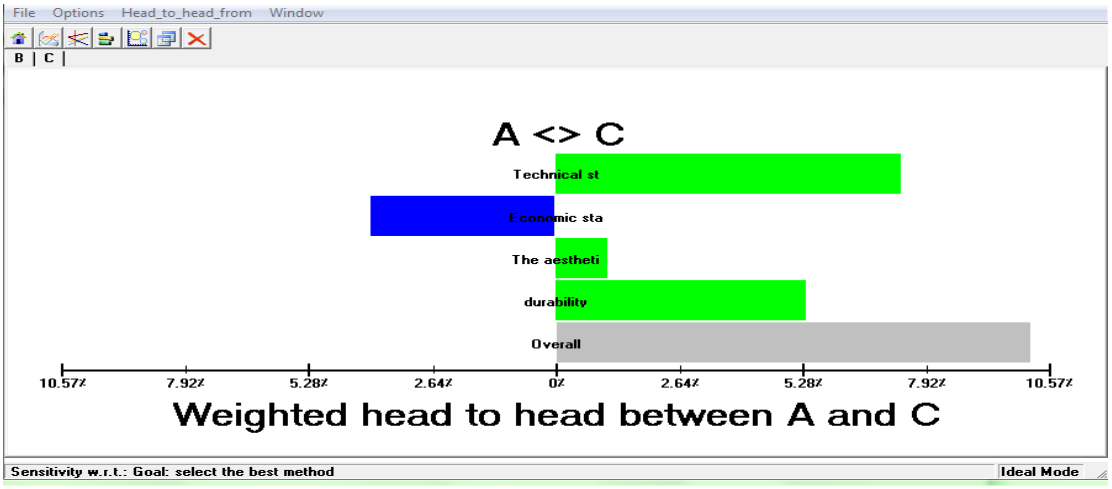
- **تحليل الحساسية للبدائل:**

نلاحظ من تحليل الحساسية للبدائل الثلاثة تفوق البديل B (الممثل باللون الأحمر) على البديلين A و C في جميع المعايير عدا المعيار الاقتصادي . ويلاحظ تفوق البديل A (الممثل باللون الأزرق) على البديل C (الممثل باللون الأخضر) بالنسبة للمعيار الرئيسي الثاني (الاقتصادي) حيث أن البديل A والذي يمثل المصبوب بالمكان تكلفته أقل من كلا البديلين ومتفوق بشكل كبير بالنسبة لهذا المعيار.

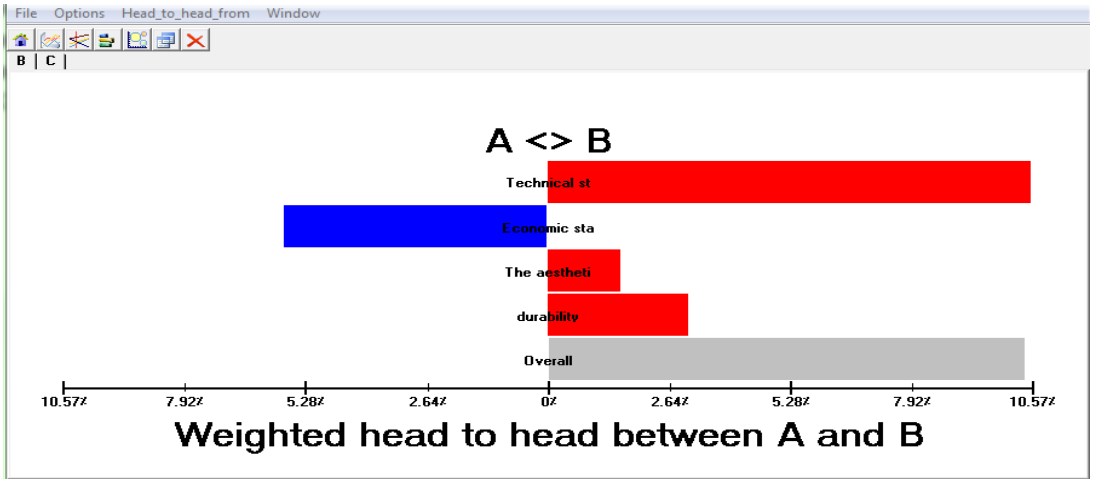


الشكل (30): مخطط تحليل الحساسية.

