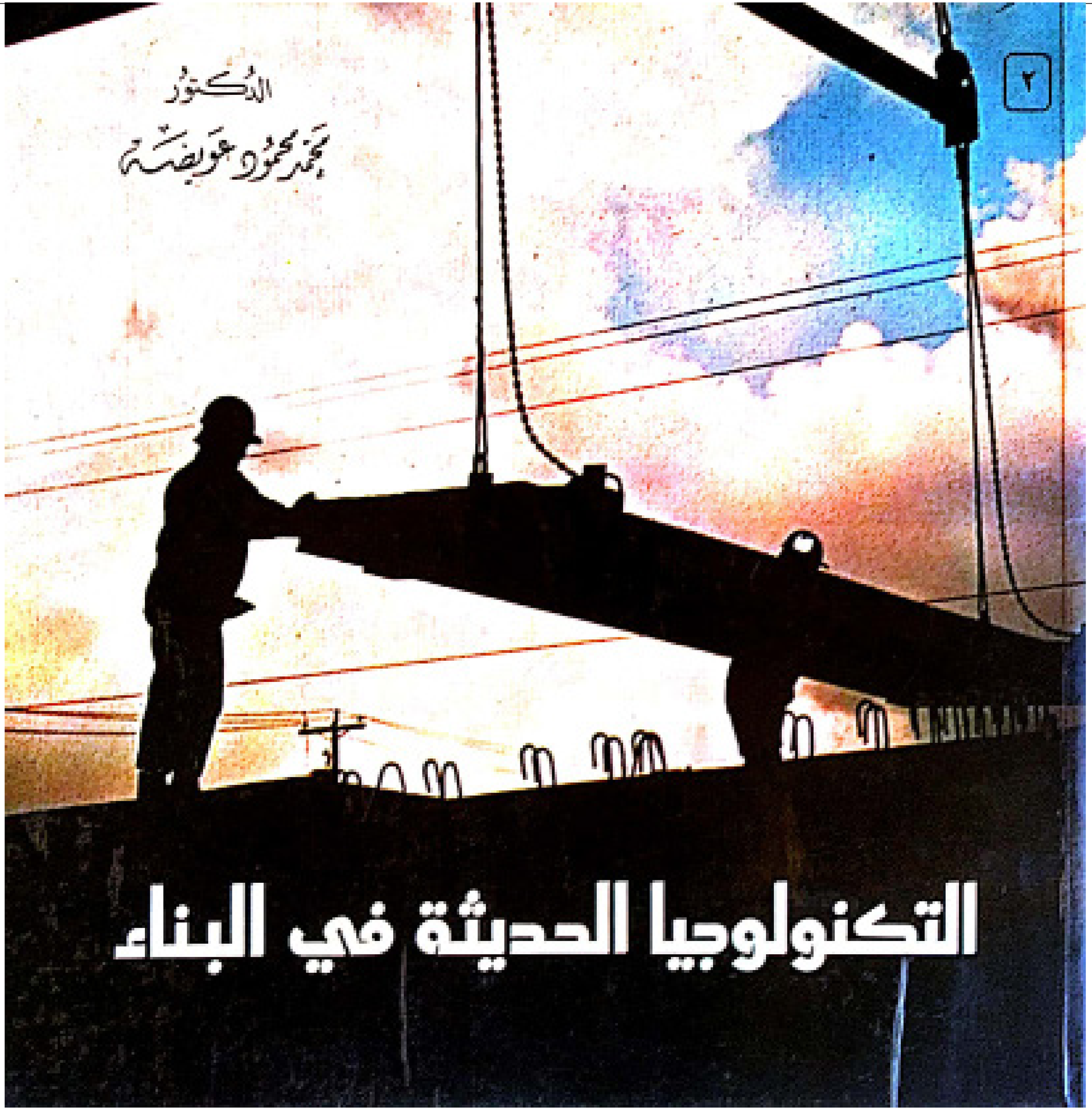
٢

الدكتور
محمد محمود عويضة



التكنولوجيا الحديثة في البناء

التكنولوجيا الحديثة
في البناء

الدكتور
محمد محمود عويضة

٢

التكنولوجيا الحديثة

في البناء

الدكتور

محمد محمود عويضة

دار النهضة العربية
للطباعة والنشر
بيروت ص.ب ٩٦٩

حقوق الطبع محفوظة

١٤٠٤هـ - ١٩٨٤م.

اهداء

إلى أحمد ...

المحتويات

المقدمة ١١
التمهيد ١٥
الآلات ٢٥

الجزء الأول

صناعة المباني في الموقع ٤٥
أولاً ـ ميكنة أعمال التجهيز والنقل ٥١
الحفارات ٥٣
حفار الخنادق ٥٨
آلات التحميل ٥٨
آلات الازاحة ٥٨
آلات الكشط ٥٩
آلات دق الخوازيق ٦٠
الأوناس والروافع ٦١
الخلاطات ٦٧
معدات نقل الخرسانة ٧٠

ثانياً ـ ميكنة طرق اقامة الهيكل الانشائي للمبنى : ٧٧
البلاطات المرفوعة ٨٣
طريقة الشد مع الامالة إلى اعلى ١٠٣
طريقة الدفع إلى أعلى ١١٣
نظام الشدات المرتفعة رأسياً ١١٧
نظام الشدات النفقية ١٣١
النظام الشامل ١٤١
الجزء الثاني
المباني سابقة التجهيز ١٤٩
مقدمة ١٥١
المدبول ١٦٣
الوصلات ١٧٦
١ ـ الوحدات الطولية ١٨٣
٢ ـ الوحدات المستوية ١٩٧
٣ ـ الوحدات الصندوقية ٢١٧

المقدمة

إن التقدم التكنولوجي لعصرنا الحاضر ، في جميع مجالات الحياة اليومية ما هو إلا نتيجة لافكار الإنسان وجهده الدائم ، لتسخير راحته وخدمة أغراضه ومتطلبات حياته أولاً وأخيراً .

وإذا كان البعض يدعي أن التكنولوجيا الحديثة قد سيطرة على الإنسان وجعلته خاضعاً لها ، لا يستطيع الحياة بدونها ، إلا أننا نستطيع أن نقول أن الإنسان بالتفكير هو الذي أوجد تلك التكنولوجيا وسيطر عليها بوجهها ويسيرها لخدمة أغراضه المختلفة ومتطلبات حياته .

وقد وثق الإنسان في التكنولوجيا الحديثة وآلاتها ولا عجب في ذلك فقد اعطته شعوراً بأنها يمكنها أن تمنحه الكثير ، وأن تقوم بمعظم وظائفه المختلفة .

فبدون الآله لا يمكن للإنسان نقل وحمل الاف الأطنان من مكان إلى آخر وبدونها أيضاً لا يمكنه أن ينقل الاف الأميال ، هذا إذا قارنا قوة الآلة والماكينة بقوة الإنسان العضلية .

وينطبق هذا أيضاً بالنسبة لأجهزة الحاسبات العلمية Computer التي امكنها حمل آلاف العمليات الحسابية وتخزينها بقدرة فاقت ملايين المرات قدرة الإنسان العقلية ولا ندري ما يخبؤه المستقبل القريب حينما يمكن تطوير تلك الآلات لاعطاء قدرات أكبر من ذلك ، إضافة إلى امكانية خدمة أغراض أخرى للإنسان .

إن استعمال الآلات في جميع أمور حياتنا لم يعد هدفاً في حد ذاته بل اصبح في الحقيقة

قدر الإنسان ووسيلته التي يمكنه بها أن يحقق رغباته في جميع قطاعات الحياة المختلفة من تشييد وبناء ومأكل ومشرب ... الخ .

وفي قطاع البناء والتشييد كسائر المجالات الأخرى ، إتجه الإنسان نحو الآلة والماكينة لتحقيق اهداف اصبح من الصعب تحقيقها باستخدام طرق بدائية تعتمد على العنصر البشري في تنفيذها . ولا جدال في ذلك ونحن نعلم ما يمكن للآلة والصناعة أن تحققه في هذا المجال ، وخاصة انها قد نجحت بالفعل في المجالات الأخرى ، ولقد اصبحت الحاجة إلى إقامة الآف المساكن نتيجة للزيادة في عدد سكان العالم ضرورية ومجرد التفكير والإعتماد كلياً على الطرق التقليدية يعتبر خطأ كبيراً مما فرض على قطاع التشييد والبناء دخول عصر الصناعة واستخدام الآلات ولو بنسب بسيطة .

وقد كانت الدول الغربية والصناعية سباقة في هذا المجال حينما اتجهت نحو ميكنة وصناعة البناء في الموقع أو سبق تجهيزها في المصنع .

نجد ذلك بعد الحرب العالمية الثانية مباشرة وما زال البحث والتطوير مستمراً حتى اليوم لانتاج مبان ذات مواصفات جيدة وبالسرعة المناسبة .

ويناقش هذا الكتاب صناعة البناء في الموقع والمصنع بفكرة موجزة للطرق والأساليب المختلفة لانتاج المباني ، وقد تم استعراض اجزاء المبنى وطرق الانشاء في كتاب سابق والذي يركز على الطرق التقليدية المعروفة في اقامة وتشطيب المباني . ويكون بذلك قد تم تغطية الأساليب المختلفة لإقامة وتشطيب المباني بإصدار هذا الكتاب الذي يحتوي على جزئين الجزء الاول يعرض فكرة موجزة عن طرق استخدام الآلات والماكينات لإقامة المباني في الموقع . ويجمع هذا الجزء معظم طرق اقامة المباني في الموقع والتي تعتبر مرحلة انتقالية بين الطرق التقليدية المعروفة وطرق سبق التجهيز .

والجزء الثاني يعرض شرحاً موجزاً لأساليب سبق التجهيز . والتي سوف يتبعها انشاء الله اصدار آخر لمجموعة أساسيات طرق سبق التجهيز كدراسة نقيد المتخصصين في هذا المجال .

د. محمد محمود عبد المجيد عويضة

نوفمبر ١٩٨٣

التمهيد

إن التقدم الحضاري والتكنولوجي بجميع ابعاده ومختلف تطبيقاته في عصرنا الحاضر اصبح بحق قدر الإنسان الذي لا يمكن أن يعيش بدونه او أن يتخلى عنه .

وبالرغم من أن هذه الحضارة لم تهبط على البشرية فجأة كالقدر وإنما كانت ثمرة للنتائج المستمرة لمحاولات الإنسان الدائبة عبر آلاف السنين من أجل التطور والرخاء للوصول إلى حياة أفضل في عصرنا الحالي والتي تتمثل بلا شك في التطور العلمي للتقدم البشري الذي يحدث في مجالات العلوم والحياة في كل صورها .

ويمكن القول بأن عصرنا هذا يتسم بأنه عصر تكنولوجيا الآلات المتطورة . وفي المستقبل القريب سيكون هناك تطور نحو تكنولوجيا أفضل ومستقبل أكثر إشراقاً تكون فيه تكنولوجيا الآلات خادمة للأهداف الإنسانية ومصدر الراحة للبشر .

وهناك بعض الأراء التي تقول أنه بالرغم من أن التكنولوجيا الحديثة تعني الرخاء للبشرية فهي أيضاً وراء متاعب الإنسان وشقائه وإن كان هذا الرأي يجانبه بعض الصواب إلا أنه لا يمكن تجاهل دور التكنولوجيا في توفير الراحة والرفاهية للإنسان .

وفي حقيقة الأمر يمكن أن نقول أن للتكنولوجيا جانبين احدهما قبيح والآخر مشرق . الأول وهو الجانب القبيح بما يحمله من تكنولوجيا الحرب والدمار تكنولوجيا القنبلة والمدفع

والدبابة . وهو جانب موجود وحقيقي في حياتنا ، ينفق عليه آلاف الملايين من الدولارات التي كانت يمكن أن تنفق على خير ورفاهية البشرية فعلى سبيل المثال لقد انفق العالم على تكنولوجيا التسليح في عام ١٩٨٢ فقط ٦٥٠ مليار دولار . ولكن مجرد اسقاط اللعنة على التكنولوجيا على إنها مصدر لمصائب الإنسان لن يجدي شيئاً . وإنما يجب أن تنظر للتكنولوجيا من جانبها المفيد فهي الآن تسير حياة الإنسان في مختلف المجالات . إلا أن التطبيق المجرد للتكنولوجيا دون فهم امكانياتها وخصائصها هو ما يختص بسلوك الدول في اختيار الاتجاه الذي يتناسب مع ميولها سواء كانت ميولاً نحو الحرب والتسليح فقد يكون هناك ضرورة لحماية أمنها وسلامتها أو ميول نحو الخير للبشرية ورخاء شعوبها .

وإذا كان المراد الاستفادة والإستيعاب لمقدار ما تقدمه التكنولوجيا الحديثة وتكنولوجيا الألات والصناعة من خير البشرية ، فلا بد من اخضاعها لعالم العقل والتعقل . ولا يد من الكف عن النظر إلى الجانب الضار منها على أنه سبب مصائب ومتاعب البشرية فكما لتكنولوجيا الذرة والمفاعلات من إتجاه نحو التدمير لها أيضاً جانبها المفيد في تحويل الطاقات والإستفادة بها في الصناعات المختلفة .

والجانب الثاني هو الجانب المشرق النظيف للتكنولوجيا والمتطور من أجل راحة الإنسان ورفاهيته . ويوجد هذا في كل الإتجاهات التكنولوجية في الصناعة والتجارة والمواصلات . . . الخ وتكنولوجيا الألات التصقت بالحضارة الغربية الحديثة فأصبحت حضارة الغرب تعني التكنولوجيا المتطورة ، وليس هذا مجال ذكر الأسباب والظروف التي ساعدت الغرب للوصول إلى هذه التكنولوجيا إلا أنه من الضروري بحث امكانية نقل وتوصيل هذه التكنولوجيات بما فيها من فائدة للبشرية إلى دول العالم النامي أو الدول الفقيرة ، ذلك أن هذه الدول أمامها فرصة

كبيرة لمحاولة الإستفادة من تلك التكنولوجيات المتطورة . فليس من العقل أن يقال أن على الدول النامية أن تمر بجميع التطورات أو المراحل التي مرت بها الدول المتقدمة التي تملك أو تحتكر هذه التكنولوجيات الحديثة حتى تصل إلى مستواها . ولكن كل ما يمكن قوله أنه يمكن نقل هذه التكنولوجيا ثم عمل تطويع لها Adaptation لتلائم المحيط والإمكانيات المتاحة لتلك الدول . وللسير في هذا الإتجاه يعطي هذا الكتاب فكرة عن تكنولوجيا طرق البناء الحديثة ومميزاتها وعيوبها .

وبالرغم من نجاح تكنولوجيا البناء الحديثة في العالم المتقدم إلا أن التخوف منها أصبح هو شعور الدول النامية نحوها . وذلك خوفاً من اهتزاز القيم الموروثة والحضارات والعادات والتقاليد التي تحيا فيها هذه الدول . وقد يرجع هذا التخوف إلى أن تلك البلاد كانت في الماضي القريب مستعمرات للدول الغربية التي تحتكر التكنولوجيات الحديثة ، وكانت ثرواتها وطاقتها وامكانياتها مستنفذة . فكان لزاماً على الدول النامية أن تتخلص من قيود الإرتباط بالمعسكر المستعمر ، وساعد على تكوين تلك النزعة حركات التحرير والثورات التي قامت في تلك الدول . حيث كان الشعور السائد هو نبذ كل ما هو غريب عنها وطرد كل ما هو مستورد بعيد عن ثقافتها وامكانياتها .

ولذلك كان الإتجاه هو الإبتعاد عن الدائرة الإستعمارية ونبذ كل ما هو أت منها . وقد يكون هذا صحيحاً ولو لفترة . ولكن يجب أن ينتهي هذا الشعور . وعلى الدول النامية تجنب مشاعر الخوف والقلق وتقييم الأمور بحيث تسمح لنفسها بالإستفادة من التقدم الحالي الحادث بالدول المتقدمة كمحاولة لرفع امكانياتها وطاقاتها من أجل رخاء الشعوب .

وطرق البناء في هذه الدول النامية تعتبر بدائية بطيئة لذلك كانت الضرورة ملحة نحو التحول إلى تكنولوجيا يمكنها إنتاج المباني بطريقة سريعة تتواكب مع الزيادة الرهيبة في إعداد

السكان وتتناسب مع الإمكانيات الاقتصادية لتلك الدول . وبالرغم من اننا نعلم أن التقدم التكنولوجي وحده لن يحل المشكلة إلا أن التكنولوجيا تعتبر خطوة على الطريق لحل مشكلة البناء والتشييد .

تكنولوجيا البناء :

في بداية مناقشة موضوع تكنولوجيا البناء، يجب توضيح نقطتين أساسيتين : ـ

أولاً : لا توجد طريقة لتكنولوجيا واحدة في البناء ، بل على العكس هناك تكنولوجيات متعددة ومختلفة تبعاً لإختلاف البلاد والمكان والظروف المحيطة بها، حيث تختلف تلك التكنولوجيات حتى في البلد الواحد .

ثانياً : لا توجد طريقة لتكنولوجيا واحدة يمكن أن تفي بجميع احتياجات ومتطلبات عملية الإنشاء وتشييد المباني . بل أن هناك تكنولوجيات متعددة ومختلفة تبعاً لطبيعة واستعمال المبنى ، (الغرض من المبنى Function وتبعاً لنوع مادة الإنشاء المستخدمة Material) .

إلا أنه في جميع الحالات ، ترتبط تكنولوجيا البناء بطرق الميكنة في إنتاج المباني إرتباطاً وثيقاً بالوسائل والمواد المستخدمة ، أي أنها التكنيك أو الطريقة التي يتم بها تشكيل الهيكل العام للمبنى ونهوه من مواد معينة . ودائماً ما تتأثر هذه الطرق ـ ليس بإمكانيات وخصائص المواد المستعملة فقط وإنما أيضاً بمقدار تطور المجتمع الذي سوف تطبق فيه .

ومنذ آلاف السنين ، حدثت تطورات كثيرة من أجل الوصول إلى تكنولوجيا جيدة تتناسب مع قدرات وإمكانيات الإنسان والبيئة المحيطة في كل فترة من فترات حياة الجنس البشري .

ولقد مرت تكنولوجيات وسائل انتاج المباني بمراحل مختلفة ، وذلك على مر التاريخ . فمنذ خلق الإنسان ، ظهرت معه الحاجة إلى تشكيل مأوى يحميه من تقلبات الجو وإخطار

الطبيعة المحيطة به ، فكانت الحاجة إلى التكنيك أو طريقة لتشكيل هذا المأوى ضرورية . ففي البداية ، كان هذا التكنيك بسيطاً بالدرجة التي تتناسب والقدرات والإمكانيات المتاحة آنذاك . ثم بدأ يتطور ويطور نفسه على مر السنين عن طريقة التجربة والخطأ ليكون في كل مراحله متمشياً مع التطور الجسماني والعقلي لقدرات الإنسان .

ومن خلال هذا المفهوم يمكن تقسيم تكنولوجيا طرق انتاج المباني إلى ثلاث مراحل : ـ

١ ـ فترة الإعتماد على القوة العضلية للإنسان .
٢ ـ فترة الإستعانة بالآلات كأدوات مساعدة .
٣ ـ فترة الإستعاضة الكاملة بالآلات عن قوة الإنسان عن طريق الاحلال .

المرحلة الأولى :

فترة الاعتماد على القوة العضلية للإنسان :

وهي الفترة التي اعتمد فيها الإنسان على الطبيعة ، العالم الذي خلقه الله ولم يتدخل الإنسان في تشكيله ، ليبدأ حياته على الأرض . فاعتمد الإنسان عليها وبدأ يتكيف معها ويطوع حياته للأفضل فيها ، ففي البداية كان التفكير في تكنولوجيات بسيطة تساعده على استمرار حياته . فكانت هذه التكنولوجيات بدائية تعتمد على قوة الإنسان العضلية والعقلية يرجع هذا لأن احتياجات الإنسان آنذاك كانت محدودة وبسيطة . وهي مرحلة ما زالت موجودة في البلاد الفقيرة وبعض الدول النامية في عصرنا الحاضر والتي ما زالت تعتمد على القوة البشرية .

المرحلة الثانية :

فترة الاستعانة بالآلات كأدوات مساعدة :

وهي فترة بدأت تزداد فيها حاجة الإنسان وتتنوع فبدأت محاولات كبيرة في التفكير في

وسائل وتكنيك متطور لتقابل احتياجاته المتزايدة والعاجلة والتي يصعب اشباعها باستخدام الأدوات البسيطة . وفي هذه الفترة بدأت أول مراحل التفكير في أول ماكينة . ويبقى الإنسان هو المسيطر وهو الموجه للماكينة أو الألة لتعطيه قوة وطاقة أكبر من طاقته الجسمانية والعقلية . وهي مرحلة موجودة في عالمنا الحاضر أيضاً .

المرحلة الثالث :

فترة الاستعاضة بالآلات عن قوة الإنسان العقلية والعضلية :

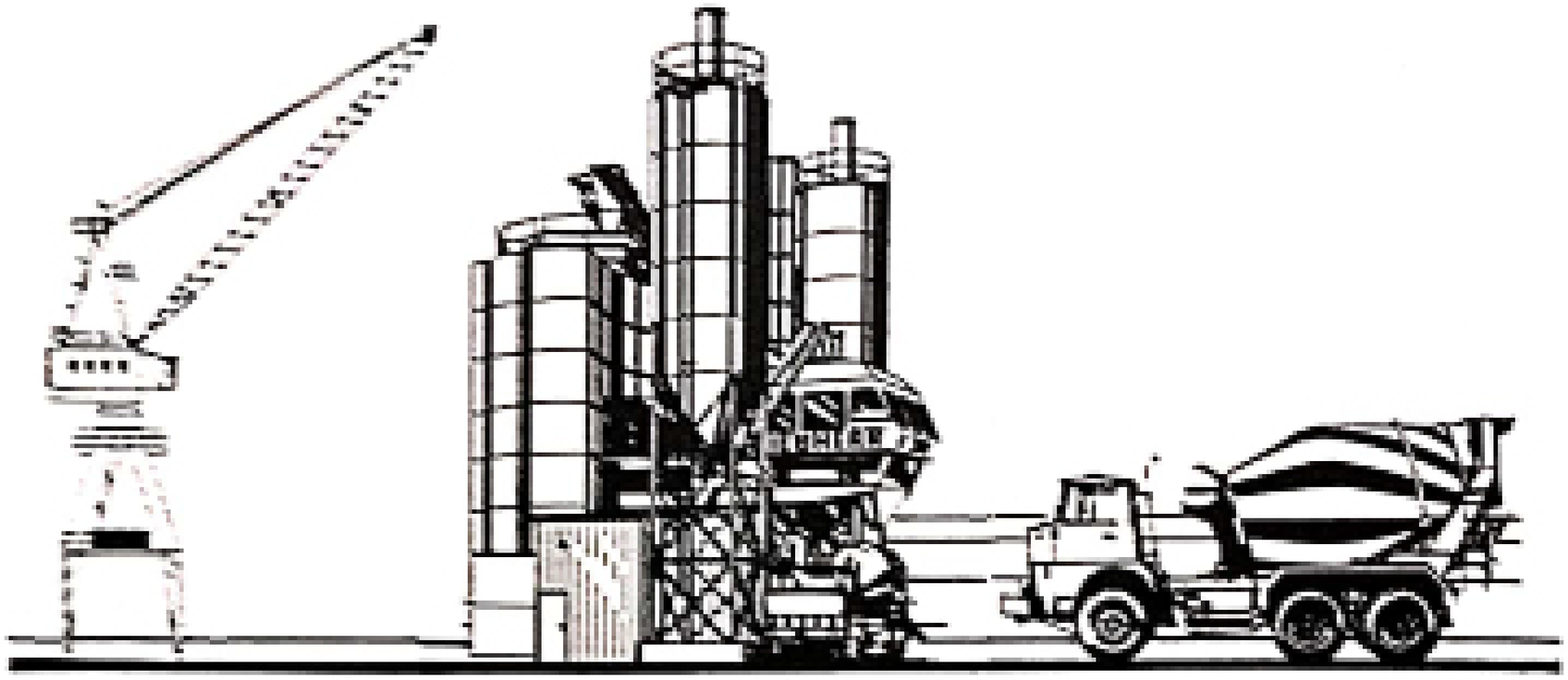
وهي جزء من العصر الحالي والمستقبل وخاصة في الدول المتقدمة والصناعية الكبرى وفي هذه المرحلة تدخل الميكنة والصناعة في كل لوازم الحياة . تقوم الماكينة بجميع الأعمال الميكانيكية والكهربائية للإنسان . بل قد يتطور الأمر في المستقبل إلى أن يحل العقل الآلي Computer محل العقل البشري في التفكير ومتابعة الأعمال وتخزين المعلومات . ولا ندري ما سوف يصل إليه العلم من أفكار في المستقبل القريب .

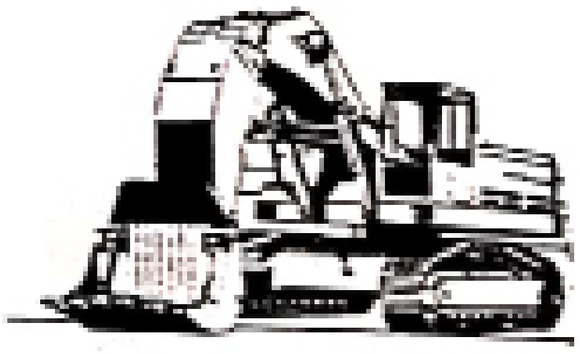
إن المستقبل القريب يدعو إلى عدم الاعتماد على التكنولوجيا البسيطة . وإن الاتجاه العالمي الذي يتسم بالكتل البشرية Mass Society مجتمع الإنتاج بالجملة وهذا منطبق على كل شيء في كل أمور حياتنا سواء في إنتاج الطعام أو الملابس أو الأجهزة المختلفة بمعنى انه في جميع متطلبات الحياة أصبح الإنتاج بالجملة هو السائد والاعتماد على التكنولوجيا الحديثة ضرورة لإنتاج اعداد كبيرة من المتطلبات والضروريات لتقابل الاحتياجات المتزايدة للمجتمع . ينطبق هذا في المأكل كما ينطبق في المسكن .

وبالرغم من أن تكنولوجيا انتاج المباني ، والوسائل المستخدمة لذلك لا تتناسب مع عصرنا الحديث ولا تتساوى مع التقدم الحادث في معظم الصناعات الأخرى ، إلا أنه يمكن القول بأن هناك تطوراً كبيراً حدث بعد الحرب العالمية الثانية . فكانت الظروف التي دعت إلى

الحاجة لبناء إعداد كبيرة من المباني وخاصة المساكن نتيجة لحالة الدمار بالإضافة إلى وجود النقص الشديد في اليد العاملة ، كل هذه الظروف ساعدت في حدوث قفزة هائلة في تكنولوجيا البناء . وأصبح التفكير في إحلال الميكنة والآلات بدلاً من الإنسان هو التفكير السائد والمنطقي ، فطاقة الإنسان محدودة لا يمكنها الإنتاج بالسرعة والكمية اللازمة . وفي الوقت المناسب ، بالإضافة إلى أن إنتاج الماكينة بطبيعة الحال أفضل وكفاءة أعلى ووقت اسرع .

ولقد ادركت معظم الدول أهمية استخدام تكنولوجيا الآلة في صناعة البناء ، وخاصة ان معظم الدول التي أضيرت بالحروب قد اتجهت إلى تطوير صناعة البناء وأعمال التنفيذ ، سواء كان ذلك في الموقع الخاص بالتنفيذ ، أو في اقامة المصانع التي يمكنها إنتاج المساكن ثم نقلها إلى الموقع .





الآلات

الآلات *Tools*

بدأت الحياة الإنسانية ، وبدأت معها حاجة الإنسان إلى المأوى الذي يحميه من العوامل الجوية المختلفة والأخطار المحيطة به .

وفي البداية كانت احتياجات ذلك الإنسان محدودة ، فاتخذ من الكهوف الطبيعية وجذوع الأشجار وبعض قطع الأحجار الكبيرة مأوى له . ومع تطور الحياة ، تطورت معها احتياجاته ومتطلباته وإزدادت تلك الاحتياجات مع تعلمه حرفه الزراعة ، التي دعت إلى استقراره بجوار زراعته .

وعندما استقر الإنسان ، بدأ التفكير في المسكن وتعددت متطلباته من مجرد المأوى من العوامل الجوية المحيطة أو الظروف البيئية المختلفة إلى « المسكن بمعنى المكان والإستقرار» مكان لاستقرار الأسرة وتربية الأطفال ، ومن هنا ظهرت الحاجة إلى بناء مسكن يكون أكثر ملائمة للاحتياجات الجديدة .

وبدأ الإنسان في إختراع بعض الأدوات البسيطة التي تساعده على تشكيل المواد التي يصنع منها مسكنه ، فكانت الأدوات عندئذ بدائية تمكنه فقط من تقطيع الأحجار وتهذيبها ، وتقطيع فروع الأشجار وتقليمها ، معتمداً في ذلك على مصدر الطاقة الوحيد المتاح له وهو عضلات الإنسان وقوته البشرية . وإستمر الإنسان في تطوير الأدوات ثم الآلات ، لتتناسب

بطريقة افضل مع امكانيات وخواص تلك المواد ، فعلى سبيل المثال ، عندما بدأ التفكير في البناء بالطوب ، بدأ الإنسان في اختراع آلات تساعده على تشكيل قوالب الطوب ، ونقلها وبنائها وهكذا كانت الآلات تتمشى مع قدرات هذا الإنسان في كل وقت ، وتتمشى ايضاً مع إمكانيات وخواص مواد البناء المتوفرة ، وكلما اكتشف الإنسان مادة بناء جديدة فإنه على الفور يبدأ في التفكير في آلة تعينه على تشكيلها وتهذيبها واستخدامها . وكلما زادت امكانيات تلك المواد وتعقدت تكنولوجياتها ، ازدادت معها الإمكانيات التكنولوجية لتلك الآلات ، إلى ان تطورت وتعقدت تبعاً لمتطلبات هذا الإنسان ورغبته في الراحة . ويمكن القول ، أنه بتقدم الزمن وانتشار التكنولوجيا زادت متطلبات الإنسان للراحة والرفاهية ، فتعقدت الآلات أكثر فأكثر لتقابل تلك الاحتياجات .

ويعتبر استخدام الاسمنت وتطبيقاته في الخرسانة المسلحة على سبيل المثال نقطة تحول كبيرة في تطور صناعة البناء وأيضاً في تطور الآلات المستخدمة لتشكيل هذا المنتج الجديد . وهذا يبدو واضحاً في عصرنا الحالي في إقامة المباني وتشييدها بتكنولوجيات متطورة وآلات معقدة .

وبالرغم من أن تكنولوجيا البناء تعتبر نسبياً متخلفة وفي مستوى أقل من باقي تكنولوجيات التصنيع ، إلا أن الإنسان ما زال يعمل جاهداً من أجل رفع مستواها لتتناسب مع التطور الهائل لتكنولوجيات القرن العشرين ، ولقد ساعد التطور التكنولوجي في صناعة الآلات الميكانيكية والكهربائية في تطوير طرق الإنشاء وصناعة المباني ، ودخلت الميكنة في عمليات إنتاج المباني عن طريق سبق تجهيزها في المصنع أو استخدام الميكنة في أعمال التنفيذ بالموقع بنسب مختلفة .

وتتنوع أعمال الميكنة في الموقع تنوعاً كبيراً ، فمنها ما هو تقليدي ومنها ما يحتاج إلى

عمالة مدربة من نوعية خاصة ومنه ما يصل إلى مستوى عال في تكنولوجيا التطبيق ويمكن تصنيف الآلات والأدوات التي يعتمد عليها الإنسان في انتاج مبنى إلى.: -

١ ـ الأدوات التي تتسم بالإعتماد الكامل على قوة الإنسان ، مستخدماً يديه وعضلاته والمعدات تعتبر هنا مجرد أدوات مساعدة .

٢ ـ الآلات التي تتسم باستخدام نصف عضلي لقوة الإنسان ، مع الاستعانة بقوة الآلة .

٣ ـ الآلات التي تستعيض بالكامل عن قوة الإنسان ، وهنا تصبح الآلة هي الأساس أما الإنسان فيكون موجهاً لهذه الآلة (وهذه الحالة تعتبر الميكنة الكاملة) .

والميكنة بتعريفها العام المعروف حالياً هي عملية إحلال للماكينة بدلاً من الإنسان سواء كان هذا الإحلال احلالاً جسمانياً عضلياً أو إحلالاً عقلياً للإنسان .

وباختصار فإن عملية الميكنة تعني :

١ ـ احلال عقلي (احلال عقلي كمساعدة لعقل الإنسان) .

٢ ـ احلال جسماني (احلال الماكينة بدلاً من القوة العضلية للإنسان) .

١ ـ الإحلال العقلي :

إحلال الماكينة هنا ليس بمعنى إلغاء العقل الإنساني كلية ، وإنما هو بمعنى ادق « رفع قدرة الإنسان الفكرية في إداء اعماله المختلفة ، فالعقل الإنساني محدود بإمكانيات الإنسان . ولذلك نجد أن بإمكان الآلة أن ترفع تلك القدرة العقلية الإنسانية إلى قدر كبير مثل أجهزة الكمبيوتر والآلات الحاسبة التي أمكن بها إداء العمليات آلاف وملايين المرات ، دون ملل او احتمال خطأ بالإضافة إلى قدرة تلك الأجهزة على تخزين المعلومات بكميات هائلة فاقت قدرة العقل البشري وبطريقة اكفء .

وبالرغم من أن الآلة هنا لها دور كبير في حل وتنظيم وإعداد برامج الأعمال إلا أنه لا يمكن الإستعاضة الكاملة عن قدرة الإنسان العقلية ، فالآلة من صنع الإنسان وهو الذي يقوم بتشغيلها والتحكم فيها نتيجة لخبرته وإمكانياته العقلية والفكرية .

٢ ـ إحلال عضلي جسماني :

هي إحلال الآلة محل القوة العضلية للإنسان . وهذه الحالة تختلف عن الإحلال العقلي . فيمكننا الإستعاضة عن جزء أو عن كل القوى العضلية للإنسان بالآلة ، وهذا يتم بإستخدام وسائل ميكانيكية لإداء الأعمال المختلفة التي تحتاج إلى قوة عضلية كبيرة من الإنسان .

فعلى سبيل المثال ، إستخدام الأوناش والروافع وخلاطات الخرسانة في الموقع ، هو خير مثال لعملية إحلال القوى الميكانيكية محل القوى العضلية للإنسان لإداء الأعمال المختلفة إلا أنه لا يمكن انكار الدور الرئيسي الذي يلعبه الإنسان . فهو الموجه وهو العقل الذي يدير ويسير كل هذه الآلات .

وفي جميع الحالات لا يمكن اعتبار أن عملية إحلال الماكينة بدلا من الإنسان هو إحلال كلي لأن جميع الأعمال ، وإن وصلت ميكنتها إلى اقصى الدوجات ، إلا أنها تعتمد على المقدرة الإنسانية في استخدامها وتطويعها للأغراض التي صنعت من اجلها .

وينطبق عملية الإحلال الآلي على كل عمليات الميكنة بمعنى إحلال الماكينة محل القوى المختلفة ، او تحويل الطاقات الاخرى كتحويل الطاقات المختلفة إلى طاقة ميكانيكية . هذه الطاقات يمكن أن تكون طاقة الإنسان البشرية ، طاقة الحيوان ، التفاعلات الكيميائية ، الطاقة الحرارية والكهربية او الذرية ، فيمكن إحلال أو تحويل كل هذه الطاقات إلى طاقة ميكانيكية . وفي العمارة ، يتم ـ بقدر الإمكان ـ الإستعاضة بالآلة والماكينة عن العامل ، في

بعض أو جميع مراحل التنفيذ . والهدف الرئيسي من هذا هو تقليل وقت الإنشاء ، وتحسين كفاءة المنشأ ، اضافة إلى محاولة الإستغناء عن العمالة الفنية المدربة Skilled Labor في أعمال التنفيذ بالموقع ، بقدر الإمكان ، خاصة اذا علمنا أن هذه العمالة اصبحت الآن تتعاطى اجورا باهظة اضافة إلى ندرة وجودها . مما فرض علينا الإتجاه نحو ميكنة جميع او بعض مراحل التنفيذ للمبنى . ولا غرابة في ذلك فلقد اتجهت معظم الامور في حياتنا اليوم إلى عدم الإعتماد على العمالة الفنية ، ونرى ذلك في أعمال الزراعة على سبيل المثال ، فهي الآن ميكنة في الدول المتقدمة ، وسوف تكون كذلك ايضا في الدول النامية في المستقبل القريب .

والمباني في حقيقة الامر هي مرآة حضارة الدول ، وانعكاس لمدى ما وصلت اليه من تقدم وتكنولوجيا حديثة لهذا كان التسابق من الدول المتقدمة في اقامة المباني بالأشكال والأحجام الكبيرة مع التطوير المستمر للطرق الحديثة التي تتناسب مع تكنولوجيا القرن العشرين . وتطوير صناعة البناء يمكن أن تأخذ اتجاهين رئيسيين :

أولا : تطوير المواد المستخدمة في صناعة البناء ،

ثانيا : تطوير وسائل إنتاج المباني في المواقع أو في المصنع .

أولا : تطوير المواد المستخدمة في صناعة البناء :

ويعتبر تطوير مواد البناء من أهم الإتجاهات التي يجب أن تؤخذ في الإعتبار وذلك لأن المادة المستخدمة في البناء تلعب دورا كبيرا في تحديد نوع التكنولوجيا المطلوب . وفي هذا الإتجاه يوجد اتجاهان فرعيان : -

الاتجاه الاول :

ينادى بأن المواد التقليدية المعروفة والمستخدمة لم تصل بعد إلى التطبيق الأمثل

والإستفادة القصوى من إمكانياتها الفزيائية الطبيعية ، لذلك لا بد من البحث عن تطبيقات جديدة لتلك المواد بحيث يمكن الإستفادة من طاقاتها الكامنة غير المستغلة بعد .

الإتجاه الثاني :

يعتبر المواد التقليدية المستخدمة في صناعة البناء قد استنفذت الغرض منها وأن التطبيقات المختلفة لها في أعمال التنفيذ ، قد وصلت إلى أقصى إمكانياتها ، وأن التفكير في تطويرها أو الاستفادة منها أكثر من ذلك ، سيكون مكلفا ومرتفع الثمن . لذلك كان الأفضل الإتجاه نحو استنباط مواد جديدة لها صفات وإمكانيات أفضل من المواد التقليدية .

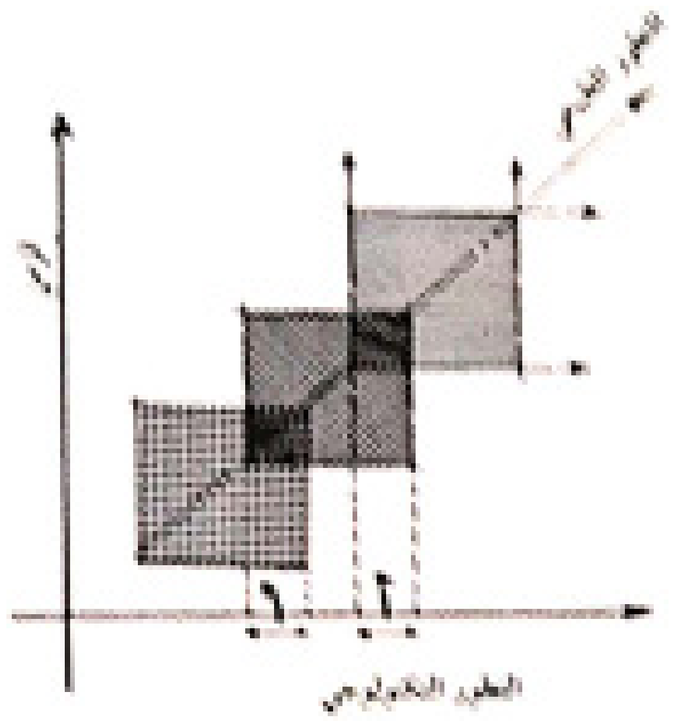
ثانياً : تطوير طرق ووسائل انتاج المباني :

ما زالت طرق وسائل إنتاج المباني بشكل عام غير متطورة اذا ما قورنت بما وصلت اليه وسائل إنتاج سائر المنتجات الأخرى مثل العربة والطائرة . . . الخ وبالرغم من هذا فإن وسائل إنتاج المباني تتنوع تنوعا كبيرا . فمنها ما يعتبر تقليديا يحتاج إلى نوعية خاصة من العمالة وما زال يطبق في معظم الدول النامية والفقيرة . ومنها ما يعتبر أكثر تقدما فتستخدم فيه الآلة والماكينات الحديثة ولو بنسب مختلفة في بعض أو جميع أعمال إنتاج المباني . وهذه الميكنة هي ما تتسم به وسائل إنتاج المباني في الدول المتقدمة والصناعية الكبرى سواء كانت شرقية أو غربية .

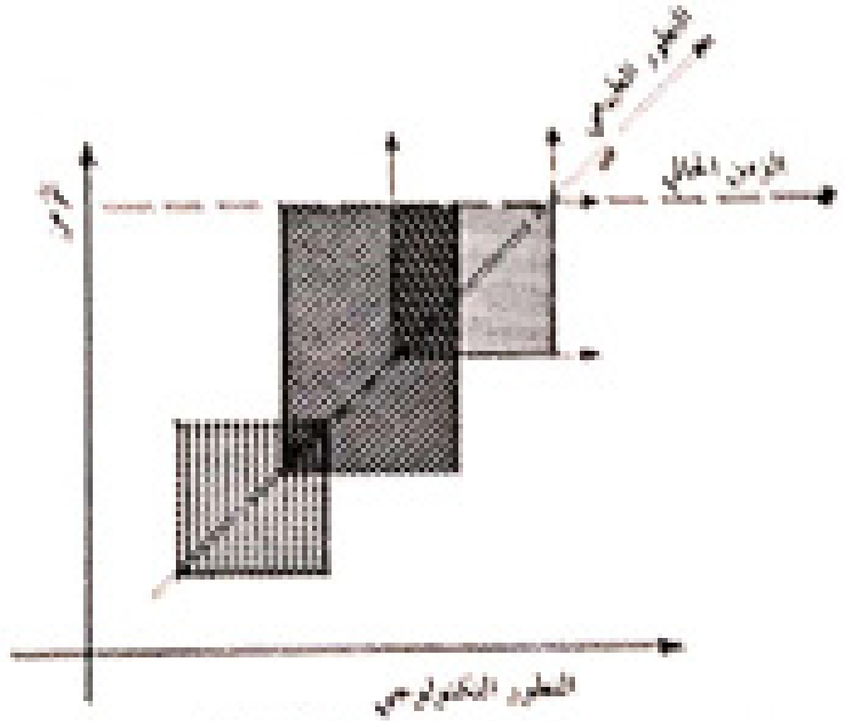
ويمكن تقسيم طرق ووسائل إنتاج المباني إلى ثلاث طرق رئيسية :

الطريقة الأولى :

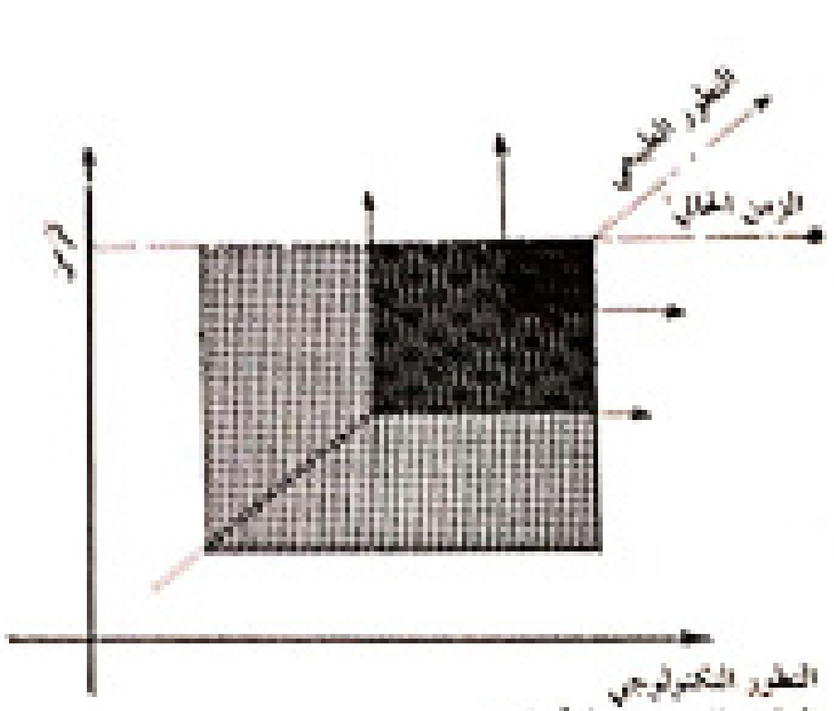
الطريقة التقليدية وهي طرق معروفة منذ آلاف السنين تعتمد على قوة وعقل الإنسان في جميع مراحلها .



التطور الطبيعي لأسلوب البناء
طرق تقليدية
استعمال الخشب في التوريع
عمل الجهير



التطور التكنولوجي
التطور الذي يحدث في أساليب البناء
في الدول المتقدمة



التطور التكنولوجي
التطور الذي يحدث في أساليب
البناء في الدول النامية .

الطريقة الثانية :

الطريقة المتطورة أو المميكنة في الموقع . وهي طريقة تعتمد على الآلات والماكينة في معظم أو جميع أعمال الإنشاء في موقع تنفيذ المبنى .

الطريقة الثالثة :

طريقة سبق التصنيع . وهي مرحلة تصنيع المباني وتعتمد على تصنيع وحدات المبنى في المصنع سواء كان مصنعا واحدا أو عدة مصانع ثم تنقل هذه الوحدات لتجميعها في الموقع .

١ ـ طرق انشاء المباني التقليدية :

وهذه الطرق تعتمد أساسا على الطاقة البشرية سواء العقلية أو العضلية للإنسان . وتختلف هذه الطرق من مكان لمكان ومن بلد لآخر . فلا توجد طريقة واحدة تشابه الأخرى تقريبا . إلا أن القاسم المشترك بينها هو أنها تتميز بالبدائية ، عرفت منذ أزمان بعيدة منذ خلق الإنسان . ثم تطورت عن طريق التجربة والخطأ على مر التاريخ إلى أن وصلت إلى صورتها الحاضرة المعروفة بها . وهي بذلك قد وصلت إلى أقصى درجات تطورها . واصبح من الضروري البحث عن طرق جديدة تتمشى مع القرن العشرين .

وقد جاء التفكير في طرق جديدة بعد الحرب العالمية الثانية مباشرة عندما ظهرت الحاجة إلى بناء أعداد كبيرة في وقت قياس كان مجرد الإعتماد والتفكير في الطرق التقليدية المعروفة يعتبر خطأ كبيرا . وذلك لأنها تحتاج إلى فترات زمنية طويلة لإنجاز الأعمال بالإضافة إلى أعتمادها على طرق نقل وتشوين ومعالجة بدائية بل إضافة إلى الحاجة إلى عمالة كثيرة مما دعا إلى التفكير في التحول نحو استخدام طرق حديثة تعتمد على الآلة والماكينة وهي التي يمكنها الإنتاج بصورة افضل وفي وقت اسرع .

وينتشر إستخدام الطرق التقليدية في جميع الدول النامية والفقيرة ، وأن كانت تختلف من حيث الأسلوب ، إلا أنها جميعا تتصف بإنها تحتاج إلى عمالة مكثفة ولا تحتاج إلى رؤوس أموال أو تمويل كبير . وهو ما يحتاج إليه الدول الفقيرة فالأيدي العاملة كبيرة ورؤوس الأموال غير متوفرة وهذا ناتج عن توجيه رؤوس أموال تلك الدول نحو مشاريع أخرى إنتاجية .

وتنوعت هذه الطرق وتعددت لتتمشى مع الإمكانيات الإقتصادية والثقافية للمجتمع ولتتمشى أولا وأخيرا مع المستوى التكنولوجي السائد .

إلا أن كثيرا من الدول النامية في الوقت الحالي تطبق بعض الطرق الحديثة كبداية نحو تطوير أعمال الإنشاء وذلك بمحاولة إستيراد تكنولوجيا صناعة البناء في المواقع أو في المصنع وتطبيقها بنسب مختلفة في بعض أو كل مراحل إنتاج المباني ويعتبر هذا الإتجاه منطقيا ومعقولا لإسباب عديدة منها .

إنه لا يمكن لهذه الدول التحول نحو أساليب حديثة بمكينة كاملة أو إلى طرق مستوردة بالكامل تعتمد على الآلات وتكنولوجيا المعدات الحديثة إضافة إلى إستيراد بعض المواد من الخارج مما قد يضيف عبئاً كبيرا على إقتصادياتها ، بالإضافة إلى أن بهذه البلاد كم كبير من العمالة قد يكون من المتعذر الاستغناء عنه وليس من السهل تحويل العمال المشتغلين بهذا القطاع إلى قطاعات أخرى . كما أن إمكانيات تلك الدول لا تصلح للتحول الكامل إلى تكنولوجيا صناعة المباني فهي تحتاج إلى رؤوس أموال كبيرة وإستثمار كبير بالإضافة إلى ضرورة الإستمرارية في عمليات الإنتاج والطلب . كل هذا قد يؤثر على الإقتصاد العام لهذه الدول وبالرغم من أن هناك ضرورة للدول النامية نحو التحول إلى الأساليب الحديثة الممكنة إلا أن العقل يدعو إلى أن يكون التطبيق بنسب قليلة ، وأن تسير أساليب صناعة البناء الحديثة في طريق متواز مع الأساليب الحديثة التقليدية المعروفة للبناء ، خاصة في بعض مشاريع الإسكان التي تحتاج إلى سرعة كبيرة في التنفيذ .

وباختصار نقول أنه يجب أن يتم تطبيق التكنولوجيات الجديدة في المباني بنسب معقولة وموازية للطرق التقليدية ، إلى أن يأتي اليوم الذي تصل فيه نسب تطبيق التكنولوجيا الحديثة إلى نسب مرتفعة في الدول النامية كما هو الحال في الدول المتقدمة اليوم .

مميزات الطرق التقليدية :

١ ـ تعتبر طريقة معروفة ومارسها الجميع وتوارثها العمال على مر الأجيال حتى إتقنوها واستوعبوها .

٢ ـ طريقة تناسب البلاد التي بها عمالة كثيرة والمنخفضة الأجور . وهي طريقة تعتمد أساسا على الأيدي العاملة المدربة والنصف مدربة والغير فنية .

٣ ـ تعتمد على مواد البناء المحلية والمستعملة والمعروفة منذ آلاف السنين .

٤ ـ لا تحتاج إلى آلات معقدة فكل الآلات والأدوات المستخدمة تعتبر بسيطة ويعتمد معظمها على قوة الإنسان العقلية والعضلية :

٥ ـ يمكن فيها تقليل التكاليف اذا ما تم تكرار النماذج التصميمية للمباني typification .

٦ ـ تعتبر طريقة مقبولة اذا كان حجم الأعمال المطلوبة صغيرا نسبيا .

عيوب الطرق التقليدية :

١ ـ تحتاج إلى وقت كبير نسبيا لتنفيذ المبنى بالمقارنة بالطرق المميكنة وهي بذلك تعتبر طريقة بطيئة لا تتناسب مع طبيعة العصر الحالي .

٢ ـ جميع الأعمال تتم في الموقع من نقل وتشكيل للمواد . فيتم نقل المواد بصورتها الطبيعية في الموقع كل مادة على حدة ويتم خلطها وتكوينها في الموقع .

٣ ـ تعتمد على خبرة وإمكانيات العامل الماهر ؛ Craftsmen ونسبة الخطأ كبيرة إذا كان هذا العامل غير مدرب تدريباً كافياً .

٤ ـ ينتج عنها هالك كبير في المواد فقد يكون هذا الهالك بالقدر الكبير الذي يعتبر خسارة وتبديد لمواد البناء .

٥ ـ تعتمد على حالة الجو في الموقع . فإذا كانت المنطقة باردة فتحتاج إلى معالجات معينة كما هو الحال في البلاد الباردة حيث تتم عمل معالجات خاصة بالبخار لسرعة انضاج الخرسانة . أما في المناطق الحارة فتحتاج إلى عمليات تبريد للمياه المستخدمة في خلط الخرسانة حتى لا تنضج بسرعة كما حدث في بناء السد العالي حيث كانت تستخدم المياه المثلجة ويمكن ذلك أن يكون مقبولا في المشاريع ذات المميزات الخاصة . ولكنه غير مقبول في المشاريع الصغيرة وهي المشاريع الغالبة

٢ ـ تصنيع المباني في الموقع

أساليب الميكنة في المباني :

والسؤال الذي يطرح نفسه دائما في العصر الحالي هو ما أهمية التحول إلى ميكنة أعمال البناء . والإجابة تطرحها العيوب الذي ذكرت عن الطرق التقليدية وهي التي دفعت العالم والدول المتقدمة للتحول إلى هذا الإتجاه خاصة بعد الحرب العالمية الثانية .

لقد كان البحث عن وسائل جديدة للإنتاج كان دائما هو السمة الغالبة في أغلب الصناعات والمنتجات التي يستخدمها الإنسان عندما يشتد الطلب عليها ، ويكون الإنتاج ضخما بالقدر الذي يفوق قدرة أي طريقة تقليدية أو يفوق قدرة الإنسان على إنتاجها . عندئذ يصبح من

الضروري الإتجاه إلى الميكنة وإلى الآلات لتحقيق المتطلبات والإحتياجات الإنسانية المختلفة بكفاءة أكثر ومعدلات أسرع .

وهذا التطور الذي حدث ، يمكن ملاحظته في إنتاج معظم الصناعات . والآن نستطيع أن نقول أن الإنسان في معظم أمور حياته قد إتجه بفكره نحو التصنيع بواسطة الآلة التي يمكن عن طريقها تحقيق مبدأ الإنتاج بالجملة mass production . أما في العمارة فنجد أن فترة نهاية الأربعينات وبداية الخمسينيات من هذا القرن تعتبر البداية الحقيقية للتحول نحو إستخدام الآلة في إنتاج معظم أو كل أجزاء المبنى .

وقد كانت الحرب العالمية الثانية لها الفضل الأول في هذا التحول . فأصبحت الحاجة السريعة إلى أعداد كبيرة من المساكن هي المحرك الرئيسي نحو هذا التطور . والجزء الأول من هذا الكتاب يشرح طرق ميكنة أعمال التنفيذ بالموقع .

٣ - إنتاج المباني في المصنع

سبق تجهيز المباني

إن الحاجة إلى بناء ملايين المساكن بإقصى سرعة أصبح فوق طاقة أي طريقة تقليدية في البناء بما تتميز به من بطء في التنفيذ مما يفرض ضرورة الإتجاه نحو وسيلة سريعة لإنتاج المساكن بالجملة وهذا لا يتأتى إلا عن طريق صناعة البناء وسبق تجهيز المساكن وبالرغم من أن عملية ميكنة أعمال التنفيذ بالموقع تعتبر إنطلاقة هائلة في صناعة البناء إلا أن عملية التنفيذ فيها ما زالت تخضع لظروف كثيرة ترتبط ببعض المشاكل الموجودة في الموقع والتي كان يمكن تجنبها لو تحول التصنيع إلى مكان مجهز لذلك كمصانع سبق تجهيز المباني .

وفكرة إستخدام وحدات سابقة التجهيز ليست جديدة . فقد استخدمت منذ قديم الأزل

إستخدمها قدماء المصريين والاغريق والرومان في تشييد معابدهم الحجرية . فقد كانت الحجارة تقطع وتهذب وتنقش في أماكن وجودها الطبيعية أو في أماكن تخصص لذلك ثم تنقل إلى مكان الإنشاء حيث يتم تجميعها وترتيبها لتكوين الهيكل العام للمبنى . ترى هذا في تيجان الاعمدة الحجر والكمرات وفي جميع أجزاء المعابد . وبالرغم من أن هذه الفكرة ليست بالجديدة إلا أن المباني سابقة التجهيز بمفهومها الحالي الذي يعتمد على مبدأ الإنتاج بالجملة mass production لم يعرف إلا بعد الحرب العالمية الثانية حيث فرضت الحاجة الملحة إلى بناء الالاف من المساكن بالجملة ، بالإضافة إلى قلة الأيدي العاملة كما ذكرنا من قبل ، إلى التحول إلى أساليب سريعة يمكن بها تعويض العجز في أعداد الوحدات السكنية .

وقد كان أسلوب سبق التصنيع هو أحد الإتجاهات التي اتخذت نحو تعويض هذا العجز في المساكن . وهو إتجاه منطقي فلقد تحول الإنسان بفكرة دائما نحو الآلة والماكينة لمساعدته على تحقيق متطلباته أو إحتياجاته المختلفة . عن طريق الإنتاج بالجملة .

وسبق تجهيز المباني هو في حقيقة الأمر تنظيم لأعمال البناء بطريقة عملية مرتبة بإستخدام الآلات المساعدة لإنتاج مبنى ذي مواصفات جيدة وفي وقت محدد . فالآلة أو الماكينة كما هو معروف تتفوق على الإنسان سواء في القدرة العددية للإنتاج في وقت أقل أو في النوعية الإنتاجية الأفضل . وبإستخدام أسلوب الإنتاج بالجملة mass production ينتج عنه بالضرورة تقليل في التكاليف إذا ما تم الإنتاج بالطرق المعقولة .

وفي مثال نلمسه في حياتنا اليومية ـ إذا طلب مثلا من ترزي للرجال تفصيل بدله ، فإن هذا سيكون مكلفا بالمقارنة بالبدلة الجاهزة والتي يمكن أن تكون معروضة في محل لشراء البدل والتي انتجت بطريقة الإنتاج بالجملة . فقد يصل ثمن البدلة الجاهزة إلى نصف سعر البدلة التي يصنعها الترزي .

وهذا المبدأ منطبق عند الحاجة إلى كرسي أو أي قطعة أثاث ، فإن التكرار في إنتاج أي منتج سوف يقلل بكثير من تكلفته ذلك لأن عملية التكرار والإنتاج بالجملة ينتج عنها تقليل في التكاليف وبإفتراض أن هذا المنتج مرتفع الثمن فإن عملية تكراره سوف تخفض من تكاليفه .

وهذا هو مبدأ صناعة البناء . فإن عملية تكرار نموذج مبنى بالعدد المعقول والإقتصادي سوف ينتج عنه تخفيض في تكاليف المبنى الواحد .

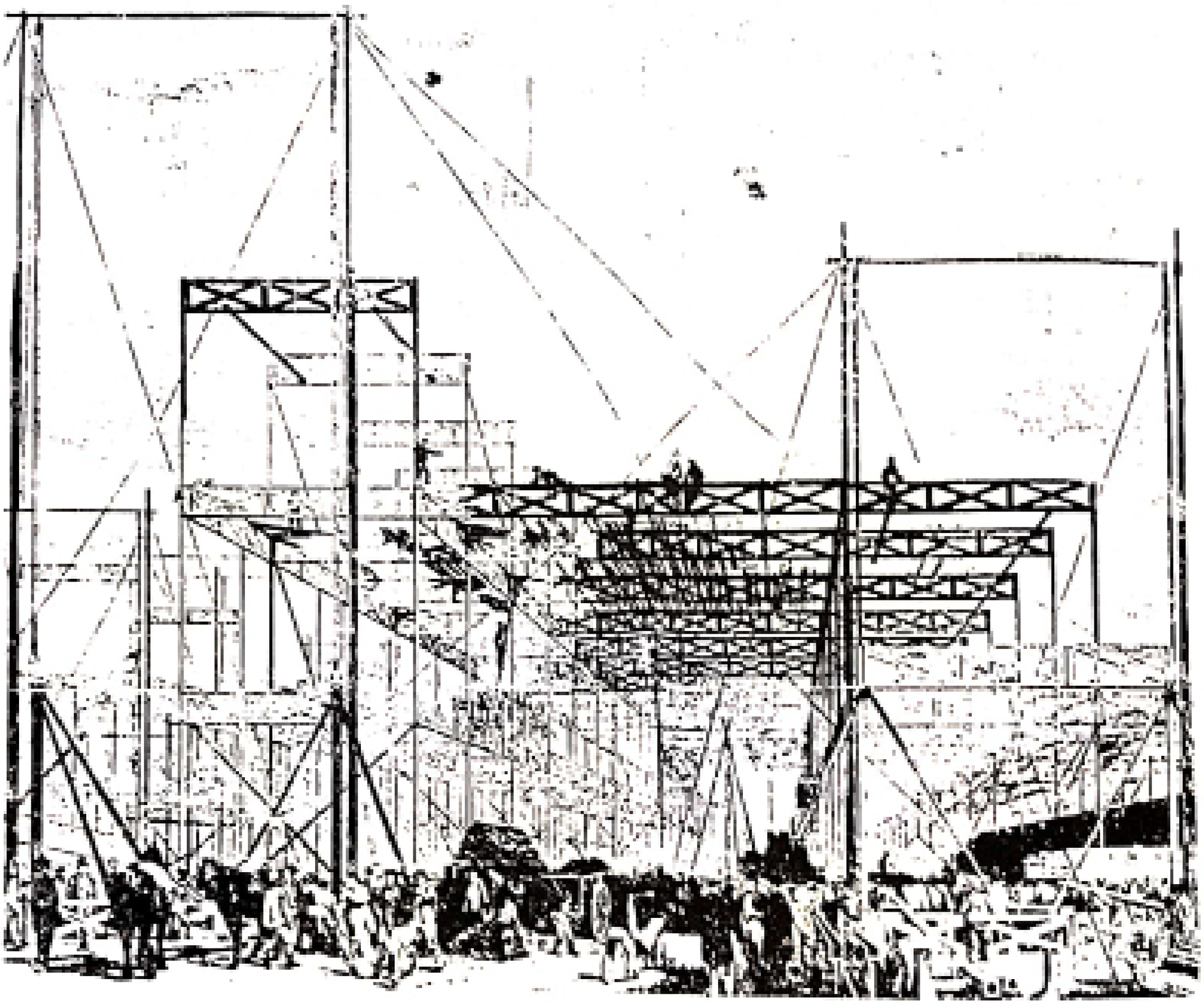
والهدف الأساسي من الإنتاج بالجملة هو تقليل التكاليف الكلية للمنتج وكلما زاد الإنتاج وإزدادت عملية التكرار كان هناك وفر في التكاليف وإنخفاض في سعر المنتج . وحتى إن كان هذا المنتج مرتفع الثمن ، فإن عملية التكرار والإنتاج بالجملة تؤدي إلى تخفيض التكاليف النهائية له ، بمعنى أن تكرار الحجم والشكل لأي منتج أو أي مرحلة من مراحل التصنيع يعتبر في حد ذاته إنتاجا بالجملة mass production ويؤدي في النهاية إلى خفض في التكلفة .

ويعتبر عام ١٨٥١ نقطة الإنطلاق في إنتاج سبق التجهيز حيث تم بناء مبنى ضخم باستخدام وحدات نمطية تكرارية بكميات وبإعداد كبيرة سابقة التجهيز والتي على أساسها أمكن التطوير والتفكير الجدي في سبق التجهيز .

فقد اقيم أول مبنى في انجلترا معرض القصر الزجاجي Crystal palace الذي صممه المهندس Joseph Paxton واستخدم في إنشائه الوحدات النمطية التكرارية القياسية standard units من الحديد السابق تجهيزه .

وعلى فترات متتالية ومتباعدة ، تلت هذه المحاولة محاولات أخرى عديدة لإنتاج المباني عن طريق إستعمال الوحدات التكرارية في بلدان أوروبا الغربية والولايات المتحدة الأمريكية .

إلى أن قامت الحرب العالمية وما تبعها من دمار للمباني والمساكن فكانت الضرورة تدعو



مبنى القصر الزجاجي في انجلترا (Crystal Palace) للمهندس Joseph Paxton \ ١٨٥١

الإتجاه إلى إعادة البناء بالتصنيع السريع وصناعة المباني . وبذلك يمكن القول باختصار أن أكبر تغير قد حدث في صناعة تشييد المباني هو التحول من العمل في الموقع إلى العمل في المصنع . والدراسات المتاحة تقول أن هناك إمكانية لتخفيض التكاليف بنحو ٥٠٪ من قيمة المنشأ إذا ما أستخدمت طرق سبق التصنيع والإنتاج بالجملة .

ولكن هذا لا يعني أن صناعة المباني سوف تقلل من تكلفة الإسكان بطريقة مفاجئة ، بل أنها قد تحتاج إلى بعض الوقت لتثبت ذلك وخاصة أن تكاليف المواد والعمالة تزداد يوما بعد يوم . ولكنه اذا لم يمكن في الوقت الحاضر تخفيض الأسعار ، فعلى الأقل أن هناك إمكانية لتثبيت هذه الأسعار . وعلى أقل تقدير فهناك منتج مصنوع تحت رقابة في المصنع وبمواد ذات جودة عالية أعلى من المستخدمة في الطرق التقليدية .

والحقائق التالية يجب أن تؤخذ في الأعتبار عند تطبيق طريقة حديثة لصناعة البناء في بلد ما : ـ

١ ـ لا توجد طريقة بناء يمكن أن تكون عالمية international مثل طريقة صناعة وإنتاج السيارة والكاميرا على سبيل المثال . فلا توجد طريقة واحدة للبناء ، بل تتعدد الطرق وتختلف من بلد إلى آخر .

٢ ـ إن العصر الحالي يدعو إلى عدم الإعتماد على الطرق التقليدية المعروفة التي تعتمد على العمالة الفنية ، handcraft والوقت الطويل في التنفيذ . فهذا العصر هو عصر الكتل البشرية والمساكن بالجملة mass society .

٣ ـ لا يوجد طريقة واحدة يمكن أن تفي بجميع الإحتياجات لمجتمع ما ، ولكن هناك طرق يمكن تطويعها لتقابل جميع الإحتياجات .

٤ ـ لا يوجد في مجال البناء في عصرنا الحالي طريقة حديثة واحدة يمكن إعتبارها

رخيصة ، فجميع الطرق الحديثة مرتفعة التكاليف وخاصة وأنها تعتمد على الآلة التي يتم استيرادها .

• ـ هناك أساسيات يجب أن تؤخذ في الإعتبار عند تطبيق طريقة بناء معينة :

(أ) لا بد أن تعتمد تكنولوجيا طريقة البناء على مصادر الطاقة المحلية والموارد المتاحة في المكان المطبقة فيه available resources

(ب) ألا تعتمد على استيراد المواد الأساسية من الخارج حتى لا تضيف عبئا في التكاليف على البلد المستورد لهذه التكنولوجيا .

(جـ) إن تناسب هذه الطريقة الإحتياجات الإجتماعية لهذا البلد ، حتى لا تكون هذه الطريقة غريبة عنه وغير مقبولة .

(د) أن تتناسب وتتواكب هذه الطريقة مع المستوى التكنولوجي للبلد المطبق لهذه التكنولوجيا حتى يكون ممكنا استيعابها .

(هـ) لا بد أن يؤخذ في الإعتبار حجم العمالة المتاحة والمتوفرة في هذا البلد .

وفي قطاع التشييد ، فإن معظم الطرق الخديثة التي تعتمد على الميكنة وسبق التجهيز دائماً ما تستخدم تكنولوجيا متشابهة ، من ناحية المواد المستعملة وطريقة الإنتاج للمباني في الموقع أو المصنع . إلا أن هناك بعض الحالات الخاصة التي لا تتشابه .

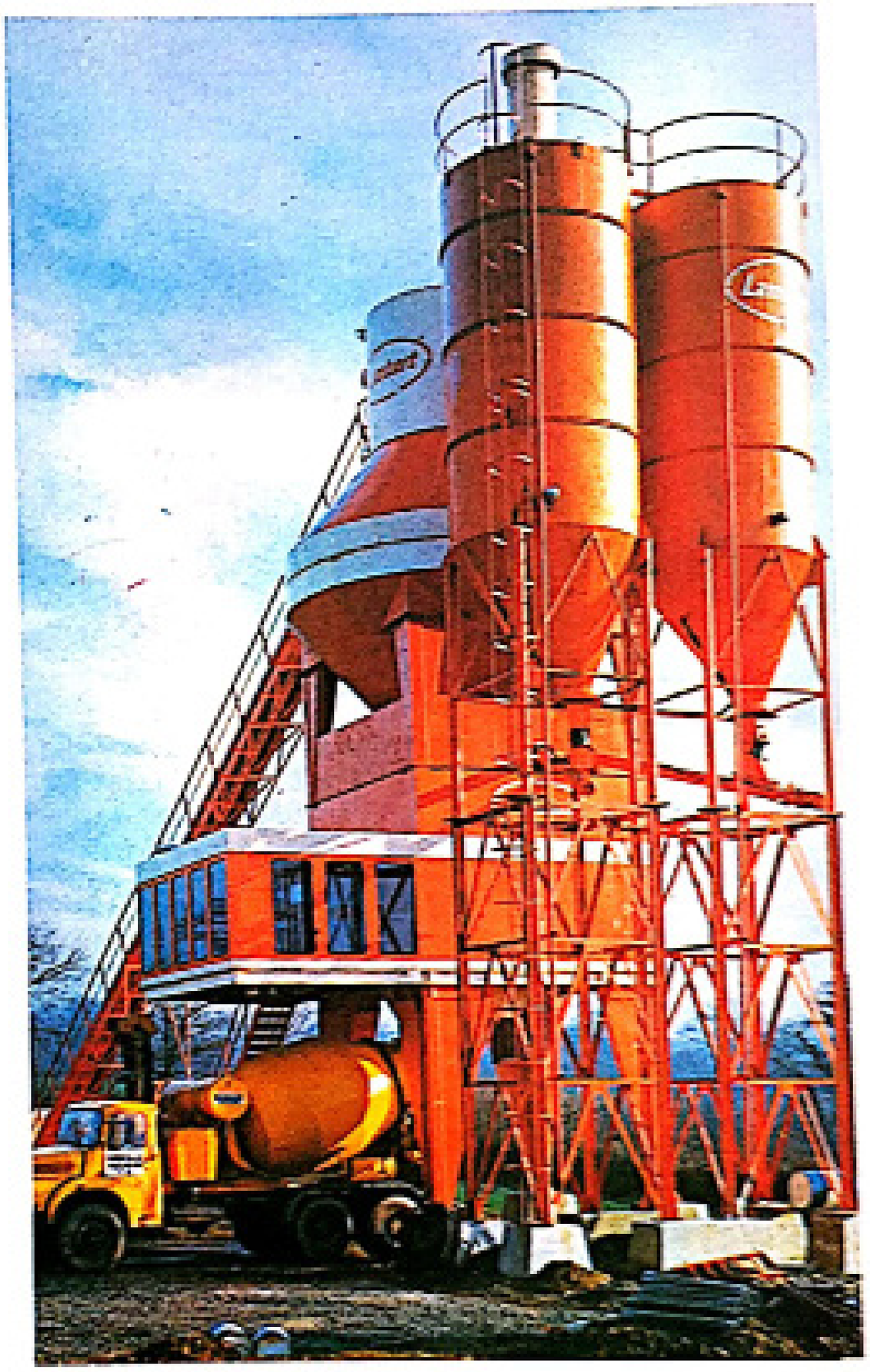
ففي أمريكا وكندا على سبيل المثال تكثر فيها تكنولوجيا المباني الخشبية Wood Frame Construction فتتشابه في التصميم وفي تكنولوجيا التصنيع والتجميع لتلك الوحدات . أما في أوروبا فإن استعمال الخرسانة المسلحة والسابقة الصب Precast Concrete يترتب عليه استخدام تكنولوجيا معينة ومتميزة ، وهذا يختلف بطبيعة الحال ، عن تكنولوجيا استخدام المواد

المعـدنية Metals وبـالذات الحـديد الـذي يكون لـه تكنولـوجيا خـاصة في التصنيـع والتجهيـز والتجميع .

وفي هذا الكتاب لن يكون التركيز على دراسة تكنولوجيا المواد بقدر ما هـو دراسة لـطرق تشكيل وتجهيز الوحدات ، طرق اقامة المباني وصنـاعتها في المـوقع والمصنـع وهذا يعتبـر من أهم الاتجاهات التي تهم معظم المشتغلين في هذا الحقل وسوف يتم ذكر تكنولوجيا المـادة من خلال ذكر تكنولوجيا وسائل تشكيلها وتجهيزها لإنتاج المباني .

الجزء الأول

صناعة المباني في الموقع



ميكنة أعمال تنفيذ وإقامة المباني في الموقع

مقدمة :

يستعرض هذا الجزء من الكتاب اساليب الميكنة لأعمال التنفيذ أو صناعة أعمال البناء في الموقع سواء من ناحية ميكنة أعمال التجهيز والنقل المختلفة أو أعمال الميكنة لطرق الإنشاء لإقامة المباني .

وكما قلنا فإن عملية الميكنة هي احدى الخطوات الهامة نحو تطوير صناعة المباني عامة ، وهي حلقة اتصال ما بين استخدام الطرق التقليدية المعروفة ، وبين عملية انتاج وصناعة المباني بالأسلوب الصناعي المعروف .

ويمكن تلخيص الدوافع التي ساعدت على الاتجاه نحو ميكنة اعمال التنفيذ بالموقع في النقاط الآتية : ـ

١ ـ تقليل الاعتماد على العمالة الماهرة في الموقع ـ بقدر الإمكان ـ وذلك لإرتفاع اجورها وندرة وجودها .

٢ ـ توفير الوقت اللازم لإنهاء المنشأ عن طريق استخدام وسائل آلية تساهم في سرعة الإنشاء .

٣ ـ تحسين كفاءة التشغيل والتنفيذ وهذا يمكن باستخدام الآلة والانتظام في الإنتاج للكمية المطلوبة والوقت المحدد .

٤ ـ الإقتصاد في التكاليف النهائية للمبنى ، ويتحقق ذلك بتقليل زمن الإنشاء والتوفير في إستخدام العمالة الفنية ذات الأجور العالية .

٥ ـ الإقتصاد في استخدام مواد البناء والتي اصبحت مخلوطة ومرتفعة الأسعار عن طريق تقليل الهالك منها .

وتنقسم ميكنة أعمال التنفيذ للمباني أو إحلال الماكينة محل الإنسان في الموقع في مراحل التنفيذ المختلفة إلى جزئين : ـ

اولاً : ميكنة اعمال التجهيز والنقل المختلفة

Mechanization Of Preparation and Transportation Works

وهي استخدام الآلات في اعمال التجهيزات المختلفة بالموقع مثل الحفر ، النقل ، تشوين المواد المختلفة ـ تجهيز الخرسانة . . . الخ . واستخدام الميكنة أيضاً في الأعمال المساعدة لأعمال التنفيذ للهيكل الإنشائي والأساس وأعمال التشوين والنقل .

ثانياً : ميكنة طرق الإنشاء الهيكل والاساس :

Mechanization of Skeleton Construction and Foundation Works

وتختلف طرق الميكنة طبقاً للطريقة المستخدمة سواء كان ذلك تحت مستوى المبنى ، وهو ما يسمى بالأساس . أو ميكنة انشاء الهيكل للمبنى نفسه مثل نظام البلاطات المرفوعة ، الشدات الرأسية المنزلقة ، الشدات النفقية . . الخ وهذا ما سوف يتم شرحه في هذا الباب .

وتتم ميكنة أعمال التنفيذ في المراحل المختلفة أما بميكنة جزئية أو بميكنة كاملة : ـ

(أ) الميكنة الجزئية (إحلال جزئي) Partial Mechanization

إحلال جزئي للآلات في بعض مراحل التنفيذ بنسبة تقل عن ٨٠ ٪ من أعمال التنفيذ

بالموقع . ويكون ذلك عن طريق ميكنة أعمال التجهيز والنقل وتتم إنشاء الهيكل الإنشائي بطرق تقليدية . أو بميكنة بعض مراحل التجهيز ، أو بميكنة الهيكل الإنشائي بطريقة أو بأخرى وهكذا .

(ب) الميكنة الكاملة (إحلال كامل) Total Mechanization

بمعنى أن تقوم الآلة بمعظم أعمال التنفيذ في الموقع ، بنسبة تزيد عن ٨٠ ٪ من جملة أعمال التنفيذ الكلية ، ويكون دور الإنسان هنا هو التوجيه والمراقبة ، وفي هذه الحالة يشترط أن تتم أعمال التنفيذ بالموقع بكاملها باستخدام الآلات والطرق الميكنة ، بحيث تتم جميع أعمال التجهيزات والنقل المختلفة باستخدام الأسلوب الميكانيكي إضافة إلى استخدام إحدى الطرق الإنشائية للهيكل الإنشائي بالأساليب الميكنة .

وهذا الأسلوب من الإنشاء يحتاج إلى عمالة فنية مدربة تدريباً عالياً بالإضافة إلى إدارة محكمة لتنظيم العمليات بالموقع .

ويجب مراعاة عدة نقاط أساسية عند إستخدام الآلات والميكنة في الموقع فيما يختص بعملية تشغيل تلك الآلات وهي : -

١ - العمر الافتراضي للآلات المستخدمة Depriecation
٢ - تكلفة الصيانة المستمرة Maintennace
٣ - مصاريف التشغيل Operation Cost
٤ - عامل الزمن وتأثيره على التكلفة النهائية Time Cost
٥ - عمليات التخزين المؤقت والدائم لهذه الآلات بالنسبة للموقع . Storage Cost
٦ - عمليات النقل وانتقال هذه الآلات من موقع إلى موقع Transportation

ميكنة أعمال التجهيز والنقل

أولاً : ميكنة أعمال التجهيز والنقل :

ترتبط ميكنة أعمال التنفيذ بإحلال الآلة محل العمل اليدوي في الأعمال الخاصة بالتجهيز للمبنى ، بمعنى أعمال الحفر والتسوية استعداداً لعملية الصب ، وتشمل أعمال الميكنة أيضاً أعمال النقل والتشوين والأعمال المساعدة التي تستخدم فيها الآلات مثل الأوناش والخلاطات وعربات النقل . . الخ .

١ ـ الحفارات Exavators

هي آلات تستخدم لأعمال الحفر القريب أو العميق . وهي جميع أنواع الحفارات باستثناء بعض الأنواع الخاصة مثل حفار الخنادق .

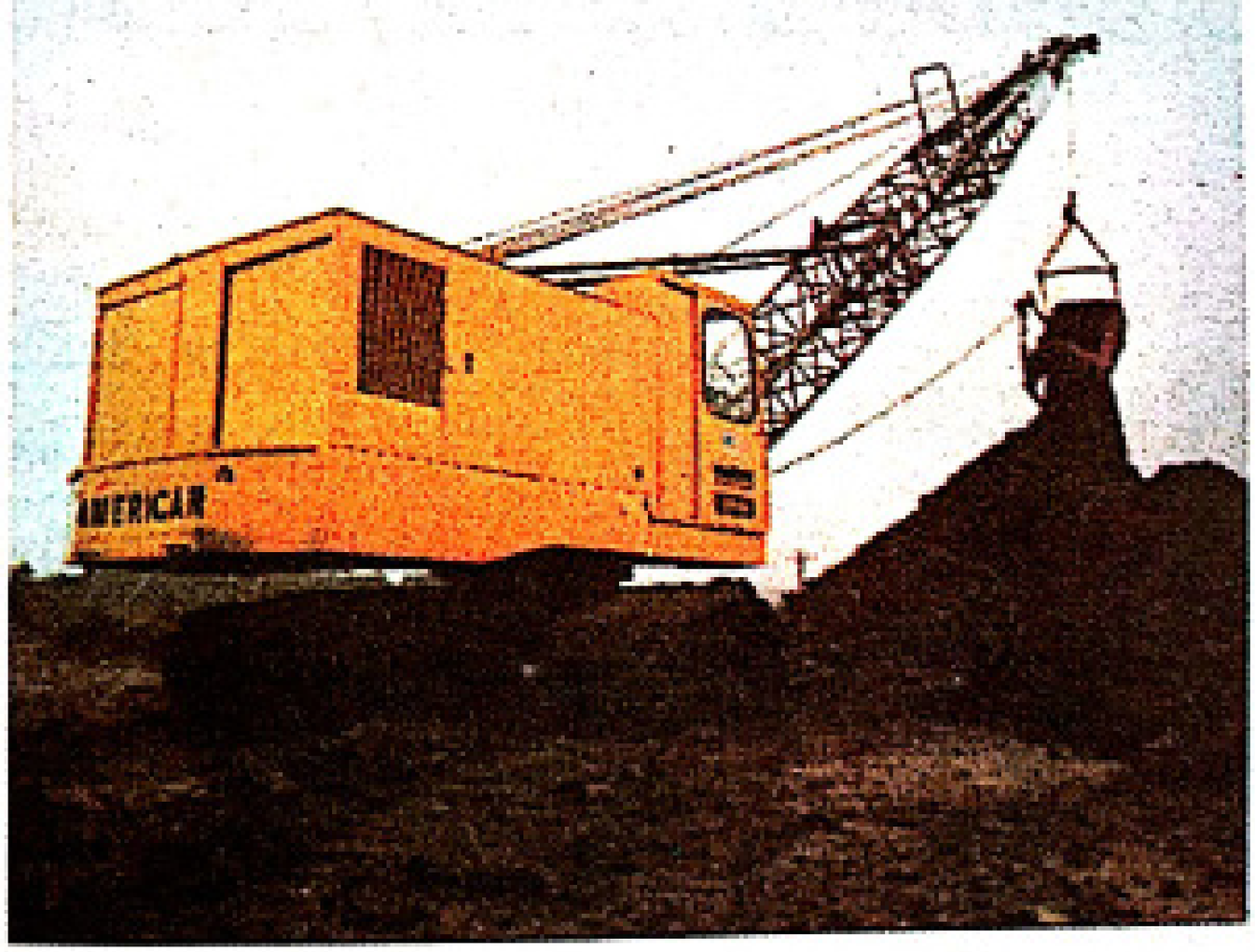
تنقسم إلى : ـ

(أ) معدات تعتمد على الشد بالسلك المعدني

Equipments Based on an Exavators Wire Rope

وهي معدات للحفر يعتمد فيها أساساً على الشد بالسلك المعدني المركب على صاري يختلف طولة تبعاً لنوع الحفار ، ومن مميزات هذه المعدات أن دائرة التشغيل كبيرة ، إضافة إلى امكانية الوصول إلى أعماق كبيرة ، نتيجة لطول زراع الحمل ، كما أنه بالامكان رفع الأتربة من مكان العمل إلى مكان التشوين دون حركة للآلة نفسها ، وتصلح هذه الآلة للأماكن التي

آلات تعتمد على الشد بالسلك المدني ويرى في الصورة امكانيات الحفار ودائرة التشغيل الكبرى لإمكانية الدوران وطول زراع الحفار



يصعب فيها الحركة ، كأن تكون التربة ضعيفة أو أن يكون مكان التشغيل لا يسمح بالمناورة والحركة كما في آلات الجرف الجرارة .

(ب) آلات الجرف الجرارة Equipments Based on a Tractor

هي آلات حفر تعتمد في تشغيلها على ضغط الزيت Controlled من مميزات هذه الآلات القدرة الكبيرة على المناورة والحركة .

وينقسم إلى نوعين :

١ ـ آلات على عجل كاوتشوكي (دواليب) .
٢ ـ آلات تجري على جنزير (كاتينه) Crawler

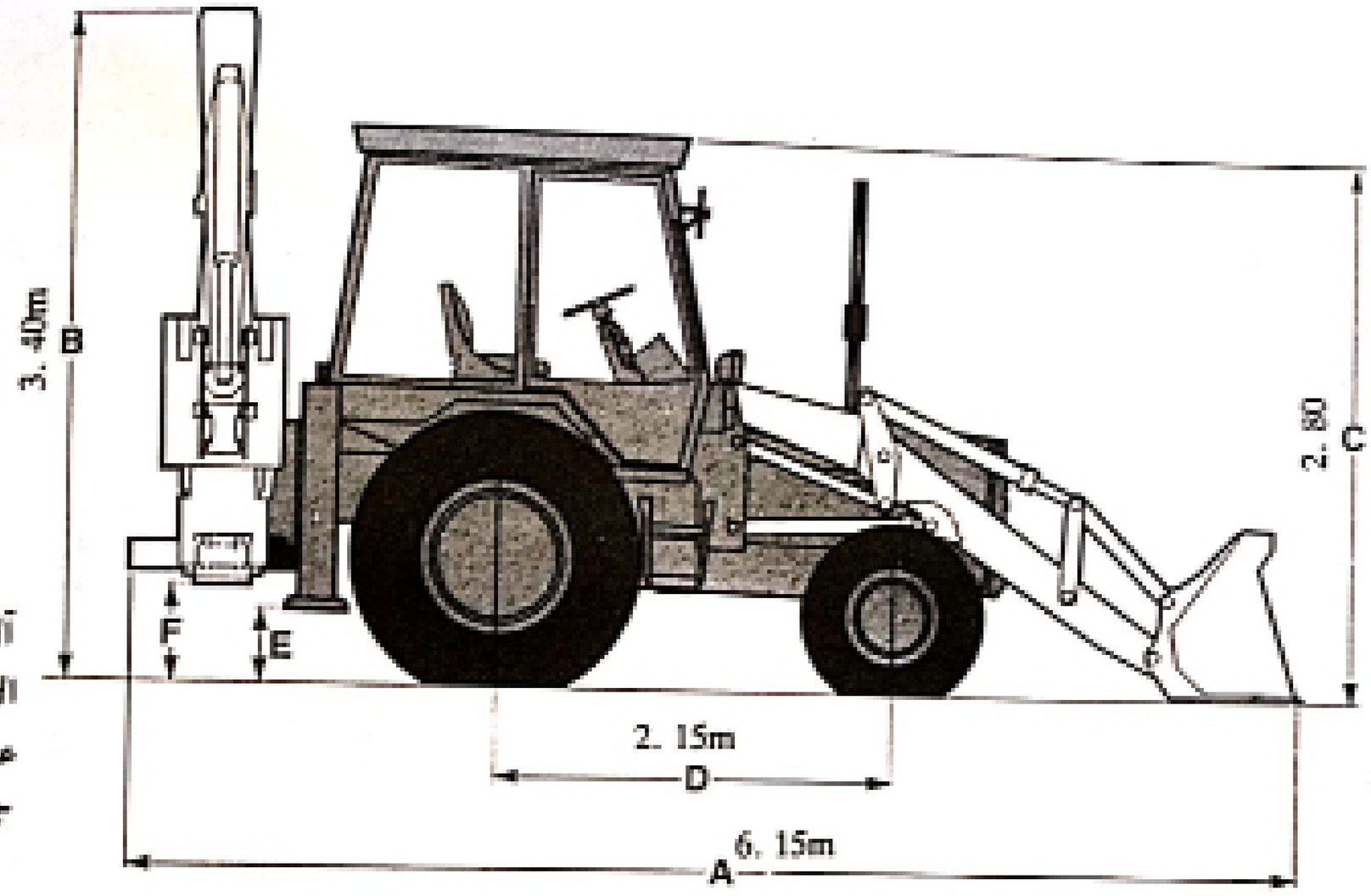
وتكون أما حفاراً أمامياً أو حفاراً خلفياً . وهذا النوع من الآلات يعتبر الأكثر استعمالاً نتيجة لكونه آلة للحفر وفي نفس الوقت تستخدم لتحميل الأتربة الناتجة من الحفر على العربات مباشرة بالإضافة إلى أن وزنه نسبياً خفيف إضافة إلى امكانية الحركة والمناورة كما ذكر سابقاً .

