بسم الله الرحمن الرحيم

تحليل وتصميم مبنى متعدد الطوابق على أساس الخوازيق

إعداد الطلاب :

الياقوت عبدالباقي حبيب الله ناصر

محمد الصادق محمد يوسف

محمد بانقا أحمد الشيخ

معتصم كمال سليمان محمد

إشراف : أ. عبد الرحمن محمد عباس

بحث تكميلي لنيل درجة البكلاريوس مرتبة الشرف في الهندسة المدنية

كلية الهندسة

جامعة الشيخ عبدالله البدري

أبريل – 2026

المستخلص :

يتناول هذا المشروع التصميم الانشائي لفندق مكون من 12 طابق ، بمساحة $450\ m^2$ بأستخدام نظام البلاطة المسطحة بسمك 0.22 m مع حوائط قص سمك 0.2m لمقاومة الاحمال الجانبية الناتجة عن الرياح ، ويعتمد المبنى على اساسات حصيرية مدعومة بخوازيق بطول 12 m لضمان نقل الأحمال الى طبقات التربة العميقة .

تم إعتماد مقاومة خرسانة مقدارها 25 MP لجميع العناصر الإنشائية ، مع إستخدام حديد تسليح (60 grade) تم إعتماد كود ACI 318-18 لتقدير الاحمال وتصميم العناصر الخرسانية .

يشمل التصميم التحقق من أمان وسلامة البلاطات ، والاعمدة ، حوائط القص ، والأساسات ضد الاحمال الرأسية والأفقية كما تم التأكد من توافق التصميم مع المتطلبات المعمارية ، يمثل المشروع تطبيقا عملياً شاملاً للمعرفة الهندسية المكتسبة ويعكس القدرة على إستخدام الكودات في التصميم الأنشائي .

Abstract :

This project addresses the structural design of a 12-story hotel with an area of 450 m^2, utilizing a flat slab system with a thickness of 0.22 m. Shear walls with a thickness of 0.20 m were incorporated to resist lateral wind loads. The building relies on mat foundations (raft) supported by 12 m long piles to ensure the transfer of loads to deep soil layers.

A concrete strength of 25 MPa was adopted for all structural elements, along with Grade 60 steel reinforcement. The ACI 318-18 code was utilized for load estimation and the design of concrete elements.

The design includes verification of the safety and integrity of the slabs, columns, shear walls, and foundations against vertical and horizontal loads. Compliance of the design with architectural requirements was also confirmed. The project represents a comprehensive practical application of acquired engineering knowledge and reflects the ability to utilize codes in structural design.

الآية

بسم الله الرحمن الرحيم

قال تعالى :

﴿وَتَرَى الْجِبَالَ تَحْسَبُهَا جَامِدَةً وَهِيَ تَمُرُّ مَرَّ السَّحَابِ صُنْعَ اللَّهِ الَّذِي أَتْقَنَ كُلَّ شَيْءٍ إِنَّهُ خَبِيرٌ بِمَا تَفْعَلُونَ﴾

سورة النمل (88)

الأهداء

الى

روح الشهيد عبد العزيز الصادق محمد يوسف

الى

روح المرحوم خليل خالد أبراهيم عباس

الى

امي وابي (الى اليدين اللتين رعتاني حتى بلغت مآربي ، والقلبين اللذين كانا لي بوصلة وأماناً .. اهديكم ثمرة تعبي ، لعلها تفي شيئاً من عظيم فضلكما ")

الى

عائلتي الكبيرة .. مرافئي الآمنة ومنبع قوتي . الى من شاركني تعب الليالي وفرحة الانجاز ، اهديكم ثمرة هذا الجهد ، فأنتم السند الزي لا يميل. "

الى

اصدقئي الأوفياء .. يامن كنتم جزءاً لا يتجزأ من زكريات هذه السنوات وتفاصيلها ، نهديكم ثمرة هذا الجهد تقديراً لمواقفكم وصدق إخائكم. "

الشكر والعرفان

الشكر لله اولاً واخيراً

ثم

الشكر للأساتذة ونخص بالشكر

أ / عبد الرحمن محمد عباس

الذي تفضل مشكوراً بالإشراف على هذا المشروع والذي زودنا بتوجيهاته ونصائحه القيمة وذلل لنا الصعوبات التي واجهتنا

ولاننسى ان نشكر كل من ساهم في ان يرى هذا البحث النور .

فهرس الموضوعات

الترقيم	الموضوع	رقم الصفحة
	الملخص	ii
	Abstract	iii
	الآية	iv
	الإهداء	v
	الشكر والعرفان	vi
	فهرس الموضوعات	vii
	فهرس الجداول	xi
	فهرس الاشكال	xii
	الرموز والمصطلحات	xv
الفصل الاول : المقدمة		

1.1	مقدمة	2
2.1	الأنظمة الإنشائية	2
3.1	أهداف البحث	5
4.1	منهجية البحث	5
5.1	محتويات البحث	5
الباب الثاني : الخلفية العلمية		
1.2	الأنظمة الإنشائية	7
2.2	الاساسات	12
3.2	الاساسات السطحية	13
1.3.2	اللبشة	15
2.3.2	انواع اساسات اللبشة	16
4.2	الاساسات العميقة	18

5.2	الخوازيق	20
6.2	الخرسانة	32
7.2	الأحمال	37
8.2	طرق التحليل	59
9.2	برنامج ETABS	60
الفصل الثالث : التحليل بأستخدام برنامج ETABS		
1.3	وصف المبنى	64
2.3	النظام الإنشائي	64
3.3	تحليل المشروع	65
4.3	المدخلات	67
الفصل الرابع : نتائج التحليل و التصميم		
1.4	التأكد من إستيفاء التحليل الديناميكي لمتطلبات المدونة الامريكية	76

2.4	الازاحة الطابقية	83
3.4	أقصى إزاحة نسبية للطوابق	84
4.4	نتائج التحليل والتصميم	85
1.4.4	نتائج تحليل العزوم في البلاطات	85
2.4.4	نتائج تحليل الاساسات	87
1.2.4.4	افتراضات حساب عدد الخوازيق والتباعد بينها	88
2.2.4.4	نتائج اختراق القص للخوازيق	90
	التحقق من اجهادات التربة اسفل اللبشة	104
3.2.4.4	التحقق من أحمال الخوازيق	105
3.4.4	تسليح اللبشة والخوازيق	107
الفصل الخامس : الخلاصة والتوصيات		
1.5	الخلاصة	111

2.5	التوصيات	111
	المراجع	112
	الملاحق	113

فهرس الجداول

الرقم	المحتوى	رقم الصفحة
1.2	عدد الطوابق التي يمكن بناؤها حسب نوع النظام الانشائي	11
1.3	خواص المواد	67
2.3	معاملات الرياح	74
1.4	القص القاعدي (ردود الافعال الكلية)	77
2.4	الإزاحة التراكمية للكتلة	79

3.4	ملخص الازاحة النسبية للطوابق تحت تأثير احمال الرياح (X–Y)	81
4.4	نتائج اقصى عزوم على البلاطة	86
5.4	نتائج اختراق القص للخوازيق	90
6.4	اقصى قيم هبوط عند نقاط إرتكاز الخوازيق	105

فهرس الأشكال والرسومات

الترقيم	المحتوى	رقم الصفحة
1.2	نظام البلاطات المسطحة	9
2.2	أنواع الأساسات السطحية	14
3.2	أشكال اللبشة	17
4.2	الأساسات العميقة	19
5.2	وظائف الخوازيق	24

6.2	الخوازيق سابقة الصب	27
7.2	الخوازيق المصبوبة في مكانها	28
8.2	خوازيق الارتكاز والاحتكاك	31
9.2	تأثير الرياح على المنشأ	40
10.2	توزيع ضغط الرياح الداخلي في حالتي السحب والضغط	42
11.2	أثر الرياح على المباني العالية	44
12.2	خريطة زلزالية السودان	48
13.2	النموذج الاول للاهتزاز	49
14.2	مركبات القوة الزلزالية	50
15.2	طيف الاستجابة حسب المدونة (UBC 1997)	56
16.2	العلاقة بين التسارع والزمن	58
17.2	واجهة برنامج ETABS	60

1.3	شكل ثلاثي الأبعاد للمبنى	66
2.3	يوضح قطاعات الاعمدة	68
3.3	يوضح قطاع البلاطات	69
4.3	يوضح قطاع الحوائط	70
5.3	Durst curve	72
1.4	**التشوهات في المبنى تحت تاثير الاحمال**	76
2.4	مخطط الازاحة النسبية للطوابق لاحمال الرياح في اتجاه (X–Y)	83
3.4	العزم في اتجاه X في بلاطات الطوابق المتكررة	85
4.4	العزم في اتجاه Y في بلاطات الطوابق المتكررة	86
5.4	العزم في اتجاه X لبلاطة اللبشة	87
6.4	العزم في اتجاه Y لبلاطة اللبشة	88
7.4	توزيع إجهادات التربة أسفل اللبشة	104

8.4	ردود الافعال عند نقاط إرتكاز الخوازيق	106
9.4	توزيع تسليح اللبشة	107
10.4	المقطع الرأسي للخازوق	109
11.4	المقطع الأفقي للخازوق	109

الرموز والمصطلحات	
Fcu	المقاومة المميزة للخرسانة
Fy	المقاومة المميزة لحديد التسليح
E	معاير المرونة
ט	نسبة باوسن
α	معامل التمدد الحراري
DL	الاحمال الميتة

LL	الاحمال الحية
WL	احمال الرياح
q_s	الضغط الديناميكي للرياح
V_e	سرعة الرياح المؤثرة
S_b	عامل التأثير المشترك لوعورة الارض وشكل البناء
V_s	سرعة الرياح الموقعية
V_b	سرعة الرياح الاساسية
S_a	معامل الارتفاع
S_d	معامل الاتجاه
S_s	معامل الموسم
S_p	معامل الاحتمال
Ca	معامل الحجم الفعال للضغط الخارجي والداخلي
P_b	اثر الضغط عللى السطح الخارجي للمنشأ

Cpe	معامل الضغط الخارجي على وجه المنشأ
Pi	اثر الضغط على السطح الداخلي للمنشأ
CPi	معامل الضغط الداخلي للمنشأ
Cr	عامل الزيادة الديناميكي
V	القص القاعدي التصميمي
W	وزن المنشأ
C_S	المعامل الزلزالي
Z	معامل المنطقة الزلزالي
S_A,S_B,S_C,S_D,S_E,S_F	معاملات نوعية وتأثير تربة الموقع
I	معامل اهمية المنشأ
T	الفترة الاساسية للإهتزاز المرن
G	عجلة الجاذبية الارضية
R	معامل تخفيض القوة

Cv	معاملات زلزالية
Ct	معامل يعتمد على نوع النظام الانشائي

الباب الأول

المقدمة

1.1 مقدمة :

تصميم المنشأة الهندسية هو تنظيم وتخطيط وتصميم هذه المنشآت بحيث أنها تقوم بالوظيفة التي أنشأت من اجلها بطريقة أمنة طوال الفترة المطلوبة مع اقل تكلفة ممكنة ويعتبر التصميم الإنشائي من الدعامات الاساسية في مجال الهندسة المدنية، إذ يهدف للحصول علي منشأة يتوفر فيها الأمان بأقل تكلفة مع تحقيق الغرض الإنشائي لإستخدامه ، ويتم ذلك بناءاً علي دراية كافية بخواص المواد الإنشائية والهندسية إضافة إلى سلوك المنشأة تحت تأثير الأحمال المطبقة والإلمام بطرق التحليل الإنشائي Structural Analysis والمواصفات القياسية Specifications Standard ، ويتم ترجمة نتائج التصميم الإنشائي الي تفصيلات إنشائية Structural Detailing يسهل قراءتها وبالتالي تشييد المنشأة حسب نتائج وحسابات التصميم. وتتبع الدول العريقة في مجالات التصميم الإنشائي مواصفات قياسية تم تطويرها مع تطور الخبرة المتراكمة في هذا المجال وتشمل هذه المواصفات تحديد الأحمال الحية والميتة والرياح والزلازل وكيفية اختبارها وتطبيقها على أجزاء المنشأ ومن ثم حساب آثارها على أعضاء المنشاة كما تشمل أيضا طرق التصميم والمتطلبات اللازمة للتصميم والتشييد وذلك لضمان الحصول على منشأ باعلي درجة أمان وأقل تكلفة اقتصادية

2.1 الانظمة الإنشائية:

الأنظمة الإنشائية هي الأساليب المختلفة التي يتم استخدامها لنقل الأحمال من المباني إلى الأرض بشكل آمن وفعال. وتتنوع هذه الأنظمة حسب طبيعة المبنى ، والإستخدامات المطلوبة ، والمواد المتاحة .

