الباب الثالث

المباني العالية و الأنظمة الإنشائية

1.3 مقدمة:

يتم تعريف المباني الخضراء على أنها المباني التي تحقق التوازن بين المحيط الحيوي وساكني المبنى. وتعتمد المباني الخضراء على تقنيات البناء التي تراعي البيئة بالمواد المستخدمة لإستهلاك الطاقة والإستدامة ومنها ما يعتمد على المواد الأولية في البناء ويحرص على إستخدام ماهو محيط للبيئة مثل البناء بالتربة أو الأكياس الرملية ومنها مايعتمد على تقنيات حديثة للحفاظ على الطاقة وتوليدها وإعادة تدويرها بإستخدام حلول متقدمة تعتمد على الطاقة الشمسية أو المياه أو الرياح .

يتناول هذا الباب مفهوم المباني العالية و الأنظمة الإنشائية المستخدمة في تشييدها وجانب من أنواع التوربينات الهوائية والتي سوف يتم التحدث عنها لاحقاً من خلال هذا الباب كما سيتناول الفرنديل وأنواعه ومقارنته مع الجملونات.

ومن هنا إستوحينا فكرتنا :

2.3 مركز البحرين التجاري العالمي:

مركز البحرين التجاري العالمي ويسمى أيضا مركز التجارة العالمي البحرين هو برجان توأمان يبلغ ارتفاعهما 240 مترا ويتكونان من 50 طابق ويقع في المنامة عاصمة البحرين. بني البرجان التوأمان في عام 2008 من قبل شركة الهندسة المعمارية متعددة الجنسيات اتكينز. هو أول ناطحة سحاب في العالم يتم تركيب توربينات هوائية في تصميمها. تم بناء وتركيب توربينات الرياح من قبل الشركة الدنماركية نوروين.

1.2.3التفاصيل الهيكلية:

تم ربط البرجين عبر ثلاثة جسور هوائية كل واحد من هذه الجسور يجمع 225 كيلوواط من طاقة الرياح ويبلغ مجموعها 675 كيلوواط من طاقة الرياح. كل من هذه التوربينات يبلغ قياس القطر 29 متر ومثبتة نحو الشمال وهو الاتجاه الذي يأتي منه الهواء من الخليج العربي. صمم البرجان على شكل شراعان جانبيان لتحويل الرياح من خلال الفجوة لتوفير تسارع مرور الرياح من خلال التوربينات. هذا ما أكده اختبارات نفق الرياح والذي أظهر أن المباني تخلق تدفق على شكل الحرف الإنجليزي S وضمان أن أي رياح قادمة ضمن زاوية 45 درجة إلى جانبي المحور المركزي سيخلق تيار عمودي للرياح على التوربينات. هذا يزيد بشكل كبير قدرتها على توليد الكهرباء.[3]يتوقع من توربينات الرياح توفير 11٪ إلى 15٪ من إجمالي استهلاك الطاقة في البرجان أو ما يقرب من 1.1 إلى 1.3 جيجا واط ساعة سنويا. وهذا يعادل توفير الإضاءة لنحو 300 منزل. بدأ عمل التوربينات الثلاثة للمرة الأولى في 8 أبريل2008. ومن المتوقع أن تعمل بنسبة 50٪ من الوقت في المتوسط يوميا.

صورة (3-1) برج البحرين للتجارة .

3.3 النظم الإنشائية للعمارة الخضراء:

إمكانية تنفيذ الأبنية فى العمارة الخضراء

تقوم صناعة الأبنية الخضراء على أساسين مهمين جدا

- مصنع يعمل اليأ بالكامل .
- نظام متكامل .

1.3.3 مميزات الابنية فى العمارة الخضراء:

- نظام انشائى قوى وخاصة فى المناطق الحارة جدا والباردة والمناطق المعرضة للزلازل
- يختصر الوقت بنسبة 60% مقارنة بانشاء المبانى التقليدية
- توفير الطاقة الكهربائية
- لاحاجة الى وجود عمال مهرة فى الموقع
- غير مقيد فى الانشاء وقابل للتغير المستقبلى
- عزل حراى وصوتى عالى جدا
- وتمنح امكانية انشاء المبانى من الاعمدة والجسور المخفية داخل
- قوالب البوليسترين والمملوءة باخرسانة المسلحة.
- تقليل فى التكلفة

صورة (3-2) قوالب البوليسترين

2.3.3 الأجزاء الانشائية للأبنية الخضراء:

- ❑ اعمدة وجسور مغلفة بعوازل حرارية مخفية.
- ❑ الجدران المحيطية.

