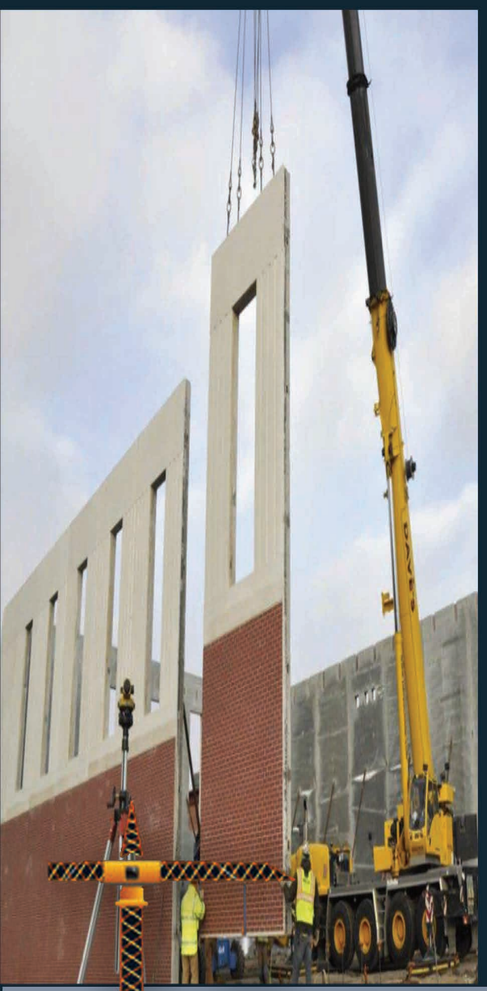
صناعة المباني في المصنع
المباني سابقة التجهيز

أ.د. محمد محمود عويضه



صناعة المباني في المصنع

المباني سابقة التجهيز

أ.د. محمد محمود عويضه

أ.د. محمد محمود عبد المجيد عويضه
استاذ العمارة وتكنولوجيا البناء بكليه الهندسة جامعة القاهرة

المؤلفات:

- كتاب اجزاء المبنى (Building Parts)
- كتاب تكنولوجيا البناء الحديث
- كتاب تطور الفكر المعمارى فى القرن العشرين
- كتاب صناعة المبانى فى الموقع ميكنة اعمال البناء والتجهيز
- كتاب صناعة المبانى فى المصنع المبانى سابقة التجهيز

الابحاث:

- تسعة وأربعون بحث علمى منشور

الاشراف على الرسائل العلمية:

- ما يزيد عن ثمانين رساله علميه
- ما بين رسائل ماجستير ودكتوراة

المشروعات التطبيقية:

- عده مشاريع تطبيقيه فى مجال المناطق السكنية والمبانى الجامعية والمستشفيات والمصانع .

صناعة المباني في المصنع

المباني سابقة التجهيز

أ.د. محمد محمود عويضة

إلى زوجتى رحمها الله

وإلى أولادى د . نهاد / د . أحمد / د . شرين

المحتويات :

ـ تمهيـــــد ٧

ـ خلفية تاريخية..... ١٤

ـ مزايا تطبيق سبق التجهيز..... ١٨

ـ عيوب تطبيق سبق التجهيز..... ٢١

أولاً : طرق انتاج المبانى سابقة التجهيز ٢٢

١ـ أسلوب النظام المفتوح ٢٢

٢ـ أسلوب النظام المغلق ٢٧

٣ـ مرونة التصميم ٣٠

٤ـ مرونة الإنتـــاج ٣١

ثانياً : المديول ٣٥

ثالثاً: الإنتاج بالجملة ٤٦

رابعاً: الوصـــلات ٤٧

خامساً: طرق انتاج المبانى سابقة التجهيز..... ٥٨

١ـ الوحدات الطولية ٦٣

* الفكرة الأنشائيه..... ٦٦

* مميزات وعيوب الوحدات الطوليه..... ٦٨

٢ـ الوحدات المستوية..... ٧٧

* حجم الوحدات ٧٩

* وزن الوحدات ٨٢

* مميزات وعيوب الوحدات المستويه ٩٤

٣ـ الوحدات الصندوقية ١١١

* حجم الوحدات ١١٦

* وزن الوحدات ١٢٥

* المواد المستخدمة ١٢٥

* الانواع الأنشائيه للوحدات..... ١٢٨

* مميزات وعيوب الوحدات الأنشائيه ١٣٢

* الوحدات الصندوقية الأنشائيه ١٣٤

*مميزات وعيوب الوحدات الصندوقية انشائيه ١٤٠

كلمة المؤلف

بعد ٣٥ عاماً من صدور كتاب التكنولوجيا الحديثة فى البناء ١٩٨٤ تم إصدار هذا الكتاب بالرغم من مرور هذه الفترة الكبيرة فقد كنت انتظر عمل أبحاث فى هذا الاتجاه لحين حدوث تطور آخر أرى فيه أن هناك ضرورة لإصدار كتاب جديد فكما هو معروف أن التطور الذى يحدث فى عالم تكنولوجيا البناء يتسم به بالبطىء بالمقارنة بالتكنولوجيات الأخرى فلم يحدث أى تغيرات جذرية فى هذا المجال إلا من بعض التطوير الذى حدث فى انتاجية المصانع سابقة التجهيز والتى كانت فى الماضى تفرض على المصممين أن يكون التصميم للمبانى مرناً لإستيعاب انتاجية هذه المصانع من الوحدات من ناحية الحجم والوزن والوصلات والأبعاد الذى ينتجها المصنع , فبدأ التفكير بعد ذلك فى تطوير المصانع وتطوير عملية الإنتاج والتحول إلى الإنتاج المرن الذى يقبل تصنيع أى نظام وذلك لتطوير عملية تصنيع الإسطمبات من استخدام الصلب المكلف إلى استخدام فورم كاوتشوك الرخيصة (بالمقارنة بالصلب) لتنفيذ تصميم معين وبعدها يمكن الأستغناء عن الفورم الكاوتشوك مما أدى إلى تخفيض تكلفة الإنتاج مع استخدام الخرسانات الخفيفة كما تم استحداث مواد جديدة أقل تكلفة وأكثر سرعة وأفضل جودة باستخدام الوحدات البلاستيك والفايبرجلاس كما ظهرت تقنيات أخرى جديدة لتحسين عملية الإنتاج وتخفيض التكلفة .

وهى أفكار غير تقليدية لتحسين النوعيه حيث أن الانتاج لتعويض الكم **Quintaty** فى الدول الغنية لم يعد الحاجة اليه ضرورية ولكن الاتجاه الآن لتحسين الكيف **Quality** ليقابل تطور احتياجات الإنسان وأرضاء المهندسين والمصممين لتنفيذ رغباتهم وأفكارهم الصعبة أو المعقدة منها .

أ.د. محمد محمود عويضة
أستاذ العمارة وتكنولوجيا البناء
كلية الهندسة ـ جامعة القاهرة

تمهيـــــــد

أن البحث عن تكنولوجيا مناسبة منخفضة التكاليف تعتبر من المهام الصعبة التى تواجه الدول النامية والدول الغنية على حد سواء وإذا تم استثناء الدول الغنية التى تمتلك التكنولوجيا المتطورة والمتقدمة وتمتلك معظم التكنولوجيا المتعددة والمتطورة ، نجد أن الدول النامية والتى تمثل معظم سكان العالم تفتقر إلى هذه التكنولوجيا المتطورة مع إختلاف الظروف لكل منها ومع الأخذ فى الإعتبار أن عملية امتلاك التكنولوجيا المتقدمة لا يجب أن تكون حكراً على تلك الدول الغنية لهذا فإن الدول النامية أمامها فرصة كبيرة لتعويض ما فاتها من سنوات وأن مجرد التفكير بأن على الدول النامية أن تمر بجميع مراحل التطور التى حدثت للدول المتقدمة من أجل الوصول إلى تكنولوجيا ذاتية متقدمة سوف تكلفها الكثير من المال والكثير من الوقت ، لذلك فإن العقل يدعو هذه الدول النامية إلى محاولة الإستفادة من التطورات التى حدثت وإستيراد أو إستجلاب ما هو ممكن من التكنولوجيا المتطورة الملائمة لتلك الدول النامية بمعنى أن تبدأ الدول النامية من حيث انتهى الآخرون وخاصة أن هناك حاجة إلى بناء ملايين من الوحدات السكنية بأقصى سرعة لمقابلة الزيادة المستمرة فى السكان وإن مجرد الإعتماد على الطرق التقليدية فى تعويض هذا النقص وبما تتسم بها هذه التكنولوجيا المحلية من بطىء فى التنفيذ والحقيقة , أن ما من مرة يكون هناك نقاش أو مفاضلة بين تطبيق تكنولوجيا جديدة حديثة إلا وظهر اختلاف فى الرؤى والأفكار سواء من ناحية التقنية أو التكاليف بما يتناسب مع اقتصاديات تلك الدول حيث تدور أسئلة دائماً مطروحة هل التكنولوجيا المطلوبة أكثر كلفة أو تكلفة ، أوهى أكـــثر ملائمة وموائمة لفلسفة هذه

المجتمعات وفى حقيقة الأمر أن القضية ليست البحث عن الأرخص فقط ولكن المفاضلة يجب أن تقاس من خلال الآتى :

ـ هل التكنولوجيا المطلوبة للتطبيق ترتبط بتحسين كفاءة التشغيل .

ـ هل التكنولوجيا المطلوبة ترتبط بتخفيض زمن التنفيذ وتوفير وقت الإنشاء والتنفيذ .

والمفاضلة هنا بين عامل الوقت أو تحسين الإنتاج هى من أهم النقاط التى يجب أن تؤخذ فى الإعتبار بجانب العوامل الأخرى إلا أن المفاضلة دائماً ما تتجه إلى مناقشة تخفيض وقت الإنشاء والتنفيذ فى بلد ما قد يكون عامل الوقت فيها لايمثل ضرورة بمعنى السرعة فى التنفيذ لا تمثل عامل هام لهذه الدول فلابد من اللجوء لعامل آخر قد يكون الأقل تكلفة مثلاً ، وبالرغم من أن الدول النامية وإن كان معظمهم يفتقر إلى التكنولوجيا إلا أن لكل منها نظرتها الخاصة طبقاً لظروفها البالغة التنوع خاصة من ناحية إستيعاب تلك التكنولوجيات . ففى أغلب الأحيان معظم هذه الدول تفتقر إلى وجود البنية الأساسية العلمية من أجل تطوير وتطويع أو تطبيق تلك التكنولوجيا بما يتناسب مع الواقع المحلى والإمكانيات الفنية المتوفرة ويقصد بذلك ملائمة هذه التكنولوجيا الجديدة مع ظروف كل دولة من ناحية العمالة القادرة والماهرة لضمان المحافظة على مستوى الإنتاج .

ويقصد بشكل عام بعملية نقل التكنولوجيا تحويل أو تصدير التكنولوجيا من مكان محدد الإستخدام إلى مكان آخر ويمكن أن تنقل التكنولوجيا وتستخدم كما هى فى بعض التكنولوجيات ألأخرى وقد تحتاج بعض هذه التكنولوجيات إلى تطوير أو تعديل بما يناسب الامكانيات الفنية ويقصد بذلك تلائم التكنولوجيا مع الواقع المحلى والظروف المحلية وذلك لإختلاف تطبيق هذه التكنولوجيا المستوردة بين هذه الدول .

وتأتى عملية التطويع بعد مرحلة نقل التكنولوجيا وبما تعنيه من تطوير لتلائم الواقع

المحلى وذلك لإختلاف ظروف كل دولة وعلى هذا فإننا يمكن اعتبار أن عملية التطويع تعنى الملائمة والموائمة ليتناسب مع الظروف المحلية .أما عملية توطين التكنولوجيا فتأتى فى المرحلة الأخيرة بعد مرحلة التطويع وهى أن تقبل تلك التكنولوجيات المنقولة بأن تكون لها سمة محلية .

ويمكن بإختصار تحديد درجات التكنولوجيا المطلوب استيرادها بالآتى :

١ـ تكنولوجيا تنقل كما هى و يصعب تغيرها أو تطويعها لأنها صممت فى الأساس لتخدم الإحتياجات والوظائف الإنسانية الأساسية . وهذه التكنولوجيا صممت لتناسب جميع الظروف مثل الكاميرا ـ الراديو ـ التليفزيون ـ الكمبيوتر ـ السيارة ..... الخ

٢ـ تكنولوجيا يمكن تطويعها وتطويرها بما يتناسب مع الظروف والواقع المحلى فهى صممت لظروف وواقع محلى آخر لذلك يلزم تعديلها بما يتناسب والإحتياجات الجديدة ولإختلاف ظروف التطبيق .

٣ـ تكنولوجيا تحتاج إلى تغييرأو تعديل كامل وذلك لإختلاف الظروف والإحتياجات وأن عملية إجراء أى تعديل أو تطوير لتطويع هذه التكنولوجيا قد يكون مكلفاً وتحتاج إلى إمكانيات ضخمة لهذا التطوير وبذلك يكون من الأفضل فى هذه الحالة الإبتعاد عنها والبحث عن تكنولوجيا أخرى بديلة .

والمفاضلة بين نوع وآخر من بين الثلاث حالات يرتبط أساساً بإمكانيات وظروف كل بلد إلا أنه يمكن اعتبار النوع الأول والثانى يصلحان للتفكير فى عملية التطبيق بإجراء تطبيق مباشر أو تعديل أو تطويع حتى يمكن أن يكون أقل تكلفة وأفضل حالاً ..

التكنولوجيا كلمة يونانية قديمة تتكون من مقطعين

تكنوTicno وتعنى مهارة فنية أو حرفة أو مهارة أو فن.

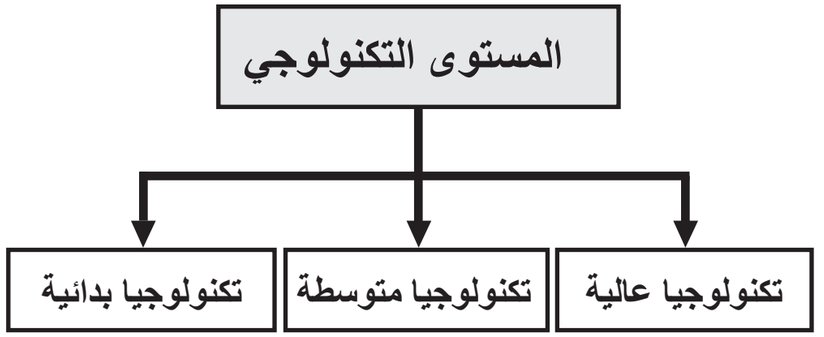
لوجوس Logos وتعنى علم أو دراسة

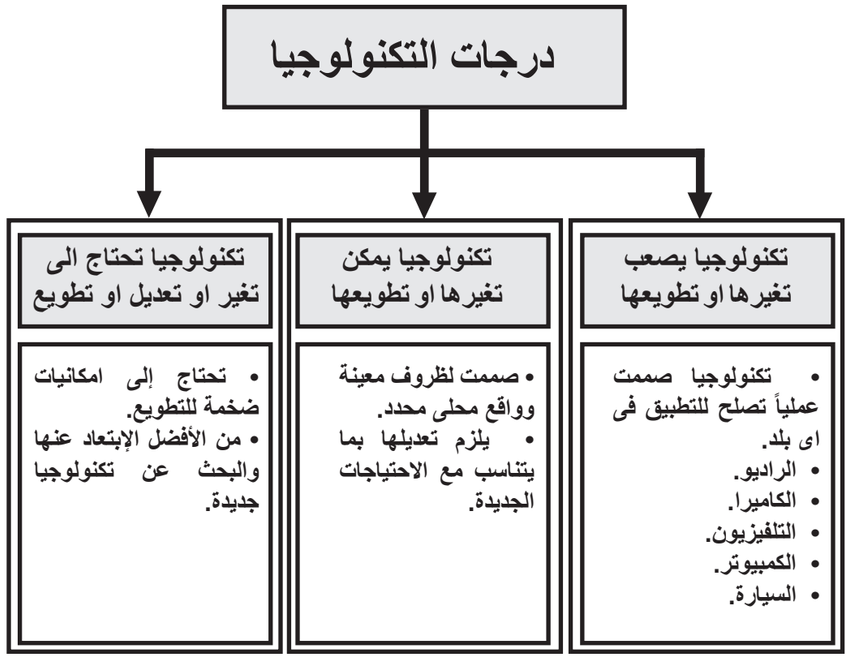
التكنولوجيا كما هو معروف هى فن التطبيق للمعرفة العلمية كما يعنى علم المقدرة والأداء والتطبيق والتكنولوجيا ليست نظرية بقدر ماهى عملية تطبيقية تهتم بالمنتج وبالأجهزة والأدوات .

وهى (مفرد) تقنية وأسلوب إنتاج أو حصيلة المعرفة الفنية أو العلمية المتعلقة بإنتاج السلع والخدمات كما أنها تعنى أيضاُ انتاج أدوات الإنتاج وهنا فرق أساسى بين التكنولوجيا والعلم بين ماهو نظرى وماهو تطبيقى

فالعلم هو معرفة السببية Know why البحث عن النظريات والأسس العلمية والبحث فى كينونة الأشياء أما التكنولوجيا هى وسيلة للتطبيق .

وكلمة تكنولوجيا ايضاً تعنى علم المقدرة على الآداء والتطبيق وتنظيم المهارة الفنية فعلى سبيل المثال من الناحية العلمية جميع الدول تعرف جيداً معادلة الإنشطار النووى القنبلة الذرية من الناحية النظرية إلا أن التطبيق شىء آخر يحتاج إلى تجارب تطبيقية وإعادة التجارب عدة مرات للوصول إلى الحالة المثلى بمعنى انه كيفية الإنتاج ليس متاحة لكل الدول وينطبق هذا على كل الصناعات والدول النامية دائماً تحتاج إلى كيفية انتاج أو تصنيع عمل ما لذلك تدفع الدول المستوردة إلى الدولة المالكة للتكنولوجيا مقابل لتصنيع وأنتاج منتج معين Know how حق المعرفة وينطبق هذا أيضاً فى العمارة أن عملية نقل التكنولوجيا لتوطينها تحتاج إلى أن يدفع هذا البلد المقابل اللازم لمعرفة





التطبيق وإذا كان العلم هو أساس التقدم للدول فإن التكنولوجيا هى السبيل الرئيسى لتطبيق نتائج أو ثمار هذا العلم .

والتكنولوجيا هى مفرد كلمة تقنية أو أسلوب إنتاج أو حصيلة المعرفة الفنية أو العلمية المتعلقة بإنتاج السلع والخدمات وما فى ذلك إنتاج أدوات الإنتاج نفسها وهى تسمى أحياناً علم التطبيق كما ذكر من قبل .

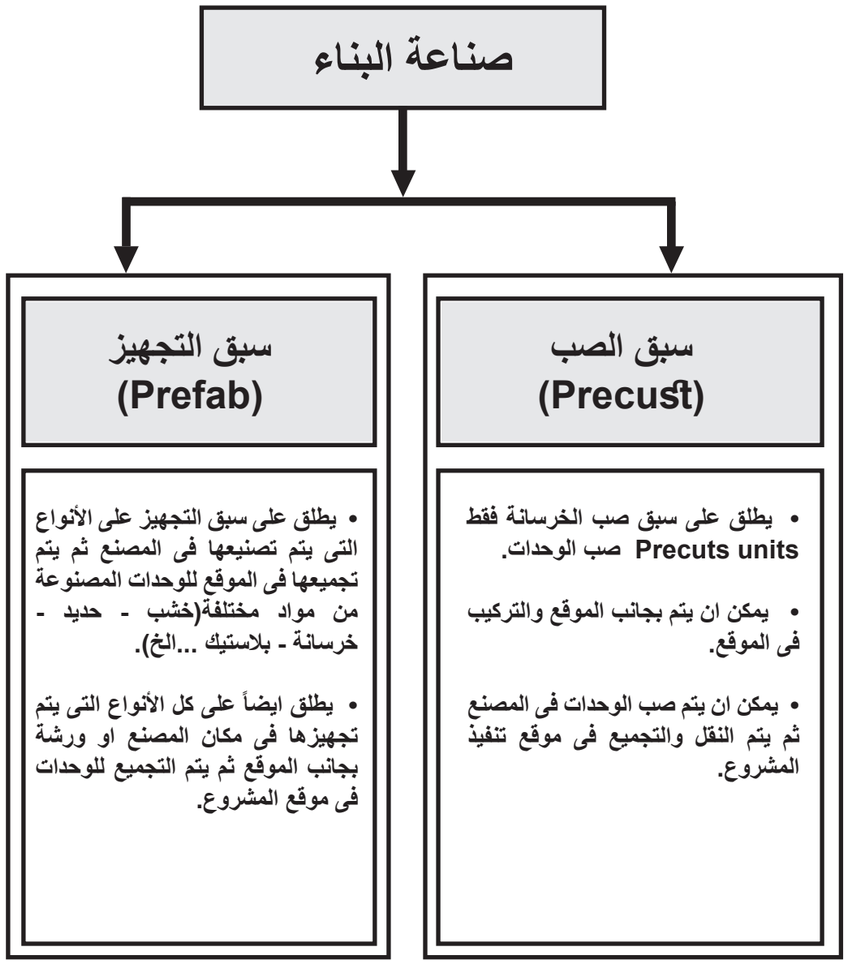
وتكنولوجيا سبق التجهيز هى احدى التكنولوجيات القائمة على مبدأ السرعة والكفاءة والجودة فى التنفيذ . والتى يملك معظم تقنياتها العالم المتقدم حيث لجأت إليها بعد الحرب العالمية الثانية لإعادة بناء المدن بعد تدميرها فى الحرب فقد كانت هى الوسيلة الأولى والرئيسية التى تم الإعتماد عليها لإنتاج المساكن وبالكفاءة والجودة وبالسرعة اللازمة والزمن القياسى لإعادة التعمير وتجاوز ماتم هدمه خلال الحرب وهذا ماسوف يتم مناقشته فى هذا الكتاب .

وقبل مناقشة ذلك وجب التفريق بين الآتى :

* أسلوب سبق الصب
* أسلوب سبق التجهيز

فأسلوب سبق الصب يرتبط بأعمال الخرسانية فقط يطلق عليها الخرسانة سابقة الصب .

أما سبق التجهيز فهو يطلق على كل الأنواع السابق تصنيعها من مواد مختلفة خشب ـ خرسانة ـ حديد ـ بلاستيك ـ فايبرجلاس ، كلها تأتى تحت بند سبق التجهيز ويضاف إلى ذلك الخرسانة أيضاً حيث يمكن أن تطلق عليها خرسانة سابقة التجهيز وهذا ماسوف يتم مناقشته فى هذا الجزء .



قد تختلف الآراء حول طرق سبق التجهيز إلا أن عملية نقل بعض أجزاء المبني عن طريق سبق تجهيزها في صورة أجزاء تختلف في حجمها ومقاساتها ويتم تجميعها في الموقع بطريقة أو بآخري ، أو أن تنقل الوحدة السكنية بكاملها إلى الموقع بهدف أن يتم اختصار وقت التنفيذ حيث تكون الأعمال التي تجري في موقع التنفيذ في أضيق الحدود

والهدف الأساسى من نقل العمل من الموقع إلى المصنع هو توافر العمالة الفنية المدربة فى المصنع والتي يمكن عن طريقها تطبيق أسلوب الإنتاج بالجملة Mass Pro-duction والذي عن طريقه يمكن التكرار لتخفيض التكاليف الكلية للمبني ٠ وكذلك لتلافى تأثير العوامل الجوية التى تؤثر على أعمال التنفيذ سواء فى الأجواء الحارة أو الأجواء الباردة.

وبالرغم من أن صناعة المباني وسبق تجهيزها لم تصل فى البداية إلى تخفيض التكاليف، بل علي العكس كانت التكلفة أكثر من تكاليف الأساليب التقليدية في البناء، إلا أن عملية التطبيق ارتبطت بعامل الزمن أو الوقت إلذى كان له أكبر الأثر فى انتشار هذه الطرق بعد الحرب العالمية الثانية بالإضافة إلى عامل الإقتصاد بهدف إنشاء أعداد كبيرة بأقل مايمكن من تكلفة بالسرعة الملائمة فى التنفيذ وبإستخدام نظام التوحيد القياسى والإنتاج بالجملة .

خلفية تاريخية :

ينظر الكثيرين إلى سبق التجهيز للمبانى على أنها أسلوب جديد بلا خلفية تاريخية إلا أن الواقع يسجل أن تاريخ سبق التجهيز يعود إلى ١٨٥١ مع انشاء معرض كرستال بالاس Crystal Palace بما يمثله من استخدام قطاعات تكرارية من الحديد والزجاج تم تنفيذها فى وقت قياسى بإستخدام أسلوب الانتاج بالجملة Mass Production . ومنذ

بداية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين والجهود منصبة على اكتشاف الحديد والخرسانة حيث تم استخدام طاقة الماكينات فى انتاج أعداد هائلة من القطاعات على طريقة الانتاج بالجملة ومن النماذج الأخرى بعد كرستال بالاس ـ برج إيفل والكبارى المعلقـــة (الكبارى الملجمه) بالاسلاك (الكابلات) الحديدية فى انجلترا ونظام البالون فى امريكا كاحدى النظم التى أعتمدت على تكرار وتنفيذ وحدات تكرارية فى انتاج المشاريع .

وفى عام ١٩٠٠ أصبح مبدأ الطلب على المساكن الجاهزة Mail order House مألوفاً ولقد أعلنت شركات سيرس ـ رويك أنها قد باعت خلال أربعين عاماً ١١٠,٠٠٠ مسكناً وكانت هذه المساكن دائماً مساكن سابقة التجهيز .وفى عام ١٩٠٨ اقترح توماس أديسون أن يصب مسكناً كاملاً من دورين أو ثلاثة أدوار من الخرسانة ولكن وجد أن هذه الفكرة غير عملية فى وقتها فتم رفض الفكرة .وفى عام ١٩١٠ أقترح ولتر جروفيرس Walter Groupies مؤسس الباوهاوس طريقة تصنيع المساكن عن طريق الإنتاج بالجملة للأجزاء الفردية المصنوعة بالماكينة مع توفير قابلية تغير الأجزاء بوحدات مناسبة الأبعاد .

وفى السنوات الأولى من القرن العشرين فكر روجر كوزيت الانجليزى وهو بناء من نيويورك فى فكرة بناء مسكناً من بانوهات خرسانية سابقة الصب (بانوهات مفرغة) وذلك فى ١٩١٧ ولكن لم تستمر كمادة بناء حيث لم يتقبلها السوق فى وقتها .

وفى عام ١٩٣٠ أصبح من الممكن انتاج مساكن بأعداد كبيرة فى وقت قياسى بهدف تخفيض تكلفة الأنشاء حيث اعتمدت على أنتاج وحدات سابقة التجهيز ونقلها للموقع ليتم تجميعها وتثبيتها بدون أى تعديلات فى الموقع .

ومن أفضل الدراسات التى تمت فى هذا المجال كانت على يد البرت بيم فى مدينة بوسطن ولاية ماساسوتش وكانت هذه الدراسة مقدمة فى كتاب Evolving House الذى نشر ١٩٣٣ ـ١٩٣٦ وسمى هذا الجزء من الكتاب التصميم المنطقى واقترح بيم موديول تكرارى Typical Module كقاعدة للتصميم وتطوير طريقة لإنشاء وتجميع قياسى بإستخدام شبكة مديولية والانتاج بالجملة كحل اقتصادى وقد تبنت هذا الاتجاه الهيئة الأمريكية للقياسات فى توفيق أبعاد مواد البناء والمعدات .

وكان هذا المشروع علامة متميزة فى سبق التجهيز عام ١٩٤٠ حيث كان هناك حوالى ٣٠ شركة فى أمريكا تقوم ببيع المساكن الجاهزة حيث تم انتاج حوالى عشرة آلاف وحدة خلال عامى ١٩٣٥ إلى عام ١٩٤٠ .

وفى عام ١٩٤٠ أصبحت هناك حوالي ٣٠ شركة للمباني سابقة التجهيز كان إنتاجها في الفترة ما بين عام ١٩٣٥ ـ١٩٤٠ حوالي ١٠,٠٠٠ وحدة سكنية.

وبعد الحرب العالمية الثانية مباشرة ظهرت محاولات كثيرة لسبق تجهيز المساكن وبدأ إنـــتاج المساكن المتنقلـة Mobile Home والمسكن القطـــاع (نصف مسكن) يتم تجميعها كل نصفين فى الموقع لتشكيل الوحدة السكنية الكاملة .

وفي بداية السبعينات كانت هناك طفرة كبيرة نحو تصنيع المساكن حينما خصصت الحكومة الأمريكية برنامجا خاصاً لإنتاج المساكن يسمي باسم برنامج الطفرة Program Operation Breakthrough وعن طريقه أدخلت بعض النظم الأوروبية في أمريكا والتي لم يحالفها النجاح الكافي هناك ، إلا أن هذا البرنامج أعطي دفعة قوية نحو سبق تجهيز المساكن بإعطائه أفكاراً جديدة كان لها أكبر الأثر فى تطوير إنشاء سبق التجهيز .

وفي الإتحاد السوفيتي ، ابتدأ التفكير في سبق التجهيز عام ١٩٢٥ ولكن تطبيقاته بدأت في الفترة ما بين ١٩٣٠ -١٩٣٦ بالذات للمنشآت الصناعية وإنشاء المباني ذات الدور الواحد ٠ ويمكن القول بان قرار صناعة المباني وسبق التجهيز قد أتخذ علي نطاق واسع في عام ١٩٥٤ وفي عامي ١٩٥٥ ، ١٩٥٦ كان هناك ٤٠٢ مصنعاً ينتج مباني سابقة التجهيز فى أوروبا وروسيا٠ وقد تطورت صناعة المباني سابقة التجهيز ، حتى وصل إنتاجها إلى حوالي ٨٠٪ من إنتاج المساكن الجديدة في الإتحاد السوفييتي ومن خلال تجارب كثيرة استطاع الإتحاد السوفييتي أن يطور الوحدات المستوية الحوائط والأسقف Panel And Slab كما استخدم الوحدات الصندوقية Box Units الثقيلة التي تحتوي علي جزء أو علي كل الوحدة السكنية ٠

تعتبر اليابان من الدول الرائدة في مجال سبق تجهيز المباني أيضاً ، فلقد أستطاع اليابانيون بما يمتازون به من قوة الابتكار أن يطوعوا التكنولوجيا لتتناسب مع واقعهم وظروفهم ٠ ولقد عرف نظام سبق التجهيز في اليابان عن طريق معرفتهم بالموديول الذي استخدم بتكرار الوحدة النمطية للسجادة التاتامي Tatami Floor Mat والتي علي أساسها تنشأ الأبعاد المختلفة للفراغات الداخلية وتحدد أبعاد الوحدات السابقة التجهيز للحوائط والأسقف ٠ وفي العصر الحالي يوجد باليابان تطور كبير خاصة في المباني الصندوقية Box System ونظم الحوائط والأسقف الثقيلة والخفيفة والتي لها تطبيقات متعددة هناك .

وفي أوروبا بدأت صناعة المباني علي نطاق واسع بعد الحرب العالمية الثانية٠ وتتشابهالنظم في أوروبا الشرقية وأوروبا الغربية وإن كان التطبيق بنسب كبيرة ، هو ما تتميز به الدول الشرقية أكثر من الدول الغربية ٠

وينتشر في أوروبا استخدام جميع أنواع المباني سابقة التجهيز ولكن تعتبر طريقة الوحدات المستوية الثقيلة هي الأكثر تطبيقاً ففي انجلترا وصل عدد الشركات التي تنتج المباني الجاهزة في فترة من الفترات إلى ٦٠٠ شركة فى فترة الخمسينات والستينات من القرن الماضى .

وفرنسا تعتبر من أكثر الدول الأوربية تقدماً في مجال صناعة المساكن الجاهزة ،ففي عام ١٩٦٦ أنشأت هناك حوالي ٩٠,٠٠ وحدة سكنية ٠

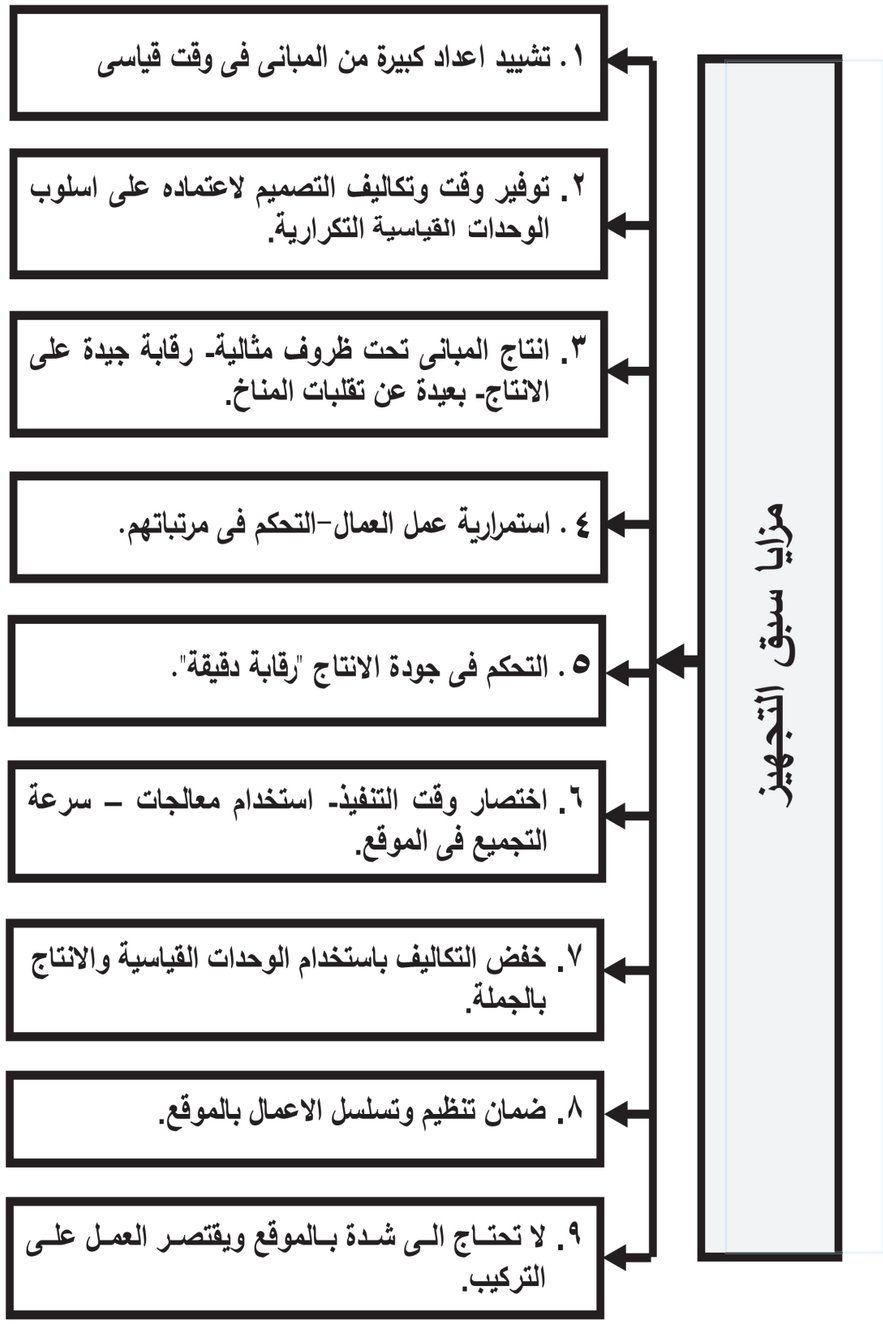
أما في ألمانيا الشرقية ومنذ الخمسينات وحتى بداية الستينات كانت ٧٧ ٪ من المباني منشأة بطريقة سابقة التجهيز، كما أن ألمانيا الغربية وإيطاليا يتم فيها تطبيق سبق التجهيز بنسب كبيرة أيضاً ٠ويمكن في هذا المجال بصفة مبدئية حصر المزايا العديدة التى تدعو إلى الإتجاه لتطبيق المبانى سابقة التجهيز

أ ـ مزايا تطبيق سبق التجهيز :

١- تشييد أعداد كبيرة من المباني في وقت يعتبر أقل نسبياً من الطرق الأخرى ٠

٢- توفير وقت وتكاليف التصميم وخاصة أن عملية تصنيع المباني تعتمد علي تطبيق الوحدة القياسية Standard Unite والتي يتم تكرارها وتنفيذها بأعداد كبيرة في المباني ٠ بإستخدام أسلوب الإنتاج بالجملة Mass Production .

٣- إنتاج المباني تحت ظروف مثالية تكون بعيدة عن تقلبات الجو مثل ارتفاع وانخفاض درجات الحرارة الشديد ، فعلي سبيل المثال في بعض البلاد الحارة تحتاج عمليات خلط الخرسانة إلى مياه مثلجة (كما حدث في عمليات بناء السد العالي) أو إضافة بعض المركبات أو الإضافات التى تؤخر من انضاج الخرسانة، وعلي العكس



في البلاد الباردة قد تستخدم عمليات الانضاج بالبخار للإسراع فى وصول الخرسانة إلى قوتها النهائية ويتم كل ذلك تحت رقابة شديدة على الإنتاج .

٤- استمرارية العمل وبذلك يضمن تشغيل العامل تشغيلاً مستمراً بدلا من تشغيل العامل موسمياً أو في أوقات معينة وبذلك يجد العامل نفسه عاطلاً في أغلب الأوقات ، واستمرارية العمل فى المصنع تشجع العمال للدخول في هذا المجال بدلاً من الهروب منه بما ينتج عنه تخفيض أو ثبات في مرتباتهم وأجورهم أو علي الأقل التحكم في زيادتها وارتفاعها ٠

٥- التحكم في جودة الإنتاج في المصنع فالإنتاج يخضع إلى مراقبة جيدة بمعني أنه عن طريق التحكم في أعمال الإنتاج والمراقبة الدقيقة يتحسن مستوي المنتج ٠

٦- اختصار بعض الوقت أثناء التنفيذ عن طريق استخدام بعض المعالجات الخاصة للخرسانة للإسراع فى وصول الخرسانة لقوتها النهائية .

٧- خفض التكاليف الكلية للمنشأة عن طريق إنتاج المباني بالجملة ٠ فإن استخدام أساسيات الإنتاج بالجملة Mass Production يقلل من تكاليف الإنتاج حتى ولو كان هذا المنتج مرتفع التكاليف فإن مبدأ تكرار إنتاج الوحدات بالجملة ينتج عنه خفض في التكاليف ٠

٨- ضمان تنظيم تسلسل أعمال البناء التي تساعد على تنفيذ العمل في أقصر وقت وتحت إشراف دقيق ٠

٩- لا تحتاج إلى أعمال شدات في الموقع حيث يكون العمل فى الموقع لا يتعدى أعمال تجميع الوحدات الموردة من المصنع .

