international DESIGN JOURNAL
Print ISSN 2090-9632
Online ISSN 2090-9640

أثر نُظم سبق التجهيز على التصميم الداخلى للفصول التعليمية فى المناطق ذات الطبيعة الخاصة

The impact of prefabricated systems on the interior design of educational classes in areas with a special nature

مشيره فريد محمود قنديل
مدرس بقسم التصميم الداخلى والأثاث، كلية الفنون التطبيقية، جامعة دمنهور، moshera.faried@gmail.com

ملخص البحث

نظرا لرؤية مصر المستقبلية، فإن منظومة التنمية تفرض حلولاً غير تقليدية ورؤية أكثر مرونة فى تطور الفكر التصميمى لذلك يتم البحث فى تكنولوجيات جديدة فى تطور إنشاء الفراغات المعمارية المختلفة، وذلك لما تحققه من جوانب تصميمية وإقتصادية وتنفيذية، لذا يهدف البحث إلى تحقيق الإستفادة من التطور التكنولوجى والتقنى، فإن الإعتماد على نظم سبق التجهيز يشكل مدخلاً هاماً فى إيجاد حلول سريعة بما يتلائم مع الظروف الإقتصادية والإجتماعية والتركيبة السكانية والطبيعة الجغرافية للمناطق ذات الطبيعة الخاصة (مناطق صحراوية أو مناطق نائية أو مناطق ريفية أو فقيرة أو مناطق ذات مناخ خاص .....) والعواصم الجديدة تحقيقا لبرامج التنمية التى تستهدف الإنسان والمكان والتنمية المستقبلية لجميع أنحاء الدولة .

ويتناول البحث التعرف على الأساليب المختلفة لنُظم سبق التجهيز، بإعتباره من مستحدثات التكنولوجيا كأحد الحلول المطروحة لتحقيق إمكانية سرعة البناء تحقيقاً للأهداف التنموية للدولة وإنعكاسه على الفكر التصميمى للفراغات الداخلية، وتحليل لبعض التجارب الدولية والمحلية التى تعتمد على تطبيق أنظمة الوحدات سابقة التجهيز فى إنشاء الفصول الدراسية التعليمية وذلك لتعظيم الإستفادة من تلك النظم وتأثيرها على التصميم الداخلى لتلك الفراغات المعمارية .

كلمات دالة

سبق التجهيز، الوحدات الصندوقيه، تكنولوجيا التصميم الداخلى

Prefabricated, Box units, Interior design technology

Paper received August 19, 2024, Accepted October 25, 2024, Published on line January 1, 2025

المقدمة Introduction

إن الفراغات المعمارية بكافة أنواعها تشكل عنصراً هاما فى حياة الإنسان، وذلك لما تؤمنه من أمان وإستقرار وراحة، لذا سعى الإنسان جاهداً على مر العصور على تطوير الفراغات المعمارية وتطوير المواد المستخدمة فى إنشائها حتى توج هذا التطور بما نراه اليوم من تكنولوجيا متطورة، حيث يسعى الإنسان دوماً لتحقيق متطلباته وتلبية إحتياجاته الدائمة التغيير، ولأننا نحيا فى عصر جديد أهم ما يميزه هو الإهتمام بالزمن وتبادل التكنولوجيا والمعلومات فى مختلف المجالات، لذا دخلت الأساليب الجديدة والتكنولوجيا المتطورة إلى شتى مجالات الحياة لتلبية متطلبات الإنسان الضرورية ولتحقيق الرفاهية له .

وظهر أسلوب سبق التجهيز أو التصنيع بشكل واضح فى مختلف دول العالم وأخذ فى التطور والإزدهار حيث أنه لم يعد قاصراً على الجوانب الإنشائية فحسب، بل تطرق إلى جانب أخر أسهم بقدر كبير فى زيادة جماليات المنشأ، ألا وهو مجال التصميم الداخلى وإستعمال مواد خفيفة وقوية ودقيقة مصنعة ومجهزة مسبقاً فى مصانع ومجمعة فى الموقع .

ولما كان التعليم واحداً من أهم ركائز التطور والتنمية الشاملة والعامل الرئيسى الذى يُمَكِن المجتمع من تحقيق أهدافه التنمويه، فلم تعد أهمية التعليم محل جدل فى أى منطقة من العالم، فالتجارب الدولية المعاصرة أثبتت أن بداية التقدم الحقيقية بل والوحيدة هى التعليم، وأن كل الدول العالمية التى تقدمت وأحدثت طفرات هائلة فى النمو الإقتصادى وغيره من الجوانب لم تتحقق إلا من خلال تطوير وتحديث وتعظيم العملية التعليمية لذا تضعها الدول فى أولوية برامجها وسياساتها .

ويهدف البحث إلى دراسة تأثير إستخدام نظم سبق التجهيز على تصميم وتنفيذ المدارس والفصول التعليمية خاصة فى المناطق ذات الطبيعة الخاصة (مناطق صحراوية أو مناطق نائية أو مناطق ريفية أو فقيرة أو مناطق ذات مناخ خاص .....) وذلك لأهمية التعليم الذى يعد مرحلة تأسيسية وتربوية وذات أهمية واضحة .

مشكلة البحث: Statement of the Problem

تكمن المشكلة البحثية بمعاناة بعض الدول ومنها مصر من أزمة توفير أعداد كبيرة من المبانى وخاصة المبانى التعليمية بالشكل الملائم من ناحية الجوانب (التصميمية – الإقتصادية – التنفيذية)، وخاصة فى إنشاء المدن الجديدة أو تطوير المناطق النائية أو ذات الطبيعة الجغرافية الخاصة أو المناطق الفقيرة أو الريفية ..... والتى تتطلب السرعة فى التنفيذ، وتتمثل المشكلة فى إهمال الإستخدام لتكنولوجيا البناء سابقة التجهيز التى توفر فى التكلفة، بالإضافة إلى السرعة فى التنفيذ والإستفادة من الدول الأخرى فى تطبيق هذه التكنولوجيا لإنشاء فصول تعليمية تخدم قاطنى تلك المناطق .

أهداف البحث: Research Objectives

1- الوصول إلى تطبيق الوحدات سابقة التجهيز والربط بين عمليتى التصميم والتنفيذ للمبانى المدرسية والفصول التعليمية لتوفير متطلبات العملية التعليمية .
2- تشجيع وتحفيز الجهات التنفيذية للمشروعات فى المدن الجديدة والمناطق ذات الطبيعة الجعرافية الخاصة لإختيار أفضل البدائل لنظم سبق التجهيز فى المشاريع المستقبلية المختلفة .

أهمية البحث: Research Significance

حدوث فجوة عميقة ما تزال قائمة فى التقدم الإقتصادى والصناعى فى الدول المتقدمة وبين الدول الأخرى، لذلك كان هناك أهمية لدراسة نظم سبق التجهيز وإمكانات تطبيقه لمواكبة هذا التقدم الصناعى والتكنولوجى والإقتصادى .

CITATION Moshera Kandeel (2025), The impact of prefabricated systems on the interior design of educational classes in areas with a special nature, International Design Journal, Vol. 15 No. 1, (January 2025) pp 223-236

فروض البحث: Research Hypothesis

إن تطبيق نظم سبق التجهيز فى تصميم وتنفيذ المدارس والفصول التعليمية يعظم الإستفادة من الإمكانات المتاحة ويساهم فى التنمية المتسارعة لكل نطاقات الدولة .

الإطار النظري: Theoretical Framework

- التطور التكنولوجى وتأثيره على الفراغات المعمارية:

نتيجة للتطور التكنولوجى بدأ الإنسان يفكر فى كيفية الإستفادة من هذه التكنولوجيا وفى إحلال الميكنة والألات بدلاً من الإنسان، فطاقة الإنسان محدودة لا يمكنها الإنتاج بالسرعة والكمية اللازمة وفى الوقت المناسب أو فى أقل وقت ممكن، بالإضافة إلى أن إنتاج الألة أفضل كفاءة وأسرع فى الوقت ولقد أدركت معظم الدول أهمية إستخدام التكنولوجيا فى المجال المعمارى وصناعة البناء وخاصة أن معظم الدول التى أضرت بها الحروب قد إتجهت إلى تطوير صناعة البناء وأعمال التنفيذ سواء كان فى الموقع الخاص بالتنفيذ أو إقامة المصانع التى يمكنها إنتاج الوحدات ثم نقلها إلى الموقع .

وكان للتطور التكنولوجى تأثير واضح على إنشاء الفراغات المعمارية المختلفة حيث تضمن إتجاهين أساسيين:

الإتجاه الأول: إستخدام المواد التقليدية فى بناء الفراغات بتطوير ماهو معروف أو الإتجاه إلى إستنباط مواد جديدة كالأتى:

1- إن المواد التقليدية المعروفة لم تصل بعد إلى التطبيق الأمثل والإستفادة القصوى من إمكانياتها الفيزيائية، لذلك لابد من البحث عن تطبيقات جديدة لتلك المواد بحيث يمكن الإستفادة من طاقاتها الكامنة غير المستغلة بعد .

2- إن المواد التقليدية المستخدمة فى بناء الفراغات قد إستنفذت الغرض منها وأن التطبيقات المختلفة لها قد وصلت إلى أقصى إمكانياتها لذلك من الأفضل الإتجاه نحو إستنباط مواد جديدة لها صفات وإمكانيات أفضل من المواد التقليدية .

الإتجاه الثانى: ويشمل تطوير وسائل إنتاج المبانى سواء فى الموقع أو المصنع، ونجد أنه يعتمد على الحالة الإقتصادية للدول، فالدول الفقيرة مازالت تستخدم الطرق التقليدية على عكس الدول المتقدمة، ويمكن تقسيم طرق إنتاج المبانى إلى ثلاث طرق رئيسية وهى:

1- الطريقة التقليدية وهى طريقة معروفة من ألاف السنين وتعتمد على قوة الإنسان العضلية كما أنها تعتمد على عقل الإنسان وفكره فى جميع مراحل تنفيذها .

2- طريقة الميكنة أو البناء بالطرق الألية وتعتبر حلقة الوصل بين طرق الإنشاء التقليدية وسبق التجهيز، وهى الطريقة المتطورة والتى تعتمد على التجهيز فى الموقع وهى طريقة تعتمد على الآله والماكينة فى معظم أو جميع أعمال الإنشاء فى موقع تنفيذ المبنى .

