أنظمـــة الإنشـــاء
Structures Systems

تمهيـــد :- Introduction

... يحتوي هذا الفصل على أربعة وحدات يتم التناول بهما أهم المعلومات الأساسية والمتعلقة بأنظمة الإنشاء والمتمثلة في :-

- نظم الإنشاء بالحوائط الحاملة **Wall Bearing Systems**
- نظم المنشآت الهيكلية **Skeleton System**
- نظم المنشآت القشرية (الفراغية) **Shell-Light Structure Systems**
- نظم المنشآت الخرسانية مسبقة الصب **Pre-Cast Concrete Systems**

نظم الإنشاء بالحوائط الحاملة
Wall Bearing Systems

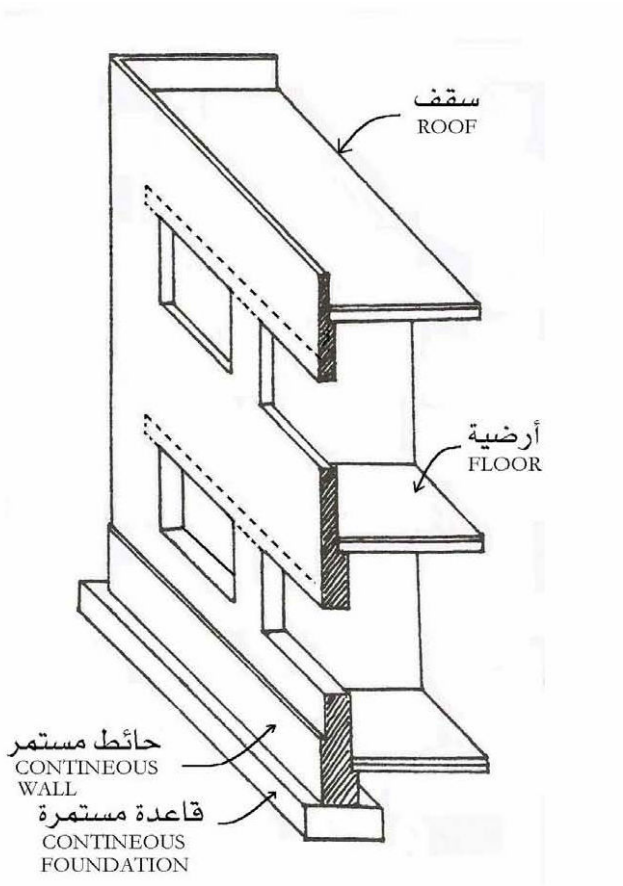
تعريف :ـ Definition

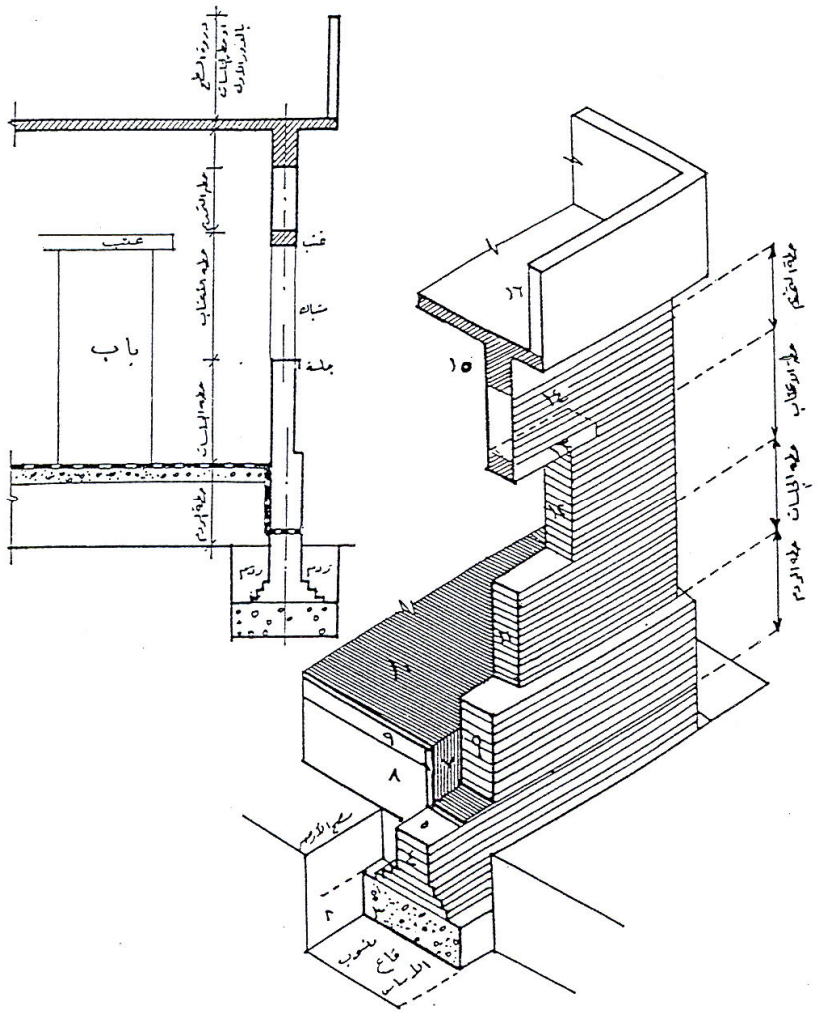
الحوائط الحاملة هي الحوائط الداخلية والخارجية والتي يرتكز عليها المبنى، وتقوم بنقل جميع الأحمال الميتة (أرضيات، أسقف) والأحمال الحية (الأشخاص، الأثاث) إلى التربة التي تقع تحت هذه الحوائط مباشرة.

... وإرتفاع المباني ذات الحوائط الحاملة يكون دائماً محدود بالإعتماد على الأحمال الميتة والحية ، وكذلك نوع وقوة تحمل التربة الواقعة تحتها، ولربط أجزاء المبنى بعضها مع بعض فإن الأحزمة الأرضية "الميدات" الخرسانية يمكن عملها تحت هذه الحوائط، وغالباً ما يتميز البناء بهذا النظام بسرعة التشييد.

نظرية نقل الأحمال في النظام :ـ Load Distribution Theory

يتمثل نظام نقل الأحمال في نظام المنشآت بالحوائط الحاملة في نقل جميع أحمال الأرضيات وأسقف الطوابق المختلفة للمبنى إلى جميع حوائطه الداخلية والخارجية المرتكزة عليها ومنها إلى التربة.


سقف
ROOF
أرضية
FLOOR
حائط مستمر
CONTINEOUS
WALL
قاعدة مستمرة
CONTINEOUS
FOUNDATION



... لذلك فإن حوائط الدور الأرضي للمبنى يرتكز عليها أكبر الأحمال ونتيجة لذلك تكون أكثر سمكاً من الدور الذي يليه وتقل السماكات كلّما اتجهنا لأعلى.

... ولذا يتم عمل أساسات مستمرة أسفل جميع حائط الدور الأرضي وبعرض أكبر من الحوائط حتى نضمن توزيع أحمال المبنى بالتساوي على التربة.

... وبناء على ذلك فإن ارتفاع المباني في هذا النظام لا يزيد عن ٥ أدوار، ويعتمد ذلك على أحمال المواد البنائية وقوة تحمل التربة ، ويمكن تقسيم هذه المباني إلى:-

- **مباني مقامة على الحوائط الحاملة من الطوب أو الحجر**
- **مباني مقامة على حوائط حاملة خرسانية**

عيوب النظام : System Disadvantages

١) عدد الأدوار فيه ٤-٥ أدوار فقط في حالة استخدام الحجر في بناء الحوائط .

٢) سمك الحائط كبير مما يعني أنه سيأخذ حيز كبير من المساحة .

٣) بطء التنفيذ ، حيث أنه لا يمكن صب السقف إلا بعد بناء كل الحوائط الداخلية والخارجية.

٤) عدم إمكانية التغيير المعماري ، حيث أن إزالة أي حوائط يؤثر تأثير كبير على المبنى كلّه ، لأن الحوائط هي التي تحمل السقف، ويشار هنا أن الحائط في الطابق الأرضي فوقها تماماً حائط في الطابق الأول وفوقها حائط في الطابق الثاني وهكذا ..، مما يعني أن جميع الأدوار متشابهة ولا يمكن أن نجد التقطيع المعماري لدور يختلف عن دور آخر.

٥) صعوبة التمديدات الكهربائية والصحية ، حيث أن الطوب المستخدم هو الطوب البلدي المصمت والذي يصعب التكسير فيه.

٦) عزل رديء للصوت والحرارة.

٧) عدم إمكانية عمل فتحات واسعة ،حيث أن الفتحات الواسعة تعني صغر الجزء الحامل للحائط مما يعني ضعفه بشكل عام.

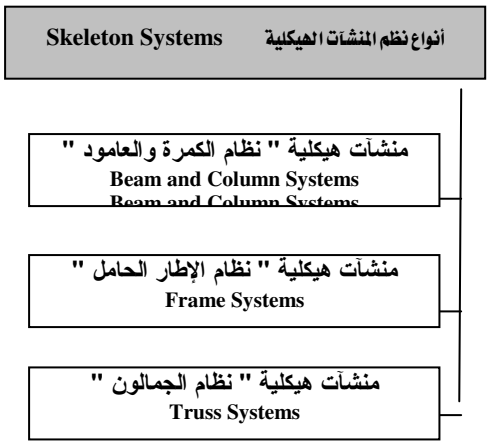
٨) عدم إمكانية الحصول على مساحات واسعة ٤-٥ متر كحد أقصى ، ولا يمكن وجود غرفة أو أي مكان بالمبنى بها مسافة أكبر من ذلك دون وجود حائط حامل.

نظم المنشآت الهيكلية
Skeleton Systems

تمهيد :- Introduction

تعتبر نظم هذه المنشآت الأكثر شيوعاً في الأنظمة المستخدمة في منشآت قطاع غزة، وذلك لمزايها الكثيرة والملائمة لظروف القطاع من الناحية البيئية والاقتصادية والفنيّة .

... ويتم تنفيذ هذه المنشآت من الخرسانة المسلّحة أو من الصلب المغلف بالخرسانة، وينقسم هذا النوع من المنشآت إلى عدة أقسام كما هو واضح في الشكل التالي :-



نظم المنشآت الهيكلية " نظام الكمرة والعامود "

Beam And Column Systems

تمهيد :ـ Introduction

- قديماً استخدمت الأعمدة والكمرات (الأعتاب) في الحضارات القديمة مثل المصرية واليونانية ، حيث كانت ذات حجم ضخم والبحور بينها قصيرة نظراً لضعف متانة المواد المستخدمة (الأحجار) وعدم مقاومة الكمرات (الأعتاب) للشد.
- نظام الإنشاء بالكمرة والعامود يعتبر نظام إنشاء خطي تقليدي بسيط.
- الهيكل العام لهذا النوع من المنشآت هو الأسقف والكمرات والأعمدة والأساسات.
- هذا النوع من المنشآت يصل ارتفاعه إلى أكثر من ٣٠ دور.
- لا يستخدم هذا النوع من المنشآت في حالة البحور الكبيرة، وذلك نظراً لزيادة عمق الكمرات.
- يشيد هذا النظام باستعمال (قطاعات من الأخشاب أو الحديد أو الخرسانة المسلحة المصبوبة بالموقع أو سابقة الصب).
- الحوائط في هذا النوع من المنشآت تستخدم كستائر أو فواصل بين الغرف ، كذلك تستخدم لحماية السكّان من المؤثرات الخارجية والعوامل الجوية (الحرارة – الرطوبة – الضوضاء – الضوء وغير ذلك...).