ب ـ عيوب تطبيق سبق التجهيز :

وبالرغم من المزايا العديدة لعمليات تصنيع المباني إلا أن هناك عيوباً يمكن ذكرها في الأتي :-

١ـ تحتاج إلى أعمال ميكنة كاملة مما قد يصعب توفيرها في بعض الدول ذات المستوي التكنولوجي المنخفض ٠

٢ـ تحتاج إلى عمالة مدربة تدريباً جيداً للعمل بالمصنع وإلى عمالة مدربة أو شبه مدربة لتجميع المكونات بالموقع٠

٣ـ تحتاج إلى أسطول نقل كبير مكون من عربات خاصة وأدوات رفع مثل الأوناش حتى يمكن ضمان نقل الوحدات بدون حدوث أي خسائر أو تلف لها ٠

٤ـ تحتاج إلى طرق جيدة تسمح بنقل المكونات من الخرسانة الثقيلة والكبيرة بالسهولة التي لا تعطل سير العمل ٠ وشبكة الطرق هذه قد تحد من استخدام بعض النظم داخل المدن الكبري أو المناطق البعيدة التي لا تتوفر فيها طرق جيده ٠

٥ـ تحد من عمليات المعاجلة المعمارية والتغير في عمل التكوينات من قبل المهندس المعماري ولهذا لا يتقبل هذه النظم الكثير من المهندسين بحجة أنه يحد من حرية التصميم ولا يعطي المعمارى الشخصية الفردية له فى أقامة افكار وإبداع أعمال معمارية قد يصعب تنفيذها بهذه الطرق وهذه يمكن معالجة بعض جوانبها ٠

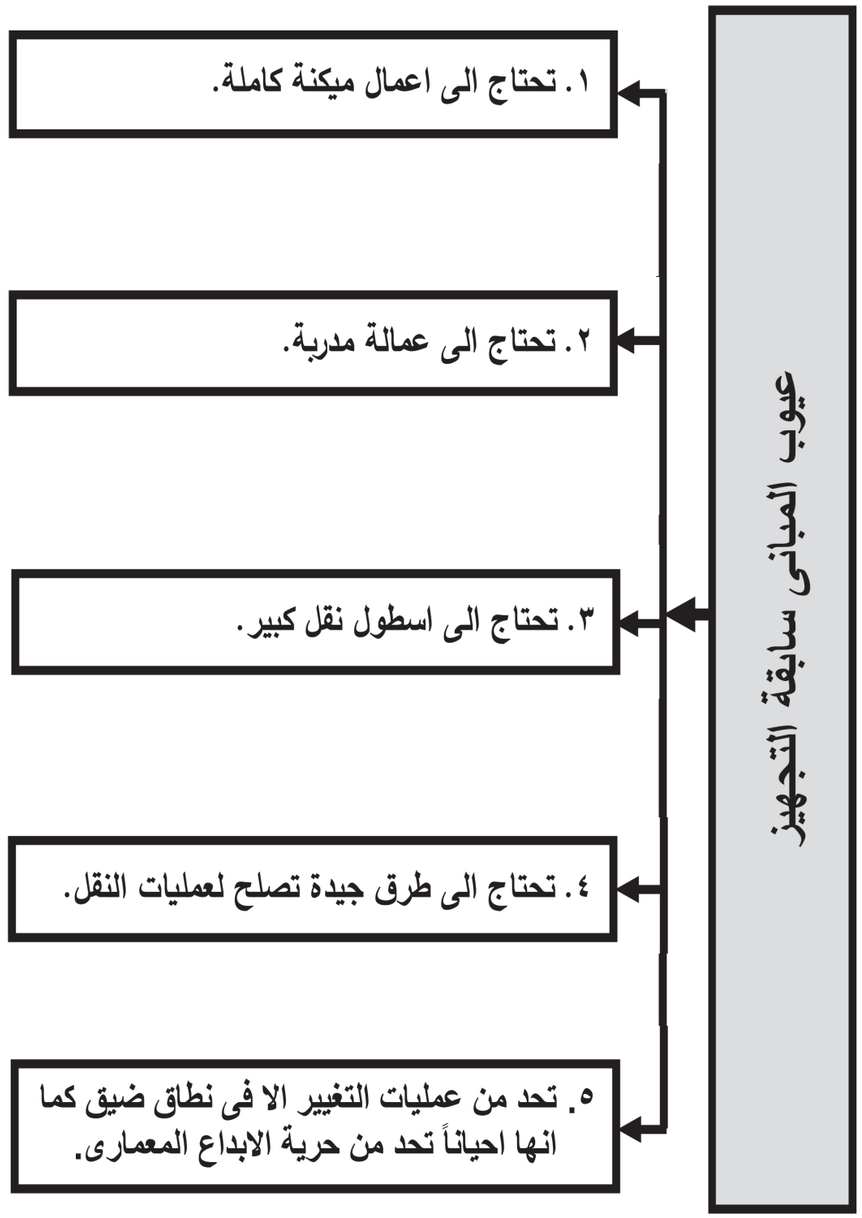
أولاً : طرق انتاج المبانى سابقة التجهيز :

أختلفت طرق انتاج المبانى سابقة التجهيز منذ بداية مراحل انتاجها بعد الحرب العالمية الثانية خاصة بعد أن فرضت الضرورة استخدام أسلوب الإنتاج بالجملة نتيجة للحاجة إلى انتاج أعداد كبيرة لتعويض النقص الحاد فى المبانى التى تم هدمها بعد الحرب فبدأ ظهور تطبيقات جديدة مثل ضرورة أستخدام أسلوب النظام المفتوح .

الذى يعتمد على التعاون بين عدة مصانع فيما بينها لإنتاج المبانى والذى يمكن معه أيضاً أن يتخصص بعض المصانع فى إنتاج الحوائط مثلاً ومصانع أخرى فى أنتاج الأسقف وانتشر استخدام هذا النظام فى بعض الدول الشيوعيه دون البلدان الأخرى التى فضلت استخدام النظام المغلق فى الإنتاج حيث يقوم المصنع بمسئولية كاملة فى انتاج كل أجزاء المبنى الإنشائية مثل انتاج شركات السيارات وأصبح هذا النظام هو السائد حيث يقوم كل مصنع بإنتاج الوحدات طبقاً للمديول والأبعاد الخاصة به وعلى المصممين والمهندسين الإلتزام بتلك الأبعاد وأن يكون التصميم مرناً لإستيعاب تلك الأبعاد والوحدات التى يقوم المصنع بإنتاجها مما ساعد على ابتعاد المهندسين وخاصة المعماريون منهم عن المبانى سابقة التجهيز إلى أن ظهر أسلوب مرونة الإنتاج بمعنى أن يكون انتاج المصنع مرناً بحيث يستوعب جميع الأفكار والتصميمات التى يقدمها المعمارى خاصة بعد التحول فى أسلوب الإنتاج كما يتم شرحه فى الآتى :

١ : أسلوب النظام المفتوح Open System

إن أسلوب سبق التجهيز يعني اساساً الاتجاه إلى سبق تصنيع المباني ٠ وتصنيع المباني يعني إنتاج أعداد وفيرة سابقة التجهيز في المصنع ثم تنقل إلى الموقع لتجميعها وفي الصناعة بوجه عام فإن عملية تكرار أي منتج في أي مرحلة من مراحل التصنيع بمعني



تكرار الحجم والشكل والعناصر المكونة لهذا المنتج ٠ يعتبر في حد ذاته إنتاجاً بالجملة Mass- Production

والإنتاج بالجملة هو طريقة منطقية لتنظيم العمليات الصناعية للحصول علي نموذج منخفض التكاليف وبإعداد كبيرة منه ٠ وهذا أيضاً ينطبق علي العمارة وصناعة المباني، فإن التكرار في المبني في كل جزء من مراحله ، يعتبر إنتاجاً بالجملة وينشأ في النهاية تخفيض لتكاليف البناء ٠

ولكي تصل العمارة إلى نظام الإنتاج بالجملة ، لا بد أن يكون هناك وحدات يمكن تكرارها ، وهذه الوحدات يجب أن تكون متشابهة ليسهل تطبيقها وصناعتها علي نطاق واسع ،ويطلق علي هذه الوحدات " الوحدات القياسية " Standard Unit وهو مصطلح يمكن استخدامه علي نطاق واسع في معظم الأبنية العامة٠ وهذا في حقيقة الأمر هو أساس فكرة أسلوب النظام المفتوح Open System ٠

والفكرة الأساسية من تطبيق النظام المفتوح هي إمكانية إجراء تبادل أو تغيير المكونات بين النظم المختلفة ٠ وهو المبدأ الذي قامت عليه فكرة سبق التجهيز Prefab، فإمكانية توحيد الأحجام والمقاييس المختلفة لكل أو لبعض أجزاء المبني بحيث تعطي إمكانية لنظام معين أن يستخدم بسهولة مكونات وعناصر نظام أخر وذلك لإعطاء التغيرات التي تتطلبها الحياة الإنسانية ٠

وهذا يبدو واضحاً في صناعة السيارات فهناك بعض الأجزاء الموحدة فيها مثل إطارات السيارات والبطاريات ووحدات الإضاءة وبعض القطع الأخرى مثل شموع الاحتراق ٠٠ الخ وأجزاء أخري يمكن تصنيعها واستعمالها في أنواع مختلفة من السيارات هذه الأجزاء الموحدة هي في حد ذاتها تعتمد في صناعتها على أسلوب النظام

المفتوح أما التشكيل الخارجى للسيارة فيخضع إلى نظام مغلق حيث تختص كل شركة فى موديلاتها

لذلك يهدف النظام المفتوح إلى إمكانية التغير والتبديل بين الوحدات أو أجزاء المباني بعضها مع بعض ، هو في حد ذاته الهدف الأساسي من سبق التجهيز بل أنه الحلم الذي ما زال يراود صناعة المباني بشكل عام ٠ وإن كان هذا أصبح غير ممكن على الإطلاق من الناحية العملية إلا في نطاق ضيق ويقتصر علي بعض أنواع التشطيبات دون الهيكل الإنشائي ، كما انه يمكن تطبيقة فى الواجهات من خلال استخدام وحدات للحوائط المعلقة Curtain Wall أو القواطيع الداخلية Partitions والأبواب والشبابيك الجاهزة ٠ أي جميع الأعمال التي تدخل في نطاق التشطيبات ٠ أما في الهيكل الإنشائي ، فإنه إلى الآن لا يوجد تعاون يذكر بين الشركات والنظم المختلفة لإنتاج نوعيات معينة يمكن معها حدوث تبادل بينها وبين ما ينتج فى مصنع آخر والمقصود هنا أن تتخصص بعض المصانع في إنتاج الأسقف علي سبيل المثال , ومصانع أخري تتخصص في إنتاج الحوائط، علي أن تتوافق أبعادها وطريقة تركيبها باستخدام الوحدات القياسية Standard Unite مع بعضها لتكوين المنشأ نهائي ٠ وهو جوهر وأسلوب النظام المفتوح ويتم تصنيع هذا النظام بحيث يمكن لمكوناته أن يتم إحداث تبادل أو تغير مع مكونات النظم الأخرى بمعنى أن أى طريقة تستخدم هذا الأسلوب تستعمل مديول ثابت تستعمله النظم الأخرى ، وبهذا يمكن أحداث تبادل وتغيير بين هذه الوحدات بعضها البعض .

قابلية التغيير والتبديل بين الوحدات بعضها البعض واردة وقد كان هذا الأسلوب فى أول الأمر هو الهدف الأساسى من إمكانية سبق التجهيز إلا أنه بالرغم من أنه نظرياً يعتبر

منطقياً إلا انه بالتجربة العملية أثبتت الظروف أن لايمكن تنفيذه لأسباب عديدة وأصبحت معظم شركات سبق التجهيز تتبع أسلوب النظام المغلق فلكل شركة مديولها وأبعادها الخاصة لوحداتها وأن كان بعضهم يستخدام المديول العالمى ١٠ سم فى أبعاد مكوناته إلا أنه بأسلوب التصنيع وإختلاف الوحدات فى سمك الحوائط أو ابعادها المختلفة يصعب عملية التوفيق بين تلك الوحدات والوحدات الأخرى .

وبالرغم من أن النظام المفتوح يعتبر نظرياً مقبولا ومنطقياً ،إلا انه حتى اليوم لا يجد التشجيع الكافي حتى فى باقى الصناعات وأتجهت معظم شركات سبق التجهيز إلى أسلوب النظام المغلق المقفولClosed System فلكل شركة موديولها وأبعادها الخاصة لعناصر وحداتها ٠

ومن أهم أساسيات النظام المفتوح هو إمكانية توحيد استخدام الموديول ومضاعفاته حتى يمكن اندماج بين نظام وآخر٠أو استبدال بعض أجزاء منشأ معين بأجزاء أخري من نظام آخر من مصنع آخر وفتح فرص لإمكانيات التغيير كأساس للإنتاج إلا أن المتغيرات التي يعطيها تكرار مديول ١٠ سم كثيرة مما ينتج عنه كم كبير من الوحدات المستخدمة المتنوعة الأبعاد ويصعب معها إجراء عملية التوفيق بين تلك الوحدات والوحدات الأخرى ٠

أ- مميزات النظام المفتوح :

* إمكانية التبادل بين النظم المختلفة بين انتاج مصنع وانتاج مصنع آخر .
* إمكانية الحصول علي متغيرات كثيرة مما يعطي حرية التصرف في تشكيل المباني والفراغات ٠
* يصلح هذا النظام لكل أنواع المباني إذا ما التزم باستخدام موديل ثابت ومعروف. يمكن تكراره وتبادله بين إنتاج مصنع ومصنع آخر .

ب - عيوب النظام المفتوح :

* صعوبة تطبيقه على نطاق أوسع لاختلاف الآراء والاتجاهات ٠

* وجود وصلات كثيرة ناتجة عن تجزئه الوحدات إلى وحدات صغيرة فى بعض الحالات وهذا يحتاج إلى عمالة مدربة في الموقع بالإضافة إلى زيادة الوقت في التنفيذ مما ينعكس علي التكلفة العامة للمبني ٠

* كثرة عدد الجهات والمصانع التي تنتج هذا النوع من الوحدات ٠فقد يتخصص أحد المصانع في إنتاج نوع أو أكثر من الوحدات ٠

* يحتاج إلى توحيد للموديول تلتزم به جميع المصانع حتى يتم عمل التبادل بين الوحدات المختلفة وهذه من الأمور الصعبه حتى فى معظم المنتجات الأخرى حيث ينفرد كل مصنع بالمنتج الخاص به .

٢- أسلوب النظام المغلق Closed System

فى هذا النظام يتم تصنيع وحدات المبانى سابقة التجهيز سواء اكانت وحدات طولية على النظام الهيكلى أو وحدات مستوية حوائط وأسقف أو النظام الصندوقى بطريقة خاصة بحيث تكون جميع هذه الوحدات غير قابلة للتبادل مع بعضها البعض أو التبادل مع الوحدات الأخرى من الطرق الأخرى بمعنى أن تصنيع الوحدات بطريقة منفصلة دون الفكير فى النظم الأخرى فلكل نظام طريقته فى التصميم والتنفيذ وبهذا فإن إمكانية حدوث تبادل أو تغيير عملية غير واردة .

وهذا يحتم أن يكون لكل طريقة وحدة مديول خاص بها وأيضاً التصميم المعمارى والإنشائى الخاص بها .

يعتبر النظام المغلق هو النظام السائد الاستعمال في تصنيع وسبق تجهيز المباني٠

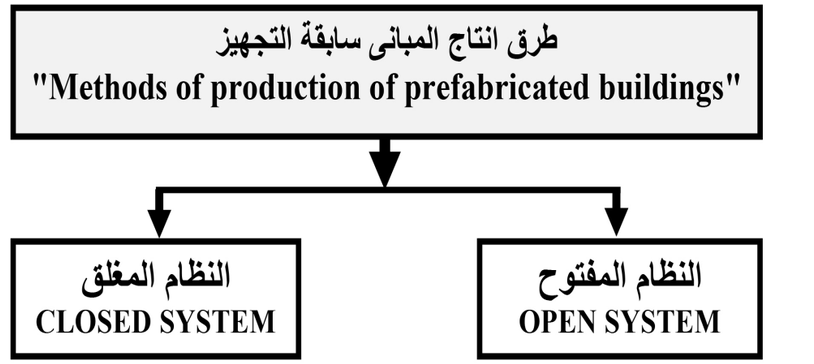
وبديهي أن يكون هذا النظام عكس النظام المفتوح Open System بينما يكون من الضروري توحيد الموديول ومضاعفاته في النظام المفتوح ليمكن تبادل الوحدات بين مختلف الأنظمة وضماناً لحدوث التوافق القياسي نجد أن النظام المغلق له مديوله الخاص به ووحداته القياسية الخاصة التي لا تصلح للتطبيق مع النظم الأخرى ٠

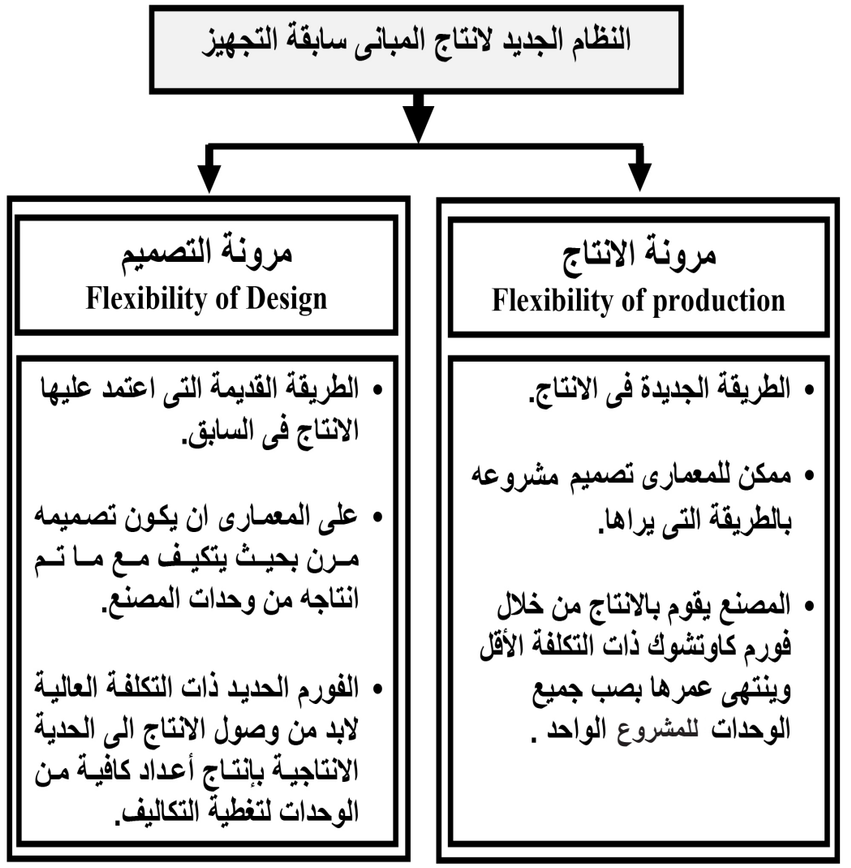
وبهذا يعتمد النظام المغلق علي طريقته الخاصة التي لا تقبل التبادل أو التوفيق مع النظم الأخرى ٠أي أن لكل مصنع الحرية في اختيار الموديول المناسب له ووحدته المتكررة بطريقة منفصلة تصبح بعدها إمكانية التبادل بين النظم المختلفة مستحيلة ٠

وكما ذكر من قبل أن النظام المغلق يعتبر هو النظام السائد في معظم الصناعات كما هو ايضاً النظام السائد فى طرق سبق التجهيز علي حد السواء في الدول الغربية أو الدول الاشتراكية ٠ وأن كان استخدام الموديول ١٠سم ،٤٠ بوصة مازال هو الموديول المشترك بين هذه الطرق إلا أنها لا تتوافق مع بعضها في استخدام مضاعفات المديول أو أن يكون هناك وحده مشتركة وبالتالي لا يمكن استخدام وحدات من نظام آخر٠

نجد هذا في معظم الصناعات الإنتاجية أيضاً، فعلي سبيل المثال تقوم صناعة السيارات علي نظام الإدارة الواحدة One Mangement في إنتاجية المنتج الواحد، ماعدا بعض الأجزاء التي يمكن استبدالها مع منتجات مصنع آخر ٠ والذي ينطبق علي صناعة السيارات ينطبق علي جميع المنتجات الأخرى نظام الإدارة الواحدة للمنتج الواحد، وهو في حقيقة الأمر أنجح الاتجاهات الصناعية ٠

وفي المباني السابقة التجهيز ، نجد أن معظم الطرق المختلفة تتبع النظام المغلق وإن كانت تسمح ببعض التغيرات وتسمح كذلك باستخدام بعض الوحدات سابقة التجهيز من نظم أخري ولكن في نطاق ضيق ومحدودة .





أ- مميزات النظام المغلق

التحكم في تصنيع المباني، فالمنتج يخضع إلى رقابة إدارية واحدة لإنتاج منتج متكامل٠ وهذا يتم في معظم الصناعات، فالمصنع الواحد يمكنه إنتاج نسبة عالية من مكونات الوحدة السكنية وأحياناً يتم تصنيع الوحدة السكنية بالكامل فيه ٠

ب - عيوب النظام المغلق

* يحتاج إلى وحدة موديولية خاصة به مما قد يقيد حرية المهندس في اختيار التصميم الخاص به ويفرض على المصمم استخدام أبعاد ووحدات التى ينتجها المصنع ٠
* صعوبة إمكانية التبادل بين النظم المختلفة نظراً لتعدد استخدام كل مصنع مديوله الخاص

٣- مرونة التصميم Flexbility of Design

وهى ترتبط بأن يقوم كل معمارى بالإلتزام بمديول معين خاص بالمديول الخاص بالمصنع المنتج لوحدات سابقة التجهيز وعلى المعمارى أن يلـــتزم و يكيف التصميم الخاص به بما ينتجه المصنع وأن يكون التصميم مرناً طبقاً لما هو متاح فى مصنع معين حتى يمكن انتاج الوحدات المناسبة واستعمالها فى التصميم المقترح ، فرض هذا الاتجاه على المعمارى وذلك نتيجة لأن الفورم الصلب التى صممت بها الوحدات كانت تتكلف مبالغ باهظة وهو مايفرض على الشركة الإلتزام بإنتاج أعداد معينة لتغطية تكلفة هذه الفورمة وتطبيق الحدية الانتاجية لهذا لابد على المعمارى الإلتزام بمقاسات وإنتاجية المصنع مع عمل التغيرات فى حدود أقل مايمكن معه ولابد من الإلتزام بأسلوب الإنتاج الموجود بالمصنع .

على سبيل مصنع ينتج حوائط بمقاسات م٣,٦٠ ٣,٦٠xم وحوائط ٠,٩٠x٠,٩٠م
١,٢٠ x ٢٠م بإرتفاع معين على المعمارى ان يستخدم هذه الوحدات مع الإلتزام بالمديول المحدد لإقامة المنشأ الذى صممه .

وهذا مما أدى إلى أبتعاد المعمارين عن تطبيق نظم سبق التجهيز التى تحد من إبداعهم حينما يفرض عليه تطبيق واستعمال هذه الوحدات والناتج لايكون فى صالح المعمارى .

مميزات مرونة التصميم Flexbility of Design

* استخدام وحدات مديولية قياسية لإمكانية تطبيقه .
* التصميم مرن بحيث يمكن أن يتقبل استخدام الوحدات المنتجة من المصانع .

ب ـ عيوب مرونة التصميم

* طريقة مقيدة للمعمارى حيث يفرض عليه استعمال إنتاج وحدات المصانع كما هى دون تغيير وعلى المعمارى أن يكيف التصميم ليقابل ما تنتجه هذه المصانع مما قد يتنافى مع حرية الإبداع المعمارى .
* العملية المعمارية عملية إبداعية فردية والإتجاه إلى استخدام أسلوب الإنتاج بالجملة وعملية التكرار ليست من طبيعة المعمارى لهذا رفض معظم المعمارين ذلك الإتجاه مع رفض ما تنتجه هذه المصانع .

٤ـ مرونة الإنتاج Flexbility of Production :

اتجهت إليه معظم المصانع خوفاً من التوقف عن الإنتاج فقد حدث بعد الحرب العالمية الثانية حينما كانت الحاجة لإنتاج أعداد كبيرة من الوحدات وذلك لتعويض كميات المبانى الناتجة عن هدمها نتيجة للحرب العالمية الثانية لم يكن هناك وقت لإستعمال طرق بطيئة ، هناك آلاف الأسر مشردة ومبانى كثيرة هدمت لهذا كانت هذه المصانع

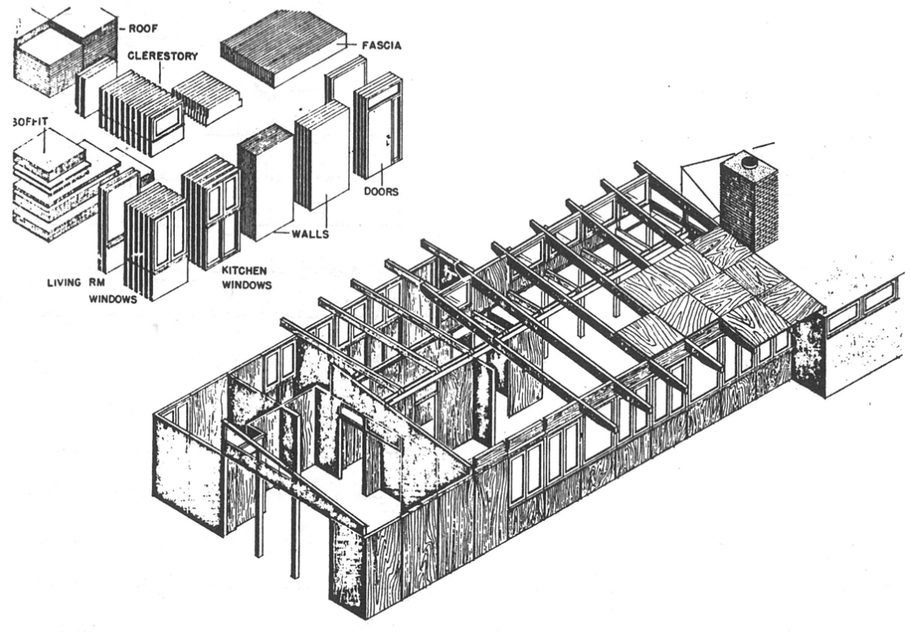
تعمل بكامل طاقتها لتعويض هذا الكم المطلوب وبعد انتهاء الحرب أصبح الحاجة إلى إنتاج أعداد كبيرة فى أوروبا ليست ضرورية واتجه الأفراد إلى بناء وحداتهم دون الحاجة إلى اللجوء للمصانع لذلك بدأ التفكير بأن تقوم هذه المصانع بتطوير نفسها لعملية الإستمرار بانتاج وحدات تغطى حاجة العمل ومتطلبات المهندس المعمارى أو المهندس المصمم ففى الماضى كان الإنتاج يعتمد على انتاج الفورم الحديدية أو الصلب لإنتاج الحوائط والأسقف وكان هذا مكلفاً فى انتاج هذه الفورم (الأسطمبة) لذلك كان لابد من تحقيق الحدية الإنتاجية وهو انتاج أعداد كثيرة من الوحدات على نفس الفورمة لتغطية تكلفتها أو توزيع تكلفة الأسطمبة (الفورم) باهظة التكاليف على انتاج الوحدات ولهذا اتجهت الشركات إلى التفكير فى انتاج فورمة (أسطمبة) من الكاوتشوك والتى تسمح بإنتاج الأعداد المطلوبة بكميات محدودة ثم يتم التخلص منها ، ودعت الشركات جميع المعمارين إلى تصميم المبانى بالطريقة التى يرغبونها ويقوم المصنع بتصنيع الفورم الكاوتشوك لإنتاج المبانى بهذا العدد المحدود من الوحدات بتكلفة معقولة .

أ- مميزات مرونة الإنتاج :

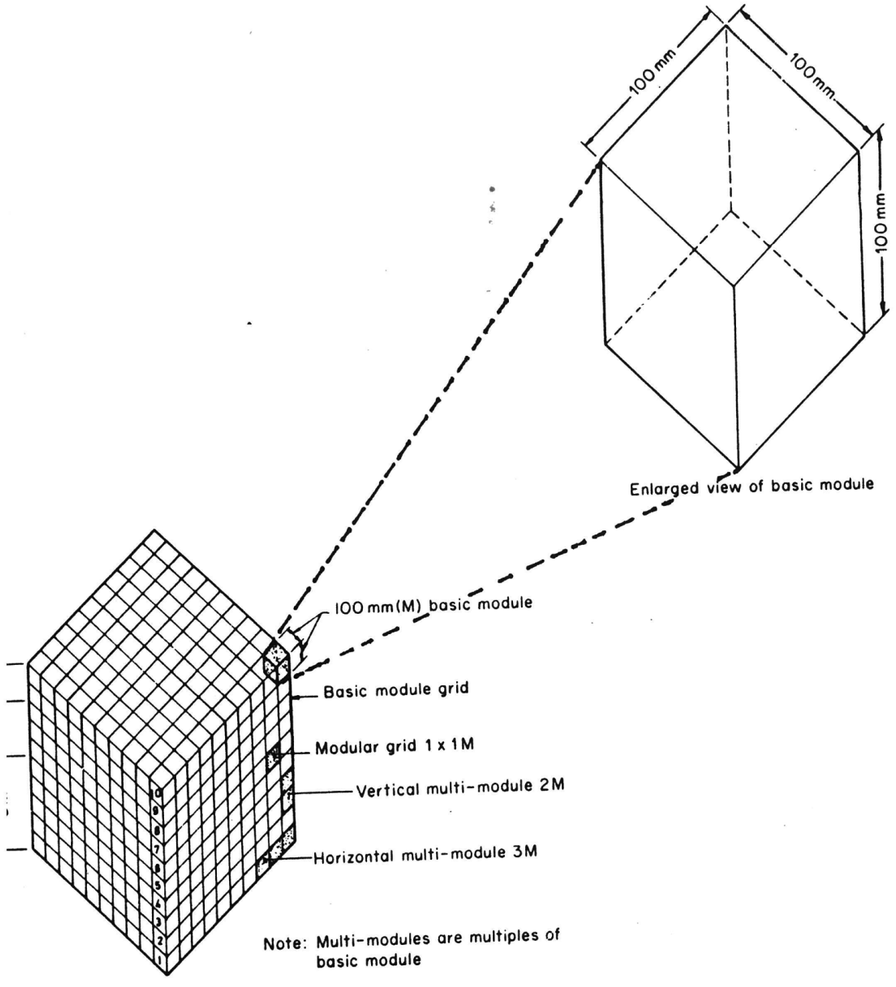
* تعطى الحرية للمعمارين فى تصميم المبنى كما يراه فكره وابداعه والشركة تقوم بدراسة ذلك وتنفيذ الفورم المناسبة ويكون دور العملية الإنتاجية هى الأسراع فى تنفيذ تلك الوحدات .
* استخدام وحدات الفورم من الكاوتشوك يتم تشكيلها بطريقة أوضح وأرخص .
* وجود متغيرات كثيرة دون خوف من قيود العملية الإنتاجية .

ب ـ عيوب مرونة الإنتاج :

* تحتاج إلى عدد معين للتصنيع لتغطية تكاليف الفورم الكاوتشوك ولكنها أقل من الفورم الحديدية .
* يدخل المعمارى فى دوامة الإنتاج الصناعى ويلتزم بقدر معين من القيود.



استخدام وحدات سابقة التجهيز يمكن أن تصنع على طريقة النظام المفتوح



الوحدة المديولية الأساسية وهي ١٠سم ومضاعفاتها على الشبكة الفراغية

ثانياً : الموديول Module

في كل أمور الحياة اليومية نجد أننا نستخدم وحدة للقياس ، يمكن تكرارها واستخدامها لقياس مختلف الأشياء من حولنا ٠وهذه الوحدة القياسية يطلق عليها اسم موديول Module ٠

وبوضوح يمكن أن نري هذه الوحدة من خلال قياس الزمن علي سبيل المثال ، فالساعة كوحدة تكرارية يمكن قياس الأوقات في اليوم الواحد ٠ وكذلك اليوم هو وحدة قياس تكرارية زمنية لتحديد الأسابيع والشهور ٠ والشهر وحدة قياسية تكرارية زمنية أكبر مضاعفة للوحدة اليومية أو الساعة كوحدة مصغرة لقياس الزمن وهكذا نجد أنه من الضروري وجود وحدة قياسية ، وبمضعفاتها يمكن قياس الأعمال والأزمان وتسيير أمور الحياة من حولنا ٠

ويمكن القول بأن كل نوع من أنواع الأنشطة في حياتنا تحتاج إلى وحدة قياس Common Measure هذه الوحدة تكون أما لقياس الأحجام والأوزان والأزمان أو المسافات كالمتر المكعب أو الكيلو جرام أو الميل ٠وبالرغم من اختلاف نوعية تلك الوحدة القياسية ، إلا أنها دائماً ترتبط ارتباطا وثيقاً بالطاقة الإنسانية والإمكانية الجسمانيــة والعقلية ٠

ففي قديم الزمان – علي سبيل المثال – كانت المسافة بين مسكن الإنسان وحقله تقاس بالمسافة التي يمكن أن يقطعها سيراً على الأقدام ٠ وكذلك المسافة بين المسكن والسوق وهكذا والتي كانت في ذلك الوقت تعتبر قصيرة نسبياً، لأنها ترتبط بمقدرة وطاقة الإنسان علي السير٠

ومع ظهور السيارة والآلات الحديثة، نجد أن المسافات قد اتسعت وأصبحت تقاس بالمسافة التي يمكن أن تقطعها السيارة في وقت معين وليكن القياس بالساعة ٠

والإنسان في كل العصور يحتاج إلى وحدة قياسية ، ليس فقط ليشعر بحجم الأعمال من حوله ولكن أيضاً ليشعر بالطبيعة التي تحيط به بالمقارنة بحجمه وإمكانياته الجسمانية والعقلية ٠

ومن أبسط طرق القياس التى استخدمها الإنسان هي استخدامه لبعض أجزاء من جسمه كوحدة قياسية مثل الذراع والقدم والشبر (بإستخدام يده) وهكذا٠

وفي العمارة نجد أنه علي مر التاريخ لم تكن فكرة استخدام وحدات نمطية للقياس بالفكرة الجديدة ، فقد استخدمت الوحـــدات النمطية التكرارية (الموديول) في الحضارات القديمة ففي العمارة المصرية القديمة ، والإغريقية، والرومانية ، وحتى عصرنا الحالي كان الموديول يستخدم أما علي شكل وحدات هندسية تكرارية أو علاقات رياضية معينة. فاستخدم المعماري هذا الأسلوب للقياس وأيضاً للتكرار بمعني استخدام وحدة معينة يكررها في المسقط الأفقي والواجهة والقطاع ٠ واستخدم وحدات نمطية يمكن تكرارها في العمل المعماري .

يخضع لعدة شروط ومتطلبات ٠ يمكن ذكر الأسس التي تحدد منها اختيار الموديول أو اختيار وحدة نمطية للقياس في الشروط الآتية :

* البرنامج الموضوع ونوع التصميم ٠
* الغرض من المبني (الغرض الوظيفي مبنى سكنى، مبني مكاتب، مبانى تجارية أو خدمات ٠٠٠ الخ)

* نوع الإنشاء المستخدم ٠ فلكل نوع من الإنشاءات إمكانيات معينة من ناحية البحور والمسافات بين الأعمدة والحوائط ٠
* نوع الأثاث المستخدم داخل المبني ٠
* قوانين المرور والطرق التي تتحكم في حركة النقل ٠
* قوانين البناء الموضوعة والتي تتحكم في العروض وأحجام وارتفاعات المباني طبقاً للنظام والقوانين السائدة فى منطقة معينة ٠

١ـ الموديول الأولي (الأساس) Basic Module

ترجع كلمة موديول Module إلى الكلمة اليونانية القديمة Modulus وتعنى بالإنجليزية (بعد صغير)أو وحدة قياس صغيرة ،وحرفت إلى كلمة موديول Module ومازالت تستخدم حتى الآن في المباني العادية في التصميم المعماري في صورة موديول تصميمي وفي المباني سابقة التصنيع أما كموديول موفق أو ثلاثي الأبعاد (فراغي) كما سنري فيما بعد ٠

ولقد تطور استخدام الموديول الأساسي Basic Module بواسطة الحكومات والهيئات المختلفة في الدول الغربية والشرقية وتم الاتفاق عالمياً علي استخدام الموديول الأساسي ١٠سم للدول التي تستعمل المتر كوحدة قياس ، والموديول ٤ بوصة للدول التي تستعمل البوصة كوحدة قياس ، وبمضاعفات ذلك الموديول يمكن تشكيل جميع الفراغات المعمارية ٠

وهناك اختلاف بسيط بين استخدام ١٠سم ،٤ بوصة فالواقع أن الموديول ١٠سم يساوي تقريباً ٣,٩٤ من البوصة وليس ٤ بوصة تماماً ولذلك سوف يكون هناك فارق بسيط وهذا بطبيعة الحال يقف عائقاً في تطبيق هذين الموديولين عند استخدام احدي المكونات سابقة التجهيز أو أى أعمال بين تلك البلدان وبعضها٠

وهناك نقطتان رئيسيتان تتحكمان في اختيار الوحدة الأساسية:

أ- الموديول يجب أن يكون صغيراً بالقدر الكافي الذي يتيح عمل التغيرات اللازمة عند عملية التكرار ٠

ب- الموديول يجب أن يكون كبيراً بقدر الإمكان لتفادي حدوث صعوبة في التصميم ٠

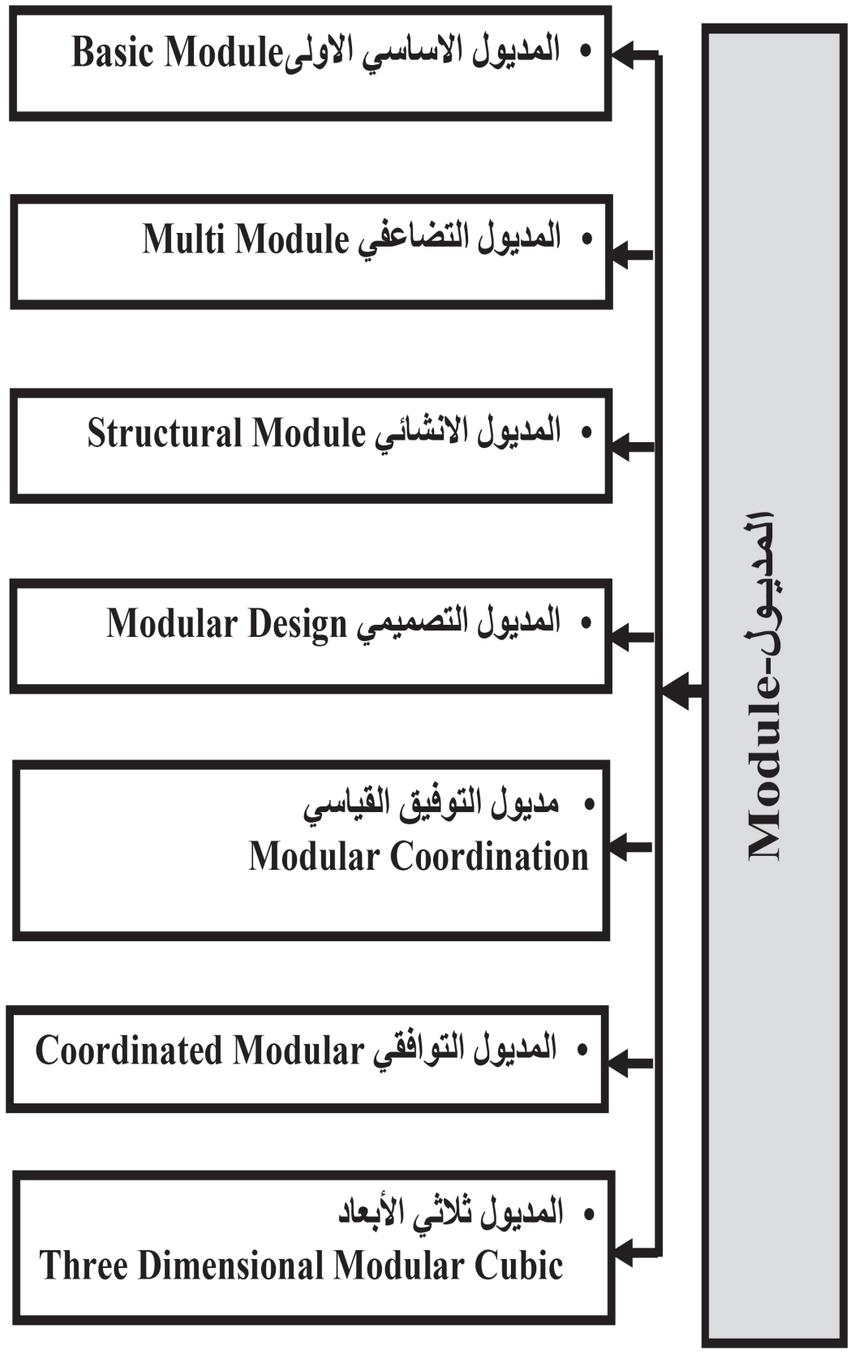
وهاتان الحالتان من الأهمية ألكبري بحيث أن يؤخذا في الإعتبار عند تحديد الوحدة الموديولية الأساسية ٠ والجدول الآتي يبين الفرق بين نظام البوصة والنظام المتري في تحديد مقاس الموديول الأساسي :

٢ـ الموديول التضاعفي Multi Module

الموديول بالنظام المتري	١٠	٢٠	٣٠	٤٠	٥٠
الموديول المساوي بالبوصة	٣.٩٤	٧.٨٧	١١.٧٥	١٥.٧٥	١٩.٦٩
الموديول التقريبي بالبوصة	٤	٨	١٢	١٦	٢٠

الموديول التضاعفي عبارة عن مضاعفات وتكرار الوحدة الموديولية الأساسية Basic Module الذي هو أما ١٠ سم ، أو ٤ بوصة ويمكن استخدام الموديول التضاعفي كوحدة أساسية تكرارية٠

فعلي سبيل المثال ، إذا كانت الوحدة الأساسية الموديولية ١٠سم فإن الموديول التضاعفي يمكن أن يكون ٣٠سم ـ ٦٠ سم ـ ٩٠ سم ـ ١٨٠ سم ـ ٢٧٠ سم ـ ٣٦٠ سم وهكذا يمكن أن يكون هو نفسه وحدة تكرارية جديدة أكبر من الوحدة الموديولية الصغيرة ٠



٣- المديول الإنشائي Structural Module

يعتبر المديول الإنشائي كوحدة تكرارية إنشائية من أهم الوحدات المتكررة المستخدمة في أعمال التنفيذ٠ فمن خلاله يمكن توقيع العناصر الإنشائية كالأعمدة والقواعد الإنشائية للأساسات والكمرات والحوائط وغيرها٠

ويتحدد المديول الإنشائي طبقاً لإمكانيات مواد البناء والطريقة المستخدمة في الإنشاء فلكل طريقة إنشائية المديول الإنشائي الذي يتناسب معها ويحقق الكفاءة والسهولة في التنفيذ ٠ والمديول الإنشائي يحدد أيضاً أماكن وجود فواصل التمدد والهبوط والوصلات المختلفة للمواد ٠ واستخداماته عديدة أثناء التنفيذ٠

أي أنه يمكن القول بأن الشبكة المديولية الإنشائية تستخدم في مرحلة التصميم المعماري، أيضاً كدليل وإرشاد للتوافق بين المسقط الأفقي للتصميم والإنشاء المقترح وذلك لتحديد اتساع البحور واماكن الأعمدة والحوائط وكافة العناصر الإنشائية الأخرى ٠

٤- المديول التصميمي Modular Design

يستخدم المديول التصميمى في معظم التصميمات المختلفة لأنواع كثيرة من المباني، ولقد نما استخدام هذا المديول من احتياجات استخدام الفراغات بالإضافة إلى تسهيل أعمال التنفيذ للإنشاءات المختلفة ، وساعد في انتشار هذا المديول المرونة الناتجة عنه في تشكيل الفراغات داخل المبني ٠

وليس بالضرورة استخدام موديول تصميمي واحد لجميع أنواع المباني ، بل يمكن أن يكون لكل مبني موديوله التصميمى الخاص ، مادامت عمليات التنفيذ تقام بطرق تقليدية وأن الإنتاج بالجملة وتكرار الوحدات غير مطبقة ٠

ويمكن أن يتغير المديول تبعاً للتصميم والاحتياجات المختلفة لكل فراغ، إلا أنه لا بد

وأن يكون هناك قواعد عامة أو أساسيات يمكن من خلالها توحيد الموديول الأساسي ، والوحدة التكرارية التي من تكرارها تحدث المضاعفات المختلفة ٠

ويمكن أن تكون الوحدة الموديولية هي عرض دورة المياه أو مساوية لفتحات الأبواب التي غالباً ما تكون تقريباً ٠,٩٠م ويمكن علي أساسها عمل المضاعفات التكرارية التي تختلف باختلاف التصميم المطلوب ٠

٠,٦٠ ٠,٩٠ ١,٢٠ ـ ١,٨٠ـ ٢,٤٠ـ ٢,٧٠ ـ ٣,٦٠ ٠٠٠٠ الخ

أصبح استخدام الموديول في التصميم مألوفاً ومقبولاً وأصبح أساسياً عند التصميم حيث يبدأ المهندس عمل الشبكة الموديولية ثم يبدأ في رسم وتصميم المبني وتشكيل الفراغات الداخلية المختلفة على أساس تلك الشبكة ٠

وباختصار يمكن القول أن مديول التصميم مبني أساساً ،علي استخدام وحدة موديولية قياسية تكرارية ، ويكون الهدف من ذلك هو تبسيط الرسومات التنفيذية للمبني، وبالإضافة إلى تبسيط أعمال التنفيذ، وهو لا يحد من حرية المهندس في التصميم إذا ما أستخدم استخداما جيداً .