3- طريقة سبق التجهيز وتعد نظام متكامل وحدته الأساسية عناصر الفراغ التى تتمثل فى (أسقف – حوائط – قواطيع – أرضيات) وهى تصنيع المبانى فى المصنع ثم تنقل وتجمع فى الموقع حيث أعمال الموقع تمثل نسبة 10–30% من إجمالى الأعمال .

مميزات وعيوب نظم إنشاء الفراغات المعمارية:

جدول (1) يوضح نظم إنشاء الفراغات المعمارية ومميزات وعيوب كل منها .

تكنولوجيا البناء					
النظم التقليدية		تكنولوجيا البناء في الموقع		تكنولوجيا سبق التجهيز	
المميزات	العيوب	المميزات	العيوب	المميزات	العيوب
- طريقة معروفة متوارثة تناسب الدول ذات العمالة الكثيفة والموسمية - تعتمد على مواد محلية - لاتحتاج لألات ومعدات معقدة. - طريقة مقبولة فى الأعمال الصغيرة	- تحتاج إلى وقت كبير - جميع الأعمال تتم بالموقع دون النظر إلى الظروف الطبيعية - تعتمد على خبرة العامل الماهر - ينتج عنها هالك كبير من المواد	- تقليل الإعتماد على العماله الماهرة فى الموقع ذات الأجور المرتفعة - سرعة الإنشاء وتوفير الوقت - تحسين كفاءة التشغيل والإقتصاد فى التكاليف النهائية. - الإقتصاد فى إستخدام مواد البناء وتقليل الفائض	- تحتاج إلى ميكنة كاملة مما يصعب على الدول النامية إقتنائها - الإحتياج إلى عمالة مدربة - تحتاج إلى الألات ومعدات معقدة	- تشييد أعداد كبيرة من المبانى فى وقت قصير - إنتاج المبانى تحت ظروف مثالية بعيدة عن تقلبات المناخ - إستمرارية العمالة بدلاً من العمالة الموسمية - لاتحتاج إلى عمالة مكثفة فى الموقع - التحكم فى جودة الإنتاج - تقليل التكاليف الكلية للمنشأ عن طريق الإنتاج بالجملة	- تحتاج إلى ميكنة كاملة مما يصعب إستخدامها فى الدول النامية - تحتاج إلى عمالة مدربة مستمرة - تحتاج لأسطول نقل كبير ومعدات إنشائية خاصة بالموقع - تحتاج إلى شبكة طرق جيدة

نُظم سبق التجهيز:

إن طرق سبق التجهيز مستخدمة منذ العصور الأولى، فقد عرف القدماء وحدات تم تعديلها وتهذيبها (سبق تجهيزها) ثم نقلها إلى الموقع ليتم تركيبها، فالقدماء كانوا ينقلون بيتهم حيثما يذهبون، وكانت هذه البيوت عبارة عن خيام يعاد تركيبها وفكها عدة مرات، وتنوعت أساليب الإنشاء بالنسبة لهذه الوحدات حسب كل عصر وإمكانيات التكنولوجيا المطبقة فيه لتلائم كافة الإحتياجات .

مفهوم المبانى سابقة التجهيز هو إنتاج تلك المبانى يتم بالكامل فى المصنع ثم تنقل مكوناتها إلى موقع التركيب مفككة ويتم تجميعها وتركيبها ورفعها بواسطة الأوناش الهيدروليكية، وذلك فى زمن لا يتعدى 30 إلى 40 % من زمن المبانى

This is an Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium,provided the original work is properly cited.

التقليدية وبجودة عالية تتحمل جميع تأثيرات العوامل المحيطة من ظروف بيئية ومناخية وطبيعية، وأصبح من الطبيعى وجود تلك المبانى حتى إرتفاعات كبيرة . كما أن أسلوب سبق التجهيز قد يضمن مستوى الجودة أو على الأقل يمكن التنبؤ به فى بداية التنفيذ، مما يتيح فرصة التعديل والتغيير بأقل قدر من الفاقد والهالك من المواد الخام والمصنعيات وغيرها .

وتعتبر طرق سبق التجهيز هى الوسيلة الرئيسية لإقامة المبانى فى المواقع ذات الطبيعة المناخية الخاصة حيث يواجه تلك المناطق صعوبة فى التنفيذ بإستخدام الطرق التقليدية ويصبح الإعتماد على سبق التجهيز هو أحد الحلول الناجحة، كما تُحقق المبانى سابقة التجهيز القدرة على بناء وتوظيف فراغات عالية الجودة تعتمد على نقل مكونات المبنى للموقع، وقد تصل نسبة التنفيذ بالمصنع إلى 5 % ويقتصر العمل بالموقع على التجميع

أسباب ظهور المبانى سابقة التجهيز:

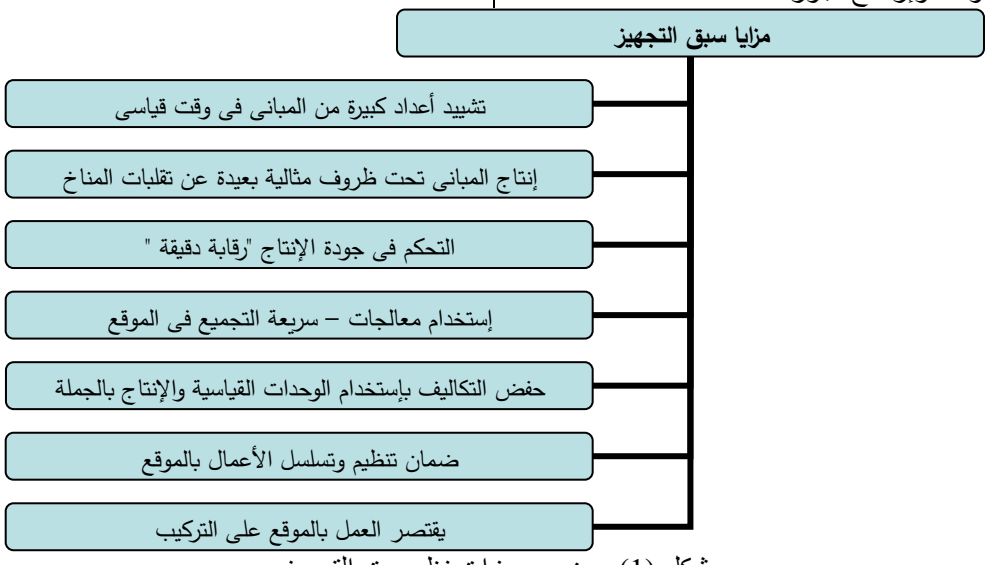
كان ظهور المبانى سابقة التجهيز نتيجة لأسباب مختلفة، فتعتبر الثورة الصناعية نقطة تحول هامة، حيث أصبح هناك العديد من المتغيرات وظهور أساليب صناعية جديدة تتناسب مع العديد من المواد وإكتشاف مواد جديدة وإستخدام الحاسب الألى بما يوفره من دقة فى الحسابات وسرعة فائقة فى إنجاز التجهيز الأمر الذى أدى إلى توجهات جديدة فى عملية الإنشاء وإحلال الأله محل العمل اليدوى، بالإضافة إلى التطور التكنولوجى فى القرن العشرين والحروب المختلفة وتعتبر الحرب العالمية الثانية هى نقطة التحول، ويمكن إختصار الأسباب الرئيسية فى الأتى:

- الحاجة إلى الإمتداد وإنشاء مناطق ومدن جديدة حيث يوجد مناطق من الصعب الوصول إليها بمواد التنفيذ أو ماينتج عنه زيادة تكاليف الإنشاء .
- محاولة توفير الوقت اللازم لإنهاء المنشأ بإستخدام وسائل آلية تساهم فى سرعة الإنشاء، حيث لم تعد تفى الطرق التقليدية بالغرض لما تحتاجه من أعمال كبيرة وزمن طويل فى التنفيذ.
- تقليل الهالك من إستخدام مواد البناء التى أصبحت محدودة ومرتفعة الأسعار والإقتصاد فى التكاليف النهائية للمبنى وتحقيق ذلك بتقليل زمن الإنشاء والتوفير فى إستخدام العماله الفنية فى الموقع بقدر الإمكان وذلك لندرة وجودها وإرتفاع أجورها .
- الحاجة إلى إنشاء مبانى سريعاً، بعد الدمار الذى خلفتة الحروب فى بعض الدول وكان لابد من البحث عن طرق سريعة وإقتصادية لإعادة الإعمار لمثل هذه المناطق .
- تحسين كفاءة التشغيل والتنفيذ بإستخدام الأله والإنتظام فى الإنتاج للكمية المحددة والوقت المحدد .
- محاولة توفير الوقت اللازم لإنهاء المنشأ بإستخدام وسائل آلية تساهم فى سرعة الإنشاء.

مميزات نُظم سبق التجهيز:

- **الحفاظ على البيئة:** يوفر البناء بالمصنع إستخداماً دقيقاً للمواد مما يؤدى إلى تقليل نفايات الموقع بالإضافة إلى إنخفاض كمية المواد المستخدمة بنسبة تصل إلى 40%.
- **توفير بيئة عمل أكثر أماناً:** يقلل إنخفاض تواجد المواد والعمال للعمل بالموقع من فرص حدوث إصابات الموقع.
- **الزيادة الإنتاجية:** معظم العملية التنفيذية تتم داخل المصنع والذى يكفى لإستيعاب العديد من الفرق التى تعمل فى أقسام مختلفة فى أن واحد، وإزالة مخاطر التأخير بسبب سوء الأحوال الجوية .
- **تحسين جودة الإنتاج:** نتيجة وجود إشراف تقنى والتحكم بصورة أفضل فى عمليات التجهيز المختلفة كالتحكم فى خلط الخرسانة والمعالجات المختلفة التى تتم طبقاً للمواصفات القياسية وتوفير الإختبارات المختلفة على المنشأ مثل إختبار السلامة وإختبار الرياح والأعاصير والإختبارات الصوتية .
- **خفض عامل التكلفة:** الإستخدام الفعال للمواد والمعدات والشدات داخل الموقع ينعكس على زيادة الإنتاجية والتحكم فى التكاليف وإنشاء أكبر قدر من المبانى فى وقت قصير نسبياً كما يحقق قدراً عالياً من المرونة حيث يمكن فك وإعادة تركيب المنشأت للإستفادة منها من موقع إلى موقع .