الأجزاء المكونة لهذا النظام :ـ Components of the System

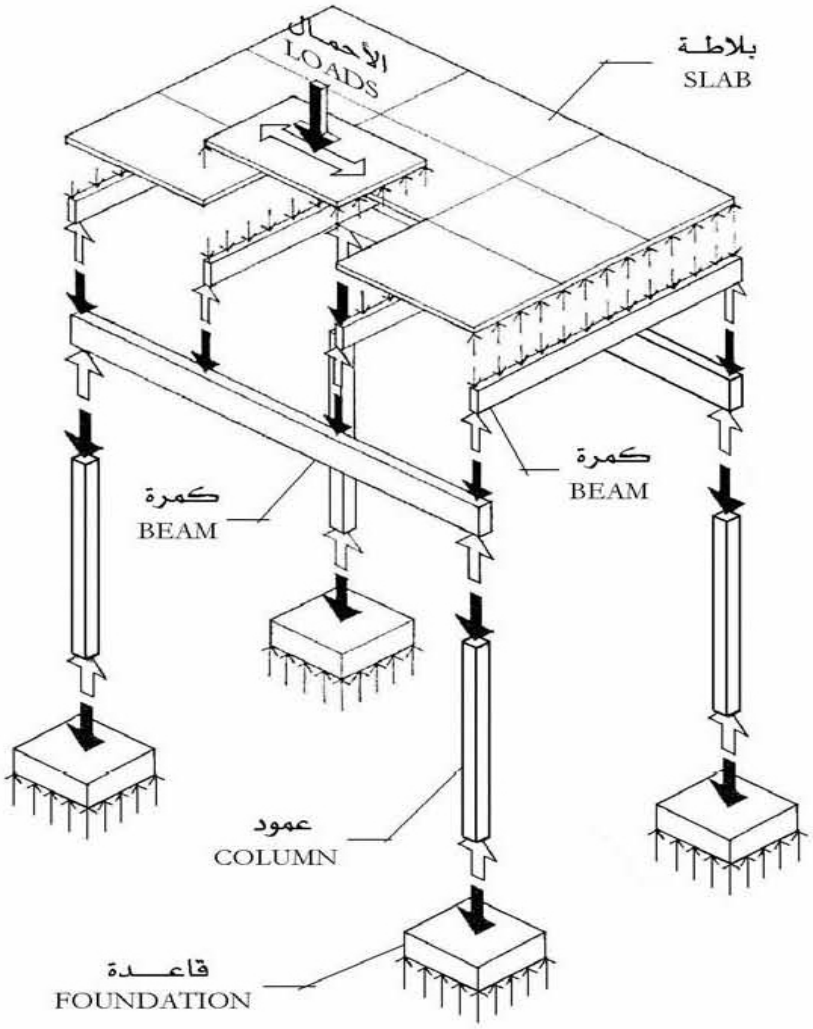
- أولاً/ البلاطات "الأسقف " . **Slabs**
- ثانياً/ الكمرات. **Beams**
- ثالثاً/ الأعمدة. **Columns**
- رابعاً/ الأساسات **Foundations**

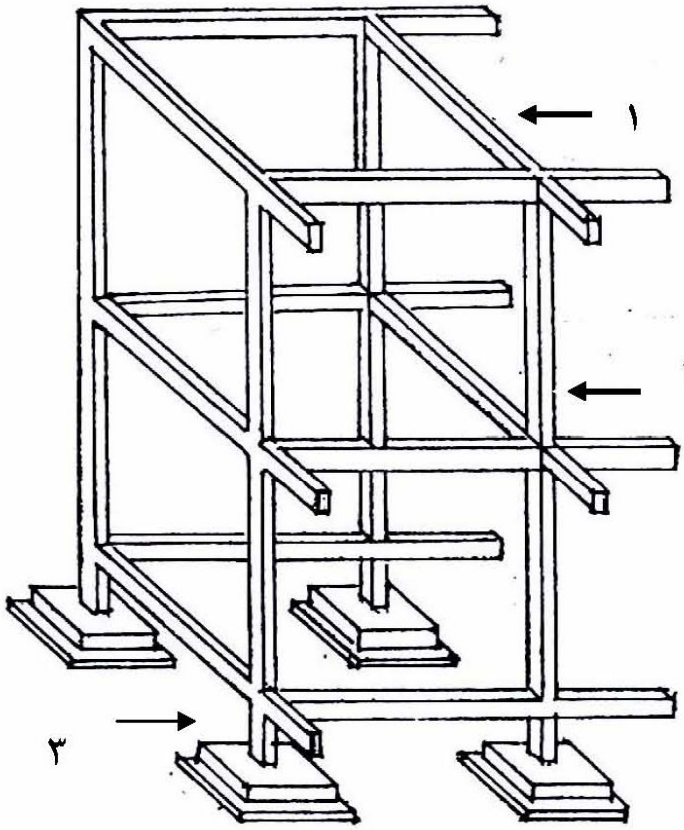
(القواعد Footings ،رقاب الأعمدة Neck of Columns ، الأحزمة الأرضية "الميدات" Ground Beams)

- خامساً/ الحوائط. **Walls**

نظرية نقل الأحمال في النظام : Load Distribution Theory

- نظرية نقل الأحمال تعتمد في هذا النظام على نقل الأحمال مـــن الأرضـــيات والحـــوائط والبلاطات ثقلها إلى الكمرات في السقف ثم الأعمدة فالأساسات ثم إلى التربة.
- تحمل الكمرات البلاطات وترتكز ارتكازاً حراً أو ثابتاً على الأعمدة حيث تظهر بصورة نظام شبكة متعامدة من الكمرات والبلاطات تتوزع عندها الأحمال في اتجاهين.
- هناك ارتباط وثيق بين ارتفاع المبنى وزيادة مقاس مقطع أعمدته ويفضل عدم المبالغة في ضخامتها حتى لا تقل مساحة الفراغات بالمبنى.



