

مدخل لتصميم فراغ معيشي انتقالي مؤقت سابق التجهيز لحالات الطوارئ ما بعد الكوارث من خلال تطور الشكل وهندسة الليجو

A guide to design a temporary pre-fabricated transitional living space for post-disaster emergencies through the evolution of shape and Lego architecture

م.د/ مروة وائل محمد السفطي

مدرس بالمعهد العالي للفنون التطبيقية – التجمع الخامس

Dr. Marwa Wael Mohammed Al-Safty

Lecturer at the Higher Institute of Applied Arts - Fifth Settlement

Marwasafy1987@gmail.com

ملخص البحث:

نظرًا للزيادة المستمرة في عدد الكوارث و الحروب التي تحدث سنويًا، أصبح هناك ارتفاع في عدد الأشخاص الذين يحتاجون إلى مأوى عاجل، مما جعل الملاجئ المؤقتة سابقة التجهيز موضوعًا ذا أهمية متزايدة في مجال التصميم المعماري و التصميم الداخلي. ظهرت فكرة البناء المسبق الصنع عندما احتاجت الدول الغربية إلى إنشاء مساكن سريعة التنفيذ تلبي الحاجة السكنية لتلك الدول بعد الحرب العالمية الثانية ومنها اليابان .

لقد أصبحت الكوارث جزءًا من واقعنا، مما يطرح تحديات وعقبات أمام المهندسين المعماريين والمصممين الداخليين. لذا، أصبحت الحاجة إلى بناء منشآت بشكل سريع أمرًا ضروريًا في مختلف أنحاء العالم.

من خلال إجراء مراجعة شاملة للأبحاث السابقة والممارسات المعمارية، تم تحديد "الملاءمة" و"إعادة التدوير" كسمتين أساسيتين للمباني المؤقتة سابقة التجهيز في فترة ما بعد الكارثة. على الرغم من وجود العديد من الأمثلة على جهود التعافي من الكوارث حول العالم، إلا أن معظمها كان غير منظم وغير كافٍ لتلبية الاحتياجات الحقيقية للمجتمعات المتضررة. قد يتم إعادة بناء المنازل والمرافق العامة، لكنها غالبًا ما تفتقر إلى الملاءمة اللازمة لإيواء المتضررين.

يمكن اعتبار إعادة الإعمار بعد الكوارث فرصة لإعادة تصميم البيئة المبنية بما يتناسب مع احتياجات المجتمع الحالي، مع مراعاة البيئة الطبيعية والتفكير في المخاطر المستقبلية. تمتلك الحوادث والكوارث القدرة على دفع المجتمع إلى إعادة تقييم وضعه والبحث عن حلول ملائمة تلبي احتياجاته. في عصرنا الحالي، حيث يمكننا الوصول إلى المعلومات والمعرفة المتراكمة عبر القرون من جميع أنحاء العالم، يجب أن نكون قادرين على إيجاد الحلول المناسبة لبناء بيئة مستدامة تلبي احتياجات المجتمع.

يهدف هذا البحث إلى تصميم مساحة مؤقتة للمعيشة للنازحين بعد وقوع الكارثة، من خلال استخدام المباني السابقة التجهيز مثل المباني المديولية و عمارة الليغو. المباني سابقة التجهيز هي تُعد من الطرق المبتكرة التي تسهم في توفير الوقت والجهد في حالات الطوارئ والكوارث الطبيعية . يستند هذا البحث إلى نموذج تصميم العمارة المنفصلة، حيث يتناول تعريف المباني المديولية والمكونات الرئيسية لعمارة الليغو. ينطلق هذا البحث من التفكير الإبداعي، ويسعى إلى دمج طرق التصميم والمعرفة ذات الصلة في حل منهجي، معتمدًا على إطار نظام البناء المفتوح لتحقيق تشييد سريع وبسيط وآمن للمباني المؤقتة سابقة التجهيز بعد الكوارث.

▪ Abstract:

Given the ongoing rise in the number of disasters and wars happening each year, there has been an increase in the number of people needing urgent shelter. This has made pre-equipped temporary shelters a growing concern in the fields of architectural and interior design. The idea of prefabricated construction emerged when Western countries needed to create quickly built housing to meet the residential needs that arose in those countries after World War II, including Japan.

Disasters have become part of our reality, posing challenges and obstacles for architects and interior designers. Therefore, the need for rapid construction of facilities has become crucial around the world.

By conducting a thorough review of previous research and architectural practices, "adaptability" and "recycling" were identified as two key characteristics of prefabricated temporary buildings in the post-disaster period. Despite the numerous examples of disaster recovery efforts around the globe, most of them have been disorganized and insufficient to meet the real needs of affected communities. While homes and public facilities may be rebuilt, they often lack the necessary suitability to house those in need.

Reconstruction after disasters can be seen as an opportunity to redesign the built environment in a manner that meets the current community needs, taking into account the natural environment and anticipating future risks. Accidents and disasters have the potential to push communities to reassess their situation and seek appropriate solutions that address their needs. In our current era, where we have access to accumulated information and knowledge from around the world over the centuries, we should be able to find suitable solutions to create a sustainable environment that meets the needs of communities.

This research aims to design a temporary living space for displaced people after a disaster, by using prefabricated buildings such as modular buildings and Lego architecture. Prefabricated buildings are considered one of the innovative methods that contribute to saving time and effort in emergency situations and natural disasters. This research is based on a model of separated architecture design, addressing the definition of modular buildings and the main components of Lego architecture. It starts from creative thinking and seeks to integrate relevant design methods and knowledge into a systematic solution.

▪ Keywords:

(Lego architecture - temporary buildings - evolution of form - modular buildings - prefabricated buildings).

المقدمة :

وفقاً للتقرير الذي أصدرته الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، أصبحت المدن أكثر عرضة للتأثيرات الناجمة عن الكوارث الطبيعية، ومن المتوقع أن تزداد شدة وتكرار ومدة هذه الكوارث بشكل ملحوظ. وقد أكدت جائحة

COVID-19 التي بدأت في عام 2020 هذا الاتجاه، إلى جانب النزاعات في غزة ولبنان. تواجه المدن الحديثة والمجتمعات

البشرية تحديات غير مسبقة في التصدي للأضرار الناتجة عن الكوارث. فقد شهدنا إنشاء مستشفيات ميدانية في الصين خلال أيام، كما تم إنشاء وحدات مأوى مؤقتة قابلة للتدوير في تركيا بتكاليف منخفضة بعد الزلزال.

تركز الأبحاث الحالية عادةً على تلبية احتياجات الأداء المحددة للبناء للمجموعات المستهدفة بعد الكوارث، دون إيلاء اهتمام كافٍ للتركيب المحتمل والصيغة النهائية للمباني المؤقتة من منظور الهيكل وأنشطة البناء. علاوة على ذلك، هناك نقص في المنتجات الإنشائية التي تجمع بين خصائص البناء السريع، والتكلفة المنخفضة، والإنتاج الشامل. يهدف هذا البحث إلى استكشاف الخصائص الأساسية للمباني المؤقتة سابقة التجهيز في فترة ما بعد الكارثة، بالإضافة إلى اختيار بعض أساليب التصميم المناسبة. تسعى هذه الدراسة للإجابة على ثلاثة أسئلة رئيسية:

(1) في العصر الحديث، وخصوصًا بعد جائحة كورونا، هل حدثت أي تغييرات في الطلب على المباني المؤقتة سابقة التجهيز؟ وإذا كان هناك تغيير، فما الخصائص التي قد تتميز بها هذه المباني في المستقبل؟

(2) ما هي العمارة المستوحاة من قطع الليغو؟ وكيف يمكن تطبيق مفهوم قطع الليغو في تصميم المباني؟

(3) ما هو البناء بنظام تطور الشكل (المديول)؟ هل يمكن إنشاء هيكل مبنى بشكل مستقر دون الاعتماد على المسامير أو اللصق أو اللحام المعدني؟ (9-759)

المبنى المسبق الصنع، أو المبنى الجاهز، يُعرّف بأنه المكان الذي يتم فيه تصنيع المبنى بالكامل أو مجموعة من مكوناته في منشأة خارج الموقع، ثم يتم تجميعه في الموقع باستخدام وحدات ذاتية الدعم أو لوحات منفصلة. لقد كانت تقنية البناء المسبق الصنع موجودة في صناعة البناء لعدة عقود، وتأتي بأشكال متنوعة تشمل أنظمة الجدران الجافة، واللوحات المعزولة هيكليًا، والكمرات مسبقة الشد، والعوارض السقفية المسبقة الصنع، وأقفاص التعزيز المسبقة الصنع، وغيرها من العناصر.

تسعى العديد من الشركات المصنعة للمباني الجاهزة الحديثة إلى تلبية مجموعة متنوعة من التصميمات المعمارية من خلال وحدات جاهزة، سواء كانت وحدات أو لوحات، تتميز بأشكال هندسية مبتكرة وأنظمة توصيل متطورة. تُنتج هذه الوحدات بكميات كبيرة في المصانع بواسطة عمالة متخصصة ذات مهارات عالية، وأحيانًا يتم الاستعانة بالأتمة والروبوتات في منشآت التصنيع خارج الموقع، مما يساهم في تحويل النهج التقليدي القائم على الموقع والذي يعتمد على العمالة الكثيفة إلى نهج أكثر كفاءة. وقد تم استخدام وحدات البناء الجاهزة على نطاق واسع في مجالات البنية التحتية السكنية والتجارية والعامة، بالإضافة إلى الهياكل التي تُبنى بعد الكوارث والعديد من التطبيقات الأخرى في مختلف أنحاء العالم. (10-70)

مشكلة البحث :

الحاجة إلى إنشاء مباني سريعة وآمنة لاستيعاب المتضررين من الحروب والكوارث في وقت قصير طول مدة البناء التقليدي لعدم قدرته على تلبية الاحتياجات العاجلة في أوقات الأزمات.