كما تشير الدراسات إلى أن سبق التجهيز يوفر نسبة حوالى 20 % فى إستهلاك الخرسانات ويوفر حوالى 30 % من إستهلاك حديد التسليح ويوفر حوالى 50% من العمالة المستخدمة مقارنة بأساليب التنفيذ التقليدية.



شكل (1) يوضح مميزات نظم سبق التجهيز

This is an Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium,provided the original work is properly cited.

أسس تطبيق نُظم سبق التجهيز فى الفراغات من ناحية التصميم:

لتطبيق سبق التجهيز لابد من توافر مجموعة من الأسس لضمان نجاح هذا الأسلوب منها:

1- الموديول Module:

هو وحدة نمطية قياسية تكرارية تستخدم فى كل أمور الحياة اليومية لقياس مختلف الأشياء من حولنا فالإنسان فى كل العصور يحتاج إلى وحدة قياسية، ليس فقط ليشعر بحجم الأعمال من حوله ولكن أيضاً ليشعر بالطبيعة التى تحيط به بالمقارنة بحجمه وإمكانياته ويمكن إيجاز الأسس التى تؤثر على نوعية وإختيار الموديول فى النقاط الأتية:

- البرنامج التصميمى الموضوع والغرض الوظيفى للفراغات .
- قوانين البناء الموضوعة والتى تتحكم فى عروض وأحجام وإرتفاعات المبانى .
- نوع النظام الإنشائى المستخدم (لكل نوع من النظم الإنشائية متطلبات خاصة) .
- قوانين المرور والطرق التى تتحكم فى حركة النقل .

2- التكرار فى أسلوب سبق التجهيز:

التكرار والإنتاج بالجملة هو طريقة لتنظيم العمليات الصناعية للحصول على أعلى إنتاج لتقليل التكاليف الكلية للمنتج والتى تختلف كثيراً عن مفهوم الطرق التقليدية حيث لابد من ضمان عملية الإنتاج بالجملة أى بتكرار نفس المنتج بنفس الأبعاد والخصائص لتحقيق العامل الإقتصادى لضمان نجاح تلك الصناعة .

3- التوافق الموديولى فى أسلوب سبق التجهيز:

يعتبر التوافق الموديولى وحدة قياسية تكرارية الغرض الأساسى منه التوافق بين الأبعاد وبين وحدات المبنى مع بعضها البعض ومع المبانى الأخرى أيضاً، كما أنه يستخدم من أجل تصميم وتسهيل تركيب الوحدات سابقة التجهيز وبأقل ما يمكن من تعديلات فى الموقع وهو بذلك يشكل أهمية كبرى لسبق التجهيز وخاصة كلما زاد عدد الوحدات فيه وصغر حجمها عندئذ يلزم عمل توافق قياسى بين الأبعاد وبعضها، والتوافق الموديولى يضمن لجميع الوحدات السابق تجهيزها أن تتطابق مع بعضها عند التنفيذ بدون مشاكل تذكر .

المواد المستخدمة فى نُظم سبق التجهيز:

يدخل فى صناعة الوحدات سابقة التجهيز العديد من المواد بإختلاف أنواعها فمنها مواد خام طبيعية مثل الرمل والزلط والأحجار الطبيعية، والمواد الخام المصنعة مثل الأسمنت وحديد التسليح والطوب والسيراميك والأخشاب والزجاج وغيرها ..، كما أن هناك المواد المستخدمة فى أعمال التشطيب والنهو كأعمال الأبواب والشبابيك والأرضيات والدهانات والأدوات الصحية وغيرها .....

- أساليب ونُظم سبق التجهيز:

1- نظام الإنشاء الهيكلى (الوحدات الطولية) LINEAR UNIT

- التعريف بالنظام: الوحدات الطولية الإنشائية مثل الأعمدة والكمرات لا تشكل فراغاً مُقفلاً فهى تحتاج بعد تجميع وحداتها الإنشائية الأساسية إلى وحدات مُكملة لها لتشكيل الفراغ، ويمكن أن تكون وحدات مستوية كالحوائط والأسقف حيث أنها تجمع بعضها البعض لتشكيل الفراغ المطلوب. حيث يتم تحليل المبنى إلى وحدات طولية نمطية سابقة التجهيز فى المصنع ثم يتم تجميع هذه الوحدات مع بعضها البعض بإحدى طرق الوصلات، وهذا الأسلوب يعطى مرونة داخلية كبيرة .

- الفكرة الرئيسية للنظام: تعتمد على تصنيع الوحدات المكونة للهيكل مثل الأعمدة والكمرات الرئيسية والثانوية من الخرسانه المسلحة أو الحديد على أسس التوحيد القياسى فى المصنع ثم يتم نقلها إلى الموقع لتجميعها وتركيبها مكونة الهيكل الإنشائى للمبنى، ثم تشكل الفراغات الداخلية بوحدات خرسانية سابقة التجهيز أو بواسطة قواطيع غير حاملة .

- مميزات النظام: يعتبر من أفضل وأنسب النظم فى إنشاء المبانى الصناعية والتجارية والإدارية والتى تحتاج إلى بحور واسعة ومرونة فى إستخدام الفراغات، يمكن تجميعه بإستخدام عدة طرق (التوصيل - الربط - اللحام - اللصق)، لايحتاج إلى معدات أو أوناش ثقيلة مما يساعد على خفض التكلفة الكلية للمبنى، المرونة فى تشكيل أو تحديد الفراغات المعمارية والتى يمكن تغييرها حسب الرغبة بإستخدام القواطيع، ويساعد ذلك فى أى توجهات مستقبلية أو تغيرات فى الوظائف المطلوبة للفراغات .

- عيوب النظام: تحتاج إلى وقت كبير أثناء التنفيذ فى عملية التجميع والتركيب، كثرة عدد العناصر المختلفة من الكمرات والأعمدة مما يزيد من عدد الوصلات ويزيد من زمن التجميع والتركيب للوحدات فى الموقع، زيادة التكاليف نتيجة لطول وقت التنفيذ والإحتياج إلى عمالة فنية مدربة كثيرة فى الموقع، تحتاج إلى وحدات مساعدة لتكوين وفصل الفراغات .

المواصفات الفنية:

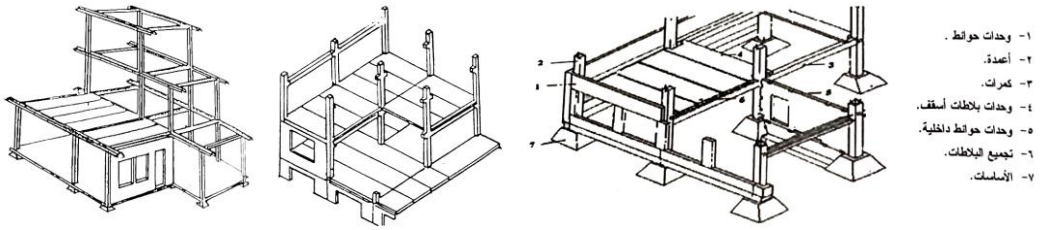
الأعمدة: تأخذ الشكل المربع أو المستطيل مع قطاعات تتراوح بين 40: 60 سم وأقصى طول يصل إلى 15 متر طبقاً لمتطلبات الموقع وتركب مع بعضها باللحام أو بإستخدام المسامير مع إمكانية تجهيزها مع كل جانب لتحمل البلاطات الأفقية والكمرات .

الكمرات: تصنف إلى ثلاث مجموعات: عوارض مستطيلة، عوارض L، عوارض T مقلوبة، وتتوفر بعرض يتراوح من 30 إلى 120 سم وعمق يتراوح بين 30: 180 سم .

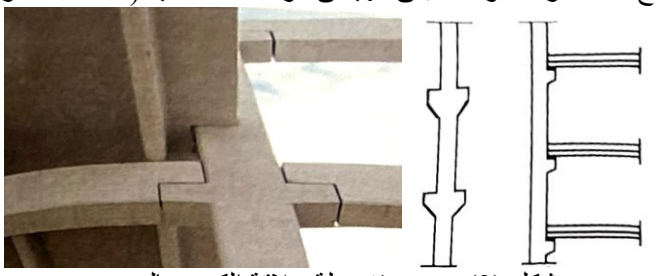
أرضيات Hollow Core: ألواح خرسانية- بلاطات مسطحة أو مجوفة تستخدم فى الأرضيات ذات المساحات الواسعة يتم تصنيعها فى قوالب صب معدنية مما يعطيها أوجه مثالية المظهر وتصنع بسمك 20 و25 و30 و40 و50 سم وبعرض 120 سم وطول يصل إلى 20 م .

كيفية تطبيق النظام فى البناء: يمكن الإستفادة من نظام الوحدات الطولية فى البناء عن طريق:

- تحديد المصمم الموديول المطلوب تحقيقه بالمبنى وتوزيع الفراغات المطلوبة .
- تقسيم المبنى إلى عناصر إنشائية وعناصر غير إنشائية وتحديد المواصفات الفنية لها .
- إستخدام الوحدات سابقة التجهيز الطولية مثل الأعمدة والكمرات والبلاطات سابقة الإجهاد الطولية لتنفيذ الهيكل الإنشائى .
- إستخدام القواطيع (قواطيع جبسية أو خشبية أو زجاجية) فى تقسيم الفراغات المختلفة لتحديد الفراغات.
- تصنع الوحدات طبقاً للتصميم وللموديول التوافقى المستخدم بالمصنع ثم تورد للتنفيذ وهو مايختصر من فترة تنفيذ الهيكل الإنشائى .



شكل (2) كروكى يوضح العناصر المكونه للمبنى الهيكلى للوحدات الخطية (أعمدة – كمرات – بلاطات –حوائط)



شكل (3) يوضح تفصيلة علاقة الكمرة بالعمود

2- نظام الوحدات المستوية Panel & Slab System

- **التعريف بالنظام:** الوحدات المستوية وحدات من الحوائط والأسقف بأحجام تختلف طبقاً للإحتياجات والتصميم يتم تجهيزها فى المصنع، ثم تنقل لموقع التنفيذ حيث يتم تجميع الحوائط والأسقف لتكوين الفراغات المختلفة للمبنى، ومنها ما له دور إنشائى ومنها ما ليس له دور إنشائى ويكون قاصراً على تحديد شكل الفراغ أو فصل الفراغات .