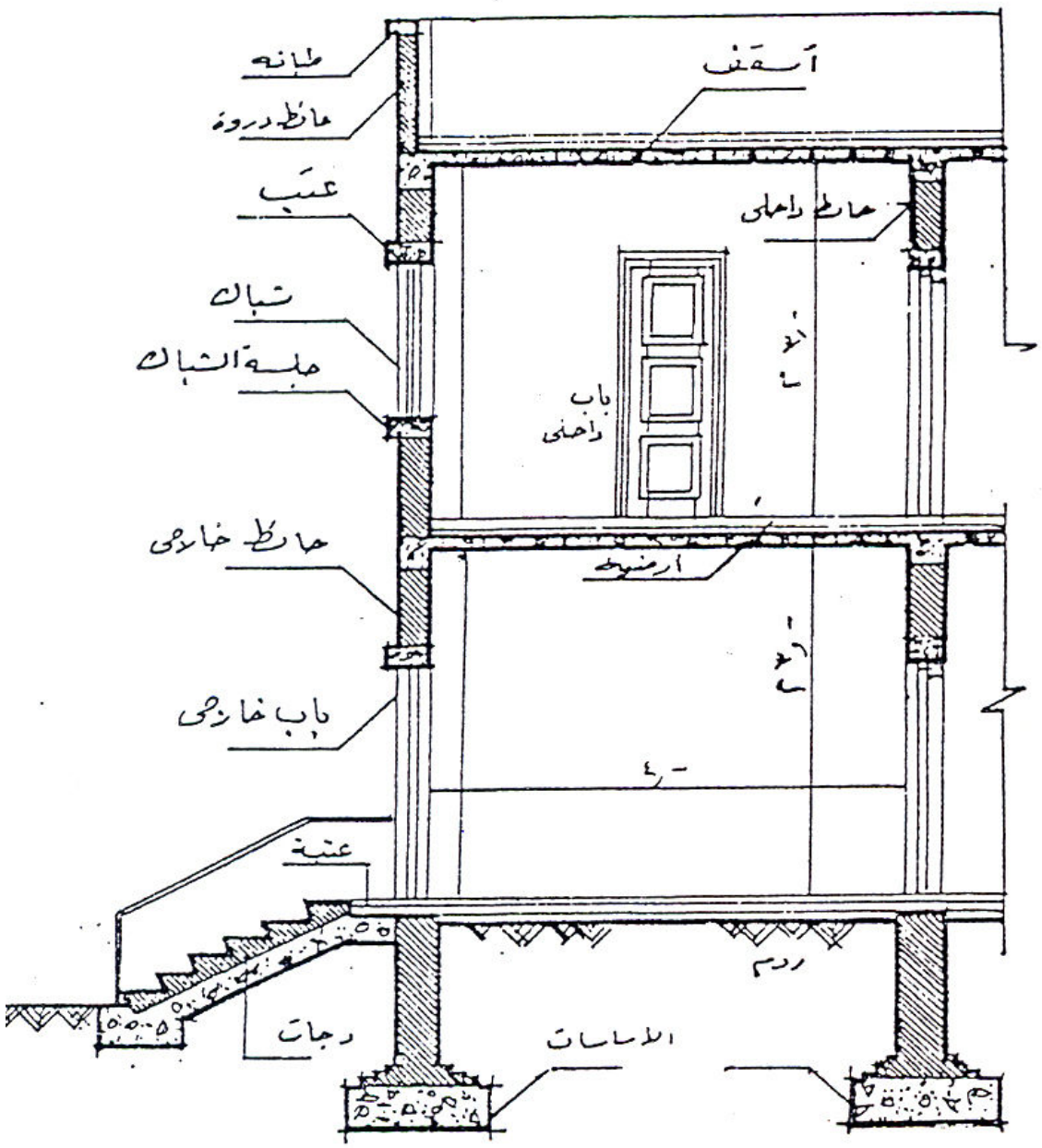


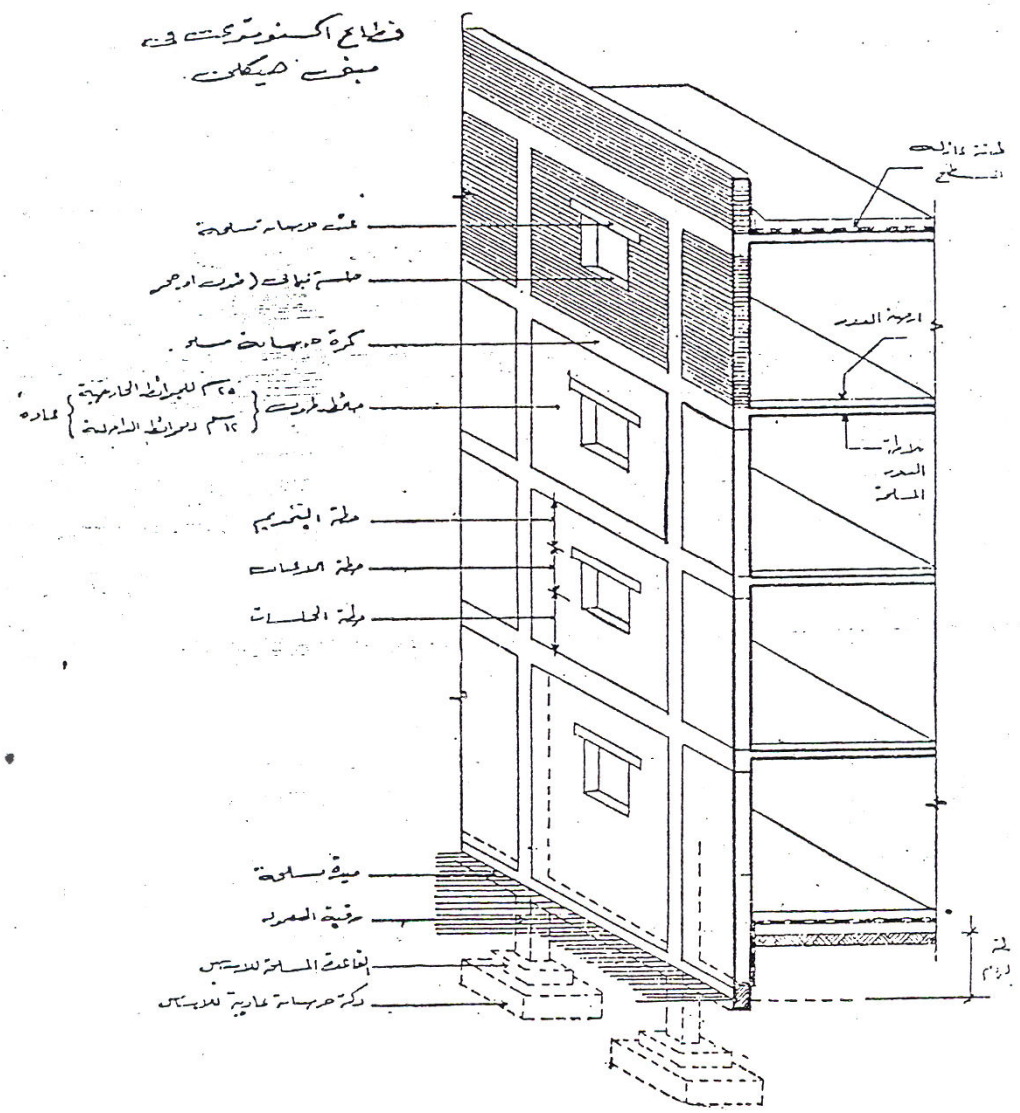
١ - الأسقف والكمرات.

٢ - الأعمدة.

٣ - القواعد.

المباني الهيكلية


طبانه
حائط دروة
عتب
شباك
جلسة الشباك
حائط خارجى
باب خارجى
عتبة
درجات
أسقف
حائط داخلى
باب داخلى
أرضية
ردم
الأساسات


قطاع اكسنومتريت في مبنى خرساني
طبقة عازلة للسطح
البرجة العدد
طبقات العدد السابقة
طبقة تشطيب سقف
طبقة نباتات (طوب احمر)
طبقة خرسانة مسلحة
طبقة طوب مادة 25 سم للحوائط الخارجية 12 سم للحوائط الداخلية
طبقة التمديدات
طبقة الدشات
طبقة الحمامات
ميدة مسلحة
رقبة العمود
القاعدة المسلحة للاساس
دكة خرسانة عادية للاساس

مزايا النظام : System Advantages

... هناك عدة مزايا لهذا النظام جعلته الأكثر انتشاراً:

١) **سرعة وسهولة التنفيذ:** **Easy and Fast Implementation**

فمثلاً عندما تنتهي من الأعمدة والسقف تأتي عملية التشطيب (Finnish) ، حيث يكون العمل فوق السقف وتحته.

٢) **يمكن عمل مباني عالية :** **Multi-story**

نتيجة لخفة وزن النظام الهيكلي يمكن عمل أبراج ، وهذا غير ممكن في نظام الحوائط الحاملة مثلاً (٤-٥ أدوار كحد أقصى) لأن النظام الهيكلي به أوزان خفيفة في الأساس وهي أوزان الأعمدة والأسقف ، وباقي الأوزان يمكن تخفيفها عن طريق عمل حوائط خفيفة مثل حوائط الألمنيوم والزجاج والجبس، وهذا ما يؤهل النظام الهيكلي لعمل مباني عالية هو لكون الأوزان على العناصر الخرسانية أوزان قليلة نسبياً.

٣) **المقاطع الخرسانية (صغيرة نسبياً):** **Concrete Thin Sections**

فالأعمدة مثلاً مقاطعها صغيرة نسبياً ، وحتى الحوائط مقاطعها صغيرة مقارنة بالحوائط الحاملة على سبيل المثال والتي قد تبلغ ٥١ سم، ويمكن عمل الحوائط الخارجية ١٠ سم ولكن يفضل استخدام طوب ٢٠ حتى يسهل وضع مواسير الصرف التي بقطر (٤") ،ولتغطية البروز في الأعمدة .

ملاحظة: سمك الحائط لا يؤثر في مسألة الرطوبة، حيث أن الرطوبة تعالج بعزل الواجهة من الخارج بالقصارة أو البورسولان أو الدهان).

٤) **إمكانية التغيير المعماري:** **Architectural Flexibility**

يمكن إزالة أي حائط أو توسيع أي غرفة أو تضييقها وهذا غير متوفر في الأنظمة الأخرى.

٥) **النظام الهيكلي يعطي مساحات واسعة:** **Long spans**

يمكن باستخدام النظام الهيكلي عمل مسافات ٧-٨م ، حيث في نظام الحوائط الحاملة محكومة بـ ٤-٥م كحد أقصى.

٦) **عزل أفضل للصوت:** **Sound Insulation**

حيث أن الطوب المفرغ لا ينقل الصوت بوضوح بعكس الطوب المصمت المستخدم في الأنظمة الأخرى كنظام الحوائط الحاملة.

٧) **سهولة التمديدات الصحية والكهربائية:-**

Easy Channeling of Sanitary and Electric Utilities

لأن طبيعة الطوب العادي المستخدم في هذا النظام تسمح بالحفر بسهولة خلاله ووضع الأسلاك والمواسير عكس أنواع أخرى من الأنظمة كالحوائط الحاملة التي يستخدم الطوب المصمت.

٨) **إمكانية عمل فتحات (أبواب + شبابيك) واسعة:**

Wide Fenestration Possibilities

في الحوائط الحاملة مثلاً كلّما كانت الفتحات أوسع فإن ذلك يعني ضعف الحائط لأن الحائط هو الذي يحمل الأوزان، بينما في النظام الهيكلي يمكن عمل الواجهة كلّها شباك أو عمل باب بأي حجم.

ملاحظات عامة على النظام الهيكلي:-

النظام الهيكلي هو النظام الذي أثبت جدارته، فيمكن التحكم فيه وبعناصره حسب الحالة التي لدينا ، فمثلاً المباني العالية ذات الأدوار العشرة تكون الأساسات على شكل قواعد منفصلة ، ولو كانت ١٤-١٥ دور تكون لبشة، الأوزان التي تكون محمّلة على الأساسات في هذا النظام أقل بكثير من الأوزان التي على الحوائط الحاملة، والنظام الهيكلي نظراً لأنه من الخرسانة ومن المعروف أن الخرسانة من عيوبها أن وزنها ثقيل (٢,٥ طن/متر^{٣}) فإن ذلك يعني عدم إمكانية عمل مباني من الخرسانة ٦٠ أو ٩٠ دور .

فعلى سبيل المثال فنجد أن أقصى مبنى خرساني قد يصل إلى ٢٥-٣٠ دور ولو أردنا الزيادة على ذلك يتم إتباع طريقة الهياكل الفولاذيةكما في ناطحات السحاب ، ولكن الأساسات والأدوات التي تحت الأرض لهذه الناطحات تكون جميعها من الخرسانة، ويشار هنا إلى أن قوة التربة تتحكم في عدد الأدوار لأن معظم المشاكل في المباني من الأساسات.

.. وفيما يلي شرح تفصيلي للأجزاء المكونة لهذا النظام ...

أولاً/ الأسقف الخرسانية "البلاطات"
Concrete Slabs

تعريف :ـ Definition

الأسقف الخرسانية هي الأسطح الأفقية من المبنى والذي تتم الحركة والإعاشة عليه، وتنقسم من حيث الشكل الإنشائي إلى عدة أنواع منها:

١) **الأسقف الخرسانية المصمتة** **Solid Slabs (ذات الاتجاه الواحد – ذات الاتجاهين).**

٢) **الأسقف الهوردي** **Ribs Slabs (ذات الاتجاه الواحد – ذات الاتجاهين).**

٣) **الأسقف المسطحة.** **Flat Slabs**

... وفيما يلي شرح مبسط لكل نوع :-

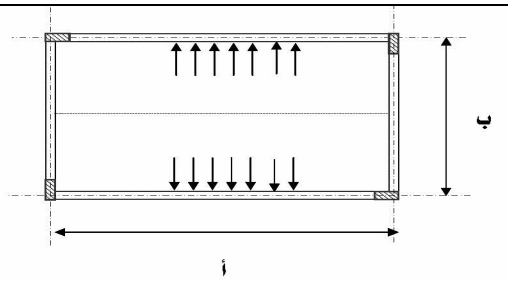
١- الأسقف الخرسانية المصمتة:- Solid Slabs

- يتميز هذا النوع من الأسقف بالسمك القليل، وينتقل الحمل فيها مباشرة إلى الكمرات الحاملة (الإطارات)، ومنها إلى الأعمدة ثم إلى الأساسات ثم إلى التربة.
- ينقسم هذا النوع من الأسقف حسب اتجاه توزيع الأحمال إلى نوعين:
  - أ- الأسقف التي توزع حملها في اتجاه الواحد.
  - ب- الأسقف التي توزع حملها في اتجاهين.

أ- <u>الأسقف التي توزع حملها في اتجاه الواحد:-</u>

One-Direction Distribution of Load

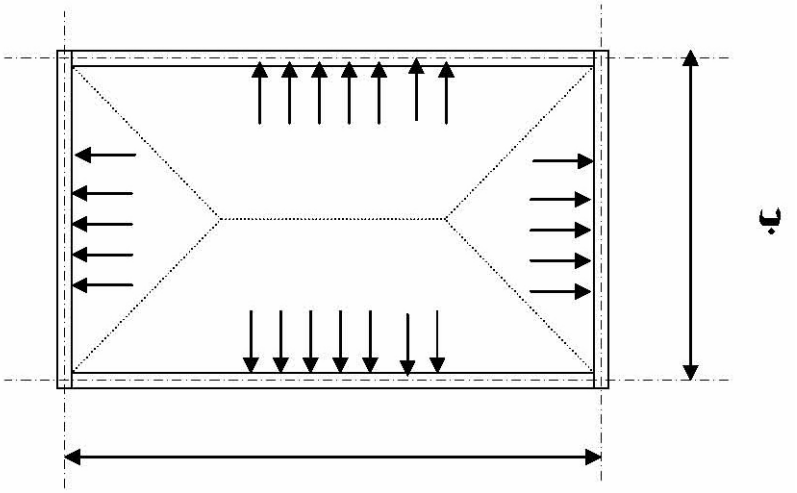
وهي الأسقف التي يكون طولها في الاتجاه الطويل من السقف أكبر من أو يساوي ضعف الطول في الاتجاه القصير .