ويتوقف اختيار آلات الحفر لعملية ما على الآتي : ـ

١ ـ كمية الأتربة المراد رفعها وعمق الحفر المطلوب .

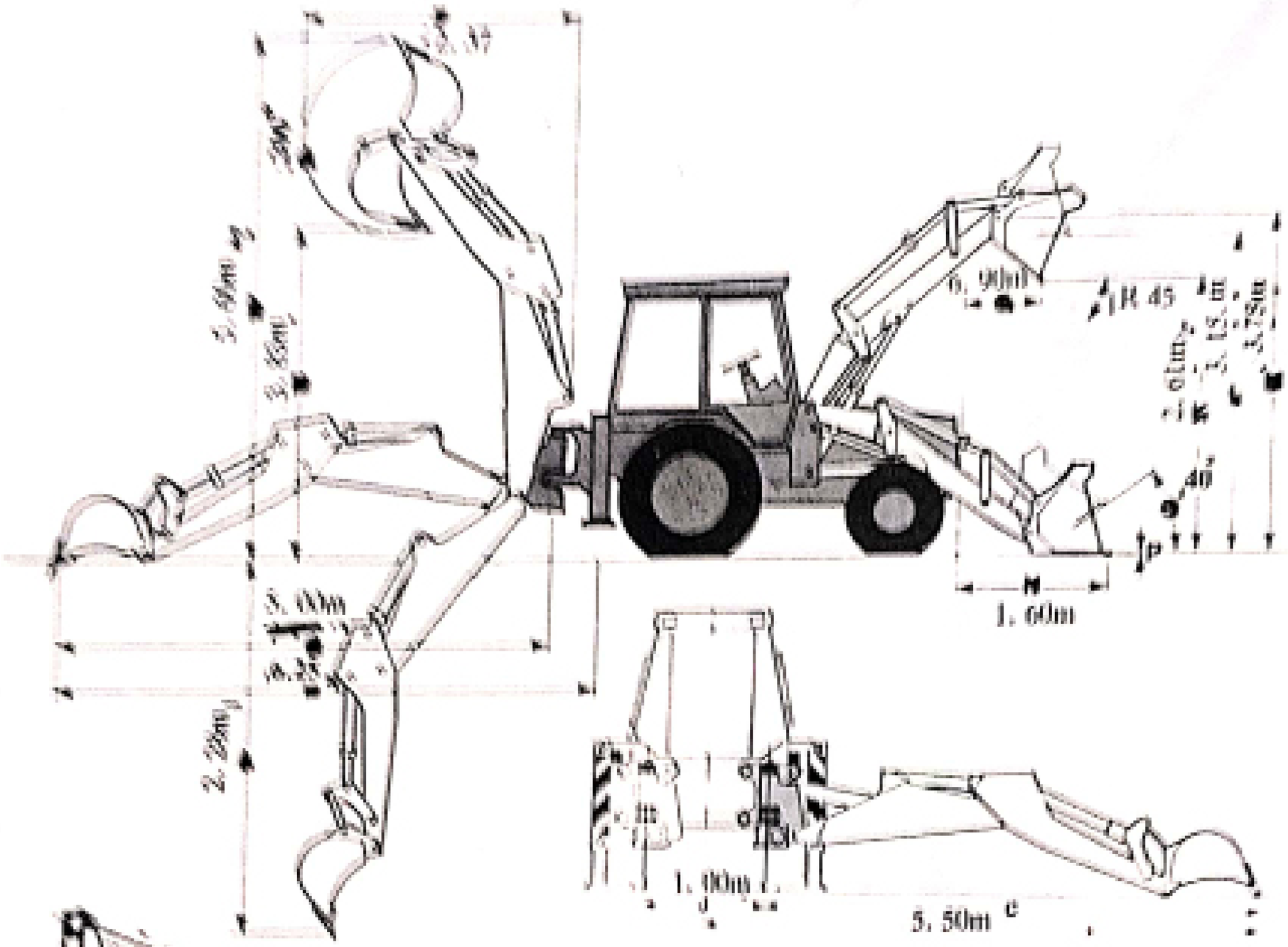
٢ ـ نوع الأتربة التي يتم حفرها ، فإذا كانت أراض رخوة على سبيل المثال فلا يصلح استعمال الآلات التي تعمل على عجل (دولاب) كاوتشوك لتفادي هبوط الأرض تحت العجلات عند تركيز الأحمال على نقط بسيطة ، وفي هذه الحالة يفضل استخدام آلات تجري على جنزير (كاتينة) أو الآلات التي تعتمد على الشد بالسلك المعدني .

٣ ـ درجة نعومة التربة ، فالحفارات التي تستخدم في أرض رملية تختلف عنها في الأراضي الطينية أو الصخرية . وهكذا .



آلات الجرف
الأمامية الجرارة
على عجل وعلى
جنزير

٥٦



الصورة توضح إمكانيات إحدى أنواع آلات الجرف الجرارة

آلات الجرف الخلفية

٤ ـ موقع الحفر المطلوب ، فطريقة الحفر داخل المدن ، تختلف بطبيعة الحال عن الحفر بالمناطق الخارجية التي تقل فيها كثافة المباني ويكون فيها حرية اكبر للحركة .

٥ ـ طريقة نقل الأتربة الناتجة خارج الموقع وكذلك مشوار التحميل .

٢ ـ حفار الخنادق Trenching Machine

يعتبر استخدام حفار الخنادق اقتصادياً إذا ما استخدم على نطاق واسع في حفر الخنادق . ويمكن للحفار أن يحفر حفرة بعمق معين وأبعاد ثابتة بالإضافة إلى امكانية حفر خندق طولي . وحفار الخنادق على شكل اجهزة حفر ذات سكاكين مركبة أما على عجل أو مركبة على سلسلة أو جنزير ويتميز النوع الأخير بامكانياته في حفر الخنادق العميقة .

ويمكن للحفار الوصول إلى عمق حوالي ٤,٣٠م وبعرض يصل إلى ١,٨٠م .

٣ ـ آلات التحميل Loading Machine

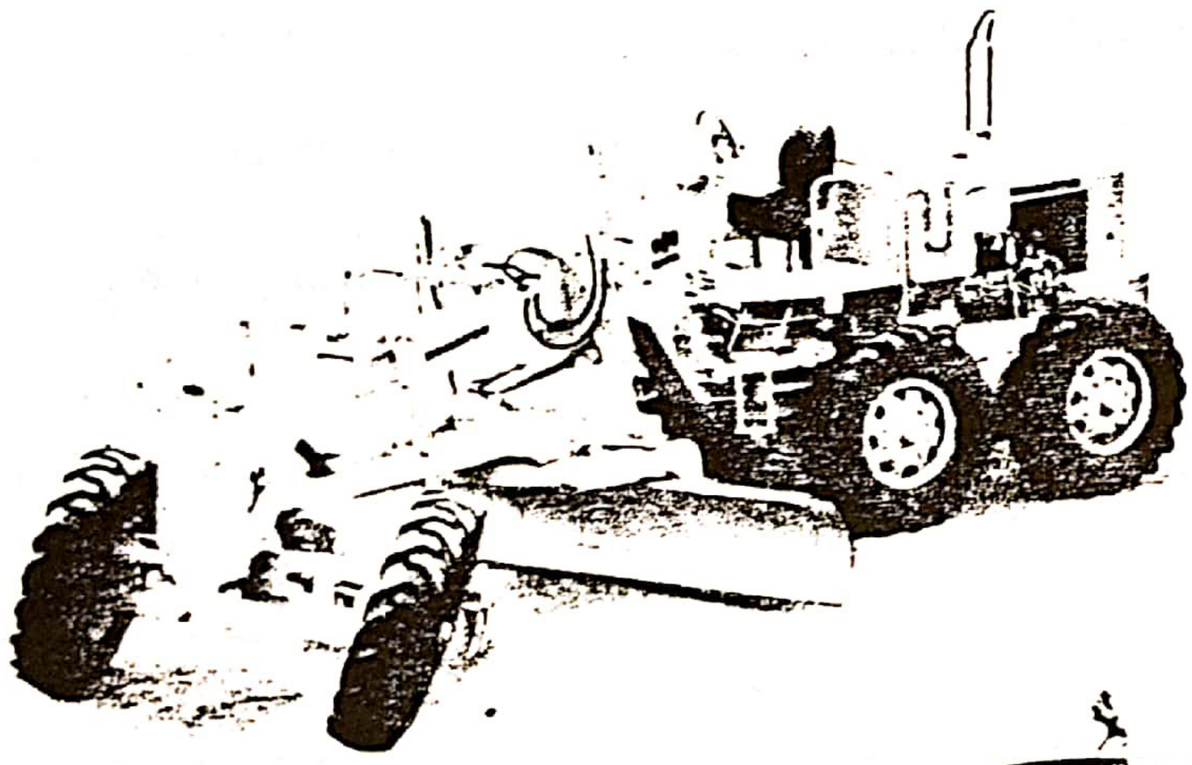
تكون آلات تحميل الأتربة على عربات النقل أما آلات متخصصة للتحميل فقط أو تكون نفس معدات الجرف والحفر هي نفسها معدات التحميل . بمعنى أن تقوم الآلة بعمل الجرف ثم التحميل على عربات . وتعمل هذه الآلات على عجل كاوتشوك أو على جنزير (كاتربلة) Crawler حيث يكون الجنزير ذا أهمية كبرى في الأراضي الرخوة أو الرملية فيمنع هبوط الأرض تحت العجلات اثناء التحميل .

٤ ـ آلات الإزاحة : Bulldozers

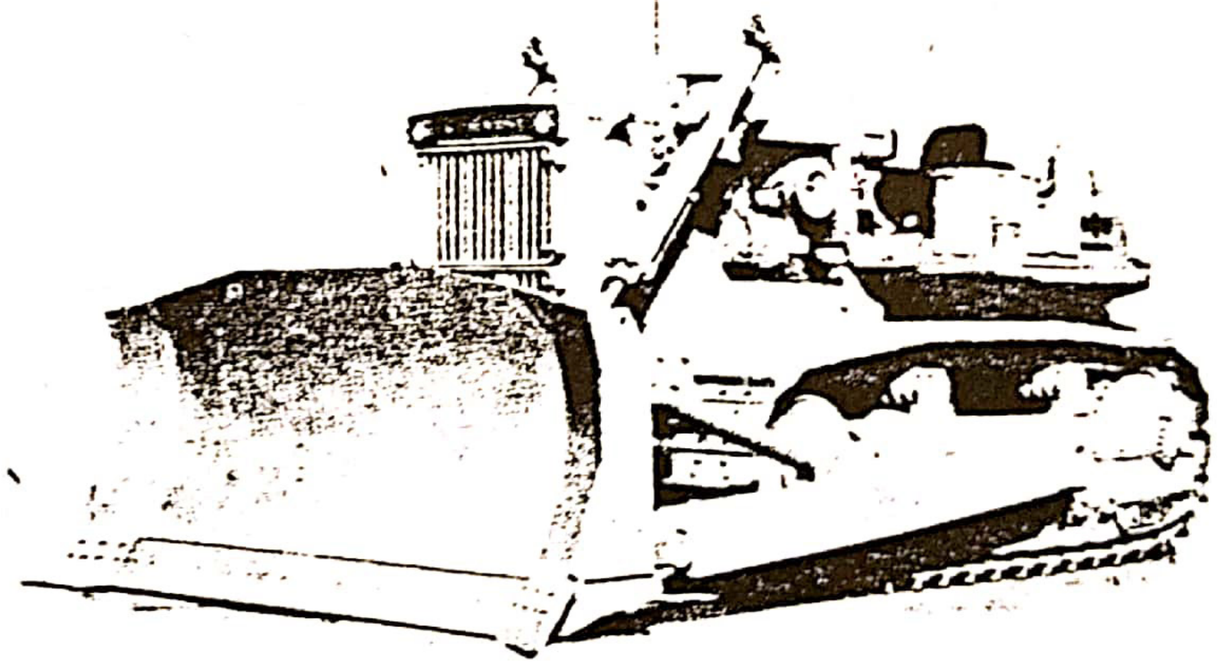
وهي عبارة عن آلات يمكن استخدامها أما للحفر أو الإزاحة وتحريك الأتربة المحفورة ، وغالباً ما تكون الإزاحة لمسافات بسيطة ، وتعتبر كمية الحفر أو الأتربة المراد ازاحتها وتحريكها هي التي تتحكم في قوة آلة الإزاحة نفسها .

٥ ـ آلات الكشط : Scrapers

تستخدم آلات الكشط لحفر نسبة بسيطة من سطح الأرض في مسطحات كبيرة ، ولـذلك تسمى عمليـة كشط ، وتستخدم هـذه الآلات لأعمال التسـويـة خـاصـة في المنـاطق المختلفـة المناسبة ، فتكشط الأتربة من المناطق المرتفعة وتسوي في المنـاطق المنخفضة للحصـول على أسطح مستوية .



آلة الكشط تستخدم لإزالة
وكشط اسطح الأرض



آلة إزاحة تستخدم لإزاحة وتحريك الأتربة

بـلدوزر

٦ ـ آلات دق وثقب الخوازيق : Pile Driver and Drill

وتنقسم إلى نوعين خوازيق المطرقة وخوازيق البريمة .

١ ـ خوازيق المطرقة : Pile Driver

تعتمد على الدق المستمر بشاكوش من الحديد أما على ماسورة حديد أو على خازوق خرساني سابق التجهيز . وتعتمد اثناء عملية التشغيل (الدق) أما على قوة البخار (هواء مضغوط) أو على الديزل . والخوازيق تنقسم الى نوعين : .

(أ) خوازيق سابقة الصب : Precast Piles

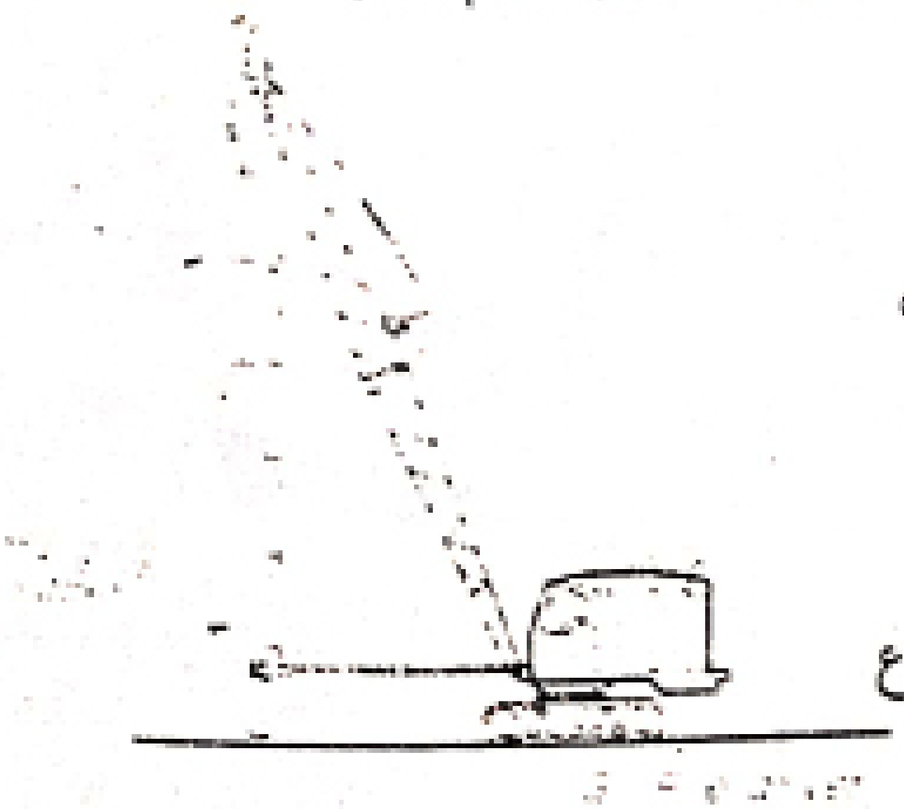
خوازيق سابقة الصب في الموقع يتم دقها في المواقع المحددة لها . مع ملاحظة ان تتناسب المطرقة مع وزن الخازوق حتى لا يتعرض للكسر .

(ب) ماسورة خاصة :

تدفع عن طريق الدق إلى باطن الأرض وبالعمق المطلوب ، ثم يصب الخرسانة داخل الماسورة اثناء الرفع بالتدريج .

٢ ـ خوازيق الثقب (البريمة) Pill Drill

هي عبارة عن بريمة لثقب الأرض للوصول إلى العمق المطلوب ثم تسحب ، ويتم صب الخرسانة داخل الفراغ الذي احدثته البريمة .



وفي معظم بلاد العالم يحرم استعمال النوع الأول (خوازيق المطرقة) نتيجة لما يحدثه

من اهتزازات وضوضاء أثناء عمليات الدق . وقد يتسبب ذلك في إحداث أضرار للمباني المجاورة .

٧ ـ الأوناش والروافع : Cranes

تستخدم الأوناش في رفع ونقل المواد من مكان إلى اخر أفقياً ورأسياً في موقع التنفيذ .

ويبرز أهمية الأوناش خاصة في الانشاءات الحديثة نتيجة الإرتفاعات الكبيرة التي قد تصل إلى ٧٠م أو أكثر . وفي هذه الحالة يصعب على الإنسان أن ينقل هذه المواد دون مساعدة من الآلات والأوناش . وفي حالة استعمال أوناش ذات إرتفاعات كبيرة يلزم عمل ركائز للإتزان أو ربط الاوناش بالمبنى . ويمكن للأوناش أن تخدم دائرة يصل نصف قطرها إلى ٣٠م تقوم الأوناش في هذا النطاق بنقل المواد والأحجام وأجزاء من المبنى من مكان إلى مكان .

وتنقسم الأوناش بشكل عام إلى عدة أنواع :

١ ـ أوناش متحركة Mobile Cranes

٢ ـ أوناش متسلقة Climbing Cranes

٣ ـ أوناش متحركة على سكة حديد . Travelling Cranes

٤ ـ أوناش ثابتة (مستقرة) Stationary Cranes

أولاً : الأوناش المتحركة : Mobile Cranes

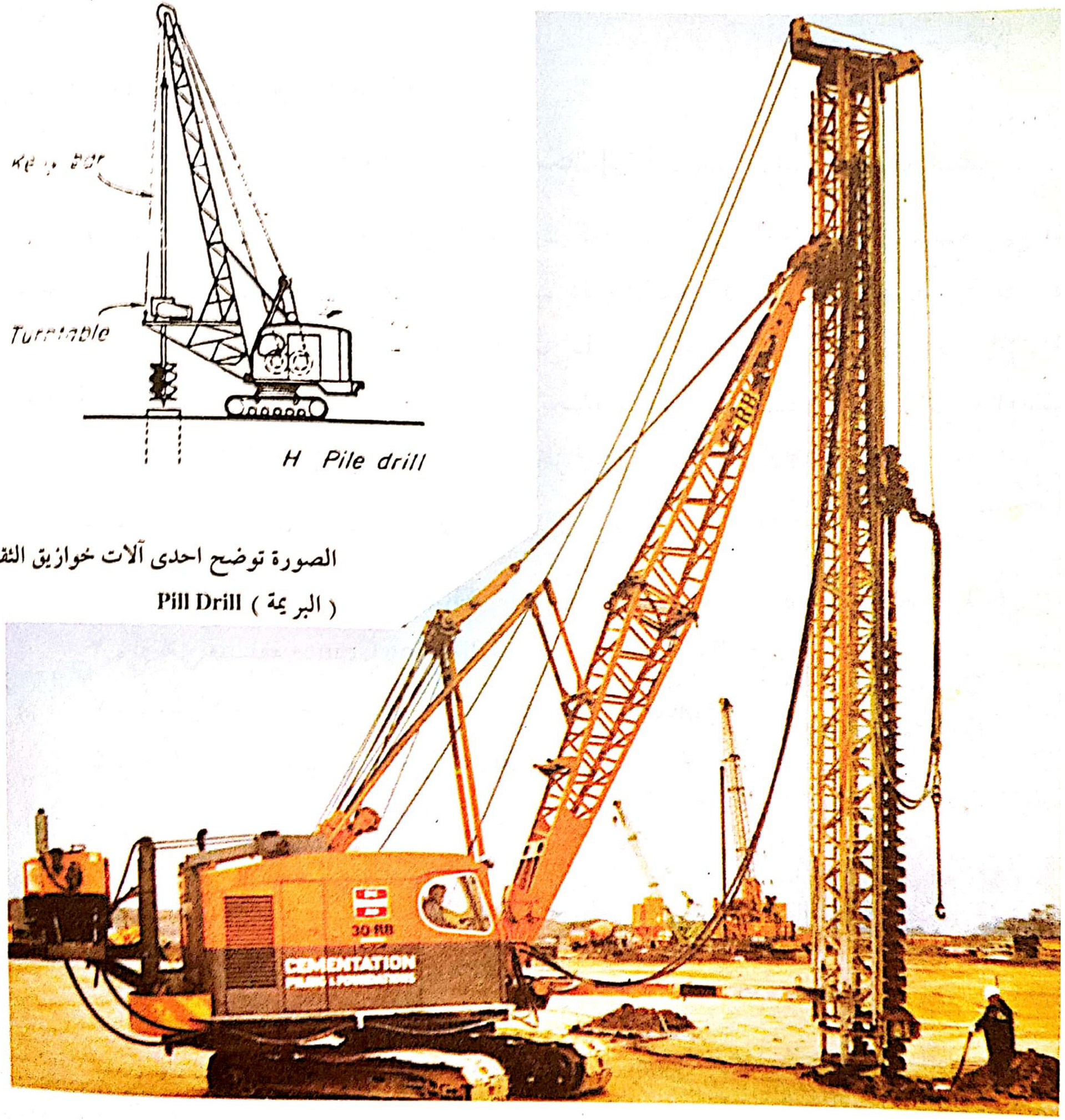
هي اوناش تعتبر نسبياً بطيئة ، إلا أنها يمكن أن تتحرك في دائرة كاملة ويمكن أن تحمل على عجل كاوتشوك أو على جنزير ومن هذه الأنواع : ـ

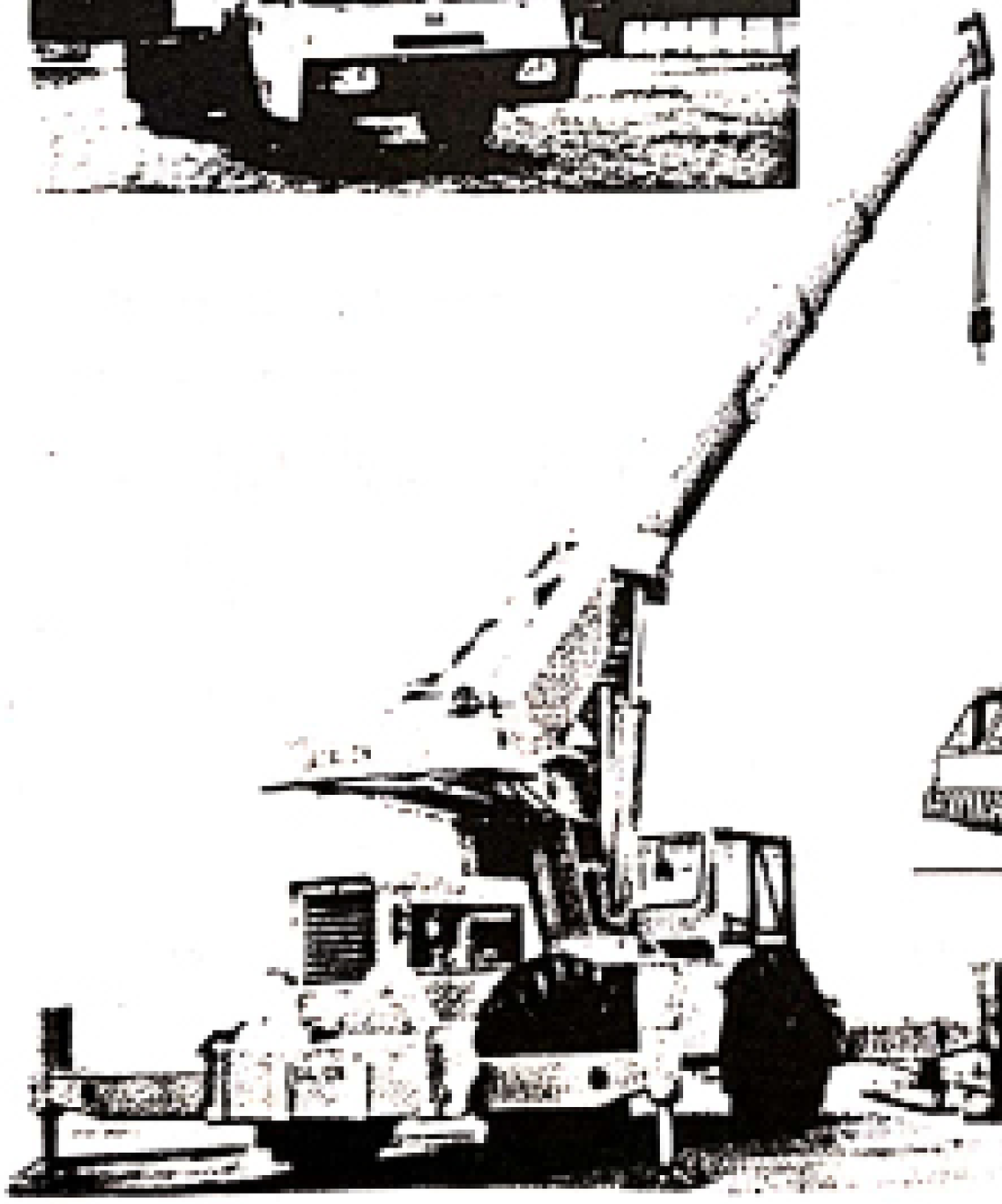
(أ) أوناش محمول على عربة Truck Mounted Cranes

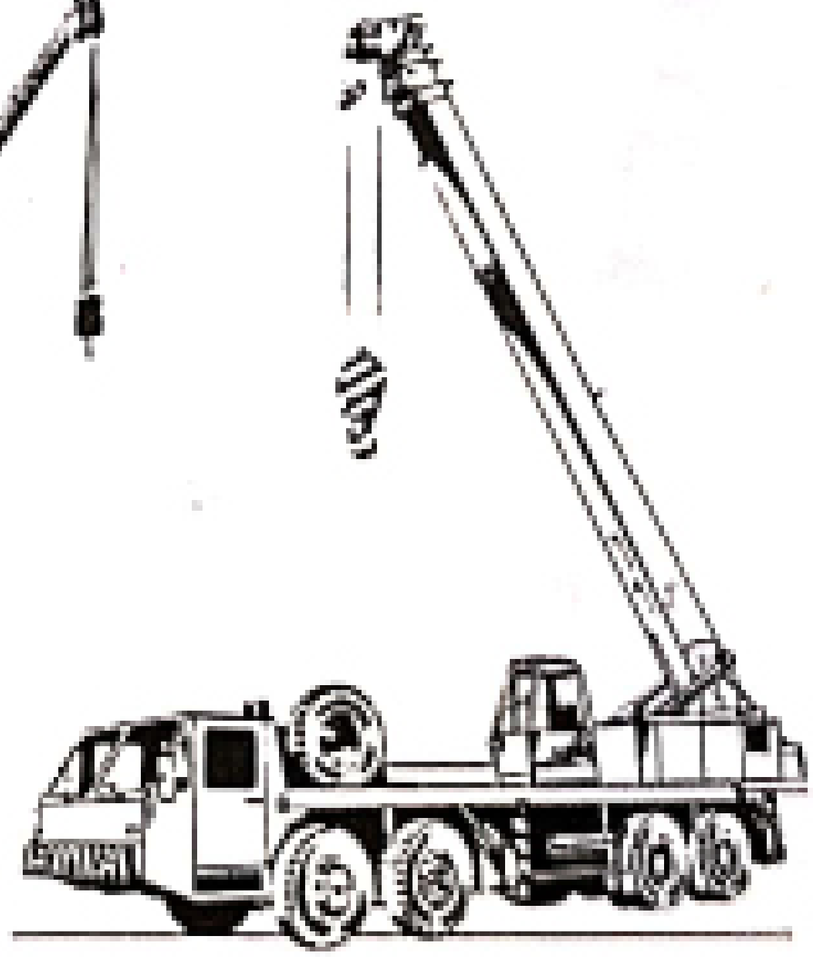
(ب) أوناش متداخلة (تلسكوبية) Telescopic Cranes

الصورة توضح احدى آلات خوازيق الثقب

Pill Drill (البريمة)







الأونائش المتداخلة (التلسكوبية)

ثانياً : الاوناش المتسلقة : Climbing Cranes

هي أوناش متسلقة ترتفع في المبنى من دور إلى دور تبعاً لتطور عملية البناء . وتعتبر الحركة هنا مقيدة بالاتجاه الرأسي فقط محددة بذلك اتجاه التشغيل للصاري .

ثالثاً : الأوناش المتحركة على سكة حديد

Travelling Cranes and Rall Mounted Cranes

هي الأوناش المتحركة على قضبان حديدية ، والحركة هنا مقيدة في اتجاه أفقي بوضعها هذا تحدد التوجيه الخاص بالتشغيل . ويستخدم هذا النوع في المناطق السكنية الحديثة حيث يمكن للونش الواحد التخديم على أكثر من موقع في آن واحد عن طريق الحركة على سكة حديد للمواقع المختلفة .

رابعاً : الأوناش الثابتة : Stationary Cranes

المقصود بالأوناش الثابتة هي التي تربط على قاعدة ثابتة بالموقع ومنها الأنواع الآتية : ـ

(أ) الأوناش الرافعة Derrik Cranes

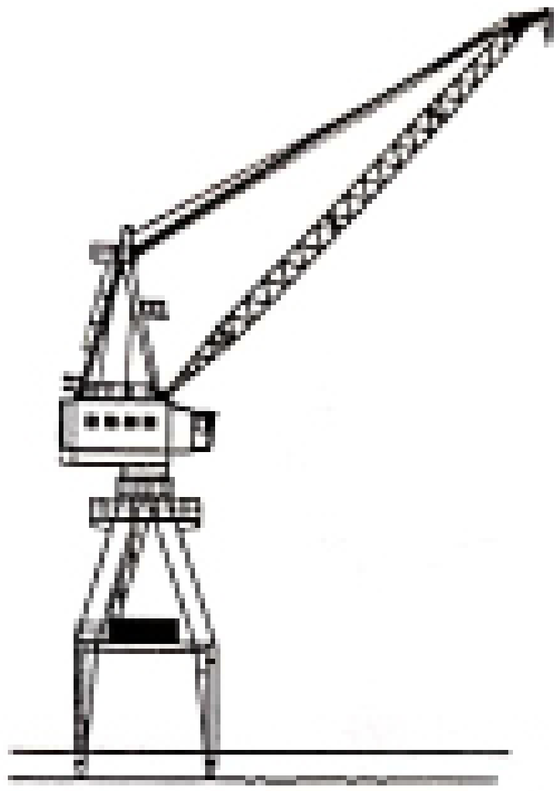
(ب) الأوناش الشداداة Guy Derrick

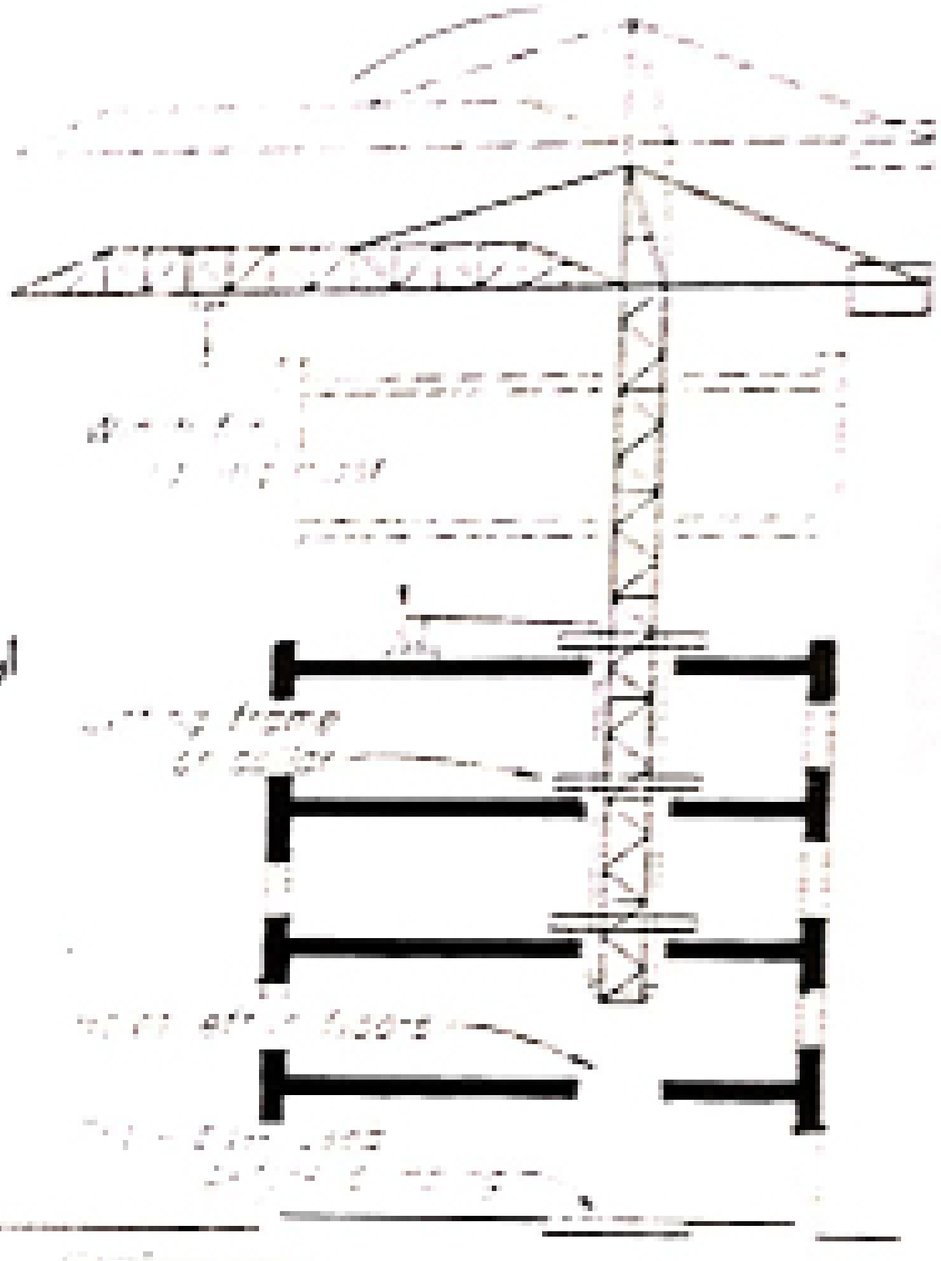
(جـ) الأوناش الرافعة اللاصقة Scotch Derrick

(د) الأوناش الأحادية الأبراج Monotower Derrick

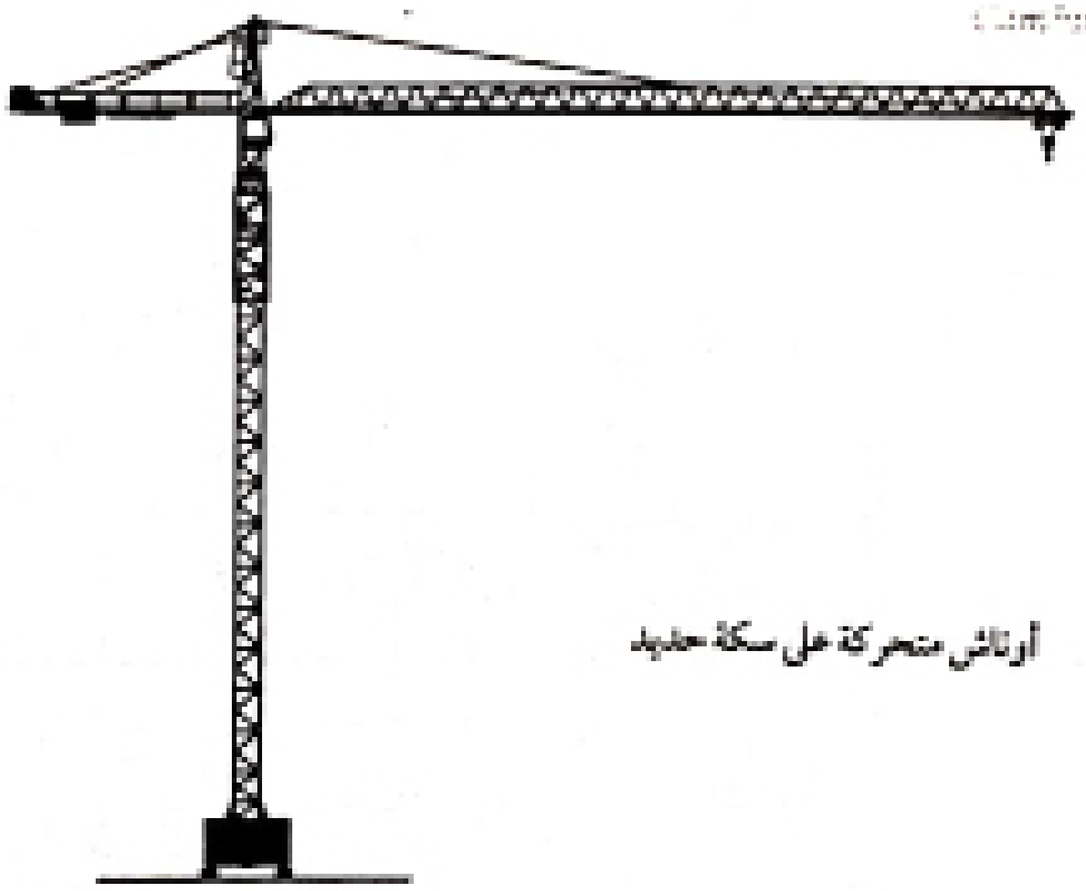
(هـ) الأوناش البرجية . Tower Cranes

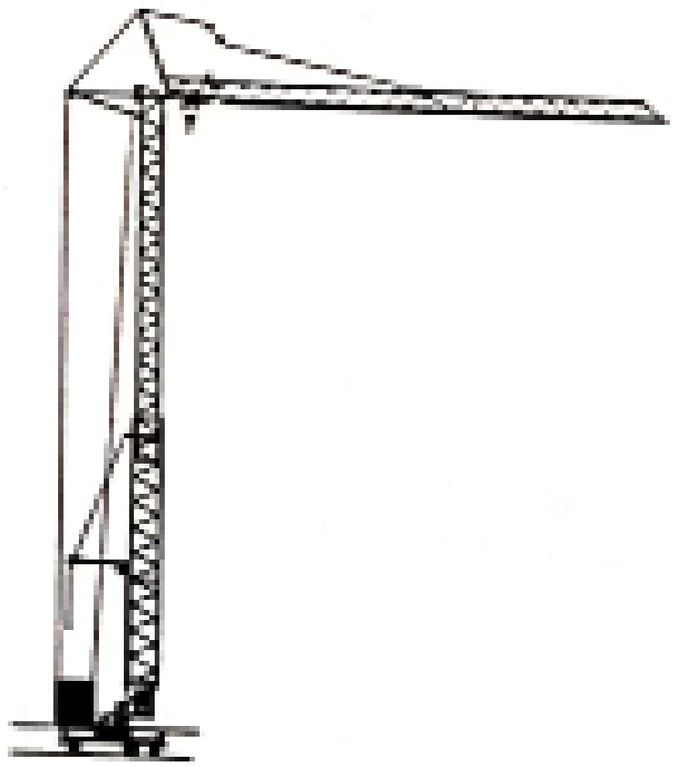
(و) الأوناش النقالة Transportable Tower Crane



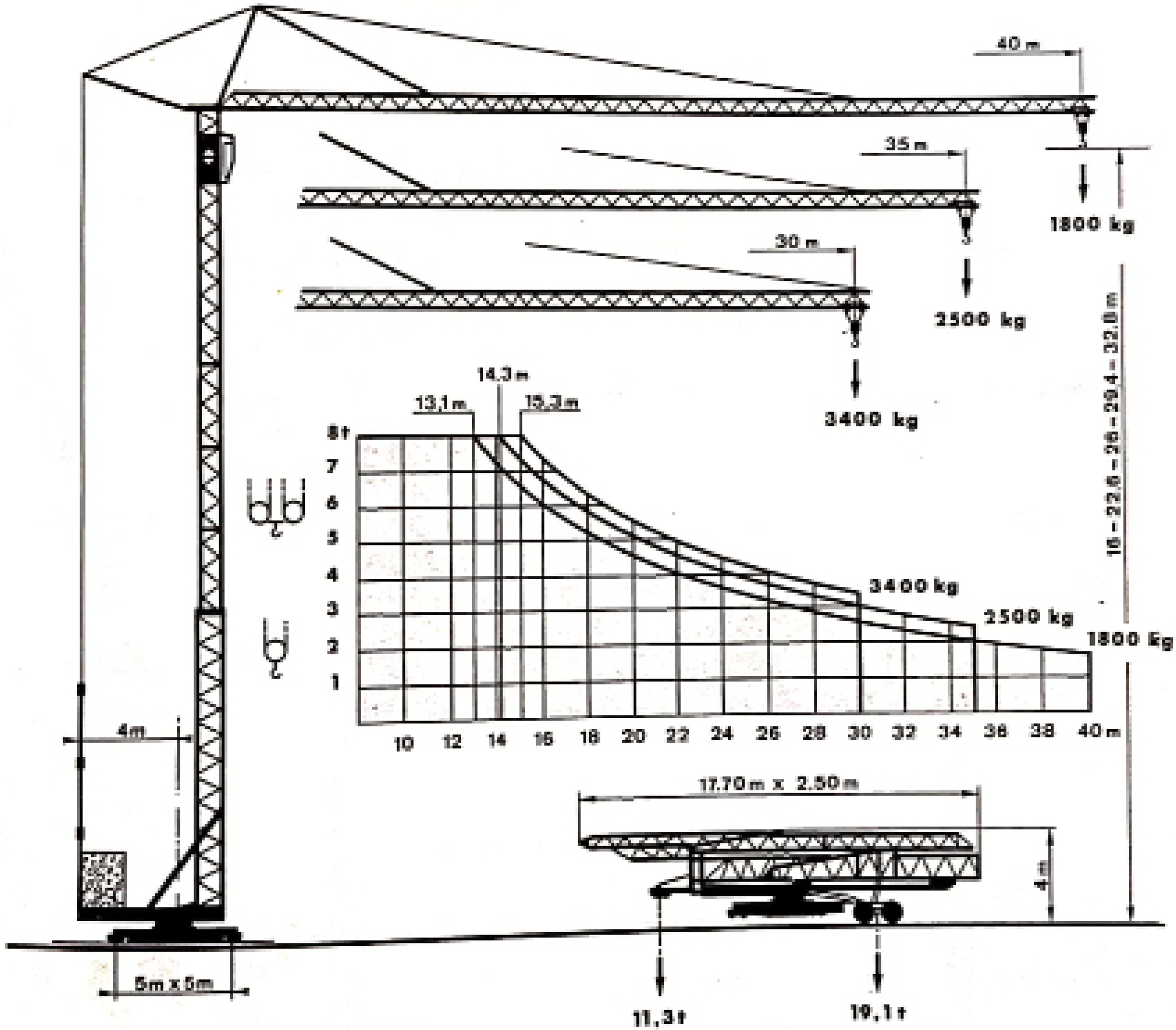


أوناش متسلقة





أوناش متحركة على سكة حديد



الأوناش الثابتة

٨ ـ الخلاطات : MIXERS

يرجع أهمية إستخدام آلات في عمليات الخلط للمون المختلفة التي يدخلها المياه في الموقع إلى أن معظم أعمال التنفيذ تتم بالموقع ، مما أوجب إيجاد طريقة سريعة ومضمونة لعمليات الخلط . وبالرغم من ميكنة طرق الخلط تعتبر أساسية في الدول المتقدمة إلا أن هذا النظام ما زال في مراحله الأولى في الدول النامية .

وتنقسم عمليات الخلط والخلاطات إلى نوعين : ـ

١ ـ خلاطات خرسانية CONCRETE MIXERS

٢ ـ خلاطات لمونة البياض والمون الأخرى PLASTER MIXERS

ويرجع هذا التقسيم إلى إختلاف حجم الخلاطات لكلا النوعين . فبينما يحتاج خلاط الخرسانة إلى مواد معينة في عملية الخلط من أهمها الزلط بالإضافة إلى كبر حجم العمل فيه ، يحتاج خلاط المونة إلى بعض المون الخفيفة نسبيا بالإضافة إلى أن حجم الأعمال يعتبر نسبيا صغيرا بالمقارنة بخلاط الخرسانة .

١ ـ الخلاطات الخرسانية CONCREIX MIXERS

تنقسم الخلاطات الخرسانية إلى نوعين رئيسيين وذلك طبقا لنوع العمل وكمية الخرسانة اللازمة .

خلاطات صغيرة على نظام الخلط بالكمية وخلاطات مستمرة ـ مركزية .

(أ) الخلاطات المركزية المستمرة CENTRAL MIXERS

يستخدم هذا النوع اما في الموقع ، وخاصة للعمليات الكبيرة التي تحتاج إلى كميات خرسانية كبيرة إضافة إلى ضرورة استمرارية الخلط والإمداد بالخرسانة ، أو تقام في بعض

المناطق المركزية القريبة من مناطق أعمال التنفيذ ويأخذ صفة الخلاطات الرئيسية التي يمكنها إمداد اكثر من عملية بالخرسانة عن طريق النقل بالعربات . ويتحدد إقامة نظام الخلط المركزي طبقاً لدراسة اقتصاديات المشروع ويمكن بإختصار تحديد مميزات طريقة الخلط المركزي في الآتي :

١ ـ إستمرارية الإنتاج وخاصة في المشاريع التي تحتاج إلى كميات من الخرسانة المستمرة (إعطاء ناتج مستمر) عن طريق تحكم آلي .

٢ ـ تعطى كميات كبيرة من الخرسانة بإعداد قليلة من العمال .

٣ ـ إستخدام التحكم الآلي لإنتاج خرسانة ذات نوعية جيدة (ويكون التحكم في وقت الخلط ـ كمية المياه ـ وزن المواد بدقة . . . الخ) .

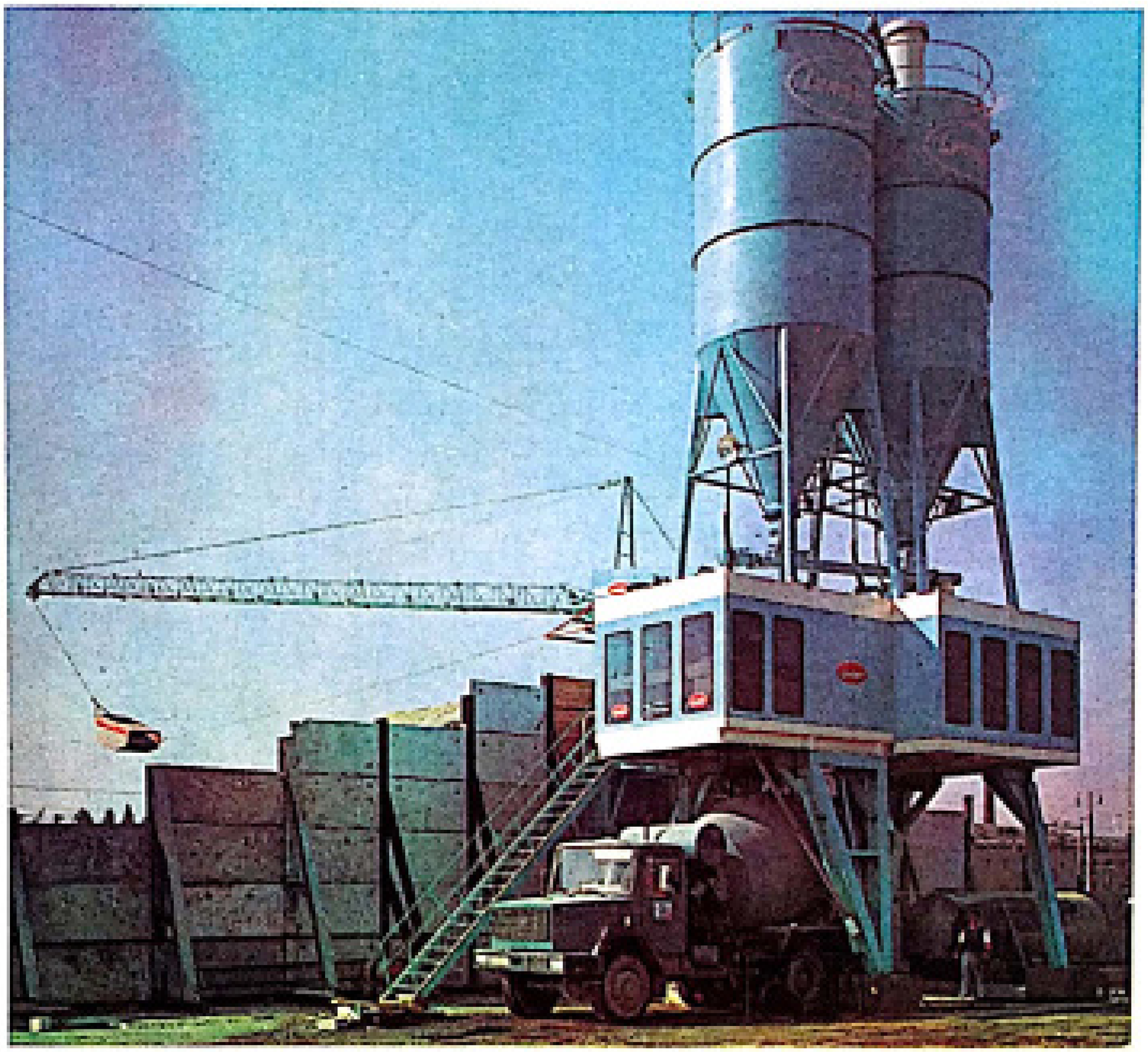
٤ ـ تقوم الخلاطات بعملية تحديد كميات الرمل والزلط والماء والأسمنت أتوماتيكيا ، وبذلك تعطى خلطا متجانسا مع ضمان إنتاج خلطة منتظمة في التكوين واللون والقوام .

٥ ـ يحسن من كفاءة التشغيل والتنفيذ للخرسانة بإستخدام آلات تساعد على الإنتظام في الإنتاج في الوقت المحدد وبالكميات المطلوبة .

٦ ـ الإقتصاد في إستعمال المواد نتيجة لضغط الكميات وتقليل الفاقد .

(ب) نظام الخلط بالكمية (الدفعة) BATCH MIXERS

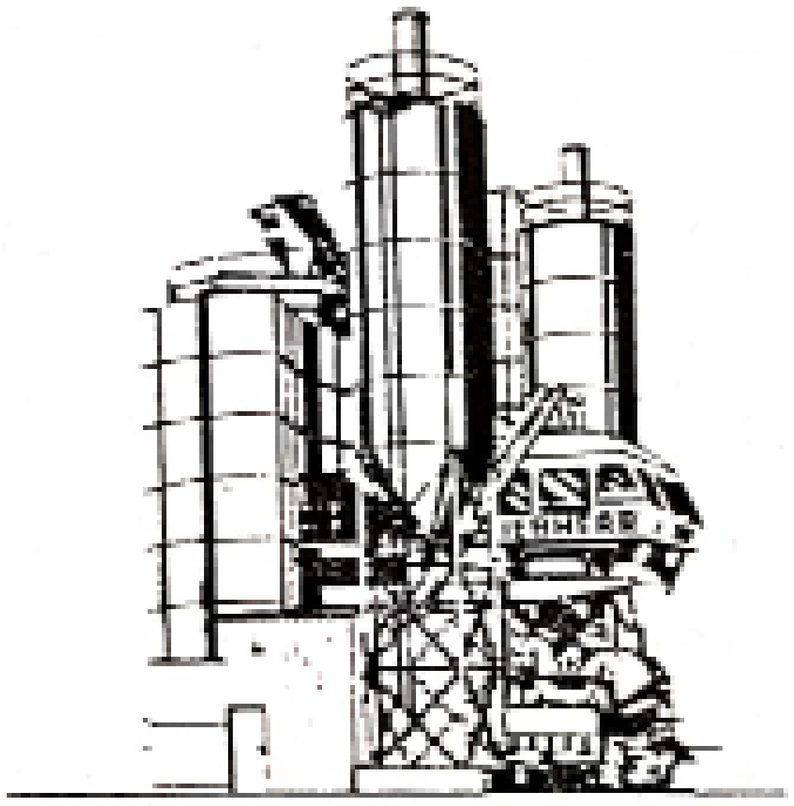
يعتمد هذا النظام على عمل كمية محدودة من الخرسانة يتم خلطها وتفريغها لعمل كمية أخرى من الخرسانة وهكذا ، وتختلف الخلاطات في هذا النوع ، فمنها النوع الثابت والمتحرك على عربات والتي غالبا ما تنتقل من مكان إلى آخر مع مراعاة إستمرارية الحركة أي إستمرارية التقليب حتى لا تتطلب الخرسانة .

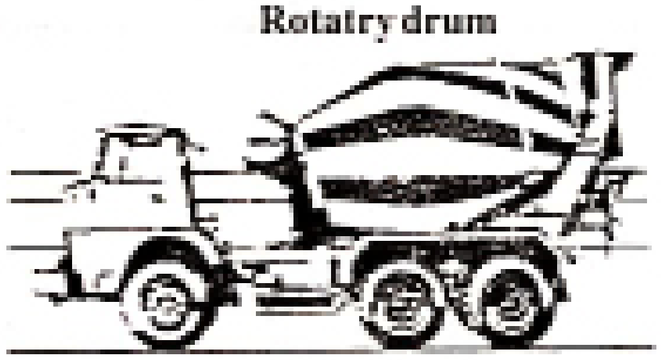


ويتوقف إختيار أنواع الخلاطات الخرسانية على الآتي : -

١ ـ كمية الخرسانة اللازمة في العملية . وهذا يحدد حجم الخلاط .

٢ ـ نوعية الخرسانة المستعملة . وهذا يحدد نوع الخلاط المطلوب . فالمشاريع التي تحتاج إلى نوعية خاصة في ظروف معينة تفرض إختيار خلاطات من نوع خاص .





Rotatry drum

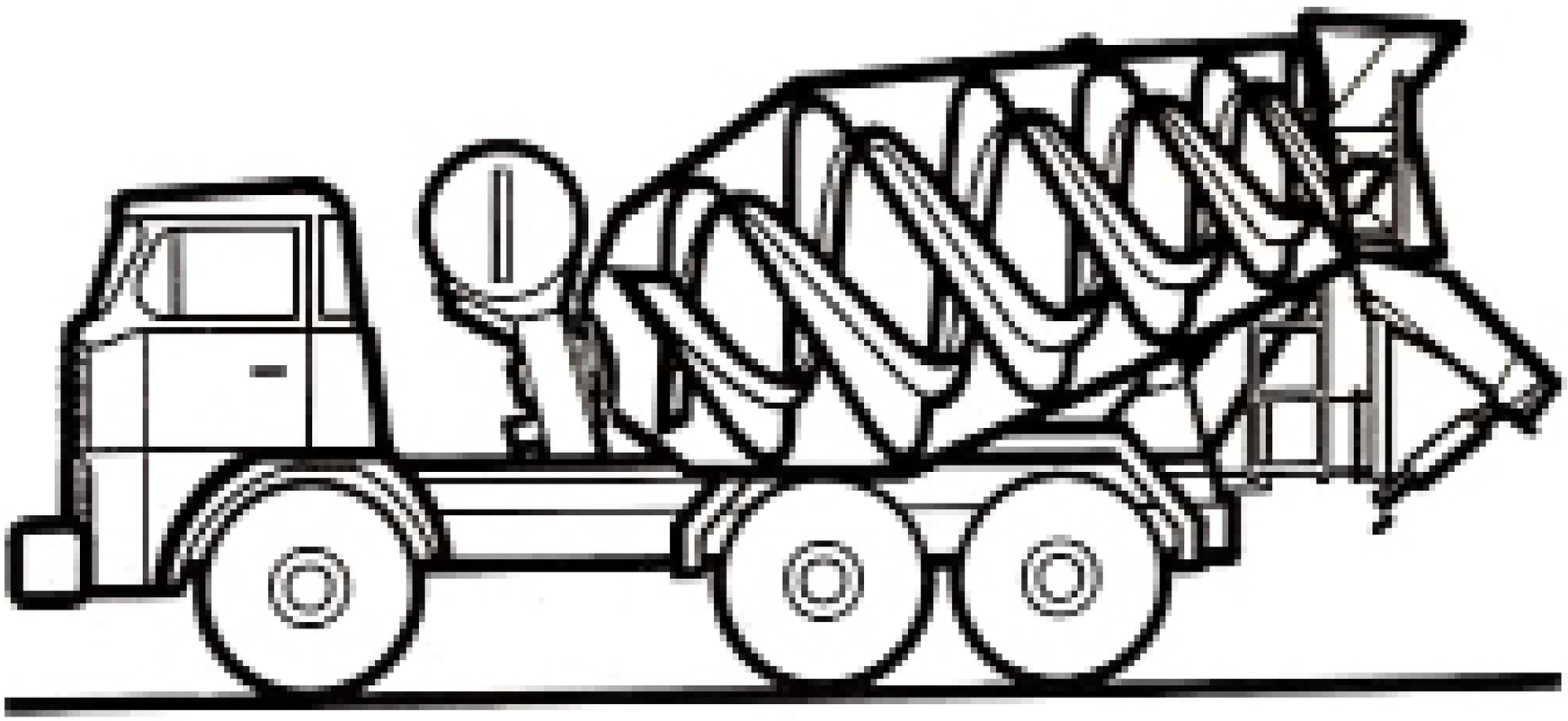
Truck Mixer

٩ـ معدات نقل الخرسانة

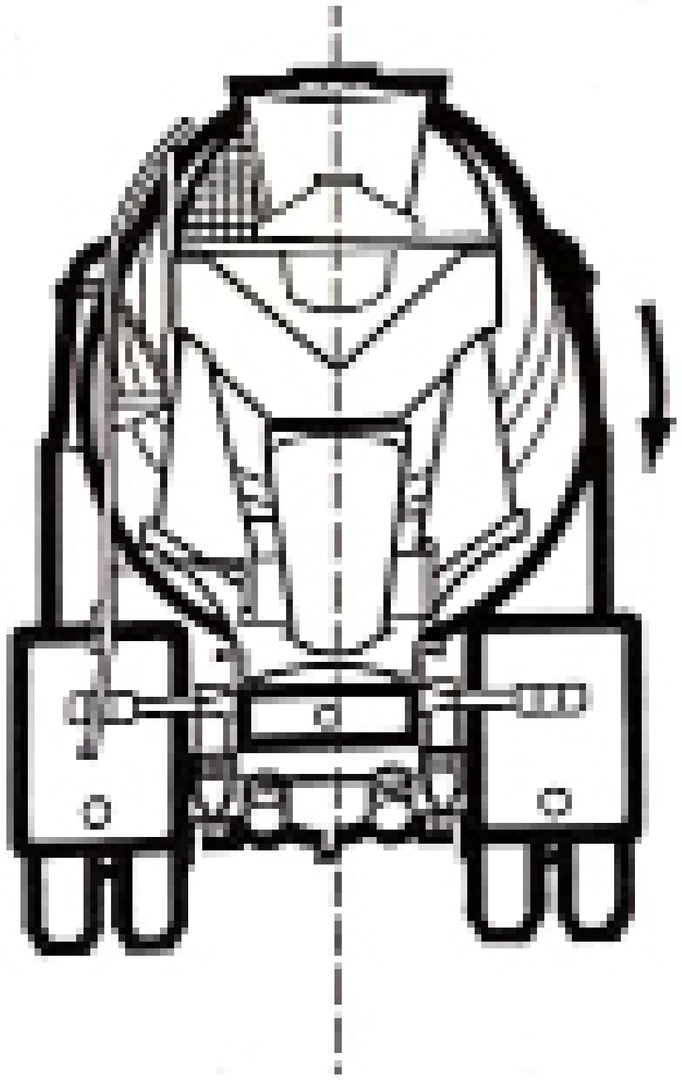
(أ) مضخات الخرسانة : CONCRETE PUMPS

المضخات الخرسانية تعمل على ضخ الخرسانة من خلال أنابيب تملأ بالخرسانة وتنقل أما إلى الأدوار العليا أو إلى أسفل سطح الأرض عند صب الأساسات أو أفقيا إلى أماكن تبتعد عن خط إنتاج الخرسانة . ويمكن ضخ الخرسانة أفقيا حتى مسافة من ٣٠٠م إلى ٤٠٠م

عربة نقل الخرسانة من الخلاطات المركزية الى الموقع



لقطاع بين الخلف وفي داخلة غرفة العربة



واجهة خلفية لعربة نقل الخرسانة

تقريبا ، وراسيا حتى ارتفاع ٣٠ م إلى ٤٥ م . ويتطلب هذا استعمال أنواع معينة من الرابط حتى لا تتعرض أنابيب الضخ للإنسداد .

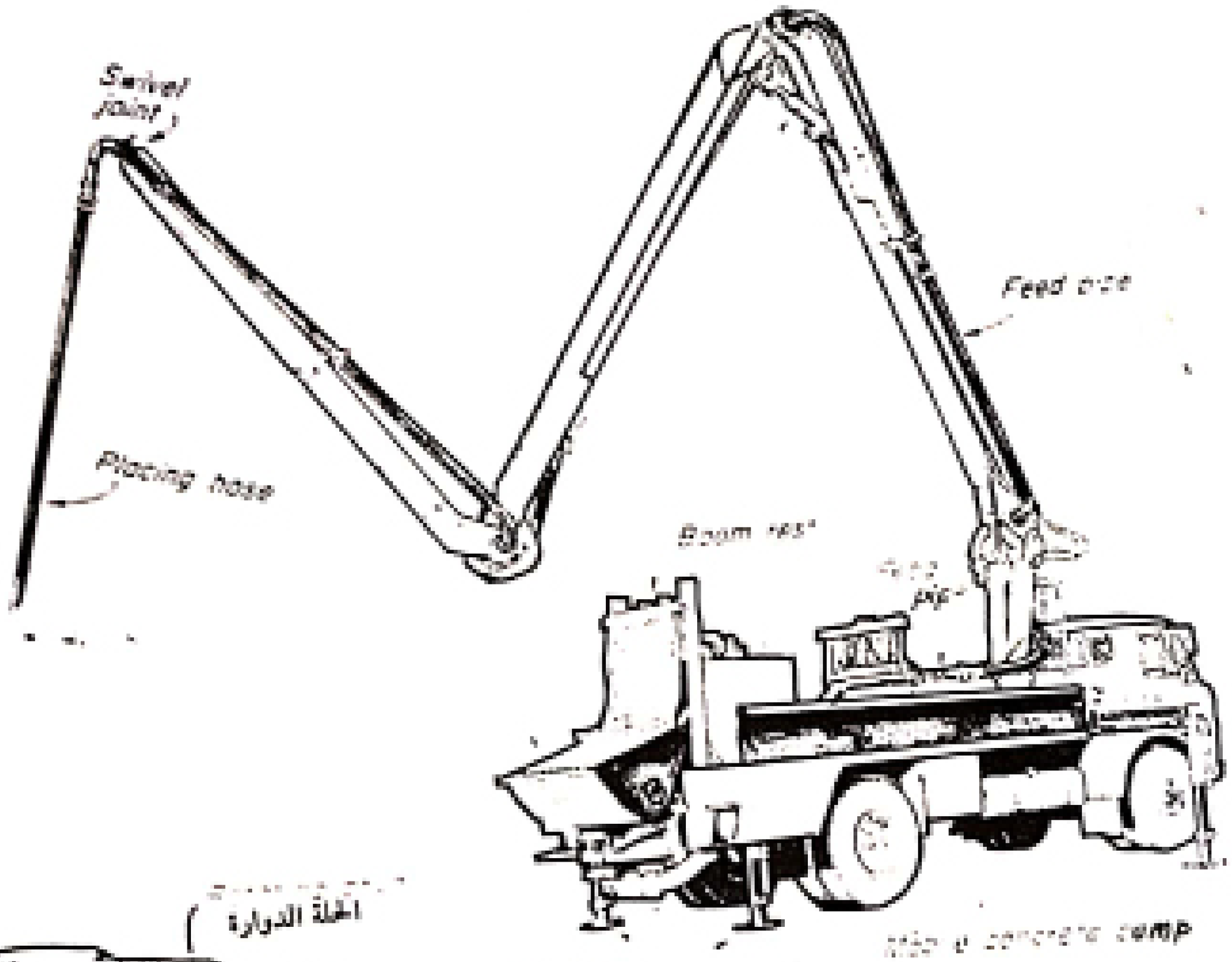
وهناك نوعان من المضخات الأولى المضخات الثابتة في الموقع وهذه بطبيعة الحال ترتبط بالخلاطات المركزية والثانية المضخات المتحرك Mobile Concrete Pumps وتعتبر الأكثر إستعمالا وتستخدم خاصة لتفريغ الخرسانة الجاهزة من المناطق المركزية والمنقولة بعربات truck mixer إلى الموقع .

(ب) عربات الخلط TRUCK MIXER

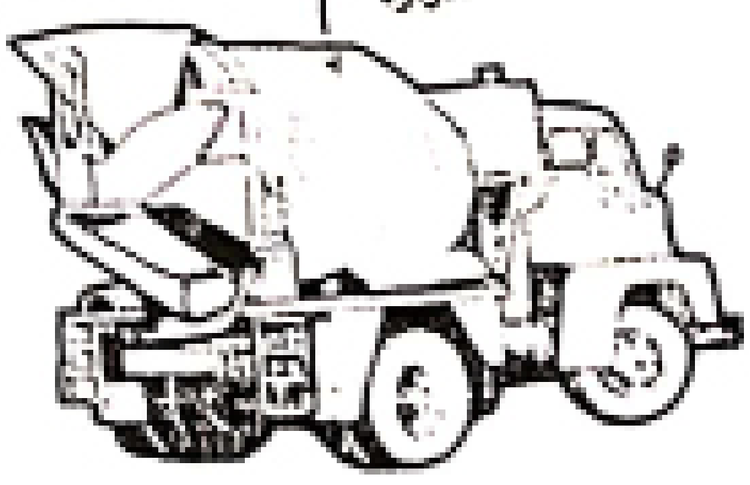
وهي عربات لنقل الخرسانة ، ويراعى فيها إستمرارية دوران الحلة التي تحتوي على الخرسانة ليتم خلط الخرسانة وتقليبها حتى لا تتصلب وتختلف عربات الخلط طبقا لنوع الإستعمال :

١ ـ عربات لنقل الخرسانة من الخلاطات المركزية إلى أماكن التنفيذ . وتكون مهمة العربة هنا هو إستمرارية تقليب الخرسانة عن طريق إستمرارية الدوران حتى لا تشك أو تتصلب .

٢ ـ عربات تقوم بعمليات النقل إضافة إلى إمكانية أن تعمل كخلاط للخرسانة . فتغذي العربة بالمواد الأولية من رمل وزلط وأسمنت وماء ويحسب مشوار النقل مع زمن خلط الخرسانة .

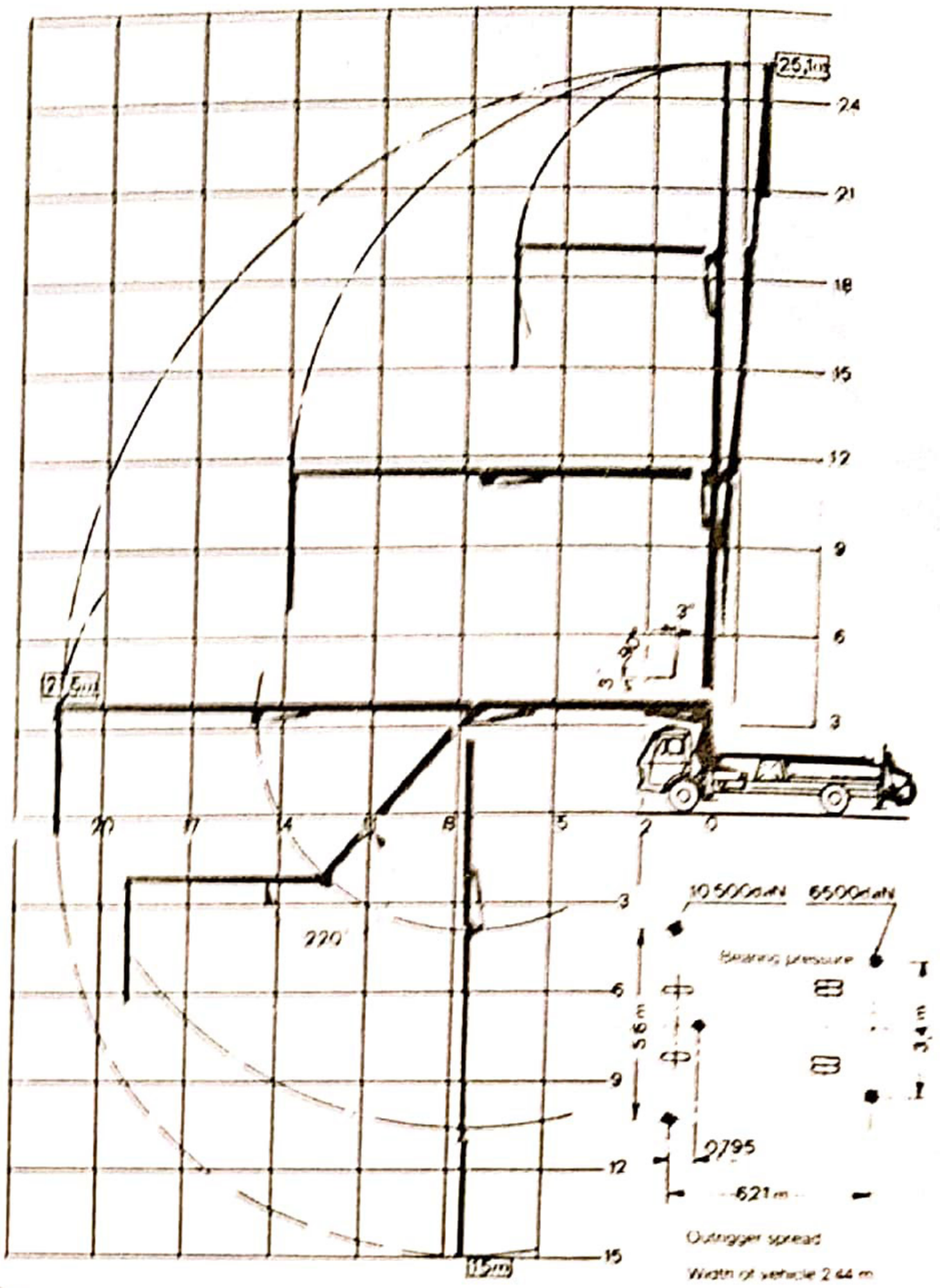


مضخات الخرسانة

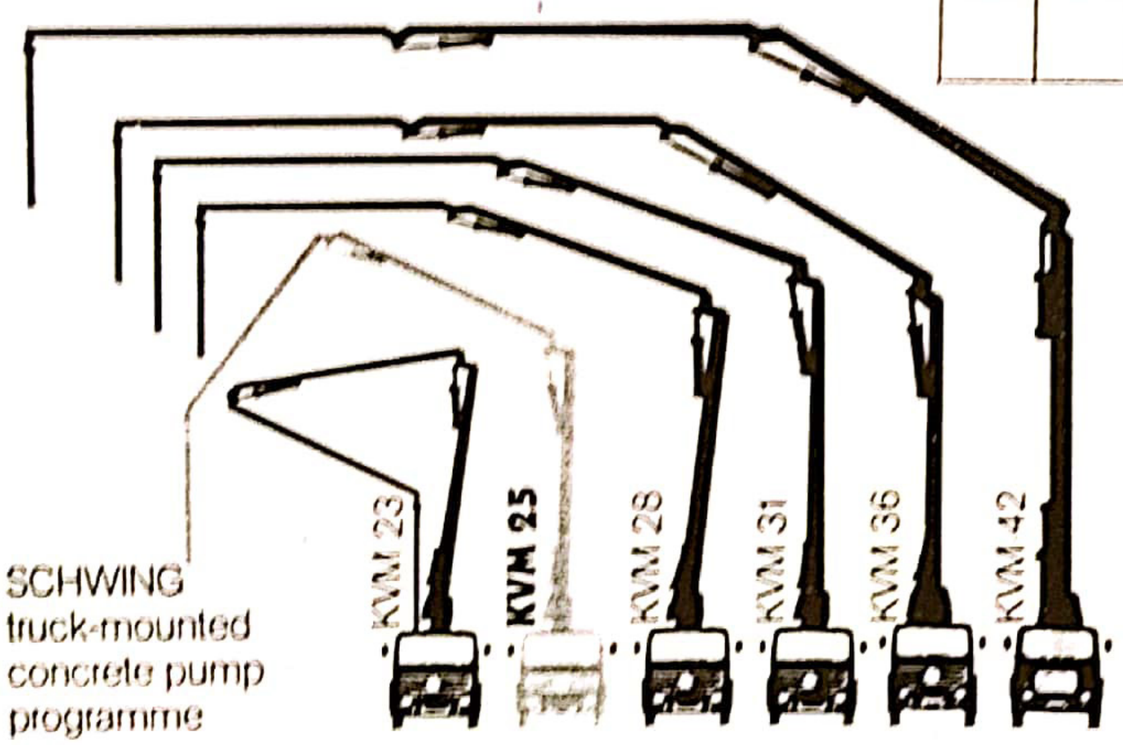


عربات الخلط

عربة ضخ الخرسانة في طريقها إلى الموقع

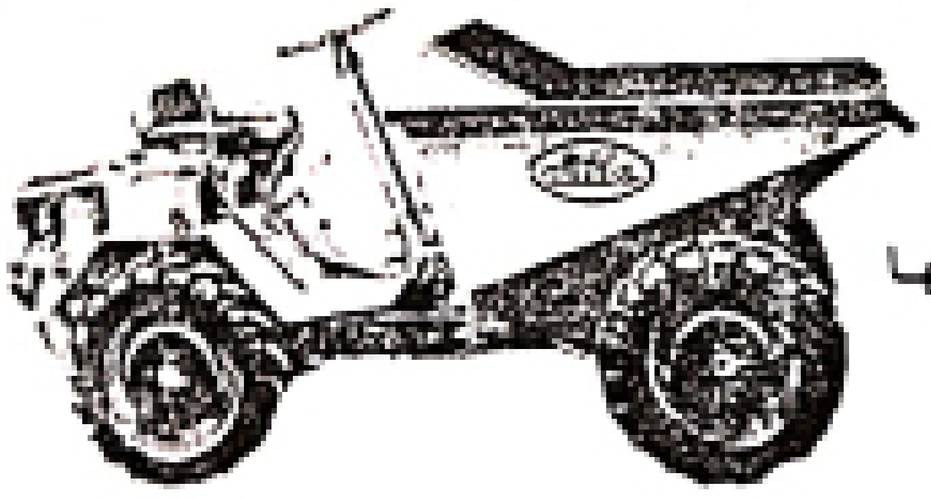


الصورة تبين امكانيات احدى عربات ضخ الخرسانة
في الموقع أفقياً ورأسياً

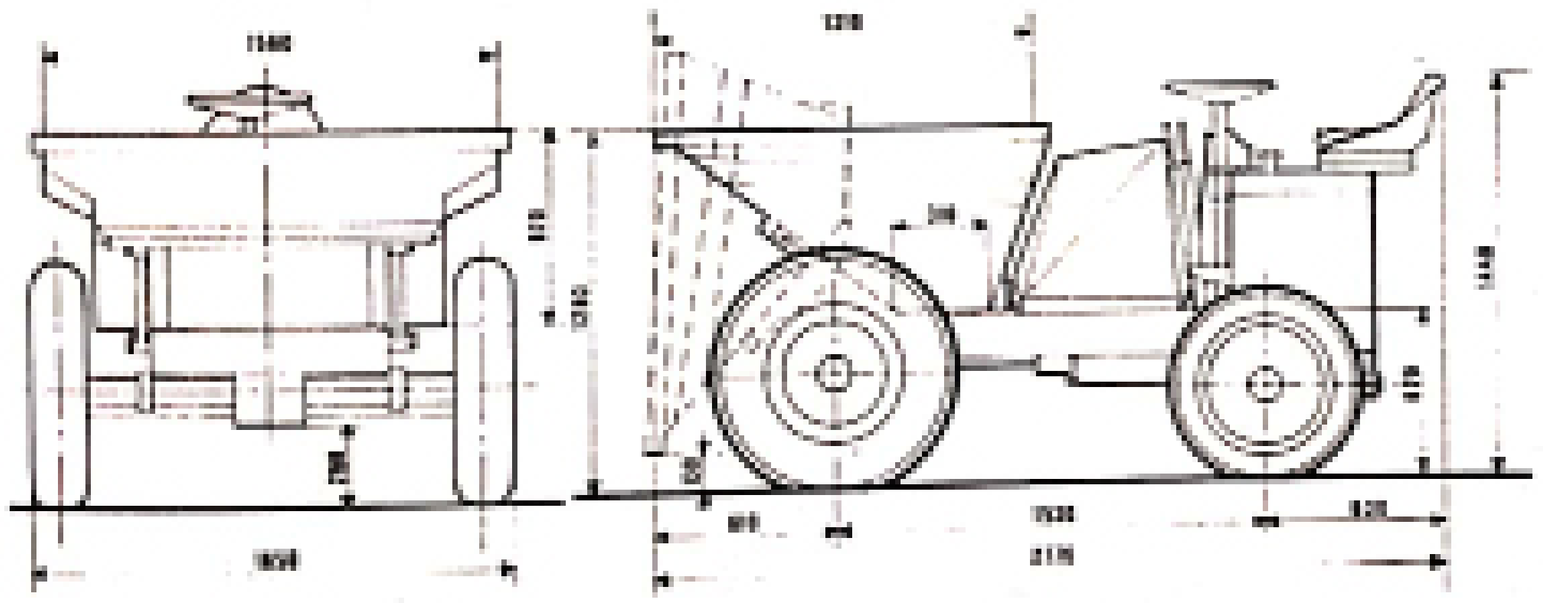


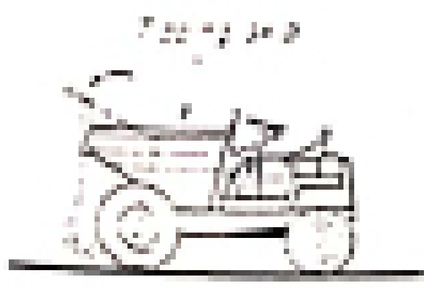
(جـ) دنابر النقل الخرسانة Dum Pers

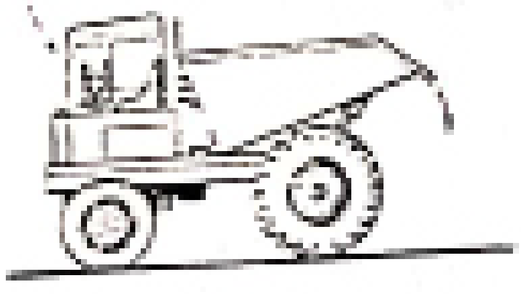
تستخدم لنقل الخرسانة المخلوطة
أو أي مواد أخرى في المواقع الصغيرة
التي يعيق وصول عربات ضخ الخرسانة إليها

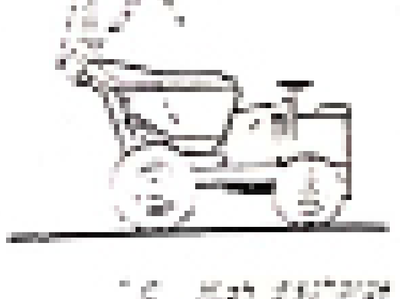


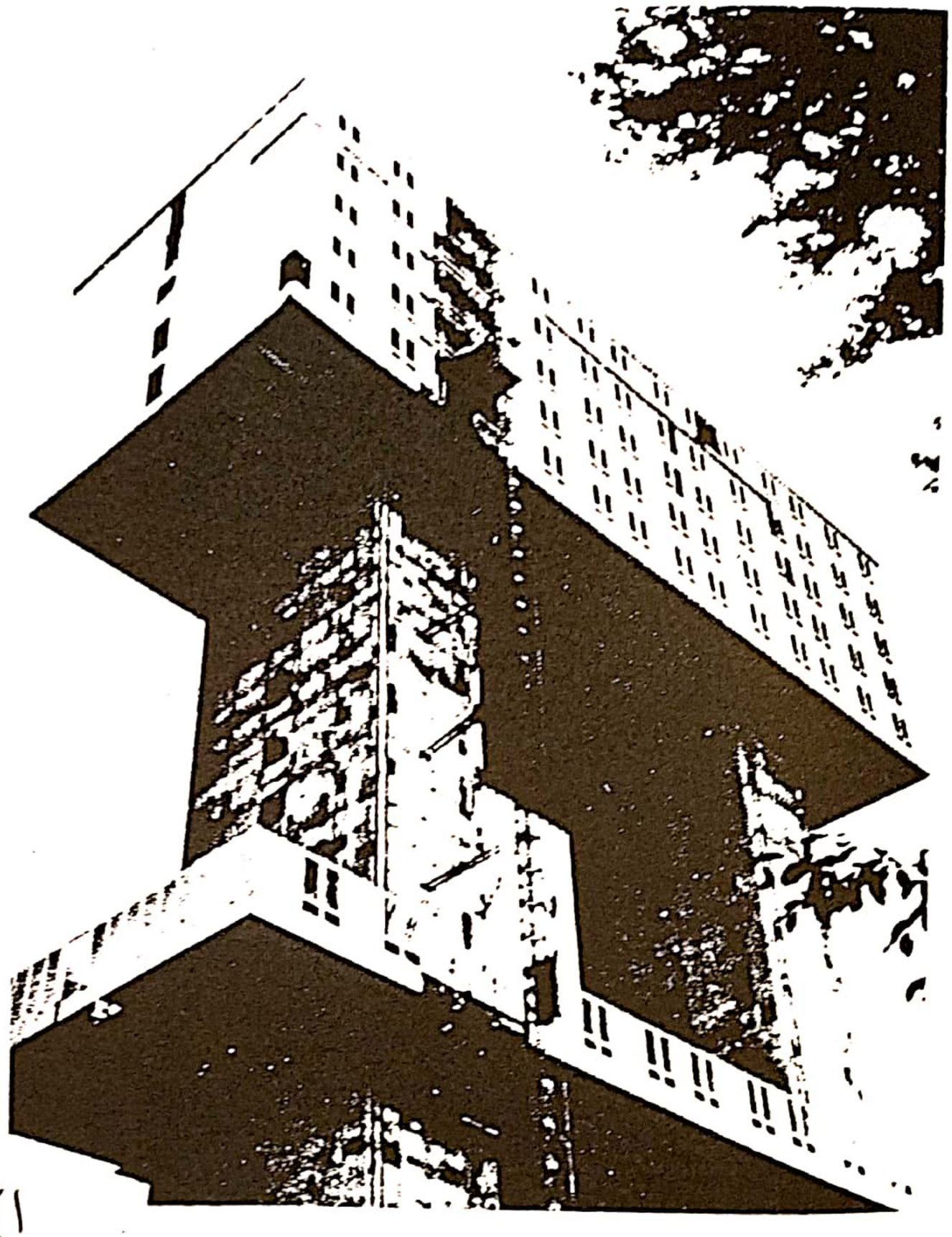
دنابر خرسانة











ميكنة طرق إقامة الهيكل الإنشائي للمبنى

ثانياً :ميكنة طرق إنشاء الهيكل *Mechanization of Skeleton Construction*

يعتبر إستخدام الآلات في إنشاء وإقامة الهياكل الإنشائية للمباني ، نقطة تحول كبيرة ، في نظريات الإنشاء وإقامة المباني بل ويعتبر تطور كبير في أسلوب التنفيذ من وسائل تقليدية بطيئة تحتاج إلى وقت طويل ، إلى وسائل متطورة سريعة بجودة إداء أفضل وزمن أقل بكثير من مثيلاتها التقليدية فقد يصل إقامة وإنشاء مبنى بالطرق الميكنة إلى شهور ويمكن التحول إلى إستخدام الآلة كما ذكرناه من قبل بنسب مختلفة في أجزاء من أعمال التنفيذ للمبنى .