فيما يلي أهم أنواع الأنظمة الإنشائية

(1.2.1) الأنظمة الإنشائية البسيطة الجملونات (Frames & Trusses) :

- الجملوناتTrusses

- تتكون من عناصر مثلثة الشكل تتحمل الأحمال بواسطة قوى محورية (شد أو ضغط)
- تستخدم في الأسقف ذات البحور الكبيرة مثل الملاعب والمستودعات

- الإطارات(Frames)

- تتكون من أعمدة وكمرات متصلة ببعضها
- يمكن أن تكون إطارات صلبة (Frames Rigid) أو إطارات مفصلية(Frames Pinned)
- تستخدم في المباني متعددة الطوابق والجسور

(2.2.1) الأنظمة الإنشائية الهيكلية : (Systems Structural) :

- النظام الهيكلي الخرساني (System Frame Concrete) :

- يعتمد على الأعمدة والكمرات لتحمل الأحمال
- تستخدم في الأبراج والمباني السكنية والتجارية

- النظام الهيكلي الحديدي (System Frame Steel) :

- يعتمد على الهياكل الفولاذية ويتميز بالقوة وخفة الوزن
- تستخدم في المباني الشاهقة والمصانع والجسور

(3.2.1) الأنظمة الإنشائية الجدارية (Systems Wall) :

- الجدران الحاملة(Walls Bearing) :

- تعتمد على الجدران لنقل الأحمال إلى الأساسات
- تستخدم في المباني القديمة والمنازل منخفضة الارتفاع

– الجدران القشرية (Structures Shell) :

- تعتمد على أشكال منحنية مثل القباب والأقواس
- تستخدم في المساجد والملاعب والمباني ذات التصاميم المميزة

(4.2.1) الأنظمة الإنشائية الحديثة والمبتكرة :

– النظام الهيكلي الأنبوب(System Tubular)

- تستخدم في ناطحات السحاب، حيث يتم توزيع الأحمال عبر أنابيب خرسانية أو فولاذية
- مثال: برج خليفة في دبي

– النظام الشبكي (Space Frame System):

- يتكون من شبكة ثالثية الأبعاد من القضبان المعدنية
- تستخدم في القاعات الكبرى والملاعب والمطارات

– النظام المعلق (System Suspension) :

- يعتمد على الكابلات لحمل الأحمال مثل الجسور المعلقة
- مثال: جسر سان فرانسيسكو "جولدن جيت"

– الهياكل القماشية (Structures Tensile) :

- يعتمد على الأقمشة المشدودة والكابلات

- تستخدم في المظلات والملاعب والمساحات المفتوحة

3.1 أهداف البحث :

تصميم مبنى متعدد الطوابق على اساس خوازيق باستخدام برامج الحاسوب

تحليل الاحمال الجانبية دراسة تأثير الرياح على المباني العالية

تحقيق معايير السلامة والكود الأنشائي

معالجة ضعف قدرة التحمل السطحية

4.1 منهجية البحث :

i. دراسة العلاقة بين التربة والخوازيق والمبنى

ii. الرجوع للمراجع والمصادر

iii. تحليل وتصميم المبنى باستخدام برنامج (ETABS)

5.1 محتويات البحث :

هذا البحث يتضمن (5) أبواب

الباب الأول يتناول مقدمة البحث وأهداف البحث ومنهجية البحث

الباب الثاني الخلفية العلمية للمشروع

الباب الثالث التحليل باستخدام برنامج (ETABS)

الباب الرابع نتائج التحليل و التصميم

الباب الخامس الخلاصة والتوصيات

الباب الثاني

الخلفية العلمية

1:2 الانظمه الانشائية:

في بداية القرن العشرين كانت ألانظمة اإلنشائية للمباني تصمم بشكل أساسي لمقاومة القوى الرأسية للقفزة الكبيرة بعد ذلك ، والتطور الذي شهده هذا المجال بإنتاج مواد إنشاء ،ذات مقاومات عالية ؛ إلى جانب استخدام التقنيات الحاسوبية المتقدمة في النمذجة وتطور علم ديناميكا المنشآت والطرق العددية ؛ والتحسن المستمر في طرق تصميم الانشائي بالتزامن مع الحدث الاهم بابتكار المصاعد الحديثة إ ضافة لتطور أساليب الانشاء وإمكانية ضخ الخرسانة إلى ارتفاعات شاهقة كل ذلك مهد للتطور الذي حدث في مجال البناء العالي. التقدم الذي حدث في مجال البناء العالي أسهم بشكل كبيرً أن تكون القوى الجانبية (loads Lateral) هي القوى الرئيسية خصوصا في المباني العالية وأن يكون تأثيرها هو الحاكم عند التصميم وبذلك تعقدت مهمة مهندسي الانشاءات وفرضت عليهم تحديات كبرى في هذا المجال ومن أبرزها العمل على ابتكار وخلق أنظمة وجمل إنشائية جديدة وفعالة واقتصادية من أجل أداء أفضل المقاومة قوى الرياح(Load Wind) أو قوى الزالزل .

و يمكن تصنيف االانظمة الانشائية على حسب سلوكها الانشائي وتصرفها عند تعرضها للاحمال الجانبية إلى:

i. نظام إلاطار الصلب.
ii. نظام النواة .
iii. نظام حوائط القص .
iv. نظام الاعمدة الضخمة.

v. نظام النواة الضخمة .

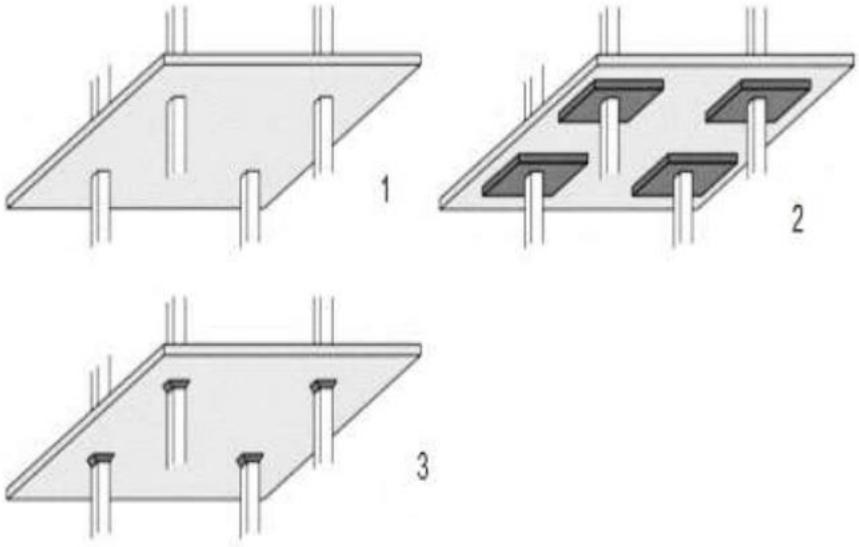
vi. نظام المدادات .

vii. ألانظمة ألانبوبية.

(1.1.2) نظام البلاطات المسطحة (Flat Slab System)

يستخدم هذا النظام في تشييد ألابنية الخرسانية ويتكون هذا النظام من بلاطة مسطحة (Slab Flat) ذات سمك مستمر بالاضافة للاعمدة، ويمكن استخدام حوائط القص فقط بدون وجود أعمدة أو يمكنُ استخدامهما معآ ، تستخدم تيجان ألاعمدة (Columns Capetals) أو رقعة ساقطة (Drop Panel) لمقاومة القص الثاقب(Puncheng Shear) المتولد عند التقاء ألاعمدة بالبلاطة الخرسانية.

يوفر استخدام هذا النظام في المباني العالية ميزة مهمة حيث يعطي أكبر ارتفاع صافي ممكن للطابق عنه إذا ما أُستخدم نظام طابقي آخر هذا يعني أقل ارتفاع كلي للمبنى، يضاف لذلك المميزات المعمارية ألاخرى يعتبر هذا النظام أقل كفاءة عند مقاومة ألاحمال الجانبية إذا ما قورن بنظام الاطار الصلب والسبب في ذلك يعزى للزيادة في الجسأة الكلية نتيجة وجود العارضات في نظام إلاطار الصلب، يمكن معالجة هذا القصور الوظيفي في هذ النظام باستخدام حوائط القص(walls Shear) يعد هذا النظام اقتصاديا وذو كفاءة عالية لمقاومة أألحمال الجانبية إذا ما استخدم في المباني المكونة من 25 طابق وأقل.



i. بلاطة مسطحة

ii. بلاطة سطحية برقعه ساقطة

iii. بلاطة مسطحه مع وجود تيجان أعمدة.

شكل يوضح (1.2) يوضح نظام البلاطات المسطحة

2.1.2 اختيار النظام الانشائي (Structural System Selection) :

بشكل عام يجب عمل دراسات إنشائية وافيه للأحمال على المبنى واهمها القوي الجانبية على المبني والتي تحقق الشروط التي تمليها المعاهد المختصة التي ضمنت في مدونات ومواصفات البناء المختلفة وذلك لتفادي الميلان ألافقي(Lateral Drift) أو الهبوط (Settlement) أوانقلاب المبنى (Overturning) أو إنهياره بسبب عدم مقدرة عناصره الانشائية على مقاومة القوى الجانبية ؛ كما يجب عمل اختبارات ودراسات أوليه جيولوجية ميكانيكية لتربة الموقع ، كل ما سبق يعطي معلومات كافية للمهندس تساعده في اختيار النظام الانشائي ألامثل اقتصاديا وإنشائيا.

1.2.1.2 العوامل المؤثرة في اختيار النظام ألانشائي:

i. ارتفاع البناء وعدد الطوابق إلاجمالية.
ii. المسقط المعماري واستخدام المبنى.
iii. أنواع الحمولات وأحجامها.
iv. طبيعة طبقات التربة.
v. البعد البيئي والثقافي للمنطقة الجغرافية.
vi. المواد المتوفرة للتشييد.

3.1.2 النظام ألانشائي الأمثل :

خلال السنوات الماضية أجريت عدة دراسات بهدف تحديد النظام اإلنشائي الامثل من الناحية الفنية والاقتصادية

Tall building structural systems and the number of floors they can reach

Tall building structural systems, and tentatively the number of floors they can reach efficiently and economically	*10*	*20*	*30*	*40*	*>40*
Rigid frame systems	■	■	■		
Flat plate/slab systems with columns and/or shear walls	■	■	■		
Core systems	■	■			
Shear wall systems	■	■	■	■	
Shear-frame systems (shear trussed / braced frame and shear walled frame systems)	■	■	■	■	■
Mega column (mega frame, space truss) systems	■	■	■	■	■
Mega core systems	■	■	■	■	■
Outriggered frame systems	■	■	■	■	■
Tube systems	■	■	■	■	■

جدول (1.2) يبين عدد الطوابق التي يمكن بناؤها حسب نوع النظام ألنشائي.

2.2 الاساسات :

هو الجزء السفلي من المنشأة والمتصل بالارض والاساس هو العنصر الانشائي الذي ينقل احمال المنشأة سواء كانت حية أو ميتة أو غيرها بطريقة آمنة إلى تربة الارض. وعامة تنفذ الاساسات أسفل مستوى سطح الارض وإن كانت في بعض الاحيان قد تمتد إلى أعلى سطح الارض. والاساسات عند تصميمها وتنفيذها يجب أن تحقق ألاغراض ألاتية :

i. تتحمل بأمان وزن المنشأ والاحمال الاخرى المعرض لها المنشأ مثل أحمال الرياح أوالزلازل أو أي أحمال أخرى تحدد حسب نوع تحدد نوع النشأة

ii. توزيع ونقل الاحمال الواصلة للاساسات مساحة اكبر من التربة تحت الاساس وبما لا يسبب إجهادات علي التربة أكبر من قدرة تحمل هذه التربة .

iii. مقاومة الهبوط النسبي المتفاوت ألاجزاء المنشأ ومقاومة انتفاخ التربة.

iv. تحقيق الاتزان واالستقرار للمنشأ ضد أي تأثير خارجي مثل الرياح وألامطار والزلازل وضغط المياه وصدم الامواج .

v. مقاومة تأثير المياه الجوفية او ألتاثيرات البيئية المحيطة بالاساسات.

وتنقسم الاساسات إلى نوعين أساسيين أساسات سطحية وأساسات عميقة ويضم كل نوع عدة اشكال للاساسات:

1.2.2 الاساسات السطحية Shallow Foundations:

الاساسات التي تنفذ على اعماق قريبة من سطح الارض حيث يكون عمق وهي التأسيس اقل من ضعف عرض الاساس والاساسات السطحية تضم:

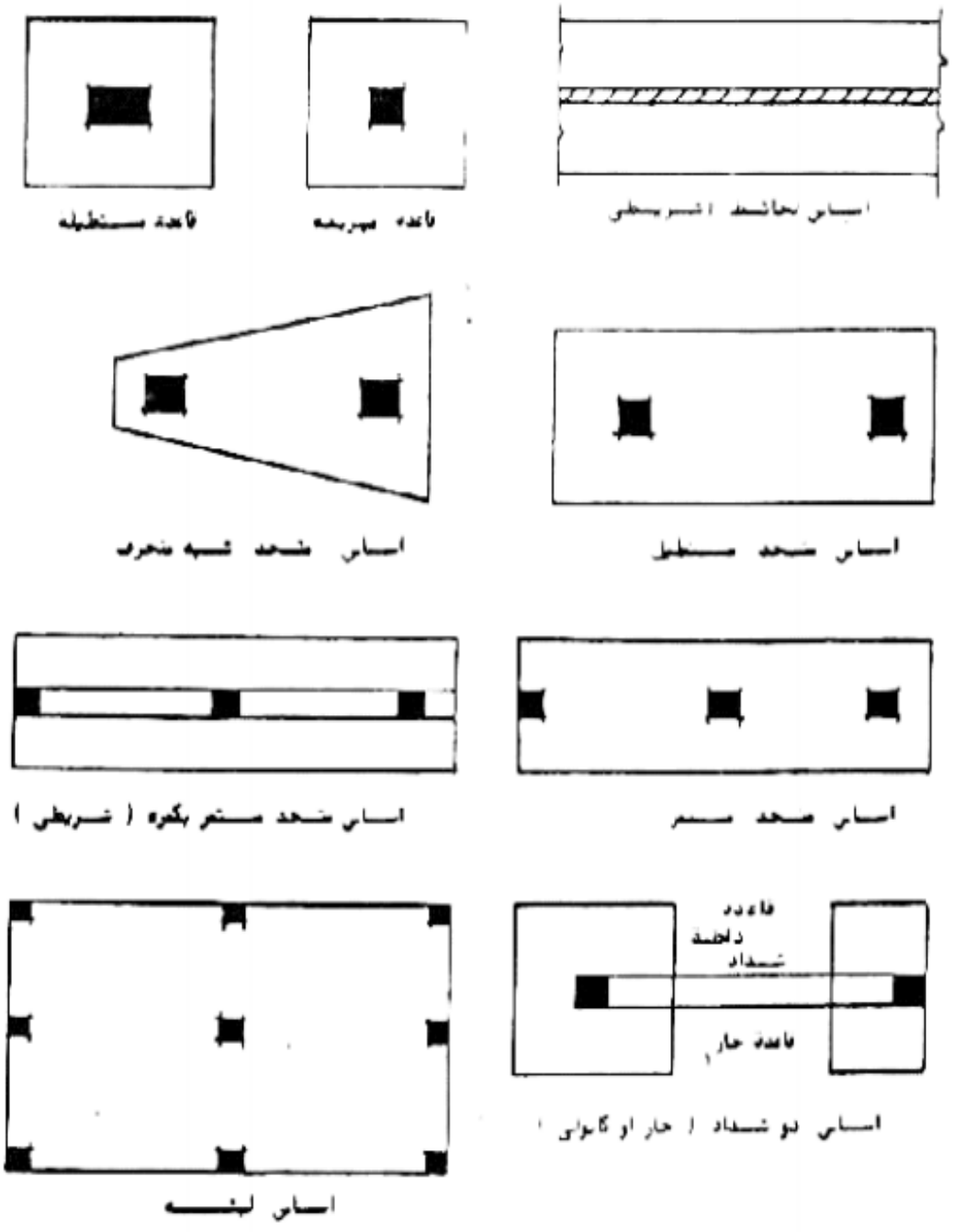
i. القواعد المنفصلة.

ii. الاساسات الشريطية المستمرة.

iii. والقواعد المشتركة

iv. اللبشه.

