Determining the Indicators Used in Building Construction Methods and Modeling the Determinant Factors Applied to Select an Optimal Alternative in Syria

Dr. Bassam Hassan[*]
Madonna Beshara[**]

(Received 19 / 8 / 2019. Accepted 5 / 11 / 2019)

□ ABSTRACT □

The construction sector in Syria - especially in the field of building – is characterized by the domination of traditional methods of building systems. The introduction of modern IBS construction technologies is not accompanied by a proven scientific fit and consistency consistent with the technological and administrative solutions for construction and project operations in general. Syria is currently suffering from the huge building needs imposed by reality and the need for reconstruction. There is therefore the need to develop comprehensive criteria for selecting the appropriate construction method and encouraging the use of prefabricated construction to complete the entire building or parts of it (mixed) or the use of cast in situ.

The research aims to identify and analyze the factors influencing the choice of suitable construction methods in Syria through a thorough and comprehensive field study and conducting Factor Analysis to derive the most important factors. We obtained 3 economic factors, 3 social factors and 2 environmental factors. The study also includes the calculation of technical and economic indicators related to these methods, which gave a clear indication of the efficiency of construction method that chosen from the technological and economic point of view. The research concludes with the suggestion to use the fuzzy logic to choose the optimal construction method to suit Syrian reality.

Keywords: Syrian construction experience industrialized building system in Syria, reconstruction models, mechanization, effort, time, cost, IBS degree, durability, optimum construction method.

[*] **Professor, Department of Construction Management and Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. E-mail: bassamh.Tishreen.edu.com**

[**] **PHD Student, Department of Construction Management and Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. E-mail: madonnab.Tishreen.edu.com**

تحديد مؤشرات طرق تشييد الأبنية والعوامل المؤثرة على اختيار البديل الأمثل في سوريا

د. بسام حسن*

مادونا بشارة**

(تاريخ الإيداع 19 / 8 / 2019. قُبِل للنشر في 5/ 11 / 2019)

□ ملخّص □

يتصف قطاع البناء والتشييد في سوريا – خاصة في مجال الأبنية– بسيطرة الطرائق التقليدية على نظم البناء، كما ان ادخال تقانات صناعة البناء ال IBS الحديثة لا يترافق مع موائمة علمية مثبتة تؤمن تناسقاً منسجماً ومتكاملاً مع الحلول التكنولوجية والإدارية للعمليات الإنشائية وللمشروع بشكل عام. وسورية في الوقت الراهن تعاني من الاحتياجات الكبيرة للبناء التي يفرضها الواقع وضرورة اعادة الإعمار، لذا هناك حاجة إلى وضع معايير شاملة لاختيار طريقة البناء المناسبة والتشجيع على استخدام المسبق الصنع لإنجاز كامل المبنى أو أجزاء منه(المختلط) أو استخدام المصبوب بالمكان.

يهدف البحث إلى تحديد وتحليل العوامل المؤثرة على اختيار طرق التشييد المناسبة في سوريا من خلال دراسة ميدانية دقيقة وشاملة وإجراء التحليل العاملي لاستخلاص أهم هذه العوامل حيث حصلنا على 3 عوامل اقتصادية و3 عوامل اجتماعية وعاملين بيئيين. كما يتضمن البحث حساب المؤشرات التقنية والاقتصادية المتعلقة بهذه الطرق والتي أعطت دلالة واضحة على كفاءة طرق التشييد المختارة من الناحية التكنولوجية والاقتصادية. ويخلص البحث إلى اقتراح استخدام المنطق الضبابي لاختيار طريقة التشييد المثلى بما يتناسب مع الواقع السوري.

الكلمات المفتاحية: تجربة التشييد السورية، صناعة البناء في سوريا، نماذج إعادة الإعمار، المكننة، الجهد، الزمن، الكلفة، درجة ال IBS، الديمومة، طريقة التشييد المثلى.

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

**طالبة دكتوراه – قسم هندسة وإدارة التشييد – كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين – اللاذقية– سورية.

مقدمة:

يتصف قطاع البناء والتشييد في سوريا وخاصة في مجال الأبنية بسيطرة الطرائق التقليدية على نظم التشييد وكثيراً ما تعجز هذه المنظومة عن تحقيق متطلبات اهداف التشييد. إن طُرق التشييد التقليدية بطيئة نسبياً، ونظراً لضخامة الأَزمة السكنية والعجز في الوحدات السكنية وضرورات إعادة الإعمار أصبحت الحاجة ماسة جداً إلى ادخال تقانات صناعة البناء ال IBS (industrialized building system) الحديثة.

لقد شهد العالم توسعاً كبيراً في مجال البناء والتشييد من النواحي التكنولوجية والإنتاجية، إلاّ أن هذه الصناعة تواجه حالياً في بلدنا ضغوطاً تنموية غير مسبوقة نتيجة قلة الموارد وارتفاع أسعار المواد الخام وعدم استقرار العوامل البيئية المحيطة بها. ونظرا لحجم المشاريع الهندسية وضخامتها المتزايدة في سوريا، أصبح لزاما على كل من يعمل في المجال الهندسي مواكبة هذا التطور للحصول على أفضل أداء للعمل، من هنا تظهر الحاجة إلى إيجاد منهج واضح يمكن الجهة المالكة للمشروع من اختيار أفضل نظام تقني للبناء، والنجاح في عملية الاختيار ستكون أداة مهمة في إنجاح المشروع بشكل عام وإدارة العوائق التي قد تواجه العمل وتحقيق أهداف إعادة الإعمار والتشييد السريع في سوريا. إن تحديد أفضل نظام تقني للبناء أمر معقّد لأن لكل منها مزايا وعيوب مختلفة. واحدة من أفضل الطرق لصنع القرار في مجال الإدارة الهندسية هي تقنية ال (AHP) حيث يتم ترتيب الاختيارات المختلفة وفقا للمعايير مختلفة.

أهمية البحث وأهدافه:

أهمية البحث:

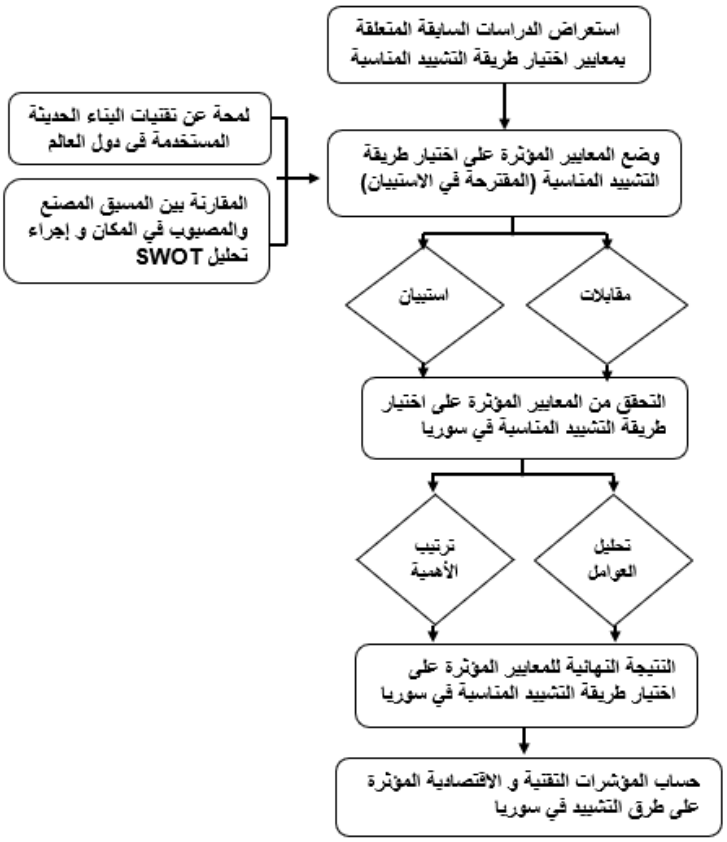
- تتسم مشاريع التشييد في سوريا بحصّة كبيرة من اتباع الطرائق التقليدية في البناء.
- كما ان ادخال الطرائق المتطورة لا يترافق مع موائمة علمية مثبتة لنظم صناعة البناء وتناسقاً منسجماً ومتكاملاً مع الحلول التكنولوجية والإدارية للعمليات الإنشائية وللمشروع بشكل عام وينجم عن ذلك هدراً واضحاً في التكلفة والزمن والجهد المبذول وبالتالي انخفاض في الكفاءة والفعالية (Effectiveness and efficiency)
- فلا بد من إيجاد منهج واضح لاختيار أفضل طريقة تشييد للبناء وتحديد مؤشراتها المؤثرة على هذا الاختيار.
- وفقاً لذلك هناك حاجة إلى إيجاد العوامل المؤثرة على اختيار طريقة البناء المناسب في المباني الخرسانية خلال مراحل المشروع الأولى.