٥ـ التوفيق القياسي Modular Coordination

التوفيق القياسي في المباني سابقة التجهيز هو الطريقة التي يمكن فيها تجميع مكونات الوحدات اللازم تركيبها ، بطريقة تتوافق مع بعضها البعض ، وبدون أي تكسير أو تقطيع في الوحدات في الموقع حتى تتواءم مع بعضها ٠ فالطرق التقليدية في أعمال التنفيذ في البناء والتي لا تستخدم مبدأ التوفيق القياسي ينتج عنها هالك كبير في المواد الإنشائية المستخدمة ٠ مما يعتبر خسارة كبيرة ،خاصة عندما تكون الوحدات اللازم تركيبها غير متوافقة في الأبعاد مع بعضها فإنها تحتاج إلى إعادة القياس ثم

التقطيع والتكسير لتصل إلى المقاس المناسب للمكان الذي ستوضع فيه ٠وهذا يعتبر خسارة ليس من ناحية هالك المواد فقط وإنما تبديد للوقت ولجهود العمالة داخل الموقع ٠

٦ـ الموديول التوافقي Coordinated Module

يرجع استخدام الموديول التوافقي (الأبعاد التوافقية) إلى عام ١٩٢١ عندما ابتدأها Albert Farwall في كتابة Evolving House الجزء الثالث ، والذي نشر عام ١٩٣٦ وفيه ناقش استخدام الوحدات الموديولية التوافقية ، وأكد علي أن كل مكونات المباني ، تتكون من مضاعفات وحدة موديولية ونتيجة لــذلك يمكن تجميع تلك الوحدات مع بعضها ٠

واقتراح Frawall بعدين اثنين ليكونا أساس الموديول هما ٣ بوصة و ٤ بوصة والأول له علاقة بالمكونات الحجرية ، والثاني له علاقة بالمكونات الخشبية ، ويكون كقاعدة للتصميم والإنشاء ، وفيها تنسب كل الأبعاد إلى الشبكة الموديولية المختارة ٠

ويعتبر الموديول التوافقي وحده قياسية تكرارية كأي موديول ولكنه أكثر تعقيداً من الموديول التصميم ٠ والغرض الأساسي من استخدام الموديول التوافقي هو التوافق بين الأبعاد Coordination وبالتالي التوافق بين وحدات المبني مع بعضها البعض ومع المباني الأخرى أيضاً ٠

والموديول التوافقي هو أحد أساسيات المباني سابقة التجهيز ٠ حيث استخدم الموديول التوافقي في الأصل من أجل تصميم وتسهيل تركيب الوحدات والمكونات المختلفة السابقة التجهيز ، وبأقل ما يمكن من تعديلات في الموقع ٠ وهو بذلك يشكل أهمية كبري كسبق التجهيز وخاصة كلما ازداد عدد الوحدات فيه وصغر حجمها عندئذ يلزم عمل توافق قياسي بين الأبعاد وبعضها ٠

والموديول التوافقي يضمن لجميع الوحدات السابق تجهيزها في غير مكان تنفيذ المبني وإقامته أن تتطابق مع بعضها عند التنفيذ بدون مشاكل تذكر٠ وبالرغم من أن الموديول التوافقي يعتبر هاماً جداً في المباني سابقة التجهيز ، كنوع من السيطرة على أبعاد المكونات المراد توفيقها في الموقع ، إلا أنه ذو أهمية كبري أيضاً في المباني التقليدية في جميع مكوناتها ٠ فعلى سبيل المثال استعمال الطوب والأحجار في بناء الحوائط من وحدات صغيرة سابقة التجهيز وتشكيلها وهو أحد تطبيقات الموديول التوافقي ٠ في هذه الحالة يقوم عامل البناء في الموقع بعمل التوافق اللازم بين أبعاد الطوب أو الحجر مع بعضه ٠ فيقوم بعمليات تكسير وتقطيع الوحدات وهذا قد يكون معقولاً ومقبولاً إلى حد ما ، بالنسبة لوحدات صغيرة مثل الحجر والطوب فى المبانى التقليدية إلا أنه يصعب عمل هذا في الوحدات الخرسانية الكبيرة السابقة التجهيز وكلما تجزأت وصغرت وحدات المباني وأصبحت وحداتها صغيرة، كلما احتاجت إلى دقة فائقة في تركيبها مع بعضها وازدادت أهمية التوفيق القياسي بين الأبعاد ٠

ويتوقف اختيار الموديول التوافقي علي الآتي :

* نوع المنشأ المطلوب تنفيذه ٠
* حجم وعدد الوحدات المكونة للمبني ٠ والمعروف أنه كلما صغرت الوحدات كلما لزم اختيار موديول أصغر ٠
* النظام الموديولي المتبع في مكان التنفيذ هل هو نظام متري (١٠سم) أم نظام انجليزي (بوصة)٠

ويمكن تلخيص مميزات الموديول التوافقي من مختلف وجهات النظر المختلفة فى الآتى:

أ - من وجهة نظر التصميم : design Aspect

يكون التصميم المعماري باستخدام الموديول التوافقي متميزاً بالبساطة في الرسومات التنفيذية وهذا يحقق توفير وقت الرسم والتنفيذ وفي استيعاب المضمون ٠

ب - من وجهة نظر التصنيع : Manufacturing Aspect

من خلال مفهوم الموديول التوافقي المستخدم في عمليات التصنيع، يمكن الحصول علي أكثر من هدف ٠توفير الوقت عن طريق تقليل المتغيرات، قوائم الجرد، Inventories(المخزون) وتبسيط الرسومات، بالإضافة إلى تحسين الإشراف علي الجودة Quality Control وأهم النقاط علي الإطلاق ، توفير فاقد المواد بتقليل الأخطاء في التصنيع ٠

جـ - من وجهة نظر الإنشاء Construction Aspect

يمكن تقليل فاقد المواد والهالك منها بتوحيد وتوافق الأبعاد بالإضافة إلى تبسيط عمليات الإنشاء عن طريق تكرار وحدات نمطية متوافقة ٠

٧ـ الموديول ثلاثي الأبعاد (الصندوقي) :

Three Dimentional Module (Cubic Module)

الموديول ثلاثي الأبعاد أو الموديول الصندوقي (الموديول الفراغي) ليس له قواعد مستقلة عن كلا الموديولين التصميمي والتوافقي لأن كلا منهما يمكن أن يكون ثلاثي الأبعاد ،

خاصة إذا أخذ في الإعتبار البعد الأفقي للمسقط والرأسي للواجهة والقطاع فيتكون الشكل الفراغي لكل موديول ٠وذلك لأن العمارة تتعامل في الواقع مع فراغ ٠ وكل فراغ له أبعاد ثلاثية أي لكل موديول في العمارة ثلاثة أبعاد لازمة ليتكون منه فراغ معماري ٠

ولقد ظهرت أهمية استخدام الموديول الثلاثى الأبعاد ممثلاً قى استخدام النظام الصندوقي الفراغي ووحداته النمطية ، مع ظهور الوحدات الصندوقية ، كأسلوب متميز للمباني سابقة التجهيز ٠ لهذا كان للموديول الفراغـي مديولاً مستقلاً لأنه يعني نظاماً مستقلاً في حد ذاته وهذا ما سوف يتم مناقشته في المباني الصندوقية Box System ٠

والموديول الثلاثي أو الفراغي هو جوهرياً وحده ثلاثية الأبعاد٠ وهذه الوحدة يتم تكرارها بحد أدني من التغيرات لبناء التكوين النهائي للمبني أو مجموعة المباني المرتبطة مع بعضها ٠

تتراوح الأبعاد في هذا الموديول من حجم الوحدة الصغيرة(وحدة صندوقية صغيرة) لاتحتوي علي فراغ مستقل مثل الطوبة كوحدة صندقية مصمته ، إلى الوحدة التي تحتوي علي فراغ مستقل لغرفة إلى فراغ يحتوي علي أكثر من غرفة إلى الوحدة السكنية بالكامل وكل هذا يمكن أن يتكون من مضاعفات وحدة صغيرة قوامها ١٠ سم ٠

ويتوقف اختيار الموديول الفراغي علي المتغيرات الأساسية التالية :

* نوع التصميم المطلوب تنفيذه وإمكانية تكرار الوحدة الصندوقية لتكوين الفراغات المختلفة ٠
* نوع المواد المستخدمة في الإنشاء ٠ (خرسانة ـ حديد ـ خشب ...الخ) .
* القوانين التي تتحكم في المرور والنقل والطرق في تحديد عرض وطول وارتفاع المديول ٠عند نقلة من مكان إلى مكان آخر (مثلاً الولايات المتحدة تسمح بنقل وحدات مديولية صندوقية بعرض ٣,٦٠ وأوربا وبريطانيا ٢,٧٠ ، ٢٥٠)
* إمكانية النقل من ناحية الوزن والحجم طبقاً لطاقة سيارات النقل ٠
* قوانين البناء الموضوعة للدولة أو المنطقة المراد فيها إقامة المبنى ٠

٨ـ التبسيط Simplification :

هو أحدى أشكال التوحيد القياسى ويتكون من تقليل reduction فى إعداد وأنواع المنتج الواحد من خلال أبعاد معينه أو حدود معينة إلى أعداد تكون مناسبة لتقابل الاحتياجات أو المتطلبات المختلفة فى الوقت المطلوب .

٩ـ الوحدات القياسية Standard Units

الوحدات القياسية هى النتيجة الطبيعية لعملية التوحيد القياسى بمعنى أنه هو الناتج عن عملية التوحيد فى الإنتاج وتتكون الوحدة الواحدة هى الوحدة التكرارية القياسية Standard التى يتم تكرارها بعد ذلك ويمكن أن يأخذ الأشكال الآتية :

١ـ المرجع الذى يمكن أن يحتوى على عدة حالات يمكن أن يحتويها .

٢ـ وحدات مرجع على سبيل المثال بالكيلو جرام .

٣ـ أن يكون على سبيل المثال الكيلو جرام كوحدة عالمية للمقارنة .

التوحيد القياس Standardization

التعريف البسيط لكلمة التوحيد القياسى هو العمليات لجزء من منتج يصنع بطريقة أو بأخرى بحيث يكون فى انتاج متشابه ليمكن عمل تبادل بينه وبين الوحدات الأخرى .

وهى إمكانية التبادل بين الوحدات المنتجة و يتم ذلك من خلال عملية توحيد قياسى للوحدات مع الأخذ فى الإعتبار أن هذا يتبع خواص المنتج ونوعه وليست عمليات المقاسات فقط ولا بد من دراسة تقنية انتاج الوحدات من ناحية الدقة اللازمة للتأكد من درجة المتطلبات للمنفعة التبادلية .

وهى أحدى العمليات لتطبيق قوانين معينة لنشاط معين من أجل الفائدة . مؤسس على قواعد علمية تكنولوجية وتجارب تحدد القواعد وهناك عدة طرق لتطبيق التوحيد القياسى.

١ـ وحدات قياسية Standard Units

٢ـ رمز أو مستصلح يستخدم .

ثالثاً : الانتاج بالجملة mass Production

عملية تكرار أى منتج صناعى فى أى مرحلة من مراحل التصنيع بمعنى تكرار الحجم والشكل والعناصر المكونة لهذا المنتج يعتبر فى حد ذاته انتاج بالجملة كذلك يدخل ضمن هذا التعريف إنتاج كميات كبيرة من هذا المنتج حيث يكون الهدف الأساسى من ذلك هو تقليل التكاليف الكلية للمنتج وهذا بطبيعة الحال ينطبق على معظم المنتجات الصناعية وكلما زاد إنتاج هذا المنتج وزادت عملية التكرار كلما كان هناك وفر فى التكاليف وانخفاض فى سعر المنتج حيث ينتج عن انخفاض السعر زيادة فى إقبال الناس على شراؤها وبالتالى زيادة فى التوزيع حيث يفتح أسواق عديدة فى مختلف البلدان .

الانتاج بالجملة هو طريقة لتنظيم العمليات الصناعية أو التسلسل الصناعى للحصول على أعلى انتاج لتقليل التكاليف الكلية للمنتج وينطبق هذا على المنتج مثل ماينطبق على العمارة فعملية التكرار فى الإنتاج للمبنى أو فى أجزاء منه ككل أو تكرار الوحدات المكونه له وإنتاج كميات تكرارية متشابه تكون النتيجة تخفيض فى التكاليف . ويعتمد الإنتاج بالجملة على تطور تجميع تلك الأجزاء التى تنتج بالجملة .

والإنتاج بالجملة أسس على فكرتين أساسيتين :

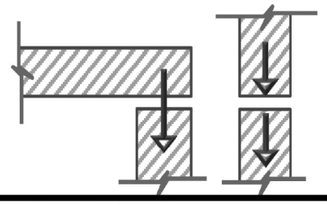
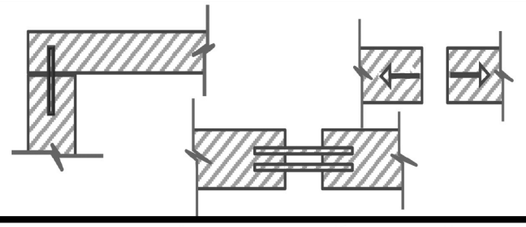
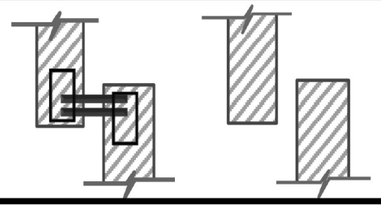
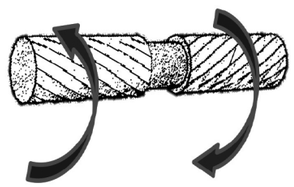
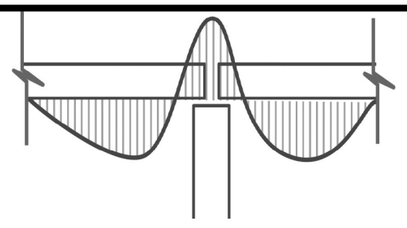
١ـ تقسيم وتخصيص للعمالة لإنتاج وحدات قياسية تكرارية .

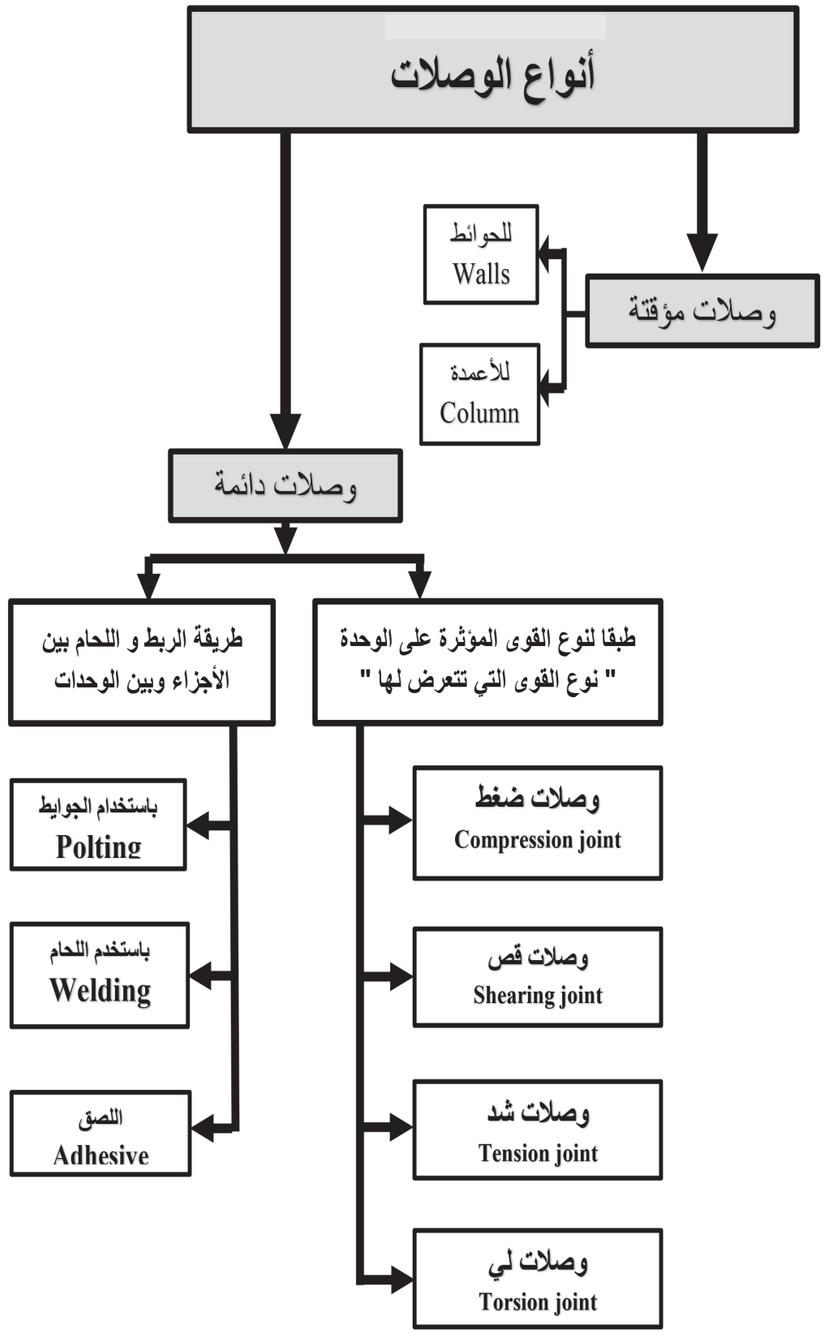
٢ـ استخدام الأدوات والماكينات فى إنتاج الوحدات القياسية التى يمكن أن تكون تبادلية وهذا مايتم تطبيقه على كل الطرق المستخدمة فى الصناعة لإنتاج منتج معين بطريقة اقتصادية

رابعاً : الوصـــلات Joints :

الوصلة هي نقطة الالتقاء أو الاتصال بين وحدتين منفصلتين حتى وان اختلفت أنواع المواد المكونة لتلك الوحدات أو تشابهت فى جميع الحالات ويعتبر سطح الإلتقاء

أنواع الوصلات

١ـ وصلة ضغط Compression joints	
٢ـ وصلة شد Tension joints	
٣ـ وصلة قص shearing joints	
٤ـ وصلة لي Torsion joints	
٥ـ وصلة عزوم Moment joints	



بين تلك المادتين وصلة يلزم التفكير فى طريقة ليربطهما.

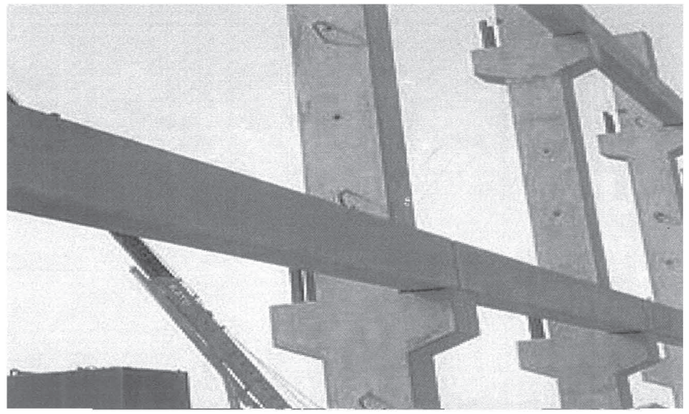
ويمكن تعريف الوصلة أيضاً بأنها النهاية بين وحدة وأخرى .

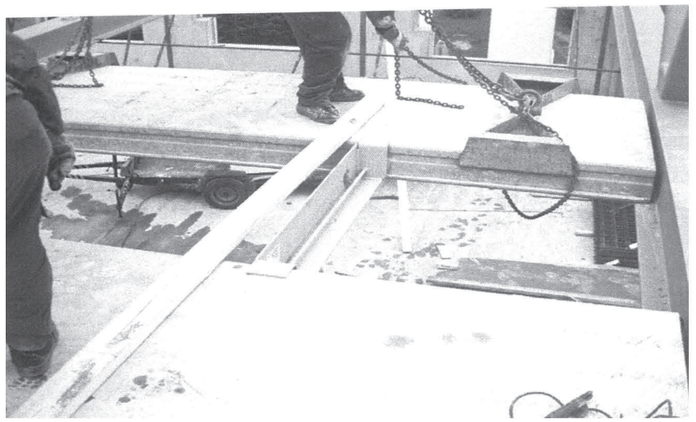
والوصلات ايضاً عبارة عن منطقة الألتقاء بين أجزاء المبنى مع بعضها البعض بمعنى ذلك أن تقابل الحوائط مع بعضها تعتبر وصلة أو الأركان حيث تتعامد وتتقابل الحوائط مع الحوائط والأعمدة أو الأساسات كل ذلك بالمعنى التقليدى يعتبر وصلات .

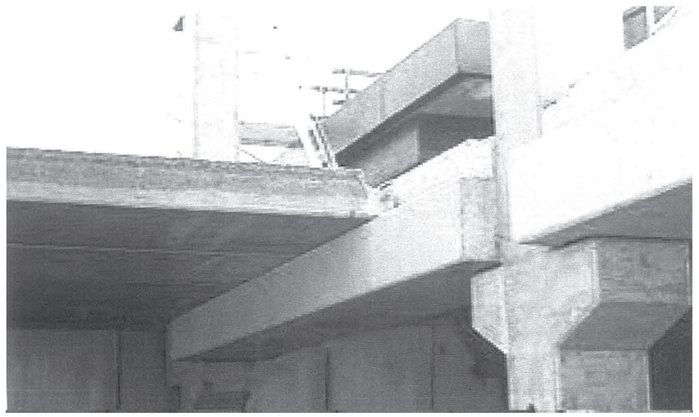
وفى جميع الأحوال سوف نجد أن هناك أنواع أخرى من الوصلات تترك ظاهرة إما عن قصد أو لطبيعتها حيث يكون من متطلبات المواصفات العامة لأعمال التنفيذ مثال ذلك فواصل التمدد فى حالة زيادة أطوال المبنى ٣٠ ـ ٣٥م او فواصل الهبوط للمبانى وهذه تكون فى الأماكن التى تختلف فيها إرتفاع المبنى عن أجزاء المبنى الأخرى فيتحتم علينا عمل وصلات أو فواصل فى هذه الأجزاء نتيجة لزيادة الأحمال فى بعض المناطق على التربة على منطقة أخرى مما يتسبب عنه حدوث هبوط فى هذه المناطق.

كما أن هناك فواصل أخرى مثل الفواصل الخاصة بالحرارة والرطوبة نتيجة للتمدد أو اختلاف نوعية المواد المستعملة وينطبق على ذلك أيضاً فواصل الأنزلاق .

وفى الحضارات القديمة كانت الوصلات بين مداميك الأحجار تعتمد على نعومة السطح المعرض أو سطح التلامس بين حجرين إضافة إلى ذلك ثقل وزن الحجر نفسه والأحجار التى فوقه وكانت الوصلة فى هذه الحالة تعتمد على قوة الألتصاق الكامل بين السطحين وقد استخدم هذه النظرية قدماء المصريين فى بناء معابدهم وأهراماتهم حيث كانت المونة غير معروفة وبعد أكتشاف المونة أمكن استخدام وحدات صغيرة نسبياً فى أعمال البناء حيث لم يصبح الحاجة ماسة إلى أحجار كبيرة وأسطح كبيرة ناعمة للمساعدة على عملية الألتصاق بين المداميك المختلفة للحائط .





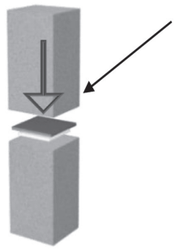


أساسيات الوصلات

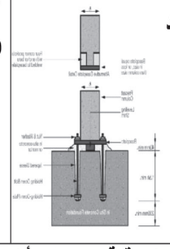
أ- وصلات الضغط Compression joints

وصلات الضغط تعتبر من ابسط الوصلات لانها تعتمد أساسا على نقل الاحمال راسيا .
ممكن ان تقوم الخرسانة مباشرة بعملية النقل دون الحاجة الى عملية التسليح واستخدام بعض الاشاير للربط فقط للاحتياط الكامل من ناحية احتمال انزلاق الوحدات.
ويراعى في هذه الحالة استخدام حديد التسليح لنقل الاجهادات مباشرة.

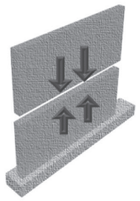
قوة الجاذبية الأرضية



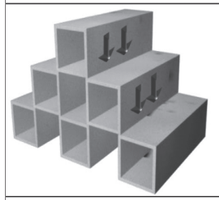
١- وصلات ضغط عامود بعامود ، عامود قاعدة



٢- وصلات ضغط بين panel wall حائط حامل وحائط حامل وحائط بقاعدة



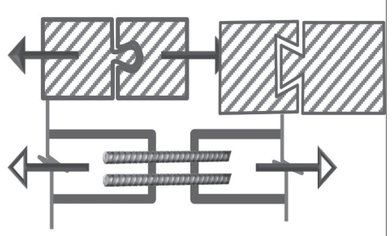
٣- وصلات ضغط بين وحدة صندوقية ووحدات أخرى صندوقية



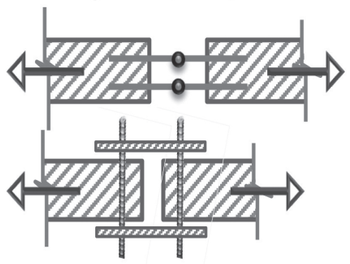
ب - وصلات الشد Tension joints

١- وصلة عامود بعامود

٢- وصلة حائط بحائط عن طريق القفل



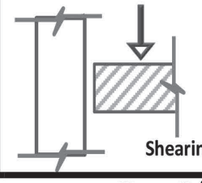
٣- وصلة حائط بحائط عن طريق استخدام المسامير Fasting Polting



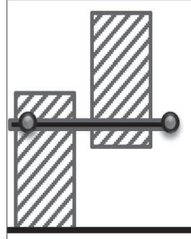
أساسيات الوصلات

ج - وصلات القص Shearing joints

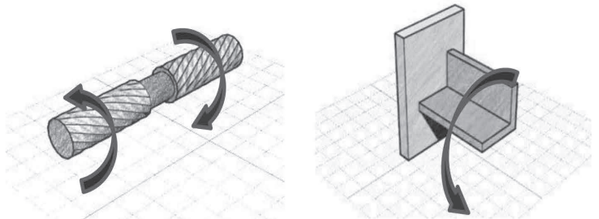
وصلة سقف وحائط



- وصلة حائط وحائط راسي

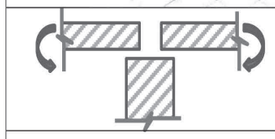


د - الوصلة المعرضة لقوى اللى Torsion joints

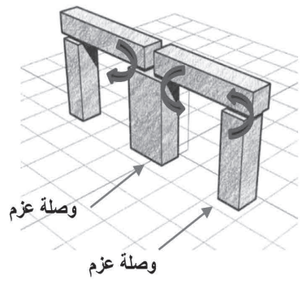


ه - وصلات العزوم Moment joints

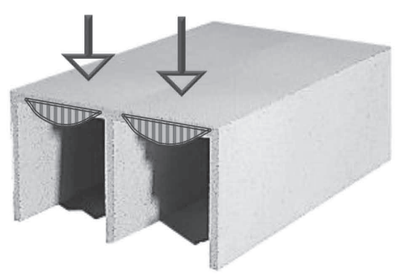
١- بين بلاطة واخرى



٢- بين كمرة وكمرة



٣- بين بلاطة و حائط



وترجع أهمية عمل الوصلات فى المبانى إلى الفكرة الأساسية التى يبنى عليها حيث يعتمد فى الأصل على أستخدام وحدات يتم تجهيزها فى المصنع المخصص لذلك أو فى أى موقع آخر يتم نقل تلك الوحدات إلى موقع تنفيذ المبنى ثم تجميعها وتركيبها لتكوين الهيكل العام للمبنى لهذا ظهرت أهمية الوصلات فى العصر الحديث ويعتمد عليها نجاح أو فشل أى نظام من النظم المختلفة فى المبانى سابقة التجهيز .

وتعتبر الوصلات فى المبانى سابقة التجهيز من أهم الأساسيات التى يتم من خلال تقييم نجاح أو فشل أى نظام حيث يكون ارتباط خط سير العمل على وضع الأجزاء أو تجميعها لتكوين الهيكل العام للمبنى وبطبيعة الحال وضع الأجزاء وترتيبها وتركيبها وتجميعها يعتبر أساس الطريقة المستخدمة فعلى سبيل المثال هناك ثلاث أنواع رئيسية فى المبانى سابقة التحهيز ومن هنا ينشأ الإختلاف فى عدد وشكل الوصلات تبعاً لإختلاف عدد الوحدات لمبنى من غرفة واحدة حيث يختلف العدد الكلى للوصلات طبقاً للآتى:

الحالة الأولى : استخدام الطريقة الهيكلية سوف نجد عدد ٨ نقاط اتصال للعمل بين الأعمدة والكمرات كما أن هناك عدد ٤ وصلات طولية بين الأسقف والحوائط .

الحالة الثانية : استخدام نظام الحوائط الحاملة لتجميع هذا الفراغ يحتاج إلى عدد ٤ نقاط اتصال من الوصلات الطولية بين الحوائط والأسقف .

الحالة الثالثة : فى هذه الحالة لايوجد وصلات لتغليف هذا الفراغ لأن الوحدة فى هذه الحالة تأتى مباشرة من المصنع كاملة الحوائط والأسقف مع بعضها البعض وحدات صندوقية , وتحتاج عملية لتجميع الوحدات المختلفة المكونة للمبنى إلى مادة لاصقة بينها وبين الوحدات الأخرى حيث تتحمل تلك المادة اللاصقة العبء الأكبر من القوى المؤثرة على تلك الوصلة ، حيث تحدد نوع الوصلة فى المبنى ، ونوع القوى المؤثرة

عليها وبالتالى تحدد المواصفات المطلوبة من تلك الوصلة ونوع اللحام المفروض استخدامه (قوى ضغط ـ قوى شد ....) و ذلك لإعطاء القوة والمتانة اللازمة لإستمرارية عمل الوحدات المختلفة للمبنى لنقل الأحمال التى تعرض لها المبنى .

شكل تصميم الوصلة يؤثر تأثير كبير على الوقت اللازم لتركيبها فى الموقع كما أن المادة اللاصقة المستخدمة قد تؤثر بشكل أو بآخر على الوقت الكلى اللازم للأنتهاء من الإنشاء مثال ذلك استخدام المونة الأسمنتية يحتاج إلى زمن شك معين هذا الوقت يستقطع بطبيعة الحال من الوقت اللازم للأنتهاء من تنفيذ المبنى .

وتصميم الوصلة يرتبط بالأحمال التى تتعرض لها هذه الوصلة ونوع القوى المؤثرة ومكان الوصلة فى المبنى .

وعملية الربط بين الواحدات هذه تعتمد فى الأصل على معادلة القوى المؤثرة على الوصلة بقوة مضادة تعمل لإيجاد مرحلة توزان أو تعادل بين القوى المؤثرة وقوى رد الفعل .

ففى المبانى التقليدية سوف نجد أن الوصلات كثيرة جداً وهذا بطبيعة الحال ناتج عن استخدام وحدات صغيرة جداً على سبيل المثال استخدام وحدات مثل الطوب أو الأحجار أحجامها الصغيرة نسبياً يكون عدد لانهائى من الوصلات والربط يتم فى هذه الحالة بين المداميك بأستعمال بالنظام الانجليزى ـ النظام الفلمنكى .. الخ . كما يتم على عمل وصلات بين الأعمدة فى الأدوار المختلفة عن طريق ترك أشاير للحديد فى الدور السفلى يتم ربط حديد الأدوار والتى يعلوها ثم يتم الصب ويصبح بذلك المبنى عبارة عن كتلة خرسانية واحدة وبهذا سوف نجد أن الوصلات بمعناها المعروف حديثاً ليست موجودة فى المبانى التقليدية

١ـ طرق التثبيت للوصـلات :

أـ طريقة اللصق Adhesive

تثبيت الوصلات للوحدات فى هذه الطريقة هى اللصق أى أن يملء مابين الوحدتين بمادة لاصقة على سبيل المثال المونة الاسمنتية أو أى مادة لاصقة أخرى لتثبيت الوحدات . المادة اللاصقة أو المونة تستخدم لملىء الفراغات المتروكة بين الأعمدة أو الحوائط وتغطية أشابر الحديد الرابطة بين الوحدات وتصلح هذه الطريقة لوصلات الضغط بشكل عام ولاتصلح لوصلات الشد أو اللى أو العزوم .

ب ـ طريقة التوصيل Conection

وهى أحدى الطرق المعروفة لأتصال الوحدات مع بعضها بإستخدام وحدات ربط بين الوحدتين للتثبيت .

ج ـ طريقة الربط Polting (Fasting)

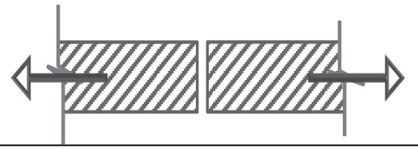
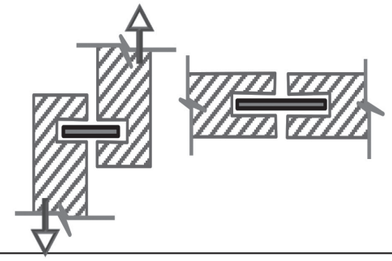
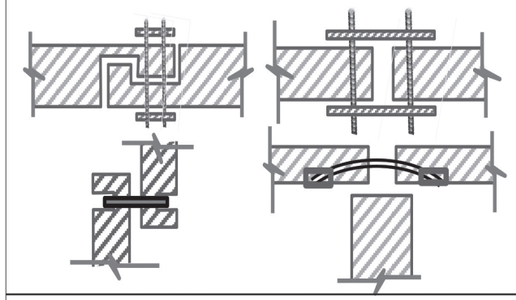
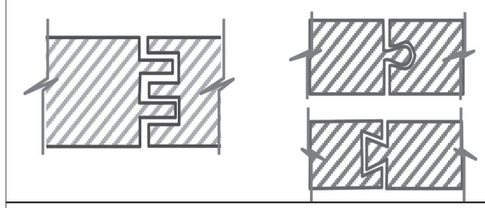
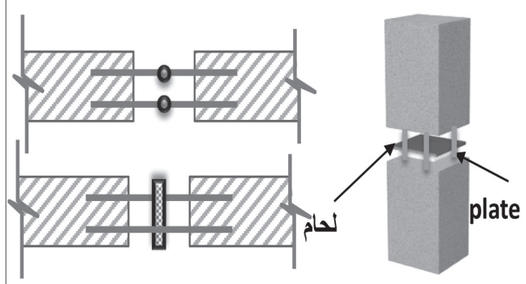
طريقة توصيل الوحدات عن طريق استخدام المسامير والحوائط .

