حكومة إقليم كردستان/ العراق

بحث عن

أنظمة إنشاء المباني

(Buildings Structural Systems)

اعداد

على حسام الدين رؤوف

٢٠٢١

فهرست

الموضوع	الصفحة
مقدمة:	١
أولاً: نظام الجدران الحاملة (LOAD BEARING WALLS SYSTEM)	٢-٣
مميزات النظام	٤
عيوب النظام	٤-٥
ثانياً: نظام الإنشاء الهيكلي (skeleton structure system)	٦
(١)هيكل الخرسانة المسلحة (reinforced concrete skeleton)	٦-٨
(٢)هيكل الإطارات والجملونات (frames and trusses skeleton)	٩
يستخدم نظام الإطارات في حالات متعددة، منها	٩-١١
ويستخدم الجمالون (truss) في تطبيقات عديدة، منها	١٢
وتستخدم الجمالونات في حالة الحاجة إلى بحور أسقف واسعة بدون أعمدة، وتمتاز بما يلي	١٢-١٣
مميزات النظام	١٤
عيوب النظام	١٥
ثالثاً: نظام المنشآت الفراغية (space structure system)	١٥-١٨
مميزات النظام	١٩
عيوب النظام	١٩
رابعاً: نظام الخرسانة مسبقة الصب (precast concrete system)	١٩-٢١
مميزات النظام	٢٢
عيوب النظام	٢٢
المراجع	٢٣

أنظمة إنشاء المباني

(Buildings Structural Systems)

مقدمة:

نظام الانشاء هو الأسلوب أو الطريقة التي تعبر عن كشف تسلسل توزيع وانتقال أحمال وأوزان المبنى بجميع مكوناته حتى منسوب التأسيس.

ويمكن تقسيم غالبية المنشآت من ناحية السلوك الاستاتيكي(Static behavior) لها ثلاث أشكال أساسية والتي تختلف فيها طرق الإنشاء، وهي كمايلي:

(١) نظام الجدران الحاملة (Load bearing walls system)

(٢) نظام الإنشاء الهيكلي (Skeleton Structure system)

أ-هيكل الخرسانة المسلحة (Reinforced concrete skeleton)

ب-هيكل الإطارات والجمونات (Frames and Trusses skeleton)

(٣) نظام المنشآت الفراغية (Space structure system)

والمعروف بنظام القشريات (Shell system)

(٤) نظام الخرسانة مسبقة الصب (Precast concrete system)

أولاً: نظام الجدران الحاملة (LOAD BEARING WALLS SYSTEM)

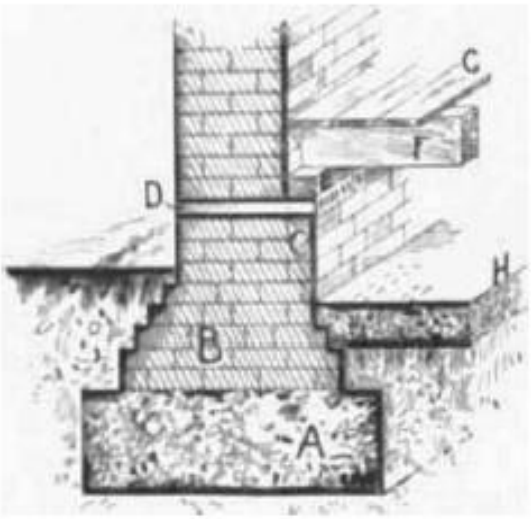
يعد نظام البناء بالجدران الحاملة من أقدم أنظمة البناء، فقد استعملت أنظمة الجدران الحاملة بكثرة قبل استعمال الخرسانة المسلحة، وقد تم تطوير هذا النظام ليصبح كما يلي:

(١) القواعد الشريطية(أسفل الجدران الحاملة) (STRIP FOOTING).

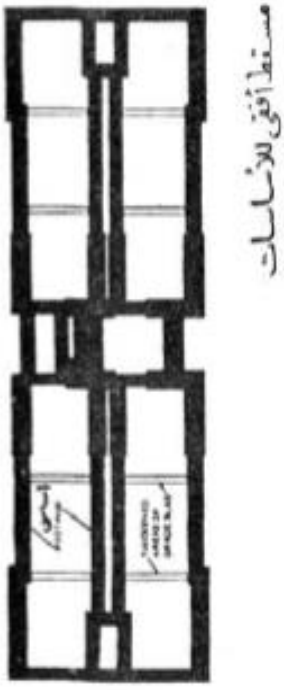
(٢) الجدران الحاملة باستخدام الحجر أو الخرسانة أو الطوب الأحمر الفخاري الحامل.

(٣) السقف من البلاطات المصبوبة في الموقع، مثل النوع المفرغ ذو الأعصاب الخرسانية (الهوردي) (HOLLOW SLABS) أو من البلاطات مسبقة الصب (PRESACT SLABS).

تنتقل الأحمال الميتة أو الحية (DEAD AND LIVE LOADS) من الأسقف سواء كانت خشبية أو مرتكزة على كمرات (beams) من الصلب أو الخرسانية المسلحة إلى الجدران، التي تنتقلها بدورها بالإضافة إلى وزنها الذاتي (OWN WEIGHT) إلى الجدران تحتها، وهكذا تصل الأحمال إلى الأساس المستمر تحت الجدران، والذي يقوم بتوزيع الأحمال على طبقة التربة الصالحة للتأسيس، وقد تكون هذه الجدران من الطوب أو الحجر أو الخرسانة.

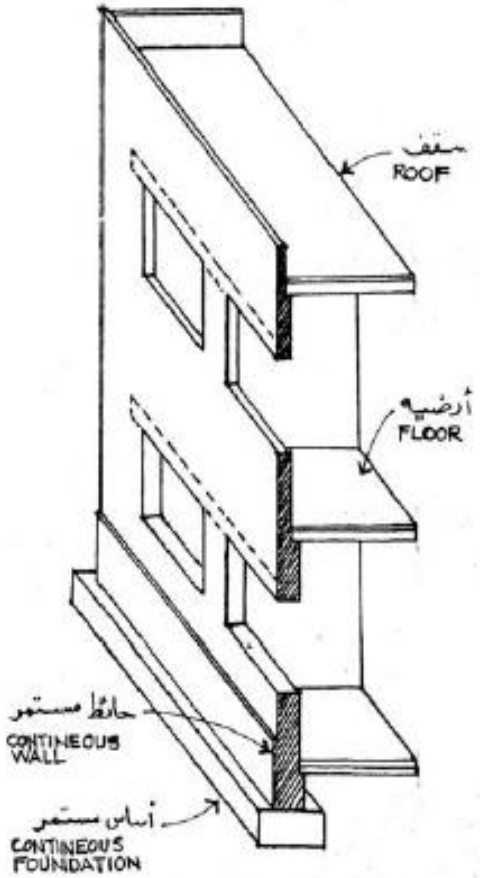


شكل رقم 1: مرجع [1]



شكل رقم 2: مرجع [2]

مستطيل أفقي للأساسات



شكل رقم 3: مرجع [2]

مميزات النظام:

١. رخيص الثمن (LOW-COST SYSTEM)، نظراً لأن المواد المستخدمة في هذا النظام متوفرة وقليلة التكلفة ولاتحتاج إلى تقنيات عالية في البناء.
٢. سرعة بناء الجدران الحاملة، وذلك لأنها لا تحتاج سوى الحجر أو الطوب والمونة الأسمنتية أو الخرسانية.
٣. توزيع الأحمال بانتظام على طول الجدران الحاملة(uniform distribution of loads).
٤. الجدران المستخدمة تكون عازلة للحراة، نظراً لسمكخا الكبير نسبياً.
٥. ذو متانة عالية فيستطيع تحمل التغيرات المناخية والصدمات.
٦. تتيح الجدران الحاملة إمكانية تشييد أسقف متنوعة الأشكال والحجوم.