أهداف البحث:

- يهدف البحث إلى إجراء تحليل تقني واقتصادي لتقانات نظم البناء ال IBS الحديثة واقتراح نماذج التشييد المناسب استخدامها في سوريا في إعادة الإعمار وإيجاد أهم العوامل المؤثرة على اختيار طرائق التشييد المثلى في سوريا وصولاً إلى حساب المؤشرات التقنية والاقتصادية المتعلقة بهذه الطرق.

منهجية البحث:

تتضمن منهجية البحث استعراض أهم الدراسات السابقة المتعلقة بمعايير اختيار طريقة التشييد المناسبة وتصميم استبيان لوضع هذه المعايير، ومن ثم تطبيق الاستبيان وإجراء مقابلات مع خبراء صناعة البناء في سورية والقيام بتحليل إحصائي لبيانات الاستبيان. كما تضمن منهجية البحث حساب أهم المؤشرات التقنية والاقتصادية المؤثرة على طرق التشييد. كما يوضح الشكل 1 منهجية البحث.



الشكل (1) منهجية البحث

خطوات البحث:

1- استعراض الدراسات السابقة المتعلقة بمعايير اختيار طريقة التشييد المناسبة:

تم إجراء مراجعة شاملة للدراسات السابقة التي بحثت في مجال طرق البناء المسبق الصنع وأبنية الوحدات النمطية والمصبوب في المكان وأسلوب البناء المختلط HCC(Hybrid Concrete Construction) والأبنية البيتونية المسبقة الصب والمسبقة الإجهاد وغيرها من الأساليب والتقنيات الحديثة.

أوضحت الدراسات السابقة أن معايير تقييم استخدام المسبق الصنع في الأبنية تبدأ من إجراء دراسات منهجية للبدائل تتعلق بالجدوى الاقتصادية والكلفة والزمن، وتصل إلى اتخاذ قرارات سريعة تعتمد على الحدس والخبرة [1]. كما تم تقييم جدوى استخدام المسبق الصنع باستخدام عشرة عوامل لاتخاذ القرار، من خلال أربعة إلى عشرة أسئلة مفصلة لكل عامل [2]. فيما يتعلق بالأبنية النمطية، تم تقييم جدوى استخدام تقنية أبنية الوحدات النمطية في مشروع معين وفي محطة لتوليد الطاقة البتروكيماوية بناء على عدة عوامل متنوعة مصنفة في خمس فئات مؤثرة [3,4]. بالنسبة للأبنية البيتونية المختلطة، تم تحديد أبرز المعايير التي يستخدمها المقاولون عند اختيارهم لطريقة الHCC [5]، كما تم تحديد مؤشرات الأداء لطريقة ال HCC، والتي من شأنها أن تساعد في عملية اتخاذ القرار باعتماد تكنولوجيا ال HCC بدلا من البدائل التقليدية [6,7]. بالنسبة للمسبق الصنع فإن Pasquire وآخرون [8] أوصوا بستة عوامل قياس تستخدم عند مقارنة المسبق الصنع مع البناء التقليدي وهي:

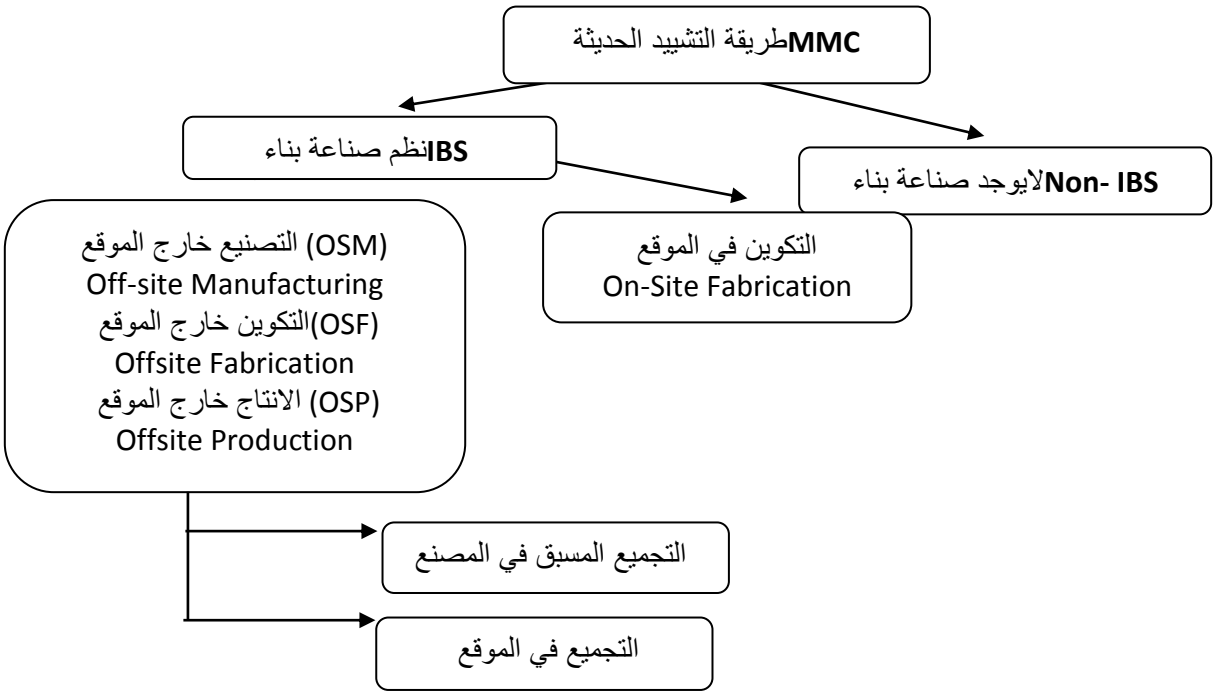
التكلفة والوقت والجودة والصحة والسلامة والاستدامة وخصائص الموقع. وتم تضمين ما مجموعه 97 عنصر من العناصر التفصيلية المتعلقة بالعوامل الستة في البحث. أجرى Idrus و Newman [9] استبيان عن صناعة البناء في المملكة المتحدة بهدف البحث في عوامل البناء التي تؤثر على اختيار أنظمة الأرضيات البيتونية لتنفيذها إما في الموقع أو مسبقة الصنع أو مختلطة. وتم التوصل إلى 12 عامل مرتبط بشكل مباشر بعملية البناء.

تشير النتائج التي توصلت إليها الدراسات المذكورة أعلاه إلى أن معايير الأداء التي تم تطويرها خصيصًا لاختيار طرق البناء في المباني البيتونية لم يتم فحصها بعد. حاول Chen وآخرون وضع قائمة بالمعايير الشاملة القائمة على أساس مبدأ الاستدامة ومتطلبات أطراف المشروع المختلفة، والتي قد تحسن من الأداء المحتمل لأساليب البناء وتسهل التنمية المستدامة للبيئة.[10]

2- لمحة عن تقنيات البناء الحديثة المستخدمة في دول العالم:

بعد الحرب العالمية الثانية وما سببته من دمارٍ شامل وتشريد الملايين من الناس وخصوصاً بالنسبة للبلدان الأوربية اتجهت الأَنظار إلى إعادة بناء هذه المدن التي دمرت بكاملها لكن الطلب على الوحدات السكنية كان هائل جداً بحيث لا يُمكن أن يسد حاجة هذا العدد الهائل من البشر في فترة زمنية قياسية ، لهذا السبب الرئيسي ولأَسباب أُخرى دعت الحاجة إلى تطوير اسلوب البناء التقليدي في بناء المنشآت والأَبنية السكنية على وجه التحديد وانتقلوا إلى مرحلة تصنيع البِناء .تعرّف صناعة البناء ال(IBS Industrialised Building System) على أنها نظام بناء يتم فيه تصنيع المكونات في المصنع أو خارج الموقع وتجميعها ونقلها و توضيعها في البناء بأقل عمل إضافي ممكن داخل الموقع أو خارجه. ويتم تصنيف الIBS وفق طريقة التشييد الحديثة (Modern Method of Construction MMC) كما في الشكل (2).[11]

