(أعداد : د.چيا حسين محمد)

المبنى العالى High rise building

المبنى العالى :هو المبنى الذى يتاثر تصميمه وتشغيله ووضيفة وخداماته و علاقاته مع البيئة المحيطة بالارتفاع العالى ...

استعمالاتها: التجارى وادارى اكثر شيوعا بنسبة 50% و الابنية السكنية و الفنادق و الاقسام الداخلية ياتى بدرجة الثالثة و نسبة 25% و25% لاستعمالات اخرى.

كانت اول الفكرة لبناء المبانى العالية يعود الى الروم و ذلك بسبب ازدياد فى عدد السكان التى يبلغ مليون نسمة فى روما و لكن بسبب عدم توفر تقنيات متقدمة لم يتمكن لبناء ذو طوابق كثيرة

اسباب ظهور المبانى العالى :
العوامل التى ادت الى ظهور المبانى العالى كثيرة و لكن يمكن تصنيف هذة العوامل على مجموعتين :
أ- العوامل المادية ب- العوامل لامادية او (المعنوية)

العامل المادى : بعد اكتشاف القارات و استقرار الانسان بعد الحروب و لاسيما الحرب العالمية الاولى و الثانى بدء عدد الانسان ينمو و يزيد فى العالم و هذا اثرت بشكل سلبى على السكن وارتفع اسعار العقارات بحيث يصعب حصول على مكان ملائم لعيش فيها بسعرمتوسط و ايضا هذا النمو فى العدد اثرت على الاراضى زراعية و استغلالها فى مجال اسكان و هذا المشكلة يكون تاثرها تختلف من الدول الى اخرى و هذا يعتمد على مساحة الدولة و عدد افرادها ففى دول الصغيرة مثل اليابان التى يكون مساحتها محدودة بسبب هذا بدء لانسان يفكر حتى وصلو الى الحل و هو استعامل المساحة العمودية بدلا من استعمال المساحة الافقية هذا من ناحية ,

و من ناحية اخرى حاجة الانسان لتجميع بعض الفعاليات فى المبنى واحد مثلا التجارى مع الدارى و المبنى الحكومية ساهم فى ظهور ناطحات السحاب .
و التكنلوجيا له دور مهم جدا لوصول الانسان الى حلومه فى بناء المبانى العالية و هذا ما نراه عندما و ظهر الحديد الذى نتحدث فيها بشكل التفصيلى فى استعمالاتها فى مجال المنشا المبانى عالية و هذا يمثل الثورة فى بناء المنشاءات و ظهور المصعد ايضا له تاثير فى ظهور sky scraper

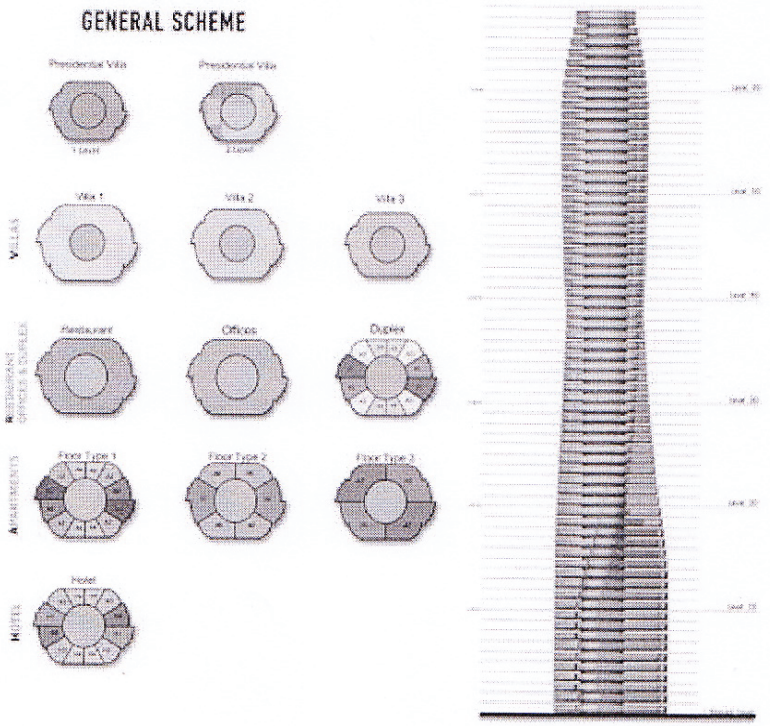
ب- العامل لامادى : من هذه الناحية لعب السياسة دور مهم فى بناء المبانى العالية و هذا لاظهار عظمت هذه الدولة فى مجال تقنيات البناء و شعور بالسلطنة الحكومة و خاصة فى المبانى الحكومية و اذا نظرنا الى ماضى فنجد مثلا العمارة المصرية التى يكون المبانى كبيرة جدا وهذا يعبر عن نضام الحوكم التى يكون اقرب الديكتاتورية

ناطحة السحاب من طوابق دوار بشكل مستقل

ستحتضن مدينة دبي الراقية قريباً ناطحة سحاب فريدة من نوعها، ارتفاعها 250 متر، تتألف من طوابق دوارة ومنفصلة عن بعضها البعض ما يمكنها في الدوران بصورة مستقلة. وتستمد ناطحة السحاب "الإماراتية" الطابع طاقتها من الشمس والريح.

وخُطط لهذا المشروع الذهبي بإيطاليا، بالتحديد في مدينة" فلورانس". وابتكر ناطحة السحاب هذه السادة "ديفيد فيشر (David Fisher) "و"فابيو بيتاتسي (Fabio Bettazzi) "و"ماركو سالا (Marco Sala) " بالتعاون مع "ليزلي روبرتسون (Leslie Robertson) "وهو المهندس الأميركي الذي اختلق المجمّع (World Trade Center) بمدينة نيويورك.

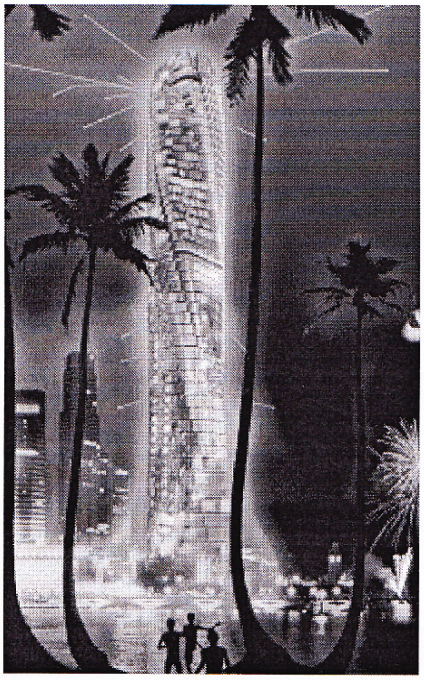
وستتألف ناطحة السحاب من طوابق(دوار بشكل مستقل) سيحوي كل واحد منه شقة. وسيدور كل طابق حول نفسه أفقياً بسرعة بطيئة جداً كي لا يسبب الإزعاج لمن يقيم داخله، الذي لن يشعر بالحركة الدائرية وسيتمتع برؤية شروق الشمس من غرفة النوم كي يتلذذ بوجبة العشاء مسبحاً رب العالمين أمام غروبها. وسيتم توليد الطاقة الكهربائية التي تحتاج إليها ناطحة السحاب عن طريق مجموعة من المراوح سيجري تثبيتها في المساحات الفارغة بين الطوابق. وستستغل هذه المراوح قوة الرياح وكأنها طواحين هوائية. علاوة على ذلك، سيولّد كل طابق من ناطحة السحاب الطاقة بدوره، عن طريق دورانه بفضل قوة الريح. أما الألواح الشمسية فسيتم تركيبها على سقوف كل طابق لتحويل أشعة الشمس الى طاقة كهربائية. لذا، لن تولد ناطحة السحاب" الإماراتية" الطاقة التي تحتاجها فحسب إنما ستبيع الكهرباء الى مؤسسات الطاقة المحلية. ويقدر الخبراء الإيطاليون بأن ناطحة السحاب ستجهز تلك المؤسسات بحوالي 190 كيلوواط من الطاقة، سنوياً، التي تصل قيمتها السوقية الى أكثر من سبعة ملايين يورو



إن ناطحة السحاب الدوارة بالكامل، التي ستُبنى بإمارة دبي، هي الأولى من نوعها في العالم. كما يتمتع هيكل المبنى بدرجة عالية من المقاومة والمرونة(أو التمغّط (Elasticity ما يجعلها مقاومة للزلازل.