وإستخدام أسلوب الميكنة هو في حقيقة الأمر ، تطوير لطرق الإنشاء التقليدية المعروفة من قديم الأزل ، ويعتبر إستخدام الآلات في موقع التنفيذ هو مرحلة انتقالية هامة ما بين الطرق التقليدية المعروفة وإعتمادها الكامل على الإنسان وبين الطرق المتقدمة التي تعتمد على الآلات بكامل طاقتها وتصنيع المباني في المصنع أو طرق سبق تجهيز المباني وهذا ما سوف يتم شرحه في الجزء الثاني من هذا الكتاب .

وتنقسم طرق إنشاء المباني الميكنة في الموقع إلى الآتي

١ ـ طريقة البلاطات المرفوعة Lift slab system

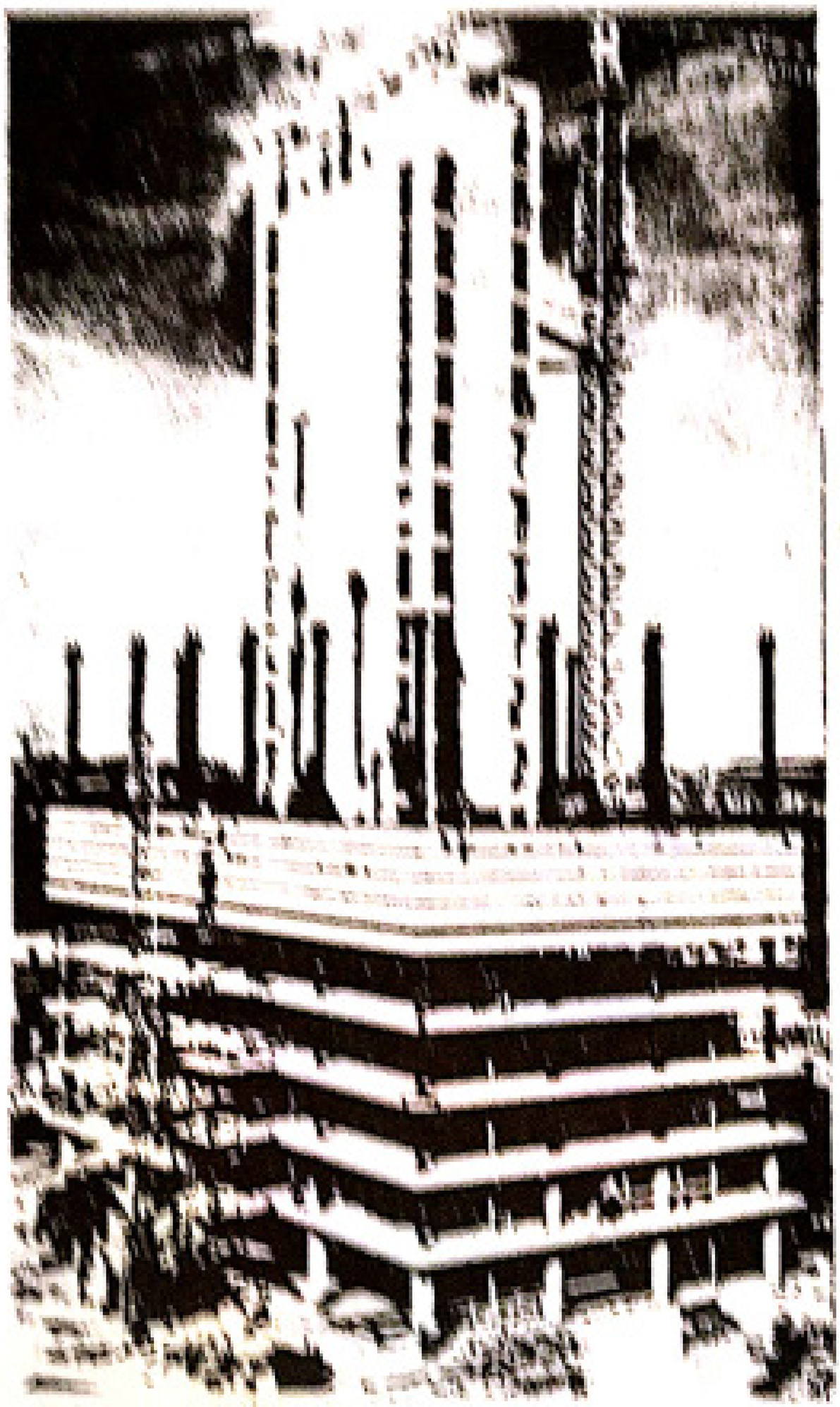
٢ ـ طريقة الإمالة مع الرفع إلى أعلى Tilt- up system

٣ ـ طريقة الدفع إلى أعلى Push- up system

٤ ـ نظام الشدات المنزلقة راسيا Vertical slip from

٥ ـ نظام الشدات النفقية Tunnel form construction

٦ ـ النظام الشامل Combined Technique



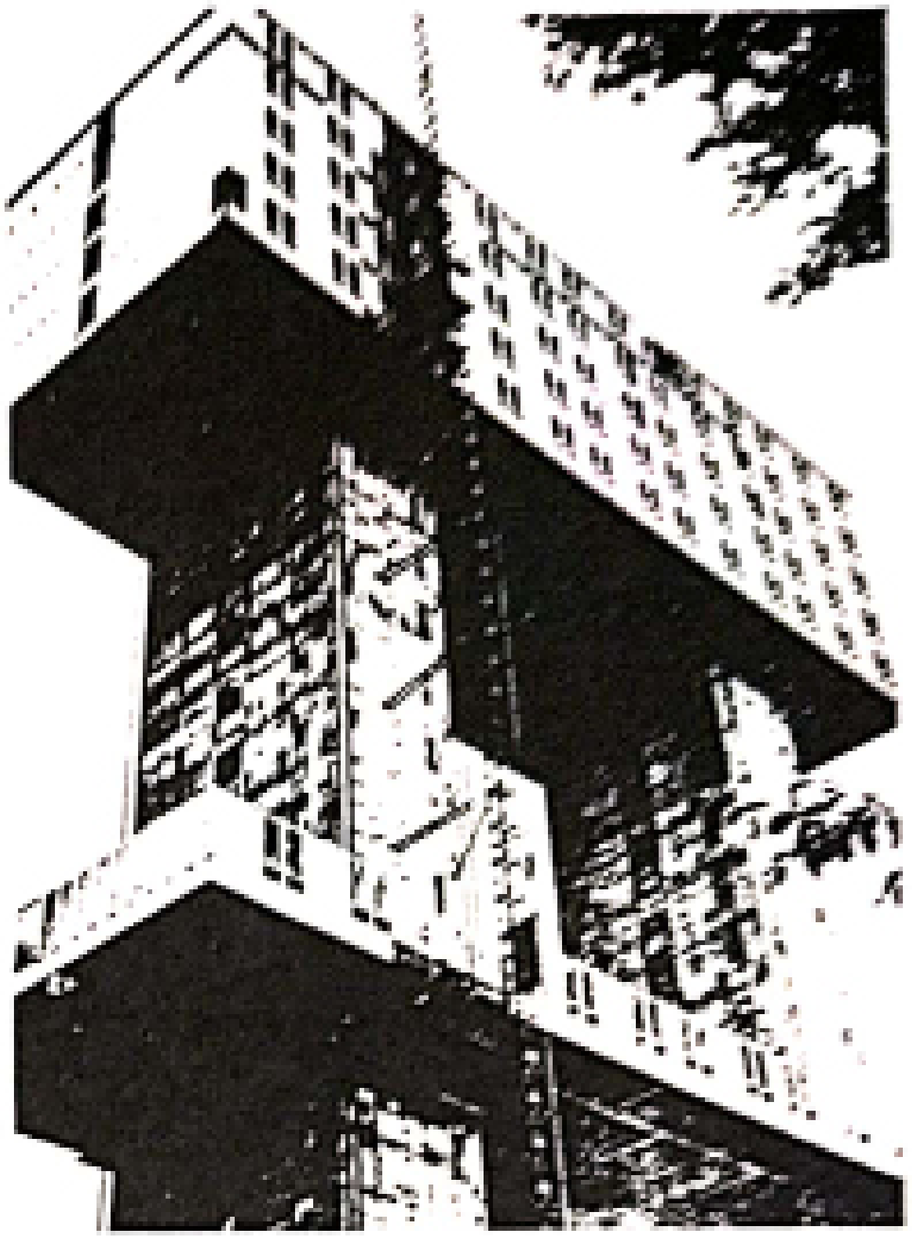
البلاطات المرفوعة

البلاطات المرفوعة *Lift Slab*

بدأ التفكير في هذا النوع من الإنشاء كمحاولة للتغلب على المشاكل الخاصة للطرق التقليدية في البناء ، مثل أعمال الشدات المعدنية أو الخشبية للأسقف بما تأخذه من وقت طويل لوصول الخرسانة إلى قوتها النهائية بالإضافة إلى البطء المعهود في أعمال التنفيذ للطرق التقليدية . فإذا عرفنا أن كمية الخرسانة المستخدمة في بلاطات الأسقف تشكل ما يزيد عن نصف كمية الخرسانة في الإنشاء بشكل عام ، فيمكن توقع مدى الوفر الذي ينتج من إستعمال طريقة توفر في إستخدام مواد البناء وتقليل الهالك منها مع توفير وقت الإنشاء ، وأعمال التنفيذ للبلاطات المرفوعة تعتمد على فكرة صب الأسقف الخرسانية في مستوى الدور الأرضي في موقع البناء .

وفي حقيقة الأمر يعتبر نظام البلاطات المرفوعة Lift Slab مرحلة إنتقالية بين الطرق التقليدية التي يتم معظم أعمال البناء والتشطيب فيها بالموقع وبين الطرق سابقة التجهيز في المصنع وفي هذه الطريقة ، تتم كل الأعمال الخاصة بالإنشاء في الموقع نفسه . ومن الجدير بالذكر أن هناك بعض الآراء التي تدرج هذه الطريقة تحت مجموعة المباني سابقة التجهيز ، إلا أن هذه الآراء قد جانبها بعض الصواب ، ويرجع ذلك إلى أنه من أساسيات سبق التجهيز Pre- Fabrecation بالدرجة الأولى تهيئة مكان لصناعة أجزاء المبنى والمباني المشابهة التي سوف

مبنى البعثة الروسية في الأمم المتحدة في نيويورك اثناء التنفيذ

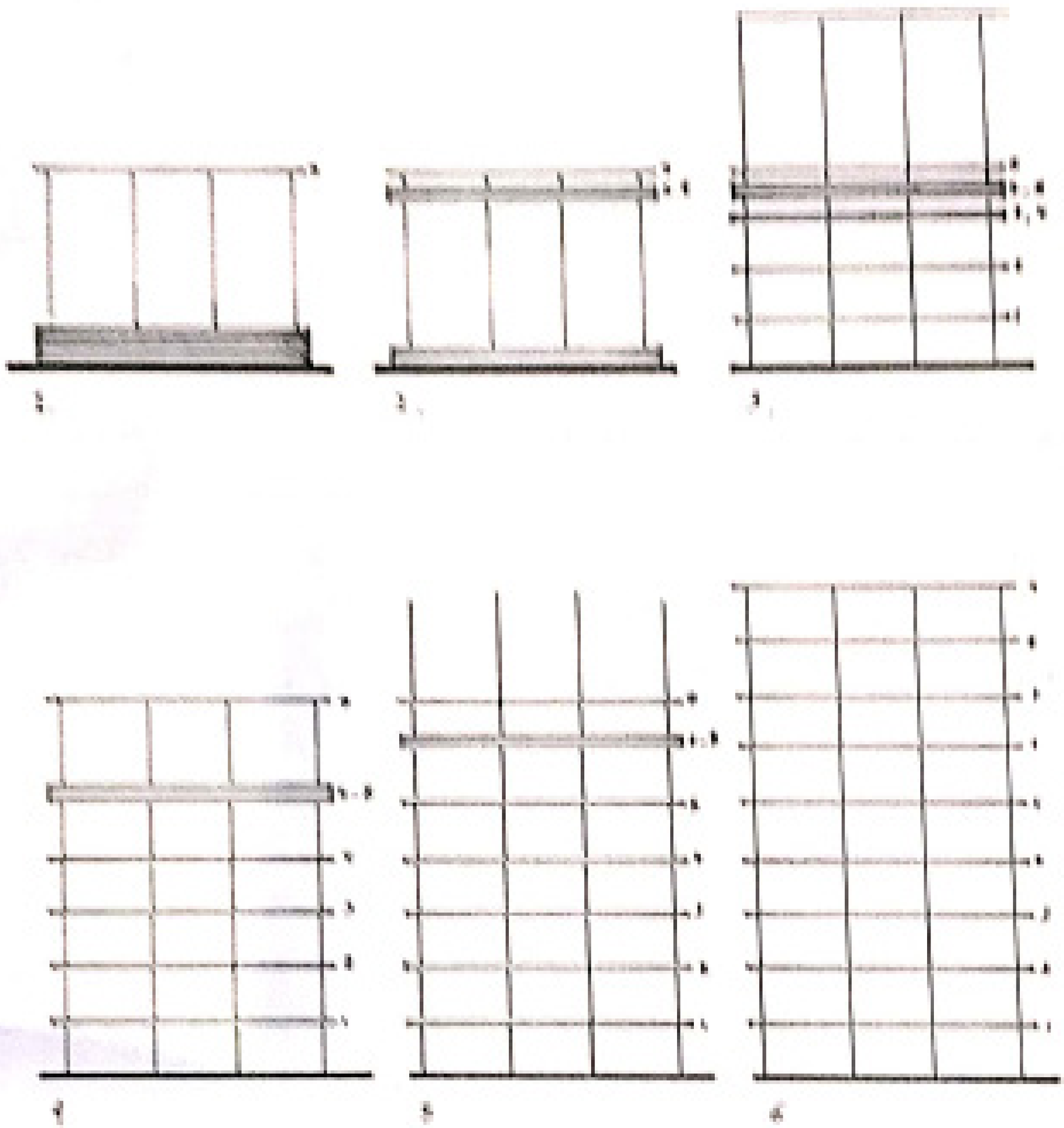


مبنى البعثة الروسية بعد الانتهاء منه .

تنشأ ثم تنقل إلى موقع التنفيذ أما نظام البلاطات المرفوعة فهو يقوم على تجهيز كل مبنى على حدة في الموقع المخصص له .

ومن الأمثلة المعروفة للبلاطات المرفوعة هو تنفيذ المبنى الخاص بالبعثة الروسية في الأمم المتحدة والذي بني عام ١٩٧٤ في نيويورك وهو مبنى يتكون من ٣٠ دورا .

يبدىء بإستخدام الشدات المنزلة رأسيا لصب المناطق المركزية التي تحتوي على المصاعد والخدمات والسلالم .



الرسم يوضح خطوات رفع البلاطات لمبنى مكون من ثمانية أدوار اضافة للدور الأرضي .

ثم صبت البلاطات للأدوار المختلفة عند مستوى الأرض ، ورفعت البلاطات عن طريق ١٦ حبل للشد مربوطة في كل بلاطة .

تم تثبيت البلاطات في طوق حديدي موجود عند مستوى التثبيت لكل دور على منطقة الخدمات Core والذي تم تثبيته في الحائط عند عملية الصب بالشدات المتزلقة .

الفكرة الأساسية لنظام البلاطات المرفوعة :

تتلخص الفكرة الأساسية لهذا النظام في إقامة جميع الأعمال الإنشائية من صب الأعمدة وبلاطات الأسقف ، بالإضافة إلى جميع الأعمال الكهربائية والميكانيكية على مستوى الدور الأرضي ، ثم يتم تركيب كل عنصر في مكانة . فيتم أولا رفع الأعمدة إلى مواقعها الطبيعية في الإنشاء ثم تصب البلاطات للأدوار المختلفة على مستوى الدور الأرضي ، وهي بلاطات مسطحة لا تحتوي على كمرات . وترفع إلى المستوى المطلوب لكل بلاطة طبقا لترتيب صبها . أي أن البلاطة المصبوبة أخيرا هي بلاطة سقف الدور الأخير وهكذا . ويراعى ، بطبيعة الحال ، ألا ترفع أي بلاطة قبل وصول الخرسانة إلى قوتها النهائية ، والتي تختلف طبقا لنوع الأسمنت المستخدم أو طريقة الإنتاج المتبعة للخرسانة .

وتعتبر طريقة البلاطات المرفوعة ، في حقيقة الأمر ، تكنولوجيا طريقة الإنشاء والتنفيذ ، ولا يلعب التصميم دورا أساسيا في هذه الطريقة بإستثناء تركيز وضع عناصر الإنتقال الرأسية خارج البلاطة حتى لا يضعف البلاطة أو تتسبب في وجود فتحات كثيرة بها . ويرجع الإختلاف بين طريقة وأخرى في هذا النظام في طريقة تثبيت البلاطات في الأعمدة .

خطوات تنفيذ الإنشاء بالبلاطات المرفوعة :

١ ـ تصب الأعمدة الخرسانية أفقيا على مستوى الأرض ، وبعد وصولها إلى تمام قوتها

ترفع وتثبت رأسيا على القواعد الخرسانية المصبوبة في أماكنها والتي غـالبا مـا تكون قـد نفذت بطرق تقليدية . أما في حالة الأعمدة الحديدية فيتم رفعهـا وتثبيتها في القـواعد الخـرسانيـة بعد تجهيزها بالإرتفاع المطلوب .

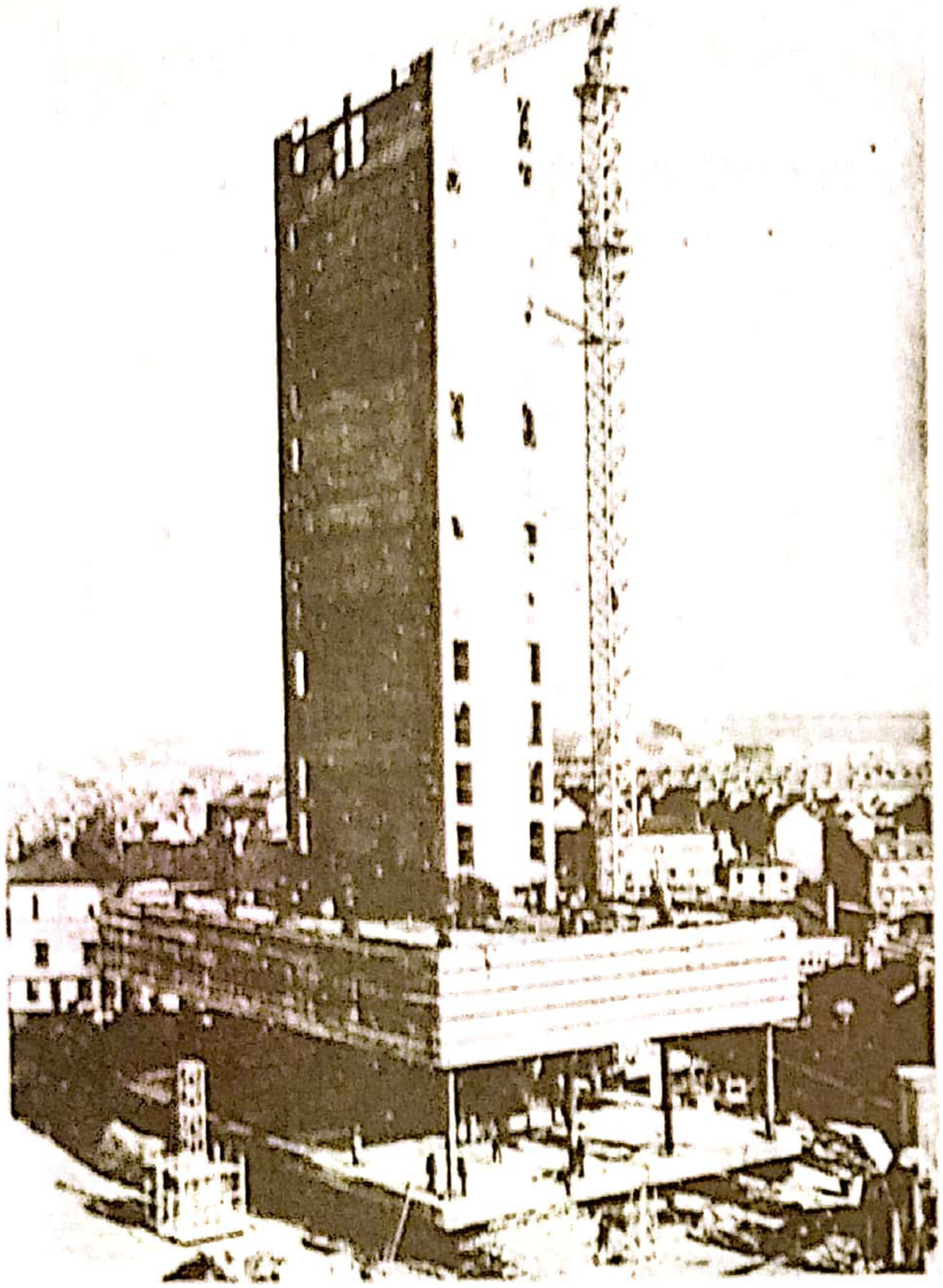
٢ ـ تصب البلاطة الأولى على أرضية الدور الأرضي المخدومة والمسواة بعد دهنهـا بمادة عازلة أو بسائل شحمي أو بإلواح من البلاستيك للعزل . وتكون هـذه البلاطـة هي بلاطـة سقف الدور الأرضي .

٣ ـ توضع الطبقة العازلة المستخدمة فوق البلاطة الأولى ، ثم تصب البلاطة التاليـة وهي سقف الدور الأول بعد الأرضي ، ثم توضع طبقة عازلة ، بعدها تصب البلاطة التاليـة ، وتتكرر هذه العملية إلى أن يتم الإنتهاء من صب جميع بـلاطات الأدوار المتكـررة . ويتم هذا كله في مستوى الدور الأرضي .

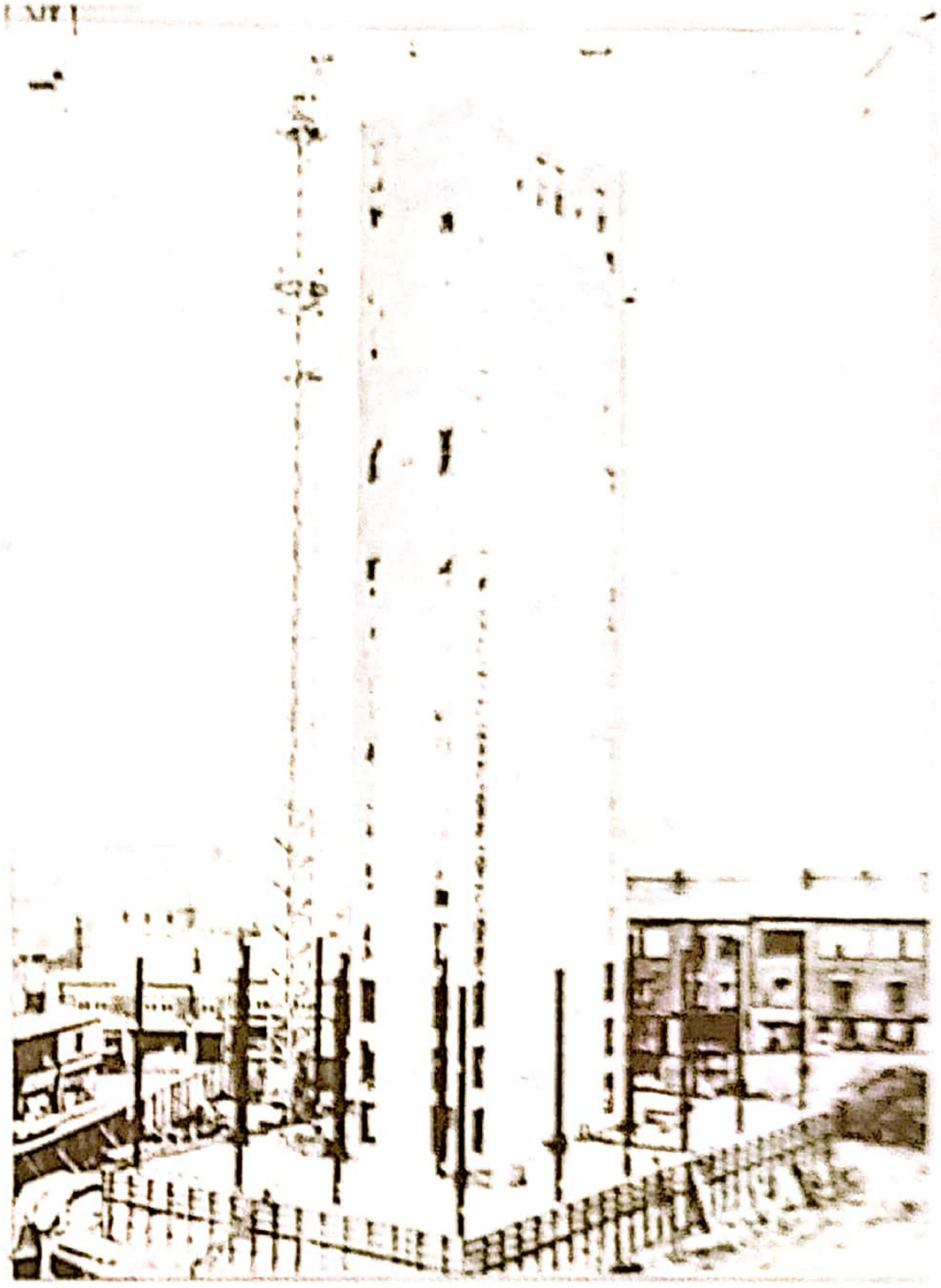
٤ ـ توضع الروافع Jacks التي ستقوم برفع بلاطات الأسقف فوق الأعمدة وترفع كل بلاط إلى المكان المخصص لسقف كل دور .

٥ ـ يتم تثبيت كل بلاطة في المنسوب المخصص لها بالأعمـدة بطرق مختلفـة ، تختلف من شركة إلى أخرى ، وهي في أغلب الأحوال عبارة عن طوق حديدي Steel Collar مثبت في البلاطة ، ويتم تثبيته في العامود في منسوب الدور نفسه ، أما باللحام أو بالمسامير Welding or bolting

٦ ـ اذا كان هناك إحتياج لزيادة أطوال الأعمدة أكثر والأرتفاع بعدد أكبر من الأدوار فيمكن رفع البلاطات الباقية لعدد الأدوار الزائدة والمصبوبة في مستـوى الدور الأرضي مـع المجموعـة الأولى حتى منسوب نهاية الأعمدة والذي يمكن أعتباره كمنسـوب الدور الأرضي بـالنسبة لبـاقي



(١)

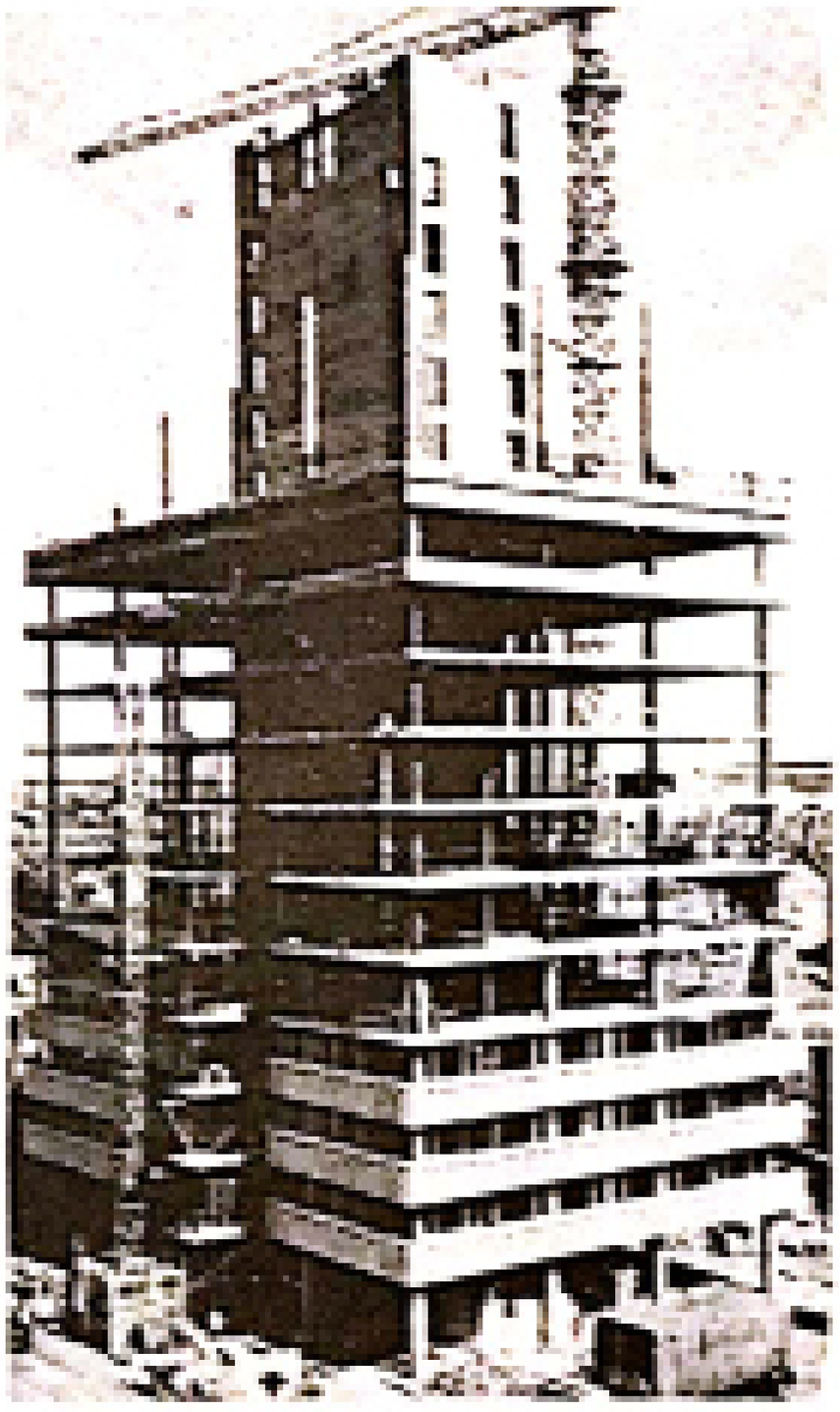


(٢)

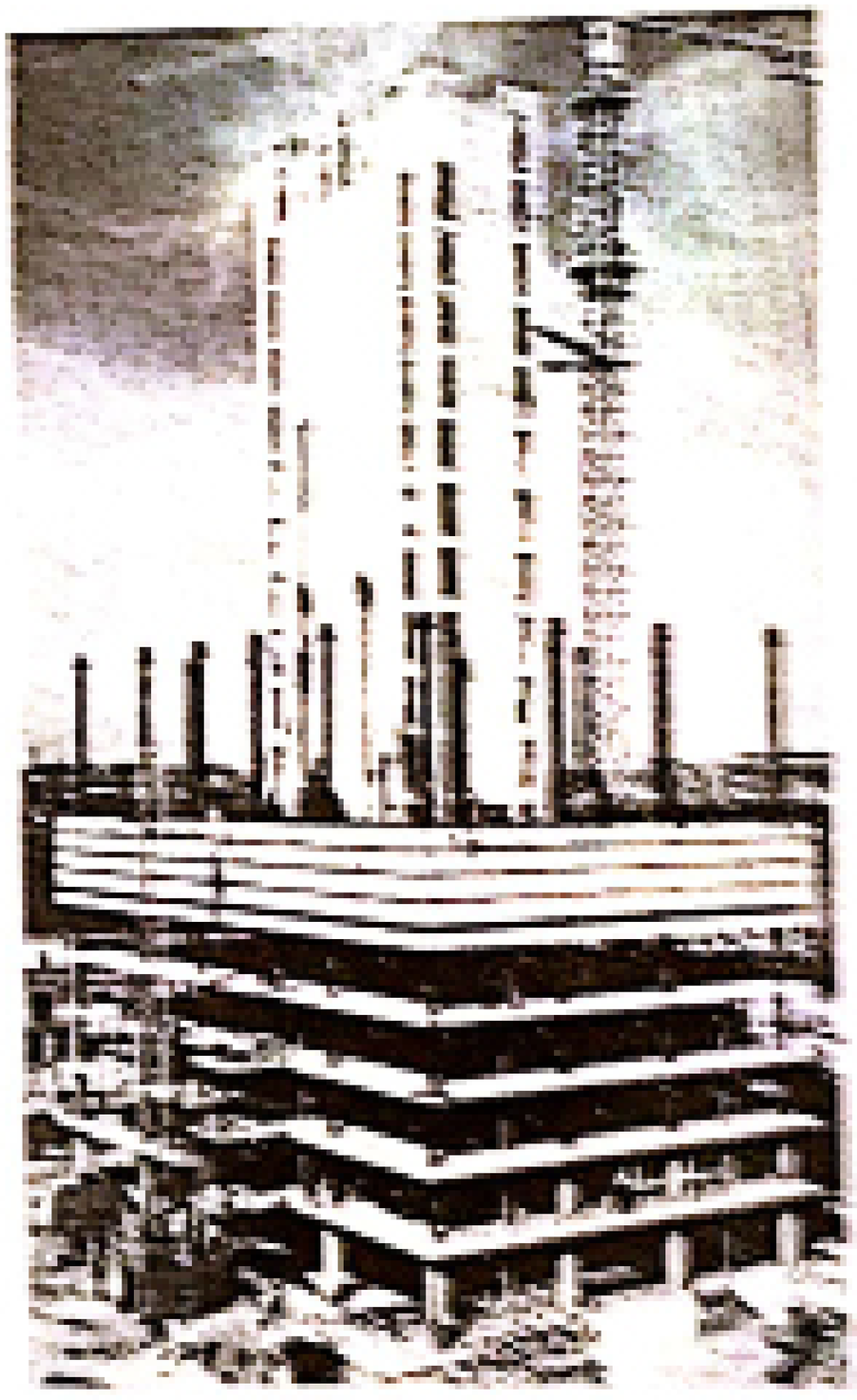
رفع الأعمدة وصب بلاطات الأدوار المختلفة للمبنى على نظام البلاطات المرفوعة

البلاطات التي تعلوه . ثم يتم تطويل الأعمدة وترفع باقي البلاطات إلى موضعها بنفس الطريقة السابقة لمجموعة الأدوار السفلية .

٧ ـ تبنى الحوائط الداخلية والخارجية طبقا للتصميمات المعمارية . ويكون هذا لكل دور على حده بمجرد تثبيته في مكانة دون الحاجة إلى إنتظار إنتهاء تثبيت باقي الأدوار المتكررة .

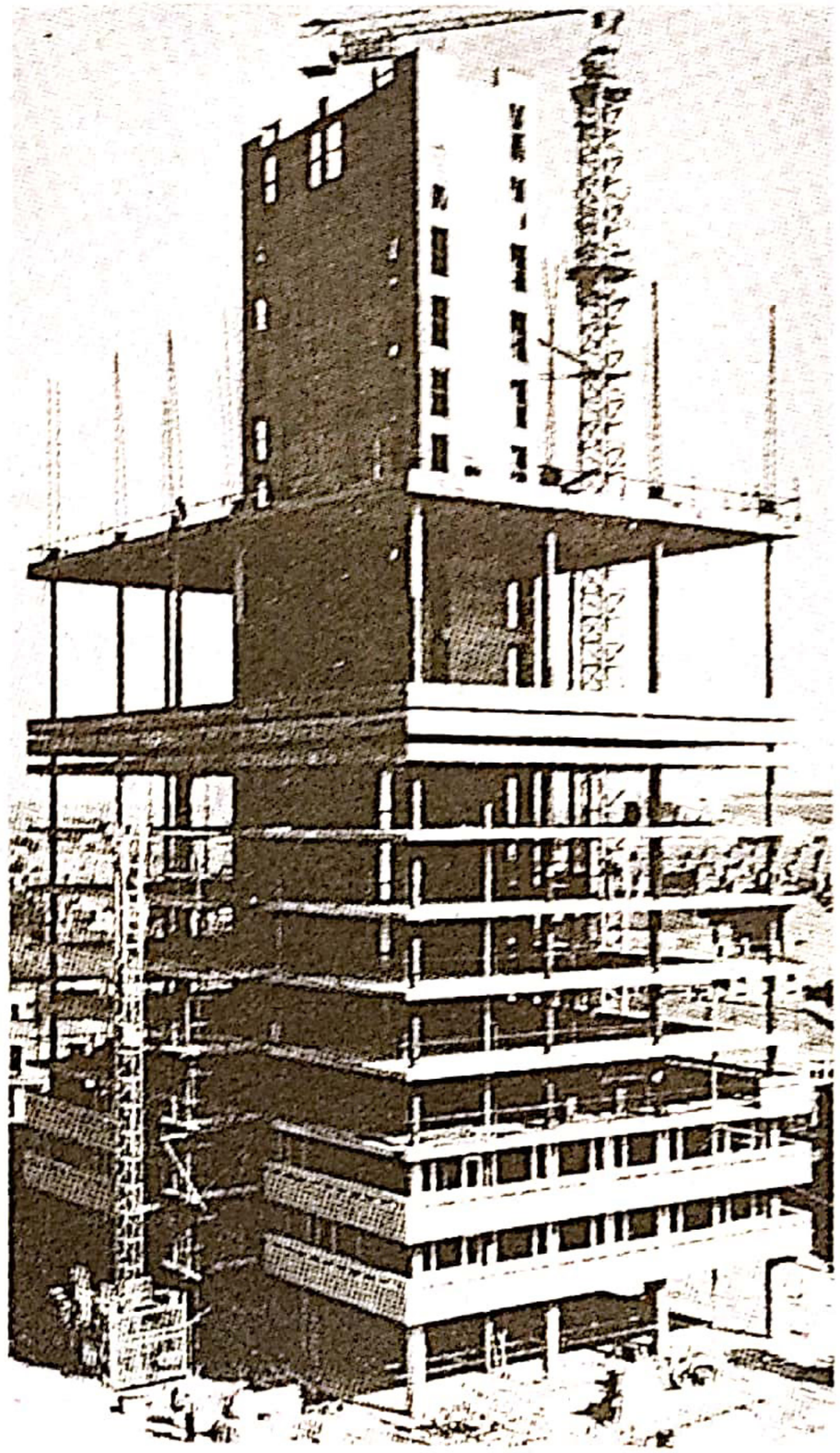


(٤)

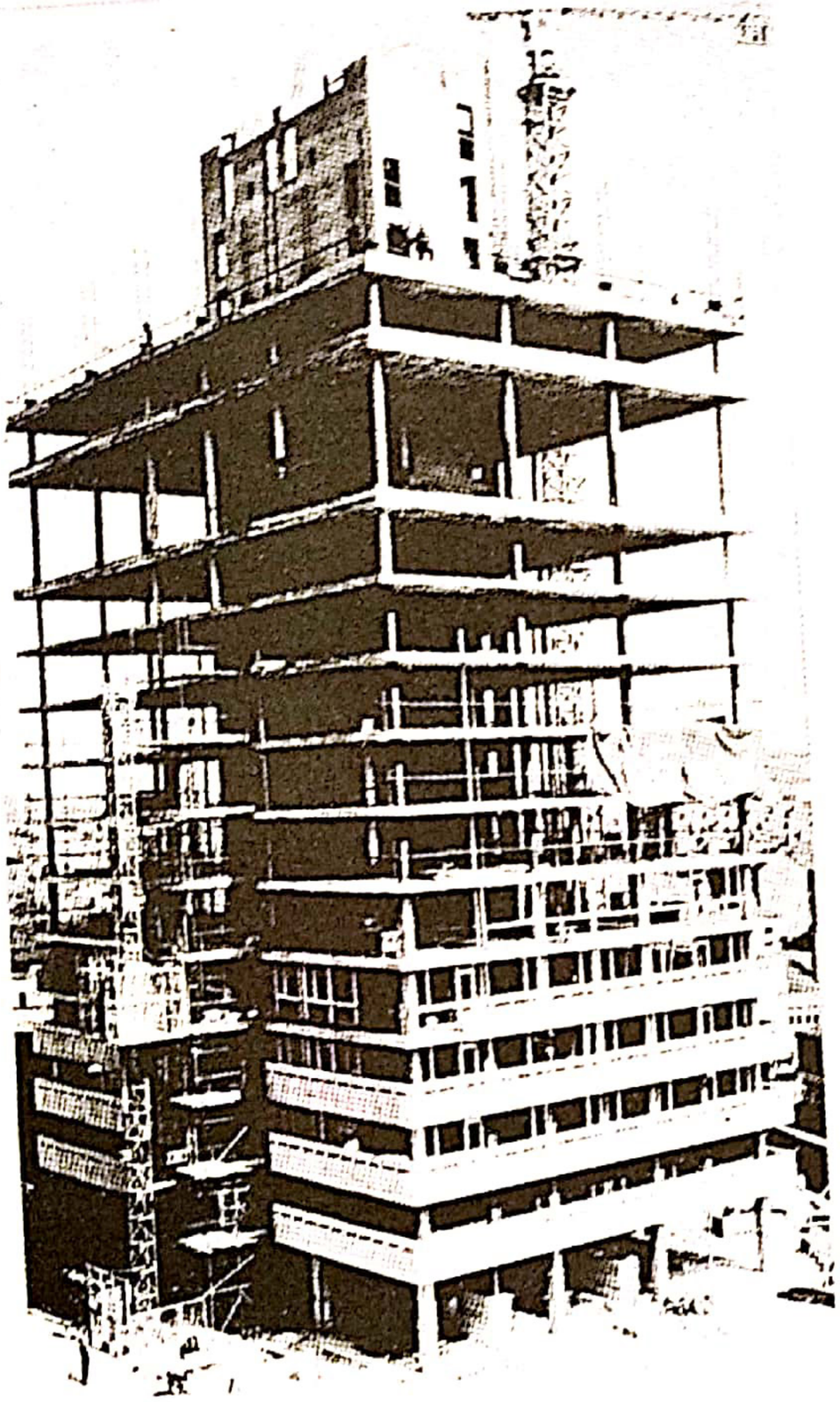


(٣)

الصور من ١ إلى ٨ تبين خطوات رفع البلاطات

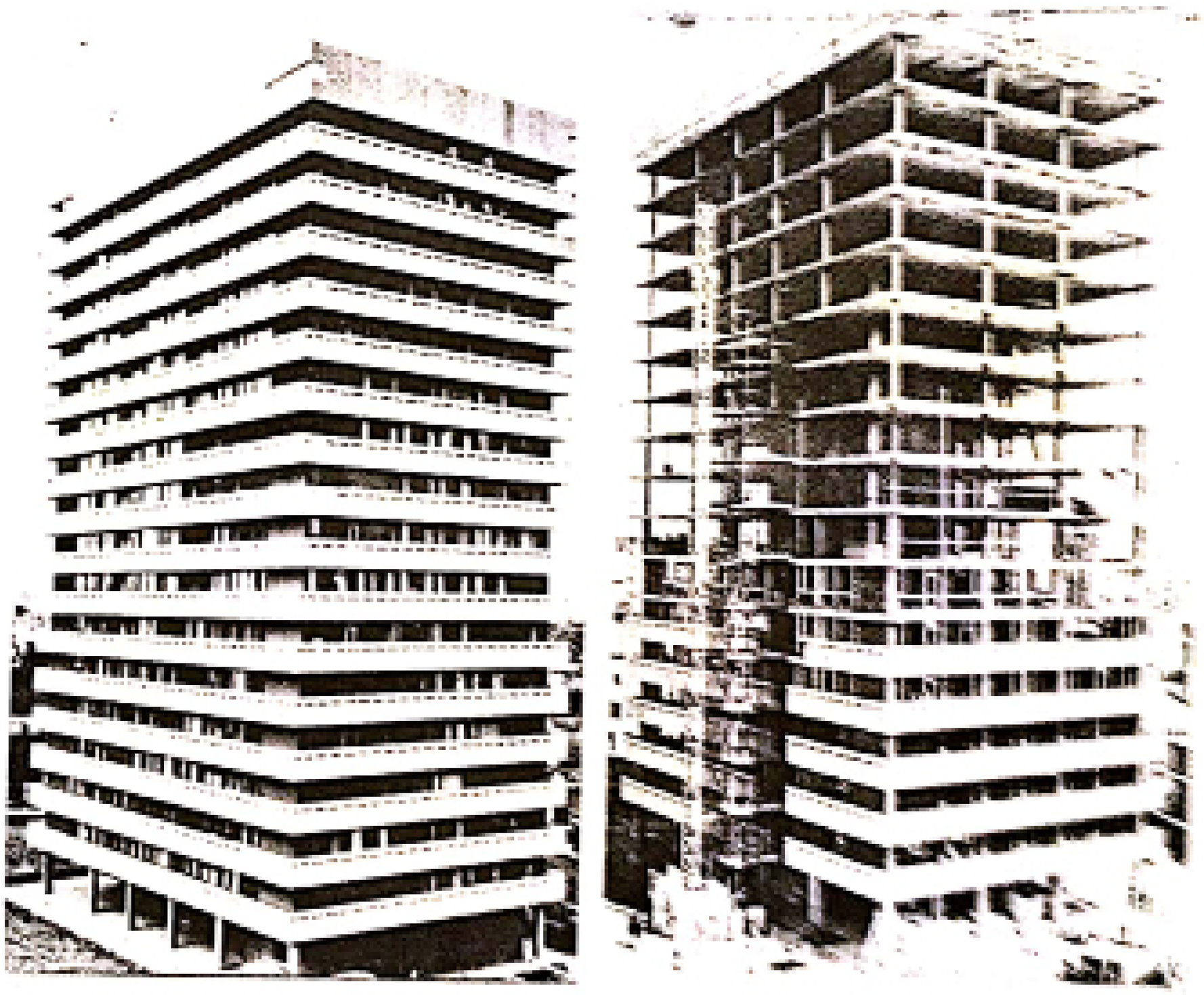


(٥)



(٦)

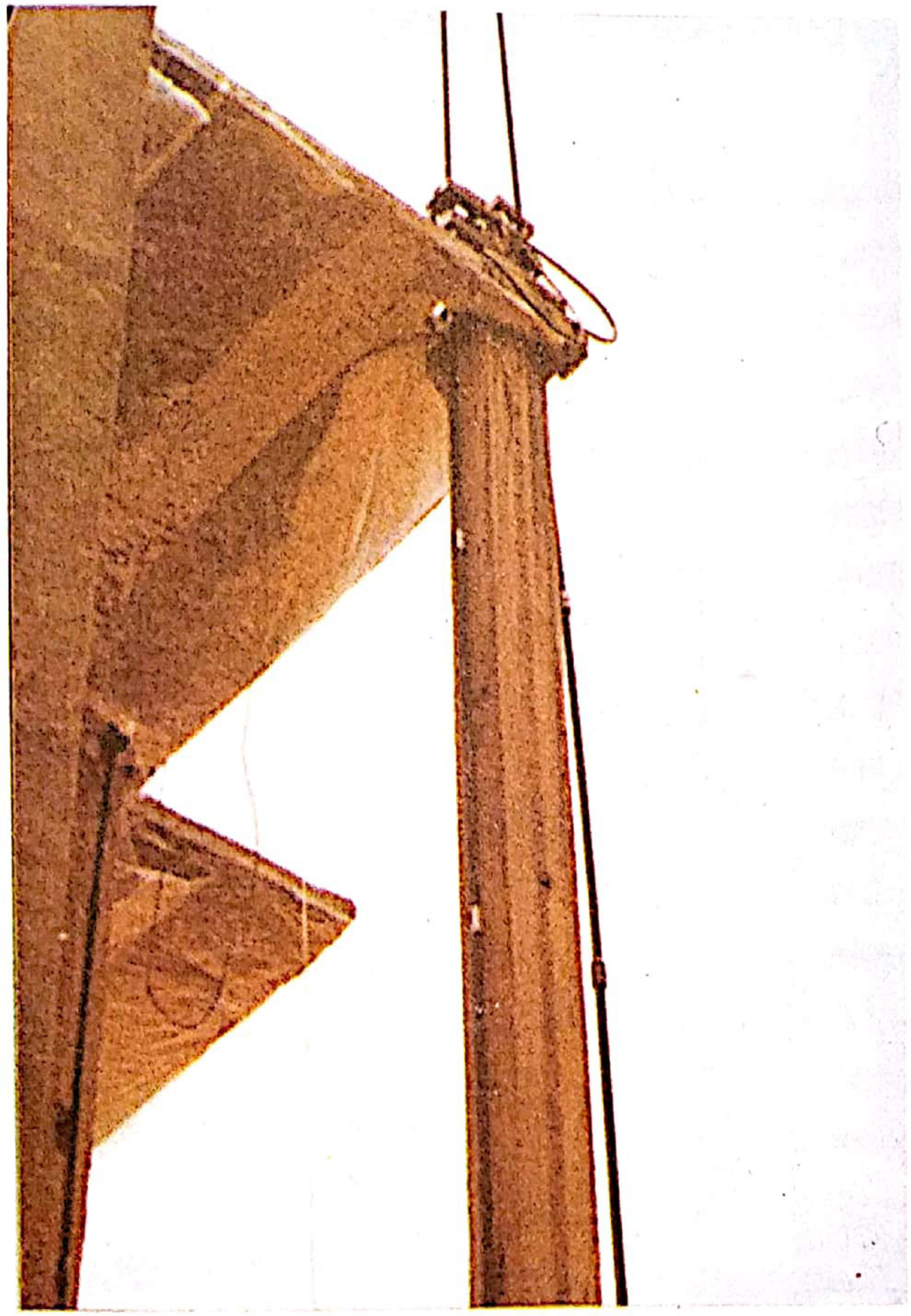
مع استمرارية رفع البلاطات تبدأ في تشطيب الأدوار السفلية للمبنى

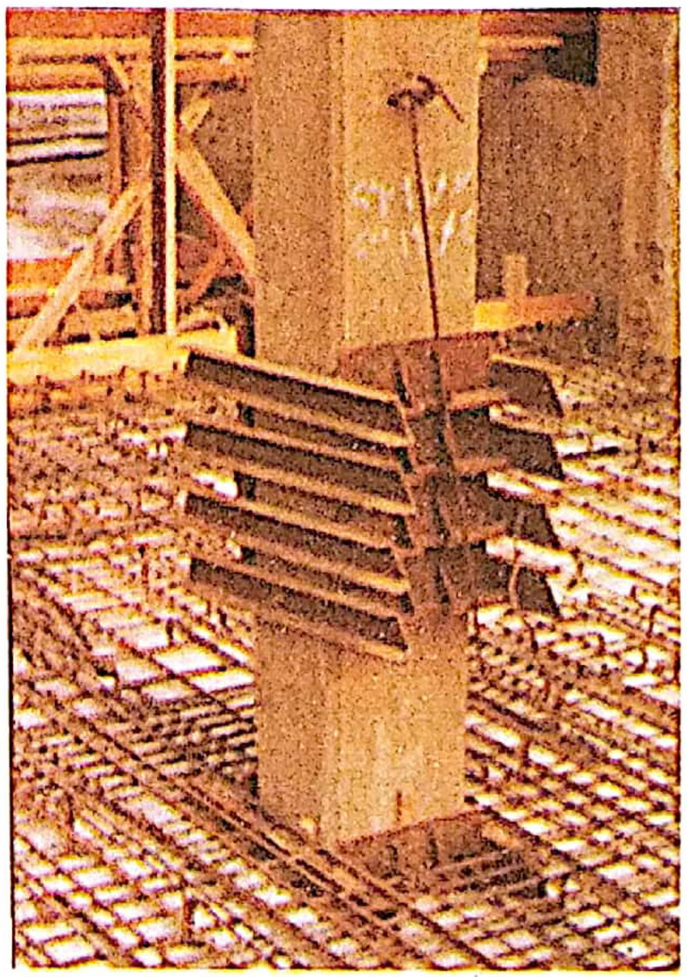


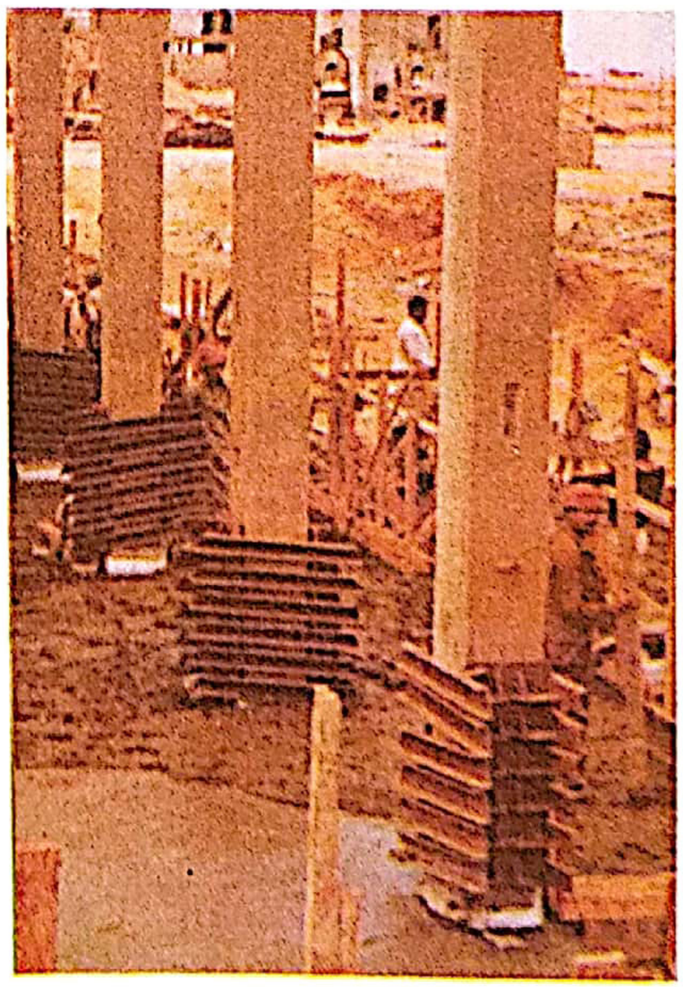
(٨)

(٧)

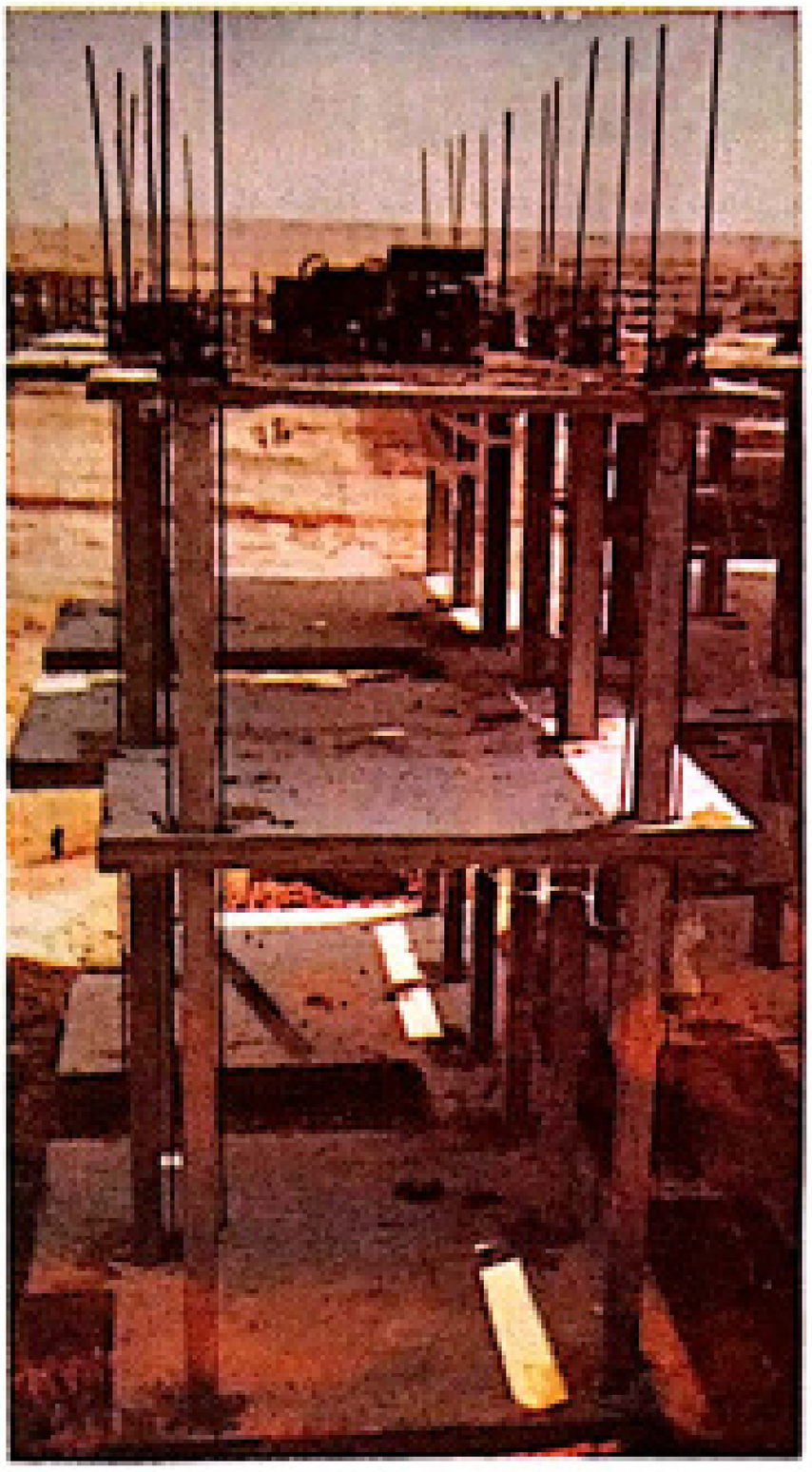
المبنى بعد اكتمال التنفيذ

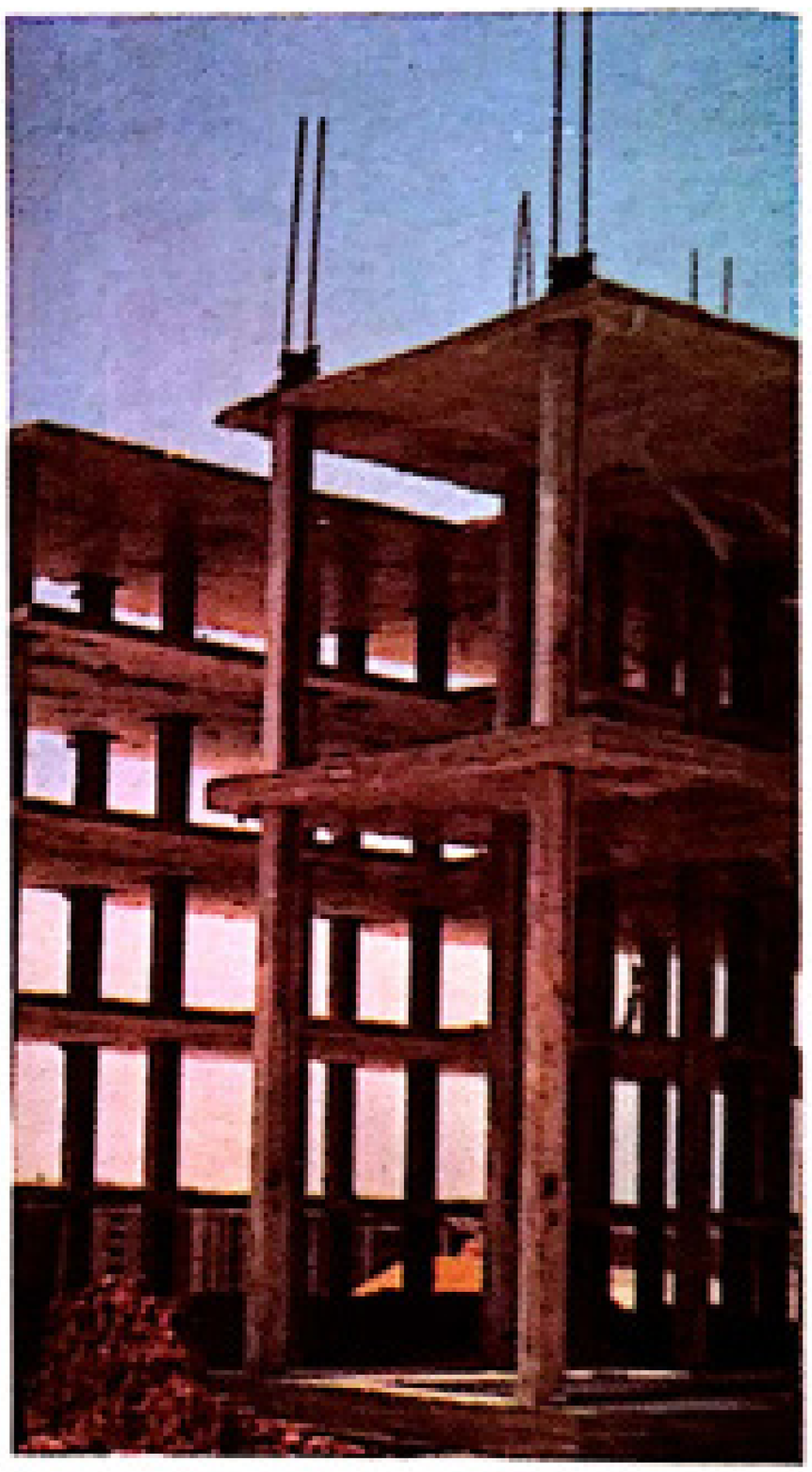






الصور توضح طريقة وضع الطوق الحديدي Steel Collar حول الأعمدة
في احدى المباني المنفذة بالقاهرة





احدى المباني التي تم تنفيذها على نظام البلاطات المرفوعة في القاهرة اثناء عملية التنفيذ

المادة العازلة بين البلاطات :

المواد العازلة التي توضع بين البلاطات المصبوبة ممكن أن تكون مادة بتيومينية لحفظ الرطوبة لشك الخرسانة وتصلبها ، وكذلك لتسهيل عملية فصل البلاطات عن بعضها أثناء عمليات الرفع .

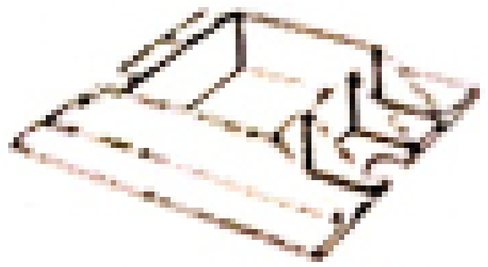
ويمكن أن تكون أما محلولا شحميا تدهن به أسطح البلاطات أو ألواحاً عازلة من بعض أنواع البلاستيك أو من المواد البتروكيمائية . ويفضل إستخدام النوع الثاني (الألواح العازلة) وذلك توفيرا للوقت الكبير الذي تحتاجه عملية الدهان ، أما الألواح العازلة والبتروكيمائية فلا تحتاج إلا إلى وضعها فوق البلاطات مباشرة .

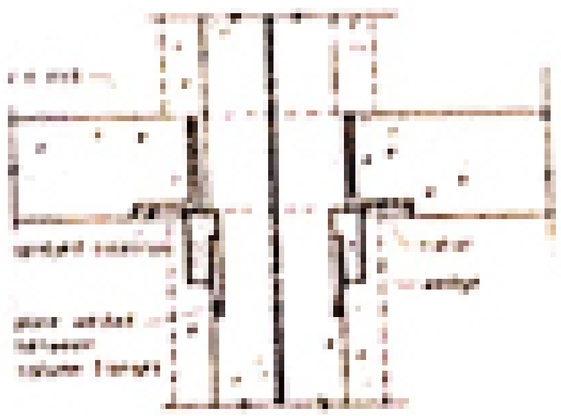
طريقة تثبيت البلاطات : Steel Collars

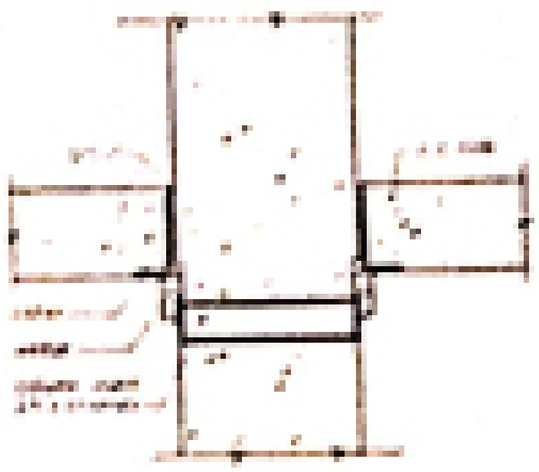
عند صب بلاطات الأسقف ، تترك فراغات أو فتحات فيها تمر فيها الأعمدة ، تثبت في هذه الفراغات إطارات حديدية تثبيتا جيدا في الخرسانة المسلحة للسقف أثناء صب البلاطات ، ويراعى ترك خلوص من ٣ ـ ٥ مم بين السطوق الحديدي والعامود . وترفع البلاطات حتى منسوبها الطبيعي ثم تثبت البلاطات بالأعمدة أما باللحام Welding أو بالمسامير Bolting أو أي طريقة أخرى طبقا للتصميم الموضوع، بعد ذلك يتم حقن الفراغ المكون في الوصلة بالمونة الاسمنتية . وتختلف شكل الإطارات والأطواق الحديدية من شركة منفذة إلى أخرى ، فهي متعددة الأنواع والأشكال .

الروافع :Jacks

ترفع البلاطات باستخدام روافع هيدروليكية تركب على كل عامود . ويتم التحكم في جميع الروافع التي ترفع بلاطة السقف الواحد في الموقع عن طريق تحكم مركزي







الصور لين ثلاث طرق مختلفة للطوق الحديدي ودلالته بالصاره

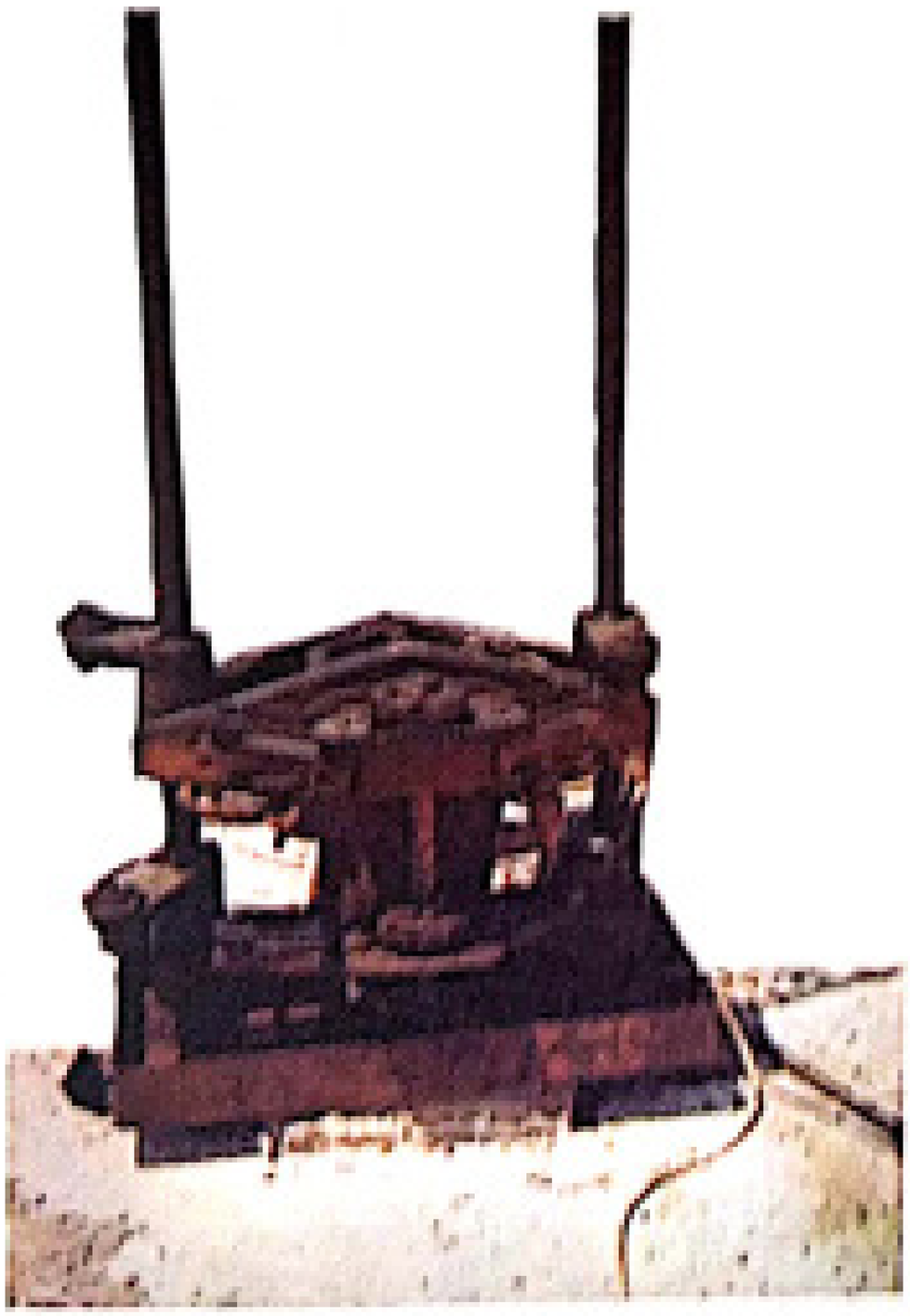
أوتوماتيكي ، حتى ترتفع جميعها في آن واحد وبمعدل واحد يضمن بقاء بلاطة السقف أفقيا عند الرفع حتى تثبيتها في الموقع الطبيعي أو المستوى المطلوب .

وتتوقف التكاليف الكلية لنظام البلاطات المرفوعة على التكاليف الخاصة بعمليات الرفع Lifting operation بصفة خاصة هذا بالإضافة إلى تكاليف المعالة والمواد وزمن المشروع . وبطبيعة الحال تزداد تكاليف رفع البلاطات كلما زاد أرتفاع المبنى ، وعلى الجانب الآخر تزيد التكاليف أيضا للمبنى إذا ما أستخدمت الروافع في المباني ذات الأدوار المنخفضة .

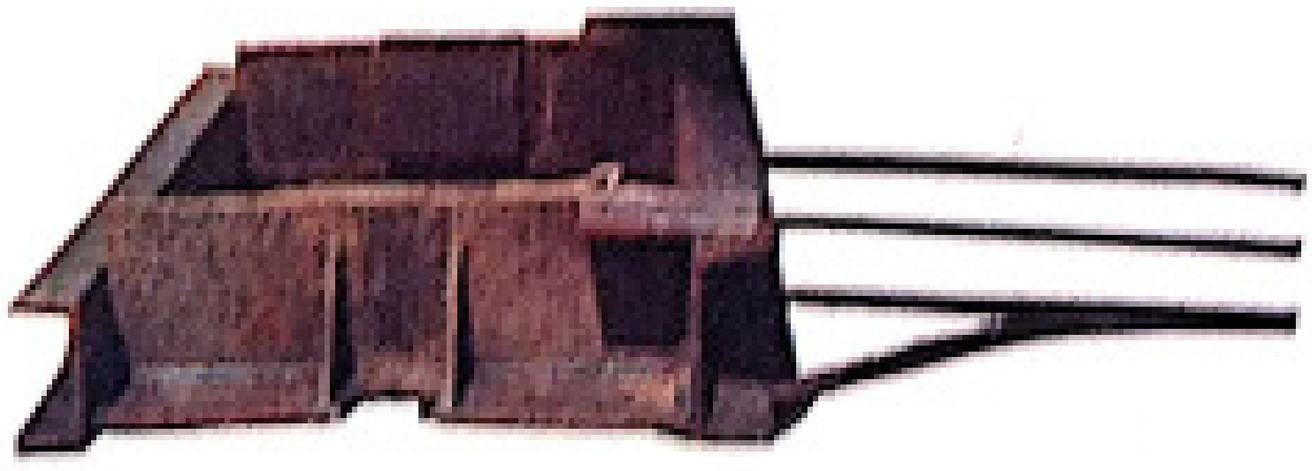
استخدام الخرسانة سابقة الاجهاد : Pre-stressed concrete

يمكن إستخدام الخرسانة سابقة الأجهاد في صناعة البلاطات خاصة في حالة البلاطات

جهاز التنبيه الآلي



ماكينة رفع البلاط



القطر الحديدي

ذات البحور الواسعة أو الأسقف التي تتحمل أوزانا كبيرة عندئذ يمكن تقليل سمك البلاطات وبالتالي تقليل وزنها .

بعض الإعتبارات المعمارية في تصميم هذا النظام :

يفضل إنشاء بعض الأجزاء الخاصة في المبنى بطريقة أخرى . فعلى سبيل المثال يكون إنشاء أبراج السلالم والمصاعد بإحدى الطرق الأخرى ، وقد تستعمل طرق تقليدية ، بحيث تصمم لمواجهة قوة دفع الرياح . ومن المستحسن تركيز مثل هذه الأجزاء خارج البلاطات حتى لا تضعف البلاطة في حالة عمل فتحات كبيرة فيها . ولهذا يفضل وضع تلك الأبراج أما في نهاياتها أو في الفواصل بين بلاطة وأخرى . فهذا يضمن قوة تثبيت المبنى ببعضه وكذلك يحمي البلاطة من عمل فتحات كبيرة بها لبناء مثل هذه العناصر كما ذكرنا . وهناك تطوير مستحدث لهذه الطريقة . فبدلا من رفع البلاطات فقط إلى مكانها الطبيعي يتم تشطيب كل دور على حده على مستوى الدور الأرضي . بمعنى وضع الحوائط الداخلية السابقة التصنيع وجميع التوصيلات اللازمة ثم يرفع الدور بالكامل ويسمى هذا النوع بطريقة الأدوار المرفوعة Lift floor

مميزات نظام البلاطات المرفوعة

١ ـ لا تحتاج إلى شدات خشبية أو معدنية إلا للأجزاء الخاصة بجوانب البلاطات لأن عمليات الصب تتم جميعها على مستوى أرضية الدور الأرضي .

٢ ـ عدم وجود كمرات ساقطة مما يعطي مرونة كبيرة في الفراغات مع ضمان حرية تصميم أماكن الحوائط الداخلية .

٣ ـ يمكن إستخدام أسقف معصبة مكونة من كمرات خرسانية مسلحة أو إستخدام أسقف ذات بلوكات خرسانية مما تضمن تخفيف وزن البلاطة ـ وذلك بعمل فورمات خاصة أثناء صب البلاطات (هذا الإتجاه غير مستحب) .

٤ ـ لا تحتاج هذه الطريقة إلى أوناش عملاقة لرفع الخرسانة كما في الطرق الأخرى . فالإعتماد هنا يكون على الروافع Jacks المركبة على الأعمدة الخاصة بالمنشأ نفسه وذلك لرفع كل بلاطة في مكانها الطبيعي .

٥ ـ يمكن للأعمدة أن تكون مربعة أو دائرية المقطع حسب التصميم المطلوب .

٦ ـ يمكن أن تتم عمليات تشطيب الأدوار في تزامن مع عمليات رفع باقي البلاطات .

٧ ـ يمكن الاستغناء عن البياض ، وذلك لأن سطح البلاطة الخرسانية يكون نظيفاً مستوياً نتيجة لاستخدام الطبقة العازلة اثناء صب البلاطات . ويكتفي فقط ببعض عمليات الدهان .

٨ ـ سهولة أعمال التنفيذ ، حيث تتم نسبة كبيرة منها على مستوى الدور الأرضي ، من صب الأسقف وبها كل التركيبات الكهربائية والتوصيلات وخلافة ، ومن المعروف أنه من الأسهل والأوفر صب الخرسانة المسلحة على مستوى الأرضي .

٩ ـ تضمن هذه الطريقة وفراً في التكاليف النهائية ، مرجعة الإقتصاد في إستخدام المواد وتقليل الهالك منها والإقلال من حجم العمالة بالموقع ، استخدام الدور الأرضي لأداء كثير من عمليات البناء ، وتقليل زمن الانشاء (ضمان تزامن أعمال التنفيذ) .

عيوب نظام البلاطات المرفوعة :

أولاً : رفع البلاطات :

١ ـ يحتاج إلى دقة عالية ومراقبة محكمة مستمرة اثناء عمليات التنفيذ .

٢ ـ يلزم استخدام إعداد كبيرة من الروافع Jacks ولا بد من ضمان عملية التحكم الدقيق في عمليات الرفع لتكون في آن واحد وإلا حدث شرخ أو كسر في البلاطة الخرسانية .

٣ ـ لا يفضل إستعمال هذه الطريقة في المباني العالية ، حيث تلعب تكاليف رفع البلاطات دوراً كبيراً في إقتصاديات المبنى . فكلما زاد إرتفاع المبنى زادت معه تكاليف رفع البلاطات . وعلى الجانب الأخر لا يفضل إستخدام هذه الطرق للمباني المنخفضة الإرتفاع والتي تقل عن خمسة أدوار ، وإلا زادت التكاليف الخاصة بالرفع .

ثانياً : محددات الإرتفاع :

٤ ـ لا يجب أن يزيد إرتفاع الأعمدة عن حد معين ، وإلا حدث إنحناء Buckling وكسر للعامود في أثناء عمليات الرفع . لذلك يجب الأخذ في الاعتبار الدقة في دراسة امكانيات الأعمدة في حمل الروافع المكلفة برفع البلاطات . ويمكن صب الأعمدة على مراحل متتالية بمعنى إذا أريد تطويل العامود فيمكن صب مرحلة اخرى منه على مستوى أخر دور رفعت بلاطته على أن يراعي الدقة التامة في تثبيت العامود الجديد بالعامود الأصلي .

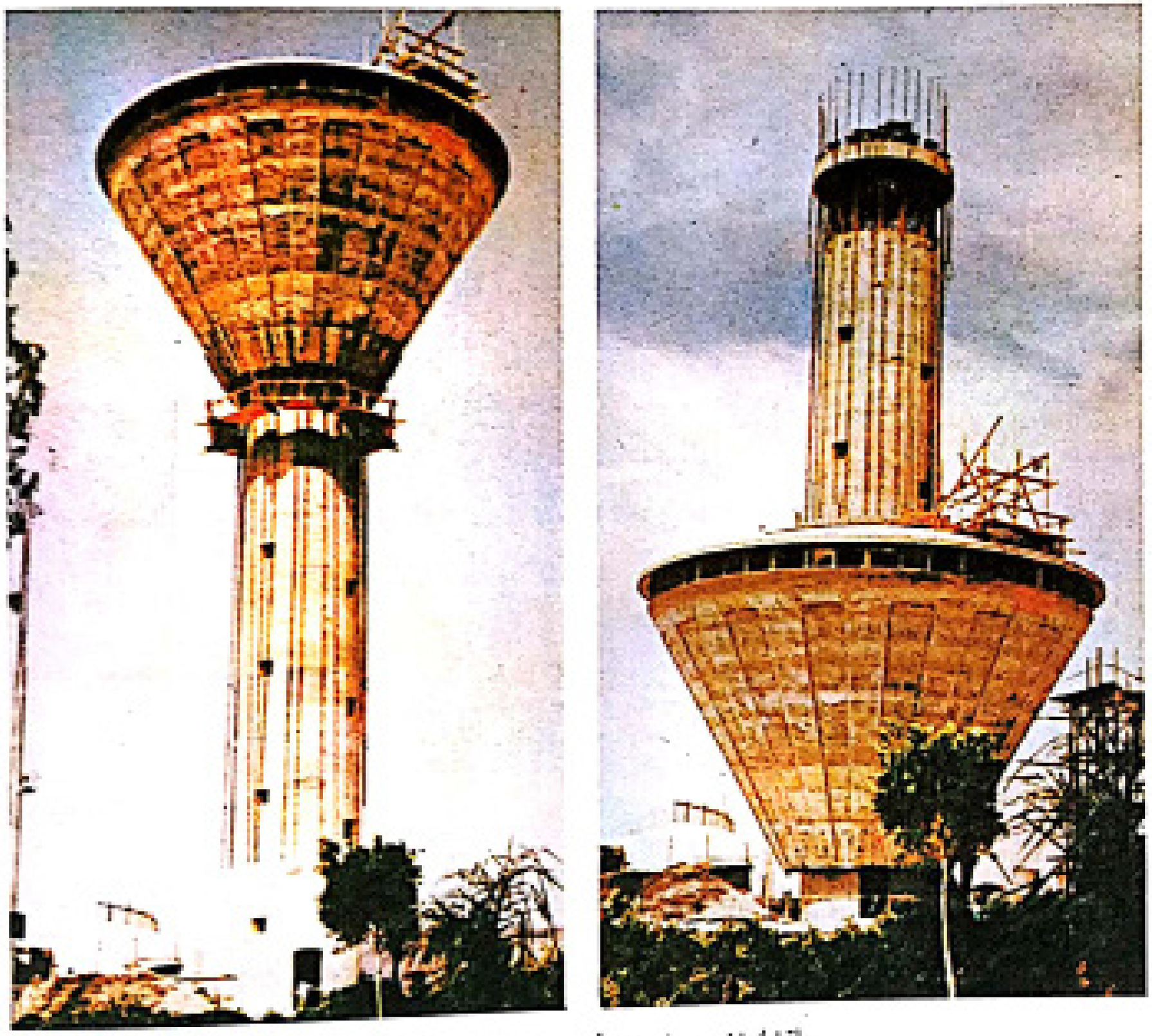
ثالثاً : محددات التصميم :

٥ ـ يلزم عمل بروز في البلاطة الخرسانية خارج الأعمدة بمقدار ٠,٦٠ الى ١,٠٠ م ويمكن استغلاله كبلكونات .

٦ ـ لا يفضل استخدام هذا النظام في المباني ذات البحور المتغيرة بمعنى البحور الغير منتظمة المسافات بين الأعمدة .

٧ ـ لا يفضل عمل فتحات كبيرة في البلاطات ضماناً لتماسكها اثناء عملية الرفع .

٨ ـ لا يعتبر هذا النظام اقتصادياً في حالة البحور التي تقل عن ٣,٦٠م (١٢ قدم) ومن الجدير بالذكر انه كلما زاد بحر البلاطة كلما قلت تكلفة الرفع لأن المسطح المرفوع سيكون كبيراً بالنسبة لعدد الأعمدة .



حملة الخزان بعد رفعها إلى أعلى برج بارتفاع ٢٨ متر أقي ١٥ ساعة

الصور توضح طريقة رفع خزان للمياه تم تنفيذه بالقاهرة على مستوى الأرض ثم رفع إلى مكانة باستخدام روافع

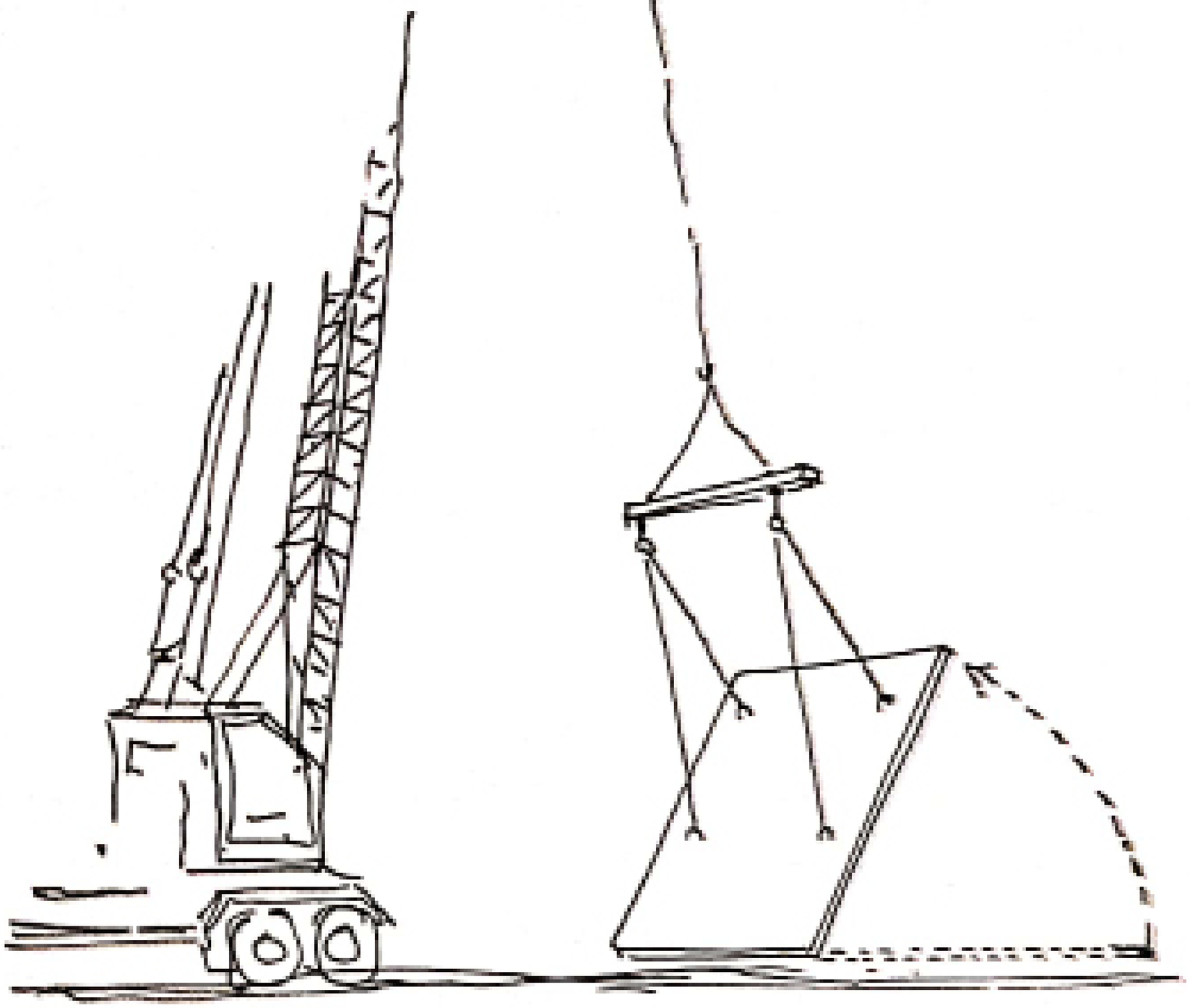
٩ ـ لا يصح من الناحية الإقتصادية أن يقل المسطح المرفوع عن ٥ ـ ١٠م ٢ لكل عمود .