عيوب النظام:

١. بطء التنفيذ، لأنه لا يمكن صب السقف إلا بعد تشييد كل الجدران، داخلية وخارجية (internal and external walls).
٢. كبر الحجم الفراغي الذي تشغله، حيث يزيد سمك الجدران كلما اقتربناه من الأساس، لزيادة الأحمال التي يتعرض لها الحائط.
٣. صعوبة التغيير المعماري فيها، حيث يمنع عمل أي تعديل كإزالة جدران أو تعديل تقسيم المبنى من دور إلى دور دون اتخاذ احتياطات شديدة تضمن عدم انهيار المبنى، وذلك لاشتراط بناء الحائط العلوي فوق الحائط السفلي.

٤. وجود الفتحات (openings) في الجدران يضعف المبنى، وبالتالي يجب التقليل منها. وخاصة ما كان عرضه كبيراً، لذلك لاتكون الشبابيك عريضة، ولكن يكون ارتفاعها عالي نسبياً وعرضها صغير نسبياً.

٥. صعوبة التمديدات الكهربائية والصحية (electromechanical) لأن الطوب المستخدم عادة هو الطوب البلدي المصمت (solid black) والذي يصعب الحفر فيه.

٦. تحد من التشكيلات المطلوبة في واجهات المبنى.

٧. محدودية الارتفاع المسموح به، بحيث لايزيد عدد الأدوار عن ٥ طوابق.

٨. عزل رديء للصوت والحرارة.

٩. الطوب المستخدم هو طوب مصمت املس (solid black) مما يجعل عملية القصارة أصعب أو أن يؤخرها بسبب الحاجة إلى عمل الطرطشة الأسمنتية أو المسمار.

١٠. النظام ضعيف في مقاومة القوى الأفقية (lateral loads) مثل الرياح والزلازل (Wind and earthquake loads) ولكن يمكن التغلب على هذا المشكلة بواسطة إنشاء جدران قص(shear walls).

١١. تكتل الجدران واتخاذها الاتجاه الرأسي التدرج في تصغير سمك الجدران من أسف لأعلى.

ثانياً: نظام الإنشاء الهيكلي (skeleton structure system)

يعرف هذا النظام أيضاً باسم نظام كمرة–عمود(beam–Colum system). ويعتبر النظام الهيكلي أكثر النظمة انتشاراً في العالم، وقد سمي هيكلياً لأن الهيكل الخرساني في المبنى هو الذي يحمل الأحمال (dead and live) من خلال سلسلة تبدأ بنقل الأحمال من السقف (slab) وتنتهي إلى الأساسات(foundation) ومن ثم إلى التربة (underlying soil).

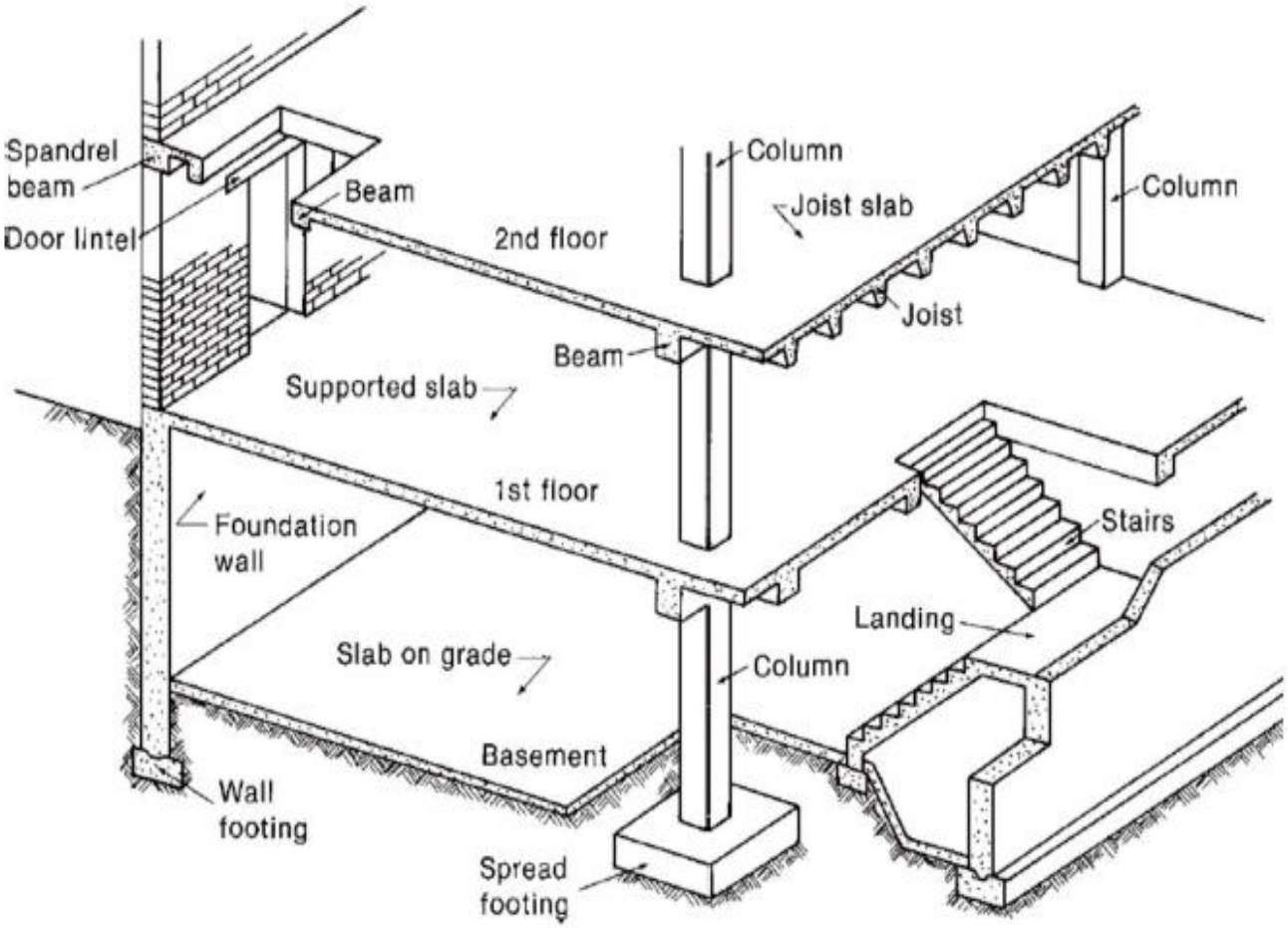
(١)هيكل الخرسانة المسلحة (reinforced concrete skeleton)

وهو النوع الشائع وفيه يتم تصميم الشدات من الخشب أو الصلب للأجزاء الخرساني، ثم يوضع التسليح بها حسب السلوك الأستاتيكي للمبنى والجزء المنشأ.