ويضم شكل (1.2) أنواع الاساسات السطحية المختلفة والاساسات السطحية تمثل في الاساسات الجزء الاكثر استخداما وألسهل تنفيذا والاكثر اقتصادا. وفى أقلب الاحوال ينصح باستخدام الاساسات السطحية إلا إذا تعذر ذلك بسبب طبيعة التربة ونوع المنشأ وأحماله فيضطر إلى استخدام الاساسات العميقة الاكثر تكلفة والاصعب تنفيذا. ويمكن استخدام الاساسات السطحية عند وجود طبقة من التربة ذات قدرة تحمل مناسبة وقريبة من سطح الارض مع عدم وجود طبقات عالية الانضغاط على أعماق قريبة من منسوب التأسيس حتى يكون الهبوط المحسوب للاساس في حدود القيم المسموح بها.



شكل (2.2) أنواع الأساسات السطحية

1.1.2.2 اللبشه Raft:

اساسات اللبشة او الحصيرة هي كتلة خرسانية عبارة عن بلاطة لا كمرية او بلاطة بكمرات تستخدم للتأسيس لعدد من اﻷلاعمدة في اتجاهين مختلفين (أكثر من عمودين) واللبشة عبارة عن أساس مشترك، كما أنها تعتبر سقف خرساني مقلوب ترتكز عليه ألاعمدة، كما أن اللبشة تدخل ضمن تصنيف

ألاساسات السطحية وتستخدم أساسات اللبشة في الحالات الاتية :

i. تستخدم اللبشة كأساسات مرنة للمنشآت ذات الكتلة الواحدة مثل صوامع الغلال وألاسمنت والمداخن والمآذن والخزانات والابراج والماكينات الكبيرة.

ii. حيث تكون قدرة تحمل التربة (جهد التربة) صغيرة أو أحمال الاعمدة كبيرة يجعل الاساسات السطحية الاخرى.

iii. إذا استخدمت – تغطى أكثر من ٥٠ %من مساحة موقع المبنى حيث تكون أساسات اللبشة في هذه الحالة أفضل هندسيا واقتصاديا. في حالة التربة الغير متجانسة الخواص على مساحة موقع المبنى مما يخشى معه حدوث الهبوط المتباين

iv. في حالة التربة القابلة للانضغاط حيث لا يمكن التحكم في الهبوط المتباين

v. للمنشات ذات البدرومات التي تتواجد أسفل منسوب المياه الجوفية مما يستلزم استخدام أساس لبشة يجعل للبدروم مناعة عالية لتسرب المياه الجوفية داخله .

في حالات خاصة للتربة اللينة ذات الانضغاطية العالية ويسمى في هذه الحالة Floating Raft

حيث يزال حجم من تربة الموقع يعادل وزن المنشأ أو وزن جزء منه بحيث يقل هبوط هذه التربة إلى قيمة مقبولة أو مسموح بها للمنشآت ذات الحساسية العالية للهبوط المتباين.

❖ أنواع أساسات اللبشة Types of Raft (Mat) Foundation :

i. تستخدم عدة أنواع من أساسات اللبشة منها:

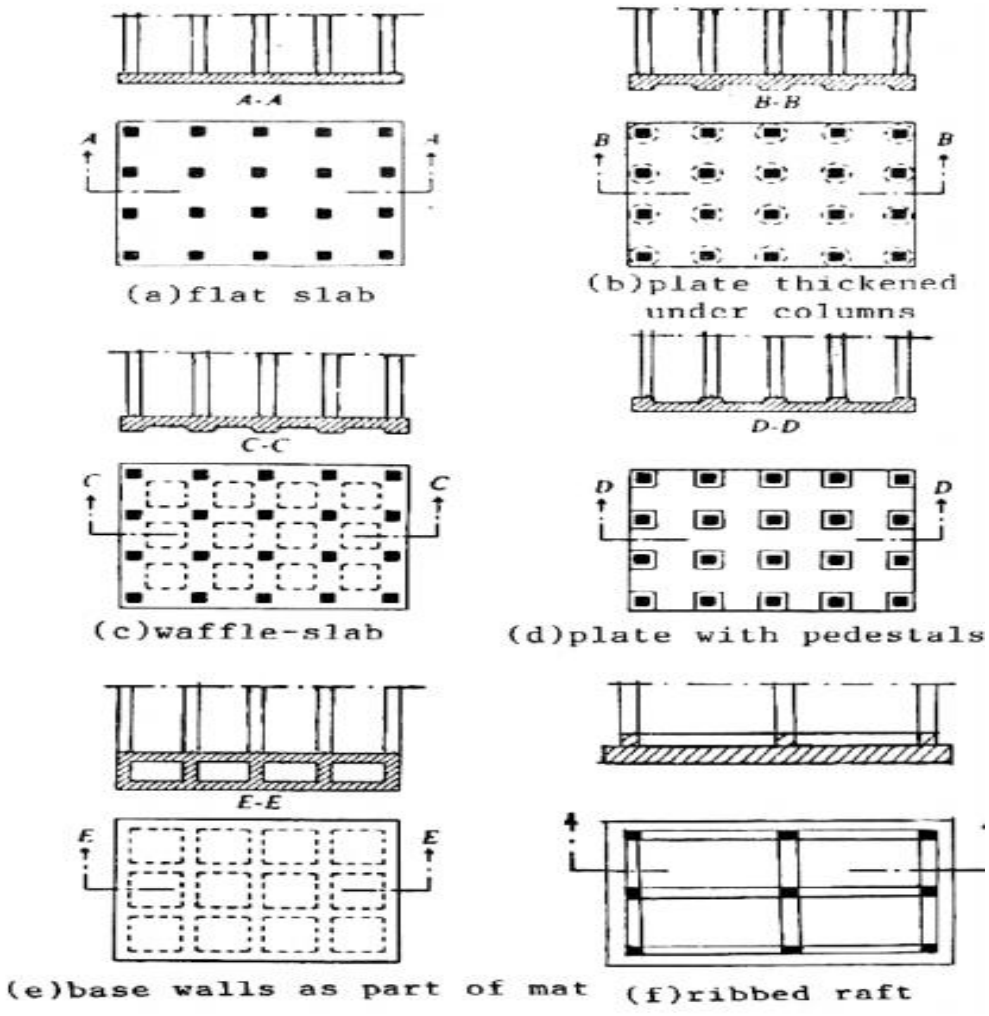
اللبشة المسطحة Flat Raft وهي بلاطة خرسانية منتظمة السطح لا كمرية وهذا النوع من أكثر الانواع استخداما ويكون مناسبا عندما تكون الاعمدة ذات تقسيط متقارب وفي صفوف منتظمة أو شبه منتظمة. ويتراوح سمك هذه اللبشة بين 60 سم إلى 2 متر.

ii. اللبشة المسطحة المقواه تحت ألعمدة Flat Raft Thickened Under Columns وفي هذا النوع يزاد سمك اللبشة المسطحة أسفل ألاعمدة ذات ألاحمال الكبيرة لمقاومة قص الاختراق وعزم الانحناء أسفلها وقد تكون هذه الزيادة في السمك أسفل البلاطة أو أعلاها.

iii. اللبشة الكمرية Beams and Slab Rat يمكن استخدام كمرات رئيسية وثانوية في اتجاهين وتقع ألاعمدة عند نقط تقابل الكمرات، وقد تكون هذه الكمرات أسفل البلاطة أو أعلى البلاطة.

iv. لبشة البلاطة بالحوائط اللبشة الصندوقية(Box Raf) Slab with Basement Walls :

يستخدم هذا النوع حينما تكون العزوم على اللبشة كبيرة وذلك نتيجة لكبر حمل ألاعمدة واتساع المسافات بين الاعمدة ويمكن عمل اللبشة على شكل صندوقي بعمل تجاويف خلوية في اللبشة لزيادة سمك ألاساس بدون زيادة كبيرة في وزن ألاساس. كما يمكن عمل اللبشة في صورة بناء صندوقي باستخدام حوائط وأسقف وأرضية متصلة اتصالا صلبا ومستمرا كهياكل جاسئة.



شكل (3.2): أشكال اللبشة

2.2.2 الاساسات العميقة (Deep Foundations):

الاساسات العميقة هي الاساسات التي تنفذ بعمق أو على عمق كبير يقصد بعمق الاساس أدنى مسافة بين مستوى التأسيس وسطح الارض. وفي الاساسات العميقة تكون نسبة عمق الاساس إلى طول ضلعه الاصغر أكبر من 3 ، ويجب ألا يقل عمق الاساس عن 3 متر. وعادة ما يتم اختيار هذا العمق الكبير للوصول إلى طبقات تأسيس قوية وغير قابلة للانضغاط.

ويتم استخدام أي من أنواع الاساسات العميقة بعد عمل دراسة شاملة للتأكد من أنه لا يمكن استخدام أيٍ من انواع الاساسات السطحية ، وذلك لان تكاليف تنفيذ الاساسات العميقة غالباً ما تزيد عن تكاليف تنفيذ الأساسات السطحية ، إضافة الى المشاكل والصعوبات التي تصاحب تنفيذ الاساسات العميقة والاساسات العميقة تتضمن أساسات الخوازيق(Piles) ، والدعامات (Piers) ،)والقيسونات (Caissons).

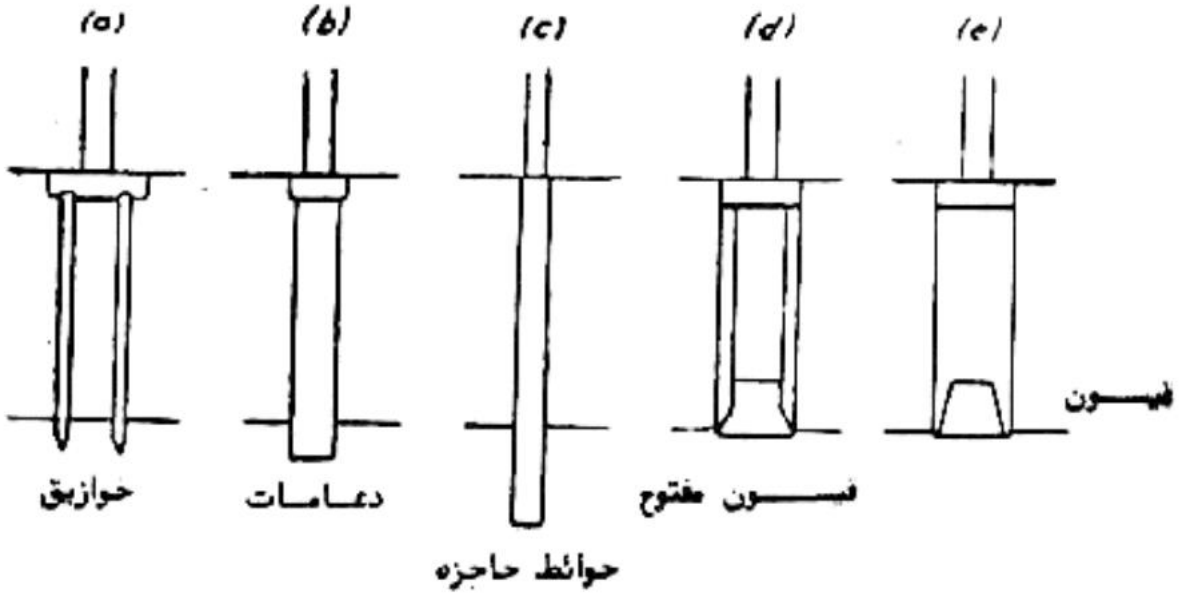
❖ **والاساسات العميقةُ تستخدم في الحالات الاتية :**

i. حينما تكون الطبقات السطحية من التربة ضعيفة لدرجة لا تسمح لها بتحمل الاجهادات المنقولة إليها من الاساسات.

ii. حينما يكون تنفيذ الاساسات السطحية صعبا . مثل التنفيذ في قاع البحار واألنهار.

iii. حينما تكون أحمال المنشأ كبيرة بدرجة لا تكفي معها استخدام الساسات السطحية على كامل موقع المنشأ

iv. حينما تتواجد أحمال جانبية كبيرة، مؤثرة على المنشأ مما يستلزم تنفيذ نظام إنشائي لألساسات يتحمل المركبات الافقية للأحمال، مثل استخدام الخوازيق المائلة



Deep Foundation

شكل (4.2) الأساسات العميقة

5.2 الخوازيق pille :

1.5.2 تعريف الخازوق :

الخوازيق هي عناصر إنشائية ذات كفاءة تحميل محورية عالية، تنفذ رأسية أو مائلة قليلًا وعادة ما تزيدً نسبة طولها إلى قطرها عن 10 (10)وتتراوح أقطارها من ٣,٠ إلى 5.1 وممكن مترآ، وأطوالها ،4 متر فاكثر وقد تصل اطوال الخوازيق إلى ٦٠ مترآ والخوازيق تستخدم لنقل أحمال المنشآت فوق الارضً إلى طبقات عميقة في التربة وتصنع من الصلب أو الخرسانة أو الخشب، والخوازيق أما سابقة التصنيع وتنزل في التربة بالاختراق دق – ضغط – اهتزاز أو منفذه في مكانها في التربة. بوسائل الحفر والتفريغ والدق.