هدف البحث :

- 1- دراسة وتحليل خصائص المباني سابقة التجهيز و تحديد مميزات وعيوب هذه المباني في سياق الحروب والكوارث..
- 2- تقديم حلول تصميمية وتقنية مبتكرة تلائم الاحتياجات المختلفة في حالات الطوارئ. .

فروض البحث:

- 1- استخدام المباني سابقة التجهيز كحلول فعالة لتوفير مأوى سريع وآمن للمتضررين من الحروب والكوارث، مما يساهم في تقليل الوقت والتكلفة مقارنة بالمباني التقليدية.

2- التقنيات الحديثة والمواد المستدامة قادرة على تحسين كفاءة ومرونة هذه المباني، مع توفير بيئة معيشية ملائمة تلبي احتياجات الأفراد في الأزمات.

أهمية البحث:

- 1- إلقاء الضوء على أهمية المباني سابقة التجهيز كحلول عملية وسريعة في أوقات الأزمات.
- 2- المساهمة في تحسين جودة الحياة للمتضررين من الحروب والكوارث من خلال توفير مأوى ملائم.
- 3- تقديم حلول مبتكرة ومستدامة لمواجهة التحديات البيئية واللوجستية المرتبطة بالمباني التقليدية.

منهجية البحث:

- 1- المنهج الوصفي التحليلي: من خلال الوصف والتحليل للمباني سابقة التجهيز و طرق تصميمها .
- 2- المنهج التطبيقي: من خلال مشروع يوضح أهم أنواع تصميم المباني سابقة التجهيز.

أولاً : الإطار النظري:

1- المفاهيم المتعلقة بالفراغات المؤقتة الخاصة بالتخفيف من الكوارث:

يمكن مفهوم الفراغ باعتباره "مكناً معيشياً مغطى وأمنًا، ملائماً للسكن، يضمن الخصوصية والكرامة للقاطنين فيه". وقد كان هذا المفهوم محور إهتمام عدد من الباحثين الذين عملوا على تصنيف مستوطنات ما بعد الكوارث بناءً على وظائفها والفترات الزمنية التي تخدم خلالها .

يركز البحث الحالي على تحليل مأوى الطوارئ الإنتقالي المؤقت والمبني سابقاً، والذي يمكن تعريفه في النقاط التالية :

<u>مأوى الطوارئ</u>	يقدم حلاً سريعاً لإنقاذ الحياة ويستخدم مباشرة بعد وقوع الكارثة
<u>الفراغ المؤقت</u>	يتميز بتكلفته المنخفضة وسهولة بنائه وإمكانية إعادة استخدامه أو نقله.
<u>الفراغ الإنتقالي</u>	يعتبر خياراً قابلاً للتطوير إما من حيث الموقع أو الوظائف التي يلبها يتم بنائه بسرعة ويمكن تطوير شكله بعد ذلك. (2-8)

1-1 المشكلات الرئيسية في مستوطنات تخفيف الكوارث:

غالبًا ما تضطر الملاجئ إلى التعامل مع الزيادة المفاجئة في الطلب، مما يدفعها إلى إعطاء الأولوية لتوفير المواد والإنتاج منخفض التكلفة وسرعة التنفيذ في حالات الطوارئ، على حساب الجودة المعمارية .

عادةً ما تُبنى هذه الملاجئ باستخدام وحدات متكررة مخصصة للاستخدام المؤقت وللفترات القصيرة. ومع ذلك، في بعض الحالات التي يكون فيها إنشاء سكن دائم أمرًا صعبًا، تُستخدم هذه الملاجئ المؤقتة لفترات أطول بكثير مما تم التخطيط له، قد تصل إلى 30 عامًا. في مثل هذه الحالات، يصبح من الضروري تصميم ملاجئ تتمتع بخصائص أقرب إلى المباني الدائمة. (1-8)

تُستخدم الملاجئ لدعم احتياجات السكن الدائم، لكنها تُستغل في غايات لم تُصمم لأجلها أو تكون ملائمة لها. وبالتالي، يجب أن تتميز مساحات المعيشة المؤقتة بمرونة أكبر فيما يتعلق بفترات الاستخدام وأنواع السكان المستهدفين. ولهذا، فإن تحليل التجارب السابقة يُعتبر ضرورة للتغلب على التحديات الحالية والوصول إلى تصميم أكثر كفاءة. (7-925)

2- الفراغات سابقة التجهيز:

تطلق عبارة البناء المسبق الصنع أو سابق التجهيز على كل إنتاج يتم في معمل إما خارج موقع البناء أو في مكان مؤقت داخل موقع البناء وتحت سيطرة عالية على الإنتاج بحيث ينقل هذا الإنتاج ويركب جاهزا في موقع العمل ويطلق على القطع الناتجة من هذا الإنتاج القطع المصنعة أو الجاهزة (وتكون أبعادها نمطية تخدم المخطط المعماري للمنشأ. (4-6)

2-1 أصل الفراغات المؤقتة سابقة التجهيز:

يمكن إرجاع أصول المباني المؤقتة إلى الخيام المتنقلة التي استخدمها البدو. ومع التقدم التكنولوجي، أصبحت هذه المباني تمثل نوعاً من الهندسة المعمارية الحديثة. وغالباً ما يرتبط هذا النوع من البناء بالحاجة إلى إنجاز سريع. بعد الحرب العالمية الثانية، زاد الطلب بشكل كبير على إعادة بناء المساكن والمرافق الأخرى في العديد من الدول. وفي الستينيات، ظهرت العديد من المباني البسيطة المصنوعة من صناديق خرسانية مسبقة الصب في المملكة المتحدة وأوروبا. (9-759)

2-2 خصائص الفراغ المعيشي الإنتقالي المؤقت سابق التجهيز: (13-13)

1. القابلية للتجديد	يمكن تطوير الفراغ الإنتقالي خلال فترة السكن ليصبح دائماً غير أعمال الصيانة، أو التوسيع، أو إستبدال المواد الأصلية ببدائل أكثر تحملاً واستدامة.
2. إعادة الاستخدام	يُتيح الفراغ الإنتقالي الإقامة أثناء تنفيذ أنشطة إعادة الإعمار. وبمجرد إستكمال عملية إعادة البناء، يمكن استغلاله لأغراض أخرى، مثل تحويله إلى مطبخ خارجي، حظيرة، أو متجر صغير.
3. سهولة النقل	يتمتع الفراغ الإنتقالي بميزة إمكانية نقله في حالة إستخدامه في أرض ذات وضع حيازي مؤقت أو غير آمن. يمكن نقل الفراغ بالكامل أو إستخراج أجزائه المهمة لتوظيفها في موقع آخر دائم.
4. إعادة البيع	يوفر الفراغ الإنتقالي فرصة لتفكيكه بمجرد انتهاء أنشطة إعادة الإعمار، مع إمكانية بيع مواده كموارد قابلة للإستثمار. لذا، ينبغي إختيار المواد وطريقة تثبيتها بحيث تسهل عملية الفك وإعادة البيع لاحقاً.
5. إعادة التدوير	يُدعم الفراغ الإنتقالي تفكيكه على مراحل خلال إعادة الإعمار، مما يسمح بإعادة استخدام مواده في إنشاء مشاريع أخرى أو أنشطة بناء جديده.

2-3 متطلبات الفراغات المعيشة الإنتقالية سابقة التجهيز: (4-5،3)

1-المتطلبات التصميمية لفراغات المعيشة الإنتقالية سابقة التجهيز:	2-المتطلبات الوظيفية لفراغات المعيشة الإنتقالية سابقة التجهيز:	3-المتطلبات الاقتصادية لفراغات المعيشة الإنتقالية سابقة التجهيز:	4- المتطلبات الجمالية و التشكيلي لفرغات المعيشة الإنتقالية سابقة التجهيز:
أ جمع واعداد عناصر و مفردات التصميم و ما تتطلبه فراغات الطوائ. ب التعرف علي طرق ووسائل حديثه و التي يمكن تطبيقها في مجال التصميم. ت . حاجة التنفيذ من حيث، طرق حديثه في عملية الاعداد ، التكلفة المناسبه.	أ ملائمة تصميم الوحده لاعتبارات المقاييس الانشائية و السلوك الحركي اثناء مزاولة الانشطه المختلفه داخل هذه الفراغات و مراعاة الاحتياجات النفسية و سلوك الافراد. ب تنسيق و تنظيم العناصر داخل الفراغ مع حساب	أ خفض التكلفة الكليه للحيز باختيار خامات متوفره و اقتصاديه و عالية الكفاءه مما يقلل تكلفة التصنيع و الانشاء. ب توافر البساطه و الدقه في تصميم اجزاء الوحده بما يقلل من عدد و زمن عمليات التشغيل لتحقيق	في الوقت الذي يحرص فيه مصمم العماره الداخليه علي تحقيق متطلبات الحيز الوظيفيه يسعي الي تحقيق ما يتطلبه الحيز من مقومات جماليه و تشكيليه بمعني ان المصمم يحرص ان