أنواع الوصلات

* وصلات مؤقتة
* وصلات دائمة

والوصلات تختلف أنواعها وأعدادها فى المبنى طبقاً لنوع النظام المطبق نظام هيكلى ـ حوائط وأسقف ـ نظام صندوقى ثلاثى الأبعاد ، كما يرتبط أيضاً بنوع الإنشاء وحجم الوحدات سابقة التجهيز المستخدمة .

ويؤثر شكل وتصميم الوصلة تأثيراً كبيراً على الوقت اللازم لمعالجتها في الموقع. كما أن المادة اللاصقة المستخدمة وطريقة الربط (اللحام ـ جوايط الربط ـ اللصق)

طريقة تثبيت الوصلات	
١- طريق اللصق Adhesive	
٢- طريقة التوصيل Conection	
٣- طريقة الربط Fasting polting	
٤- طريقة القفل Locking	
٥- وصلات اللحام Welding	

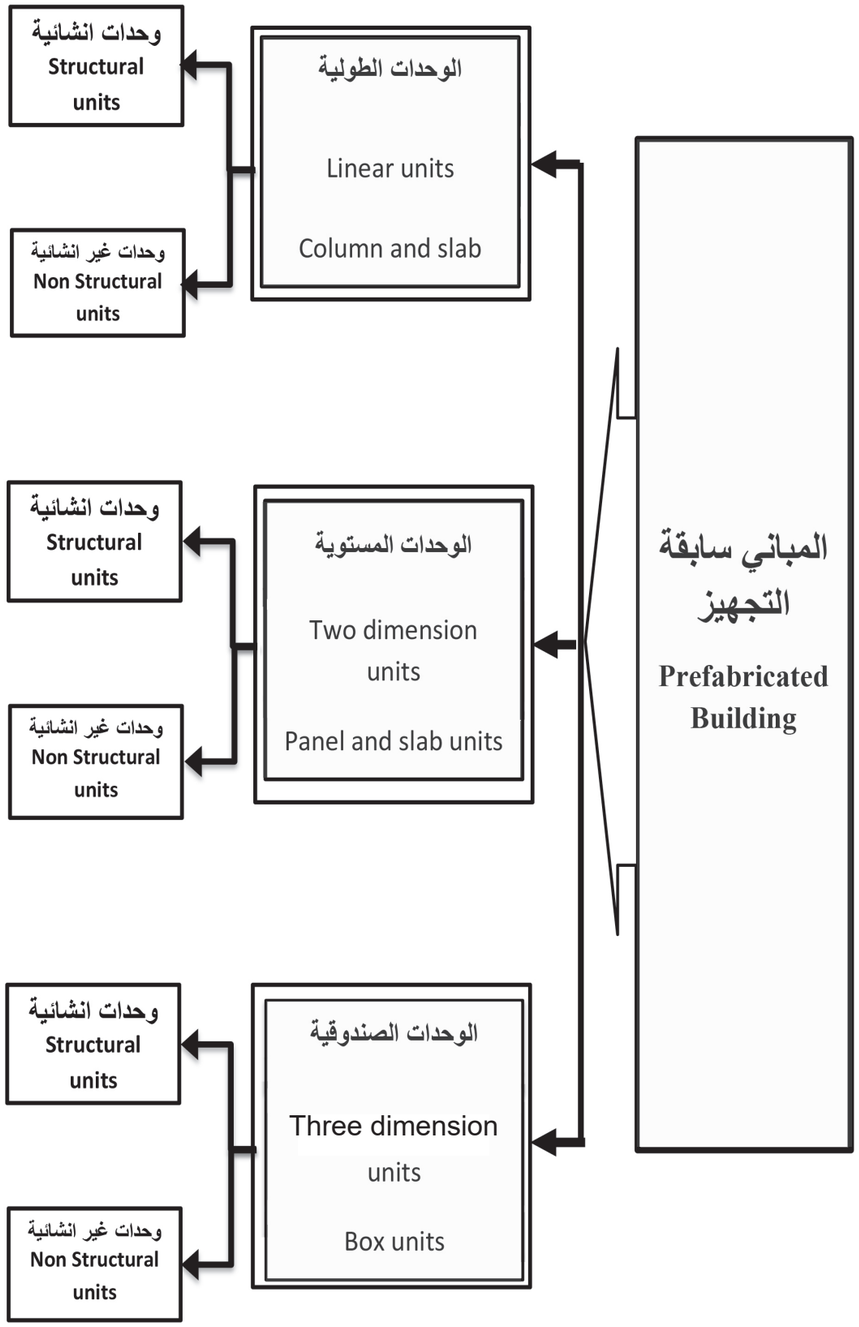
قد تؤثر هي الأخرى بشكل أو بآخر على الوقت الكلي اللازم للانتهاء من الإنشاء ، فعلي سبيل المثال ، استخدام المونة أو الخرسانة تحتاج إلى زمن شك معين وهذا الوقت يستقطع من الوقت اللازم فى تنفيذ وتركيب جزء ما ٠أما إستخدام اللحام فى الوصلات كذلك استخدام نظام الربط بمسامير أوجوايط لا يحتاج إلى وقت .

وعملية الربط كما تم توضيحه من قبل هي في الأصل معادلة القوي المؤثرة علي الوصلة بقوة مضادة تعمل لإيجاد مرحلة توازن أو تعادل بين القوي المؤثرة وقوي رد الفعل ٠ ص

خامساً : طرق انتاج المبانى سابقة التجهيز :

تعددت المسميات وانواع سبق التجهيز واختلفت الشركات المنتجه لسبق التتجهيز فى تسجيل ونسب نوع معين لها طبقاً لكل شركة حيث تعودنا دائماً إطلاق أسم طريقة سبق التجهيز طبقاً لأسم الشركة المنتجة التى تقوم بتصنيعها سواء من ناحية حجم ووزن الوحدات أو طريقة التجميع أوطريقة وتفاصيل الوصلات وهكذا تعودنا دائماً أن تقرن كل طريقة لسبق التجهيز بأسم الشركة التى تملكها او الأسم الذى تطلقه الشركة على النظام نتج ذلك عن ظهور عدة آلاف من الطرق طبقاً لأعداد الشركات ونوعها فى كل بلد على مستوى العالم .

وفى هذا الكتاب يتم تقسيم أنواع سبق التجهيز طبقاً للناحية العلمية حيث يتم تسمية الوحدات طبقاً للنوع والطريقة وليس لنوع الوصلة أو طريق التجهيز أو حجم الوحدة ووزنها كما تفعل الشركات فى النظام التجارى .



فيمكن أن يتم التقسيم لأنواع سبق التجهيز طبقاً للآتى :

١- وحدة الطوبة لأنها لاتمثل سوى نقطة Dot units .

٢- الوحدات الطولية Linear units

٣- الوحدات المستوية (الحوائط والأسقف) Two dimensional units

٤- الوحدات الصندقية Box units.

هذا ما سوف يتناوله هذا الكتاب من دراسة للأنواع المختلفة من وجهة النظر العلمية كما تم سرده

١- الوحدات الطولية Linear units – (Column & Beam)

٢- الوحدات المستوية Two dimension units – (Panel & Slab)

٣- الوحدات الصندقية Three dimension units – (Box units)

المشاكل والصعوبات التى تقابل فكرة تجميع المسكن بالكامل :

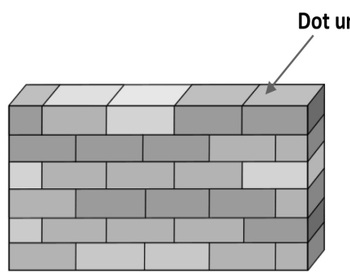
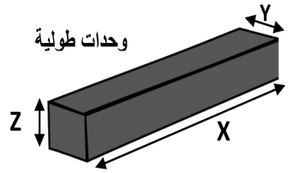
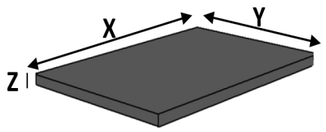
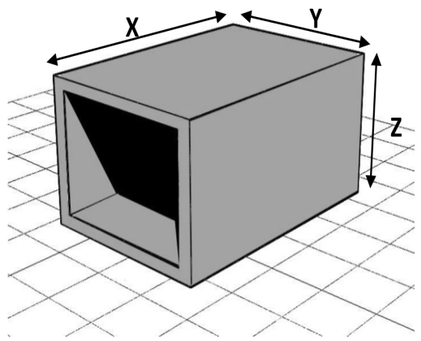
أ- عدم إمكانية النقل إلى مسافات كبيرة .

* المسكن بالتعريف العادى أنه الملكية الثابتة (تسكين فى مكان ثابت) ومعنى ذلك أنه ثابت لايتحرك وهذا ناتج من الآتى :

* ثبات المكان انه هو احدى المميزات أوالأساسيات للسكن (المسكن عبارة عن مبنى وأرض)

* المسكن يعتمد أساساً على مجموعة أشياء أساسية تكون فى طبيعتها ثابته مثل الأرض المقام عليها .

* الشوارع ـ الصرف الصحى ـ التوصيلات الكهربائية (الإمداد بالكهرباء) - الإمداد بالمياه والغاز ـ المدارس ـ المستشفيات ـ الجوامع والكنائس ـ الحدائق العامة

١- وحدة الطوبة العادية "Dot unit"	 الثلاث ابعاد وهو بعد الطوبة من الصفر بحيث يمكن الا تأخذ في الاعتبار
٢- الوحدات الطوليه Lanier Unit	 هو X بعد صفر Y بعد صفر Z المسيطر لذلك يسمى وحدات طولية
٣- الوحدات المستويه Two dimension plans unit " Panel & Slab"	 ابعاد مسيطرة X , Y بعد صغير Z
٤- الوحدات الصندوقيه Three dimension unit " Box unit "	 الابعاد الثلاثة مسيطرة وتؤخذ في الاعتبار " لذلك سوف يتم عرضه "

* والمسكن بطبيعة الحال لابد أنه أن يتطوع للمحيط السائد من حوله حتى لايكون غريباً عن الحى وعن المحيط السائد .

ب - الوزن والكثافة

من أكبر المشاكل التى تواجه عملية تصنيع المساكن هو الوزن الكبير الذى يتكون منه المسكن ذاته جميع وحدات المسكن (ثقل الوزن) (الحوائط ـ الأسقف ـ الشبابيك ـ الأبواب .... الخ)

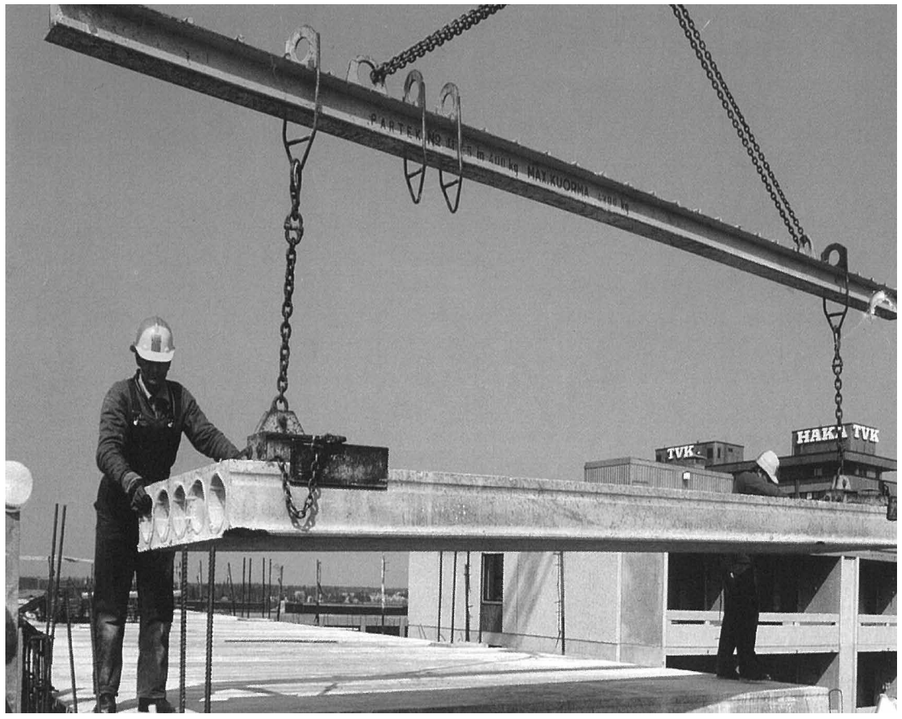
ج - التكوين

* الاحتياجات الإنشائية المختلفة تمنع أو تحد من عملية التوحيد والتكرار .
* المواد الكثيرة والمتغيرة التى تدخل فى عملية الإنشاء تحد ايضاً من فكرة التصنيع (السيارات بها أجزاء كبيرة ايضاً)
* كما ان استعمال داخل المسكن قد حسن بشكل أو بآخر النوعيه فى المسكن ولكن فى نفس الوقت أنه أضاف للمشاكل الموجودة العزل وخلافة مثال ذلك أجهزة التكييف .

د - العمر الإفتراضى للمبنى :

عدد قليل من المنتجات الصناعية لها عمر طويل كما فى المسكن فعلى سبيل المثال يحدد العمر الإفتراضى للسيارة بأربع سنوات وهناك منتجات أخرى يكون لهاعمر افتراضى أكثر أو أقل بكثير من ذلك .

أما فى المسكن يتطلب ذلك عمر افتراضى طويل نسبياً وهذا يتأثر تأثيراً كبيراً بالنواحى الإجتماعية والإقتصادية الحضارية والثقافية للمسكن أو المستعملين كما أن المسكن يتأثر بعوامل تكنولوجية كثيرة تزيد من النوعية والعمر الأفتراضى للمواد المستعملة ، إلا أن الطرق المختلفة للإنشاء والمناخ يحدد بدوره العمر الأفتراضى للمبنى .



١ـ الوحدات الطوليــة

Linear Units

الوحدات الطولية Linear Units

فكرة استخدام الوحدات النمطية الطولية ليست بالفكرة الجديدة في المباني سابقة التجهيز فقد طبقت منذ أزمنة بعيدة ، وربما تكون منذ بدء الخليقة ، حينما ترك الإنسان الكهوف وبدأ في استخدام جذوع وسيقان الأشجار بعد تقطيعها وتهذيبها ، لتكون نقاط ارتكاز أو قوائم لتشكيل سقف الكوخ . كما أنه أستخدم أفرع الأشجار أيضا كوحدات طولية للكمرات ،ثم كان يغطيها أما بجلود أو فروع الأشجار ، وهذا في حقيقة الأمر يعتبر مطابق لمفهوم سبق التجهيز في معناه البسيط , حيث يتم تقطيع وتهذيب سيقان وأفرع الأشجار , ويتم تجميعها مع بعضها فى الموقع لإقامة مسكنه .

واستمر الإنسان في تطوير هذه الأفكار على مر الأزمنة ، فيشكل تلك الوحدات الطولية أو الأعمدة من الأحجار ، أما علي هيئة أجزاء أو ككتلة حجرية واحدة كما في بعض المعابد الإغريقية الذي شيدت أعمدتها من كتله واحدة من الحجر كوحدة طولية، ووضع سقف المعبد عليها ٠ وهذه القوائم كما نري يتم تجهيزها في أماكن خاصة تنحت وتشكل ثم تنقل إلى مكان تنفيذ المعبد ، وهي بذلك يمكن تصنيفها تحت مفهوم سبق التجهيز٠ وكذلك في المسلات الفرعونية التي كانت تنحت علي شكل قطعة واحدة من الحجر تنحت أفقياً فى الجبل وكما هو مبين فى المسلة المكسورة بمعبد الكرنك , الموجودة حتى الآن . ثم تنقل وترفع في المكان المخصص لها ٠كذلك شكل الإنسان وحدات طولية من الحجر استخدمها ككمرات يمكن ارتكازها علي هذه الأعمدة الحجرية التي يمكن تركيب أو وضع الأسقف عليها ٠

ولقد كان استخدام هذه المواد الأساسية والموجودة في الطبيعة،سواء من الخشب أو الحجر ، يحدد أبعاد المسافات بين الأعمدة ، وتحديد البحور بهذه الطريقة يزيد

من مرونة الفراغات ويحددها لتناسب واحتياجات ومتطلبات الإنسان ويتم رصها في اتجاهات طولية فقط Linear لتغطية الأسقف .

إلى أن ظهر الحديد واستخدم كمادة إنشائية وطبق في المباني الهيكلية حيث كانت تشكل منه تلك القوائم والكمرات ، ثم تربط وتجمع لتكوين الهيكل الإنشائي وهذا الأسلوب ظهر أولاً في مدينة شيكاغو بالولايات المتحدة الأمريكية بعد الحريق الكبير الذي شب عام ١٨٧١ وأتي علي مباني المدينة ، وكان لزاما بعده ، أن يعاد بناء المدينة بالكامل بطريقة جديدة، وعرف هذا الإنشاء بإنشاء شيكاغو الهيكلي انشأء هيكلى من الحديد وكان لتطبيق وحدات نمطية طولية من الحديد الأثر الكبير سواء من ناحية إمكانية زيادة ارتفاعات المباني ، أو من ناحية توفير فراغات داخلية كبيرة وواسعة٠

وأنتشر استخدام الوحدات الطولية السابقة التجهيز من الخرسانة المسلحة خاصة بعد الحرب العالمية الثانية ، واعتبرت من الطرق الشائعة للمباني التجارية ٠ ومباني المكاتب والمباني العامة ، خاصة وأن هذه الطريقة تعطي مرونة عالية للفراغات الداخلية ٠

والوحدات الطولية الإنشائية مثل الأعمدة والكمرات لا تشكل فراغاً مقفلاً فهي تحتاج بعد تجميع وحداتها الإنشائية الأساسية إلى وحدات أخري مكملة لها لتشكيل الفراغ ، وهذه الوحدات المكملة يمكن أن تكون وحدات مستوية كالحوائط والأسقف ، أو وحدات طولية تجمع بجانب بعضها البعض لتشكيل الفراغ المطلوب ٠

وينتشر استخدام هذا النوع في عصرنا الحاضر في المباني العامة ، ومباني المكاتب، والمباني التجارية ، وذلك لأن هذه الطريقة تعطي مرونة كاملة للفراغات من ناحية إمكانية تغيير أوتعديل التصميمات الداخلية أو أعادة توزيع الفراغات الداخلية .

الفكرة الإنشائية للوحدات الطولية :

هي عبارة عن وحدات طولية نمطية سابقة التجهيز في المصنع أو في مكان مخصص لهـا في الموقع ، وهذه الوحدات يمكن أن تكون من الحديد أو من الخرسانة المسلحة ، يتم نقل الوحدات إلى الموقع بعد سبق تجهيزها حيث يمكن تجميعها مع بعضها البعض بإحدى الطرق الخاصة بالوصلات (اللصق ـ التوصيل ـ الربط ـ اللحام)، سواء كانت جافة أو رطبة لتكوين الهيكل الإنشائي للمبني ٠ وهي بذلك تشبه الطريقة التقليدية في الإنشاء الهيكلي مع الاختلاف ففى حين أن الطرق التقليدية يتم صب الأعمدة والكمرات والأسقف فى الموقع مباشرة أما فى سبق التجهيز فيختلف الأمر حيث يتم سبق تجهيز مكونات المبنى ويتم التجميع فى الموقع ، ويلى ذلك اختيار الوحدات الأخرى الخاصة بالسقف أو الحوائط لتقفيل الفراغات المختلفة ، بوحدات خرسانية سابقة التجهيز أو من أي مادة أخري خفيفة وذلك عندما تكون وظيفتها الأساسية هي فصل الفراغات المختلفة في حالة الحوائط غير الحاملة وعند استخدام البلاطات السابقة التجهيز يجب صبها بالطريقة التي تمكنها من تحمل الأحمال الواقعة عليها سواء من المبني ، أو من القوي المختلفة التي تتعرض لها ، أثناء التشغيل والنقل والتركيب

وتختلف هذه الوحدات من حيث الوزن والحجم باختلاف المصنع المنفذ والتصميم الموضوع لها والحجم الفراغي المطلوب تكوينه٠

وتحتاج عملية تجميع الوحدات إلى وقت كبير في التنفيذ نظراً لكثرة عدد الوحدات المستعملة والتي ينتج عنها عدد كبيرمن الوصلات ، فتزداد الحاجة إلى عدد كبير من العمالة بالموقع ٠ إلا أن من مميزات هذه الطريقة انها لا تحتاج إلى معدات وآلات ثقيلة في الموقع مما قد يساعد في عملية تقليل التكاليف الكلية للإنشاء ٠

وتنقسم الوحدات الطولية إلى نوعين أساسيين :

* وحدات إنشائية: Structural Units

*وحدات غير إنشائية :Non Structural Units

أ - الوحدات الإنشائية : Structural Units

يحتاج المبني إلى نوعين من الوحدات الإنشائية ٠

* وحدات الأعمدة والكمرات التي تكون الهيكل الإنشائي للمبني بعد تجميعها ويمكن لتلك الوحدات أن تكون أما من الحديد أو من الخرسانة المسلحة أو الخرسانة سابقة الإجهاد مما يمكن معه أستعمال قطاعات من الوحدات أقل حجماً ووزناً٠

ويتم تجميع هذه الوحدات بإحدى الطرق الخاصة ثم يتم معالجة الوصلات التي تختلف طبقاً لأنواع القوي التي تتعرض لها تلك الوصلة بالإضافة إلى الوقت اللازم للتشغيل ٠

* وحدات إنشائية أخري لتقفيل الفراغات يمكن أن تكون وحدات طولية لتشكيل الأسقف بحيث يتم وضع الوحدات بجانب بعضها على الكمرات السابق تركيبها لتقفيل الفراغات٠

ب - الوحدات غير الإنشائية Non structural Units

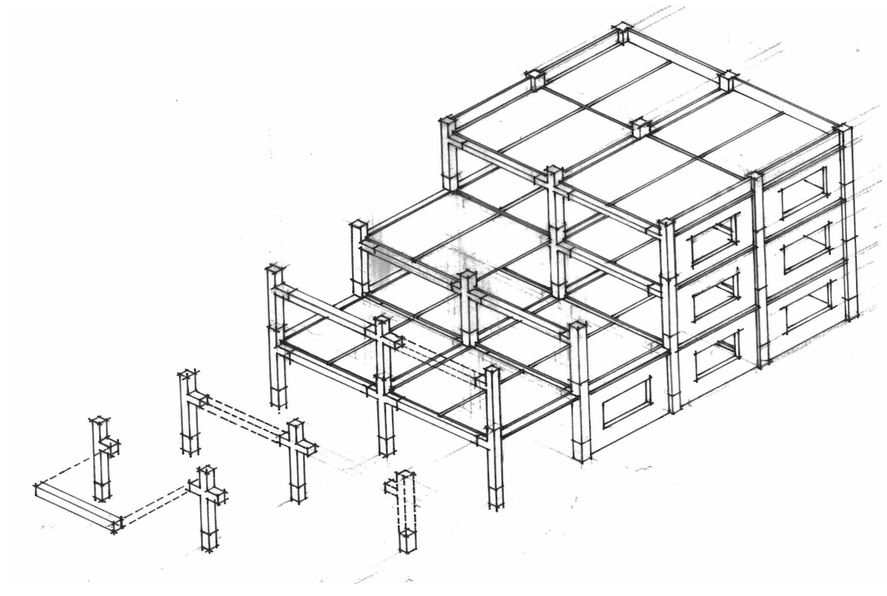
وهذه الوحدات لا تصلح إلا للحوائط غير الإنشائية حيث تكون الوظيفة الأساسية لها هي فصل الفراغات المعمارية داخل المبني بالإضافة إلى الوظائف الأخرى الخاصة بالعزل الصوتي أو الحراري أو المتطلبات الأخري٠ وتوضع هذه الوحدات غير الإنشائية بين الأعمدة كحوائط حشو خارجية أو حوائط داخلية تكون وظيفتها الأساسية هي تحديد الفراغات المختلفة ويمكن أن تكون هذه الوحدات من وحدات خفيفة إلا أنه يجب تصميمها بطريقة تتحمل القوي التي سوف تتعرض لها أثناء الحمل والنقل والتركيب ٠

*** مميزات الوحدات الطوليه**

* تصلح للتطبيق فى المبانى العامة مثل المكاتب والمبانى التجارية التى تحتاج إلى بحور واسعة ومرونة فى أستخدام الفرغات .
* يمكن تجميعها بأستخدام عدة طرق (التوصيل - الربط - اللحام - اللصق).
* لاتحتاج إلى معدات والات ثقيلة بالموقع أثناء التجميع نظراً لوزن الوحدات .
* تصلح للتطبيق فى البلدان الناميه لاحتياجها إلى عماله يمكن تشغيلها فى الموقع بعد التدريب .

*** عيوب الوحدات الطولية :**

* تحتاج فى عملية التجميع والتركيب فى الموقع إلى وقت كبير إثناء التنفيذ .
* كثرة الوصلات مما يزيد من زمن التجميع للوحدات فى الموقع .
* زيادة التكاليف نتيجة لطول وقت التنفيذ والاحتياج إلى عماله كثيرة فى الموقع .
* تحتاج إلى وحدات مساعدة لتكوين وفصل الفرغات



https://www.tecnyconta.es/vigas-prefabricadas-hormigon/viga-pc-50/

https://www.bft-international.com/en/artikel/bft_Hybrid_precast_hybrid_building_overcomes_limitations_2588620.html

https://www.tecnyconta.es/pilares-prefabricados/uniones-jacenas-conexion-semirrigida/152pilares-hormigon-union-jacenas-semirrigido_03/

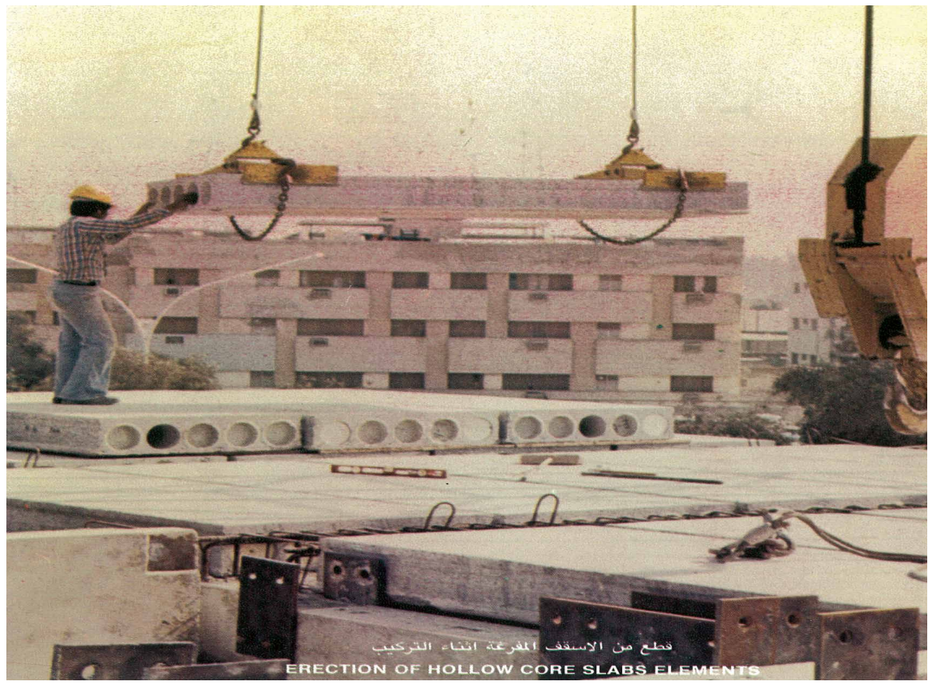
http://elkotrading.com/product/precast-beams/

https://www.bison.co.uk/products/hollowcore-floors/

https://www.aggregate.com/products-and-services/building-products/staircases-flooring-and-foundations/hollowcore

http://www.indiaprecast.com/hollow-core-slab/photo-gallery.html

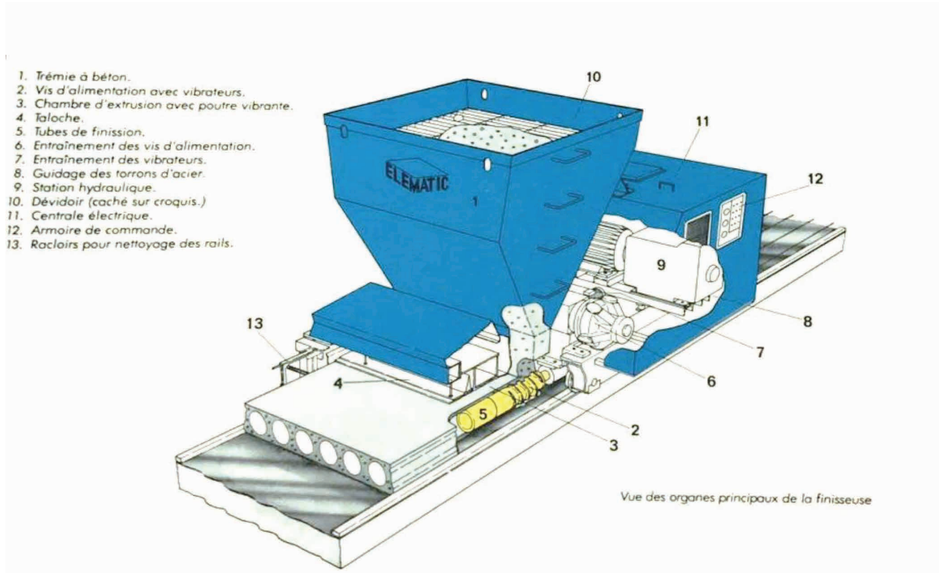
https://armorsil.com/



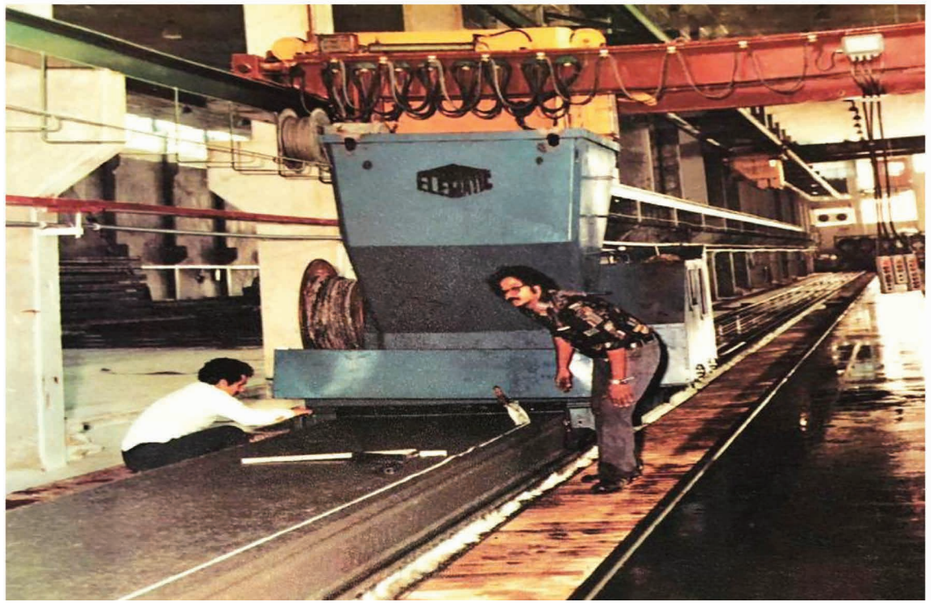
http://www.enhancestyleteam.com/precast-beam-installation/

http://www.keyconcrete.com/products/commercial/beams-columns-spandrels.php

s://www.archiexpo.fr/prod/tecnostrutture-nps-system/product-55901-926930.htm



شكل يوضح طريقة تصنيع الواحدات الطوليه في المصنع باستخدام ماكينة الصب بأطوال قد تصل الى ١٨٠متر ثم يتم عمل الأبعاد اللازمة عن طريق استخدام المنشار.



يتم الصب بأبعاد تصل الى ١٨٠م ثم يتم تقطيع الواحدات باستخدام منشار خاص لتقطيع الخرسانه وانتاج وحدات بالأبعاد المطلوبة

https://www.indiamart.com/proddetail/hollow-core-slabs-15255415462.html

https://www.longley.uk.com/longley-concrete-provides-products-for-isle-of-man-project/

الوحدات المستوية

الوحدات المستوية:(Two Dimensional units (Panel and slap

الوحدات المستوية وحدات من الحوائط والأسقف بأحجام تختلف طبقاً للأحتياجات والتصميم الموضوع يتم تجهيزها في المصنع ، ثم تنقل لموقع التنفيذ وفي الموقع يتم تجمع الحوائط والأسقف لتكوين الفراغات المختلفة للمبني ٠

وتتراوح أحجام الوحدات المستوية من وحدات صغيرة ومتوسطة إلى وحدات كبيرة ٠ وهناك اختلاف في خواصها الإنشائية ، فيما يختص بالوحدات الحائطية ، وذلك طبقاً لموقع الوحدة في المبني فهناك حوائط إنشائية حاملة ، وحوائط غير حاملة حيث يكون دورها مقصوراً على فصل الفراغات المختلفة ٠

وتعتبر هذه الطريقة من سبق التجهيز ، هي الطريقة الأكثر شيوعاً في البلدان المتقدمة الغربية والشرقية منها ، منذ نهاية الأربعينات وحتى اليوم ، ومنذ بداية التفكير في استخدام هذه الطريقة لم يحدث أي تغيير للفكرة الأساسية سوي بعض التعديلات في طرق التركيب والوصلات الخاصة بهذه الطريقة ، بالإضافة أيضاً إلى تطوير طرق تشطيب هذه الوحدات ، التي تختلف طبقاً لحساب كمية العمل المطلوبة في الموقع وطريقة الشركة المنفذة ٠

وتختلف استخدامات وتطبيقات هذا النوع طبقاً للمواد المستخدمة ، فمثلاً البانوهات والبلاطات الخرسانية ، تصلح للمباني العالية التي تزيد على ثلاثة أدوار ، أما البانوهـــات الخشبية فتصلح للمباني ذات الأدوار المنخفضة الارتفاع والتي تتحكم فيها طبيعة المكان وإمكانية توفر المواد ٠ وتصلح تطبيقات هذه الطريقة في النظم المفتوحة Open System للمباني سابقة التجهيز ، حيث يمكن تجميع وحدات – الحوائط من إنتاج مصنع معين مع وحدات الحوائط والأسقف من إنتاج مصنع آخر ، ويكون هذا – بطبيعة

الحال – إذا أخذ في الإعتبار استخدام وحدة مديولية تكرارية واحدة مع توحيد المقاسات بين تلك المصانع وتطبيق أسلوب التوفيق القياسي ٠ ويتم تصنيع الوحدات المستوية في المصنع وبها جميع التوصيلات الصحية في الأجزاء الخاصة بالحمامات والمطابخ، وكذلك التوصيلات الكهربائية، مع إضافة جميع الحلوق الخاصة بالفتحات المختلفة طبقاً لمكانها في التصميم الموضوع، ويمكن أن تكون تلك الحوائط منتهية التشطيب كالبياض مثلاً ، أو بعض أنواع التكسيات المطلوبة ٠

(أ) أحجام الوحدات المستوية :

تختلف أحجام الوحدات المستوية، فتتراوح بين وحدات صغيرة الحجم Small Units ووحدات متوسطة الحجم Medium Units إلى وحدات كبيرة Large Units تغلف الفراغ بالكامل أو عدة فراغات٠

وينتشر استخدام الوحدات الكبيرة في معظم دول أوروبا الشرقية والغربية وروسيا، وتعتبر الوصلات التي تكثر في الوحدات المستوية إحدى العقبات – الأساسية لانتشار هذه الطريقة سواء من الناحية الإنشائية أو من ناحية توفير الوقت وتقليل زمن التنفيذ٠

إلا أن استخدام الوحدات كبيرة الحجم بمعني زيادة حجم الوحدات المستوية لا يتعدي حدا معيناً وخاصة في بلاطة السقف٠ إذا أنه من المعروف أنه كلما زاد حجم البلاطة كلما زاد حديد التسليح بالإضافة إلى زيادة سمك البلاطة الخرسانية، والتي ترتبط أساساً بزيادة البحور التي تغطيها تلك البلاطات، وهذا يترتب عليه بطبيعة الحال، زيادة مطردة في أوزان الوحدات مما يفرض ضرورة استخدام آلات ومعدات ثقيلة لتركيبها في الموقع، ويتسبب أيضاً في صعوبة عمليات النقل والتشوين ٠

وإذا أخذ في الإعتبار كميات الوفر في المواد الإنشائية نتيجة لتقليل عدد الوصلات في الموقع بالإضافة إلى توفير وقت التنفيذ، يمكن المقارنة أو المفاضلة للوصول إلى الحجم الأنسب الذي يتناسب مع الإمكانيات التكنولوجية المتاحة ووقت التنفيذ المطلوب لإتمام المبني ٠

١- الوحدات صغيرة الحجم Small Size Units

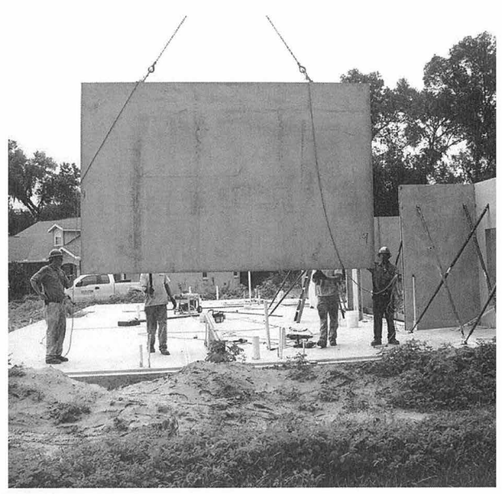
عبارة عن وحدات مستوية طولية يتم تجميعها في الموقع لتكوين الفراغات المختلفة ، ولا يقل عدد الوحدات المستوية المكونة لحائط أو سقف الغرفة الواحدة (متوسط أبعادها ٤×٤ م) عن ثلاث وحدات حتى يكون حجم الوحدات الصغيرة معقولاً نسبياً٠

وبالرغم من المميزات الكثيرة التي يتميز بها هذا الحجم من ناحية عدم احتياجه إلى آلات ومعدات كبيرة بالموقع بل يحتاج إلى أوناش ذات قوة متوسطة نسبياً إلا أن عيوب هذا الحجم أن الفراغ الواحد (الغرفة) يحتوي علي عدد كبير من الوصلات٠

وبالتالي تحتاج كل غرفة إلى عدد كبير من الوحدات ليتم تجميعها مع بعضها مما يتسبب في زيادة زمن الإنشاء وعمليات التنفيذ٠ ومن عيوب هذا الحجم أيضاً أنه يحتاج إلى عمالة فنية مدربة علي التركيب وفهم طرق تجميع هذه الوصلات

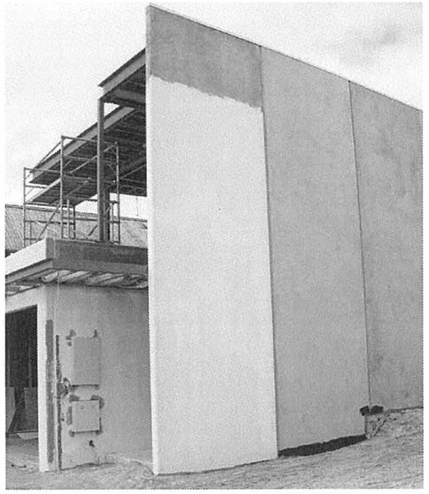
٢- الوحدات متوسطة الحجم Medium Size Units ٠