كما نلاحظ أنه بعد تطور عملية البناء الجاهز أصبح لكل بلد نظام معين في تطبيق عملية البناء الجاهز اعتمادا على إمكانيات ذلك البلد اقتصاديا وتقنيا. لذلك كان لابد من دراسة هذه الأساليب بهدف اتخاذ عدة حلول وامكانيات مختلفة تتناسب مع الوضع والموارد الاقتصادية المتوفرة في بلدنا. ويبين الجدول (1) أهم تقنيات البناء الحديثة المستخدمة في دول العالم المتقدمة.[12]



الشكل (2) تصنيف ال IBS وفق طريقة التشييد الحديثة، المصدر [11]

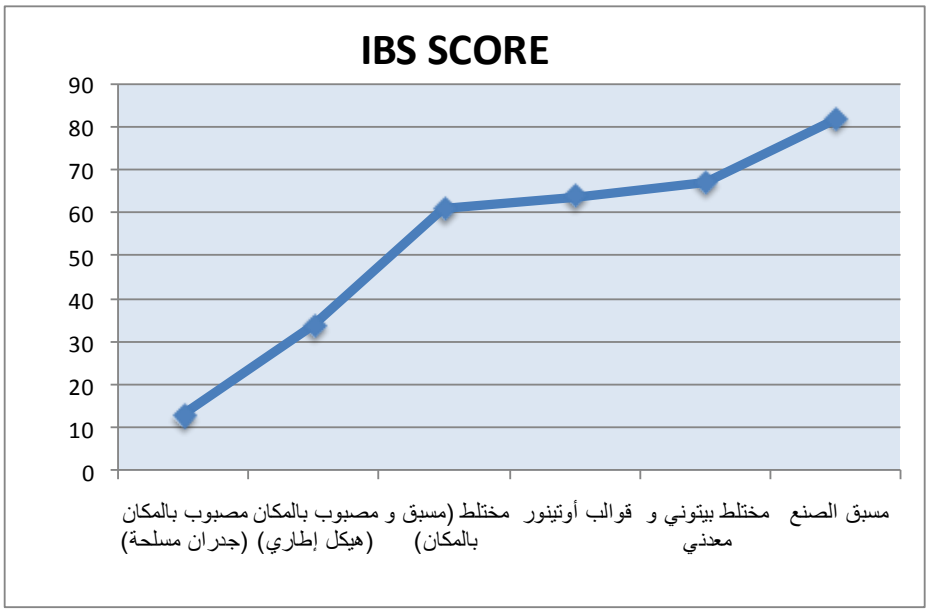
الجدول (1) تقنيات البناء الحديثة في الدول المتقدمة[12]

البلد	الخصائص
اليابان تكنولوجيا عالية	ينظر الى التكنولوجيا الحديثة في اليابان على انها ذات قيمة عالية ويتم استخدام منتجات مسبقة الصنع طويلة الأمد
	مكننة عالية
اميركا وحدات الهندسة المعمارية الراقية	قامت الشركات الكبرى ببناء 66٪ من المنازل الجديدة
	منتجات مسبقة الصنع راقية معماريا
	إنشاء وحدات نموذجية ومنازل ومصانع وفق نظم صناعة البناء
بريطانيا تشجيع الحكومة لطرق التشييد مسبقة الصنع	انتاجية عالية في البناء
	تشجيع الحكومة لاتباع الأساليب الحديثة في البناء المسبق الصنع والبناء خارج الموقع
اسكندانافيا الطريقة المسبقة الصنع لمباني أفضل	قبول كبير للمسبق الصنع / البناء خارج الموقع
	التركيز على جودة المسبق الصنع / البناء خارج الموقع
	الاهتمام بكفاءة الطاقة، وحماية البيئة
أوروبا تعميم التشييد الجاهز	تاريخ طويل وقبول المسبق الصنع / البناء خارج الموقع
	الاهتمام بالجودة وكفاءة التكلفة

نلاحظ مما سبق تم تحديد عددا من التقنيات والتكنولوجيات التي من الممكن أن نتعلمها من البلدان ذات البناء السكني الأكثر تقدما. وباختصار، فإن العديد من الصناعات في الدول المتقدمة الأخرى تتجه نحو البناء خارج الموقع (التصنيع، التكوين والانتاج) كمحاولة لتحسين الجودة والكفاءة والقدرة على تحمل التكاليف وتقليل الأثر البيئي. وفي هذا السياق من المهم الاستفادة من التقنيات الحديثة المستخدمة في العالم واستخدام هذه الطرق الحديثة التي تتناسب مع واقعنا السوري الحالي.

إن النمط السائد لأساليب التنفيذ في سوريا هو استعمال قوالب الدف الخشبي في تنفيذ هياكل البناء (أعمدة وجدران وبلاطات مصبوبة بالمكان) وتوجد بشكل أقل حالات استخدام لقوالب الألواح الصغيرة (plywood) أو الألواح الكبيرة للبلاطات والجدران، وبعض حالات لاستخدام قوالب الطاولات (table form) وقوالب الأوتينور التي تستخدم للجدران والأسقف (tunnel form) كما تشير تجربة التشييد في سوريا إلى استخدام المسبق الصنع لتشييد الضواحي السكنية في بعض المدن وخاصة في دمشق مثل ضاحية برزة السكنية. كما يستخدم التنفيذ المختلط (المصبوب بالمكان والمسبق الصنع) في بعض الحلول الجزئية في التشييد ومثال على ذلك أبنية جامعة تشرين.

كما أظهرت الحسابات انخفاض درجة صناعة البناء في سوريا بسبب استخدام الأساليب التقليدية في أغلبية مشاريع البناء كما هو موضح في الشكل (3) ونستنتج من ذلك أن استخدام نسبة عالية من مكونات ال IBS بهدف الحصول على صناعة بناء في سوريا يحتاج إلى التوجه نحو المسبق الصنع والتقانات المتطورة الأخرى (OSM,OSF,OSP).



الشكل (3) توزع نقاط ال IBS لكل نوع من أنواع النظم الإنشائية

3- المقارنة بين المسبق المصنع والمصبوب في المكان وإجراء تحليل SWOT:

تتضمن طريقة البناء المصبوب بالمكان انجاز أغلبية العمليات الإنشائية في الموقع. كما تحتاج هذه الطريقة إلى عمالة كثيفة، وفترة بناء طويلة، وكميات كبيرة من النفايات وتؤدي إلى ضعف في السلامة. طريقة المسبق الصنع تؤمن بيئة موقع أنظف وأرخص، كما تحد من نفايات البناء وتحد من الوقت[10] . في مجال بحثنا يجب أن تكون معايير التقييم

المستخدمة لاختيار طريقة البناء قادرة على التمييز بين طريقة المسبق الصنع وطريقة المصبوب في المكان بشكل واضح وبالتالي ، هناك حاجة إلى مقارنة شاملة بين طريقتي البناء.

ولضمان إمكانية التمييز بوضوح بين طريقة المسبق الصنع وأسلوب التشييد في الموقع، جرى استكشاف دقيق ومقارنة بين الطريقتين وتحليل SWOT. وتظهر أهمية إجراء تحليل SWOT نقاط القوة ونقاط الضعف والفرص والتهديدات" من كونها أداةً فعالة في اكتشاف العوامل الداخلية والخارجية التي يمكن أن تؤثّر على اختيار المسبق الصنع أو المصبوب بالمكان إذ إن تطوير إدراك كامل لوضع المسبق الصنع والمصبوب بالمكان يساعد على التخطيط الاستراتيجي وعلى اتخاذ القرارات. من خلال البناء على نقاط القوّة وتخفيف نقاط الضعف واقتناص الفرص ومواجهة التهديدات [13]. ويمكن تقسيم عمليةSWOT بشكل عام إلى أربعة أجزاء رئيسية: (1) التحقيق في التطور الحالي للإنتاج المسبق الصنع والمصبوب في المكان (2) تشكيل سؤال بحثي عن SWOT (3) إجراء تحليل SWOT (4) مقاطعة تحليلات الدراسات السابقة مع نتائج المقابلات. قام الباحث بإجراء تحليل تقني واقتصادي لنظام المصبوب بالمكان ولنظم البناء الحديثة وإنجاز تحليل ال SWOT من خلال مقابلات مع مهندسين خبراء في مجال التشييد واستخدام الأساليب الحديثة في البناء في سوريا وذلك وفق الخطوات الموضحة مسبقا. يظهر الشكل (4) مصفوفة ال SWOT للبناء المصبوب في المكان، كما يظهر الشكل (5) مصفوفة ال SWOT لنظم البناء الحديثة.