يسير تفكيره أثناء العملية التصميمية في خطين متوازيين هما متطلبات الحيز الوظيفي و متطلبات الحيز الجماليه و ذلك من خلال المعالجه التي يقوم بها مصمم العماره الداخليه للعناصر التشكيليه المختلفه من كتل و خطوط و الوان و اضواء و ذلك من خلال مراعاة المتطلبات الجماليه الخارجيه و الداخليه.	التوازن الاقتصادي بين شكل ووظيفة اجزاء ومكونات تصميم وحدة الطوارئ . ت امكانية الفك و اعاده التركيب مما يتيح الاستغلال المتعدد و الفعال للوحده مع المتانسه و اطالة العمر الافتراضي و مراعاة المرونه و الاستخدام المتعدد للفراغات.	الفراغات داخل التصميم لاعطاء الشعور بالاتساع. ت توفير الاضاء الطبيعيه طوال النهار عبر النوافذ والاضاء الصناعيه ليلا مع تحقيق الراحة البصريه و تحقيق الرؤيه الممتده من الداخل للخارج و توفير المناخ الصحي داخل الوحده بمراعاة عوامل التهويه الجيده.	
--	---	---	--

3-2 نقاط القوة والضعف والفرص والتهديدات للفراغ المؤقت: swot analysis (13-16، 18)

1- نقاط القوة في الفراغ الإنتقالي سابقة التجهيز	2- نقاط ضعف الفراغ الإنتقالي سابقة التجهيز:	3- فرص الفراغ الإنتقالي سابقة التجهيز	4- تهديدات الفراغ الإنتقالي سابقة التجهيز
أ يوفر الفراغ الإنتقالي مساحة معيشية أفضل من الخيمة لأنشطة مثل رعاية الأطفال والطهي والمؤسسات المنزلية. ب . يمكن توفير بيئة معيشية آمنة وصحية توفر الكرامة والخصوصية من خلال الفراغ الإنتقالي. ت يشارك المستفيدون من الفراغ في عملية صنع القرار ، مما يضمن بناء الهياكل بسرعة لا تعطل سبل عيشهم ، باستخدام مواد مألوفة للبناء. ث يمكن بناء أعداد كبيرة من الملاجئ الإنتقالية بشكل تدريجي بعد الكوارث الكبيرة ، بسبب استخدام المواد المحلية والإقليمية الشائعة ، على عكس الخيام. ج يمكن إعادة تدوير المواد المستخدمة ، أو ترقيتها ، أو إعادة استخدامها ، أو إعادة بيعها ، أو نقلها بعد البناء.	أ قد تتأخر المراحل اللاحقة من بناء الملاجئ الإنتقالية بسبب توافر المواد بعد التوزيع الأولي للمواد مثل الأغذية البلاستيكية والمثبتات. ب غالباً ما تكون هناك حاجة إلى موارد بشرية كبيرة لتنسيق الحصول على مواد البناء ومهارات إعادة الإعمار الفنية المطلوبة ومدخلات المجتمع. ت . ستكون الخيام أرخص إذا كانت هناك حاجة إلى مأوى لفترة قصيرة. ومع ذلك ، إذا كان الفراغ مطلوباً لفترة أطول من عمر الخيمة ، والذي عادة ما يكون أقل من عام ، فقد يكون الفراغ الإنتقالي أكثر فعالية من حيث التكلفة.	أ يمكن إنتشال المواد من المنازل المتضررة أو المدمرة وإعادة إستخدامها في بناء الفراغ الإنتقالي. ب يمكن إعادة استخدام الملاجئ الإنتقالية بطريقة مبتكرة أثناء أو بعد إعادة الإعمار ، مثل متجر أو مأوى للماشية. ت يتم تشجيع إعادة البناء بشكل أفضل من خلال إظهار تقنيات البناء البسيطة ، مثل الأشرطة المتقاطعة والأربطة التي تدعم إعادة البناء بشكل أكثر أمناً.	أ قد لا تكون هناك موارد كافية لاستكمال إعادة بناء المنزل الدائم ، وترك الأسر المتضررة في ملاجئ إنتقالية. ب قد يتم تنفيذ الفراغ الإنتقالي بشكل سيئ إذا لم تكن هناك مهارات كافية أو قدرة فنية أو تنسيق عبر القطاعات. هذا يمكن أن يؤدي إلى ممارسات غير آمنة. ت قد تتضخم أسعار المواد الأساسية عندما يفوق الطلب العرض ، أو نتيجة ممارسات التهرب.

1. **سهولة النقل والتركيب:** يجب أن تتميز بخفة الوزن وسهولة التفكيك والتركيب، مما يتيح نقلها بسهولة إلى المواقع المطلوبة.
 2. **الأمان:** لا بد أن تكون مصممة لتحمل ظروف الطقس القاسية مثل الرياح القوية أو الزلازل. (14)
 3. **الإنشاء خارج الموقع:** يتم تصنيع الأجزاء الأساسية للمبنى في مصانع مجهزة بعيداً عن موقع البناء. الوحدات المعيارية تشمل الجدران، الأسقف، الأرضيات، وحتى التمديدات الكهربائية والسباكة.
 4. **التجميع السريع:** بعد الانتهاء من تصنيع الوحدات، يتم نقلها وتجميعها في الموقع باستخدام تقنيات متقدمة.
 5. **المرونة في التصميم:** يمكن تخصيص الوحدات لتناسب مختلف الوظائف مثل المكاتب، المنازل، المدارس، أو المستشفيات. يمكن تعديل التصميم بسهولة أو إضافة وحدات جديدة لاحقاً.
 6. **التكلفة المنخفضة:** تقليل التكاليف بسبب انخفاض مدة البناء وتقليل الهدر في المواد وتقليل الحاجة إلى العمالة في الموقع.
 7. **الاستدامة:** تُستخدم مواد صديقة للبيئة وتُصنع بطريقة تقلل من الهدر ويمكن إعادة استخدامها أو تفكيكها بسهولة.
 8. **الجودة العالية:** يتم التصنيع في بيئة خاضعة للرقابة في المصانع، مما يضمن دقة وجودة عالية. (12-279-280)
- 2-5 الخامات المستخدمة في بناء المباني سابقة التجهيز:**
1. **الخرسانة مسبقة الصب -:** تُصنع الأجزاء في المصنع (مثل الجدران، الأعمدة، والأسقف) وتُنقل إلى موقع البناء للتجميع أو ممكن أن تكون كتله صندوقية.
تتمثل مزايا الخرسانة مسبقة الصنع في الاتي:
 - الكسوة الخرسانية سابقة الصب مرنة، موفرة للطاقة، منخفضة الصيانة، جذابة ومتينة.
 - تتم عملية التصنيع في منشآت إنتاج خاضعة للرقابة، ومنخفضة الطاقة، وذات كفاءة في استخدام الموارد، ومنخفضة النفايات، وتديرها وتوظفها قوى عاملة مدربة ومبتكرة. (11-286)
 2. **الأخشاب المصنعة -** تُستخدم في المباني السكنية أو الهياكل خفيفة الوزن وهو خيار صديق للبيئة ومستدام مثل:
 - الخشب المركب المعزز بالألياف الزجاجية (GFRP) (ويستخدم في صناعة الأثاث الخارجي والغراض الهيكلية).
 - الخشب المركب المعزز بالألياف الكربونية (CFRP) (ويستخدم في صناعة الأثاث الفاخر والغراض الهيكلية).
 - الخشب المركب المعزز بالمعادن (Wood Clad-Metal) (وهو يتميز بالمتانة والصالية، ويستخدم في صناعة الأثاث الصناعي والغراض الهيكلية). (1-333)
 3. **البلاستيك المقوى بالألياف:** يُستخدم في الألواح الخارجية والخفيفة ويتميز بالمرونة، المقاومة للعوامل الجوية، والخفة. غالباً ما يشار إليه باسم ABS هو نوع من البلاستيك فهو بلاستيك حراري غير شفاف وبوليمر غير متبلور. عندما نقول بالحرارة، نعني أن هذا النوع من البلاستيك يستجيب للحرارة بطرق مختلفة.
 4. **المواد المركبة:** تُستخدم في الألواح الخارجية أو الأجزاء التي تحتاج إلى مقاومة عالية للعوامل البيئية وهو عبارة عن خليط من مواد مثل البوليمرات، والبلاستيك والمعادن.
 5. **الزجاج:** يُستخدم في النوافذ أو الجدران الزجاجية للمباني الحديثة ويمكن معالجته ليكون عازلاً للحرارة والصوت.

6. العوازل الحرارية والصوتية - : مواد مثل البولي يوريثان أو الصوف الصخري وتستخدم لتوفير العزل في المباني مسيقة التجهيز.

7. الألومنيوم - : يُستخدم في الوحدات القابلة للنقل والهياكل خفيفة الوزن ومقاوم للصدأ. (في نظام الليجو فقط) (16)

8. الصلب - : يُستخدم في الهياكل الداعمة والإطارات المعدنية ويتميز بالمتانة وخفة الوزن مقارنة بالخرسانة ومناسب للمباني الصناعية والتجارية الكبيرة. (في نظام الليجو فقط).