الوحدات متوسطة الحجم عبارة عن وحدات مستوية للحوائط والأسقف، يتم تجميعها في الموقع بافتراض أن لا تزيد عن وحدتين لتكوين فراغ الغرفة(متوسط أبعادها ٤م× ٤م) ٠ أي أن فراغ الحائط أو السقف للغرفة يتم تكوينه باستخدام وحدتين من الوحدات المستوية، ومن مميزات هذا الحجم ٠



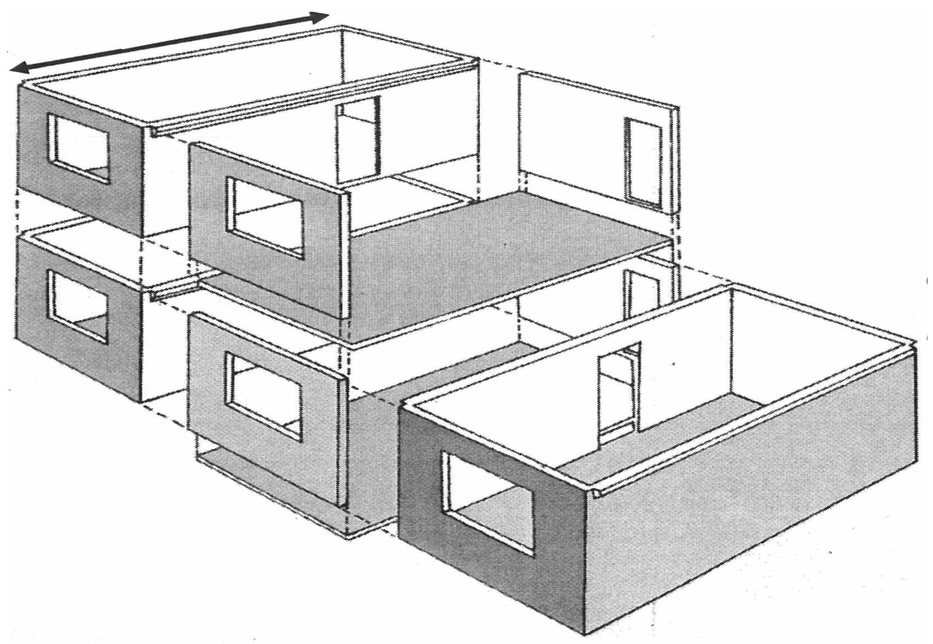
/https://www.florida-engineer.com/commercial-engineering/precast-concrete

وحدات متوسطة



https://en.wikipedia.org/wiki/Prefabrication#/media/File:Precast_concrete_house_in_construction.JPG

وحدات صغيرة



وحدات كبيرة الحجم

سهولة نقله وتركيبه، فأوزانه معقولة نسبياً مما يمكن معه استخدام آلات ومعدات متوسطة الحجم في الموقع ، ويمتاز أيضاً بقله عدد الوصلات في الفراغ الواحد للغرفة٠

٣- الوحدات كبيرة الحجم Large Size Units

هي وحدات مستوية من الحوائط والأسقف يمكنها أن تكون فيما بينها الفراغ الكامل للغرفة الواحدة ، أي أن الوحدة الواحدة يمكنها تشكيل حائط لفراغ غرفة ٤م×٤م ، هذا الحجم ينتشر بكثرة في جميع الدول الأوروبية وروسيا ، وبنسب معقولة في الولايات المتحدة الأمريكية ٠ ويتميز الحجم الكبير للوحدات المستوية بقله عدد الوصلات فيه للفراغ الواحد ، مما يتيح سرعة تجميع الوحدات في الموقع ، وبالتالي سرعة تنفيذ المبني ٠ إلا أن من عيوبه أنه يحتاج إلى معدات ثقيلة في الموقع لتتناسب مع أحجامه وأوزانه ٠

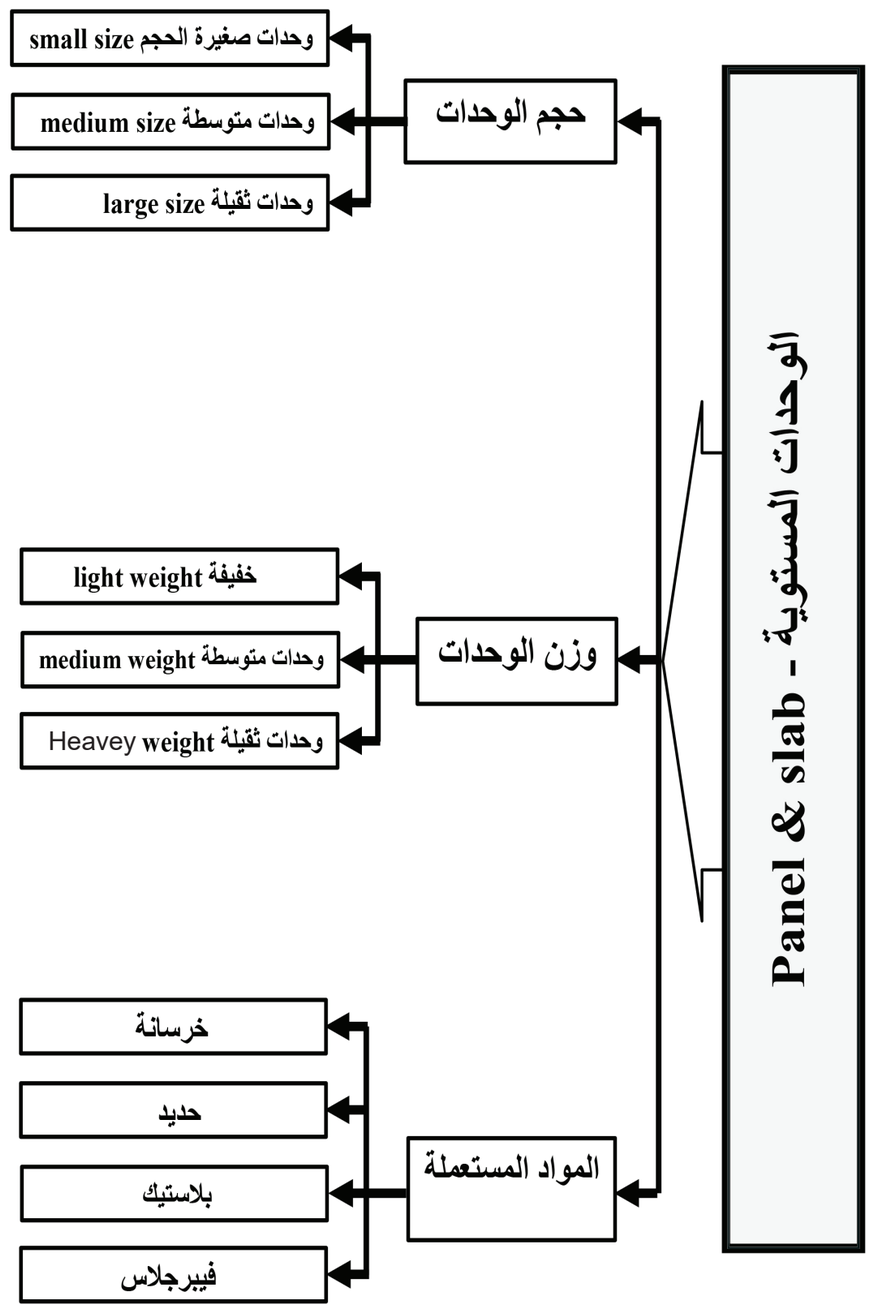
ب ـ وزن الوحدات المستوية

يمكن تقسيم الوحدات طبقاً لوزن الوحدة (خفيفه ـ متوسطة ـ ثقيلة) حيث يمكن استخدام الخرسانة الخفيفة فى انتاج تلك الوحدات أو قد تنتج بإستخدام مواد أخرى مثل :

- وحدات الفيبر جلاس
- وحدات من الخشب
- وحدات من قطاعات الصاج المشكل

ويتم انتاج هذه الوحدات فى الصورة الآتية :

- وحدات خفيفة Light
- وحدات متوسطة الوزن Medium
- وحدات ثقيلة الوزن Heavey



الفكرة الإنشائية للوحدات المستوية

Structural Concept

تعتبر الناحية الإنشائية هي أهم العوامل التي تؤخذ في الإعتبار، وبناءا عليها سيتحدد التصميم الداخلي للوحدات والتصميم الخارجي للواجهات ٠

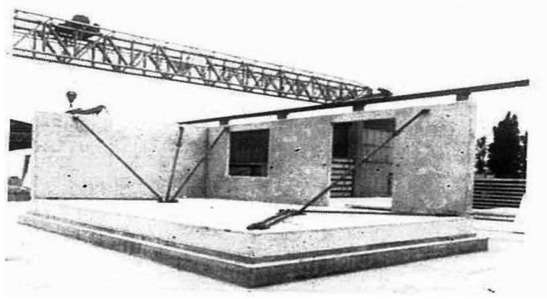
وهناك ثلاثة أنواع من الوحدات من الناحية الإنشائية :

* وحدات حوائط حاملة (إنشائية) Load Bearing Walls ٠
* وحدات الأسقف الإنشائية Structural Slab units
* وحدات حوائط غير حاملة (غير إنشائية مثل القواطيع والحشو Non Load Bearing Walls

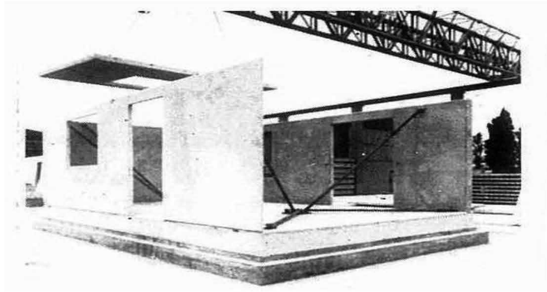
أ - وحدات مستوية تعمل كحوائط حاملة (إنشائية : Load Bearing Walls

هي الوحدات السابقة التجهيز، التي تكون وظيفتها الأساسية وظيفة إنشائية، وتشبه الحوائط الحاملة في المباني التقليدية، من حيث الوظيفة الإنشائية أي أنها تقوم بنقل الأحمال الواقعة عليها ، بالإضافة إلى وزنها الأساسى٠ وهذا ما يدعو للاختلاف في تصميم الوحدات المستوية فالحوائط الإنشائية بالدور الأرضي تختلف في تصميمها عن الحوائط الإنشائية بالأدوار التي تعلوها ، وهذا طبقاً للأحمال التي سوف يقوم الحائط بنقلها بالإضافة لحمل الحائط نفسه ٠

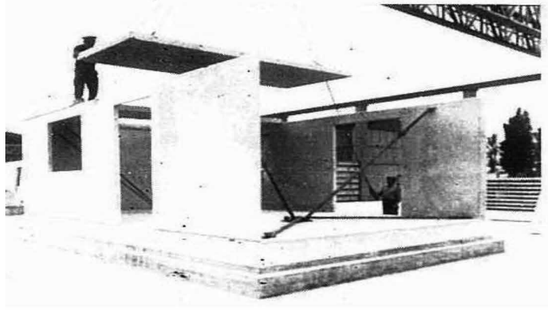
ويمكن لتلك الوحدات أن تكون لها وظائف أخري بالإضافة إلى وظيفتها الإنشائية ، فمن الممكن أن تكون حوائط خارجية(واجهات) أو داخلية لفصل الفراغات المختلفة في المبنى ٠



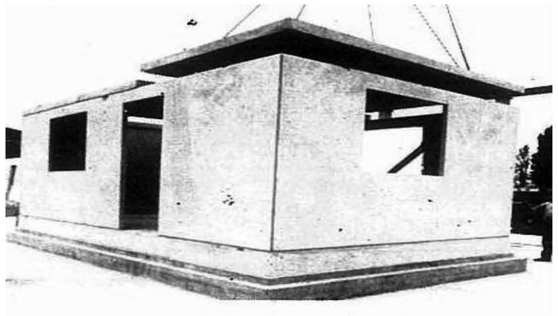
١- وضع الوحدات فوق الأساس



٢- وضع وحدات الأسقف



٣- استكمال وضع الوحدات



٤- وضع الحائط الخارجى
واستكمال الوحده

نموذج لطريقة تجميع لوحده مكونه من غرفة واحده

وعند التصميم الإنشائي لتلك الوحدات الحائطية لا بد من الأخذ في الإعتبار القوي التي تتعرض لها تلك الوحدات نتيجة للنقل والتخزين، وعمليات الرفع بالأوناش أثناء عمليات التنفيذ والتجميع في الموقع ولذلك تكون تلك الوحدات ثقيلة نسبياً نظراً لسمكها ولزيادة كمية الحديد بها واللازمة لمقاومة القوي التى يتعرض لها الحائط أثناء النقل والتركيب بالموقع ٠

وتختلف أشكال تلك الحوائط طبقاً للتصميم الموضوع، فهناك حوائط مستوية مصمتة، أو حوائط مفرغة أو حوائط علي شكل (L)

ب- وحدات الأسقف الإنشائية Slab Units

تقوم هذه الوحدات المستوية بوظائف تغطية الفراغات المختلفة المتكونة بالحوائط السابقة، إضافة إلى أنها أيضاً تستخدم كأرضية للأدوار التي تعلوها مما يتطلب تصميمها جيداً وبطريقة تسمح بأداء تلك الوظائف ،وتحمل للقوي الأخرى التي تتعرض لها أثناء عمليات النقل والتخزين والتشغيل أو الرفع بالأوناش في الموقع٠

وتختلف أشكال وأسماك وحدات الأسقف طبقاً للمسطح الذي سوف تقوم بتغطيته (أبعاد السقف) بالإضافة إلى الوظيفة المطلوبة منها، فهناك الوحدات المصمتة والوحدات ذات الكمرات الساقطة علي حرف (T) أو الوحدات المفرغة ٠

ج - وحدات مستوية تعمل كحوائط غير حاملة (غير إنشائية)

Non Load Bearing Walls (Panel And Partition Walls)

وحدات لا يكون الغرض منها وظيفة إنشائية ٠ ويقتصر دورها في المبني أما علي فصل الفراغات المختلفة داخل المبني، أو لتكوين حوائط خارجية ويمكن تصميمها بطريقة مانعة لانتقال الصوت والحرارة(حوائط عازلة) ٠

ونظراً لأن تلك الوحدات غير إنشائية فيمكن أن تكون من مواد خفيفة الوزن مثل البلاستيك ،أو الخشب أو الألومنيوم أو الجبس ، بالإضافة إلى إمكانية أن تكون من الخرسانة الخفيفة الوزن ، ويتم تركيبها في الموقع بعد أو أثناء عملية تنفيذ المنشأ ذاته ٠

ومن مميزات هذه الحوائط إمكانية تصميمها بمقاسات موحدة Standard Unit بحيث تتحمل فقط أوزانها إضافة إلى القوي التي تتعرض لها أثناء النقل والتخزين والرفع والتركيب أثناء عملية التنفيذ٠

طرق توزيع الحوائط الإنشائية الحاملة ٠

تختلف طرق توزيع الحوائط الحاملة في المسقط الأفقي طبقاً للتصميم الموضوع وطبقاً لطريقة الإنشاء المتبعة في المصنع المنفذ لها٠ وتنقسم إلى أربعة طرق وهى نظام الحوائط العرضية ـ نظام الحوائط الطولية ـ حوائط طولية وعرضية ـ حوائط وأعمدة .

١- نظام الحوائط العرضية (العمودية علي الواجهة) Cross Wall System

في هذه الطريقة تكون مهمة الحوائط الداخلية العمودية علي الواجهة نقل الأحمال كحوائط إنشائية٠ أما الحوائط الخارجية فتبقي حرة ويمكن تشكيلها معمارياً بالطريقة التى يراها المعمارى لإظهار مشروعه ، بالإضافة إلى إمكانية عمل الفتحات اللازمة، وبالعرض الكافي دون أي قيود إنشائية ٠ويمكن للحوائط الخارجية أن تكون من مواد خفيفة كحوائط حشو Panel أو تكون معلقة على الإنشاء نفسه Cladding ويتم ارتكاز الأسقف علي الوحدات العرضية الإنشائية لنقل الأحمال المختلفة إلى الأساس ٠

ومن عيوب هذا النظام عدم مرونته بالنسبة الفراغات الداخلية ، حيث يصعب نقل أي حائط داخلي أو عمل فتحات لإنسياب الفراغات وذلك عند تطبيق نظام المسقط المفتوح إلا في نطاق ضيق جداً ٠

٢ - نظام الحوائط الطولية: Long Wall System

في هذه الطريقة ،تقوم الحوائط الخارجية (حوائط الواجهات) بنقل الأحمال كحوائط إنشائية ٠ وفي حالة زيادة البحرأوعرض المبني، يمكن إضافة حوائط داخلية موازية للواجهة، حتى يمكن أعطاء مسافات مناسبة بين الحوائط ٠

وما يميز هذا النظام عن نظام الحوائط العرضية أنه يعطي حرية أكبر في التصميم للفراغات الداخلية ، من حيث إمكانية إلغاء الحوائط الداخلية أو عمل فتحات كبيرة بين الفراغات الداخلية مما يعطي مرونة أكثر ٠

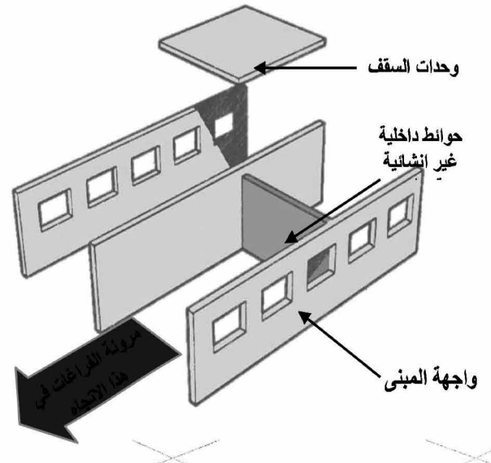
إلا أن من عيوب هذا النظام أنه يعوق حرية المهندس المعماري في تشكيل الواجهات بالإضافة إلى صعوبة عمل فتحات كبيرة في الواجهة نظراً لأن الحوائط الخارجية تعمل كحوائط إنشائية حاملة٠ ويكون سمك الحوائط الخارجية كبيراً ، ويمكن أن يستغل هذا السمك في عمليات العزل الحراري والصوتي ٠

٣ - حوائط طولية وعرضية Two Way Span System

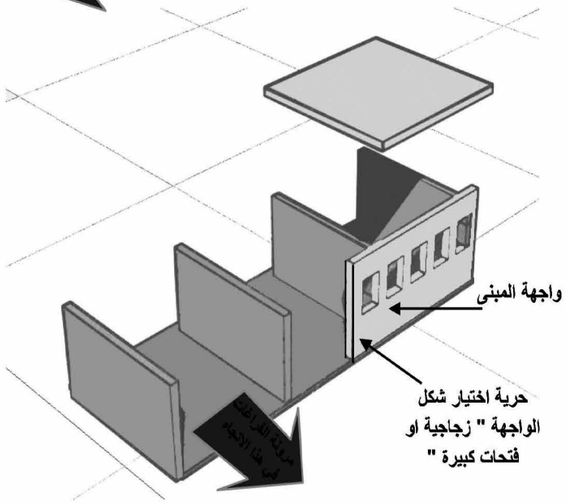
تقوم الحوائط الطولية والعرضية أي الموازية والعمودية علي الواجهة كحوائط إنشائية وفي هذا النظام، تنتقل الأحمال علي عدد كبير من الحوائط ويتوزع عليها بإنتظام , لذلك تكون أسماك هذه الحوائط صغيرة نسبياً بالمقارنة بأسماك الحوائط في الطريقتين السابقتين ، ويعتبر هذا ميزة من مميزات نظام الحوائط الطولية والعرضية ، والتي تعتبر أكثر شيوعاً في نظام الوحدات المستوية ٠

إلا أنه من عيوب هذه الطريقة ، أنها غير مرنة علي الإطلاق والفراغات الداخلية محددة الأبعاد ٠ وبذلك يصعب عمل أي تعديل أو تغيير في المسقط الأفقي والواجهة ٠

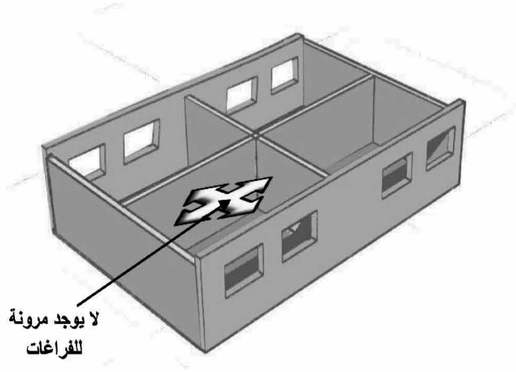
١ـ حـوائط طوليــة انشــائية موازية للواجهة



٢ـ حوائط عرضية عمودية على الواجهة



٣ـ حوائط طولية وعرضية



ويصمم المبني بالطريقة التي تتناسب مع الاحتياجات المنفعية ولا يسمح بعمل أي تعديل بعد ذلك ٠

٤ ـ حوائط وأعمدة : Columns And Walls

هو نظام مركب ،تستخدم فيه الحوائط الحاملة ، أما عرضية أو طولية ، مع استخدام بعض الأعمدة في الفراغات الداخلية ، أي أنه نظام يجمع بين طريقة الإنشاء بالحوائط الحاملة والإنشاء الهيكلي ٠

ومن مميزات هذا النظام، أنه يعطي مرونة فى الفراغات الداخلية في جميع الاتجاهات نظراً لوجود الأعمدة بالداخل كالنظام الهيكلي ٠

أنواع الوحدات المستوية لبلاطات الأسقف :-

تختلف الوحدات المستوية لبلاطات الأسقف باختلاف التصميم الإنشائي وتكون علي اشكال عدة منها المصمت أو المفرغ أو على حرف T طبقاً للتصنيف الآتى :

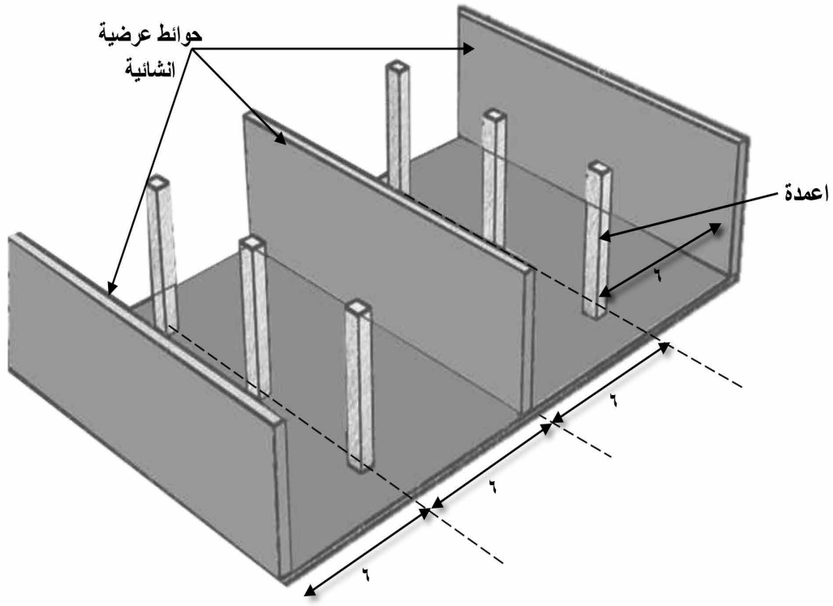
أ - وحدات أسقف مصمتة

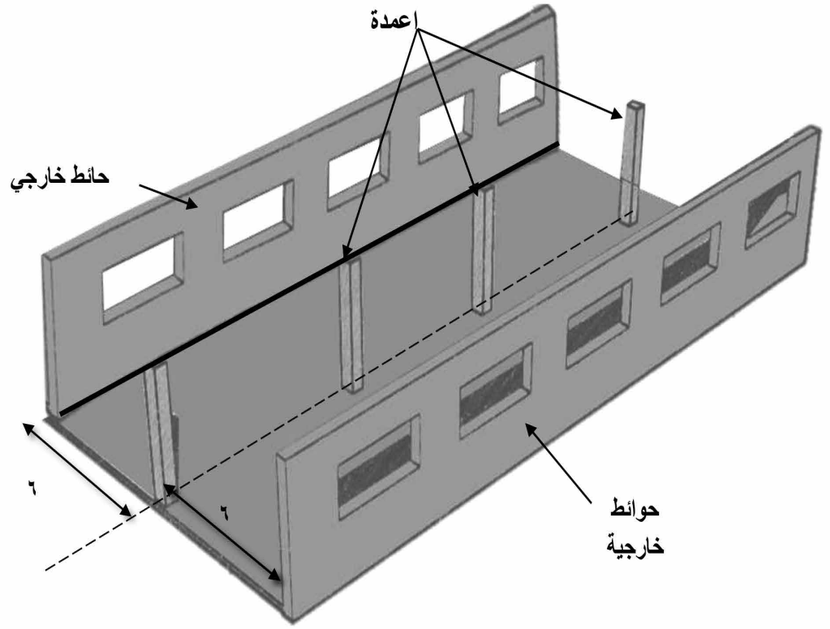
وحدات تصلح لأن تكون بلاطات للأسقف أو وحدات للحوائط وأن إختلف التصميم الإنشائي بعض الشيء ،وهذا الشكل المصمت شائع الاستخدام ، وإن كان ما يعيبه أنه ذو أوزان وأسماك كبيرة نسبياً ٠

ب ـ وحدات أسقف مفرغة (بلاطات مفرغة)

وحدات مستوية مفرغة تصلح أيضاً لأن تكون أسقفاً أو حوائطاً ومن مميزات البلاطات المفرغة الأتي:-

* تخفيف وزن البلاطة ٠
* العزل الحراري، خاصة إذا كانت للسقف الأخير أعلي الطوابق أو للحوائط الخارجية
* العزل الصوتي، خاصة إذا كانت تستخدم للأسقف بين الأدوار ٠





ج - وحدات الأسقف الصندوقية

وحدات غالباً ما تستخدم في حالة استخدام الوحدات المستوية ذات الحجم الصغير ٠ فيتم تشكيل الأسقف بهذه الطريقة لسببين:

* ليكون السطح الداخلي السفلي نظيفاً بدون سقوط ظاهر للكمرات ٠

* تخفيف وزن السقف حيث تقوم جوانب الصندوق بدور كمرات ٠

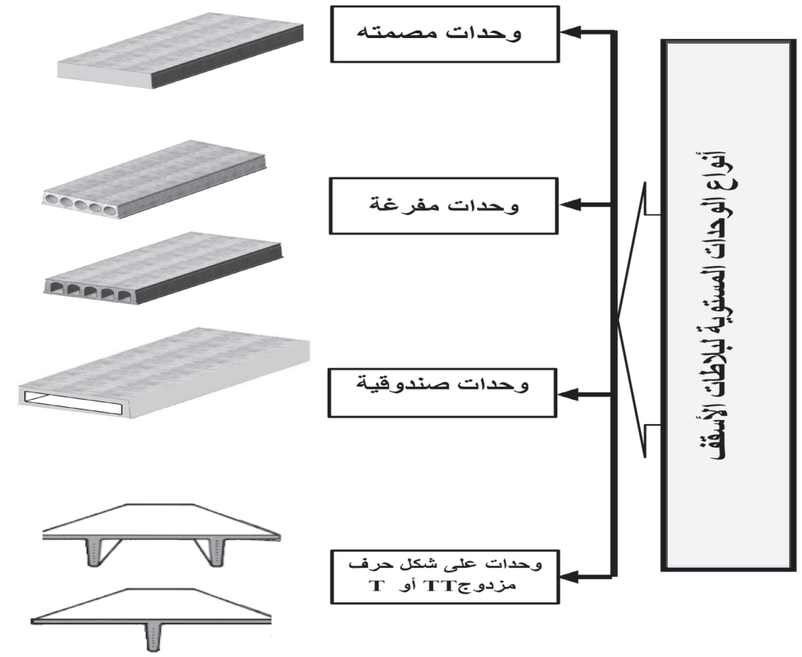
٥ - وحدات علي شكل حرف T وحرف T مزدوج

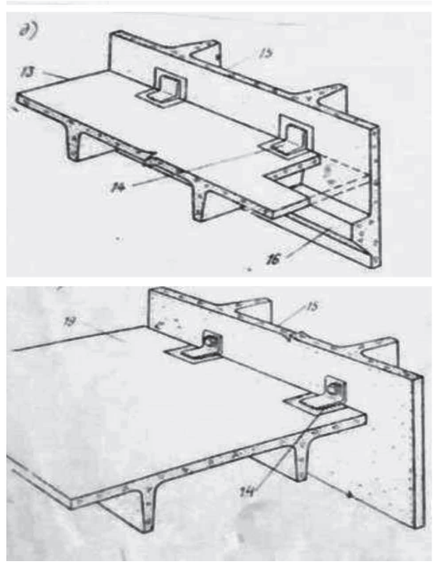
وفي هذه الحالة تستخدم سقوط الكمرات لتقليل سمك بلاطة السقف فتتوزع الأحمال علي هذه الكمرات الساقطة٠

الوصلات Joints :-

ترجع أهمية الوصلات في نظام الوحدات المستوية إلى أنها ضرورية لتجميع أجزاء الوحدات للأسقف والحوائط فالفكرة الأساسية للمباني سابقة التجهيز تعتمد على تجزئة المبني إلى وحدات صغيرة عند الصناعة ثم يتم تجميعها فى الموقع ، مما ينتج عنها وجود وصلات بين هذه الوحدات ٠

وتزداد أهمية الوصلات في الوحدات المستوية الصغيرة والمتوسطة الحجم حيث تلعب دوراً هاماً في مقابلة جميع القوي التي يتعرض لها المبني، ويلزم الاهتمام البالغ بمعالجتها وذلك لضمان أن تعمل جميع الوحدات مع بعضها البعض كوحدة واحدة ٠





وحدات على حرف T مزدوج

أ - الوصلات أو الركائز المؤقتة:

هي وصلات تستخدم بصفة مؤقتة لصلب وحدات الحوائط، أو تثبيت الأسقف إلى أن يتم عمل الوصلات النهائية الدائمة، وتكون أهميتها بالغة عند ضبط رأسية الحوائط وربط بلاطات الأسقف ٠ ووصلات الحوائط المؤقتة عبارة عن ركائز وصلبات حديدية (شداد معدني) يثبت بين الحائط والأرضية ويلزم أن تكون هذه الصلبات أو الشدادات قوية بالدرجة التي لا تسمح للحائط بالتحرك إلى أن يتم وضع الأسقف عليها ٠ ثم ترفع هذه الصلبات الحديدية بعد عمل الوصلات الدائمة بين الحائط والأسقف ٠

ب - الوصلات الدائمة:

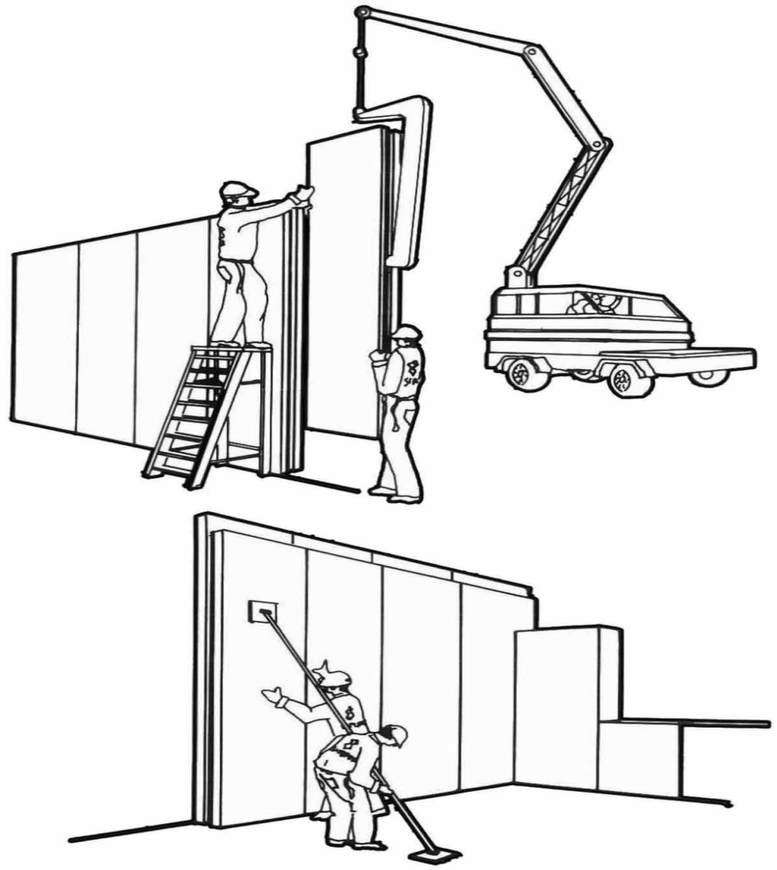
تختلف أنواع الوصلات الدائمة طبقاً للتصميم الموضوع وطبقاً لأنواع القوي التي تؤثر علي هذه الوصلات ، وهو ما تم مناقشته فى هذا الكتاب بالشرح فى شرح الوصلات سابقاً ٠ وهناك طريقتان أساسيتان لعمل الوصلة٠

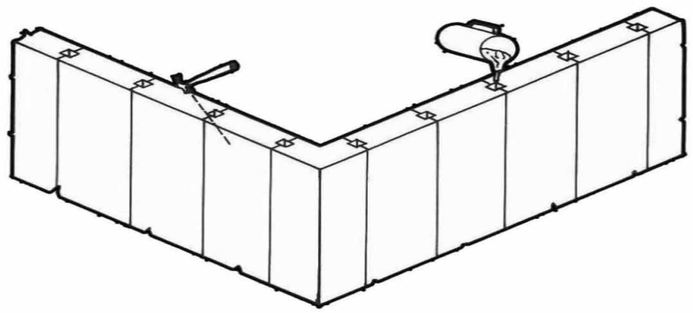
الوصلة الجافة Dry Joint والوصلات الرطبة Wet Joint وهي وصلات تعتمد أساساً علي استخدام المونة الأسمنتية ، ولذلك فهي تحتاج إلى وقت كاف لجفاف المونة ومن عيوب هذه الوصلة أنها تحتاج إلى وقت حتى جفاف أو وصول المونة إلى قوتها مما قد يطيل من وقت التنفيذ ٠

مميزات الوحدات المستوية:

* سرعة التنفيذ بالمقارنة بالطريقة الهيكلية وخاصة عند استخدام وحدات – من الحوائط والأسقف الكبيرة ٠

* يمكن أن تجهز الحوائط تامة التشطيب فى المصنع ومركب عليها جميع التوصيلات الكهربائية والصحية وأيضاً مخدومة الأسطح فلا تحتاج إلى بياض أو أي نوع من أنواع النهو بالموقع ٠





كروكى بين تركيب وحدات سابقة التجهيز

عيوب الوحدات المستوية :

* كثرة الوصلات خاصة إذا كانت الوحدات من النوع الصغير أو المتوسط، مما قد يزيد من وقت التنفيذ ٠

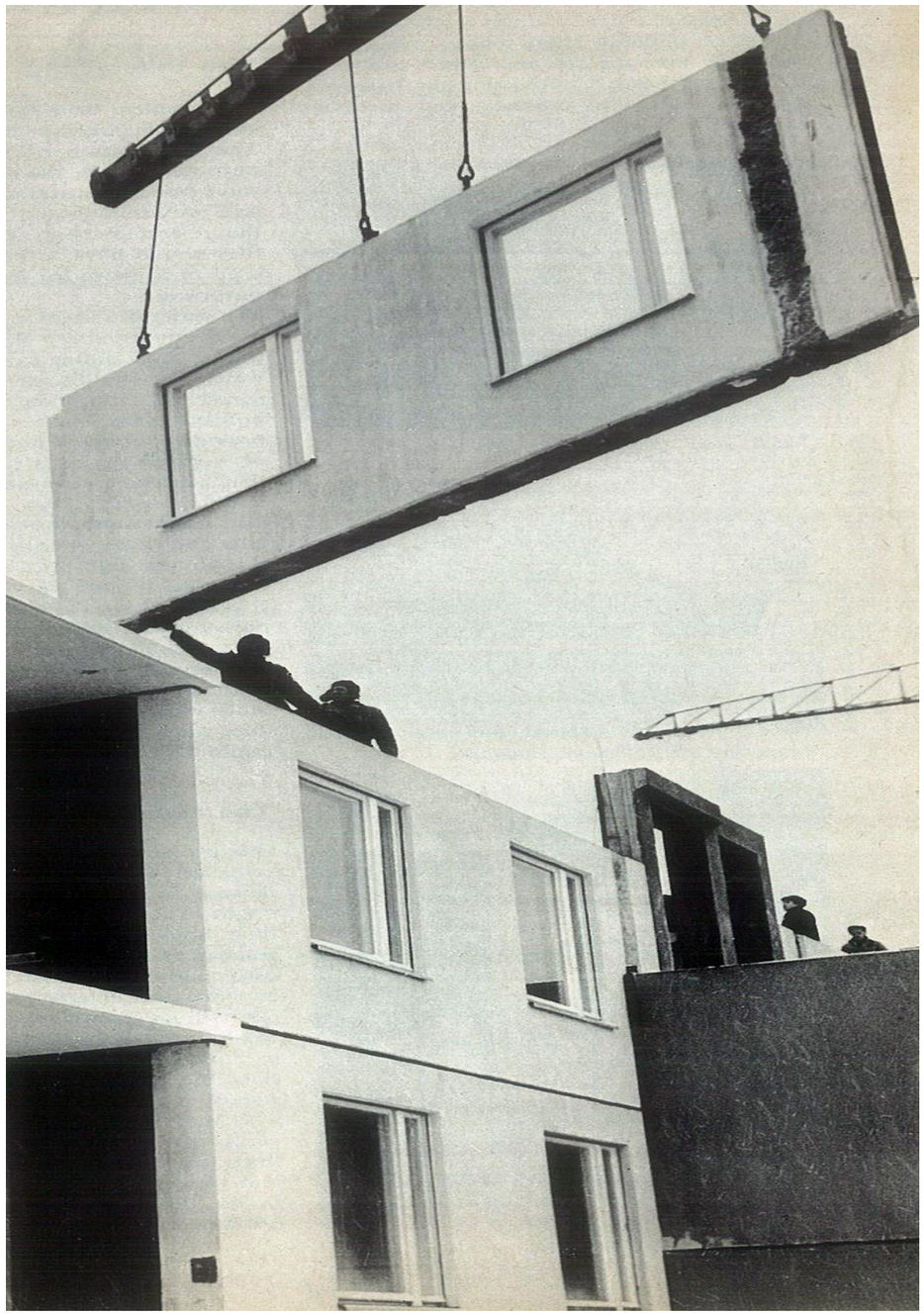
* الاحتياج إلى عمالة فنية تقوم بأعمال التركيب للوحدات وعمل الوصلات في الموقع ٠

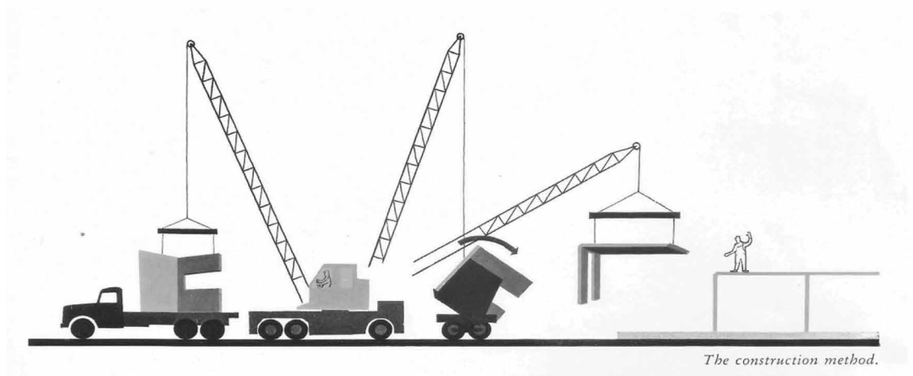
* أقل مرونة من النظام الهيكلي ، وبالرغم من أن الوحدات المستوية تحقق مرونة معقولة ومقبولة للفراغ ، إلا أنه يصعب عمل فتحات جديدة أو إجراء أي تغيرات في المسقط الأفقي نظراً لتوزيع الحوائط وخاصة الإنشائية الحاملة منها ٠

* يصعب عمل فتحات كبيرة في الحوائط الإنشائية الحاملة الخارجية مما قد يؤثر علي الشكل الخارجي للمبني ٠

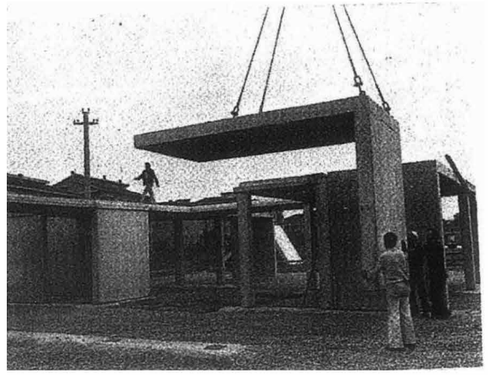
* تحتاج عملية ضبط الحوائط رأسياً إلى وقت طويل ومهارة عالية ومعدات خاصة، إضافة إلى الركائز المؤقتة اللازمة لعملية صلب الحوائط ٠

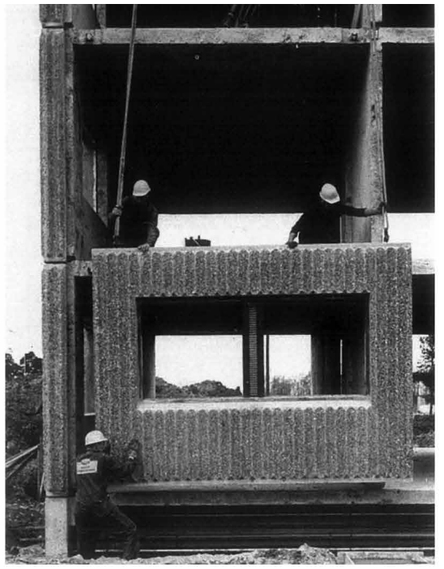
إستعمال الوحدات المستوية الكبيرة الحجم في بعض المشاريع بالقاهرة

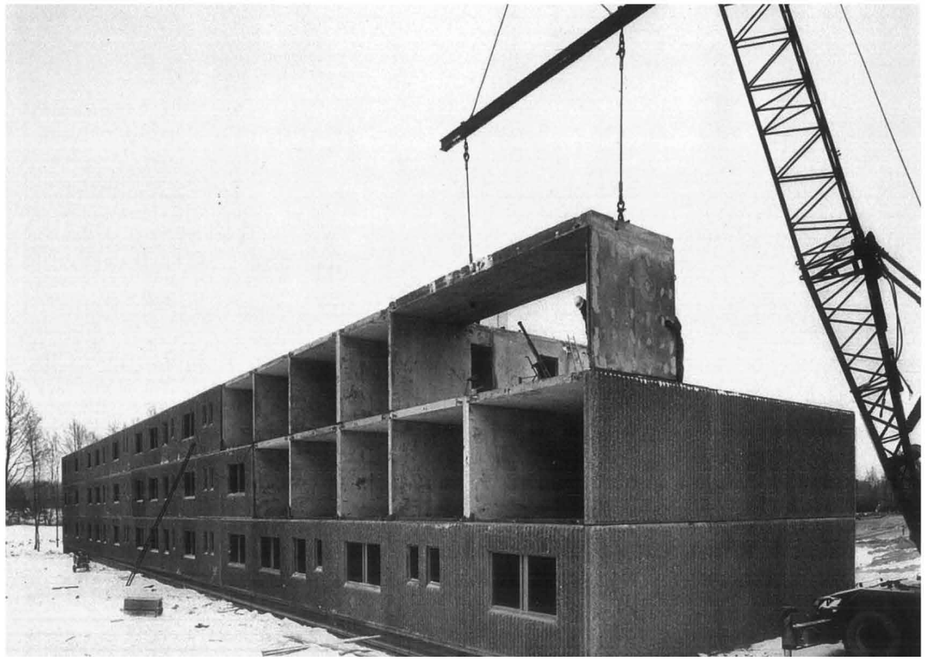




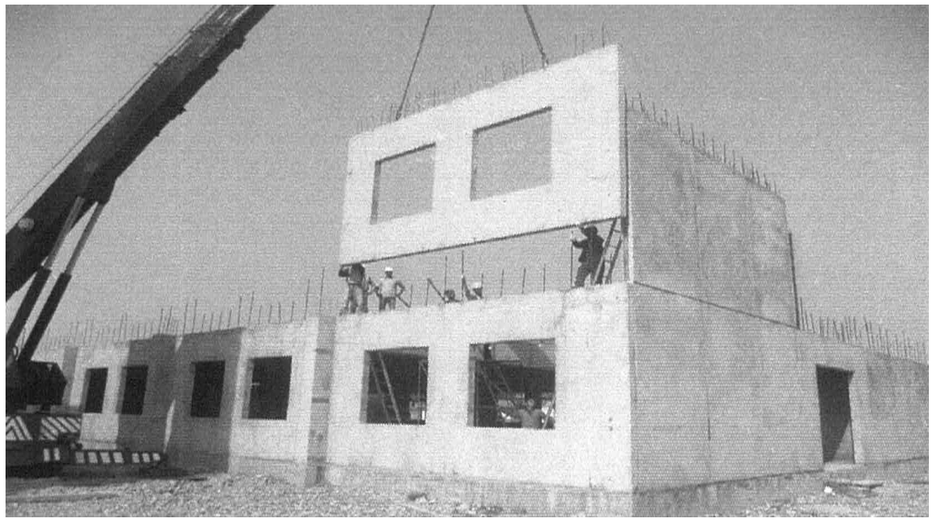
The construction method.