2.5.2 دراسات التربة لتنفيذ الخوازيق :

يجب عمل دراسات شاملة للموقع قبل عمليات تصميم وتنفيذ الاساسات الخازوقية :

1. فحص ودراســـة التربـة تنفـذ الجســـات بواســطـة المتخصــصـــين و ذوي الخبرة:

بالاعداد والاعماق الكافية ويجرب أعداد تقرير تربة عن التجررب الحقلية والجسات ببيانات كافية لاستكشاف التربة وتحديد صفاتها وخواصها وطبيعتها حول وأسفل الخوازيق المراد تنفيذها. ويجب الاهتمام بالطبقات التي تساهم في تحديد قدرة تحمل الخوازيق، كما يجب تحديد البيانات الاتية : –

i. القطاعات الجيولوجية التي توضح وجود الطبقات الرئيسية ومساراتها والعوائق الموجودة بداخلها.
ii. نتائج اختبارات القص والتضاغط للطبقات الرئيسية. .
iii. تحديد طبقات الارتكاز ومدى استمراريتها لمسافة كافية أسفل نقط ارتكاز الخوازيق وتحديد حالةً سطحها أن كان مائلاً أو مستويا وخاصة في حالة الصخر.

iv. تقدير مقاومة الارتكاز عند قاعدة الخازوق ومقاومة الاحتكاك على جوانبه.

v. تعيين حدود الطبقات المتتالية المتوقع مرور الخوازيق بها أو الارتكاز عليها.

vi. تحديد مناسيب المياه الارضية والتحليل الكيمائي لها لعمل الاحتياطات اللازمة لمقاومة التأثير الضار الذي قد ينتج عنها

vii. تحديد خطوط التليفون والكهرباء والماء والغاز والمجاري أو الخدمات التي قد تضار أو تسبب عائقا لتنفيذ الخوازيق.

viii. نتائج فحص الموقع من حيث طوبوغرافيته وحدوده وجيرانه وتوافر كل من الماء والكهرباء به

ix. نتائج فحص الموقع من حيث ملايمته للتشوينات المطلوبة لأنواع المقترحة مررن الخوازيق

2. فحص المنشآت المجاورة:

:يجب تقييم حالة المنشآت المجاورة وفحصها قبل تحديد نوع الخوازيق ويجب معرفة أنواع الاساسات للمنشآت المجاورة ومدى تأثر هذه المنشآت بعمليات تنفيذ الخوازيق واقتراح الطرق و الاحتياطات الازمة للحفاظ على سلامتها وقد يستلزم ألامر الكشف على أساسات المنشآت المجاورة وعمل حفر استكشافية للتربة بجوارها

3. الاختبارات الأولية:

للمنشآت الهامة يُجرى عمل اختبارات أولية للخوازيق تشمل اختبارات مقاومة التحميل واختبارات الاختراق. ويُشترط أن تُصنع خوازيق الاختبارات الأولية من نفس مواد الخوازيق الدائمة وبنفس المواصفات التنفيذي

الأصلية وبنفس أبعادها ووسائل تنفيذها وتحميلها بنفس نظام تحميل خوازيق التشغيل الأصلية، وقد يصل التحميل في خوازيق الاختبارات الأولية إلى حمل الانهيار.

4. إعداد الموقع للعمل

: يجب قبل البدء في العمل بالموقع إعداد خريطة مساحية مفصّلة توضح جميع العوائق المختلفة فوق وتحت سطح الأرض من أساسات قديمة وخطوط مياه وكهرباء وتليفون ومجاري.

ويُجرى إزالة هذه العوائق قبل البدء في العمل إن لم يمكن تفاديها. وفي حالة تباين منسوب سطح الأرض في الموقع تُعد خريطة طبوغرافية له.

كما يجب عمل اختبار لقدرة تحمل الطبقة السطحية ومعرفة مدى تحملها للمعدات والتشوينات، وقد يستلزم الأمر تدعيم هذه الطبقة السطحية إن كانت ضعيفة أو استبدالها بطبقة مناسبة

3.5.2 استخدامات الأساسات الخازوقية

:تُستخدم الأساسات الخازوقية في الحالات الآتية

i. لنقل أحمال المنشأ إلى التربة العميقة أو خلالها سواء كانت هذه الأحمال رأسية أو أفقية وذلك حينما تكون الطبقة أو الطبقات العلوية لها انضغاطية عالية أو ضعيفة، وكذلك التحكم في هبوط .هذه الطبقات

ii. للمباني العالية أو الأبراج التي تُصمم لتقاوم الرياح أو الزلازل أو الحوائط الساندة التي تعطي قوى أو القوى الأفقية Overturning أفقية، ولذلك تُستخدم الخوازيق لمقاومة الدوران

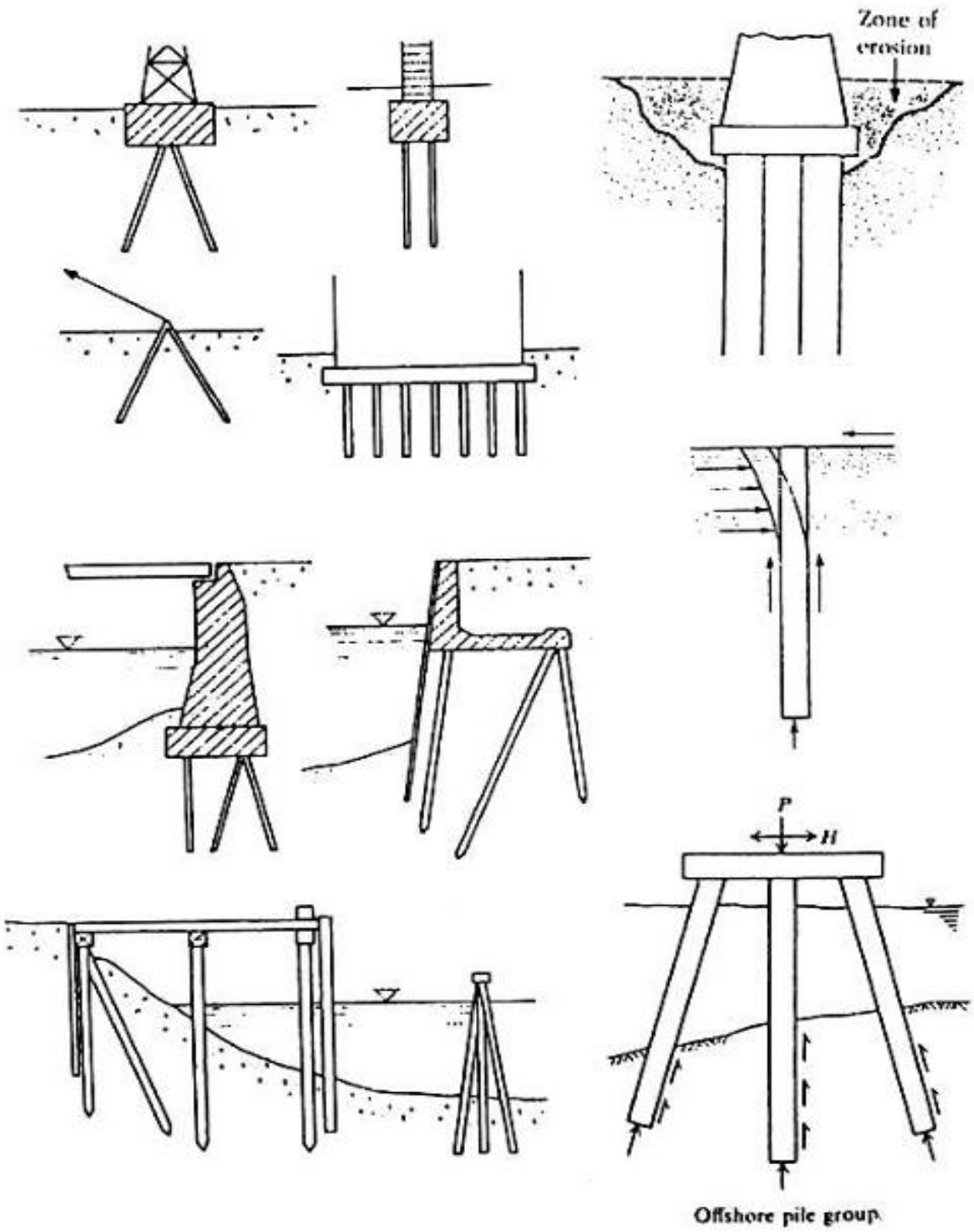
iii. في المنشآت المعرضة لذلك مثل منصات البترول وبعض Uplift لمقاومة الضغط الرافع .المنشآت المنفذة تحت الماء أو تحت منسوب المياه الجوفية

iv. لدمك التربة المتباعدة غير المتماسكة (Loose) وكذلك للتغلب على المشاكل الناتجة عن التربة الانهيارية (Collapsible) والتربة القابلة للانتفاخ (Swelling)

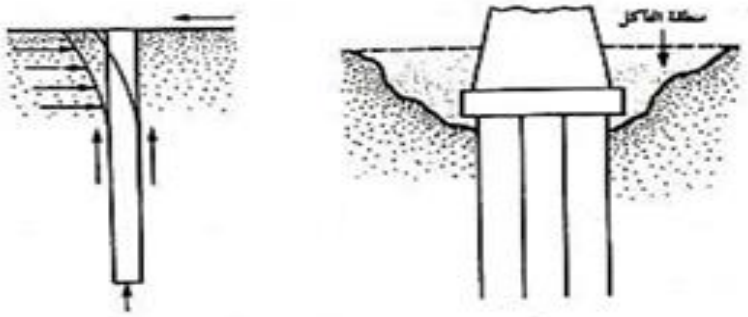
v. تُستخدم لركائز ودعامات الكباري لقدرة تحملها العالية ولتجنب المشاكل الناتجة عن قيم الهبوط

vi. والخوازيق تكتسب قدرة تحملها منتضامن مقاومة الاحتكاك على جوانبها مع مقاومة الارتكاز عند نقطة ارتكازها السفلية. وتزداد مقاومة الاحتكاك في الخوازيق المنفذة في التربة الطينية والطمييية، بينما تزداد مقاومة الارتكاز في الخوازيق التي ترتكز نهاياتها على طبقات قوية مثل الرمل والزلط والصخر.

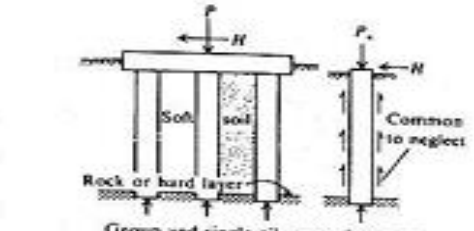
كما بين الشكل (5.2) دواعي إستخدام الخوازيق



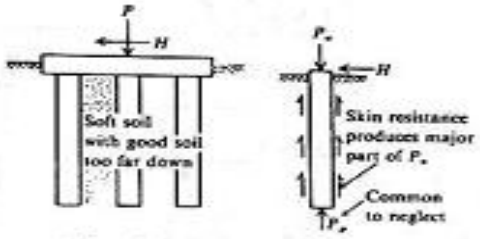
شكل (5.2) دواعي استخدام الخوازيق



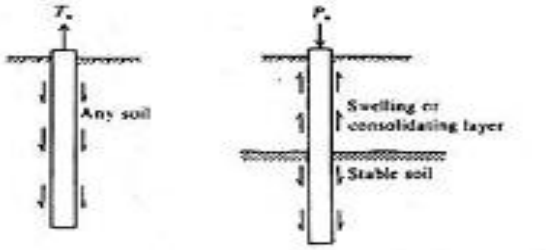
تابع شكل (5.2) دواعي استخدام الخوازيق



Group and single pile on rock or very firm soil stratum.



Group or single pile "floating" in soil mass.



Tension pile.

Pile penetrating below a soil layer which swells (shown) or consolidates.

تابع شكل (5.2) دواعي استخدام الخوازيق

4.5.2 أنواع الخوازيق من حيث مادة الصنع:

i. الخوازيق الخشبية(Timber Piles)

ii. الخوازيق المعدنية (Steel Piles)

iii. الخوازيق المركبة(Composite Piles) :

تتكون من مزيج من مواد مختلفة مثل الخرسانة مع الصلب أو الخرسانة مع الخشب، بهدف الجمع بين مزايا المواد المختلفة لتحسين الأداء

iv. الخوازيق الخرسانية(Concrete Piles) :

تُعد من أكثر أنواع الخوازيق استخدامًا نظرًا لقوتها العالية وقدرتها على تحمل الأحمال الكبيرة، سواء الرأسية أو الجانبية، مما يجعلها مثالية للعديد من التطبيقات الهندسية.