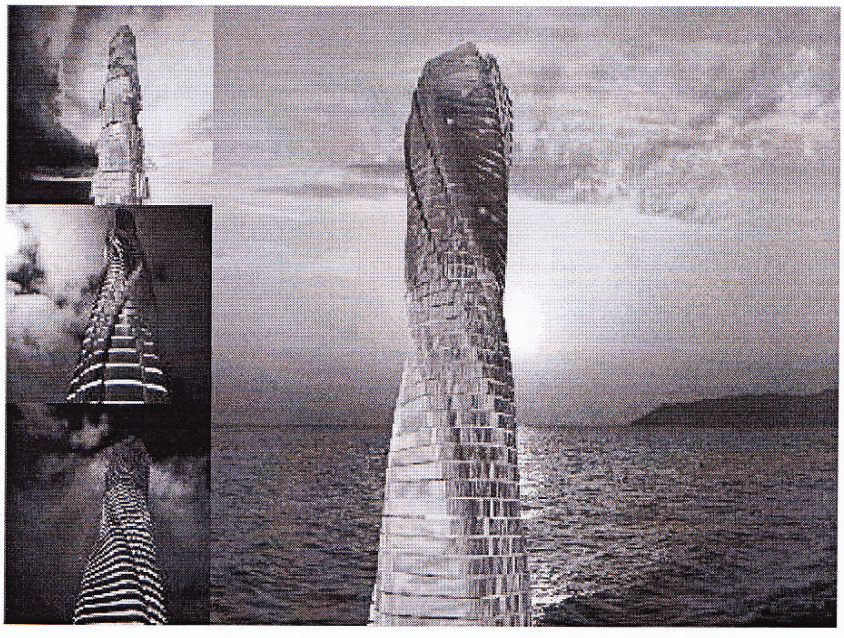
وسيكتمل بنائها بعد سنتين ونصف السنة تقريباً. وستصل كلفة بنائها الى نحو 500 مليون دولار. وستُبنى نواة ناطحة السحاب من الإسمنت المسلح. والطوابق جاهزة وستركب فوق بعضها البعض بصورة "ميكانيكية" بما فيها التجهيزات الكهربائية الداخلية وأنابيب المياه. هكذا، يمكن تجميع كل طابق على حدا في غضون أيام معدودة.
اطلق عليها اسم 'اقتراح التناوب في برج' بناء على اساس_ ' ديناميه الهندسه المعماريه ' مفهوم فلورنسي به المهندس المعماري ديفيد فيشر هو الاول من نوعه ، وتحديد الا تجاه .ليس فقط ان يكون الرائد ، وديناميه لبناء الهيكل الذي سيكون دائما في اقتراح تغيير شكله مع كل طابق قادرة على النتائج الا يجابية ، والتحرك بالتناوب 360 degress مستقلة عن بعضها البعض ، كما سيكون قادرا على توليد طاقة كهرباءيه تكفي لنفسها وكذلك لل غيرها من المباني المحيطة بها على الأقل 48 التوربينات الريحيه ان تركب كل بالتناوب بين الطوابق وكذلك يمكنها من الالواح الشمسيه على سطح المبنى التي سوف تنتج الخالى من التلوث والطاقة من الرياح وضوء الشمس .اي سمعيات القضايا تحل عن طريق التصميم الحديث للمبنى والكربون والألياف الخاصة على شكل اجنحه .والكلمه الوحيدة بالتناوب في بطء نحو 6 أمتار أ دقائق ، حتى ان الضيوف داخل الارجح انه لن يشعر

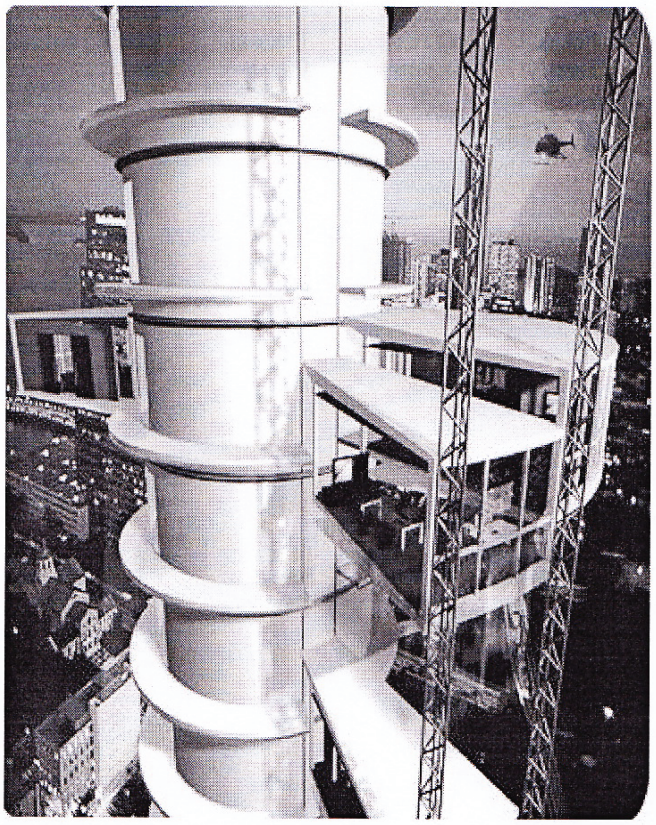
التناوبيه البرج هو في الواقع برج مركزي مع ملموسة الاساسية محاطه 59مستقل بالتناوب المستويات .كما ستكون اول ناطحه سحاب بنيت مع النظم الصناعية العملية ، حيث 90 ٪ من مواد البناء وسيتم انتاج وتشييد وحدات كما في حالة الاستخدام الصناعى للمصنع الذي انشئ في ميناء جبل علي .هذه الوحدات الجاهزه وعندئذ سيكون شحنها الى موقع البناء وبعد ذلك تجمع على المركزية الاساسية ، الا ان الجزء سيبني على الموقع باستخدام التقنيات التقليديه لبيت الراحة هامة ساكنة مثل المصاعد والسلالم ، والسباكه وغيرها من المرافق .في كل طابق من البرج سيتكون من 48 من هذه المصانع وحدات ادلى ستصل في الموقع الوظيفي وانتهت تماما مكتفية بذاتها مع الكهرباءيه ، والسباكه ، وكذلك انظمة تكييف الهواء جاهزه للاستعمال .الوحدات وعندئذ سيكون ميكانيكيا المجتمعين في معدل من طابق واحد كل ثلاثة ايام

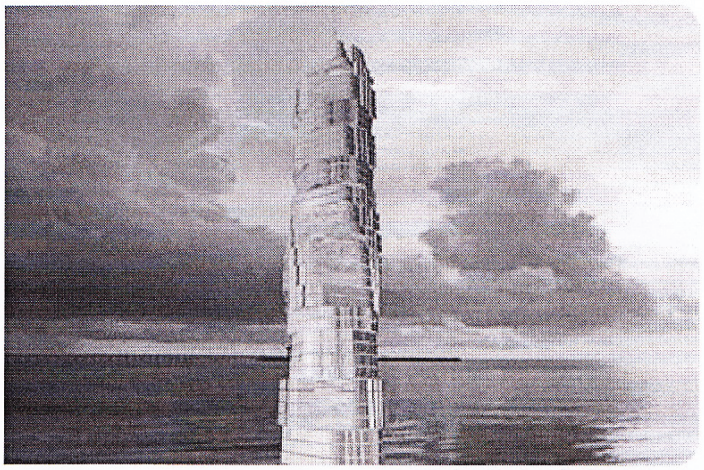


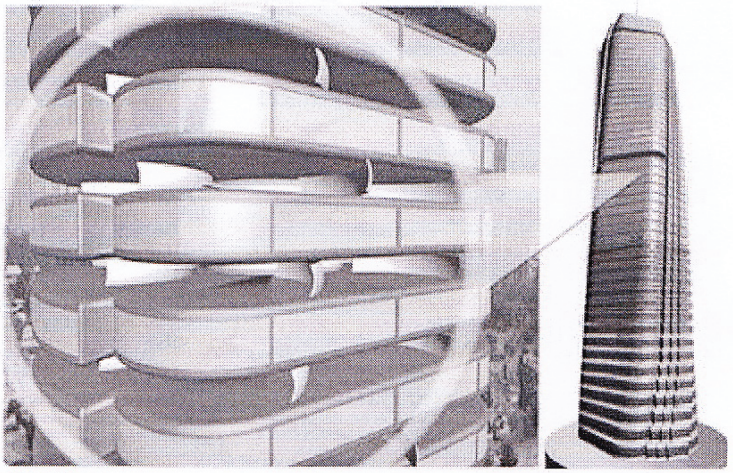
سيكون .عند الانتهاء منها ، التناوبيه برج ناطحه السحاب سيتعين 68 طابقا وسيكون 313 متر (1027 قدم) عالية كل مجموعة .هناك 6 نجوم الفنادق والمكاتب والشقق من مختلف الأحجام بالإضافة إلى خمس فيلات على الطابق العلوي سقف .من الفيلات وسيتعين على موقف معين في نفس الطابق مع المركبات جلبت هبوطا وصعودا في المصاعد الخاصة البرج ايضا ان يكون قابل للسحب مهبط ، منبرا ان .(فيلا سيكون لها ايضا مسبح ، حديقة والعربية (البرلمان ""السقيفه ستمتد من شل للبناء في الرابعة والستين الكلمه في لحظة الهبوط ، وبالتالي الحفاظ على ديناميه جماليه الهندسه المعماريه للبرج.