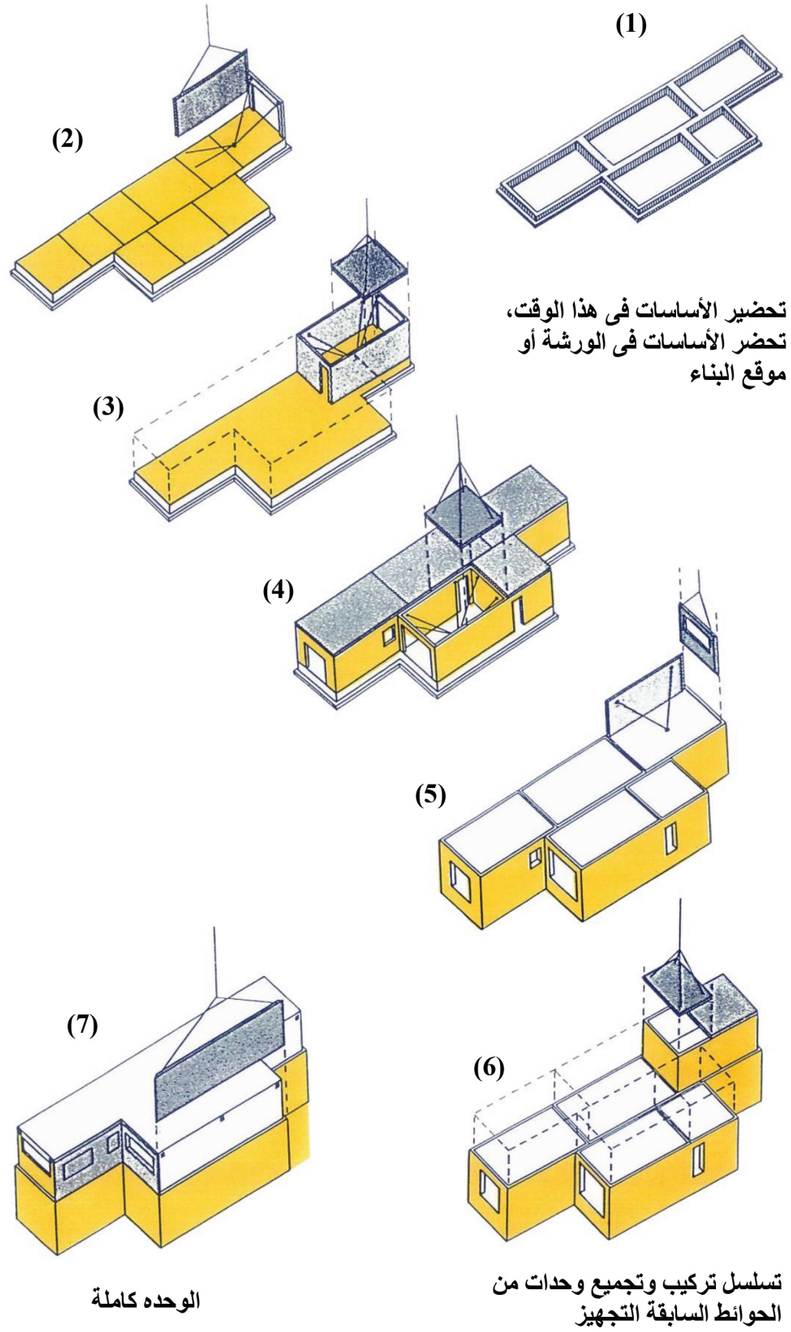




وحدات على شكل حرف L



أستخدام حوائط سابقة التجهيز بأبعاد مختلفة

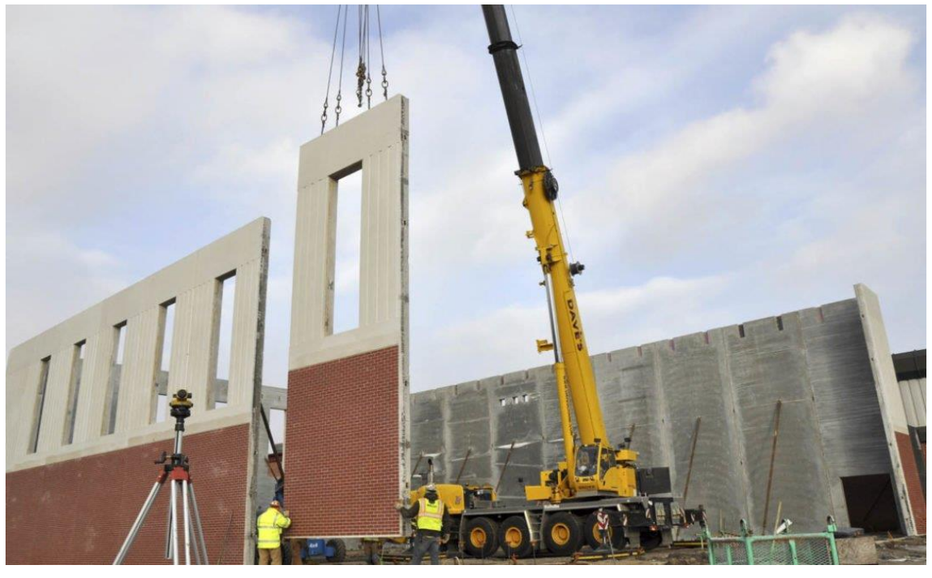


تحضير الأساسات فى هذا الوقت،
تحضر الأساسات فى الورشة أو
موقع البناء

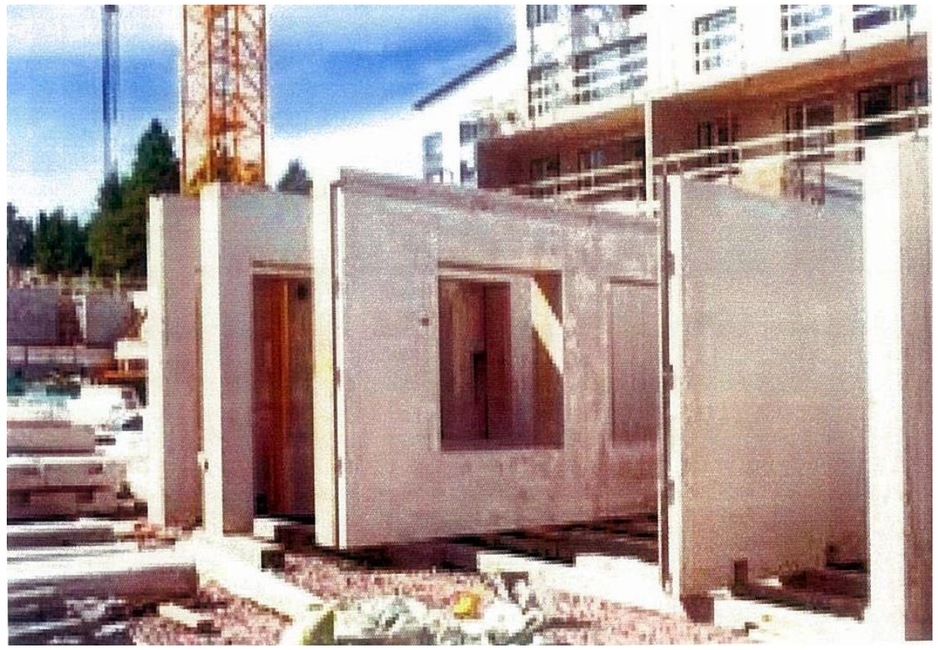
تسلسل تركيب وتجميع وحدات من
الحوائط السابقة التجهيز

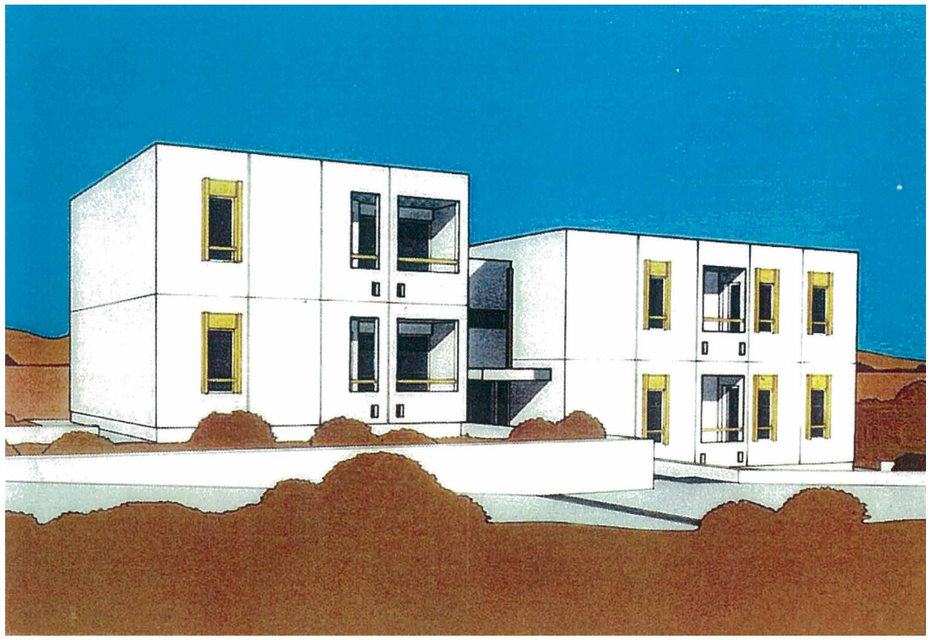
الوحده كاملة

https://cranemarket.com/blog/daves-crane-wrecker-service-sets-precast-panels-supplied-by-wells-concrete-with-a-grove-gmk5165-2-crane/



https://cranemarket.com/blog/daves-crane-wrecker-service-sets-precast-panels-supplied-by-wells-concrete-with-a-grove-gmk5165-2-crane/

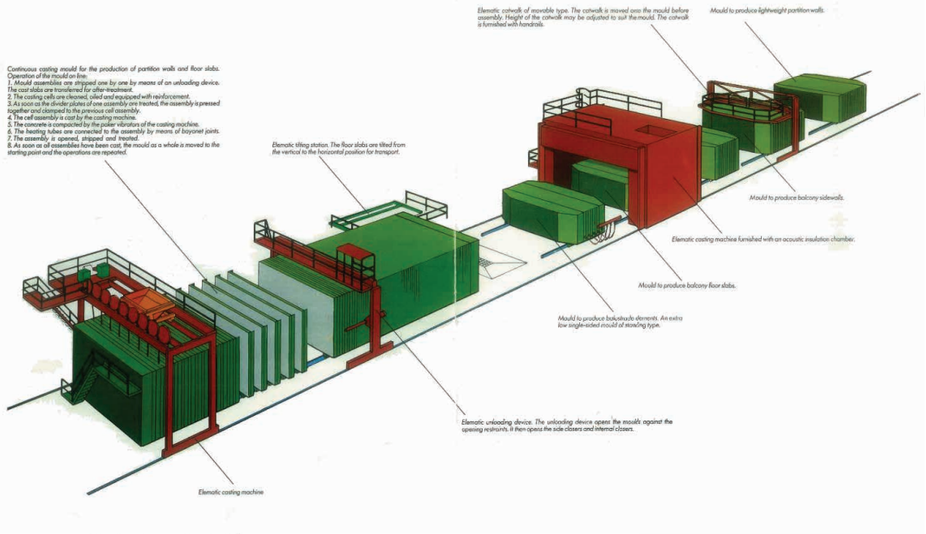


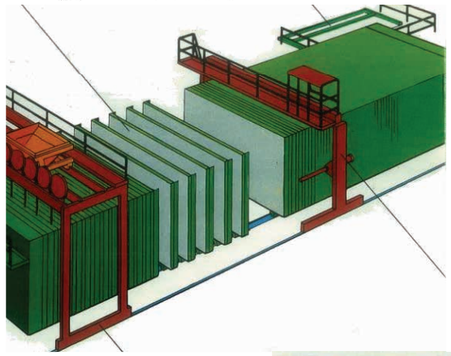


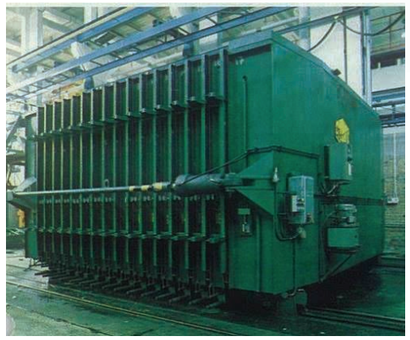
حوائط واسقف لوحدات متوسطة الحجم

http://hozela.com/how-to-plan-your-room-layout/

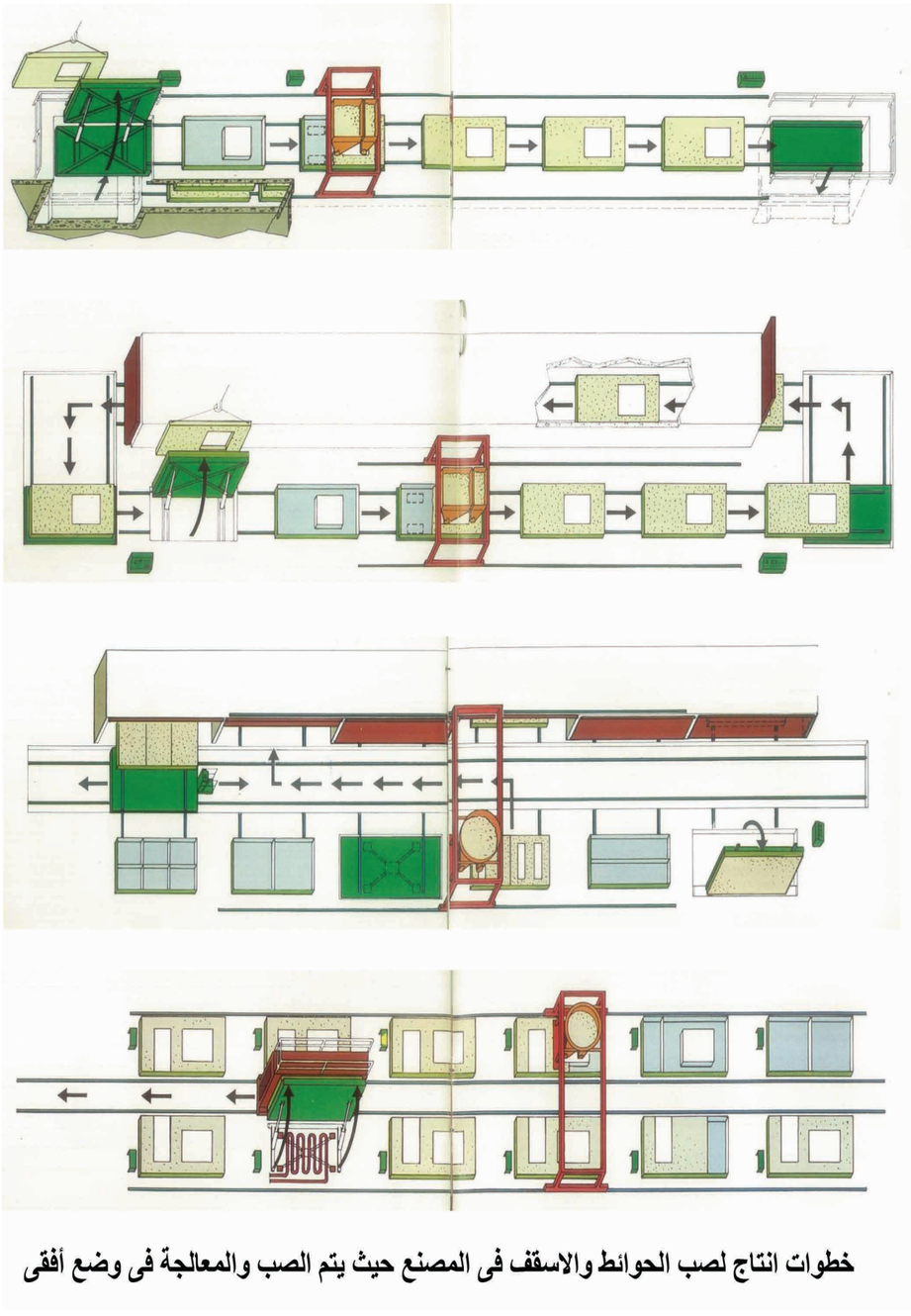
COMPLETE VERTICAL CASTING LINE WITH SPECIAL MOULDS







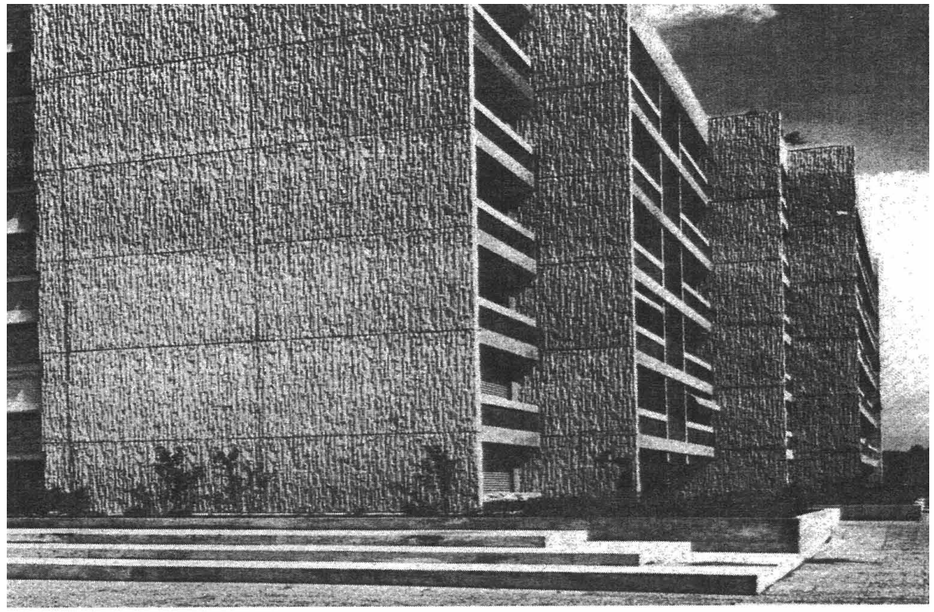
خط انتاج لصب الحوائط فى المصنع رأسياً بنظام البطارية

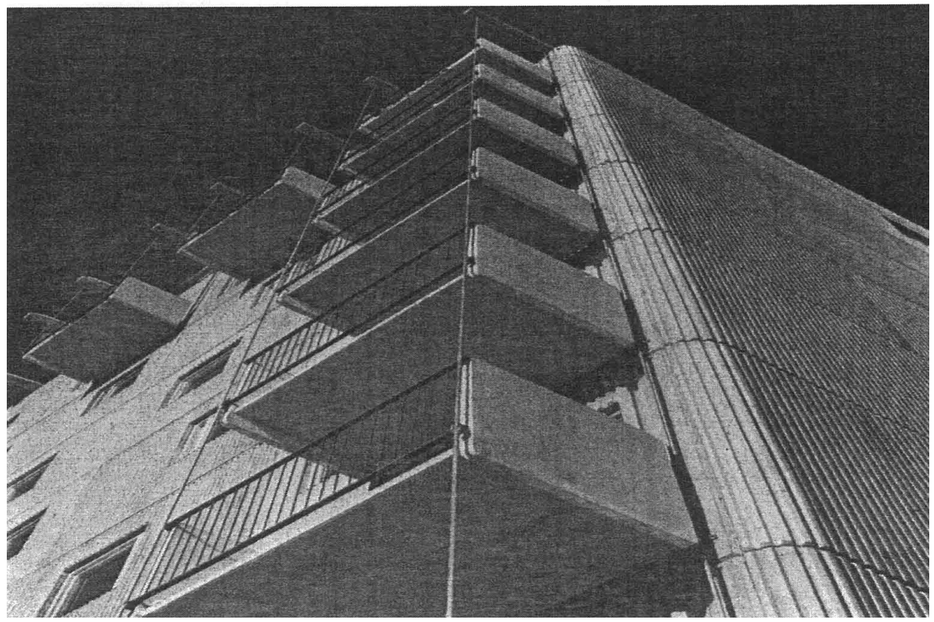


خطوات انتاج لصب الحوائط والاسقف فى المصنع حيث يتم الصب والمعالجة فى وضع أفقى

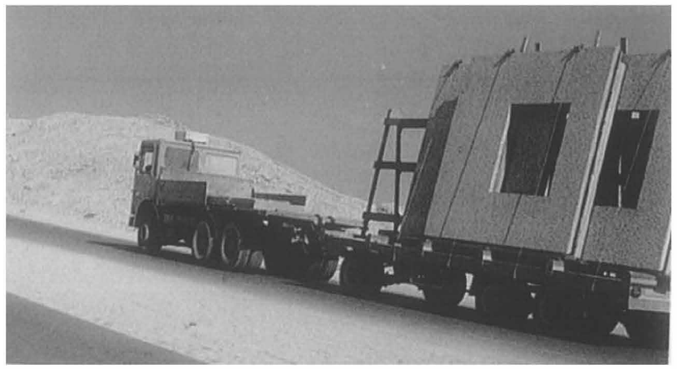
http://www.indiaprecast.com/hollow-core-slab/photo-gallery.html

https://www.archiexpo.com/prod/rector/product-56991-1888293.html

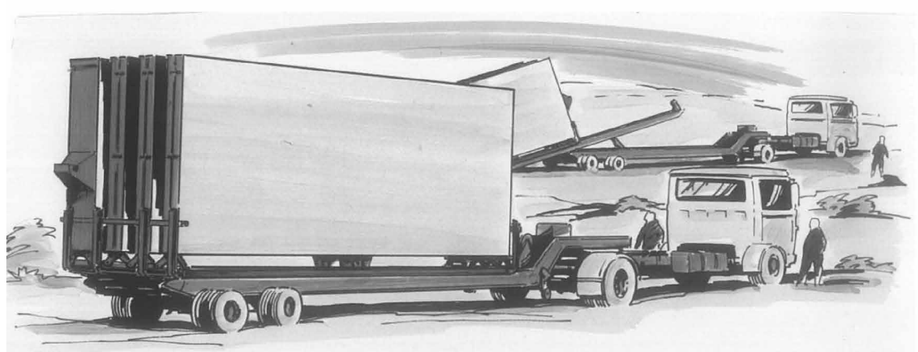




أمثاله للحوائط الخارجية بالملمس وبأشكال متعددة



عملية تخزين ونقل
الوحدات والحوائط
من المصنع للموقع



ثالثاً : الوحدات الصندوقيـــة

الوحدات الصندوقية: Box System (Box Units)

الوحدات الصندوقية وحدة فراغية ثلاثية الأبعاد ، لها طول وعرض وارتفاع ، وتحتوي علي فراغ داخلها ، في المباني السابقة التجهيز يطلق عليها الوحدة الصندوقية أو الوحدات الجاهزة الثلاثية الأبعاد ٠ والوحدة الصندوقية ، يتم تجهيزها في المصنع ، لتحتوي علي جزء أو فراغ كامل أو عدة فراغات ، ثم تنتقل من المصنع إلي الموقع ليتم تجميعها مع بعضها البعض ليتكون الشكل النهائي للمبني ٠

الوحدة الصندوقية ، نتيجة شكلها الهندسي وارتباطها بأبعاد وبحور Span صغيرة نسبياً ، أرتبط استخدامها في نطاق المباني السكنية والفنادق دون المباني العامة أو التجارية التى تحتاج إلى بحور واسعة وكبيرة ٠ وإن كان هناك بعض التطبيقات في إيطاليا لاستخدام وحدة صندوقية موديولية كبيرة في المباني العامة إلا أنها ما زالت غير منتشرة علي نطاق كبير حتى اليوم لإحتياجها إلى أوناش كبيرة ٠

في المباني التقليدية ، يعتبر الطوب وحدة تكرارية تستخدم لتكوين الهيكل العام للمبني عن طريق رص وتجميع الطوبة فوق الطوبة أو بجانب بعضها بطريقة معينة ويربط هذا الطوب بواسطة المونة الأسمنتية فينشأ الهيكل العام للمبني ٠ وهذا هو ما يحدث في المباني الصندوقية فالطوبة كوحدة موديولية هنا أكبر وحدة صندوقية تحتوي على الفراغ بداخلها ويتم وضعها فوق أو بجانب بعضها ليتكون الهيكل العام للمبني وكان أول من أطلق على الوحدات الصندوقية بأنها البلوكات الجديدة فى البناء المعمارى المعروف بول رودلف ، ولقد وصف "بول رودولف " Paul Rodelph ، المباني الصندوقية والوحدات الصندوقية Box Units بأنه البلوكات الجديدة فى البناء التي يمكن بناء العمارة الحديثة بها New Building Block

والاختلاف بين طريقة البناء بالوحدة الصندوقية السابقة التجهيز Box Unit وطريقة البناء التقليدية ، يكمن في حجم الطوبة نفسها، فبينما تكون الطوبة متناهية الصغر فى الطريقة التقليدية حيث تمثل نقطة فى المبنى , نجد أن الطوبة فى المبانى الصندوقية عبارة عن بلوك يحتوى على فراغ مكون من الوحدة الصندوقية ، الذي تمارس فيه الأنشطة ولكن كبر الوحدة الصندوقية قد يشكل عقبة لحاجتها إلى استخدام الآلات والأوناش لنقلها أو تجميعها في جميع مراحل التنفيذ حيث يصعب علي الإنسان التعامل مع هذا الحجم والوزن الكبير بدون استخدام آلات والمعدات للتشغيل٠

والطوبة الصغيرة مصمتة ويمكن احتوائها داخل اليد أثناء عملية البناء، أما الوحدة الصندوقية سابقة التجهيز فهي أثقل وأكبر بكثير من ذلك، مما يتحتم معه استخدام الآلات الميكانيكية والأوناش لرفعها ووضعها في مكانها في المبني

وهذا ما يفرضه التقدم التكنولوجي للقرن العشرين ٠ فلا يعقل – مع التقدم التكنولوجي أن يستمر الاعتماد الكامل علي قوة الإنسان العضلية ٠ فقد عرفت معظم الصناعات حدود القوة العضلية للإنسان وضرورة التوجه نحو استخدام الآلة التي يمكنها إنجاز ما يعجز الإنسان عن عمله في وقت قياسي ٠ وقد ساعد علي ذلك التطور الذي يحدث في تكنولوجيا الروافع التي أمكنها الوصول بها إلي رفع الأطنان من المواد ٠ وفي حقيقة الأمر سوف يكون هذا مستقبل العمارة الحديثة ، وخاصة مع التقدم الهائل الذي يحدث لتكنولوجيا الروافع والأوناش٠

ومع الاحتياج السريع لإسكان عشرات الآلاف من البشر في العالم ،تعتبر الوحدات الصندوقية هي الوسيلة السريعة التي يمكنها أن تغطي هذا الاحتياج خاصة اذا عرفت أنه بإمكان هذه الطريقة إقامة وتشييد مسكن كامل في خلال ساعات قليلة ٠على اعتبار

ان هناك خطوط انتاج فى المصنع مستمرة ٢٤ ساعة لإنتاج الوحدات الصندوقية فى المصنع . ويمكن لمبني مكون من ثلاثة طوابق الانتهاء منه بالكامل خلال ٦-٧ ساعات، ذلك لأن الأعمال الأساسية التي تتم في الموقع لا تتعدي التجميع من خلال وضع هذه الوحدات الصندوقية فوق بعضها أو بجانب بعضها بطريقة تتوقف علي التصميم المقترح بعد تجهيز الأساس الخاص بها في الموقع ٠

هذه الوحدات يمكن أن تنقل إلى الموقع وهي تامة التجهيز والتشطيب بكامل التوصيلات الكهربائية والصحية إن وجدت ويمكن أن تحتوي علي الأثاث أيضاً ٠ بحيث يمكن تسكينها مباشرة بعد الانتهاء من تجميعها وتربيطها أو لحام الوحدات المختلفة في موقع التنفيذ٠

وتختلف المواد المستعملة في تشكيل الوحدات الصندوقية فمن الممكن أن تكون مصنوعة من مواد تقليدية معروفة كالخرسانة والحديد والخشب أو مصنوعة من أنواع خاصة من البلاستيك أو الفيبرجلاس .

ويمكن للوحدة الصندوقية أن تنتج بالجملة ، إذا تم تنميطها لتصبح صالحة لإنتاج وحدات تكرارية بأسلوب إنتاج الجملة Mass Production وستكون أكثر إمكاناً للتطبيق في المستقبل القريب عندما تصنع الوحدة Box Unit من مواد خفيفة ، تسهل عملية الإنتاج والتجميع بالموقع بالإضافة إلى تسهيل عمليات النقل المختلفة٠ وليس بالضرورة أن يتم استنباط مواد جديدة خفيفة ، ولكنه يمكن من خلال التطبيق والتطوير الجيد للمواد التقليدية العادية إنتاج وحدات موديولية أخف وزناً وهناك عدة أمثلة لذلك ٠

فالمشروع الإسكاني " لموشي صفدي Moshe Safdie في منتريال بكندا عام ١٩٦٧ مصمم علي نظام الوحدات الصندوقية ، وكانت الوحدة الموديولية التي تحتوي

علي حجرة معيشة والمصنوعة من الخرسانة العادية تزن٩٠ طناً٠ ويمكن تخيل ثقل وزن تلك الوحدة وإمكانيات تحميلها وتجميعها في الموقع٠ ولكن هذه التجربة تبعتها- بوقت قصير - محاولة جديدة لتخفيف وزن الموديول وكان ذلك في فندق " سان انطونيو " بتكساس فى الولايات المتحدة الأمريكية ، وهو فندق مكون من احدي وعشرين طابقاً، ومشيد بوحدات موديولية خرسانية تزن الواحدة حوالي ١٧ طناً فقط وهذا التخفيض الهائل في الوزن بالمقارنة بمشروع " موش صفدي" يأتي نتيجة استعمال نوع من الخرسانة خفيفة الوزن في إنتاج هذا الموديول أو هذه الوحدة الصندوقية٠

وعلي الجانب الآخر ، قامت الشركة الأمريكية للحديد U.S Steel Corporation بإنشاء فندق في أورلاندو في ولاية فلوريدا داخل ملاهي ديزني المعروفة ، باستخدام وحدة موديولية مساوية في الحجم تقريباً للوحدة الموديولية السابقة لوحدات موشى صفدى فى معرض مونتريال الدولى ١٩٦٧ واستعاضت عن الخرسانة بالحديد فكان الوزن للوحدة الصندوقية لا يتعدي ٦ طن ٠

وهكذا وفى خلال مدة بسيطة، أمكن تخفيض وزن الوحدة الصندوقية، وبالتالي خفض التكاليف للمبني والأساس نتيجة لتخفيض الأحمال الواقعة عليه ٠

وبالرغم من التطور الهائل الذي يحدث في عالم الروافع والأوناش والذي أمن من خلاله رفع مئات الأطنان فإن تخفيض وزن الوحدة الصندوقية له أهمية كبري في إمكانية استخدام روافع ذات إمكانيات معقولة أثناء عمليات رفع وتركيب هذه الوحدات ٠ وهناك محاولات كثيرة لتطوير استخدام الوحدة الصندوقية (الموديول) خاصة في الدول المتقدمة مثل أمريكا وروسيا ودول أوروبا ، كما يوجد في اليابان علي سبيل المثال في أفكار الميتابولزم Metabolism في فكرة الكابسول ، هذه المحاولات تعطي دفعة

قوية لنظام الوحدات الصندوقية ٠

وفي الولايات المتحدة الأمريكية، كان هناك برنامج الطفرة Housing Operation Breakthrough وقد أعطته الدولة إمكانيات هائلة من أجل الوصول إلي مبني سريع يتناسب مع ما وصلت إليه أمريكا من تكنولوجيا متقدمة في القرن العشرين ووصول أول أنسان أمريكى للقمر فى وقتها واستمر هذا البرنامج من عام ١٩٦٩ إلى عام ١٩٧٢ ولقد واكبه تطورات هائلة في هذا المجال في اليابان وأوروبا في نفس هذه الفترة ، إلا أن البرنامج الأمريكي فشل في تحقيق أهدافه نظراً لظروف كثيرة لا مجال لذكرها هنا، ولكنه في النهاية أعطي دفعة كبيرة لنظم سبق التجهيز بشكل عام وللنظام الصندوقي بشكل خاص. فلقد قدم عدة أفكار جديدة وجيدة ، طبق بعضها بالفعل في مناطق متفرقة من الولايات المتحدة وهي بكل المقاييس سوف تكون الحلقة التي سيدور حولها التقدم التكنولوجي لصناعة البناء في المستقبل ٠

ولمناقشة الأنواع المختلفة للوحدات الصندوقية ، لا بد دراسة حجم الموديول وإمكانياته الإنشائية والتصميمية والطرق المتبعة في تنفيذه ، وهذا ما سوف يتم مناقشة أحجام وأوزان الوحدات الصندقية وكذلك المواد المستخدمة فى انتاج هذه الوحدات الصندقية ثلاثية الأبعاد .

١ـ حجم الوحدات الصندوقية Size Of Box Units

تنقسم الوحدات الصندوقية من حيث الحجم إلي عدة مقاسات ، وحدات صغيرة ووحدات متوسطة ، ووحدات كبيرة ٠ والمقصود بالحجم هو ما يمكن أن يحتويه الوحدة الصندوقية من فراغ معيشي داخله فيمكن للوحدة الصندوقية أن تحتوي علي جزء من الفراغ السكنى كالفراغ المعيشي أو علي عدة فراغات وذلك طبقاً للتصميم المقترح وحجم الوحدة نفسها ٠

أ - الوحدة الصندوقية الصغيرة Small Size Units (Ring Units)

الوحدة الصندوقية الصغيرة هي عبارة عن شرائح أو حلقات من وحدات على شكل صندوق تغلفها الحوائط والأسقف والأرضيات المصبوبة كوحدة أو ككتلة واحدة ٠ ويتم تجميعها لتكوين الفراغ المطلوب ويمكن تخيل هذه الوحدات بوحدات شرائح الخبز المشطور Toast والتي توضع الوحدة بجانب الأخرى لتكوين كتلة ٠ وكذلك الوحدات الصندوقية يتم تجميعها بجانب بعضها لتكوين الفراغات بالمقاسات المطلوبة ٠

وتعطي هذه الوحدات الصندوقية الصغيرة الحجم مرونة عالية وكبيرة في التصميم، عن طريق تجميعها، يمكن الحصول علي مقاسات كثيرة للفراغات المختلفة، وخاصة أن أبعاد هذه الوحدة تتراوح في العرض ما بين ٣٠-٦٠ سم فيمكن بمضاعفات هذه الوحدات الحصول علي مقاسات موديولية كما في الجدول الآتي :-

وحـــدة صـــندوقية بعرض ٣٠ سم	٣٠	٦٠	٩٠	١٢٠	١٥٠	١٨٠	٢١٠	٢٤٠
وحـــدة صـــندوقية بعرض ٦٠سم	-	٦٠	-	١٢٠	-	١٨٠	-	٢٤٠

وحدات صندوقية صغيرة

* بتجميعها تعطى جميع الأبعاد
* الوحدة من الصغر بحيث يسهل تحميلها وتجميعها
* يتم التربيط أما باللحام أو بإستخدام الجاوميكات .