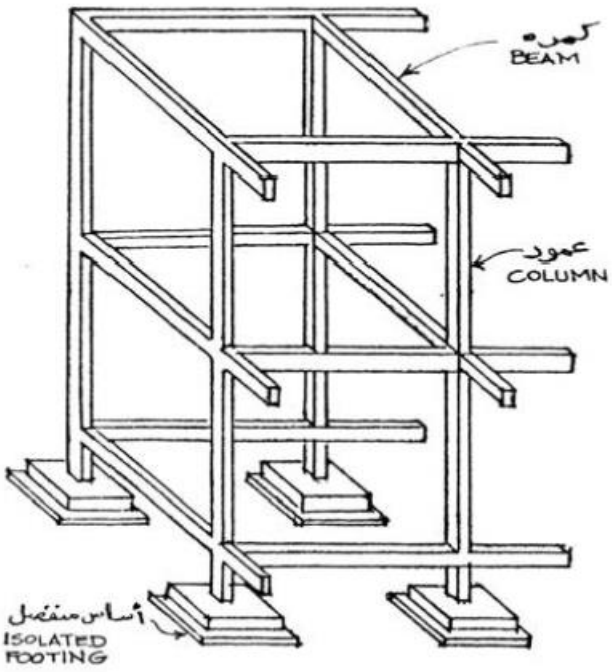
شكلت المنشآت الهيكلية القديمة من الصلب، وفيها ترتكز الأسقف (slabs) على كمرات (beams) وهذه الكمرات ترتكز بدورها على أعمدة (columns)، حيث ان أحمال (dead and live loads) في كل دور تنتقل إلى الكمرات ثم إلى أعمدة الدور ومنها إلى أعمدة الدور أسفله حتى تصل إلى الأساس (foundation)، ويقوم الأساس بتوزيع الأحمال على طبقات التربة الصالحة للتأسيس (underlying soil layers).

ولكن هناك عيب رئيسي لاستعمال الحديد او الصلب وحده في هياكل المباني، وهو أنه في حالة تعرض المبنى لدرجات حرارة مرتفعة (كما في حالة حدوث حريق) فإن الكمرات والأعمدة تتأثر بالحرارة، فتنصهر وينهار المبنى، وخير مثال على ذلك ماحدث لمركز التجارة العالمية (word trade center) في ١١ي سيبتمبر ٢٠٠١م، لذلك فكر المهندسون في تغليف المنشأة بالخرسانة كوقاية للحديد أو الصلب من الحريق (إذ أن الخرسانة موصل رديء للحراة) ومن عوامل المناخ والتعرية بشكل عام، فظهر مصطلح الخرسانة المسلحة (reinforced concrete).

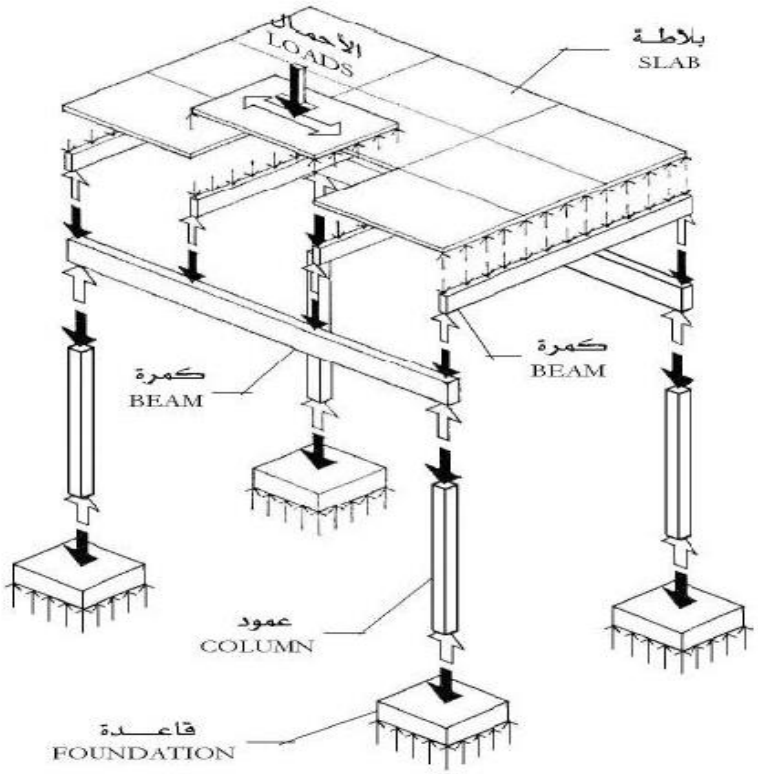
وتعمل الجدران في المباني الهيكلية للتقسيم فقط ولحماية السكان من المؤثرات الخارجبية، وتكون الجدران الخارجية عادة بسمك (٢٠-٢٥)سم والجدران الداخلية بسمك (١٠-١٢) سم.



شكل رقم 4: مرجع [2]



شكل رقم 5. مرجع [3]



شكل رقم 6. مرجع [3]

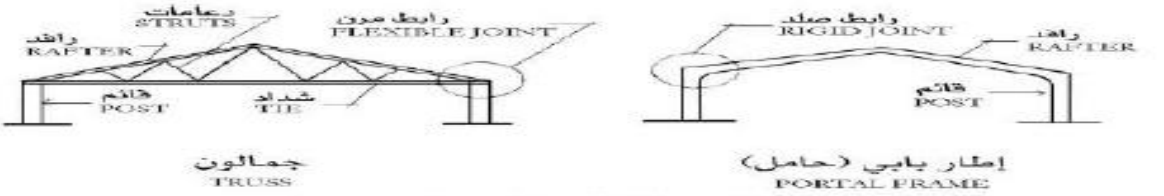
(٢)هيكل الإطارات والجملونات (frames and trusses skeleton):

عند زيادة العزوم (moment) حسب متطلبات الاستعمال فإنه من الممكن عمل إطارات تتحد فيها الأعمدة والكمرات إلى جزء واحد من خلال نقطة الاتصال بينهم (rigid or fixed joint) وتسلك سلوكاً استاتيكياً موحداً وكذلك هو الحال في أسقف المصانع حيث يكون موجود أعمدة متوسطة غير مرغوب فيها. وعند اتساع البحر قد يلجأ المهندس إلى عمل جمالونات (trueses) من الخشب أو الصلب أو الألومنيوم حسب توافر مواد البناء والتكاليف.