عيوب التشطيب :

١٠ ـ تظهر كثير من عيوب التشطيب خاصة في الوصلات عند علاقة العمود بالبلاطة .

العمالة :

١١ ـ يحتاج إلى عمالة ماهرة بالموقع لعمل الوصلات بطريقة دقيقة (علاقة الاعمدة بالبلاطات اثناء التشييد) .



طريقة الشد مع الإمالة إلى أعلى

طريقة الشد مع الامالة إلى أعلى *Tilt-up Construction*

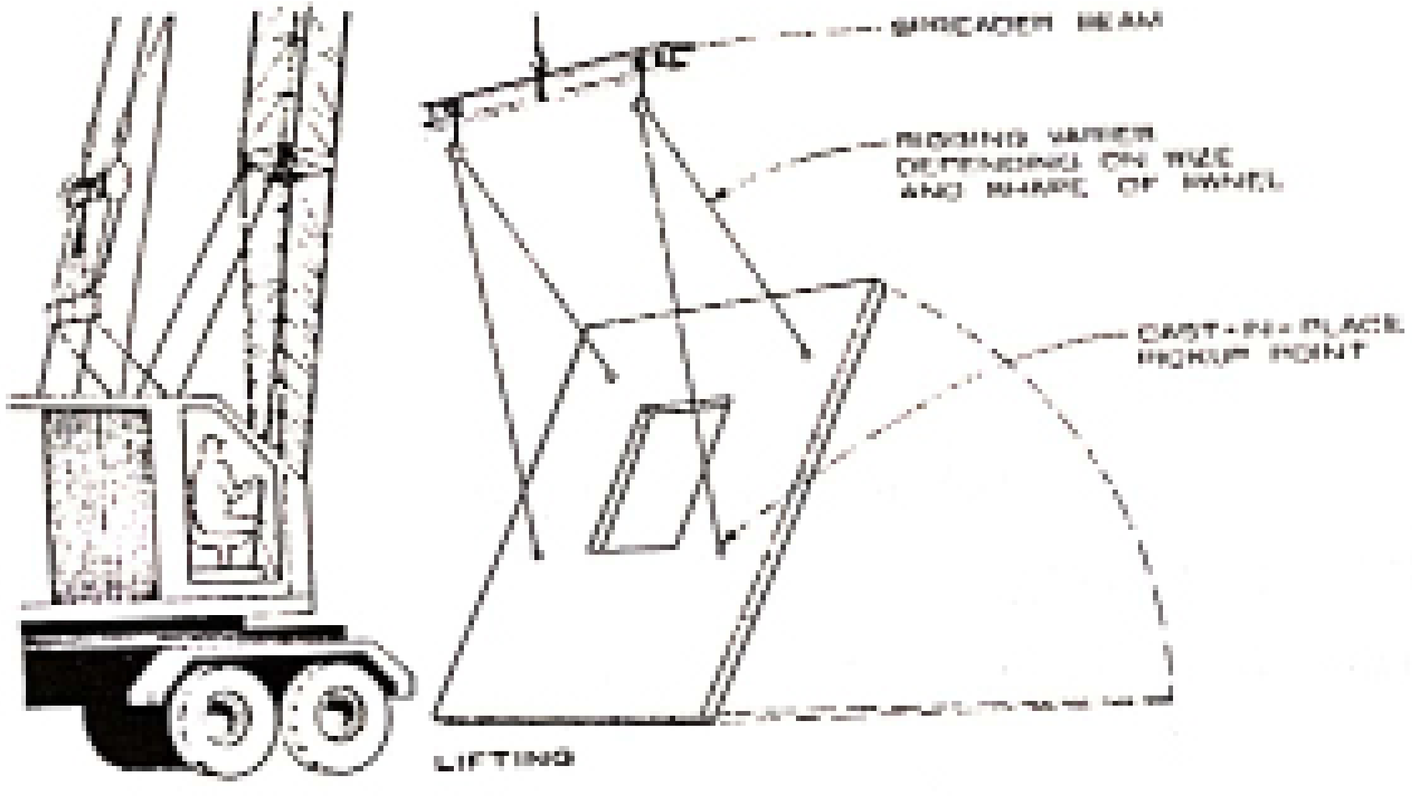
تشبه هذه الطريقة طريقة البلاطات المرفوعة Lift Slab من ناحية إنه في كلتا الطريقتين تصب الحوائط أو الأسقف في مكان ثم تأخذ وضعها الطبيعي بعد ذلك وتستخدم هذه الطريقة في الولايات المتحدة الأمريكية .

الفكرة الإنشائية :

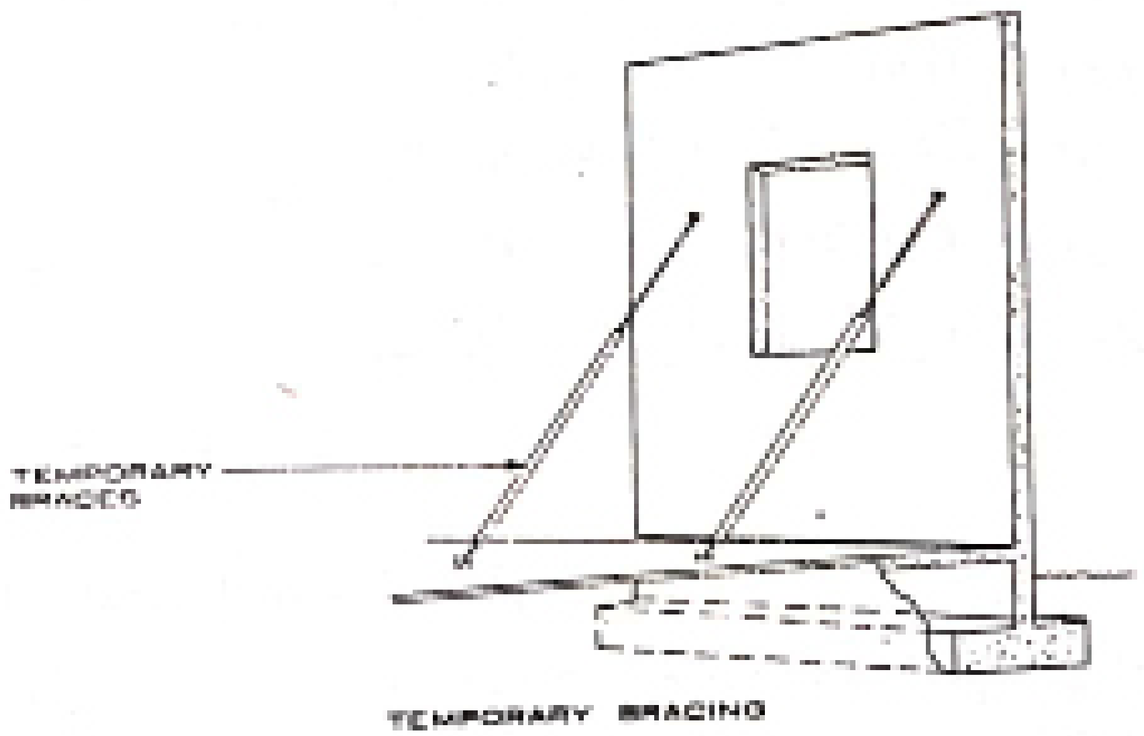
تستخدم هذه الطريقة في المباني متعددة الطوابق . وتتميز بامكانية صب الحوائط أفقياً على مستوى الأرض أو على البلاطة الخرسانية in Horizontal Position ثم يستعدل الحائط لياخذ وضعه الطبيعي الرأسي Vertical Position وذلك بأن يمال ويرفع إلى أعلى من ركنين متجاورين به ويثبت في المكان المخصص له . وتستخدم بلاطة السقف التالي كأرضية تجهيز عليها الحوائط أفقياً إلى أن تأخذ وضعها الطبيعي ثم يشد إلى أعلى ويتم تثبيتها رأسياً وهكذا حتى يتم الإنتهاء من حوائط كل الأدوار .

التصميم الإنشائي لنظام الامالة إلى أعلى :

تعتبر هذه الطريقة من الطرق التي تعتمد على سبق الصب Precast في الموقع حيث يتم صب الحوائط والأعمدة في الوضع الأفقي ثم تستعدل لتثبت في وضعها الطبيعي ولا بد من



طريقة رفع حائط تم صبه أفقية



تثبيت الحائط مؤقتاً إلى أن يتم وضع السقف

الأخذ في الإعتبار عند تصميم الحوائط Wall Panels أن تقاوم مختلف القوى التي تتعرض لها سواء الأحمال التي سيتحملها خاصة إذا ما كان حائطاً حاملاً Bearing Wall أو القوى الناتجة من رفع الحائط وشدة لوضعه في مكانه وهذه الاعتبارات أيضاً تؤخذ كاحتياطات عند صب وتجهيز ورفع الأعمدة ايضاً في حالة استخدام اعمدة في هذه الطريقة .

وصلات الحائط : Wall Joints

يمكن معالجة الوصلات الأفقية بين الحائط والسقف بعدة طرق ولكن الطريقة الشائعة هي استخدام المونة الأسمنتية . فيرفع الحائط بطريقة الأمالة إلى أعلى مع الشد حتى يصبح رأسياً فوق المونة . ومن عيوب هذه الطريقة إنه قد يحدث هروب للمونة عند وضع الحائط عليها نتيجة لثقل الحائط نفسه . خاصة إذا كانت طبقة المونة كبيرة وتوضح الرسومات حلولاً أخرى لمعالجة الوصلات .

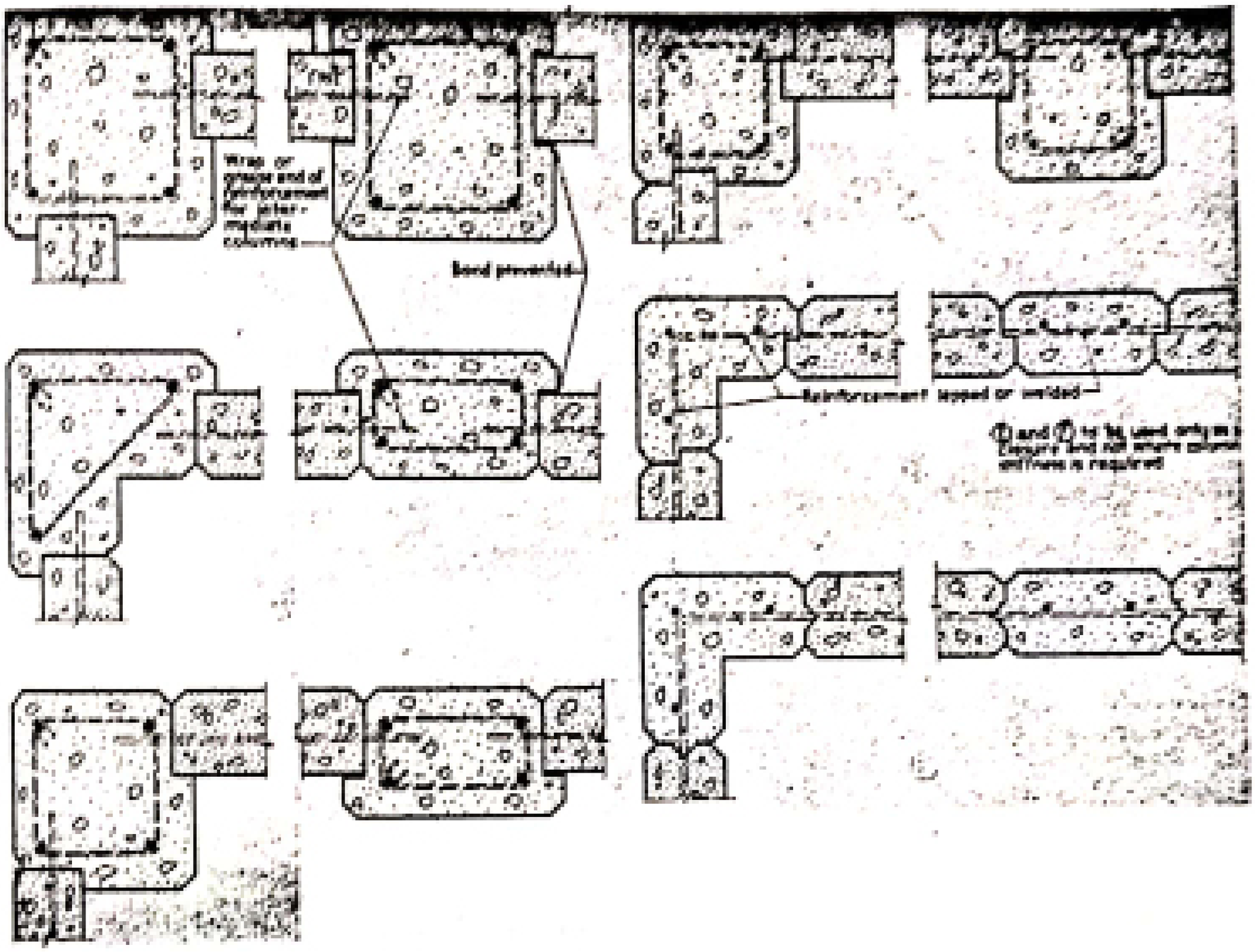
وصلات الأعمدة : Column Joints

تختلف بعض الشيء عن وصلات الحوائط ، ويزيد على وصلات الحوائط وجود وصلات راسية بين العمود والحائط نفسه ، وأحياناً تصب الأعمدة ، وترفع إلى مكانها بامالتها وشدها إلى أعلى من بعد صب وتركيب الحوائط ، وأحياناً يكون تركيب العمود أسبق . ولكن في الحالة الأولى يمكن للعمود أن يغطي بعض العيوب بالحائط خاصة في الأحرف كما هو موضح بالوصلات .

وعند تصميم مقطع العمود يوجد احتمالان :

١ ـ أن يكون العمود اكبر في السمك من الحائط وبذلك يكون هناك ركوب أو ركوبين من العمود على الحائط .

٢ ـ أن يكون العمود مساوياً في السمك للحائط . وفي هذه الحالة يكون من الأفضل



الوصلات بين الأعمدة والحوائط

طريقة الدفع المتأخر

٣ ـ طريقة الدفع إلى أعلى :*Push up System*

تشبه هذه الطريقة نظام البلاطات المرفوعة من ناحية أن الأعمال جميعها تتم على مستوى الدور الأرضي ، إلا أنها تختلف عنها في تكنيك التنفيذ .

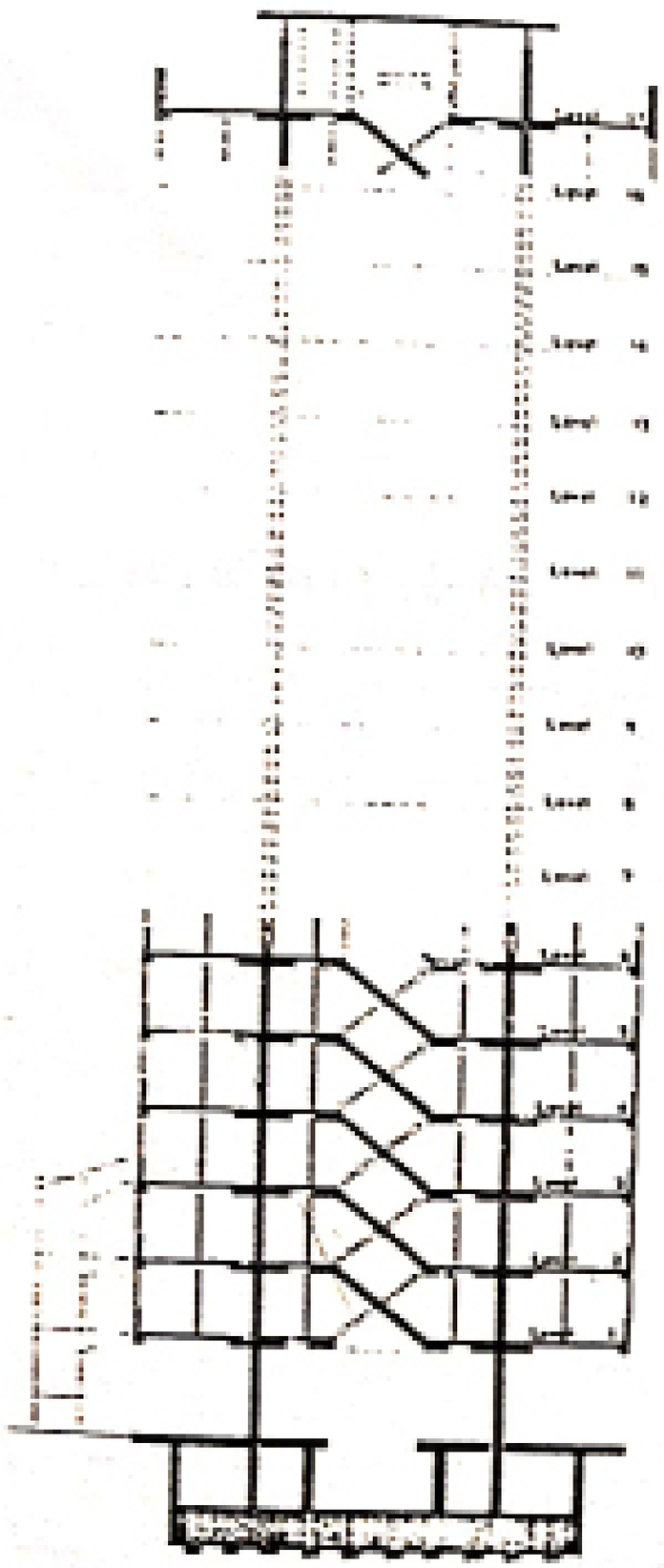
ففي نظام البلاطات المرفوعة Lift Slab تكون أول البلاطات المصبوبة هي سقف أول دور وآخر البلاطات المصبوبة هي بلاطة الدور الأخير ، أما في نظام الدفع إلى أعلى تكون أول بلاطة هي بلاطة سقف الدور الأخير والبلاطة التالية تكون سقف الدور قبل الأخير وهي التي تقوم بمثابة أرضية الدور الأخير . ثم يتم دفع الدور إلى أعلى لصب الدور الذي اسفله ويستمر الدفع إلى أعلى حتى تستكمل الأدوار بكاملها بهذه الطريقة .

ويقوم بعملية الدفع إلى أعلى رواقع Jacks ضخمة يمكنها تحمل وزن المبنى بالكامل وخاصة عند الإنتهاء من كل الأدوار وتعتمد الفكرة من الانشاء على وجود منشأ أساسي ثابت كقلب المبنى الذي يحتوي مناطق الخدمات أو على وجود أعمدة ضخمة يمكن تركيز الرواقع عندها .

مميزات طريقة الدفع إلى أعلى :

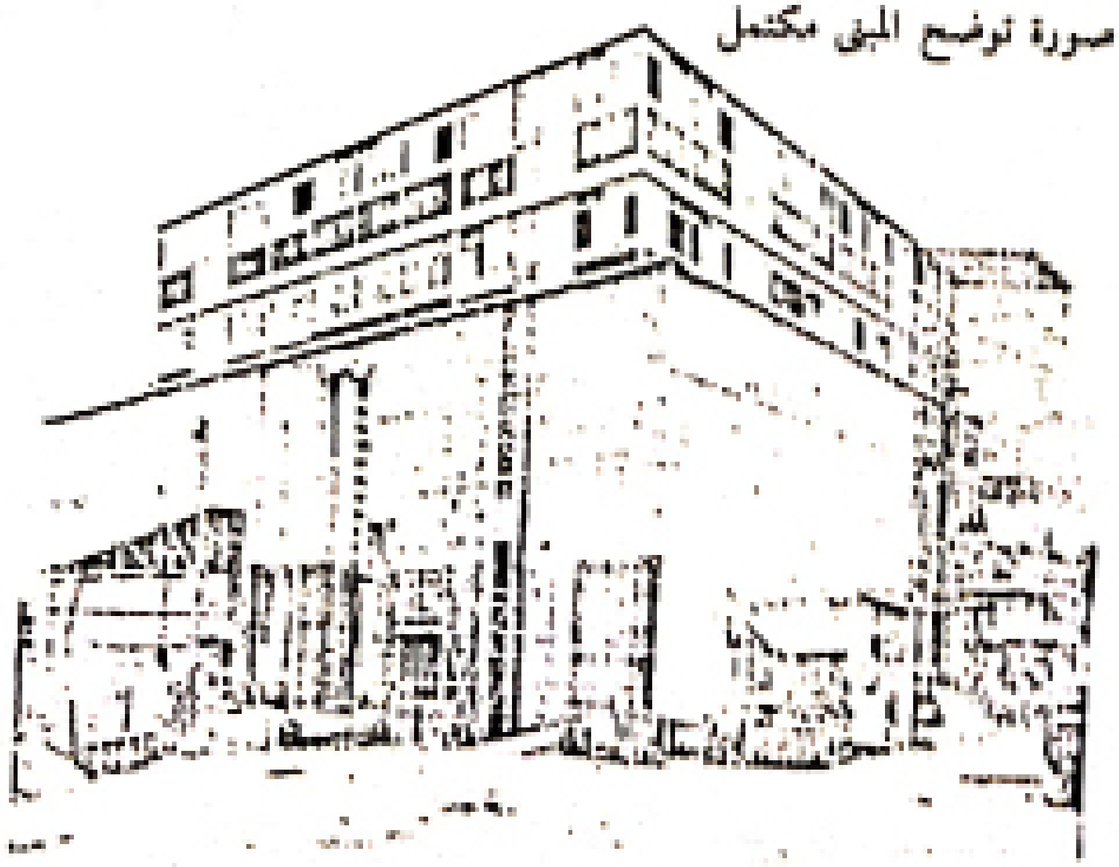
١ ـ العمل على مستوى الأرض بمعنى أن معظم الأعمال للأدوار تتم على مستوى الأرض من صب خرسانه وعمل حوائط التشطيبات المختلفة .

٢ ـ لا يحتاج إلى أوناش Cranes .

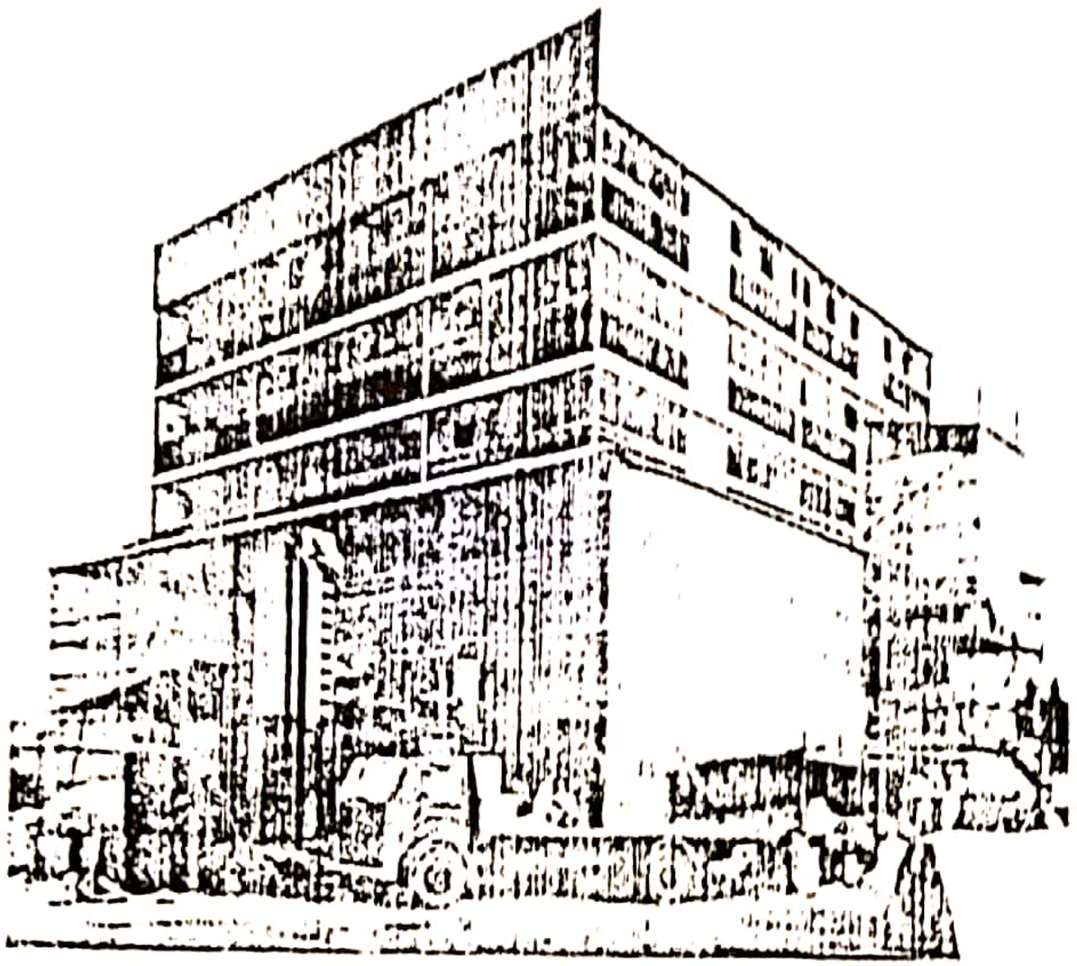


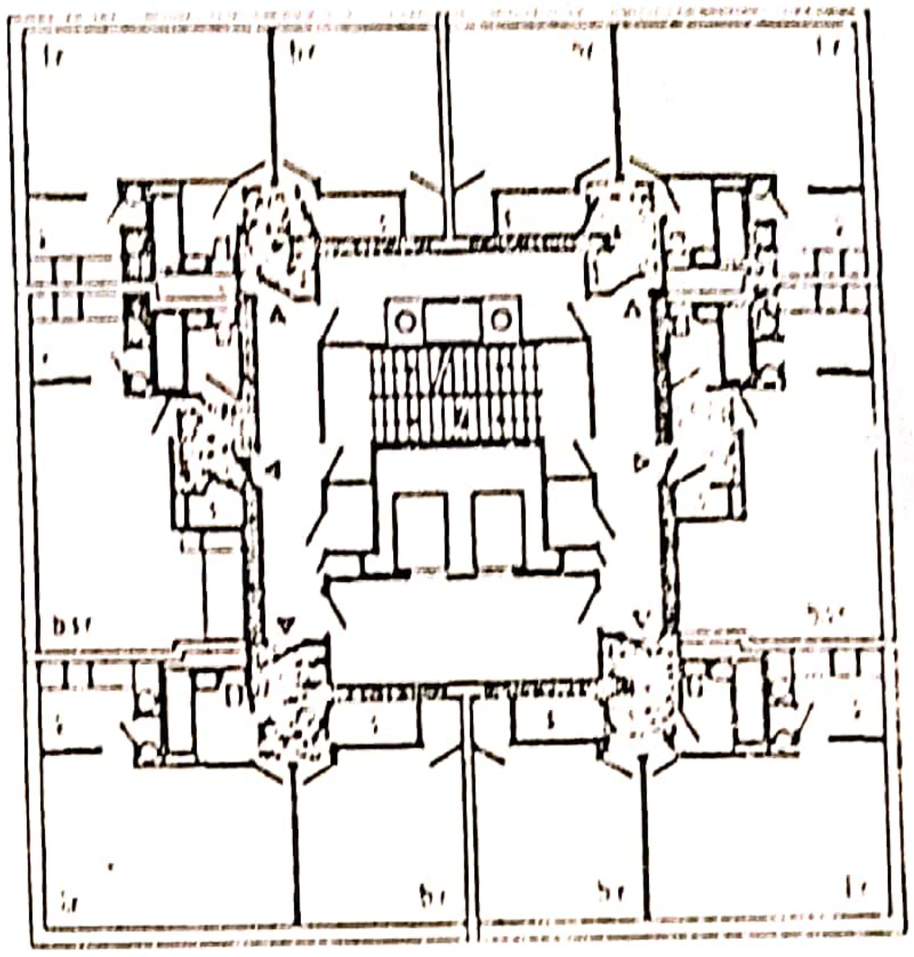
قطاع للمبنى

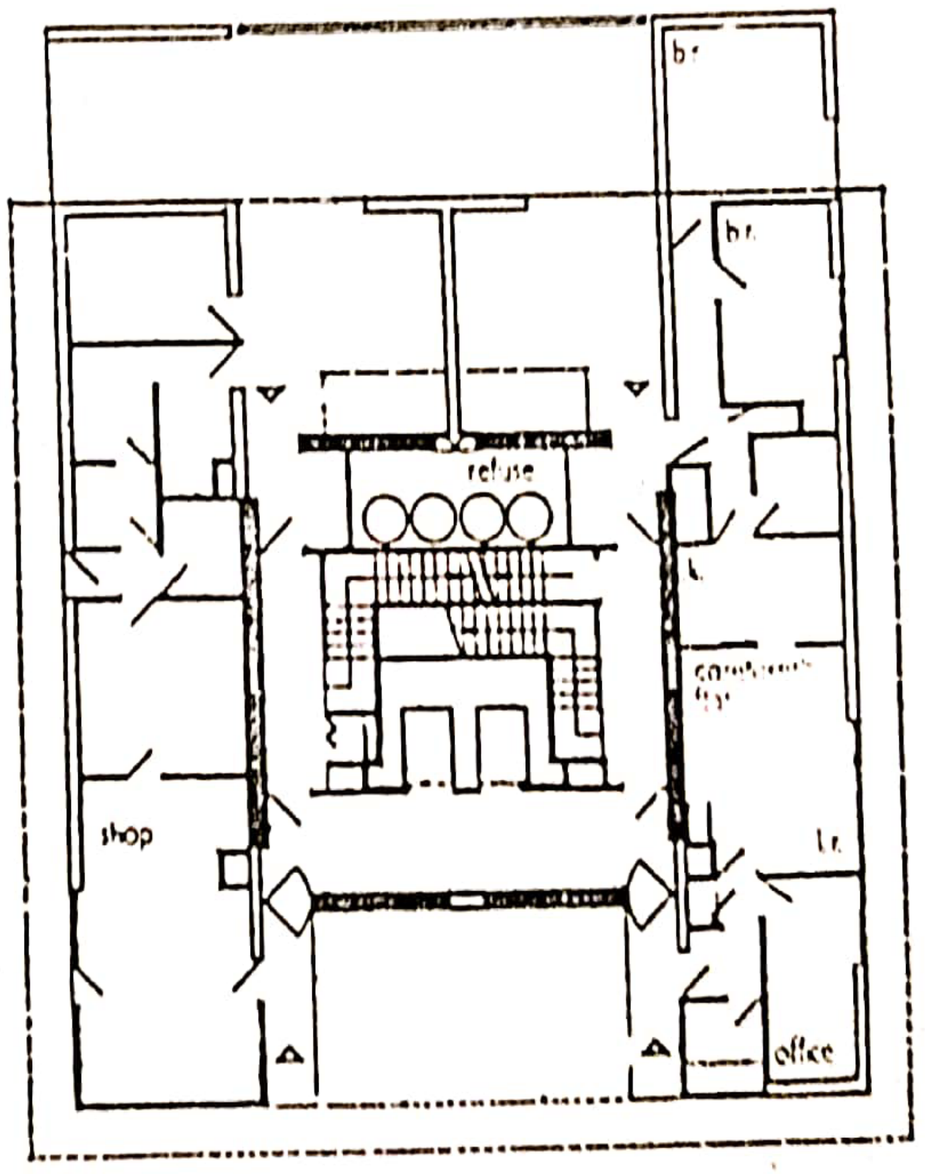
صورة توضح المبنى مكتمل



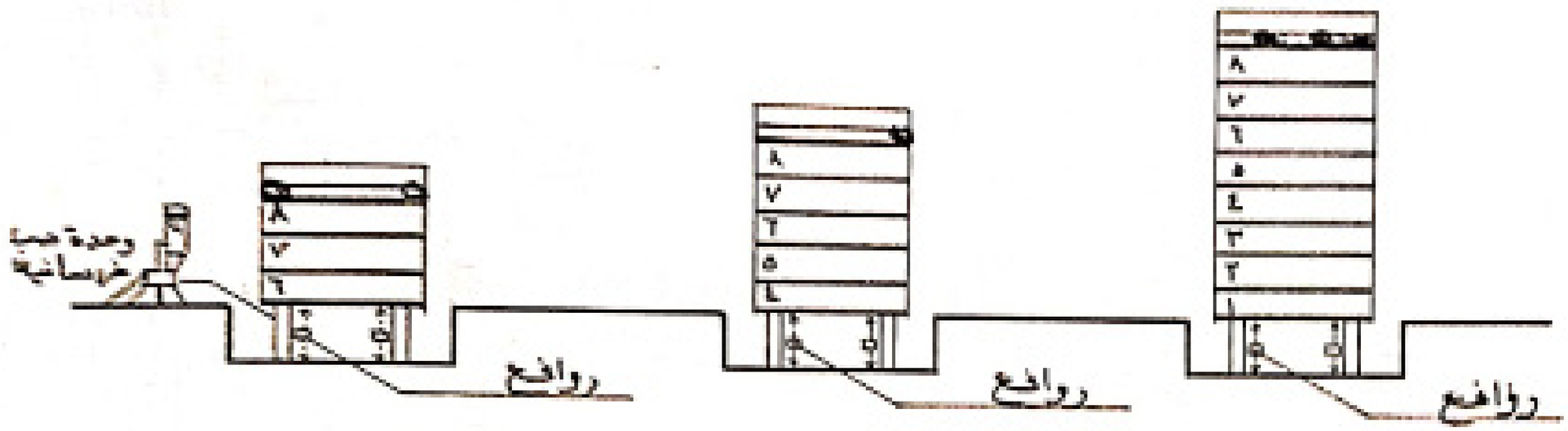
الصورة توضح تسلسل اقامة مبنى
بطريقة الدفع إلى اعلى







المساقط الأتية توضح أماكن الحوائط في القلب
التي ركب عندها الروافع أسفل المبنى



كروكي بين خطوات تنفيذ ورفع المبنى الذي يحتوي على ٨ أدوار

عيوب طريقة الدفع إلى أعلى :

١ ـ تحتاج إلى روافع ضخمة يمكنها من تحمل البناء بأكمله وخاصة في مراحله الأخيرة عند اكتمال المبنى .

٢ ـ لم تأخذ الصفة التجارية إلى الآن أو التطبيق على نطاق واسع .

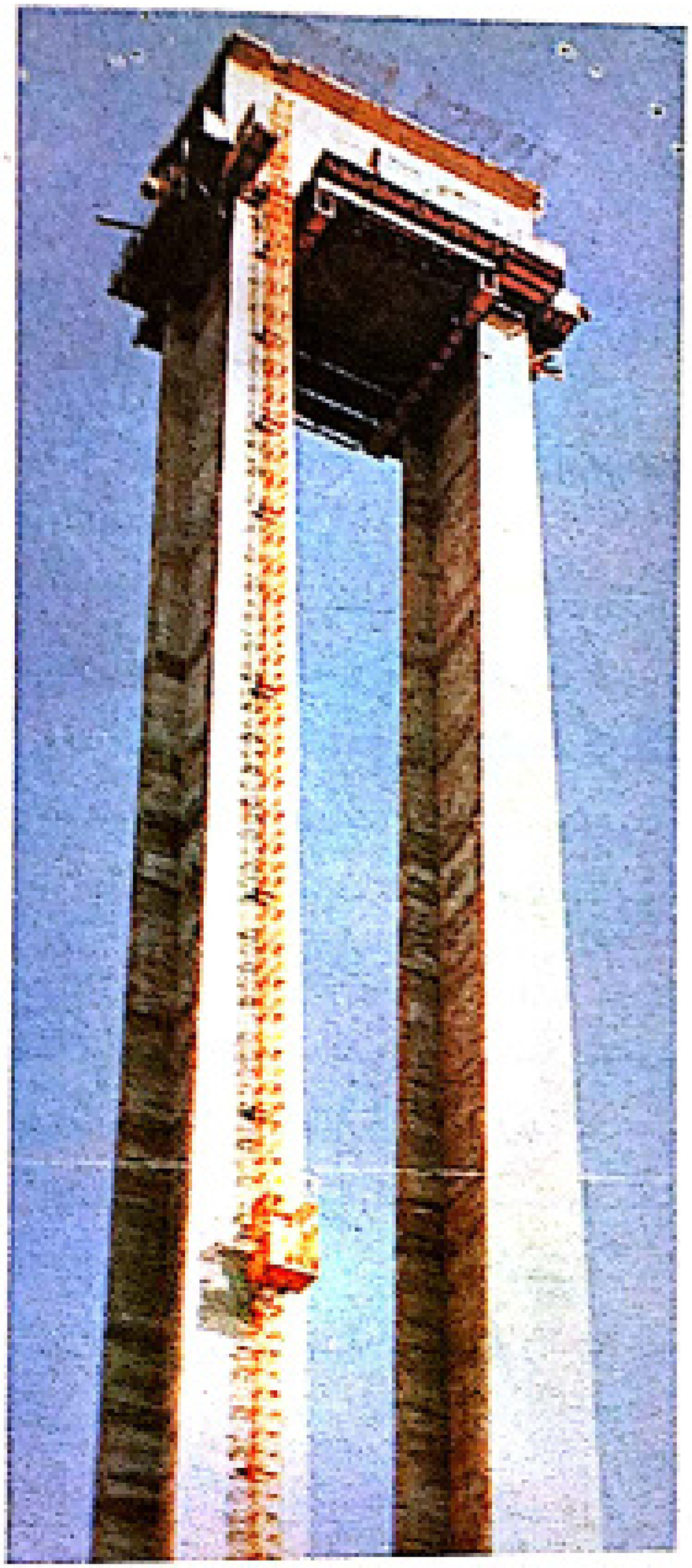
نظام الشدات المنزلقة رأسيًا

٤ ـ نظام الشدات المنزلقة رأسياً *Vertical Slip From System:*
الشدات المتحركة : Moving Shuttering

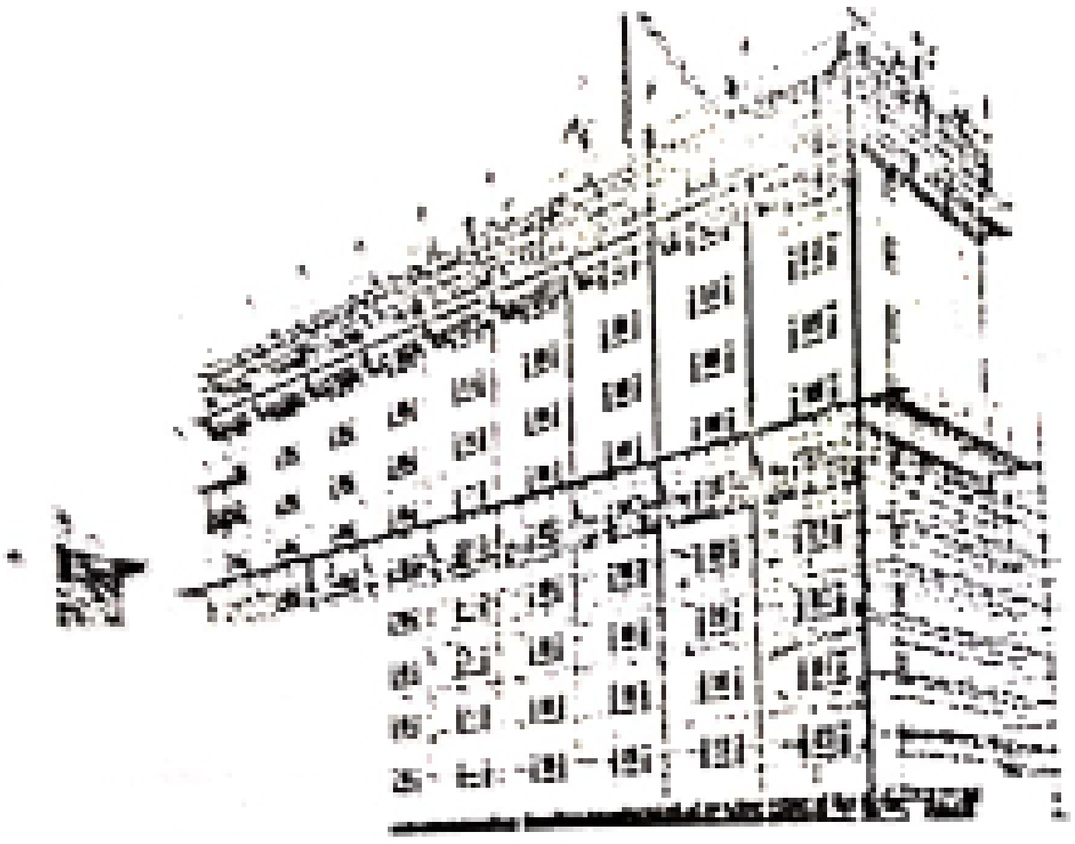
استخدم هذا النظام الأنشائي منذ فترة ليست بالبعيدة وقد بدأ التفكير في إستخدامه عند إنشاء المخازن الكبرى للغلال (صوامع الغلال) ودعامات الكباري ، والمداخن العالية ، وخزانات المياه والأبراج . وقد كان الهدف الرئيسي من الاتجاه إلى هذا الإنشاء هو البحث عن وسيلة لصب الخرسانة في المنشآت المرتفعة ذات القطاع الثابت بمعدل سرعة كبيرة بالإضافة إلى ضمان تصلب الخرسانة اثناء عمليات الصب المستمرة . مما ينتج عنه قطعة انشائية واحدة مستمرة بدون وصلات .

وقد امتد استعمال هذا النظام الإنشائي أيضاً إلى المباني المعمارية متعددة الطوابق خاصة بعد تطويره حتى يمكن إستخدامه مع تغيير قطاع الشدة . وبذلك اعطيت دفعة كبيرة لامكانيات تطبيقه على نطاق كبير . ولذلك استخدم في إقامة المنشآت المعمارية خاصة في المناطق المركزية للمبنى أو قلب المبنى الذي يحتوي السلالم والمصاعد والخدمات المختلفة . بل ويستخدم أيضاً بنجاح في صب الحوائط الرأسية الداخلية والخارجية ذات القطاع الثابت في بعض التطبيقات الناجحة له .

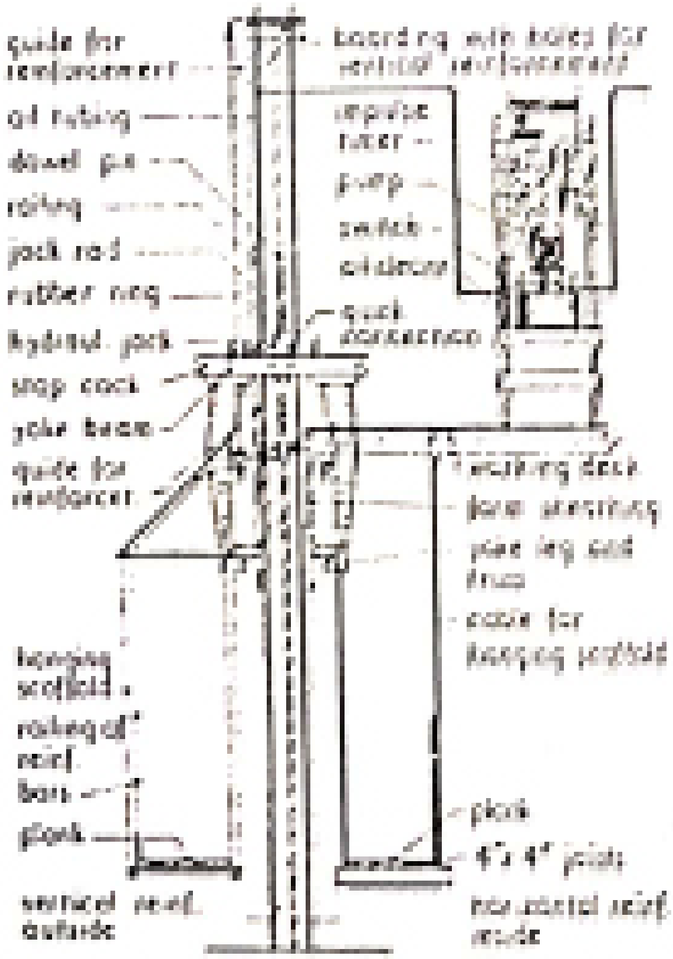
وتختلف الشدات المنزلقة عن غيرها من النظم الأخرى في امكانية استمرارية صب



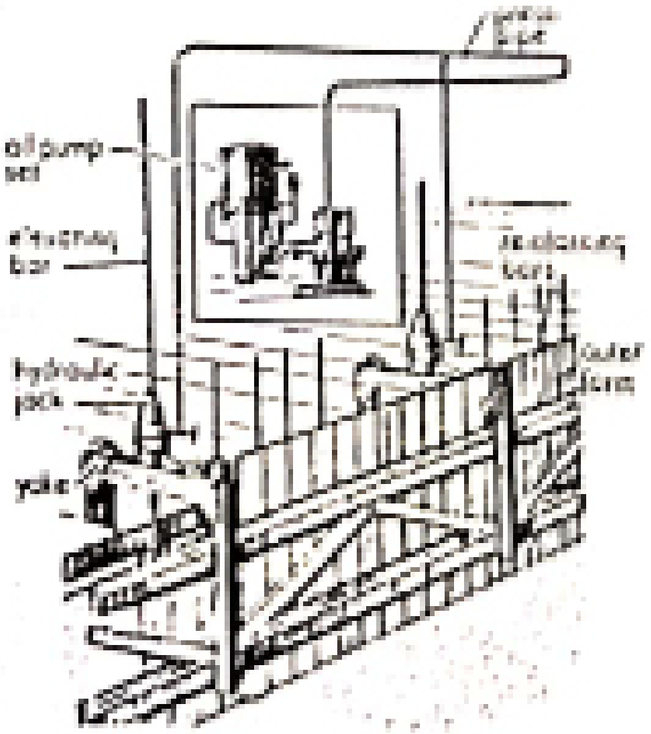
الصورة توضح وضع
إحدى الشدات المرتكزة لصب
اعمدة خرسانية بقطاع ثابت



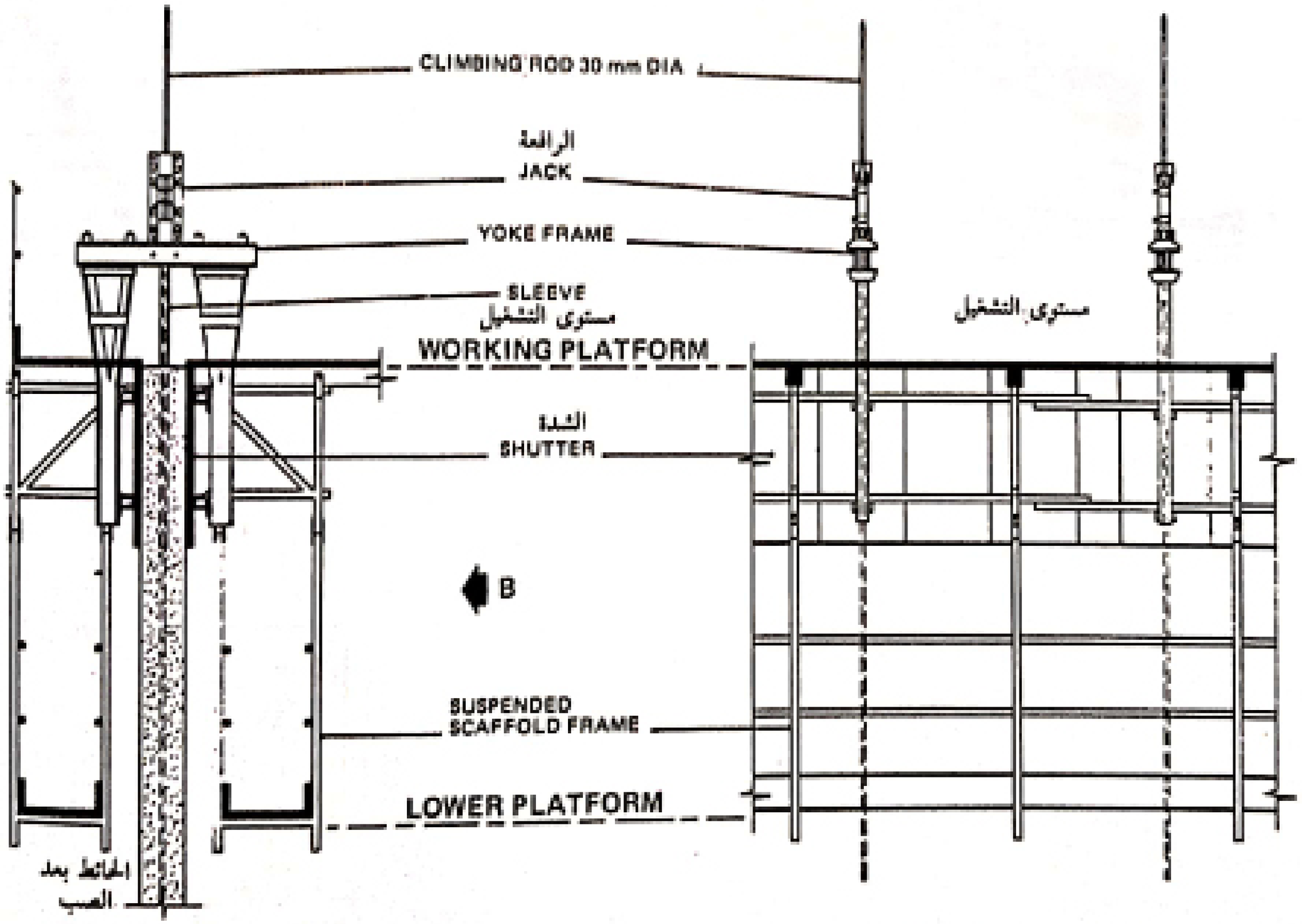
احدى المباني التي استخدمت فيها نظام الشدات المنزلقة



قطاع للشدة المستعملة



المعدات المستخدمة مع الشدات المزلقة في هذا المبنى



قطاع وواجهة للشدة المترلقة رأسياً

الخرسانة داخل شدات تتحرك إلى أعلى . أي ترتفع الشدات بالتدريج بواسطة روافع بمعدل ثابت مع استمرار صب الخرسانة المسلحة داخل هذه الشدات والفورم ويتوقف معدل السرعة على زمن الشك الإبتدائي للخرسانة . أي على الحد الذي تسمح به الخرسانة المحافظة على تشكيلها تحت ثقل وزنها .

وتختلف هذه الطريقة عن الطرق التقليدية لصب حوائط خرسانية بالآتي : ـ

الحالة التقليدية لصب حائط خرساني :

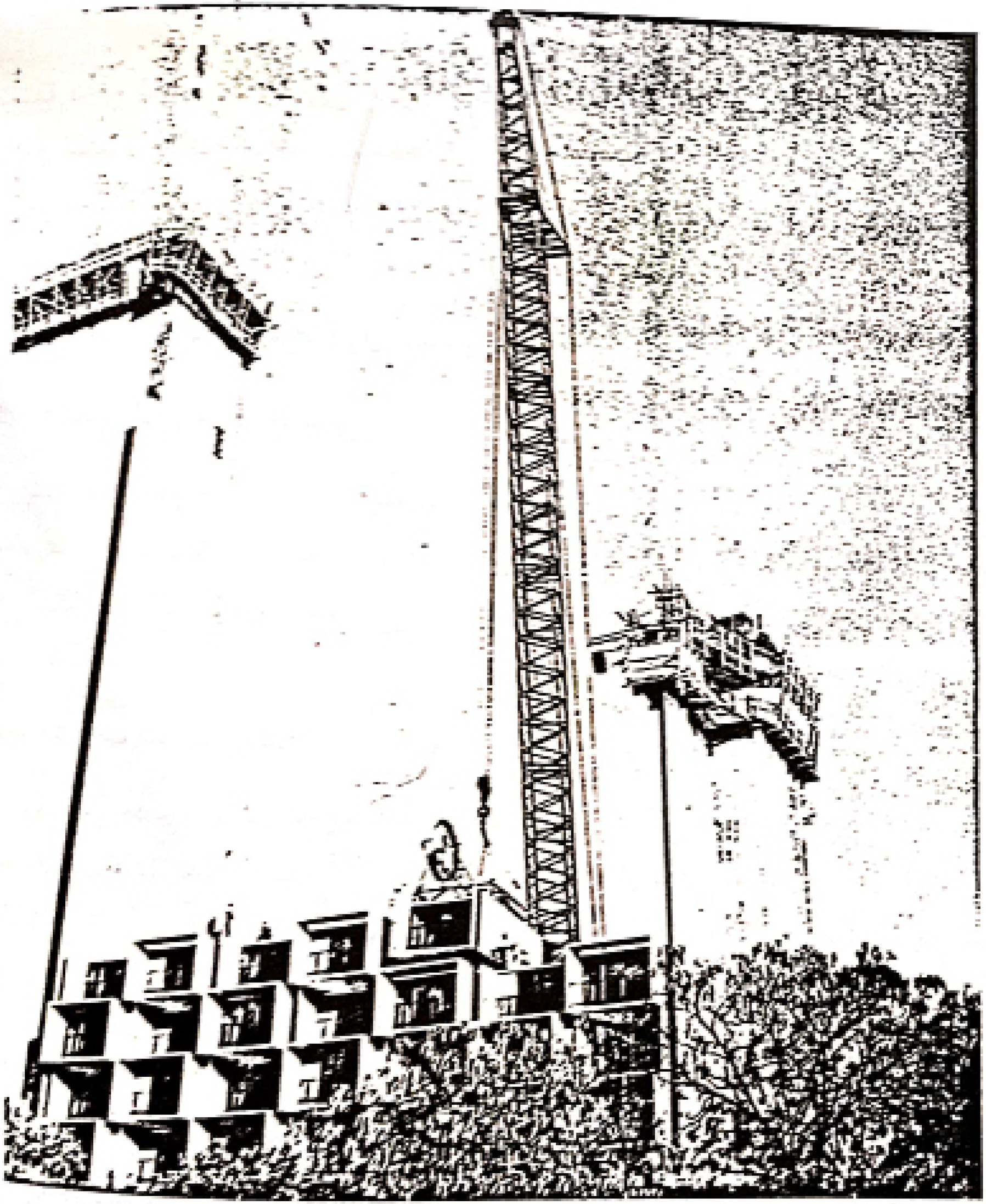
يتم عمل الفورم والشدات بالسمك المطلوب عن طريق إستخدام زوجين من الفورم يبعدان عن بعضها بمقدار السمك المطلوب للحائط ، ثم يتم صب الخرسانة بين الشدتين ويمكن بعد ذلك فك الشدات عند بلوغ الخرسانة لقوتها المبدئية التي تسمح لها بتحمل ثقل وزنها .

في حالة الشدات المنزلقة رأسياً :

يتم عمل جانبي الشدة للحائط بالسمك المطلوب والإرتفاع المحددة وترتبط هذه الشدات بروافع هيدروليكية تعمل بصفة مستمرة على التحريك والإرتفاع بالشدة إلى أعلى ويتم ضخ الخرسانة داخل الشدات بصفة مستمرة حتى يصب الحوائط بالكامل مع استمرارية ارتفاع الشدات إلى أعلى .

الفكرة الأساسية لنظام الشدات المنزلقة رأسياً :

تتلخص الفكرة الأساسية لهذا النظام في عملية استمرارية صب الخرسانة داخل شدات خشبية أو معدنية بالشكل المطلوب ترتفع بواسطة روافع هيدروليكية ويكون صب الخرسانة من أعلى الشدة التي ترفع رأسياً بالتدريج وبمعدل ثابت وفيه يتم ضخ الخرسانة داخل الشدات



احدى المباني التي استخدمت الشدات المنزلقة في اقامة المناطق المركزية فيه

بصفة مستمرة مع إستمرارية وضع حديد التسليح اللازم . ويحتسب زمن الرفع طبقاً لزمن الشك الابتدائي للخرسانة والذي يختلف بإختلاف نوع الاسمنت والطريقة المستخدمة لانضاج الخرسانة فإذا مااستخدم طريقة الإنضاج بالبخار مثلاً امكن زيادةسرعة انزلاق الشدة إلى أعلى . وبذلك يختلف معدل رفع الشدة إلى أعلى طبقاً للحد الذي تسمح به الخرسانة للأجزاء المصبوبة بالمحافظة على تشكيلها تحت الأحمال الواقعة عليها بالإضافة إلى وزن الخرسانة نفسها .

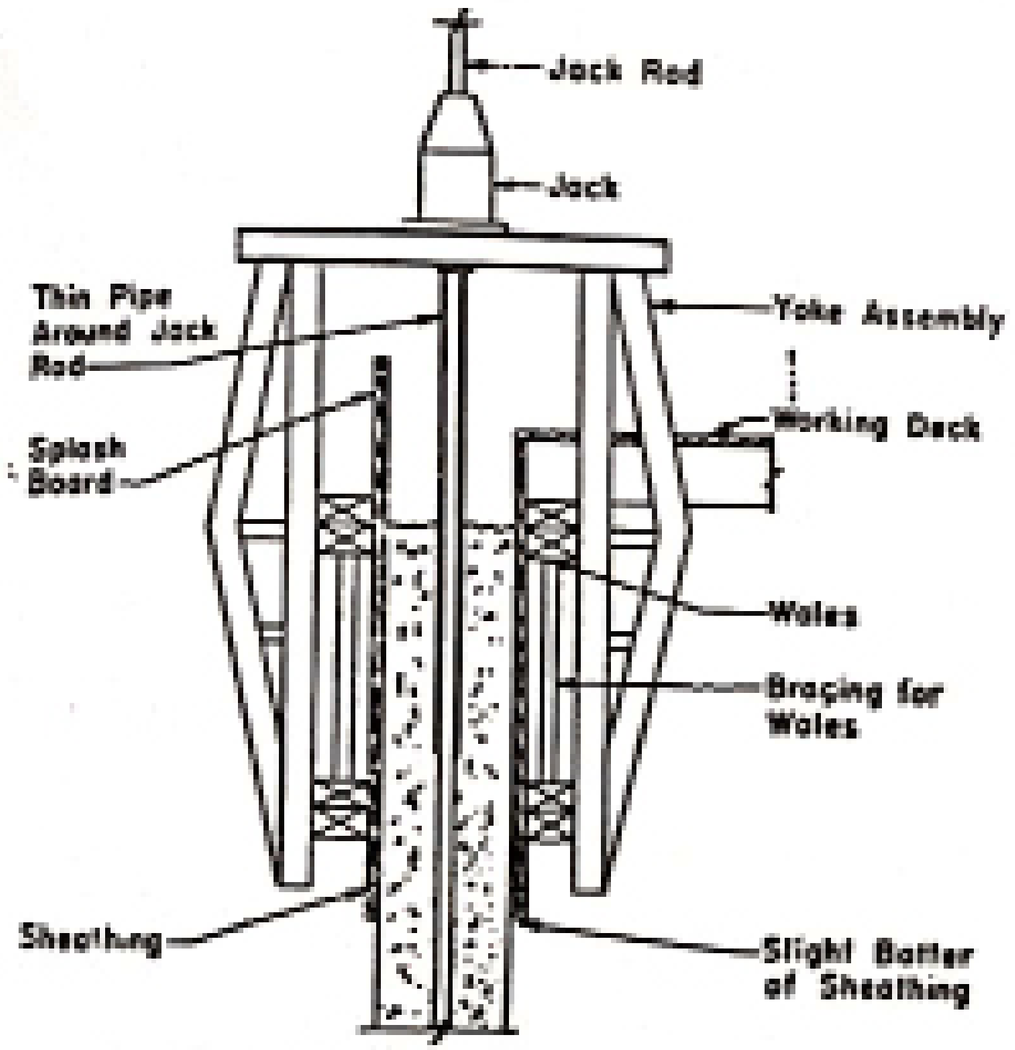
الشدة المنزلقة رأسياً :

يتكون جانباً الشدة من مستويين ، احدهما داخلي والآخر خارجي . وتتكون الشدة من ألواح خشبية أو ألواح من الصلب السابق تشكيلها . ويترك فراغ بين المستويين يمثل سمك الحائط الخرساني المطلوب صبه . وتحمل الشدات على روافع هيدروليكيه Jacking System تنزلق على محاور رأسيه .

وتحتوي كل شدة على منصة أو منتصتين لتسهيل اعمال التنفيذ . فالمنصة العلوية (الأرضية) تستخدم لوقوف العمال اثناء عمليات الصب والمراقبة أما المنصة السفلية فإن وجدت تستخدم لأعمال التشطيبات المختلفة للأجزاء من الحائط المنتهية الصب ، هذا لو كان هناك ضرورة لذلك .

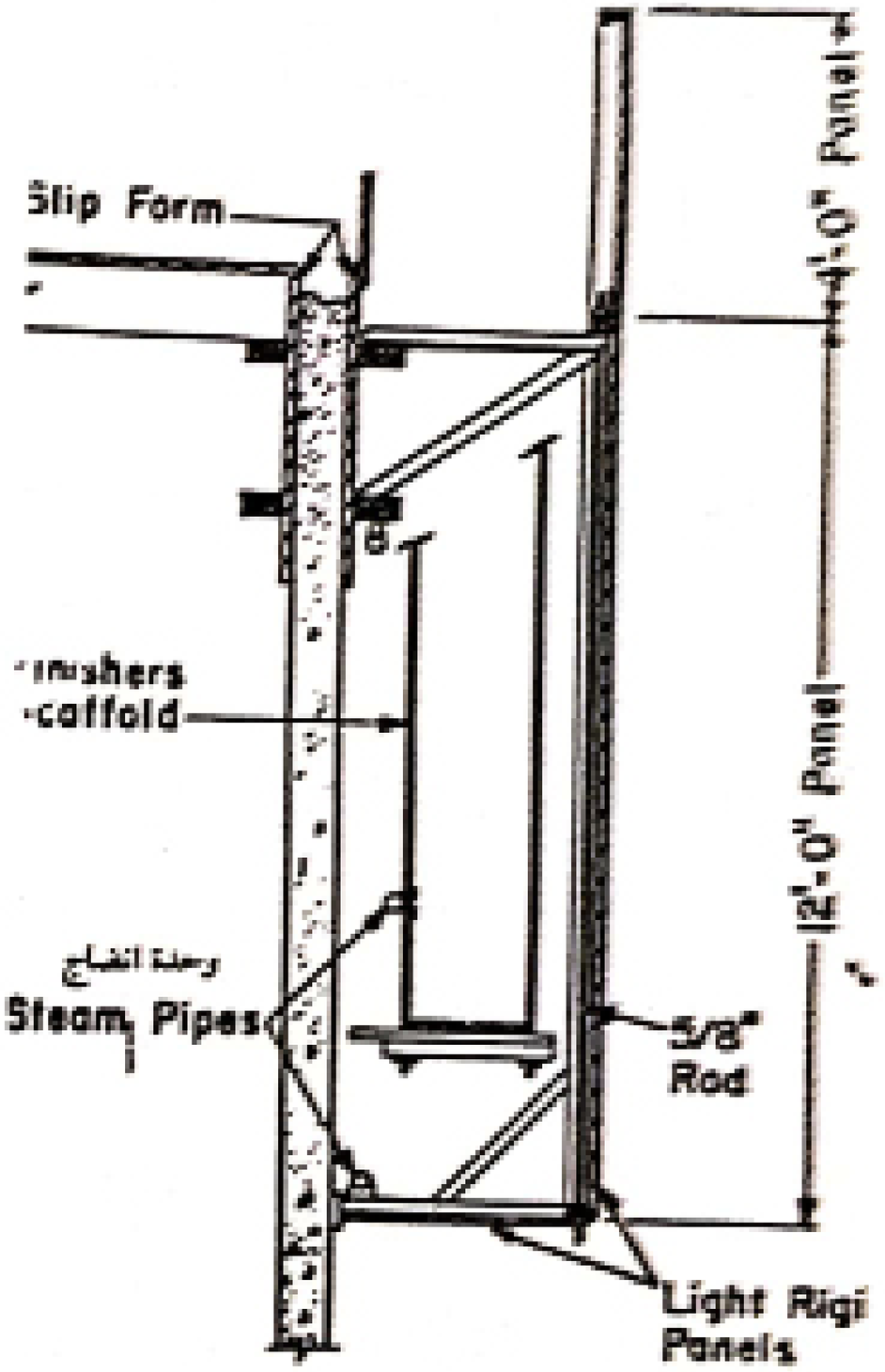
معدل انزلاق الشدة :

تنزلق الشدة لأعلى باستخدام الروافع الهيدروليكية بمعدل يتراوح بين ١٥سم - ٣٠سم / الساعة . وهذا المعدل يتحدد طبقاً لنوع الأسمنت المستخدمَ في الخرسانةَ . فالأسمنت سريع الشك يختلف عن الأنواع الأخرى للأسمنت ، أو طريقة الإنضاج المتبعة لذلك كان لا بد من معرفة زمن الشك الابتدائي للخرسانة أو درجة التصلد التي تسمح للخرسانة بالمحافظة على



قطاع تفصيلي للشدة

قطاع تفصيلي للشدة المنزلقة والتي تحتوي على وحدة انضاج بالبخار للإسراع في عملية الصب وتحريك الشدة الى أعلى.



سقالة فقرسدة في انشاء

تشكيلها على ان يراعي الدقة العالية وإلا سقطت الخرسانة عند انزلاق الشدة وتركها لجوانبها .

استعمال الشدات المنزلقة رأسياً :

يكون إستعمال هذه الشدات المنزلقة ـ كما قلنا من قبل ـ في العمارات متعددة الطوابق خاصة في منطقة القلب المركزي للمبنى أو مناطق الإتصالات الرأسية السلالم والمصاعد أو الحوائط Sheer Wall التي تتعرض لقوة ضغط الرياح Wind Pressure أو الحوائط الداخلية الحاملة ويستكمل اجزاء المبنى الأخرى بأي طريقة انشائية اخرى . قد تكون بالطرق التقليدية أو نظام البلاطات المرفوعة Lift Slab أو بوحدات سابقة التجهيز Prefabricated elements طبقاً للتصميم الموضوع .

مميزات نظام الشدات المنزلقة رأسياً :

١ ـ يمتاز هذا النظام بالحصول على منشأ متجانس يعمل كقطعة انشائية واحدة مستمرة .

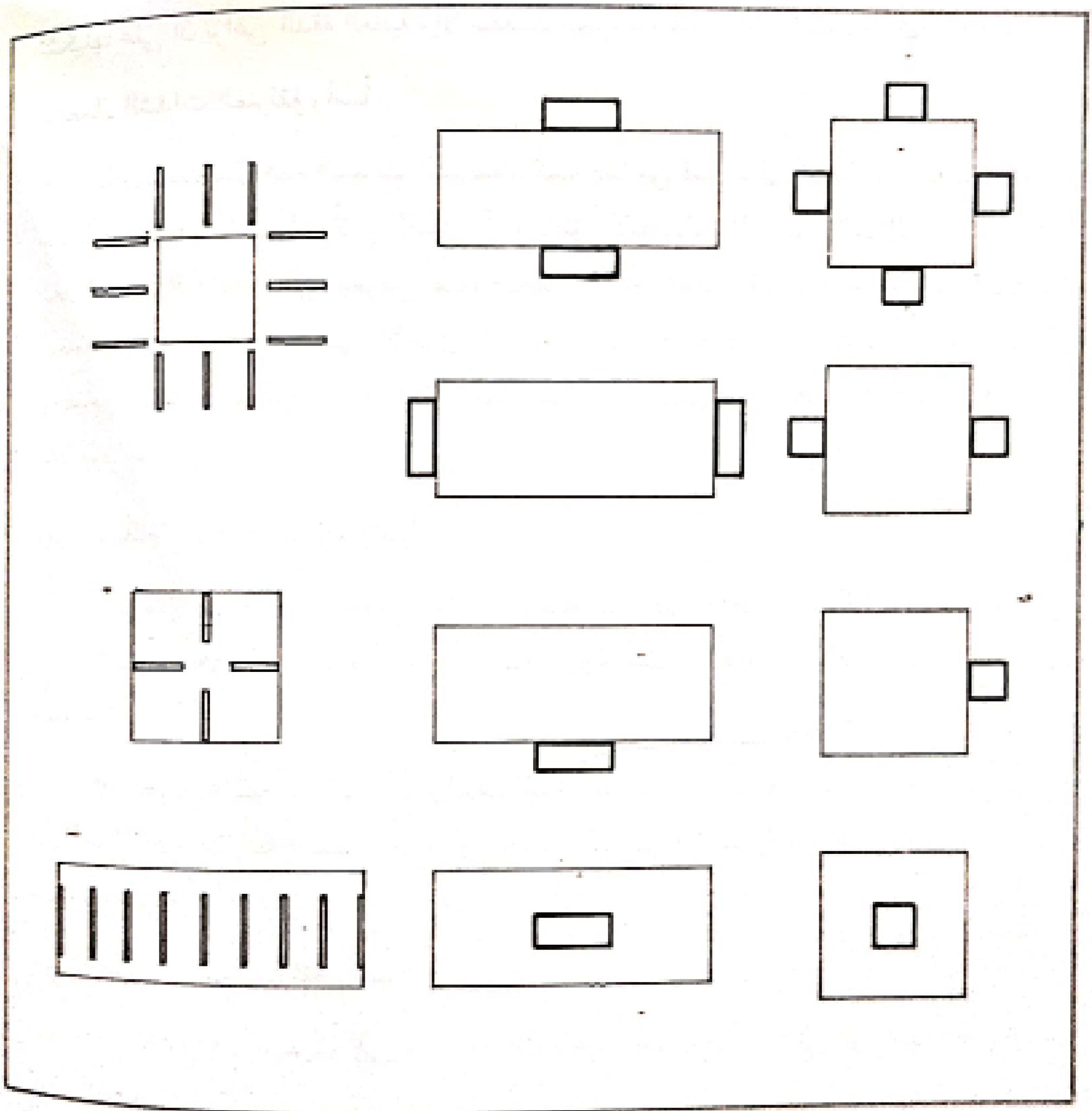
٢ ـ يتميز هذا النظام بمعدل سرعة مرتفع نتيجة استمرار عمليات الصب أوتوماتيكياً ليلاً ونهاراً .

٣ ـ يصلح لإقامة أبار السلالم والمصاعد والمناطق المركزية للمبنى والحوائط الرأسية التي تعمل على مقاومة ضغط الرياح أو الحوائط الرأسية الإنشائية وذلك في المباني العالية بشكل عام .

عيوب نظام الشدات المنزلقة رأسياً :

١ ـ تحتاج هذه الطريقة إلى فنيين لمراقبة العمل حتى يمكن تلافي أي عطل قد يحدث اثناء التشغيل .

٢ ـ إرتباط معدل الصب وإنزلاق الشدة رأسياً بمقدار الشك الابتدائي للخرسانة وبالتالي

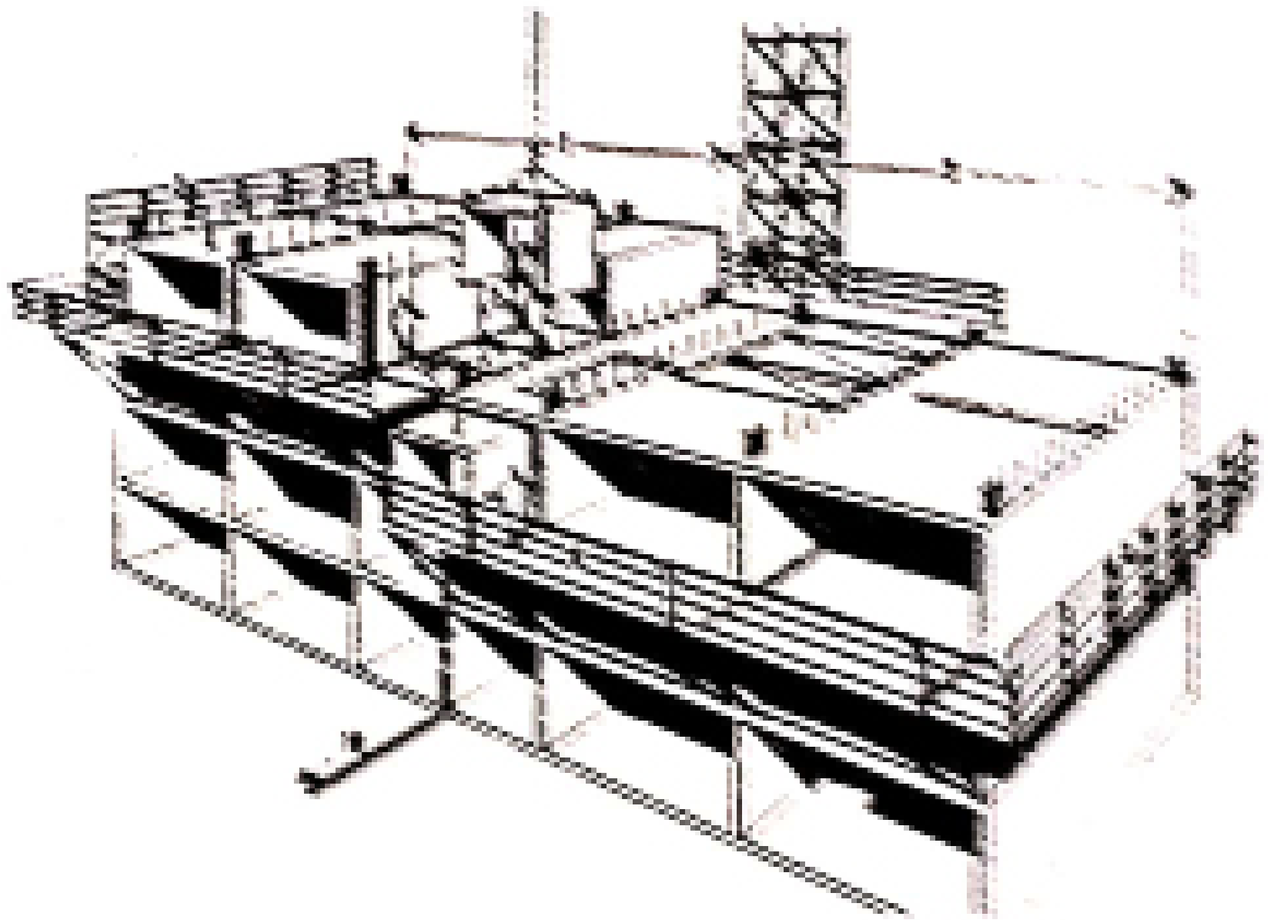


صورة توضح امكانية استعمال الشدات المزلقة في المناطق المركزية مناطق السلالم
والخدمات وأيضاً امكانية استعمالها في الحوائط المتكررة ذات الارتفاع الثابت

على درجة الحرارة في الجو . فقد يؤدي انخفاض درجة الحرارة إلى انخفاض معدل رفع الشدة ويمكن التغلب على ذلك عن طريق زيادة الإرتفاع في عمق الشدة ، أو إضافة بعض الطرق لتجفيف الخرسانة بالبخار .

٣ ـ يكون إستخدام الشدات المنزلقة رأسياً غير إقتصادي في حالة المنشآت منخفضة الإرتفاع .

٤ ـ لا يجب أن يكون في الحوائط المصبوبة بهذه الطريقة أي بروزات أو فتحات كثيرة بالحوائط أو أي تغير في سمك الحائط لأن هذا كله يحتاج إلى توقف اعمال الصب وانزلاق الشدة لحين الانتهاء من تشكيل هذه الأعمال وهذا قد يحد من حرية المهندس في اختيار التصميم الملائم .



نظام الثدات النفقية

نظام الشدات النفقية *Tunnel System* :

الشدات المنزلقة افقياً :

الفكرة الأساسية لنظام الشدات النفقية :

تتلخص الفكرة الأساسية لهذا النظام في إستخدام شدات منزلقة من الصاج ، تستخدم لصب الحوائط والأسقف كقطعة واحدة متكاملة وفي هذه الطريقة يتم معظم الأعمال الخاصة بإقامة الانشاء ، فتصب الحوائط والأسقف مع بعضها مما يحقق تكاملاً تاماً بين الحوائط والأسقف انشائياً . وينتج عن ذلك مبنى متماسك عبارة عن كتلة خرسانية واحدة .

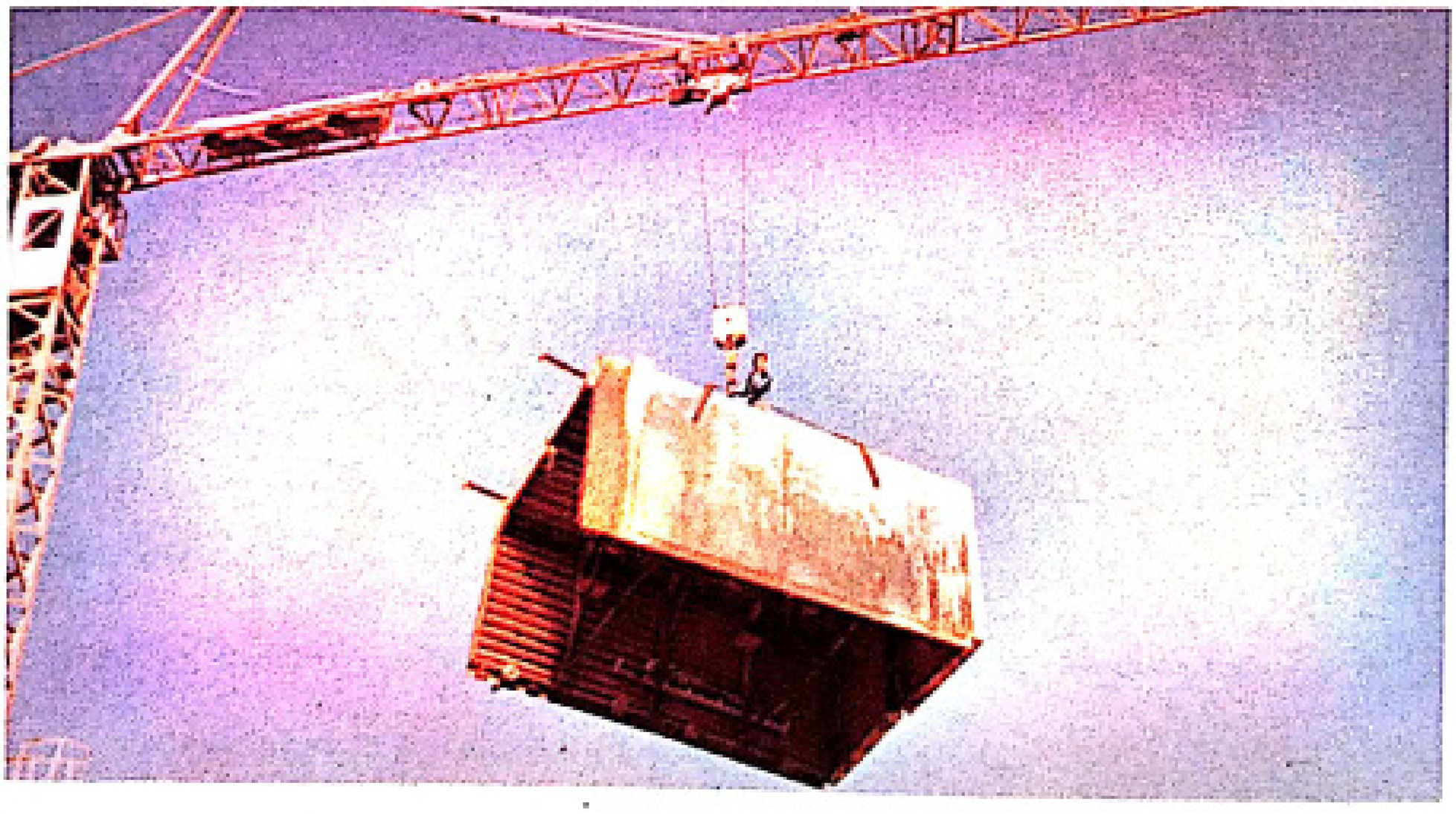
وتصب الحوائط والأسقف مع بعضها بواسطة انفاق حديدية والنفق المستخدم عبارة عن هيكل من الصاج على شكل حرف U مقلوب يحدد الشكل الفراغي للغرفة المراد انشاؤها أو أن يكون على حرف ⊥ عكسيان (عدد ٢ يكونان حرف U المقلوب)

الشدة النفقية :

هو عبارة عن شدة من الصاج سمك ٦مم مقواة بأعصاب من الحديد على شكل حرف U مقلوب وذلك يكون في حالة الشدة الواحدة . وفي أحيان أخرى يكون على شكل حرف ⊥ ويتكون الفراغ من استخدام شدتين موضوعتين عكس بعضهما وبذلك يتكون شكل حرف U مقلوب كما ذكرنا سابقاً .

صورة أحد المباني القائمة
في ضواحي القاهرة
والمستخدم في اقامتها
نظام الشدات المنزلقة

الصور توضح شكل الشدات المنزلقة وطريقة وضعها لصب
الحوائط والأسقف لإقامة المباني في أحد مناطق القاهرة



ويقل إرتفاع الشدة بحوالي ٧سم - ١٠سم عن الإرتفاع المسموح به وذلك لتسهيل عملية الإنزلاق وترفع بعد وضعها في مكانها بواسطة محاور راسية إلى الإرتفاع المطلوب للسقف . تتحرك الشدة على عجل مثبت اسفلها ومجهز بروافع (محاور) من القلاووظ لعملية الضبط الأفقي ومزودة بأذرع مائلة للمحافظة على تعامد السقف مع الحائط (ركن قائم) . ويختلف ابعاد الشدة النفقية من شركة منفذة إلى أخرى طبقاً للتصميم المعطى .

خطوات التنفيذ :

١ - يتم تنفيذ الأساس والذي غالباً ما ينفذ بالطريقة التقليدية .

٢ - صب الفرشة الخرسانية . ويتم بعدها تحديد ابعاد الشدة المتزلقة على الأرض طبقاً للتصميم الموضوع . ثم يتم صب (قدمة) بارتفاع ١٥سم حول محيط كل شدة . وتترك اشاير التسليح ويراعي ترك المسافات المخصصة للأبواب غير مصبوبة عند صب القدمة . ومن الأسباب الأساسية لعمل القدمة :

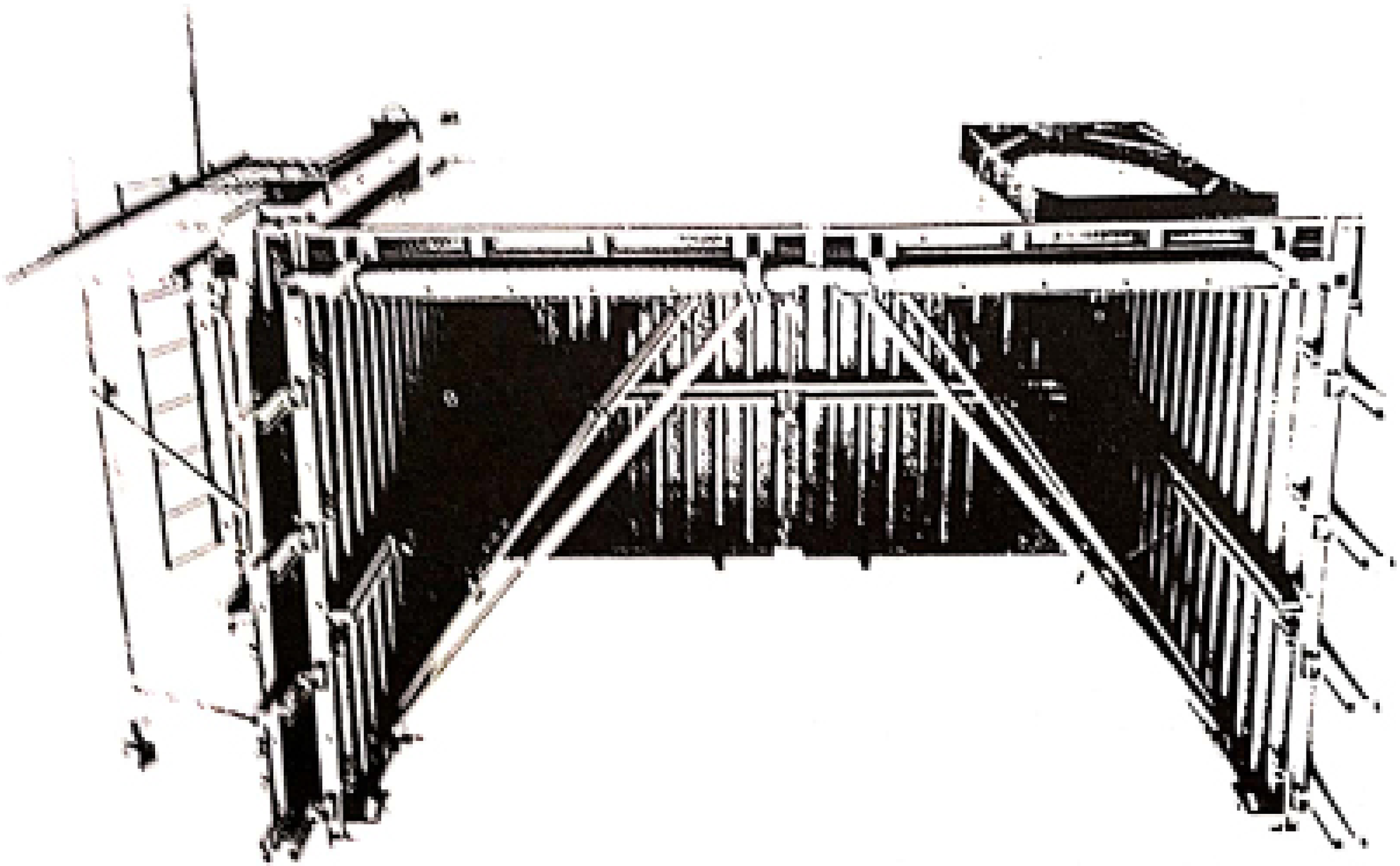
(أ) تسهيل عملية التشغيل ووضع الشدة النفقية .