وكلما صغرت أبعاد الوحدة كلما كان بالإمكان الحصول على أبعاد أكثر للفراغات ، مع الأخذ في الإعتبار أنه كلما صغرت الوحدات كلما زاد عدد الوصلات مما يضعف

الإنشاء ، هذا بالإضافة إلى زيادة وقت التنفيذ والاحتياج إلى عمالة أكثر لتجميع هذه الوحدات مع بعضها في موقع التنفيذ٠

وأول مشروع أو فكرة إنشائية قدمت في هذا الاتجاه ،هو الوحدة الصندوقية التي قدمتها هيئة تصنيع المباني في ألمانيا Uim Institute Of Industrialized Building وهو موديول ذو أحجام مختلفة وأبعاد متعددة وعن طريق تجميع هذه الشرائح مع بعضها يمكن تكوين مقاسات مختلفة للفراغات المعمارية ٠

أ - مميزات الحجم الصغير من الوحدات الصندوقية :

* تعطي مقاسات متعددة وتغطي معظم المقاسات المطلوبة ٠
* سهولة نقل الوحدات من المصنع إلى الموقع ٠
* سهولة التشغيل في الموقع مع استخدام أوناش ذات قوة معقولة ٠

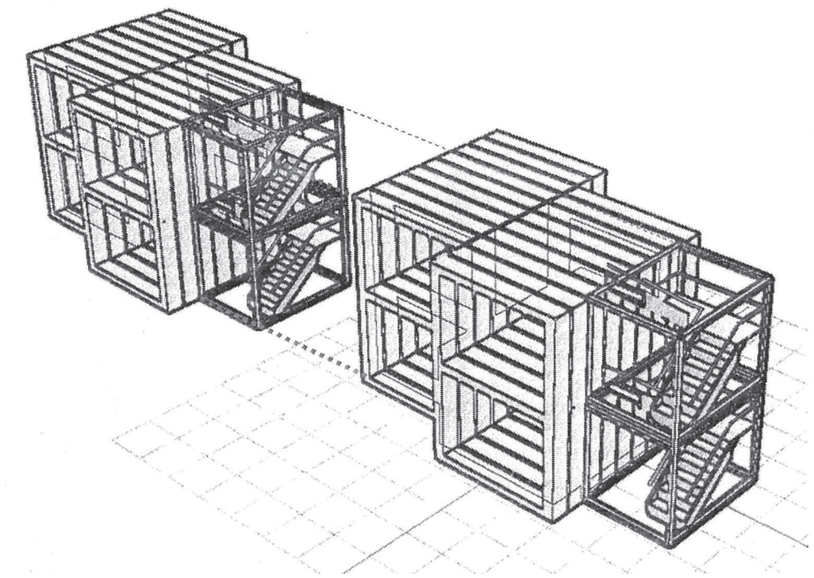
ب ـ عيوب الحجم الصغير من الوحدات الصندوقية

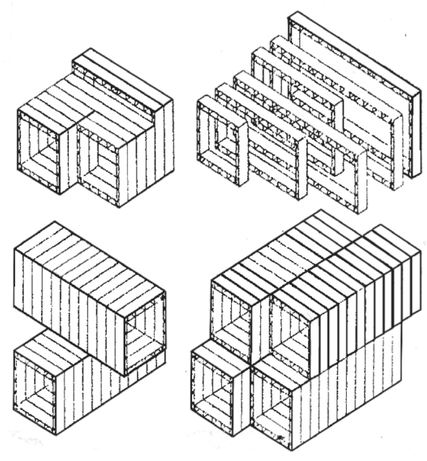
* كثرة الوصلات في الفراغ الواحد نتيجة للحاجة لعدد كبير من الوحدات لتكوين هذا الفراغ
* تحتاج إلى عمالة فنية في الموقع لتجميع الوحدات ٠
* تحتاج إلى وقت كبير في عملية الإنشاء نتيجة لكثرة الوصلات ٠

٢ـ الوحدات الصندقية متوسطةالحجـم

Intermidiate Size (Room Size)

الحجم المتوسط من الوحدات الصندوقية هو المساوي لحجم غرفة النوم، والتي يمكن تجميعها بشكل أو بآخر طبقاً لنوع التصميم الموضوع لتكوين الوحدة السكنية ٠ لهذا نجد أن لهذا الحجم تطبيقات كثيرة في أمريكا واليابان وهذا يرجع إلى مرونته في





وحدات صندوقية صغيرة حلقات يتم تجميعها مع بعضها لاعطاء جميع الابعاد ويتم تجميعها مع بعضها باستخدام اما اللحام او استخدام الجوايط.

التجميع ٠ فعلى سبيل المثال، يمكن لكل وحدة أن تحتوي على غرفة أو نصف غرفة ، أو لكل وحدتين يمكن أن يحتويا علي فراغ متسع للمعيشة بينهما ٠ كما أنه يمكن للوحدة الصندوقية أن تحتوي أما علي فراغ للمطبخ أو فراغ المطبخ والحمام، وبالإضافة إلى ذلك فإن عدد الوصلات يعتبر نسبياً أقل من النوع الأول (الحجم الصغير) ٠

ويختلف أشكال الوحدات الصندوقية، فمنها المقفلة ذات الحوائط الأربعة والسقف والأرضية ٠ ومنها ذات الحوائط المتوازنة أو الحوائط علي حرف L ومنها وحدات ذات أربعة أعمدة مفتوحة من جميع الجوانب ٠ وهكذا يختلف الموديول تبعاً لنوع التصميم المطلوب ٠

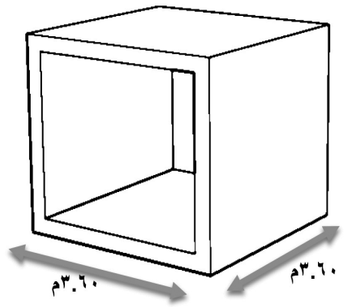
ويعتبر الحجم المتوسط أكثر أنواع الوحدات الصندوقية انتشاراً في اليابان وقد طبق علي نطاق كبير في نظام الكبسولة المستخدمة في مجموعة الميتابولزم حيث كان حجم الكبسولة في حجم غرفة النوم وإن كانت صغيرة نسبياً بالمقارنة بحجم مثيلتها في أوروبا بالولايات المتحدة٠

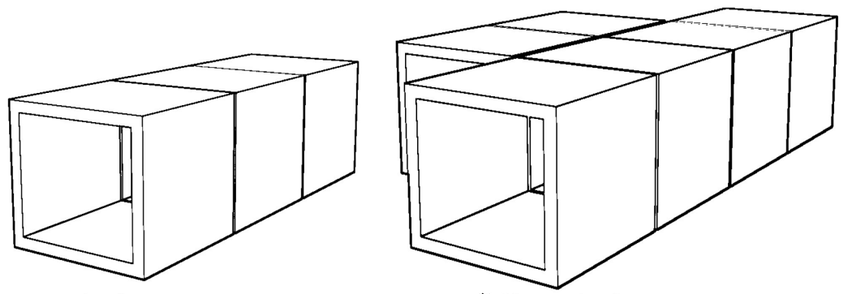
ومن أفضل الأمثلة لاستخدام هذا النوع من الوحدات الصندوقية الأفكار التي قدمت من خلال برنامج الطفرة في أمريكا Housing Operation Breakthrough

أ - مميزات الحجم المتوسط من الوحدات الصندوقية٠

* يتميز بالمرونة في تجميع الوحدات، حيث يمكن إعطاء تشكيلات معمارية متعددة ٠
* سهولة نقل هذا الحجم من الوحدات٠
* يحتاج إلى وقت أقل في عملية الإنشاء من الحجم السابق ٠

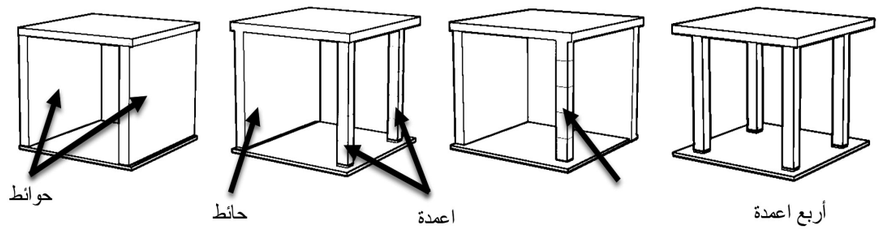
الوحدات الصندوقية المتوسطة الحجم

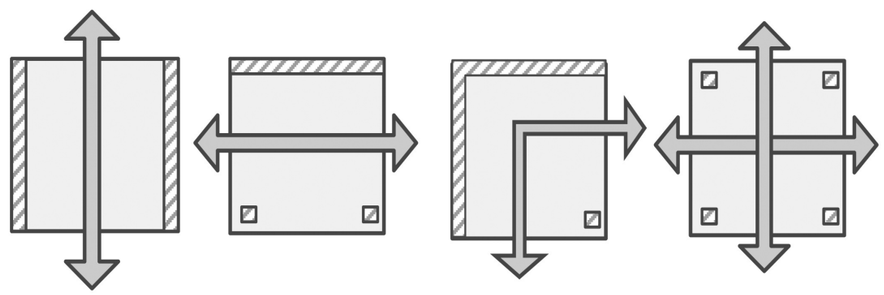




تجميع الوحدات

تجميع الوحدات بحجم الغرفة





ب ـ عيوب الحجم المتوسط من الوحدات الصندوقية :

* وجود وصلات في الوحدة السكنية الواحدة٠

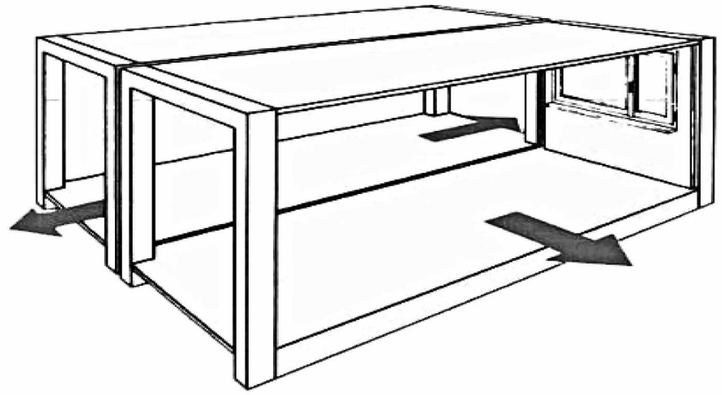
* يحد هذا الحجم من أبعاد الغرف المختلفة ويصعب معه استخدام الموديول للفراغات الصغيرة كالحمامات والمطابخ ٠

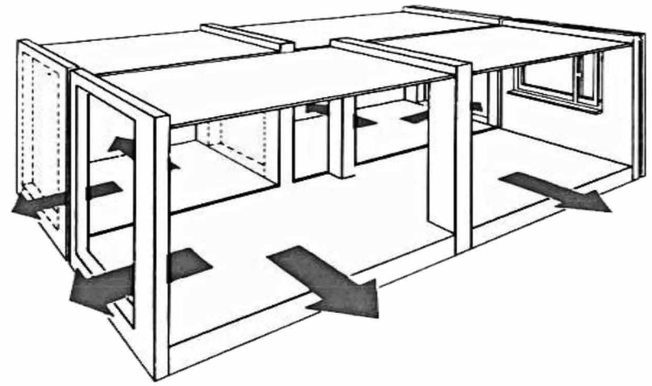
٣- الوحدات الصندوقية الحجم الكبير: Large BoX System

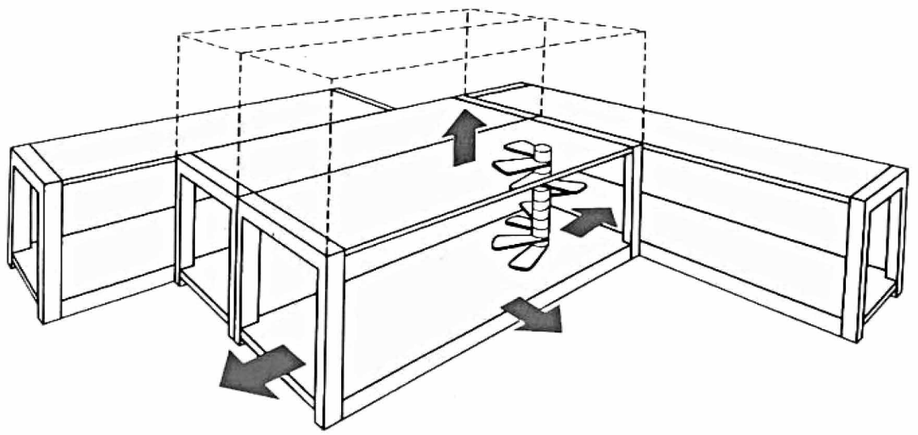
يتراوح حجم هذه الوحدات من وحدات يمكن أن تحتوي علي جزء من مسكن كامل إلى وحدات تحتوي علي مسكن بأكمله ٠وفي حقيقة الأمر، يعتبر الوحدات الصندوقية ذات الحجم الكبير هو أول بداية استخدامه كوحدات لهذا النظام ففى بداية التفكير في تطبيق الوحدات الصندوقية في المباني سابقة التجهيز بدئ في استخدام وحدات صندوقية موديولية كبيرة، وهذا واضح في جميع الوحدات الصندوقية التي تم تنفيذها، بعد الحرب العالمية الثانية، وخاصة في أمريكا عندما انتشر استخدام المساكن المتحركة Mobile Home كوحدة لمسكن كامل والتي ما زالت تنتج علي نطاق واسع هناك حتى اليوم، كما أن نظام الوحدات الصندوقية المسكن القطاع بمعني أن يتكون المسكن من وحدتين صندوقتين يتم ضم كل نصف مسكن مع الآخر، هو أيضاً أحد التطبيقات الجديدة لهذا الحجم والمستمرة حتى اليوم ٠

ولهذا النوع من الوحدات الصندوقية خاصة الثقيلة، تطبيقات كثيرة في الإتحاد السوفيتي أيضاً مثل أمريكا ، إلا أن أفضل مثال لتلك الوحدات هو مساكن معرض مونتريال الدولى بكندا لموشى صفدي Moshe Safdie سنة ١٩٦٧ .

ومن أكبر المشاكل التي تواجها الوحدات الصندوقية الكبيرة هي مشاكل التجميع فى الموقع حيث تحتاج إلى أوناش خاصة كما أن مشاكل النقل ترتبط بقوانين الطرق التى







تضع كثيراً من المحددات فى أبعاد تلك الصناديق فيتم تحديد حجم الوحدات الفراغية من وزن وأبعاد معينة لتتناسب مع أبعاد القاطرات وعربات نقل تلك الوحدات ٠ إضافة إلى مناسبتها لعروض الطرق الموجودة ٠

وفي الولايات المتحدة يتحدد أقصي عرض لتلك الوحدات ١٢ قدما (حوالي ٣,٦٠م) والأطوال من ٤٠-٤٥ قدماً(حوالي ١٣,٥) حتى لا يتسبب في وجود مشاكل في النقل٠ أما في إنجلترا فيتحدد العرض بألا يتعدي ١٠ قـدم فقـــد (حوالي٣,٠٠م) وفي بعض البلدان الأوروبية لا يتعدي هذا العرض ٩ قـدم (٢,٧٠ م) ٠

أ - مميزات الحجم الكبير في الوحدات الصندوقية :

* لا تحتوي علي عدد كبير من الوصلات، والوصلة غالباً ما تتركز فى التثبيت بين الوحدات وبعضها ٠

* سرعة الإنشاء، حيث تأتي الوحدة السكنية علي أجزاء كبيرة أو كوحدة سكنية واحدة وممكن أن تكون كاملة التشطيب والتجهيز ٠

ب - عيوب الحجم الكبير من الوحدات الصندوقية :

* صعوبة نقل حجمه الفراغي الكبير بالإضافة لوزنه الثقيل في الطرق العادية والتي تحد من طوله وعرضه وارتفاعه طبقاً للقوانين الموضوعه٠

* تحتاج إلى أوناش كبيرة تسمح بحمل هذه الأحجام الكبيرة من الوحدات فى الموقع .

* وحدات غير مرنة عند عملية التجميع للوحدات من الخارج، ويقتصر المرونة علي المرونة الداخلية فقط داخل الوحدات نفسها، فيمكن عمل التغيرات والتعديلات داخل الوحدة باستعمال القواطيع الخفيفة لفصل الفراغات ٠

٢ـ وزن الوحدات

الوزن يرتبط بالحجم الوحدة الصندوقية كما يرتبط أيضاً بنوع المادة المستعمله (خرسانه ـ خشب ـ حديد ـ بلاستيك) ويمكن تقسيم وزن الوحدات إلى ثلاث وحدات خفيفة ووحدات متوسطة ووحدات ثقيلة كالآتى :

١ـ وحدات خفيفة

يمكن اطلاق خفيفة الوزن طبقاً لحجم الوحدة أو نوع المواد المستخدمة كأستعمال الوحدات الصندوقية المصنوعة من الحديد أو الخشب أو من الفيبر جلاس .

٢ـ وحدات متوسطة الحجم

يطلق أيضاً على الوزن المتوسط طبقاً إما لحجم الوحدة أو وزن الوحدة تبعاً للمواد المستعملة كمادة الحديد أو الخرسانة الخفيفة مثلاً .

٣ـ وحدات ثقيلة الوزن

تطلق على الوحدات الصندوقية كبيرة الحجم أو الوحدات الخرسانية المسلحة وهى وحدات ثقيلة بطبيعة الحال طبقاً لنوع الخرسانة المستخدمة

٣ـ المواد المستخدمة Marterials

تختلف المواد المستخدمة في البناء تبعاً لنوع التصميم والإنشاء المستخدم والمكان المراد إنشاء الوحدات الصندوقية ، فيه من حيث توافر نوع المواد الإنشائية، وهناك العديد من المواد التي تصلح لتكوين الوحدات الصندوقية، منها المواد التقليدية المعروفة، التي يتم تشكيلها أما بالطرق القديمة أو بطرق مستحدثة، تضاعف من إمكانيات هذه المواد والتي أعطيت بدورها الميلاد لأشكال جديدة في الإنشاء٠

أ - الخشب Wood

الوحدات الصندوقية من الخشب خفيفة الوزن بالمقارنة بالوحدات المصنوعة من الخرسانة ، وهذا مما يسهل معه نقل الوحدات إلى مئات الأميال إضافة إلى استخدامها لأوناش تشغيل أقل قوة ، كما أن المصانع السابقة التجهيز لهذا النوع، لا تحتاج إلى معدات كبيرة أو ثقيلة، ويصلح هذا الموديول للمناطق والتجمعات ذات الكثافة المنخفضة كما يصلح ايضاً لعمل اضافة أدوار أو عمل التعليات للمبانى القائمة كمشأت حقيقية لا تمثل وزناً ثقيلاً على المبنى ٠ إلا أنه يجب الأخذ في الإعتبار إجراءات الوقاية من الحريق Fire Protection

ب ـ الخرسانة Concrete :

نظراً لإستخدام الخرسانة مما ينتج عنه ثقل وزن الوحدات الصندوقية مما يلزم أن تصنع الوحدة في مصانع لا تبتعد كثيراً عن موقع التنفيذ ، وذلك نتيجة لتكاليف النقل (وزن الموديول) لأنها وحدات ثقيلة الوزن كما أنها تحتاج إلى معدات ثقيلة في الموقع لحملها ونقلها وتجميعها ٠

ج ـ المواد المعدنية Metals :

الوحدات الصندوقية المصنوعة من الحديد يمكن أن تصنع بسهولة ومن أهم ما يميز الوحدات الحديدية أنه يمكن تصنيعها بطرق مختلفة، أما باللحام أو اللصق أو الربط بالمسامير والجوايط .

د ـ البلاستيك Plastic :

البلاستيك من المواد حديثة الاستخدام في العمارة وما زالت إمكانيات استخدامه وتطبيقه في مراحلها الأولي، إلا أن المستقبل يبشر بنتائج جيدة في هذا المجال، وخاصة أن هذه

وحدات من الخشب

وحدات من الحديد

وحدات من البلاستيك
أوالفيبر جلاس

المادة تعتبر مبشرة مستقبلاً وخاصة في إمكانيات التشكيل وقابليتها للتلوين وهي إحدى مميزات البلاستيك بالإضافة إلى أن الوحدات المصنوعة من البلاستيك أو الفيبر جلاس تعتبر أكبر في الحجم من الوحدات السابقة ٠ ولا بد من الأخذ في الإعتبار إجراءات العزل والحريق٠

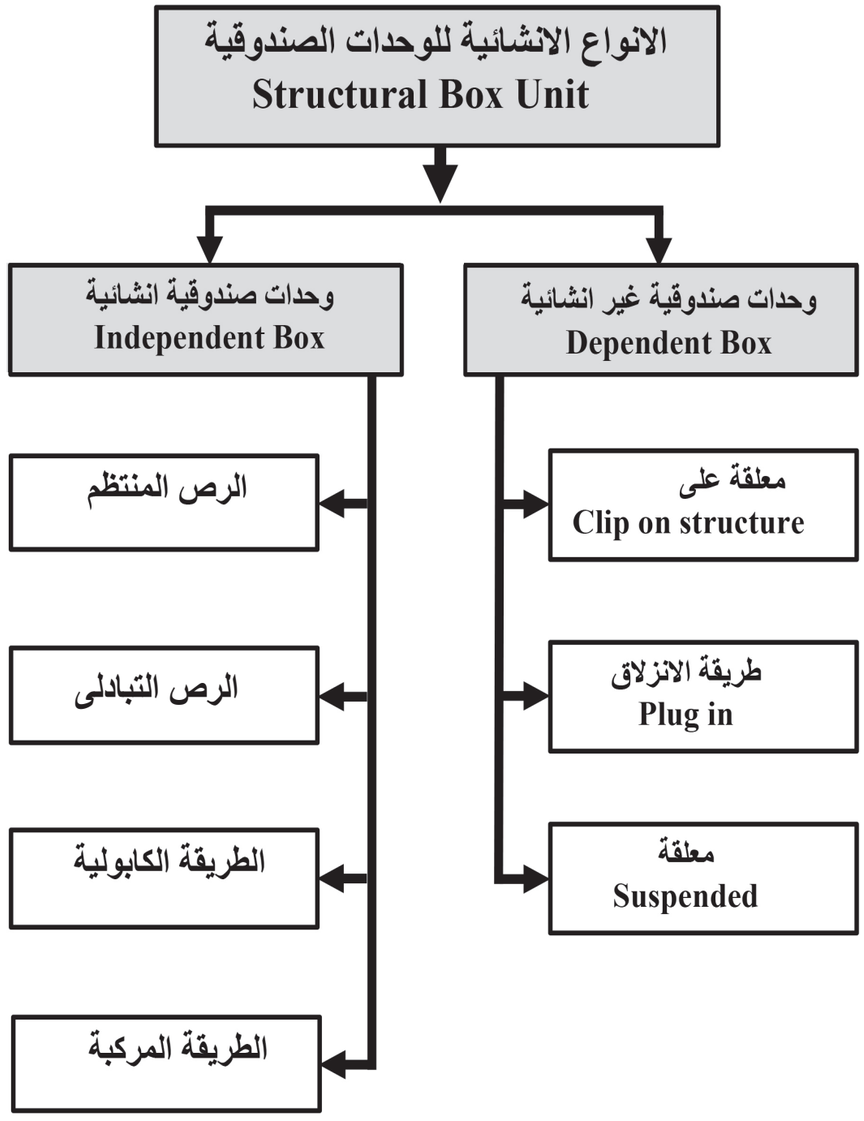
الأنواع الإنشائية للوحدات :

Structural Types Of Box System

يمكن تصنيف الوحدات الصندوقية المديولية طبقاً للأحمال الواقعة عليه وطريقة نقل الأحمال للأساس٠ ففي المباني التقليدية يتم تقسيم المباني إنشائيا تبعاً لنوع التحميل ونقل الحمل للأساسى إلى مبان حوائط حاملة، ومبان هيكلية، ويمكن استخدام هذا التصنيف للوحدات الصندوقية ، فهناك طريقة نقل للأحمال كحوائط حاملة لوزن الصندوق بالإضافة إلى أوزان الوحدات الأخرى عن طريق حوائط الوحدة الصندوقية ذاتها٠ والطريقة الأخرى عن طريق إنشاء هيكلي مستقل ثابت يحمل الوحدات الصندقية أما داخله أو معلقاً عليه ٠

أ- الوحدة الصندوقية الغير إنشائية:

الوحدة الصندوقية فى هذه الطريقة ليست إنشائية، أي أن الموديول الصندوقي يصمم ليحمل نفسه - أي أنه محمول علي إنشاء مستقل تكون مهمته نقل الأحمال إلى الأساس٠ وهذا بطبيعة الحال يعطي مرونة أكثر للتصميم مع إمكانية استخدام وحدة صندوقية قياسية يمكن تكرارها تصميماً إنشائياً وبذلك تتشابه الوحدات الصندوقية من ناحية الوزن وتتكرر كوحدة قياسية ويتم تثبيت تلك الوحدات أو الموديول علي هذا الإنشاء الهيكلى المساعد٠



الطريقة الأولي: طريقة التعليقBox Suspendent

الطريقة الثانية : انزلاق الموديول داخل الإنشاء المساعد Plug- in Boxعلى طريقة الإدراج فى المكتب ٠

١- طريقة التعليق: Suspendent Box

يتم تعليق الوحدة الصندوقية علي الإنشاء المساعد بطريقتين ٠ أما بالتعليق المباشر (الملاصقة) أو باستخدام كابلات أو أحبال من الحديد للتعليق ثم تثبيتها في الإنشاء الأساسى المساعد٠

Dependen Box

إنشاء تجميعي الوحدات محمولة علي

الإنشاء كل ثلاث أدوار

الإنشاء الهيكلي الوحدة تزلق

الإنشاء كل ثلاث أدوار

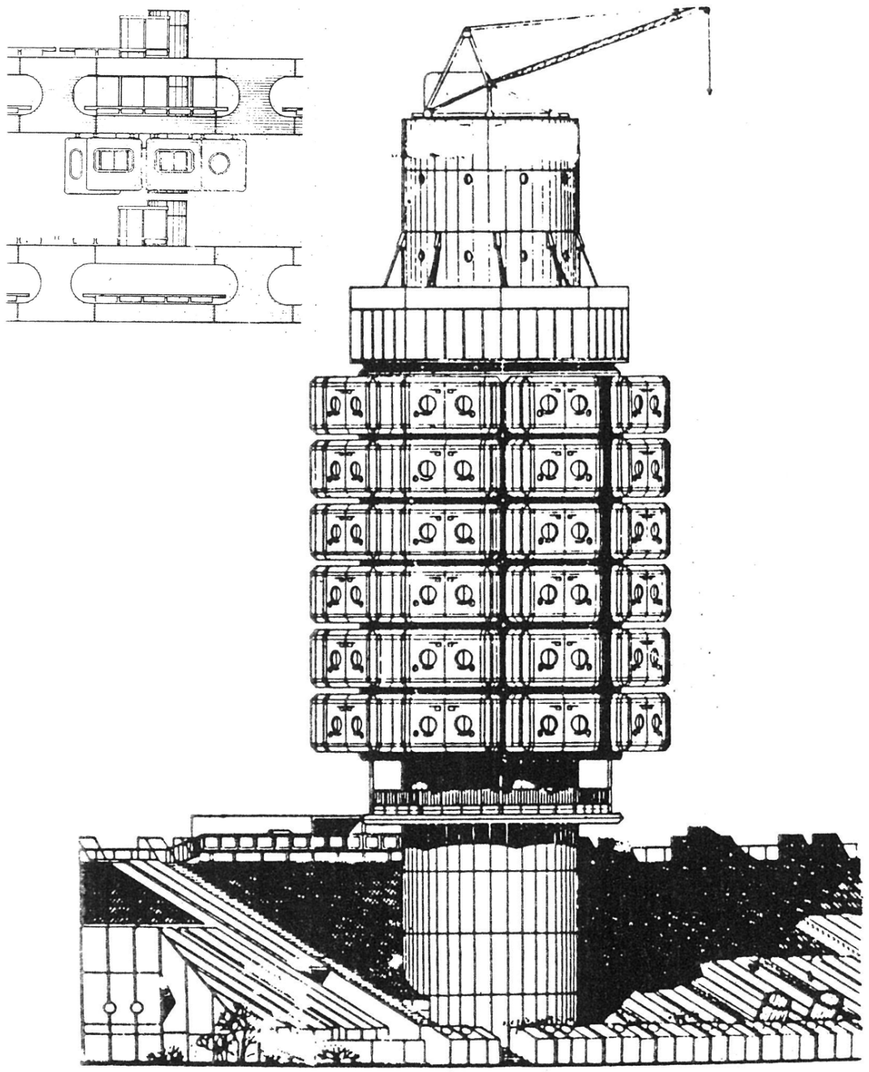
الوحدة معلقة من كمرات علوية بكابلات

الوحدة معلقة على الكمرات مباشرة

الوحدة معلقة على الإنشاء الرئيسى

ويمكن أن يكون هذا الإنشاء المساعد عبارة عن مبني هيكلي من الأعمدة والكمرات أو أن يكون عبارة عن وحدة الخدمات(Core) الرئيسية للمبنى بها السلالم والخدمات والتي يتم تعليق الصندوق عليه مباشرة ٠

هذه الطريقة يمكن تطبيقها في حالة عمليات إعادة بناء أو تجديد المناطق المكدسة بالمباني داخل المدن والتي يصعب نقل سكانها إلي مناطق أخري لحين إعادة تسكينهم٠



Kibogaoka Youth Castle

Tatsuhiko Nakajima and GAUS 1972.

لذلك يتم إنشاء المنطقة المركزية(Core) للوحدات المختلفة التي تشغل مسطحات صغيرة للإبقاء علي منطقة الإسكان كما هي ٠ ثم يمكن تعليق الوحدات الصندوقية على المنطقة المركزية ، وبعدها يمكن تسكين السكان في المبنى ، وتكرر العملية حتى تنتهي عملية التسكين من أسفل الإنشاء إلى أعلي ، بعدها يمكن هدم المنطقة القديمة أسفل الإنشاء الرئيسي والمثال علي ذلك هو افكار هوراشيو كيروكاوي في اليابان وبعض الأفكار التي قدمت في برنامج الطفرة في أمريكا ٠

٢- طريقة انزلاق الصندوق داخل الإنشاء:Box Plug-in

الإنشاء المساعد في هذا النظام عبارة عن إنشاء هيكلي Skeleton Frame Structure مصنوع من الخرسانة أو الحديد طبقاً للتصميم الموضوع٠ بعد الانتهاء من إقامة هذا الإنشاء المساعد ترفع الوحدات الصندوقية بالروافع والأوناش الخاصة ويتم انزلاق الوحدة داخل الإنشاء في المستوي الخاص بها علي طريقة الإدراج فى المكاتب ، أي بطريقة تشبه إدخال الأدراج داخل التجاويف الخاصة لها في قطع الأثاث٠

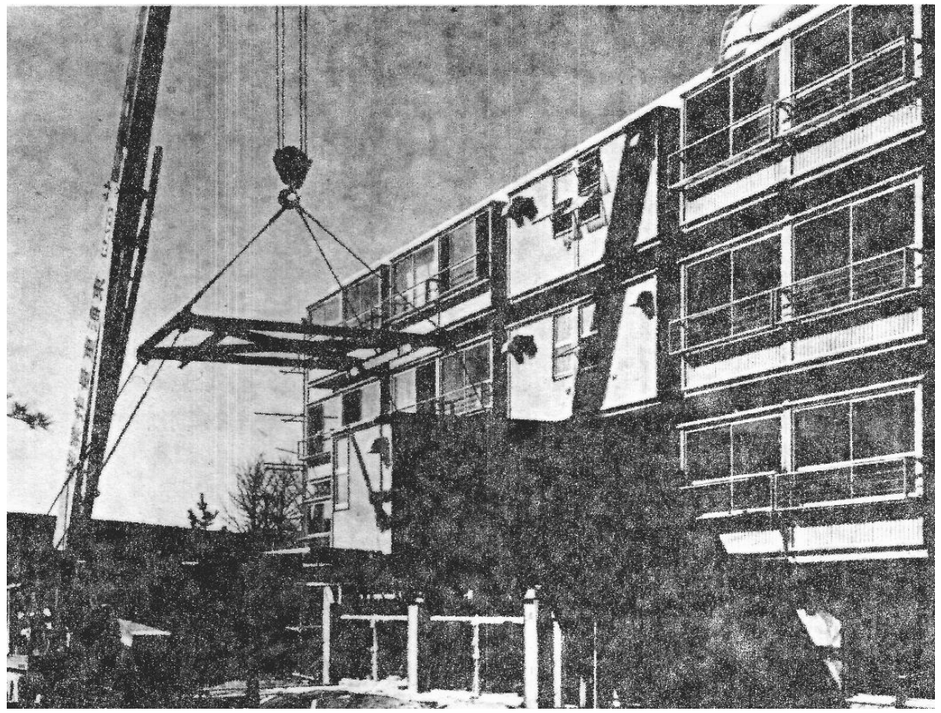
تقوم كل وحدة صندوقية أيضاً بنقل الحمل الخاص بها إلى الإنشاء المساعد ويقوم الإنشاء المساعد بدوره في نقل جميع الأحمال من الوحدات الصندوقية إلى الأساس مباشرة ٠

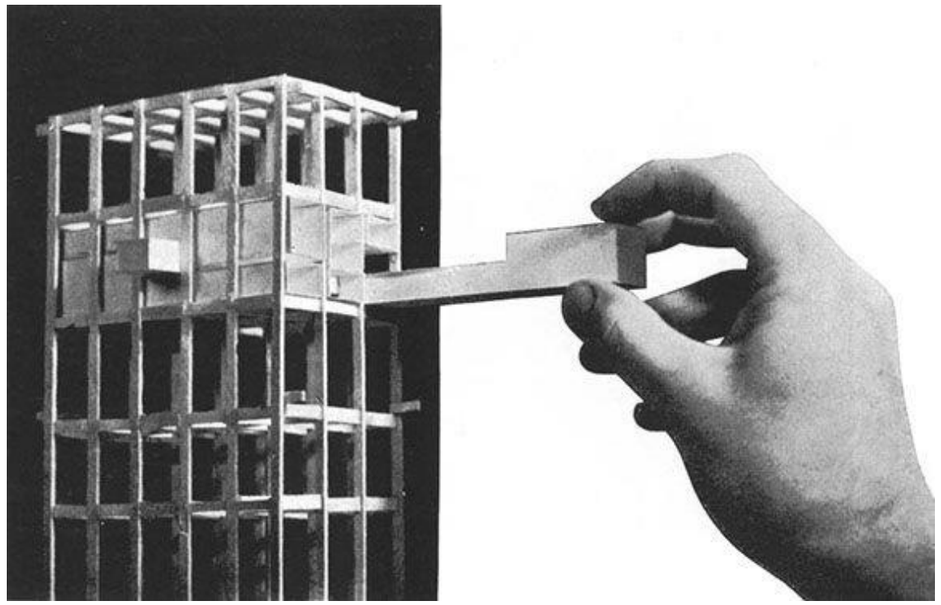
وهناك أمثلة عديدة في أمريكا واليابان حيث استخدم هذا النظام ٠

أ - مميزات نظام الوحدات الصندوقية غير الإنشائية:-

* الارتفاع بالمبني إلى عدد كبير من الأدوار تبعاً لنوع الإنشاء المساعد المستخدم٠

* إمكانية التوحيد القياسي عن طريق إنتاج وحدة صندوقية قياسية موديولية يمكن تكرارها حيث أن كل وحدة لاتحمل الا وزنها .





* نقل كل موديول لحمله الخاص فقط إلى الإنشاء المساعد٠

* إمكانية الإحلال والتبديل بين الوحدات بنقل الوحدات من والى الإنشاء الهيكلي أو إلى انشاء هيكلى آخر فى منطقة أخرى دون التأثير علي المبني الكلي الأساسى٠

ب - من عيوب نظام الوحدات الصندوقية الغير إنشائية

* تكلفته الكبيرة بسبب وجود نوعين من الإنشاء .

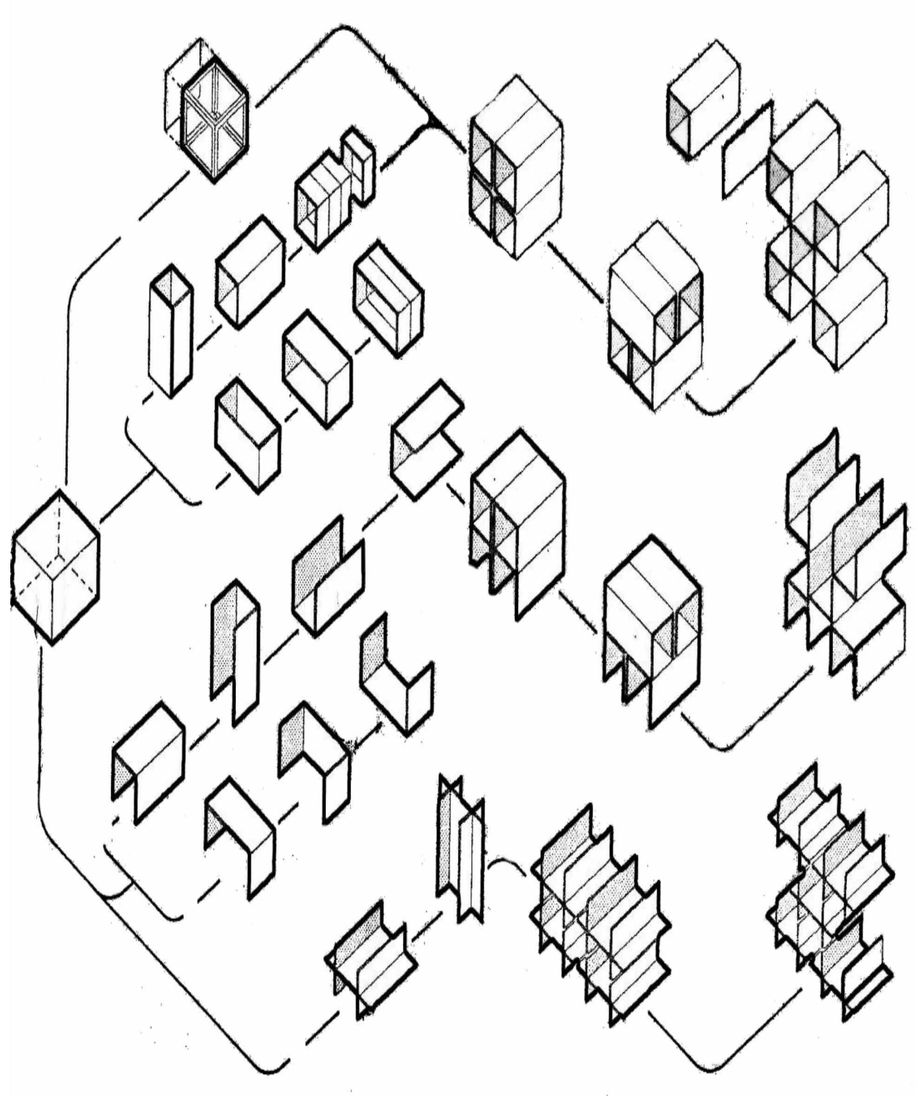
* صعوبة أنشاؤه على نطاق واسع لإمكانية أنتقال الوحدة من وإلى المبنى

الوحدات الصندوقية الإنشائية المستقلة :

(Independent Box (Monolithic Unit

في النوع الأول تعتمد الوحدة الصندوقية علي إنشاء أساسى مساعد، لنقل أحماله وأحمال باقي الوحدات للأساس، أما في هذا النظام فالوحدة الصندوقية تتحول إلى عنصر إنشائي، أي أنها تنتقل بالإضافة إلى وزنها وزن جميع الوحدات التي فوقها٠

والفكرة الإنشائية في هذا النظام أن الوحدات تلعب دوراً إنشائياً مثلها في ذلك مثل الحوائط الحاملة، فالوحدات الصندوقية يتم تجميعها بالشكل المطلوب، الواحدة فوق الأخري٠ علي طريقة رص الطوب وترتيبه في الحوائط بالطرق التقليدية، وفي هذه الحالة تكون الوحدات الصندوقية في الأدوار السفلية عليها أن تحمل بالإضافة إلى وزنها الوحدات الصندوقية التي فوقها ٠ ويتم عن طريقها نقل الأحمال للأساس ٠ لهذا السبب ينفرد ويختلف كل موديول بتصميمه الإنشائي الخاص به تبعاً لحجم الأحمال الواقعة عليه ، بمعني أن (الوحدة الصندوقية) موديول الدور الأرضي يختلف عن موديول الأدوار الأخرى، وهذا الاختلاف يمكن في التصميم الإنشائي وفي كمية حديد التسليح المستخدم ،وفي سمك الحائط الخرساني الحامل ، وهذا بطبيعة الحال يعوق عملية



تشكيل الفراغات المعمارية بأستخدام وحدة صندوقية أو وحدات حرف U أو أجزاء من وحدات نصف صندوقية

التوحيد القياسي وتطبيق نظام الوحدة القياسية Standard Unit أي أن الوحدة الموديولية القياسية ترتبط بالحجم فقط اذا اريد تصميم الوحدة أما الأوزان والأحمال فتختلف طبقاً لموقع الوحدة الصندوقية فى البناء فى الأدوار السفلية أو العلوية حيث يتم تصميم كل وحدة على حده .

