تم الاستلام بعد التعديل

خفض الاهتزازات في الابراج والمباني العالية الناشئة عن سرعة تيارات الرياح

إعداد الطلاب:

انس عبد الماجد محمد ابوعاريه

علاء الدين احمد عطا المنان علي

سعيد احمد محمد حمد

مشروع تخرج كمطلوب تكميلى لنيل درجة البكالريوس مرتبة الشرف فى الهندسة الميكانيكية

أستاذ مساعد/ أسامة محمد المرضي سليمان

Osama Mohammed Elmardi

قسم الهندسة الميكانيكية

كلية الهندسة والتقنية

جامعة وادى النيل

يوليو-2016 م

خفض الاهتزازات في الابراج والمباني العالية الناشئة عن سرعة تيارات الرياح

إعداد الطلاب:

انس عبد الماجد محمد ابوعاريه 112012

علاء الدين احمد عطا المنان 112027

سعيد احمد محمد 102019

مشروع تخرج كمطلوب تكميلى لنيل درجة البكالريوس مرتبة الشرف فى الهندسة الميكانيكية

قسم الهندسة الميكانيكية

كلية الهندسة والتقنية

جامعة وادى النيل

يوليو-2016

الآيــــة

قال تعالي :

بسم الله الرحمن الرحيم

(وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ وَسَتُرَدُّونَ إِلَى عَالِمِ الْغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُم بِمَا كُنتُمْ تَعْمَلُونَ)

التوبة (105)

الإهـــــــــداء

نهدى هذا الجهد المتواضع :

إلى من يخفق قلبي لذكراها ، وتزول همومي بلقائها ودعائها.. ويعجز لساني عن شكرها

إلى الغالية .. احق الناس بحسن صحابتى ...

أمى الغالية...

إلى مصباح حياتي الذى ينير لي الدرب الشائك الطويل.. إلى من يضحى بكل ما لديه..

كنت جسر التعرف أمنياتي معنى الوصول..

والدى العزيز...

إلى توأم روحي وجسدي ، إلى من كانوا لي سنداً على الدوام وربيعاً لحياتي ..

إلى من شاركني السنين حلوها ومرها ،لحظةً بلحظة، وساعة بساعة..

أشقائي....

إلى رفقاء الدرب خلال المسيرة الدراسية...رمز الوفاء والاخلاص

ميكانيكاB دفعة 2012

الباحثون...

شكر وعرفان

الشكر لله بدءاً وختماً... سبحانه وتعالى من قال :

(وَإِذْ تَأَذَّنَ رَبُّكُمْ لَئِن شَكَرْتُمْ لَأَزِيدَنَّكُمْ)

(سورة ابراهيم:الآية7)

وصلاة وسلام على خير الأنام صلى الله عليه وسلم من قال

(من لا يشكر الناس لا يشكر الله)

(رواة احمد، وأبوداؤد ، والترمزى) صحيح البخاري

وختاماً ونحن على ابواب التخرج لابد لنا ان نقف لحظة للتقدم بجزيل الشكر والعرفان الى اسرة كلية الهندسة والتقنية بجامعة وادى النيل ، ونخص بذلك رسل العلم الذين لم يبخلوا علينا من بحرهم وعلمهم ،اعضاء هيئة التدريس بقسم الهندسة الميكانيكية .

خالص الشكر:

للأستاذ:

أسامة محمد احمد المرضى

الذى تفضل مشكورا بالإشراف على هذا المشروع والذى زودنا بتوجيهاته ونصائحه القيمة وذلل لنا الصعوبات والذى اخذ من وقته ساعات طويلة من اجل البحث والتدقيق ...

كما نتوجه بالشكر لكل من كانت له وقفة في هذا البحث حتى يرى الضوء .

كل الشكر للباشمهندس الخلاق :هيثم مكاوي .

الباحثون ....

الملخص:

هنالك مشاكل تواجه المباني العالية والابراج وهي مشكلة الاهتزاز حيث تتأثر المباني العالية والابراج بصورة كبيرة بالأحمال الجانبية من احمال رياح ناتجة من سرعات الرياح العالية . والتي تؤدى الى زيادة كبيرة في الانحراف الجانبي للمبنى او البرج مما قد يؤدى الي إنهيار المبنى ، فالتحدي الكبير عند تصميم المباني العالية .

عند انشاء مثل هذه المباني والابراج يجب اختيار نظام ذو كفاءة انشائية واقتصادية لمقاومة الاحمال الجانبية عند كل الارتفاعات .

في هذا البحث تمت دراسة الاهتزازات الميكانيكية وأساليب خفضها في المباني العالية والابراج وتمت دراسة سرعات الرياح وسريانها وحركتها حول المباني العالية والابراج ، كما تمت دراسة حالة باستخدام برنامج الآيتاب لمعرفة كيف ان شكل المبنى والنظام الإنشائي المقترح يعمل على خفض الاهتزاز .

فهرس المحتويات

الترقيم	الموضوع	رقم الصفحة
	الآية	i
	الإهداء	ii
	الشكر والعرفان	iii
	الملخص	iv
	فهرس المحتويات	v
	فهرس الاشكال	viii
	الرموز والاختصارات	x
الفصل الاول :المقدمة		
1.1	مقدمة عامة	2
1.2	نشأة تاريخية	4
1.3	الهدف من الدراسة	7
الفصل الثاني :الاهتزازات الميكانيكية واساليب خفضها		
2.1	الاهتزازات الميكانيكية ومسبباتها	9
2.1.1	تعريف الاهتزاز	9
2.1.2	مفهوم الاهتزاز	10
2.1.3	الغرض من دراسة علم الاهتزازات الميكانيكية	10
2.1.4	أنواع الاهتزاز	12
2.1.5	مسببات الاهتزاز	13
2.1.6	التردد الطبيعي	14
2.1.7	النظام المحافظ	14
2.1.8	الخمود او الاخماد	14
2.1.9	انواع الخمود	15
2.1.10	قوة الخمود	15
2.1.11	درجات الحرية	16
2.1.12	الرنين	19
2.2	تعريفات اساسية	19

3.3	أساليب خفض الاهتزاز	21
3.3.1	التصميم المعماري للمبنى	21
3.3.2	مواد البناء المستخدمة	22
3.3.3	الأنظمة الانشائية المقاومة لأحمال الرياح	23
3.3.4	التخميد	26
3.3.4.1	أنظمة غير فعالة (سلبية)	26
3.3.4.2	أنظمة فعالة	31
الفصل الثالث :تيارات الرياح واثرها على المباني		
3.1	مقدمة	33
3.2	سرعة تيارات الرياح	33
3.3	حركة تيارات الرياح حول الابنية العالية	35
3.4	سريان الرياح حول بعض الاشكال المباني الهندسية	36
3.4.1	اشكال السريان حول بعض الاشكال المباني الهندسية	37
3.5	ضغط الرياح على الابنية العالية	39
3.6	الاثار الناتجة من تيارات الرياح على الابنية العالية	41
3.6.1	طبيعة التأثيرات الديناميكية	41
3.6.1.1	الافعال الديناميكية الموازية لإتجاه الرياح	41
3.6.1.2	الافعال الديناميكية المتعامدة مع إتجاه الرياح	42
3.7	نبذة عن برنامج Etabs	42
الفصل الرابع : دراسة حالة		
4.1	تصميم النموذج (وصف المبنى)	46
4.1.1	المواد المستخدمة	47
4.1.2	الاشكال المقترحة للمقارنة	48
4.2	اجراء اختبارات للنماذج	52
4.2.1	احمال الرياح	52
4.3	نتائج الاختبارات	54
4.3.1	النتائج في جداول	54
4.3.1.1	بدون استخدام انظمة انشائية	54

4.3.1.2	استخدام انظمة انشائية "حوائط قص"	56
4.3.2	النتائج في صورة مخططات	57
الفصل الخامس		
5.1	مناقشة نتائج الإختبارات	62
الفصل السادس		
6.1	الخلاصة	64
6.2	التوصيات	64
	المراجع	65
	الملاحق	67

فهرس الاشـــكال

رقم الشكل	الشـكل	رقم الصفحة
2.1	منظومات ذات درجة حرية واحدة	71
2.1	منظومات ذات درجتين من الحرية	71
2.2	منظومات متعددة درجات الحرية	81
2.3	انواع الحركة الخطية لنظام مرن	20
2.4	بعض الاشكال المثلى التي تواجه ضغط الرياح	22
2.5	نظام الاطار الصلب	23
2.6	نظام النواة	24
2.7	نظام حوائط القص	25
2.8	نظام النواة الضخمة	26
2.9	الاسطوانة ومخمدات الزيت	27
2.10	نظام الكتلة التي توضع داخل المبنى	28
2.11	تجاوب المبنى في وجود المخمد	28
2.12	نظامTLD	30
3.1	الانجراف في قاعدة المبنى	37
3.2	حركة الرياح على الحواف	38
3.2	حركة الرياح في الشكل الدائري	39
4.1	الموقع الجغرافي المقترح لتنفيذ الحالة	46
4.2	شكل مبنى مربع المقطع بدون استخدام حوائط قص	48
4.3	شكل مبنى مربع المقطع باستخدام أنظمة إنشائية حوائط قص	48
4.4	شكل مبنى ثماني المقطع بدون استخدام حوائط قص	49
4.5	شكل مبنى ثماني المقطع باستخدام أنظمة إنشائية حوائط قص	49
4.6	شكل مبنى سداسي المقطع بدون استخدام حوائط قص	50
4.7	شكل مبنى سداسي المقطع باستخدام أنظمة إنشائية حوائط قص	50
4.8	شكل مبنى دائري المقطع بدون استخدام حوائط قص	51
4.9	شكل مبنى دائري المقطع استخدام أنظمة إنشائية حوائط قص	51
4.10	Durst curve	52
4.11	شكل الإزاحة الجانبية لمبني مربع بدون استخدام حوائط قص	57

4.12	شكل الإزاحة الجانبية لمبني مربع باستخدام حوائط قص	57
4.13	شكل الإزاحة الجانبية لمبني ثماني بدون استخدام حوائط قص	58
4.14	شكل الإزاحة الجانبية لمبني ثماني باستخدام حوائط قص	58
4.15	شكل الإزاحة الجانبية لمبني سداسي بدون استخدام حوائط قص	59
4.16	شكل الإزاحة الجانبية لمبني سداسي باستخدام حوائط قص	59
4.17	شكل الإزاحة الجانبية لمبني دائري بدون استخدام حوائط قص	60
4.18	شكل الإزاحة الجانبية لمبني دائري باستخدام حوائط قص	60

فهرس الرموز والاختصارات

الرمز	المعنى
Sp	معامل الاخماد
Sa	معامل الارتفاع
Sd	معامل الاتجاه
Ss	معامل الموسم
Sb	عامل التأثير المشترك
Vs	سرعة الرياح في الموقع
qs	الضغط الديناميكي للرياح
Ve	سرعة الرياح المؤثرة
Vb	سرعة الرياح الاساسية
Cv	عامل الزيادة الديناميكية
Ca	عامل تأثير الحجم
Cpi	معامل الضغط الداخلي للمنشأة
f_{cu}	المقاومة المميزة للخرسانة

الفصل الأول

المقدمة

الفصـــل الاول

المقدمة

1.1 مقـــدمة عامة (General Introduction) :-

ان ظهور التجمعات السكنية والخدمية في المـــدن الكبيـــرة المزدحمـــة ، لـــيس إلا نتاجا لأساليب وطرق المعيشة الحديثة في المجتمعات المتحضرة .

لقد لجأ الإنسان الى حل بعض مشكلاته الناجمة عن معطيـــات الحضـــارات القائمـــة علـــى صناعة الأبنية والمنشآت العالية ، محاولا بذلك الاســـتفادة مـــن اكبـــر قـــدر ممكـــن مـــن مساحة الارض في تلك المدن .

ولعل اكثر الأمور أهمية بالنسبة للمهندسين هو تحقيـــق شـــروط ومتطلبـــات الأمـــان فـــي تصـــاميمهم لهـــذه المنشـــآت ، آخـــذين بعـــين الاعتبـــار النـــواحي الإنشـــائية والجماليـــة والاقتصادية والاستثمارية .

ومن المعروف عند اجراء الحسابات الإنشائية للأبنية بـــأن متانـــة تلـــك المنشـــآت تكمـــن وراء الإلمام بكافة القـــوى والجهـــود التـــي يتوقـــع ان تطبـــق علـــى المبـــى المـــدروس وبالتالي وراء أسلوب معالجاتها

ان الحمولات التي تصمم عليها الأبنيـــة العاديـــة تكـــون رأســـية الاتجـــاه عـــادة ، ولقـــد أصبح ذلك عرفا علميـــا عامـــا لكونـــه حصـــيلة دراســـات وتطبيقـــات وتجـــارب طويلـــة

وعديدة وتتأتى هذه الحمولات الرأسية من مصادر مختلفة ، تشكل بمجملها مجموعتين أساسيتين فهي إما حمولات دائمة أو حمولات مؤقته.

وبصورة ثانية يمكن أن يمثل أيٍّ من الحمولات الدائمة أو المؤقتة سمة التموضع على الأبنية بشكل ساكن (إستاتيكي) أو متحرك (ديناميكي) .

إلا أنه هنالك مجموعة أخرى من الأحمال التي تؤخذ بالاعتبار في حسابات الأبنية العادية وهي الحمولات الأفقية الفعل والتي من أهمها ضغط الرياح والزلازل والهزّات الأرضية.

يزداد تأثير الحمولات التي تسببها حركة الرياح أو الهزّات الأرضية بازدياد نسبة نحافة المنشآت إضافة الى أنّ هذا التأثير يتعلق بطبيعة ونوع المنشأة كما يرتبط ذلك بموقع المنشأة والطبيعة الجيولوجية المحيطة بها ، وعلاوة على تلك الحمولات فهناك تأثير أيضا ينشأ من الحرارة والبرودة وهى تخلق نوعا جديدا من الأحمال في الأبنية.

كل هذه الحمولات يجب أن توضع بعين الاعتبار وأن تراعي كل التفاصيل بدقة وعناية عند القيام بحسابات الأبنية العالية خصوصا وذلك لأهمية تلك المنشآت من جهة وبسبب الجهود الكبيرة التي تصنعها الحمولات في عناصر هذه المنشآت من جهة أخرى .

أن الرياح والزلازل تؤثر بشكل ديناميكي على المباني وباتجاه أفقي الذى هو أضعف عمليا في امكانية مقاومة الحمولات من الاتجاه الرأسي ، وتبيّن حصيلة

الدراسات والبحوث والتجارب الطويلة أن الخطورة التي تتعرض لها الأبنية العالية من التأثير الديناميكي للرياح تكون وراء فقدان المباني لتوازنها ضد الانقلاب الناتج عن الدفع الأفقي ، أو في فقدان العناصر الإنشائية الحاملة لقدراتها على تحمل الإجهادات العالية ، أو في ازدياد مقدار استجابة المنشأة للحركات الاهتزازية التي قد تسبب حالة التجاوب (الرنين) في المبنى الذي قد يؤدي الى فشل المنشأة .

1.2 نشأة تأريخيه :-

منذ بدء الحضارة الإنسانية كان بعض أفراد الجنس البشري يقطنون في كهوف ويستعملون الآلات الحجرية لتعميق الكهوف وتنعيم جدرانها ، وكان بعضهم يبنون مساكنهم من جلود الحيوانات ومن الحجارة ومن الطوب الطفلي وكانت بعض المباني تبنى على حمالات خشبية عالية للحماية من الحيوانات .