الإطارات من الصلب ترتبط عادةً بالبناء في الموقع حيث يتم تجميع أعمدة الفولاذ والعوارض على شكل شبكة مستطيلة تشكل هيكل المبنى. في البناء المعياري والمسبق الصنع من المرتفعات والمتوسطة الارتفاع، تُستخدم الإطارات الفولاذية بسبب خفتها وسهولة نقلها وقابليتها لإعادة التدوير. (17)

9. خرسانة الجيوبوليمر: هي واحدة من مواد البناء المبتكرة والمستدامة التي تمثل بديلاً صديقاً للبيئة عن الخرسانة التقليدية المصنوعة من الأسمنت البورتلاندي. يُسهم استخدام هذه التقنية في تقليل الاعتماد على الأسمنت البورتلاندي، الذي يُعتبر من أبرز مسببات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. يتم إنتاج خرسانة الجيوبوليمر باستخدام مواد نفايات مثل الرماد المتطاير وخبث أفران الصهر المحبب، مما يُعزز الاستدامة البيئية.

تتمتع هذه الخرسانة بمزايا متعددة، منها:

- مقاومتها العالية للتآكل الكيميائي والحراري وللحريق ، - تحملها الكبير للأحمال الثقيلة ، - سهولة تصنيعها وتركيبها ، - عدم تأثرها بالماء والرطوبة ، - دورها في توفير الطاقة في المباني عبر تعزيز التحكم بدرجات الحرارة الداخلية ، - مساهمتها في الحفاظ على البيئة عبر استخدام مواد متجددة وقابلة لإعادة التدوير ، - قدرتها على تحسين كفاءة استخدام المياه في المباني ، تُعد خرسانة الجيوبوليمر خياراً رائداً في صناعة البناء، يجمع بين الأداء العالي والاستدامة البيئية. (18)

10. حاويات معدنية معزولة بألواح البوليسترين : هي صندوق معدني يمكن حمله بالطرق المختلفة للنقل مثل السفن والقطارات والشاحنات، وتكمن قوه الحاوية في العلاقات الرياضية لأجزاء الحاوية نفسها فالطول والعرض والارتفاع تحدد نسبة الشكل، والأبعاد تحدد الحجم، والحجم والشكل يحددان الأحمال القصوى للحاوية. (2-23)

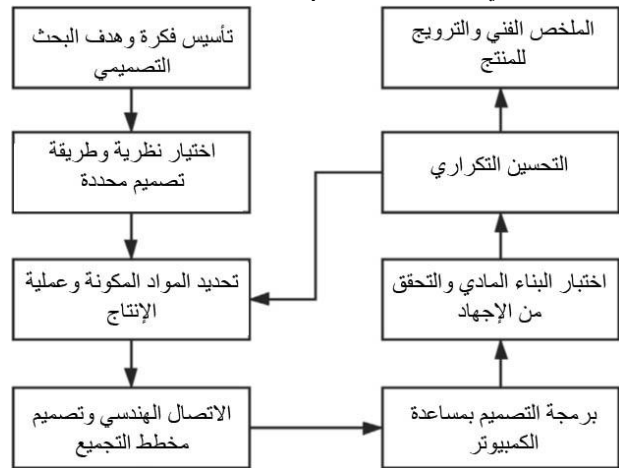
3- طرق تصميم المباني المعيارية سابقة التجيز باستخدام كلا من خلال تطور الشكل و هندسة الليجو:

1-3 تعريف المباني المعيارية :

المباني المعيارية هي نوع من البناء الحديث الذي يعتمد على تصنيع وحدات أو أجزاء المبنى بشكل منفصل في مصانع مخصصة، ثم نقلها إلى موقع البناء لتجميعها في شكل المبنى النهائي. تُعتبر هذه الطريقة واحدة من أكثر الطرق كفاءة وابتكاراً في البناء، حيث تجمع بين السرعة والجودة والتكلفة المنخفضة.

الوحدات المعيارية هي عناصر متكررة أو مختلفة تُصمم بأبعاد قياسية. يمكن أن تكون غرفاً، جذراً، أسقفاً، أو وحدات جاهزة مثل الحمامات والمطابخ ويعتمد على إنشاء وحدات يمكن تجميعها بسهولة لتكوين المبنى وتكون الوحدات قابلة للتكيف مع متطلبات الاستخدام المختلفة لذلك يعتبر المعيار جزءاً أساسياً من تطور الشكل للتصميم المعماري للمباني و هندسة الليجو ويتناول البحث الوحدات المعيارية الصندوقية حيث إنها الأنسب والأسرع لمنشآت وفراغات الطوارئ بعد الكوارث. ويتم عمل تصميمها باستخدام برامج الحاسب الآلي و أهمها ال revit و ال autocad و ال 3dmax (12-)

شكل رقم: 1
توضح تسلسل عمل تصميم مشروع بطريقة المباني
المعيارية سابقة التجهيز
نقلا عن: (762-9)



2-3 الوحدات المعيارية الصندوقية سابقة التجهيز لفراغ الطوارئ ما بعد الكوارث:

هو نظام وحدة فراغية ثلاثية الأبعاد يتميز بوجود طول وعرض وارتفاع، ويحتوي على فراغ داخلي. يتم تصنيعه في المصنع ليشكل جزءاً من فراغ أو فراغاً كاملاً أو عدة فراغات، وتحتوي هذه الوحدة ضمناً على جميع الخدمات الأخرى (من أنابيب للماء أو الكهرباء) ثم يُنقل إلى الموقع حيث يجري تجميع الوحدات معاً لتشكيل الشكل النهائي للمبنى. يمكن ترتيب الوحدات بأسلوب منتظم أو متبادل .

ويتم تصنيفها بالنسبة للمساحة السطحية الى:

الوحدة الصغيرة : عندما لا تتعدى المساحة السطحية للوحدة (2) متر مربع.

الوحدة الكبيرة : عندما تتعدى المساحة السطحية للوحدة (2) متر مربع. (6-21)

الفكرة الرئيسية للنظام تتمثل في كونه أحد أعلى تقنيات البناء باستخدام طرق مسبقة التجهيز، حيث تُصنع ما يقارب 80% من مكونات المبنى داخل المصنع قبل نقلها إلى موقع الإنشاء. يُتيح هذا الأسلوب سرعة كبيرة في تركيب الوحدات، خاصة أن الوحدات الصندوقية تكون ثلاثية الأبعاد. تبدأ العملية بتسليم المواد بالجملة مثل بلوكات الخرسانة سابقة الصب، الفولاذ الهيكلي، وأعمال الأخشاب، والعزل، والسباكة، والأسلاك، وتكييف الهواء، بالإضافة إلى الكسوة الداخلية والخارجية، وأغطية الأرضيات، والخزائن، وحتى الأبواب والنوافذ. كلما زادت الأعمال المُنفذة في المصنع قلَّ العمل المطلوب في الموقع وقلَّت المدة الزمنية اللازمة للتركيب. يُستخدم هذا النظام بفعالية في المباني ذات الطبيعة التكرارية مثل الوحدات السكنية والفنادق.

مميزاته: - تسريع زمن التشييد ، - توفير مرونة داخلية للوحدات. ، - بساطة التصنيع والتركيب.

عيوبه: - الحاجة إلى معدات ثقيلة أثناء الإنشاء والنقل بسبب الوزن الكبير للوحدات.

المواصفات الفنية: - تُصنع الوحدات باستخدام الحديد، أو الخشب، أو الخرسانة، أو أنواع خاصة من اللدائن البلاستيكية.

(229-3)

3-3 الأنواع الإنشائية للوحدات الصندوقية :

1. الوحدة الصندوقية غير الإنشائية (Dependent Box):

يُقصد بها الوحدة الصندوقية التي لا تكون مصممة لتحمل الأحمال إلا الخاصة بها فقط، بمعنى أنها تعتمد على إنشاء مستقل يتمثل دوره في نقل الأحمال إلى الأساسات.

ويتم التركيب في هذا النوع بطريقتين :



صوره رقم: 2
توضيح: طريقة نقل الوحدات المعيارية بجانب بعضها لتكوين
المبني

نقلا عن: <https://www.chapmantaylor.com>

/zh/news/hospitality-chapman-taylors-first-off-
site-modular-hotel-starts-on-sit2

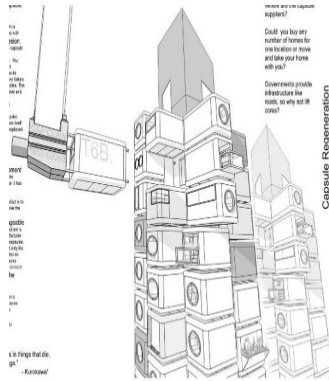


صوره رقم: 1
توضيح: طريقة التعليق المباشر

نقلا عن: <https://www.archdaily.com>

/1027542/from-high-tech-icons-to-social-
housing-the-evolving-role-of-
prefabrication/67c5682579ebd401887224ae-
from-high-tech-icons-to-social-housing-the-
evolving-role-of-prefabrication-photo

ب طريقة انزلاق الصندوق داخل الإنشاء: يتضمن هذا النظام إنشاء هيكل مصنوع من الحديد أو الخرسانة وفقاً للتصميم المحدد. وبعد الانتهاء من بنائه، يتم استخدام الروافع والأوناش المتخصصة لرفع الوحدات الصندوقية ووضعها داخل الهيكل عن طريق الإنزلاق إلى الداخل.