الشكل(4) نتائج تحليل SWOT لنظام المصبوب بالمكان

الشكل (5) نتائج تحليل SWOT لنظام المسبق الصنع

قدم تحليل SWOT الإطار اللازم لفهم الظروف الداخلية والخارجية لطريقتي البناء الأكثر شيوعا" في سوريا. ويمكن أن تساعد الاعتبارات المتعلقة بكل من الجوانب الإيجابية والسلبية في السعي للقيام بأفضل اختيار لطرق التشييد. كما سيشكل هذا التحليل جزءًا من معلومات المشروع التي يمكن أن تساعد أصحاب المشاريع في تقييم إمكانيات تطبيق ال IBS وتعزيز مفاهيم الاستدامة. في هذا السياق، بالامكان استخدام تحليل نقاط القوة والضعف والفرص والمخاطر لمساعدة صانعي القرار على فهم كيفية استغلال أي فرص من خلال الاستفادة من نقاط القوة المتاحة، وتجنب نقاط الضعف وتشخيص أي تهديدات محتملة عند اختيار طريقة التشييد الأنسب. كما يمكّن التحليل من وضع خطط عمل لتقديم معلومات حول كيفية تحسين استخدام كل طريقة من الطرق المبحوثة. إن تحديد أفضل نظام تقني للبناء أمر معقّد لأن لكل منها مزايا ونقاط ضعف مختلفة كما بينت النتائج السابقة. ويظهر الجدول (2) مزايا وعيوب المسبق الصنع والمصبوب بالمكان وفق عدة معايير.

الجدول (2) مقارنة بين المسبق الصنع والمصبوب بالمكان [14]

المعيار	المسبق الصنع	المصبوب بالمكان
الجودة	بيئة مناخية مسيطر عليها وذلك باستخدام معدات ذات كفاءة يتم تشغيلها من قبل أشخاص مدربين بشكل جيد.	عدم التأكد من الطقس مما يمكن أن يؤدي إلى بناء كميات أقل من المتوقع.
السرعة	تسريع العمليات (تصل إلى 70٪ أقل)	استهلاك في الوقت. يمكن أن تتأخر العملية بسبب الطقس أو مشاكل الجدولة.
الكلفة	سيطرة أكبر على نتائج التصنيع مما يقلل بشكل كبير من احتمال تجاوز التكاليف.	المتغيرات لا يمكن السيطرة عليها مثل الطقس والجدولة والتي من الممكن أن تزيد من تكلفة البناء.
سهولة الحركة	أقل	أكثر
مساحة الموقع	تصل الألواح على مقطورات مسطحة، ويتم تثبيتها في مكانها	هناك حاجة إلى مساحة أكبر. وبالإضافة إلى ذلك السقالات اللازمة للتركيب مكلفة في كثير من الأحيان.
مخلفات الموقع	يتم إنتاج نفايات أقل في الموقع.	تنتج كمية كبيرة من النفايات ويتم إزالتها من الموقع، وهذا غالبا ما يزيد في التكلفة.

من هنا تظهر الحاجة إلى إيجاد منهج واضح يمكن الجهات ذات الصلة بالمشروع من اختيار النظام التقني المناسب للبناء، والنجاح في عملية الاختيار ستكون أداة مهمة في إنجاح المشروع بشكل عام وإدارة العوائق التي قد تواجه العمل وتحقيق أهداف إعادة الإعمار والتشييد السريع في سوريا.

4- تحديد أهم المعايير المؤثرة على اختيار طريقة التشييد في سوريا:

في سوريا، حصة البناء من البيتون المسبق الصنع تعتبر ضئيلة مقارنة بدول العالم المتقدمة. كما أن قرارات استخدام المسبق الصنع لا تزال تستند إلى حد كبير على الأدلة القولية بدلا من البيانات الدقيقة، حيث لا تتوفر معايير أو استراتيجيات قياس رسمية. وفي الواقع المسبق الصنع ليس دائماً الخيار الوحيد المتاح وليس دائماً أفضل من طريقة البناء في الموقع وذلك حسب خصائص المشروعات المختلفة والموارد المتاحة[10] . حيث أن هناك العديد من المشاكل التي تواجه استخدام المسبق الصنع مثل التأخير الشديد في الإنتاج أوامر التغيير، عدم مناسبة استخدام المسبق الصنع للمشروع، الارتفاع الكبير في التكاليف، المشاكل الانشائية وغيرها .... كل ذلك يدل على أن معايير القرارات المتعلقة باختيار أساليب البناء غير واضحة وغير مسجلة. وهناك حاجة إلى وضع معايير شاملة لاختيار طريقة البناء المناسبة والتشجيع على استخدام المسبق الصنع أو المختلط في حال ملائمته لمشروع بناء معين. وبهدف تحديد معايير شاملة تساعد أعضاء فريق التصميم في اختيار طرق البناء المناسبة في المباني الخرسانية خلال مراحل المشروع المبكرة تم اللجوء الى الاستبيان كوسيلة مناسبة لايجاد أهم هذه المعايير.

تصميم الاستبيان:

كشف الاستعراض الواسع للدراسات السابقة أنه لا توجد قائمة شاملة لمعايير الأداء وضعت خصيصا لاختيار طريقة البناء في المباني الخرسانية. ولإعداد قائمة ذات مغزى للمعايير، أجريت عدة بحوث في المجالات ذات الصلة مع

الأخذ بعين الاعتبار متطلبات إعادة الإعمار التي نواجهها في سوريا ومتطلبات الواقع الحالي وتم وضع قائمة بالمعايير الأولية، ومن ثم تم تصميم الاستبيان.

يهدف الاستبيان إلى تحديد أهم المعايير المؤثرة على اختيار طريقة التشييد من وجهة نظر المهندسين وذوي الخبرة في مجال البناء والتشييد. يتألف الاستبيان من جزئين رئيسيين، الجزء الأول يتضمن بعض المعلومات الشخصية عن المستجيبين مثل نوع الوظيفة، ونوع المؤسسة التي يعمل بها المستجيب، وعدد سنوات الخبرة الهندسية، عدد المشاريع مسبقة الصنع التي عمل بها ... الخ. في الجزء الثاني من الاستبيان طلب من المستجيبين تقييم مستوى أهمية المعايير المستمدة بناء على مقياس من 1 إلى 5 حيث 1 هو "الأقل أهمية" و2 " هامة إلى حد ما" و3 "مهمة" و 4 "مهمة جدا" و5 " مهم للغاية". ويتضمن الاستبيان ثلاثة محاور رئيسية و41 معيار تشكل كل منها حسب الدراسات السابقة و آراء الخبراء أهم العوامل المؤثرة على اختيار طريقة البناء والتشييد. ولضمان فهم أفضل للمعايير، تم وضع تعريف لكل معيار. وفي الوقت نفسه، تم تشجيع المشاركين على تقديم معايير تكميلية يروها مؤثرة على اختيار طريقة البناء.

عينة الدراسة:

يشتمل مجتمع الدراسة على العاملين في المجال الهندسي في الشركات والمؤسسات الإنشائية والخدمية التابعة للقطاع العام: الشركة العامة للبناء والتعمير فروع اللاذقية وحمص ودمشق. مؤسسة الاسكان العسكري، مديرية الخدمات الفنية فرع حمص، مهندسين وشركات من القطاع الخاص، وكذلك المهندسين الخبراء العاملين في نقابة المهندسين باللاذقية. على أن تكون سنوات الخبرة لكل فردٍ من أفراد العينة عشرة أعوام بحد أدنى وحتى 40 عام. وتم توزيع 200 استبيان على الدوائر السابقة انتهت عينة الدراسة ب 102 استجابة مقبولة تم اعتمادها وتحليلها.