أما في العصور القديمة أدى ظهور الحضارة إلى بناء مساكن أفضل وأكبر ، وكبديل للمباني البسيطة هم الناس لبناء جدران دفاعية أقوى وقصور فخمة ومعابد وأفرزت هذه الجهود فنّا جديدا هو فن المعمار ، إلا أن الوظيفة الأساسية اصبحت لتوفير المأوى فعلى سبيل المثال لم تكن الأهرامات العملاقة في مصر القديمة مجرد آثار أو نصب لحكامها البائدين وإنما كان مأوى لبقاياهم ، وبينما عامة مساكن المصريين منازل ذات أسقف مسطحة من الطين والطوب المجفف .

وقد عاش اثرياء روما القديمة في منازل كبيرة مبنية من الخرسانة والطوب أو الحجارة مثل مباني الأنسولا التي كان يصل ارتفاعها إلى عشرة طوابق ، وفي

مصر القديمة أيضا كانت مدينة الفسطاط حيث كان بها العديد من المباني العالية التي كان يصل ارتفاعها ما بين (7ـــ14) طابق .

أما في العصور الوسطى كانت ما بين القرن الخامس الميلادي إلى القرن الخامس عشر الميلادي فقد صمم المعماريون خلال هذه الفترة الكنائس الكبيرة مثل تلك الموجودة في شارتيه بفرنسا وديرهام بإنجلترا .

حيث كانت هنالك أعداد هائلة من المباني العالية والتي كانت تستخدم كناحية حضارية أو من دفاعية وكانت أبراج بولينيا السكنية التي ارتفاعها يتراوح ما بين (80 ـــ 100) متر وأيضا مدينة فلورنسا التي كانت تحتوي على مباني يصل ارتفاعها إلى 26متر.

حيث بدأ الأوربيون في القرن الخامس عشر الميلادي تشيد المباني نصف خشبية وهي مباني ذات هياكل خشبية تملأ بالطوب ، أو الأفرع المنسوجة الملصقة بالطين أو الطفل والكثير منها كان ذو أسقف من القش .

أما في عصر النهضة من القرن الخامس عشر الميلادي الى القرن السابع عشر الميلادي إنتعش الاهتمام بالمباني فقد درس المعماريون المباني الإغريقية والرومانية القديمة وقد قاموا بتعديل تصاميمهم تأثرا بهذه النماذج الكلاسيكية .

وفي العصور الحديثة تميّزت فترة الثورة الصناعية بالنمو السريع والاختراعات الجديدة وبدأت في أوربا خلال القرن الثامن عشر الميلادي والى زماننا هذا ، وقادت الثورة الصناعية الى بناء أنواع جديدة من المباني والمأوى والتي استلزمت منشآت جديدة مثل المصانع وقاعات المعارف .

وقد ظهرت المباني العالية بأشكالها الحالية عام 1880م حيث كانت البداية على نطاق واسع للأغراض التجارية والسكنية وأدى الطلب المتزايد على وجود نشاطات تجارية قريبة من بعضها في مراكز المدن بقدر الإمكان ، حيث كانت المباني العالية هي الحل المتاح في ذلك الوقت لكي تبقى هذه المؤسسات قريبة من بعضها البعض مما شكّل ضغطا حادا على المساحات المتاحة من الأراضي والنشاط التجاري في مراكز المدن زاد على إنشاء المباني العالية والأبراج (مثال لذلك إنشاء فنادق في وسط المدينة) ، والنمو الاقتصادي المتسارع وزيادة رغبات الطبقات العليا من المجتمع مع زيادة أعدادهم ذلك شكّل ضغطا على المساحات المتاحة من الأراضي مما أثر على ارتفاع تكاليف الأراضي والتمدد الحضري المستمر مع الحاجة لإبقاء الإنتاج الزراعي المساهم في التوسع الرأسي في المباني السكنية .

لقد كان عام 1940م بداية للأخذ في الاعتبار تأثير الرياح الديناميكي على المنشآت الهامة كالمباني العالية والجسور وغيرها وذلك بعد أن شهدت بعض البلدان كوارث انهيار كانت ناجمة عن هذا التأثير .

ويمكن تلخيص الطلب على المباني العالية بالتالية :-

i. ندرة الأراضي في المناطق الحضرية .
ii. الهجرة من الريف الى مراكز المدن .
iii. الطلب المتزايد في قطاع الأعمال والقطاع السكني نتيجة للنمو الاقتصادي المتزايد .
iv. التقدم التقني والحضاري .

v. الرغبة في إظهار الناحية الجمالية في المناطق الحضرية .

vi. ابراز السمات الحضارية والثقافية .

vii. تطلع الانسان للتطاول في الدنيا والنابع عن نزعات دينية وثقافية حية.

وهنالك أسباب أخرى دعت إنسان القرن الحادي والعشرين لاستخدام الأبنية والأبراج السكنية وغير السكنية العالية مثل عوامل تضاريس المنطقة من حيث وجود الجبال والأودية ومن حيث وجود الأنهار ومجاري السيول وغيرها ، بالإضافة لذلك فإن الأبنية العالية تضفى أثرا جماليا للمدينة أو القرية .

1.3 الهدف من الدراسة :-

تهدف هذه الدراسة للاتي :

1. التعرف على المباني العالية والأبراج .
2. التعرف على الاهتزازات الميكانيكية .
3. التعرف على حركة تيارات الرياح وخطوط السريان .
4. التعرف على أساليب خفض الاهتزاز في المباني العالية والأبراج .
5. التعرف على أثر تيارات الرياح على المباني العالية والأبراج .
6. دراسة حالة .

نمذجة وتحليل مباني عالية مختلفة الاشكال بارتفاع إنشائي 64 متر ،وذلك باستخدام برنا مج (ETABS)، ومن ثم اختيار الافضل منها من ناحية خفض الاهتزازات .

الفصل الثاني

الاهتزازات الميكانيكية في المباني العالية وأساليب خفضها

الفصل الثاني

الاهتزازات الناجمة عن سرعات الرياح واساليب خفضها

2.1 الاهتزازات الميكانيكية ومسبباتها:-

علم الاهتزازات الميكانيكية يبحث في كل ما تتعرض له الاجسام المرنة تحت تأثير القوى المسببة للحركة الاهتزازية والتي تنشا من عدم اتزان الكتل المتحركة حركة دورانية او ترددية . ويعتبر هذا العلم ايضا من اهم مجالات الدراسة في الفيزياء لأن الانظمة في الطبيعة قادرة على القيام بحركات اهتزازية بشكل اوبأخر حيث ان الصوت والضوء ما هما إلا حركتان اهتزازيتان ،واذا تعرض جسم ما الى تأثير قوة خارجية مثل الرياح او خلافه وجعله يهتز بدرجة تردد تتوافق مع تردد الجسم ذاته فيؤدي ذلك الى اهتزازته باهتزازات ذات اتساع كبير والتي يجعله ينهار.

2.1.1 تعريف الاهتزازVibration:-

هو عبارة عن حركة تتكرر بصورة دورية لجسم ما حول وضع الاتزان السكوني، وتوصف الاهتزازات بالطريقة التي يتحرك بها الجسم سواء كانت خطية او زاوية. وتظهر الحركة الاهتزازية في كل مكان وبأشكال مختلفة فمثلا:-

يمكن ان يظهر الاهتزاز المباني نتيجة لحركة القشرة الارضية عند حدوث الزلازل او حركة الرياح او حركة الاشخاص داخل المبنى وكذلك يمكن ان تظهر الحركة الاهتزازية في الماكينات نتيجة للحركة الترددية الناتجة من الكباسات واذرع التوصيل والاجزاء الملحقة مثل طلمبة الهيدروليك وطلمبة التبريد.

ونظرا لوجود الإهتزازات في معظم التطبيقات الهندسية كالمباني والماكينات كان لابد من دراسة الإهتزازات لتفادي المشاكل التي تسببها في التطبيقات الهندسية ،فمثلا: في الماكينات من الاهمية بمكان معرفة الذبذبة الطبيعية للمَاكينة مع الذبذبة القسرية الناتجة من الماكينة.

2.1.2 مفهوم الاهتزاز:-

عندما تزاح الاجسام المرنة مثل الياءات والعارضات والاعمدة عن نقطة اتزانها بفعل قوة خارجية ومن ثم تترك هذه الاجسام حرة ، ينتج عنها حركة اهتزازية، وهذا يعزى الى انه عندما يزاح الجسم فان القوة تتحرر، تحرير هذه القوة يؤدي الى رجوع الجسم الى نقطة الاتزان الإستاتيكي .

عندما يصل الجسم الى نقطة الاتزان فان طاقة الانفعال في الجسم تتحول الى طاقة حركة تؤدي الى حركة الجسم ي الاتجاه المعاكس ومن ثم تتحول طاقة الحركة مره اخرى الى طاقة انفعال عندما يرجع الجسم الى نقطة الاتزان، وبهذه الطريقة فان الحركة الاهتزازية تتكرر دوريا.

2.1.3 الغرض من دراسة علم الاهتزازات الميكانيكية :-

هو العمل على ايجاد حل لكثير من المشاكل التي تصاحب الهندسة الميكانيكية للبحث والدراسة للقوانين التي تتحكم في اهتزاز المنظومات الميكانيكية والتي يمكن السيطرة على الجانب السلبي الغير مرغوب فيه من الاهتزازات وذلك بإخمادها حتى لا تصل الى ساكني البرج وكذلك التحكم في الاصوات الصادرة من المحركات وخاصة الطائرات والعمل على

اخماد نسبة كبيرة منها حتى لاتصل الى راكبي الطائرة وذلك بجانب البحث في علم الضوضاء.

ومن عيوب الاهتزازات هو الجانب الغير مرغوب فيه لما لها من خواص تدميرية مثل :انهيار الكباري والجسور واجنحة الطائرات وكذلك انهيار اجزاء الماكينات بسبب الاهتزازات الناتجة من عدم توازن الكتل بها.

ويكون تأثير الاهتزازات على عمل اجهزة القياس الدقيقة الموجودة بالقرب من الماكينات الدوارة تأثيرا سلبيا والذي يؤدي الى زيادة نسبة الخطأ في قراءتها او قد يؤدي الى تلفها وتعطيلها عن وظيفتها.

وحركة الاهتزاز اما ان تكون حركة اهتزاز خطية او حركه زاوية.

ولكي يحدث الاهتزاز لابد من توفر الشروط الاتية :-

1-لابد من وجود كتلة.

2-لابد من وجود عنصر مرن.

وهنالك عنصر يتسبب في الاهتزاز يسمى بالإثارة وتكون قوة في حالة الاهتزاز الخطي وعزم في حالة الاهتزاز الزاوي.

2.1.4 أنواع الاهتزاز:-

يمكن تصنيف الاهتزازات بصفة عامة الى قسمين رئيسيين هما:-

1-اهتزاز منتظم : يمكن تقسيمه الى :

- اهتزاز حر Free vibration :

هو اهتزاز المنشأة في حالة عدم وجود احمال خارجية (قوة اثارة) .يحدث عندما يؤثر على الجسم بإزاحة ابتدائية ،تؤدي الى حركة اهتزازية من دون التأثير عليه بقوة خارجية وذبذبة هذا النوع تسمى بالذبذبة الطبيعية وتتضاءل الاهتزازات مع الزمن بسبب وجود الاحتكاك.

- اهتزاز قسري Forced vibration:

هو اهتزاز المنشأة المعرض الى تحميل ديناميكي مثل الاحمال المتحركة والرياح والزلازل ويحدث عندما تؤثر قوة خارجية على الجسم او قوة دورية ناتجة من حركة الجسم نفسه.

2- اهتزاز عشوائي Random vibration:-

في كل انواع الاهتزازات التي ذكرت سابقا يمكن حساب وتقدير قيمة سعة الاهتزاز عند اي لحظة . لكن هنالك نوع اخر لا يمكن فيه حساب السعة عند اي لحظة ، نسبة لعدم انتظام الحركة الجيبية للاهتزاز.

من امثلة هذا النوع ذبذبة اصوات المحركات النفاثة ، وتحرك الارض اثناء الزلازل، وتناوب ارتفاع امواج البحر.

2.1.5 مسببات الاهتزاز :-

1- التصميم السيء .

2- عدم توازن قوى القصور الذاتي .

3- افتقار لجودة التصنيع.

4- كراسي التحميل متأكلة وذلك في الماكينات.

5- وجود مؤثر خارجي على النظام أدى لعدم الاهتزاز.

6- يحدث بسبب الاحمال التي تتعرض لها المنشأة وتنقسم الى نوعين:-

i. احمال نتيجة قوة الجاذبية (Gravitational load) وتشمل :

أحمال ميتة : وهي القوة الإستاتيكية الدائمة الناتجة من وزن كل عنصر داخل المنشأة (بياض ،اسقف).

أحمال حية : هي الناتجة من استخدام المنشأة وتكون متغيره مع الوقت وموزعة عشوائيا .

ii. احمال بيئية (Environmental load):-

وتشمل :

1-احمال الرياح : وتكون غير منتظمة ومستمرة التغيير مع الزمن وتستطيع عادة احداث اهتزازات دورانية للمنشأة وحركة انتقالية .

2-احمال زلازل: وتمتاز بخاصية عدم امكانية توقع مقدارها ولا حتى طبيعتها .

2.1.6 التردد الطبيعي (Natural frequency):-

هو التردد للاهتزاز الحر للمنشأة في حالة عدم وجود خمود . وعدد الترددات الطبيعية للمنشأة يساوي عدد درجات حرية حركته . والتردد الطبيعي يعتبر مميز لكل منشأة ويعتمد هندسيا على خواص المنشأة وخواص قطاعاتها وحالات الركائز وتوزيع الكتلة في المنشأة .

2.1.7 النظام المحافظ (Conservative system) :-

في غياب الخمود فلا يوجد اي تشتيت للطاقة ويسمى النظام في هذه الحالة نظاما محافظا ولهذه الانظمة فان قانون حفظ الطاقة يمكن تطبيقه وتكون الطاقة الكلية للنظام ثابتة، لا تتغير في كل الاوقات .

2.1.8 الخمود او الاخماد (Damping):-

يعتبر الاخماد من احد الوسائل المستخدمة لتقليل سعة الاهتزاز الى اقل قدر ممكن، والاخماد بصورة عامة هو عبارة عن تبديد لطاقة الحركة الاهتزازية وذلك لتحويلها الى طاقة حرارية. واثناء الاهتزاز في اغلب المنشأة تقابل بقوة احتكاك تقاوم الاهتزاز ، وتكون في شكل احداث الخمود للذبذبات . وهذه القوة تؤدي الى حدوث تبديد للطاقة الميكانيكية، ولذلك فان هذه القوة (قوة الاحتكاك المقاوم) يشار اليها على أنها قوة التشتيت .

2.1.9 انواع الخمود :-

1- خمود ديناميكي (Dynamic damping):-

يتكون هذا الخمود من الاحتكاك الداخلي بين الجزيئات المتقاربة لمواد المبنى ، ومن تفويت وارتخاء وصلات المنشأة ومن الشروخ .وقوة الاحتكاك عند الركائز وما يماثلها من مصادر للاحتكاك تؤدي إلى فقد في الطاقة.

2- خمود أيروديناميكي (Aerodynamic damping) :-

يحدث هذا الخمود نتيجة لمقاومة الهواء المحيط بالمنشأة لحركة هذا المنشأة.

2.1.10 قوة الخمود F_d(Damping forces):-

هذه القوة تتناسب طرديا مع سرعة الحركة ، وفي بعض اللحظات على كل حال ، فان جزء من قوة الخمود تعتمد على الازاحة ، هذا الجزء يمكن بصفة عامة اهماله للمقارنة وللقوى المرنة. وحيث ان قوة الخمود لأغلب المنشآت لذلك فان:

$$F_d = cv$$

حيث:

$\equiv V$ المشتقة التفاضلية للإزاحة بالنسبة للزمن (السرعة) .

$\equiv C$ معامل الاخماد.