يتميز هذا النظام عن نظام الانشاء الهيكلي بأنه يختلف في كيفية اتصال الأعمدة بالجسور (joint) في الأسقف، حيث يتميز نظام الاطارات (frames) بالترابط بين الأعمدة والجسور (rigid or fixed joint)، والتوحد في كيفية الاستجابة للتشوهات (deformations)، بما يضمن ثبات الزوايا بين الأعمدة والجسور المتصلة بها، ويتم ذلك عن طريق نظام تسليح خاص بالإطارات، يختلف عن نظام تسليح المنشآت الهيكلية أن كانت المنشأة خرسانية، أو باستخدام البراغي واللحام بشكل معين إن كانت المنشأة معدنية.

يستخدم نظام الإطارات في حالات متعددة، منها:

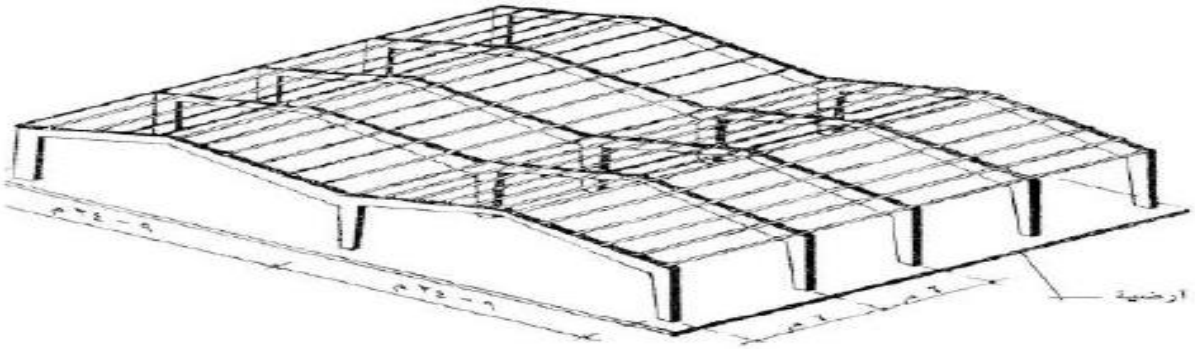
١. في حالة وجود قوى أفقية (lateral forces)، وعدم التمكن من إضافة جدران قص.
٢. إذا كانت البحور (spans) واسعة (كما في القاعات الكبيرة مثل الصلات: halls).



جمالون
TRUSS

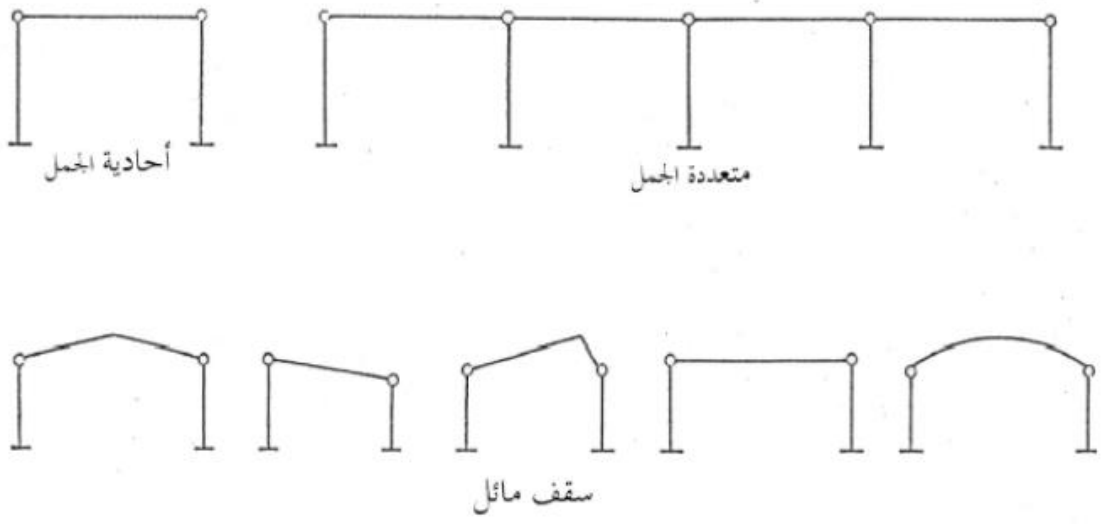
إطار بابي (حامل)
PORTAL FRAME

الفرق بين الإطار البابي والجمالون



إطارات بابية (حاملة) متماثلة الميول
من الخرسانة سابقة الصب

شكل رقم 7: مرجع [3]



شكل رقم 8: مرجع [1]

شكل رقم 9. google image

والجمالون (truss) هو عبارة عنصر انشائي، عادة مايكون مصنوع من الخشب، أو القطاعات والمواسير المعدنية، أو الخرسانة المسلحة(ولكنها نادرة لأن نقطة الاتصال joint لايمكن اعتبارها أنها مفصلhinge).

حيث يتم فيه نقل الأحمال بشكل مركزي على أعضاء المثلث الثلاثة مركزيا دون حدوث انبعاج (bucking) أو التواء (torsion)، مما يؤدي إلى تخفيض وزن وحجم المنشأة بشكل كبير. ويتألف عامة من ثلاثة أجزاء: أحدهم أفقي والآخرين مائلين يستندان على بعضم البعض من جهة وعلى الجزء الأفقي من الطرف الآخر، ويسمى كل منهم عضو (member).