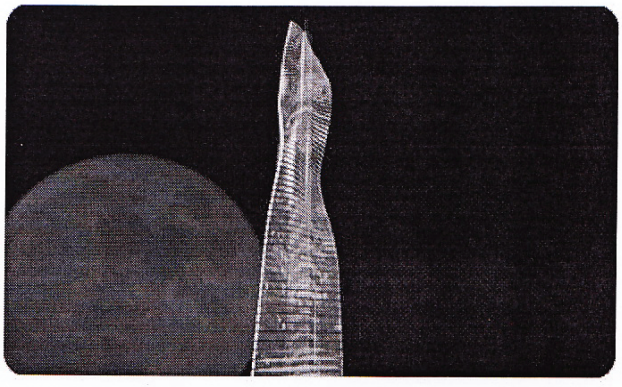
اذا كنت لا تستطيع ان نتصور كيف يمكن ان يكون هذا البرج لا نهاية لها من جانب الاشكال ديناميكيه التناوب طوابق لتتكيف مع محيطها ولكن ايضا الى احتياجات المستأجر والمستأجر في النزوات ، والفيديو التالية قد تساعدك











أهم التوصيات و الضوابط للتغلب على خطر الزلازل وتأثيرها على المباني

§ تخفيف الوزن الميّت للمنشأ قدر المستطاع لأن القوى الزلزاليّة تزداد بزيادة وزن المنشأ.

§ تحقيق التماثل لأشكال المباني في المساقط الأفقية و الرأسية، وان تعذر تحقيق ذلك لأسباب معماريّة أو بسبب طبيعية شكل الأرض فيمكن استخدام الفواصل الزلزاليّة و في حالة صغر مساحة قطعة الأرض يكون الحل الأمثل بضبط توزيع العناصر الانشائية الرأسية بحيث يتم تأمين توزيع متماثل لصلابات العناصر الانشائية و خصوصا في الجدران الخارجية.

§ تأمين توزيع متماثل للكتل أفقيا و رأسيا.

§ توزيع العناصر الانشائية الرأسية (الأعمدة و الجدران) بشكل متماثل حول المحورين Y و X و يفضل استخدام نظام الشبيكات في التوزيع، وان تعذر ذلك لأسباب معماريّة يجب مراعاة أن لا تزيد الفروقات بين أبعاد الفتحات المتتالية للأعمدة و الجدران عن 20.%

§تأمين استمرارية العناصر الانشائية و الصلابات بشكل متماثل من الأسفل الى الأعلى، ويسمح بحصول اختزال تدريجي لصلابة العناصر الانشائيّة الرأسيّة بما يتناسب مع اختزال مقاطعها كلما اتجهنا من أسفل الى أعلى.

§ اذا كان ارتفاع المبنى يزيد عن 4 أضعاف عرضه يوصى بالالتزام بالتصميم الزلزالي الخاص بالمباني البرجيّة.

§ وعند استخدام الفواصل الزلزالية سواء بين أجزاء المباني الجديدة (بهدف تحقيق التماثل أو أي أسباب انشائية أخرى) أو بين المباني القديمة القائمة والجديدة، فيجب في كلتا الحالتين تأمين مسافة كافية لعرض الفاصل الزلزالي لها علاقة بارتفاع المبنى و نوع النظام الانشائي المستخدم وذلك تجنبا لتصادم المبنيين أو جزئي المبنى المتجاورين.

§تأمين ترابط الحجر مع الخرسانة باستخدام الوسائل المناسبة و ذلك تجنبا لسقوطها في حالة حصول زلازل و خصوصا في المباني التي يزيد ارتفاعها عن 4 طوابق.

§ تجنب البناء على الأراضي شديدة الا نحدار و خصوصا تلك التي تتكون تربتها من صخر فكاك.

§ تجنب البناء على الأراضي المنحدرة ذات التركيب الجيولوجي القابل للانزلاقات (مثل التربة الطينية و الكلسية و الحوريّة) حين تشبع بالرطوبة، علما أن هذا النوع من الأراضي مرشح لاثارة المشاكل والانزلاقات حتى بدون هزات أرضيّة، وذلك نتيجة الاستحدام الخاطئ للأراضي و الناتج عن الحفر و القطع و البناء.

§ تجنب استخدام أو تشكيل الطابق (أو الطوابق (الرخو أو الضعيف. و هو أن يكون طابق أو أكثر في المبنى مكونا من أعمدة فقط بدون جدران وبقيّة الطوابق تحتوي على جدران محمولة أو حاملة من الخرسانة المسلحة، وان تعذر تجنب ذلك لأسباب معمارية أو وظيفية كطابق الكراج مثلا، فيمكن اضافة عدد مناسب من الجدران و توزيعها بشكل متماثل في المسقط، وفي حالة عدم امكانية تحقيق ذلك فيجب تصميم المبنى وفق التحليل الانشائي الديناميكي الخاص.

§ تجنب استخدام الطيران أو نظام البلكونات في المباني و خصوصا اذا كانت الطيرانات كبيرة و عليها أحمال ميتة عالية، و ان تعذر لأسباب وظيفية أو معمارية فيجب الالتزام بطرق التصميم الخاصّة.

§الانتباه للأعمدة القصيرة أو لظاهرة تشكيل الأعمدة القصيرة، والتي تكون عرضة للقوى القاصة الزلزالية

العالية، وان تشكلت هذه الأعمدة لأسباب معمارية يوصى بتأمين مقاومة كافية للقوى القاصة من خلال تكثيف خاص للكانات، وتأمين نوعية عالية للخرسانة ومن الامثلة على تشكيل الأعمدة القصيرة فان المنطقة التي تفصل نافذتين متجاورتين في الجدار الواحد تعتبر عمودا قصيرا.

§الاهتمام بالجدران الخارجية الخرسانية أو الخرسانية المسلحة أو جدران الخرسانة والحجر، وذلك من خلال تأمين تفاصيل التنفيذ المناسبة و تحقيق التماثل نظرا لتأثيرها الكبير و المميّز على تصرف البناء تحت تأثير الزلازل.

§عند استخدام الاطارات الخرسانية المسلحة يجب الالتزام بتحقيق العلاقة بين الأعمدة و الجسور" و ذلك بتصميم عمود قوي وجسر أقل قوة أو ما يقال علميًا عمود قوي و جسر ضعيف، وفي هذه الحالة هناك حاجة لاستخدام أشكال وأبعاد مناسبة للأعمدة و اعتماد ضوابط خاصّة.

§تكثيف الكانات في أطراف الأعمدة والجسور.

§تأمين استمرارية كانات الأعمدة في منطقة تقاطع الجسور مع الأعمدة، بل يفضل تكثيفها واستبدال قطر 8مم بقطر 10مم.

§لتجنب حصول اجهادات اضافية معقدة في العناصر الانشائيّة للمبنى يجب تأمين صلابة (جساءة) كافية لقاعدة المبنى، و ذلك باستخدام أساسات ذات صلابة عالية بما يتلاءم مع نوع التربة، فمثلا اذا كان نوع التربة يسمح باستخدام القواعد المنفصلة ففي هذه الحالة يجب توفير صلابة عالية لجسور الربط الارضية بين القواعد.

§استخدام الجسور الساقطة (Drop Beam) قدرالمستطاع مع تخفيف استخدام الجسور المسحورة.

§ تجنب مرور خطوط التمديدات الصحيّة و غيرها من خلال العناصر الانشائيّة الرئيسية الأفقية و الرأسية، مع استخدام تشكيلات غير انشائية خاصّة بهذه التمديدات كالمناور.

§ تجنب أخطاء التنفيذ و هذا يتطلب عدة أمور, أهمها:

?ربط الكانات بشكل جيد حتى تبقى في مكانها أثناء عمليّة التنفيذ.

?تأمين طول كاف لحديد التشريك.

?ضبط خط مسار الحديد الطولي وخصوصا في أطراف العناصر الانشائية و في مناطق التقاطعات.

?صب الخرسانة حسب المواصفات كعدم صب الخرسانة من ارتفاعات أكبر من المسموح به" و ذلك حتى لا تتفكك ويحدث (انفصال حبيبي.(

?تأمين الشاقوليّة للعناصر الانشائية الرأسية.

تقويم وتدعيم المباني الواقعة في المناطق الزلزالية

مقدمة:

عندما نلقي نظرة سريعة على الخارطة الزلزالية للعالم نلاحظ أن أجزاء كثيرة منها تتعرض لزلازل مختلفة الشدة : كبيرة، متوسطة وضعيفة [1,2,3]. ولقد حصل مؤخراً نشاطاً زلزالياً بشدات متوسطة في منطقة الشرق الأوسط وتأثرت بها سوريا، و هذا مبين في الكود العربي السوري لتصميم و تنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة لعام 2004 [16]، حيث يتم تقسيم سوريا إلى سبع مناطق وفقاً للخارطة الزلزالية السورية الواردة في الملحق (د) والجدول (هـ) من هذا الكود .