2.1.11 درجات الحرية (Degrees of freedom) :-

لدراسة الاهتزاز لمنظومة معينة يجب اولاً تحديد اقل عدد من المتغيرات التى تلزم لوصف حركة المنظومة وتحديد موضعها ، ويسمى هذا العدد من المتغيرات بدرجات الحرية للمنظومة. ويمكن تقسيم المنظومات الميكانيكية الى ثلاثة مجموعات كما يلى:

1- منظومات ذات درجة حرية واحده (Systemof one degree of freedom) :

تعرف بانها المنظومات التي تحتاج الى إحداثي واحد لوصف الحركة وتحديد موقع (موضع) كتل المنظومات في الفراغ مع العلم بانه يمكن ان تهتز كثيرا من النظم بأكثر من طريقة واكثر من اتجاه كما في الشكل (2.1) ادناه.

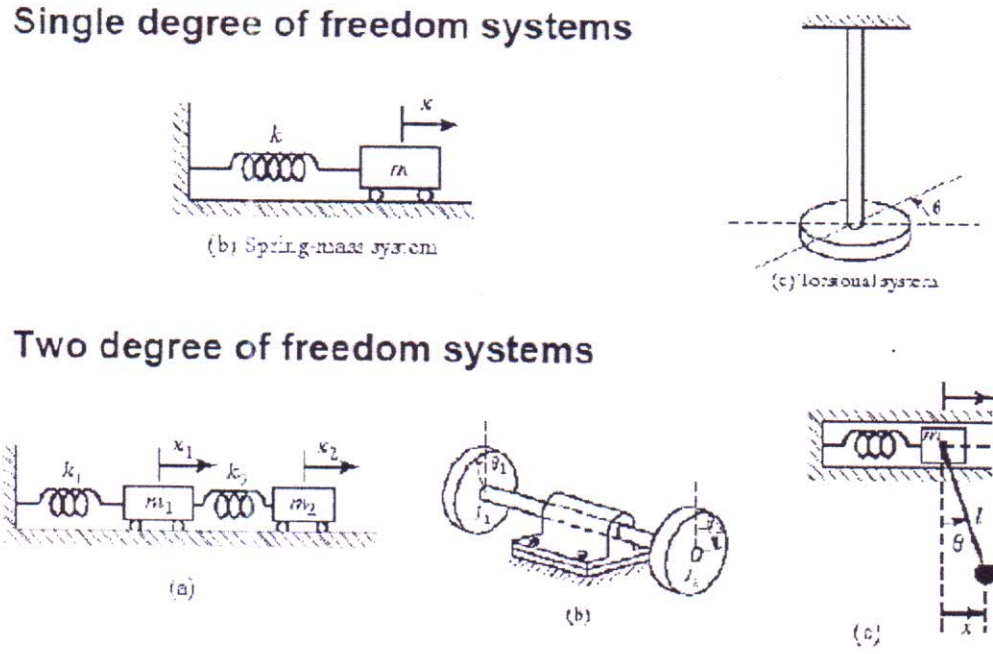
- الشكل (2.1) ادناه يبين منظومة الهزاز الميكانيكي البسيط ذات درجة حرية واحده لانا مقيده لتتحرك راسيا ولهذا فإنه يلزم إحداثي واحد فقط (x) لوصف حركة المنظومة وتحديد وضع الكتلة في الفراغ عند زمن (t) من وضع الاتزان الإستاتيكى .

2- المنظومات ذات درجتين من الحرية (System of two degree of freedom):

تعرف بانها المنظومات التي تحتاج الى احداثي فقط لوصف الحركة وتحديد موضع كتل المنظومات في الفراغ وكثيرا منها يهتز بأكثر من طريقه في اكثر من اتجاه كما في الشكل (2.1) ادناه

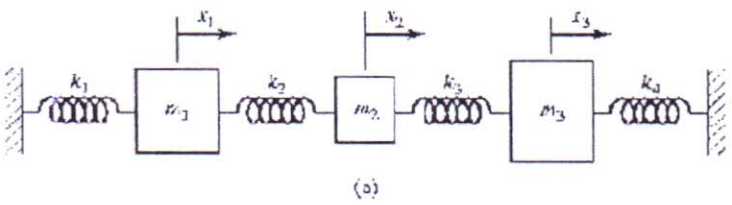
3- منظومات متعددة درجات الحرية (Multiple degree of freedom System) :

تعرف بان لها عدد لانهائى من درجات الحرية (اكثر من احداثين لوصف الحركة).الشكل (2.2) ادناه يوضح منظومة ذات ثلاثة درجات حرية، والشكل (2.2) يوضح منظومة لانهائية من درجات الحرية .

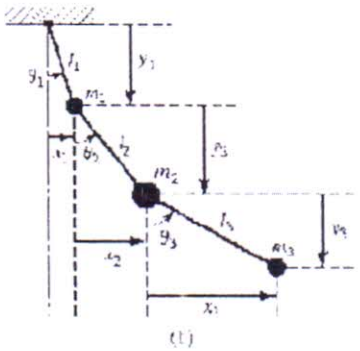


شكل (2.1)

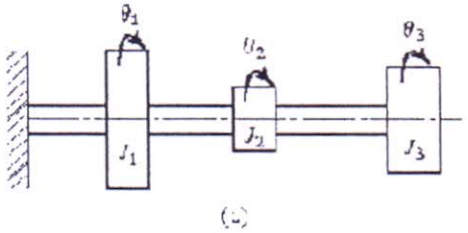
Three-degree of freedom systems



(a)

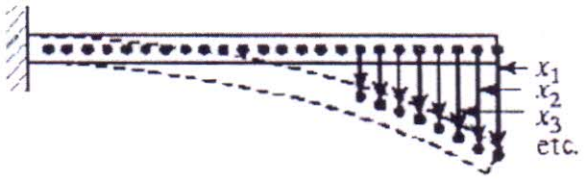


(b)



(c)

Infinite-number-of-degrees-of-freedom systems (continuous or distributed systems)



شكل (2.2)

2.1.12 الرنين (Resonance):

يحدث الرنين في حالة الاهتزاز الجبري والقسري وذلك اذا حدث توافق او تساوى التردد الناتج من تأثير القوى الخارجية (رياح وزلازل) مع التردد الطبيعي للمنظومة ،فان سعة الذبذبات تزيد بدرجة كبيره جدا والتي تصل الى مرحله خطره تؤدى الى فشل وانهيار المنظومة ويسمى بالرنين. وعندما يحدث الرنين فان سعة الاهتزاز يزداد زياده شديده فجأة. نظريا فان سعة الاهتزاز للنظام الغير خامد عند حدوث الرنين تكون مساوية الى ما لانهاية .

2.2 تعريفات اساسية :

1-الحركة المتكررة المنتظمة (Periodic motion):

هي الحركة التي تكرر نفسها كامله فى فترات زمنية محددة ومتساوية .

2-الحركة الهارمونية (Harmonic motion):

عندما تهتز وتتذبذب المنشأة بطريقه تكون فيها الإزاحات على شكل موجه جيبية فان هذه الحركة تسمى حركة هارمونية او حركة توافقية .

3-التردد (Frequency (f_n)):

هو عدد الدورات الكاملة لوحدة الزمن . ويقاس بعدد الدورات في الثانية

4- التردد الزاوي (Angular frequency (w)):

هو عدد الدورات الكاملة لوحدة الزمن . ويقاس بعدد الدورات في الثانية .

5-الزمن الدوري (فترة التذبذب) ((Period (t_p)):

هو الزمن اللازم لإكمال دورة واحده

6- السعة ((Amplitude (x)):

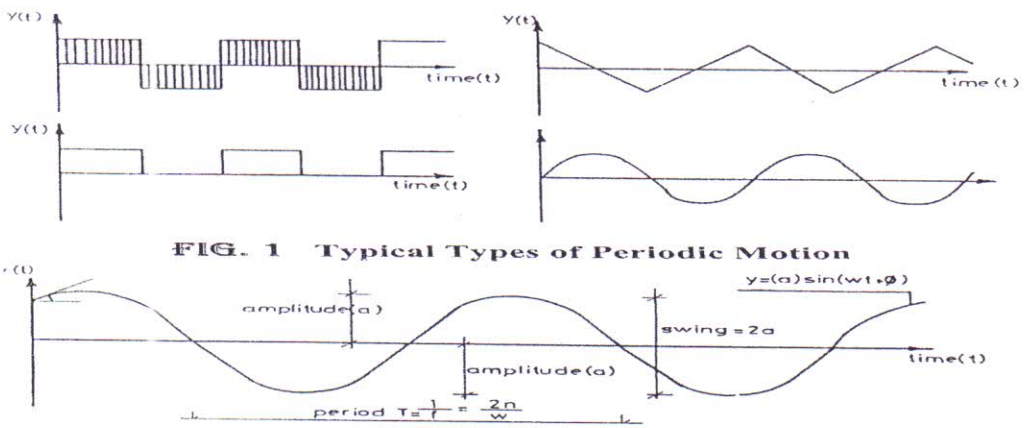
سعة الذبذبة هي القيمة المطلقة لا قصر ازاحة يتحركها الجسم من موضع الاتزان. وهى ازاحه اثناء الاهتزاز.

7-القوى المرنة :

هي القوه الداخلية الناشئة في المنشأة عندما يتم ازاحة من وضع الاتزان. والقوى المرنة تحاول استعادة المنشأ المهتز الى وضع الاتزان .

- بافتراض التحليل خطى فان القوى المرنة تتناسب طرديا مع الإزاحات

الشكل رقم (2.3) ادناه يوضح انواع الحركة الدورية لنظام مرن :



شكل (2.3)

3-3 أساليب خفض الاهتزاز:

هنالك عدة طرق وأساليب لخفض الاهتزازات في المباني العالية والابراج نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر:

3.3.1التصميم المعماري للمبنى :

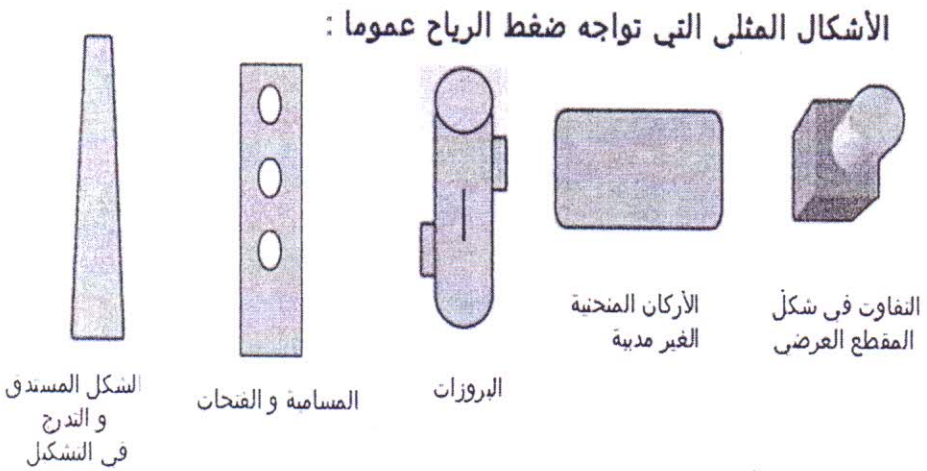
التصميم المعماري للمبنى يلعب دورا كبيرا لمقاومة قوى الرياح عبر تشكيل المبنى ، بحيث يعطي أقل اعاقة ممكنة لحركة الرياح ، مما يقلل من القوة والاحمال الناتجة عنها .

ان التصميم الهندسي يقاوم تأثيرات الرياح في الابراج العالية عن طريق تقليل المساحة المعرضة للرياح كلما ارتفعنا رأسيا ، مما يعطي استمرارية أكبر للمنشأة ، حيث يكون وزن المنشأة عظيما عند القاعدة والادوار الاولى . ويتناقص تدريجيا كلما اتجهنا رأسيا نحو القمة .

وهنالك معايير هندرسية يتم أخذها في الاعتبار لمقاومة الرياح:

I. تفاوت الشكل الهيكلي للمبنى على طول ارتفاعه بدون انقطاع ، يقاوم الجاذبية وأحمال الرياح الجانبية.
II. الشكل المدبب أو المستدق للمبنى أو البرج نتيجة للتدريج في مساحة المساقط الافقية للمبنى.
III. البروزات نتيجة الشكل اللولبي للبرج على طول ارتفاعه بما في ذلك قمة البرج التي تحد من تأثيرات الرياح الديناميكية.

بعض الاشكال المثلى التي تواجه ضغط الرياح:



شكل (2.4)

3.3.2 مواد البناء المستخدمة:

اختيار مواد البناء المناسبة تتعلق بجدوى المشروع اقتصاديا ومواجهة العوامل البيئية ، ولا يجب استخدام مواد بناء غير متوفرة محليا أو لا يمكن تصنيعها ونقلها بيسر وسهولة .

يقوم اختيار معظم المهندسين على الخرصانة المسلحة والفولاذ الانشائي أو الخلط فيما بينهما في تشيد المباني العالية خصوصا أو ناطحات السحاب ويرجع ذلك لما تتمتع بهذه المواد من خواص داخلية مرنة ، وأيضا تتيح الفرصة لمرونة التصاميم للتكيف مع التصاميم المطلوبة ، لمقاومة أحمال الرياح .

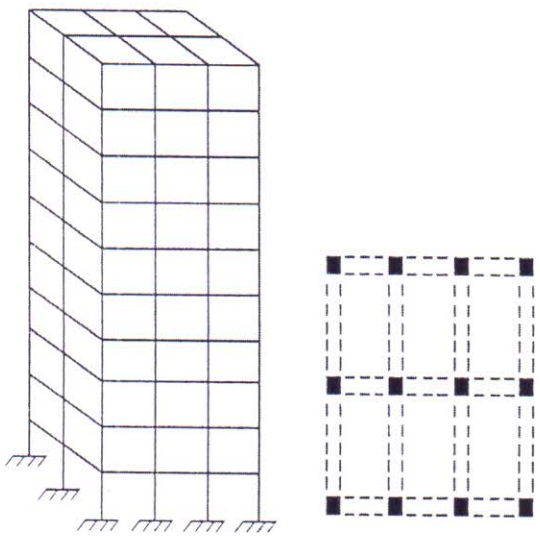
مثل جسر أكاشي كايكو باليابان الذي تم فيه صناعة اسمنت بمواصفات خاصة لعمل البرج والجسر من مواد ذات تراكيب خاصة لمقاومة هذه الاحمال.