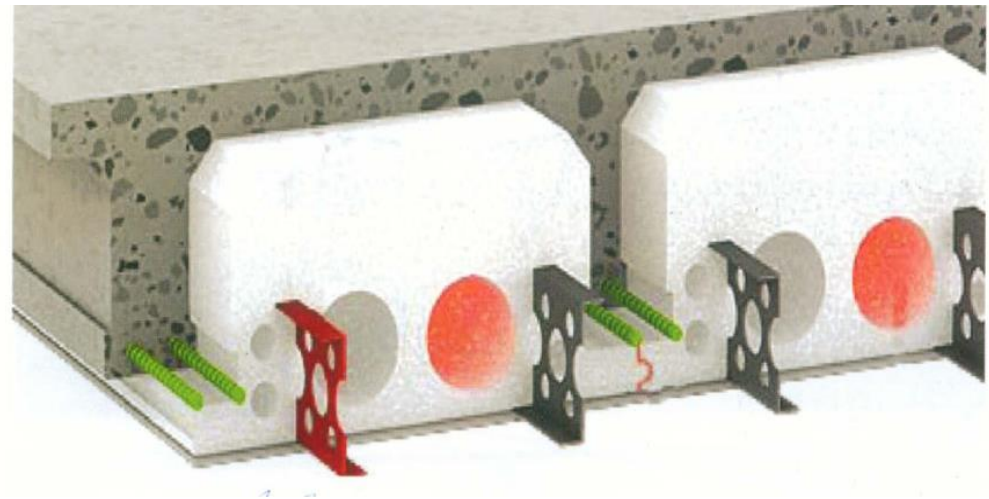
يستخدم نظام حائطى عن طريق ربط مواد البوليسترين من

قوالب EC-BLOK وهى مكونة من طبقة عازلة بسمك يتراوح من 5 الى 10 سم وهذا يعتمد على متطلبات العزل الخاصة بالمشروعحائط ECO-Block.

صورة (3-3) قواطع الجدران

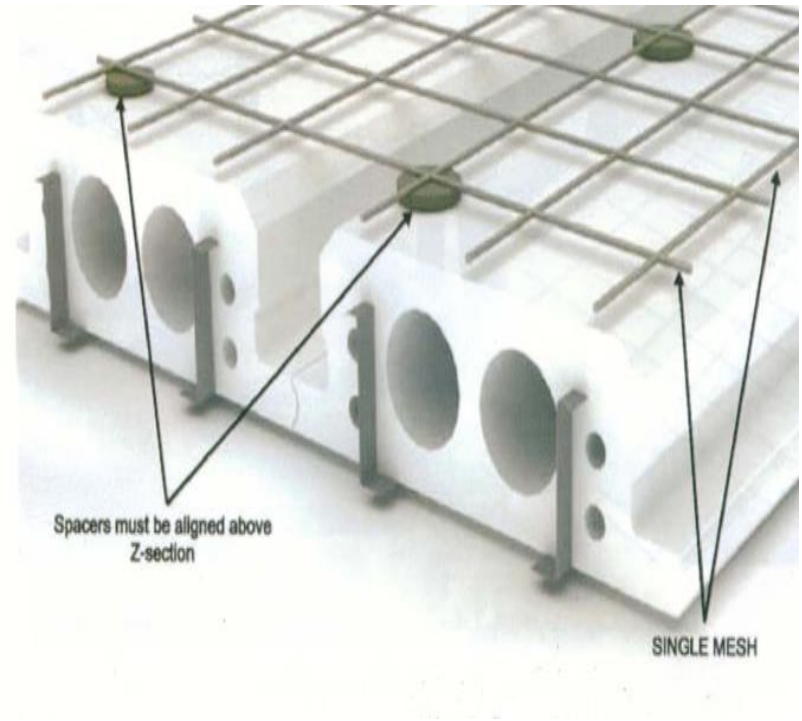
يتم عمل القواطع بتركيب قاب من البوليسترين بسمك 5 سم من الجهتين ويسلح بالحديد فى الوسط والقوالب الفردية مثبتة فوق بعضها البعض فيتم توصيلها بسهولةقاطع حائط داخلى من البوليسترين .

تتكون السقوف من الواح مخففة من رافدات خرسانية مسلحة بسمك مختلف حسب مسافة الامتداد والاحمالوح خرسانى بوليسترين مفرود مع حاملين من الفولاز لضمان قدرة التحمل الزاتى ECO وتنفذ باستخدام سقفمع شبكة حديد تسليح ومن ثم تصب الخرسانة على السطح الموجود لتكتمل عملية انشاء الاسقف هذا الحل يعطى طبقة عازلة والتى تغطى السقفمن الداخل تماما مما يضمن فصلا حراريا ومستوىعاليا جدا من العزل الصوتى.