من هنا كان لابد من الاهتمام بموضوع الحماية الزلزالية عند تصميم منشآتنا اللاحقة لمقاومة الزلازل وحماية المباني والمنشآت القائمة عن طريق تقويتها وإعادة تأهيلها لتصبح قادرة على تحمل القوى الزلزالية و ذلك اعتماداً على النتائج التي يتم إعدادها في تقرير سابق يبين كفاءة كل منشأ قائم لوحده . هذا التقرير يناقش مجموعة معايير التقويم الزلزالي سواءً كانت وصفية سريعة تهدف إلى تحديد مواقع الضعف في المنشأ و تشكيل تصور أولي عن واقعه، أو تفصيلية مستندة على دراسات و تحليلات دقيقة تحدد قدرات التحمل الفعلية للمنشأ و لعناصره كافة [7,9,11,12,13,14,15,16].

في الواقع، أن مفهوم الحماية الزلزالية يهدف إلى الحفاظ على الحياة البشرية، وحماية الهيكل الحامل للبناء أولاً، وتأتي سلامة العناصر غير الإنشائية بالدرجة الثانية. وعند حصول زلزال قدره عالياً نسبيا فإنه يمكن أن يسلم هيكل البناء دون حصول أضرار تذكر، بينما نلاحظ انهيار شبه كامل للعناصر غير الإنشائية. وانطلاقاً من أن هذه العناصر غالية جداً، وبانهيارها أيضا يتم إيقاف مؤقت لاستثمار البناء الذي بدوره يسبب خسائر مادية وحيوية خاصة للمؤسسات الحيوية سواء كانت خدمية أم إنتاجية فإنه أمر جوهري الاهتمام بهذه العناصر.

فلسفة التصميم الزلزالي:

إن التصميم المقاوم للزلازل يختلف بالتأكيد عن التصميم الكلاسيكي المقاوم للحمولات الأخرى التي تتعرض لها المنشآت كقوى الجاذبية الأرضية و الرياح ... فعلى سبيل المثال نذكر بعض المؤشرات التي تجعل من التصميم المقاوم للزلازل مميزاً عن التصميم المقاوم للرياح: القوى تابعة لتوزيع الكتل (قوى عطالة)، ترتبط القوى الزلزالية بالصلابة الإنشائية والمطاوعة (تابع للحالة التشوهية)، الحمولات متناوبة، وسرعة تطبيق الحمولة في حالة الزلازل كبيرة جداً، وفترة تطبيقها صغيرة (5-45 sec).

بالرغم من التطور السريع والفهم الجيد للسلوك الإنشائي للمباني المعرضة لأفعال زلزالية فإنه يوجد فوارق كبيرة في معظم البلدان بين نظريات الهندسة الزلزالية وتطبيقاتها وذلك على المستوى التصميمي والتطبيقي، فنلاحظ مثلا الكثير من الأبنية المتضررة أو المنهارة نتيجة عدم احترام ما ورد في الكودات الزلزالية العالمية: انهيارات نتيجة اعتماد الطابق الأرضي اللين، انهيارات نتيجة التطويق السيئ للتسليح الطولاني في الأعمدة، وانهيارات في عقد الوصل الضعيفة (المناطق الحرجة).

إن آليات الانهيار السابقة لا توافق قطعا فلسفة التصميم الزلزالي التي تهدف إلى رفع الكفاءة الإنشائية و تحسين سلوك العناصر من خلال التركيز على مفهوم المطاوعة بدلا من الاعتماد على مفهوم المقاومة فقط، حيث أضحت الاستجابة الإنشائية الغير مرنة حقيقة حية للتصميم الإنشائي المقاوم للزلازل [1,2,3,6,7,12,13,14,15]. ويتم البحث عن مواقع معينة في العناصر الإنشائية لإحداث تشوهات انعطاف غير مرنة (مفاصل لدنة)، مع تأمين مقاومة جيدة على القص أكبر من المقاومة المطلوبة للانعطاف بهدف تجنب أنماط الانهيار الهشة الناجمة عن القص، ولقد بات معلوماً أن التعامل مع الزلازل في الطور المرن غير اقتصادي وغالبا ليس ضروري" ففي المناطق ذات الشدات الزلزالية العالية يمكن أن يولد التجاوب المرن تسارعات جانبية عالية تصل لحد (1.0 g). وأن الكلفة الناجمة عن تأمين المقاومة المطلوبة لمثل هذه القوى باهظة جداً لدرجة غير معقولة.

فيما يلي نذكر أهم العوامل المؤثرة عند تصميم المنشآت والمباني المقاومة للزلازل:

- الخطر المقبول المرتبط بتردد الزلازل: تصميم المنشآت الهامة كالجسور و المشافي على شدات زلزالية كبيرة بعكس المباني السكنية مثلا (تكرار الزلازل العنيفة أقل من الزلازل الضعيفة) [4].
- اعتبارات اقتصادية: يتغير اختيار الشدة التصميمية من بلد إلى آخر لأسباب مختلفة مثل الكلفة الأولية للإنشاء، تكاليف الصيانة، الخسارة الناجمة عن تدهور حالة البناء قيد الاستثمار و تكاليف الضمان.
- أهمية البناء والعواقب الناجمة عن تضرره أو انهياره: محطة نووية مقارنة ببيت سكني مثلا.

ويتم حساب القوى الزلزالية التصميمية بطرق مختلفة نذكر منها [1,2,3,5,6,7,8,10,12,13,14,15,16]:

تحليل ديناميكي غير مرن، أطياف الاستجابة (تراكب الأنماط) ، أو التحليل الستاتيكي المكافئ . و هذه الأخيرة سهلة الاستخدام، أكثر انتشاراً في المكاتب الهندسية عندما تكون الأبنية المدروسة منتظمة أفقياً و شاقولياً، وهي موجودة في معظم كودات البناء العالمية. وتفترض هذه الطريقة ما يلي:

- تملك المنشآت مستوى محدد للمطاوعة يعمل على تخفيض القوى الزلزالية بسبب نشر الطاقة أثناء تشكل التشوهات الغير مرنة (عامل تخفيض من 3 إلى 4).
- تعتمد دور الاهتزاز الطبيعي لنمط الاهتزاز الأول.

يرتبط عامل القص القاعدي بجملة من العوامل التي تمثل كل من : المنطقة الزلزالية المدروسة، أهمية المنشأ، السلوك اللامرن للمنشأ، استجابة المنشأ الديناميكية للاهتزازات الناجمة خلال زلزال ما، و أخيراً العامل المتعلق بالتفاعل المشترك بين المنشأ و تربة التأسيس . و على سبيل المثال تتراوح قيمة هذا العامل بين 4% كقيمة أصغريه للإطارات المطاوعة المقامة على أرض صلبة و 16% كقيمة أعظمية تخص الإطارات غير المطاوعة.

و تحسب قوة القص القاعدية كحاصل جداء عامل القص القاعدي بوزن الحمولات الدائمة و الإضافية الداخلة في تحديد الفعل الزلزالي. و توزع على ارتفاع البناء باعتماد نمط الاهتزاز الأول الذي غالبا ما يكون خطيا للأبنية التي لا تزيد عن عشرة طوابق (مطبقة في مركز الثقل).

ويمكن التخفيف من مفعول القوى الزلزالية [1,2,4,6,7,8,15,16]، إضافة لعامل المطاوعة، عن طريق تحسين الاستجابة الزلزالية للمنشأ باختيار الشكل المعماري المناسب و الإنشائي: البساطة، التناظر، تجنب المساقط على شكل T,L,U وتقسيمها إلى أشكال أبسط (مستطيلة مثلا) مع وجود فواصل زلزالية لتحاشي ظاهرة الطرق، التخفيف من أثر الفتل عن طريق تصغير المسافة الفاصلة بين مركز الصلابة و مركز الثقل (توزع منتظم للعناصر الحاملة)، الانتظام الشاقولي من حيث الأبعاد و صلابات الطوابق (استمرارية العناصر من السقف إلى الأسفل، اتصال الأعمدة بالجوائز

بشكل محوري مع تقارب فعلي في عرضها، الاختيار الأمثل لأبعاد و توضعات الفتحات في البلاطات و الجدران، الحد من نحافة البناء بهدف السيطرة على الانتقالات الأفقية وتلافي المشاكل المتعلقة بعزوم الانقلاب، مبدأ العمود القوي و الجسر الضعيف.

من الطبيعي اعتبار مستويات حماية مختلفة أثناء التصميم الزلزالي وذلك تبعا لوظيفة البناء[1,6,7,8,15,16]، الأضرار المقبولة، اعتبارات اقتصادية، منع حدوث خسارة في الأرواح. من هنا نلاحظ أن المصمم يواجه تحديات كبيرة للحصول على الحل الأمثل الذي يحقق درجة الحماية المطلوبة بكلفة أقل. أخيرا نذكر أن الحالة الحدية الأكثر أهمية في التصميم هي حالة الحفاظ على حياة الإنسان، حتى لو كانت الشدة الزلزالية للموقع كبيرة. علما أنه في هذه الحالة سوف يحصل تشوهات كبيرة غير مرنة بحيث لا تسبب أضرار معتبرة على سعة تحملها للقوى الأفقية و أن يبقى المنشأ قادراً على تحمل القوى الشاقولية.