3.3.3 الأنظمة الانشائية المقاومة لأحمال الرياح (Structural System):

تصنف الى عدة أنظمة على سلوكها الانشائي وتصرفها عند تعرضها للأحمال الجانبية الى:

ا. نظام الاطار الصلب:

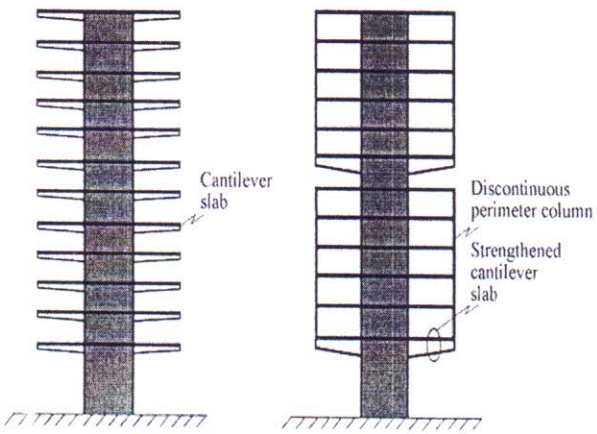
هو نظام يتكون من عارضات وأعمدة تعمل معا على مقاومة الأحمال الرأسية والجانبية عن طريق الانحناء في العارضات والاعمدة تستخدم في المنشآت الخرصانية والفولاذية . كما في الشكل (2.5)



شكل(2.5) نظام الاطار الصلب

II. نظام النواة (Core System)

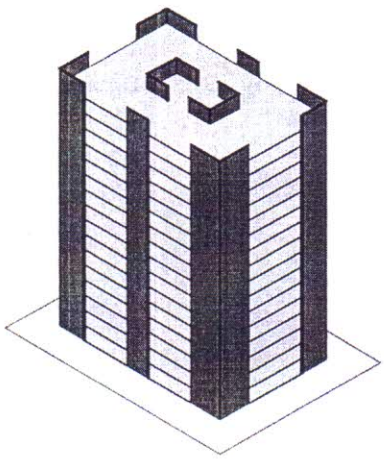
يستخدم هذا النظام عادة في المباني العالية الخرصانية المسلحة ، ووظيفة النواة (هي تركيب من جدران القص) مقاومة الأحمال الرأسية والجانبية معا. تنتقل الأحمال الأفقية والأحمال الرأسية الى القلب الخرصاني بواسطة العناصر الانشائية الافقية ، وهذا النظام يكون فعالا واقتصاديا عندما يستخدم لمقاومة أحمال الرياح في المباني من '20 طابقا أو أقل أنظر شكل (2.6)



الشكل(2.6) نظام النواة

III.نظام حوائط القص (Shear Wall System):

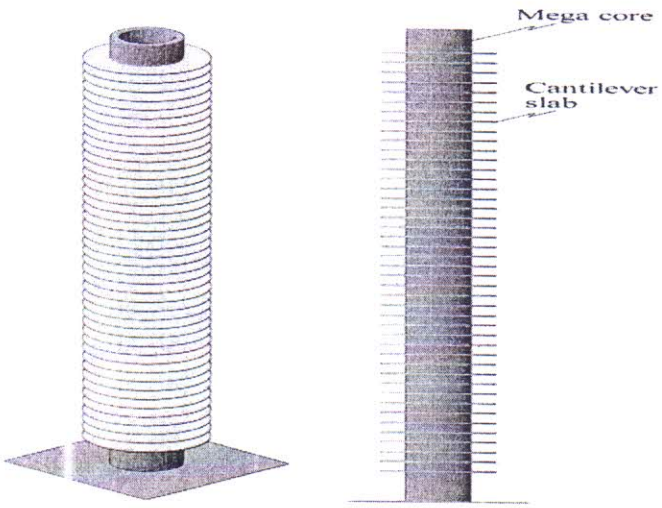
تستخدم حوائط القص في المباني العالية من الخرصانة المسلحة لمقاومة الأحمال الجانبية (أحمال الرياح) اضافة الى الأحمال الرأسية. حائط القص هو جدار يتعرض لأحمال موازية لمقطعه العرضي بحيث تكون أساسية ولها أثر واضح عند التصميم . كما في الشكل (2.7) . ويعتبر هذا النظام فعال واقتصادي عند مقاومة الأحمال الجانبية في المباني المكونة من 35 طابق أو أقل .



شكل (2.7) نظام حوائط القص

IV. نظام النواة الضخمة (Mega Core System):

هي مجموعة من حوائط القص تعمل معا لتكوين نواة ضخمة من الخرصانة المسلحة أو خليط من الخرصانة والفولاذ . هذا اللب يكون مستمرا على طول ارتفاع المبنى لمقاومة الأحمال الافقية و الرأسية الواقعة على المبنى .أنظر الشكل (2.8)



شكل (2.8) نظام النواة الضخمة

3.3.4 التخميد (Damping):

للتحكم في حركة البنايات الشاهقة والأبراج ينبغي أن نأخذ في الاعتبار الأحمال الثابتة والمتحركة على حد سواء ، ويمكن تحقيق ذلك بزيادة الصلابة الهيكلية للمبنى والتخميد عن طريق تثبيت أجهزة (أنظمة) التخميد المساعدة . ويمكن تصنيف أنظمة التخميد المستخدمة الى قسمين :

3.3.4.1 أنظمة غير فعالة (سلبية)(Passive System):

ويمكن تقسيمها الى نوعين :

1- أنظمة تخميد على أساس المادة (مثل مخمدات لزجة Viscous damper) ومخمدات فيسكو المرنة (Visco elastic damper):

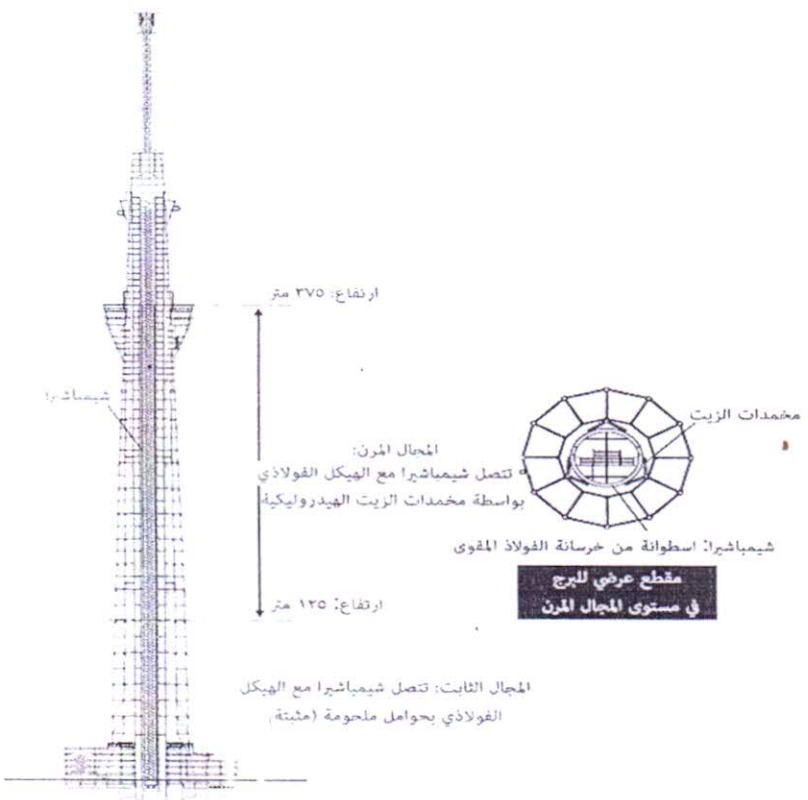
هذه الأنظمة من المخمدات الغير فعالة جزء لا يتجزأ من النظم الهيكلية الأساسية والتي تتمركز في المواقع المثلى للمبنى للحد من الحركة الديناميكية للمبنى .

2- اضافة كتل لمواجهة قوى القصور الذاتي (مثل مخمدات الكتلة المضبوطة) (TMD) ومخمدات السوائل المضبوطة (TLD):

هذه الانظمة تستند على قوى القصور الذاتي الناشئة من الكتل التي يمكن اضافتها عادة للجزء العلوي من المبنى .

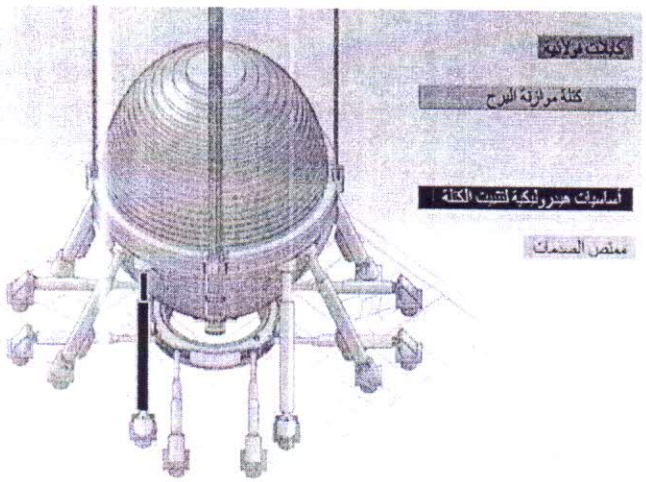
ا. نظام TMD:

هو جهاز يضاف في أعلى المبنى لزيادة التخميد الذي يعمل على تبديد الإهتزازات الناتجة بسبب الرياح . الجهاز يحتوي على كتلة وبايات واسطوانات هيدروليكية . والتي يتم ضبطها للاهتزاز الطبيعي للمنظومة وهذه المخمدات تأخذ أ كثر من شكل ولكن أكثرها شيوعا هي الاسطوانة التي تعمل ككتلة. الذي يكون قطرها أكبر من قطر المبنى . ويتم ربطها بواسطة وصلات تعمل على تعليق الكتلة . ويضع بين المبنى والكتلة بايات. التحميع الكامل لهذا النظام يصمم بتردد طبيعي محدد للمنظومة بحيث يعطي تخميد لكل اهتزازة . انظر الشكل (2.9)

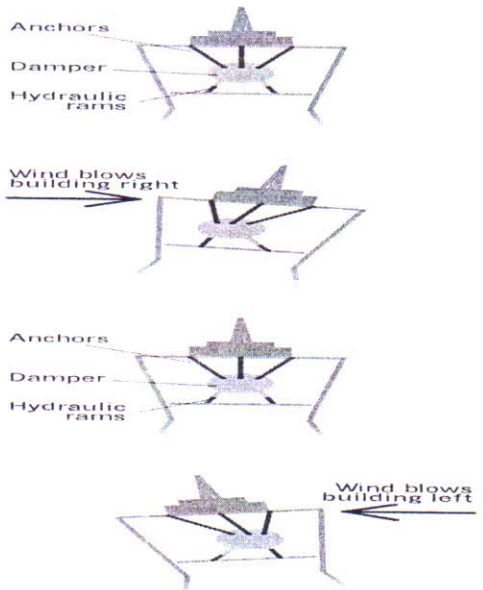


شكل (2.9) يوضح الاسطوانة ومخمدات الزيت

وقد تكون الكتلة الضخمة موضوعة داخل المبنى ويتم تثبيتها في المكان المناسب في أعلى المبنى بواسطة ياءات أو اسطوانات هيدروليكية بزاوية محددة على حسب اتجاه الرياح . كما في الشكل (2.10) مما تعمل على خفض الاهتزاز الناتج من سرعات الرياح كما في الشكل (2.11).



شكل(2.10) يوضح الكتلة التى توضع داخل المبنى



شكل (2.11) تجاوب المبنى فى وجود المخمد

محاسن ومزايا نظامTMD:

1- يعطي أفضل تخميد ممكن .

2- كل مكوناته من الفولاذ المقاوم للصدأ.

3- يمكن رؤية المخمد وهو يعمل .

4- أقل حجما .

عيوبه:-

1- تكلفة أعلى .

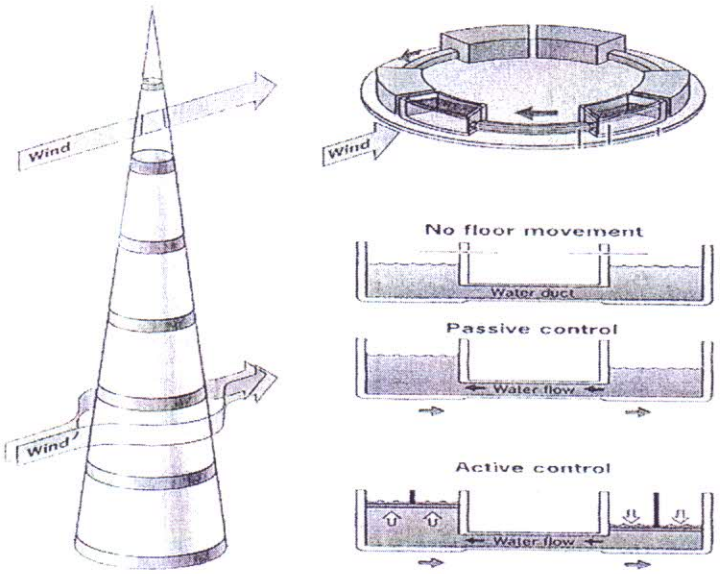
2- صعوبة التصميم .

3- يجب أن يكون قريب من قمة المبنى .

4- كل طور اهتزاز يقابله مخمد واحد .

ii نظامTLD:

يستخدم هذا النظام كتل موجات الماء كمولد لقوى قصور ذاتي عكسي . وتتكون من صندوق مملوء جزئيا بخليط الماء وأحيانا يستخدم الجلايكول لأنه ينع التجمد . صمم خصيصا هذا النوع لزيادة فعالية التخميد في المباني . وله أشكال مختلفة توضع في أماكن محددة من المبنى مثل أحواض السباحة أو صهاريج المياه الموجودة في أعلى المبنى . وهذا النظام ليس لديه أجزاء متحركة لأنه يتم بواسطة قوى القص . وفي هذه الانظمة تضبط ترددات تدفق الماء بتعديل أبعاد حاوية الماء (أبعاد الخزان) وعمق المياه .أنظر الشكل (2.12)



شكل (2.12) نظامTLD

محاسن ومزاياTLD:

1- يأخذ أكثر من شكل وحجم .

2- يمكن استخدامه في السلالم والمنصات .

3- لاتوجد به أجزاء متحركة .

عيوبه:-

1- لا يمكن رؤية المائع .

2- التآكل.

3.3.4.2 أنظمة فعالة (*active system*):-

هذه الانظمة تعمل بكفاءة تعمل بكفاءة اكبر في مدى عالي وهنالك انواع مختلفة من هذه الانظمة ، ولكن اكثرها شيوعا مخمد الكتلة الفعال (*Active mass damper*)(*AMD*) والمخمدات الفعالة مختلفة الكزازة (*Active various stiffness*) .

والمخمدان يستخدمان نفس المبادئ للكتلة والمادة على التوالي وهى شبيه بالأنظمة السالبة (غير فعالة) ولكن خواصها تضبط (تعدل) بواسطة تحكم بالحاسوب . ولكن تعتبر حل افضل كمخمدات مساعدة في المباني العالية .ومن عيوبها تطبيقاتها محدودة بسبب التكلفة العالية ومشاكل الاعتمادية

الفصل الثالث

تيارات الرياح حول المباني العالية والأبراج

الفصل الثالث

تيارات الرياح حول المباني العالية والابراج

3.1 مقدمة :

تحدث الرياح نتيجة تسخين كتل الهواء في الغلاف الجوي بفعل حرارة الشمس وبسبب كروية الارض ودورانها وتغيرات الفصول واختلاف شدة الاشعاع الشمسي تنشأ فروقات في الضغط بين الاماكن المختلفة مما يتسبب في حركة الهواء . كذلك بسبب زيادة كمية الاشعاع عند خط الاستواء مقارنة بالمناطق القطبية تنشأ تيارات موازنة حرارية بين خط الاستواء والقطبين . بالإضافة لتيارات الموازنة الحرارية تكون هناك تيارات على نطاق اقل بسبب فروقات الارتفاع الجغرافي . تكون الرياح قوية بشكل خاص في المناطق الساحلية نتيجة للسطح الاملس للمياه وعدم وجود العوائق بالإضافة لأنه في المناطق الساحلية تنشأ تيارات موازنة حرارية محلية نسبة لان اليابسة في اوقات النهار تكتسب طاقة حرارية نتيجة للإشعاع الشمسي اكبر من تلك المكتسبة في المسطحات المائية مما يؤدى لنشؤ فروق في الضغط تتسبب في حركة الرياح من البحر في اتجاه اليابسة يصل مداها الي 50كيلومتر .في الليل تبرد اليابسة أسرع من الماء مما يتسبب في نشؤ رياح موازنة في الاتجاه المعاكس .

3.2 سرعة تيارات الرياح:

- توصف سرعة الرياح من خلال مقاييس عديدة وضعها العلماء والباحثون بأشكال ونماذج مختلفة ، خدمة لدراسة كل ما يتعلق بالرياح ان كان ذلك من خلال تأثيرها على المنشآت او من حيث دراسة المناخ و وحالات الطقس ، او من اجل الملاحة البحرية والجوية . من هذه

المقاييس نجد هنالك سلما قياسيا يدعى بسلم بوفور (Beaufort scale) ، يصف طبقا بثابت يسمى بعدد بوفور حال الرياح بناءً على سرعتها . يتراوح عدد بوفور ما بين (0 الى 11) كما يبينه الجدول(3.1) ادناه .