1. أنواع الخوازيق الخرسانية :

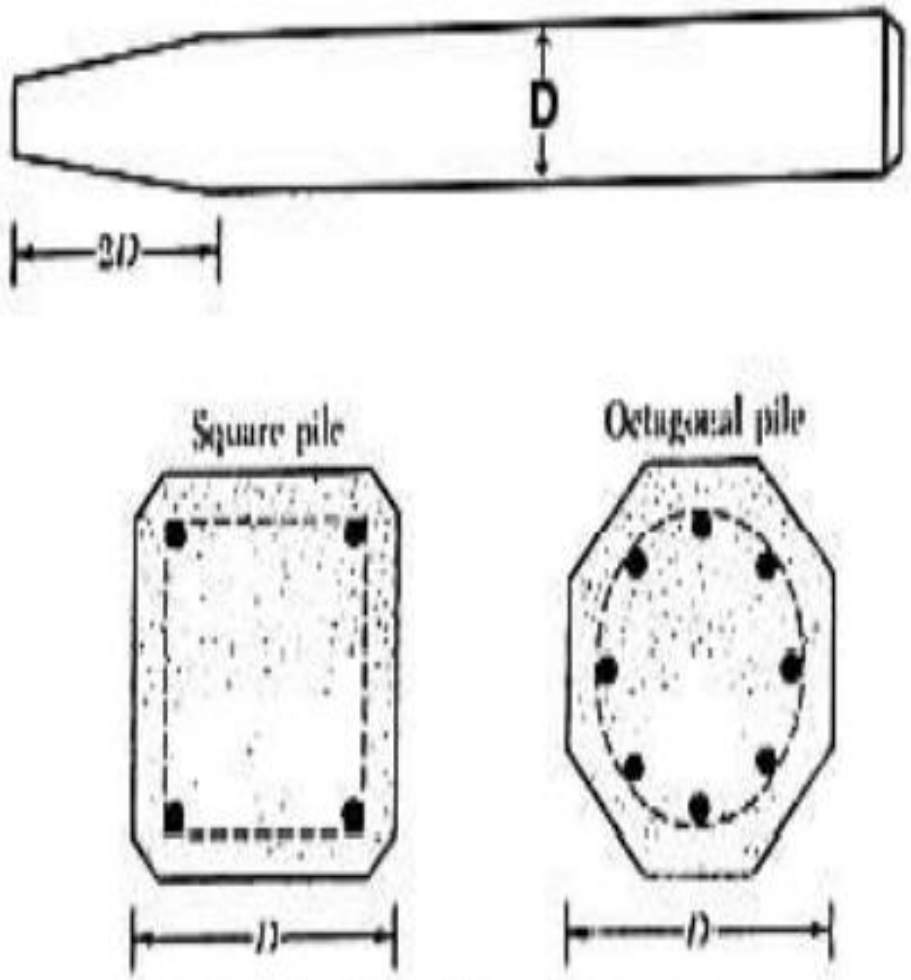
I. الخوازيق الخرسانية سابقة الصب:(Precast Concrete Piles)

a. يتم تصنيعها مسبقًا في المصانع تحت إشراف دقيق لضمان جودتها العال :

b. تُنتقل إلى موقع العمل وتُدق في التربة باستخدام معدات متخصصة:

c. تمتاز بمقاومتها العالية للانحناء والضغط، مما يجعلها مناسبة لتحمل الأحمال الثقيل.

d. تُستخدم في المنشآت الصناعية، والمباني الشاهقة، والجسور.



شكل (6.2) الخوازيق سابقة الصب

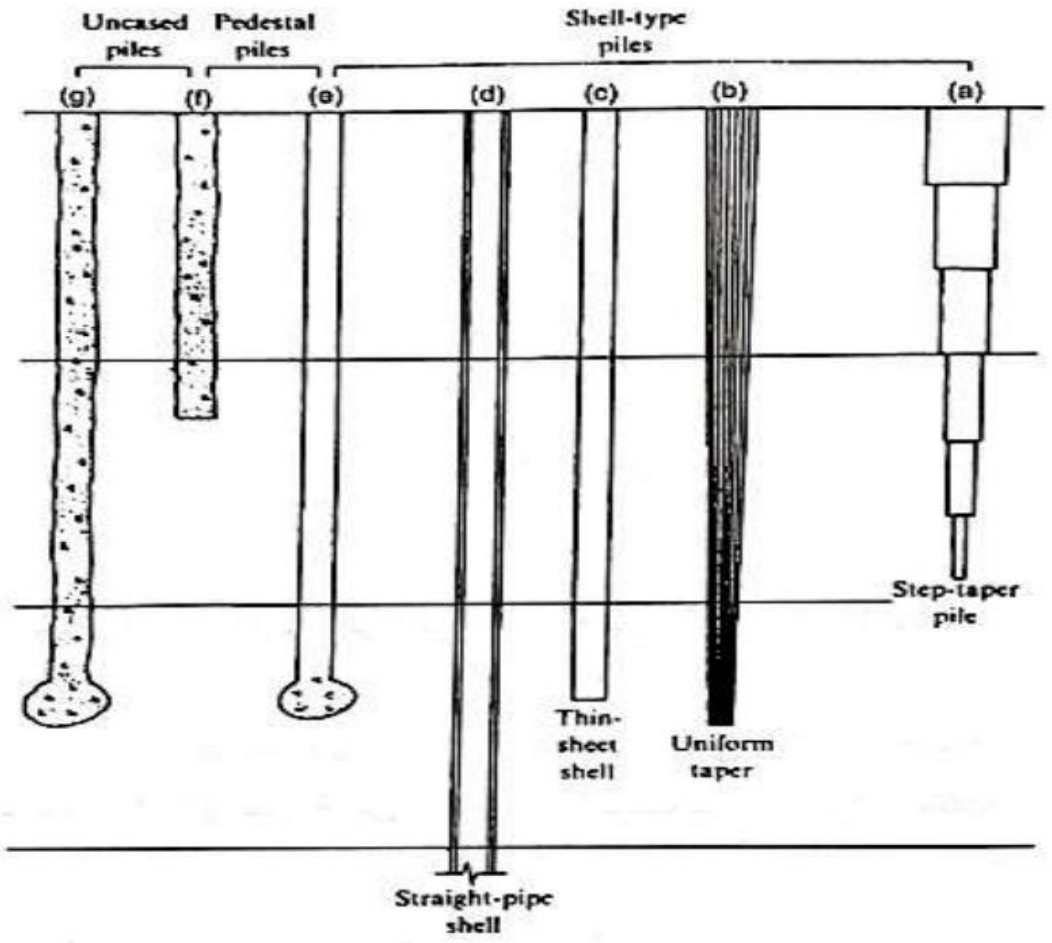
II. الخوازيق الخرسانية المصبوبة في الموقع(Cast-in-Place Concrete Piles)

a. تُنفَّذ في الموقع من خلال حفر التربة ثم صبّ الخرسانة داخل الحفرة..

b. تُستخدم عندما تكون ظروف النقل أو التخزين للخوازيق سابقة الصب غير ملائمة.

c. يمكن تكييفها مع ظروف التربة المختلفة من خلال تعديل عمق الحفر ومواصفات الخرسانة

d. تُعد مثالية في المواقع التي تحتوي على مياه جوفية مرتفعة أو تربة غير متماسكة



شكل (7.2) الخوازيق المصبوبة في مكانها

❖ **مزايا الخوازيق الخرسانية :**

1. تمتاز بمقاومة عالية للأحمال الرأسية والجانبية.
2. تتمتع بعمر افتراضي طويل مع الحاجة إلى صيانة محدودة .
3. توفر استقرارًا جيدًا في التربة الرخوة أو المشبعة بالمياه.
4. يمكن تصميمها بأطوال وأقطار مختلفة لتلبية متطلبات المشروع .

5.5.2 أنواع الخوازيق من حيث طريقة نقل الحمل :

تنقسم الخوازيق حسب طريقة نقلها للحمل إلى نوعين رئيسيين، حيث تنقل الخوازيق حملها إلى التربة إما: بالارتكاز على الطبقات الصلبة أسفلها، أو بالاحتكاك الجانبي مع التربة المحيطة بها، أو بالاثنين معًا في بعض الحالات.

ويُحسب التحميل الأقصى لأي خازوق من العلاقة التالية:

$$Qn = Qp + Qs$$

حيث:

QP: الحمل المنقول عند نقطة ارتكاز الخازوق

QS:الحمل المنقول بالاحتكاك الجانبي المتولد على جوانب الخازوق نتيجة مقاومة القص بين التربة والخازوق

i. **الخوازيق الارتكازية (Point (End) Bearing Piles) :**

تُستخدم هذه الخوازيق عندما تكون الطبقات العلوية ضعيفة، بينما توجد طبقة قوية على عمق مناسب يمكن الارتكاز عليها.

في هذه الحالة، يقوم الخازوق بنقل الحمل من المنشأ إلى طبقة الارتكاز عند نهايته.

تعتمد قدرة التحمل القصوى للخازوق الارتكازي على قوة طبقة الارتكاز، وتكون قيمة Qs (الاحتكاك الجانبي) معدومة أو صغيرة جدًا، وبالتالي فإن:

$$Qn = Qp$$

ويُقدَّر طول خازوق الارتكاز بالطول الذي يسمح بوصوله إلى طبقة الارتكاز مع توفير عمق اختراق مناسب داخل هذه الطبقة لضمان نقل الحمل بكفاءة.

ii. خوازيق الاحتكاك (Friction Piles)

عندما لا توجد طبقة قوية يمكن للخوازيق الارتكاز عليها، فإن الخازوق ينقل الحمل الواقع عليه عن طريق الاحتكاك بين سطحه الخارجي والتربة المحيطة به. وتسمى هذه الخوازيق خوازيق الاحتكاك.

يُحسب التحميل الأقصى لخازوق الاحتكاك من نفس المعادلة العامة للخوازيق :

$$Qu=QS$$

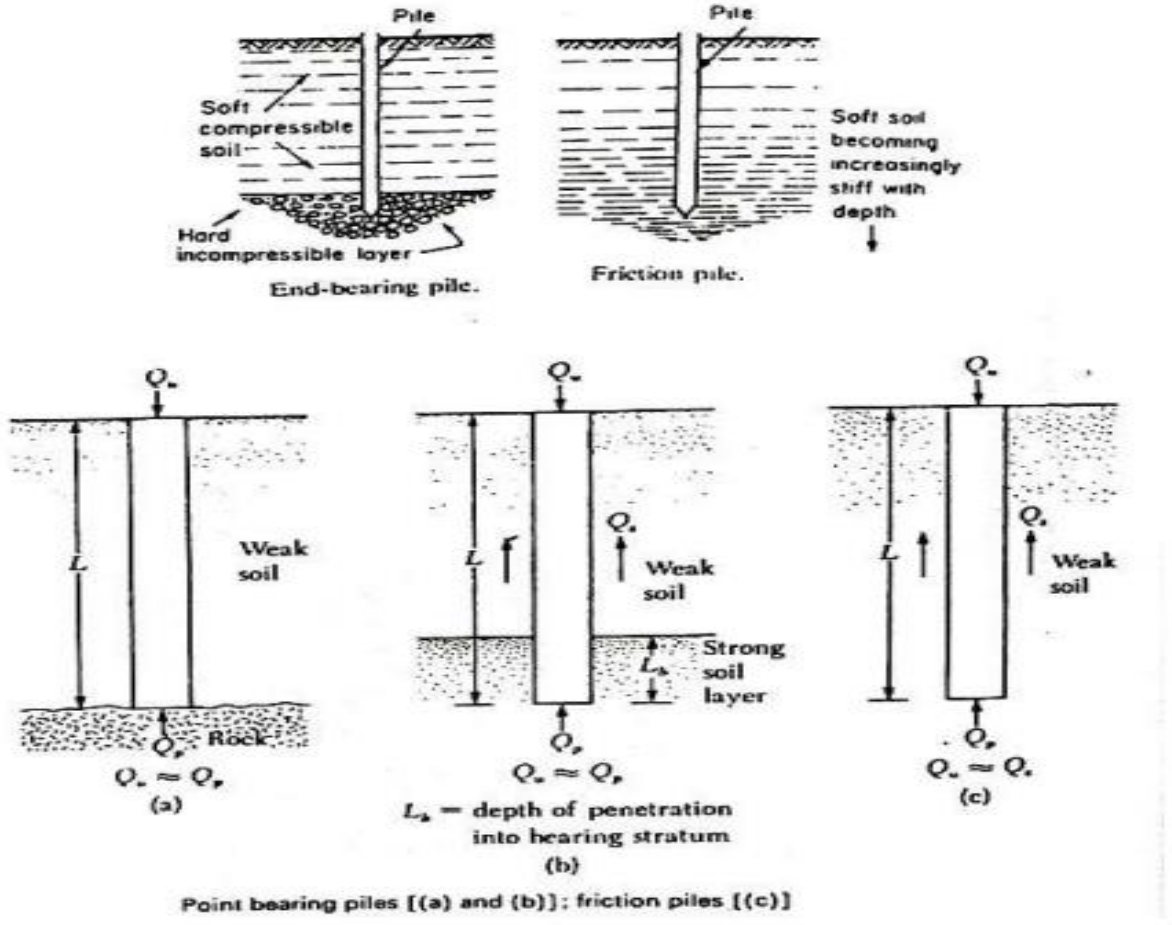
وتُبيّن الشكل (2–7) حالات عمل الخوازيق كخوازيق ارتكاز أو خوازيق احتكاك

التمييز بين أنواع نقل الحمل في الخوازيق

بشكل عام، ينقل الخازوق الحمل الواقع عليه بالاحتكاك والارتكاز معًا، ولكن يُصنَّف بناءً على الغالب منهما:

$$Qu=Qb+Qs$$

- إذا كان الحمل المنقول بالاحتكاك هو الأكبر ← يسمى خازوق احتكاك.
- إذا كان الحمل المنقول بالارتكاز هو الأكبر ← يسمى خازوق ارتكاز.