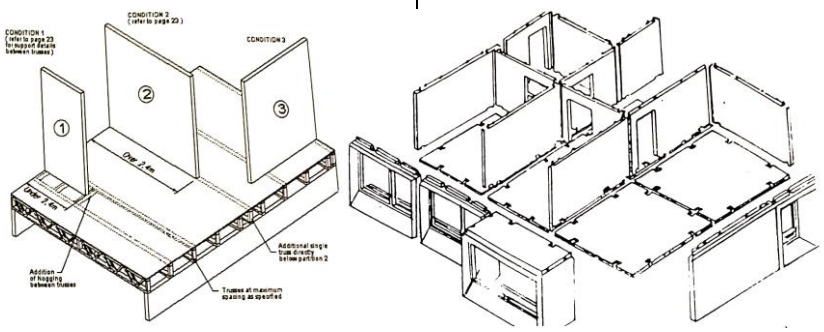
- **الفكرة الرئيسية للنظام:** يعتمد على فكرة تصنيع البلاطات (الأسقف) والحوائط الحاملة وتجهيزها بالمصنع قبل نقلها إلى الموقع حيث يتم تركيب البلاطات أفقياً فوق الحوائط الرأسية لتكوين الفراغات، ويتم عمل جميع التوصيلات الصحية والكهربائية والعزل الصوتى والحرارى إلى جانب تشطيب أسطح الوحدات بالمستوى المطلوب أثناء تصنيع الوحدات المستوية بالمصنع .

- **مميزات النظام:** تنفيذ التشطيبات للواجهات والتجهيزات الكهربائية والصحية فى المصنع مما يساعد على تقليل الوقت والتكاليف الكلية لإمكانية إنتاجها بالجملة مع تقليل الهالك من المواد، يعتبر من أكثر النظم إستخداماً فى معظم دول العالم المتقدمة، تتميز الوحدات المستوية كبيرة الحجم بقلة عدد الوصلات فى الفراغ الواحد، يتميز بتوفير الوقت للإنشاء وهو بذلك أسرع من النظام الهيكلى، يمكن تنفيذ المبنى بعدد قليل من العمالة أثناء التنفيذ طبقاً لحجم الوحدات، لا يحتاج إلى معدات ثقيلة بالموقع للوحدات الصغيرة والمتوسطة . ويمكن أن تنتج الحوائط منتهية تماماً من الصنع ومركب بها جميع التوصيلات الكهربائية والصحية ومنفذة بالتشطيبات النهائية فلا تحتاج إلى بياض أو أى نوع من الدهانات الأخرى بالموقع .

- **عيوب النظام:** كثرة الوصلات بين الوحدات خاصة فى حالة إستخدام العناصر صغيرة الحجم وبالتالى الإحتياج إلى عمالة فنية مدربة فى الموقع لمعالجة تلك الوصلات، صعوبة تنفيذ الفتحات فى الحوائط الحاملة بعد التنفيذ حيث يحتاج إلى وقت طويل ومهارة عالية فيجب مراعاة ذلك أثناء التصميم، قلة المرونة فى التصميم الداخلى وتعديل أحجام الفراغات والحوائط لغرض إنشائى .

- **المواصفات الفنية:** تختلف من شركة إلى أخرى ولكن تشترك فى كونها حوائط خرسانية مقواة وسابقة الإجهاد يمكن إستخدامها بغرض إنشائى أو بغرض تقسيم الفراغات ويمكن تشطيبها بخامات عالية الجودة تخدم جداول التنفيذ الزمنية مقارنة بالحوائط التقليدية وتحدد أبعاد الحوائط من طول وعرض وإرتفاع طبقاً للتصميم الإنشائى .

- **كيفية تطبيق النظام فى البناء:** تحديد الموديول التوافقى والذى يتناسب مع النظام وإختيار النوع المناسب للتنفيذ (من حيث الأبعاد كالطول والسمك والعرض أو من حيث التشطيب أو الإستخدام لغرض إنشائى أو تقسيم فراغات أو لتشكيل واجهات المبنى)، مراعاة كيفية توزيع الفراغات وأماكن الوحدات المستوية لكى تحقق أعلى درجات المرونة وطبقاً للمواصفات الفنية لكل شركة، تصنيع الوحدات داخل المصنع لتخضع لكل معايير الجودة المطلوبة وطبقاً للمتطلبات المعمارية والإنشائية ووضع لوازم التأسيس لأعمال الكهرباء والصحى وخلافه، تورد للموقع للتنفيذ وبذلك هى توفر من وقت تنفيذ الهيكل الإنشائى وأعمال المبانى وأعمال تشكيل الواجهات ثم علاج الفواصل طبقاً للمواصفات الفنية لكل شركة.



This is an Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium,provided the original work is properly cited.

شكل (4) يوضح أحد الأمثلة لإستخدام وحدات مستوية من حوائط وأسقف وأرضيات لإحدى الوحدات السكنية و تركيب الحوائط أو الفواصل الداخلية

صورة (1) مجموعة من الصور توضح نظام الوحدات المستوية أثناء التنفيذ فى الموقع .

3- نظام الوحدات الصندوقية Modular Box

- **التعريف بالنظام:** وحدة فراغية ثلاثية الأبعاد، لها طول وعرض وإرتفاع، وتحتوى على فراغ داخلها، يتم تجهيزها فى المصنع لتكون عبارة عن جزء من فراغ أو فراغ كامل أو عدة فراغات ثم تنقل إلى الموقع ليتم تجميعها مع بعضها البعض فتكون الشكل النهائى للمبنى، كما يتم رصها إما بشكل منتظم أو بالتبادل أو بشكل كابولى .

- **الفكرة الرئيسية للنظام:** هو أعلى تقنيات طرق سبق التجهيز حيث يتم تصنيع نسبة 80 % من الأعمال للمبنى فى المصنع وقبل نقلها إلى الموقع لذلك تتم عملية تركيب الوحدات بسرعة كبيرة خاصة وأن الوحدات الصندوقية تتكون من وحدات فراغية ثلاثية الأبعاد ففى بداية العملية تتم عمليات التسليم بالجملة من الفولاذ الهيكلى وأعمال الأخشاب والعزل والأسلاك والسباكة وتكييف الهواء والكسوة الداخلية والخارجية وأغطية الأرضيات والخزائن وحتى تجميعات الأبواب والنوافذ، فكلما زاد العمل المنجز فى المصنع قل العمل ووقت التركيب المطلوب فى الموقع وقد إستخدم نطاق الوحدات الصندوقية فى المبانى ذات الوحدات التكرارية مثل المبانى السكنية والفنادق وذلك لتحقيق عائد إقتصادى .

- **مميزات النظام:** يتميز هذا النظام بتوفير زمن التشييد، وبالمرونة الداخلية للوحدات، وبساطة عملية التصنيع والتركيب، وتحقيق عائد إقتصادى أكبر.

- **عيوب النظام:** إحتياجه إلى معدات ثقيلة عند الإنشاء والتحميل نظراً لثقل وزن الوحدات .

- **المواصفات الفنية:** يستخدم الحديد أو الخشب أو الخرسانة أو بعض الأنواع الخاصة من اللدائن البلاستيكية فى صناعة الوحدات.

- **كيفية تطبيق النظام فى البناء:** إستخدام الوحدات الفراغية الكبيرة فى تجهيز الفراغات الكبيرة يحتاج إلى معدات ثقيلة للنقل والتركيب وهو مالا يتناسب مع طبيعة المناطق النائية، إستخدام الوحدات الفراغية الصغيرة فى فراغات المسطحات الصغيرة وهو ما يؤثر بشكل كبير على عامل التكلفة والمدة الزمنية للتنفيذ حيث يمكن التحكم فى مدى كمال الوحدات من مجرد حوائط وأرضيات إلى فراغ كامل مشطب ومجهز بالفرش المطلوب للإستخدام .

صورة (2) مجموعة من الصور توضح الوحدات الصندوقية أثناء النقل والتركيب

أعمال التصميم الداخلى وأساليب النهو والتشطيب سابقة التجهيز:

- تأثير غير مباشر على أعمال التصميم الداخلى وأساليب النهو والتشطيب:

يكون هذا التأثير من خلال أساليب الإنشاء وبالتالى أعمال التصميم الداخلى والتشطيبات المختلفة، حيث لابد أن تخضع الفراغات لنظام موديولى يضمن التوافق بين أساليب وطرق الإنشاء وبين العناصر التى سوف يتم إستخدامها فى التصميم الداخلى والتشطيبات المختلفة، ففى بداية تصنيع الفراغات ظهر نوعية من المبانى يتم فيها تكرار التصميم بأكمله بعدد من المرات كى يحقق الجانب الإقتصادى فقط مما أدى إلى ظهور جوانب سلبية منها الرتابة والملل فى التصميم وعدم وجود شخصية مميزة للمبنى وفراغاته ودون مراعاة للتصميم الداخلى ومواده وخاماته وأسلوب التشطيب والنهو، وكان فى الغالب يتم تشطيب تلك المبانى وفراغاتها بالأساليب التقليدية أو إنتاج خرسانة ذات سطح نهائى، وكان من الطبيعى التفكير فى التصميم عن طريق التوافق الموديولى لتحقيق الجانب الإقتصادى والجمالى والنفعى معاً، وكذلك تحقيق المرونة فى التصميم مع توفير الجانب الجمالى فى أعمال التصميم الداخلى والنهو والتشطيبات، ولذلك ظهر أسلوب سبق التجهيز أو سبق التصنيع فى مجال التصميم الداخلى والتشطيبات المختلفة له بشكل واضح فى مختلف دول العالم وأخذ فى التطور والإزدهار حيث أنه لم يعد قاصراً على النواحى الإنشائية فحسب بل تطرق إلى جانب أخر أسهم بقدر كبير فى زيادة جماليات المنشأ مثل أعمال (التجاليد الخشبية والجبسية– G.R.C & G.R.P– التغطيات البولى كربونيت وغيرها...) وكان لابد من ربط تلك الأعمال والتشطيبات بالهيكل الإنشائى عن طريق تناسب الأبعاد بحث يتم خلق علاقات بصرية مقبولة ومن جانب أخر تقليل الهالك فى المواد الخام وهو مايعرف بالتوافق الموديولى .