حتى نستطيع اعتماد عامل تخفيض القوه الزلزالية الذي يعتبر التجاوب الغير مرن للمنشآت عند تعرضها لأفعال زلزالية يجب أن نضمن جملة إنشائية مطاوعة وذلك با تخاذ إجراءات معينة تخص المادة و المقطع.

• **مطاوعة المادة (التشوهات)**: إن قابلية المواد المكونة للعناصر الإنشائية (فولاذ+بيتون) لإبداء تشوهات كبيرة دون خسارة هامة في مقاومتها تمثل المصدر الأساسي للمطاوعة (تشكل المفاصل اللدنة)، وتعطى مطاوعة المادة من خلال العلاقة: $\mu_\varepsilon = \frac{\varepsilon_U}{\varepsilon Y}$ ، حيث : ε_U : التشوهات القصوى ، ε_Y : التشوهات عند بدء الخضوع أو عند الحد التناسبي.

من التعريف السابق للمطاوعة يتبين أن الفولاذ هو مادة مطاوعة مع عامل مساو لـ: 20 أو أكثر. بالنسبة للبيتون فإن التشوهات على الضغط محدودة جداً ولكن يمكن زيادتها عن طريق التطويق الفعال وكذلك باستخدام الألياف الفولاذية بنسب حجميه وعوامل رشاقة مختلفة [2,7].

هذا وقد بينت التجربة أن خواص هذه المواد تتحسن مع زيادة سرعة التحميل أي بازدياد القدرة الزلزالية، ولكن تهمل هذه الزيادة أثناء التصميم بهدف التبسيط.

• **مطاوعة المقطع (الانحناء)**: إنها قابلية المقطع للدوران (المفاصل اللدنة)، وهي تمثل المصدر الأساسي والهام للتشوهات. وتعطى مطاوعة الانحناء من خلال العلاقة: $\mu_\phi = \frac{\phi_U}{\phi_Y}$ حيث : ϕ_U : الانحناء الأعظمي المتوقع، ϕ_Y : الانحناء عند بدء الخضوع للتسليح .

تزداد مطاوعة الانحناء بزيادة التشوهات الأعظمية على الضغط عن طريق التطويق أو بتخفيض نسبة التسليح.

• **مطاوعة الجملة (الانتقال)**: تعتبر مطاوعة الجملة من أكثر المعايير استعمالا في تقدير الاستجابة الإنشائية، ويعبر عنها كما يلي: $\mu_\Delta = \frac{\Delta}{\Delta_Y}$ ، حيث : $\Delta = \Delta_Y + \Delta_P$ هو الانتقال الحدي وأن: Δ_Y : الانتقال عند بدء الخضوع للتسليح ، Δ_P : الانتقال اللدن.

بناء على ما تقدم يمكن القول أن تصميم منشأ ما لا يرتبط فقط بعامل الاستقرار ضد الانهيار، بل يوجد عوامل أخرى تؤكد الطابع الكيفي لهذه المسألة كالديمومة و قابلية الاستثمار و الحفاظ على الأرواح. وكذلك بنوعية المواد المشكلة للهيكل الحامل و بدرجة عدم التقرير وحدوث ظاهرة التكيف تحت تأثير الحمولات الكبيرة وإعادة توزيع للجهود أكثر ملاءمة من التوزيع الأول. بالنتيجة أن مسألة التصميم هي مسألة خبرة عملية و منطق سليم.

تقويم المباني والمنشآت القائمة لمقاومة الزلازل [9,10,11,12,13,14,15,16] :

تهدف عملية التقويم للمباني والمنشآت القائمة إلى تحديد درجة السلامة العامة وتبيان مدى كفاءتها لمقاومة الأفعال الزلزالية الموافقة للموقع المدروس و من ثم اتخاذ القرار المناسب للتدعيم أو الهدم. في الواقع أن عملية التقويم هي خطوة أولية رئيسة في برنامج التخفيف من المخاطر الزلزالية الذي يشمل المراحل الآتية :

- تحديد نماذج الأبنية و الوظيفة المسنودة لها بالترتيب (تصنيف المنشآت)، مع بيان التعديلات كافة إن وجدت (الوظيفة، تغير إنشائي أو معماري...). وضع خطة لدراسة السلامة الزلزالية للأبنية القائمة بحسب أهميتها، وليس من الضرورة دراسة المباني كافة في هذه المرحلة.

- استثمار معطيات الخطوة السابقة لتطوير جملة من الإجراءات والمتطلبات النوعية بحيث نستطيع تنفيذ برنامج تقويم كامل معتمداً على مجموعة من الأسئلة المرتبطة بخواص المباني والمنشآت المقامة و بجملها الإنشائية وبأمور أخرى مرتبطة بمالك البناء لمعرفة رغبته في تغيير مواصفات البناء واستثماره أو تغيير بعض من أجزائه وذلك لإجراء التحليل الزلزالي الملائم.

- تحليل الأبنية بوضعها المتضرر مع اعتبار خواص المواد الفعلية والحمولات والأبعاد معتمدين نتائج المرحلة السابقة عند الفحص الفيزيائي وتدقيق الأضرار الموجودة في البناء كافة. بمعنى تحقيق ما يلي :
  - تحديد الحمولات والتحقق الحسابي وفق الطرق المعتمدة أصولا.
  - تبيان نتيجة التقويم وتحديد درجة ونمط العيوب (عدم الكفاءة) في المنشأ، التي بدورها ستحدد طبيعة التدعيم اللاحق.

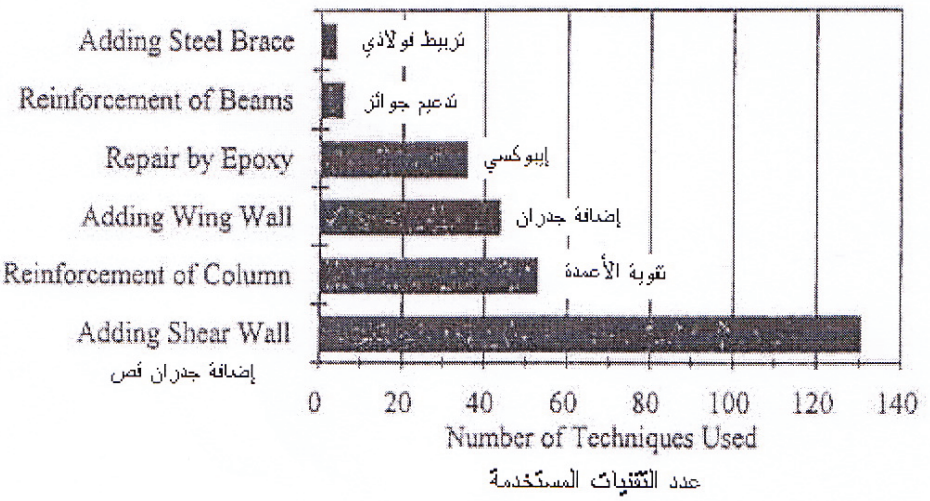
ويمكننا تصنيف المباني و المنشآت البيتونية المسلحة القائمة الغير مقاومة للأفعال الزلزالية الأفقية وفق مجموعين :

أ. **أبنية غير مطاوعة** تم إنشاؤها قبل صدور الكود الزلزالي الجديد (اشتراطات وترتيبات مع تفصيلات خاصة): مقاومتها الأفقية غير كافية، مع آلية انهيار غير مرغوبة عند تعرضها للزلازل.

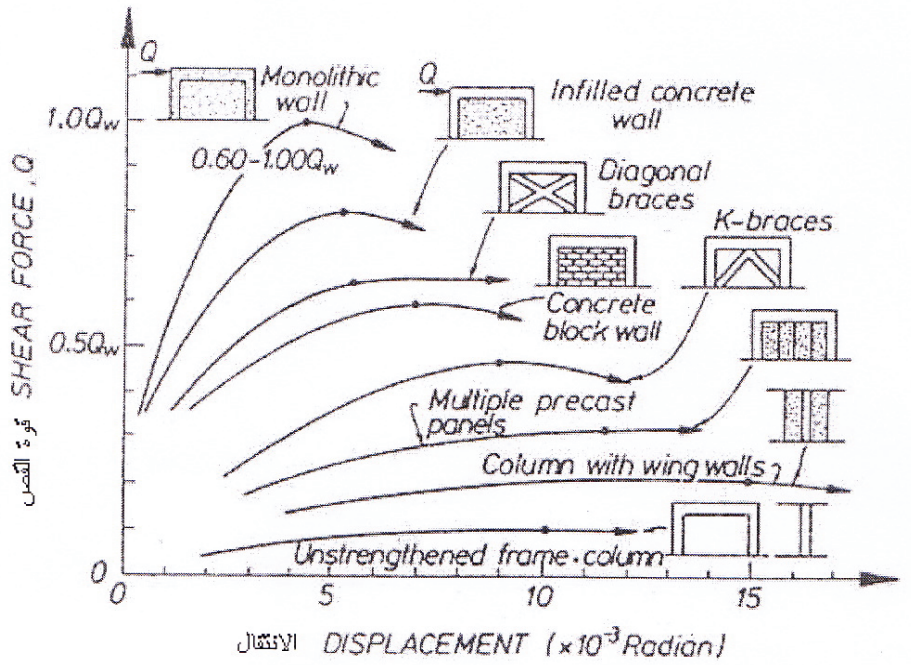
ب. **أبنية مطاوعة** مع تفصيلات تسليح خاصة جيده لكن مقاومتها الأفقية ضعيفة نتيجة تغيير شروط الاستثمار، تغيير عامل أهمية البناء، زيادة وزن البناء ، أو تغيير القوى الزلزالية التصميمية.