يجرى جمع المعلومات حول الرياح وحركاتها وسرعاتها من خلال قياسات عملية ، بواسطة أجهزه خاصة توضع في محطات الرصد وتسجل المعلومات بسنوات ويقوم المختصون بالإرصاد الجوي بتحليل ودراسة نتائج الرصد تلك، ومعالجتها بطرق احصائية احتمالية ، وفق القوانين والعلاقات الرياضية ، لإيجاد احتمال وقوع السرعات العظمى للرياح وكذلك الهبات العظمى . ويقصد بتعبير الهبة تلك الرياح التي تستمر لفترة معينة من الزمن بسرعة اكبر من سرعة الرياح المعتادة.

الجدول (3.1)

عدد بوفور	سرعة الرياح (km/hr)	وصف الرياح
0	اقل من 1	سكون وهدوء
1	1-5	نسيم خفيف جدا
2	6 -11	نسيم خفيف
3	12-15	نسيم متوسط
4	16 -38	نسيم قوى
5	39 - 49	هواء عادى
6	50- 51	هواء قوي

7	52 – 74	عاصفة خفيفة
8	75 – 88	عاصفة متوسطة
9	89 –102	عاصفة شديدة
10	103 – 117	عاصفة هائجة
11	اكبر من 118	اعاصير

حديثا يتم استخدام اجهزة قياس متعددة اشهرها جهاز المريـــاح لقيـــاس ســـرعة الريـــاح فـــي محطـــات الارصاد.

3.3 حركة الرياح حول الابنية العالية:

أن حركة كتل الهواء وتياراتـــه علـــى ارتفاعـــات عاليـــة مـــن ســـطح الارض تـــتحكم بنمـــاذج الطقس عموما .في حين ان تلك الحركة على ارتفاعات قليلة تـــؤثر علـــى الاجســـام والســـطوح التـــى تلامسها تلك الكتل ،بسبب كل مـــن ظـــاهرة الـــدفع وظـــاهرة الاحتكـــاك .فازديـــاد ســـرعات الكتـــل الهوائية يؤثر بشكل كبير على الانسان وعلى ما يحيط به من منشآت .

ولقد بينت دراسات مختبرية اجريت في بريطانيا على نمـــاذج مصـــغرة مـــن الابنيـــة العاليـــة ،ان هذه المنشآت تحول جزء من الرياح التي تصطدم بها ،بالاتجـــاه الاســـفل نحـــو الارض .ممـــا يتســـبب في خلق تيارات هوائية مزعجة وخطرة احيانا ،على ارصـــفة المنشـــآت وقـــرب المبـــاني المنخفضـــة المجاورة للأبنية العالية ،ولقد تم تعريض تلك النمـــاذج الـــى تيـــارات مختبريـــة مـــن الريـــاح ،تشـــابه فعلها تماما التيارات العليا التي قد تؤثر على المنشآت .

واظهرت الدراسات النواحي التالية:

(i) عند القيام بأعمال التخطيط العمراني ،وتنظيم المدن ،يلزم دراسة مواقع الابنية العالية بدقة ،بشكل تتم معه المحافظة على سرعات الرياح في اسفل هذه المنشآت وعلى محيطها بما للايتجاوز (5m/sec)لمعظم اوقات السنة.

(ii) شكلت الابنية ذات الارتفاعات الصغيرة، والمحيطة بالأبنية العالية سور حماية من تيارات الرياح.

(iii) تتأثر حركة الرياح بجوار السطوح التي تلامسها ،بمقدار خشونة السطوح ،اضافة الى ابعاد السطح.

يصبح تأثير الرياح في مناطق المدن المزدحمة، التي تتجاوز فيها الابنية العالية بارتفاعات تزيد عن.(25–30متر) ان تأثير الريح الهابطة تصبح بصورة اكثر تعقيدا وبالتالي تحتاج لدراسة اكثر دقة.

3.4 سريان الرياح (الهواء)حول بعض الاشكال الهندسية:

تعرف الرياح بانها تحرك او انتقال الكتل الهوائية في الاتجاه الأفقي ،وتتحرك نتيجة فروق الضغط الجوي فالرياح تتحرك حركة تسار علية من مناطق الضغط المرتفع الى مناطق الضغط المنخفض . ويحدث انحراف في حركة الرياح نتيجة لدوران الكوكب ، وتعرف العلاقة بين الرياح والضغط الجوي بتأثير كوريوليس الا عند خط الاستواء تعرف هذه العلاقة باسم المعادلة الجيوستر وفيه للرياح .

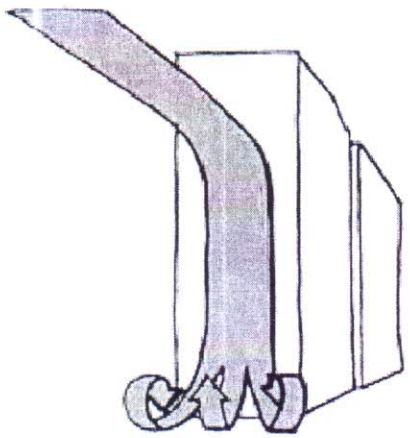
وبتوصيل بين نقط تساوى الضغط، يتم الحصول على صور سريان الرياح . وتسمى هذه الخطوط بخطوط تساوى الضغط فاذا كانت متقاربة كان ذلك دلالة على شدة الرياح ويدل

تباعدها دلالة على انخفاض شدة الرياح . ويتناسب اتجاه الرياح مع مواضع الضغط المرتفع والمنخفض، وتهب الرياح في نصف الكره الارضية الشمالي في اتجاه دوران عقارب الساعة حول مناطق الضغط المرتفع وفي اتجاه معاكس لاتجاه دوران عقارب الساعة حول مناطق الضغط المنخفض .

3.4.1 اشكال السريان في بعض الاشكال الهندسية :

1-الانجراف (Downwash)

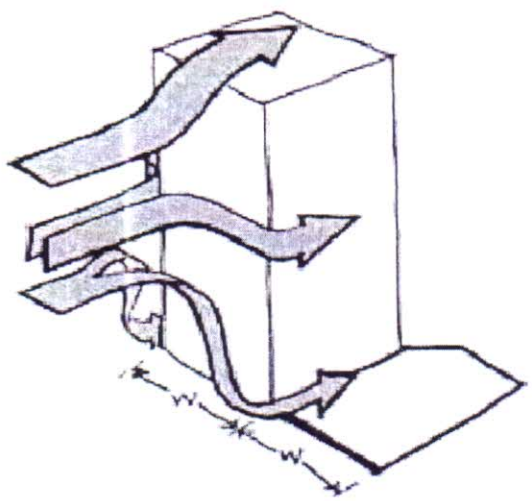
كلما زاد ارتفاع المبنى زاد فرق الضغط المحرك للرياح وهذه النظرية تعرف باسم الانجراف . فالمباني المستطيلة البسيطة الشكل تكون فيها منطقة زيادة سرعة الرياح في قاعدة المبنى وذلك بسبب ان سريان الرياح يحدث دائما في الاشكال المستطيلة الى اسفل او الى مستوى الشارع وتختلف الاثار باختلاف طول المبنى كما في الشكل (3.1)



شكل (3.1)

2-الحواف (Corner)

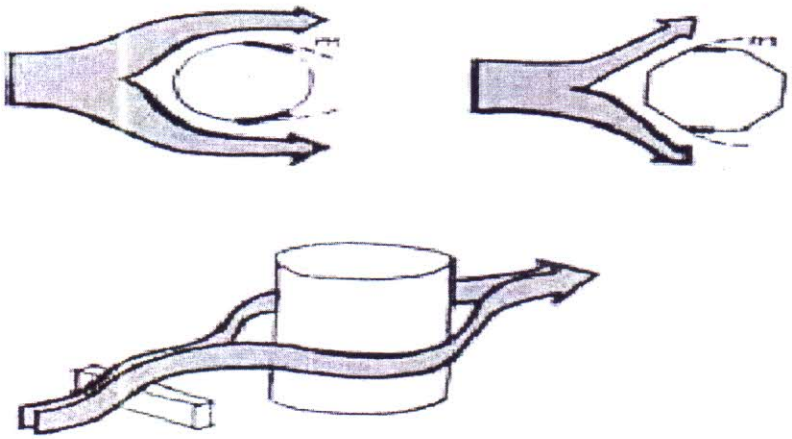
الهواء المرتكز عند قاعدة المبنى عادة ما ينساب او يسرى بسرعة من تلك النقطة حول اركان المبنى الى جوانبها الاكثر تسطحا واستقامة الى خلف المبنى او البرج . منطقة الانتقال بين سرعتي الرياح العالية والمنخفضة والتي تسرى بين هذه الاركان عادة ما تكون صغيره . واحد الطرق لتقليل اثر الحواف يكون بواسطة المباني المجاورة الاقل ارتفاعا كما في الشكل (3.2)



شكل (3.2)

3-الشكل الدائري :

المباني الدائرية او شبه الدائرية تحث الرياح على السريان عرضيا . ويتولد سريان تحتي صغير نسبيا لكنا ايضا تولد سرعات رياح عالية في العرض الاقصى في الزوايا المناسبة لحركة الرياح . وهذه السرعات يمكن تقليلها اذا كان هنالك سرعات بطيئة نسبيا فوق المبنى . الشكل (3.3) يوضح ذلك



شكل (3.3)

3.5 ضغط الرياح على الابنية العالية:

يقصد بتعبير البناء العالي ، تلك المنشأة من الابنية التي تشكل فيها الحمولات الأفقية (ضغط الرياح او الزلازل) عاملا هاما في الحساب الانشائي . وتمتاز هذه المنشآت بان نسبة ارتفاعها الى البعد الاقصى في قاعدتها كبير. ويؤثر ضغط الرياح على هذه المنشآت تأثيرا واضحا فهو يسبب اجهادات وقوى اضافية في عناصرها الانشائية. ان الحمولات المتأتية بفعل دفع الرياح ، التي تصنف ضمن فئة الحمولات الحية الديناميكية ، تخضع الى اعتبارات وعوامل لا يمكن للإنسان التحكم بها ، ومن هذا المنطلق تأتي خطورة هذا النوع من الاحمال ، مما يحتم دراسة الوقاية من اثارها ما أمكن .

يعتمد تقدير دفع الرياح الممكن حدوثها على منشأة ما، في منطقة معينة ،على عوامل عديدة ، تتجلى في احصاءات واحتمالات تقدر بناء على قياسات وإرصادات كثيرة، ولسنوات طويلة، تجرى على حركات الرياح وجريانها ، وسرعاتها في المنطقة المعتبرة، اضافة الى التجارب المختبرية التي يمكن القيام بها في النفق المخبري على نماذج مصغرة للأبنية التي

يطلب انشاءها. تبسيطا للحسابات يعتبر ضغط الرياح مؤثرا على الابنية في الاتجاه الافقي ، أو في شكل متعامد مع السطوح الخارجية للبناء . وتخضع شدة القوة المؤثرة لعوامل متعددة نذكر منها :

1- طبيعة البناء وارتفاعه ونسب ابعاده الاخرى .

2- الطبيعة المناخية التي سيقام عليها المنشأة

3- سرعة الرياح وكثافة الهواء واتجاه حركة الرياح .

4- نوع العنصر المدروس وطبيعته ، وموقعه في البناء

وتسمى سرعة الرياح التي على أساسها يتم حساب الضغوط المتولدة على واجهات الأبنية بالسرعة الحسابية . وهي السرعة المتوسطة لهبة الرياح اللحظية التي يمكن استمرارها لمدة عشر دقائق واحتمال حدوثها مرة واحدة كل عام على الاقل. ويتم تحديد هذه السرعة، وخاصة في المنشآت كبيرة الاهمية ، بالاعتماد على القياسات الفعلية والاحصاءات الدورية لسنوات خلت. كما بينت الدراسات التجريبية والقياسات العملية ، أن سرعة الرياح العالية ، والمضطربة الجريان والتي تنشأ عن هبات متتالية للرياح ، تؤثر بشكل خطر على منشآت الابنية العالية، وتزداد خطورة هذا النوع من الحمولات كلما اقتربت هبات الرياح من التردد بأدوار منتظمة . اذ تخلق عندئذ حالات تجاوب (طنين) بين دور حركة الرياح ودور الاهتزاز المرن للبناء ، تؤدي في النهاية الى كوارث كبيرة .

كما بينت تلك الدراسات أن السرعة الصغيرة للرياح، خفيفة الضرر فيما لو قورنت بالسرعات العالية . اذ أنه في الحالة الاولي يمكن اعتبار الضغط المطبق على المنشأة ذي تأثير إستاتيكي . في حين يصبح التأثير ديناميكيا مع السرعات العالية .

3.6 الآثار الناتجة من تيارات الرياح على المباني العالية:

ان لفعل الرياح في المنشآت بشكل عام تأثيرات ديناميكية غير أن التجارب والدراسات بينت أن هذه التأثيرات تكون صغيرة عندما يكون المنشأ غير نحيف ، اي عندما تكون نسبة ارتفاع المنشأ الى عرض واجهته أقل من 4 . أما بالنسبة للمنشآت غير النحيفة (العالية) يمكن دراسة تأثير الرياح على المنشأة بطريقة التحليل الإستاتيكي . أما في المباني العالية تكون التأثيرات الإستاتيكية صغيرة يتم تجاهلها .

3.6.1 طبيعة التأثيرات الديناميكية :-

هنالك نوعان من الافعال الديناميكية المؤثرة :

I. أفعال ديناميكية موازية لاتجاه الرياح
II. أفعال ديناميكية متعامدة مع اتجاه الرياح

3.6.1.1 الأفعال الديناميكية الموازية لاتجاه الرياح:-

في البداية عند السرعات المنخفضة للرياح يكون جريان الرياح منتظما ويكون بالتالي تأثير الريا ح على المنشأة(في الاتجاه الموازي لاتجاه الرياح) ذو طبيعة إستاتيكية وبالتالي فان حساب تأثير الرياح على المنشأة في اتجاه الرياح من اجل السرعات المنخفضة ليس له أهمية.

ولكن بعد ذلك عند سرعات الرياح الاعلى يصبح جريان الهواء مضطربا ويؤثر على المنشأة ي شكل هبات متتالية. ان ظهور هذه الهبات تكمن في كونها تؤثر بشكل دوري ، وتزداد خطورتها عندما يصبح دور تواردها على المنشأة قريبا من الدور الاساسي لاهتزاز المنشأة في هذه المرحلة (مرحلة الجريان المضطرب) يصبح تأثير ديناميكيا .

3.6.1.2 الأفعال الديناميكية المتعامدة مع اتجاه الرياح:

تحصل في مرحلة الجريان المنتظم فتضع المنشأة في حالة اهتزاز قسري في الاتجاه المتعامد مع اتجاه الرياح . وسببها هو الدوامات المتناوبة التي تؤثر في المنشآت الاسطوانية وفي المنشآت المشورية التي قاعدتها في شكل مضلع منتظم ، مثل حالة المآذن والمداخن والابراج ...الخ

3.7 نبذه عن برنامج ETABS:

وهو برنامج متخصص في تحليل وتصميم المنشآت والأبراج وناطحات السحاب ولأي نوع من أنواع التحميل بما فيها أحمال الرياح والزلازل وذلك بإستخدام طرق التحليل الإستاتيكي الخطي و اللاخطي كذلك إستخدام التحليل الديناميكي ، وهذه التسمية إختصار بالأحرف الأولى لإسم البرنامج (Extended Three Dimensional Analysis of Building System) بدأت فكرة تصميم البرنامج في العام 1963 م حيث أنتجت النسخة الأولى في جامعة (Berkeley) في ولاية كاليفورنيا في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1984 م ، وطورت بعد ذلك عده نسخ منها النسخة المستخدمة في هذا البحث (ETABS v15.20).