ويستخدم الجمالون (truss) في تطبيقات عديدة، منها:

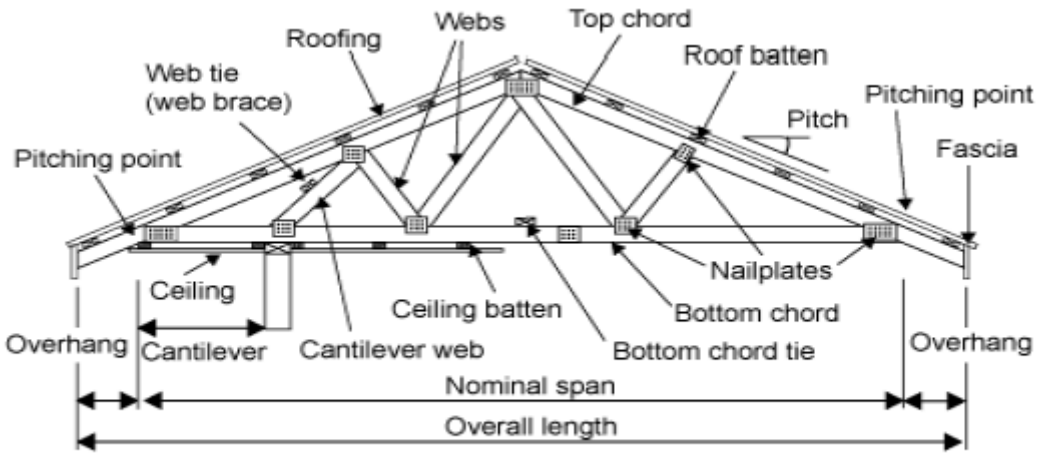
١. الجسور والكباري (bridges).
٢. المستودعات أو المخازن الكبيرة (wore houses and stores inclined slabs).
٣. بناء الأسقف المائلة (inclined slabs).

ومن عيوب الجمالون(truss) انها تعتبر من أسوأ تصاميم الأسقف في مناطق الأعاصير الاستوائية. ليس فقط لأنها تنخلع بسهولة في رياح الأعاصير، لكنها أيضاً تجمع الرياح كالأشرعة.

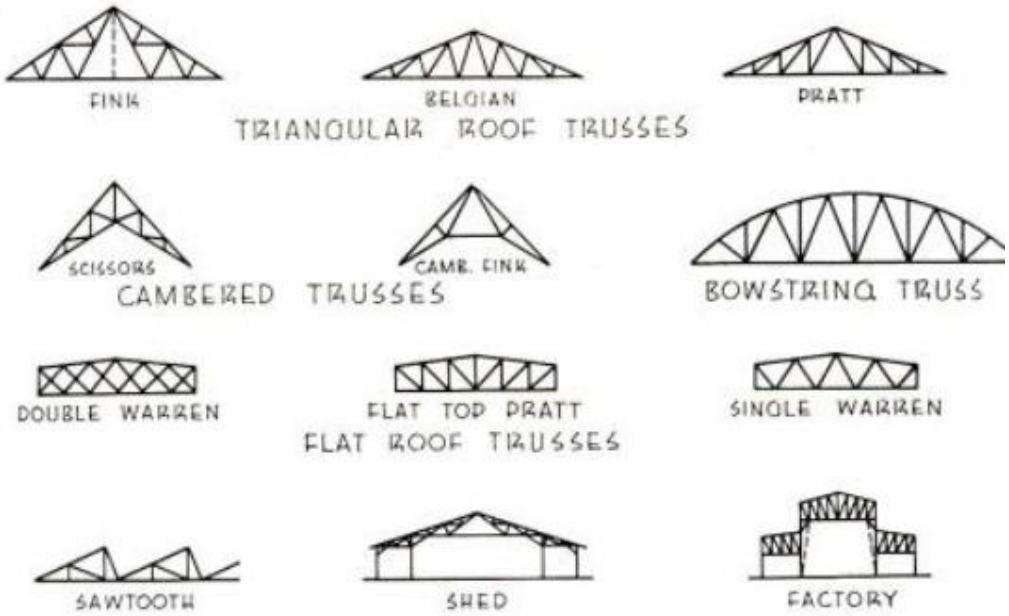
فعندما تنساب الرياح داخل الجمالون، فإنه يعمل كجناح يجمع الهواء.

وتستخدم الجمالونات في حالة الحاجة إلى بحور أسقف واسعة بدون أعمدة، وتمتاز بما يلي:

١. تنفيذ الجمالون (truss) أسهل وأسرع من الإطارات (frames).
٢. نقل الأوزان على الأساسات مقارنة بالأنظمة الأخرى.
٣. يمكن من خلال الجمالون (truss) إنشاء بحور قد تزيد عن ٥٠ متر.



شكل رقم 10: google image



شكل رقم 11: مرجع [2]

شكل رقم 12: مستودع (بركس) في غزة

مميزات النظام:

١. سرعة وسهولة التنفيذ، لإمكانية البدء في مراحل التشطيبات للطابق السفلي بالتوازي مع مرحلة الخرسانة للطابق العلوي.
٢. إمكانية عمل مباني متعددة الطوابق وعالية (tall multri-story buildings)؛ لخفة وزن العناصر المكونة للنظام (أسقف، كمرات، أعمدة) نتيجة لصغر المقاطع نسبياً، بالمقارنة بنظام الجدران الحاملة.
٣. إمكانية التغيير المعماري، فمن الممكن إزالة أي جدار أو توسيع أو تضييق أي غرفة؛ وذلك لأن الجدران ليس لها أي وظيفة انشائية.
٤. إمكانية عمل فتحات واسعة (openings)، سواء كانت أبواب أو شبابيك؛ وذلك لأن الجدران ليس لها أي وظيفة انشائية.
٥. سهولة التمديدات الصحية والكهربائية (electromechanical)؛ وذلك لأن الطوب المستخدم هو الطوب العادي المفرغ (hollow blocks)، والذي يسمح بالحفر عبره بسهولة ووضع الأسلاك والمواسير في القنوات التي يتم صناعتها فيه.
٦. عزل أفضل للصوت، وذلك لأن الطوب المستخدم هو الطوب العادي المفرغ (hollow blocks)، فوجود الفراغ يعني مرور موجات الصوت عبر طبقات المادة المختلفة (أسمنتية فهواء فأسمنيتة)، مما يؤدي إلى تكسر موجات الصوت.
٧. إمكانية عمل التشكيلات المطلوبة في واجهات المبنى.

عيوب النظام:

١. تتفاوت الأحمال على الأعمدة مما يعني اختلاف المقطع الخرساني من عمود لآخر.

٢. مرتفع الثمن نسبياً (high-cost systems) بالمقارنة مع نظام الجدران الحاملة؛ نظراً لاستخدام الحديد كمادة انشاء، عوضاً عن أنها تحتاج إلى تقنيات عالية في البناء.

٣. النظام ضعيف في مقاومة القوى الأفقية، مثل الرياح والزلازل، ولكن يمكن التغلب على هذه المشكلة بواسطة إنشاء جدران قص (shear walls).