فبعد دخول الخرسانة مرحلة سبق التجهيز ظهرت مجموعة من التشطيبات المتوافقة مع هذه الأساليب حيث أمكن إنتاج وحدات خرسانية ملونة سابقة الصب وجاهزة للتركيب فى مجالات عديدة سواء فى الفراغات الداخلية أو تكسيات المبانى من الخارج، ومن ناحية أخرى ظهرت التشطيبات الخرسانية الذاتية والتى يمكن تنفيذها على الأسطح الخرسانية فى مراحل مختلفة سواء قبل الصب أو قبل الشك أو بعد الشك .

- تأثير مباشر على أعمال التصميم الداخلى وأساليب النهو والتشطيب:

بجانب التطورات التكنولوجية فى المجال الإنشائى والذى أثر بشكل غير مباشر على مجال التصميم الداخلى وما يتبعه من تشطيبات، فقد حدثت تأثيرات مباشرة أيضاً فى نفس المجال حيث تطورت التكنولوجيا فى نظم وأعمال التصميم الداخلى من أساليب تطبيق ومواد وخامات مختلفة، فظهرت المعدات المتطورة فى مجالات تطوير الميكنه الخاصة بإنتاج التشطيبات سابقة التجهيز، وأدخلت النظم المتطورة فى إعداد كوادر التنفيذ والتى ساعد فيها التطور العلمى فى هذا المجال .

أما بالنسبة لمواد وخامات التصميم الداخلى والتشطيبات، فقد إستحدثت التكنولوجيا مواد جديدة لم تعرف من قبل، ولم يقف التطوير عند هذا الحد بل حدث ومازال يحدث تطوير لهذه المواد للإرتقاء بمستوياتها من حيث الأداء فى نظم التشطيب المستخدمة فيها، وقد أدى ذلك إلى إمكانية الإعتماد على مواد تقليدية فى أماكن جديدة فى الفراغات لم تكن تستخدم فيها من قبل.

ومن خلال تطور ونجاح أسلوب سبق التجهيز أصبح الإتجاه الغالب نحو أعمال التصميم الداخلى والتشطيبات حيث أصبح إخراج المنشأ بشكل جميل وسريع من متطلبات هذا العصر وفى الوقت نفسه أصبح من الضرورى الأخذ فى الإعتبار أعمال الصيانة والتجديد فلابد من توفير منتج جاهز يتميز بأسلوب تركيب سريع يضمن تحقيق الجوانب الإقتصادية المترتب عليها عامل الزمن أو عامل التكلفة، وخاصة فى ظل المتغيرات الوظيفية السريعة فى عصرنا فى ظل تكنولوجيا المعلومات والإتصالات . ومن ثم فقد أصبحت أساليب التشطيبات سابقة التجهيز منافساً قوياً للتشطيبات التقليدية خاصة فى المبانى العامة والمبانى الإدارية والتى لها خاصية التجديد المستمر، وإقتصرت التشطيبات التقليدية على المبانى السكنية أو فى بعض بنود الأعمال التى لها خاصية الإستدامة النسبية .

بعض الأمثلة على تأثير أسلوب سبق التصنيع على أعمال التصميم الداخلى والتشطيبات المختلفة:

- القواطيع الداخلية والخارجية: هى فواصل وظيفتها الفصل بين الفراغات وبعضها والتى يمكن فكها وإعادة تركيبها لتسهيل عملية التوسع المستقبلى طبقاً للإحتياجات المستقبلية للفراغات وتختلف مواصفات القواطيع طبقاً للخامة المصنعة لها وطبقاً لمواصفات القياسية للشركة المصنعة كما يمكن التحكم فى مقاس الطول والسمك خلال عملية الإنتاج طبقاً للتصميم المطلوب .

- الأبواب والشبابيك: يتم التصنيع والتشطيب طبقاً للرسومات التصميميه التنفيذية والمعمارية ثم تورد للموقع للتركيب جاهزة أو تورد مركبة فى حالة الوحدات الصندوقية .

- عناصر تكسيات وتجاليد وتشكيل الواجهات: يتم تصنيع قطاعات الكرانيش وقطاعات التجاليد بالمصنع ثم تورد إلى الموقع للتركيب سواء مصنوعة من الخشب أو الفيبر جلاس أو GRC والحوائط الستائرية والكاسرات الشمسية وهى عناصر يتم إضافتها للمبنى لإعطاء شكل جمالى ووظيفى .

صورة (3) توضح مجموعة من عناصر سبق التجهيز المستخدمة فى أعمال النهو والتشطيب

- تحليل لبعض التجارب العالمية والمحلية لتطبيق نظم سبق التجهيز فى المدارس التعليمية:

يهدف البحث إلى رصد بعض تجارب المبانى المدرسية والفصول التعليمية المنفذة بنظام سبق التجهيز ودراسة مدى إمكانية الإستفادة به كنظام قابل للتطبيق فى مصر لإستخلاص أهم الإيجابيات وتلافى السلبيات فى محاولة لمواجهة متطلبات سرعة التنفيذ فى مصر وبيان مدى ملائمتها وتأثيرها على تصميم وتنفيذ المبانى والفصول التعليمية، وقد تم إختيار عينات بدول مختلفة بهدف تعظيم الإستفادة من التجارب والتعرف على إمكانات تطبيقها بمختلف الأماكن بمصر مع أهمية توظيف الموارد الطبيعية والمواد المتوفرة .

أولاً: التجارب العالمية:

مدرسة ساوث مور الإبتدائية بإستراليا South Moor Primary School , Australia:

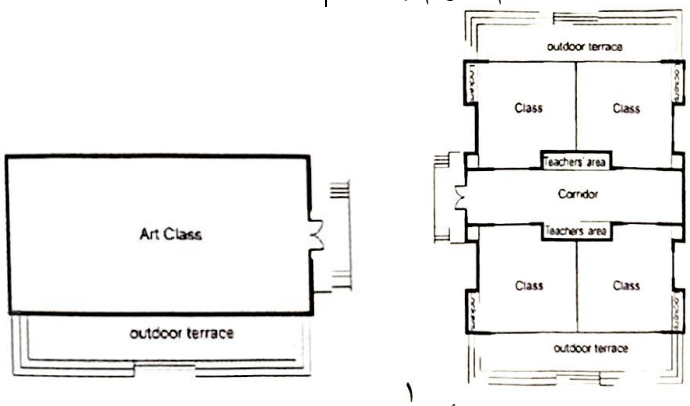
فريق العمل: K20 Architecture وهى شركة هندسة معمارية في ساوث ملبورن، أستراليا .

المساحة: 605 م2

التعريف بالمشروع: جزء من برنامج المدارس النموذجية الدائمة التابعة لحكومة ولاية فيكتوريا والغرض التوسع فى المبانى نتيجة زيادة معدلات القيد مما فرض إضافة فصول

This is an Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium,provided the original work is properly cited.

دراسية وإستبدال المبانى القديمة بمنيين سابقى التجهيز كلاً منها مكون من دور واحد، المبنى الرئيسى (1) مبنى الفصول الدراسية مكون من 4 فصول دراسية ومكتب المعلمين بمساحة 420 م2، المبنى الثانى (2) غرفة للفنون بمساحة كبيرة مرنة حتى يمكن أن تتكيف وظيفتها بمساحة 185م2، وتم إنتهاء الأعمال بالمبنيين فى يناير 2018 ومدة التنفيذ حوالى 22 يوم. والمواد المستخدمة فى اعمال التصميم الداخلى والنهو والتشطيب منها مواد معاد تدويرها تتميز بطول العمر والمتانة وشدة التحمل والبعض الاخر مواد محلية .



شكل (5) يوضح المسقط الأفقى للمبنى الرئيسى (1) والمبنى الثانى المضاف (2)

وصف المشروع: إحتاجت مدرسة ساوث مور South Moor الإبتدائية إلى مبنيين جاهزين ليحلوا محل المباني القديمة . المبنى الرئيسي هو جناح الفصول الدراسية الأكثر تقليدية والذي يضم أربعة فصول دراسية ومكتب للمعلمين، ويعتبر هذا المبنى نموذجيًا للغاية في مخططه حيث تنعكس الفصول الدراسية عبر ممر مركزي كبير ومليء بالضوء فصلين دراسين على كل جانب من الممر وملحق بكل منهما منطقه مخصصة مكتب للمعلمين، المبنى أو الهيكل الثاني هو غرفة للفنون التي كان من المطلوب أن تكون مساحة مرنة للغاية حتى تتمكن من التكيف مع وظيفتها . كان هذا المشروع ضمن جدول زمني قصير للغاية، لذا كان المطلوب هو إنجازه بسرعة لتقليل تعطيل تشغيل المدرسة . وأسلوب سبق التجهيز يلبي الحاجة في هذه الحالة وقد قامت شركة k20 Architecture بتسليم هذا المشروع لمدرسة ساوث مور الابتدائية . إستغرقت عملية البناء في الموقع ثلاثة أسابيع فقط، وقد حدث ذلك خلال العطل المدرسية في يناير 2018. وتم إنشاء الفراغات في بيئة مصنع خاضعة للرقابة خارج الموقع، وبمجرد الإنتهاء من ذلك، تم تسليمها إلى المدارس على ظهر شاحنة وتجميعها في الموقع . وذلك قلل ما يصل إلى نصف الوقت المطلوب للبناء التقليدي، مما يمنح القدرة على تقديم بناء معماري عالي الجودة في توقيت قياسي.

تصميم الواجهات الخارجية: تصميم بسيط يعتمد على إستخدام الكتل للتظليل وإبراز جانب جمالى من الغائر والبارز وإستخدام الزجاج المزدوج فى تشكيل الواجهات .