يستخدم البرنامج طريقة العناصر المحددة (Finite Element Method) في تحليل الجمل الإنشائية وهي من أدق الطرق وتحتاج لتكوين مصفوفات بالغة التعقيد إلا أن ظهور أجهـزة الحاسـوب بقـدراتها الكبيرة في معالجة البيانات جعل إستخدام هذه الطريقة ممكناً؛ مما ساعد في توفير الجهد والوقت ومكن من تصميم مبانٍ أكثر إقتصادية من المباني المصممة سابقاً بإستخدام طرق الحل التقريبية. يتم تمثيل حـوائط القص والبلاطات بعنصر (Shell) بمختلف تصنيفاته، كما تمثل العارضات والأعمدة بعنصر (Frame).

برنامج التحليل والتصميم الإنشائي (ETABS) له مميزات عديدة، والتي يمكن إيجازها في النقاط الآتية:

i. برنامج ذو أهداف محددة؛ فهو مصمم للمباني والمنشآت الهيكلية والأبراج بشكل خاص.

ii. سهولة إجراء النمذجة والتعديل.

iii. تتوفر فيه معظم مدونات البناء العالمية؛ وبالتالي سهولة إدخال المعايير المطلوبة في التصميم.

iv. يقوم البرنامج بتصميم العناصر الإنشائية وإعطاء حديد التسليح المطلوب بدقـة عاليـة، مـع رسـم التفاصيل الإنشائية (Detailing's).

v. تستطيع التدقيق على جميع أبعاد المقطع المدخلة فيما إذا كانت كافية لمقاومة الأحمال أم لا وتغييرهـا واستبدالها عند التصميم.

vi. القيام بمراجعة عملية التصميم وطباعة النتائج من أجل النوتة الحسابية (Calculations Sheet) التي ترفق مع التصميم.

vii. سهولة طباعة مخرجات التحليل والتصميم بحسب الشكل المطلوب (جداول، ملفات نصية، رسـومات ومخططات عزوم، حديد تسليح).

viii. سهولة تصدير وإحضار النموذج من برنامج (AUTOCAD) سواء مساقط أو منشأة ثلاثية الأبعاد مما يوفر الكثير من الوقت والجهد في النمذجة أو التصدير.

ix. تتوفر فيه ميزة الطوابق المتشابهة مما يسهل عملية النمذجة والتعديل والرسم والتخصيص.

x. يستطيع مواكبة التغييرات المطلوبة والخاصة عند النمذجة أو التحليل مما يسهل إدخال المعايير والمتطلبات الخاصة.

xi. سهولة التصدير والإستيراد بواسطة برامج التحليل الأخرى مثل:

(SAP - STAAD PRO – SAFE - RIVET) وغيرها.

الفصل الرابع

دراسة حالة

الفصل الرابع

دراسة حالة

4.1 تصميم النماذج (وصف المباني) :

مباني عالية ذات اشكال مختلفة بارتفاع 64 متر ، المساحة 400 متر مربع.

تحتوى عدد 20 طابق ، إرتفاع الطابق 3.2 متر .

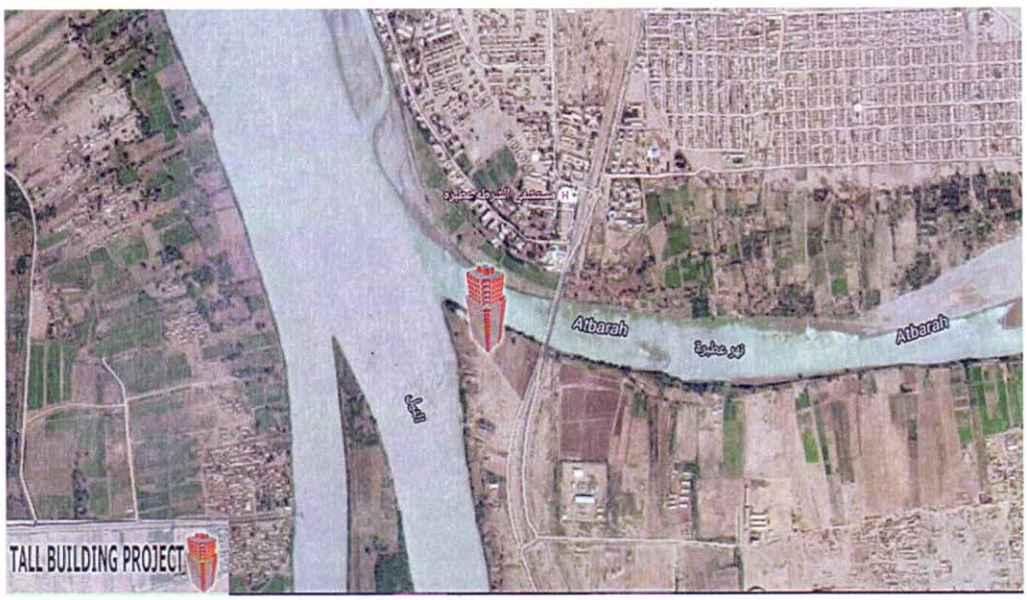
الموقع:

مدينة عطبرة – السودان.

خط طول: 34 E

دائرة عرض: 17.7 N

المنسوب: 345 متر فوق سطح البحر



الشكل (4.1) الموقع الجغرافي المقترح لتنفيذ دراسة الحالة

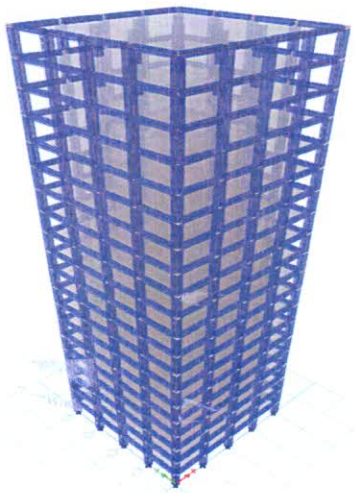
4.1.1 المواد المستخدمة:

الجدول (4.1) يوضح خصائص المواد

Parameter	Description	Strength (N/mm^2)	E (kN/mm^2)	Remarks
Reinforcement	Grade460 (Both)	460	200	All members
Concrete	Fcu	30	26	Slabs &Baes
	Fcu	30	26	Shear walls &COlumn

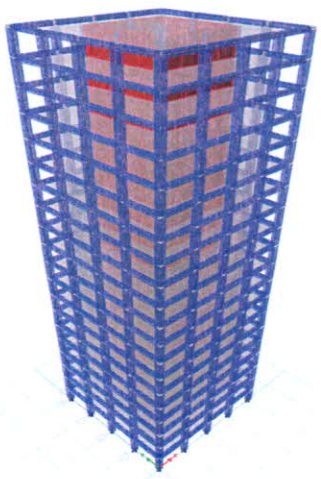
4.1.2 الاشكال المقترحة للمقارنة :-

- شكل مربع المقطع بدون استخدام حوائط قص :



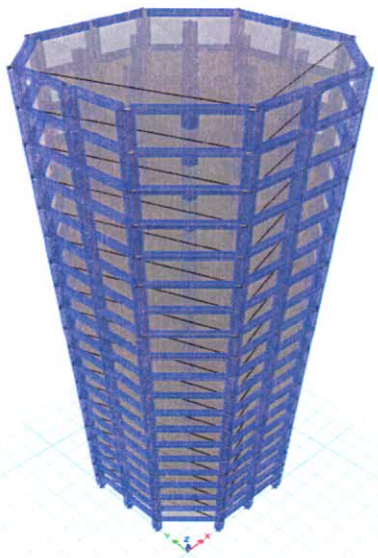
شكل رقم (4.2)

- شكل مربع المقطع باستخدام انظمة انشائية حوائط قص :



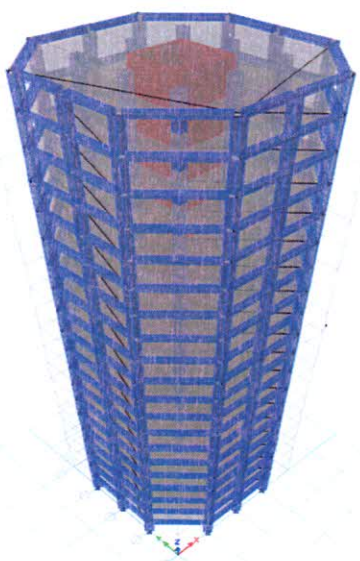
شكل رقم (4.3)

- شكل ثماني المقطع بدون استخدام حوائط قص :



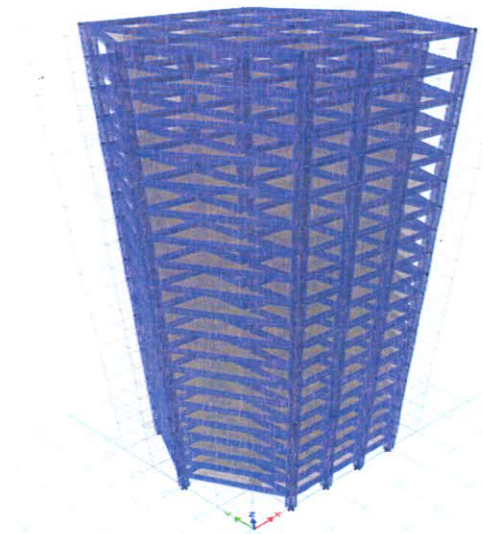
شكل رقم (4.4)

- شكل ثماني المقطع باستخدام انظمة انشائية حوائط قص :



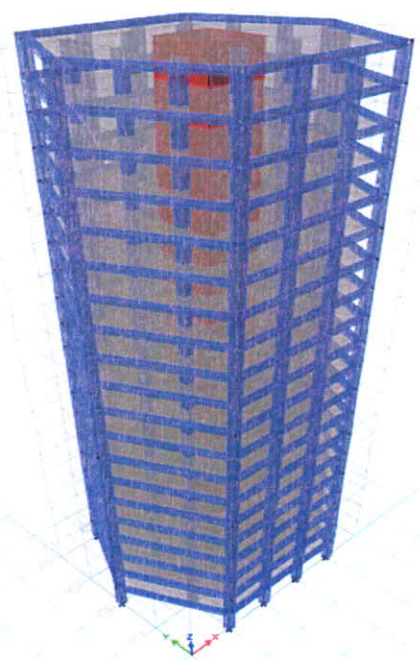
شكل رقم (4.5)

- شكل سداسي المقطع بدون استخدام حوائط قص :



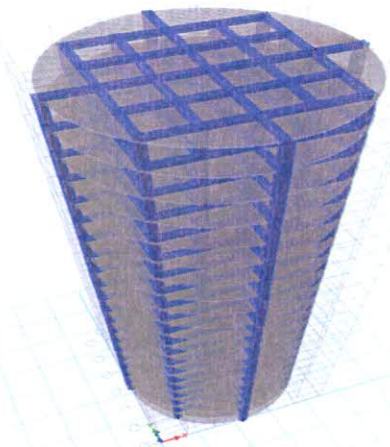
شكل رقم (4.6)

- شكل سداسي المقطع باستخدام انظمة انشائية حوائط قص :



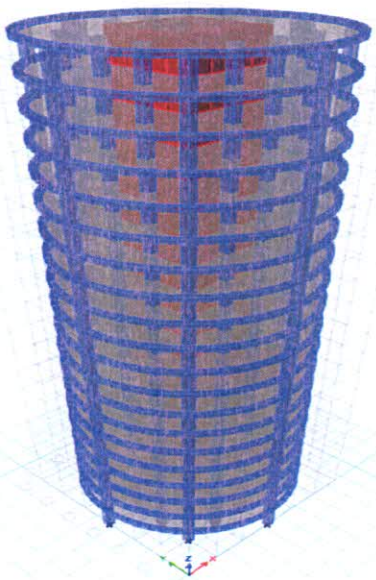
شكل رقم (4.7)

- شكل دائري بدون استخدام حوائط قص :



شكل رقم (4.8)

- شكل دائري باستخدام انظمة انشائية حوائط قص :



شكل رقم (4.9)

4.2 اجراء اختبارات النموذج:

يتم اجراء الاختبارات على اشكال المباني المقترحة للدراسة ، وذلك بإدخال المدخلات الى برنامج (ETABS) الذى يقوم بعملية التحليل الديناميكي للمباني ومعرفة الإزاحات الجانبية للمبنى

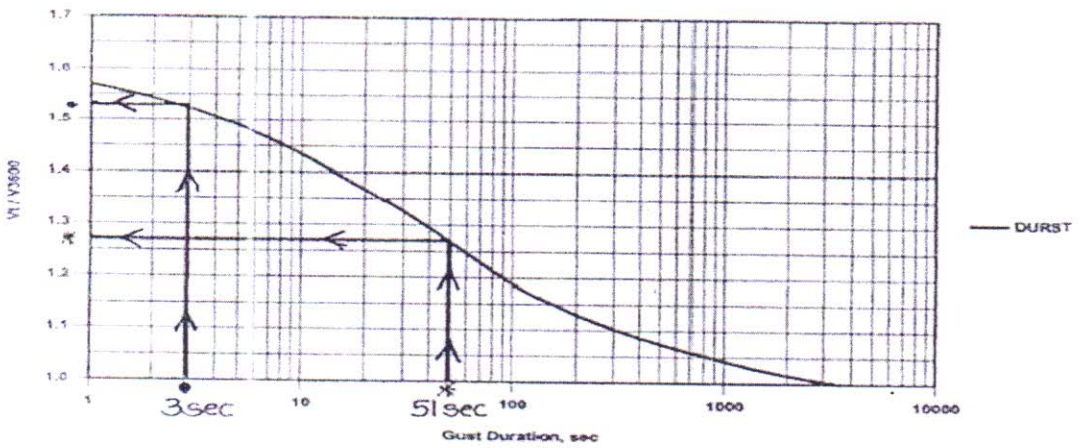
4.2.1 احمال الرياح :-

هي القوى التي يتعرض لها المنشأ عادة من سرعات الرياح ويتم حساب سرعة الرياح المؤثرة على المبنى

وتحسب حسب توصيات المدونة البريطانية (BS 6399-Part2-1995) بالطريقة المعيارية (Standard Method).

$$V_s = V_b . S_a . S_d . S_s . S_p .$$

باستخدام (Durst Curve) والوارد في (ASCE 7-05 commentary Figure C6-2) تم تحويل سرعة الرياح الأساسية لمدينة عطبرة (45 m/s) والمأخوذة عن عاصفة تهب لمدة ثلاث ثوان الى سرعة أساسية ساعية متوسطة تعادل (30 m/s) وبذلك يمكن استخدامها في معادلات الكود (BS 6399-Part2-1995)



شكل رقم (4.10)

$$V_{3sec}/V_{3600}=1.53$$

$$V_{3600}= V_{3sec}/1.53=45/1.53 \approx 30 \text{ m/sec}$$

$$V_b = 30 \text{ m/s}$$

$$S_a = 1 + 0.001\,(345) = 1.345$$

$$S_d = 1.0$$

$$S_s = 1.0$$

$$S_p = 1.0$$

$$\therefore V_S = 30 * 1.345*1.0*1.0*1.0 = 40.35 \text{ m/s}$$

وبذلك يمكن حساب السرعة الفعالة او المؤثرة كالاتي:

$$V_e = V_s \times S_b$$

وبتقدير قيمة (S_b=2.05) من (Table 4) بكود الرياح نجد ان :

$$Ve= 40.35 * 2.05 \approx 83 \text{ m/s}$$

وهنالك معاملات أخرى:

- عامل تأثير الحجم (C_a) ويؤخذ من (Fig 4) من الكود البريطاني لأحمال الرياح (BS 6399-Part 2- 1995) وقدر بقيمة (0.78).
- عامل الزيادة الديناميكي (C_r) ويؤخذ من (Fig 3) من الكود البريطاني لأحمال الرياح (BS 6399-Part 2- 1995) وقدر بقيمة (0.072).
- معاملات الضغط الخارجي وهي موجودة في (Table 5) من الكود البريطاني لأحمال الرياح (BS 6399-Part 2- 1995) وقدرت كالاتي:

- معامل وجه الرياح (Front Coefficient) واخذ بقيمة (0.8) .