صوره (3-4) أرضية الأسقف

صورة (3-5) الأرضية ذات الواح مختلفة فى رافدات خرسانية مسلحة



صورة (3-6) مقطع عرضى رأسى للاسقف مع الرافدات الخرسانية المسلحة

4.3 التوربينات الهوائيه:

1.4.3التعريف:

هوجهاز يحول الطاقة الحركية من الرياح إلى طاقة ميكانيكية. إذا تم استخدام الطاقة الميكانيكية لإنتاج الكهرباء، يسمى الجهازالمستخدم مولد الرياح أو شاحن الرياح. أما إذا تم استخدام الطاقة الميكانيكية لتشغيل الالات، مثل طحن الحبوب أو ضخ المياه، فيسمى الجهاز طاحونة هوائية أو مضخة هوائية. تطورت هذه الفكرة لأكثر من الف عام، في هذه الايام يتم تصنيع توربينات الهواء بشكل واسع وبأنواع مختلفة من التوربنات العمودية والافقية المحور. التوربينات الصغيرة تستخدم لتطبيقات مثل شحن البطاريات أو كطاقة احتياطية أو لابحار القوارب الصغيرة. أما الشبكات الكبيرة من التوربينات المتصلة أصبحت مصدر كبير لأنتاج الطاقة التي تخدم المباني التجارية .فأكبر توربينات الرياح يمكن أن تولد ما يصل إلى قوة 6 ميجا وات المقارنة بالوقود الأحفوري يولد ما بين(500 و 1300) ميجاوات، ومع تزايد القلق حول المشاكل البيئية وأهمها الاحتباس الحراري حيث تقترب نسب الوقود الأحفوري في النضوب فتعتبر الطاقة الريحية ذات اهتمام عالي باعتبارها مصدر للطاقة المتجددة الغير ملوثة للبيئة، وهو يشكل صورة أكثر فائدة في توفير ما يكفي من الطاقة لمناطق عديدة من العالم.والتوربينات الريحية هوجهازدوارة يستخرج الطاقة من الرياح.

2.3.3 طريقة عملها:

المكونات الرئيسية لتوربين الرياح أو عنفة الرياح هي مروحة ذات 3 شفرات محملة على عامود أو برجع الي، ومولد كهربائي يعمل على تحويل الطاقة الحركية للرياح إلى طاقة كهربائية . فعندما تمر الرياح على الشفرات تجعل المروحة تدور، وهذا الدور أن يدير المولد الكهربائي، وبذلك تتحول طاقة الرياح إلى طاقة كهربائية. تصميم الشفرات مصمم للإستفادة أكبر إستفادة من الريح. تعتمد كمية الطاقة الكهربائية المنتجة من توربين الرياح على سرعة الرياح وتصميم الشفرات؛ لذلك تنشأ عنفات الرياح التي تستخدم كهربائها لتشغيل المصانع أو للإنارة فوق أبراج؛ لأن سرعة الرياح تزداد مع الارتفاع عن سطح الأرض. ويتم إنشاء تلك العنفات بأعداد كبيرة على مساحات واسعة من الأرض لإنتاج كمية أكبر من الكهرباء لتغذية عدد كبير من المنازل والمصانع بالكهرباء.

3.3.3 مكوناتها:

مكونات عنفة رياح :

1/ القاعدة: وهي الجزء السفلي من العنفة الريحية الذي يصمم بشكل أساسي من أجل نقل الحمل الرأسي (الوزن الساكن) إلى الأرض،الأمرالذي يسمح عموماً بتوزيع الحمل.

2/ الصرة:

شفرات المروحة مصممة للاستفادة أكبراستفادة من سرعة الريح .

3/ مولد كهرباء: يقوم بتحويل طاقة الحركة إلى طاقة كهربائية.

4/ فرملة: تخفض من سرعة الرياح الشديدة، وتوقف المروحة عند حدوث عواصف.

5/ الحجرة المعلقة: فيها المحول الكهربائي وأجهزة أخرى من ضمنها ناقل حركة.

6/ أجهزة قياس سرعة الريح واتجاهه : هذه توجد في مؤخرة الحجرة المعلقة، وترسل قراءتها إلى المركزالرئيسي.

7/ محرك كهربائي: يقوم بتوجيه العنفة في اتجاها لريح.

8/ إلكتروني التحكم: تغير من وضع الشفرات محوريا، وتدير الحجرة المعلقة عن طريق المحرك الكهربائي، حتى تتخذ الحجرة المعلقة الاتجاه الأمثل للاستفادة من الريح.

- تنتج 6 عنفات 31 جيجا واط ساعي في السنة .