صورة (4) مجموعة صور لمبنى مدرسة ساوث مور الإبتدائية بإستراليا وإظهار الواجهات الخارجية

التصميم الداخلى: لقد تم تصميم الفراغات لتكون منفتحة للغاية؛ تتجسد المرونة الداخلية للفراغات حيث يمكن فتح جميع الفواصل الداخلية وتصبح المساحة قاعة دراسية عملاقة عند الحاجة، حيث تم إستخدام الفواصل أو القواطيع الزجاجية المتحركة لإعطاء مرونة فتح الفراغات على بعضها البعض، فيمكن تحريك الفواصل الداخلية على عجلات . ولا يمكن فتح المبنى داخليًا فحسب، بل يمكن فتحه للخارج أيضًا. توجد أسطح خارجية كبيرة ومساحات زجاجية كبيرة ونوافذ موضوعة على إرتفاع مناسب للأطفال لتشجيع الطلاب على التفاعل بشكل أكبر مع الأماكن الخارجية والبيئة المحيطة، تم أيضًا الإعتماد على الطبيعة والنباتات في المبنى في أماكن مختلفة . وتم تصميم الجدران الخارجية ذات المساحات الكبيرة من الزجاج المزدوج لإعطاء إضاءة طبيعية للفراغات لما لها من تأثير قوى على راحة مستخدمى الفراغات وتبعاً لإتجاه الموقع بحيث يكون الجزء الداخلي مظللًا بشكل طبيعي، مما يساعد في التحكم السلبي في المناخ الداخلي . و تم اختيار المواد على أساس مزاياها البيئية مثل؛ كونها مواد معاد تدويرها، وتحتوي على نسبة منخفضة من المركبات العضوية المتطايرة، مما يوفر طول العمر والمتانة، فضلاً عن كونها منتجات محلية لتقليل تكاليف النقل، وتم إزالة المواد التي تحتوي على الأسبستوس بأمان بما يتوافق تمامًا مع إطار الصحة والسلامة . فعلى سبيل المثال، الأسطح الخشبية هي Mod wood وهي مادة مركبة معاد تدويرها تم اختيارها لأنها شديدة التحمل ومصممة للتعامل مع حركة المرور الكثيفة، وإستخدامت أرضيات فينيل لما لها من خواص مقاومة للبرى ومقاومتها للشحنات الكهربائية السالبة وسهولة عمل أى ترميم للأجزاء التالفة منها دون حدوث تلف للأجزاء المجاورة وأيضاً أرضيات الموكيت لما لها من خواص تناسب تلك الفراغات فى التحمل وإعطاء مظهر جمالى . وإستخدامت الألوان الدافئة والمفعمة بالحركة لما لها من تأثير على نشاط الطلاب مستخدمى الفراغ.

صورة رقم (5) مجموعة للفراغات الداخلية بمدرسة ساوث مور الإبتدائية بإستراليا وإظهار التصميم الداخلى المستخدم بها

نظام سبق التجهيز المطبق: نظام الوحدات الصندوقية ثلاثية الأبعاد .

وحدات يتم تصنيعها بالكامل فى المصنع طبقاً للتصميم ثم تورد للموقع للتركيب والتجميع . تتميز بخفض عامل الوقت ولكنها تتطلب معدات نقل وتركيب وأوناش ضخمة للتركيب . تتميز بجودة عالية حيث يتم تجميع الأعمال تحت إدارة جودة وظروف مثالية . لا تحتاج إلى أعمال حفر وأساسات عميقة كما بالطرق التقليدية مما يوفر من زمن التنفيذ . وإنتقل الهيكل نفسه فى مدة ساعة فقط من المصنع إلى الموقع .

صورة (6) صور توضح أثناء نقل وتركيب فراغات المدرسة فى الموقع

2- مدرسة أولد ريد فورد الإعدادية بالولايات المتحدة الأمريكية

Old Redford Academy Middle School, United States of America:

فريق العمل: Innovative Modular Solution and Stevens Architects

المساحة: 400 م2

التعريف بالمشروع: الغرض من المشروع التوسع فى المبانى نتيجة زيادة معدلات القيد مما فرض إضافة فصول دراسية وتم إضافة مبنى سابق التجهيز مكون من دورين على مساحة 800 م2، يتكون المبنى من 8 فصول دراسية مزود بأماكن خدمات وعناصر إتصال رأسى وأفقى، وتم الفصل بين الفصول الدراسية بقواطيع تسمح بتجميع الفراغات وتحقيق مرونة الإستيعاب وتخصيص منطقة لخزائن الطلاب بالطرق الرئيسية وتوفير أماكن خدمات (دورات مياة للأولاد وأخرى للبنات) وكل منها مجهز لذوى الإحتياجات الخاصة. والإتجاه نحو إستخدام أساليب نهو تشطيب خارجية للمبنى تنسجم بسلاسة مع المبانى المحيطة والتى يبلغ عمرها 100 عام .

شكل (6) يوضح المسقط الأفقى للمبنى سابق التجهيز المضاف لمدرسة أولد ريد فورد

وصف المشروع: قامت أكاديمية Old Redford بشراء كنيسة موجودة مجاورة للجزء المخصص للمرحلة الإبتدائية نظراً لتزايد عدد الطلاب. وقاموا بتجديد مبنى الكنيسة لإستيعاب قاعة وكافتيريا وصالة ألعاب رياضية ومساحة مكتبية . وبعد التجديد، كانوا لا يزالون بحاجة إلى مساحة إضافية للفصول الدراسية في المدرسة الإعدادية . فقام فريق من المصممين من Innovative Modular Solution and Stevens Architects بالإعتماد على أسلوب سبق التجهيز بناء إضافة معيارية مكونة من طابقين متصلة بالمبنى الحالي من خلال ممر مغلق . تضم الإضافة الجديدة فصولاً دراسية وغرفتين للعلوم ودورتين مياه . وتم الحرص من الشركة المنفذة أن يعكس التصميم والمواصفات إلتزام المدارس بالتميز والجودة والإستدامة، فتم إختيار مواد النهو والتشطيبات الخارجية للمبنى لتنسجم بسلاسة مع الكنيسة التي تم تجديدها والتي يبلغ عمرها 100 عام .

تصميم الواجهات الخارجية: تم إستخدام الطوب فى الواجهات

This is an Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium,provided the original work is properly cited.

ليتماشى مع المبانى المحيطة والتى تبلغ أكثر من 100 عام .

صورة (7) توضح الواجهة الخارجية للمدرسة

التصميم الداخلى: تم إنجاز البناء السريع لهذه المدرسة من خلال بناء أجنحة الفصول الدراسية المكونة من طابقين والتي تتمحور حول ردهة زجاجية من طابقين . وتم دمج التصميم أيضًا بإستخدام الكافتيريا وصالة الألعاب الرياضية الموجودة مسبقًا للمبنى الجديد لتحقيق أقصى قدر من التوفير في التكاليف . تتميز الأجنحة النموذجية الأربعة بفصول دراسية واسعة وخزائن مريحة لإستخدام الطلاب . يتميز كل جناح بنظام ألوان فريد يوفر بيئة تعليمية متميزة .ويكسو بلاط السيراميك والبلاط المحجر الجدران في الممرات والفصول الدراسية . المواد المستخدمة فى أعمال التصميم الداخلى والتشطيبات تتميز بطول العمر والمتانة وشدة التحمل . والمبنى مستدام ومصمم بميزات مثل أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء عالي الكفاءة بوحدات ERV لإستعادة الطاقة (ينقل نظام التهوية باسترداد الطاقة ERV الحرارة والرطوبة، حيث يستخرج بخار الماء من تيار الهواء الرطب ويضيفه إلى تيار الهواء الأكثر جفافاً . في فصل الصيف، تتم إزالة الرطوبة من الهواء الداخل وإلقائها في تيار الهواء الخارج، مما يقلل من تأثير الرطوبة الخارجية على البيئة الداخلية، بينما تنعكس العملية في فصل الشتاء، مما يساعد على الحفاظ على مستويات الرطوبة لمنع الظروف الداخلية شديدة الجفاف)، وتتم مراقبة التهوية بواسطة مستشعر ثانى أكسيد الكربون فى كل مكان، ومبردات خالية من مركبات الكربون الهيدروكلورية فلورية لضمان هواء داخلي صحي . يتم دمج أجهزة إستشعار الإشغال في نظام الإضاءة لتقليل هدر الطاقة أيضًا . يغطي السقف غشاء أبيض عاكس يحسن كفاءة استخدام الطاقة . وتم إستخدام محتوى عالي من الفولاذ المعاد تدويره مع صب أرضيات فرعية من الأسمنت في الموقع . وتشمل الميزات الصديقة للبيئة تميز المبنى بنوافذ ذات زجاج مزدوج من الزجاج منخفض الإنبعاثية تحافظ على درجة الحرارة الداخلية للمكان (نوع من الزجاج يسمح بمرور الضوء المرئي من خلاله ولكنه يحجب الأشعة فوق البنفسجية وتحت الحمراء المولدة للحرارة)، والإعتماد على بلاط الموكيت والسجاد المعاد تدويره، وتركيبات إضاءة السبورة الإلكترونية منخفضة الطاقة، ودورات المياه تعمل بأجهزة الاستشعار، وصنابير ومجففات الأيدي، ونظام إعادة تدوير الماء الساخن للحمامات . وتم بناء ممرين مغطيين في الموقع لتزويد الطلاب بإمكانية الوصول المغطى إلى المبنى الحالي .

صورة (8) مجموعة صور توضح التصميم الداخلى للفراغات الداخلية لمدرسة أولد ريد فورد الإعدادية

نظام سبق التجهيز المطبق: نظام الوحدات الصندوقية ثلاثية الأبعاد .

وحدات يتم تصنيعها بالكامل فى المصنع طبقاً للتصميم مع إستخدام حوالى 18 وحدة مديولية لتكوين المبنى، تتميز بجودة عالية حيث تتم جميع الأعمال تحت إدارة جودة عالية وظروف مثالية . وتم تركيب وتجميع المبنى فى 7 أيام .

ثانياً: التجارب المحلية:

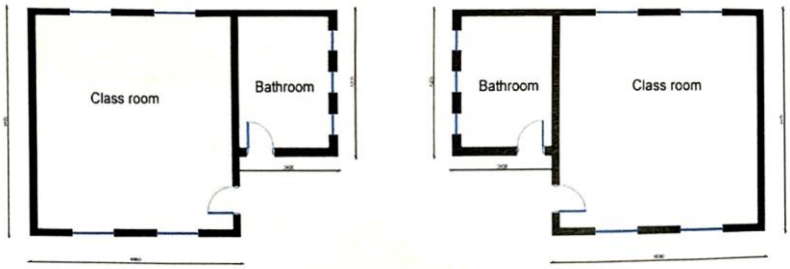
وعند البحث فى التجارب المحلية لتطبيق أسلوب سبق التجهيز فى المدارس التعليمية وجد أنه تم تطبيقها فى مجموعة مشروعات مجتمعية لمدارس الفصل الواحد، فى بعض المحافظات مثل مرسى مطروح – سوهاج – أسوان، والمشروعات من تنفيذ مؤسسة مصر الخير وشركة دار البناء العربى للمبانى سابقة التجهيز، وسيتناول البحث تحليل ودراسة أحد هذه النماذج الأكبر فى المساحة حيث يتكون من فصليين دراسيين . حيث أن جميع هذه المشروعات إعتمدت على نفس التصميم .