شكل (8.2) خوازيق الارتكاز والاحتكاك

6.5.2 تطبيقات الخوازيق الخرسانية

1- دعم الأبراج والمباني العالية. .

2- إنشاء الجسور والموانئ .

3- تعزيز الأساسات في المناطق ذات التربة الضعيفة .

4 -مقاومة تأثيرات الرياح والزلازل في المنشآت الكبيرة .

6.2 الخرسانه :

هي عبارة عن خليط غير متجانس من الركام (الحصى) والأسمنت والماء مع بعض الفراغات، ويمكن إضافة بعض المواد الأخرى (المضافات) للحصول على خواص معينة. يتم اختيار نسب هذه المواد في الخلطة الخرسانية حسب نوع العمل المطلوب والمواد المتوفرة.

1.6.2 أنواع الخرسانة المستخدمة في المنشآت :

1.1.6.2 الخرسانة العادية

وهي خرسانة بدون أي حديد تسليح، وتستخدم في أعمال الفرشات الخرسانية تحت الأساسات، والأرصفة، وعمل الكتل الخرسانية غير المعرّضة لإجهادات شد، وعمل الأرصفة والسدود.

وتتراوح مقاومتها من 150 إلى 250 كغ/سم² حسب الغرض المستخدمة من أجله. ويمكن تحسين بعض الخواص فيها لكي تناسب غرض الاستخدام، مثل أن تكون مقاومة للكبريتات أو مقاومة لعوامل التعرية والتآكل، كما في حالة المصدّات البحرية.

2.1.6.2 الخرسانة المسلحة :

وهي خرسانة عادية يشترك معها حديد التسليح لمقاومة إجهادات الشد. ويعد هذا النوع من الخرسانة الأكثر شيوعًا واستخدامًا في العالم، وذلك لسهولة تنفيذه ورخص تصنيعه. ويمكن أن تُصب في الموقع مباشرة أو تُصب في المصنع لعمل وحدات خرسانية جاهزة.

ومعظم مواد التصميم تهمل تمامًا مقاومة الخرسانة للشد، وبالتالي فإن الحديد يتحمل قوى الشد المؤثرة، أما الخرسانة فتتحمل قوى الضغط.

3.1.6.2 الخرسانة سابقة الإجهاد :

وهي خرسانة عادية يتم إكسابها إجهادات ضغط قبل تحميلها، وتكون هذه الإجهادات كفيلة بملاشاة إجهادات الشد الناتجة من تأثير الأحمال، وبالتالي لا نحتاج إلى حديد تسليح كبير، حيث تكون المحصلة النهائية للإجهادات على طول القطاع الخرساني بعد التحميل (التشغيل) غالبًا إجهادات ضغط.

وبالتالي تكون الخرسانة قادرة على تحمّل هذه الإجهادات. وبناءً على ذلك يجب أن تكون الخرسانة ذات مقاومة عالية للضغط، تتراوح من 350 إلى 600 كجم/سم² حتى يمكنها تحمّل إجهادات ضغط التصنيع والتشغيل.

أما أسياخ الصلب المستخدمة في الخرسانة سابقة الإجهاد فتكون عبارة عن حبال مجدولة من مجموعة ، وهي أسلاك أو قضبان من الصلبWires

تمتاز الخرسانة سابقة الإجهاد بقلة الشروخ السطحية وبمقاومتها العالية للأحمال، وهي مناسبة للاستخدام في الكباري، والمستودعات المائية، والوحدات الجاهزة مثل فلنكات السكك الحديدية وأعمدة التلغراف.

4.1.6.2 الخرسانة الجاهزة مسبقة الصب:

هي الخرسانة التي تُصب وتُعالج حتى تصل إلى التصلّب المطلوب داخل المصنع، ثم تُنقل إلى موقع المنشأ. ويمكن أن تكون خرسانة عادية أو مسلّحة أو سابقة الإجهاد، وتشمل: البلاطات، الأعمدة، الحوائط، البلوكات الخرسانية، الفلنكات، وحدات الأسوار، والسلالم.

5.1.6.2 الخرسانة عالية المقاومة:

هي خرسانة ذات مقاومة تزيد عن 600 كجم/سم² وقد تصل إلى 1400 كجم/سم² أو أكثر. ويمكن الحصول عليها باستخدام المواد المحلية المتاحة والمستخدمة في صناعة الخرسانة التقليدية.

إن أهم ما يجب مراعاته عند إنتاج خرسانة عالية المقاومة هو اختيار مجموعة من المواد المتجانسة التي تعطي خرسانة ذات مقاومة ومتانة جيدة، إضافة إلى القابلية المطلوبة للتشغيل.

6.1.6.2 الخرسانة ذاتية الدمك:

هي الخرسانة التي تتميز بدرجة عالية من السيولة والانسياب، ولها مقاومة كبيرة للانفصال الحبيبي. ويمكن صبّها بنجاح في القطاعات الضيقة والمزدحمة بحديد التسليح دون الحاجة إلى أي وسيلة دمك خارجية.

7.1.6.2 الخرسانة الليفية:

هي الخرسانة المصنوعة من الأسمنت والركام والمحتوية على ألياف دقيقة مستمرة وموزعة توزيعاً متجانساً داخل الخلطة توزيعاً عشوائياً في جميع الاتجاهات خلال الكتلة الخرسانية، وتنقسم الألياف إلى قسمين رئيسيين من حيث النوع:

ألياف الصلب، وهي قطع من الصلب بطول 3 إلى 8 cm وقطر من 0.5 إلى 0.8.mm

الألياف الصناعية مثل ألياف البولي بروبلين والبوليستر والبوليسيان والأكريليك، وتأخذ نفس شكل ألياف الصلب ولكنها مصنَّعة من مواد صناعية.

8.1.6.2 الخرسانة المقذوفة:

هي خرسانة (مونة) تُقذَف بضغط الهواء من فوهة القاذف بسرعة عالية إلى السطح المراد تغطيته بالخرسانة، وتُستخدم كثيراً في أعمال الإصلاحات والترميم وتبطين الترع وفي العديد من الحالات التي يصعب فيها استخدام الطرق التقليدية في الصب.

ويُعاب على هذه الخرسانة تعرّضها للانكماش بنسبة كبيرة نتيجة لكثرة كمية الماء بها وكذلك زيادة محتوى الأسمنت مع نقص الركام الكبير.

9.1.6.2 الخرسانة البوليميرية:

البوليمر هو اسم لمادة عضوية تتكوّن من العديد من الجزيئات المتشابهة ذات الوزن الجزيئي المرتفع، والجزيء الواحد من هذه الجزيئات يسمى مونومير.

أما الخرسانة البوليميرية فهي خرسانة خاصة يتم الحصول عليها بمعالجة الخرسانة العادية بمواد البوليمر التي تعمل كمواد لاصقة أو مالئة للفراغات بين حبيبات الركام. وتمثل المواد البوليميرية مثل Polyester حوالي 6 إلى 15% من وزن الخرسانة، ومن أمثلتها مركبات البوليستر.

10.1.6.2 الخرسانة البلاستيكية:

وفيها تُستبدل البوليمرات بالأسمنت كمادة رابطة لجزيئات الركام، أي أنها عبارة عن ركام متماسك بعضه مع بعض بواسطة مادة رابطة من البوليمرات. والخرسانة البلاستيكية لها خواص ميكانيكية عالية وزمن معالجة قصير، ولها انكماش متناهٍ في الصغر ومقاومة عالية..

للكيماويات، وتتوقف الخواص على نوع البوليمر المستخدم وكميته في الخلطة، ومن أهم الأنواع المستخدمة: الإيبوكسي – البولي أستر – الفينول فورمالدهيد – فورفورال أسيتون.

وهذه الخرسانة لها مقاومة تزيد بدرجة كبيرة عن الخرسانة الإسمنتية، وتتوقف الزيادة على نوع البوليمر المستخدم وكميته في الخلطة.

11.1.6.2 الخرسانة الثقيلة :

وهي خاصة بالوقاية من الإشعاع الذري والنووي، حيث تتناسب قدرة الخرسانة لامتصاص هذه الإشعاعات مع وزنها أو كثافتها، وبالتالي تكون حوائط وبلاطات الأفران والأسقف من الخرسانة الثقيلة. وتصنع الخرسانة الثقيلة من ركام من مواد ثقيلة من خامات الحديد أو ركام الرصاص.

12.1.6.2 الخرسانة التكتلية :

الكِبَر بحيث يتطلب ذلك أخذ الاحتياطات من تولد الحرارة الناتجة من إماهة الأسمنت وما يتبع ذلك من انكماش وتشرخ للخرسانة. ويُستخدم في الخرسانة التكتلية ركام كبير قد يصل مقاسه إلى حوالي 15 سم.

7.2 الأحمال:

الأحمال: هي مجموعة القوى التي يُصمَّم المنشأ ليتحملها، ويقصد بها:

1.7.2 الأحمال المباشرة: أي القوى التي يتعرض لها المنشأ عادة مثل:

i . الأحمال الدائمة .

ii.الأحمال الإضافية.

iii.الأحمال الديناميكية.

iv . أحمال الرياح.

V. أحمال الزلازل .

2.7.2 الأحمال غير المباشرة :

وهي الأحمال التي قد تنتج عن تحور المنشأ وتسبب قوى أو أحمالًا غير مباشرة على المنشأ، وتكون ناتجة عن:

i . الحرارة.

ii . الانكماش.

iii . الزحف.

iv . الهبوط المتفاوت للأساسات.

3.7.2 تصنيف الأحمال (Load Classificatio):

تصنَّف الأحمال حسب الآتي::

i . الأثقال الاستاتيكيه التي يمكن نقلها من مكان لآخر مثل: أثاث المنازل والأجهزة والآلات الثابتة غير. المثبتة والمواد المخزنة.

ii. أوزان الأشخاص مستعملي المنشأ، على أن يؤخذ بعين الاعتبار في تقدير هذه الأثقال العامل الديناميكي. في حالة وجوده كما يحدث مثالًا في صالات الاجتماعات.

iii . أحمال قد يتعرض لها المنشأ أثناء مراحل التنفيذ مثل: أوزان الشدات والأوناش والمعدات المستخدمة.

4.7.2الأحمال التصميمية (Design Loads)

تراكيب ومعاملات الأحمال :

حسب المدونة الأمريكيه ACI-318-14:

1.4D

1.2D + 1.6L + 0.5S

1.2D + 1.6S + 0.5W

1.2D + 0.1L + 0.5S + 0.1W

1.2D + 1.0L + 1.0E + 0.2S

0.9D + 1.0E

0.9D + 1.0W

ويُلاحَظ من شكل الترتيب أنه يتم أخذ الأثر الأكثر تأثيراً من حملي الرياح أو الزلازل، ولا يجتمعان في حالة تحميل واحدة.

5.7.2 الأحمال الدائمة أو الميتة(Dead Loads) :

هي القوى الدائمة الناتجة عن الجاذبية الأرضية كالأثقال على مختلف أنواعها سواء الذاتية أو القوى الأخرى.

ويدخل ضمن هذا التعريف الأوزان الساندة والجانبية المؤثرة على المنشأ مثل ضغط التربة على الحوائط، والتركيبات، والوزن الذاتي للمنشأ، وأوزان العناصر المرتكزة عليه بصورة مستديمة كالقواطع والحوائط والأرضيات.

هذه الأحمال يتم تقديرها بدلالة وزن وحدة الحجم للمادة المستخدمة في أي جزء أو حسب ما توصِي به المدونات والمواصفات.(Standards)

6.7.2 الأحمال الحية(Imposed Loads)

وهي الأحمال المتغيرة والمتحركة التي يتعرض لها أي جزء من المنشأ، سواء كانت موزعة أو ذاتية أو مركزة، وتشمل أحمال الصدمات والاهتزازات والقصورالذاتي وتتضمن:.

i . أوزان الأشخاص مستعملي المنشأ.

ii . أحمال الماكينات واهتزازاتها.

iV .أحمال الفواصل (Partitions) غير محددة الموقع.

iii .أحمال الأثاث والأجهزة والآلات غير المثبتة .

هذه الأحمال عادة تُقدر بالاستعانة بالعمل الإحصائي، ومن ثم تُبوب من قبل هيئات القياس والمواصفات على شكل جداول أو نصوص تبين الحدود الدنيا للأحمال. ومن أهم هذه المواصفات المدونة البريطانية BS 6399 بأجزائها الثلاثة.

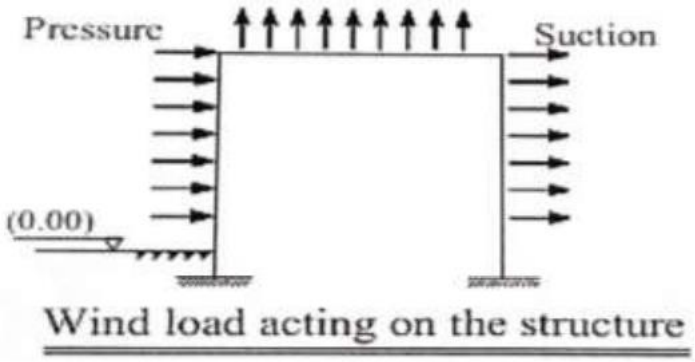
7.7.2 أحمال الرياح :

الممكن أن يتعرض المنشأ لقوى الرياح، وكلما زاد ارتفاع المنشأ ازداد تأثير هذه القوى، لذا يجب أخذ تأثيرها في الاعتبار عند تصميم المباني العالية. وعند تصميم أي مبنى يتم حساب تأثير الرياح على العناصر الآتية:

i . الهيكل الإنشائي كوحدة متكاملة بما فيه القواعد والأساسات.

ii .الأعضاء الإنشائية مثل: الأسقف والحوائط وخلافه.

iii . التكسيات والشبابيك وخلافها.