4.3.3 الأنواع:

1/العنفات الأفقية

2/عنفة أحادية الشفرة

وهي العنفات ذات الشفرة الواحدة

3/ عنفة ثنائية الشفرات

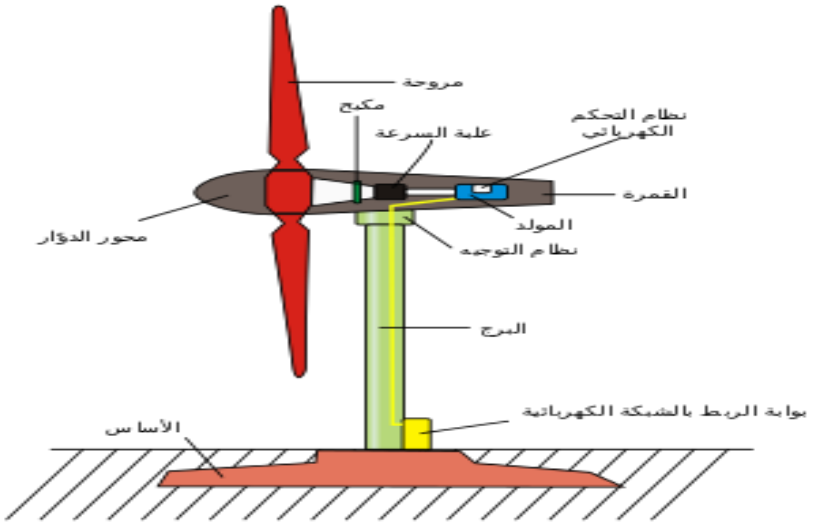
وهي العنفات ذات الشفرتين

4/ عنفة ثلاثية الشفرات

وهي العنفات بثلاث شفرات

5/ العنفات العمودية

(3-7) بعض الصور لتوضيح الانواع المختلفه للتوربينات



صورة (3-8) تركيب التوربين

4.3انواع الاحمال على المنشاءات المزودة بالتوربيناتالهوائية:

1.4.3الحمل الميت:

هو الحمل الناتج من الوزن الذاتي للمواد المكونة للمنشأة زائدا التشطيبات النهائية .

2.4.3 الحمل الحي:

هوالحمل الذي سيتعرض له المنشاة خلال الاستخدام ممكن ان تكون ساكنة او متحركة.

3.4.3 احمال الرياح:

هي الاحمال الناتجة من قوة الرياح على المنشأة وتزيد كلما زاد ارتفاع المنشأة.

4.4.3احمال جانبية ناتجة من التوربينات (اهتزازات).

5.3 الفرنديل :

عبارة عن عارضات شبكية خلافا للجملونات العاديه و هي ذات وصلات جاسئة تسمى عارضة الوترة المفتوحة تتكون فقط من أعضاء رأسية تربط بين الحبال العليا و الدنيا (الأعضاء) ,التى تكون متوازية أو شبه متوازية .

الأعضاء في الفرنديل تكون معرضة لعزوم إنحناء وإجهادات محورية وإجهادات قص خلافا للجملون التقليدي ذو الأعضاء القطرية الذي تتعرض فيه الأعضاء لقوة محورية فقط ,وهو مكلف مقارنة مع الجملون العادي وهو يستخدم في الحالات التى يكون فيها غير مرغوب

بالأعضاء القطرية , ويستخدم في الجسور كما انه أشتهر استخدامه في المباني التى فيها خدمات تحتاج لعمق كبير .

6.3التكلفه والمردود المالي:

القضية الأكثر انتقاد حول بناء المباني الصديقة للبيئة هو الثمن.الخلاياالشمسية، الأجهزةالجديدة، والتقنيات الحديثة تميل إلى تكلفة المزيدمن المال. تكلف معظم المباني الخضراء قسط من 2٪، ولكن العائد 10 أضعاف ما تنفقه على مدى حياة كاملة من المبنى العادي (بدون تقنيات بيئية). التوفير في الأموال تأتي من زيادة كفاءة استخدام المرافق العامة، التي تؤدي إلى انخفاض فواتير الطاقة من المتوقع أن مختلف القطاعات يمكن أن ينقذ 130 مليار دولار في فواتير الطاقة أيضا، وارتفاع إنتاجية العامل أو الطالب أوالطالبات يمكن أن يؤخذ في اعتبار المدخرات واستقطاعات التكلفة.وقد أظهرت الدراسات على مدى الحياة 20 عاما، بعض المباني الخضراء قد أسفرت عن توفير 53 إلى 71 دولار للقدم المربع. وتأكيدا على المردودية للاستثمارات في المباني الخضراء، وقدوجدت دراسات أخرى لسوق العقارات التجارية على ان المباني الخضراء المعتمدة تحقق إيجارات أعلى بكثير،وأسعارالبيع ومعدلات الإشغال، فضلا عن انخفاض معدلات رأس المال مما يعكس احتمال خفض مخاطر الإستثمار.