مشروع وحدات تعليمية مجتمعية:

فريق العمل: مؤسسة مصر الخير وشركة دار البناء العربى للمبانى السابقة التجهيز .

المساحة: 90 م2

التعريف بالمشروع: تدخل ضمن مشروع بناء مدارس مجتمعية ذات الفصل الواحد، والتنفيذ عن طريق مديرية التربية والتعليم بالتعاون مع مؤسسة مصر الخير، الهدف توفير الخدمة التعليمية المطلوبة بالمناطق النائية، وتم تنفيذ 25 فصل على إمتداد الطريق الساحلى لإتاحة فرص تعليمية بالمناطق النائية حيث يتكون المبنى من فصليين أبعاد كلاً منهما فى حدود 6 × 6 م ومرفق بهما دورات مياه مع وجود فتحات كافية بكل فراغ لتوفير الإضاءة الطبيعية .



شكل رقم (7) المسقط الأفقى للفصليين الدراسيين موضع الدراسة

تصميم الواجهات الخارجية: جميع عناصر المبنى من حوائط وتشكيل الواجهات عبارة عن وحدات GRC . وأسلوب سبق التجهيز لم يفرض أى معوقات على واجهة المبنى ولكنه تناغم مع الموقع المحيط، وتم تشطيب الواجهات بإستخدام دهانات أسمنتية ملونة .

صورة رقم (9) مجموعة صور للواجهات الخارجية للفصول الدراسية

التصميم الداخلى: تم إستخدام حليات بسيطة لإخفاء الفاصل بين وحدات ال GRC، وإستخدام دهانات بلاستيك لتكسية الجدران الداخلية والأرضيات من السيراميك، والأثاث بسيط للغاية مع وجود فتحات بمسطحات مناسبة تعطى إضاءة وتهوية طبيعية للفراغات.

صوره (10) توضح الفراغات الداخلية للفصول بتصميمها البسيط

نظام سبق التجهيز المطبق: نظام الوحدات المستوية سابقة التجهيز .
وحدات يتم تصنيعها بالكامل بالمصنع طبقاً للتصميم المطلوب، تتميز بجودة عالية حيث تتم جميع الأعمال تحت إدارة ضبط الجودة وظروف مثالية مع إستخدام وحدات موديولية مستوية مصممة طبقاً لتصميم محدد بناءاً على موديول تصميمى 1.2 × 1.2م، والوحدات تورد للموقع جاهز بالكامل ومجهزة بتأسيسات الكهرباء والسباكة، ويتم دهان الوحدات فقط بالموقع بعد التجميع، والمبنى يتميز بالعزل الكامل ضد الحرارة والرطوبة، ويتميز بسرعة التنفيذ حيث يتم تنفيذ حوالى 100 متر مربع حوائط وأسقف فى يوم واحد.

صوره (11) توضح أثناء نقل الوحدات للموقع

ـ تطبيق نظم سبق التجهيز فى الأماكن ذات الطبيعة الخاصة فى مصر:
إن الإتجاه إلى إستخدام نظم سبق التجهيز بشكل عام وفى بناء الفصول والمدارس التعليمية بشكل خاص أصبح توجهاً منطقياً للإستجابة للأوضاع على المستوى الإقتصادى والتنموى الذى تشهده البلاد، وخصوصاً بعد أن أصبح لمصر تجربة بسيطة فى إستخدام هذا الأسلوب، ونظراً لطبيعة بعض المناطق البيئية والجغرافية فى مصر، وأيضاً بعد رصد تطور وزيادة إحتياجات العملية التعليمية وبالتحديد الزيادة المستقبلية الناتجة عن برامج التنمية المستهدفة لكل قطاعات الدولة وبالأخص المناطق النائية والريفية والمناطق ذات الطبيعة الجغرافية الخاصة، يتبين أن أنظمة سبق التجهيز تشكل المدخل الأمثل لمواجهة هذه المتطلبات المتسارعة فى بناء فراغات تعليمية تستوعب معدلات النمو المتوقعة لخطة التطوير والتنمية المنشودة فى رؤية مصر المستقبلية .

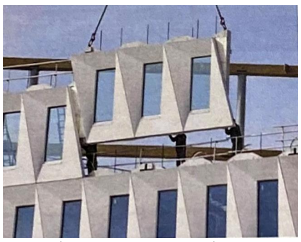
مقترح نظام سبق التجهيز الأكثر ملائمة للتطبيق فى مصر

This is an Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium,provided the original work is properly cited.

من وجهة نظر الباحثة:

إستنتج البحث أن نظام الوحدات المستوية أكثر نُظم سبق التجهيز ملائمة فى بناء الفصول أو المدارس التعليمية عامة فى مصر .

صورة (12) توضح الوحدات المستوية سابقة التجهيز مجهزة ومركب بها الأبواب والشبابيك أثناء النقل للتركيب بالموقع.



صورة (13) توضح أحد الوحدات المستوية سابقة التجهيز المستخدمة فى الواجهات .

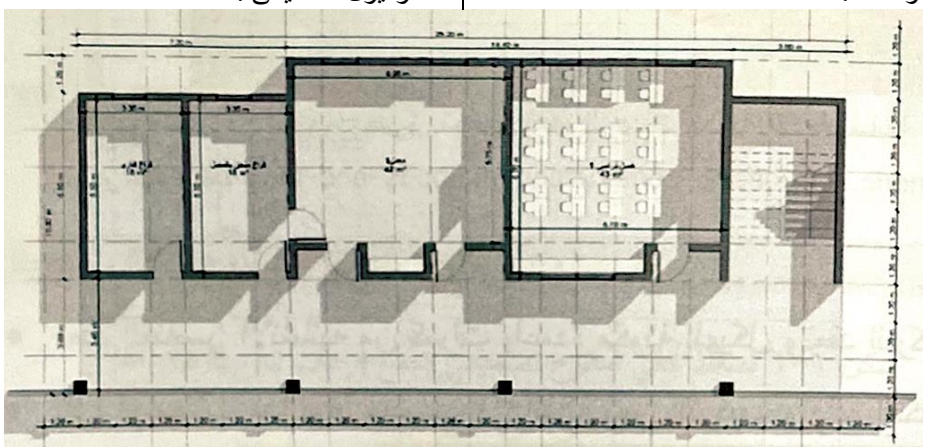
أسباب عدم إقتراح باقى نظم سبق التجهيز للإستخدام فى المقترح التطبيقى:

- أن الوحدات الصندوقية ثلاثية الأبعاد سابقة التجهيز تحتاج إلى معدات ثقيلة عند النقل والإنشاء والتركيب نظراً لثقل وزنها وتحتاج إلى شبكة طرق جيدة تتحمل معدات نقل الوحدات، وهو ما لايتماشى مع طبيعة المناطق المستهدفة للتطبيق ومع شبكة الطرق المتواجدة فى الأماكن النائية وذات الطبيعة الجغرافية الخاصة .
- أما الوحدات الطولية أو نظام الإنشاء الهيكلى تم إستبعاده نظراً لتعدد العناصر الإنشائية من أعمدة وكمرات لتكوين الهيكل، والتى ستؤدى إلى تعقد التركيب وكثرة الوصلات مما يؤثر ويتسبب فى إطالة زمن التركيب وزيادة التكلفة .

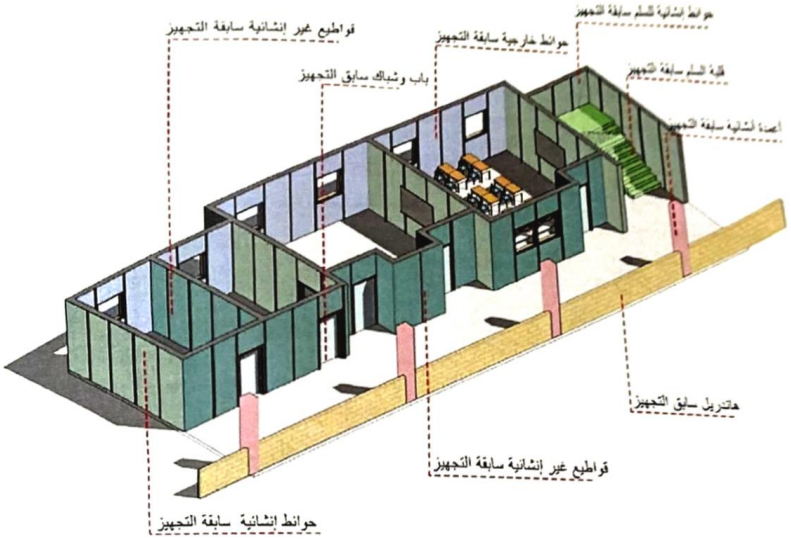
أسباب إقتراح نظام الوحدات المستوية للتطبيق فى مصر:

- التميز بتوفير زمن الإنشاء وهو بذلك أسرع من نظم الإنشاء الأخرى .
- عدم الحاجة إلى أعداد كبيرة من العمالة خاصة أن الوحدات محدودة الحجم .
- عدم الإعتماد على المعدات الثقيلة بالمواقع للوحدات الصغيرة والمتوسطة .
- تجهيز كافة أعمال التصميم الداخلى للفراغ وأعمال النهو والتشطيبات للواجهات والأعمال الكهربائية والصحية داخل المصنع مما يحقق وفراً على مستوى زمن التنفيذ والتكلفة الفعلية وتقليل الهالك من المواد .
- يؤخذ فى الإعتبار تحقيق المرونة منذ مرحلة التصميم والذى يجب أن يركز عليها المصمم سواء فى العملية التصميمية ذاتها من حيث مرونة الفراغات الداخلية وكذا مرونة تجميع الفراغات وتداخلها ومرونة التصميم الداخلى القادر على إستيعاب متغيرات العملية التصميمية وأيضاً على مستوى تصميم الوحدات بما يحقق فكر فك وإعادة التركيب سواء داخل حدود الموقع ذاته أو مواقع أخرى .