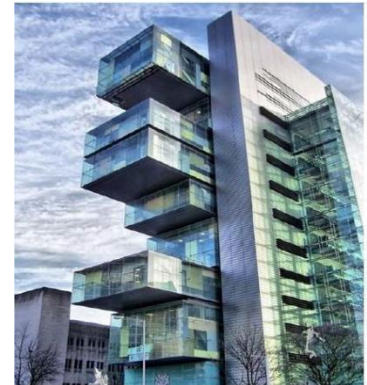


صوره رقم: 5
توضيح: شكل المبني الكبسولي لنفس الطريقة
نقلا عن:

<https://visuallexicon.wordpress.com>
/2017/10/03/nagakin-capsule-
tower-kisho-kurokawa/



صوره رقم: 4
توضيح: طريقة انزلاق الصندوق داخل
الإنشاء
نقلا عن: <https://www.columbia.edu/cu/gsap/BT/BSI/HISTORY/history.html>



صوره رقم: 3
توضيح: طريقة انزلاق الصندوق داخل
الإنشاء
نقلا عن: <https://www.indiamart.com/proddetail/structural-designs-22386613930.html>

- القدرة على بناء المبنى بعدد كبير من الطوابق.

- إمكانية تحقيق التوحيد القياسي من خلال إنتاج وحدة معيارية مكررة.

- إمكانية استبدال الوحدات أو تعديلها دون التأثير على المظهر العام للمبنى.

2. الوحدات الصندوقية الإنشائية المستقلة:

في هذا النوع، تصبح الوحدة الصندوقية عنصراً إنشائياً يقوم بنقل الأحمال، حيث تتحمل بالإضافة إلى وزنها الذاتي وزن جميع الوحدات الموجودة فوقها، كما هو الحال في أنظمة الحوائط الحاملة.

مميزات نظام الوحدات الصندوقية الإنشائية: - إمكانية وضع الوحدات فوق بعضها مباشرة دون الحاجة إلى إنشاءات مساعدة ، - المرونة في إجراء تغييرات في الواجهة أو القطاع التصميمي.

عيوب نظام الوحدات الصندوقية الإنشائية: - محدودية ارتفاع المبنى نتيجة زيادة الأحمال مع ازدياد عدد الوحدات ولذلك عند تطبيقها علي تطور الشكل أو المديول يكون الإمتداد الرأسي محدودا بينما الإمتداد الأفقي حرا. (19)



صوره رقم:6
توضيح: شكل نظام الوحدات الصندوقية الإنشائية من طابقين
<https://www.marketsandmarkets.com/blog/CM/modular-construction>
نقلا عن :

3-4 تأثير الوحدة المعيارية الصندوقية سابقة التجهيز على التصميم الداخلي:

شهدت تكنولوجيا التصميم الداخلي تطوراً ملحوظاً في أساليب التنفيذ والمواد المستخدمة. وبرزت معدات متطورة ساهمت في تطوير أنظمة الميكنة المتعلقة بإنتاج التشطيبات سابقة التجهيز. كما أدخلت نظم حديثة لتأهيل كوادر العمل، مدعومة بالتقدم العلمي في هذا المجال.

على صعيد المواد والخامات الخاصة بالتصميم الداخلي وأعمال التشطيبات، أسهمت التكنولوجيا في استحداث مواد جديدة لم تكن معروفة سابقاً. ونتيجة لذلك، تم فتح آفاق جديدة لاستخدام المواد التقليدية في أماكن ومساحات لم تكن تُستعمل فيها من قبل، مما أضاف مرونة وابتكاراً في تصميم الفراغات.

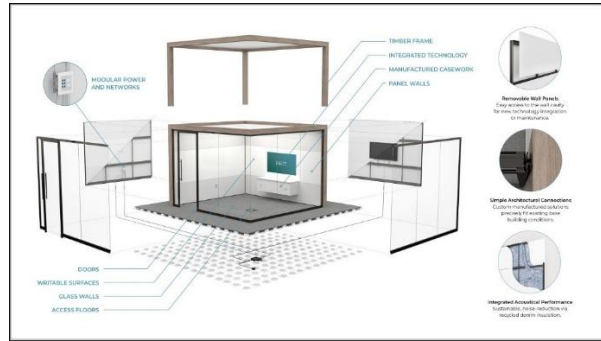
مع تطور ونجاح أسلوب التشطيبات سابقة التجهيز، أصبح الاتجاه السائد يميل نحو تبني هذا النهج في التصميم الداخلي وأعمال التشطيبات. يلبي هذا الأسلوب متطلبات العصر الحديث الذي يسعى نحو تحقيق مظهر جمالي وتنفيذ سريع للمنشآت. وفي الوقت ذاته، بات من الضروري مراعاة عوامل الصيانة والتجديد، مما يحتم توافر منتجات جاهزة تتمتع بسهولة التركيب وسرعة التنفيذ، الأمر الذي يساهم في تحقيق الجوانب الاقتصادية من حيث تقليل الزمن والتكلفة المرتبطتين بالمشروع.

3-4-1 أمثلة تأثير أسلوب التصنيع المسبق على أعمال التصميم الداخلي والتشطيبات المختلفة :

- **القواطع الداخلية والخارجية**: تُستخدم كفواصل وظيفية للتقسيم بين المساحات المختلفة. تمتاز هذه القواطع بإمكانية الفك وإعادة التركيب، مما يسهّل عملية التوسع المستقبلي وتكييف المساحات وفق الاحتياجات المستقبلية. تختلف مواد التصنيع والمواصفات الفنية وفقاً للمعايير المعتمدة من الشركة المصنعة، كما يمكن التحكم في أبعاد الطول والسّمك أثناء الإنتاج بما يتناسب مع التصميم المطلوب.

- ****الأبواب والنوافذ****: يتم تصنيعها وتجهيزها وفق الرسومات التصميمية والتنفيذية والمعمارية، حيث تُورد إلى الموقع جاهزة للتركيب أو يتم توريدها مركبة مسبقاً ضمن الوحدات الصندوقية الجاهزة.

- ****عناصر التكسية والتجاليد وتشكيل الواجهات****: تشمل تصنيع قطاعات الكرائيش ومواد التجاليد داخل المصانع، ثم نقلها إلى الموقع لتركيبها. قد تكون هذه العناصر مصنوعة من مواد مثل الخشب، الفير جلاس، أو GRC، بالإضافة إلى الحوائط الستائرية والكاسرات الشمسية التي تضيف لمسة جمالية ووظيفية للمبنى. (3-230)



صوره رقم: 8

توضيح: شكل الأبواب و النوافذ للمباني سابقة التجهيز
نقلا عن : <https://www.cdfdistributors.com>
/the-best-doors-for-your-prefab-building/

صوره رقم: 7

توضيح: شكل القواطع الداخلية للفراغات
نقلا عن : <https://www.workdesign.com>

/2021/12/why-more-architects-are-opting-for-prefab-for-interior-space/



صوره رقم: 9

توضيح: التكسية الخارجية للواجهات
نقلا عن : <https://www.iidane.org>

/iida-ne-wire/facade-ing-into-the-future

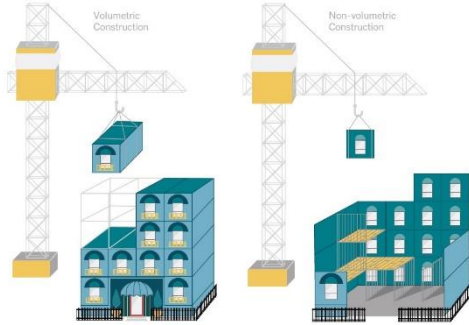
3-5 الأنواع التصميمية للوحدات الصندوقية :

3-5-1- مباني معيارية باستخدام تطور الشكل (الموديول):

تطور الشكل تقوم على تطبيق متكرر لمجموعة من القواعد على الشكل الأساسي، مما يساهم في تطوره ليأخذ مظهرًا جديدًا. ويستند هذا النظام إلى فكرة التطور التدريجي من خلال شبكة تعتمد على تكرار وحدات هندسية ثابتة أو ديناميكية، مع إضافة تحولات معينة لتشكيل نمط مألوف. تتميز هذه الوحدات بمرونتها وقدرتها على النمو والتغير المستمر بما يتلاءم مع البيئة الداخلية للمبنى. (8-5)

الموديول هو وحدة تتكون من جزء أو عدة أجزاء منفصلة، وعند تجميعها تشكل نظامًا أو تكوينًا. يمكن أن يكون الموديول وحدة فردية أو مترابطة، لذا فإن أي بناء يحتوي على موديولات يُطلق عليه اسم بناء موديولي. يُعتبر الموديول وحدة كمية

وحجمية تُستخدم كمعامل للتنسيق بين الأبعاد المختلفة، ويُعد وحدة قياسية مشتركة لجميع الأعمال الحسابية في العمارة الهندسية. العمارة المديولية تتميز بتصميمات شبكية تتيح تكوين مجموعة من الكتل، سواء كانت صلبة أو مجوفة، مما يسمح بإنشاء تشكيلات متنوعة لعناصر المبنى مثل الأعمدة والجدران. (821-5)

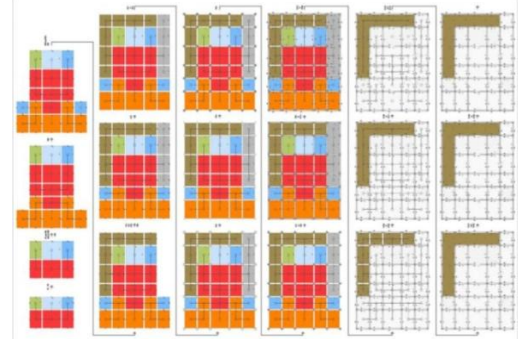


صوره رقم: 10

توضح: طريقة بناء المبنى بطريقة الموديول

نقلا عن: <https://studiow-architects.com>

/12-months-of-architecture-standardization-of-design-elements/volumetric-non-volumetric-diagram/