7.3المباني العاليه:

وتعرف بانها المباني التي لا يقل عدد طوابقها عن 13 طابق وارتفاعها يزيد عن 42 متر .

1.7.3تصنيف المباني العاليه:

كما ذكر سابقا في تعريف المباني العاليه فقد عرفت اما بحسب ارتفاعها النهائي او حسب عدد الطوابق الفعليه , فعلى سبيل المثال ف المدن الكنديه مدينه تورنتو الكنديه بخط الافق والنظم التخطيطيه المترابطه فقد تم تصنيفها على حسب ارتفاعها .

اما في مدينه ميامي الامريكيه فقد تم اعتماد عدد الطوابق كمعيار للمباني العاليه .

ويحسب عدد ادوار المبنى شامله :

- طوابق مواقف السيارات
- طوابق الخدمه
- طوابق الاخلاء

نهايات المبنى والأجزاء التجميلية فوق المبنى لا تحسب في عدد الطوابق وانما تحسب ضمن الإرتفاع الكلي للمبنى .

جدول (3-1) : التصنيف المعتمد للمباني العاليه :

النوع	التصنيف	أقصى ارتفاع	أقصى عدد طوابق
١	المباني العالية	لا يزيد عن ٧٤ م	بين ١٣ و ١٨ طابق
٢	المباني العالية جداً	لا يزيد عن ١٢٠ م	بين ١٩ و ٣٠ طابق
٣	المباني شاهقة الارتفاع	لا يزيد عن ٢٤٠ م	بين ٣١ و ٦٠ طابق
٤	المباني شاهقة الارتفاع جداً	يزيد عن ٢٤٠ م	أكثر من ٦٠ طابق

2.7.3 الأنظمة الإنشائية :

يمكن تقسيم غالبية المنشآت من حيث السلوك الاستاتيكيStatic Behavior, والتي تختلف طريقة التكوين وانتقال الأحمال إلى الأنواع التالية:

1- نظام الحوائط الحاملة Load Bearing Wall .

2- النظام الهيكلي الإنشائي Skeleton System, وينقسم إلى ثلاثة أنواع:

أ) الهيكل الإنشائي البسيط . وهوالشائع الاستخدام.

ب) الهياكل الإطارية Frames .

ت) الجملوناتTrusses.

3- النظام الإنشائي المركب.

4- الإنشاء على هيئة علب إطارية Box-Frame Structure.

5- المنشآت الفراغية Space Structure.

6- نظام القشريات Shell Structure.

7- النظام الإنشائي المعلق Tensile Structure

وسنتحدث بإختصار عن بعض الانظمه السابقة :

1.2.7.3 نظام الحوائط الحاملة:

يعد نظام البناء بالحوائط الحاملة Bearing Wall من أقدم أنظمة البناء, وقد تم تطوير هذا النظام ليصبح كما يلي:

1- القواعد الشريطية (أسفل الحوائط الحاملة).

2- الجدران الحاملة باستخدام الحجر أو الخرسانة أو الطوب الأحمر الفخاري الحامل.

3- السقف من البلاطات المصبوبة في الموقع مثل النوع الهوردي ذو الأعصاب الخرسانية أو من البلاطات مسبقة الصب.

وقد استعمل هذا النوع من الإنشاء بكثرة قبل أنتشار استعمال الخرسانة المسلحة.

تنتقل الأحمال الميتة والحية Live Loads&Dead من الأسقف سواء كانت خشبية أو مرتكزة على كمرات Beams من الصلب أو الخرسانة المسلحة إلى الحوائط, التي تنقلها بدورها بالإضافة إلى وزنها الذاتي إلى الحوائط التي تحتها, وهكذا حتى تصل الأحمال إلى الأساس المستمر تحت الحوائط, والذي يقوم بتوزيع الأحمال على طبقة التربة الصالحة للتأسيس. وقد تكون هذه الحوائط من الطوب أو الحجر أو الخرسانة.

2.2.7.3النظام الانشائي المركب:

يستخدم في المباني العالية فقط, وذلك لمقاومتة العالية للأحمال الجانبية. يتكون هذا النظام من نواة وهيكل.

هذه النواة تقاوم 90% من الأحمال الجانبية التي يتعرض لها المبنى, أما الهيكل فيقاوم 10%.

وفي هذا النظام يمكننا الاستغناء عن الأعمدة والاكتفاء بالنواة, بينما لا يمكننا الاستغناء عن النواة.

3.2.7.3 المنشآت الفراغية:

في هذا النوع من المنشآت يتم توزيع الأحمال والإجهادات في الفراغ, أي في الاتجاهات الثلاثة, وليس في مستوى واحد كما سبق. وتعمل الأساسات في هذه الحالة تحت نقاط الارتكاز للمنشأ, وتتحول فيها معظم الإجهادات إلى إجهادات في إتجاه السطح نفسه. ويشترط فيها ان يكون سمك السطح أو القشره صغير جداً بالنسبة لأبعاد الاسطح الأخرى.