شكل (9.2) تأثير الرياح على المنشأ.

عندما نأخذ تأثير حمل الرياح فإننا لا نأخذ تأثير حمل الزلزال والعكس، وذلك لأن حدوثهما معاً نادر جداً.

8.7.2 تعريفات:

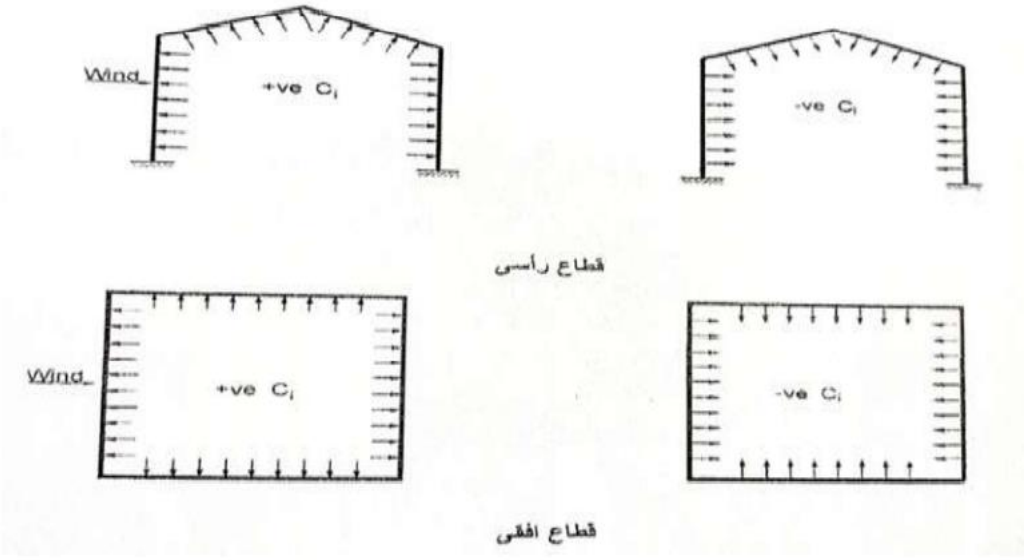
i. أحمال الرياح (Wind Load) .هي القوى التي تؤثر بها الرياح في اتجاه متعامد على أسطح المباني والمنشآت، وتكون موجبة إذا كانت في اتجاه السطح (ضغط)، وسالبة إذا كانت للخارج بعيداً عن السطح (سحب): .

ii. القوة الكلية للرياح: هي القوة الكلية للرياح على المبنى وتقاس بوحدة.(N)

iii. معامل ضغط الرياح الخارجي: هو المعامل الذي يحدد توزيع ضغط الرياح على الأسطح الخارجية للمبنى.

iv .معامل ضغط الرياح الداخلي: هو المعامل الذي يحدد توزيع ضغط الرياح على الأسطح الداخلية. للمبنى.

V . معامل التعرض: هو المعامل الذي يحدد توزيع ضغط الرياح مع الارتفاع عن سطح الأرض.



شكل (10.2) توزيع ضغط الرياح الداخلي في حالتي السحب والضغط.

يجب تصميم المباني والمنشآت بحيث تقاوم أحمال الرياح المؤثرة عليها، حيث تُعد من العوامل الرئيسية التي تجعل من تصميم المباني العالية يختلف عن تصميم المباني العادية. وتتم عملية جمع المعلومات حول الرياح وحركتها وسرعتها بواسطة قياسات عملية تتم باستخدام أجهزة خاصة توضع في محطات الرصد وتسجَّل المعلومات لعدة سنوات، ويتم تحليل ودراسة نتائج الرصد تلك ومعالجتها بطرق إحصائية احتمالية وفق القوانين والعلاقات الرياضية لإيجاد احتمال وقوع السرعات العظمى للرياح.

حيث تُقاس السرعة الحسابية على ارتفاع (10) م فوق سطح الأرض في منطقة مستوية مفتوحة، وهي السرعة المتوسطة المرجعية، وهي السرعة التي على أساسها يتم حساب الضغط المتولد على واجهات الأبنية، .حيث يجب أن تكون هذه السرعة تفوق متوسط السرعات خلال 50 سنة ماضية

ويؤثر ضغط الرياح على الأبنية العالية تأثيراً واضحاً، فهو يسبب إجهادات وقوى إضافية في عناصرها الإنشائية، حيث إن الحمولات الناتجة عن قوة دفع الرياح تُصنّف ضمن الحمولات الديناميكية وتخضع إلى اعتبارات خاصة. تُوجب الوقاية من آثارها ما أمكن ذلك، وعوامل لا يستطيع الإنسان أن يتحكم فيها. ويُعتبر ضغط الرياح مؤثراً على الأبنية في الحسابات، وتبسيطاً تُؤخذ آثارها ما أمكن ذلك

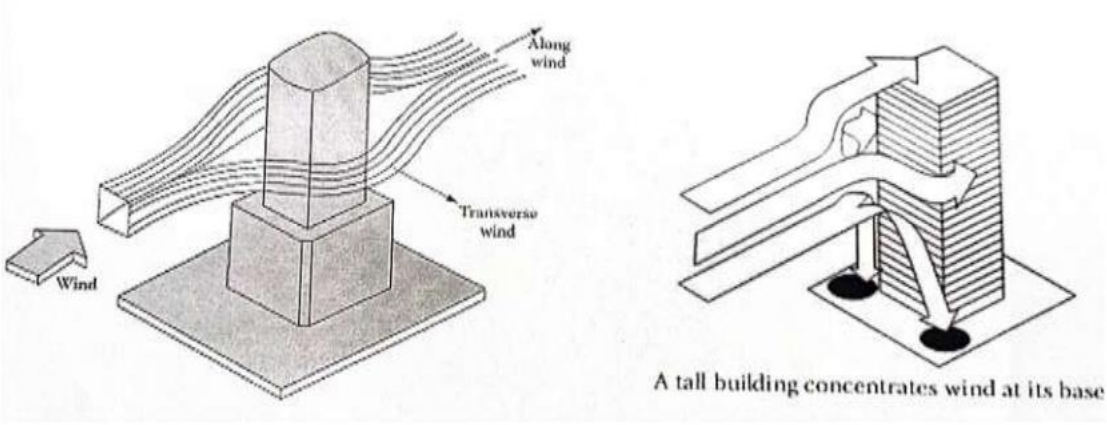
حيث تخضع شدة قوى الرياح المؤثرة إلى عوامل كثيرة، منها على سبيل الذكر

i.طبيعة البناء وارتفاعه ونسب أبعاده .

ii .الطبيعة المناخية للمنطقة التي سيقام عليها المبنى .

iii .سرعة الرياح وكثافة الهواء واتجاهه .

Iv .نوع العنصر المدروس وطبيعته وموقعه في البناء .



شكل (11.2) أثر الرياح على المباني العالية.

9.7.2 اعتبارات المدونة البريطانية لأحمال الرياح:

وقد وضعت المدونة البريطانية طريقتين لقياس تأثير أحمال الرياح الواقعة على المنشأ، ويجب أن تُؤخذ في الحسبان عند التصميم بإجراء التأثير الاستاتيكي لهما:

i.الطريقة المعيارية (Standard Method): وهي تستخدم إجراءً مبسطاً لعرض الأثر المعياري.

سرعة الرياح باستخدام معاملات ضغط لوصف أحمال الرياح

ii. الطريقة المباشرة .

وفيها يتم تقسيم سرعات الرياح ومعاملات الضغط حسب اتجاه حركة الرياح :(Directional Method).

- : الطريقة المعيارية (Standard Method)

وفيها يتطلب تقييم حالات التحميل المتعامدة اتجاه الرياح الطبيعية على سطح المنشأ العمودي، حيث يتم حساب حمل الضغط الديناميكي (qs) كالآتي :

$$qs = 0.613\ V_e^2$$

حيث:

(qs) الضغط الديناميكي للرياح (Pascal) .

(Ve) سرعة الرياح المؤثرة (m/s).

وتُحسب بالعلاقة:

$$V_e = V_s \times S_b$$

حيث

(Sb)عامل التأثير المشترك لوعورة الأرض وشكل البناء .

(Ve) سرعة الرياح الموقعية، وتُحسب من العلاقة أدناه .

$$V_s = V_b \times S_a \times S_a \times S_s \times S_p$$

حيث:

Vb .سرعة الرياح الأساسية :

S .معامل الارتفاع :

Sa .معامل الاتجاه (مكرر في النص الأصلي) :

Ss .(معامل الموسم) :

Sp .(معامل الاحتمال):

أثر الضغط على السطح الخارجي للمنشأ يُحسب ب:

$$P_e = q_s \times C_{pe} \times C_a$$

حيث:

(qs) الضغط الديناميكي .

(Cpe) معامل الضغط الخارجي على وجه المنشأ .

(Ca) معامل الحجم الفعّال للضغط الخارجي .

أثر الضغط على السطح الداخلي للمنشأ

يُحسب بـ :

$$P_i = q_s \times C_{pi} \times C_a$$

حيث:

(qs)الضغط الديناميكي .

(Cpi)معامل الضغط الداخلي للمنشأ .

(Ca)معامل الحجم الفعّال للضغط الداخلي .

10.7.2 أحمال الزلازل (Earthquakes loads)

تُعرَّف الزلازل بأنها ظاهرة جيوفيزيائية تتميز بحركة اهتزازية للطبقة الخارجية للقشرة الأرضية مع انتقال كبير لجزء منها، فيتحرر جزء هائل من طاقة التشوهات الكامنة فيها، وتحدث بصورة مفاجئة وغير منتظمة وتستمر لفترات زمنية قصيرة الأمد.

تعتبر الهزات الأرضية من أهم مصادر الأحمال الديناميكية التي تتعرض لها المنشآت بسبب طاقتها الهائلة، التدميرية عند حدوث الهزات وشدتها، أو بما يسمى بالاحتمال الزلزالي. وتتعلق درجة أهمية هذه الأحمال والعلماء وللقيادات (Seismology)بالمنطقة، ويُعد إنجاز التصاميم المقاومة للزلازل تحدياً للمهندسين . الاقتصادية، ولا بُدّ لنجاح بذل ذلك أن تتوفر للمهندس المعرفة الكافية بعلم الزلازل

1.10.7.2 أسباب حدوث الزلازل :

I . حركة الصفائح التكتونية(Movements of Tectonic Plates) .

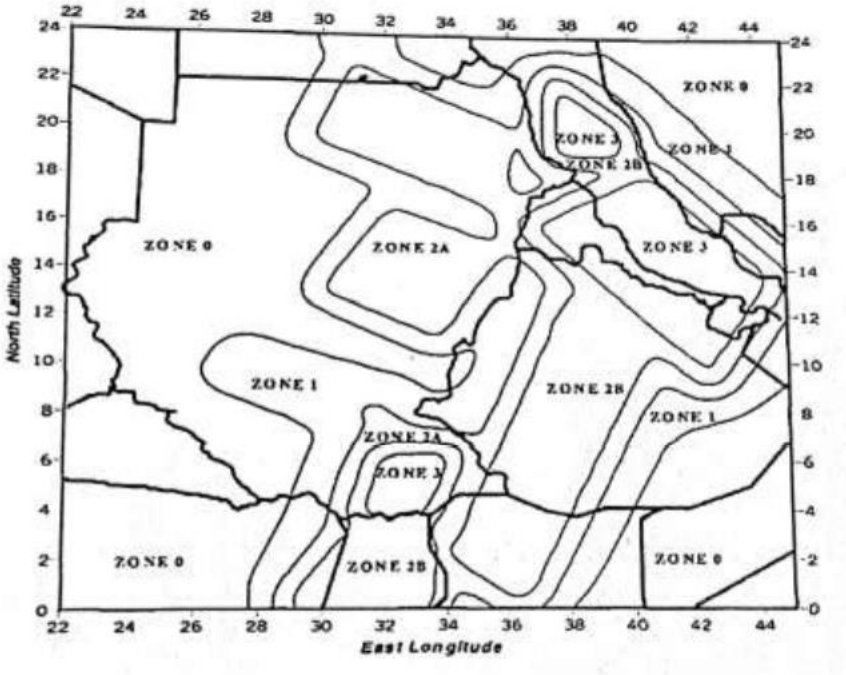
Ii .حركة التصدعات الأرضية (Movements of Faults) .

iii. انهيار أسقف الكهوف الضخمة (Failure of Roof of Largest Caves) .

Iv .أسباب صناعية مثل الانفجارات، ملء وتفريغ الكهوف (Mankind Effect) .