حيث أن :- أ/ب > ٢ أ- يمثل طول السقف في الاتجاه الطويل. ب- يمثل طول السقف في الاتجاه القصير.	

ب-الأسقف التي توزع حملها في اتجاهين:-

Two-Directions Distribution of Load

- وهي الأسقف التي يكون طولها في الاتجاه الطويل من البلاطة أقل من ضعف الطـــول في الاتجاه القصير .
- في هذا النوع من الأسقف ينتقل الحمل في اتجاهين ويكون الحديد موزع على الاتجاهين بحيث يكون الحديد الرئيسي (الفرش) في الاتجاه القصير ،والحديد الثانوي (الغطاء) في الاتجاه الطويل.



حيث أن : أ/ب < ٢

٢- أسقف الهوردي " البلاطات المفرغة" :- Hollow-Block Flat Slab

تعرف أسقف الهوردي بأنها السقوف المستوية التي ترتكز على كمرات ساقطة أو مخفية أو على حوائط، والتي يتكوّن هيكلها من أعصاب متوازية، تملأ الفراغات فيما بينها بالطوب المفرغ بغية العزل وتخفيف الوزن.

* مميزات أسقف الهوردي:- *Advantages of Hollow-Block Flat Slab*

يعتبر هذا النوع من الأسقف من أكثر أنواع الأسقف انتشاراً نظراً لمميزاته المتعددة وهي:

١) عازل للحرارة والصوت ، ولذلك فهي تفضل في المناطق الحارة.

٢) تعطي أسقف بلا سقوط للكمرات ،لذا يكثر استخدامها في المحلات التجارية والمعارض ومداخل العمارات والوزارات وغيرها.

٣) يمكن التحكم بصفة مستمرة بالتقسيم الداخلي للفراغات ،وذلك لإمكانية تغيير أماكن الحوائط نتيجة عدم وجود سقوط للكمرات.

٤) التقليل من وزن الأسقف ، وبالتالي تقليل الأحمال على الأعمدة ،وأيضاً على الأساسات مما يوفّر في تكاليف المشروع.

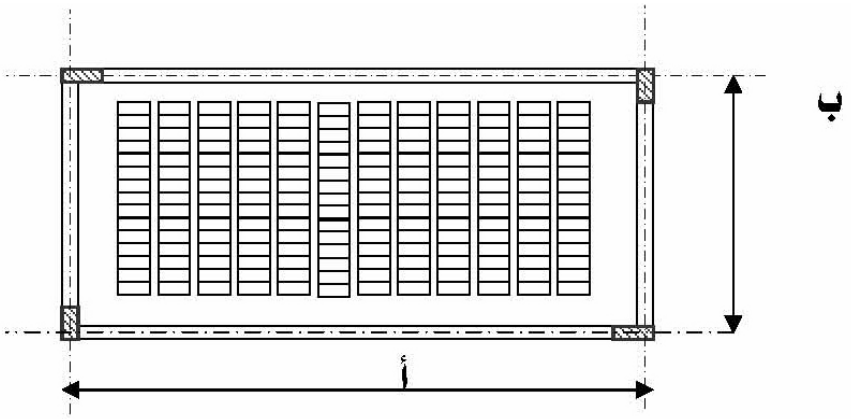
٥) يفضّل استخدام هذا النوع من الأسقف في الفراغات ذات البحور الكبيرة.

* أنواع أسقف الهوردي :- *Types of Hollow-Block Flat Slab*

... ينقسم هذا النوع من الأسقف حسب طريقة رص البلوكات إلى قسمين :-

أ- الأسقف الهوردي ذات الاتجاه الواحد:-

One-Directions Distribution of Load

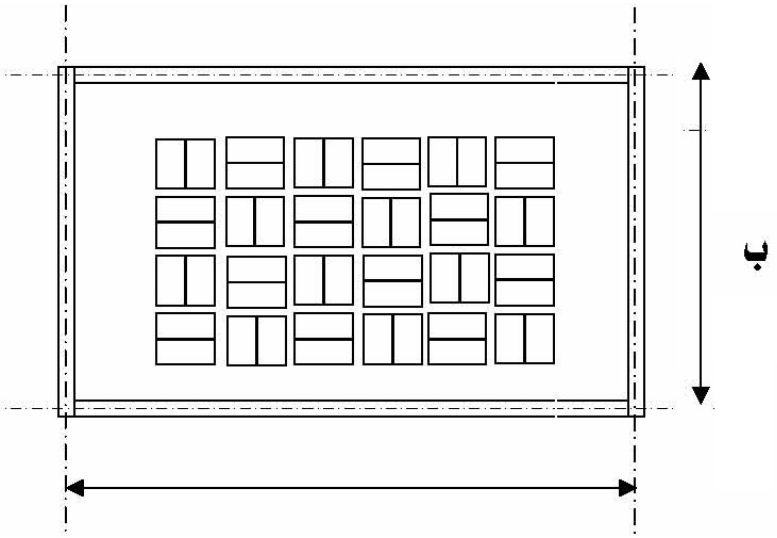


حيث أن : - (ب) أقل من ٥ متر .

- الأعصاب في اتجاه واحد .

ب- الأسقف الهوردي ذات الاتجاهين:

Two-Directions Distribution of Load

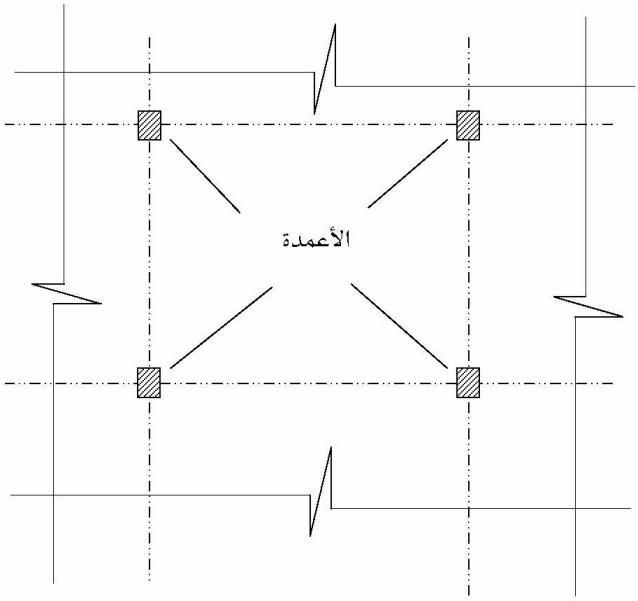


حيث أن : - (ب) أقل من ٧ متر .

- الأعصاب في اتجاهين .

٣- الأسقف اللاكمرية (المستوية) :- Flat Slabs

هي الأسقف ذات السمك الثابت وترتكز مباشرة على الأعمدة بدون كمرات، وقد تصل أطوال بحورها إلى ١٠م، وفيها ينتقل الحمل مباشرة إلى الأعمدة ثم إلى القواعد ثم إلى التربة.



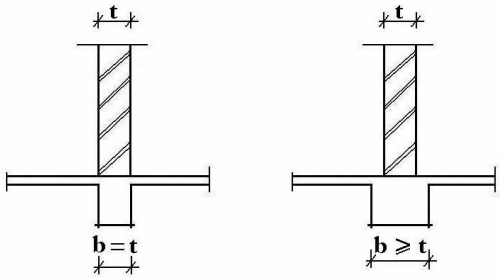
ثانياً / الكمـــرة Beam

تعريف :ـ Definition

الكمرات الرئيسية من الخشب أو الحديد أو الخرسانة معرضة لعزوم إنحناء كبيرة وخاصـــة بالنسبة للبحور الواسعة، مما يتطلب عمل هذه الكمرات بأعماق كبيرة إلا في حالة اســـتعمال كمرات بإجهادات سابقة.

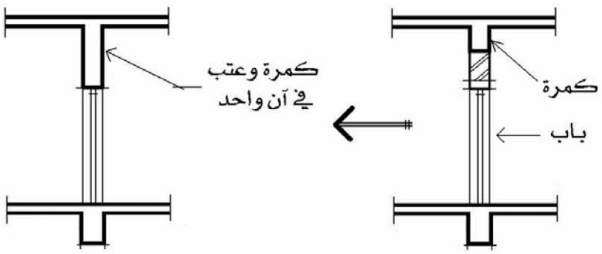
* الوظائف الرئيسية للكمرات:- *Main Functions of Beams*

أ- الكمرات تحت الحوائط تقوم بحمل الحائط عليها تفادياً لتحميله مباشـــرة إلـــى البلاطـــة الخرسانية الضعيفة، وفي هذه الحالة يجب أن تكون الكمرات بسمك يساوي أو أكبر مـــن سمك الحائط .



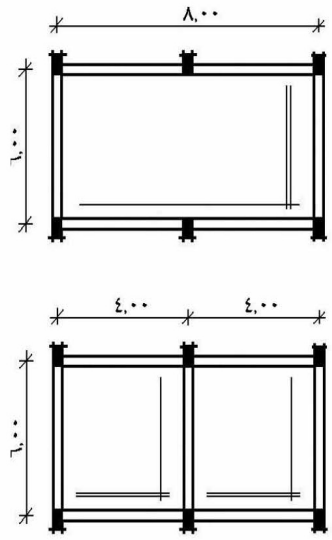
العلاقة بين سمك الكمرة والحائط فوقها.

ب-الكمرات أعلى الحوائط تعمل كعتب فوق الفتحات، وسمك الكمرات في هذه الحالة يكـــون مساوياً أو أكبر من سمك الحوائط.



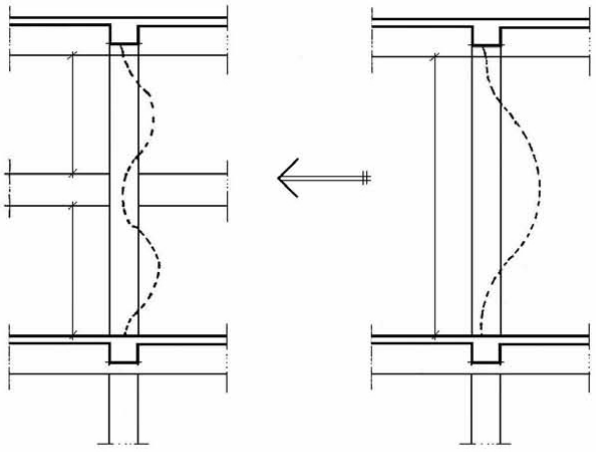
الكمرة أعلى الحائط.

ج- الكمرات تقسم الأسقف الخرسانية ذات المساحات الواسعة إلى أجزاء كل منهـــا بمســـاحة يمكن تصميمها لتصبح ذات تسليح اقتصادي.



تقسيم البلاطات الخرسانية اقتصادياً.

د- تستخدم الكمرات لتربيط الأعمدة وذلك بغرض توزيع أفضل لعزوم الانحناء في الكمرات بالإضافة إلى تقليل طول الإنبعاج للأعمدة.



وجود الكمرة قلل من طول الانبعاج.

* أنواع الكمرات الخرسانية :- *Types of R.C. Beams*

يوجد عدة أنواع من الكمرات الخرسانية من أشهرها ما يلي:

أ- الكمرة المدفونة: (Hidden B.) وهي الكمرة المخفية داخل سمك البلاطة الخرسانية حيث تظهر في القطاع عرضها أكبر من عمقها.