وفي مثل هذه المنشآت لا يستعمل السطح العلوي للمنشأ في حمل أية أحمال خلاف وزنه الذاتي, مع أحمال الرياح وأحمال حية خفيفة للصيانة فقط, وعند دراسة طرق تكوين هذه السطوح هندسياً فسوف تكون المفاضلة بينها على أساس الناحية الجمالية والنواحي النفسية من جهة, والنواحي الاقتصادية من الناحية الإنشائية من جهة أخرى.

يصلح هذا النوع من المباني لدور العرض وقاعات المؤتمرات ومباني الاحتفالات وغيرها من الأماكن التي ينبغي ان تكون مفتوحه وغير مقسمه داخليا .

4.2.7.3نظام حوائط القص:

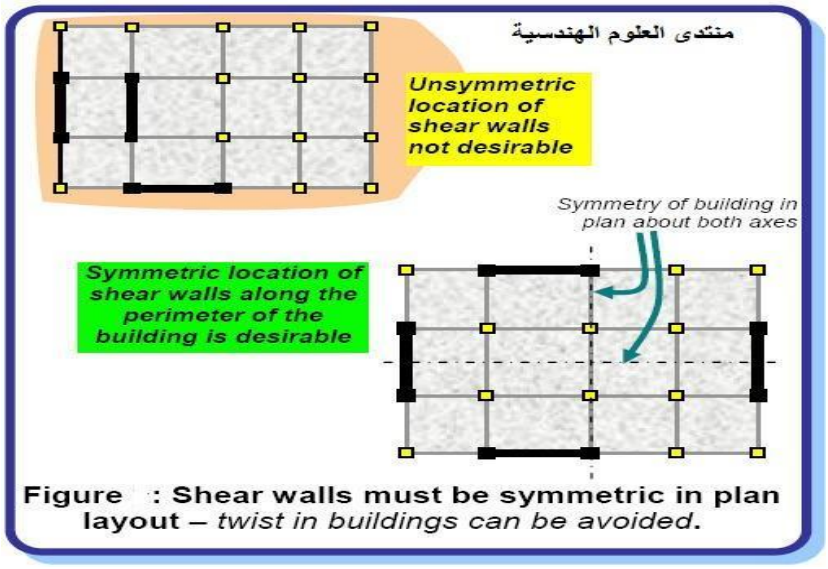
تتألف هذهالجملة من إطارات وجدران قص ويكون الاتصال بين عناصر السقف والأعمدة والجدران فيها اتصالاً صلباً.

وهي تتفوق على الجملتين المكونتين لها في مقاومة الزلازل لأن الجدران تعطيها قساوة تخفف من الحركة الأفقية، وتعطيها الإطارات مرونة تخفف القوى الزلزالية. وباستعمال هذه الجملة في المباني الخرسانية المسلحة أمكن الوصول إلى ارتفاعات زادت على 45 طابقاً .

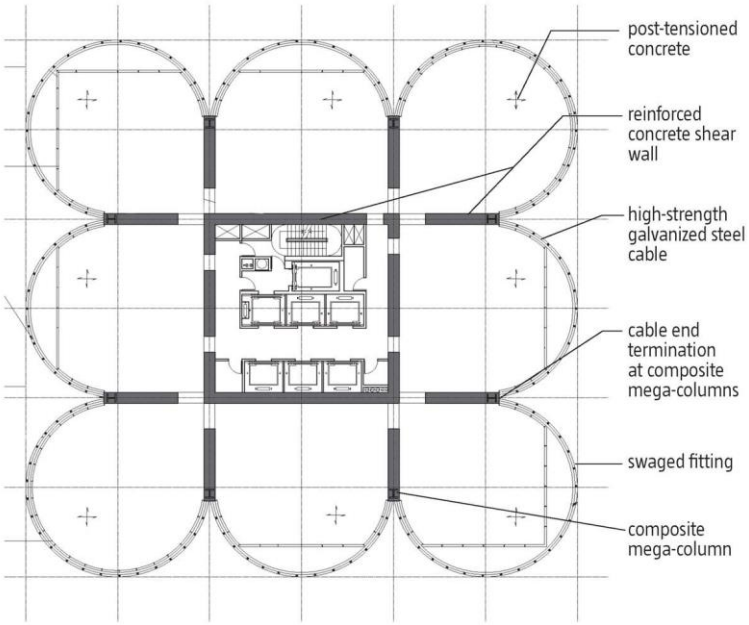
طبعاًكفايةجدران القص في المبنى، هو أمر لا يمكن معرفته إلا من خلال النمذجة الفراغية للمبنى وتحقيق هذه الجدران تحت تأثير الحمولات الأفقية المطبقة.