(ب) تقوم بعمل موجة عند وضع الشدة ، حيث أن الشدة النفقية تقل بمقدار ٧ - ١٠سم عن الإرتفاع الأصلي ، فعند رفع النفق على المحاور Axis يحدث فارق بين الأرضية والمستوى السفلي فتقوم القدمة بالمحافظة على النفق من التحرك من مكانه .

٣ - وضع الاتفاق مع ملاحظة وضعها بطريقة تبادلية حتى يمكن وضع حديد التسليح الذي يكون على شكل شبكة ملحومة مع بعضها .

٤ - تركيب جميع الحلوق للفتحات (الأبواب والشبابيك) والتي تكون من الصاج .

٦ - عمل التوصيلات الكهربائية بوضع مواسير الكهرباء والعلب .



Steel tunnel form

الشدة النفقيه وهي من الصلب القوى

٦ ـ إضافة الأسقف للفراغات غير التي تحتوي على شدات نفقية .

٧ ـ ربط كل شدتين متجاورتين (رباط بزرجينه) بربطات افقية .

٨ ـ وضع حديد التسليح للأسقف وكذلك التوصيلات الكهربائية إن وجدت .

٩ ـ صب الخرسانة للحوائط وبلاطة السقف .

١٠ ـ عمل القدمة للدور الذي يعلوها لتكون موجه Guide للنفق في الدور الأعلى .

١١ ـ الإنتظار حتى وصول الخرسانة لقوتها . وهذه تختلف طبقاً لنوع الأسمنت المستخدم . كما أنه يمكن معالجة الخرسانة بواسطة البخار حتى يتم شك الخرسانة أو وصولها إلى الدرجة التي يمكن أن تحمل نفسها .

١٢ ـ إنزال المحاور مع فك الرباطات الأفقية مع النفق الأخرى الجانبية ثم ترفع من مكانها بواسطة الأوناش .

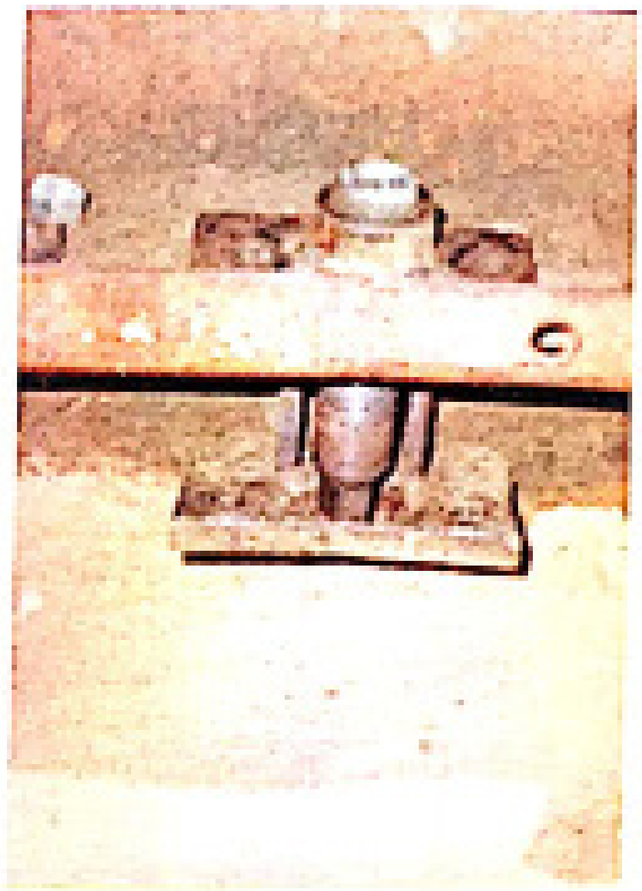
١٣ ـ رفع الشدة إلى الدور التالي ، ويبدأ التجهيز لصب الدور العلوي ، وتكرر العمليات السابقة .

١٤ ـ في الأدوار المنتهية ، يمكن البدء في بناء الحوائط الرأسية الداخلية (القواطيع) والحوائط الخارجية . وإذا لم يتم تنفيذها اثناء صب الشدة كما في بعض الطرق المستحدثة ، ويمكن استخدام حوائط سابقة التجهيز التي يمكن تجهيزها في الموقع أثناء عمليات التشغيل أو يتم نقلها من إحدى المصانع المتخصصة في ذلك .

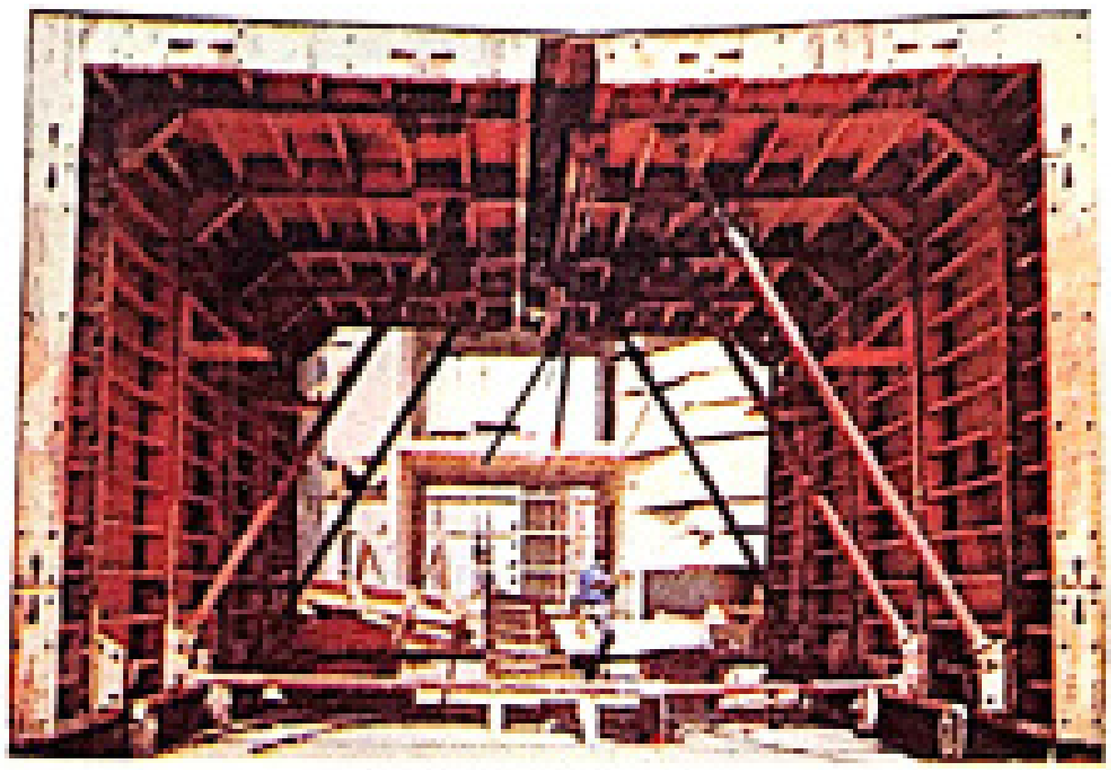
١٥ ـ تصب السلالم بطريقة سبق التجهيز في اغلب الأحوال . ويراعي ترك اشاير في الأسقف حتى يمكن لحام أشاير السلالم مع الأسقف .

مميزات نظام الشدات النفقية :

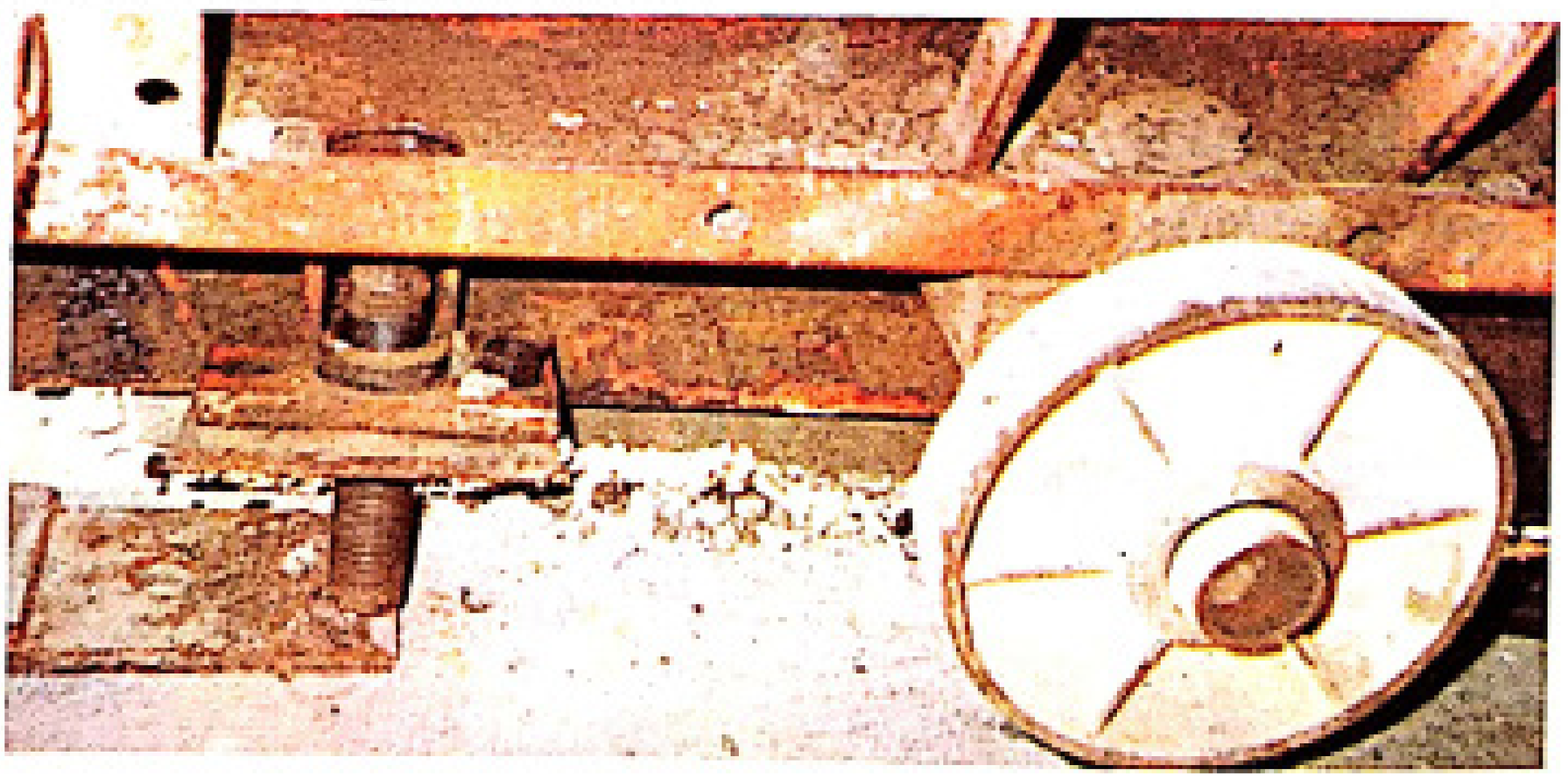
١ ـ سرعة التنفيذ مع قلة استخدام العمالة في الموقع مع الكفاءة العالية في التشطيب ،



المحاور التي ينتج عن طريقها ارتكاز الشدة



الشدة عند تثبيتها في موقعها



العجل (الدولاب) بعد رفع الشدة وارتكازها على المحاور

٢ ـ تعطى هذه الطريقة حوائطاً ناعمة يمكن معها الاستغناء عن البياض وإستخدام الدهان مباشرة إذا نفذت بطريقة جيدة .

٣ ـ مع نهاية البناء ، تكون الحوائط والأسقف متماسكة وعبارة عن كتلة خرسانية واحدة .

٤ ـ تعتبر من النظم الفعالة في إنتاج المباني السكنية والفندقية ذات البحور Span الثابتة .

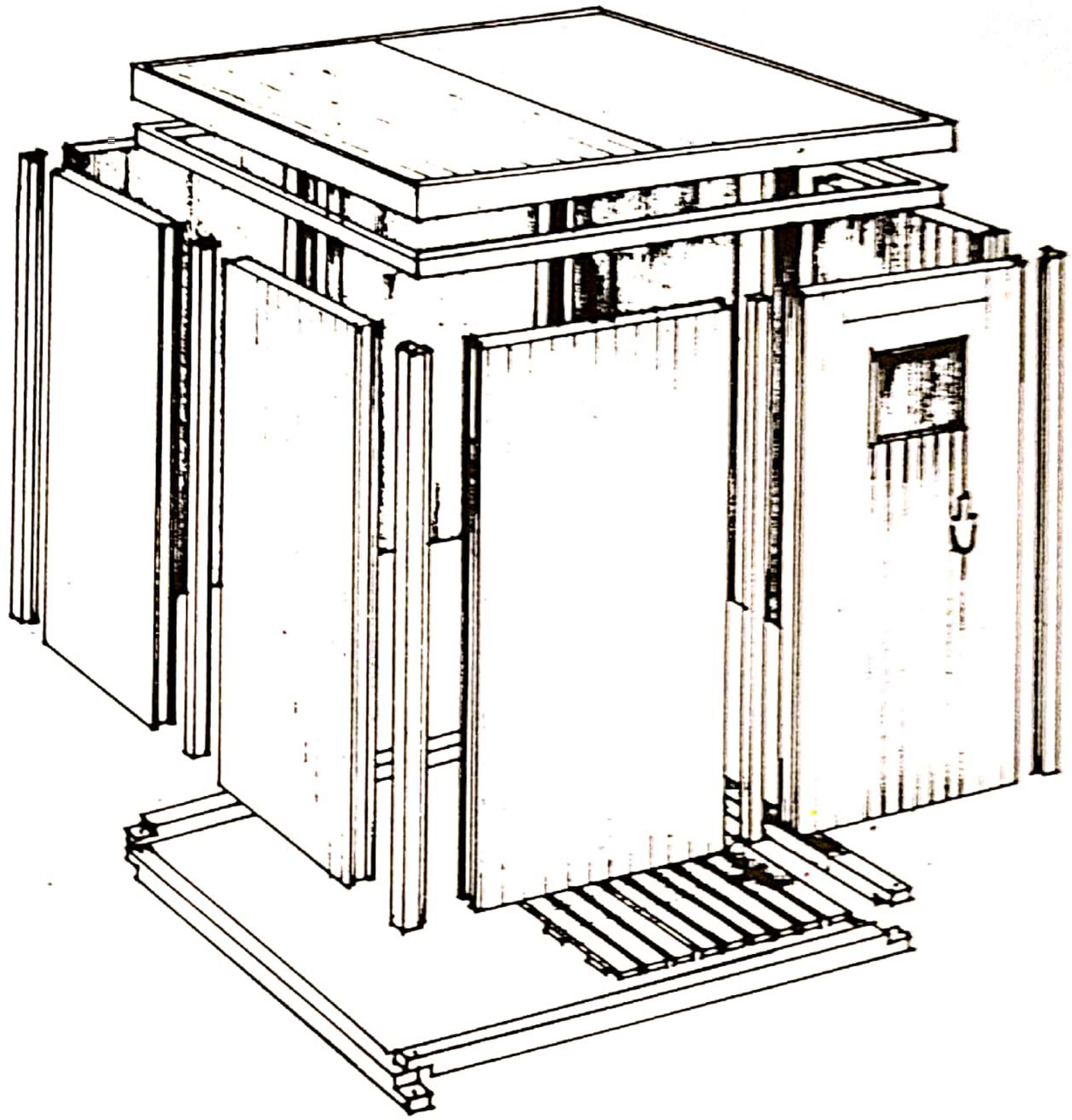
٥ ـ تقوم الحوائط بوظيفة انشائية فهي حوائط حاملة فإذا ما كانت كثيرة ينتج عن ذلك استخدام قطاعات للحوائط أصغر فيمكن الاستفادة بهذا في الفراغات الداخلية .

عيوب نظام الشدات النفقية :

١ ـ لا تحقق المرونة في تصميم المباني . ولذا نرى أن إستخدام هذه الطريقة محدد في المباني ذات الصفة التكرارية كالفنادق والمستشفيات والمدارس والمباني السكنية بتكرار حجرات النوم .

٢ ـ يحتاج إلى دقة عالية ومراقبة لجميع أعمال التنفيذ .

٣ ـ معدل السرعة ليس معدلاً عالياً نتيجة إنه لا يمكن رفع الشدات قبل وصول الخرسانة إلى قوتها حتى تستطيع ان تتحمل وزنها بالإضافة للأحمال الأخرى الواقعة عليها ولكن من الممكن التغلب على ذلك بواسطة تزويد هذه الطريقة بوحدة انضاج للخرسانة المسلحة بالبخار للمساعدة على تعجيل سرعة تصلبها وبالتالي رفع معدل سرعة تنفيذ المبنى .



النظام الشامل

النظام الشامل *Combined Technique*

الإتجاه التجميعي

وهذا النظام يصل بصناعة البناء في الموقع إلى قمة تطورها فهو في حقيقة الأمر المرحلة الأخيرة للإنتقال إلى سبق التصنيع في المصنع .

الفكرة الأساسية لهذا النظام

تعتمد الفكرة الأساسية في تطبيق هذا النظام إلى إستعمال الوسائل السابقة في إنتاج المباني في الموقع أي إستعمال ميكنة كاملة للإنشاء إضافة إلى ميكنة جميع أعمال التنفيذ وأعمال النقل والتشوين ثم يتم تطعيم هذه الطرق ببعض الوحدات السابقة التجهيز في المصنع ويدخل في هذا النطاق الآتي :

١ ـ إستعمال قواطيع داخلية سابقة التجهيز للحوائط الداخلية

٢ ـ إستعمال واجهات سابقة التجهيز مثل المعلقات Cllading

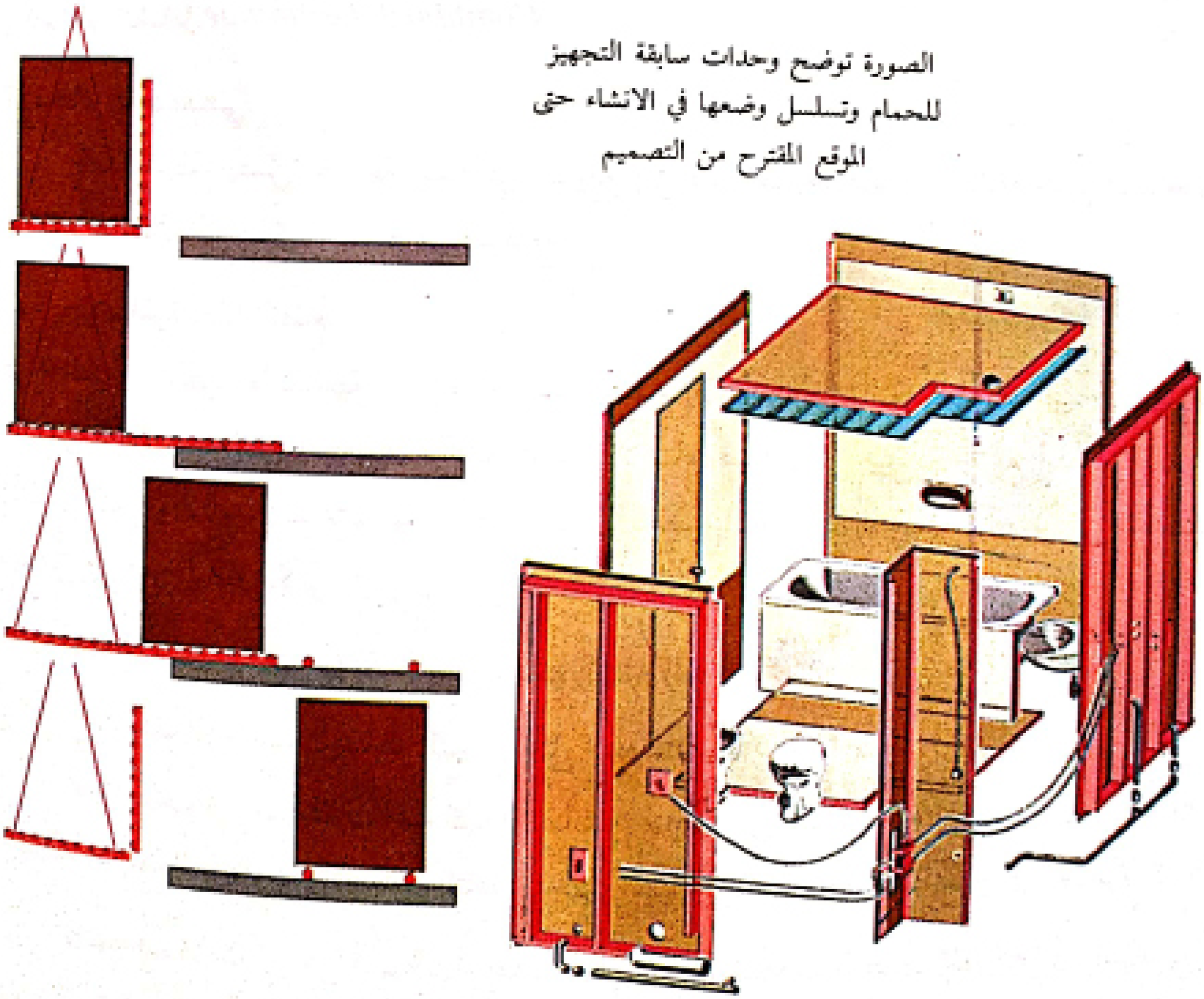
٣ ـ إستخدام وحدات فراغية كاملة سابقة التجهيز في المصنع مثل إستخدام وحدات لدورات المياه والحمامات والمطابخ التامة التجهيز أيضاً وإستخدام وحدات السلالم الجاهزة .

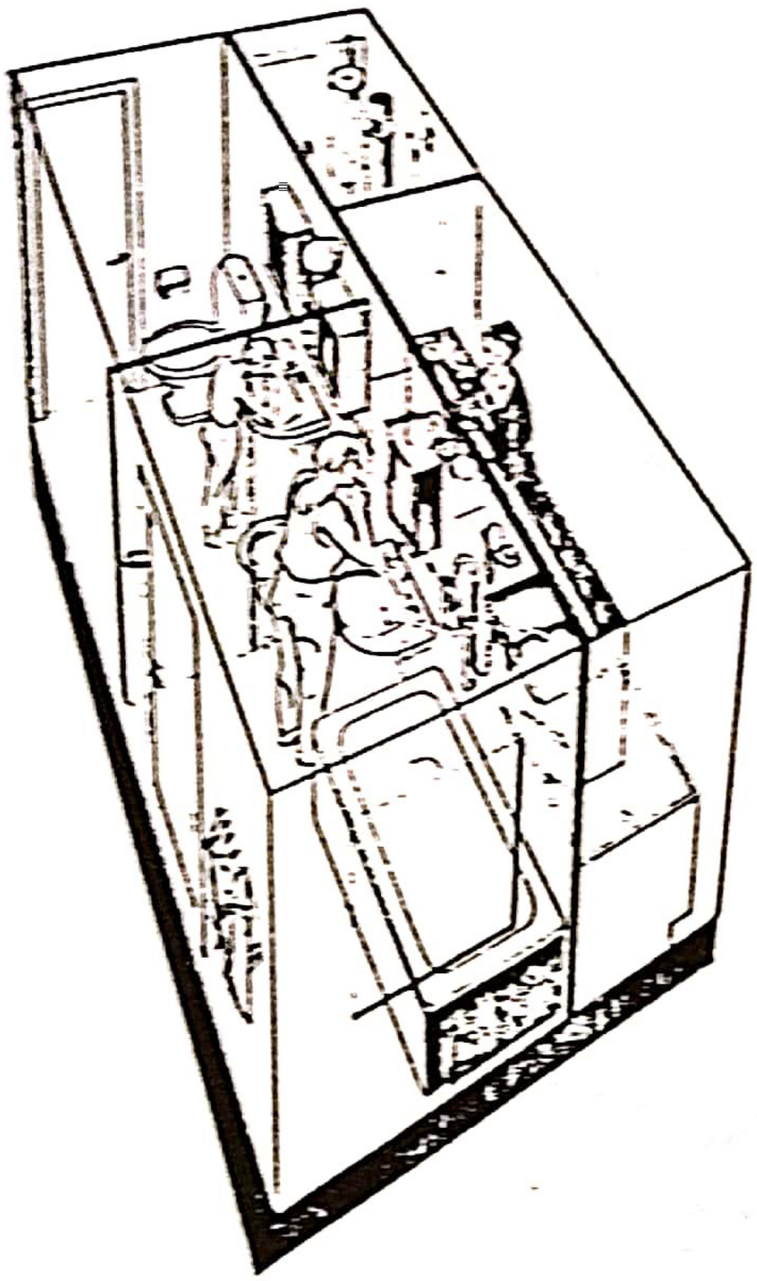
والهدف الأساسي من إستخدام هذه الطريقة هو تطعيم الطرق الميكنة في الموقع

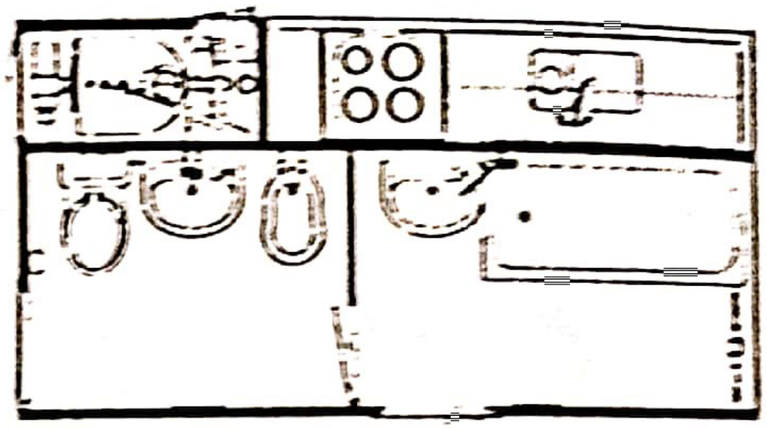
(البلاطات المرفوعة ـ الوحدات النفقية . . . الخ) بأجزاء سابقة التجهيز أما بالموقع أو بالمصنع حيث تكون في أغلب الأحوال وحدات نمطية متكررة .

وهذا بطبع الحال يؤدي إلى سرعة التنفيذ وإختصار الوقت الكلي اللازم لأعمال البناء إضافة إلى ما يمكن أن تحصل عليه من كفاءة عالية من تنفيذ الأعمال .

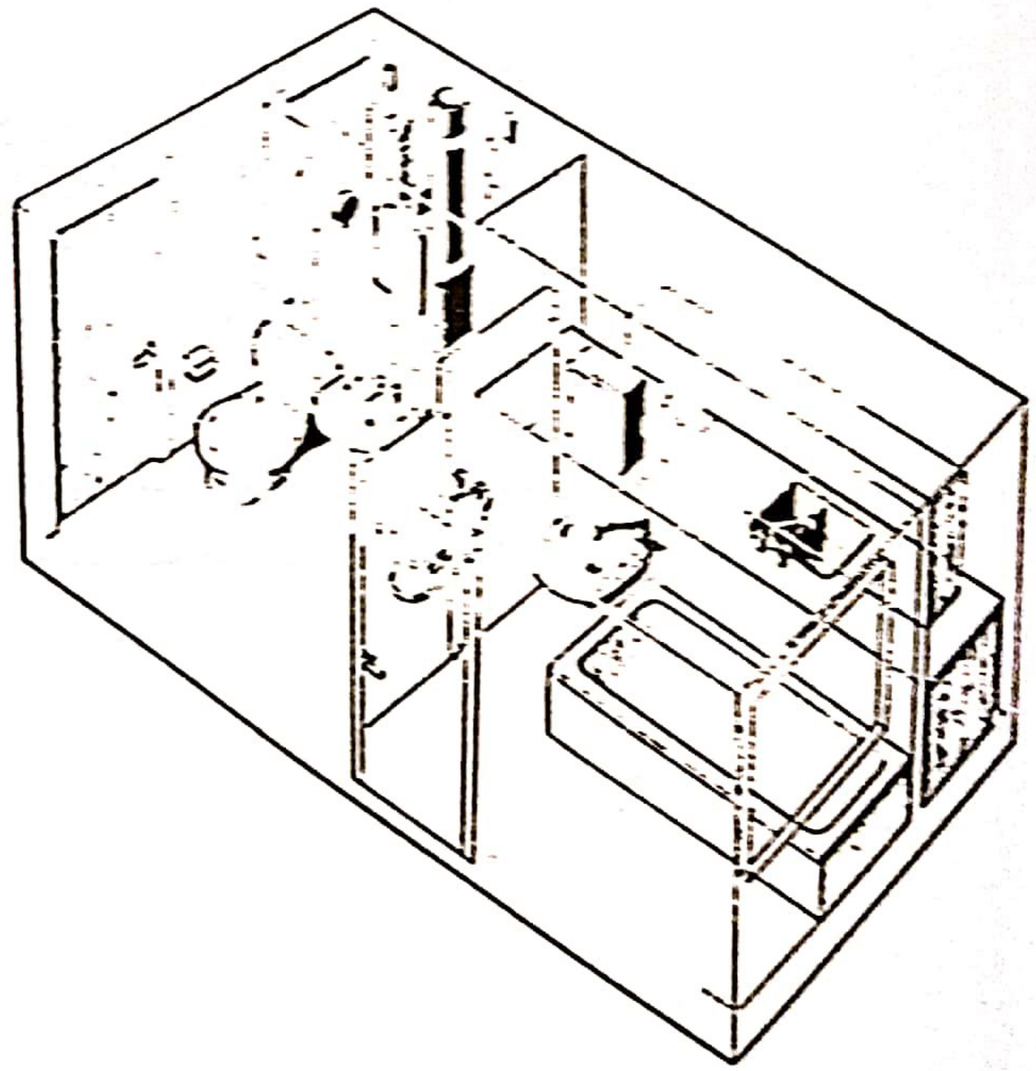
الصورة توضح وحدات سابقة التجهيز
للحمام وتسلسل وضعها في الانشاء حتى
الموقع المقترح من التصميم

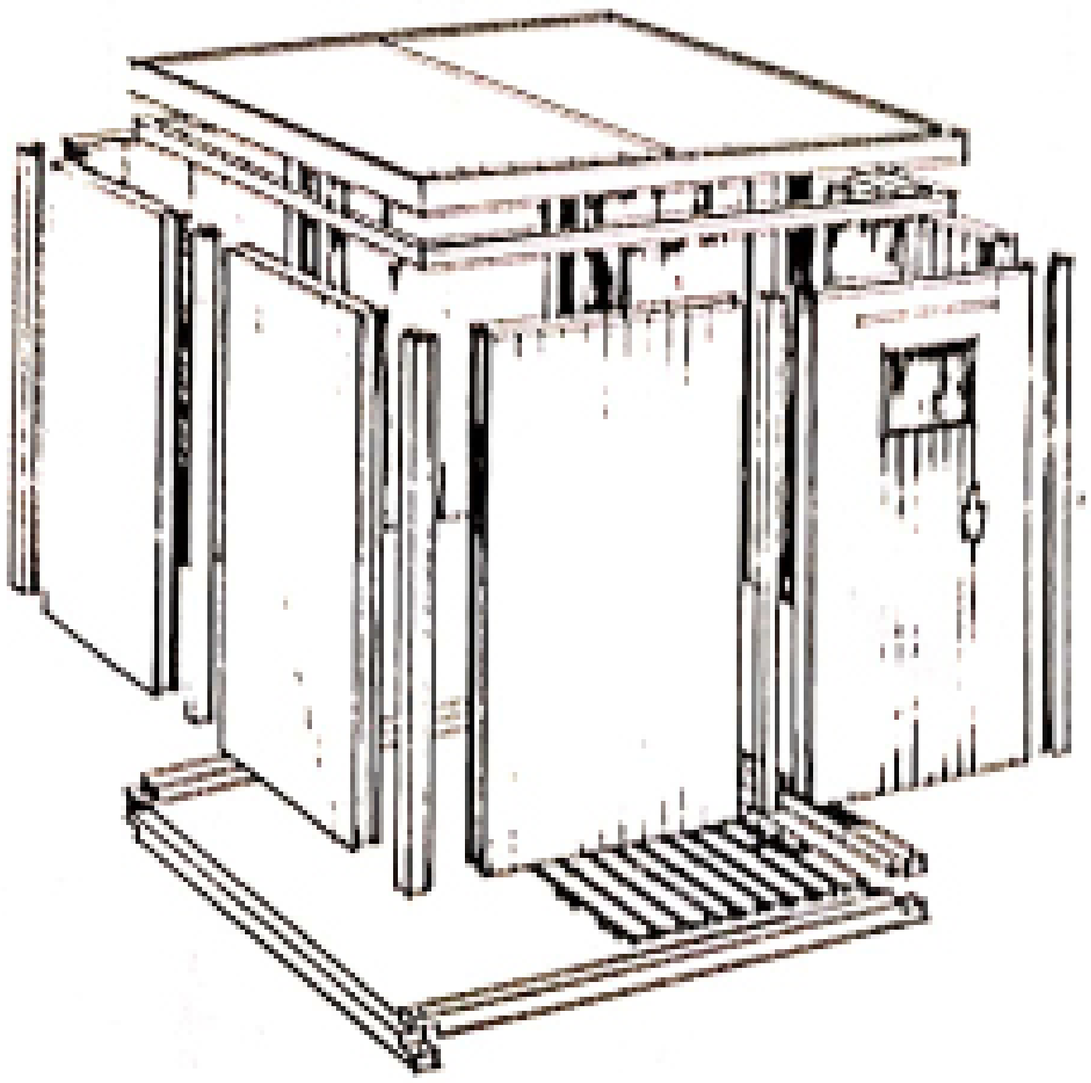






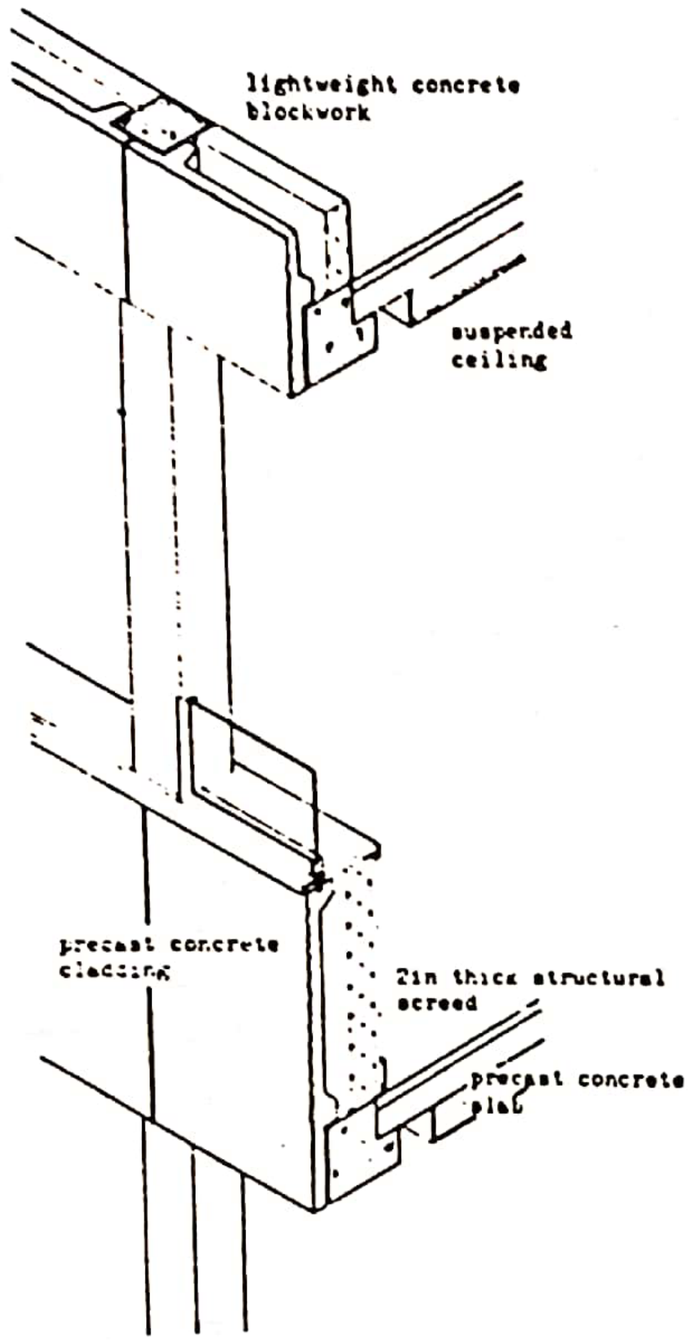
وحدات حمام ودورة مياه ومطبخ يمكن
احضارها بعد تجهيزها في المصنع بكامل تجهيزاتها





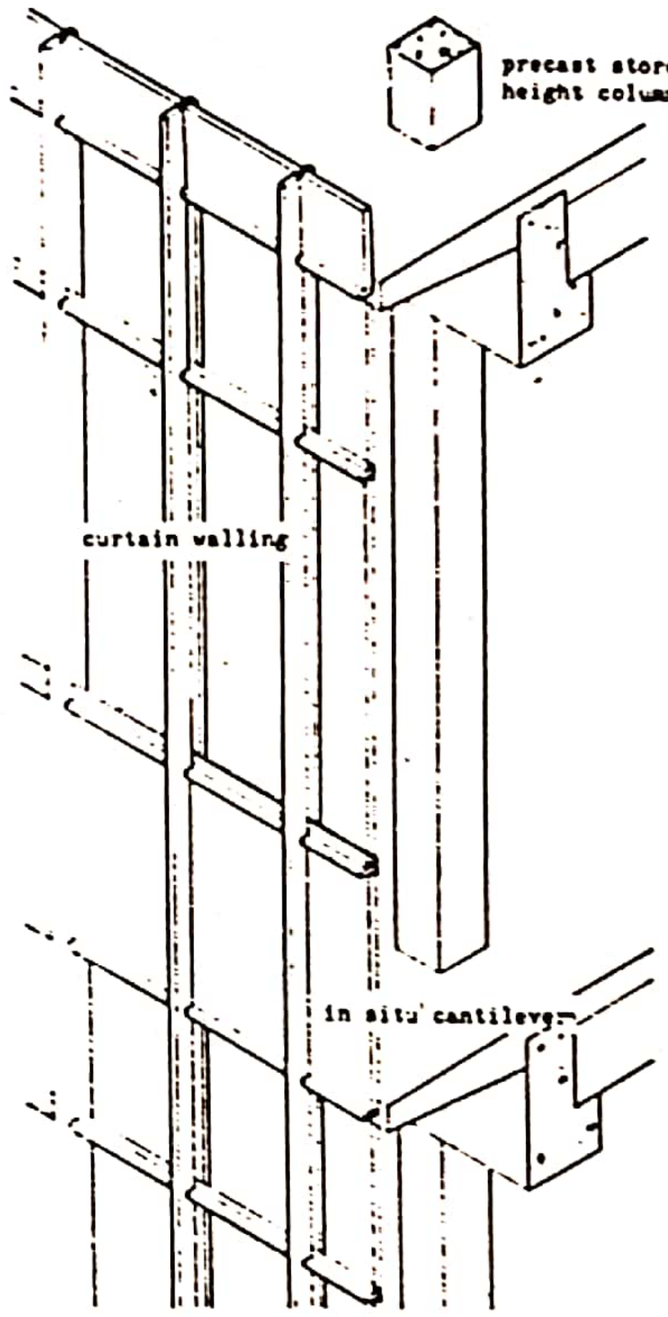
وحدة سابقة التجهيز للحمام يتم تجميعها في المصنع أو في موقع التنفيذ بعد احضار كافة التجهيزات المختلفة ويمكن تركيبها في الانشاء بعد ذلك .

Below, precast concrete cladding

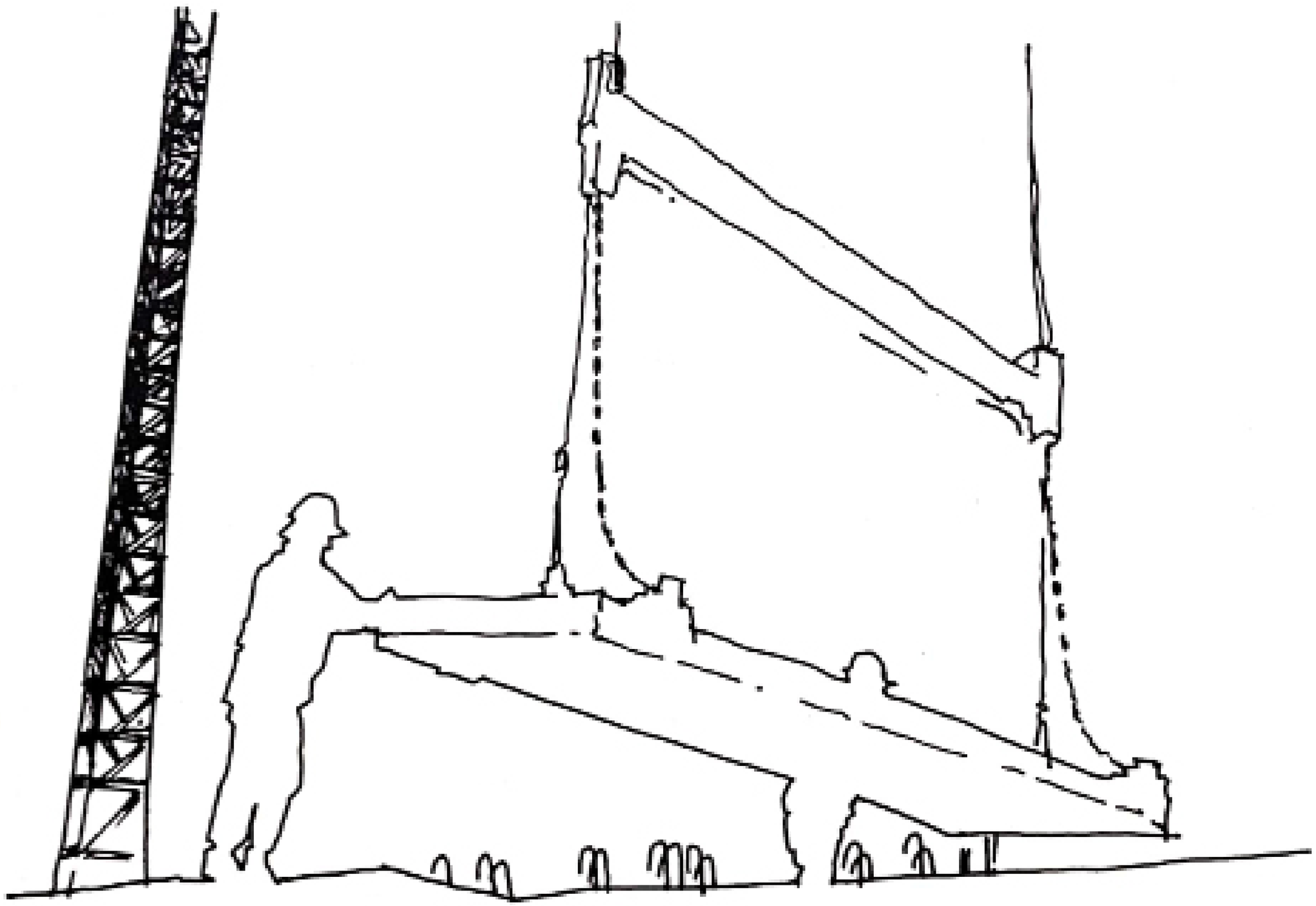


استخدام وحدات معلقة من الخرسانة السابقة التجهيز

Below, off-grid cladding



استخدام وحدات معلقة على الانشاء



الجزء الثاني

المباني سابقة التجهيز

صناعة المباني في المصنع ـ المباني سابقة التجهيز

مقدمة :

في الجزء الأول من هذا الكتاب تم عرض طرق وأساليب ميكنة إقامة وتشييد المباني في الموقع . وعملية ميكنة طرق التنفيذ عن طريق إحلال الآلات والماكينات محل القوة العضلية للإنسان بما لها من مميزات كثيرة تعتبر خطوة على الطريق نحو تطوير صناعة تكنولوجيا البناء .

إلا أن عملية الإعتماد الكلي على العمالة الفنية التي تحتاجها هذه الطرق إضافة إلى إختلاف الظروف المحيطة التي تتعرض لها عملية تنفيذ المباني يشكل عقبة أخرى نحو تطبيق تلك النظم على نطاق واسع .

وقد تختلف الآراء حول هذه الطرق إلا أن عملية نقل بعض أجزاء المبنى عن طريق سبق تجهيزها في صورة أجزاء تختلف في حجمها ومقاساتها يتم تجميعها في الموقع بطريقة أو بإخرى ، أو أن تنقل الوحدة السكنية بكاملها إلى الموقع ليتم إختصار وقت التنفيذ حتى تكون الأعمال التي تجرى في موقع التنفيذ في أضيق الحدود .

والهدف من نقل العمل من الموقع إلى المصنع هو توافر العمالة الفنية المدربة التي يمكن عن طريقها تطبيق أسلوب الإنتاج بالجملة mass production والذي عن طريقه يمكن التكرار لتخفيض التكاليف الكلية للمبنى .

وبالرغم من أن صناعة المباني وسبق تجهيزها لم تصل في البداية إلى تخفيض التكاليف ، بل وعلى العكس كانت التكلفة أكثر من تكاليف الأساليب التقليدية في البناء ، إلا أن عامل الوقت له تأثيره الكبير في حساب إقتصاديات المشروع الذي يختلف تبعا لنوع الإستعمال (نوع المبنى فندق،سكني ، مدرسة الخ) .

في أمريكا طبقت فكرة المباني سابقة التجهيز عام ١٦٢٤ حينما احضر الإنجليز إلى « كاب أن » مبنى من وحدات جاهزة ، وقد فك هذا المبنى وأعيد تجميعه وتركيبه عدة مرات في أماكن متفرقة .

وفي عام ١٩٠٠ أعلنت شركة سيرس Sears Rocbuck Company أنها باعت خلال أربعين عاما حوالي ١١٠,٠٠٠ مسكنا من المساكن سابقة التجهيز .

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

وبعد الحرب العالمية الثانية مباشرة ظهرت محاولات كثيرة لسبق تجهيز المساكن وبدأ إنتاج المساكن المتحركة Mobile home والمسكن القطاعي section والذي ينتج على شكل نصف مسكن ثم يتم تجميع الجزئين لتكوين مسكن متكامل .

وفي بداية السبعينات كانت هناك طفرة كبيرة نحو تصنيع المساكن حينما خصصت الحكومة الأمريكية برنامجا خاصا لإنتاج المساكن يسمى بإسم برنامج الطفرة Operation Breakthrough وعن طريقه أدخلت بعض النظم الأوروبية في أمريكا والتي لم يحالفها النجاح الكافي هناك ، إلا أن هذا البرنامج أعطى دفعة قوية نحو سبق تجهيز المساكن بإعطائه أفكارا جديدة .

وفي الإتحاد السوفييتي ، ابتدأ التفكير في سبق التجهيز عام ١٩٢٥ ولكن تطبيقاته بدأت في الفترة ما بين ١٩٣٠ - ١٩٣٦ بالذات للمنشآت الصناعية وإنشاء المباني ذات الدور الواحد .

ويمكن القول بإن قرار صناعة المباني وسبق التجهيز قد أتخذ على نطاق واسع في عام ١٩٥٤ . وفي عامي ١٩٥٥ ، ١٩٥٦ كان هناك ٤٠٢ مصنعا ينتج مباني سابقة التجهيز . وقد تطورت صناعة المباني الجاهزة ، حتى وصل إنتاجها إلى حوالي ٨٠٪ من إنتاج المساكن الجديدة في الإتحاد السوفييتي ومن خلال تجارب كثيرة ، إستطاع الإتحاد السوفييتي أن يطور وحدات الحوائط والأسقف Panel and slab كما إستخدم الوحدات الصندوقية Box units الثقيلة التي تحتوي على جزء أو على كل الوحدة السكنية .

تعتبر اليابان من الدول الرائدة في مجال سبق تجهيز المباني أيضا ، فلقد أستطاع اليابانيون بما يمتازون به من قوة الإبتكار أن يطوعوا التكنولوجيا لتتناسب مع واقعهم وظروفهم . ولقد عرف نظام سبق التجهيز في اليابان عن طريق معرفتهم بالموديول الذي استخدم بتكرار الوحدة النمطية للسجادة التاتامي Tatami floor mat والتي على أساسها تتحدد الأبعاد المختلفة للفراغات الداخلية وتتحدد أبعاد الوحدات السابقة التجهيز للحوائط والأسقف . 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 على نطاق واسع بعد الحرب العالمية الثانية .

وتتشابه النظم في أوروبا الشرقية وأوروبا الغربية وإن كان التطبيق بنسب كبيرة ، هو ما تتميز به الدول الشرقية اكثر من الدول الغربية .

وينتشر في أوروبا إستخدام جميع أنواع المباني سابقة التجهيز ولكن تعتبر طريقة

الوحدات المستوية الثقيلة هي الأكثر تطبيقا . ففي انجلترا وصل عدد الشركات التي تنتج المباني الجاهزة في فترة من الفترات إلى ٦٠٠ شركة .

وفرنسا تعتبر من أكثر الدول الأوروبية تقدما في مجال صناعة المساكن الجاهزة ، ففي عام ١٩٦٦ أنشأت هناك حوالي ٩٠,٠٠٠ وحدة سكنية .

أما في ألمانيا الشرقية ومنذ الخمسينات وحتى بداية الستينات كانت ٧٧٪ من المباني منشأة بطريقة سابقة التجهيز ، كما أن ألمانيا الغربية وأيطاليا يتم فيها تطبيق سبق التجهيز بنسب كبيرة أيضا .

مميزات تصنيع المباني :

ويمكن في هذا المجال بصفة مبدئية حصر المزايا العديدة لتصنيع المباني بالآتي :

١ ـ تشييد أعداد كبيرة من المباني في وقت يعتبر أقصر نسبيا من الطرق الأخرى .

٢ ـ توفير وقت التصميم وخاصة أن عملية تصنيع المباني تعتمد على إستعمال الوحدة القياسية Stadard unit والتي يتم تكرارها بإعداد كبيرة في المباني .

٣ ـ إنتاج المباني تحت ظروف مثالية تكون بعيدة عن تقلبات الجو مثل إرتفاع وإنخفاض درجات الحرارة ، فعلى سبيل المثال في بعض البلاد الحارة تحتاج عمليات الخلط إلى تثليج المياه (كما حدث في عمليات بناء السد العالي) حتى لا تشكك الخرسانة سريعا ، وعلى العكس في البلاد الباردة قد تستخدم عمليات تسخين بالبخار لإنضاج الخرسانة .

٤ ـ إستمرارية العمل وبذلك يضمن تشغيل العامل تشغيلا مستمرا بدلا من تشغيل العامل موسميا أو في أوقات معينة وبذلك يجد العامل نفسه عاطلا في أغلب الأوقات ، وأستمرارية العمل تشجع العمال للدخول في هذا المجال بدلا من الهروب منه بما ينتج عنه تخفيض في

مرتباتهم وأجورهم أو على الأقل التحكم في زيادتها وأرتفاعها .

٥ ـ التحكم في جودة الإنتاج في المصنع فالإنتاج يخضع إلى مراقبة جيدة بمعنى أنه عن طريق التحكم في أعمال الإنتاج والمراقبة الدقيقة بحكمه يتحسن مستوى الإنتاج .

٦ ـ إختصار بعض الوقت أثناء التنفيذ عن طريق إستخدام بعض المعالجات الخاصة للخرسانة مثل إستخدام البخار لإختصار وقت شك الخرسانة .

٧ ـ تقليل التكاليف الكلية للمنشأة عن طريق إنتاج المباني بالجملة . فإن إستخدام 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 .

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

٩ ـ لا تحتاج إلى أعمال شدات في الموقع .

عيوب تصنيع المباني :

وبالرغم من المزايا العديدة لعمليات تصنيع المباني إلا أن هناك عيوبا يمكن ذكرها في الآتي :

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

٢ ـ تحتاج إلى عمالة مدربة تدريبا جيدا للعمل بالمصنع وإلى عمالة مدربة أو شبه مدربة لتجميع المكونات بالموقع .

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

٤ ـ تحتاج إلى شبكة من الطرق والمواصلات التي تسمح بنقل المكونات من الخرسانة الثقيلة والكبيرة بالسيولة التي لا تعطل سير العمل . وشبكة الطرق هذه قيد تحد من إستخدام بعض النظم داخل المدن الكبرى أو المناطق البعيدة التي لا تتوفر بها طرق جيدة .

٥ ـ تحد من عمليات المعالجة 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 المبنى الشخصية الفردية له وهي حجة يمكن معالجة بعض جوانبها .

أسلوب النظام المفتوح : Open System

إن أسلوب سبق التجهيز يعني أساسا الإتجاه إلى تصنيع المباني . وتصنيع المباني يعني إنتاج أعداد وفيرة سابقة التجهيز في المصنع ثم تنقل إلى الموقع لتجميعها وفي الصناعة ، عملية تكرار أي منتج صناعي في أي مرحلة من مراحل التصنيع بمعنى تكرار الحجم والشكل والعناصر المكونة لهذا المنتج . يعتبر في حد ذاته إنتاجا بالجملة .

والإنتاج بالجملة هو طريقة منطقية لتنظيم العمليات الصناعية للحصول على نموذج منخفض التكاليف وبإعداد كبيرة منه . وهذا أيضا ينطبق على العمارة وصناعة المباني ، فإن التكرار في المبنى في كل جزء من مراحله ، يعتبر إنتاجا بالجملة وينشأ عنه في النهاية تخفيض لتكاليف البناء .

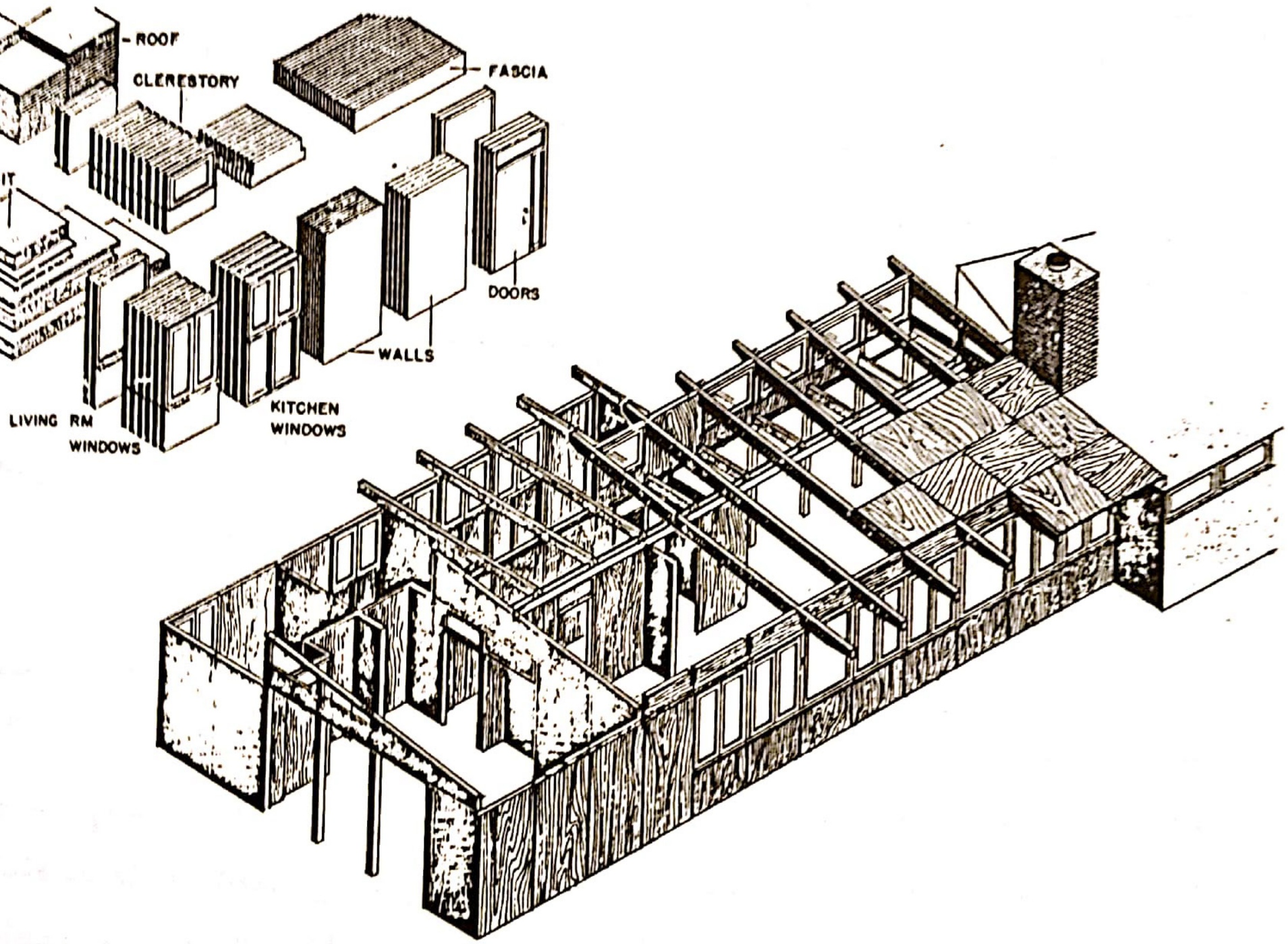
ولكي تصل العمارة إلى نظام الإنتاج بالجملة ، لا بد أن يكون هناك وحدات يمكن تكرارها ، وهذه الوحدات يجب أن تكون متشابهة ليسهل تطبيقها وصناعتها على نطاق واسع ،

ويطلق على هذه الوحدات « الوحدات القياسية » standard unit وهو مصطلح يمكن إستخدامه على نطاق واسع في معظم الأبنية العامة وهذا في حقيقة الأمر هو أساس فكرة أسلوب النظام المفتوح open system .

والفكرة الأساسية من تطبيق النظام المفتوح هي إمكانية إجراء تبادل أو تغيير المكونات بين النظم المختلفة . وهو المبدأ الذي قامت عليه فكرة سبق التصنيع ، فإمكانية توحيد الأحجام والمقاييس المختلفة لكل أوبعض أجزاء المبنى تعطي إمكانية لنظام معين أن يستخدم بسهولة مكونات وعناصر نظام آخر وذلك لإعطاء التغيرات التي تتطلبها الحياة الإنسانية .

وهذا يبدو واضحا في صناعة السيارات فهناك بعض الأجزاء الموحدة فيها مثل إطارات السيارات وبعض القطع الأخرى مثل شموع الإحتراق . . . . الخ . والجزاء الأخرى يمكن تصنيعها وإستعمالها في أنواع مختلفة من السيارات هذه الأجزاء الموحدة هي في حد ذاتها تعتمد في صناعتها على أسلوب النظام المفتوح .

وكما قيل من قبل ، أن 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 . وإن كان هذا أصبح غير ممكن على الإطلاق من الناحية العملية إلا في نطاق ضيق ويقتصر على بعض أنواع التشطيبات دون الهيكل الإنشائي ، وفي إمكانية إستخدام وحدات للحوائط الخارجية المعلقة curtain walls أو القواطيع الداخلية partitions والأبواب والشبابيك الجاهزة . أي جميع الأعمال التي تدخل في نطاق التشطيبات . أما في الهيكل الإنشائي ، فإنه إلى الآن لا يوجد تعاون يذكر بين النظم المختلفة لإنتاج نوعيات معينة والمقصود هنا أن تتخصص بعض المصانع في إنتاج الأسقف على سبيل المثال ومصانع أخرى تتخصص في إنتاج الحوائط ، على أن تتوافق أبعادها وطريقة تركيبها مع بعضها لتكوين منشأ نهائي . وهو جوهر النظام المفتوح .



الصورة توضح استخدام وحدات سابقة التجهيز يمكن أن تصنع على طريقة النظام المفتوح

وبالرغم من أن النظام المفتوح يعتبر نظريا مقبولا ومنطقيا ، إلا أنه بعد التجربة العملية كان من الصعب تطبيق هذه الفكرة لإسباب عديدة وما زال حتى اليوم لا يجد التشجيع الكافي . واتجهت معظم شركات سبق التجهيز إلى أسلوب النظام المغلق المقفول closed system ، فلكل شركة موديولها وأبعادها الخاصة لعناصر وحداتها .

ومن أهم أساسيات النظام المفتوح هو إمكانية توحيد إستخدام الموديول ومضاعفاته حتى يمكن إندماج بين نظام وآخر . أو إستبدال بعض أجزاء منشأ معين بإجزاء أخرى من نظام آخر وفتح فرص لإمكانيات التغيير . وبالرغم من أن معظم الشركات تستخدم الموديول العالمي ١٠ سم أو ٤ بوصة كأساس للإنتاج إلا أن المتغيرات التي يعطيها تكرار هذا الموديول كثيرة مما ينتج عنه كم كبير من الوحدات المستخدمة ويصعب معها إجراء عملية التوفيق بين تلك الوحدات والأخرى .

مميزات النظام المفتوح

١ ـ إمكانية التبادل بين النظم المختلفة .

ط ـ إمكانية الحصول على متغيرات كثيرة مما يعطي حرية التصرف في تشكيل المباني والفراغات .

٣ ـ يصلح هذا النظام لكل أنواع المباني إذا ما التزم بإستخدام موديول ثابت ومعروف .

عيوب النظام المفتوح

١ ـ صعوبة تطبيقه على نطاق أوسع لإختلاف الآراء والإتجاهات .

٢ ـ وجود وصلات كثيرة ناتجة عن تجزئة الوحدات إلى وحدات صغيرة . وهذا يحتاج إلى عمالة مدربة في الموقع بالإضافة إلى زيادة الوقت اللازم في التنفيذ مما ينعكس على التكلفة العامة للمبنى .

٣ ـ كثرة عدد الجهات والمصانع التي تنتج هذا النوع من الوحدات . فقد يتخصص أحد المصانع في إنتاج نوع أو أكثر من الوحدات .

٤ ـ يحتاج إلى توحيد للموديول تلتزم به جميع المصانع حتى يتم عمل التبادل بين الوحدات المختلفة .

أسلوب النظام المغلق (المقفول) CLOSED SYSTEM

يعتبر النظام المغلق هو النظام السائد الإستعمال في تصنيع وسبق تجهيز المباني . ويديهي أنه عكس النظام المفتوح open system بينما يكون من الضروري توحيد الموديول ومضاعفاته في النظام المفتوح ليمكن تبادل الوحدات بين مختلف الأنظمة وضمانا لحدوث التوافق القياسي نجد أن النظام المغلق له موديول خاص ووحدته القياسية الخاصة التي لا تصلح للتطبيق مع النظم الأخرى .

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

وكما قيل أن النظام المغلق يعتبر هو النظام السائد في طرق سبق التجهيز على حد السواء في الدول الغربية أو الدول الاشتراكية . وأن كان إستخدام الموديول ١٠ سم ، ٤ بوصه ما زال هو الموديول المشترك بين هذه الطرق إلا أنها لا تتوافق مع بعضها في إستخدام مضاعفات موديولية واحدة مشتركة وبالتالي لا يمكن إستخدام وحدات من نظام آخر .

نجد هذا في معظم الصناعات الإنتاجية أيضا ، فعلى سبيل المثال تقوم صناعة السيارات على نظام الإدارة الواحدة One Mangement في إنتاجية المنتج الواحد ، ما عدا بعض الأجزاء

التي يمكن إستبدالها مع منتجات مصنع آخر . والذي ينطبق على صناعة السيارات ينطبق على جميع المنتجات الأخرى نظام الإدارة الواحدة للمنتج الواحد ، وهو في حقيقة الأمر أنجح الإتجاهات الصناعية .

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

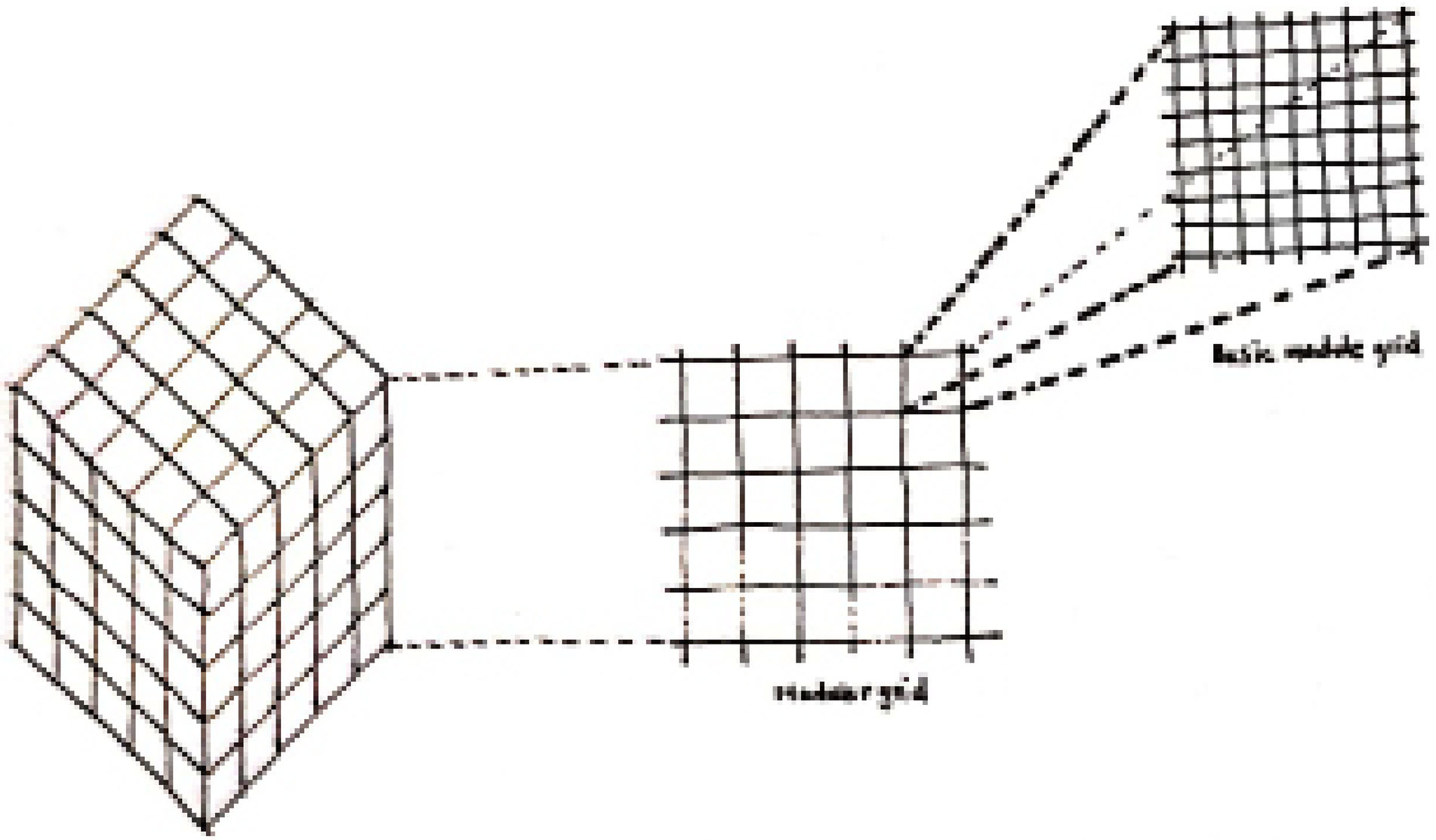
مميزات النظام المغلق

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

عيوب النظام المغلق

١ - يحتاج إلى وحدة موديولية خاصة به مما قد يقيد حرية المهندس في إختيار التصميم الخاص به .

٢ - صعوبة إمكانية التبادل بين النظم المختلفة .



المـــوديـــول

الموديول Module

مقدمة :

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

وبوضوح يمكن أن نرى هذه الوحدة من خلال قياس الزمن على سبيل المثال ، فالساعة كوحدة تكرارية يمكن بها قياس الأوقات في اليوم الواحد . وكذلك اليوم هو وحدة قياس تكرارية زمنية لتحديد الأسابيع والشهور . 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 والحياة من حولنا .

ويمكن القول بأن كل نوع من أنواع الأنشطة في حياتنا تحتاج إلى وحدة قياس Common Measure هذه الوحدة تكون أما لقياس الأحجام والأوزان أو المسافات أو الأزمان كالمتر المكعب أو الكليو جرام أو الميل أو الساعات . وبالرغم من اختلاف نوعية تلك الوحدة القياسية ، إلا أنها دائماً ترتبط إرتباطاً وثيقاً بالطاقة الإنسانية والامكانية الجسمانية والعقلية .

ففي قديم الزمان ـ على سبيل المثال ـ كانت المسافة بين مسكن الإنسان وحقله تقاس بالمسافة التي يمكن أن يقطعها سيراً على الأقدام . وكذلك المسافة بين الحقل والسوق وهكذا

والتي كانت في ذلك الوقت تعتبر قصيرة نسبياً ، لأنها ترتبط بمقدرة وطاقة الإنسان على السير .

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

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 . ومن أبسط طرق القياس التي استخدمها الإنسان هي استخدامه لبعض اجزاء من جسمه كوحدة قياسية مثل الذراع والقدم والشبر وهكذا .

وفي العمارة نجد أنه على مر التاريخ لم تكن فكرة استخدام وحدات نمطية للقياس بالفكرة الجديدة ، فقد استخدمت الوحدات النمطية التكرارية (الموديول) في الحضارات القديمة ، ففي العمارة المصرية القديمة ، والأغريقية ، والرومانية ، وحتى عصرنا الحالي كان الموديول يستخدم أما على شكل وحدات هندسية تكرارية أو علاقات رياضية معينة . فاستخدم المعماري هذا الأسلوب للقياس وأيضاً للتكرار بمعنى إستخدام وحدة معينة يكررها في المسقط الأفقي والواجهة والقطاع . وإستخدام وحدات نمطية يمكن تكرارها في العمل المعماري ، يخضع لعدة شروط ومتطلبات . يمكن ذكر الأسس التي تحدد بها اختيار الموديول أو إختيار وحدة نمطية للقياس في الشروط الآتية :

١ ـ البرنامج الموضوع ونوع التصميم .

٢ ـ الغرض من المبنى (الغرض الوظيفي سكن ، مبنى مكاتب ، خدمات . . . . إلخ) .

٣ ـ نوع الإنشاء المستخدم . فلكل نوع من الانشاءات امكانيات معينة من ناحية البحور والمسافات بين الأعمدة والحوائط .

٤ ـ نوع الأثاث المستخدم داخل المبنى .
٥ ـ قوانين المرور والطرق التي تتحكم في حركة النقل .
٦ ـ قوانين البناء الموضوعة والتي تتحكم في العروض وأحجام وإرتفاعات المباني .

الموديول الاولى (الاساس) :*Basic Module*

ترجع كلمة موديول Module إلى الكلمة اليونانية القديمة ، Modulus وتعني بالانجليزية (بعد صغير) ، أو وحدة قياس صغيرة ، وحرفت إلى كلمة موديول Module وما زالت تستخدم حتى الآن في المباني العادية في التصميم المعماري في صورة موديول تصميمي وفي المباني سابقة التصنيع أما كموديول مرفق أو ثلاثي الأبعاد (فراغي) كما سنرى فيما بعد .

ولقد تطور إستخدام الموديول الأساسي Basic Module بواسطة الحكومات والهيئات المختلفة في الدول الغربية والشيوعية وتم الإتفاق عالمياً على إستخدام الموديول الأساسي ١٠ سم للدول التي تستعمل المتر كوحدة قياس ، والموديول ٤ بوصة للدول التي تستعمل البوصة كوحدة قياس ، وبمضاعفات ذلك الموديول يمكن تشكيل جميع الفراغات المعمارية .

وهناك اختلاف بسيط بين إستخدام ١٠سم ، ٤ بوصة فالواقع أن الموديول ١٠سم يساوي تقريباً ٣,٩٤ من البوصة وليس ٤ بوصة تماماً ولذلك سوف نجد أن هناك فارق بسيط وهذا بطبيعة الحال يقف عائقاً في تطبيق هذين الموديولين عند استخدام احدى المكونات بين تلك البلدان وبعضها .

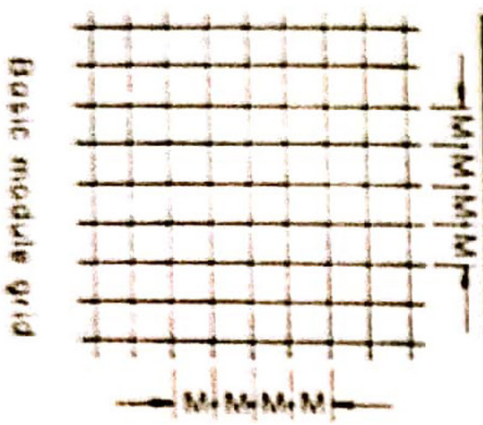
وهناك نقطتان رئيسيتان تتحكمان في إختيار الوحدة الأساسية :

(أ) الموديول يجب أن يكون صغيراً بالقدر الكافي الذي يتيح عمل التغيرات اللازمة عند عملية التكرار .

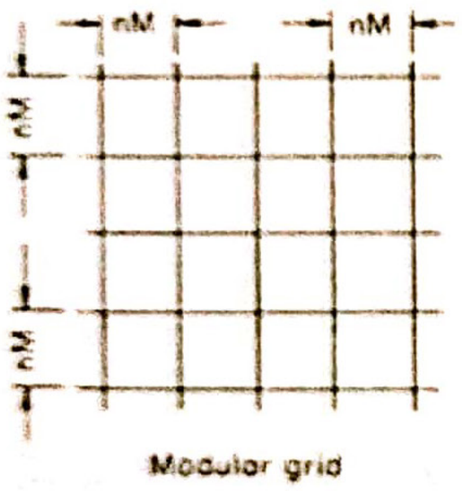
(ب) الموديول يجب أن يكون كبيراً بقدر الإمكان لتفادي حدوث صعوبة في التصميم .

وهاتان الحالتان من الأهمية الكبرى بحيث يجب أن يؤخذا في الاعتبار عند تحديد الوحدة الموديولية الأساسية . والجدول الآتي يبين الفروق بين نظام البوصة والنظام المتري في تحديد مقاس الموديول الأساسي :

الموديول بالنظام المتري	١٠	٢٠	٣٠	٤٠	٥٠
الموديول المساو بالبوصة	٣,٩٤	٧,٨٧	١١,٧٥	١٥,٧٥	١٩,٦٩
الموديول التقريبي بالبوصة	٤	٨	١٢	١٦	٢٠



الموديول التضاعفي *Multi Module*

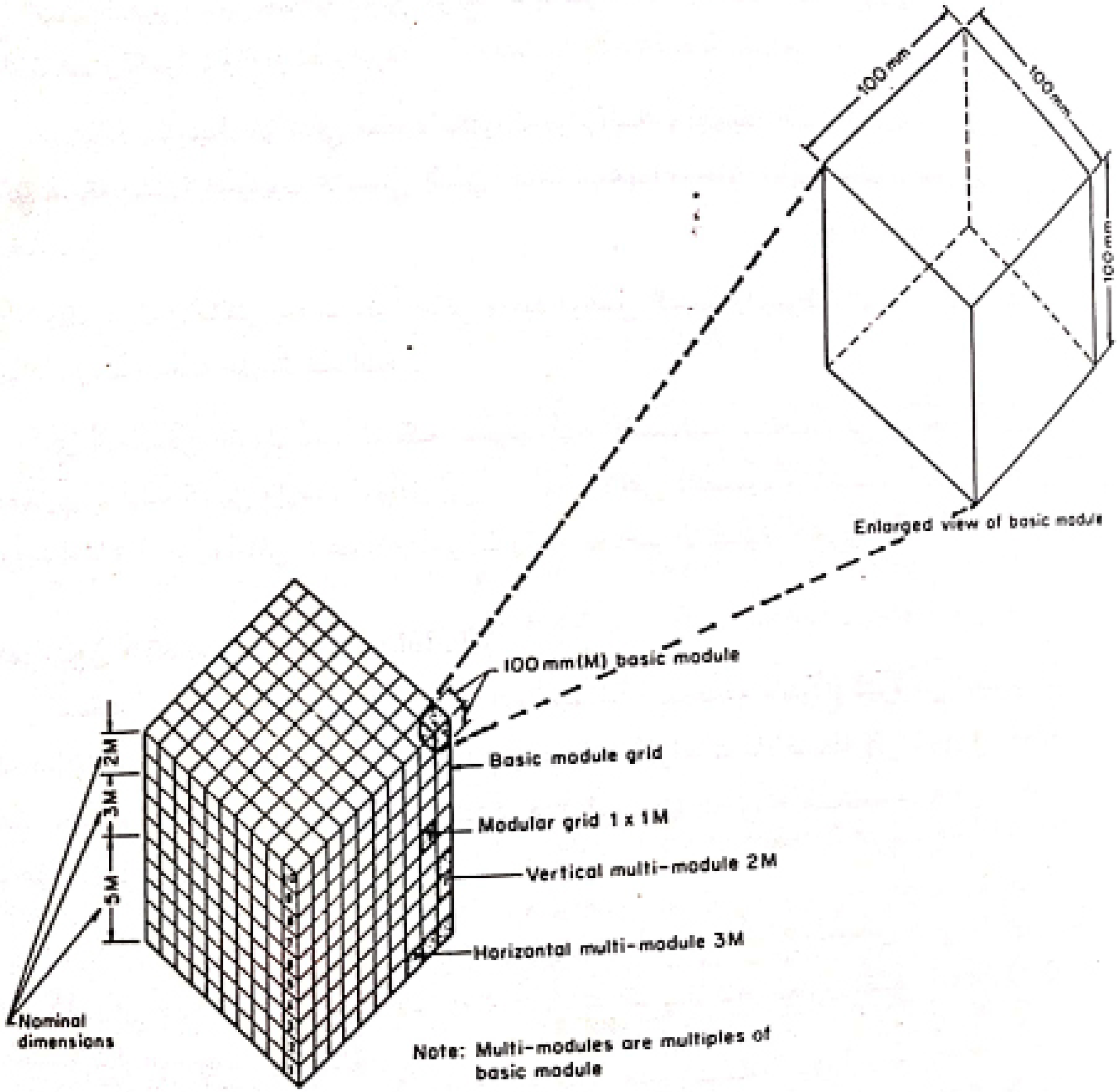


الموديول التضاعفي عبارة عن مضاعفات وتكرار الوحدة الموديولية الأساسية Basic Module الذي هو أما ١٠سم ، أو ٤ بوصة ويمكن استخدام الموديول التضاعفي كوحدة أساسية تكرارية .

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

الموديول الإنشائي *Structural Module*

يعتبر الموديول الإنشائي كوحدة تكرارية انشائية من أهم الوحدات المتكررة المستخدمة



الصورة تبين الوحدة المديولية الأساسية وهي ١٠سم ومضاعفاتها على الشبكة الفراغية

في أعمال التنفيذ . فمن خلاله يمكن توقيع العناصر الانشائية كالأعمدة والقواعد الانشائية للأساسات والكمرات والحوائط وغيرها .

ويتحدد الموديول الانشائي طبقاً لامكانيات مواد البناء والطريقة المستخدمة في الانشاء . فلكل طريقة انشائية الموديول الانشائي الذي يتناسب معها ويحقق معها الكفاءة والسهولة في التنفيذ .

والموديول الانشائي يحدد أيضاً أماكن وجود فواصل التمدد والهبوط والوصلات المختلفة للمواد . واستخداماته عديدة اثناء التنفيذ .

أي أنه يمكن القول بأن الشبكة الموديولية الانشائية تستخدم في مرحلة التصميم المعماري ، أيضاً كدليل وإرشاد للتوافق بين المسقط الأفقي للتصميم والإنشاء المقترح وذلك لتحديد إتساع البحور وأماكن الأعمدة والحوائط وكافة العناصر الانشائية الأخرى .

الموديول التصميمي *Modular Design*

يستخدم الموديول التصميم في معظم التصميمات المختلفة لأنواع كثيرة من المباني ، ولقد تما إستخدام هذا الموديول من إحتياجات إستخدام الفراغات بالإضافة إلى تسهيل أعمال التنفيذ للانشاءات المختلفة ، وساعد في انتشار هذا الموديول المرونة الناتجة عنه في تشكيل الفراغات داخل المبنى .

وليس بالضرورة استخدام موديول تصميمي واحد لجميع انواع المباني ، بل يمكن ان يكون لكل مبنى موديوله الخاص ، ما دامت عمليات التنفيذ تقام بطرق تقليدية وان الإنتاج بالجملة وتكرار الوحدات غير مطبقة .

ويمكن أن يتغير الموديول تبعاً للتصميم والإحتياجات المختلفة لكل فراغ ، إلا انه لا بد

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

ويمكن ان تكون الوحدة الموديولية هي عرض دورة المياة أو مساوية لفتحات الأبواب ، التي غالباً ما تكون تقريباً ٠,٩٠م ويمكن على أساسها عمل المضاعفات التكرارية التي تختلف باختلاف التصميم المطلوب .

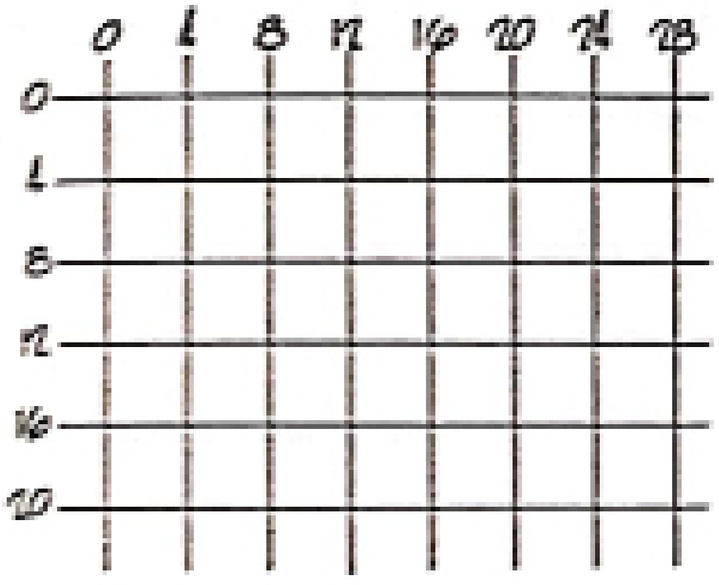
(٠,٦٠) (٠,٩٠) (١,٢٠) (١,٨٠) (٢,٤٠) (٢,٧٠) ٣,٦٠ ..... إلخ .

أصبح إستخدام الموديول في التصميم مألوفاً ومقبولاً واحد أساسيات التصميم حيث يبدأ المهندس عمل الشبكة الموديولية ثم يبدأ في رسم وتصميم المبنى وتشكيل الفراغات الداخلية المختلفة على أساس تلك الشبكة .

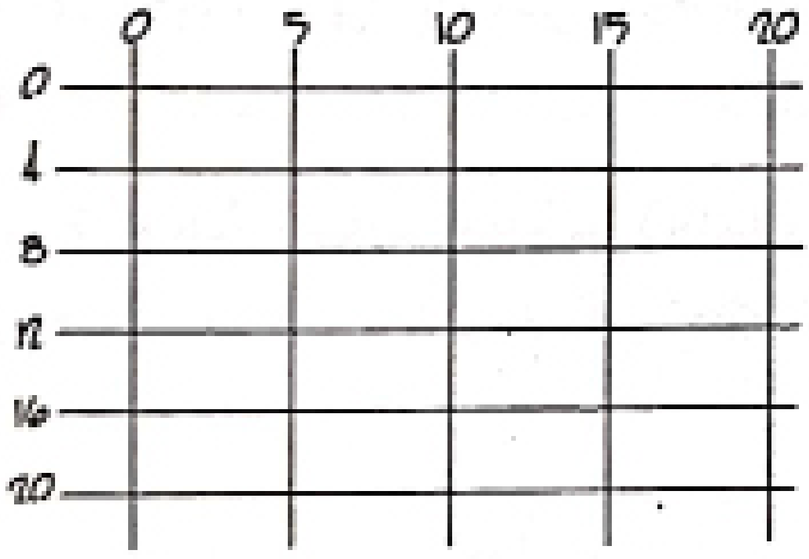
وباختصار يمكن القول أن مديول التصميم مبنى أساساً ، على استخدام وحدة موديولية قياسية تكرارية ، ويكون الهدف من ذلك هو تبسيط الرسومات التنفيذية للمبنى ، بالإضافة إلى تبسيط أعمال التنفيذ ، وهو لا يحد من حرية المهندس في التصميم إذا ما إستخدم إستخداماً جيداً .