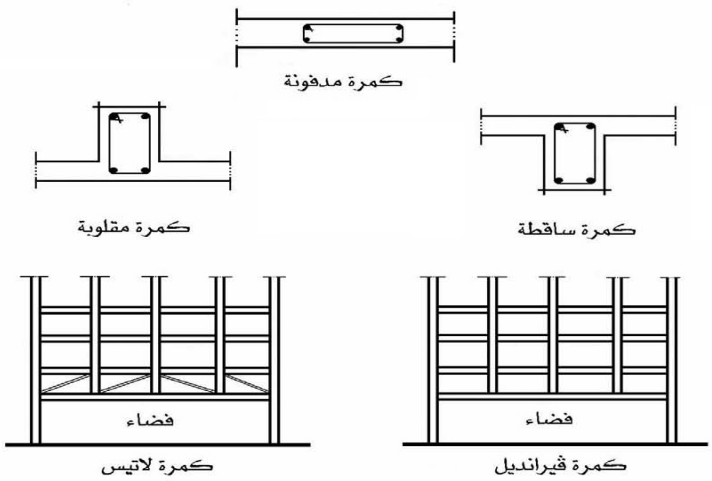
ب- الكمرة الساقطة: (Drop B.) وهي الكمرة الساقطة أسفل البلاطة الخرسانية.

ج- الكمرة المقلوبة: (Inverted B.) وهي الكمرة التي تقع أعلى البلاطة الخرسانية.

د- الكمرة الرئيسية: (Girder B.) وهي الكمرة التي تستعمل إنشائياً بغرض تقسيم البحور الواسعة والكبيرة للأسقف الأفقية ، بحيث تكون الكمرات الرئيسية في اتجاه البحر القصير ثم تحمّل عليها الكمرات الثانوية بالتعامد عليها.

ه- كمرة فيراندیل: (Vierendeel B.) وهذا النوع من الكمرات يستخدم عند الحاجة إلى إيجاد فراغات ببحور واسعة جداً كصالات الاحتفالات في الدور السفلي في الفنادق ثم يحمّل فوق الكمرة فراغات ببحور قصيرة كالغرف بالفندق.

و- كمرة لاتيس: (Lattice B.) تستعمل هذه الكمرة لنفس الغرض من كمرة فيراندیل ولكن تختلف عنها في التصميم .



أنواع الكمرات

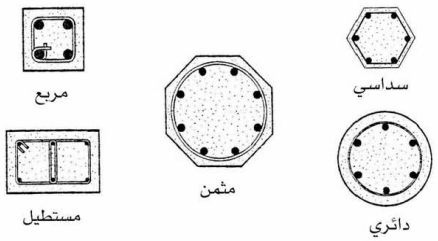
ثالثاً/ العامـــود Column

تعريف :ـ Definition

الأعمدة هي العناصر الإنشائية الرأسية التي تتلقى عادة القوى الشـــاقولية باتجـــاه محورهـــا الطولي والناتجة عن أحمال الكمرات الأفقية وأحمال الأسقف فوقها، كما أنها تتعرض لتأثيرات القوى الجانبية بسبب الرياح والزلازل، ويكون مقطعها الأفقي عادة مضلعاً أو دائرياً.

**** أشكال الأعمدة :-*** ***Types of Columns***

للأعمدة عدة أشكال من أشهرها:



أشكال المساقط الأفقية للأعمدة الخرسانية.

رابعاً/ الأساسات Foundations
(القواعد ، الأحزمة الأرضية "الميدات")

القواعد :ـ Footings

تقوم بحمل الأعمدة بجميع أحمالها من أسقف وحوائط للمبنى كله ونقلها إلى التربـــة وتكـــون عادة مدفونة تحت الأرض .

... لمزيد من التفصيل **– سيتم شرح الأساسات "القواعـــد" بجميـــع أنواعهـــا الســـطحية والعميقة في الفصل السادس بمشيئة الله.**

الأحزمة الأرضية "الميدات" :ـ Ground Beams

هي الكمرات الأفقية التي تربط بين رقاب الأعمدة أو القواعد ، وقد تكون محمّلة على القواعد أو في مستواها أومعلّقة ، ومن فوائدها: (ربط القواعد ورقاب الأعمدة معاً، حمـــل حـــوائط الدور الأرضي ،مقاومة أي هبوط نسبي يحدث للقواعد) .

.. لمزيد من التفصيل **– سيتم شرح الأحزمة الأرضية "الميدات " في الفصل الســـادس بمشيئة الله.**

خامساً/ الحوائط Walls

الحوائط في المباني الهيكلية عبارة عن ستائر أو فواصل بين الغرف ، وأيضاً لحماية السكّان من العوامل والتقلبات الجوية وليس لها أي دور إنشائي.

نظم المنشآت الهيكلية " نظام الإطار الحامل"
Frame System

تعريف نظام Frame :ـ

يتكون هذا النوع من المنشآت من قوائم رأسية وعوارض أفقية أو مائلة تتصل اتصالاً قوياً بقوائمها الرأسية بحيث تعمل كوحدة واحدة ، ويتم صناعة هذه الإطارات من الخرسانة المسلحة المصبوبة في الموقع أو سابقة الصب أو من الحديد.

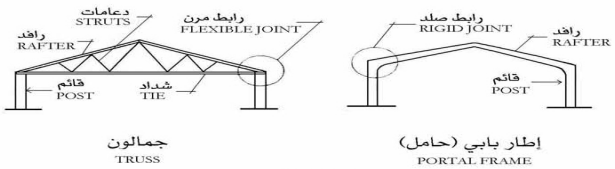
... وينتقل الحمل في هذه المنشآت من الأسقف إلى الإطارات الحاملة عن طريق الكمرات العارضة ومنها إلى القواعد ثم إلى التربة.

* أنواع النظم الإطارية" :- *Type of Frame System*

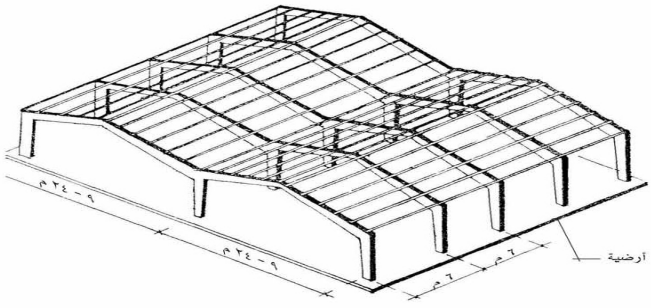
١ – نظام الإطار البابي (الحامل):- Portal Frame System

- يمكن أن يكون من الخرسانة أو الحديد أو الخشب.
- يتكون هذا الإطار من قائمين ورافدين.
- الروافد تتميز بشدة مقاومتها للإنحناء وضغط القوى الجانبية الناتج عن الرياح.
- ومن الأشكال المشهورة للإطار البابي التالي:

✓ إطار بابي (حامل) متماثل Symmetrical Portal Frame

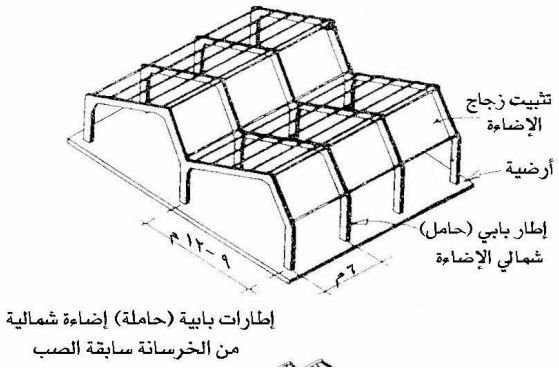


الفرق بين الإطار البابي والجمالون



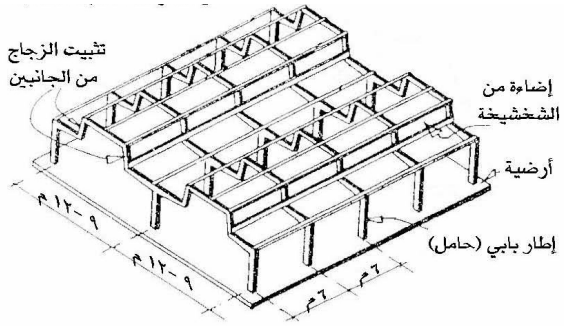
إطارات بابية (حاملة) متماثلة الميول
من الخرسانة سابقة الصب

✓ طار بابي (حامل)إضاءة شمالية North Light Portal Frame



إطارات بابية (حاملة) إضاءة شمالية
من الخرسانة سابقة الصب

✓ إطار بابي (حامل) مسطح به مرقاب (شخشيخة) إضاءة من السقف
Flat Portal Frame With Monitor Roof Lights



إطارات بابية (حاملة) شخشيخة
من الخرسانة سابقة الصب

٢- نظام الإطار ذو الثلاث مفاصل :- Three Hinged Frame System

- يمكن إنشاءه من الخرسانة أو الحديد أو الخشب.
- هذا الإطار مفصلي عند قاعدته وفي منتصفه. انظر شكل

٣- نظام إطار الفيراندیل :- Vierendeel Frame System

- يمكن إنشاءه من الخرسانة أو الحديد أو الخشب.
- أطلق عليه هذا الاسم لوجود كمرة فيراندیل.
- يستخدم هذا النظام عند تشييد أسقف المباني ذات البحور الواسعة وفوقها منشآت ذات بحور قصيرة (مثلاً عمل صالة كبيرة وفوقها حجرات). انظر شكل

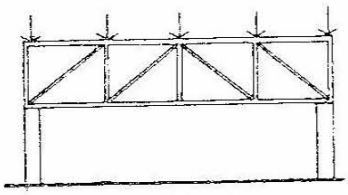
٤- نظام الإطار اللاتيس:- Lattice Frame System

- يستخدم به المواد الإنشائية السابقة.
- أطلق عليه هذا الاسم لوجود كمرة لاتيس. انظر شكل

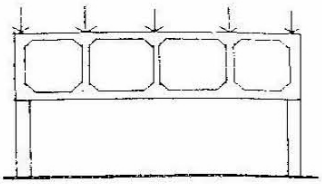
٥- نظام العقد الحديث :- Modern Arch System

- يمكن إنشاءه بالخرسانة أو الحديد أو الخشب. انظر شكل

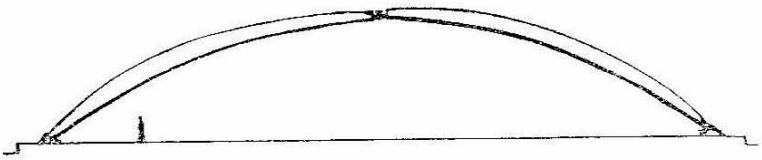
الإطار ذو الثلاث مفاصل



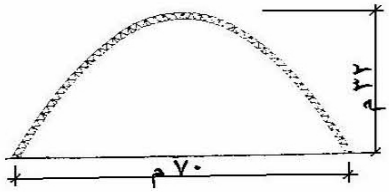
إطار لاتيس



إطار قيراندیل



عقد حديدي مفصلي عند القاعدة والمنتصف
وارتفاعه = خمس البحر



عقد قطع زائد جمالوني

نظم المنشات الهيكلية " نظام الجمالون "