صوره رقم: 9

توضح: طريقة تصميم المبنى بطريقة الموديول

نقلا عن: <https://content.aia.org>

/sites/default/files/2019-03/Materials_Practice_Guide_Modular_Construction.pdf

3-5-1-1 العوامل التي تؤثر على جودة واختيار الوحدة الموديولية تشمل النقاط التالية:

- البرنامج التصميمي المقترح والهدف الوظيفي المرتبط بالفراغات.
- قوانين البناء المعتمدة، والتي تفرض قيودًا على العرض، الحجم، والارتفاعات الخاصة بالمباني.
- نوع النظام الإنشائي المستخدم في المشروع. (3-227)

في التصميم بطريقة الموديول نقوم بأخذ وحدة تصميمية لتكون هي الوحدة المديولية على النحو التالي :

الوحدة = نصف فراغ أو غرفة نوم كاملة

وحدتين = مساحة المعيشة

الوحدة = مساحة للمطبخ أو الحمام، أو كلا الفراغين معا. (19)

3-5-1-2 أمثلة تطبيقية على الموديول (تطور الشكل)



صوره رقم: 12

توضح : لمجمع سكني معياري كبير يتكون من وحدات مسبقة الصنع مرتبة بتصميم هندسي حديث. يتميز بألوان زاهية، أسطح خضراء، ومساحات مجتمعية مثل الأفنية والممرات، مما يعكس التركيز على الاستدامة والعيش الحضري الفعال.

نقلا عن: <https://wearemybox.com>

/viviendas-sociales-modulares/



صوره رقم: 11

توضح : لمبنى معياري حديث مكون من وحدات مسبقة الصنع في هوليوود ، يبرز فيها استخدام الزجاج والخشب، وتصميم معماري أنيق وبسيط

نقلا عن: <https://la.urbanize.city>

/post/proposed-modular-housing-complex-hollywood-face-city-planning-commission



صوره رقم: 15

توضح : التصميم الداخلي لمجمع سكني في منهاتن
بطريقة الموديول

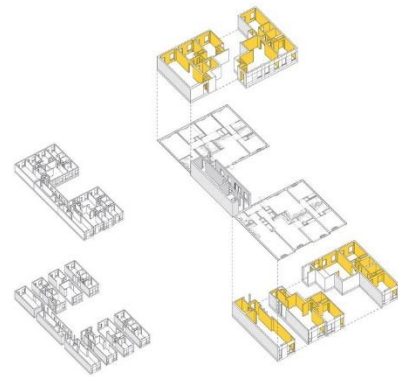
نقلا عن : <https://www.archdaily.com/943491/the-stack-modular-housing-in-manhattan-gluck-plus>



صوره رقم: 14

توضح : واجهة لمجمع سكني في منهاتن بطريقة الموديول
نقلا عن : <https://www.archdaily.com/943491/the-stack-modular-housing-in-manhattan-gluck-plus>

<https://www.archdaily.com/943491/the-stack-modular-housing-in-manhattan-gluck-plus>



صوره رقم: 13

توضح : المسقط الأفقي لمجمع سكني في
منهاتن بطريقة الموديول
نقلا عن : <https://www.archdaily.com/943491/the-stack-modular-housing-in-manhattan-gluck-plus>

<https://www.archdaily.com/943491/the-stack-modular-housing-in-manhattan-gluck-plus>

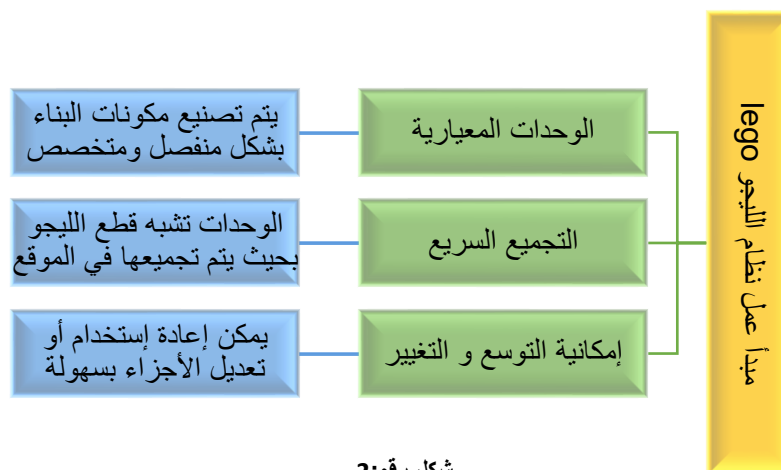
المبنى في الصور اعلاه يتكون من وحدات مستطيلة الشكل، حيث يتم إنشاء الوحدة الأساسية من خلال إزاحة قطع متساوية الحجم، مع تكرارها بشكل نمطي على شبكة ذات أبعاد متساوية. وقد أسهمت عملية التكرار مع الإزاحة في تشكيل تكوين متطور لكل جزء من المبنى. ومع اختلاف اتجاه الإزاحة، تغير الشكل الناتج عن الوحدات النهائية، حيث اتخذ بعضها شكل مستطيل متوازن بينما اتخذ البعض الآخر أشكالا حرة. تم تطوير المبنى من خلال النمو في الاتجاهين الأفقي والرأسي، مع اتباع مبدأ المرونة الذي يتيح التعديل الداخلي لفرغات كل وحدة سكنية، كما هو موضح .

2-5-3 مباني معيارية باستخدام طريقة الليجو: Lego Architectur:

تشير بنية Lego في هذا البحث إلى نوع من التصميم مستوحى من منطق طوب Lego ، والذي عادة ما يكون له ميزة معيارية في شكل المكونات تختلف عن تطور الشكل في أنها وحداتها بمقاسات مختلفة يتم تجميعها فينتج عنها شكل عشوائي غير منتظم. في الوقت نفسه ، تتمتع Lego Architecture أيضًا بخصائص قابلية النقل والسرعة في البناء ، وتقدم لغة التصميم المنفصل في طريقة تشكيل المباني. بناءً على هذه الخصائص ، غالبًا ما تُستخدم أساليب التصميم المعماري لـ Lego في مناطق البناء المؤقتة باستثمارات إجمالية صغيرة وفترة بناء قصيرة ، مثل منازل إعادة التوطين المؤقتة بعد الكوارث أو ورش العمل البسيطة أو الصوبات الزراعية في المناطق الريفية. (9-760)

1-2-5-3 مفهوم التصميم بطريقة الليجو:

تمامًا كما أن ألعاب Lego تناسب الأفراد من جميع الفئات العمرية للاستمتاع بها، يجب أن تلتزم مباني Lego أيضًا بالمبادئ الأساسية التي تضمن سهولة الوصول ووجود مخاطر منخفضة أثناء الاستخدام. تتأثر متطلبات الناس للمساحات المعمارية عادةً بعوامل مثل البساطة والفعالية العملية. بمعنى آخر، يبرز التركيز على سهولة الاستخدام وانخفاض التكلفة كأولوية رئيسية. من أهم أنواع التصميم بطريقة الليجو هو "الحاويات الصفحية" أي المصنوع من الصفائح، وهو يسلط الضوء بشكل موضوعي على أهمية "التكلفة الميسورة" و"سهولة البناء" مقارنة بـ"المتانة" و"الجمال"، وهي الأولويات التقليدية في العمارة. و المباني الصندوقية ذات الهياكل الصلب.



شكل رقم: 2
توضيح: مبدأ عمل نظام الليجو
www.sciencedirect.com نقلا عن :

3-2-5-3 طريقة عمل التصميم بنظام الليجو:

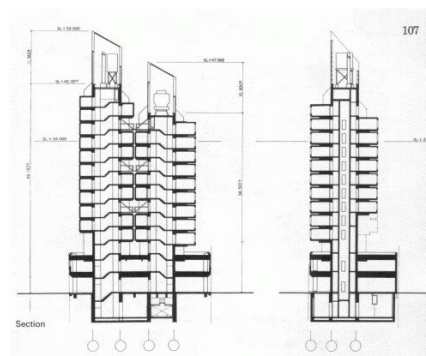
يتضمن عدة مراحل مترابطة تبدأ العملية أولاً بتحديد منهجية التصميم المناسبة التي ستوجه عملية التصميم العامة. يُتبع ذلك بدراسة المتطلبات الوظيفية لمكونات البناء، والتي تُستخدم لتحديد المواد الأنسب لكل مكون على أساس معايير الأداء والجودة. بعد اختيار المواد، يتم تحديد أسلوب هندسي ملائم لإنشاء خطة تجميع متكاملة تربط بين المكونات المختلفة بشكل فعال. في المرحلة الأخيرة، يتم إعداد برنامج خوارزمي يستند إلى قواعد الاتصال المعتمدة، حيث يقوم الكمبيوتر بتنفيذ التصميم التفصيلي للهياكل و الجزء الرابطة لكل مشروع ويكون بأحد برامج الكمبيوتر التي تقوم بعمل تصميم ثلاثي الأبعاد مثل الـ revit و الـ autocad و الـ 3dmax .