ومما سبق نجد أنه ليس هناك ما يعيق تحقيق البرنامج التصيمى فى توفير الفراغات المطلوبة للمبنى التعليمى فى حالة إستخدام نظام سبق التجيز المقترح وبناءاً عليه تم إعداد مقترح تصميمى لمجموعة فراغات مختلفة الوظيفة (فصل دراسى، فراغ معمل، فراغ إدارى، دورة مياه) معتمد على فكرة موديول موحد للشبكة التصميمية (1.2 × 1.2 م) كموديول تصميمى .



شكل (8) يوضح مسقط أفقى لمقترح لتوزيع فراغات المبنى التعليمى المقترح والذى يجمع فراغات مدرسية متنوعة



شكل (9) يوضح إستخدام نظام الوحدات المستوية سابقة التجهيز فى المقترح التصميمى

- روعى فى التصميم المقترح ألا يقل مساحة الفصل عن 42 م2 وألا يقل نصيب الطالب من مسطح الفصل عن 1.4 م2 وأن لا يزيد طول الفصل عن 9 م2 وعرض الباب لايقل عن 1م وأن تتوفر إضاءة طبيعية داخل الفراغ.
- روعى أيضاً ألا يقل مسطح المعمل عن 42 م2 وضرورة توفير عدد 2 باب على الممر، مع توفير غرفة إدارية لاتقل مساحتها عن 15 م2 ولها باب مستقل على الممر وباب داخلى على المعمل، مع توفير منطقة خدمة "دورة مياه".
- روعى فى التصميم أن يكون الحد الأدنى لعرض الممر الرئيسى الذى يخدم الفراغات التعليمية من جهة واحدة 2.8 م وألا يقل عرض السلم عن 1.6 م .
- تم إستخدام موديول موحد توافقى يحافظ على المواصفات القياسية لنظام سبق التجهيز المستخدم ولا يتعارض مع الإشتراطات التصميمية للمبنى التعليمى، وهو ما يوفر سهولة النقل والتركيب .
- تم مراعاة العناصر الإنشائية وأماكنها لتحقيق المتطلبات التصميمية المطلوبة كالمرونة والتبادلية فى ظل الظروف والإحتياجات الوظيفية والتى تعطى مستخدمى الفراغات الحرية فى التعبير عن إحتياجاتهم، ولذلك تم إستخدام حوائط سابقة التجهيز للفصل بين الفراغات الداخلية يمكن فتحها وغلقها ودمج الفراغات فى حال الإحتياج لذلك لتحقيق المرونة فى تشكيل الفراغات الداخلية سواء بتغيير حجمها أو وظيفتها، حيث تم الإستفادة من القواطيع الداخلية المتحركة أو الثابتة بإختلاف أنواعها (جبسبورد،خشب،GRC، زجاج)، حيث يتيح ذلك فكرة التبادلية فى التصميم حيث يمكن تبادل أماكن تأدية الوظائف بين الفراغات وبعضها البعض طبقاً للإحتياجات بشكل أفضل، وعليه يتيح إستخدام الفراغ لأكثر من غرض بالإضافة إلى إستخدام الحوائط الخارجية غير إنشائية لنفس الغرض.

تم الإعتماد على عناصر نهو وتشطيب سابقة التجهيز كالهاندريل والأبواب والشبابيك الجاهزة، لإعطاء مرونة فى تصميم الواجهات الأمر الذى يتماشى مع التطور التكنولوجى وموقع المشروع .

النتائج: Results

1- تتيح نظم سبق التجهيز التحكم فى جودة المنتج وكفاءة التنفيذ نتيجة ضبط الجودة فى المصنع تحت عناية ورقابة.
2- تتيح نظم سبق التجهيز خفض زمن التنفيذ نتيجة معظم الأعمال تتم داخل المصنع وأعمال تجهيز الموقع تتم بالتزامن مع أعمال التجهيز بالمصنع .
3- تلائم نظم سبق التجهيز الإنشاء فى المناطق ذات الظروف المناخية الخاصة والمختلفة .
4- تعطى نظم سبق التجهيز حرية توظيف الفراغات بإستخدام نظام تبادلى لإستيعاب كافة الإحتياجات، فهى تتيح المرونة العالية فى القابلية للفك والتركيب سواء فى دمج الفراغات الداخلية أو النقل لموقع أخر .
5- يحقق تطبيق نظم سبق التجهيز المرونة فى التصميم والإمتداد المستقبلى وتعدد الإمكانيات والوظائف للفراغات بالإضافة إلى حرية التعبير للمصمم لإختيار مواد النهو والتشطيب والموديول التصميمى الذى يخدم جميع المتطلبات .
6- إن الإستخدام الفعال للمواد والمعدات وإستخدام المواد المتاحة بالبيئة فى نظم سبق التجهيز تؤدى إلى إدارة فعالة فى التكاليف .
7- يتيح نظام سبق التجهيز فكرة الإستبدال بمعنى أن يتم فك المبانى القديمة وتركيبها فى مواقع أخرى وإستبدالها بمبانى جديدة بوحدات موديولية جديدة تخدم المتطلبات المستجدة .
8- نظم سبق التجهيز هى نظم فعالة وناجحة قادرة على تحقيق أقصى كفاءة فى عمليتى التصميم والتنفيذ .
9- تعددت مميزات البناء بالطرق سابقة التجهيز من حيث الحفاظ على البيئة وتوفير بيئة عمل أكثر أماناً وزيادة الإنتاجية وتحسين جودة الإنتاج وخفض عامل التكلفة .
10- تتيح نظم سبق التجهيز ملائمة الفراغات لمكان الإنشاء والبيئة المحيطة والظروف المناخية من درجات حرارة وشمس ورياح .....، بالإضافة إلى إستخدام المواد المحلية والمتاحة بالبيئة والتى عادة ماتكون ملائمة للمناخ .

التوصيات: Recommendation

1- ضرورة وضع خطة لحصر الإحتياجات الحالية

This is an Open Access article distributed under the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium,provided the original work is properly cited.

والمستقبلية إعتماداً على أساليب سبق التجهيز لتعظيم الإستفادة من التطور التكنولوجى بكل صوره لتعديل مسار خطط التنمية المستقبلية كما فى الدول المتقدمة والقابلية للتطوير والتغيير، كأحد المداخل المطروحة لحل بعض المشكلات .

2- الإهتمام بتدعيم مخططات وبرامج التنمية التى تمكن من رفع كفاءة ما تتطلبه تكنولوجيا سبق التجهيز، وتشجيع تنفيذ مشاريع بتلك الأنظمة .

3- تشجيع الدولة للمستثمرين ورجال الأعمال للإستثمار فى إنشاء مصانع سبق التجهيز التى بإمكانها المساعدة فى تلبية إحتياجات التنمية ليس فقط فى مجال التعليم بل فى كافة المجالات التى تتطلب إنشاءات سريعة .

المراجع: References

1- بدر سلمان الدبوس: "المبانى سابقة التجهيز دراسة تطبيقية لإستخدامها فى الكويت" – رسالة ماجستير – قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة – جامعة القاهره – 1995 .

2- خالد على محمد على زيد: "سبق التجهيز وأثره على التصميم الداخلى " - رسالة ماجستير – قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة – جامعة حلوان – 2006 .

3- شعيب كامل إبراهيم: "صناعة البناء المتطورة فى الدول النامية دراسة تحليلية لتقييم تجربة تطبيق أسلوب سبق التجهيز فى سوريه"- رسالة ماجستير – قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة – جامعة حلوان – 1995 .

4- عكاشة فيصل سالم باعشر: "دراسة تحليلية لتطبيقات المبانى سابقة التجهيز فى المملكة العربية السعودية"- رسالة ماجستير – قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة – جامعة القاهره – 2009 .

5- ميرنا عز الدين أمين: "دور المبانى سابقة التجهيز فى إنشاء المدن والعاصمة الإدارية" - رسالة ماجستير – قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة – جامعة القاهره – 2020 .

6- Cristiano Loss, Maurizio Piazza and Riccardo Zandonini: “Connections for steel–timber hybrid prefabricated buildings"- Construction and Building Materials journal – Volume 122 – 2016 .

7- Lara Jaillon and C. S. Poon: “The evolution of prefabricated residential building systems in Hong Kong: A review of the public and the private sector"- Automation in Construction journal- Volume 18 - Issue 3 – 2009 .

8- Satheeskumar Navaratnam, Tuan Ngo, Tharaka Gunawardena and David Henderson: “Performance Review of Prefabricated Building Systems and Future Research in Australia"- Buildings Journal - Volume 9 - Issue 2 – 2019 .

9- Sha Liu, Zhongfu Li, Yue Teng and Liren Dai: “A dynamic simulation study on the sustainability of prefabricated buildings " - Sustainable Cities and Society Journal- Volume 77 – 2022.

10- Sisi YuYanfeng Liu, Dengjia Wang, AbuBakr S. Bahaj , Yue Wu and Jiaping Liu – " Review of thermal and environmental performance of prefabricated buildings: Implications to emission reductions in China " - Renewable and Sustainable Energy Reviews – volume 137 – 2021.

11- Tharaka Gunawardena and Priyan Mendis: “Prefabricated Building Systems- Design and Construction"- Faculty of Engineering and Information Technology The University of Melbourne- Australia- Encyclopedia Journals - Volume 2 - Issue 1 – 2022 .

12 – Yuan Chang , Xiaodong Li , Eric Masanet, Lixiao Zhang, Zhiye Huang and zobert Ris: “Unlocking the green opportunity for prefabricated buildings and construction in China"- Resources, Conservation and Recycling Journal – Volume 139 - 2018

13- Zhenmin Yuan, Chengshuang Sun and Yaowu Wang: “Design for Manufacture and Assembly-oriented parametric design of prefabricated buildings" - Automation in Construction Journal – volume 88 – 2018.

14- http://www.achturk.com

15- https://www.betterfutureawards.com

16- https://mic.cic.hk/

17- https://www.k20architecture.com

18- https://www.oradistrict.org

19- https://www.schoolbuildings.vic.gov.au/southmoor-primary-school

20- https://www.sensum.com.au

21- http://www.southmoor.vic.edu.au

22- http://www.stevensarchitects.com

23- https://www.thebluebook.com

24- https://www.vestamodular.com

25- https://www.whitleyman.com