Trusses

تمهيد:ـ Introduction

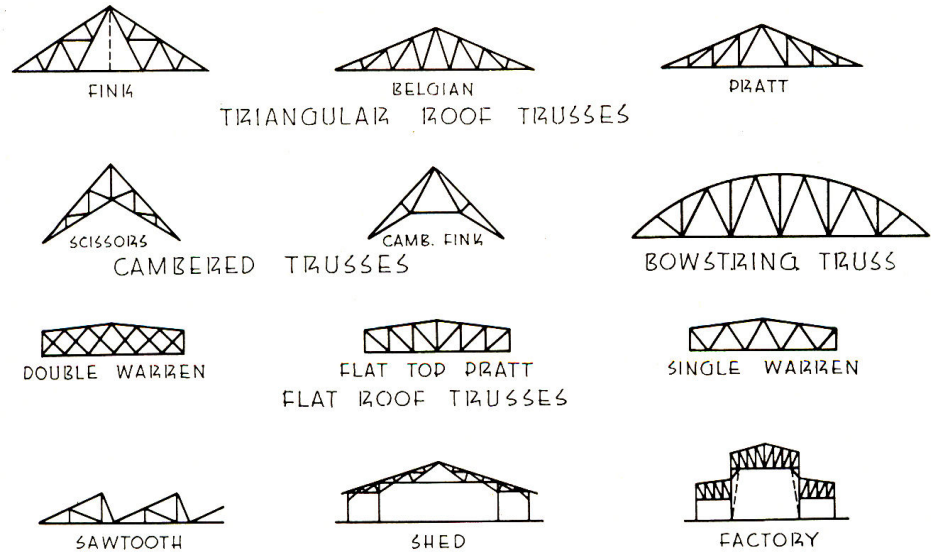
... قد يتساءل البعض مادام هناك نظام الـ Frame ، فلماذا نلجـأ للجمالونـات (Truss)، **فنقول أن هناك عدة *مميزات للجمالونات منها*:-**

١) يمكن من خلال الـ Truss عمل مسافات (٥٠- ٦٠ متر) ، حيث لا يمكـن عملهـا بالـ Frame

٢) تنفيذ الـ Truss أسهل وسهولة النقل ممكنة بينما لا يمكن نقل الـ Frame .

٣) أوزان قليلة على الأساسات (علماً بأن جميع الـ Joint داخـل الـ Truss هـي Hinge) ويتم تثبيت الـ Truss في الأرض عن طريق قاعدة خرسانة يخـرج منهـا براغي يثبت بها الـ Truss .

... ويتكون نظام الجمالون من أزواج من العوارض توضع أعلاه ، ويتم ربطهـا بواسـطة دعّامات وشدّادات مكوّنة مع بعضها مثلثات أو مستطيلات توصل معاً بواسطة عقد (وصلات مرنة) ويتم صناعتها من الحديد أو الخرسانة ، وينتقل فيها الحمل من الأسقف إلى الجمالونات عن طريق الكمرات العرضية ومنها إلى القواعد ثم إلى التربية.



ملاحظة عامة على النظامين السابقين (الحوائط الحاملة والهيكلي):
General Notes On Skeleton and Wall Bearing Systems

من المعروف أن الزلازل والرياح هي قوى أفقية تؤثر على المبنى، حيث أن النظام في الحوائط الحاملة مقاومته للرياح عالية لأن الأوزان له كبيرة، ومن المعروف أن الرياح تحتاج لوزن عالي لمقاومتها.

لهذا فإن بعض السدود كالسد العالي تعمل بالـ (Gravity) لها عن طريق ملئها بمواد مثل الرمل أو الطين وعمل غلاف خرساني لها، هذه السدود تقاوم المياه (القوى الأفقية) بالوزن،

وحيث أن الرياح قوة أفقية تؤثر على المبنى، فكلّما كان وزن المبنى أكبر كلّما كانت مقاومته للرياح عالية، وعكس ذلك في الزلازل حيث أن الزلازل هي قوة أفقية تضرب أساسات المبنى، وهذه القوة الأفقية يمكن تحديدها من العلاقة (F=MA) حيث أن:

- **(A) هي العجلة لحركة الزلزال .**
- **(M) هي وزن المبنى.**

... وعليه فكلّما كان المنزل وزنه أكبر كلما كانت قوة ضرب الزلزال له أكبر، لذا يجب البحث عن وسيلة من خلالها يجب مقاومة هذه القوى وهذا ما يوضع في المباني ويسمى (Shear walls) ، حيث أن مباني قطاع غزة (٤-٥ أدوار) لا توضع فيها حوائط باطون، بينما المباني التي تبلغ ١٠ أدوار على سبيل المثال تجد فيها حائط باطون، حيث هذه الحوائط تكون موجودة في كل دور من البرج ضمن التقسيم المعماري للدور ، ويمكن السماح لآخر ٣ أو ٤ أدوار ألا يكون بها هذه الحوائط ، لأن تأثير القوة الأفقية يكون مركزاً في الأسفل عند الأساسات، ويحاول دائماً في التصميم أن يكون مركز الـ (Shear walls) هو نفس مركز المبنى لتلافي حدوث (Rotation) في المبنى .

... وبصفة عامة فإن طبيعة المبنى في النظام الهيكلي تحتّم كونه الأفضل في مقاومة الزلازل لأن وزنه أخف من نظام الحوائط الحاملة، وبالمقابل فإن مقاومة المبنى في الحوائط الحاملة للرياح أكبر من النظام الهيكلي نظراً لزيادة وزنه عن النظام الهيكلي .

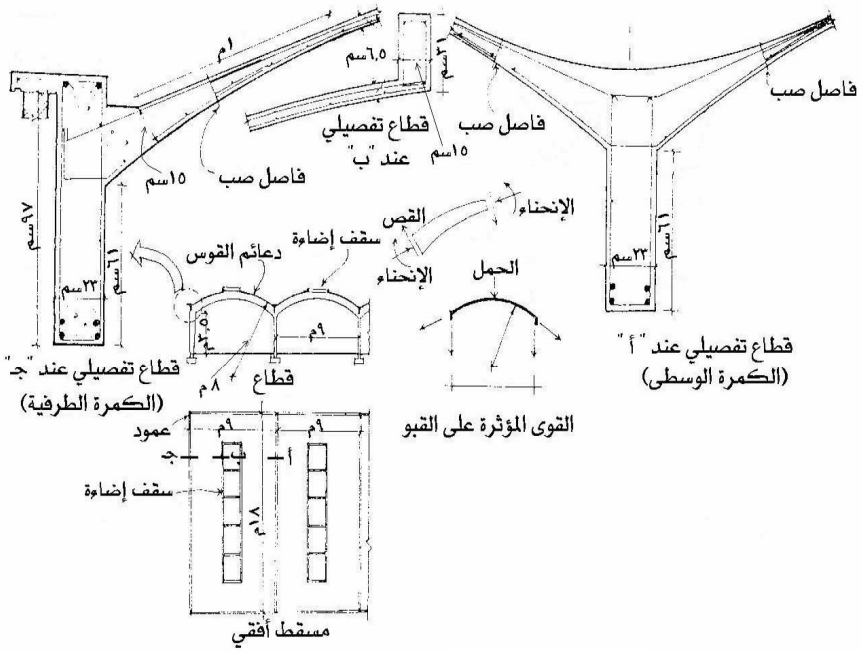
... ولكن بالنسبة لقطاع غزة لا يوجد تأثير كبير للرياح لأن المباني ليست عالية لدرجة تخلق مشاكل مع الرياح، لذا فإن مشكلة الرياح لا تتدخل في التصميم ويهم المهندس عند التصميم مشاكل الزلازل، مما يرجح تكلفة النظام الهيكلي كنظام متكامل هو الأفضل عن دراسات وحقائق.

نظم المنشآت القشرية (الفراغية)
Shell-Light Structure

تعريف :ـ Definition

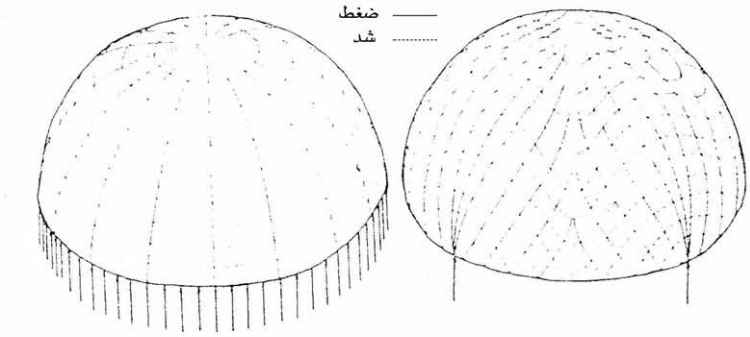
هي عبارة عن منشآت قشرية خفيفة أو منشآت مكوّنة من وحدات صلبة قصيرة، وتصميم هذا النوع من المنشآت يحتاج إلى طرق حسابية وتفصيلية دقيقة، ويندرج تحت هذا المسمى مـــن المنشآت أنواع عديدة نعرض فيما يلي لأشهرها:-

- ***أولاً : القبو القشري :- Vault Shell***



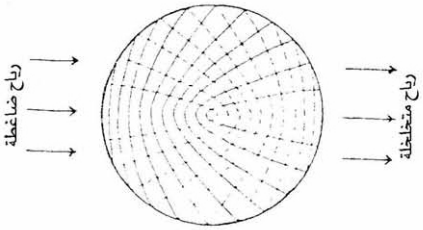
قبو قشري من الخرسانة المسلحة.

ثانياً / القبة القشرية: Dome Shell

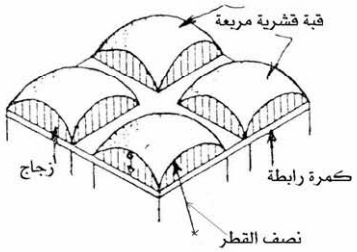


القوى المؤثرة على القبة

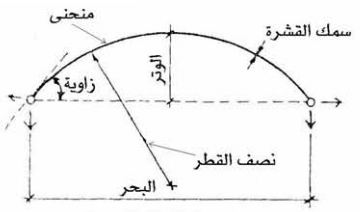
الدوائر العرضية تتغير من الضغط إلى الشد عند ٥٢ درجة من القطب العلوي