في نظام الليجو تكون **أبعاد الوحدات** كبيرة نسبياً مقارنة بقطع الليجو التقليدية لتناسب البناء البشري. **ويعتمد تركيبها** على وجود تجاويف وبروزات تثبت الوحدات مع بعضها بإحكام. وتحتوي الوحدات على طبقات عازلة للحرارة والرطوبة. (9-768)

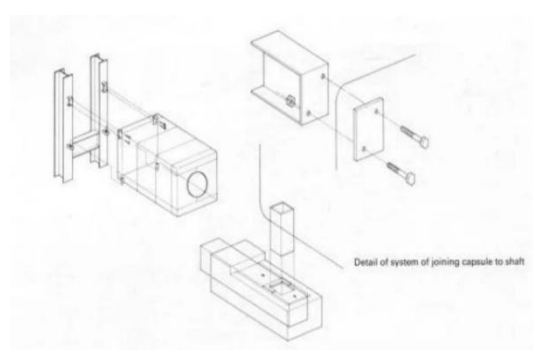
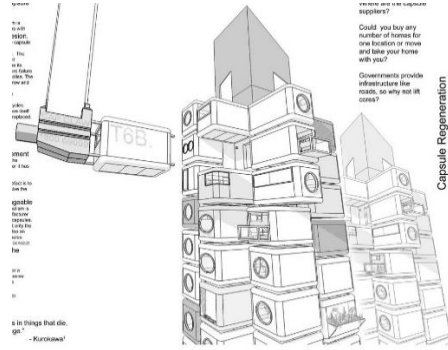
3-2-5-3 أمثلة لمباني مسبقة التجهيز بطريقة (Lego) حول العالم:



صوره رقم: 17
توضيح: قطاع المبني الكبسولي
<https://en.wikiarquitectura.com/building/nagakin-capsule-tower/> نقلا عن



صوره رقم: 16 في طوكيو باليابان
توضيح: المبني الكبسولي بنظام الصندوق داخل الهيكل
<https://www.iconichouses.org/icons-at-risk/nakagin-capsule-tower/> نقلا عن :



صوره رقم: 18

توضح : تكون المبني من هياكل فولاذية صلبة وخرسانة. من الطابق الأرضي إلى الطابق الثاني، تم استخدام الخرسانة المسلحة، بينما تم استخدام الخرسانة الخفيفة في الطوابق العليا. تم استخدام الخرسانة مسبقة الصب في بناء الأبراج في التربة ومداخل المصاعد.

نقلا عن <https://champ-magazine.com/architecture/nakagin-capsule-tower/>

صوره رقم: 19

توضح : طريقة بناء المبني بنظام الليجو

<https://www.metalocus.e> نقلا عن

s/en/news/nakagin-capsule-tower-tokyo-1969-72-kisho-kurokawa



صوره رقم: 20

توضح : التصميم الداخلي للمبني الكبسولي وهو مقسم بالقواطع

<https://vwartclub.com> نقلا عن :

/?section=projects&project=alameer-ibrahim-nakagin-capsule-tower

صوره رقم: 21

توضح : التصميم الداخلي للمبني الكبسولي وهو مقسم بالقواطع

<https://vwartclub.com> نقلا عن :

/?section=projects&project=alameer-ibrahim-nakagin-capsule-tower



صوره رقم: 22

توضح : لمبنى معياري حديث مكون من وحدات مسبقة الصنع ، بطريقة الليجو من الحاويات الصفيحية

<https://www.dreamstime.com> نقلا عن :

/transforming-urban-landscapes-innovative-architectural-designs-shipping-container-homes-showcase-sustainable-practices-image353515380

توضح : لمبنى معياري حديث بنظام الليجو مكون من وحدات مسبقة الصنع، بتصميم يبرز فيها استخدام الزجاج والخشب والخرسانة معماري أنيق وبسيط
https://www.re-thinkingthefuture.com/technologies/gp2104-the-evolution-of-windows-in-modern-design-a-fusion-of-functionality-and-aesthetics/#google_vignette

تتناول الباحثة في هذا الجزء تصميم مشروعين أحدهم بطريقة تطور الشكل و الثاني بطريقة الليجو.

طريقة التصميم و المعايير التي استندت عليها الباحثة:

1- مشروع طريقة تطور الشكل (الموديول):



شكل رقم:3

يوضح:مراحل عمل المشروع التصميمي بنظام الموديول
تصميم الباحثة

صوره رقم:24

توضح : المسقط الأفقي لطوابق متكرره لمبني سابق التجهيز
ما بعد الكوارث بطريقة الموديول (تطور الشكل)
تصميم الباحثة

يتيح النظام إمكانية التنفيذ السريع للمشروعات السكنية، نظراً لاعتماده على وحدات مسبقة التصنيع يتم تجميعها في الموقع، مما يقلل من مدة الإنشاء و يُحسّن من جودة التنفيذ من خلال تقليل نسبة الأخطاء البشرية. ويُعتبر ذلك مثاليًا في حالات الطوارئ أو في مشروعات الإسكان الجماعي التي تتطلب استجابات سريعة وفعالة



طوابق متكرره



صوره رقم: 25

توضح : لقطات منظوريه لمبنى سابق التجهيز ما بعد الكوارث بطريقة المودبول
(تطور الشكل)
تصميم الباحثة

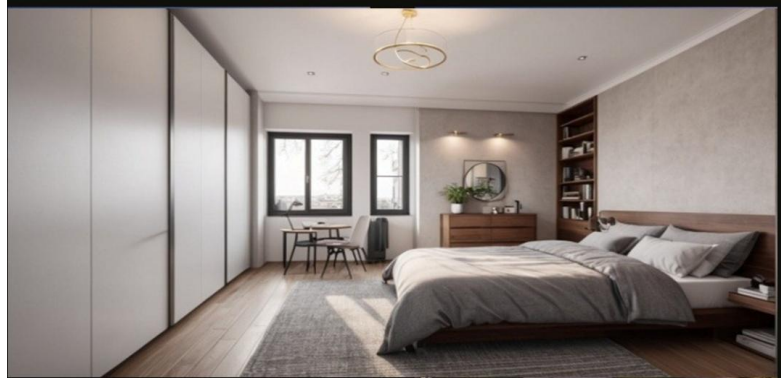


صوره رقم: 26

توضح : لقطات منظوريه لمجمع سكني لمبنى سابق التجهيز ما بعد الكوارث بطريقة
المودبول (تطور الشكل)
تصميم الباحثة

صوره رقم: 27

توضح : منظور غرفة نوم لمبنى سابق التجهيز ما بعد الكوارث بطريقة المودبول (تطور الشكل) تصميم الباحثة



“تُظهر اللقطات الداخلية المختارة للمبنى مدى الكفاءة في استخدام المساحات، مما يبرز الميزة الأساسية لهذا النهج التصميمي، وهي عدم الاعتماد على الأعمدة الإنشائية التي طالما شكّلت قيداً في تخطيط وتصميم الفراغات الداخلية.”

صوره رقم: 28

توضح : منظور غرفة معيشة مع طعام لمبنى سابق التجهيز ما بعد الكوارث بطريقة المودبول (تطور الشكل) تصميم الباحثة



2- مشروع طريقة الليجو:

هدف المشروع التطبيقي عمل نموذج يحاكي مبني مصمم بطريقة الليجو لفراغ معيشي دائم سهل النقل و البناء لما بعد الكوارث بمناطق مثل غزه او سوريا.

(Dependent Box طريقة الليجو باستخدام الوحدة الصندوقية غير الإنشائية) يركز أسلوب الليجو في العمارة على مبدأ الوحدات النمطية القابلة لإعادة التشكيل، حيث تُصمم العناصر لتتداخل وترتبط بطريقة منهجية. تُسهّم هذه المنهجية في تحقيق مرونة مكانية، وكفاءة تصميمية، وقابلية عالية للتكيف، مما يعكس المبادئ الأساسية لبناء الليجو ضمن سياق العمارة الواقعية.

البلاستيك المقوى بالألياف
العوازل الحرارية والصوتية

يتضمن هذا النظام إنشاء هيكل مصنوع من الحديد أو الخرسانة وفقاً للتصميم المحدد. وبعد الانتهاء من بنائه، يتم استخدام الروافع والأوناش المتخصصة لرفع الوحدات الصندوقية ووضعها داخل الهيكل عن طريق الإنزلاق إلى الداخل.