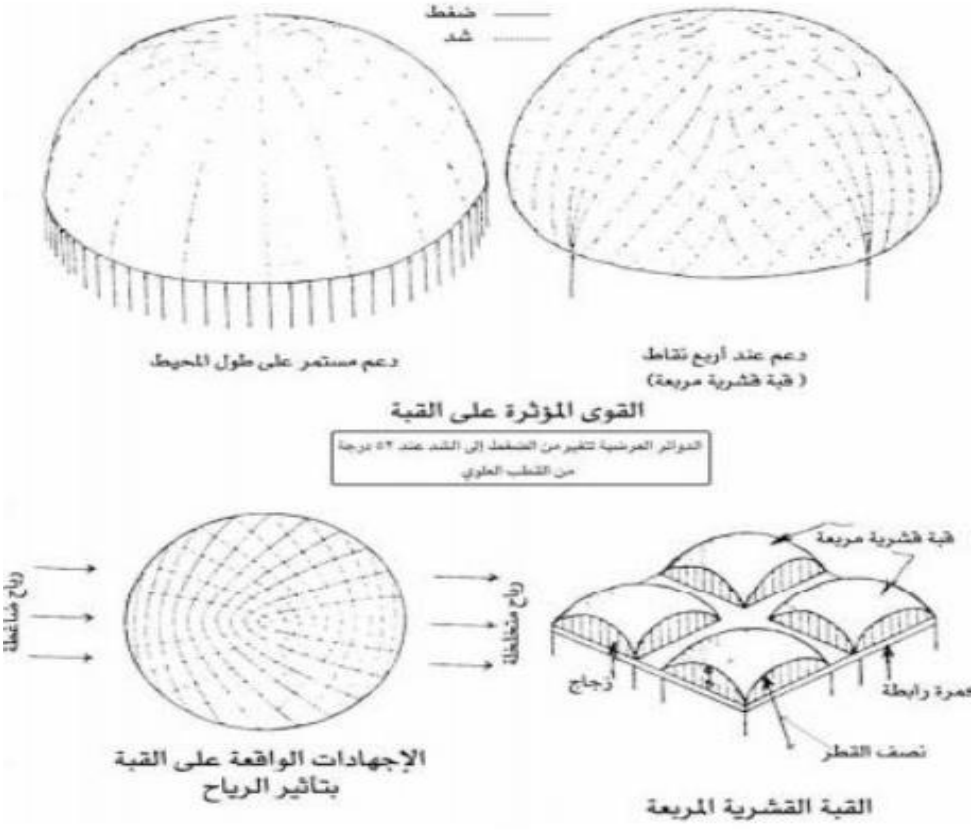
ثالثاً: نظام المنشآت الفراغية (space structure system)

يعرف هذا النوع بنظام القشريات (shell system). وهي نظام خاص يتألف من العناصر المفصلية، وتوفر حلاً اقتصادياً للبحور الكبيرة. تصنع هذه المنشآت من عناصر الحديد، ولا يتوقف دور الهياكل على تسقيف الفراغات، بل قد يشمل بناء الجدران أو الأعمدة مع السقف في تكوين معماري وانشائي واحد. وتكون بأشكال مستوية أو مائلة أو منحنية.

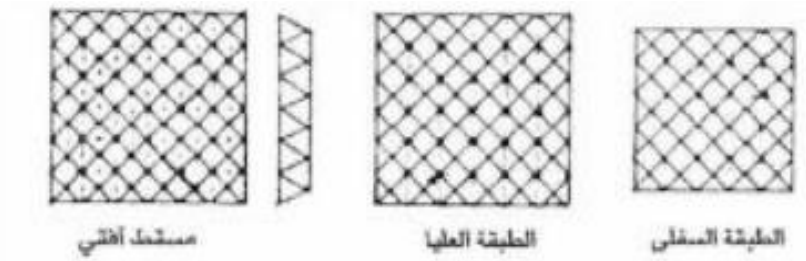
ويتم هذا النوع من المنشآت في توزيع الأحمال والأجهادات في الفراغ أي في الاتجات الثلاثة (طول، عرض، ارتفاع) (3D) وليس في مستوى واحد (2D) كما سبق، وتعمل الأساسات في هذه الحالة نقاط الإرتكاز للمنشأة، وتعرف هذه المنشآت بالمنشآت القشرية أو القشريات وتتحول فيها معظم الاجهادات إلى اجهادات في اتجاه السطح نفسه.

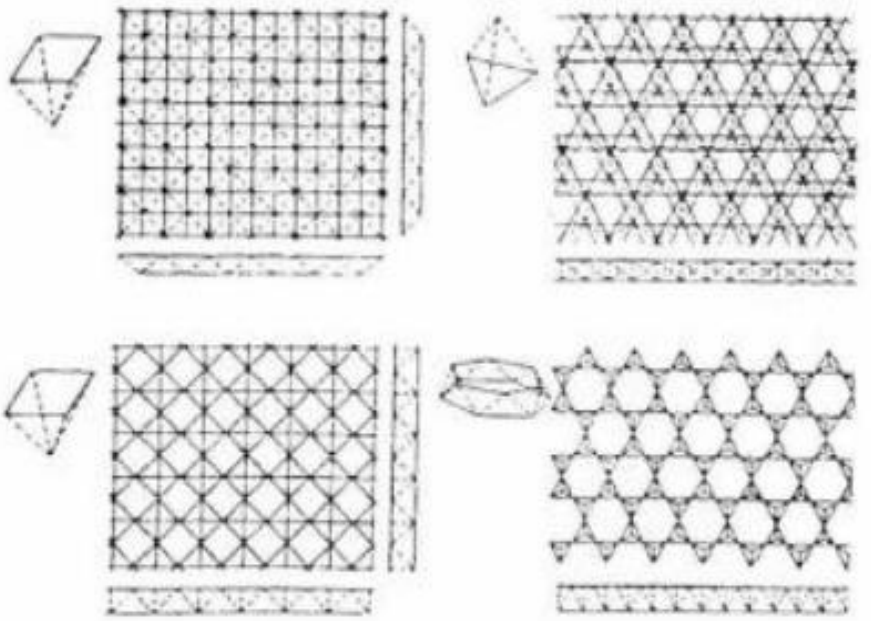
ويشترط فيها أن تكون سمك السطح(القشرة) صغير جداً بالنسبة لابعاد السطح الأخرى. وفي مثل هذه المنشآت لا يستعمل السطح العلوي "قشرة" للمنشأة في حمل أية أحمال خلاف وزنه الذاتي مع أحمال الرياح.

وعند دراسة طرق تكوين هذه السطوح هندسياً فسوف تكون المفاضلة بينها على أساس الناحية السيكولوجية (psychological side) من جهة، والناحية الاقتصادية والناحية الانشائية من جهة أخرى. فكلما كان تكوين شدات السطح سهلاً كلما زاد ذلك من إمكانية استعماله، وكلما قل الهالك في الشدات كلما قلت تكاليفه الإنشائية، ويقل هالك الشدات عادة عند احتواء السطح على خطوط مستقيمة كثيرة تمكن من استعمال الألواح" ألواح الخشب مثلاً" بكامل طولها، مما يقلل الحاجة إلى القص، فتقل كمية المادة الهالكة (waste material).