5.2.7.3الوضعية الأمثل لجدران القص:

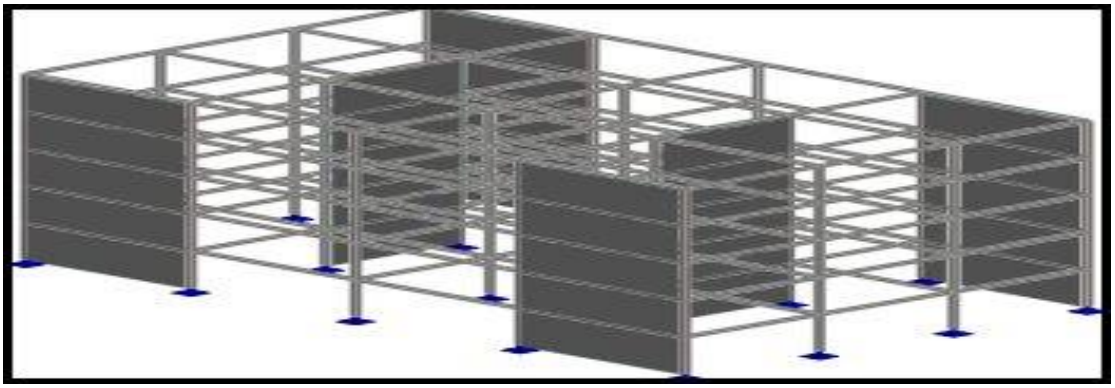
- توضع على محيط المبنى قدر الإمكان أي الابتعاد عن المنتصف.
- الحفاظ على مركزية الجملة الإنشائية في المبنى.. حيث أن المركزية تعني انطباق مركز الكتلة للمبنى على مركز الصلادة.
- ان تكون بشكل متماثل (متناظر)
- الداخلية منها (جدران المصاعد) ان تكون في مركز البناء (المسقط)
- ان تكون بالاتجاهين موزعةx,y
- ان تكون مستمرة من الاساسات حتى أعلى المبنى.



صورة (3-9)توضح الشكل المرغوب فيه توزيع جدران القص في المسقط (من حيث التناظر وعدمه)



صورة(3-10) كيفيه توزيع الجدران



صورة (3-11) مسقط ثلاثي الابعاد لتوزيع جدران القص

6.2.7.3الزلازل وجدران القص:

جدران القص تعتبر من العناصر الإنشائية الاساسية في تصميم الابنية المقاومة للزلازلحيث يستخدم جدار القص shear wall - لمقاومة القوى الافقية الناتجة عن الزلازل وعن قوى الرياح,ويكون الحديد الرئيسي في الحائط هو الحديد الافقي,ويتم حساب الاحمال الفقية لكل طابق على حدة ويتم تحويلها الى قوة مركزة تكون بمستوى العقدة ويتم حساب مقدار القوى الافقية التي يحملها كل حائط ويتم تصميم الحائط بناءا على ذلكيجب أن يُعلم بأن الاهتزازات الزلزالية ينجم عنها قوى أفقية وأخرى رأسية ولكن في أغلب الأحيان لا تؤخذ القوى الرأسية في الحسبان أثناء التصميم الإنشائي وذلك لأن متانة المباني "Structural Stiffness" في الاتجاه الرأسي تكون دائماً أضعاف المتانة في الاتجاه الأفقي، لهذا تعتبر القوى الناجمة عن الحركة الأفقية المفاجئة للأرض (نتيجة لخاصية الخمول الذاتي للمبنى) هي القوى الأكبر ضرراً على المبنى وينتج عنها تغيرات غير مرنة "Inelastic Deformations " في الشكل الهندسي لمكونات الهيكل البنائي، ويمكن الاستفادة من خاصية التغيرات غير المرنة هذه في امتصاص الطاقة

الناجمة عن الهزة الزلزالية. لذلك فإن كافة قوانين تصميم البناء المقاوم للزلازل تتطلب أن يصمم المبنى بمواصفات معينة بحيث يمتلك قدراً كافياً من خاصية امتصاص الطاقة. تدعى هذه الخاصية بالمرونة "Ductility:m" ويمكن تعريفها بأنها قدرة الهيكل البنائي على امتصاص الطاقة الزلزالية من خلال التغيرات غير المرنة في العناصر الإنشائية دون أن تفقد هذه العناصر قدرتها على تحمل القوى التي تصل إليها لاحقا، ويمكن حساب قيمة المرونة m بدلالة القيمة العظمى لتغير الشكل الهندسي للعنصر البنائيDmaxوالقيمة المحسوبة عند بداية التغيرات غير المرنة Dyباستخدام الصيغة التالية :

$$M = Dmax * D y$$

تتضح أهمية هذه الخاصية في حالة جدار القص الإنشائي المحمول على عدد من الأعمدة حيث ينتج عن الحركة الأفقية للأرض قيم عالية من عزم القص وعزم الانحناء في نقطة التقاء الأعمدة مع الجدار [وهو ما يعرف بتركيز القوى نتيجة لعدم استمرارية الشكل الهندسي أو المتانة الإنشائية أو كتلة الجسم [2] .Geometric Discontinuity[2]