الأساليب الإحصائية المستخدمة في الدراسة:

- لاختبار مدى توافر الثبات والاتساق الداخلي بين الإجابات على الأسئلة تم احتساب معامل الثبات ألفا كرونباخ (Alpha– cronbach) كما تم حساب معامل الصدق وكانت نتيجة معامل الثبات هي : 96.1% و هي قيمة مقبولة و كذلك قيم الصدق.
- لتحليل بيانات اسئلة الاستبانة إستخدم الباحث برنامج .SPSS19
- من أجل ترتيب أهمية المعايير المؤثرة على اختيار طريقة التشييد وفق الاستبيان تم استعمال دليل الشدة، وذلك تبعاً للإجابات التي حصلنا عليها من المستجيبين مع المحافظة على العدد الكامل للمعايير، حيث أن لكل متغير دليل أهمية نسبي يستعمل لترتيب المتغيرات تبعا لدرجتهم في الأهمية، وذلك بعد أن لوحظ أن أهم المعايير التي تحتاج إلى تطوير تستند على التكرارات، لذلك نفذ دليل الشدة باستعمال المعادلة: [15]

$$S.I = \left(\sum_{i=1}^{i=n} \frac{(w_i * f_i)*100}{n} \right) \quad \ldots\ldots \quad [1]$$

S.I دليل الشدة

Fi : تكرار الإجابة

Wi : وزن كل تقدير = (التقييم في المقياس / عدد النقاط في المقياس)

n: العدد الكلي للإجابات (عدد المجيبين الصحيح)

وهكذا تم تعويض تقديرات النسبة المئوية في المعادلة [1] لحساب دليل الشدة، وتظهر الجداول التالية ترتيب المعايير تبعا لتحليل دليل الشدة وفق كل محور ومستوى الأهمية الموافق.

الجدول (3) أهم متغيرات الناحية الاقتصادية ودليل شدتهم ومرتبتهم ومستوى الأهمية الموافق

المحور	المعايير المؤثرة على اختيار طريقة التشييد	دليل الشدة	المرتبة
المعايير الاقتصادية	زمن البناء	92.44444	1
	كلفة البناء الأولية	92	2
	قابلية التشييد	90.8	3
	تكاليف المواد	89.80392	4
	تكاليف العمالة	89.41176	5
	قدرة التحمل	88.62745	6

تظهر نتائج تحليل الشدة لمحور الناحية الاقتصادية في الجدول (3) ارتفاع دليل الشدة لبند زمن البناء بشكل كبير يليها كلفة البناء الأولية ومن ثم قابلية التشييد، تكاليف المواد، تكاليف العمالة، قدرة التحمل حيث نلاحظ ان مستوى الأهمية لهذه المتغيرات عالي جدا مما يدل على أهميتها في اختيار طريقة التشييد الأنسب.

تظهر نتائج تحليل الشدة لمحور الناحية الاجتماعية في الجدول (4) ارتفاع دليل الشدة لبند توفر العمالة ذات المهارة بشكل كبير يليها اضطراب المجتمع، ومن ثم توفر الموارد، توفر المصانع اللازمة، توفر المعدات والتجهيزات اللازمة، الأمن والسلامة حيث نلاحظ أن أغلب المعايير الاجتماعية حازت على مستوى أهمية عالي جدا" وعالي مما يدل على زيادة تصور صناعة البناء والتشييد لدور المعايير الاجتماعية في اختيار طرق البناء المختلفة.

الجدول (4) أهم متغيرات الناحية الاجتماعية ودليل شدتهم ومرتبتهم ومستوى الأهمية الموافق

المحور	المعايير المؤثرة على اختيار طريقة التشييد	دليل الشدة	المرتبة
المعايير الاجتماعية	توفر العمالة ذات المهارة	90.98039	1
	اضطراب المجتمع	90.78214	2
	توفر الموارد	90.78214	3
	توفر المصانع اللازمة	90.19608	4
	توفر المعدات والتجهيزات اللازمة	89.13276	5
	الأمن والسلامة	87.32661	6

الجدول (5) أهم متغيرات الناحية البيئية ودليل شدتهم ومرتبتهم ومستوى الأهمية الموافق

المحور	المعايير المؤثرة على اختيار طريقة التشييد	دليل الشدة	المرتبة
المعايير البيئية	خصائص المشروع	90.8	1
	ظروف الموقع	89.80392	2
	الهدر	89.41176	3
	كفاءة استخدام الطاقة في المباني	87.2	4
	انبعاث الملوثات	85.09804	5

تظهر نتائج تحليل الشدة لمحور الناحية البيئية في الجدول (5) ارتفاع دليل الشدة لبند خصائص المشروع بشكل كبير يليها ظروف الموقع، ومن ثم الهدر، استخدام الطاقة المتجددة في المباني، ومن ثم انبعاث الملوثات حيث نلاحظ ان مستوى الأهمية لهذه المتغيرات عالي جدا مما يدل على أهميتها في اختيار طريقة التشييد الأنسب. نلاحظ أن كافة المعايير البيئية حازت على مستوى أهمية عالية جدا مما يدل على أهميتها في اختيار طريقة التشييد الأنسب.

إذا أردنا تقييم نتائج جميع تحليلات التصنيف في وقت واحد للمؤشرات البيئية والاقتصادية والاجتماعية، نلاحظ أن ال 41 مؤشر قد حصل على مستوى أهمية "عالية جدا" أو "عالية". وينبغي التأكيد على أنه، كما أكد بعض المجيبين، تصنيفات الأهمية اختلفت ولو بفرق بسيط بحسب اختلاف تأثير طرق البناء الحديثة والطرق التقليدية على المؤشر. وعلاوة على ذلك، فإن المقارنة بين نتائج المؤشرات تدل على أن البعد الاقتصادي لا يزال هو الشغل الشاغل للعاملين في قطاع التشييد (حيث أن أعلى مؤشر بين كافة المؤشرات هو مؤشر زمن البناء) يليه البعد الاجتماعي.

التحليل العاملي:

على الرغم من أنه تم تحديد أهم المعايير باستخدام تحليل دليل الشدة، فمن المرجح أن تكون هذه المعايير متداخلة مع بعضها البعض من خلال هيكل أساسي للعوامل الأولية. من أجل الحصول على قائمة موجزة منspss، تم إجراء التحليل العاملي. التحليل العاملي هو طريقة إحصائية تعمل على تلخيص عدد كبير من المتغيرات لعدد أقل يعرف بالعوامل (Factors) حيث كل مجموعة من المتغيرات تربط بعامل واحد فقط، حيث ترتبط المتغيرات في العامل ارتباطاً عالياً فيما بينها وضعيفاً مع الأخرى.

العوامل المؤثرة على اختيار طرق التشييد المناسبة تبعا للتحليل العاملي:

نفذت الطريقة الرئيسة في هذا البحث باستعمال برنامج SPSS19 حيث تظهر الجداول العدد المستخلص للعوامل من تحليل المركبات الأساسيةPrincipal Components، حيث يظهر العدد المستخلص من العوامل حسب تأثيرها على اختيار طريقة تشييد المبنى، وكان المعيار لتجميع العوامل مستندا على مبدأ أن المتغير الذي له تحميل أعلى من 0.6 في عامل واحد يعود إلى ذلك العامل، والمتغير الذي له تحميل أقل من 0.6 يختزل[16]. ويعرض الجدول (6) العدد المستخلص من العوامل والذي يظهر (8) عوامل فقط ترتبط مع مجموعة المتغيرات الملاحظة.

وبذلك يكون لدينا في محور الناحية الاقتصادية ثلاثة عوامل من (16) متغيرا يمكن اعتبارها متغيرات جديدة، ولدينا في محور الناحية الاجتماعية ثلاثة عوامل من (14) متغيرا يمكن اعتبارها متغيرات جديدة، ولدينا في محور الناحية البيئية عاملين من (11) متغيرا يمكن اعتبارها متغيرات جديدة، وكل عامل يضم مجموعة من المتغيرات المترابطة مع بعضها والتي يمكن وضعها تحت عنوان يعبر عنها ويلخص الجدول (7) العوامل المستخلصة والمؤثرة على اختيار طريقة التشييد.