حالة الأبنية القائمة من البيتون المسلح :

نبين فيما يلي بعض تقنيات التدعيم الزلزالي المنفذة على المستوى العالمي (الشكلين 4 ، 5):

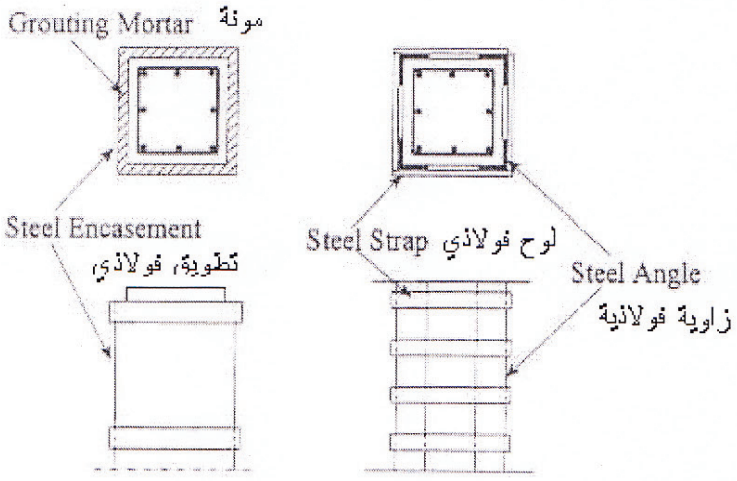


شكل (4): تقنيات الإصلاح المعتمدة لمجموعة من الأبنية في اليابان (157 بناية)[14]

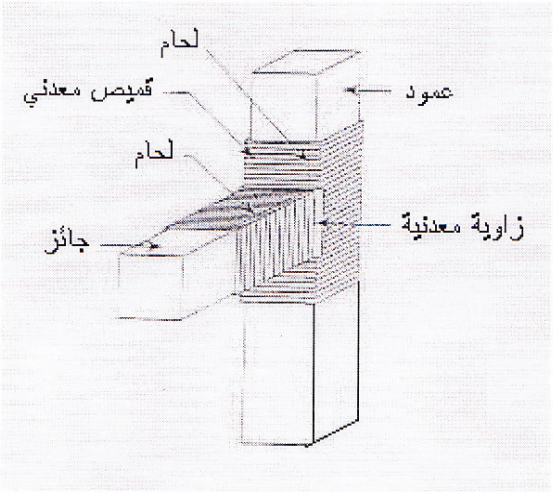


شكل (5): العلاقة بين الحمولة و الانتقال الموافقة لطرق تدعيم مختلفة[3]

1. **تزويد الأعمدة و الجوائز بقمصان بيتونية مسلحة أو فولاذية : هذا الحل اقتصادي ، ويرفع من مقاومة المنشأ و يحسن مطاوعته. بالمقابل يؤثر هذا العمل قليلاً على الخواص الديناميكية للمنشأ عندما يستخدم بمفرده. ويجب التحقق من تلاحم البيتون القديم بالجديد (أشكال 6،7).**

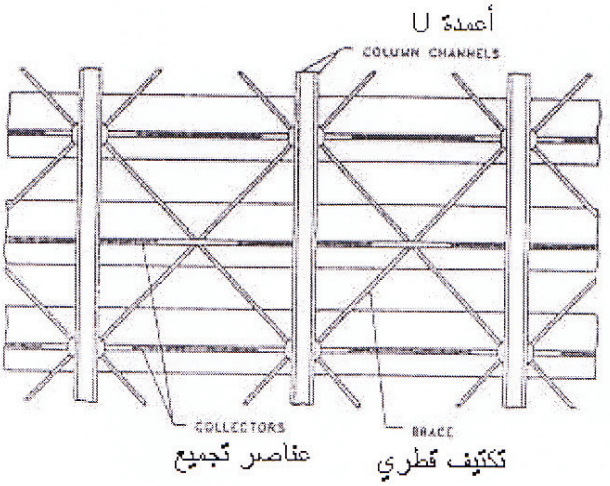


شكل (6): تدعيم الأعمدة باستخدام مقاطع فولاذية [10]



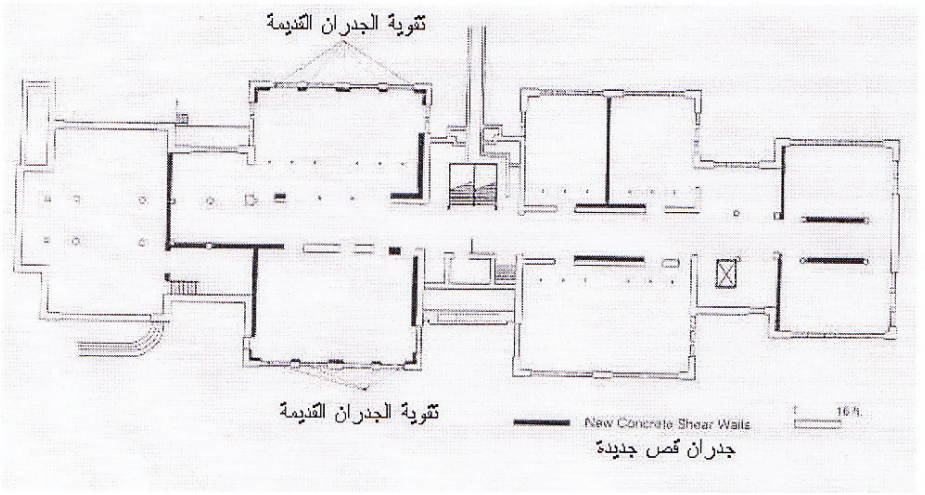
شكل (7): تقوية عقدة عمود مع جائز [10]

2. **إضافة التربيط الفولاذي (Λ أو X) : هذه التقنية تزيد من الصلابة الجانبية ومقاومة المنشأ المدعم لكنها تخفض مطاوعته. ويتوجب دراسة هذا النوع بدقة وتحقيق عناصر التربيط على التحنيب الديناميكي في حالة الزلازل الكبيرة، وكذلك يحصل زيادة في قيم القوى المحورية للأعمدة المتجاورة ويجب تقويتها بإضافة قضبان تسليح محيطة (على شكل قفص) وتثبيتها جيدا بالعناصر الأساسية. هذا النوع من التدعيم يغير من مظهر البناء لأنه محدود على الجدران الخارجية ولكنه مناسب من وجهة نظر اقتصادية (الشكل 8). هذا وقد استخدم المكسيكيون تقنية التربيط الفولاذي مع شد لاحق في تدعيم بعض المدارس قليلة الارتفاع حيث تزداد الصلابة الجانبية وكذلك المقاومة. وإن هذا الحل يقود البناء إلى تجاوب مرن عند حصول زلازل كبيرة.**

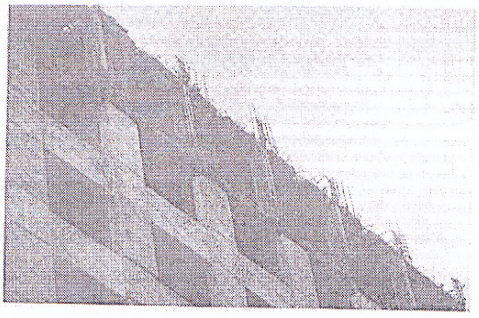


شكل (8): تقوية بإضافة تربيط فولاذي [14]

3. **إضافة الجدران البيتونية المسلحة (الشكلين 9،10) : هذه الجدران المضافة تزيد من الصلابة الجانبية ومن مقاومة المنشأ. وبالمقابل تزداد الكتلة ، ويمكن أن يضعف هذا الحل المطاوعة الإجمالية، وليس من المؤكد الوصول إلى تغير معتبر لقيمة الدور الطبيعي للمنشأ، وقد لا يكون هو الحل الناجع في المناطق التي يحصل فيها ظاهرة الطنين. ومع هذا فإننا نلاحظ أن طريقة التدعيم هذه هي الأكثر استخداما لتقوية الأبنية القائمة التي يتألف هيكلها الحامل من جملة من الإطارات البيتونية المسلحة. ونذكر أنه يجب تأمين ارتباط وثيق بين الجملة القديمة والجديدة (تفصيلات واضحة) مع مراقبة دقيقة للمواد.**