- معامل عقب الرياح (Rear Coefficient) واخذ بقيمة (0.3) .

الجدول ادناه يوضح ملخص للخطوات السابقة وهي تمثل مدخلات برنامج (ETABS)

جدول رقم (4.2)

Load Case	V_e (m/s)	C_a	C_r	Direction Angle
W_x	83.0	0.78	0.072	0

4.3 نتائج الاختبارات :

4.3.1النتائج في جداول :

4.3.1.1 بدون استخدام انظمة انشائية :

الجدول رقم (4.3) أدناه يوضح الإزاحات الجانبية الناتجة نتيجة لتسليط احمال الرياح على مبنى مركب من (20) طابقاً بدون استخدام حوائط قص .

جدول (4.3) مبنى بدون استخدام حوائط قص

ازاحة الطابق (mm)	مبنى مربع	مبنى ثماني	مبنى سداسي	مبنى دائري
Base	0	0	0	0
Story1	0.437	1.023	0.206	0.275
Story 2	1.346	1.852	0.638	0.672
Story 3	2.449	2.605	1.265	1.102
Story 4	3.625	3.320	2.056	1.546
Story 5	4.823	4.013	2.983	1.994
Story 6	6.015	4.686	4.019	2.443
Story 7	7.185	5.340	5.143	2.889
Story 8	8.322	5.970	6.333	3.328
Story 9	9.417	6.575	7.569	3.758
Story 10	10.462	7.150	8.835	4.175
Story 11	11.449	6.792	10.115	4.575
Story 12	12.370	8.197	11.396	4.957
Story 13	13.220	8.663	12.666	5.317
Story 14	13.993	9.087	13.916	5.653
Story 15	14.683	9.467	15.139	5.962
Story 16	15.286	9.799	16.329	6.243
Story 17	15.799	10.089	17.483	6.493
Story 18	16.221	10.321	18.604	6.712
Story 19	16.557	10.513	19.697	6.898
Story 20	16.825	10.670	20.743	7.055

4.3.1.2 استخدام انظمة انشائية "حوائط قص" :-

الجدول (4.4) أدناه يوضح الإزاحات الجانبية الناتجة نتيجة لتسليط أحمال الرياح على مبنى مركب من (20) طابق باستخدام حوائط قص .

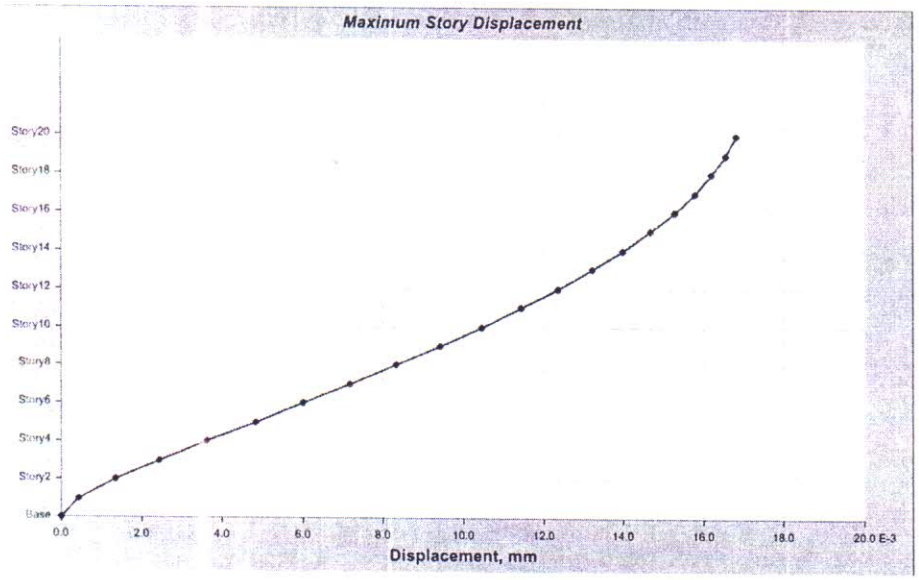
جدول (4.4) مبنى باستخدام حوائط قص

ازاحة الطابق (mm)	مبنى مربع	مبنى ثماني	مبنى سداسي	مبنى دائري
Base	0	0	0	0
Story1	0.088	0.164	0.528	0.035
Story 2	0.190	0.431	1.493	0.053
Story 3	0.322	0.812	2.582	0.078
Story 4	0.483	1.290	3.704	0.109
Story 5	0.670	1.848	4.833	0.146
Story 6	0.881	2.463	5.955	0.189
Story 7	1.111	3.128	6.7059	0.236
Story 8	1.359	3.827	8.138	0.288
Story 9	1.621	4.550	9.184	0.342
Story 10	1.894	5.286	10.189	0.399
Story 11	2.167	6.027	11.146	0.457
Story 12	2.463	6.763	12.048	0.517
Story 13	2.755	7.489	12.889	0.577
Story 14	3.048	8.198	13.664	0.639
Story 15	3.343	8.888	14.366	0.701
Story 16	3.636	9.554	14.991	0.762
Story 17	3.925	10.196	15.538	0.822
Story 18	4.211	10.815	15.996	0.882
Story 19	4.493	11.417	16.373	0.941
Story 20	4.761	11.987	16.675	0.997

4.3.2 النتائج فى صورة مخططات:

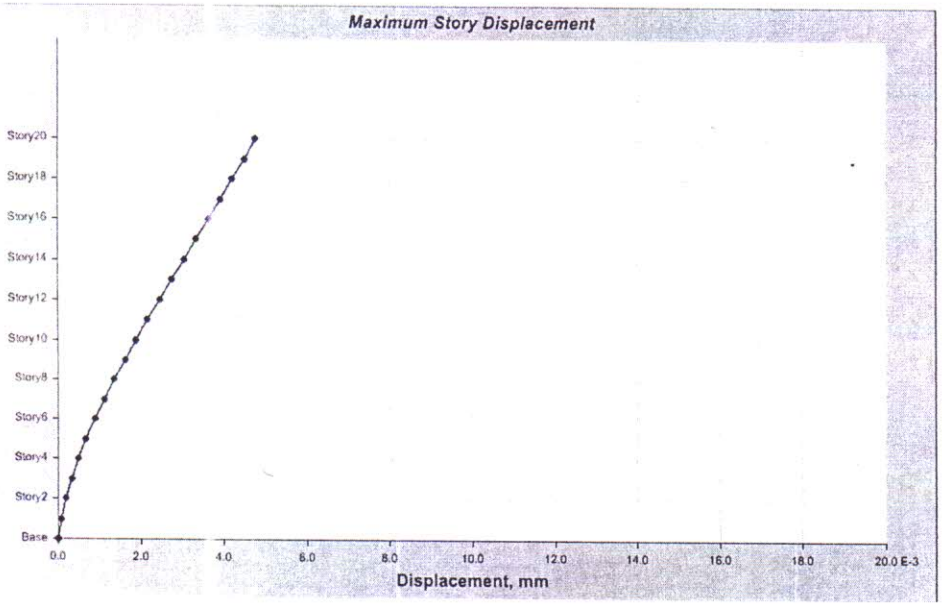
المبنى المربع :

الشكل (4.11) أدناه يوضح الإزاحة الجانبية لمبنى مربع بدون استخدام حوائط قص



شكل (4.11)

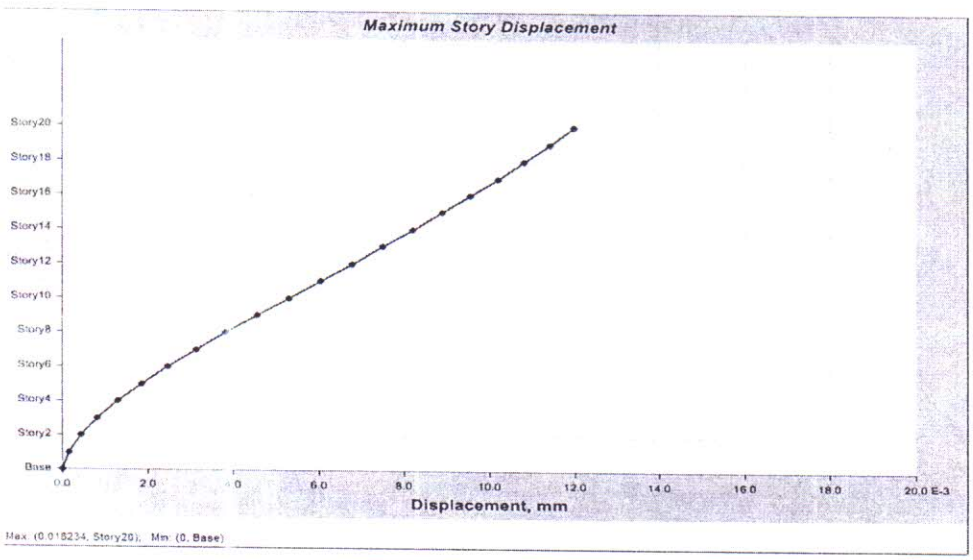
الشكل (4.12) أدناه يوضح الإزاحة الجانبية لمبنى مربع باستخدام حوائط قص



شكل (4.12)

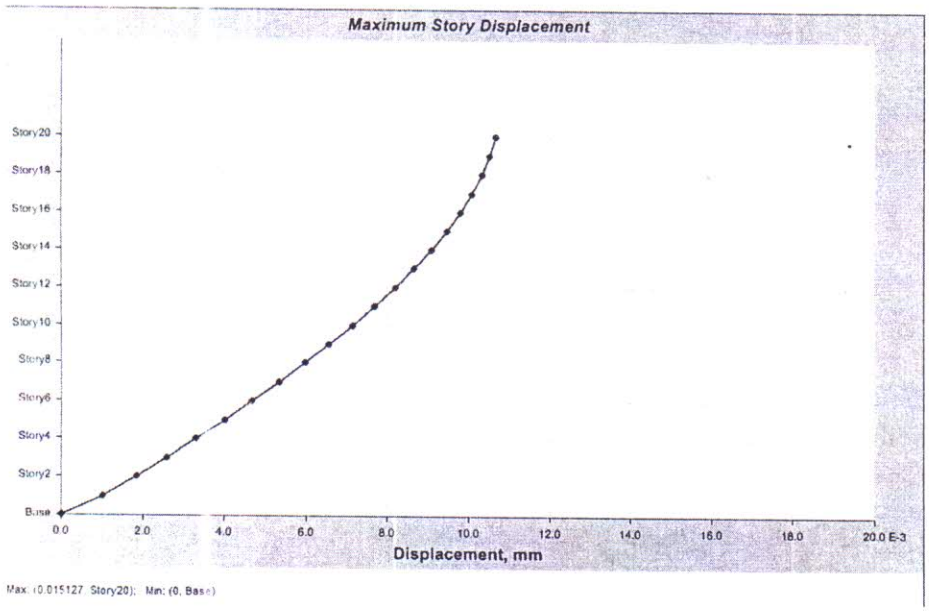
المبنى الثماني :

الشكل (4.13) أدناه يوضح الإزاحات الجانبية لمبنى ثماني بدون استخدام حوائط قص



شكل (4.13)

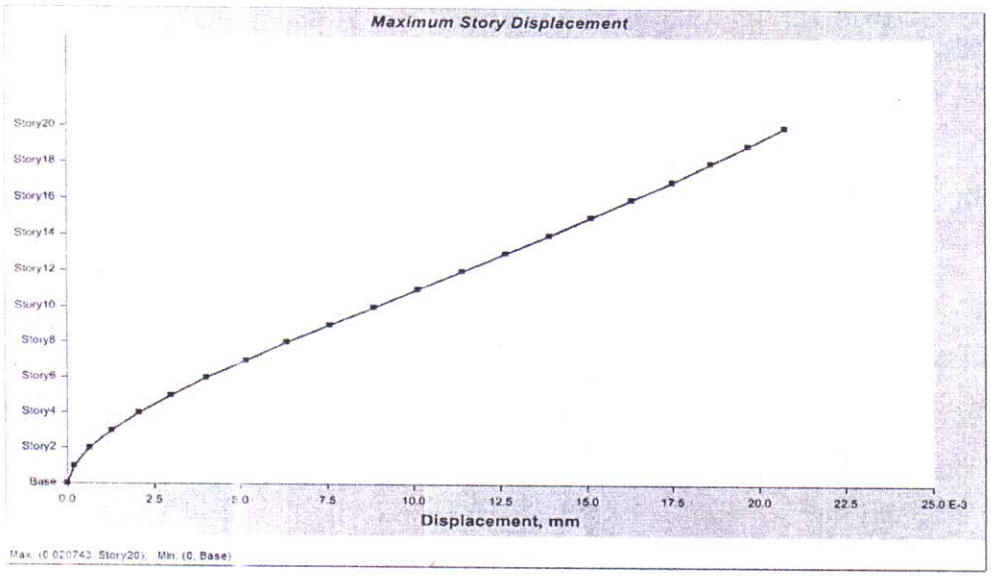
الشكل (4.14) أدناه يوضح الإزاحات الجانبية لمبنى ثماني باستخدام حوائط قص



شكل (4.14)

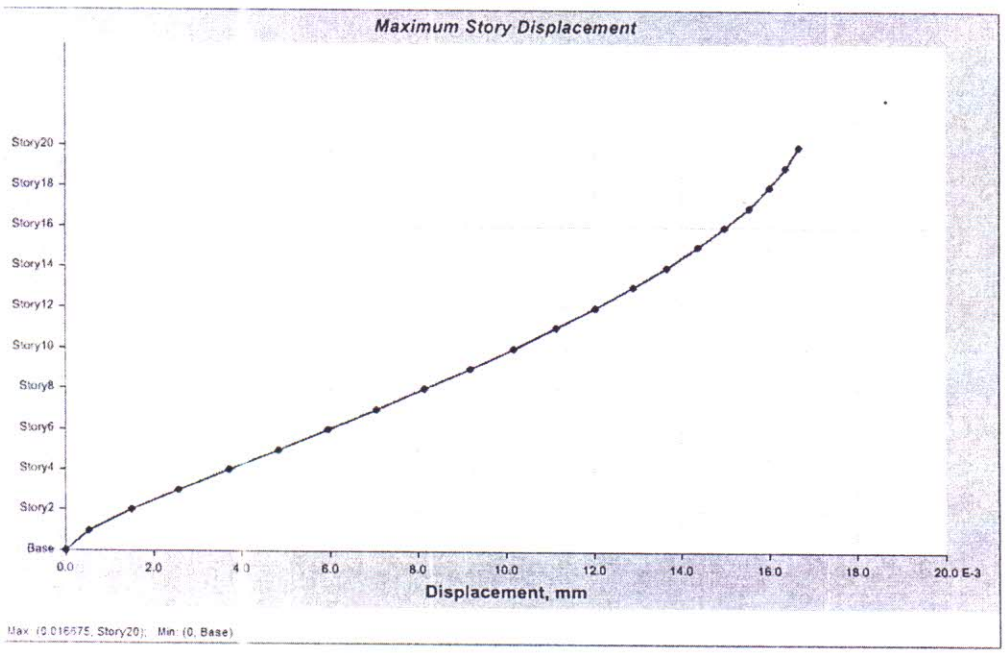
المبنى السداسي:

الشكل (4.15) أدناه يوضح الإزاحات الجانبية لمبنى سداسي بدون استخدام حوائط قص



شكل (4.15)