الجدول (6) العوامل المستخلصة من نتائج التحليل العاملي للمتغيرات

المحاور	المتغيرات الأساسية	المتغيرات المختصرة	العوامل
الناحية الاقتصادية	16	13	3
الناحية الاجتماعية	14	11	3
الناحية البيئية	11	9	2

الجدول (7) العوامل المؤثرة على اختيار طريقة التشييد في سوريا

المحاور	العوامل المؤثرة على اختيار طرق تشييد المباني		
العوامل الاقتصادية	كلفة البناء	زمن البناء	الجودة
العوامل الاجتماعية	التأثير على الصحة والمجتمع	الأثر المعماري	ظروف النقل
العوامل البيئية	استخدام الطاقة المتجددة في البناء والتصميم		استهلاك الموارد

5- حساب المؤشرات التقنية والاقتصادية المؤثرة على نجاح اختيار طرق التشييد في سوريا:

انطلاقا من أهمية البحث في كيفية استخدام أساليب البناء الحديثة في بناء مشاريع ذات نوعية جيدة بسرعة وكفاءة أكبر تم الاطلاع على العديد من الدراسات السابقة التي بحثت في المؤشرات التقنية والاقتصادية المؤثرة على نجاح مشاريع الأبنية والاعتماد على نتائج البحث المتعلقة بالعوامل المؤثرة على اختيار طريقة التشييد في سورياو نتائج تحليل SWOT. وجدنا أن أهم هذه المؤشرات التكنولوجية والاقتصادية التي تعطي دلالة واضحة على كفاءة النموذج المختار من الناحية التكنولوجية والاقتصادية هي: المكننة، الجهد، صناعة البناء ال IBS، الزمن، الكلفة، الديمومة. وتم توصيف كافة هذه المؤشرات وحسابها وفق المعادلات الواردة في الجدول (8).

تتسم صناعة البناء عادة" بالديناميكية ومايزال مفهوم نجاح المشروع في صناعة البناء والتشييد محددًا بشكل غامض. إن نجاح المشروع هو الهدف النهائي تقريبًا لكل مشروع. ومع ذلك، تختلف المعايير المحددة لهذا الهدف حيث أن بعض الكتاب يعتبرون الوقت والتكلفة والجودة معايير سائدة، إلا أن البعض الآخر يشير إلى أن النجاح شيء أكثر تعقيدًا. تم من خلال البحث تطوير إطار لقياس نجاح مشاريع البناء من خلال مجموعة من مؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs)، المقاسة بشكل موضوعي وذاتي من خلال مراجعة شاملة للدراسات السابقة.

الجدول (8) توصيف وحساب المؤشرات التقنية والاقتصادية المؤثرة على طرق التشييد في سوريا

اسم المؤشر	وصف المؤشر	معادلة الحساب
مؤشر المكننة Mechanization	يقصد بنسبة المكننة نسبة تطبيق العمل الممكن ضمن المشروع وبالتالي استخدام أكبر للآليات وخفض عدد العمالة اليدوية أي خفض الجهد واختصار الزمن.[17]	يتم حساب نسبة المكننة باستخدام العلاقة التالية:[17] $\boldsymbol{M_{t.m}} = \frac{\boldsymbol{m_{t.m}}}{(\boldsymbol{m_{t.m}}+\boldsymbol{m_{w.m}}+\boldsymbol{m_w})}$ (1) $m_{t.m}$ حجم العمل المنفذ بمكننة كلية. $m_{w.m}$ حجم العمل المنفذ باستخدام مكننة جزئية. m_w حجم العمل المنفذ يدوياً.
مؤشر الجهد Effort:	الجهد في المفهوم العملي هو الجهد الذي يصرفه عامل واحد لإنجاز مهمة واحدة واما في المفهوم الرياضي فهو مقلوب الإنتاجية للمهمة الواحدة ويقاس بواحدة (عامل*ساعة/وحدة)[18] .	يحسب الجهد للمشروع كاملاً بالعلاقة:[18] $(2)\mathrm{T} = \frac{\sum T_m + \sum T_p + \sum T_b}{V}$ T_m :الجهد المصروف في تحضير الموقع للآليات. T_p : الجهد المصروف في تنفيذ العملية الانشائية المنفذة يدويا. T_b : الجهد المبذول في الاعمال المساعدة. V : حجم العمل

مؤشر ال IBS (نظام صناعة البناء):	إن ال IBS (نظام صناعة البناء) هي تصنيع المكونات وتجميعها ونقلها وتوضيعها في البناء بأقل عمل إضافي ممكن داخل الموقع أو خارجه.[19]	إن أقصى حد لنقاط ال IBS للمبنى هو 100 نقطة. ويتكون نظام رصد نقاط الIBSمن العناصر التالية:[19] $Q_S\ IBS = 50\sum\left[\frac{Q_S}{Q_{ST}}F_S\right] + 20\sum\left[\frac{Q_W}{Q_{WT}}F_W\right] + S$: نسبة المساحة المشادة وفق النظام المحسوب من كامل النظام الهيكلي للبناء. Q_{ST}: مساحة البناء الإجمالية المشادة. F_S: معامل الIBS لنظم الإنشاء من الجدول. Q_W: طول الجدار وفق النظام المحسوب (جدار خارجي أو داخلي). Q_{WT}: الطول الإجمالي للجدار. F_W: معامل ال IBS لنظم الجدران من الجدول S: نقاط ال IBS للحلول التصميمية الداعمة مثل التكرار و قابلية التشييد (buildability) ... الخ
اسم المؤشر	وصف المؤشر	معادلة الحساب
مؤشر الزمن : (Time)	تعتبر السرعة في تنفيذ الأبنية واختصار زمن التشييد من اهم الصفات التي يجب ان يتمتع بها السكن وخاصة في الظروف الحالية التي يمر بها واقعنا السوري[20]	ولحساب زمن النماذج فانه تم تقسيم كل نموذج الى مهام رئيسية وحساب زمن التنفيذ بالاستعانة ببرنامج Primavera حيث تم حساب الزمن على فرض يوم العمل 8 ساعات ويوم عطلة واحد ووردية عمل واحدة.
مؤشر الديمومة: (permanence)	يقصد بالديمومة العمر الخدمي للمنشأة ومدى إمكانية توظيف المساكن من جديد.[21]	حسبت الديمومة بشكل وسطي للنماذج البيتونية والمختلطة اعتمادا على آراء الخبراء والدراسات السابقة.
مؤشر الكلفة: (COST)	لا تزال الطرق الحديثة في البناء أكثر تكلفة قليلاً من التقنيات التقليدية، لكن نطاقات التكلفة لمختلف التقنيات تتداخل بشكل كبير. ويعني التداخل الكبير أنه في أي مجموعة معينة من الشروط، يمكن أن تكون طريقة البناء الحديثة فعالة من حيث التكلفة.[22]	تم حساب تكلفة كل نموذج على حدا بناءً على تحليل الأسعار والكشوف النهائية لكل نموذج والتحويل من الليرة السورية الى الدولار واستخدام برنامج Primaveraتم ربط الموارد الخاصة مع المهام وتم حساب تكلفة كل نموذج على حدى.

النماذج المدروسة:

لقد تم اختيار مجموعة من النماذج للدراسة وذلك بناءً على ملائمتها للطبيعة الاجتماعية والاقتصادية والنظام البيئي في الجمهورية العربية السورية وما سبق عرضه وفق البحث حيث تم اختيار النماذج التالية:

1- نموذج مبنى مصبوب في المكان 8 طوابق.

2- نموذج مسبق الصنع 8 طوابق.