الإجهادات الواقعة على القبة بتأثير الرياح

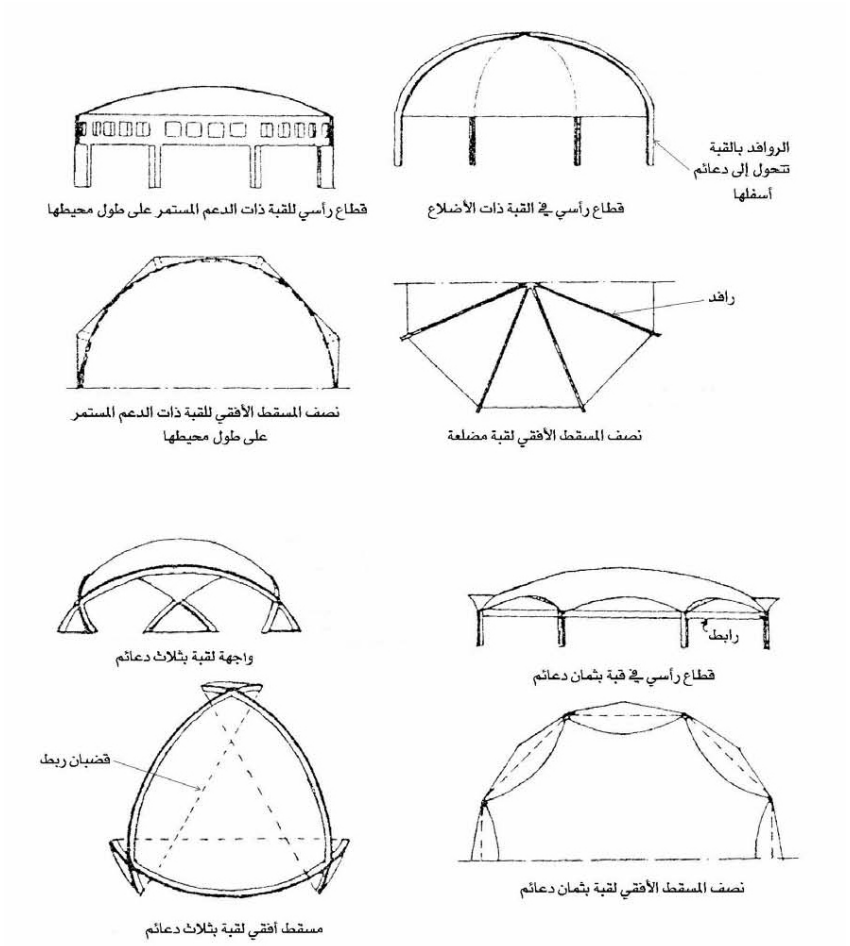


القبة القشرية المربعة



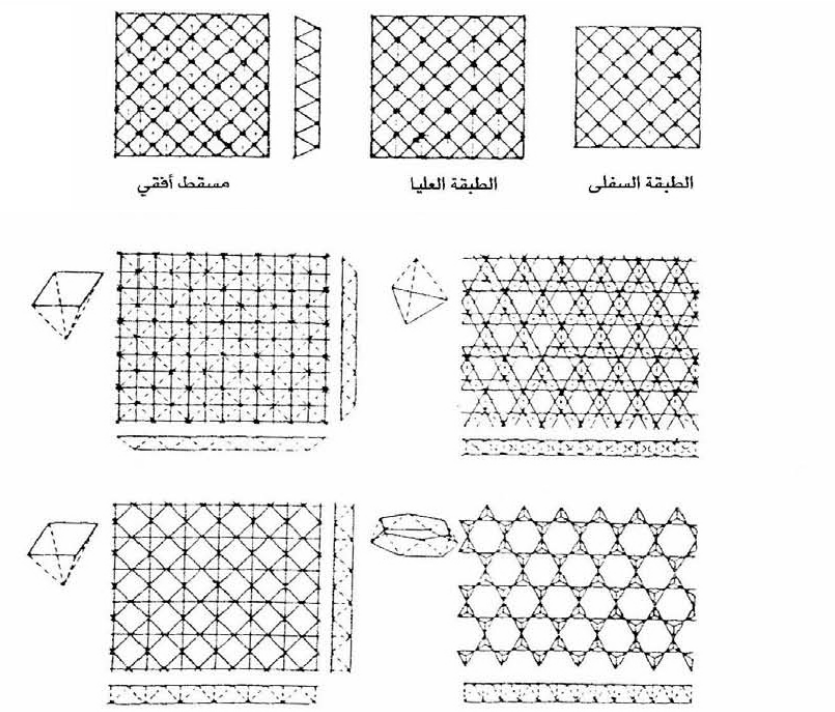
مصطلحات القبة القشرية

القبة القشرية.

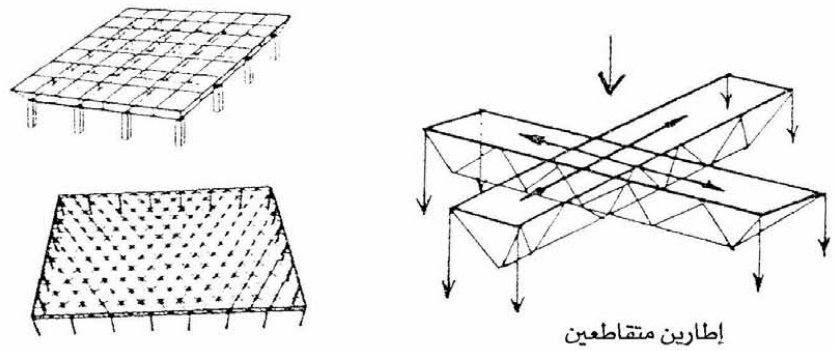


دعائم مختلفة للقبة القشرية.

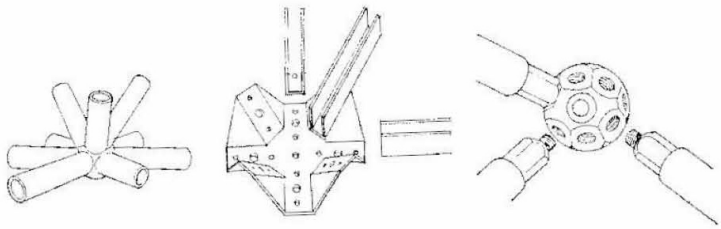
ثالثاً: الشبكات الإطارية الفراغية : – Space Frame Grid



أنواع وأشكال الإطارت الفراغية

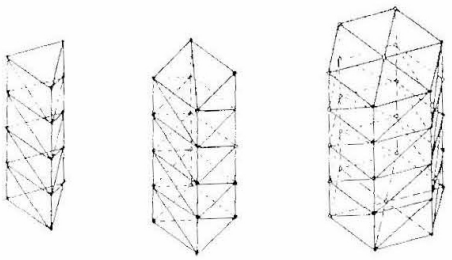


الشبكات الإطارية الفراغية.



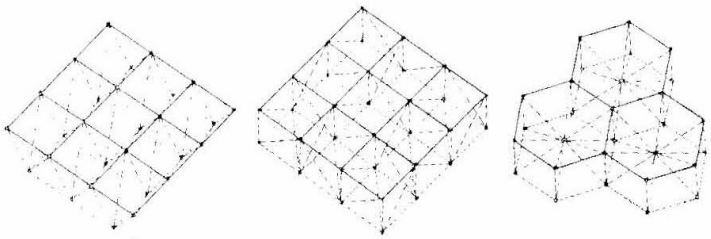
الربط باللولب　　الربط بالمسامير　　الربط باللحام

أنواع الوصلات.



السداسي　　المربع　　المثلث

أبراج الإطارات الفراغية



المنشور السداسي　　المنشور المستطيل　　المنشور المثلث

جمالونات فراغية للأرضيات والأسقف

الإطارية الفراغية.

نظم المنشآت الخرسانية مسبقة الصب
Pre-Cast Concrete Systems

تعريف :ـ Definition

يقصد بالمنشآت الخرسانية مسبقة الصب هي تلك المنشآت التي يتم صبّها في المصانع سواء كانت أجزاء(قواعد ، أعمدة ، كمرات ، أسقف) أو وحدات صغيرة متكاملة حيث يتم نقلها إلى الموقع بشاحنات خاصة وتجمع بطرق معينة مكوّنة المنشأ .

... والسبب في ظهور هذا النظام وتطويره هو الحاجة إلى تنفيذ أعداد كبيرة من المنشآت في زمن قصير .

* مزايا النظام :- System Advantages

١) سرعة التنفيذ.
٢) اقتصادية من حيث التكلفة .
٣) يمكن التحكم في جودتها بسهولة ،لأنها تصب وتعالج داخل المصانع .
٤) لا تحتاج المنشآت إلى تشطيبات داخلية مثل (القصارة والدهان) ، لأن أسطحها ملساء
٥) لا تحتاج الى أيدي عاملة كثيرة في الموقع .

.. ملاحظه هامة :- Important Note

... رغم كل المميزات التي ذكرت سابقاً ، إلا أن هذا النظام لم ينجح في الوطن العربي بشكل عام، وبلادنا بشكل خاص، لأن عدد الوحدات المستخدمة عدد قليل، بمعنى أن القالب الذي يصنع يصب جزء من العمارة، قد لا يستعمل مرة أخرى مما يعني خسارة على صاحب المصنع وتراجع للفكرة.

* عيوب النظام :- System Disadvantages

يتلخص عيوب النظام بشكل عام في :
التقيد بشكل معماري موحد "عدم القدرة على التغيير المعماري" ، مما قد لا يتناسب مع الأذواق من شخص لآخر ، والسبب في عدم القدرة على تغيير القوالب.

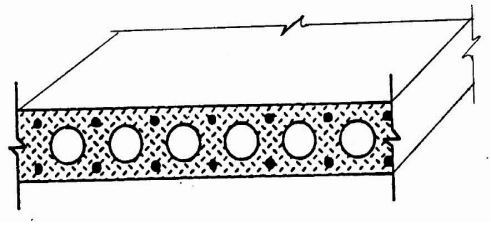
أنواع الأجزاء الخرسانية مسبقة الصب :ـ

Types Components of Pre-Cast Concrete

١) الحوائط الخرسانية مسبقة الصب :- Pre-Cast Concrete Walls

المنشآت الجاهزة تستخدم غالباً هذا النوع من الحوائط، حيث تعتبر تلك المنشآت منشآت حوائط حاملة ، وفيها يتم الاستغناء عن الأعمدة والكمرات ، حيث تقوم الحوائط بحمل السقف ونقل الأحمال مباشرة إلى الأساسات .

٢) الأسقف الخرسانية مسبقة الصب : Pre-Cast Concrete Slabs

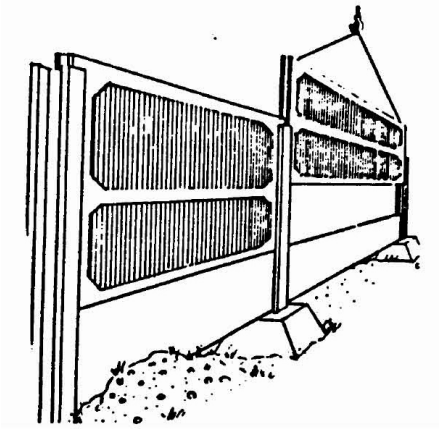


٣) الإطارات الخرسانية مسبقة الصب :- Pre-Cast Concrete Frames

تصنع أجزاء الإطارات (أعمدة ، كمرات) في المصانع ثم تنقل للموقع ، وتجمّع لتكوّين الإطار ، ومن ثم يتم تركيبها على الأساسات " القواعد" ، حيث أن هذا الأساسات إما أن تكون مصبغة الصب أيضاً أو مصبوبة في الموقع) .

٤) الأسوار مسبقة الصب :- Pre-Cast Concrete Fences

هي عبارة عن أجزاء خرسانية جاهزة (قواعد ، أعمدة ، حوائط) ، حيث توضع القواعد أولاً على مسافات متساوية ، ومن ثم يتم تثبيت عليها الأعمدة ثم تركب الحوائط بين الأعمدة .