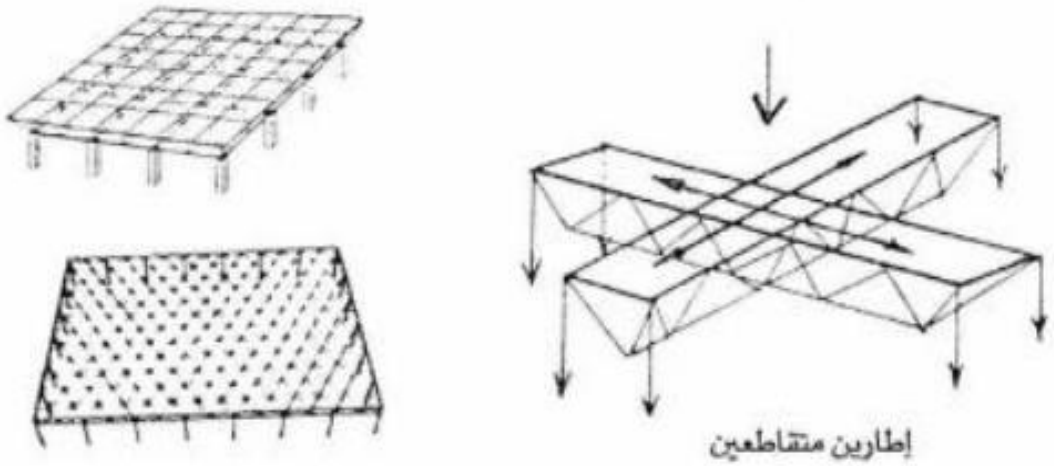


شكل رقم 13: مرجع [3]





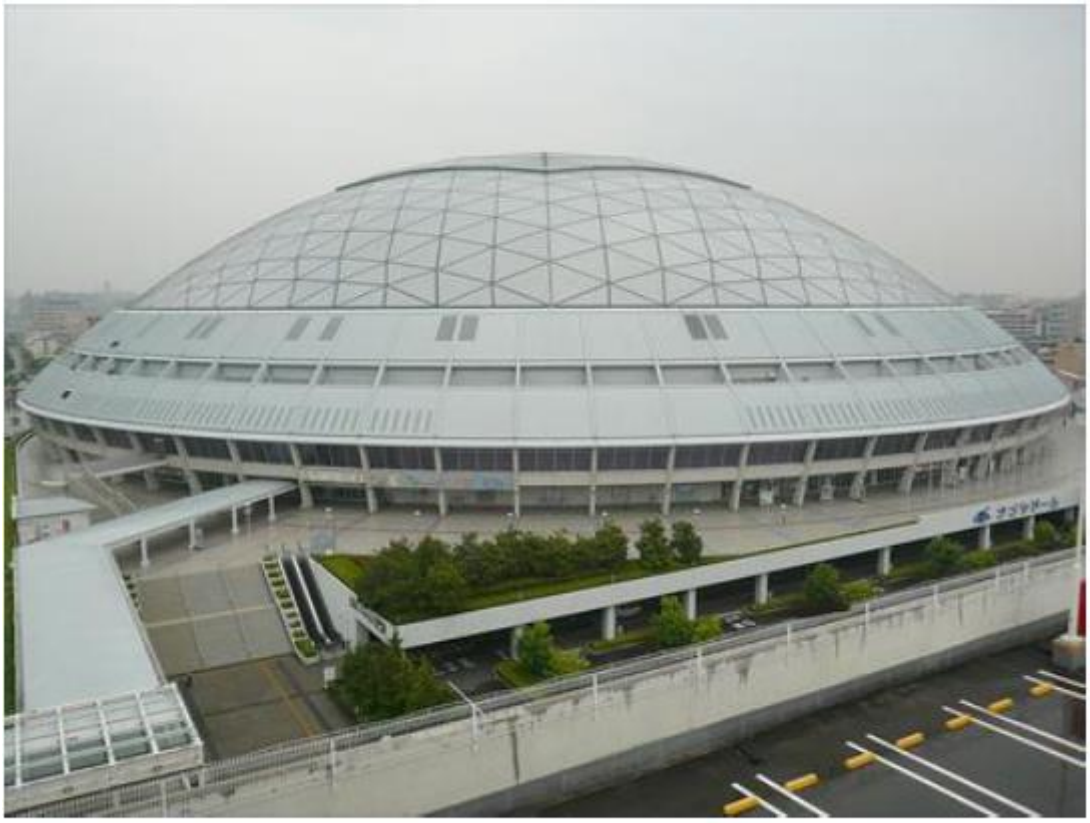
أنواع وأشكال الإطارت الفراغية



إطارين متقاطعين

شكل رقم 14: مرجع [3]

رسم توضيحي 15: google image



شكل رقم 16: google image

مميزات النظام:

١. يتميز النظام بتغطية المساحات الكبيرة جداً بالاعتماد على أقل عدد من الأعمدة والجدران بحيث لا يمكن تغطية مساحات تزيد عن ١٠٠٠٠ عشرة آلاف متر مربع دون الحاجة إلى أعمدة أو نقاط ارتكاز في الوسط وبالاعتماد على الأعمدة والجدران الجانبية فقط.

٢. يمكن استخدام عدة أنواع من التغطيات لهذا النظام مع مراعاة استغلال الإنارة الطبيعية.

عيوب النظام:

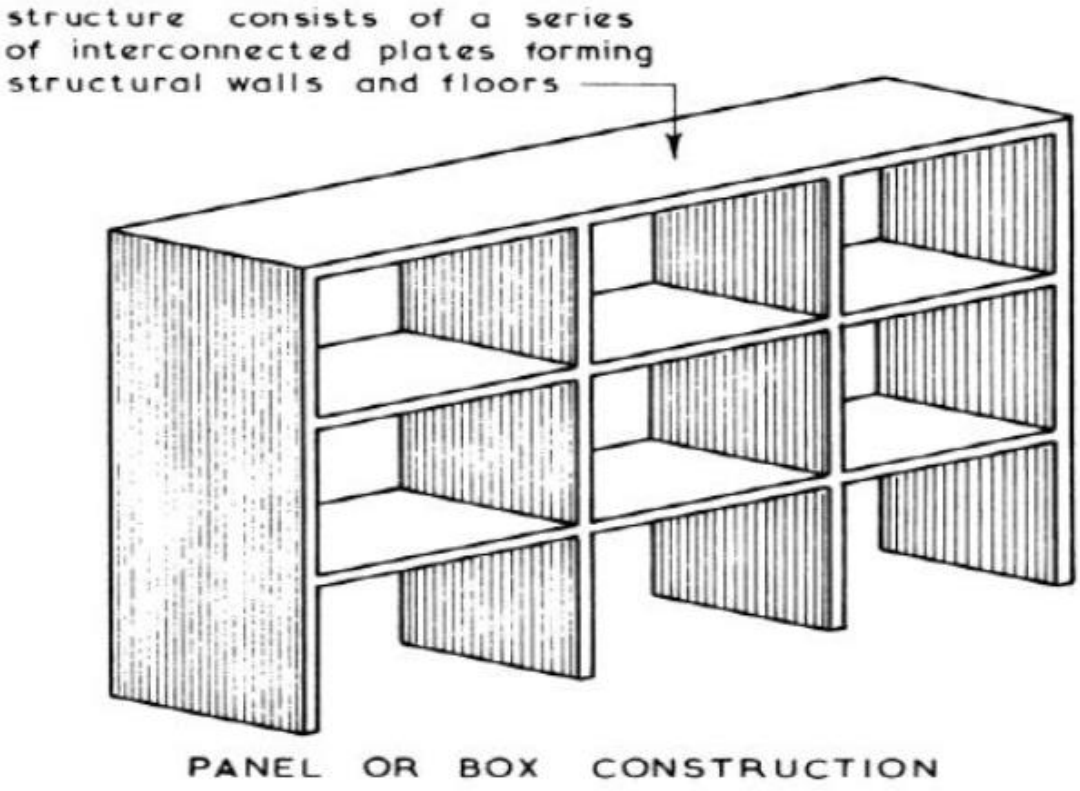
١. مرتفع الثمن (high-cost system).