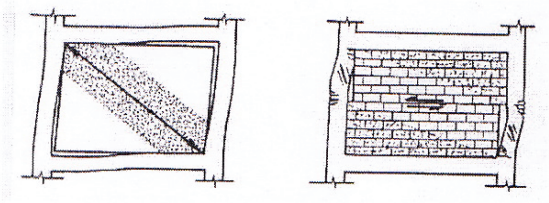


شكل (9): إعادة تأهيل مدرسة في شيكاغو بإضافة جدران قص لمقاومة الزلازل [14]



شكل (10): تقوية بناء إطاري عن طريق إحاطته بجملة من جدران القص (القصر العدلي في مكسيكو) [14]

4. **جدران مملوءة : يتم استخدامها في الإطارات الخارجية للحد من الانتقالات الأفقية، ولقد لوحظ زيادة معتبرة في مقاومة الجملة. ويحتاج هذا الحل لجملة من الترتيبات والتفصيلات الواضحة لنقل قوى القص حتى لا تتضرر هذه القواطع و نمنع انهيارها الهش عند تعرض إطارات البناء إلى انتقالات كبيرة مسببة ضغوطا عالية أو انهيارات قص في هذه القواطع حيث تعمل هذه الأخيرة كعناصر داعمة قطرية (شكل 11). وعندما يراد توزيعها في أماكن مختلفة، فيجب أن تحافظ قدر الإمكان على التناظر الإنشائي للبناء مع استمرارها في جميع الطوابق بهدف المحافظة على انتظام صلابة البناء الشاقولية، ويمكن أن تكون من البيتون المسلح.**



شكل (11): انهيار القواطع بالضغط أو بالقص [2]

5. **إزالة أو إعادة تصميم الجدران غير الإنشائية : في الواقع تولد هذه القواطع مشاكل كبيره في الأبنية وغالبا غير مأخوذة بالحسبان عند الدراسة إلا أنها تشارك في تحمل القوى الزلزالية بسبب صلابتها ومقاومتها العاليتين مسببة تغير في السلوك المرغوب. وعندما تنهار تسبب أضرارا في البناء، جرح القاطنين وخسائر مادية كبيرة. وعندما لا تكون هذه القواطع موزعة بشكل مستمر على ارتفاع العمود لأسباب معمارية أو بيئية (ظاهرة الأعمدة المقيدة) فقد تعمل على تركيز الانتقالات الأفقية ضمن الجزء المكشوف فقط (تركيز اجهادات) مسببة أضرار محلية، وكانت سببا رئيسا لانهيار العديد من الأعمدة (خاصة أعمدة الواجهات) و الأبنية في زلازل سابقة . من هنا يجب أخذها بعين الاعتبار بعد تقويتها ورفعها إن أمكن ذلك لتلتصق بالجوائز، ودمجها مع الهيكل الإنشائي عن طريق شدادات معدنية (طوق معدني) محسوبة على تحمل ونقل قوى القص الناجمة عن الزلازل القادمة من الهيكل إلى القاطع، بحيث تتشوه معه. هذه الوصلات تفيد أيضا في امتصاص الطاقة الزلزالية. ويجب أن نقوي الجدران الحاوية كافة على فتحات بإحاطة هذه الفتحات بجملة من الشيناجات البيتونية المسلحة و المتصلة بالهيكل الحامل. أما إذا كان الخيار بفصلها بشكل كامل عن العناصر الحاملة بواسطة مفاصل متحركة تؤمن للقاطع استقراره الجانبي فإنه يجب في هذه الحالة تأمين بعض المتطلبات الخاصة بالعزل الصوتي والوقاية من الحرائق باستعمال مواد مرنة مالئة للفراغات الواقعة بين القاطع و الهيكل.**

6. زيادة صلابة البناء العالي المشاد على تربة رخوة (بإحدى الطرق السابقة) يحسن من سلوكه وذلك من خلال تخفيض قيمة دور اهتزازه الطبيعي إلى قيمة أصغر من تلك الخاصة بالتربة.

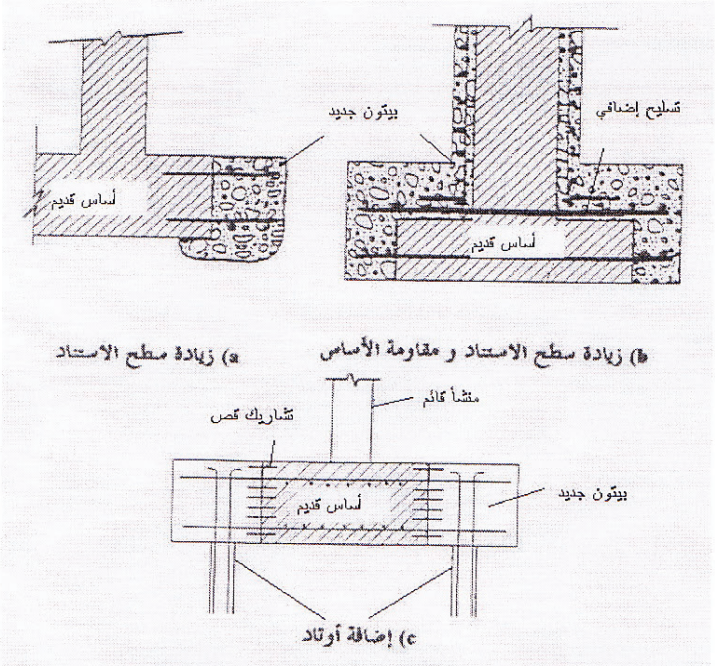
7. إضافة إطارات محيطة : تحسين الصلابة الجانبية والمقاومة مع زيادة في الكتلة. وتم اعتماد هذا الحل في تدعيم بعض الأبنية في مدينة مكسيكو (14 طابقا) لكنه لم يمتحن حتى الآن أمام زلازل كبيرة.

8. تخفيض عامل الاستجابة الديناميكي للمنشأ عن طريق تزويد عناصره الرئيسة (عادة متوضعة على عناصر التربيط القطري الفولاذي) بمجموعة من أجهزة نشر الطاقة التي تحسن السلوك الكلي للمنشأ بزيادة التخامد الداخلي، تزداد الصلابة أيضا.

9. تقوية البناء تتطلب بالتوازي تقوية الأساسات(شكل 12): زيادة سطح الاستناد، زيادة مقاومة وسطح استناد الأساس وإضافة الأوتاد.

10. العناصر غير الإنشائية : ويمكننا إتباع منهجين اثنين لحماية هذه العناصر :

- الربط الميكانيكي لهذه العناصر مع الجملة الحاملة، وهذا يتطلب تسليحها و تأمين اتصالها الفعال مع الهيكل. إن هذا الحل يتوافق جيدا مع المنشآت الصلبة. ويجب ألا ينجم عن هذا الحل أي توزيع غير منتظم لصلابة البناء الأفقية.
- عزل العناصر غير الإنشائية عن العناصر الحاملة، وتثبيتها بوصلات تسمح لها بانتقالات نسبية مع الهيكل، وتؤمن استقرارها إزاء القوى المتعامدة مع مستواها. هذا المنهج يتلاءم مع الهياكل اللينة (المطاوعة)، وعموما يوصى باستخدامه في المناطق ذات الشدات الزلزالية العالية.



شكل (12): تدعيم الأساسات [3]

النتائج:

استطعنا في هذه الدراسة شرح النقاط الهامة و العوامل المؤثرة على جملة المفاهيم الأساسية التي تخفف الخطر الزلزالي :

- فلسفة التصميم الزلزالي ، و تأمين الحماية من الزلازل للمنشآت الهندسية .
- تقويم المباني و المنشآت القائمة في مناطق زلزالية .
- تقوية و رفع الكفاءة الإنشائية للمباني و المنشآت التي تم تقويمها سابقاً .

هذا و تم شرح طرائق التدعيم المقاوم للزلازل وعرض التقنيات المستخدمة في تقوية المباني والمنشآت القائمة في المناطق المعرضة للزلازل ، و التي يمكن تلخيصها كما يلي :

1. إجراء التصحيحات الضرورية المرتبطة بالتكوين الإنشائي العام :

- التقليل من الفتل عن طريق إزالة أو إضافة القواطع.
- التقليل من عدم الانتظام الشاقولي بإضافة جدران إنشائية أو بواسطة تربيط إطار ما.

2. إصلاح النقص في العناصر الإنشائية (علاج موضعي) :

- تقوية الأعمدة بإضافة قمصان فولاذية أو طبقات تغليف من البيتون الليفي.
- تقوية الجدران بتسليح خارجي مؤلف من ألواح فولاذية أو من شبكات تسليح سطحية ، والاهتمام بالعناصر الغير إنشائية .

أخيراً، إن اختيار تقنية ما خاصة بالتدعيم الزلزالي يتطلب محاكمة هندسية مرتبطة بعوامل مختلفة : اعتبارات اقتصادية، طبيعة استثمار المنشأة، اعتبارات معمارية، تكنولوجيا التنفيذ المتوفرة في المنطقة وأخيراً الحل الأسهل و الأبسط مقارنة بالتقنيات الأخرى البديلة.