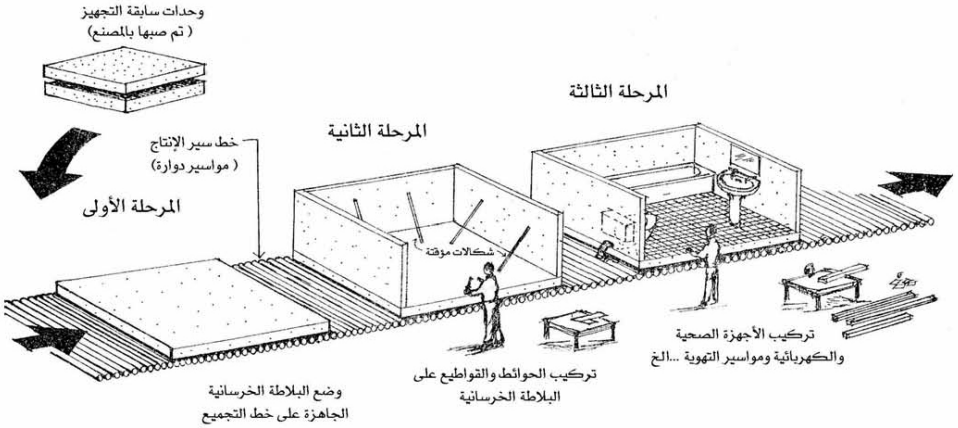
طرق تشييد المنشآت الخرسانية مسبقة الصب :-

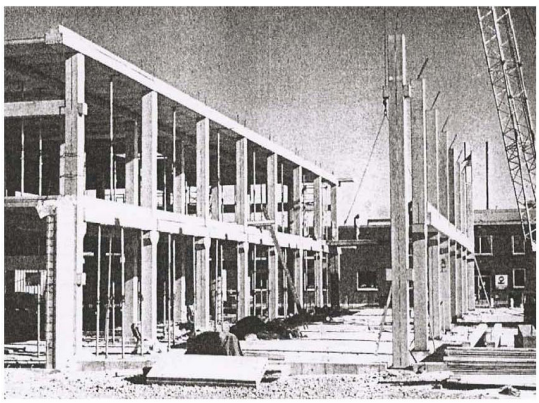
Methods of Construction of Pre-Cast Concrete Structures

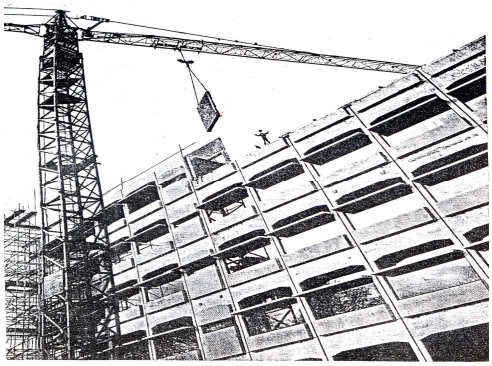
يوجد طرق حديثة لتشييد مثل تلك الأنواع من الخرسانات وهي كالتالي :

١) التشييد بوحدات سابقة الصب :- Pre-Cast Construction Unites

تصنع وحدات هذا النوع من الخرسانات في المصنع المجهز لذلك ، حيث تكون في أغلب الأحوال وحدات نمطية متكررة لزوم تشييد هيكل المنشأ ، حيث تنقل هذه الوحدات إلى الموقع بعربات كبيرة ، ثم ترفع بالروافع الميكانيكية إلى أماكنها في المنشأ ، ثم تركب وتثبت بالكانات والخوابير المعدة لذلك .



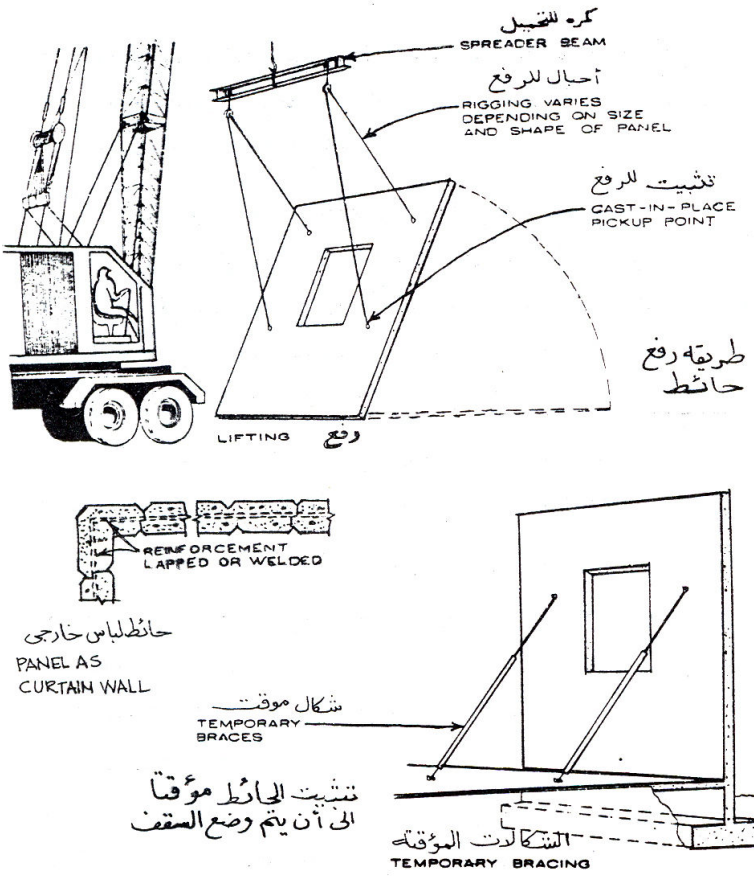




٢) التشييد بالتمييل :- Tile-Up Construction

وهي إحدى طرق تشييد الوحدات الخرسانية مسبقة الصب ، حيث أنه يتم صب حـــوائط المنشأ على مستوى أفقي بالموقع ، ثم ترفع بتمييلها للمستوى الرأسي ، ثم توضع فـــي مكانها المخصص لها في المنشأ .

... وتستعمل هذه الطريقة كثيراً في المباني السكنية والجراجات بالإضافة إلى المكاتـــب العالية ، حيث يتم تشييدها في وقت أقصر من الطرق التقليدية .



٣) التشييد برفع البلاطات : - Left-Slab Construction

وهذه الطريقة تبدأ بصب جميع بلاطات " أسقف " الأدوار فوق بعض على بلاطة الدور الأرضي بالموقع على أن تتخللها أعمدة المبنى ، مع وضع مواد فاصلة بينهم لعدم التصاق تلك البلاطات ببعضها وقت الصب ، وبعد تصلب البلاطات التي تم صبّها ترفع لأماكنها المحددة بواسطة رافعات هيدروليكية (Hydraulic Jacks) .

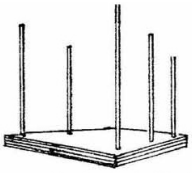
.. ويوجد بعض الأسس المهمة لطريقة التشييد برفع البلاطات والواجب مراعاتها عند تصميمها إنشائياً ومعمارياً وهي كالتالي :-

١) استعمال سمكات متساوية لبلاطات الأدوار والسقف .

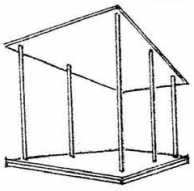
٢) استعمال بلاطات بكوابيل (Cantilevers) .

٣) وضع أعمدة المبنى على مسافات متساوية ومنتظمة كلّما أمكن .

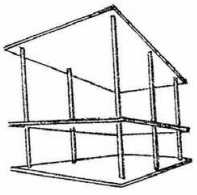
٤) وضع فتحات الحوائط مثل (الأبواب والشبابيك) في أماكن بعيدة عن منطقة القص (Shear Zone).



١. تصب بلاطات الأدوار والسقف في الموقع حول الأعمدة.

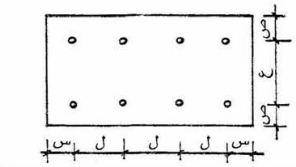


٢. ترفع بلاطة السقف أولاً وتثبت في مكانها.

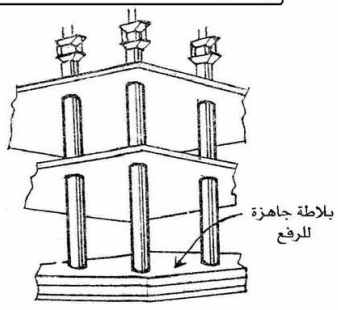


٣. ترفع بلاطات الأدوار جميعها وتثبت بلاطة الدور الأول.

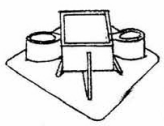
٤. ترفع البلاطات المتبقية وتثبت بلاطة الدور الثاني وهكذا.



يفضل أن تكون هذه البلاطات بكوابيل وبالقيم التالية:
ص = ٢٥٪ من أقل قيمة لـ ع أو ٤٠٪ من أكبر قيمة لـ ع
س = ٢٥٪ من أقل قيمة لـ ل أو ٤٠٪ من أكبر قيمة لـ ل



الرسم أعلاه يوضح الروافع فوق الأعمدة وكذلك أسياخ القص. وتكون البلاطات من الخرسانة سابقة الصب أو الخرسانة المسلحة العادية.



ياقة من الصلب تثبت في البلاطة عند صبها في الفتحات حول الأعمدة.

مقارنة بين أنظمة الإنشاء المختلفة
Comparison of Different Systems

وجه المقارنة	الإنشاء بالحوائط الحاملة	الإنشاء الهيكلي	الإنشاء الفراغي (القشريات)	الإنشاء المسبق الصنع
القواعد	شريطية ممتدة على طول الحوائط	قواعد منفصلة تحت كل عامود أو مشتركة أو لبشة	قواعد منفصلة تحت كل عامود	حسب نوع الإنشاء
الأعمدة	لا توجد أعمدة وإنما حوائط حاملة	أعمدة متراكبة ذات مركز واحد	ربما توجد أو لا حسب طبيعة توزيع الأحمال	حسب نوع الإنشاء
الكمرات	لا توجد كمرات	كمرات أرضية وعادية وساقطة	عناصر تحميل أخرى	حسب نوع الإنشاء
الأسقف	أسقف عادية	أسقف عادية أو ريبس	أسقف قشرية أوجمالونية	حسب نوع الإنشاء
انتقال الأحمال	من الأرضيات والأسقف إلى الحوائط الخارجية والداخلية ومنها إلى القواعد المستمرة ومن ثم إلى التربة	الحوائط تنقل ثقلها إلى الهيكل العام المكوّن من البلاطات والكمرات والأعمدة ومن ثم إلى الأساسات ومنها إلى التربة	توزع الأحمال في الاتجاهات الثلاثة وليس في اتجاه واحد حيث تنتقل الاجهادات في اتجاه السطح نفسه	حسب نوع الإنشاء
المزايا	القوة والمتانة والعمر الطويل	القوة والمتانة ووفرة التكاليف وسهولة الإنشاء وإمكانية تشكيل المبنى وإمكانية إضافة حوائط جديدة	الشكل الجمالي وتأدية الأغراض المنوط لها	سهولة الإنشاء وسرعته
العيوب	عدم إمكانية تشكيل المبنى وعدم إمكانية إضافة حوائط جديدة	لا يوجد عيوب إنشائية سوى عيوب التصميم	لا يتحمل سوى حمله الذاتي وأحمال حية بسيطة للصيانة	عالي التكاليف إلا في حالة الكميات الكبيرة والتقيد بأشكال الأجزاء المصنعة