التوفيق القياسي *Modular Coordination*

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

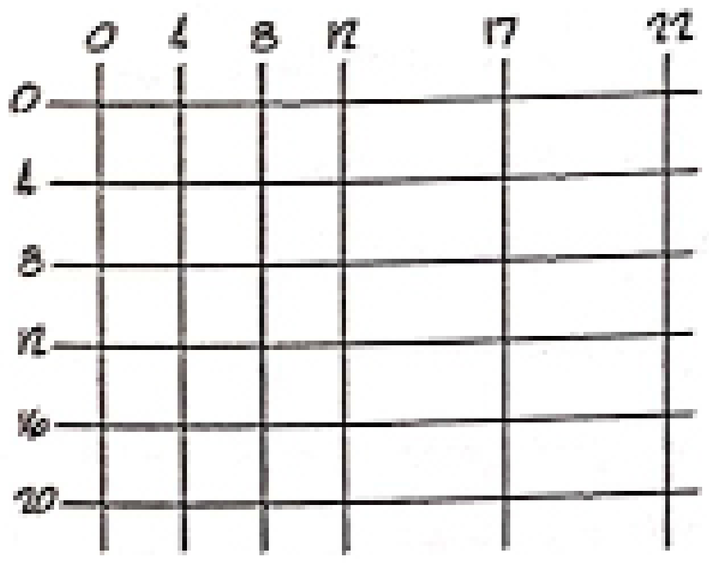


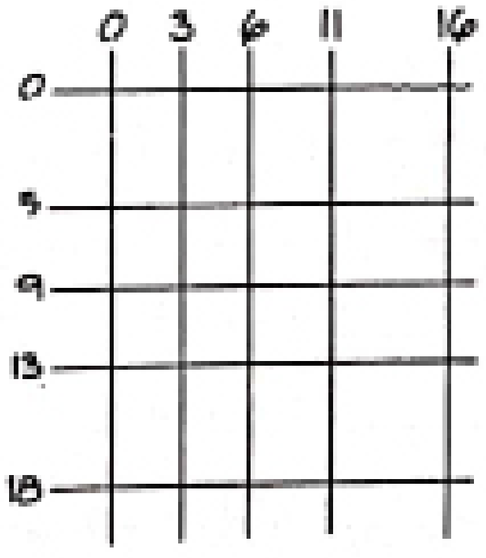
GRID LINE SPACING EQUAL IN BOTH DIRECTIONS.



GRID LINE SPACING EQUAL IN EACH OF TWO DIRECTIONS.

الصورة توضح استخدامات الديول التصميمي والانشائي وطريقة اختياره وهذه أربعة طرق مقترحة





بعضها فإنها تحتاج إلى إعادة القياس ثم التقطيع والتكسير لتصل إلى المقاس المناسب للمكـان الذي ستوضع فيه .

وهذا لا يعتبر خسارة ليس من ناحية هالك المواد فقط وإنما تبديد للوقت ولجهود العمـالة داخل الموقع .

الموديول التوافقي *Coordinated Module*

يـرجع إستخـدام الموديـول التوافقي (الأبعاد التوافقيـة) إلى عام ١٩٢١ عنـدما ابتـدأها Albert Farwall في كتـابه Evolving House الجـزء الثالث ، والـذي نشر عـام ١٩٣٦ . وفيـه ناقش استخدام الوحدات الموديولية التوافقية ، وأكد على أن كل مكونات المباني ، تتكـون من مضاعفات وحدة موديولية ونتيجة لذلك يمكن تجميع تلك الوحدات مع بعضها .

وإقترح Frawall بعدين اثنين ليكونا أساس الموديول هما ٣ بـوصة و٤ بـوصة . والأول لـه علاقة بالمكونات الحجرية ، والثاني له علاقة بالمكـونات الخشبيـة ، ويكون كقـاعدة للتصميم والإنشاء ، وفيها تنسب كل الأبعاد إلى الشبكة الموديولية المختارة .

ويعتبـر الموديـول التوافقي وحـدة قياسيـة تكراريـة كأي مـوديـول ولكنـه أكثـر تعقيـداً من الموديول التصميم . والغرض الأساسي من إستخدام الموديول التوافقي هـو التوافق بين الأبعـاد Coordination وبـالتالي التـوافق بين وحدات المبنى مـع بعضهـا البعض ومـع المبـاني الأخـرى أيضاً .

والموديول التوافقي هو أحد أساسيات المباني سـابقة التجهيـز . حيث إستخدم المـوديول التوافقي في الأصل من أجـل تصميم وتسـهيل تـركيب الوحـدات والمكونـات المختلفة السـابقة التجهيـز ، وبأقـل ما يمكن من تعـديلات في المـوقع . وهـو بذلـك يشكل أهميـة كبـرى لسبق

التجهيز وخاصة كلما ازداد عدد الوحدات فيه وصغر حجمها عندئذ يلزم عمل توافق قياسي بين الأبعاد وبعضها .

والموديول التوافقي يضمن لجميع الوحدات السابق تجهيزها في غير مكان تنفيذ المبنى وإقامته ان تتطابق مع بعضها عند التنفيذ بدون مشاكل تذكر . 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 كبرى أيضاً في المباني التقليدية في جميع مكوناتها . فعلى سبيل المثال استعمال الطوب والأحجار في بناء الحوائط من وحدات صغيرة سابقة التجهيز وتشكيلها وهو أحد تطبيقات الموديول التوافقي . في هذه الحالة يقوم عامل البناء في الموقع بعمل التوافق اللازم بين أبعاد الطوب أو الحجر مع بعضه . فيقوم بعمليات تكسير وتقطيع الوحدات وهذا قد يكون معقولاً ومقبولاً إلى حد ما ، بالنسبة لوحدات صغيرة مثل الحجر والطوب 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 وإزدادت أهمية التوفيق القياسي بين الأبعاد .

ويتوقف اختيار الموديول التوافقي على الآتي :

١ ـ نوع المنشأ المطلوب تنفيذه .

٢ ـ حجم وعدد الوحدات المكونة للمبنى . والمعروف انه كلما صغرت الوحدات كلما لزم اختيار موديول أصغر .

٣ ـ النظام الموديولي المتبع في مكان تنفيذ هل هو نظام متري (١٠سم) ام نظام إنجليزي (٤ بوصة) .

ويمكن تلخيص مميزات الموديول التوافقي من مختلف وجهات النظر :

أولاً : من وجهة نظر التصميم : Design Aspect

يكون التصميم المعماري باستخدام المـوديول التـوافقي متميزاً بـالبساطـة في الرسـومات التنفيذية وهذا يحقق توفير وقت الرسم والتنفيذ وفي استيعاب المضمون .

ثانياً : من وجهة نظر التصنيع : Manufacturing Aspect

من خلال مفهوم المـوديول التـوافقي المستخدم في عمليـات التصنيع ، يمكن الحصـول على اكثر من هدف . توفير الـوقت عن طريق تقليـل المتغيرات ، قـوائم الجرد ، Inventories (المخـزون) وتبسيط الـرسـومـات ، بـالإضـافـة إلى تحسين الإشـراف على الجـودة Quality Control . وأهم النقاط على الإطلاق ، توفير فاقد المواد بتقليل الأخطاء في التصنيع .

ثالثاً : من وجهة نظر الإنشاء : Construction Aspect

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

المـوديول ثـلاثي الأبـعاد (الصنـدوقي) :

Three Dimentional Module (Cubic Module)

المـوديول ثـلاثي الأبعاد أو المـوديول الصنـدوقي (الموديـول الفراغي) ليس لـه قـواعـد مستقلة عن كلا الموديولين التصميمي والتوافقي لأن كلا منهما يمكن أن يكـون ثلاثي الأبعـاد ، وخـاصة إذا اخـذ في الأعتبار البعـد الأفقي للمسقط والرأسي للواجهـة والقطاع فيتكـون الشكل الفراغي لكل موديول . وذلك لأن العمارة تتعامل في الواقع مع فراغ . وكل فراغ له أبعاد ثلاثية أي أنه لكل موديول في العمارة ثلاثة أبعاد لازمة ليتكون منه فراغ معماري .

ولقد ظهرت أهمية استخدام الموديول الصندوقي الفراغي ووحـداته النمـطية ، مـع ظهور الوحدات الصندوقية ، كأسلوب متميز للمبـاني سابقـة التجهيز . لهـذا كان للمـوديول الفـراغي

تصريفاً مستقلاً لأنه يعني نظاماً مستقلاً في حد ذاته وهذا ما سوف يتم مناقشته في المباني الصندوقية Box System .

والموديول الثلاثي أو الفراغي هو جوهرياً وحدة ثلاثية الأبعاد . وهذه الوحدة يتم تكرارها بحد أدنى من التغيرات لبناء التكوين النهائي للمبنى أو مجموعة المباني المرتبطة مع بعضها .

تتراوح الأبعاد في هذا الموديول من حجم الوحدة الصغيرة ، (وحدة صندوقية صغيرة) لا تحتوي على فراغ مستقل ، إلى الوحدة التي تحتوي على فراغ مستقل لغرفة إلى فراغ يحتوي على أكثر من غرفة إلى الوحدة السكنية بالكامل وكل هذا يمكن أن يتكون من مضاعفات وحدة صغيرة قوامها ١٠سم .

ويتوقف إختيار الموديول الفراغي على المتغيرات الأساسية التالية :

١ ـ نوع التصميم المطلوب تنفيذه وامكانية تكرار الوحدة الصندولية لتكوين الفراغات المختلفة .

٢ ـ نوع المواد المستخدمة في الإنشاء .

٣ ـ القوانين التي تتحكم في المرور والنقل والطرق في تحديد عرض وطول وإرتفاع الموديول .

٤ ـ امكانيات النقل من ناحية الوزن والحجم .

٥ ـ قوانين البناء الموضوعة .

الوصلات Joints:

الوصلة هي سطح الإلتقاء أو الاتصال بين وحدتين منفصلتين متشابهتين في المادة المصنوعة منها الوحدات ، وتعتبر نهاية وحدة وبداية أخرى ، وحيث أن الوصلة هي منطقة

الإلتقاء بين أجزاء المبنى فإن نجاح أو فشل أي نظام من نظم سبق التجهيز يعتمد أساساً على المعالجة السليمة للوصلة .

والوصلات في المباني سابقة التجهيز هي وضع الأجزاء في ترتيبها وتركيبها وتجميعها . وهذا هو أساس الطرق المستخدمة في سبق التجهيز ، والوصلات تختلف أنواعها وإعدادها في المبنى طبقاً لنوع الإنشاء وحجم الوحدات سابقة التجهيز المستخدمة .

عدد الوصلات في فراغ الغرفة الواحدة :

الحالة الاولى : المباني الهيكلية (الوحدات الطولية)

* تحتوي على ثماني نقاط اتصال (٨ نقط) وهي أماكن اتصال الأعمدة والكرات .
* اربع وصلات طولية أفقية (٤ وصلات) بين الكمرات وبلاطة السقف .
* اربع وصلات طولية رأسية (٤ وصلات) بين الأعمدة والوحدات المستوية بالحوائط .

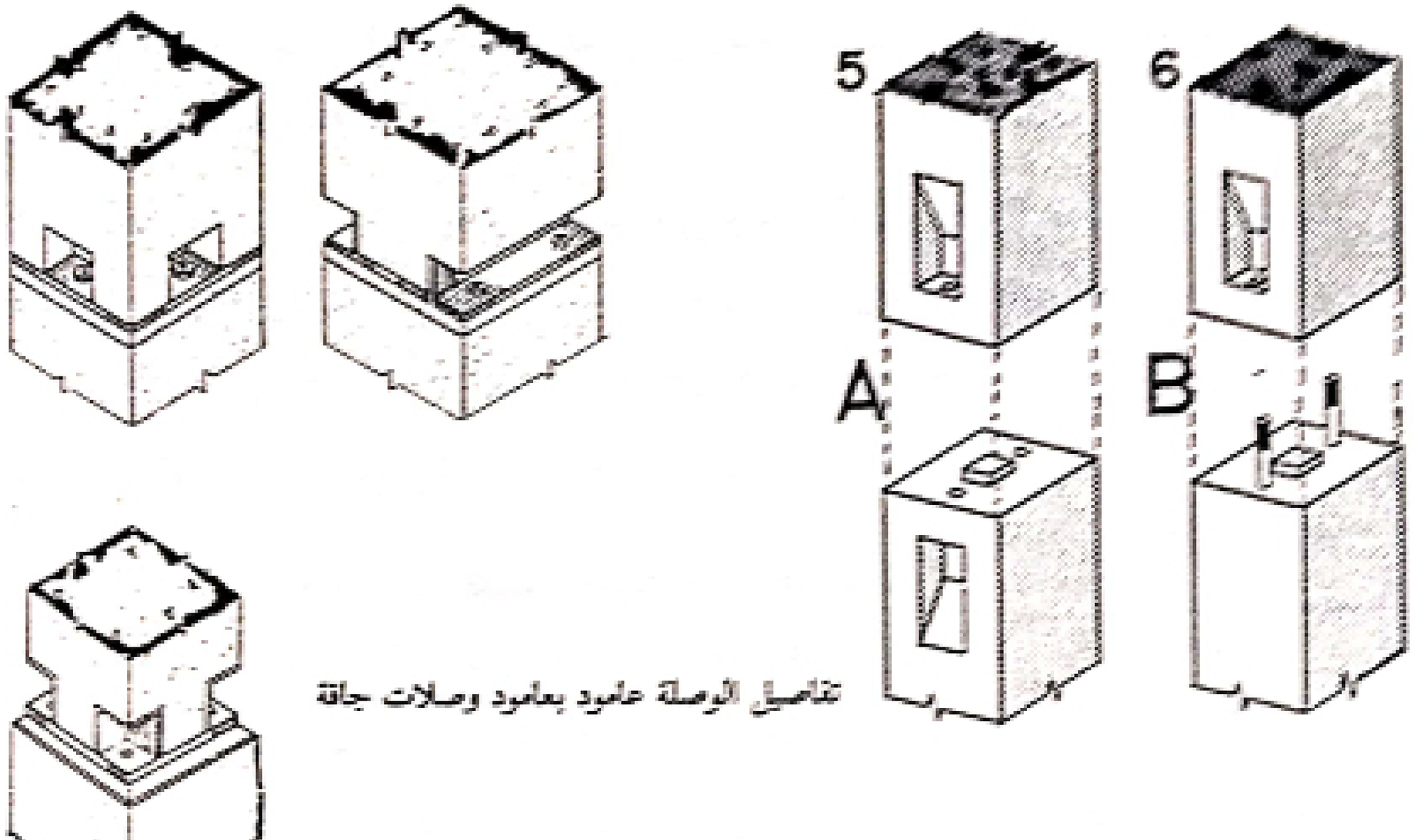
الحالة الثانية : الوحدات المستوية :

تحتوي على اربع وصلات أفقية (في حالة الوحدات المستوية الكبيرة الحجم) .

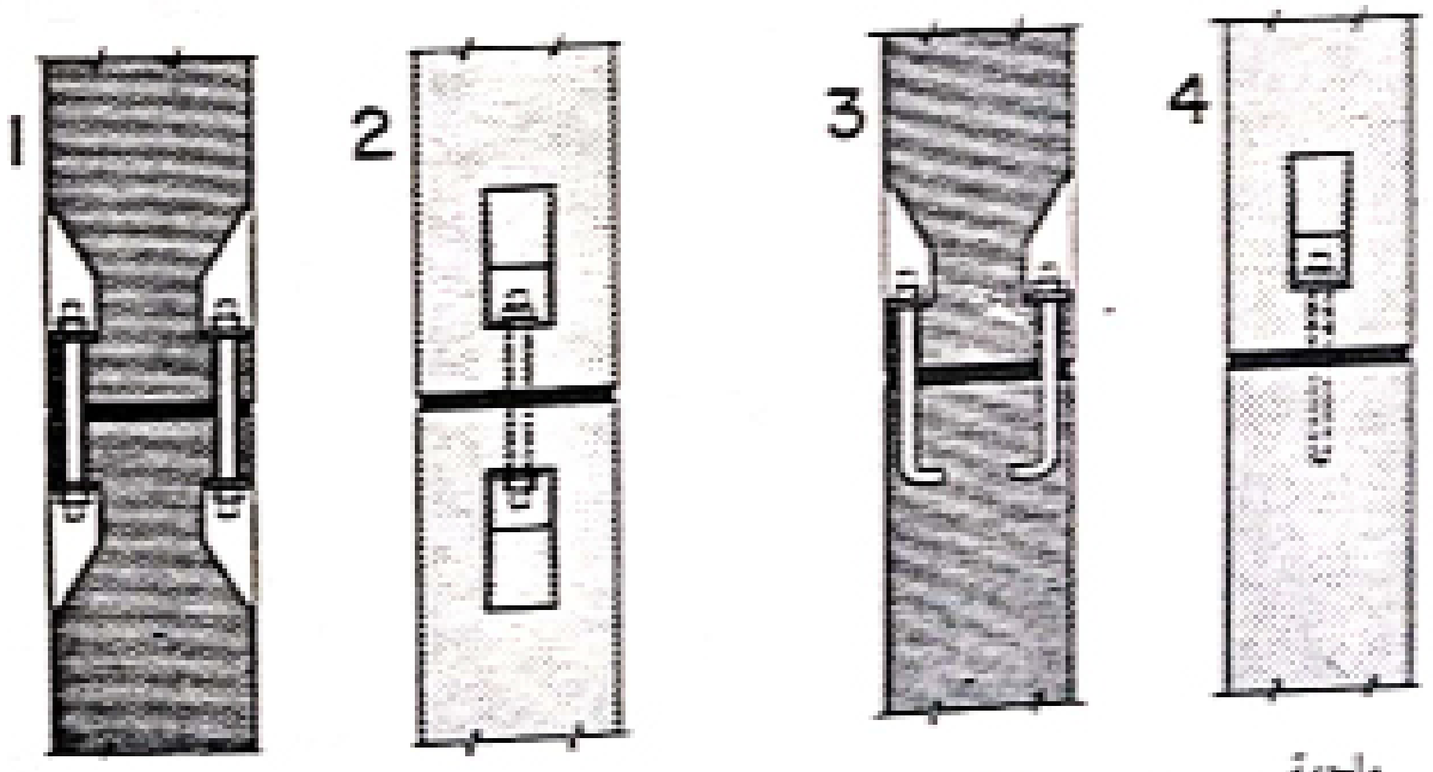
الحالة الثالثة : الوحدات الصندوقية :

لا توجد أي وصلات في فراغ الغرفة لأن الوحدة تصنع بالكامل في المصنع . أما الوصلات فتكون فقط بين الوحدات وبعضها .

وتحتاج عملية تجميع الوحدات المكونة للمبنى إلى مادة لاصقة . فتقوم تلك المادة اللاصقة بالعبء الأكبر في التصدي للقوى المؤثرة على الوصلة . ويتحدد نوع الوصلة طبقا لموقع الوصلة من المبنى ونوع القوى المؤثرة عليها (قوة ضغط ـ شد ـ لي . . . . الخ) وذلك



تفاصيل الوصلة عامود بعامود وصلات جافة

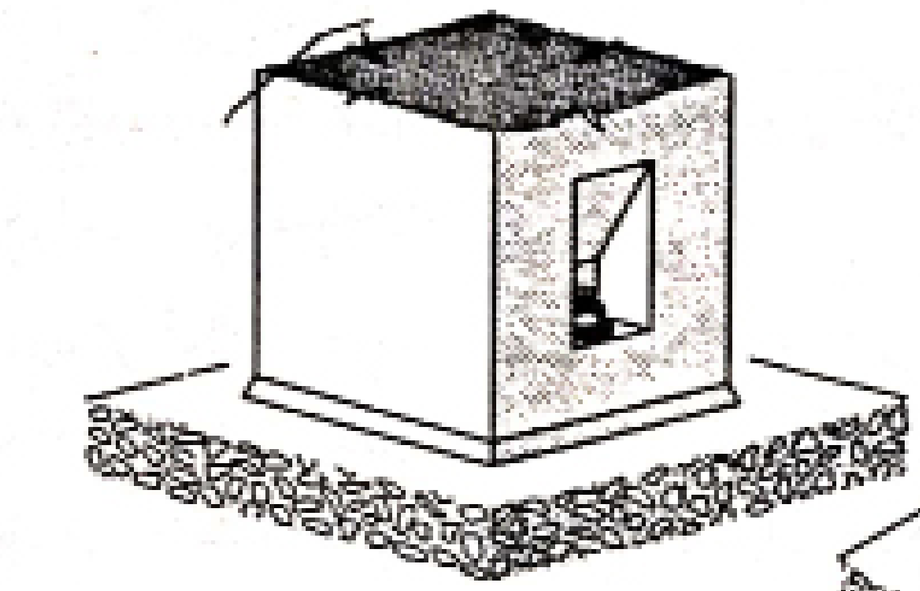


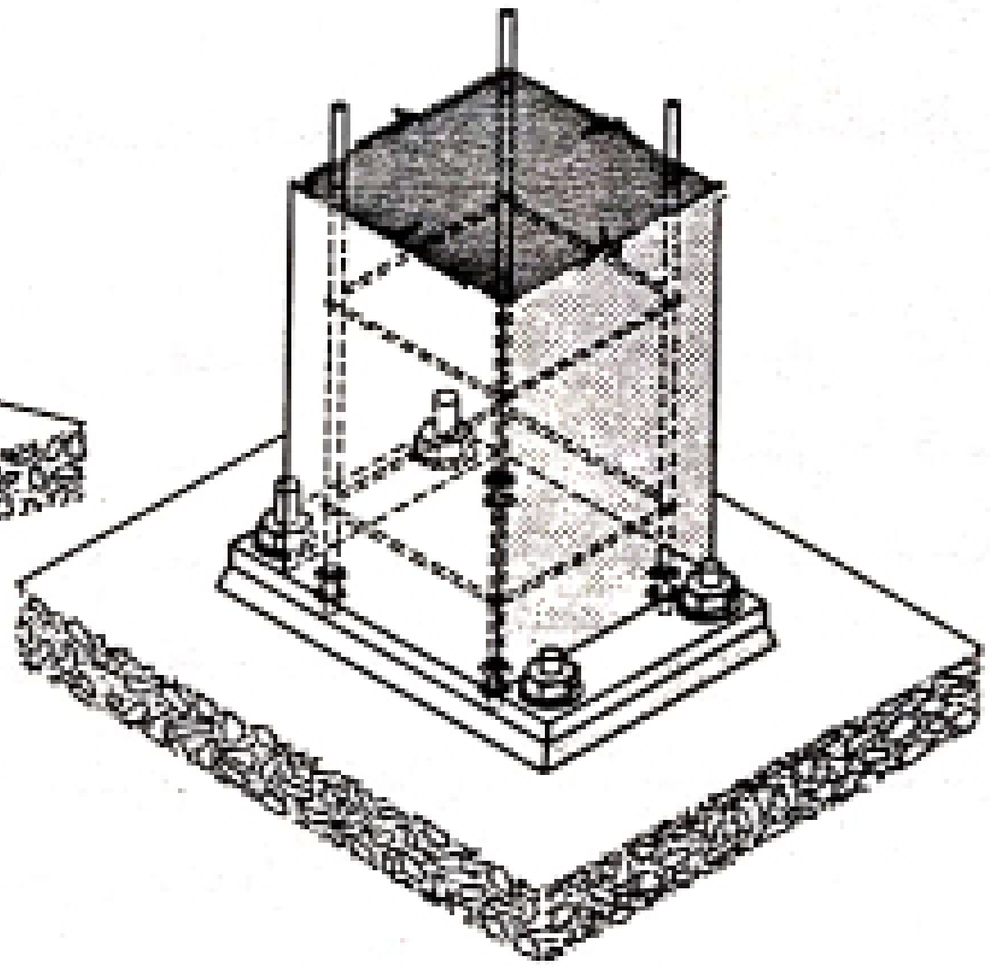
قطاع

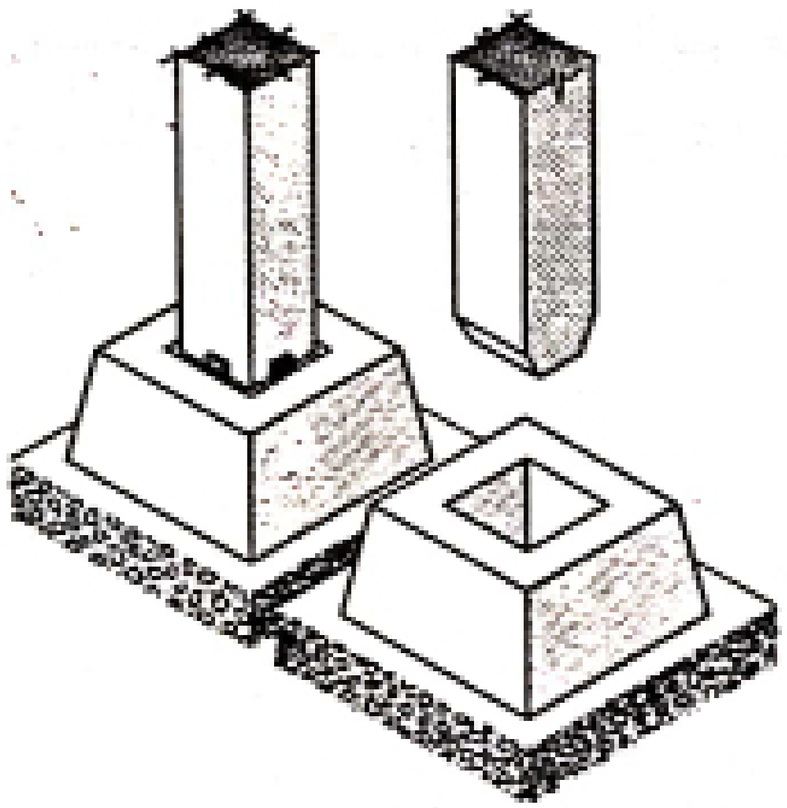
واجهة

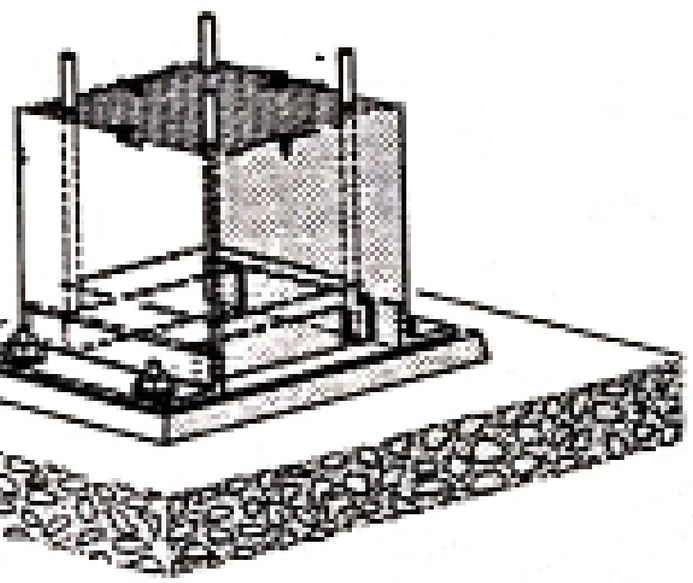
قطاع

واجهة

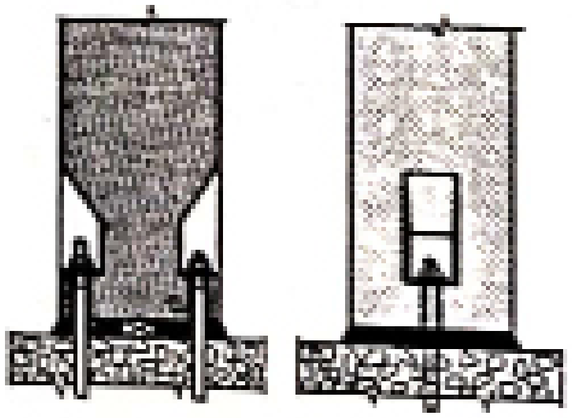




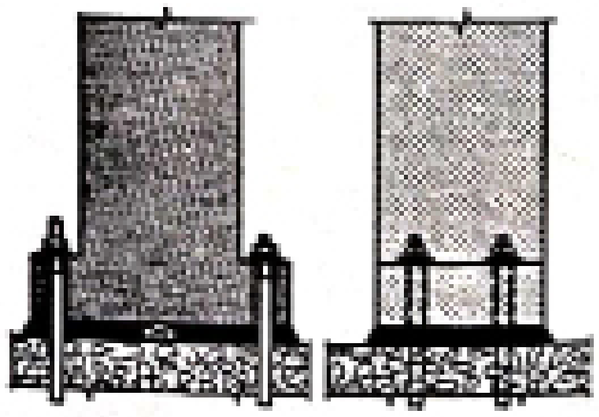




بعض تفاصيل الوصلات الخاصة بالأعمدة والقواعد السابقة التجهيز .



تطاع واجهة

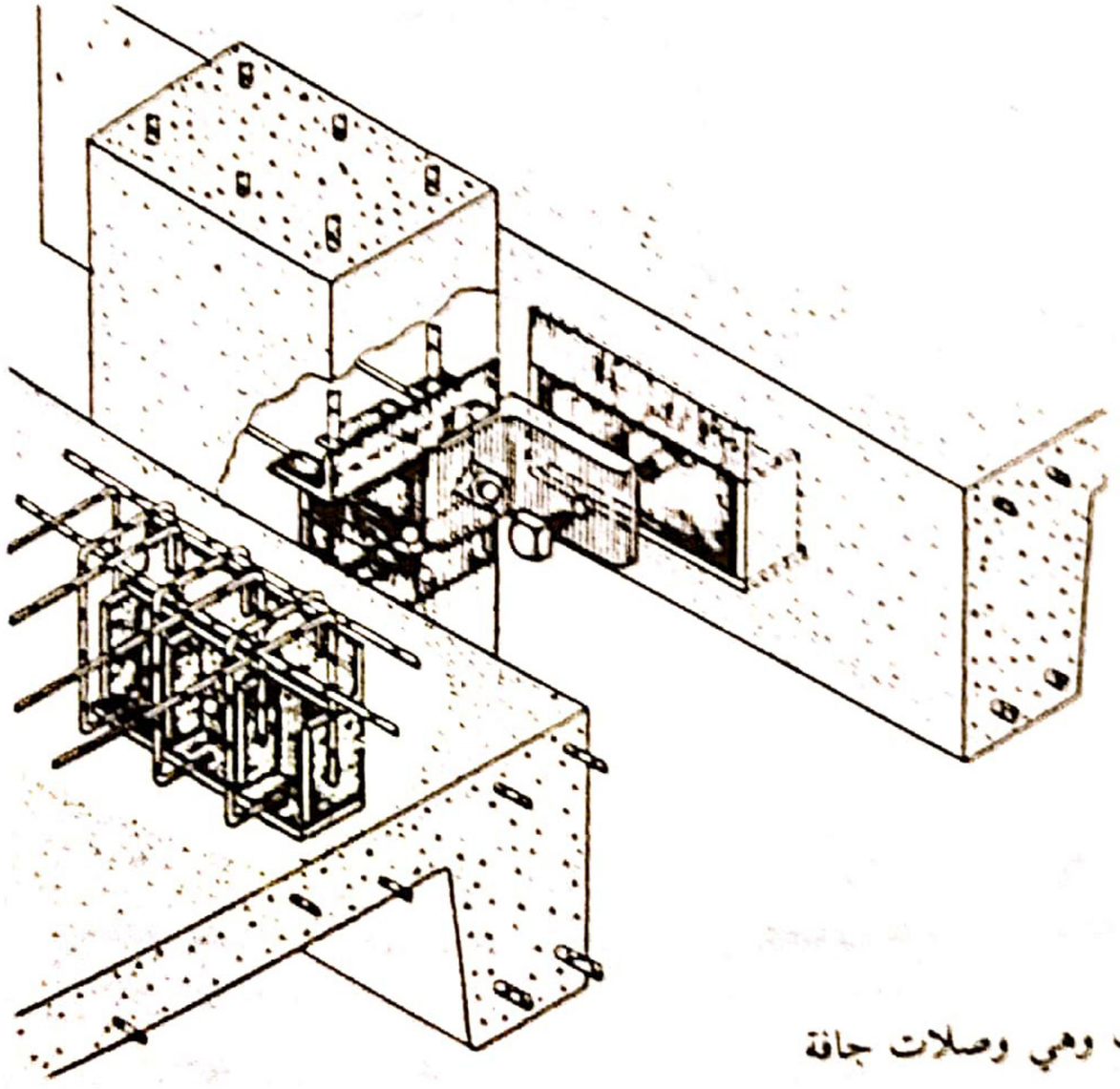


تطاع واجهة

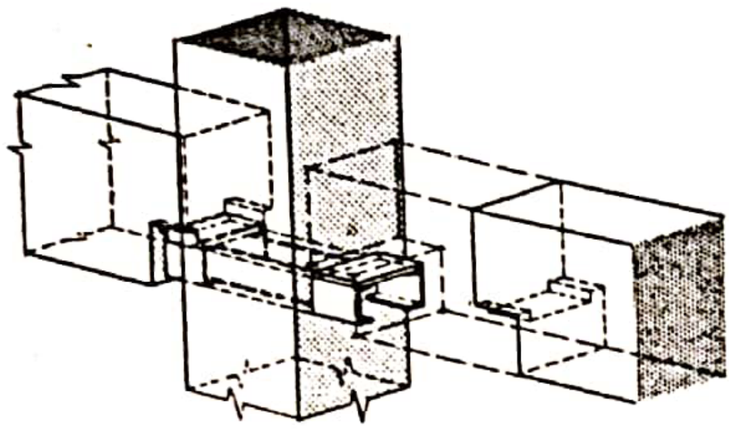
لإعطاء القوة والمتانة اللازمة لإستمرارية عمل الوحدات المختلفة للمبنى لنقل الأحمال التي يتعرض لها المبنى نفسه .

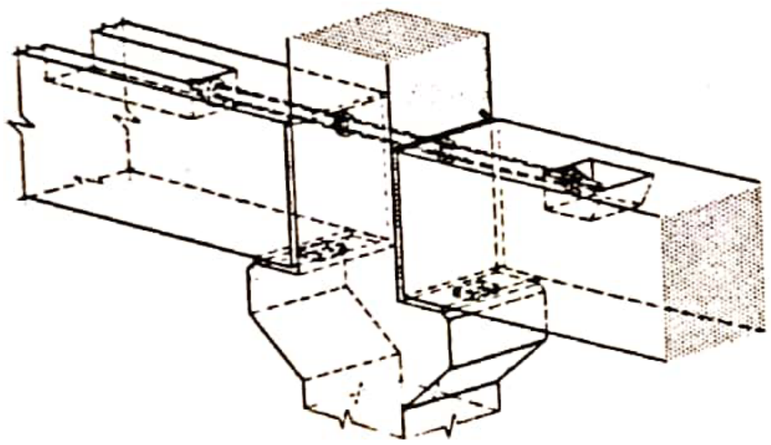
ويؤثر شكل وتصميم الوصلة تأثيرا كبيرا على الوقت اللازم لمعالجتها في الموقع ، كما أن المادة اللاصقة المستخدمة قد تؤثر هي الأخرى بشكل أو بآخر على الوقت الكلي اللازم للإنتهاء من الإنشاء ، فعلى سبيل المثال ، إستخدام المونة أو الخرسانة تحتاج إلى زمن شك معين وهذا الوقت يستقطع من الوقت اللازم للإنتهاء من تنفيذ تركيب جزء ما .

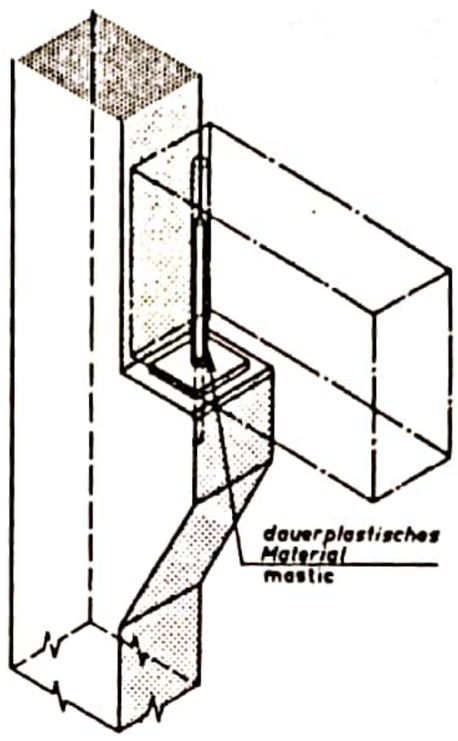
وعملية الربط هذه ، هي في الأصل معادلة القوى المؤثرة على الوصلة بقوة مضادة تعمل لإيجاد مرحلة توازن أو تعادل بين القوى المؤثرة وقوى رد الفعل .

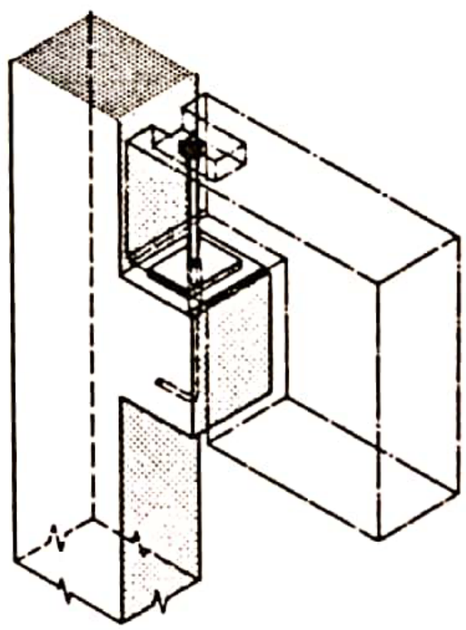


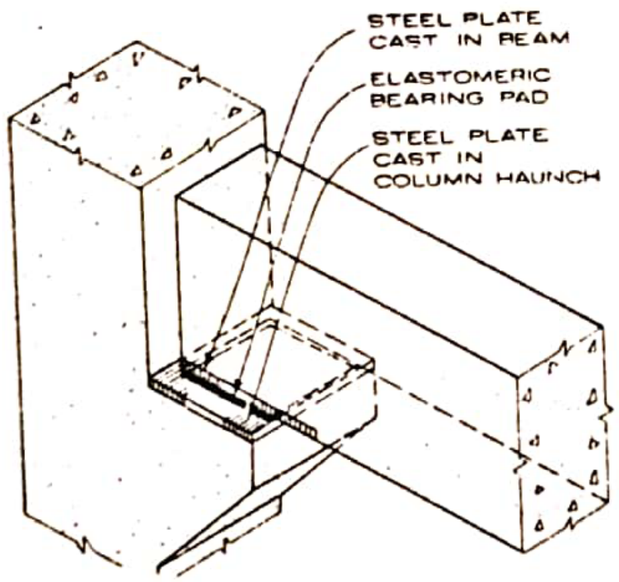
وصلة بين عامود وبلاطات للاسقف وهي وصلات جافة

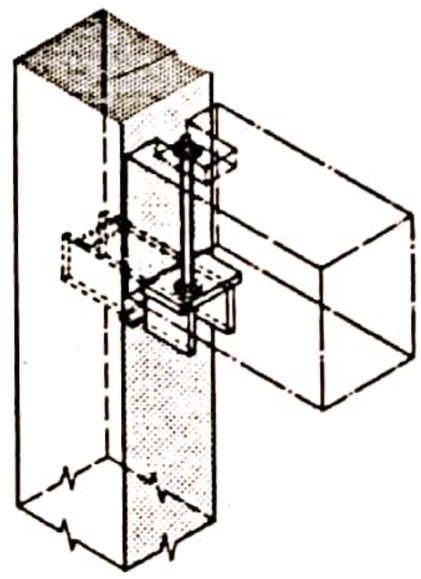


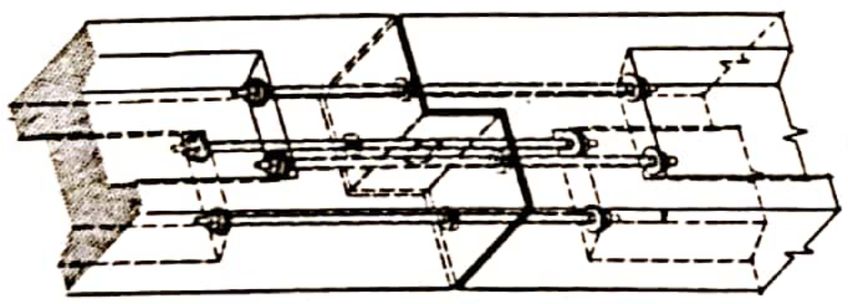




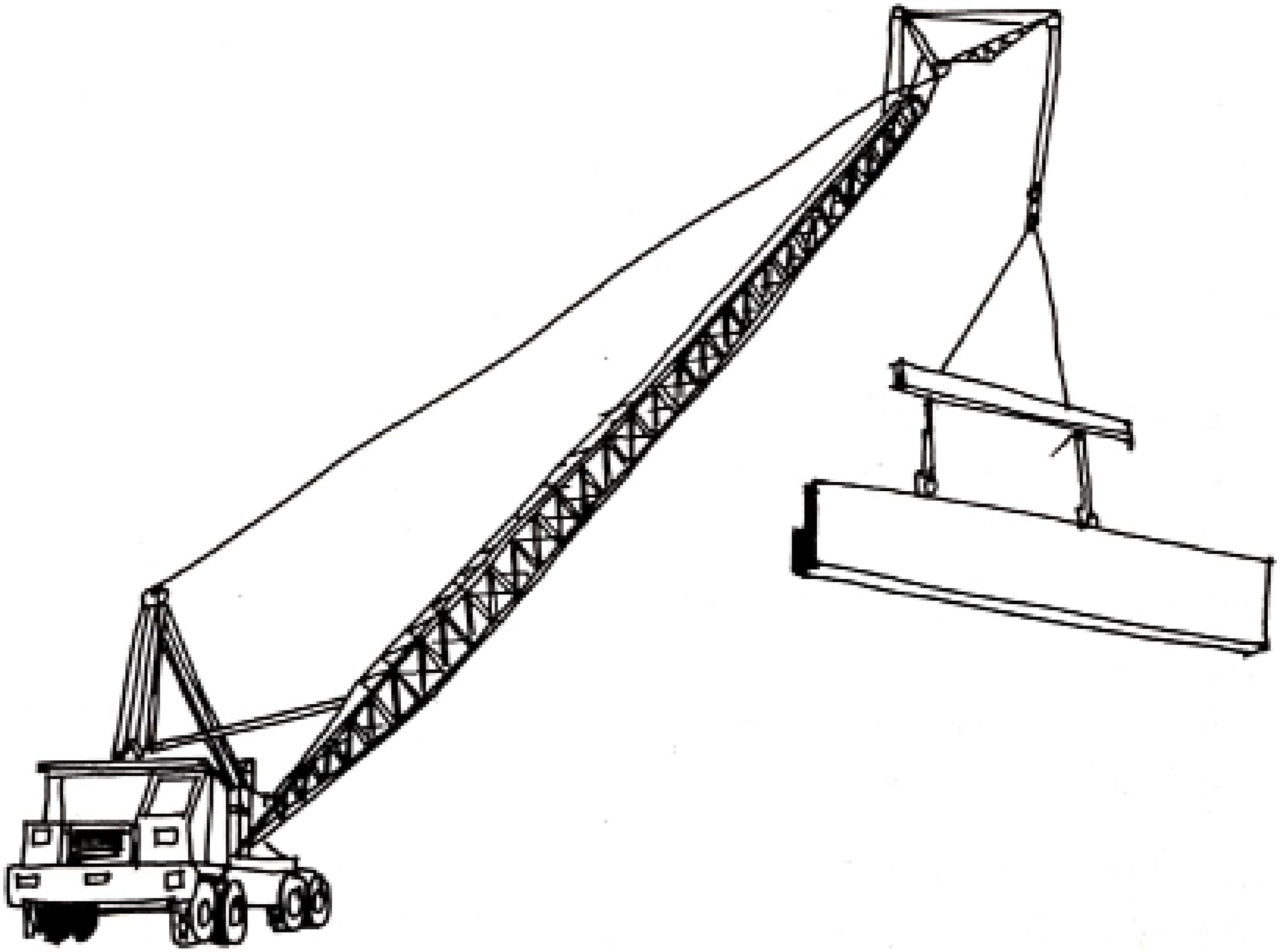








وصلة كمرة بكرة بعض انواع الموصلات بين كرة وعامود أو كمرة وكمرة وهي وصلات جافة



الوحدات الطولية

الوحدات الطولية : Linear Units

فكرة إستخدام 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 إستخدام تلك الجذوع والسيقان بعد تقطيعها وتهذيبها ، لتكون نقاط إرتكاز أو قوائم لتشكيل سقف الكوخ عليها . كما أنه أستخدم أفرع الأشجار أيضا كوحدات طولية للكمرات ، ثم كان يغطيها أما بجلود الحيوانات أو فروع الأشجار ، وهذا في حقيقة الأمر يعتبر سبق التجهيز في معناه البسيط .

واستمر الإنسان في تطوير هذه الأفكار على مر الأزمنة ، فيشكل تلك الوحدات الطولية أو الأعمدة من الأحجار ، أما على هيئة أجزاء أو ككتلة حجرية واحدة كما في بعض المعابد الأغريقية الذي شيدت أعمدتها من كتلة واحدة من الحجر كوحدة طولية ، ووضع سقف المعبد عليها . وهذه القوائم كما نرى يتم تجهيزها في أماكن خاصة تنحت وتشكل ثم تنقل إلى مكان تنفيذ المعبد ، وهي بذلك يمكن تصنيفها تحت مفهوم سبق التجهيز . وكذلك في المسلات الفرعونية التي كانت تنحت على شكل قطعة من الحجر ثم تنقل وترفع في المكان المخصص لها . كذلك شكل الإنسان وحدات طولية من الحجر إستخدمها ككمرات يمكن إرتكازها على هذه الأعمدة الحجرية التي يمكن تركيب أو وضع الأسقف عليها .

ولقد كان إستخدام هذه المواد الأساسية والموجودة في الطبيعة ، سواء من الخشب أو الحجر ، يحدد أبعاد المسافات بين الأعمدة ، وتحديد البحور بهذه الطريقة يقلل من مرونة الفراغات ويحدها لتنساب في إتجاهات طولية فقط Linear space .

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

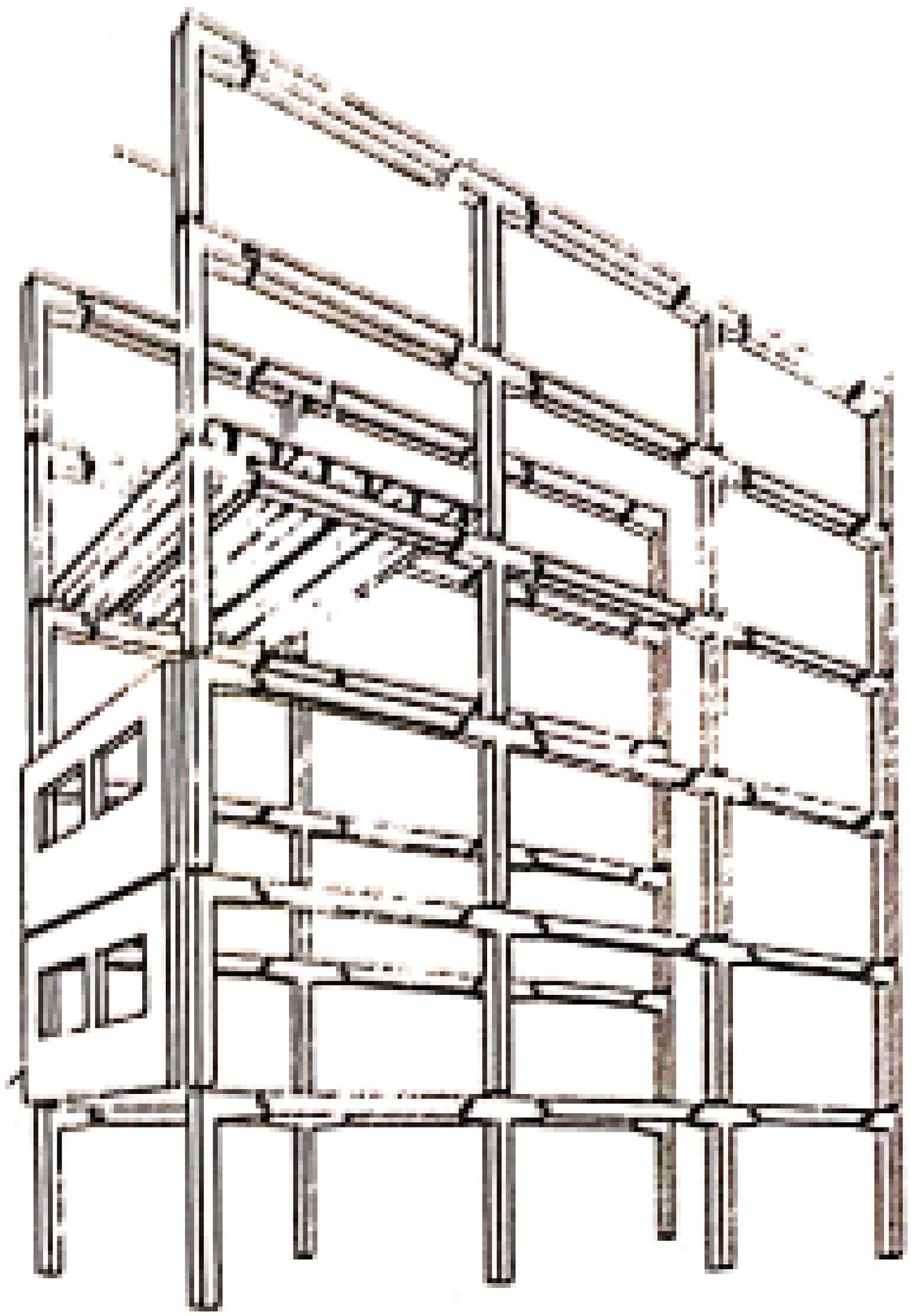
وأنتشر إستخدام الوحدات الطولية السابقة التجهيز من الخرسانة المسلحة خاصة بعد الحرب العالمية الثانية ، وأعتبرت من الطرق الشائعة للمباني التجارية . ومباني المكاتب والمباني العامة ، خاصة وأن هذه الطريقة تعطي مرونة عالية للفراغات الداخلية كما سيوضح .

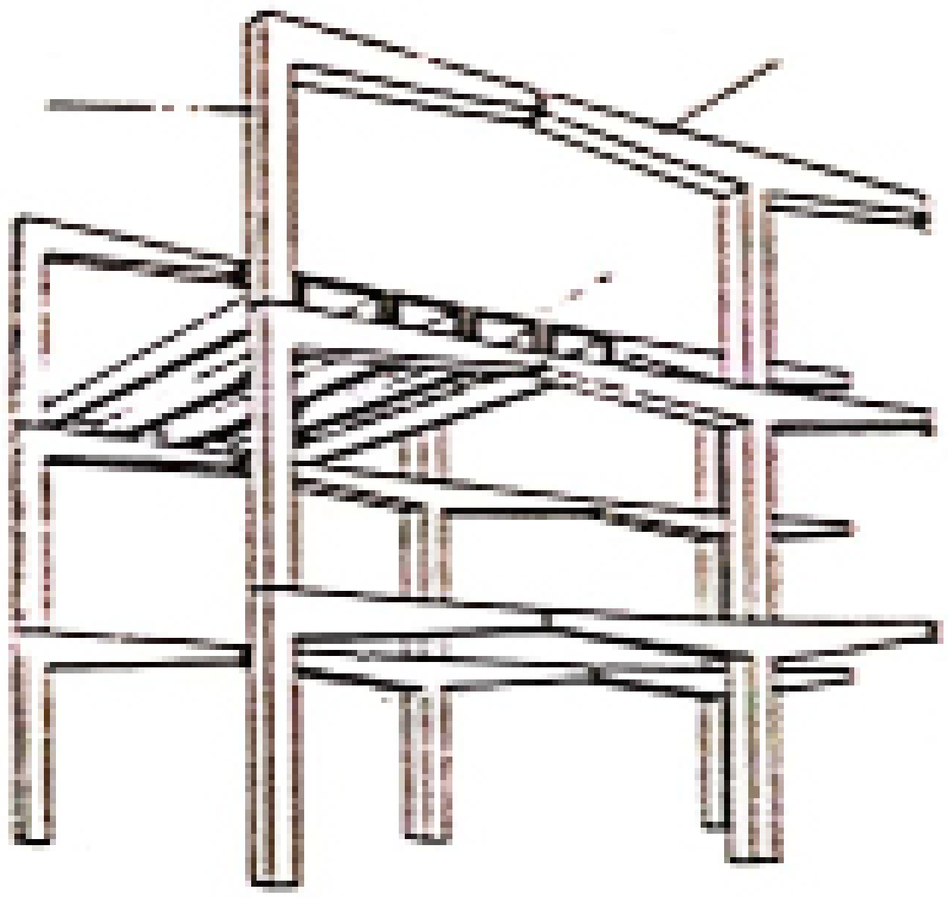
والوحدات الطولية الإنشائية مثل الأعمدة والكمرات لا تشكل فراغا مقفلا فهي تحتاج بعد تجميع وحداتها الإنشائية الأساسية إلى وحدات أخرى مكملة لها لتشكيل الفراغ ، وهذه الوحدات المكملة يمكن أن تكون وحدات مستوية كالحوائط والأسقف ، أو وحدات طولية تجمع بجانب بعضها البعض لتشكيل الفراغ المطلوب .

وينتشر إستخدام هذا النوع في عصرنا الحاضر في المباني العامة ، ومباني المكاتب ، والمباني التجارية ، لأن هذه الطريقة تعطي مرونة كاملة للفراغات من ناحية إمكانية تغيير وتعديل التصميمات الداخلية .

الفكرة الإنشائية من الوحدات الطولية :

هي عبارة عن وحدات طولية نمطية سابقة التجهيز في المصنع أو في مكان مخصص لها





استخدام وحدات خرسانية
الخرسانة مع بلاطات مسبقة الخرسانة الأسفل

في الموقع ، وهذه الوحدات يمكن أن تكون من الحديد أو من الخرسانة المسلحة ، يتم نقل تلك الوحدات إلى الموقع بعد سبق تجهيزها حيث يمكن تجميعها مع بعضها البعض بإحدى الطرق الخاصة بالوصلات ، سواء كانت جافة أو رطبة لتكوين الهيكل الإنشائي للمبنى . وهي بذلك تشبه الطريقة التقليدية في الإنشاء الهيكلي ، ويترك إختيار الوحدات الأخرى لتقفيل الفراغات المختلفة ، أما من وحدات خرسانية سابقة التجهيز أو من أي مادة أخرى خفيفة وذلك عندما تكون وظيفتها الأساسية هي فصل الفراغات المختلفة في حالة الحوائط غير الحاملة . وعند إستخدام البلاطات السابقة التجهيز يجب صبها بالطريقة التي تمكنها من تحمل الأحمال الواقعة عليها سواء من المبنى ، أو من القوى المختلفة التي تتعرض لها ، أثناء التشغيل والنقل والتركيب .

وتختلف هذه الوحدات من حيث الوزن والحجم بإختلاف المصنع المنفذ والتصميم الموضوع لها والحجم الفراغي المطلوب تكوينه .

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

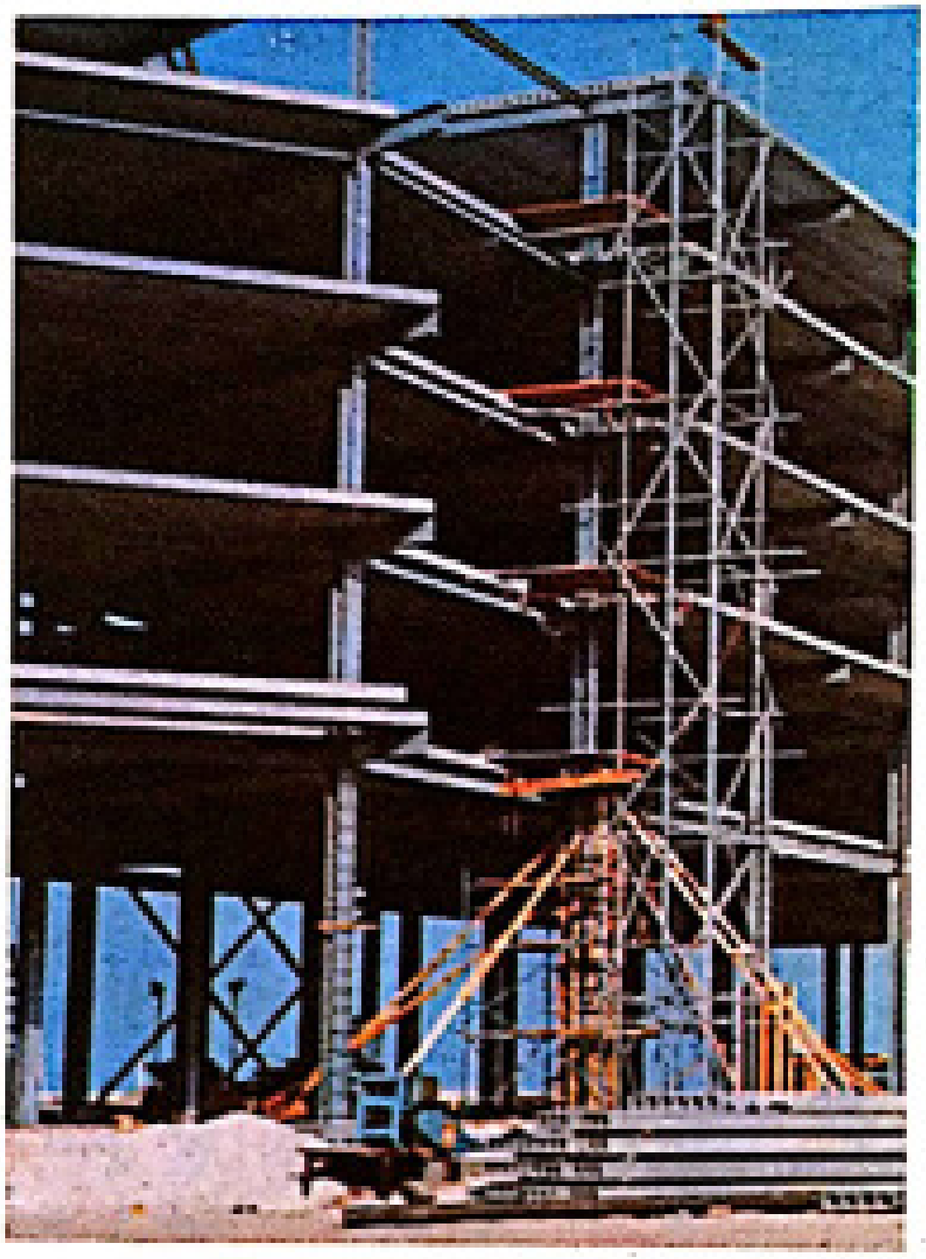
وتنقسم الوحدات الطولية إلى نوعين أساسين :

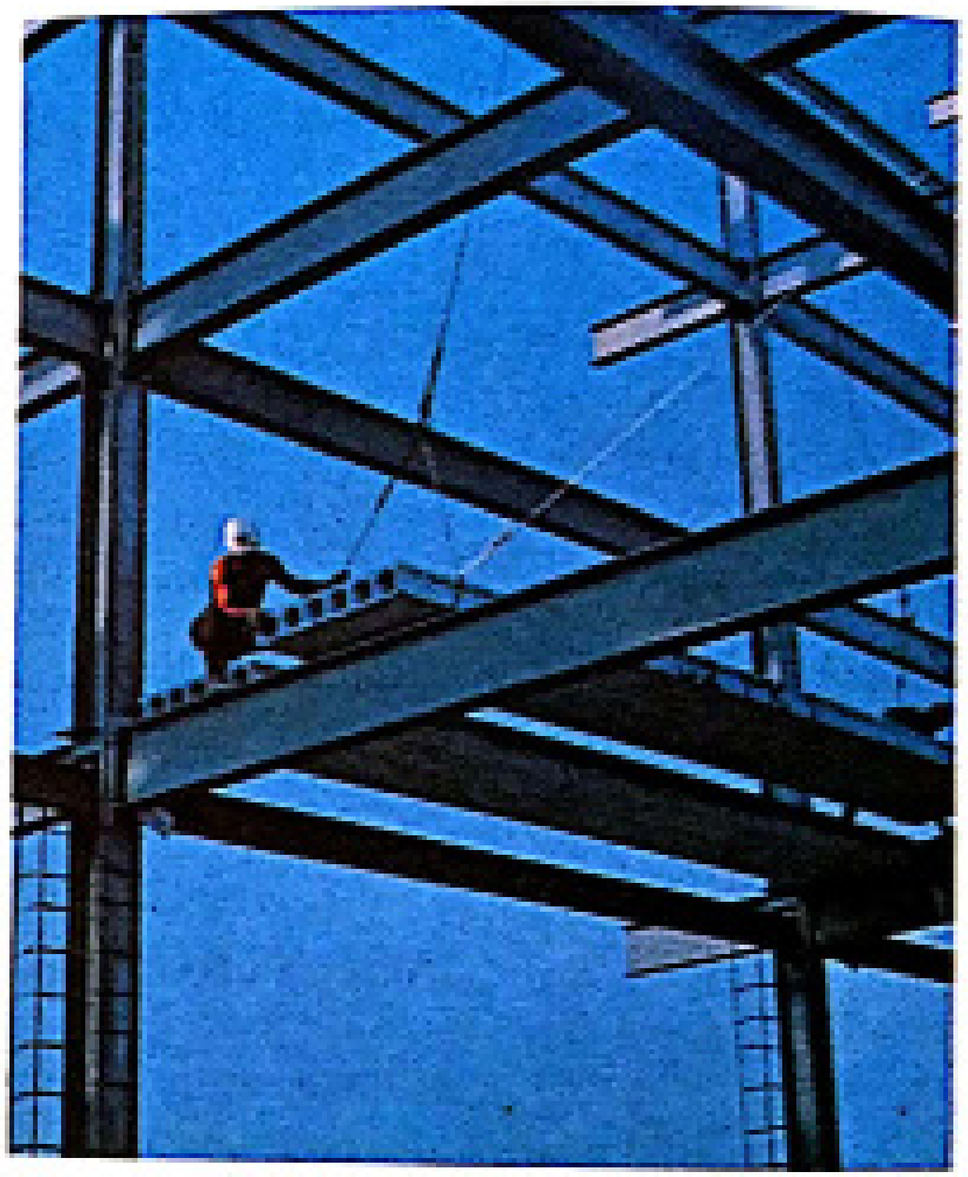
١ ـ وحدات إنشائية : Structural units

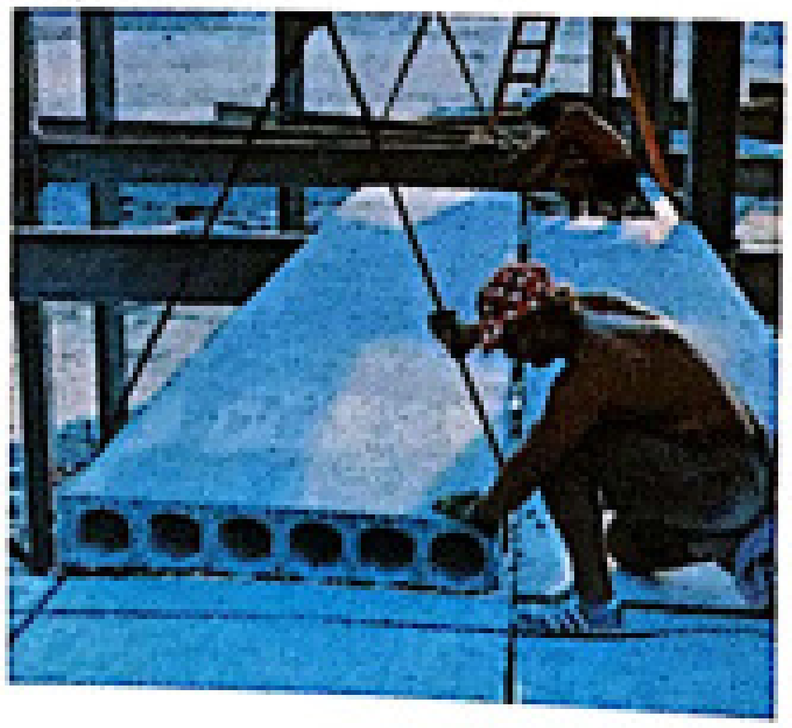
٢ ـ وحدات غير إنشائية : Non structural units

١ ـ الوحدات الإنشائية : STRUCTURAL UNITS

يحتاج المبنى إلى نوعين من الوحدات الإنشائية







الصور توضح استخدام
وحدات طولية سابقة التجهيز
أثناء عملية تنفيذ مبنى في احدى دول الخليج العربي

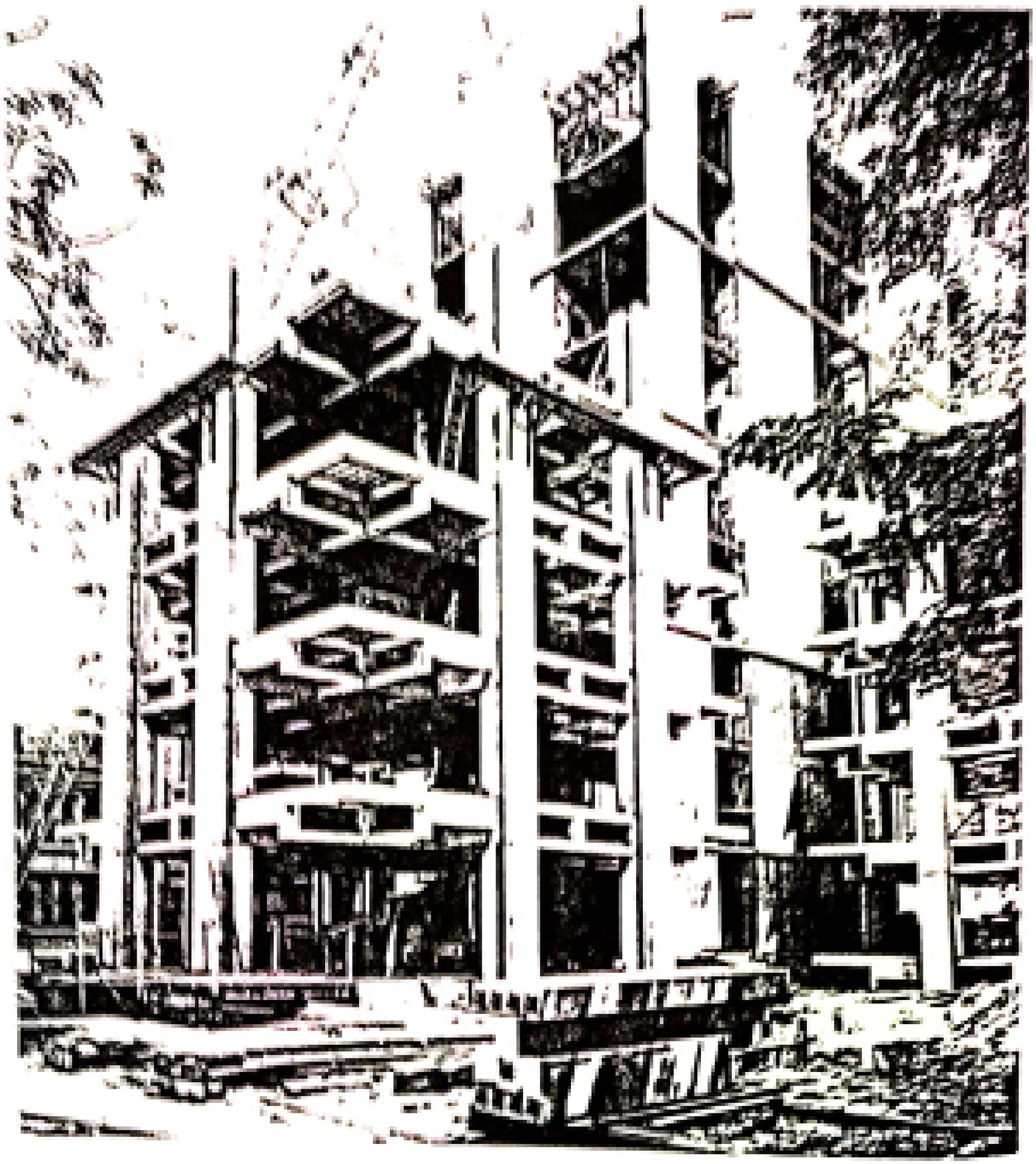
١ ـ وحدات الأعمدة والكمرات التي تكون الهيكل الإنشائي للمبنى بعد تجميعها ويمكن لتلك الوحدات أن تكون أما من الحديد أو من الخرسانة المسلحة أو الخرسانة سابقة الأجهاد . وفي هذه الحالة تكون قطاعات الوحدات صغيرة .

ويتم تجميع هذه الوحدات بإحدى الطرق الخاصة بمعالجة الوصلات التي تختلف طبقا لأنواع القوى التي تتعرض لها تلك الوصلة بالإضافة إلى الوقت اللازم للتشغيل .

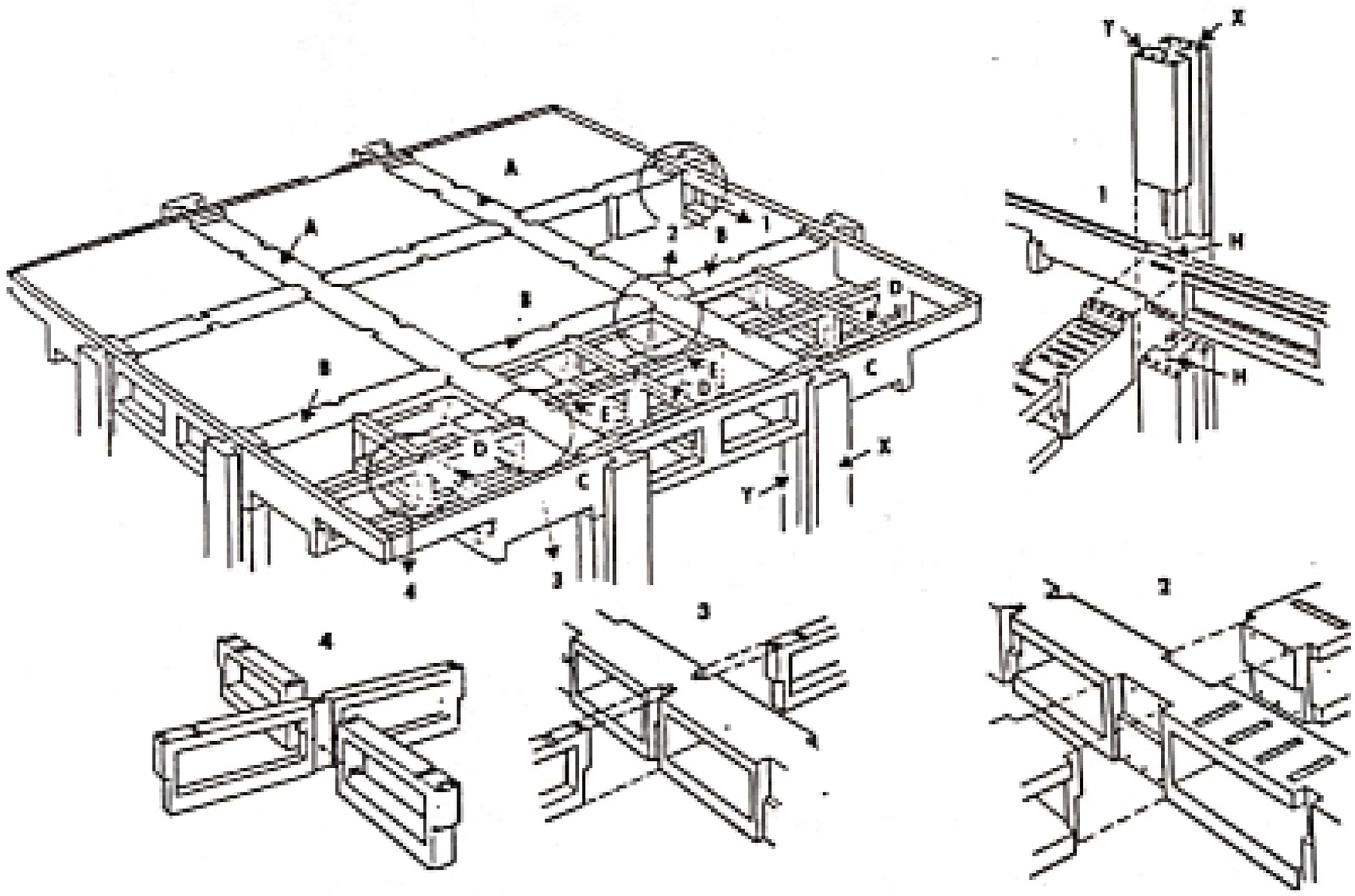
٢ ـ وحدات إنشائية أخرى لتقفيل الفراغات يمكن أن تكون وحدات طولية لتشكيل الأسقف بحيث يتم وضع الوحدات بجانب بعضها على الكمرات السابق تركيبها لتقفيل الفراغات .

٢ ـ الوحدات غير الإنشائية : NON STRUCTURAL UNITS

وهذه الوحدات لا تصلح إلا للحوائط غير الإنشائية حيث تكون الوظيفة الأساسية لها هي فصل الفراغات المعمارية داخل المبنى بالإضافة إلى الوظائف الأخرى الخاصة بالعزل الصوتي أو الحراري أو المتطلبات الأخرى . وتوضع هذه الوحدات الغير إنشائية 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 القوى التي سوف تتعرض لها أثناء الحمل والنقل والتركيب .

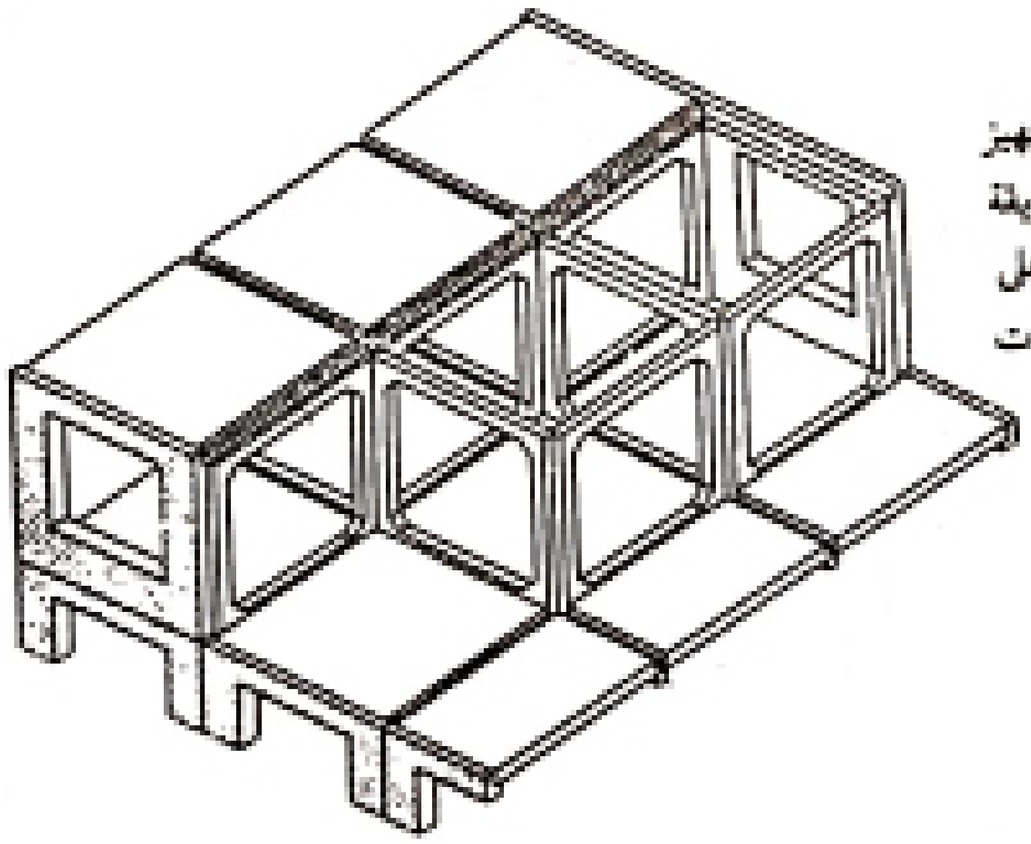


الصورة تبين استخدام وحدات طولية سابقة التجهيز في احدى مباني جامعة بنسلفانيا للمعماري لوي كان « مبنى المعامل »



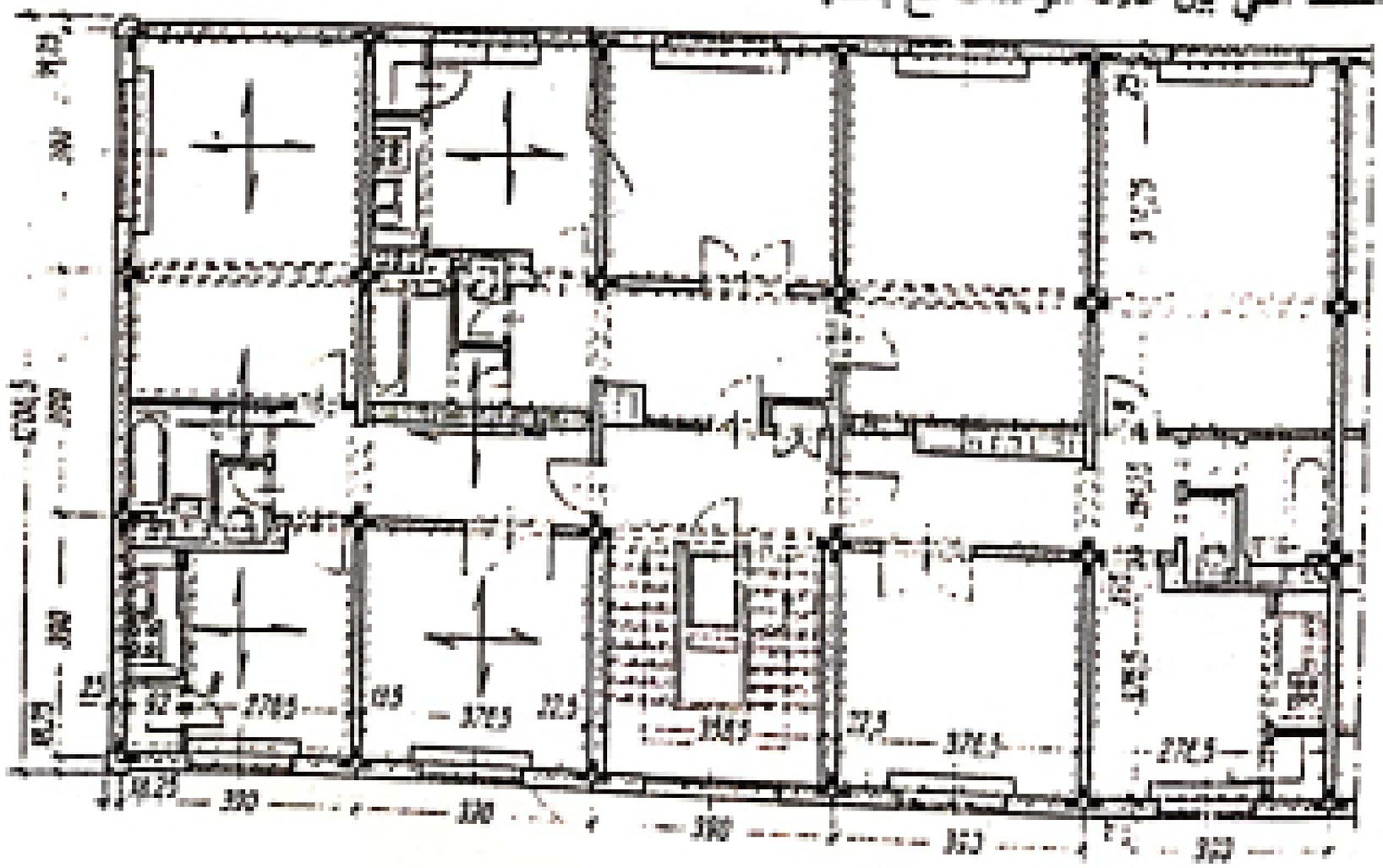
تفاصيل مبنى المعامل في جامعة بنسلفانيا

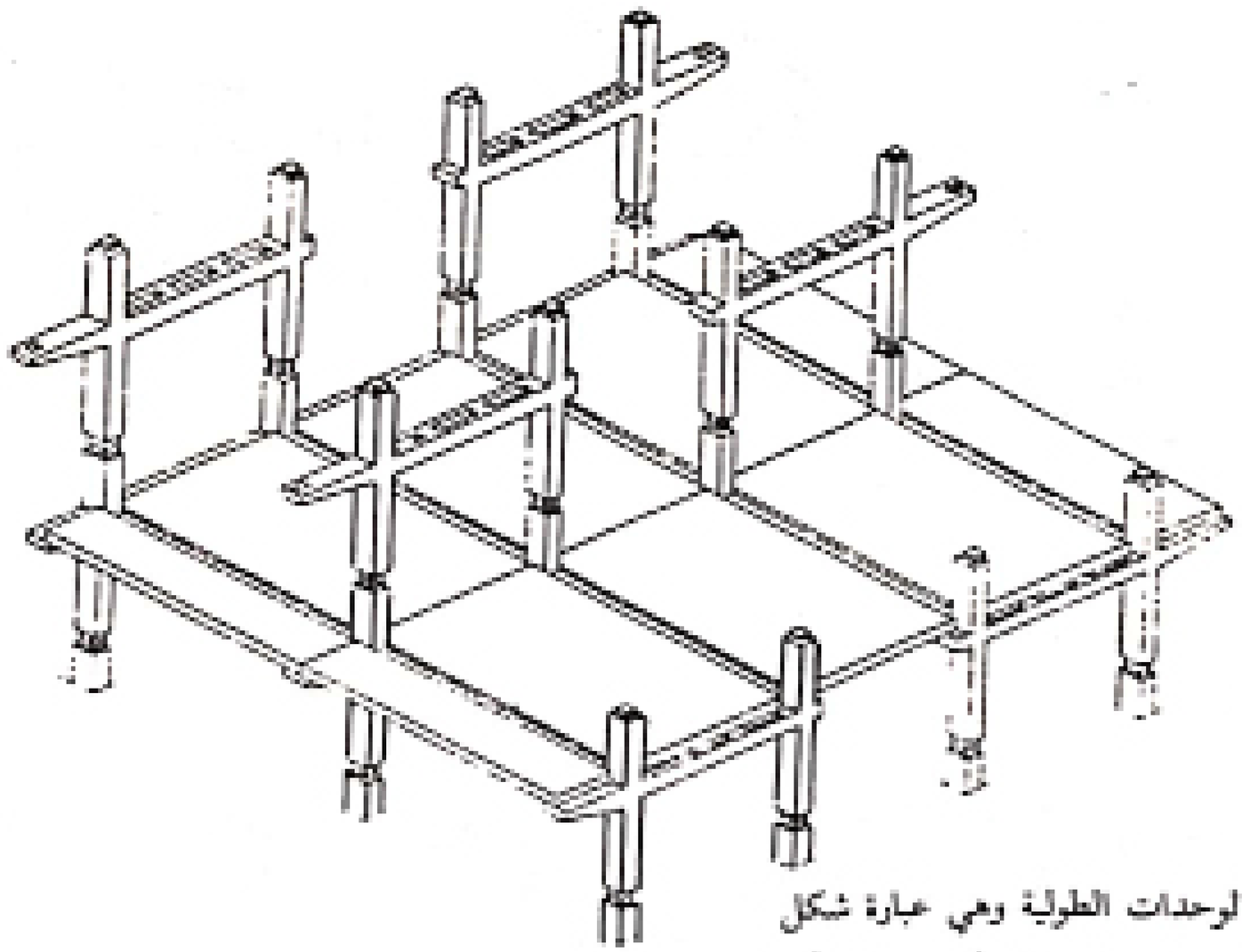
الولايات المتحدة الأمريكية ويبين طريقة تركيب وحدات الكمرات والأسقف



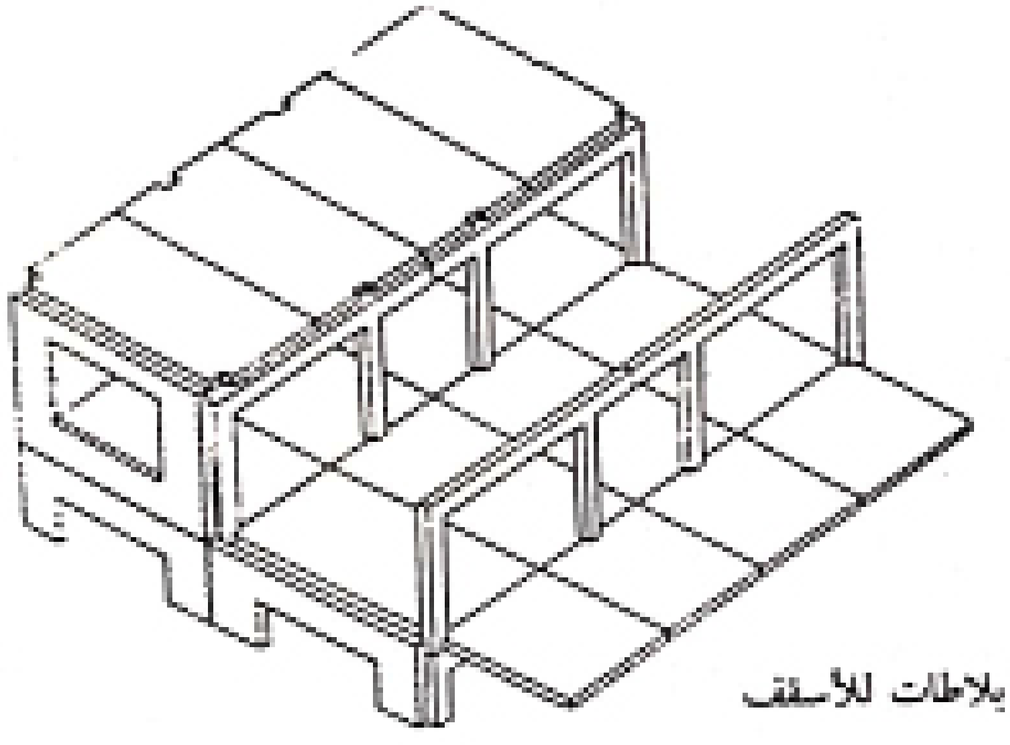
احدى الأشكال السابقة التجهيز للوحدات الطولية وتتبع طريقة الاطارات الطولية اي الوحدة تحتوي على الأعمدة والكمرات مع استخدام وحدات مستوية سابقة التجهيز .