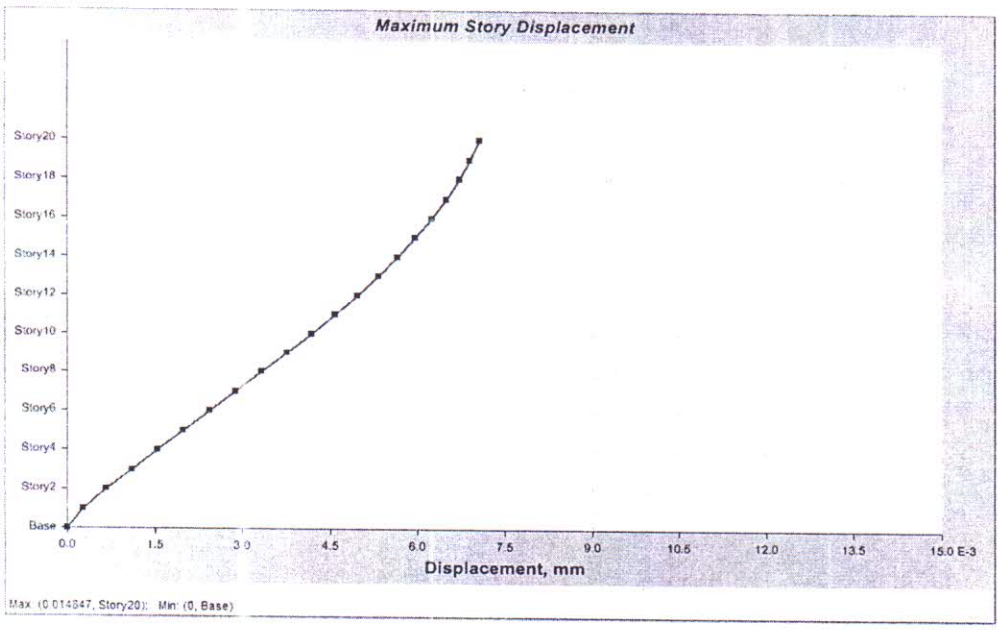
الشكل (4.16) أدناه يوضح الإزاحات الجانبية لمبنى سداسي باستخدام حوائط قص



شكل (4.16)

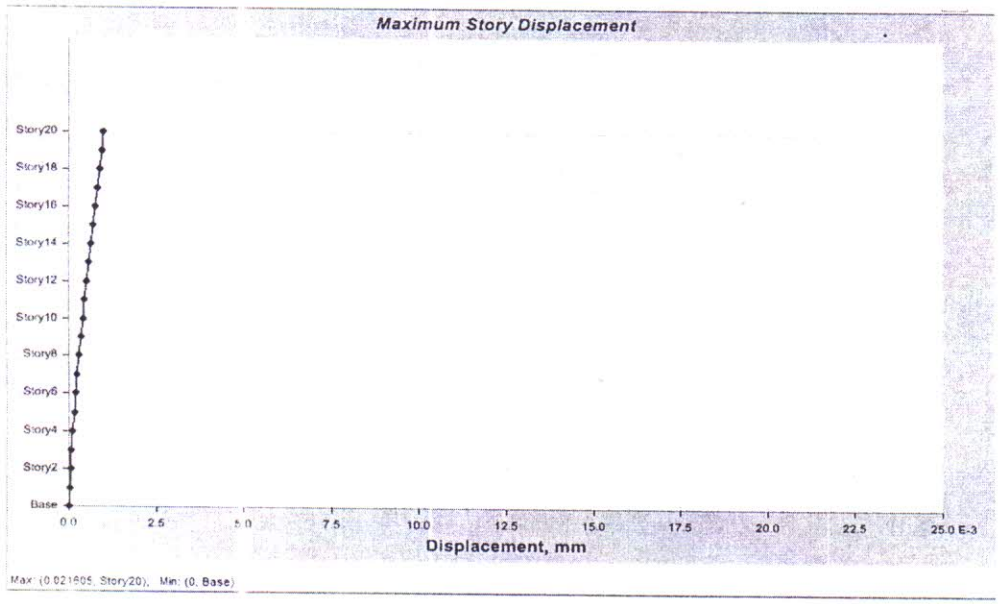
المبنى الدائري :

الشكل (4.17) أدناه يوضح الإزاحات الجانبية لمبنى دائري بدون استخدام حوائط قص



شكل (4.17)

الشكل (4.18) أدناه يوضح الإزاحات الجانبية لمبنى دائري باستخدام حوائط قص



شكل (4.18)

الفصل الخامس

مناقشة النتائج

الفصل الخامس

مناقشة النتائج

5.1 مناقشة النتائج:

تمت مناقشة النتائج على اساس ان شكل المبنى الخارجي ونوع النظام الانشائي المستخدم في المبنى يعمل على تخفيض الاهتزاز في المباني العالية والابراج ،وتبين من خلال التجارب التي اجريت على عدة اشكال ومقاطع مختلفة من المباني (مربع ،سداسي، ثماني ،دائري) بواسطة برنامج الآيتاب المتخصص في التحليل الإنشائي ما يلي :

وجد أن مقطع المباني الدائرية وشبه الدائرية (I.e ثماني ، سداسي) هي الأفضل في تخفيض الاهتزازات بما ان الرياح تشكل دوامة حرة (free vortex) حول المبنى مما يجعل الضغط متساوياً في محيط المبنى.

تصل إزاحة اعلى طابق إلي 7 ملم في حالة عدم استخدام حوائط قص ، وإلى 0.997 ملم في حالة استخدام حوائط قص ، عليه فإن استخدام حوائط القص تخفض الجزء الأكبر من الاهتزازات خاصة في حالة الاشكال الدائرية او شبه الدائرية .

الفصل السادس

الخلاصة والتوصيات

الفصل السادس

الخلاصة والتوصيات

6.1 الخلاصة:

تم من خلال هذا البحث التعرف على المباني العالية والاهتزازت الميكانيكية التي تتعرض لها تلك المباني والابراج من خلال حركة تيارات الرياح وخطوط السريان عليها وكما تم التعرف على اساليب خفض الاهتزازات في تلك الابراج والمباني سواء اكانت اساليب خفض ميكانيكية او غيرها من الاساليب .

ايضا من خلال هذا البحث ومن خلال دراسة الحالة تم اختيار عدة اشكال مختلفة المقطع من المباني(مربع ، سداسي ، ثماني ، دائري) لها نفس المساحة ونفس المواد والمكونات وبارتفاع 64 متر .

تم إجراء الاختبارات على هذه الأشكال وتم التوصل إلي ان افضلها هو الشكل الدائري أو شبه الدائري لأسباب تتعلق بنشوء دوامات حرة حول المبنى مما يجعل الضغط تقريبا متساوياً على محيط المبنى.

ايضا تم التعرف من خلال دراسة الحالة انه يمكن خفض الاهتزاز بصورة اكبر بكثير في حال استخدام نظام قلب إنشائي (حوائط قص) .

6.2 التوصيات :

لمزيد من التجارب والاختبارات على الأبراج العالية للتوصل إلي نتائج جيدة يعتمد عليها يتم التوصية لعمل دراسات إضافية في هذا المجال يتم تلخيصها في الآتي :

1/ عمل نماذج لمقاطع مباني مختلفة واستخدام نفق هواء (wind tunnel) لمعرفة الإزاحات الأفقية والرأسية للمباني .

2/ استخدام أشكال حلزونية حول المبنى إلي الخارج لجعل الرياح تدور حول المبنى بشكل منتظم وبالتالي بشكل ثابت .

المراجع :

1.خليل ابراهيم واكد ، ' تصميم المنشآت الخرصانية لمقاومة الرياح والزلازل' ، الطبعة الثانية ، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع ، القاهرة ، 2006م .

2.ابوالحسن توفي الحسن ، 'الاهتزازات' ، دار الفجر للنشر والتوزيع ، 2003م .

3.محمود يس عثمان ، ' مذكرة الاهتزازات الميكانيكية' ، جامعة وادي النيل ، كلية الهندسة ، برنامج بكالوريوس الهندسة الميكانيكية بدون تفرغ ، 2006م .

4. م عماد دروسين ، 'تصميم الابنية العالية لمقاومة الرياح' ، دار دمشق للطباعة والنشر ، 1997م .

5. د.م .محمد احمد العمارة ، 'ديناميكا المنشآت' ، حقوق النشر محفوظة للمؤلف ، 2006 م .

الملاحق

الملاحق

ملحق(1)، (BS 6399-Part2-1995)

Table 4 — Factor S_b for standard method

Site in country or up to 2 km into town					Site in town, extending ≥ 2 km upwind from the site			
Effective height H_e m	Closest distance to sea upwind km				Effective height H_e m	Closest distance to sea upwind km		
	≤ 0.1	2	10	≥ 100		2	10	≥ 100
≤2	1.48	1.40	1.35	1.26	≤2	1.18	1.15	1.07
5	1.65	1.62	1.57	1.45	5	1.50	1.45	1.36
10	1.78	1.78	1.73	1.62	10	1.73	1.69	1.58
15	1.85	1.85	1.82	1.71	15	1.85	1.82	1.71
20	1.90	1.90	1.89	1.77	20	1.90	1.89	1.77
30	1.96	1.96	1.96	1.85	30	1.96	1.96	1.85
50	2.04	2.04	2.04	1.95	50	2.04	2.04	1.95
100	2.12	2.12	2.12	2.07	100	2.12	2.12	2.07

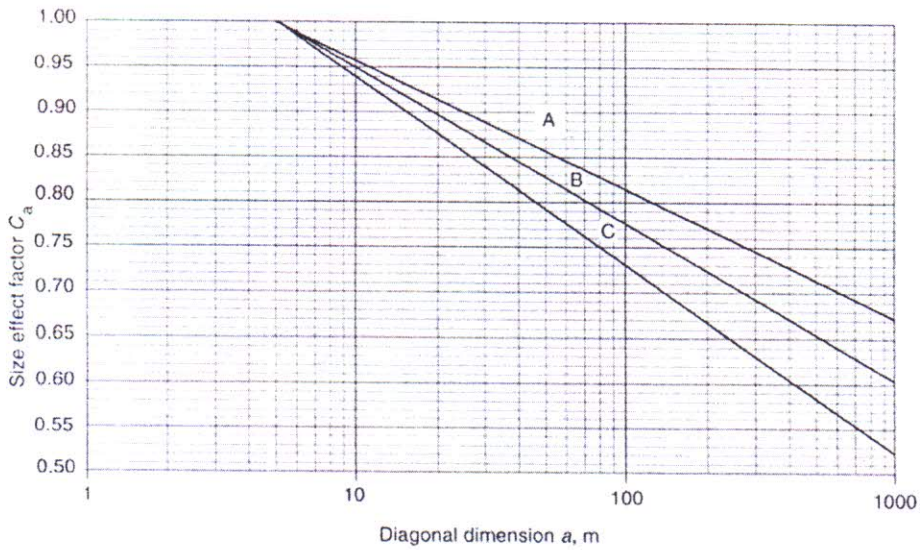
NOTE 1 Interpolation may be used within each table.

NOTE 2 The figures in this table have been derived from reference [5].

NOTE 3 Values assume a diagonal dimension a = 5 m.

NOTE 4 If H_e > 100 m use the directional method of Section 3.

ملحق(2)، (BS 6399-Part2-1995)



Key to lines on Figure 4							
Effective height H_e	Site in country: closest distance to sea (km)				Site in town: closest distance to sea (km)		
m	0 to < 2	2 to < 10	10 to < 100	≥ 100	2 to < 10	10 to < 100	≥ 100
≤ 2	A	B	B	B	C	C	C
> 2 to 5	A	B	B	B	C	C	C
> 5 to 10	A	A	B	B	A	C	C
> 10 to 15	A	A	B	B	A	B	B
> 15 to 20	A	A	B	B	A	B	B
> 20 to 30	A	A	A	B	A	A	B
> 30 to 50	A	A	A	B	A	A	B
> 50	A	A	A	B	A	A	B

Figure 4 — Size effect factor C_a of standard method

ملحق (3)، (BS 6399-Part2-1995)

Table 1 — Building-type factor K_b

Type of building	K_b
Welded steel unclad flames	8
Bolted steel and reinforced concrete unclad frames	4
Portal sheds and similar light structures with few internal walls	2
Framed buildings with structural walls around lifts and stairs only (e.g. office buildings of open plan or with partitioning)	1
Framed buildings with structural walls around lifts and stairs with additional masonry subdivision walls (e.g. apartment buildings), buildings of masonry construction and timber-framed housing	0.5

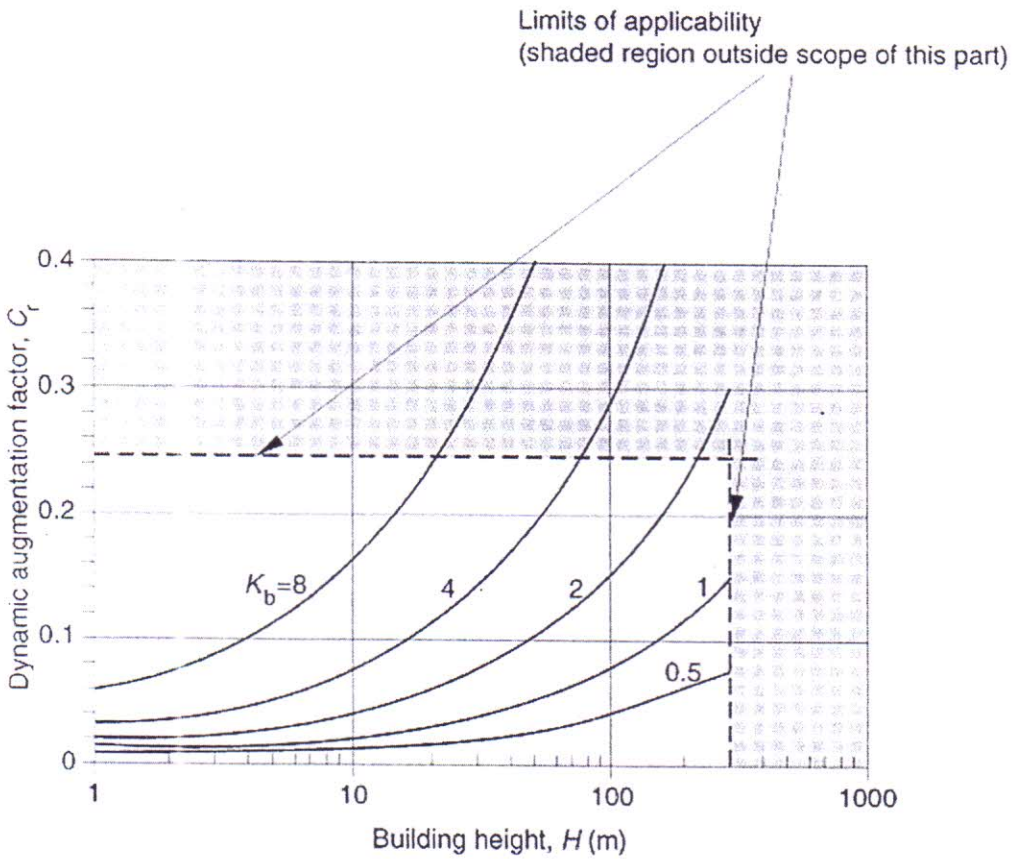


Figure 3 — Dynamic augmentation factor C_r

ملحق (4)، (BS 6399-Part2-1995)

Table 5 — External pressure coefficients C_{pe} for vertical walls

Vertical wall face	Span ratio of building		Vertical wall face		Exposure case	
	$D/H \leq 1$	$D/H \geq 4$			Isolated	Funnelling
Windward (front)	+0.85	+0.6	Side	Zone A	–1.3	–1.6
Leeward (rear)	–0.5	–0.5		Zone B	–0.8	–0.9
				Zone C	–0.5	–0.9
NOTE Interpolation may be used in the range $1 < D/H < 4$. See 2.4.1.4 for interpolation between isolated and funnelling.						