7.2.7.3 سلوك وتصميم جدران القص المترابطة:

"Coupled Shear Walls":

تتميز هذه الجدران بقدرتها العالية على امتصاص الطاقة الزلزالية من خلال آلية قص الانزلاق "Sliding Shear"الذي يتمركز في مناطق الارتباط بين الجدران المتقابلة كما يتضح من الشكل .3-1فلو افترضنا أن التوازن بين عزم الانقلاب" Overturning Moment" ومقاومة الجدران لهذا العزم يتحقق من المعادلة التالية :

$$Mo = M1 + M2 + Tl$$

فينبغي تصميم منطقة الارتباط بين جدارين متقابلين وفق مواصفات معينة تتحقق بواسطتها آلية قص الانزلاق. وقد دلت بعض الاختبارات التي أجريت على هذه الجدران على ما يلي :

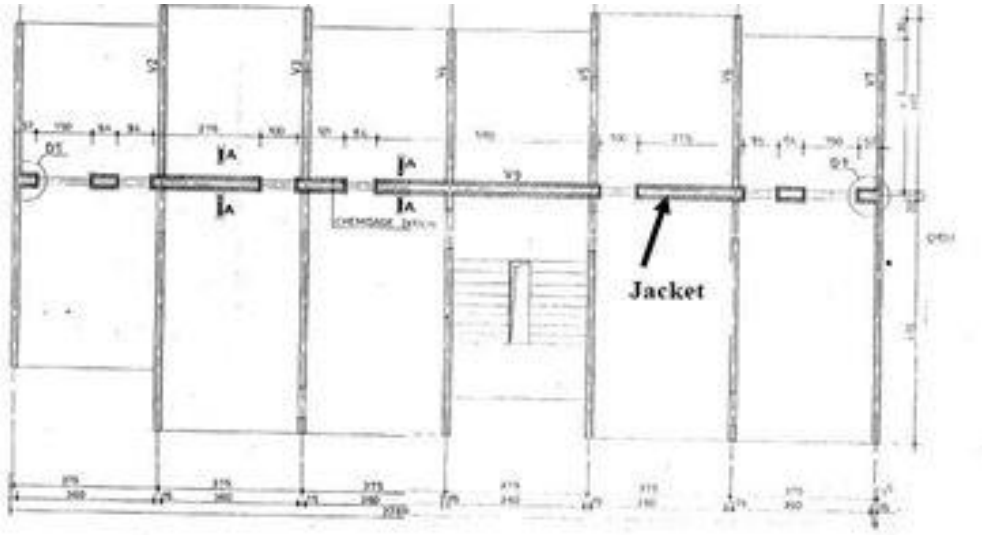
(1)التصميم الأمثل للعتبات الرابطة بين الجدران يتطلب أن تكون قصيرة وعميقة بحيث لا تقل فيها قيمةTl عن 67% من عزم الانقلاب

(2) آلية قص الانزلاق في العتبات الرابطة لا تتحقق بقدر كافٍ باستخدام الأطواق العادية، ولذا لابد من استخدام التسليح المائل المزود بأطواق حلزونية لكي يحول دون تكون آلية قص الانزلاق الرأسي التي تجعل فائدة هذه العتبات من اجل امتصاص الطاقة الزلزالية غير كافية .

8.2.7.3كمـرة الربـط Coupling Beam - وجدران القص:

الهدف من الجسر الرابط أو كمرة الربط spandrel - Coupling Beam - هو ربط جزئي جدار القص shear wall عند وجود فتحات في الجدار وبالتالي فان قسمي الجدار يعملان معا ضد الاحمال الجانبية (الرياح والزلازال)وهي تستخدم عندما يكون لدينا فصل فيجدران القص بسبب الفتحات (المصاعد في الواجهة التي بها ابواب ، الجدران الحاملة للسلم ، الواجهات الخارجية والتي بها فتحات).

ويمكن ان تكون كمرة الربط coupling beam من حديد التسليح بشكل قطري وافقي مع كانات حديد Steel concrete coupling beam والذي يسمى Composite coupling beam وعادة يتم استخدام مقطع I Beam .



صورة (3-12) توضح كمرة الربط وجدران القص