مسقط افقي بين علاقة الوحدات مع بعضها

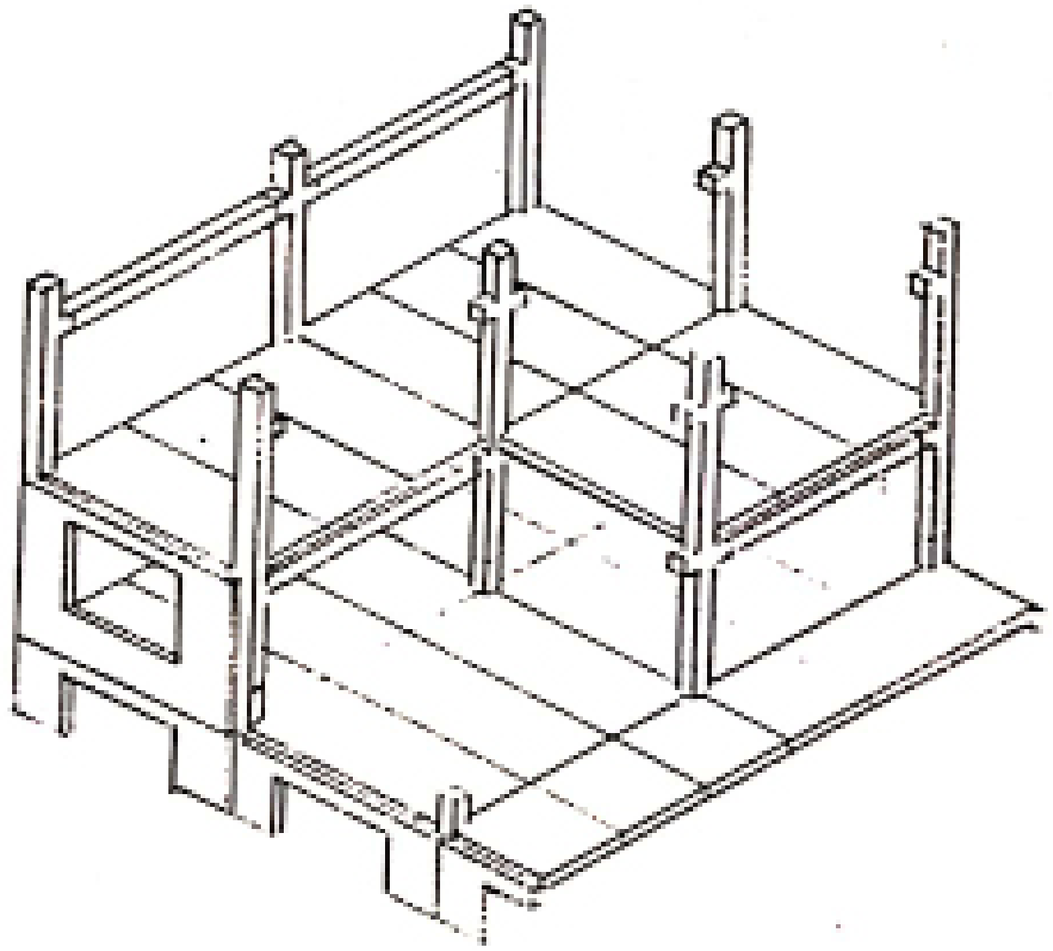




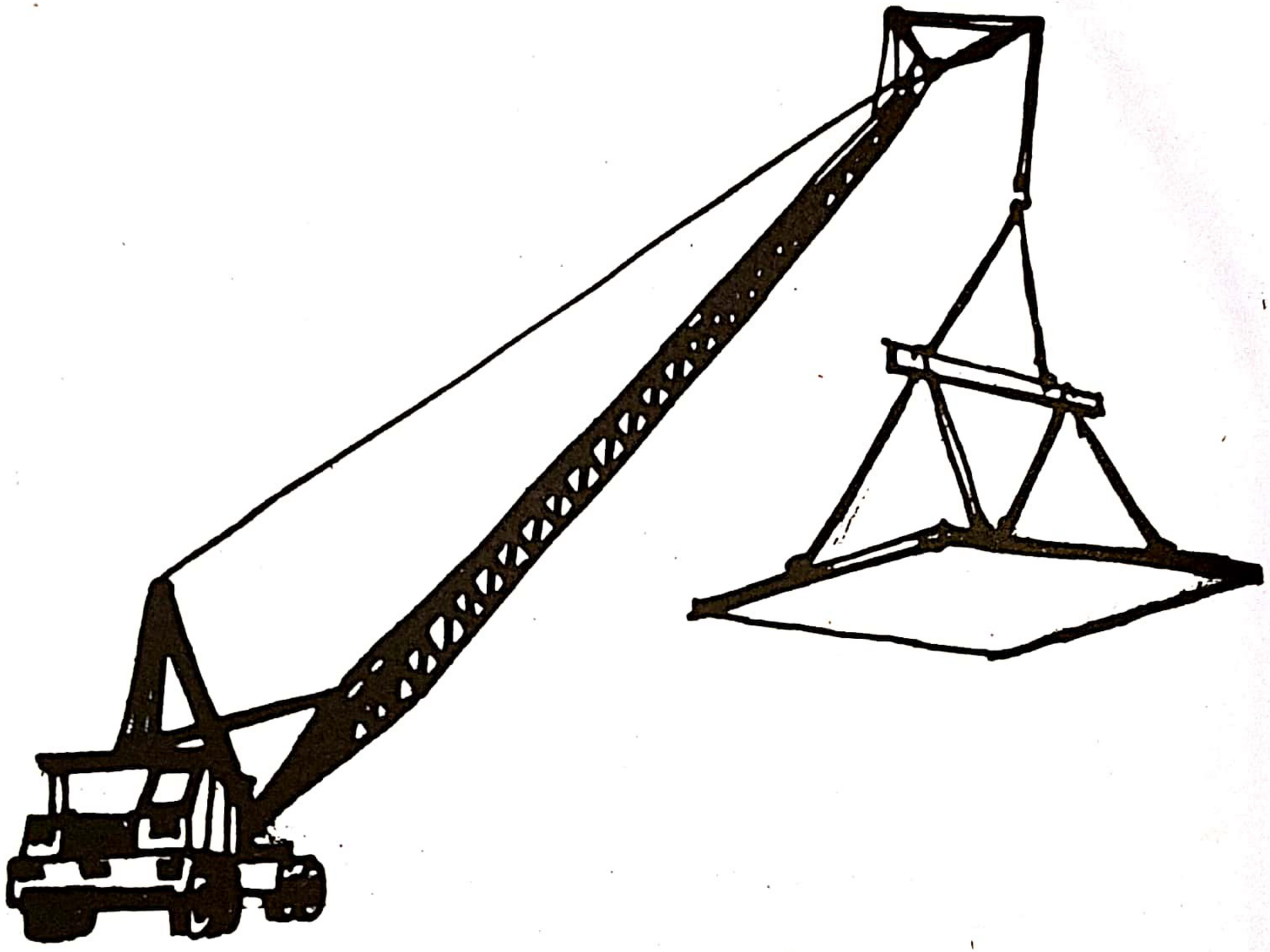
احدى الوحدات الطولية وهي عبارة شكل
حرف H مع استخدام بلاطات سابقة التجهيز



استخدام اطار Frame مع استخدام بلاطات للأسقف



وحدات طولية سابقة التجهيز مع استخدام
وحدات مستوية سابقة التجهيز « الأعمدة بارتفاع دورين »



الوحدات المستوية

الوحدات المستوية *banel and Slap 8WO Dimensional units*

الوحدات المستوية عبارة عن وحدات من الحوائط والأسقف بإحجام تختلف طبقا للتصميم الموضوع يتم تجهيزها في المصنع ، ثم تنقل لموقع التنفيذ . وفي الموقع ، تجمع الحوائط والأسقف لتكوين الفراغات المختلفة للمبنى .

وتتراوح أحجام الوحدات المستوية من وحدات صغيرة ومتوسطة إلى وحدات كبيرة . وهناك إختلاف في خواصها الإنشائية ، فيما يختص بالوحدات الحائطية ، وذلك طبقا لموقع الوحدة في المبنى فهناك حوائط إنشائية حاملة ، وحوائط غير حاملة يكون دورها مقصورا على فصل الفراغات المختلفة .

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

وتختلف إستخدامات وتطبيقات هذا النوع طبقا للمواد المستخدمة ، فمثلا البانوهات والبلاطات الخرسانية ، تصلح للمباني العالية التي تزيد على ثلاثة أدوار ، أما البانوهات

فندق الليدو بالقاهرة يوضح استخدام وحدات مستوية

الخشبية فتصلح للمباني ذات الأدوار المنخفضة الإرتفاع والتي تتحكم فيها طبيعة المكان وإمكانية توفر المواد . وتصلح تطبيقات هذه الطريقة في النظم المفتوحة للمباني سابقة التجهيز ، حيث يمكن تجميع وحدات ـ الحوائط التي من إنتاج مصنع معين مع وحدات الحوائط والأسقف من إنتاج مصنع آخر ، ويكون هذا ـ بطبيعة الحال ـ إذا أخذ في الأعتبار توحيد المقاسات بين تلك المصانع وتطبيق أسلوب التوفيق القياسي .

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 طبقا لإماكنها في التصميم الموضوع ، ويمكن أن تكون تلك الحوائط منهية بالبياض ، أو بعض أنواع التكسيات المطلوبة .

أولا : أحجام الوحدات المستوية :

تختلف احجام الوحدات المستوية ، فتتراوح بين وحدات صغيرة الحجم small units ووحدات متوسطة الحجم medium units إلى وحدات كبيرة large units تغلف الفراغ بالكامل أو عدة فراغات .

وينتشر إستخدام الوحدات الكبيرة في معظم دول أوروبا الشرقية والغربية وروسيا ، وتعتبر الوصلات التي تكثر في الوحدات المستوية إحدى العقبات ـ الأساسية لإنتشار هذه الطريقة سواء من الناحية الإنشائية أو من الناحية الخاصة بتوفير الوقت وتقليل زمن التنفيذ .

إلا أن إستخدام الوحدات كبيرة الحجم بمعنى زيادة حجم الوحدات المستوية لا بد ألا يتعدى حدا معينا وخاصة في بلاطة السقف . إذ أنه من المعروف أنه كلما زاد حجم البلاطة كلما زاد حديد التسليح بالإضافة إلى زيادة سمك البلاطة الخرسانية ، والتي ترتبط أساسا بزيادة

البحور التي تغطيها تلك البلاطات ، وهذا يترتب عليه بطبيعة الحال ، زيادة مطردة في أوزان الوحدات مما يتسبب في ضرورة إستخدام آلات ومعدات ثقيلة لتركيبها في الموقع ، ويتسبب أيضا في صعوبة عمليات النقل والتشوين .

وإذا أخذ في الأعتبار كميات الوفر في المواد الإنشائية نتيجة لتقليل عدد الوصلات في الموقع ، بالإضافة إلى توفير وقت التنفيذ ، يمكن عمل مقارنة أو مفاضلة للوصول إلى الحجم الأنسب الذي يتناسب مع الإمكانيات التكنولوجية المتاحة ووقت التنفيذ المطلوب لإتمام المبنى .

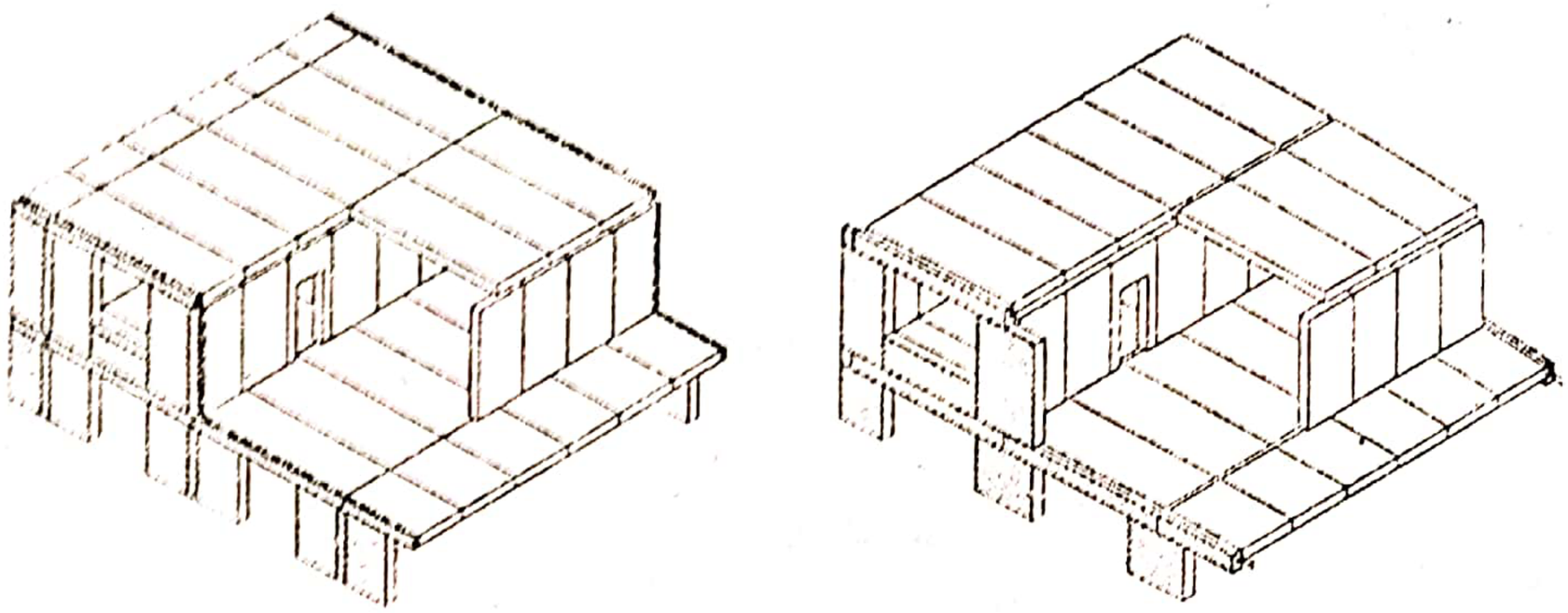
١ ـ الوحدات صغيرة الحجم : SMALL SIZE UNITS

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 معقولا نسبيا .

وبالرغم من المميزات الكثيرة التي يتميز بها هذا الحجم من ناحية عدم إحتياجه إلى أدوات ومعدات كبيرة بالموقع بل يحتاج إلى أوناش ذات قوة بسيطة نسبيا إلا أن عيوب هذا الحجم أن الفراغ الواحد (الغرفة) يحتوي على عدد كبير من الوصلات . وبالتالي تحتاج كل غرفة إلى عدد كبير من الوحدات ليتم تجميعها مع بعضها مما يتسبب في زيادة زمن الإنشاء وعمليات التنفيذ . ومن عيوب هذا الحجم أيضا أنه يحتاج إلى عمالة فنية مدربة على التركيب وفهم تجميع هذه الوصلات .

٢ ـ الوحدات متوسطة الحجم : MEDIUM SIZE UNITS

الوحدات متوسطة الحجم عبارة عن وحدات مستوية للحوائط والأسقف ، يتم تجميعها



في الموقع بإفتراض أن لا تزيد عن وحدتين لازمتين لتكوين فراغ الغرفة (متوسط أبعادها ٤ م × ٤ م) . أي أن فـراغ الحائط أو السقف للغـرفة يتم تكـوينه بـإستخدام وحـدتين من الـوحـدات المستوية ، ومن مميزات هذا الحجم ،

سهولة نقله وتركيبه ، فأوزانه معقولة نسبيا مما يمكن معه إستخدام آلات ومعدات متوسطة الحجم في الموقع ، ويمتاز أيضا بقلة عدد الوصلات في الفراغ الواحد .

٣ ـ الوحدات كبيرة الحجم : LARGE SIZE UNITS

هي وحـدات مستويـة من الحوائط والأسقف يمكنهـا أن تكون فيمـا بينها الفـراغ الكامـل للغرفة الواحدة ، أي أن الوحدة الـواحدة يمكنهـا تشكيل حـائط لفراغ غـرفة ٤ م × ٤ م ، هـذا الحجم ينتشر تطبيقـه بكثرة في جميـع الدول الأوروبيـة وروسيا ، وينسب معقـولة في الـولايات المتحدة الأمريكية . ويتميز الحجم الكبير للوحدات المستـوية بقلة عـدد الوصـلات فيه ، ممـا يتيح سرعة تجميع الوحدات في الموقع ، وبـالتالي سـرعة تنفيـذ المبنى . إلا أن من عيوبـه أنه يحتاج إلى معدات ثقيلة في الموقع لتتناسب مع أحجامه وأوزانه .

إستعمال الوحدات المستوية الكبيرة الحجم في بعض المشاريع بالقاهرة

ثانيا : الفكرة الإنشائية في الوحدات المستوية :

STRUCTURAL CONCEPT

تعتبر الفكرة الإنشائية هي أهم النقاط التي لا بد أن تؤخذ في الإعتبار ، وبناءا عليها سيتحدد التصميم الداخلي للوحدات والتصميم الخارجي للواجهات .

وهناك ثلاثة أنواع من الوحدات من الناحية الإنشائية :

١ ـ وحدات حوائط حاملة (إنشائية) LOAD BEARING WALS

٢ ـ وحدات حوائط غير حاملة (غير إنشائية) مثل القواطيع والحشو NON LOAD BEARING WALLS .

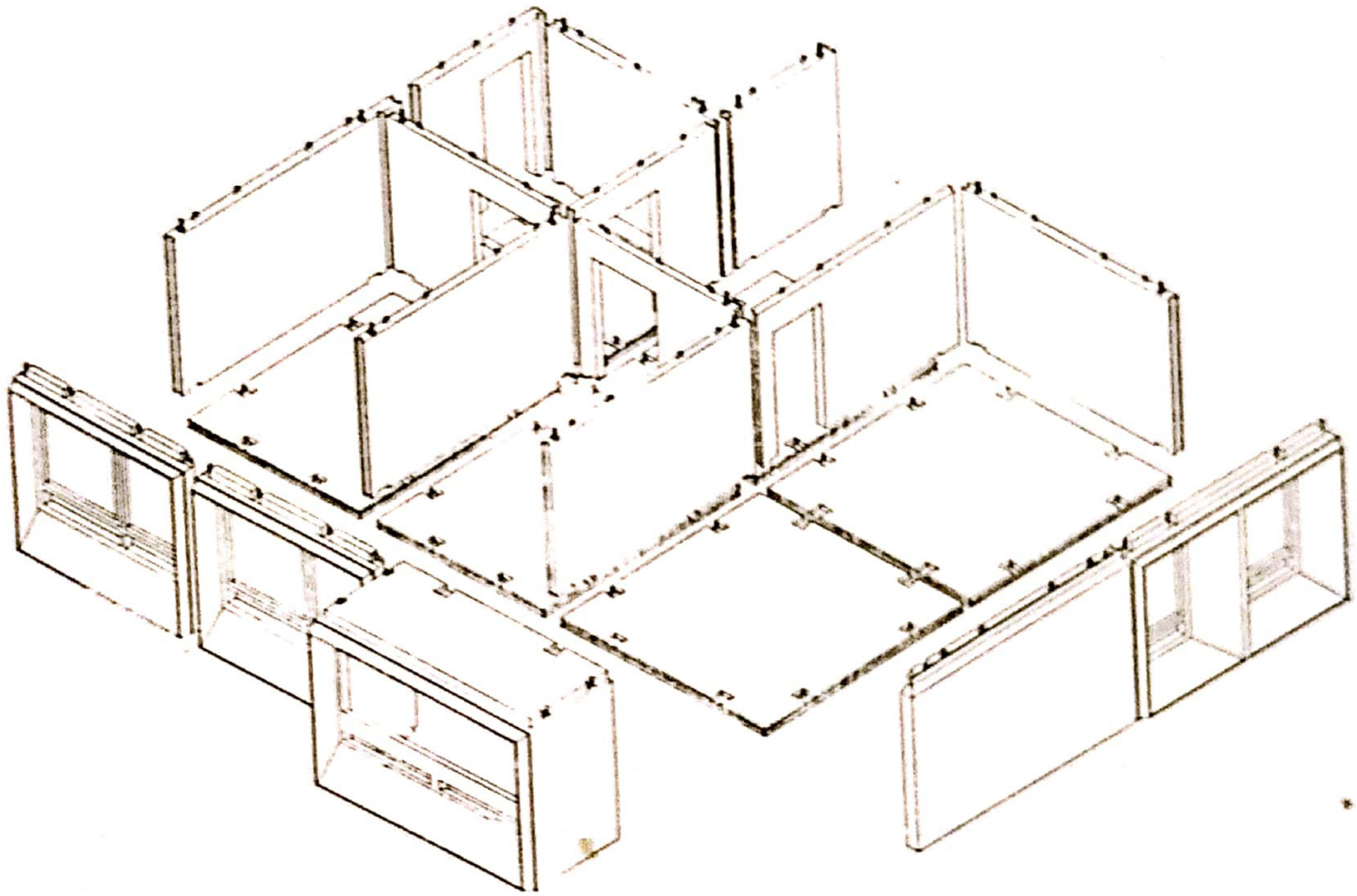
٣ ـ بلاطات الأسقف SLAB Units

١ـ 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 الأساسي . وهذا ما يدعو للإختلاف في تصميم الوحدات المستوية فالحوائط الإنشائية بالدور الأرضي تختلف في تصميمها عن الحوائط الإنشائية بالأدوار التي تعلوها ، وهذا طبقا للأحمال التي سوف يقوم الحائط بنقلها .

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

وعند التصميم الإنشائي لتلك الوحدات الحائطية لا بد من الأخذ في الإعتبار القوى التي تتعرض لها تلك الوحدات نتيجة للنقل والتخزين ، وعمليات الرفع بالأوناش أثناء عمليات



احدى الامثلة لاستخدام وحدات مسنوية من حوائط وأسقف لاحدى الوحدات السكنية

التثبيت والتجميع في الموقع ولذلك تكون تلك الوحدات ثقيلة نسبيا نظرا لسمكها ولزيادة كمية الحديد بها وهو لازم لمقاومة القوى المذكورة سابقا .

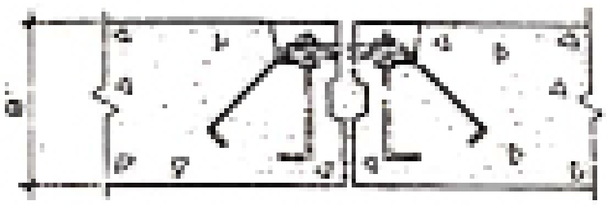
وتختلف أشكال تلك الحوائط طبقا للتصميم المطروح ، فهناك حوائط مستوية مصمتة ، أو حوائط مفرغة أو حوائط على شكل (L)

٢ - وحدات مستوية تعمل كحوائط غير حاملة (غير إنشائية) :
NON LOAD BEARING WALLS (PANEL AND PARTITION WALLS)

هي وحدات لا يكون الغرض منها أي وظيفة إنشائية ، ويقتصر دورها في المبنى أما على فصل الفراغات المختلفة داخل المبنى ، أو لتكوين حوائط خارجية ويمكن تصميمها بطريقة مانعة لإنتقال الصوت والحرارة (حوائط عازلة) .

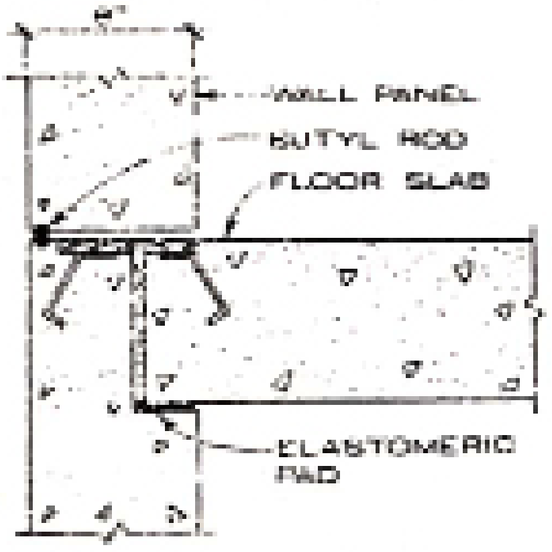
وما دامت تلك الوحدات غير إنشائية فيمكن أن تكون من مواد خفيفة الوزن مثل البلاستيك ، أو الخشب أو الألومنيوم أو الجبس ، بالإضافة إلى إمكانية أن تكون من الخرسانة الخفيفة الوزن ، ويتم تركيبها في الموقع بعد أو أثناء عملية تنفيذ المبنى ذاته .

ومن مميزات هذه الحوائط إمكانية تصميمها قياسيا أي بمقاسات موحدة Standard Unit بحيث تتحمل فقط أوزانها إضافة إلى القوى التي تتعرض لها أثناء النقل والتخزين والرفع والتركيب أثناء عملية التنفيذ .



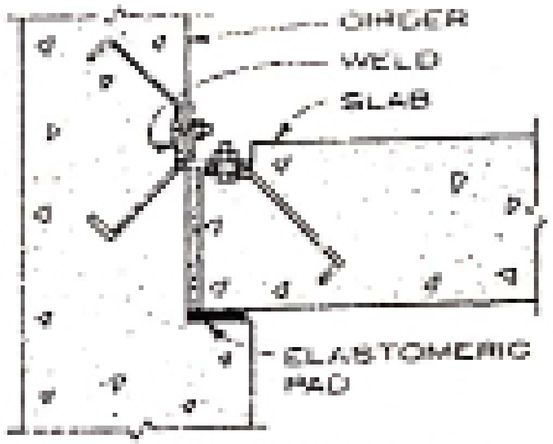
وصلة وحدة سقف مع وحدة أخرى

SLAB TO SLAB DETAIL



وصلة وحدة سقف مع حائط خارجي

SLAB TO WALL DETAIL



وصلة وحدة سقف مع كمرة رئيسية
أو مع حائط خارجي

SLAB TO GIRDER DETAIL

٣ ـ وحدات الأسقف : SLAB UNITS

تقوم هذه الوحدات المستوية بوظائف تغطية الفراغات المختلفة المتكونة بالحوائط السابقة ، إضافة إلى أنها ايضا تستخدم كأرضية للأدوار التي تعلوها مما يتطلب تصميمها جيدا وبطريقة تسمح بإداء تلك الوظائف ، وتحمل للقوى الأخرى التي تتعرض لها أثناء عمليات

النقل والتخزين والتشغيل أو الوقوع بالأوقاش في الموقع .

وتختلف أشكال وأسماك وحدات الأسقف طبقا للمسطح الذي سوف تقوم بتغطيته (أبعاد السقف) ، بالإضافة إلى الوظيفة المطلوبة منها ؛ فهناك الوحدات المصمته والوحدات ذات الكمرات الساقطة على حرف (I) أو الوحدات المقوسة .

ثالثا : طرق توزيع الحوائط الإنشائية الحاملة :

تختلف طرق توزيع الحوائط الحاملة في المسقط الأفقي طبقا للتصميم الموضوع وطبقا لطريقة الإنشاء المتبعة في المصنع المنفذ لها . وهناك أربعة طرق :

١ ـ نظام الحوائط العرضية (العمودية على الواجهة) cross wall system

في هذه الطريقة تكون مهمة الحوائط الداخلية العمودية على الواجهة نقل الأحمال كحوائط إنشائية . أما الحوائط الخارجية فتبقى حرة ويمكن تشكيلها بالطريقة المعمارية المقترحة ، بالإضافة إلى إمكانية عمل الفتحات اللازمة ، وبالعرض الكافي دون أي قيود إنشائية . ويمكن للحوائط الخارجية أن تكون من مواد خفيفة كحوائط حشو panel أو تكون معلقة على الإنشاء نفسه cladding ويتم إرتكاز الأسقف على الوحدات العرضية الإنشائية لنقل الأحمال المختلفة إلى الأساس .

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

٢ ـ نظام الحوائط الطولية : LONG WALL SYSTEM

في هذه الطريقة ، تقوم الحوائط الخارجية (حوائط الواجهات) ، بنقل الأحمال كحوائط

إنشائية . وفي حالة زيادة عرض المبنى ، يمكن إضافة حوائط داخلية موازية للواجهة ، حتى يمكن إعطاء مسافات مناسبة بين الحوائط .

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

إلا أن من عيوب هذا النظام أنه يعوق حرية المهندس المعماري في تشكيل الواجهات بالإضافة إلى صعوبة عمل فتحات كبيرة في الواجهة نظرا لأن الحوائط الخارجية تعمل كحوائط إنشائية حاملة . ويكون سمك الحوائط الخارجية كبيرا ، حيث يمكن أن يستغل هذا السمك في عمليات العزل الحراري والصوتي .

٣ ـ حوائط طولية وعرضية : TWO WAY SPAN SYSTEM

تقوم الحوائط الطولية والعرضية أي الموازية والعمودية على الواجهة كحوائط إنشائية .

وفي هذا النظام ، تنتقل الأحمال على عدد كبير من الحوائط ويتوزع عليها ، لذلك تكون أسماك هذه الحوائط صغيرة نسبيا بالمقارنة بإسماك الحوائط في الطريقتين السابقتين ، ويعتبر هذا ميزة من مميزات نظام الحوائط الطولية والعرضية ، والتي تعتبر أكثر شيوعا في نظام الوحدات المستوية .

إلا أنه من عيوب هذه الطريقة ، أنها غير مرنة على الإطلاق . وبذلك يصعب عمل أي تعديل أو تغيير في المسقط الأفقي والواجهة . ويصمم المبنى بالطريقة التي تتناسب مع الإحتياجات المنفعية ولا يسمح بعمل أي تعديل بعد ذلك .

٤ ـ حوائط وأعمدة : COLUMNS AND WALLS

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

ومن مميزات هذا النظام ، أنه يعطي مرونة كافية في الداخل في جميع الإتجاهات نظرا لوجود الأعمدة بالداخل كالنظام الهيكلي .

رابعا : أشكال الوحدات المستوية لبلاطات الأسقف :

تختلف الوحدات المستوية لبلاطات الأسقف بإختلاف التصميم الإنشائي وتكون على الأشكال الآتية :

١ ـ وحدات مصمتة :

هي وحدات تصلح لأن تكون بلاطات للأسقف أو وحدات للحوائط وإن إختلف التصميم الإنشائي بعض الشيء وهذا الشكل المصمت شائع الإستخدام ، وإن كان ما يعيبه أنه ذو أوزان كبيرة نسبيا .

٢ ـ وحدات مفرغة (بلاطات مفرغة) :

هي وحدات تصلح أيضا لأن تكون أسقفا أو حوائطا ومن مميزات تفريغ البلاطة الآتي :

١ ـ تخفيف وزن البلاطة .

٢ ـ العزل الحراري ، خاصة إذا كانت للسقف الأخير لإعلى السطوابق أو للحوائط الخارجية .

٣ ـ العزل الصوتي ، خاصة إذا كانت تستخدم للأسقف بين الأدوار .

٣ ـ وحدات صندوقية :

هي وحدات غالبا ما تستخدم في حالة إستخدام الوحدات المستوية ذات الحجم الصغير . فيتم تشكيل الأسقف بهذه الطريقة لسببين :

١ ـ ليكون السطح الداخلي السفلي نظيفا بدون سقوط ظاهر للكمرات .

٢ ـ تخفيف وزن السقف حيث تقوم جوانب الصندوق بدور كمرات .

٤ ـ وحدات مزدوجة على شكل حرف T :

وفي هذه الحالة تستخدم سقوط الكمرات لتقليل سمك بلاطة السقف فتوزع الأحمال على هذه الكمرات الساقطة .

خامسا : الوصلات JOINTS

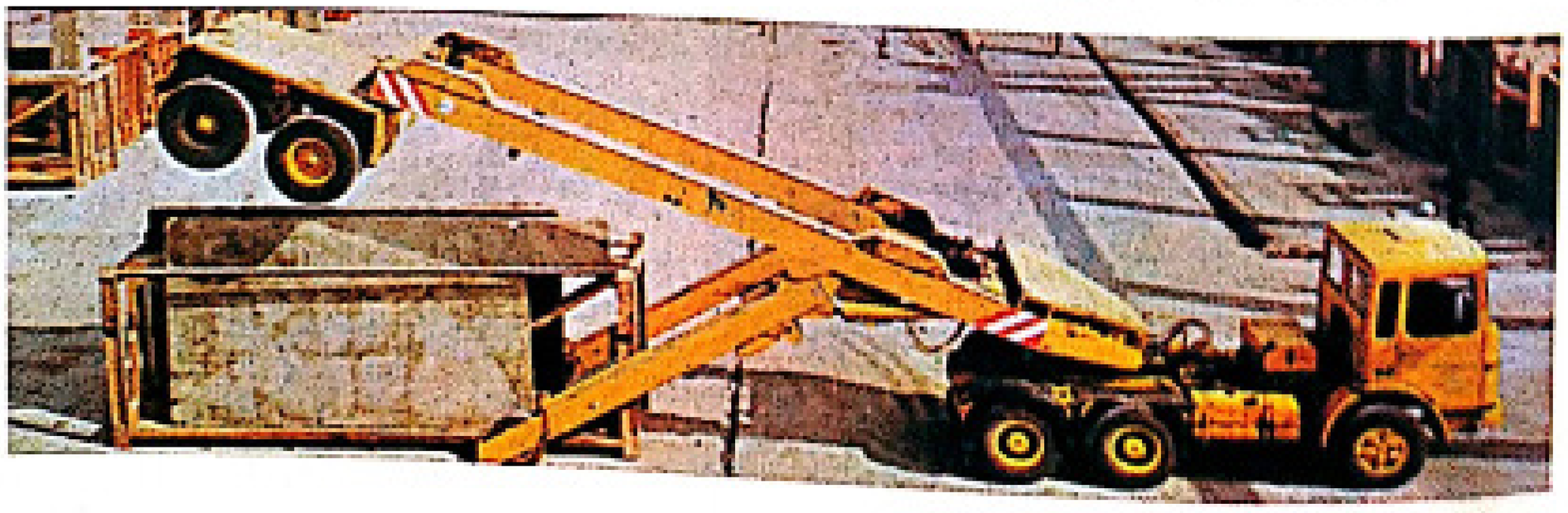
ترجع أهمية الوصلات في نظام الوحدات المستوية إلى أنها ضرورية لتجميع أجزاء الوحدات ، من حيث أن الفكرة الأساسية للمباني سابقة التجهيز هي تجزئة المبنى إلى وحدات صغيرة .

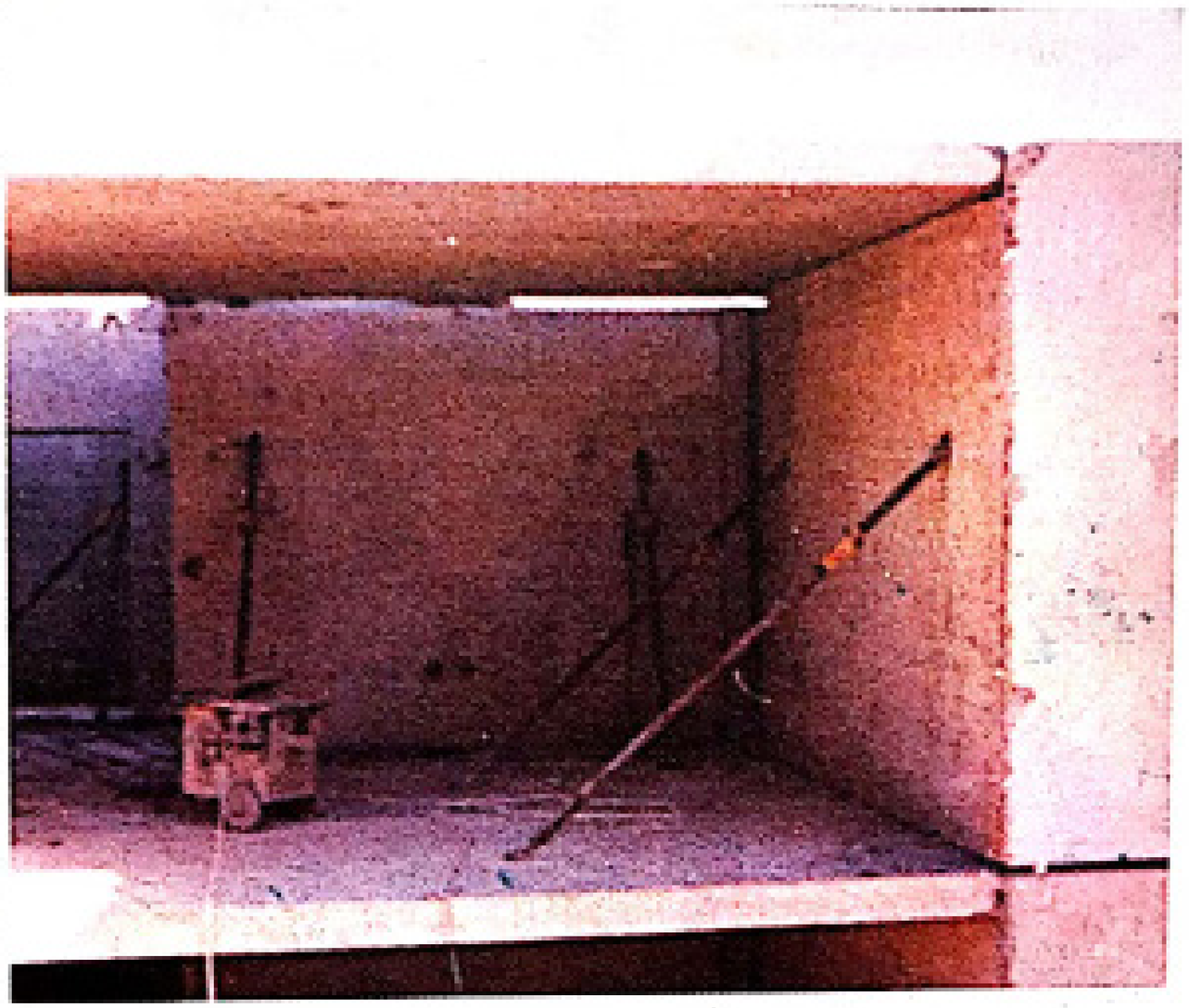
وتزداد أهمية الوصلات في الوحدات المستوية الصغيرة والمتوسطة الحجم حيث تلعب دورا هاما في مقابلة جميع القوى التي يتعرض لها المبنى ، ولا بد من الإهتمام البالغ بمعالجتها وذلك لضمان أن تعمل جميع الوحدات مع بعضها البعض كوحدة واحدة .

الوصلات المؤقتة :

هي وصلات تستخدم بصفة مؤقتة لصلب وحدات الحوائط ، أو تثبيت الأسقف إلى أن يتم عمل الوصلات النهائية الدائمة ، وتكون أهميتها بالغة عند ضبط راسية الحوائط وربط

الصور توضح احدى
الشاحنات التي يتم عن طريقها نقل
الوحدات المستوية من المصنع الى الموقع





الوحدات المستوية قبل رفع نقط الارتكاز بين الحوائط والأرضية

بلاطات الأسقف . ووصلات الحوائط المؤقتة عبارة عن ركائز وصلبات حديدية (شداد معدني) يثبت بين الحائط والأرضية ويجب أن تكون هذه الصلبات أو الشدادات قوية بالدرجة التي لا تسمح للحائط بالتحرك إلى أن توضع الأسقف عليها . ثم ترفع هذه الصلبات الحديدية بعد عمل الوصلات الدائمة بين الحائط والأسقف .

الوصلات الدائمة :

تختلف أنواع الوصلات الدائمة طبقا للتصميم الموضع وطبقا لإنواع القوى التي تؤثر على هذه الوصلات ، وهو ما تناوله الكتاب بالشرح . وهناك طريقتان أساسيتان لعمل الوصلة :

الوصلة الجافة Dry Joint والوصلات الرطبة Wet Joint وهي وصلات تعتمد أساساً على إستخدام المونة الإسمنتية ، ولذلك فهي تحتاج إلى وقت كاف لجفاف المونة ومن عيوب هذه

الوصلة أنها تحتاج إلى وقت حتى يتم جفاف أو وصول المونة إلى قوتها مما قد يطيل من وقتها التنفيذي .

مميزات طريقة الوحدات المستوية :

١ ـ سرعة التنفيذ بالمقارنة بالطريقة الهيكلية وخاصة عند إستخدام وحدات ـ من الحوائط والأسقف الكبيرة .

٢ ـ يمكن أن تحضر الحوائط منهية تماما من الصنع ومركب عليها جميع التوصيلات الكهربائية والصحية وايضا مخدومة الأسطح فلا تحتاج إلى بياض أو أي نوع من أنواع النهو بالموقع .

عيوب طريقة الوحدات المستوية :

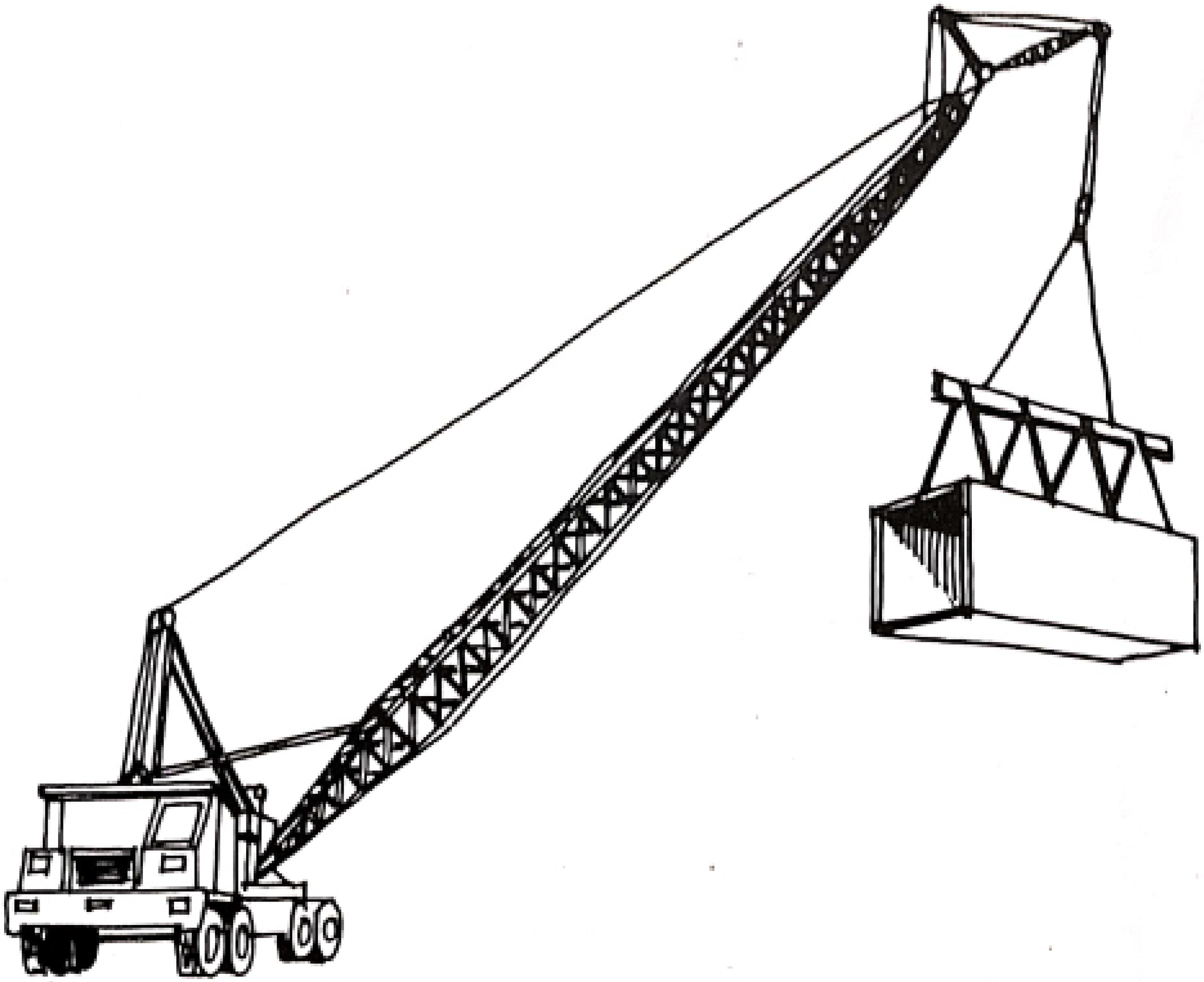
١ ـ كثرة الوصلات خاصة إذا كانت الوحدات من النوع الصغير أو المتوسط ، مما قد يزيد من وقت التنفيذ .

٢ ـ الإحتياج إلى عمالة فنية تقوم بإعمال الوصلات في الموقع .

٣ ـ 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 لصعوبة نقل الحوائط وخاصة الإنشائية الحاملة منها .

٤ ـ يصعب عمل فتحات كبيرة في الحوائط الإنشائية الحاملة الخارجية مما قد يؤثر على الشكل الخارجي للمبنى .

٥ ـ تحتاج عملية ضبط الحوائط رأسيا إلى وقت طويل ومهارة عالية ومعدات خاصة ، إضافة إلى الركائز المؤقتة اللازمة لعملية صلب الحوائط .



الوحدات الصندوقية

الوحدات الصندوقية : BOX UNITS (box system)

الوحدات الصندوقية هي وحدة فراغية ثلاثية الأبعاد ، أي لها طول وعرض وأرتفاع ، وتحتوي على فراغ داخلها ، في المباني السابقة التجهيز يطلق الوحدة الصندوقية على الوحدات الجاهزة الثلاثية الأبعاد . والوحدة الصندوقية ، يتم تجهيزها في المصنع ، لتحتوي على جزء أو فراغ كامل أو عدة فراغات ، ثم تنتقل من المصنع إلى الموقع ليتم تجميعها بطريقة او بأخرى مع بعضها البعض فيتكون الشكل النهائي للمبنى .

والوحدة الصندوقية ، نتيجة شكلها الهندسي وإرتباطها بأبعاد وبحور span صغيرة نسبيا ، إرتبط إستخدامها وتحدد في نطاق المباني السكنية دون المباني العامة أو التجارية . وإن كان هناك بعض التطبيقات في إيطاليا لإستخدام وحدة موديولية كبيرة في المباني العامة ، إلا أن هذه التجارب ما زالت غير منتشرة على نطاق كبير حتى اليوم .

في المباني التقليدية ، يعتبر الطوب وحدة تكرارية تستخدم لتكوين الهيكل العام للمبنى عن طريق رص وتجميع الطوبة فوق أو بجانب بعضها بطريقة معينة ويربط هذا الطوب بواسطة المونة الإسمنتية فينشأ الهيكل العام للمبنى . وهذا هو ما يحدث في المباني الصندوقية ، فالطوبة هنا أكبر وتحتوي الفراغ بداخلها وهي الوحدة الصندوقية ويتم وضعها فوق أو بجانب بعضها ليتكون الهيكل العام للمبنى .

والإختلاف بين طريقة البناء بالوحدة الصندوقية السابقة التجهيز Box unit وطريقة البناء التقليدية ، يكمن في حجم الطوبة نفسها ، فبينما تكون الطوبة متناهية في الصغر ولا تحتوي على الفراغ ، تكون الوحدة الصندوقية كبيرة وتحتوي على الفراغ ، الذي تمارس فيه الأنشطة . ولكن كبر الوحدة الصندوقية قد يشكل عقبة لحاجتها إلى إستخدام الآلات والأوناش لنقلها أو تجميعها في جميع مراحل التنفيذ حيث يصعب على قوة الإنسان العضلية التعامل مع هذا الحجم والوزن الكبير .

والطوبة الصغيرة مصمتة ويمكن احتواؤها داخل اليد أثناء عملية البناء ، أما الوحدة الصندوقية سابقة التجهيز فهي أثقل وأكبر بكثير من ذلك ، مما يتحتم معه إستخدام الآلات الميكانيكية وتكنولوجيا الأوناش لرفعها ووضعها في مكانها في المبنى .

وهذا ما يفرضه التقدم التكنولوجي للقرن العشرين . فلا يعقل ـ مع التقدم التكنولوجي الجبار ـ أن يستمر الإعتماد الكامل على قوة الإنسان العضلية . فقد عرفت معظم الصناعات حدود القوة العضلية للإنسان وضرورة التوجه نحو إستخدام الآلة التي يمكنها إنجاز ما يعجز الإنسان عن عمله في وقت قياسي. وقد ساعد على ذلك التطور الذي يحدث في تكنولوجيا الروافع التي أمكنها الوصول إلى رفع الأطنان من المواد .

ولقد وصف « بول رودلف » Paul Rodelph المعماري المعروف ، المباني الصندوقية والوحدات الصندوقية ، Box units بإنه البلوكات الجديدة ، التي يمكن بناء العمارة الحديثة بها ، New Building Block وهذا في حقيقة الأمر هو مستقبل العمارة الحديثة ، وخاصة مع التقدم الهائل الذي يحدث لتكنولوجيا الروافع والأوناش .

ومع الإحتياج السريع لإسكان عشرات الآلاف من البشر في العالم ، تعتبر الوحدات الصندوقية هي الوسيلة السريعة التي يمكنها أن تغطي هذا الإحتياج خاصة إذا عرف أنه بإمكان

هذه الطريقة إقامة وتشييد مسكن كامل في خلال ساعات قليلة . ويمكن لمبنى مكون من ثلاثة طوابق الإنتهاء منه بالكامل خلال ٦ ـ ٧ ساعات ، ذلك لأن الأعمال الأساسية التي تتم في الموقع لا تتعدى وضع هذه الوحدات الصندوقية فوق بعضها أو بجانب بعضها بطريقة تتوقف على التصميم المقترح بعد تجهيز الأساس الخاص بها في الموقع .

هذه الوحدات يمكن أن تنقل إلى الموقع وهي تامة التجهيز ويمكن أن تحتوي على الأثاث أيضا . بحيث يمكن تسكينها مباشرة بعد الإنتهاء من تربيطها أو لحام الوحدات المختلفة في موقع التنفيذ .

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 .

ويمكن للوحدة الصندوقية أن تنتج بالجملة ، إذا تم تنميطها لتصبح صالحة لإنتاج وحدات تكرارية بإسلوب إنتاج الجملة ، mass production وستكون أكثر إمكانا للتطبيق في المستقبل القريب عندما تصنع الوحدة Box unit من مواد خفيفة ، تسهل عملية الإنتاج والتجميع بالموقع بالإضافة الى تسهيل عمليات النقل المختلفة . وليس بالضرورة أن تستنبط مواد جديدة خفيفة ، ولكنه يمكن من خلال التطبيق والتطوير الجيد للمواد التقليدية العادية عمل وحدات موديولية وهناك عدة أمثلة لذلك .

فالمشروع الإسكاني « لموشي صفدي Moshe Safdie في منتريال بكندا عام ١٩٦٧ مصمم على نظام الوحدات الصندوقية ، وكانت الوحدة الموديولية التي تحتوي على حجرة معيشة والمصنوعة من الخرسانة العادية تزن ٩٠ طنا . ويمكن تخيل ثقل وزن تلك الوحدة وأمكانيات تحميلها وتجميعها في الموقع . ولكن هذه التجربة تبعتها ـ بوقت قصير ـ محاولة

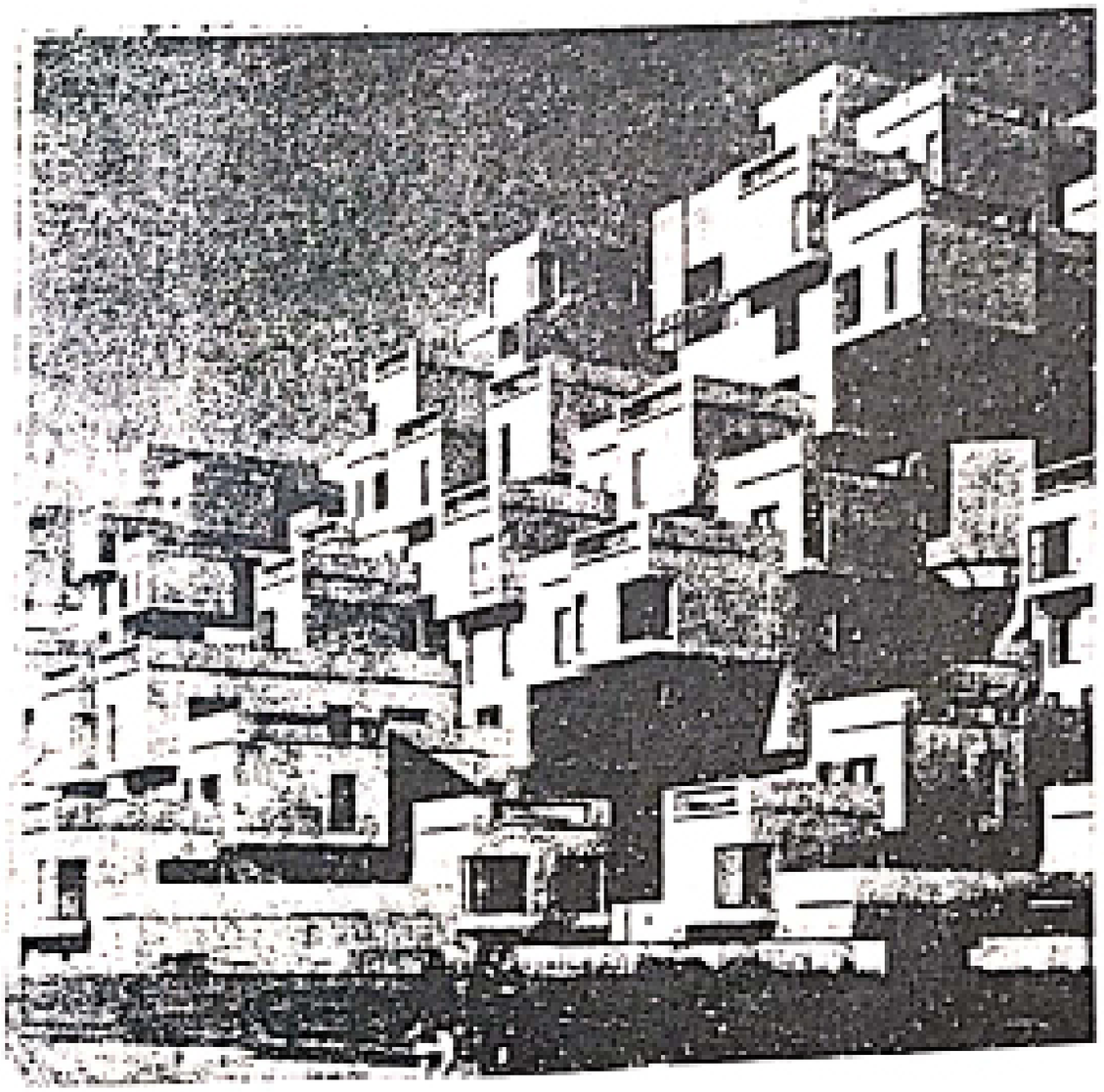
جديدة لتخفيف وزن المـوديول وكـان ذلك في فنـدق « سان انـطونيو » بتكسـاس ، وهو فنـدق مكون من إحدى وعشرين طابقا ، ومشيد بوحدات موديولية خرسانية تزن الواحدة حوالي ١٧ طنا فقط . وهـذا التخفيض الهائـل في الوزن بـالمقـارنـة بمشـروع « مـوش صفـدي » يـأتي نتيجـة إستعمال نوع من الخرسانة خفيفة الوزن في إنتاج هذا الموديول أو هذه الوحدة الصندوقية .

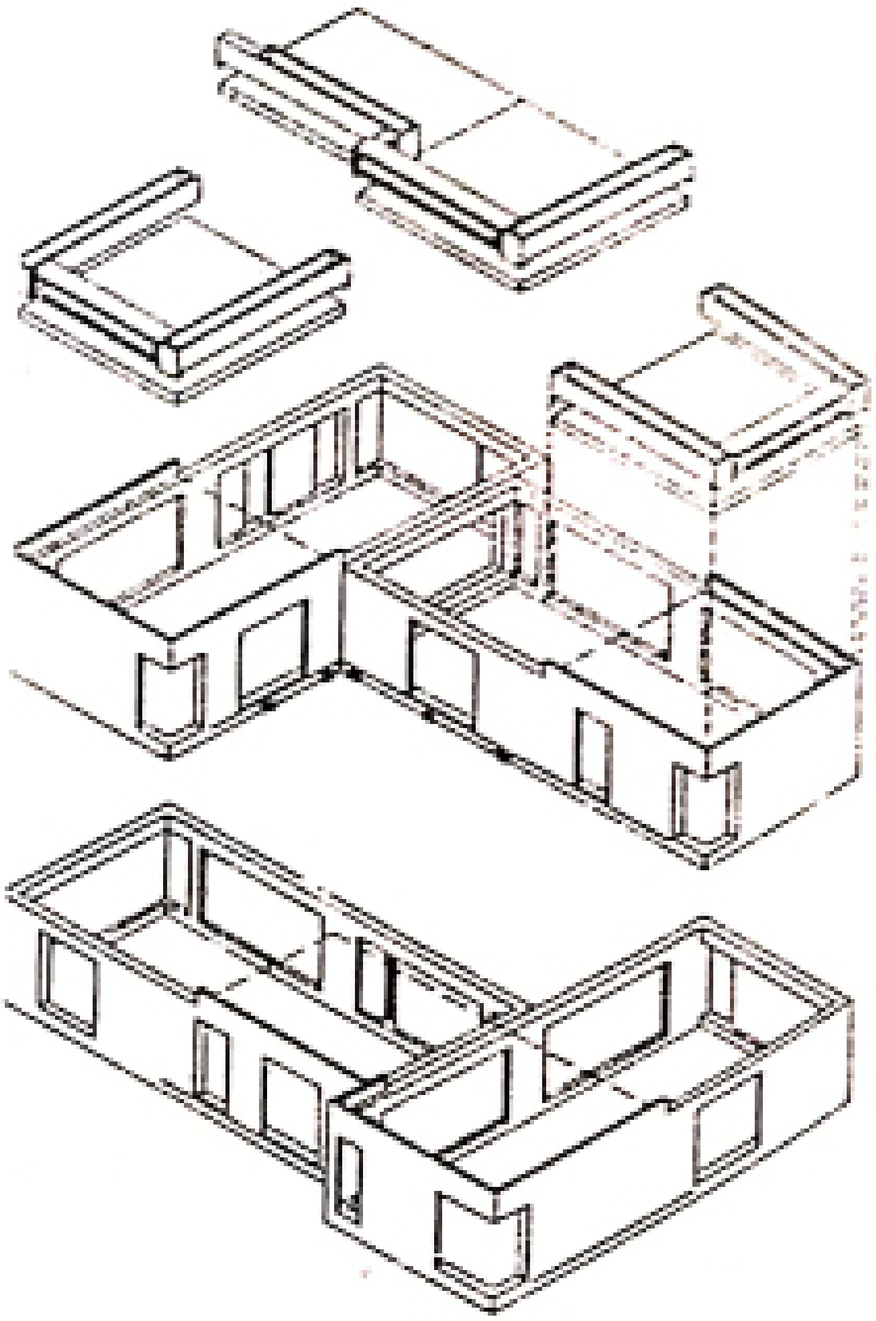
وعلى الجانب الآخر ، قامت الشركة الأمريكية للحديد U.S. Steel Corporation بإنشـاء فندق في أورلاندو في ولاية فلوريدا داخل ملاهي ديزني المعروفة ، بإستخـدام وحدة مـوديوليـة مساوية في الحجم تقريباً للوحدة الموديولية السابقة واستعاضت عن الخرسانة بالحديد فكان الوزن للوحدة الصندوقية لا يتعدى ٦ طن .

وهكذا وفي خلال مدة بسيطة ، أمكن تخفيض وزن الوحدة الصندوقية ، وبـالتالي خفض التكاليف للمبنى وللإساس نتيجة لتخفيض الأحمال الواقعة عليه .

وبـالرغم من التـطور الهائـل الذي يحـدث في عالم الـروافع والأونـاش والذي أمكن من خـلاله رفـع مئات الأطنـان فإن تخفيض وزن الـوحدة الصنـدوقية لـه أهمية كبـرى في إمكـانيـة إستخـدام روافع ذات إمكـانيات معقـولة أثنـاء عمليات رفـع وتركيب هـذه الوحـدات . وهنـاك محاولات كثيرة لتطوير إستخدام الوحدة الصندوقية (الموديول) خاصة في الدول المتقدمة مثل أمريكا وروسيـا ودول أوروبا ، كمـا يوجـد في اليابـان على سبيل المثـال في أفكار الميتـابولـزم Metabolism في فكـرة الكـابسـول ، هـذه المحـاولات تعـطي دفعـة قـويـة لنـظام الـوحـدات الصندوقية .

وفي الولايات المتحدة الأمريكية ، كان هناك برنامج يسمى برنامج الطفرة Housing Op-eration Breakthrough وقد أعطته الدولة إمكانيـات هائلة من أجـل الوصـول إلى مبنى سريـع يتنـاسب مع مـا وصلت إليه أمـريكا من تكنـولوجيـا متقدمـة في القرن العشـرين . وأستمر هـذا





مشروع الاسكان لموشي صفدي
في معرض مونتريال عام ١٩٦٧ ، وزن الوحدة ٩٠ طن ،

البرنامج من عام ١٩٦٩ إلى عام ١٩٧٢ . ولقد واكبه تطورات هائلة في هذا المجال في اليابان وأوروبا في نفس هذه الفترة ، إلا أن البرنامج الأمـريكي فشل في تحقيق أهـدافه نـظرا لظروف كثيرة لا مجال لذكرها هنا ، ولكنه في النهاية أعطى دفعـة كبيرة لنـظم سبق التجهيز بشكـل عام وللنظام الصندوقي بشكل خاص . فلقد قدم عدة أفكار جيدة ، طبق بعضها بـالفعل في منـاطق متفرقة من الولايات المتحدة وهي بكل المقاييس سوف تكون الحلقة التي سيدور حولهـا التقدم التكنولوجي لصناعة البناء في المستقبل .

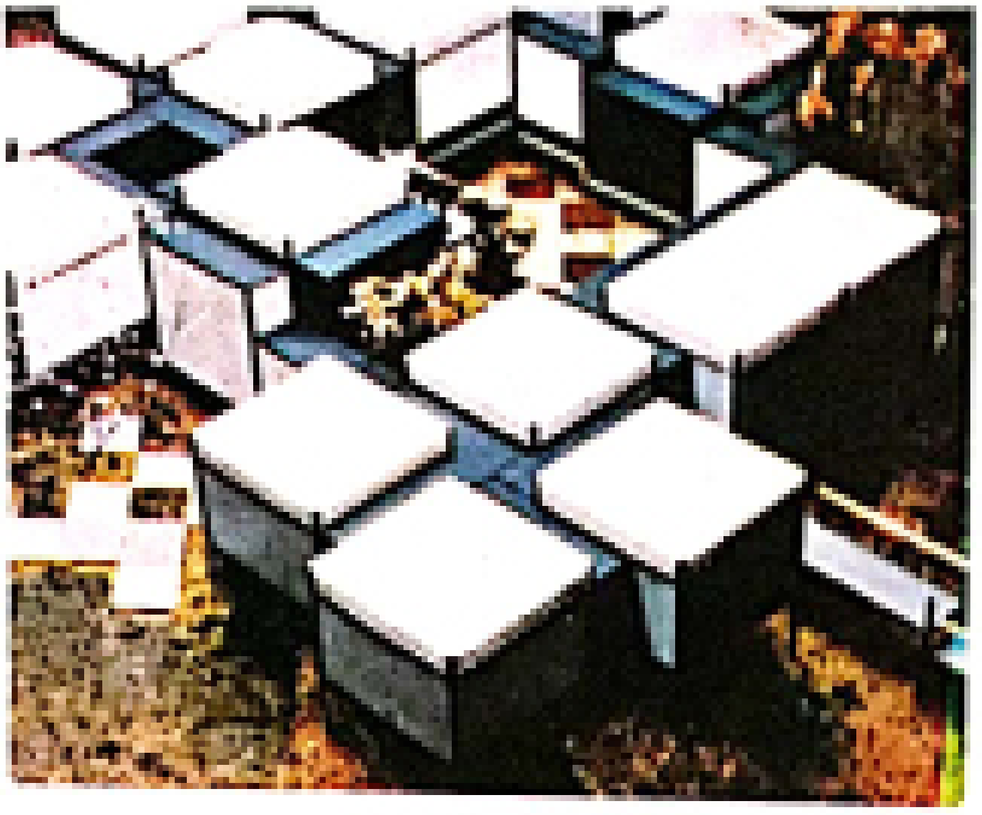
ولمنـاقشة الأنـواع المختلفـة للوحـدات الصنـدوقيـة ، لا بـد من إعـطاء فكـرة عن حجم الموديول وإمكانياته الإنشائية والتصميمية والطرق المتبعة في تنفيـذه ، وهذا مـا سوف يـذكر في الجزء التالي .

أولاً : حجم الوحدات الصندوقية *Size of Box Units*

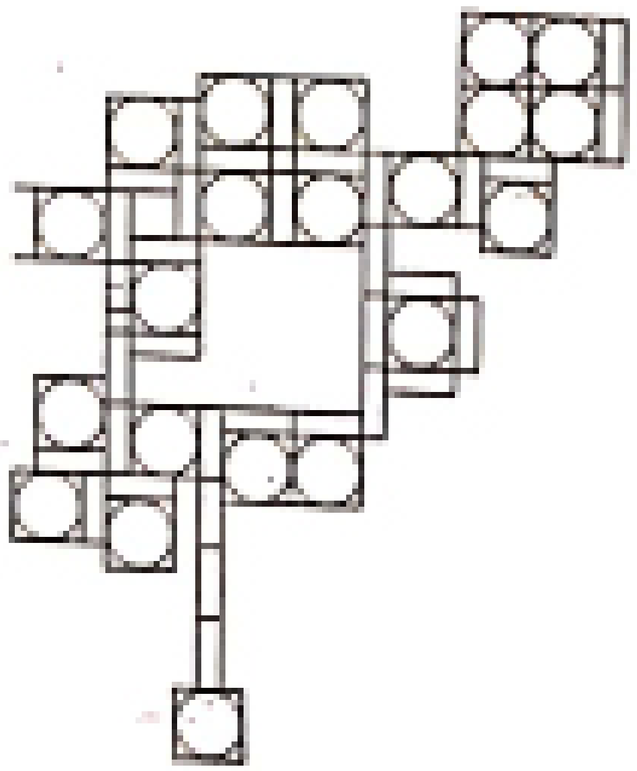
تنقسم الـوحدات الصنـدوقية من حيث الحجم إلى عـدة مقـاسـات ، وحـدات صغيـرة ، ووحدات متوسطة ، ووحدات كبيرة . والمقصود بالحجم هو ما يمكن أن يحتويـه الموديـول من فراغ معيشي داخله فيمكن للوحدة الصندوقية أن تحتوي على جزء من الفـراغ المعيشي أو على عدة فراغات وذلك طبقاً للتصميم المقترح وحجم الوحدة نفسها .

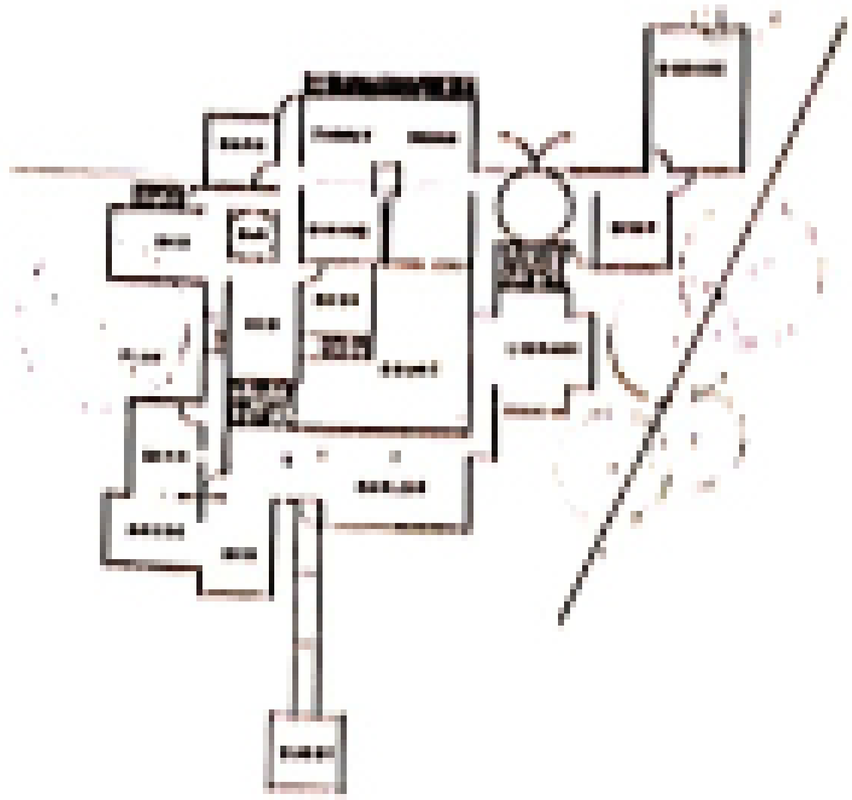
١ ـ الوحدة الصندوقية الصغيرة : Small Size Units (Ring Units)

الوحدة الصندوقية الصغيرة هي عبارة عن شرائح من وحـدات على شكل صنـدوق تغلفها الحوائط والأسقف والأرضيات المصبوبة كوحدة أو ككتلة واحدة ، ويتم تجميعها لتكـوين الفراغ المطلوب ، ويمكن تخيل هذه الوحدات فهي تشبه شرائح الخبـز المشطور Toast والتي تـوضع الوحدة بجانب الأخرى لتكوين كتلة . وكذلك الوحدات الصندوقية يتم تجميعها بجـانب بعضها لتكوين الفراغات بالمقاسات المطلوبة .

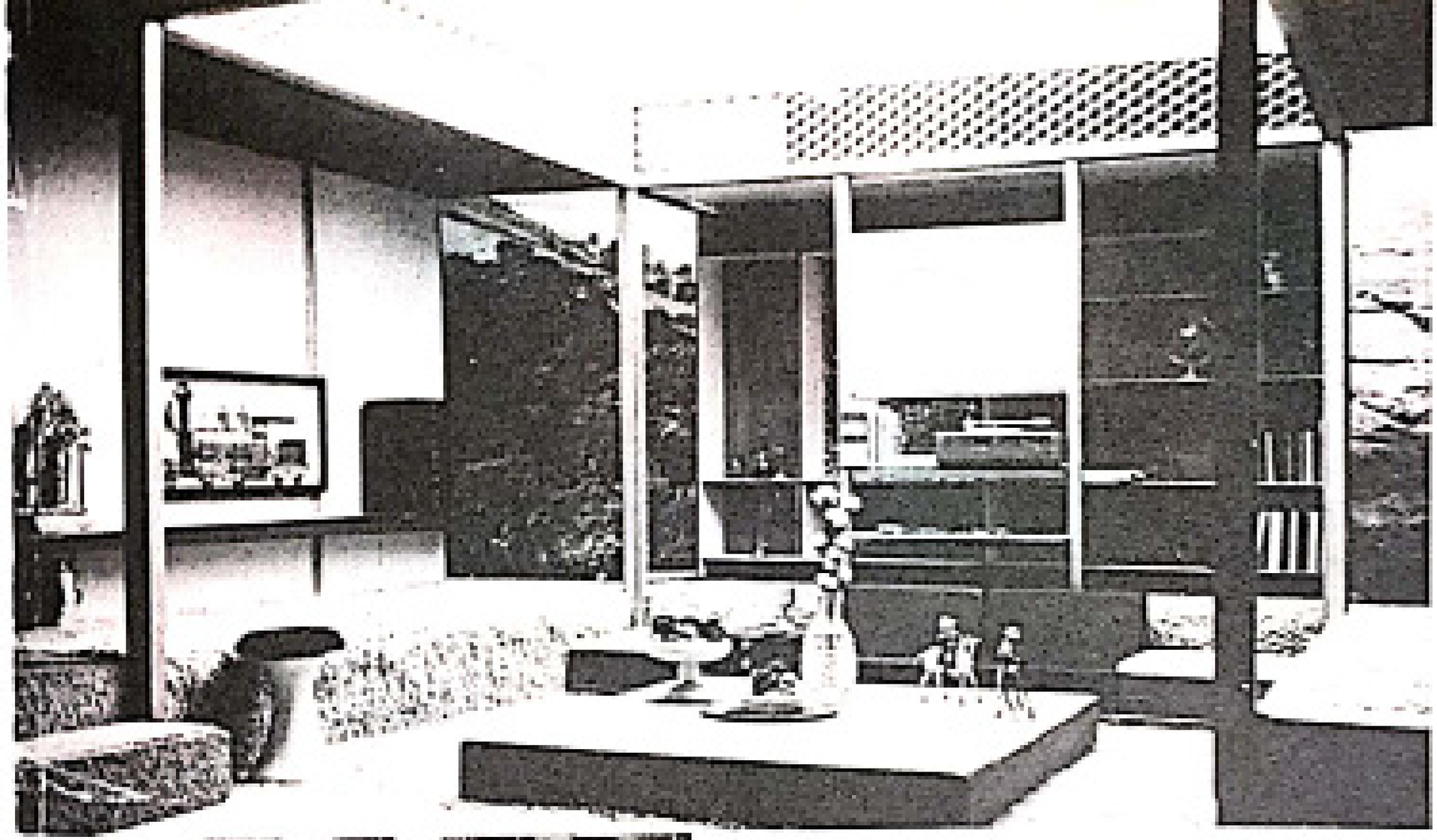


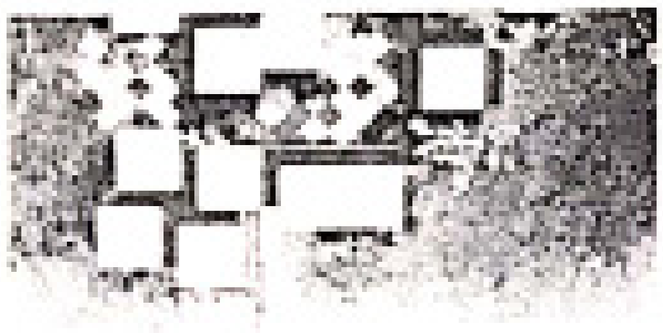
نموذج يوضح الفكرة

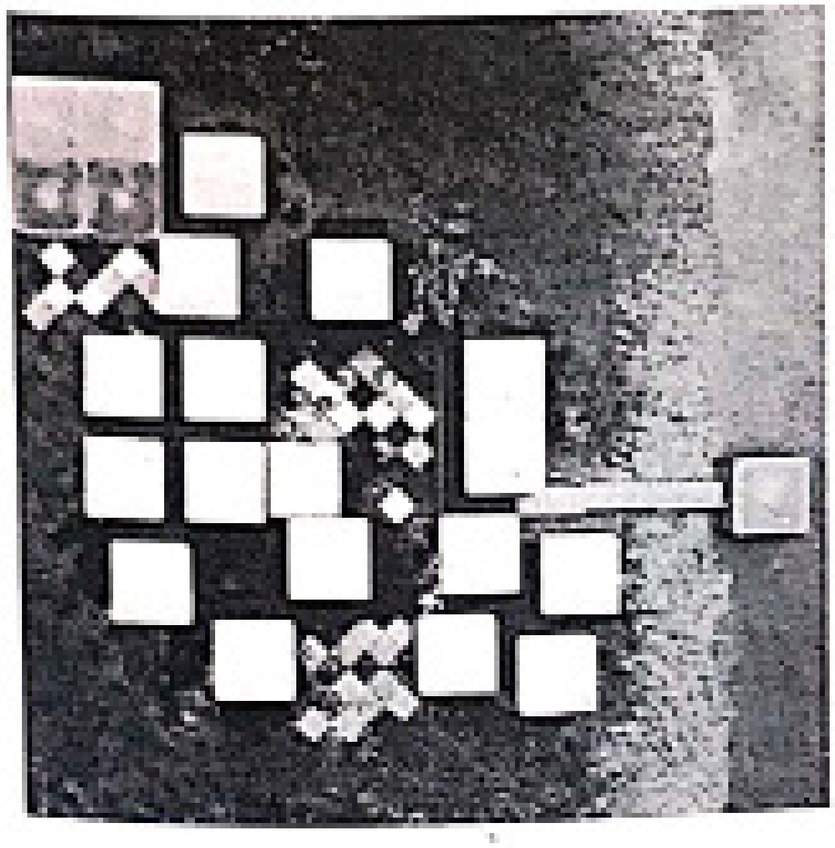




الصور توضح استخدام
وحدة صندوقية متكررة مربعة الشكل بسقف نافذ للضوء
وهي احدى الأفكار التي قدمت في مجال الوحدات الصندوقية .







نفس المشروع السابق والمقدم من شركة نلسن Nelson's ويري في الصورة الفراغ الداخل للوحدة الواحدة

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

وحدة صندوقية بعرض ٣٠سم	٣٠	٦٠	٩٠	١٢٠	١٥٠	١٨٠	٢١٠	٢٤٠
وحدة صندوقية بعرض ٦٠سم	-	٦٠	-	١٢٠	-	١٨٠	-	٢٤٠

وكلما صغرت أبعاد الوحدة كلما كان بالإمكان الحصول على أبعاد أكثر للفراغات ، إلا أنه لا بد من الأخذ في الإعتبار أنه كلما صغرت الوحدات كلما زاد عدد الوصلات مما يضعف الإنشاء ، هذا بالإضافة إلى زيادة وقت التنفيذ والإحتياج إلى عمالة أكثر لتجميع هذه الوحدات مع بعضها في موقع التنفيذ .

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

مميزات الحجم الصغير من الوحدات الصندوقية :

١ ـ تعطي مقاسات متعددة وتغطي معظم المقاسات المطلوبة .

٢ ـ سهولة نقل الوحدات من المصنع إلى الموقع .

٣ ـ سهولة التشغيل في الموقع مع إستخدام أوناش ذات قوة معقولة .

عيوب الحجم الصغير من الوحدات الصندوقية .

١ ـ كثرة الوصلات في الفراغ الواحد نتيجة للحاجة لعدد كبير من الوحدات لتكوين هذا الفراغ .

٢ ـ تحتاج إلى عمالة فنية في الموقع لتجميع الوحدات .

٣ ـ تحتاج إلى وقت كبير في عملية الإنشاء .

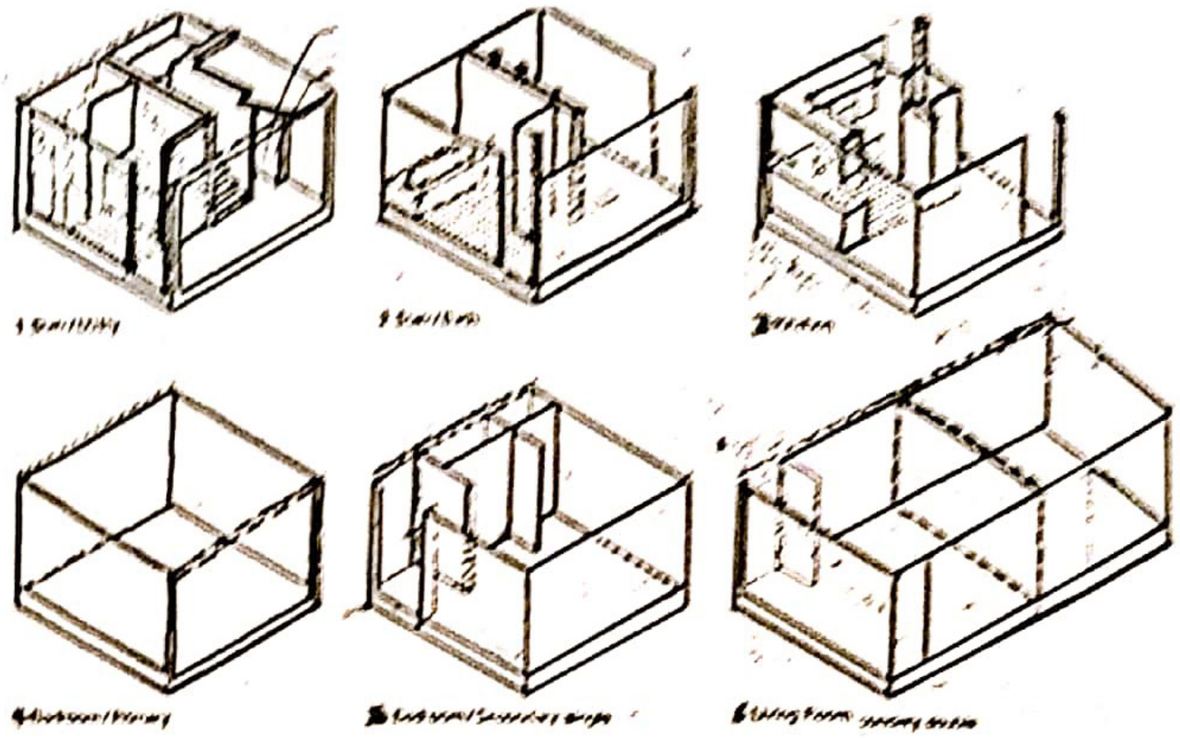
٢ ـ الحجم المتوسط (حجم الغرفة) Intermidiate Size (Room Module)

الحجم المتوسط من الوحدات الصندوقية هو المساوي لحجم غرفة النوم ، والتي يمكن تجميعها بشكل أو بآخر طبقاً لنوع التصميم الموضوع لتكوين الوحدة السكنية . لهذا نجد أن لهذا الحجم تطبيقات كثيرة في أمريكا واليابان وهذا يرجع إلى مرونته في التجميع . فعلى سبيل المثال ، يمكن لكل وحدة أن تحتوي على غرفة أو نصف غرفة ، أو لكل وحدتين يمكن أن يحتويا على فراغ متسع للمعيشة . كما أنه يمكن للوحدة الصندوقية أن تحتوي أما على فراغ للمطبخ أو فراغ المطبخ والحمام ، وبالإضافة إلى مرونة التصميم ، فإن عدد الوصلات يعتبر نسبياً أقل من النوع الأول (الحجم الصغير) .

ويختلف أشكال الوحدات الصندوقية ، فمنها المنفلة ذات الحوائط الأربعة والسقف والأرضية . ومنها ذات الحوائط المتوازية أو الحوائط على حرف L ومنها وحدات ذات أربعة أعمدة . وهكذا يختلف الموديول تبعاً لنوع التصميم المطلوب .

ويعتبر الحجم المتوسط أكثر انواع الوحدات الصندوقية انتشاراً في اليابان وقد طبق على نطاق كبير في الكبسولة المستخدمة في نظام الميتابولزم وحجم الكبسولة كان في حجم غرفة النوم وإن كانت صغيرة نسبياً بالمقارنة بحجم مثيلتها في اوروبا والولايات المتحدة .

ومن أفضل الامثلة لاستخدام هذا النوع من الوحدات الصندوقية الأفكار التي قدمت من



احدى الأفكار التي قدمت لبرنامج الطفرة في امريكا
نظام Pempton System والوحدة في حجم الغرفة

خلال برنامج الطفرة في أمريكا . Housing Operation Breakthrough .

مميزات الحجم المتوسط من الوحدات الصندوقية .

١ ـ يتميز بالمرونة في تجميع الوحدات ، حيث يمكن إعطاء تشكيلات معمارية جيدة .

٢ ـ سهولة نقل هذا الحجم من الوحدات .

٣ ـ يحتاج إلى وقت أقل في عملية الإنشاء من الحجم السابق .

عيوب الحجم المتوسط من الوحدات الصندوقية :

١ ـ وجود وصلات في الوحدة السكنية الواحدة .

٢ ـ يحد هذا الحجم من أبعاد الغرف المختلفة ويصعب معه إستخدام المودول للفراغات الصغيرة كالحمامات والمطابخ .

٣ ـ الحجم الكبير : Large Box System

يتراوح حجم هذه الوحدات من وحدات يمكن أن تحتوي على جزء من مسكن كامل إلى وحدات تحتوي على المسكن بأكمله . وفي حقيقة الأمر ، يعتبر الحجم الكبير هو أول بداية

إستخدام الوحدات الصندوقية . فعند التفكير في تطبيق الوحدات الصندوقية في المباني سابقة التجهيز بدىء في إستخدام وحدات صندوقية موديولية كبيرة ، وهذا واضح في جميع الوحدات الصندوقية التي تم تنفيذها ، بعد الحرب العالمية الثانية ، وخاصة في أمريكا عندما انتشر إستخدام المساكن المتحركة Mobile Home والتي ما زالت تنتج على نطاق واسع هناك إلى اليوم ، كما أن نظام الوحدات الصندوقية القطاعية بمعنى أن يتكون المسكن من وحدتين صندوقتين ، هو أيضاً أحد التطبيقات الجديدة لهذا الحجم والمستمرة حتى اليوم .

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

ومن أكبر المشاكل التي تواجها الوحدات الصندوقية الكبيرة هي مشاكل النقل . فقوانين الطرق تضع كثيراً من المحددات للصندوق مثل تحديد حجم الوحدات الفراغية من وزن وأبعاد معينة لتتناسب مع أبعاد القاطرات وعربات نقل تلك الوحدات . إضافة إلى مناسبتها لعروض الطرق الموجودة .