٢. لا يمكن استخدامه كطوابق متكررة (single story).

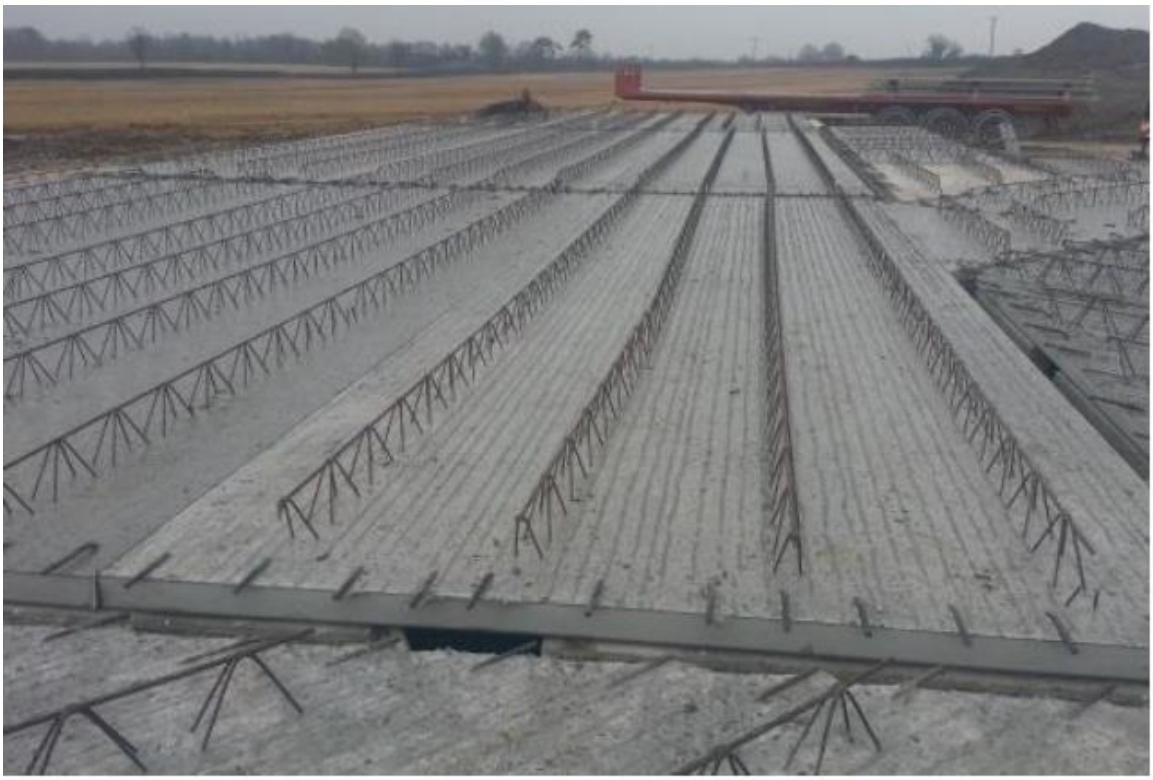
ثالثاً: نظام الخرسانة مسبقة الصب (precast concrete system)

الخرسانة مسبقة التصنيع وتعرف أيضاً باسم الخرسانة الجاهزة وهي منتوج بناء صنع عن طريق صب اسمنت في قوالب أو شكل، ومن ثم معالجتها في جو مراقب (في المصنع)، ثم نقلها إلى مكان البناء حيث توضع في مكانها. ظهر مصطلح الخرسانة الجاهزة بسبب الحاجة إلى أعداد كبيرة من المنشآت النمطية.

يتم صبها على شكل أجزاء (سقف، كمرة، عمود، قاعدة) أو على شكل وحدات صغيرة متكاملة، ثم تنقل إلى الموقع بشاحنات خاصة ويتم تركيبها في المواقع بطريقة معينة لتشكل في مجملها المنشأة.



شكل رقم 17: مرجع [1]



شكل رقم 18: google image

شكل رقم 19: google image

شكل رقم 20. google image

مميزات النظام:

١. الشرعة بسبب التكرار النمطي.
٢. الاقتصادية بسبب القدرة العالية على التحكم بالمواد والظروف المحيطة.
٣. سهولة ضبط الجودة والمراقبة.
٤. قلة الأيدي العاملة، بسبب الاعتماد على الآلات.
٥. إمكانية استخدام القوالب مرة أخرى، مما يعني انخفاض نسبة الهالك.
٦. إمكانية العمل والتشييد تحت أي ظروف مناخية.

عيوب النظام:

١. التقييد بشكل معماري موحد، والذي قد يتناسب مع الأذواق المختلفة، بسبب عدم إمكانية تغيير القوالب.
٢. الحاجة لمساحات واسعة لتوريد الوحدات إلى الموقع.
٣. إجراءات الأمن والسلامة المطلوبة خلال عملية التحميل والتنزيل والنقل والتركيب.
٤. الحاجة لمعدات خاصة للتركيب في الموقع.
٥. تحتاج عملية التركيب مخططات تفصيلية وجداول ومواصفات توريد خاصة تختلف عن المخططات التقليدية.
٦. الحاجة لخبراء وفنيين في المجال، والدقة المتناهية خلال عملية التركيب، حتى نطمئن أنه تم تركيب كل جزء في مكانه المناسب.

المراجع:

١-الصوالحي:، نبيل، مقرر مساق تشييد مباني لطلاب الهندسة؟ غزة: كلية الهندسة في الجماعة الإسلامية. بغزة – فلسطين.

٢-النمرة، نادر، مقرر مساق معماري لطلاب الهندسة المعمارية. غزة: كلية الهندسة في الجماعة الإسلامية. بغزة – فلسطين.

٣-أحمد معاذ ، مقرر مساق إنشاء المباني لطلاب الهندسة المعمارية. الباحة: كلية الهندسة في جامعة الباحة – السعودية.