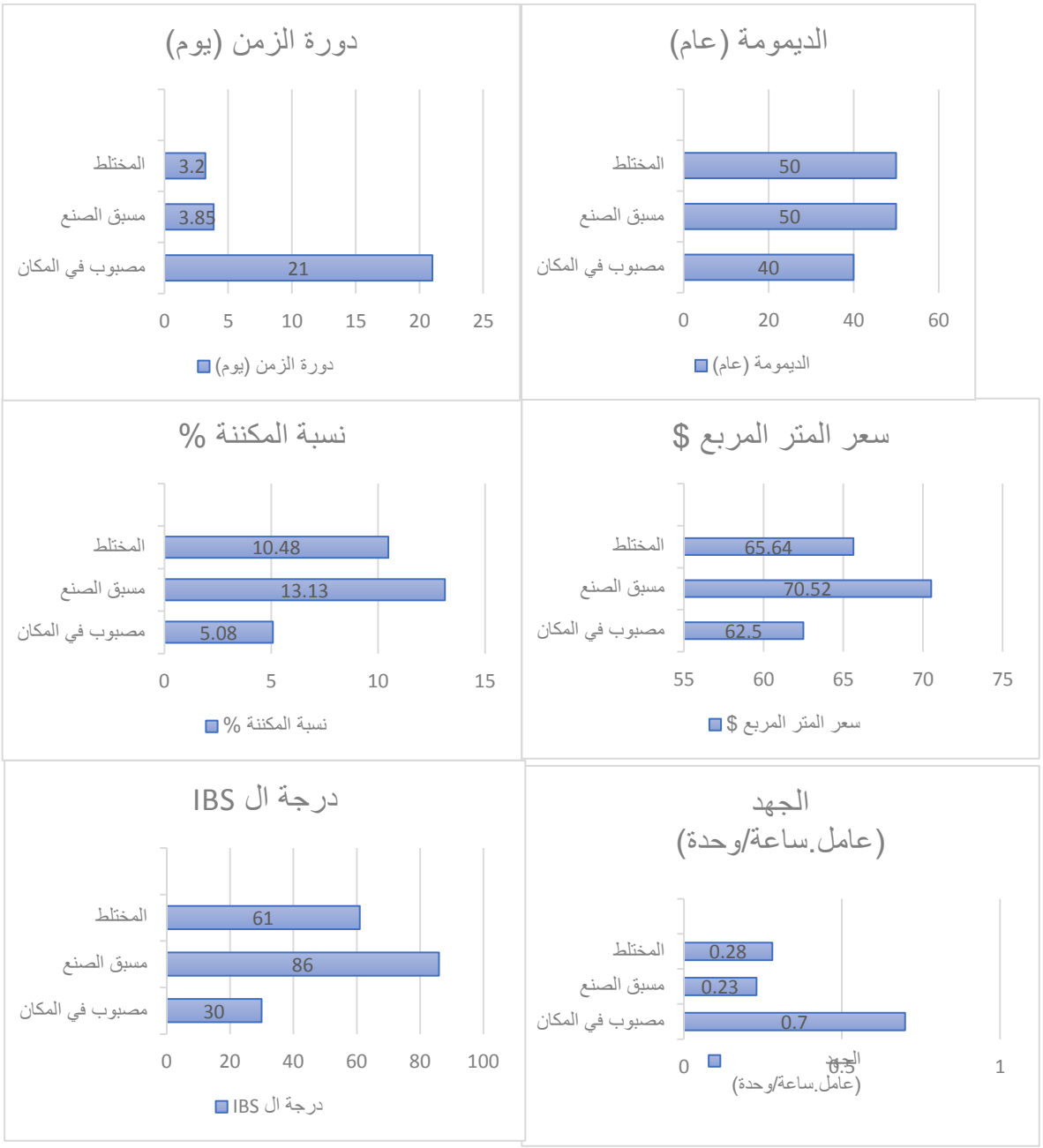
3- نموذج مختلط (مصبوب ومسبق الصنع) 8 طوابق.

تم حساب المؤشرات التكنولوجية والاقتصادية المقترحة لهذه النماذج وفق المعادلات التي وردت في الجدول (8) وكانت نتائج الحسابات كما هو موضح في الجدول (9). وتظهر مخططات الشكل (6) تفاوت القيم المحسوبة المؤشرات التكنولوجية والاقتصادية حيث نلاحظ أن نسبة المكننة لمتكاملة لبناء عادي مكون من 8 طوابق ومصبوب بالمكان باستخدام الطرق التقليدية تقدر ب 5% بينما المسبق الصنع 13% والمختلط10.48% كما نلاحظ بانه كلما زادت نسبة المكننة انخفض الجهد.

الجدول (9) نتائج حساب المؤشرات التقنية والاقتصادية للنماذج المدروسة

النموذج	الديمومة (عام)	دورة الزمن (يوم)	سعر المتر المربع $	نسبة المكننة	الجهد (عامل.ساعة/وحدة)	درجة IBS
المصبوب في المكان	40	21	62.5	%5.08	0.7	30
المسبق الصنع	50	3.85	70.52	%13.13	0.23	86
المختلط	50	3.2	65.64	%10.48	0.28	61

ان الجهد لبناء عادي مكون من 8 طوابق ومصبوب بالمكان باستخدام الطرق التقليدية تقدر ب 0.7 عامل.ساعة/وحدة ومنه نستنتج بان استخدام المسبق الصنع يخفض الجهد بحوالي 50% عن المباني التقليدية. وان درجة ال IBS لمبنى عادي مؤلف من 8 طوابق ومصبوب بالمكان باستخدام الطرق التقليدية كانت 34 وبالتالي نجد بان نظام البناء المسبق الصنع قد رفع درجة ال IBS ودليل على نجاح هذا النظام مقارنة بالبناء العادي. كما نلاحظ بان دورة الزمن للاسلوب المختلط أصغر من باقي النماذج.



الشكل (6) مخططات المؤشرات التقنية والاقتصادية للنماذج المدروسة

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

- أحد التحديات التي تواجه ممارسي البناء خلال مراحل المشروع المبكرة في سوريا هو اختيار طريقة البناء المناسبة. يشار عادة إلى المزايا الهامة لطريقة البناء الجاهزة عند تبرير استخدام المسبق الصنع ، ومع ذلك فقد تبين أن المعايير المناسبة لتقييم قابلية التطبيق لمبنى معين غير مكتملة. يعد تحديد قائمة بالمعايير الشاملة مفيدًا لمساعدة العاملين في مجال الإنشاءات في اختيار طرق البناء المناسبة لمبنى خرساني معين.

- تم من خلال البحث تحديد العوامل المؤثرة على اختيار طرق التشييد في سوريا وذلك بعد مراجعة الدراسات السابقة وإجراء مقارنات شاملة بين أساليب التشييد المسبقة الصنع والمصبوبة بالمكان (تحليل SWOT) تم تحديد 41 معيار موثق في ثلاثة محاور أساسية تتكون من 16 معيار اقتصادي و14 معيار اجتماعي و11 معيار بيئي تشكل هذه المعايير قاعدة لمتخذي القرار. وللحصول على الأهمية المتصورة للمعايير ، تم توزيع استبيان على عينة كبيرة من الممارسين ذوي الخبرة في سوريا، بما في ذلك العملاء/المطورين والمهندسين والمقاولين ومصنّعي الخرسانة المسبقة الصنع.
- كشف تحليل التصنيف (دليل الشدة) أن جميع المعايير تم إبرازها على مستويات "عالية جدا" أو "عالية " من الأهمية في اختيار طريقة البناء. على الرغم من أن متوسط تصنيف المعايير الاجتماعية والمعايير البيئية لا يصل إلى مستوى المعايير الاقتصادية ، أظهرت النتائج أن الوعي الاجتماعي والشواغل البيئية قد تزايدت أهميتها عند اختيار طرق البناء لدى المهندسين و المقاولين السوريين.
- ولّد التحليل العاملي للبيانات ما مجموعه ثمانية عوامل كامنة من المعايير. ثلاثة من هذه العوامل تندرج تحت محور الناحية الاقتصادية: "كلفة البناء"، "زمن البناء" و "الجودة" ; ثلاثة عوامل تحت محور الناحية الاجتماعية: "التأثير على الصحة والمجتمع" ،"الأثر المعماري" و "ظروف النقل" ؛ وعاملين تحت محور الناحية البيئية: "استخدام الطاقة المتجددة في البناء والتصميم" و "استهلاك الموارد". من بين العوامل الثمانية ، "كلفة البناء" و "زمن البناء" هي معايير المشروع التقليدية للعاملين في مجال التشييد في سوريا. أظهرت الاتجاهات أن متخذي القرار بدأو يغيرون طريقة تفكيرهم ويأخذون في الاعتبار "الجودة" عند اختيار طريقة البناء. "ظروف النقل" هي المعيار الذي قد يهتم به المقاولون خاصة في ظل صعوبات النقل التي نواجهها في سوريا، وقد يقدّر المهندسون المعماريون "الأثر المعماري". "التأثير على الصحة والمجتمع" ، "انبعاث الملوثات" و "استخدام الطاقة المتجددة في البناء والتصميم" تعتبر من أبرز الخصائص المساهمة في الاستدامة ، وتزداد أهميتها حاليا بالنسبة لجميع العاملين في مجال تشييد المشاريع في سوريا.
- تم من خلال البحث حساب المؤشرات التكنولوجية و الاقتصادية لأهم أساليب البناء المستخدمة في سوريا . كان مؤشر دورة الزمن لطريقة المصبوب في المكان(21)يوم و للمسبق الصنع (3.85)يوم وللمختلط (3.2)يوم. كان مؤشر الكلفة للمصبوب في المكان (62.5)$ و للمسبق الصنع (70.52)$ و للمختلط (65.64)$. كان مؤشر الديمومة للمصبوب في المكان (40)عام و للمسبق الصنع (50)عام و للمختلط (50). كان مؤشر المكننة للمصبوب في المكان (5.08)% و للمسبق الصنع (13.13)% و للمختلط (10.48)%. كان مؤشر الجهد للمصبوب في المكان (0.7) (عامل.ساعة/وحدة) و للمسبق الصنع (0.23) (عامل.ساعة/وحدة) و للمختلط (0.28) (عامل.ساعة/وحدة). كان مؤشر الIBS للمصبوب في المكان (30)% و للمسبق الصنع (86)% و للمختلط (61)%. لاحظنا من خلال النتائج ارتفاع مؤشرات أساليب البناء المسبقة الصنع و المختلطة و انخفاض المؤشرات الخاصة باسلوب البناء التقليدي المصبوب في المكان مما يؤكد على أهمية اتباع الطرق الحديثة في التشييد.
- يوضح هذا البحث التركيز الحالي لصناعة البناء في سوريا على اختيار طريقة البناء ويحدد ستة أبعاد لمعايير الأداء لمساعدة ممارسي البناء في اختيار طريقة البناء المناسبة. تشتمل المعايير المقترحة على كلٍّ من العوامل "الصعبة" و "اللينة" ، والتي قد تجسد بشكل أفضل الأداء المحتمل لأساليب البناء ، على عكس المقاييس التقليدية للتكلفة والوقت. وهذا ما سيتيح للعاملين في مشاريع التشييد السورية تحقيق توازن مناسب بين القضايا الاقتصادية والاجتماعية والبيئية ، وتغيير طريقة تفكير أصحاب المشاريع في المعلومات التي يستخدمونها عند اختيار طريقة البناء للمباني الخرسانية المستقبلية. بالإضافة إلى ذلك ، تتضمن قائمة المعايير أيضًا اهتمامات مختلف أصحاب المصلحة