مباني المتحركة

المعماري الدولي تود دولاند يطرح مشروع أول بناية متنقلة في العالم تنشأ في بضعة اسابيع * عمارة من 12 طابقا تستقر على شاحنات نقل ضخمة تمنحها حرية الحركة وتزود بمصادر المياه والوقود والكهرباء من خزاناتها الكبيرة

اعتبر المعماري الألماني الشهير فراي اوتو أن التصميم الذي وضعه زميله الاميركي تود دولاند لأول بناية عالية متحركة يحقق " حلمه "، لكنه عبر عن قناعته بأنه لم يفكر ببناء ناطحات سحاب متنقلة كما فعل الاميركي. وقال اوتو في تعليقه على الخبر من ميونخ أنه يتمنى فعلا أن يبني دولاند مثل هذه المباني العالية دون أخطاء تهدد حياة البشر. وكان أوتو أول من طرح تصوراته للمباني المتحركة في العالم في الستينات بعد أن نفذ مشروع البيوت المتحركة الصغيرة على الشاحنات. وقد ارتفع اسم اوتو في عالم التصاميم المعمارية اثر تصميمه لأجنحة " خيمة " ملعب ميونخ الأولمبي " الطائرة " في الستينات, ويعتبر " رائد " التصاميم المتحركة على المستوى العالمي.

اما دولاند، العامل في مكتب التصاميم المستقبلية الاميركي "أف تي أل FTL "في نيويورك، فيرى في مشروعه إمكانية بناء عمارة من 12 طابقا تستقر على اسس ثابتة نسبيا وعلى شاحنات نقل ضخمة, تزودها بالامكانية على الحركة وتشكل خزاناتها الكبيرة مصادر المياه والوقود والكهرباء للمبنى.

وأطلق المهندس على مبناه أسم "ناطحة السحاب المتنقلة، الجاهزة و القابلة للتدوير" بالنظر لقدرة الإنسان على نقلها وإعادة بنائها خلال 6 أسابيع. وذكر دولاند أن الشرط الوحيد الي تحتاجه البناية هو وجود بقعة أرض مستوية تكفي لتشييدها عليه. وفي حين أكد دولاند على رسوخ وسلامة مبانيه المتحركة شكك بيتر كاخولا ، رئيس المتحف المعماري في ميونخ ، بامكانية تحقيق حلم دولاند , وقال أن المباني العالية بحاجة إلى اساسات وجدران راسخة.

ويتكون هيكل مبنى دولاند المتنقل من الأعمدة وقضبان من الحديد والالمنيوم, تربط ببعضها حسب مواصفات البناء الجاهز. وتزود غرف المبنى بأرضيات من ألياف زجاجية متينة وخفيفة تركب على مفاصل في الهيكل. وتخلى المهندس عن الجدران المنفردة الخاصة بكل غرفة واستعاض عنها بغلاف شامل لواجهات المبنى وبجدران مصنع من" غشاء" مزدوج من المواد الصناعية التي تستخدم في تغليف مباني الجيش الاميركي المتنقلة. ويمكن اختيار عدة أنواع من الأغشية ، المعتمة أو الشفافة ، كي تخدم كنوافذ للضوء حيث الحاجة.

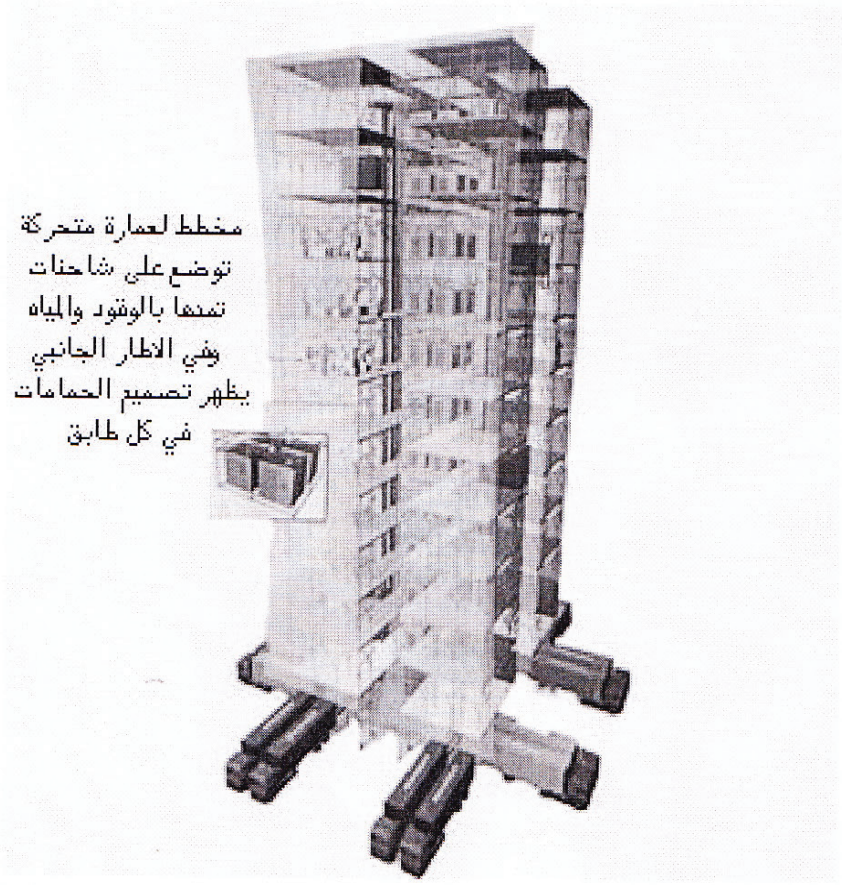
وتم تمرير أنابيب الماء والغاز وكابلات الكهرباء والمجاري في وسط المبنى لتتوزع في الأسفل على 16 شاحنة تستخدم الديزل. وهذا يعني أن المراحيض والحمامات والمطابخ تتجمع قرب مركز كل طابق حيث تتوفر مصادر الماء والطاقة. إما المصاعد فيجري تحريكها على الجوانب خارج هيكل المبنى الحديدي. ويمكن عند الحاجة تفريغ خزانات الشاحنات ومن ثم استخدامها لنقل البناية بعد تفكيكها أو تفكيك جزء منها.

وإضافة إلى الشاحنات التي يستقر جزء من المبنى عليها فقد زود المهندس عمارته المتنقلة بأسلاك معدنية ضخمة تشد الهيكل إلى الأرض وتمنحه المزيد من الثبات. وحسب معطيات مكتب "اف تي أل", فأن مقاسات البناية المتحركة ، أي عرضها وطولها وارتفاعها ، يمكن أن تصمم حسب الحاجة أو الغرض المطلوب من البناء.

واعتبر دولاند " الشفافية " من أهم مواصفات مبناه لأنه مخصص في الوقت الحالي للمكاتب التي تحتاج الكثير من الضوء. أما السمة الثانية المهمة فهي القدرة " على الاختفاء " من المكان بسرعة ، كما هي الحال مع البناء ، حال انعدام الحاجة للمبنى. فكل أجزاء المبنى قابلة للتفكيك والنقل أو لإعادة التدوير.

وعن مجالات استخدام العمارة الرحالة قال دولاند أن الإنسان كان يفكر منذ آلاف السنين ببناء مبان " سرمدية " في حين أن الوقت الحالي هو عصر التنقل الذي يمتد من الهاتف الجوال والكومبيوتر, إلى المكتب. وعلى هذا الأساس فأن مثل هذه المباني قد تعوض عن الخيم أثناء الزلازل والنكبات ، أو تستخدم من قبل المشاريع العلمية التي تتطلب وجود مكاتب كبيرة في الصحراء أو على حافات المدن. وتفكر اللجنة الأولمبية الدولية كمثل في اقتناء مثل هذا المبنى المتنقل كي تشيده في القرية الأولمبية القادمة في لايبزغ 2012 ثم تفككه لتستخدمه ثانية عام 2016.

ورغم عدم وجود شركة منفذة حتى الآن ، إلا أن المهندس الاميركي على ثقة عالية بأن أول مبنى شاهق متنقل سيظهر إلى الوجود في مكان ما من العالم خلال سنتين. واعتبر دولاند " البيت المتنقل " البديل الصحيح للبشر في عالم اليوم بعد أن ساد البيت الثابت منذ عصر الكهوف.



مخطط لعمارة متحركة توضع على شاحنات تمدها بالوقود والمياه وفي الاطار الجانبي يظهر تصميم الحمامات في كل طابق

المصادر:

1.Tall Buildings: *Vision of the Future or Victims of the Past?*
A report by the London School of Economics for Development Securities PLC **www.lse.ac.uk/Depts/Cities/**

2. Internet web sites:

*www.youtube.com

*www.dynamicarchitecture.com

*www.blog.pepaflop.be

3. Skyscraper: design of the recent past and for the near future

By: Eric Hőweler,publishing 2005

4. Engineering the impossible

A film by discovery channel for educational publishing (DVD)

5. Architecture structures

By: GG Scheirle publishing 1990 university of southern California