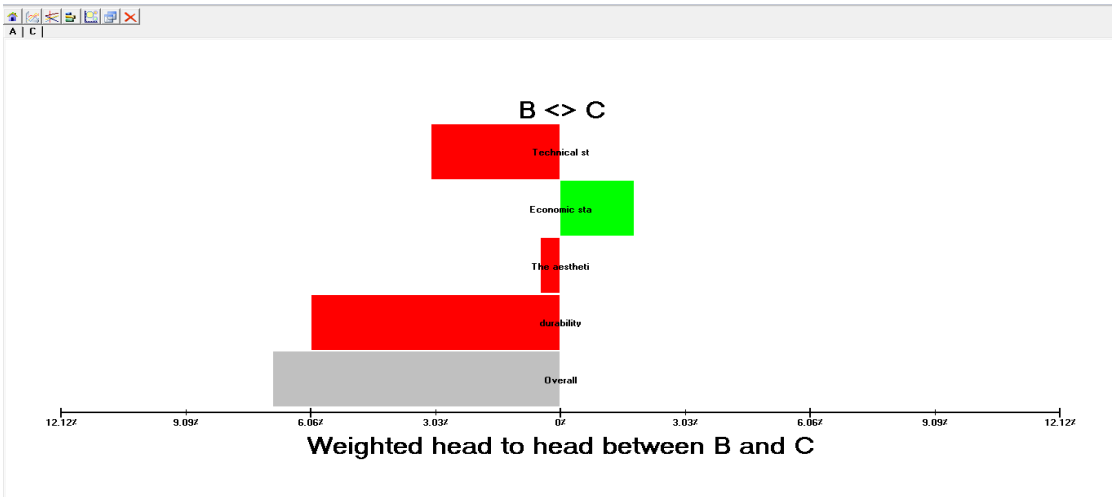
من خلال مقارنة البدائل الثلاث (A,B,C) عبر مخطط Head to Head لاحظنا تفوقا كاملا للبديلين (B,C) على البديل A بالنسبة لجميع المعايير عدا المعيار الاقتصادي كما هو موضح في الاشكال الاتية(31)،(32) (33).



الشكل (31): نتائج مقارنة البديلين A و C وفق مخطط Head to Head.



الشكل (32): نتائج مقارنة البديلين A و C وفق مخطط Head to Head



الشكل (33): نتائج مقارنة البديلين B و C وفق مخطط Head to Head.

الاستنتاجات والتوصيات:

من أهم النتائج التي تم التوصل إليها في هذا البحث:

1. تفوق البديل B المسبق الصنع الكلي على كل من البديلين A, C بالنسبة للمعايير الثلاث الآتية: التقني، الجمالي والديمومة وتراجعه بالنسبة للمعيار الاقتصادي.
2. تفوق البديل A المصبوب في المكان على البديلين B, C بالنسبة للمعيار الاقتصادي ويعود ذلك لعدم حاجة البديل A إلى آليات ومعدات ثقيلة وتكنولوجيا متطورة التي تزيد من كلفة البديلين B, C.
3. تفوق البديل C مسبق الصنع الجزئي على البديل A من حيث المعيار التقني والجمالي.
4. إن البديل B مسبق الصنع الكلي هو البديل الأفضل لأن الكلفة الاقتصادية العالية له يتم تعويضها من خلال استثمار المنشأة ذات الفترة الزمنية الطويلة إضافة إلى إمكانية تطويرها لاحقاً.

ونوصي بما يلي:

1. التوسع في دراسة هذه البدائل وفق معايير إضافية أخرى منها؛ معيار المكننة، معيار الجهد و معيار نظام صناعة البناء IBS.
2. استخدام نظام مسبق الصنع الكلي، واستقدام تكنولوجيتها المتطورة لأنها توفر الأرضية المناسبة لحل مشاكل الايواء ضمن الظروف الراهنة التي يمر بها القطر العربي السوري.
3. العمل على تطوير أنظمة بناء سكنية خاصة من خلال المؤسسات العلمية بحيث تعطي طابعاً معمارياً مميزاً لكل مدينة في سورية.

References:

1- BAXI, C. K. *Formwork- a concrete quality tool*. Conference on our world in concrete & structures, Singapore, 2001, 11.

2- YUNUS, R. *Decision making guidelines for sustainable construction of industrialized building systems.* Queensland University of technology, Malaysia, 2013, 314.

3- BARAKAT, S. and ROBERTS, R. *Post-Disaster and post-Conflict Housing Reconstruction, Humanitarian Practice Network*. European Journal of Operational Research, Vol 40, No. 3, 2002.
4- TWIGG, J. *Technology, post-disaster housing reconstruction and livelihood security*. Benfield Hazard research center, London, 2002.
5- Al-Dabaraki, Amal Abdel-Halim Mohamed, housing shelters for the victims of Bosnia and Herzegovina. Egyptian Engineers Association, first prize, Cairo, Egypt, 1991.
6- Al-Muhailimi, Mahmoud Tharwat. Evaluation and expectation of the performance of some methods of controlling thermal gain on building envelopes - a study using computers, a master's thesis, Faculty of Civil Engineering, Cairo University, Egypt, 1999.
7- El-Ahram news papers. A modern building system that is cost effective, time-resistant, and seismic, available on the website (www.koufour.eg), Cairo, Egypt, 2007.
8-Hupkens Engineering Earthquake Resistant Tracking houses@Yahoo.com,(Feb2007).
9. http://www.bettershelter.org/.
10.http://inhabitat.com/8-innovaative-emergency shelter-designs-for-when-disaster-hits/.
11. http://wwwKarmod.ae/.
12. Salloum, Duraid ; Hassan, Nael, design and implementation of prefabricated housing and service units for accommodation. Working paper presented to the Reconstruction Conference, Syria, 2014.