في المشروع. وينبغي أن تفيد طريقة البناء المثلى جميع أصحاب المصلحة في المشروع. والأهم من ذلك ، أن المعايير المقترحة لا تتطلب سوى حد أدنى من المعلومات، وعادة ما تكون متاحة في المراحل المبكرة من المشروع ، وبالتالي تمكّن من جمع البيانات بسرعة وسهولة.

التوصيات:

- تحديد مجالات الخيارات المثلى حيث لا يوجد منظومة واحدة صحيحة لكافة الحالات لأن هناك علاقة ديناميكية بين العوامل والقرار.
- تضع هذه الورقة الأساس للبرمجيات للمساعدة في اتخاذ قرارات على مستوى المشروع فيما يتعلق باستراتيجيات التصنيع المسبق وتسهل تحقيق بيئة بناء صحية، وبالتالي الحصول على البناء المستدام. يتم حاليا تطوير أداة استنادًا إلى المعايير المشتقة للمساعدة في تحسين عملية صنع القرار لاختيار طريقة البناء المناسبة في المباني الخرسانية. ستركز هذه الأداة على تحليل جدوى المسبق الصنع والمصبوب بالمكان وإيجاد طريقة التشييد المثلى ضمن منظومة إعادة الإعمار في سوريا.

References:

[1] Tatum, C.B, Vanegas. J.A, Williams, J.M. *Constructability Improvement Using Prefabrication, Preassembly, and Modularization Construction*, University of Texas, Austin, 1987, no. 25.

[2] Song, J.C, Fagerlund, W.R, Haas, C.T, Tatum, C.B, Vanegas, J.A. *Considering prework on industrial projects, Journal of Construction Engineering and Management*, Journal of Construction Engineering and Management, 131 (6), (2005), 723–733.

[3] Fisher, D.J, Skibniewski, M.J. *Computerized Decision Support for Modularization of Industrial Construction*, Construction Industry Institute, Austin, Texas, 1992.

[4] Murtaza, M.B, Fisher, D.J, Skibniewski, M.J. *Knowledge-based approach to modular construction decision support*, Journal of Construction Engineering and Management, 119(1), (1993), 115–130.

[5] Barrett, P. Document current business processes and desirable process improvements (work package 3*), Hybrid Concrete Construction for the UK Market: Final Report on Research into Using Combinations of In-Situ and Precast Concrete in Structural Frames to Achieve Better Value for UK Customers*, Goodchild, C.H. (ed.), Reinforced Concrete Council, Crowthorne, Berkshire, 2001.

[6] Glass, J, Baiche, B. *Perceptions of hybrid concrete construction in the UK construction industry*, Engineering, Construction, and Architectural Management, 8(1), (2001), 67–77.

[7] Soetanto, R. Dainty, A.R.J., Glass, J, Price, A.D.F. *An Empirical evaluation of structural frame.*

performance criteria: realizing the potential of hybrid concrete construction, ASCE Journal of Construction Engineering and Management, 132 (3), (2006), 278–290.

[8] Pasquire, C, Gibb, A, Blismas, N. *What should you really measure if you want to compare prefabrication with traditional construction?* In: 13th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Sydney, Australia, 19-21 Jul 2005. pp 481-491.

[9] Idrus, A. B, Newman, J. B. *Construction related factors influencing the choice of concrete floor systems*, Construction Management and Economics. 20(1), (2002), 13–19.

[10] Chen, Y, Okudan, G. E, Riley, II, D. R. *Sustainable performance criteria for construction method selection in concrete buildings: Prefabrication adoption and optimization*, Automation in Construction, 19(6), (2010), 665-675.
[11] Abdullah, M.R, Mohd Kamar, K.A, Nawi, M.N, Haron, A.T, Arif, M. *Industrialized building system: a definition and concept*. Proc. of ARCOM Conference, United Kingdom, 2009, 9.
[12] Buckett, N.R. *Building Better – Advanced Residential Construction Techniques for New Zealand*. Study Report SR 294, BRANZ Ltd, Judgeford, New Zealand, 2013.
[13] Babaesmailli, M, Arbabshirani, B, Golmah, V. *Integrating analytical network process and fuzzy logic to prioritize the strategies – A case study for tile manufacturing firm*. Expert Systems with Applications, 39(1), (2012), 925-935.
[14] Wong, R.W.M, Hao, J.J.L, Ho, C.M.F. *Prefabricated Building Construction Systems Adopted in Hong Kong. Conference on Precast concrete Building System*, Division of Building Science & Technology City University of Hong Kong, Hong Kong, 2003.
[15] Egan, J. *Exploitation of contract document for construction project planning and controlling.* Unpublished Master of Science thesis, faculty of Civil Engineering, University Technology, Malaysia ,1988, 22.
[16] Abufayed, A. *Factor Analysis*. Al-Azhar University. Gaza, 2016. DOI:10.13140 /RG.2.1.4783.2562.
[17] Yevdokimav, B.A. *mechanization and automatizacion for production of construction*. Stoylor, 1985, 294.
[18] Darchinka, B.F, and others. *Production of construction technology*. Stoyisthat, 1978, 512.
[19] Hassan, B, Bshara, M. *Evaluate the Syrian experience in building construction approach with the concepts of the industrialized building system*, Master thesis, Tishreen University, Syria, 2015, 115.
[20] Hassan, B. *Construction Technology "1"*. Syria: Directorate of Books and Publications, Tishreen University, First Edition, 1999, 439.
[21] Kadir, M.R, Lee, W.P, Jaafar, M.S, Sapuan, S.M, Ali, A.A.A. *Performance Comparison between Structural Element of Building Systems in Malaysia*. American Journal of Applied Sciences, US, Vol.2, No.5, 2005, 1014-1024.
[22] Zahhiya, Khayari, Shafiya, Shawi. Manufacturing Competitiveness: A Case Study of Algeria. Baji Mokhtar University - Annaba, Algeria, 2010.