Autocad
Revit



شكل رقم: 4

يوضح: مراحل عمل المشروع التصميمي بنظام هندسة الليجو
تصميم الباحثة



First floor

صوره رقم: 30

توضيح : المسقط الأفقي للدور الأول لمبنى سابق التجهيز ما بعد الكوارث
بطريقة الليجو
تصميم الباحثة



Ground floor

صوره رقم: 29

توضيح : المسقط الأفقي للدور الأرضي لمبنى سابق التجهيز ما بعد الكوارث بطريقة
الليجو
تصميم الباحثة



صوره رقم: 32

توضيح : منظور مجمع سكني لمبنى سابق التجهيز ما بعد الكوارث بطريقة الليجو
تصميم الباحثة



Second floor

صوره رقم: 31

توضيح : المسقط الأفقي للدور الثاني لمبنى سابق التجهيز ما بعد الكوارث بطريقة
الليجو
تصميم الباحثة



صوره رقم: 33 توضيح : لقطات منظوريه لمبنى سابق التجهيز ما بعد الكوارث بطريقة الليجو
تصميم الباحثة



صوره رقم: 35 توضح : منظور غرفة نوم لمبنى سابق التجهيز ما
بعد الكوارث بطريقة الليجو
تصميم الباحثة



صوره رقم: 34 توضح : منظور غرفة معيشة لمبنى سابق التجهيز ما بعد الكوارث بطريقة
الليجو
تصميم الباحثة

النتائج :

1. النظام المعياري للمباني سابقة التجهيز هي وحدة تصميمية تمكن المصمم والمنفذ من تنفيذ المنشأ بطريقة اقتصادية وتقلل من تكاليف التنفيذ و في وقت قليل لفراغات معيشية طارئة بعد الكوارث.
2. ان تنفيذ النظام المعياري في البناء الحاضر هو الطريقة التي يمكن بها جميع الوحدات اللازم تركيبها بطريقة تتوافق مع بعضها البعض وبدون تقطيع الوحدات في الموقع.
3. التصميم الرقمي المعياري للخوارزمي للمباني سابقة التجهيز يفتح آفاق جديدة للفكر التصميمي الذي لم يعد يعتمد على ذاتية المصمم في قواعد التشكيل، ولكن يعتمد على المعادلات الرياضية والتحليل العلمي.
4. أصبح كلا من التصميم المعماري والتصميم الداخلي منصهرا في بطاقة التصميم الخوارزمي الرقمي، فأصبح من غير الممكن فصل رؤية وتأثر كلا منهما على الآخر، الأمر الذي يستوجب نظرة شمولية لعملية التصميم تقوم على العلاقة العضوية.
5. استخدام التكنولوجيا الحديثة و الخامات البديلة التي يمكن صياغتها و تشكيلها تحقق المتطلبات الجمالية للوحدات المؤقتة لحيزات الطوارئ. التي تتميز بعدة مميزات منها مقاومة الصدمات ، مقاومة الحرارة ، مقاومتها للكيماويات ، التلون ببي درجة إلى جانب خفة الوزن.
6. من خلال الدراسة النظرية وجد أن المباني الصندوقية سابقة التجهيز هي الأنسب في حالات الطوارئ نظرا لسهولة إنشائها وتركيبها بالموقع .
7. يجب مراعاة عمل امتداد بصري (امتداد معنوي) لتوفير الإضاءة الطبيعية ولإعطاء الشعور بالاتساع لحيزات الطوارئ عن طريق استخدام الزجاج و الخامات الشفافة و المثقبة و غيرها.
8. تعتبر دراسة الحيز الداخلي لحيزات الطوارئ من الأمور شديدة الأهمية و التي يتناولها المصمم الداخلي بكل حرص حيث أن هذا النوع من المنشآت يندرج تحط طائفة العمارة الداخلية للفراغات أو المساحات الصغيرة مما يجعل الأمر صعباً لمصمم العمارة الداخلية لرغبته في تحقيق أقصى إستفادة ممكنة من أقل مساحة متاحة.
9. يمكن نظام الليجو و الموديول (تطور الشكل) على تحقيق تركيبات لا حصر لها من خلال التدخل النشط للمصمم أو المستخدمين، إن استخدام هذه الأنواع من التقنيات يمثل طريقة جديدة للتفكير في العمارة ولكن في نفس الوقت ينبغي ألا ننسى التركيز الأساسي على التصميم من أجل الناس، في سيناريو حساس لتخفيف ما بعد الكارثة. التوصيات:

1. توصي الباحثة بضرورة استخدام التصميم الخوارزمي الرقمي ، والاستفادة من إيجابياته، وتطبيقه من خلال برامج الحاسب الآلي المختلفة.

2. يجب أن يراعي تصميم حيزات الطوارئ العوامل الوظيفية و الإنشائية مما يستوجب وجود بعض المتطلبات التي تؤثر في نظم و تقنيات الإنشاء الخفيف القابل للفك و التركيب .

3. يجب تعزيز العمل على منع وبرمجة مرحلة الانتقال بين الكارثة وإعادة الإعمار. وهذا يعني، من جهة، ترتيب في البلديات المعرضة للخطر، لمناطق للاستيطان المؤقت التي ينبغي اختيارها مسبقاً وتوفير خدمات بنية تحتية دائمة لها، بطريقة تجعل هذه المناطق والخدمات مورداً ليس فقط في حالة الكارثة ولكن أيضاً في الأوقات العادية؛

المراجع :

المراجع العربية:

1. عاطف، شيماء محمد عبد السلام قورة ، أثر التقدم التكنولوجي على المواد الخشبية وتطور تصميم الأثاث وظيفيا وجماليا ، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية - المجلد التاسع – العدد السابع والاربعون ، سبتمبر 2024 .
'Atef, Shaimaa Mohamed Abdelsalam Qoura , Athar al-taqaddom al-teknologi 'ala al-mawad al-khashabeya wa tatawwor tasmeem al-athath wazifiyan wa jamaleyan. Majallat al-'imara wal-fonoon wal-'oloom al-insaniyya – al-mujallad al-tase' – al-'adad al-sabe' wal-arba'oon, September 2024.
2. عز الدين، عبير عبد الفتاح مراد ،إعادة استخدام حاويات الشحن كإحدى الطرق الإبداعية للتصميم المعماري المستدام،رسالة ماجستير،كلية الفنون التطبيقية،جامعة حلوان،2019..
Ezz El-Din, Abeer Abd El-Fattah Morad , I'adat estekhdam hawa'eyat el-shahn ka ihda al-toroq el-ibda'eya lel-tasmeem el-mi'mari el-mostadam. Risalat magisteer, Kulliyat el-Fonoon el-Tatbeequeya, Gami'at Helwan.
3. فريد، مشيرة محمود قنديل،أثر نظم سبق التجهيز علي التصميم الداخلي للفصول التعليمية في المناطق ذات الطبيعة الخاصة،مجلة التصميم الدولية،العدد 15 ، 2025 .
Fareed, Moshira Mahmoud Kandil , Athar nozom sabaq el-tajheez 'ala al-tasmeem el-dakhly lel-fosool el-ta'leemeya fi al-manateq dhat al-tabee'a el-khasa. Majallat el-Tasmeem el-Dawleya, al-'adad 15, 2025.
4. فوزى ،أميرة ،العمارة الداخلية لفراغات الطوارئ المؤقتة،مجلة العمارة والفنون،،العدد التاسع . 2018.
Fawzy, Ameera , Al-'Imara al-Dakhliya li-Faraghāt al-Tawāri' al-Mou'aqqata. Majallat al-'Imārah wal-Fonoon, al-'Adad al-Tase' 2018.
5. محسن ،هاله محمود السيد المحمودى ، أنظمة التصميم التطورى فى العمارة الحديثه ، مجلة العمارة والفنون، العدد الحادي عشر – الجزء الثاني،2018 .
Mohsen, Hala Mahmoud El-Sayed El-Mahmoudy , Anzimat al-Tasmeem al-Tatawory fi al-'Imara al-Haditha. Majallat al-'Imārah wal-Fonoon, al-'Adad al-Hadi 'Ashar – al-Juz' al-Thani, 2018.
6. محيي، ميسون هلال العقيلي ، دور التنسيق النمطي للبناء المصنع في سرعة انجاز الوحدات السكنية ، قسم الهندسة المعمارية ، الجامعة التكنولوجية،2009.
Muhyi, Maisoon Hilal Al-Aqili , Dawr al-Tansiq al-Namti lil-Bina' al-Masna' fi Sura'a Injaz al-Wahdat al-Sakaniya. Qism al-Handasa al-Mi'mariya, al-Jami'a al-Teknologiya, 2009.

7. Bashawri.Abdulrahman - Garrity ,Stephen , -Moodley,Krisen An overview of the design of disaster relief shelters. Procedia Economics and Finance, , (2014).
8. Cemre, Füsün Karaoglan,- Alaçam, Sema, Design of a Post-Disaster Temporary Living Space Through the Use of Shape Evolution, , 22th conference of the iberoamerican society of digital graphics 2018 .
9. Chen Daoyuan *, Wang Guoen, Chen Guojun ,Lego architecture: Research on a temporary building design method for post-disaster emergency.ScienceDirec,2021, .
www.sciencedirect.com
10. Gunawardena Tharaka ,Priyan Mendis , Prefabricated Building Systems—Design and Construction , January 2022, , <https://www.researchgate.net/publication/357655501>
11. Hamdy, Aya Ragab, Precast Facades to Support Building Sustainability, Journal of Al-Azhar University Engineering Sector, , Vol. 19, No. 70, January 2024.
https://www.researchgate.net/publication/353656172_A_Study_on_Modular_Construction_Technique
12. Kantamnen, Sudheeri, A Study on Modular Construction Technique , , Article in International Journal for Modern Trends in Science and Technology · July 2021 .
13. Yadav Paritosh , Post-Disaster Reconstruction: An Opportunity to Recreate a Sustainable Built Environment or Unplanned Reconstruction creating another Disaster after Disaster, UNIVERSITY SCHOOL OF ARCHITECTURE AND PLANNING Guru Gobind Singh Indraprastha University Kashmere Gate Campus, Delhi, 2013-2014 RESEARCH PAPER, .

الشبكة الدولية:

14. <https://archive.org>
15. <https://www.plasticcollectors.com>
16. <https://aybametal.com>
17. <https://www.bchousing.org>
18. <https://www.editverse.com>
19. <https://un.uobasrah.edu.iq>