وفي الولايات المتحدة يتحدد اقصى عرض لتلك الوحدات ١٢ قدماً (حوالي ٣,٦٠م) والأطوال من ٤٠ ـ ٤٥ قدماً (حوالي ١٣,٥م) حتى لا يتسبب في وجود مشاكل في النقل . أما في إنجلترا فيتحدد العرض بألا يتعدى ١٠ قدم فقط (حوالي ٣,٠٠م) وفي بعض البلدان الأوروبية لا يتعدى هذا العرض ٩ قدم (٢,٧٠م) .

مميزات الحجم الكبير في الوحدات الصندوقية :

١ ـ يحتوي على عدد قليل من الوصلات ، والوصلة غالباً ما تتركز بين الوحدات وبعضها .

٢ ـ سرعة الإنشاء ، حيث تأتي الوحدة السكنية على أجزاء كبيرة أو كوحدة واحدة وممكن أن تكون كاملة التشطيب والتجهيز .

عيوب الحجم الكبير من الوحدات الصندوقية :

١ ـ صعوبة نقل حجمه الفراغي الكبير بالإضافة لوزنه الثقيل في الطرق العادية والتي تحد من طوله وعرضه وإرتفاعه .

٢ ـ وحدات غير مرنة عند عملية التجميع للوحدات من الخارج ، ويقتصر المرونة على مرونة الداخلية فقط دخل الوحدات نفسها ، فيمكن عمل التغيرات والتعديلات داخل الوحدة نفسها بإستعمال القواطيع الخفيفة لفصل الفراغات .

ثانياً : الأنواع الإنشائية للوحدات الصندوقية :

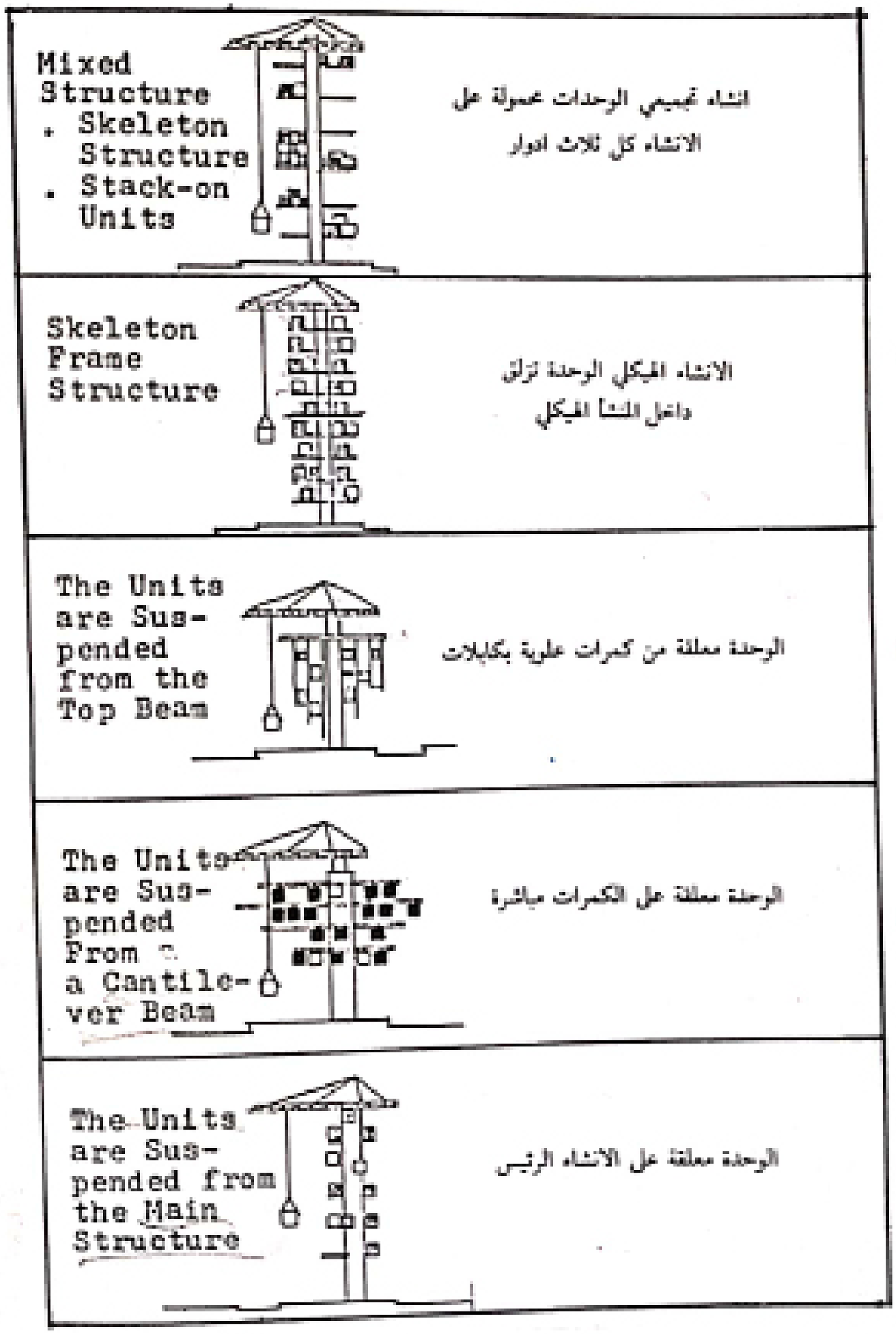
Structural Types of Box System

يمكن تصنيف الموديول تبعاً للطريقة التي يتحمل بها الأحمال الواقعة عليه وطريقة نقل الأحمال للأساس . ففي المباني التقليدية يتم تقسيم المباني انشائياً تبعاً لنوع التحميل إلى مبان ذات حوائط حاملة ، ومبان هيكلية ، ويمكن استخدام هذا التصنيف للوحدات الصندوقية ، فهناك طريقة نقل للأحمال (وزن الصندوق بالإضافة إلى أوزان الوحدات الأخرى) عن طريق حوائط الوحدة الصندوقية ذاتها . والطريقة الأخرى عن طريق إنشاء هيكلي مستقل يحمل الوحدات أما داخله أو معلقاً عليه .

(1) الوحدة الصندوقية الغير انشائية : Dependent Box

الوحدة الصندوقية هنا ليست إنشائية ، أي أن الموديول الصندوقي لا يحمل إلا نفسه ـ أي انه محمول على إنشاء مستقل تكون مهمته نقل الأحمال إلى الأساس . وهذا بطبيعة الحال

Dependent Box



يعطي مرونة أكثر للتصميم مع إمكانية استخدام وحدة صندوقية قياسية يمكن تكرارها تصميماً وإنشاءاً . وبذلك تتشابه الوحدات الصندوقية ويتم تثبيت تلك الوحدات أو الموديول على هذا الإنشاء المساعد .

الطريقة الأولى : هي طريقة التعليق Suspendent Box

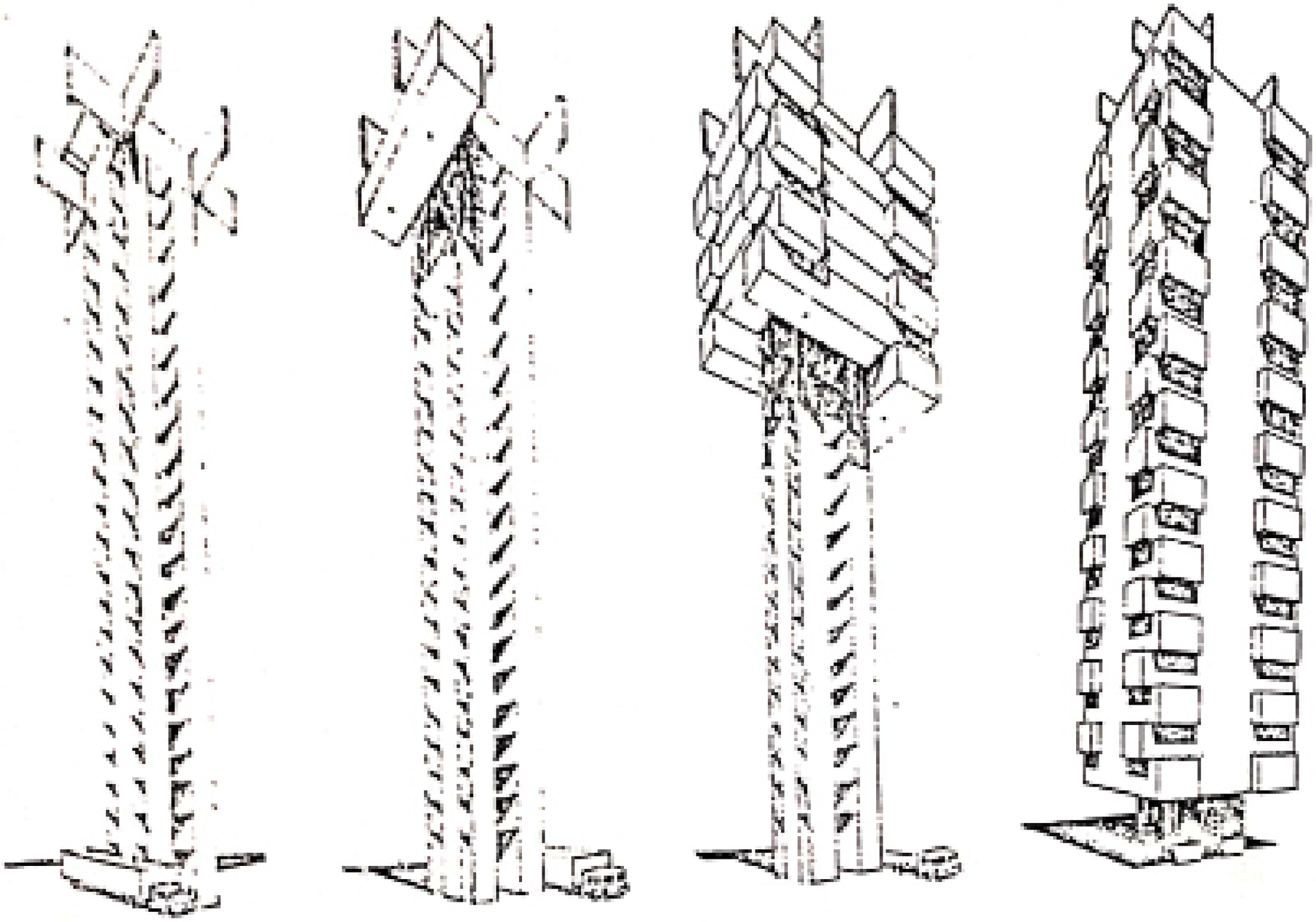
والطريقة الثانية : هي انزلاق الموديول داخل الإنشاء المساعد مثل الإدراج Plug-in Box .

١ ـ طريقة التعليق : **Suspendent Box**

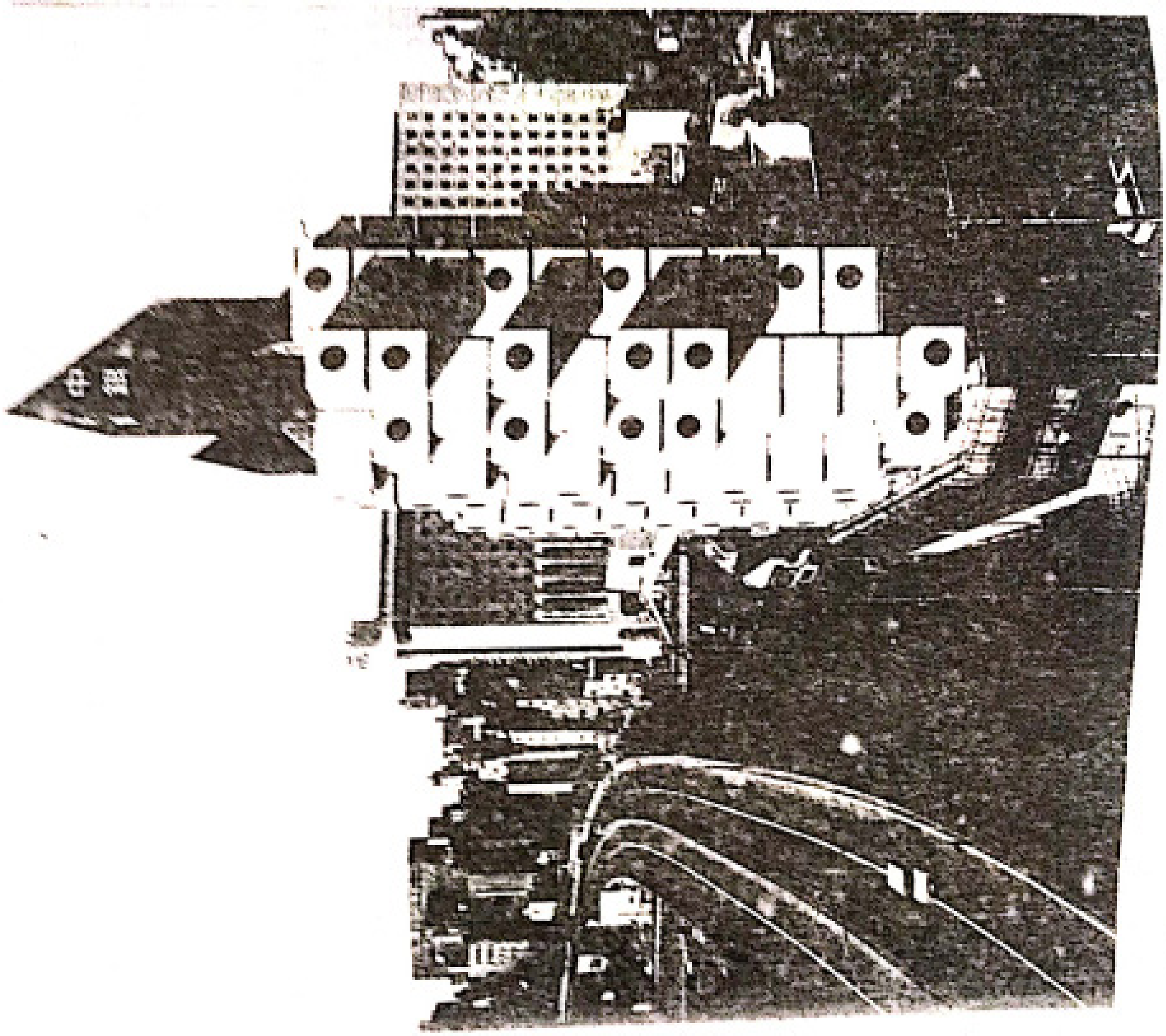
يتم تعليق الوحدة الصندوقية على الإنشاء المساعد بطريقتين . أما بالتعليق المباشر (الملاصقة) أو باستخدام كابلات أو أحبال من الحديد للتعليق ثم تثبيتها في الإنشاء المساعد .

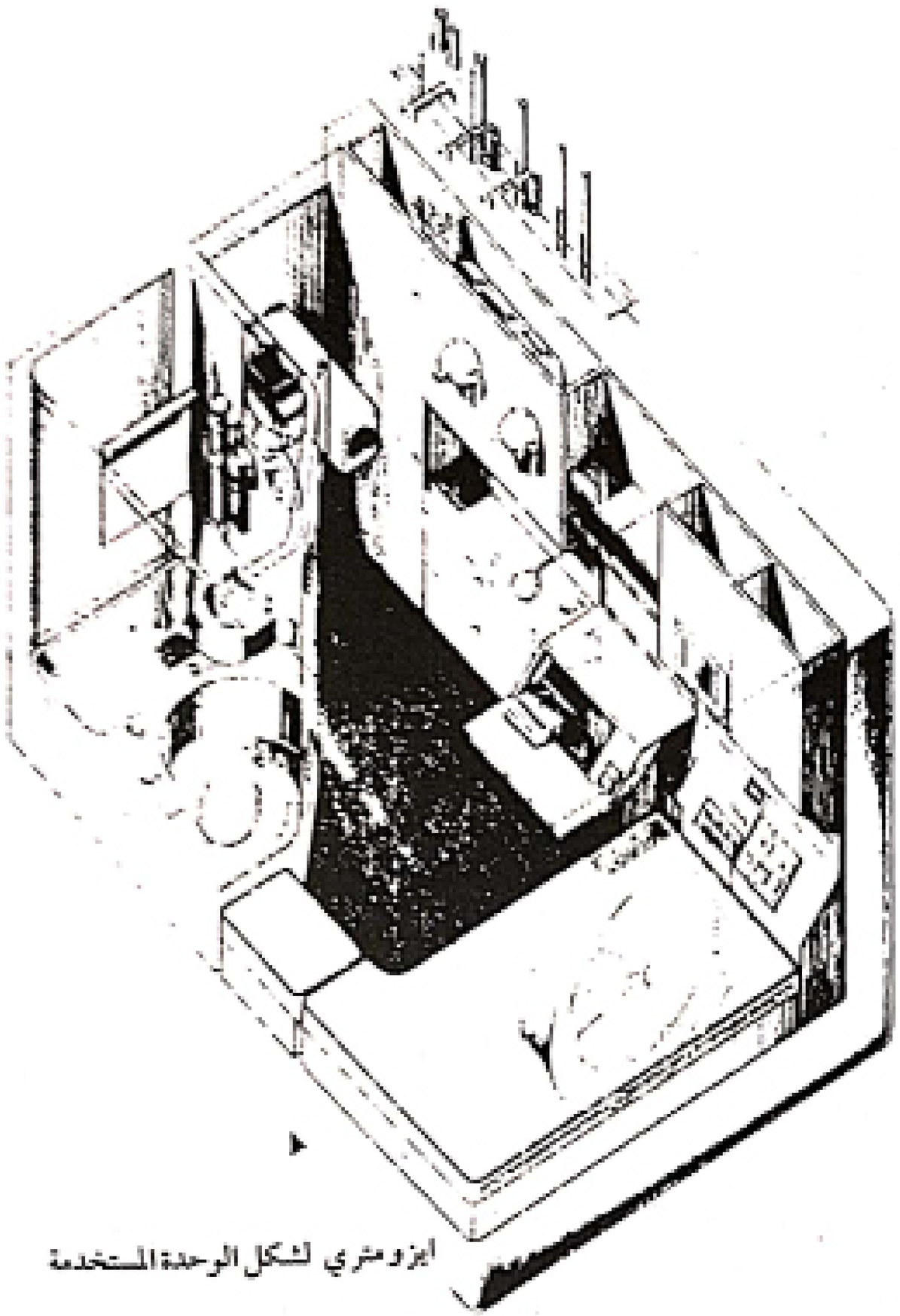
ويمكن أن يكون هذا الإنشاء المساعد عبارة عن مبنى هيكلي من الأعمدة والكمرات أو أن يكون عبارة عن وحدة الخدمات (Core) والتي يتم تعليق الصندوق منه مباشرة .

وتصلح هذه الطريقة في حالة عمليات إعادة بناء أو تجديد المناطق المكدسة بالمباني داخل المدن والتي يصعب نقل سكانها إلى مناطق أخرى لحين إعادة تسكينهم . لذلك تقام المناطق المركزية (Core) للوحدات المختلفة التي تشغل مسطحات صغيرة للإبقاء على منطقة الإسكان كما هي . ثم يمكن تعليق الوحدات الصندوقية على تلك المناطق المركزية ، وبعدها يمكن تسكين السكان في المنطقة . وتكرر العملية حتى تنتهي عملية التسكين من أسفل الإنشاء إلى أعلى ، بعدها يمكن هدم المنطقة القديمة اسفل الإنشاء الرئيسي . والمثال على ذلك هو إنشاء هوراشيو كيروكاوي في اليابان وبعض الأفكار التي قدمت في برنامج الطفرة في أمريكا .

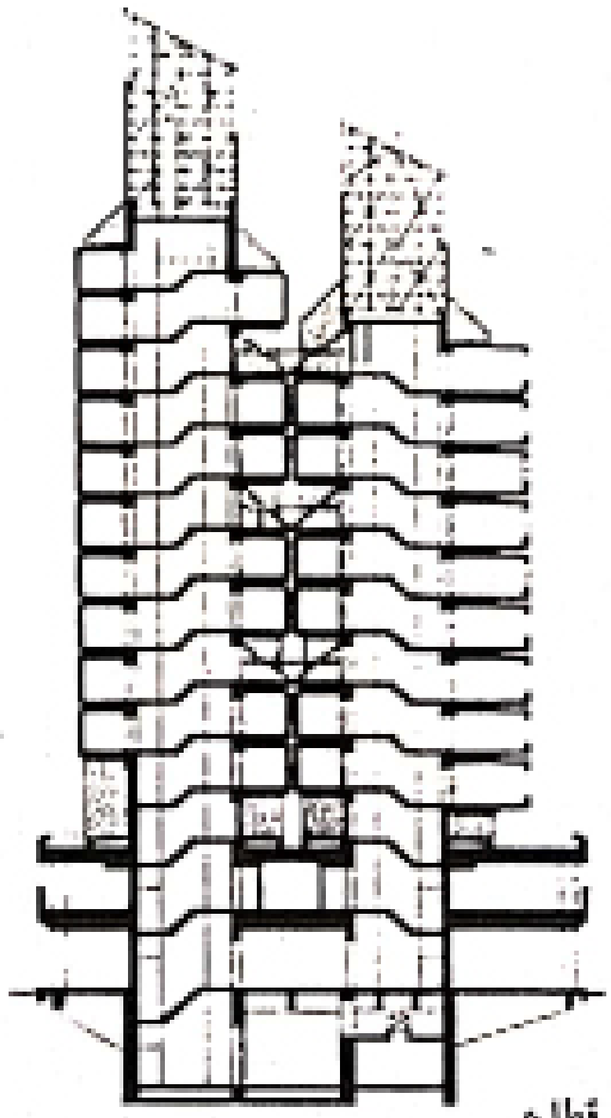


احدى الأفكار التي قدمت لبرنامج الطفرة
في امريكا لـ N.Q. C Group ويستخدم الديبول بحجم
الوحدة السكنية بالكامل ومعلق على النطقة المركزية مباشرة .



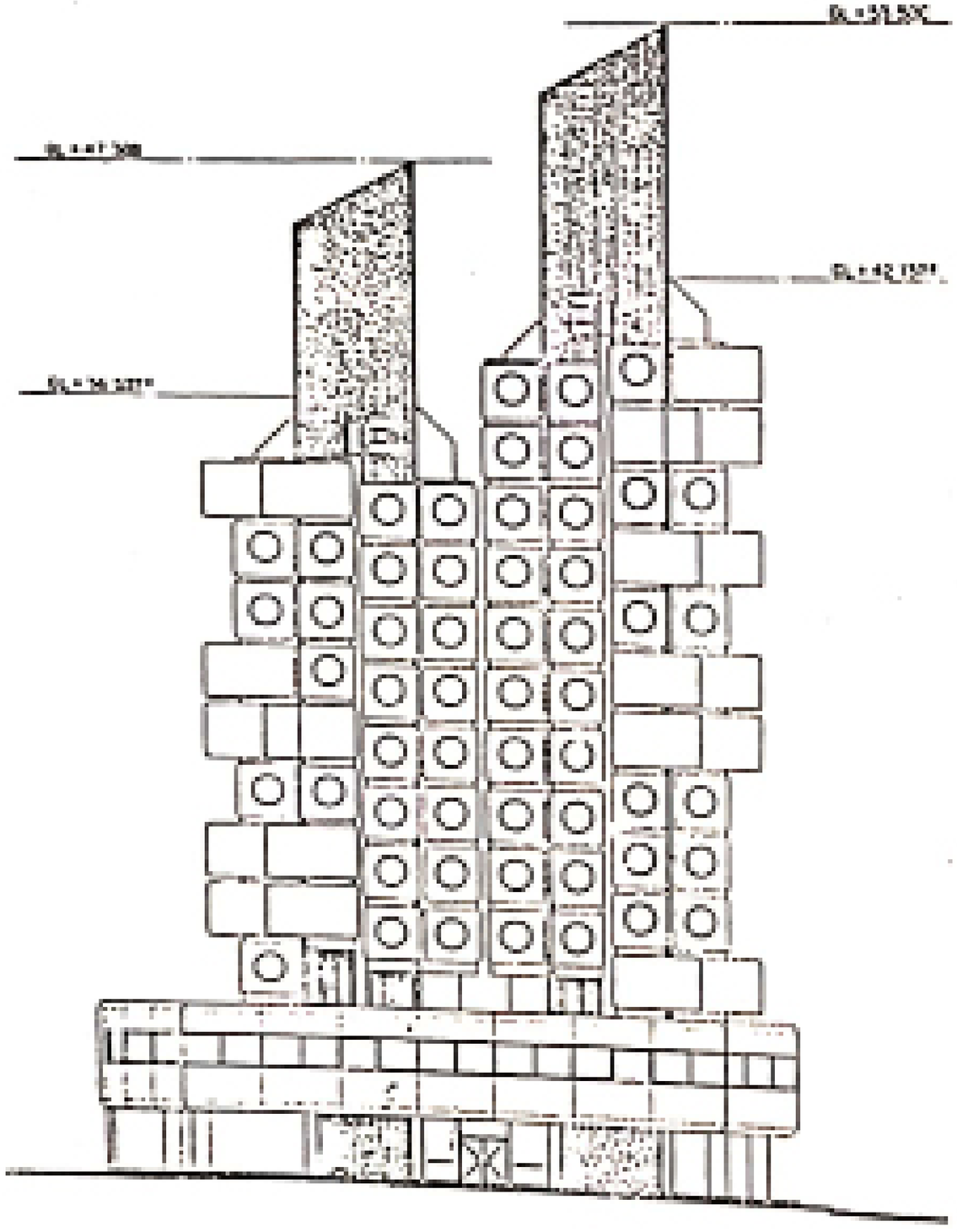


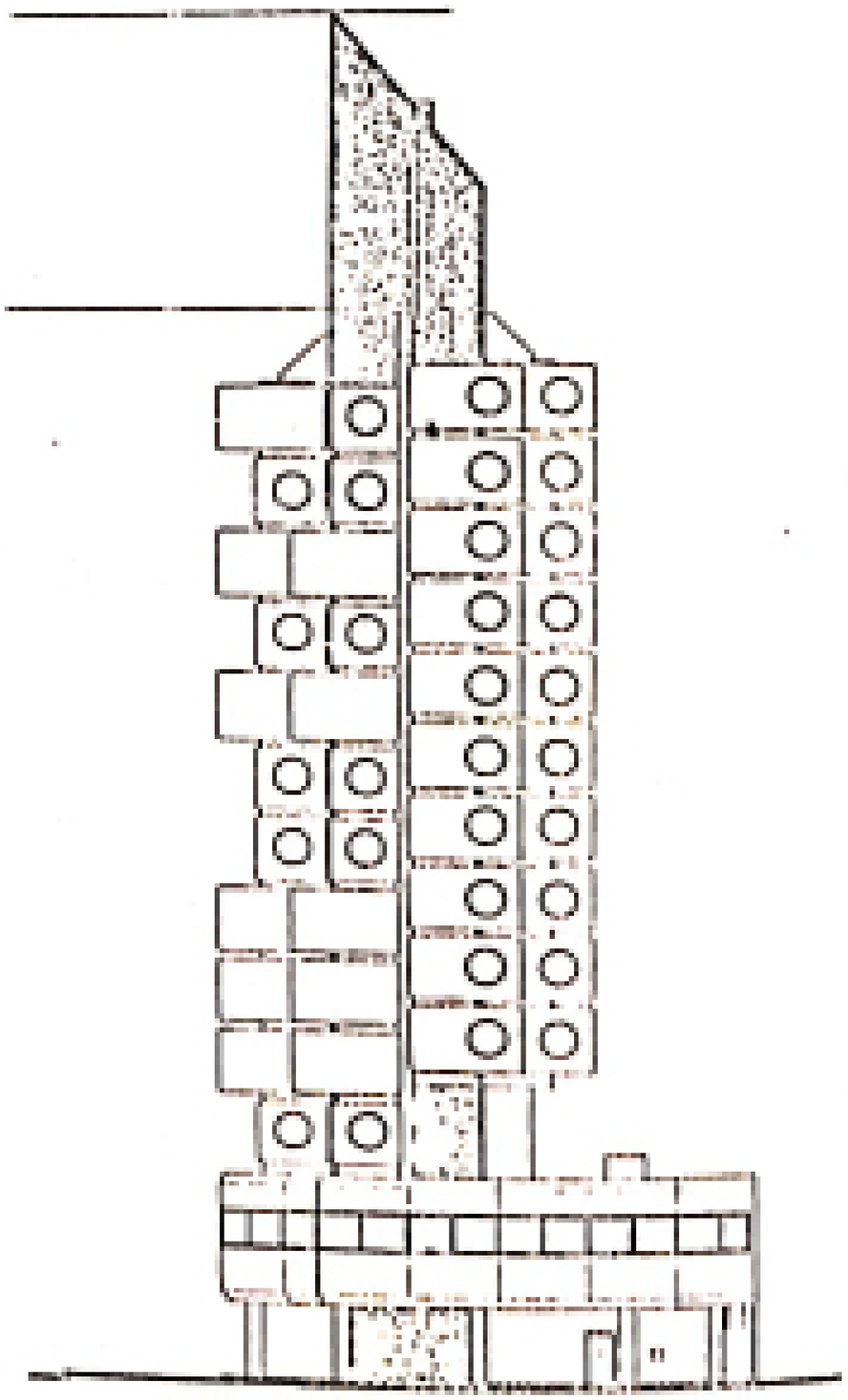
ايزومتري لشكل الوحدة المستخدمة

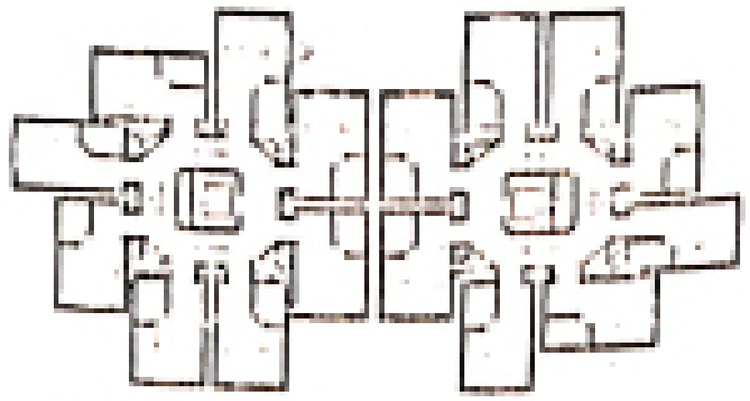


SECTION

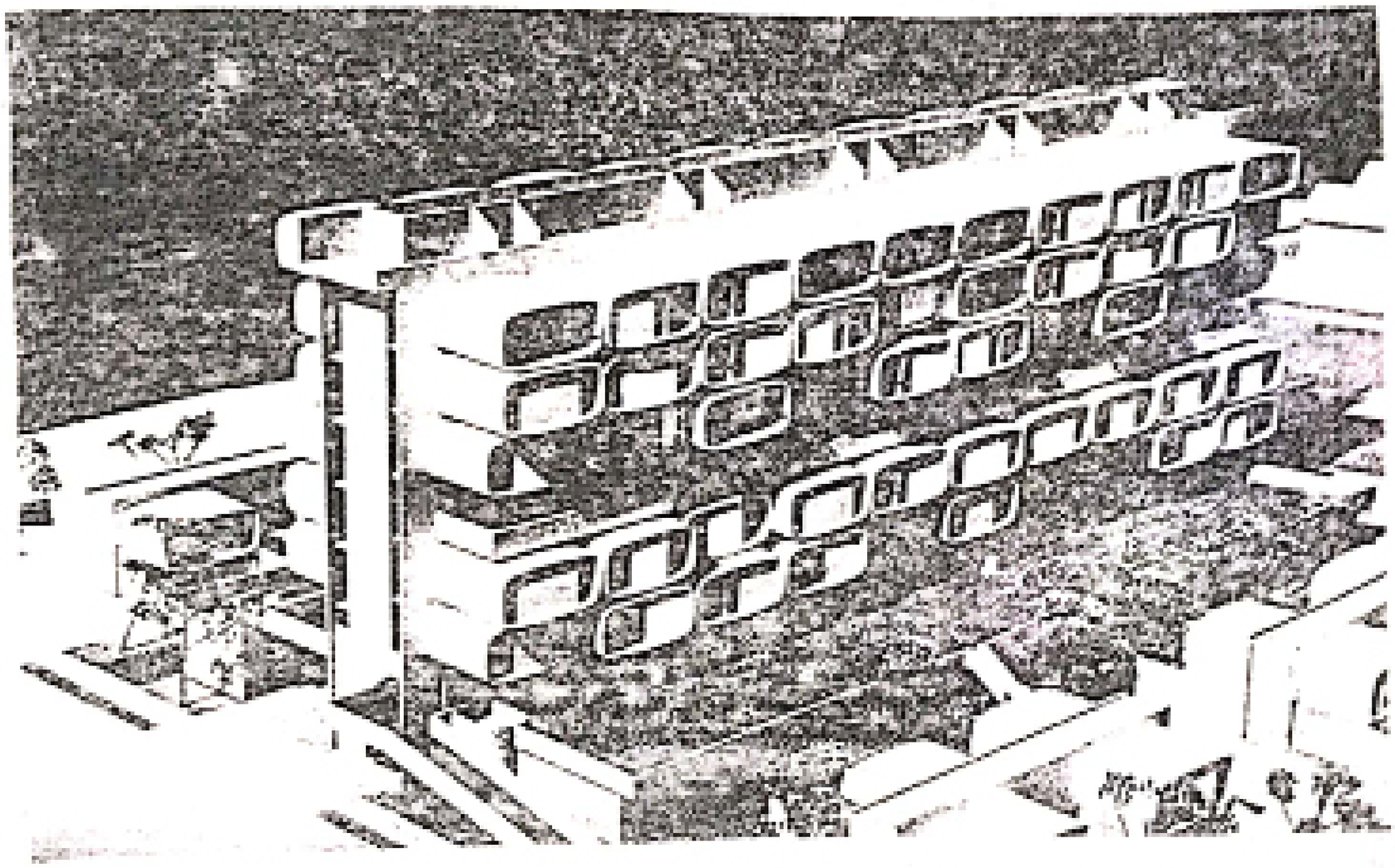
قطاع

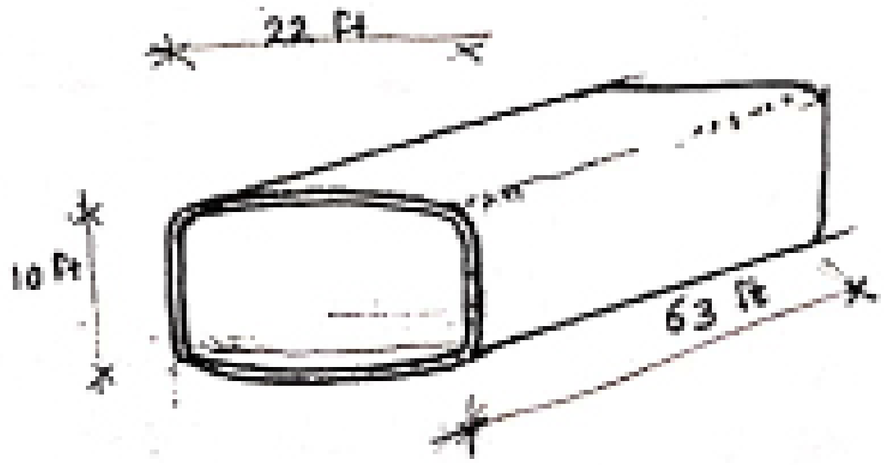






واجهتان جانبية وأمامية لمبنى يستخدم اسلوب تعليق الوحدة على منطقة الخدمات للمهندس الياباني كيروكاوي .





إحدى الأفكار التي قدمت لبرنامج الطفرة الامريكي لـ Spuntech Housing Corporation الوحدة الديولية من مادة البلاستيك والوحدة مصلقة من الانشاء الرئيسي .

طريقة انزلاق الصندوق داخل الإنشاء : Plug-in Box

الإنشاء المساعد في هذا النظام عبارة عن إنشاء هيكلي Skeleton Frame Structure مصنوع من الخرسانة أو الحديد طبقاً للتصميم الموضوع . بعد الانتهاء من اقامة هذا الإنشاء المساعد ترفع الوحدات الصندوقية بالروافع والأونش الخاصة ويتم انزلاق الوحدة داخل الإنشاء في المستوى الخاص بها على طريقة الإدراج ، أي بطريقة تشبه ادخال الأدراج داخل التجاويف الخاصة بها في قطع الأثاث .

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 . وهناك أمثلة عديدة في أمريكا واليابان حيث استخدم هذا النظام .

مميزات نظام الوحدات الصندوقية غير لانشائية .

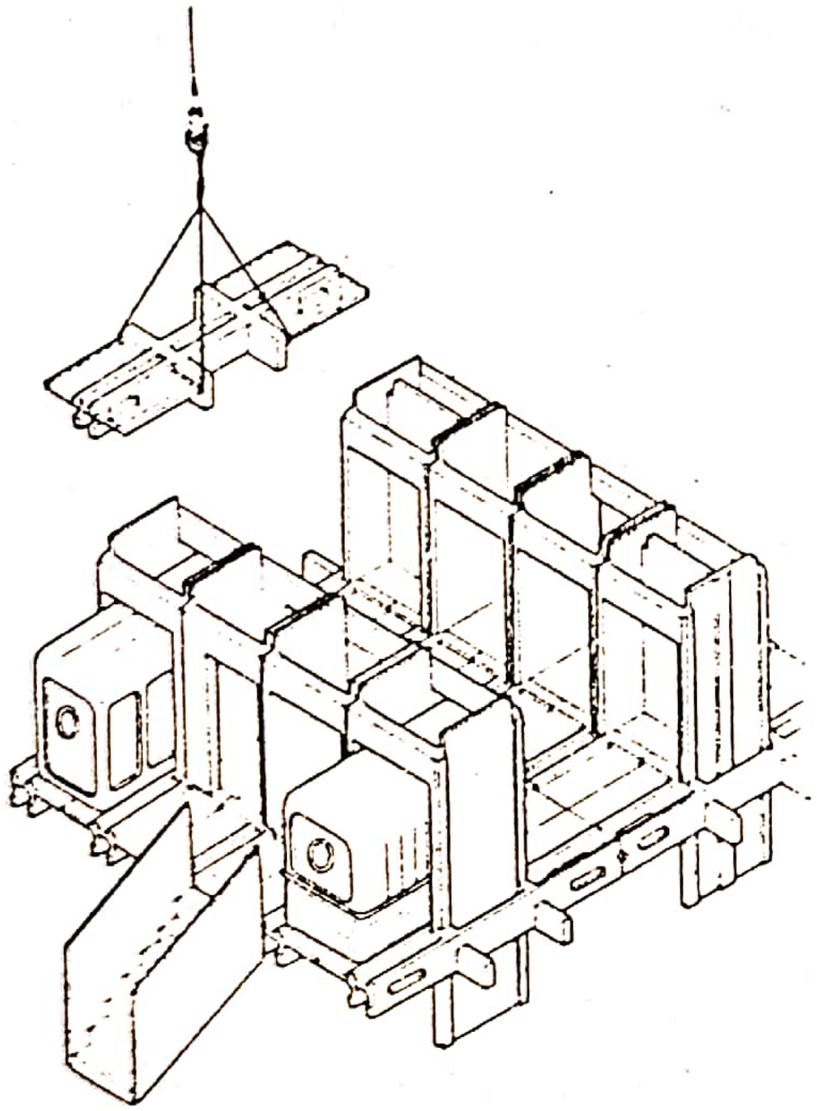
١ ـ الإرتفاع بالمبنى إلى عدد كبير من الأدوار تبعاً لنوع الإنشاء المساعد المستخدم .

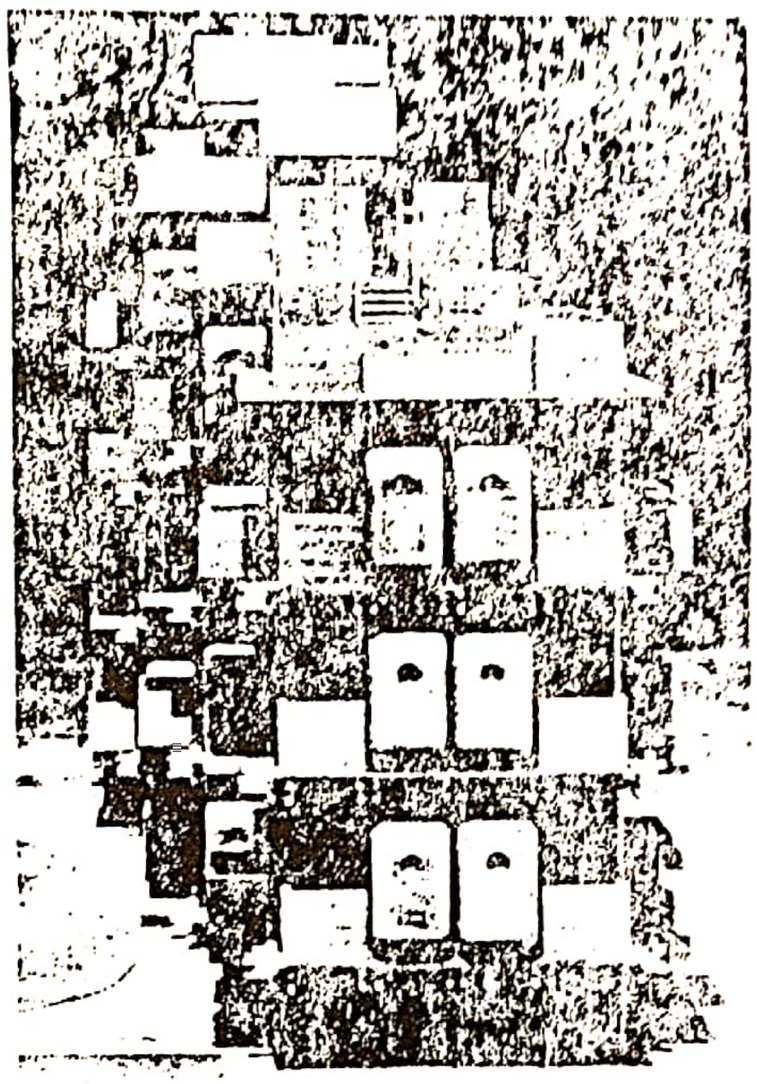
٢ ـ إمكانية التوحيد القياسي عن طريق إنتاج وحدة قياسية موديولية يمكن تكرارها .

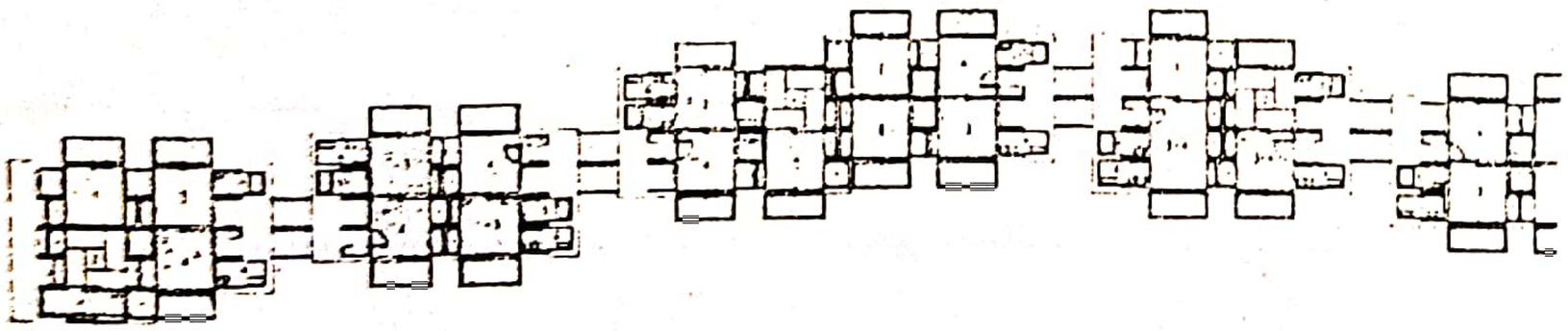
٣ ـ نقل كل موديول لحمله الخاص فقط إلى الإنشاء المساعد .

٤ ـ إمكانية الإحلال والتبديل بين الوحدات بنقل الوحدات من وإلى الإنشاء الهيكلي دون التأثير على المبنى الكلي .

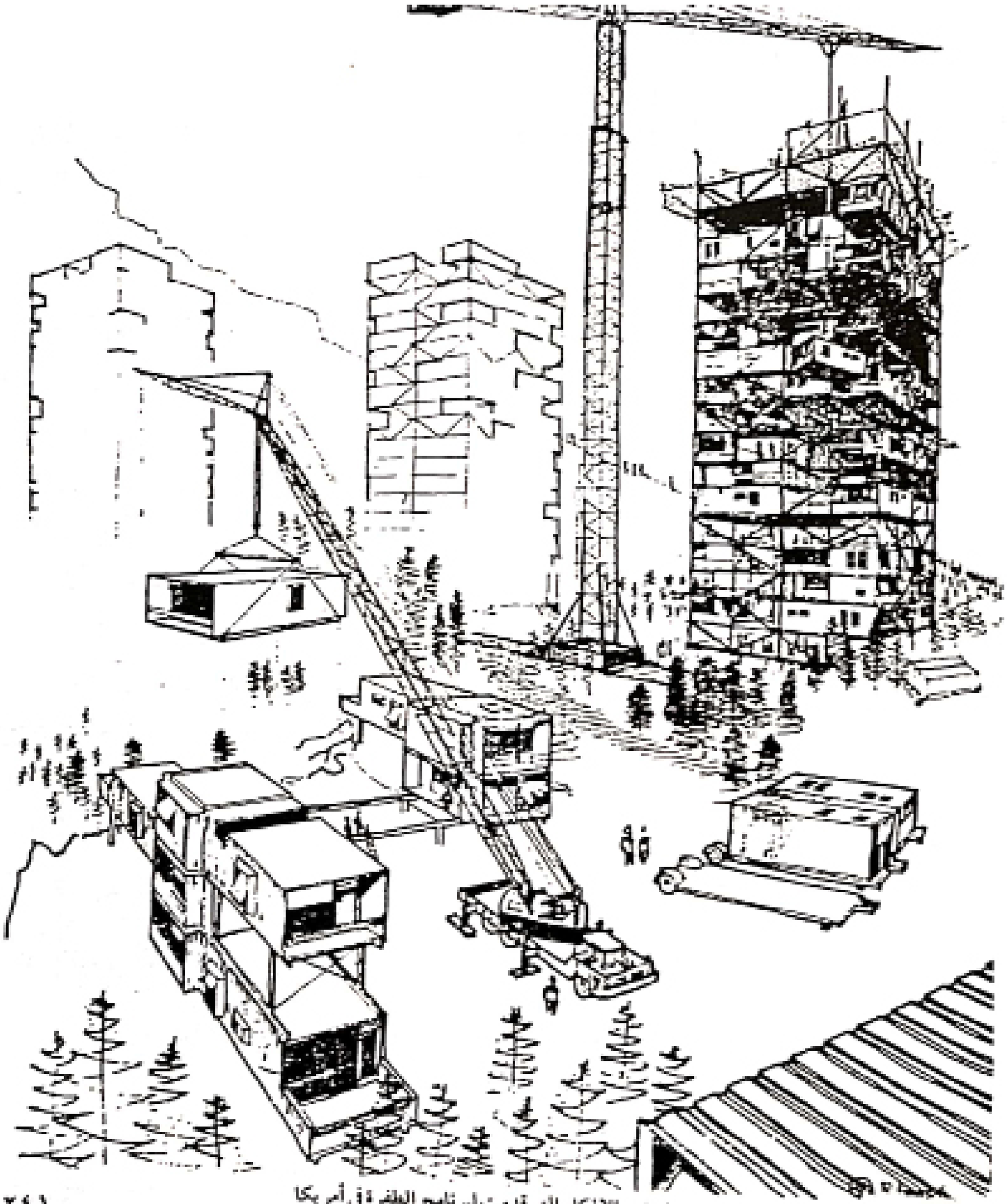
من عيوب نظام الوحدات الصندوقية الغير إنشائية تكلفته الكبيرة بسبب وجود نوعين من الإنشاء في المبنى الواحد .







احدى الأفكار التي قدمت من مجموعة المينابولزم في اليابان وهو لاحدى مشاريع الاسكان قدمت عام ١٩٦٢ للمهندس كيروكاوي Kurokawa



احدى الافكار التي قدمت لبرنامج الطفرة في أمريكا

(ب) الـوحدات الصنـدوقية الإنشـائية المستقلـة : Independent Box (Monolithic Unit)

في النوع الأول تعتمد الوحدة الصندوقية على إنشاء مساعد ، لينقل أحماله وأحمـال باقي الوحدات للأساس ، أما في هذا النظام فالوحدة الصندوقية تتحول إلى عنصر إنشـائي ، أي أنها تنقل بالإضافة إلى وزنها وزن جميع الوحدات التي فوقها .

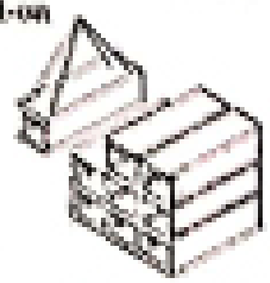
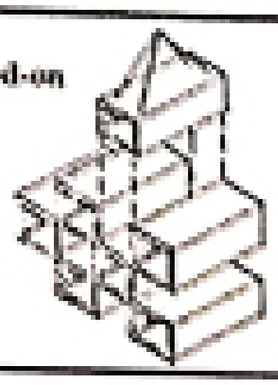
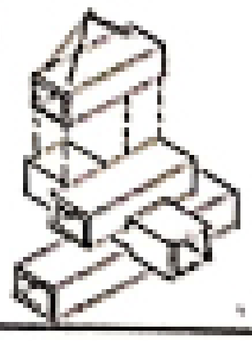
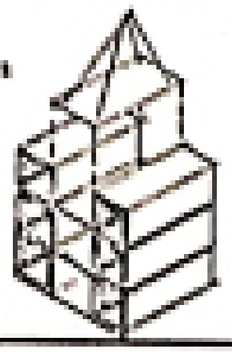
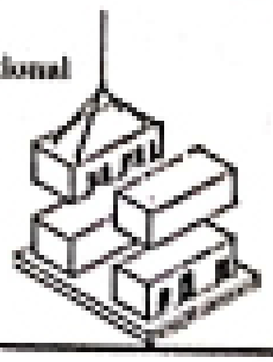
والفكـرة الإنشائيـة في هذا النـظام أن تلعب دوراً إنشائياً مثلهـا في ذلـك مثـل الحـوائط الحاملة ، فالوحدات الصندوقية يتم تجميعها بالشكل المطلوب ، الواحدة فـوق الأخرى ، على طريقة رص الطوب وترتيبه في الحوائط بـالطرق التقليـدية ، وفي هـذه الحالـة تكون الـوحدات الصندوقية في الأدوار السفليـة عليها أن تحمـل بالإضـافة إلى وزنهـا الوحـدات الصندوقيـة التي فـوقها . ويتم عن طـريقها نقـل الأحمال لـلأساس . لهـذا السبب ينفرد كـل موديـول بتصميمه الإنشـائي الخاص بـه تبعاً لحجم الأحمـال الواقعـة عليـه ، بمعنى أن مـوديـول الـدور الأرضي يختلف عن موديول الأدوار الأخـرى ، وهذا الإختـلاف يكمن في التصميم الانشائي وفي كمية حديد التسليح المستخدم ، وفي سمك الحائط الخرساني الحامـل ، وهذا بـطبيعة الحـال يعوق عملية التوحيد القياسي والوحدة القياسية Standard Unit . أي أن الوحدة المـوديوليـة القياسيـة غير ممكنة . مع هذا النوع من الإنشاء طالما كانت هناك ضرورة لتصميم كل وحدة على حدة .

وهناك اربعة طرق معروفة لرص وتجميع الوحدات :

١ ـ الرص المنتظم Stack on Regularly

توضع الوحدات وتجمع بجانب وفوق بعضها البعض مثل وضع ورص الطوب تماماً وينتج عن تجميع الوحـدات بهذه الـطريقة ازدواجيـة للحوائط والأسقف وهـذا يعتبر أحـد عيوب هـذا التجميع . وإن كان من الممكن عمل وحدة مفتوحة على حـرف L ، يمكن معها القضـاء على

Independent Box

The Units are stacked-on regue larly 	الرص المنتظم للوحدات الذيولية
The Units are Stacked-on Alternatey 	الطريقة التبادلية في الجمع الوحدات الذيولية
The Units are Stacked-on Can tilever 	الطريقة الكابولية لتجميع الوحدات الذيولية
The Units are Stacked-on Mixed 	الطريقة المركبة في التجميع
The Units are in Sectional House 	المسكن القطاعي او النصف مسكن

الإنزواجية الأسقف ، إلا أنه يمكن الاستفادة من هذه الأزدواجية للحوائط كعازل جيد للصوت ، وخاصة إذا كان سمك جدران الوحدات الصندوقية صغيراً ، ولكن يعتبر رص الوحدات بهذه الطريقة مرتفع التكاليف لأزدواج الحوائط والأسقف مما ينتج عنه زيادة في التكلفة بالإضافة إلى زيادة الحمل على الأساس .

٢ ـ الطريقة التبادلية : Stack on Alternately

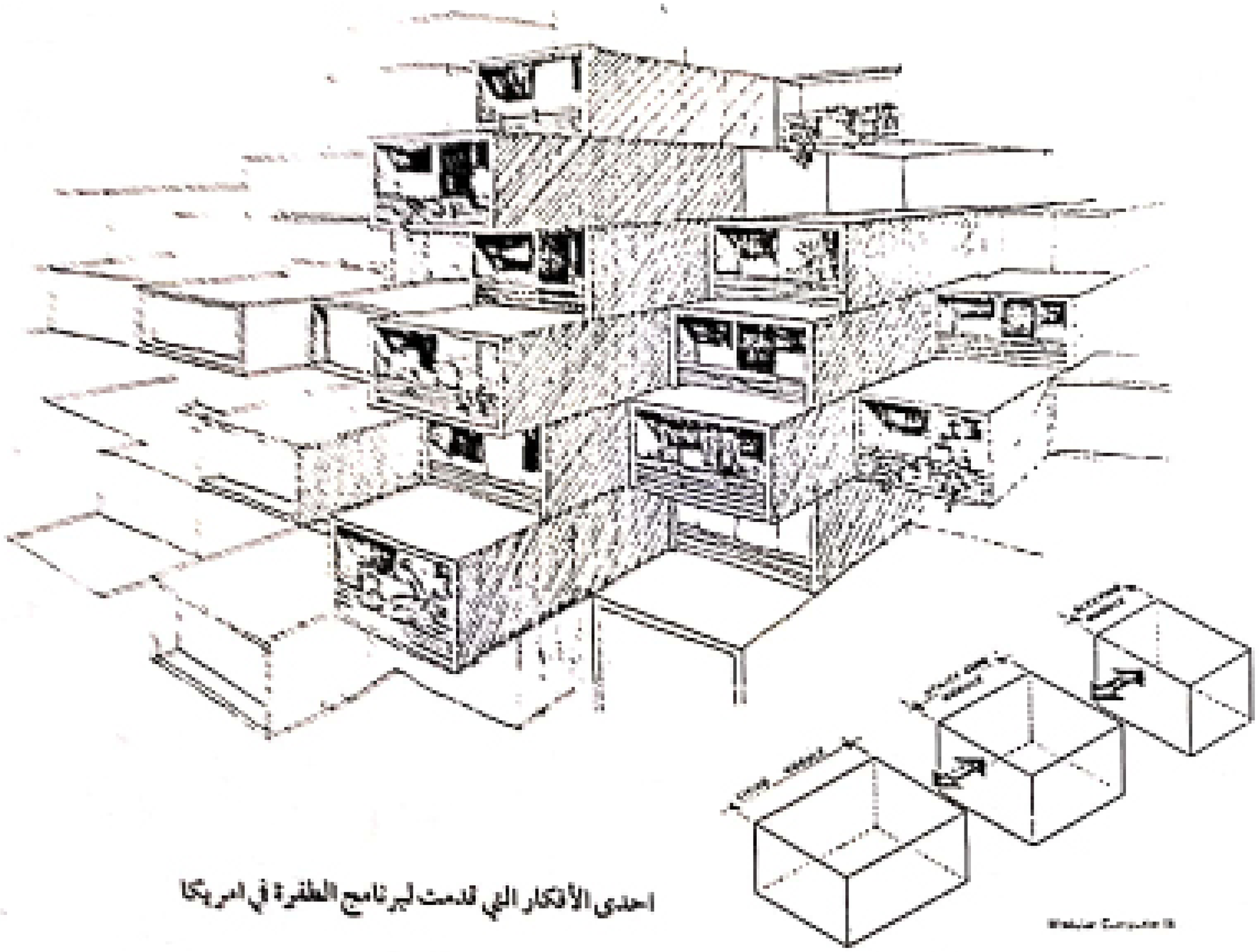
يتم تجميع الوحدات الصندوقية بطريقة تبادلية ، فتوضع الوحدات وبينها فراغات وهكذا في الصف الأول ، ثم توضع الوحدات في الدور الثاني بطريقة تبادلية بحيث تعلو الوحدات الصندوقية فراغات وتعلو الفراغات وحدات صندوقية ، وبهذه الطريقة لا يحدث ازدواج للحوائط أو الأسقف . ويتم في النهاية استخدام بعض الوحدات المستوية Panel and Slab لتقفيل جوانب المبنى والأسقف للدور الأخير .

٣ ـ الطريقة الكابولية : Stack on Cantilever

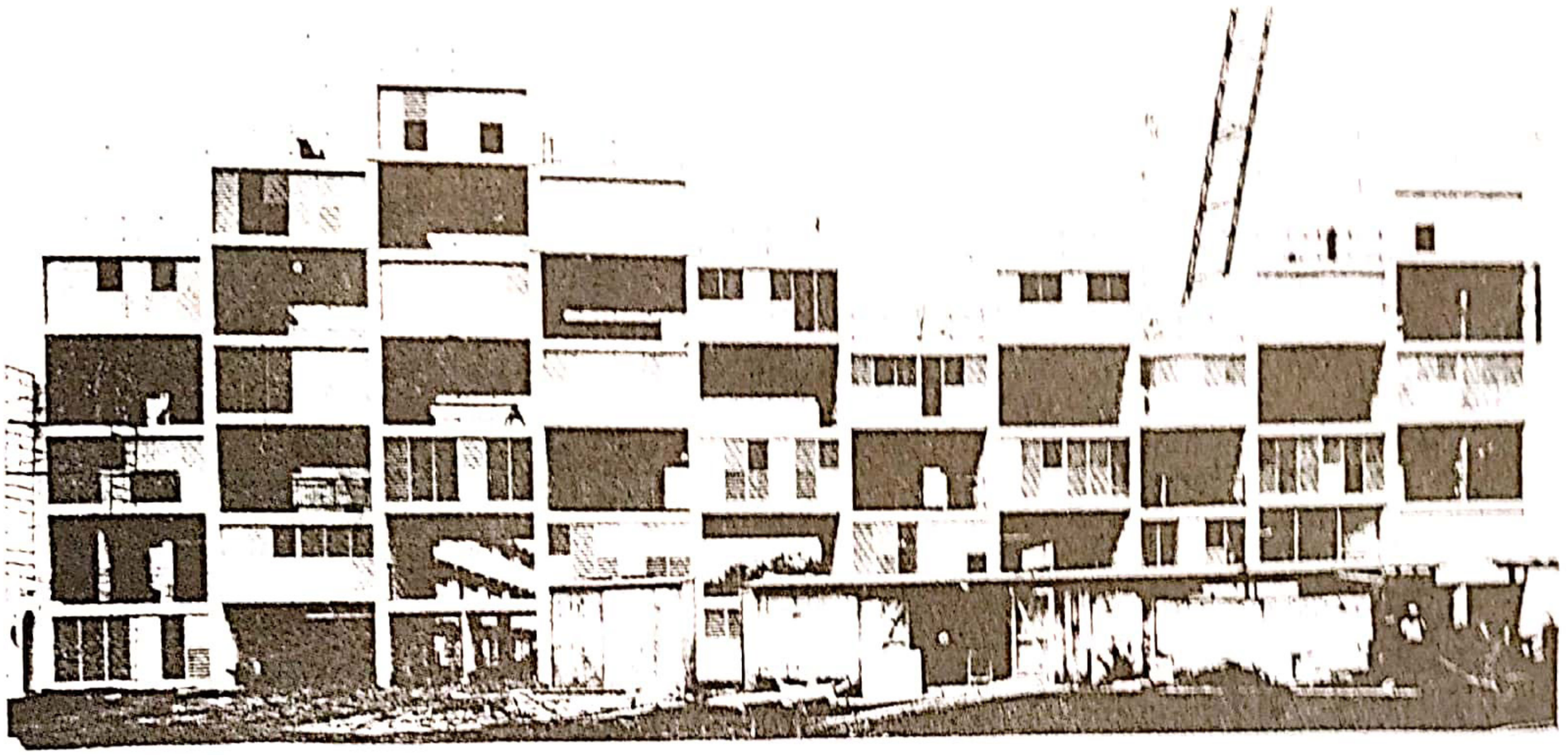
تشبه هذه الطريقة الطريقتين السابقتين إلا أنه يتم تجميع الوحدات بطريقة يكون لكل وحدة ركوب أو كابولي على الوحدة السفلية مما يعطي تشكيلا معمارية جيدا . فتوضع الوحدات الصندوقية أما متوازية أو عمودية فوق بعضها لخلق تغيرات في الواجهة والقطاع . ولا بد من الأخذ في الإعتبار أن يكون الصندوق الموديولي بالحجم والطول المناسب بالدرجة التي تسمح له بالإرتكاز اللازم بالإضافة إلى وجود كابولي كاف ليحدث الإتزان للمبنى .

٤ ـ الطريقة المركبة في التجميع : Stack on Mixed

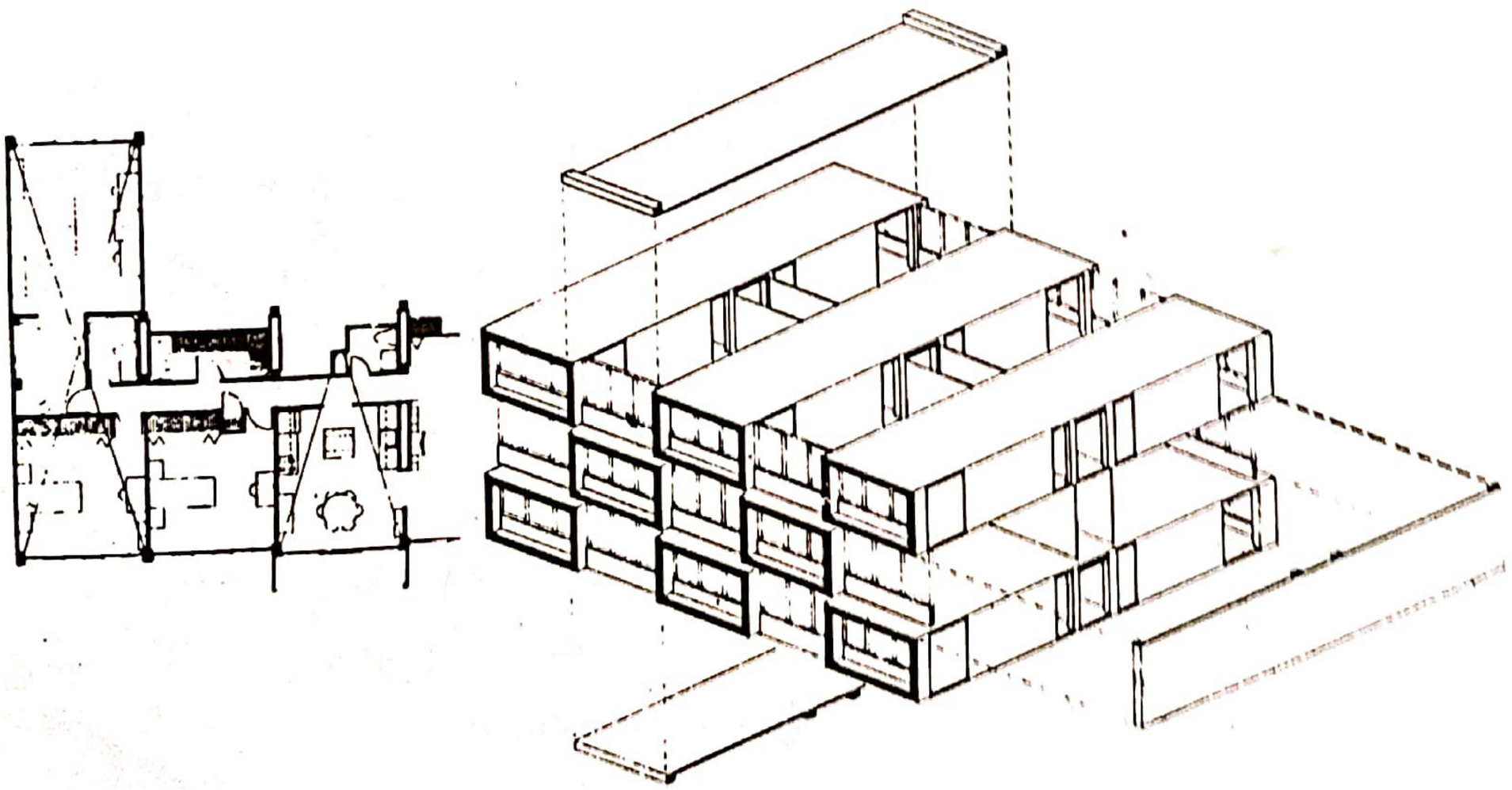
ترص الوحدات الصندوقية فوق بعضها ، في صفوف راسية مع ترك مسافات بين كل مجموعة وأخرى ، ويتم إستخدام وحدات سابقة التجهيز لتسقيفها مستخدمة الوحدات الصندوقية كنقط إرتكاز وهذه الفراغات يمكن أن تكون أكبر من الوحدات الصندوقية نفسها يمكن إستغلالها كفراغات معيشية مما يعطي مرونة كبيرة لهذه الطريقة من التجميع .

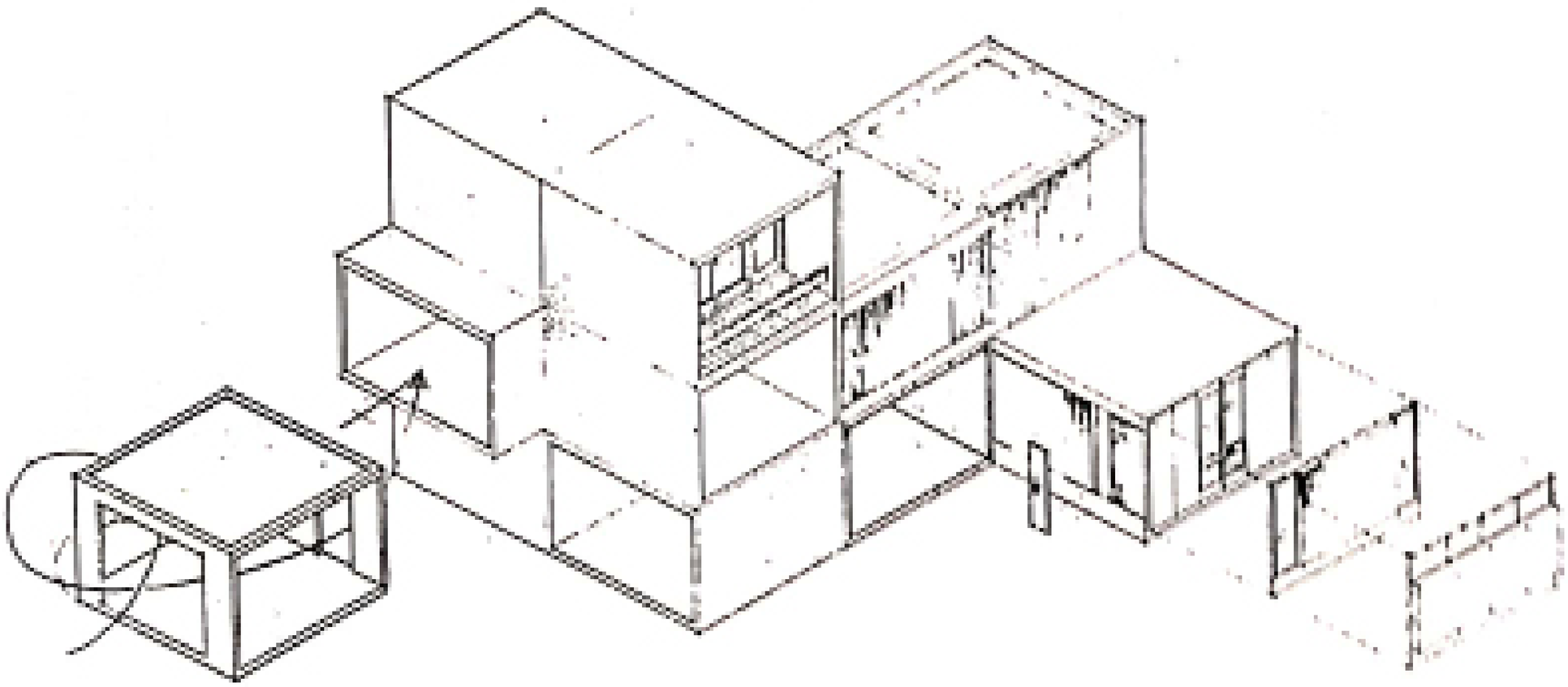


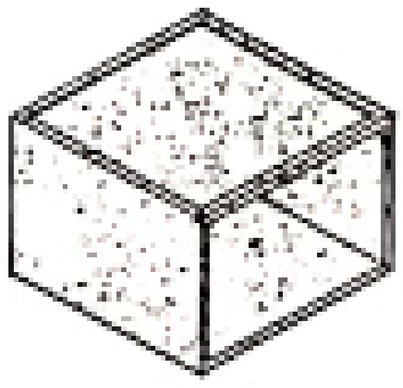
احدى الأفكار التي قدمت لبرنامج الطفرة في امريكا

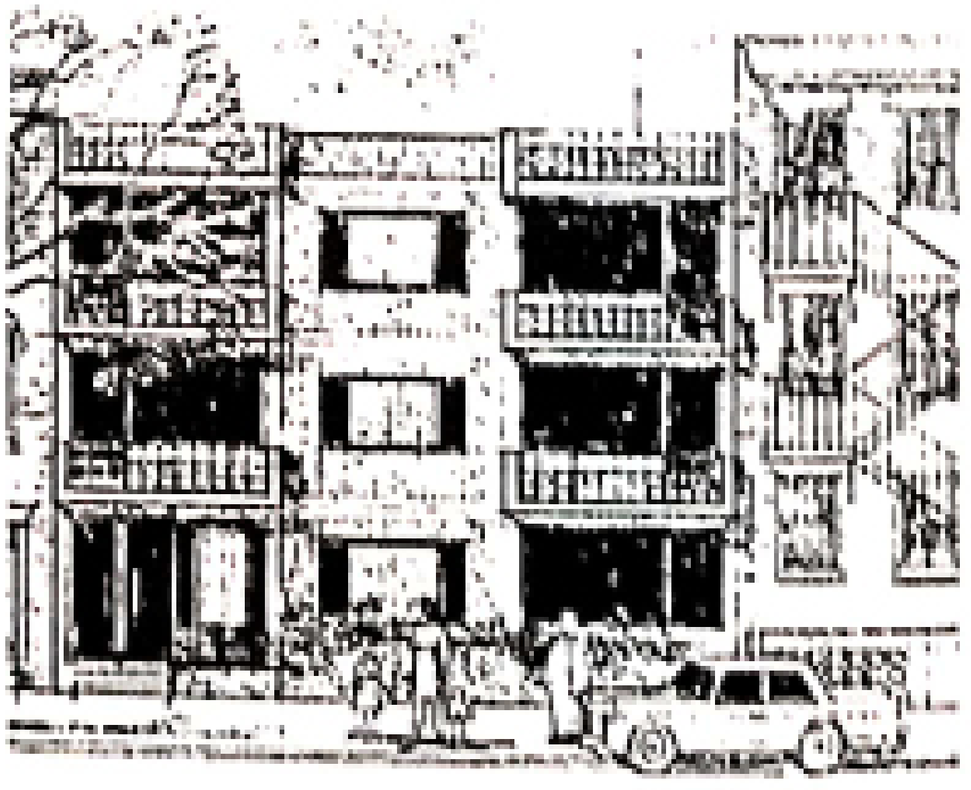


احدى الطرق المستخدمة في تجميع الوحدات الصندوقية والمجمعة على طريقة تبادلية
على نظام شالي في الولايات المتحدة الامريكية









احدى الأفكار المقدمة لبرنامج
الطفرة في الولايات المتحدة الامريكية

مميزات نظام الوحدات الصندوقية الإنشائية (المستقلة)

١ ـ وضع الوحدات فوق بعضها مباشرة دون الحاجة إلى إنشاء مساعد .

٢ ـ إمكانية عمل تغيرات في الواجهة والقطاع (التجميع الكابولي) .

عيوب نظام الوحدات الصندوقية الإنشائية (المستقلة)

١ ـ يعتبر إرتفاع المبنى محددا بإلا يتجاوز حدا معينا وذلك بسبب زيادة الأحمال التي تحملها الوحدات الصندوقية السفلية .

٢ ـ لا يوجد وحدة قياسية فلكل وحدة تصميمها الخاص تبعا لموضعها من الإنشاء ووزن الأحمال التي تحملها .

٣ ـ صعوبة عملية الإحلال والتبديل للموديول ، وذلك بسبب إستحالة نقل الوحدات الصندوقية من وإلى المبنى لأنها وحدات حاملة إنشائيا .

ثالثا : المواد *Marterials*

تختلف المواد المستخدمة في البناء تبعا لنوع التصميم والإنشاء والمستخدم 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 أعطت بدورها الميلاد لأشكال جديدة في الإنشاء .

١ ـ الخشب WOOD

الوحدات الصندوقية من الخشب تكون خفيفة الوزن بالمقارنة بالوحدات المصنوعة من

الصورة توضح احدى الطرق لتجميع وحدة مديولية في الموقع قبل رفعها الى المكان المخصص لها في البناء .

الخرسانة ، وهذا مما يسهل معه نقل الوحدات إلى مئات الأميال إضافة إلى إستخدامها لأونـاش تشغيل أقل قوة ، كما أن المصانع السابقة التجهيز لهذا النـوع ، لا تحتاج إلى معـدات كبيرة أو ثقيلة ، ويصلح هـذا الموديـول للمناطق والتجمعـات ذات الكثـافـة المنخفضـة . إلا أنـه يجب الأخذ في الإعتبار إجراءات الوقاية من الحريق fire protection

٢ ـ الخرسانة CONCRETE

لا بد أن تصنع الوحدة في مصانع لا تبتعد كثيرا عن موقع التنفيذ ، وذلك نتيجـة لتكاليف النقل (وزن الموديول) لأنها وحدات ثقيلة الوزن كما أنها تحتـاج إلى معدات ثقيلة في المـوقع لحملها ونقلها وتجميعها .

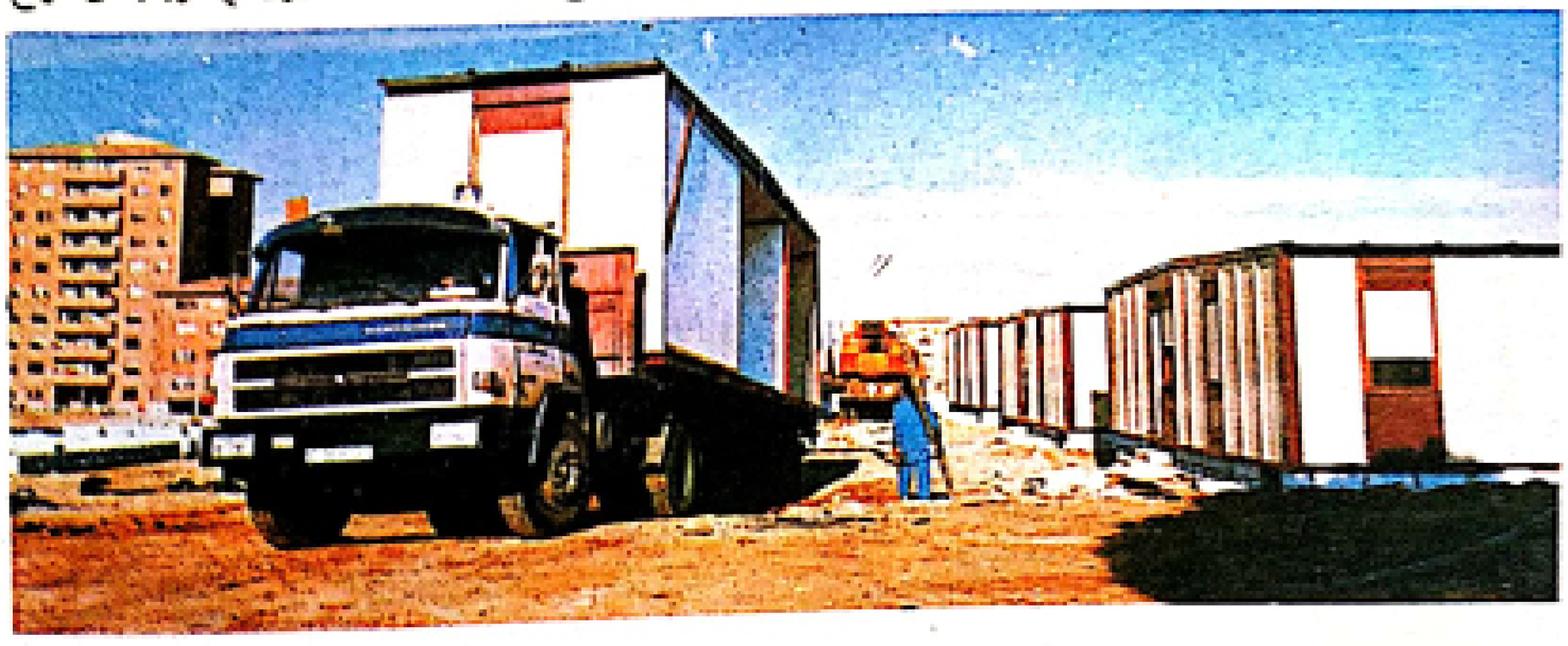
٣ ـ المواد المعدنية METALS

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 .

٤ ـ البلاستيك PLASTIC

البلاستيك من المواد حديثة الإستخدام في العمارة وما زالت إمكانيات إستخدامه وتطبيقه في مراحلها الأولى ، إلا أن المستقبل يبشر بنتائج جيدة في هذا المجال ، وخاصة أن هذه المادة تعتبر جيدة وخاصة في إمكانيات التشكيل وقابليتها للتلوين وهي إحدى مميزات البلاستيك بالإضافة إلى أن الوحدات المصنوعة من البلاستيك تعتبر أكبر في الحجم من الوحدات السابقة . ولا بد من الأخذ في الإعتبار إجراءات العزل والحريق .

الصورة توضح احدى الوحدات المديولية في طريقها الى الموقع



٣ ـ المواد المعدنية METALS

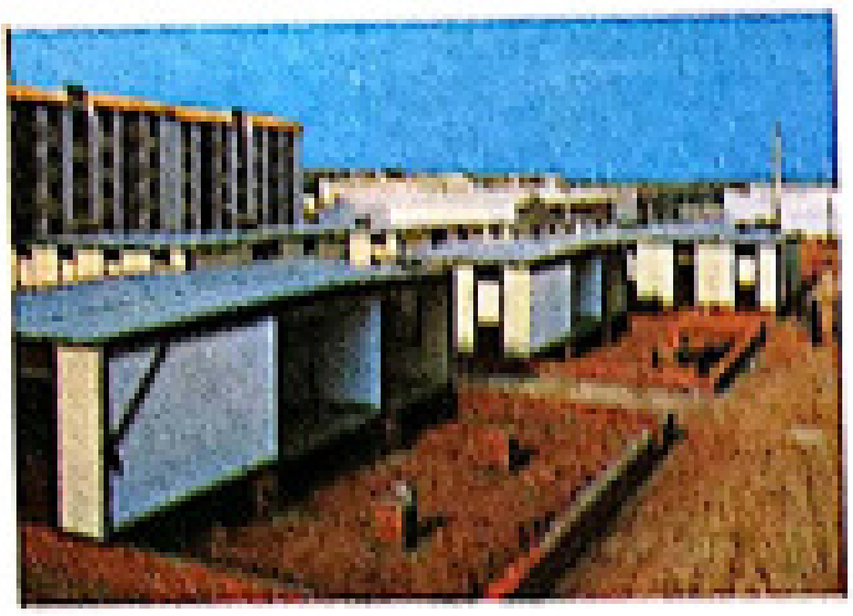
الوحدات الصندوقية المصنوعة من الحديد يمكن أن تصنع بسهولة ومن أهم ما يميز الوحدات الحديدية أنه يمكن تصنيعها بطرق مختلفة ، أما باللحام أو اللصق أو الربط بالمسامير .

٤ ـ البلاستيك PLASTIC

البلاستيك من المواد حديثة الإستخدام في العمارة وما زالت إمكانيات إستخدامه وتطبيقه في مراحلها الأولى ، إلا أن المستقبل يبشر بنتائج جيدة في هذا المجال ، وخاصة أن هذه المادة تعتبر جيدة وخاصة في إمكانيات التشكيل وقابليتها للتلوين وهي إحدى مميزات البلاستيك بالإضافة إلى أن الوحدات المصنوعة من البلاستيك تعتبر أكبر في الحجم من الوحدات السابقة . ولا بد من الأخذ في الإعتبار إجراءات العزل والحريق .

الصورة توضح احدى الوحدات المديولية في طريقها الى الموقع

الوحدة الثلاثية المجمعة لاصغر مسكن والتي يتم تجميعها في الموقع لتكوين الوحدات السكنية



المراجع

Bender, Richard (edited). **A crack in the Rearview Mirror, A View of Industrialized Building,** Van Nostrand Reinhold Company, New York, Cicinnati, Toronto, London, 1973.

Cornell University, Center of Housing and Environmental Studies. **The New Building Block**, Cornell University, New York 1968.

Cutler, Laurence Staphan and Sherrie Stephan Cutler. **Handbook of Housing Systems for Designing and Developers** Van Nostrand Reinhold Company, New York, Cicinnati, Toronto, London Melbourne, 1974.

Diamant, R.M.E **Industrialized Building,** vol. I, II, III, London Illiffe Books Ltd., 1968.

Eweda, Mohamed **Major Factors in Determining The Flexible standard unit in Prefabricated Box System,** Ph. D Dissertation in Architecture, University of Pennsylvania, Philadelphia PA U.S.A. 1980.

Foster, J. Stroud and Harington, Raymond **Structure and Fabric,** Mitchell's Building construction, BT Batsford Limited London 1976.

International Council for Building Research, Studies Documentation

(CIB). **Towards Industrialized Building,** CIB Congress, Copenhagen, 1965.

Ishū, Kazuhiro and Hiruyuke Suzuki. «Post- Metabolism» in **Japan Architect** International Edition of Shinkenchiku (JA)- III, Oct. Nov., 247, 1977.

Jacobson, Philip L. Architect AIA, **Housing and Industrialization in Finland,** Technical University, Helsinki , Finland, May 1969.

Krimsky, N **Precast Concrete in the Soviet Union** Printed in the Union of Soviet Socialist Repubics, 1958.

Kurokawa, Kisho. **Metabolism in Architecture.** Westview Press, Boulder, Colorado, 1977.

Lewicki, Bohdan, **Building with Large Prefabricates,** Elsevier Publishing Company, Amesterdam London, New York 1966.

Morris, A.E.J. **Precast concrete in Architecture** The Whitney Library of Design 1978.

Movshin, Joseph. «Standardization and The Building Industry», in **Industrialization Forum** (IF), Vol. 2, No.1, Oct 1970.

Nissen, Henrik **Industrialized Building and Modular Design,** London 1972.

Riani, Paolo. «Kurokawa and His Capsules» in **Architectural Record, Feb. 1973.**

Ross, Michael Franklin AIA. Beyond Metabolism The New Japanese Architecture, Architect Record Books, McGraw-Hill Book Company, 1978.

Sullivan, Barry James Industrialization in the Building Industry, Van

Nostrand Reinhold Company New York, Cincinnati, Atlanta, Dallas 1980.

United Nations. **Trends in the Industrialization of Building,** U.N., New York, 1970.

United States Department of Commerce, **Industrialized Building in the Soviet Union.** A Report of the U.S Delegation to the USSR. Building Research Division Institute for applied Technology, National Bureau of Standards, Washington, D.C., 1977.

United States Department of Housing and Urban Development. **Developing New Community Washington 1968.**

United States Department of Housing and Urban Development Feedback Operation Breakthrough V. 3, Washington, 1969.

United States Department of Housing and Urban Development. **Housing System Proposals for Operations Breakthrough,** Washington 1970.

Wolin, Judith (edited), **For Everyone A Garden Moshe Safdie,** The MIT Press, Cambridge, Massachusetts and London, 1970.

المراجع العربية

المهندس أحمد صدقي مراد المعدات الأساسية لتصنيع البناء الهيئة العامة لبحوث البناء والإسكان والتخطيط العمراني ابريل ١٩٧٧ .

د . عصام حافظ التوفيق القياسي والمباني سابقة التصنيع مجموعات علوم البناء الجزء الأول .

محمد أبو نصير ، صالح محمد الشواربي تقرير عن زيارة الإتحاد السوفيتي وجمهورية تشيكوسلوفاكيا لدراسة تخطيط الأحياء السكنية والمباني سابقة التجهيز المؤسسة المصرية العامة للاسكان والتعمير القاهرة ١٩٦٣ .

=[illegible]