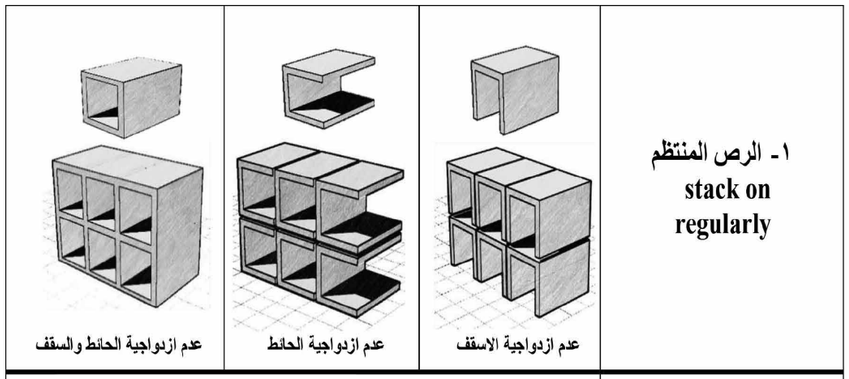
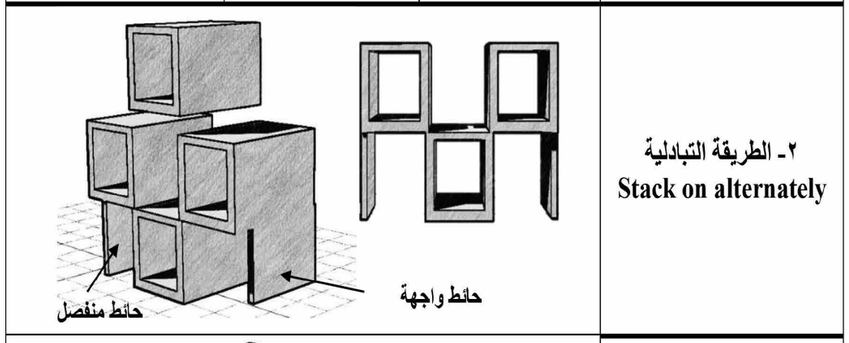
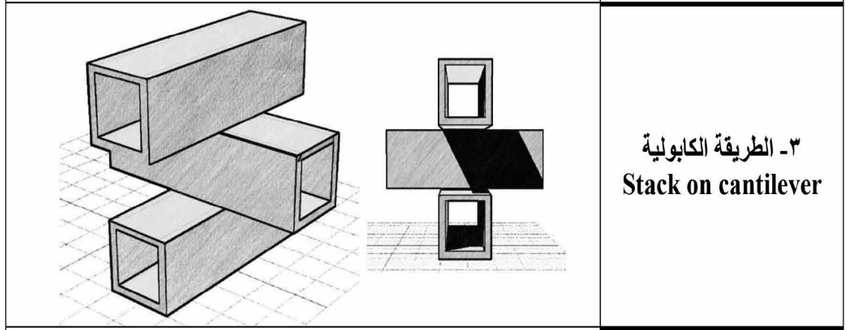
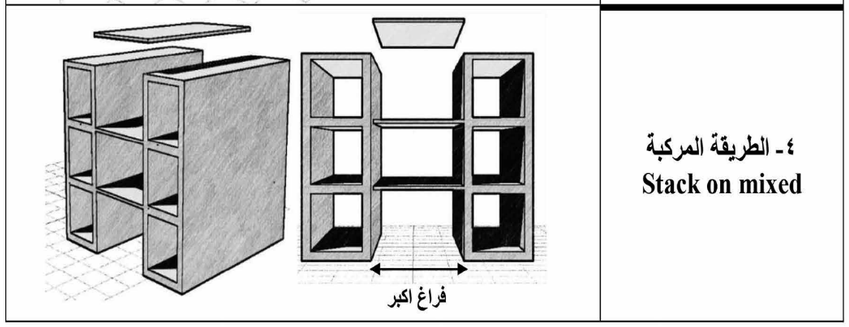
وهناك أربعة طرق معروفة لرص وتجميع الوحدات:

١- الرص المنتظم Stack On Regularly

توضع الوحدات وتجمع بجانب وفوق بعضها البعض مثل وضع ورص الطوب تماماً فى المبانى التقليدية وينتج عن تجميع الوحدات بهذه الطريقة ازدواجية للحوائط والأسقف وهذا يعتبر أحد عيوب هذا التجميع وإن كان من الممكن عمل وحدة مفتوحة علي حرف U يمكن معها القضاء علي ازدواجية الأسقف ، إلا أنه يمكن الاستفادة من هذه الازدواجية للحوائط أو الأسقف كعازل جيد للصوت ،وخاصة إذا كان سمك جدران الوحدات الصندوقية صغيراً ، إذا استخدم مثلاً فى الفنادق والمبانى السكنية ولكن يعتبر رص الوحدات بهذه الطريقة مرتفع التكاليف لازدواج الحوائط والسقف مما ينتج عنه زيادة في التكلفة بالإضافة إلى زيادة الحمل علي الأساس ٠

٢- الطريقة التبادلية: Stack On Alternately

يتم تجميع الوحدات الصندوقية بطريقة تبادلية ، فتوضع الوحدات وبينها فراغات وهكذا في الصف الأول ، ثم توضع الوحدات في الدور الثاني بطريقة تبادلية بحيث تعلو الوحدات الصندوقية فراغات وتعلو الفراغات وحدات صندوقية، وبهذه الطريقة لا يحدث ازدواج للحوائط أو الأسقف٠ ويتم في النهاية استخدام بعض الوحدات المستوية

١- الرص المنتظم stack on regularly	
٢- الطريقة التبادلية Stack on alternately	
٣- الطريقة الكابولية Stack on cantilever	
٤- الطريقة المركبة Stack on mixed	

سابقة التجهيز Panel And Slab لتقفيل جوانب المبني ووحدات السقف للدور الأخير ٠

٣- الطريقة الكابولية : Stack On Cantilever

تشبه هذه الطريقة الطريقتين السابقتين إلا أنه يتم تجميع الوحدات بطريقة يكون لكل وحدة ركوب أو كابولي علي الوحدة السفلية مما يعطي تشكيلاً معمارية مختلفاً٠ فتوضع الوحدات الصندوقية أما متوازنة أو عمودية فوق بعضها لخلق تغيرات في الواجهة والقطاع مع الأخذ في الإعتبار أن يكون الصندوق الموديولي بالحجم والطول المناسب بالدرجة التي تسمح له بالارتكاز اللازم بالإضافة إلى وجود كابولي كاف ليحدث الاتزان للمبني ٠

٤- الطريقة المركبة في التجميع : Stack On Mixed

ترص الوحدات الصندوقية فوق بعضها، في صفوف رأسية مع ترك مسافات بين كل مجموعة وأخري ، ويتم استخدام وحدات سابقة التجهيز للسقف مستخدمة الوحدات الصندوقية كنقط ارتكاز وهذه الفراغات يمكن أن تكون أكبر من الوحدات الصندوقية نفسها يمكن استغلالها كفراغات معيشية مما يعطي مرونة كبيرة لهذه الطريقة من التجميع ٠

Independent Box

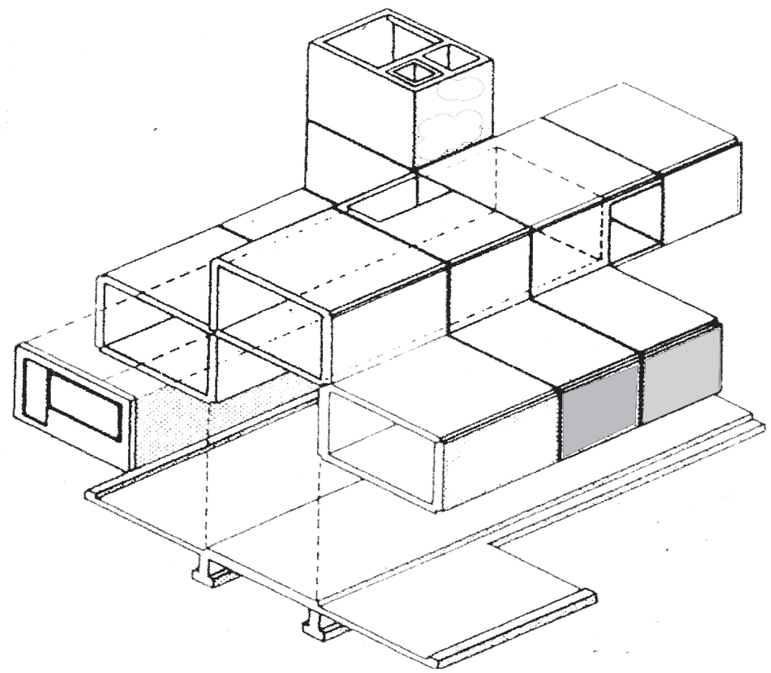
الرص المنتظم للوحدات المديولية

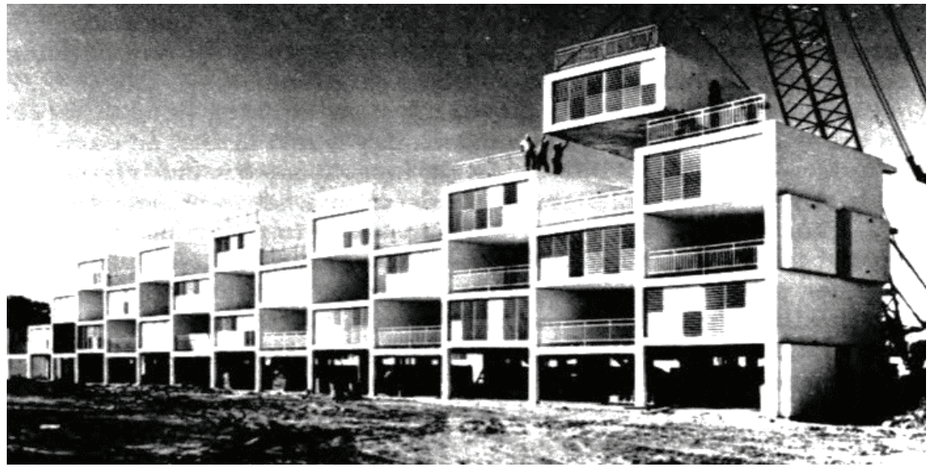
الطريقة التبادلية في تجمع الوحدات المديولية

الطريقة الكابولية لتجميع الوحدات المديولية

الطريقة المركبة في التجميع

المسكن القطاعي أو النصف مسكن





الرص التبادلي للوحدات الصندوقية

مميزات نظام الوحدات الصندوقية الإنشائية(المستقلة)

* وضع الوحدات فوق بعضها مباشرة دون الحاجة إلى إنشاء مساعد٠

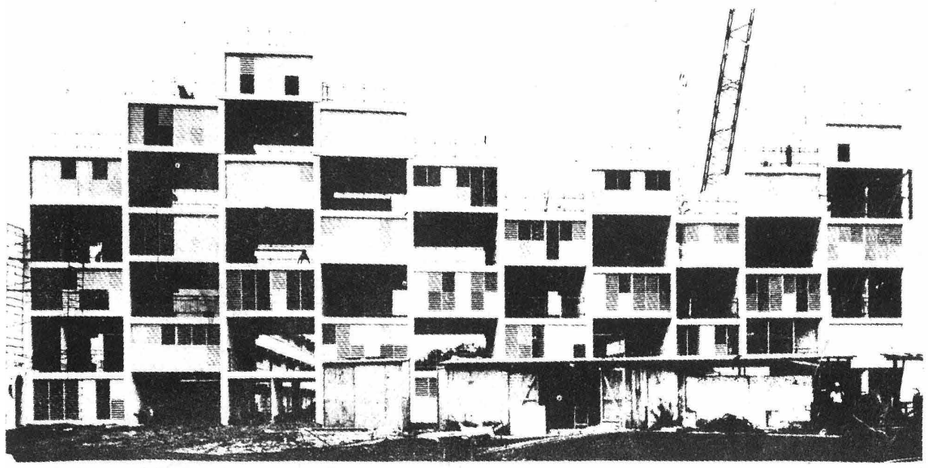
* إمكانية عمل تغييرات في الواجهة والقطاع (التجميع الكابولي)٠

عيوب نظام الوحدات الصندوقية الإنشائية (المستقلة)

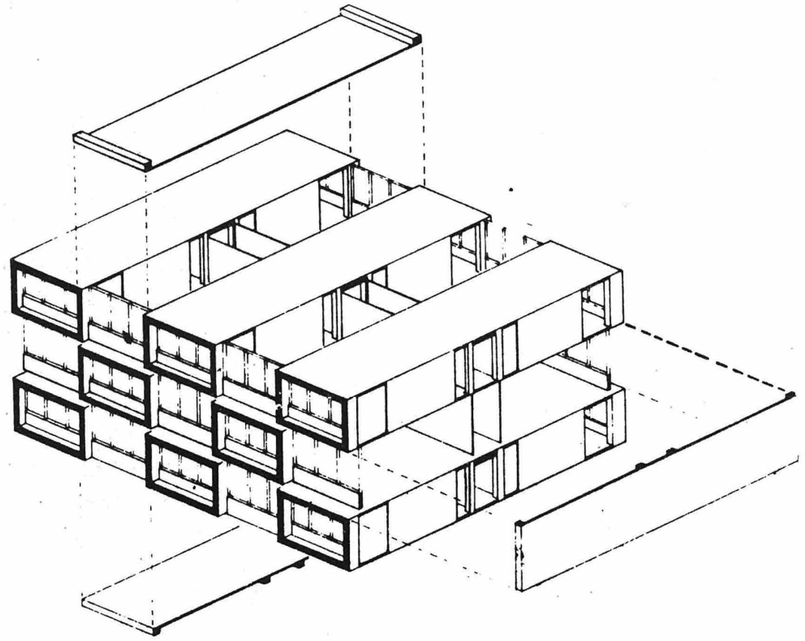
* يعتبر ارتفاع المبني محدداً بألا يتجاوز حداً معيناً وذلك بسبب زيادة الأحمال التي تحملها الوحدات الصندوقية السفلية ٠

* لا يوجد وحدة قياسية فلكل وحدة تصميمها الخاص تبعاً لوضعها من الإنشاء ووزن الأحمال التي تحملها٠

* صعوبة عملية الإحلال والتبديل للموديول ،وذلك بسبب إستحاله نقل الوحدات الصندوقية من وإلى المبني لأنها وحدات حاملة إنشائياً ولا يمكن تغيير مكانها .

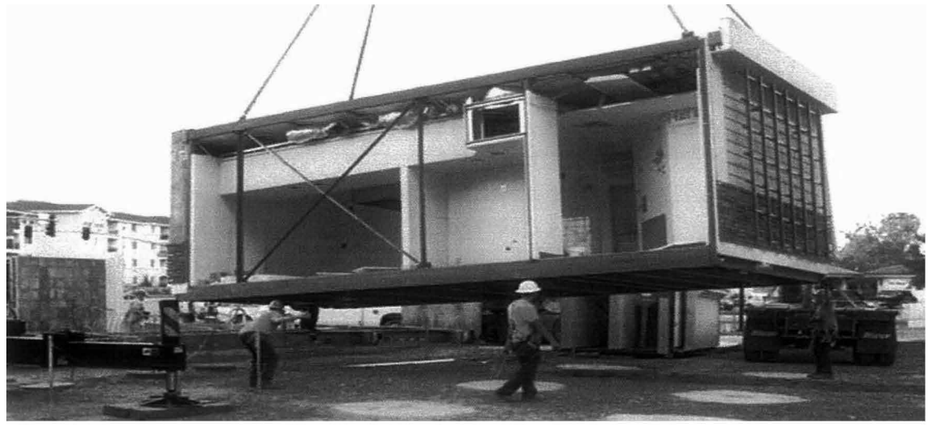


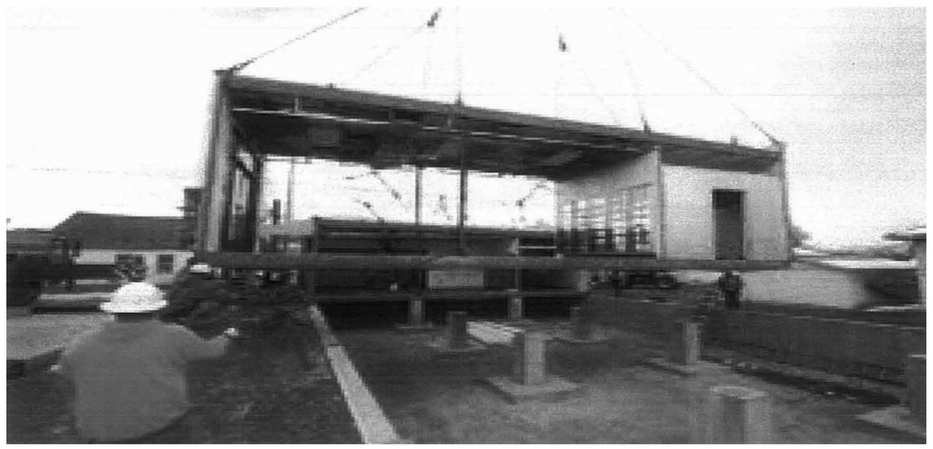
احدى الطرق المستخدمة في تجميع الوحدات الصندوقية والمجمعة على طريقة تبادلية
على نظام شالي في الولايات المتحدة الامريكية

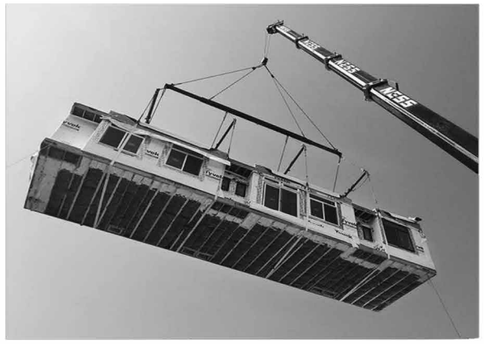


https://www.ahmm.co.uk/resources/res.aspx?p=/D5F3B15EA6AD760B165AC0DBF314A5885B22352923DD1D15F28E2242B09EF48E269B11C9AA9E1260/Raines%20Court%202010_LR.pdf

https://www.manufacturedhomes.com/floor-plans/Oklahoma/Garber



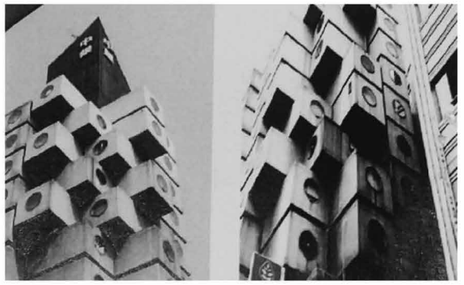




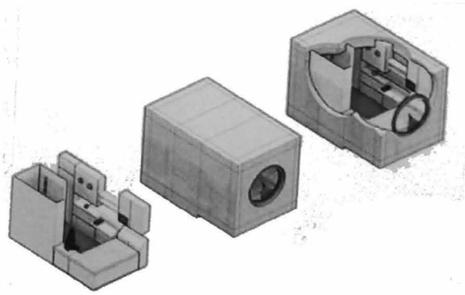
https://www.nfpa.org/News-and-Research/Publications-and-media/NFPA-Journal/2019/March-April-2019/Features/Regulating-Modular-Construction

https://www.ocalacustomhomes.com/custom-manufactured-stilt-homes-and-modular-stilt-homes/

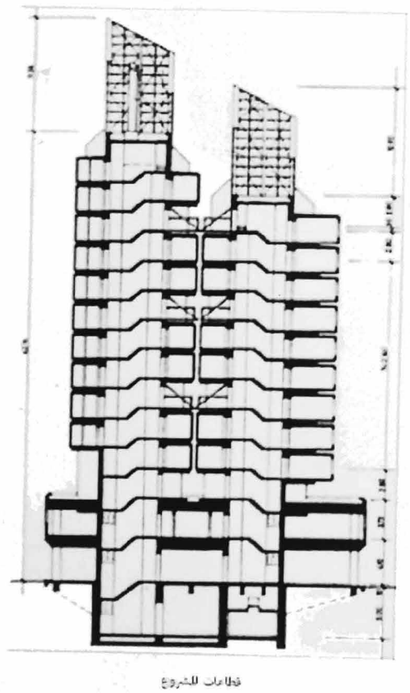
https://www.ocalacustomhomes.com/custom-manufactured-stilt-homes-and-modular-stilt-homes/



الوحدات المعلقة

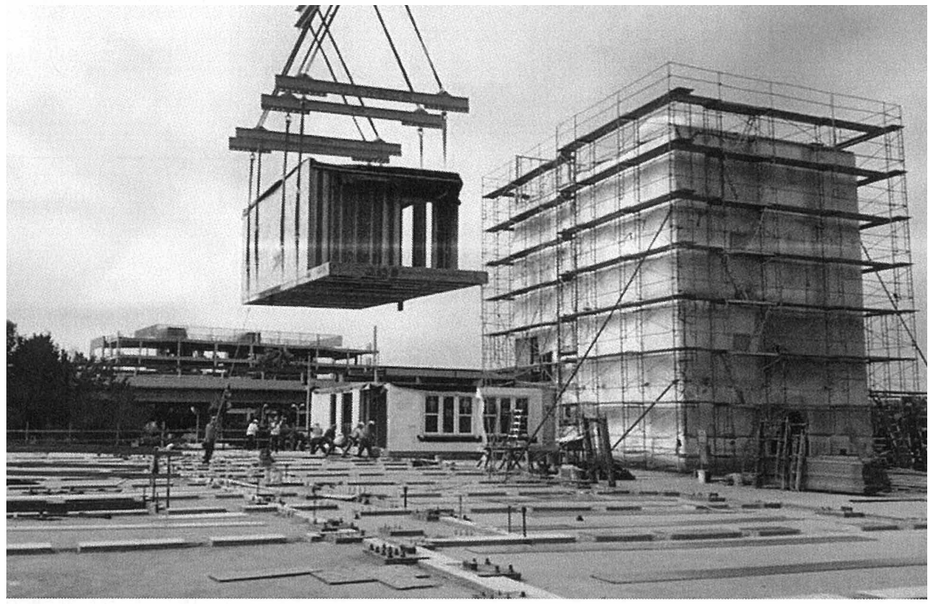


أسم المشروع

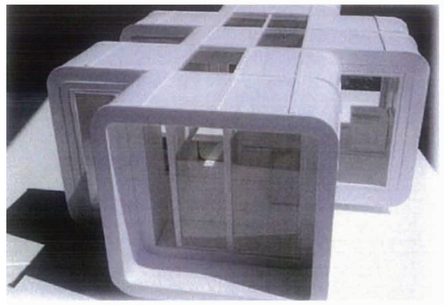


قطاعات للمشروع

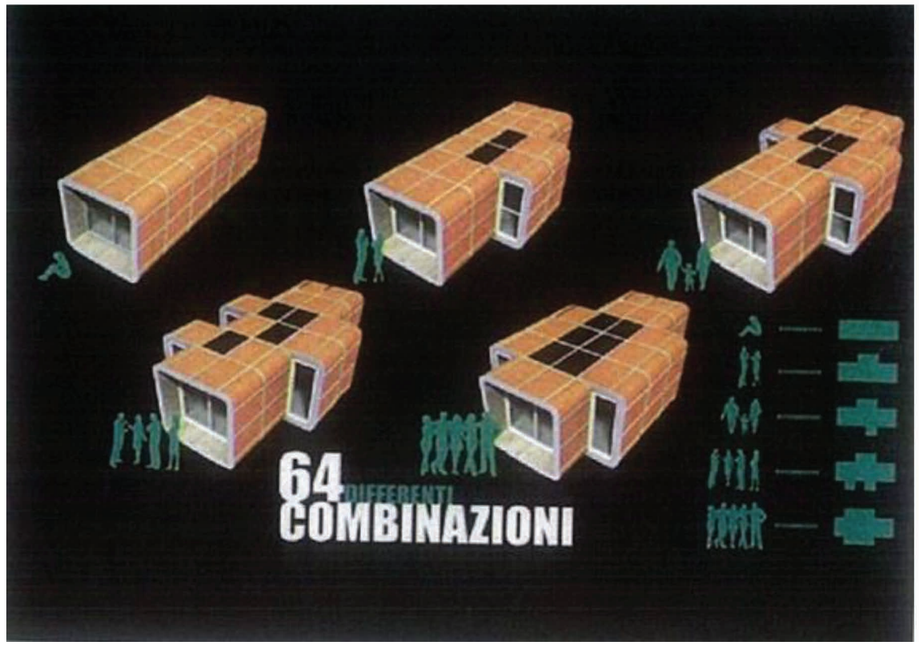
http://www.whitleyman.com/blog/modular-buildings-faq/modular-building-faq/



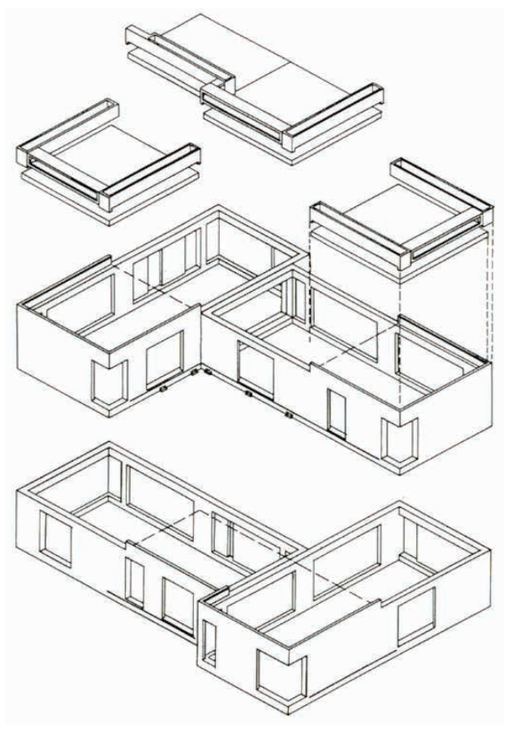
https://www.kalw.org/post/can-factory-built-homes-curb-housing-crisis



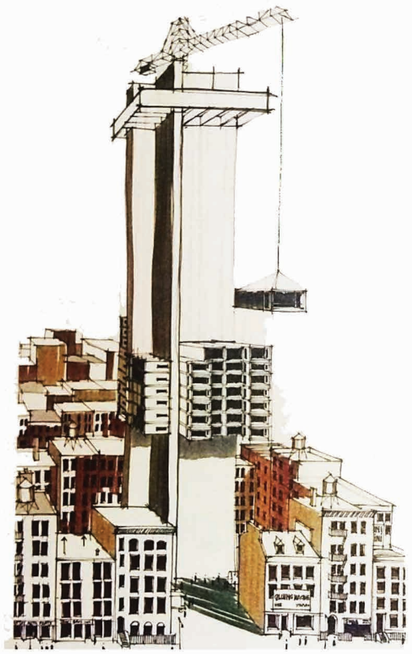
وحدات صندوقيه حلقيه ويتم نقلها للموقع
لتجميعها مع بعضها لتكوين الفرغات
المختلفة.

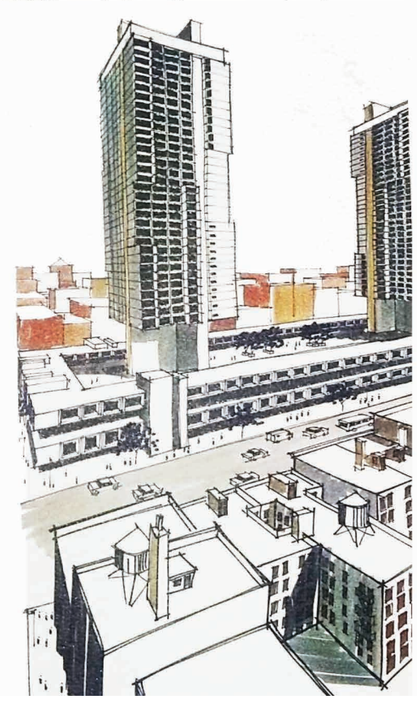


رص الوحدات بطريقة كابولية منتظمة



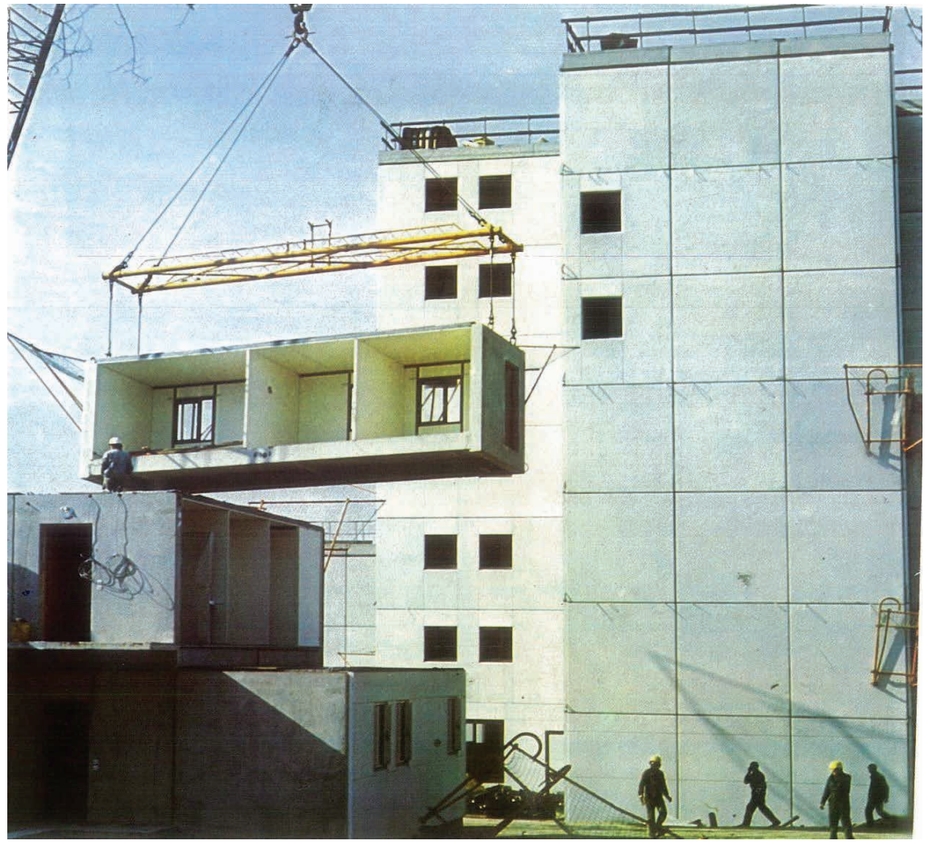
رص الوحدات بطريقة
كابولية

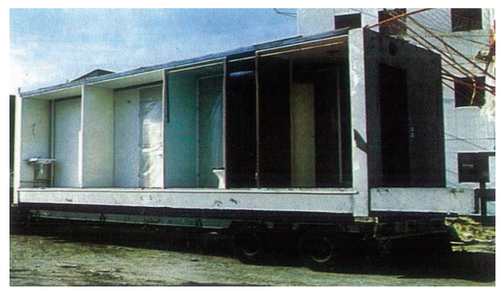




انزلاق الوحدات داخل الانشاء الرئسى

http://www.garrisonarchitects.com/projects/driggs-pod-hotel

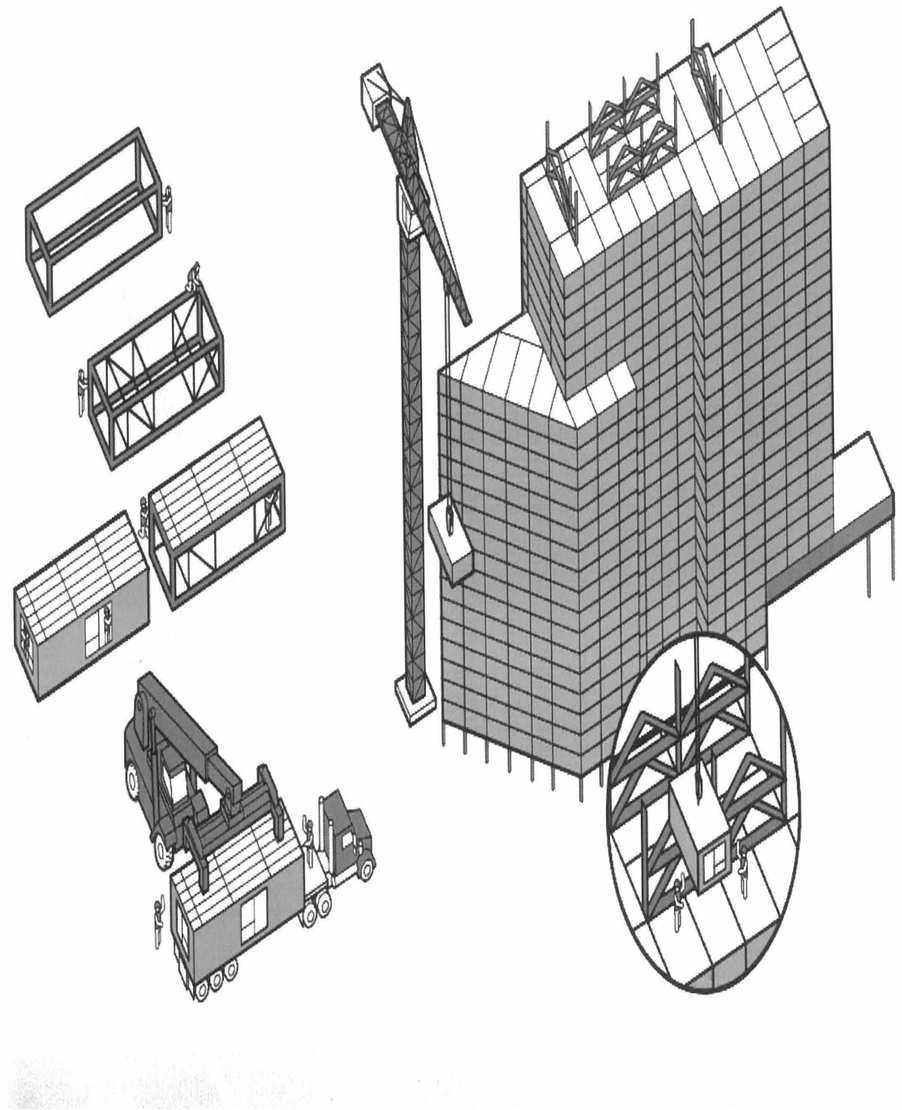


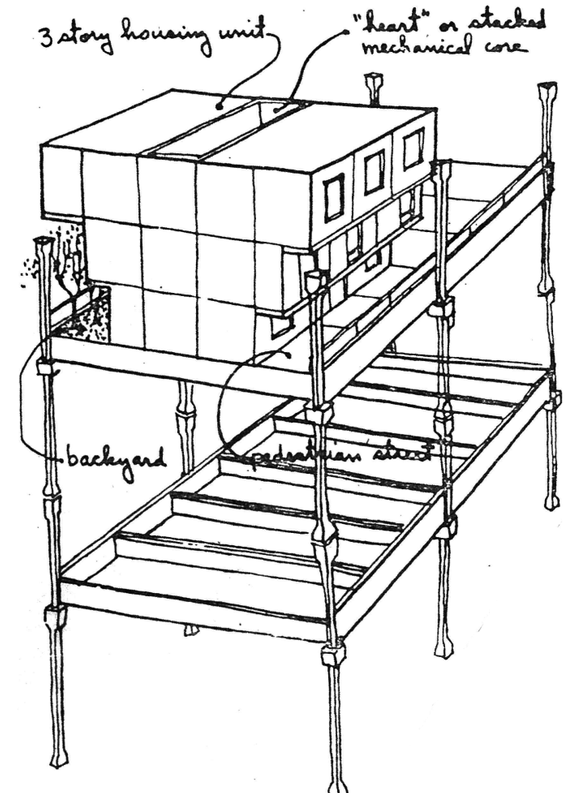


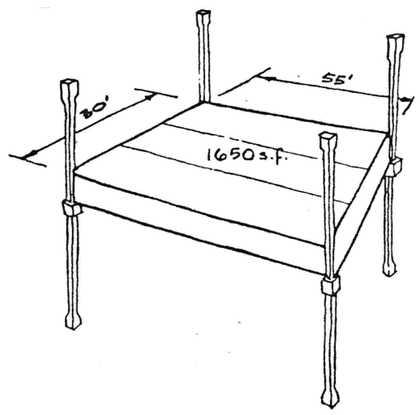
وحدات صندوقية تتبع أسلوب الرص المنتظم

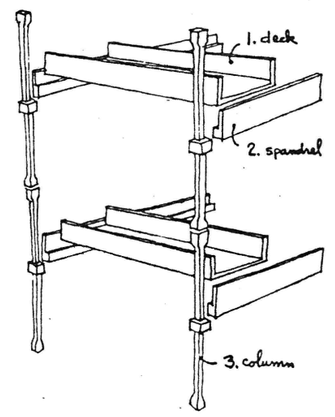
https://www.pbctoday.co.uk/news/modular-construction-news/modern-methods-construction/49465/

https://www.ahmm.co.uk/resources/res.aspx?p=/D5F3B15EA6AD760B165AC0DBF314A5885B22352923DD1D15F28E2242B09EF48E269B11C9AA9E1260/Raines%20Court%202010_LR.pdf









رقم الأيداع

٢٠١٩ / ٢٦١٦٨

مطابع التجارية ٦ أكتوبر