2.10.7.2 الزلزالية في السودان :

وفقاً لما خلصت إليه ورقة بحثية تم فيها تقسيم السودان لعدد من المناطق الزلزالية، يُعتبر السودان منطقة إعداد خريطة زلزالية للسودان حسب الشدة الزلزالية، (UBC 1997)زلزالية، وبناءً على نتائج الدراسة تم . استناداً إلى كود التصنيف الموحد

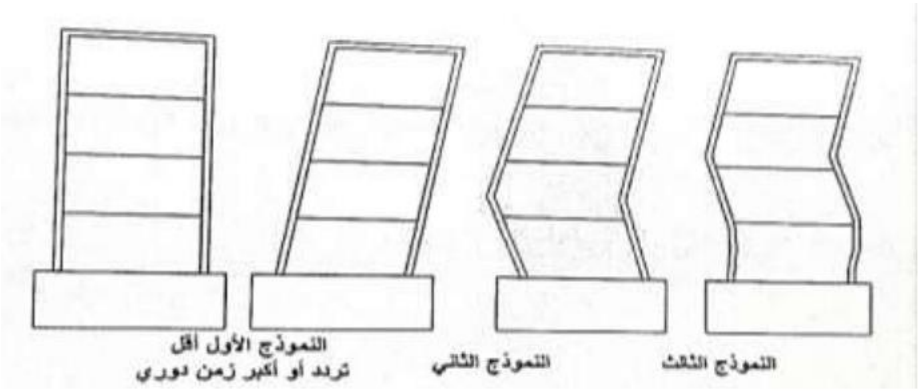


شكل (12.2) خريطة زلزالية السودان

3.10.7.2 طرق التحليل الزلزالي وفق الكود UBC 1997:

I الطريقة المكافئة الاستاتيكية (Equivalent Static Method) :

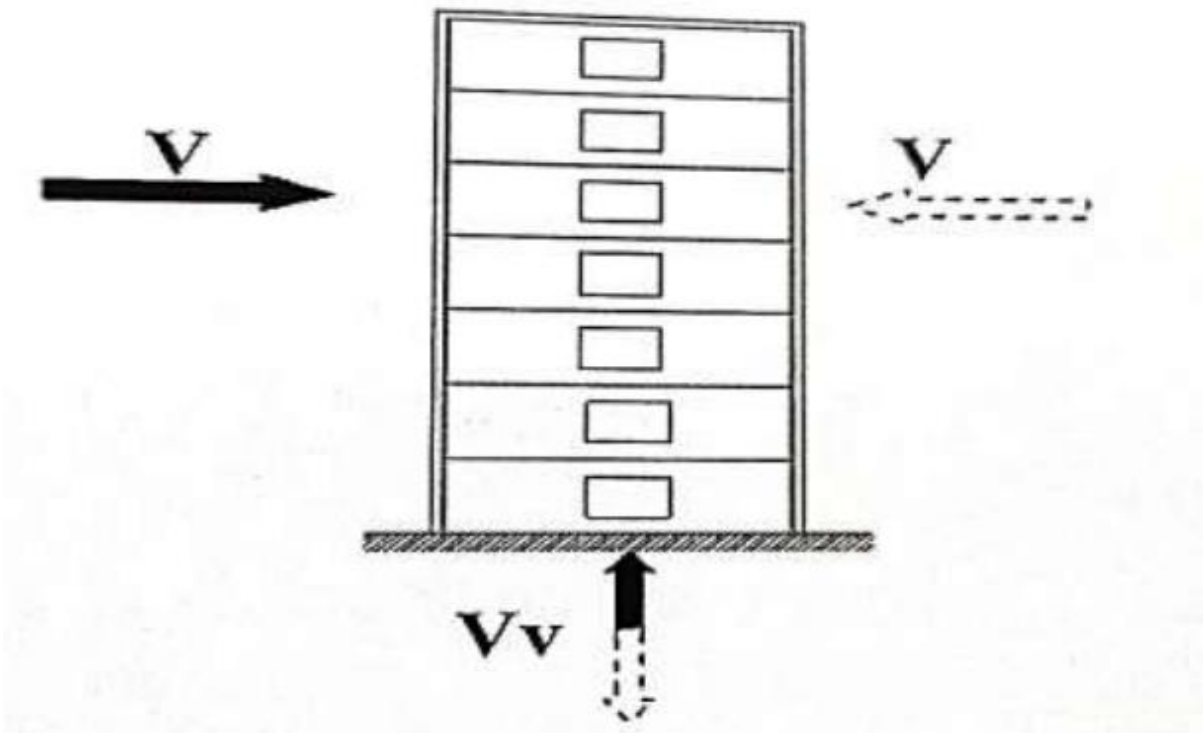
في هذه الطريقة يتم إيجاد القوة الزلزالية الاستاتيكية المكافئة للقوى الزلزالية الديناميكية، من خلال استخدام النموذج الأساسي (Fundamental Mode of Vibration)



الشكل (13.2) النموذج الأول للاهتزاز

حيث يؤثر الزلزال على المبنى بقوة لها مركبتان: أفقية ورأسية، كما في الشكل (14-2)، وذلك كما يلي:

$$E = {}_{p} E_h + E_v$$



شكل (14.2) مركبات القوة الزلزالية

ومن الجدير بالذكر أن معظم مدوّنات البناء العالمية كانت تهمل المركبة الرأسية للقوى الزلزالية، وخلال السنوات العشر الماضية أوصت عدد من الكودات العالمية بضرورة أخذ أثر هذه المركبة على سلوك وتجاوب المنشآت في حالة تعرّضها لهزّات أرضية، فقد أظهرت الزلازل التي تعرّضت لها عدد من دول العالم أن القوى الزلزالية الرأسية قد أثّرت بشكل واضح على العديد من المنشآت.

وبشكل عام تنحصر دقّة نتائج الطريقة الاستاتيكية المكافئة بالمنشآت المنتظمة أو شبه المنتظمة، وتتلخّص

$$V = \frac{CV.I}{R.T} W$$

فكرة هذه الطريقة في تمثيل القوى الزلزالية باعتبارها قوى أفقية خارجية استاتيكية تؤثّر على المبنى بمركّبتين

واستنادًا إلى المدونة الأمريكية Uniform Building Code 1997 تُحسب قيمة قوّة القص التصميمية.

كمايلي:

على أن تحقق الآتي:

$$V \leq \frac{2.5\, Ca\, I}{R} W$$

$$V \geq 0.11\, Ca\, I\, W$$

اضافة الي ذلك في المنطقه الزلزاليه الرابعه (ZONE4) يجب تحقيق الشرط التالي:

$$V \leq \frac{0.8\, Z\, Nv\, I}{R} W$$

يُحدَّد الزمن الدوري الطبيعي T (Structure Period)بشكل تقريبي حسب الفقرة (1630.2.2) كما يلي :

A الطريقة :

تُحسب قيمة الزمن الدوري (T) :بالمعادلة أدناه

$T = C_t\ (h_n)^{\frac{3}{4}}$

حيث إن:

Ct = 0.035 .لإطارات الفولاذ المقاومة للعزوم

Ct = 0.03 .لإطارات الخرسانة المقاومة للعزوم والإطارات المقيّدة جانبياً

Ct = 0.02 .لكل المنشآت الأخرى

وكحل بديل، يمكن إيجاد قيمة (G) للمنشآت الحاوية على جدران قص حجرية أو خرسانية من المعادلة :

(بالمتر المربع Ac)

$G = 0.0743 / \sqrt{Ac}$

$A = \Sigma\ Ae\ [0.2 + (De / hn)^2]$

المستخدمة في المعادلة أعلاه يجب ألّا تزيد (De / hn) قيمة عن 0.9.

B الطريقة :

يمكن حساب الزمن Tباستخدام التحليل الانشائي بحيث يجب الا تتجاوز قيمة T المحسوبه بالطريق A الدوري

اكثر من 30%من قيمتها المحسوبه B في المنطقه الزلزاليه الرابعه و المقدار 40% في باقي المناطق بالطريقه

علي انه يسمح باعتماد القيمه المحسوبة بالطريقه B دون تخفيض عند حساب الانتقالات و الازاحات

ويمكن حساب الفتره الاساسيه T باستخدام المعادلة التاليه

$$T = 2\pi\sqrt{(\sum_{i=1}^{n} wi\,\delta i^2) \div (g\sum_{i=1}^{n} fi\,\delta i)}$$

تمثل قيمة (fi) القوى الموزعة تقريبياً ، أما الإزاحات المرنة (δi) فتحسب بتطبيق القوى الجانبية (fi).

4.10.7.2 حدود استخدام التحليل الاستاتيكي :

I .كافة أنواع المنشآت المنتظمة أو غير المنتظمة في المنطقة الزلزالية (1) و (2) .

المنشآت المنتظمة التي يقل ، (73.152 m) والقادرة على مقاومة القوى الجانبية من خلال الجمل الإنشائية

Ii ارتفاعها عن

iii .المنشآت غير المنتظمة التي لا يزيد عدد طوابقها عن خمسة طوابق .

المنشآت الحاوية على قِسم علوي مرن يستند على قسم سفلي صلب، حيث يمكن اعتبار كل منهما منتظماً .

iv .وبشكل منفصل

5.10.7.2 الطرق الديناميكية (Dynamic Methods) :

يمكن عبر إجراء التحليل الديناميكي عمل محاكاة لما يجري في الواقع وتمثيله بدقة كبيرة، ولاستخدام هذا النظام لمعادلات تفاضليه

لدرجات متعددة الحريه يصعب حلها بالطرق الاعتياديه ظل استخدام التحليل الاستاتيكي هو السائد لفتره طويله حيث فرض استخدام هذا النظام

مباني باشكال نمطيه وارتفاعات محدوده حيث طورت طرق التحليل الديناميكي للتعامل مع :

1. المنشات التي يساوي ارتفاعها او يزيد . (73.152 m) وتُستثنى من ذلك المنشأة المنتظمة او غير المنتظمة الواقعة في المنطقة الزلزالية رقم (2) (1)
2. المنشآت ذات الجَساءة أو الوزن الذاتي أو الأبعاد الهندسية غير المنتظمة
3. المنشآت غير المنتظمة التي لا يتجاوز عدد طوابقها الخمسة في المنطقتين الزلزاليتين (3–4)والتي لا تمتلك نفس الجملة الإنشائية على كامل المبنى.
4. كافة المنشآت المنتظمة أو غير المنتظمة المنفذة على تربة مقطعها الجانبي على Soil Profile من النوع SF وذات دور الاهتزاز (0.7) ثانية .

6.10.7.2 طريقة تحليل طيف الاستجابة (Response Spectrum Analysis) :

هو تحليل ديناميكي مرن يُستخدم لتحديد قيم الاستجابة العظمى المقابلة لأنماط الاهتزاز التي لها مساهمات هامة في استجابة المنشأ الكلية، ويُحدد عدد هذه الأنماط بحيث يدخل في حساب الاستجابة أكثر (90%) من كتلة المنشأ في كل اتجاه رئيسي. وفي هذه الطريقة يتم تحويل القوة الديناميكية الناشئة عن حدوث الزلزال إلى قوة استاتيكية أفقية ودراسة تأثيرها على المبنى.

لتطبيق هذه الطريقة يجب أن تتوفر الشروط التالية:

1. أن يكون زمن طول الموجة الأساسي للمنشأ في كل من الاتجاهين.

T1 (Fundamental period)

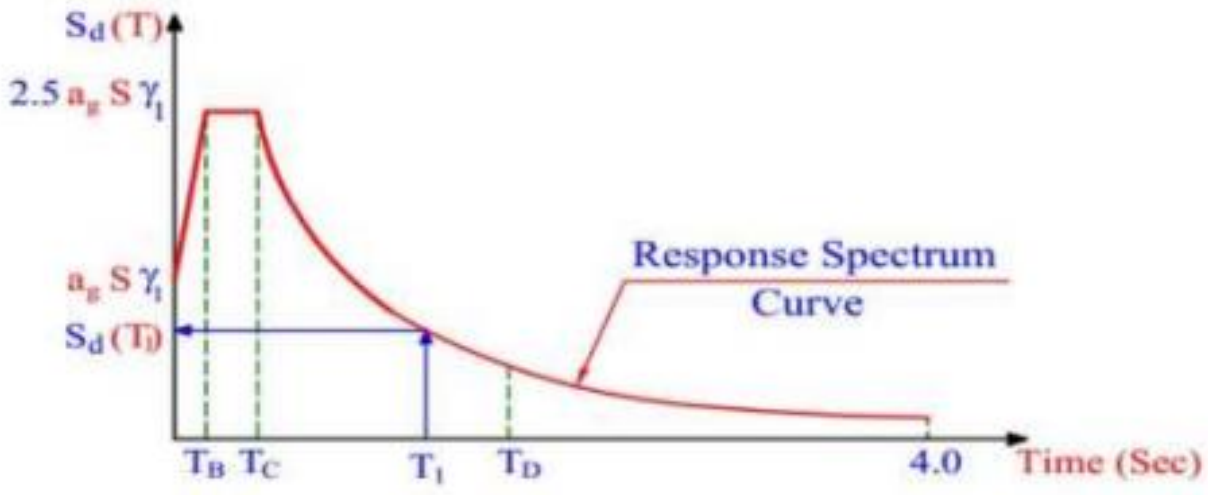
أقل من أو يساوي كلًّا من القيم التالية:

$T1 = 4Tc$

and

$T1 < 2.0$ second

Where : احد الثوابت :(Tc Response spectrum curve)



شكل (15.2) يبين طيف الاستجابة حسب المدونة (UBC1997))

2.يجب أن تكون المنشآت منتظمة في المسقطين الأفقي والعمودي .

. $H \leq 60$ m

H .هو ارتفاع المنشأ من منسوب الأساسات إلى منسوب الدور الأخير حيث أن

$L / B \leq 4.0$

حيث أن :

L : هو البعد الأكبر للمنشأ في الأفقي

B : هو البعد الأصغر للمنشأ في الأفقي

Uniform shape

أي لا يحدث تغيير في شكل المبنى كعمل ردود في الأدوار الأخيرة، ومع ذلك إذا تم عمل ردود يجب ألا

تزيد مساحة الردود عن 5% من مساحة الدور

Uniform statically system

. أي عدم تغيير النظام الإنشائي خلال أدوار المبنى

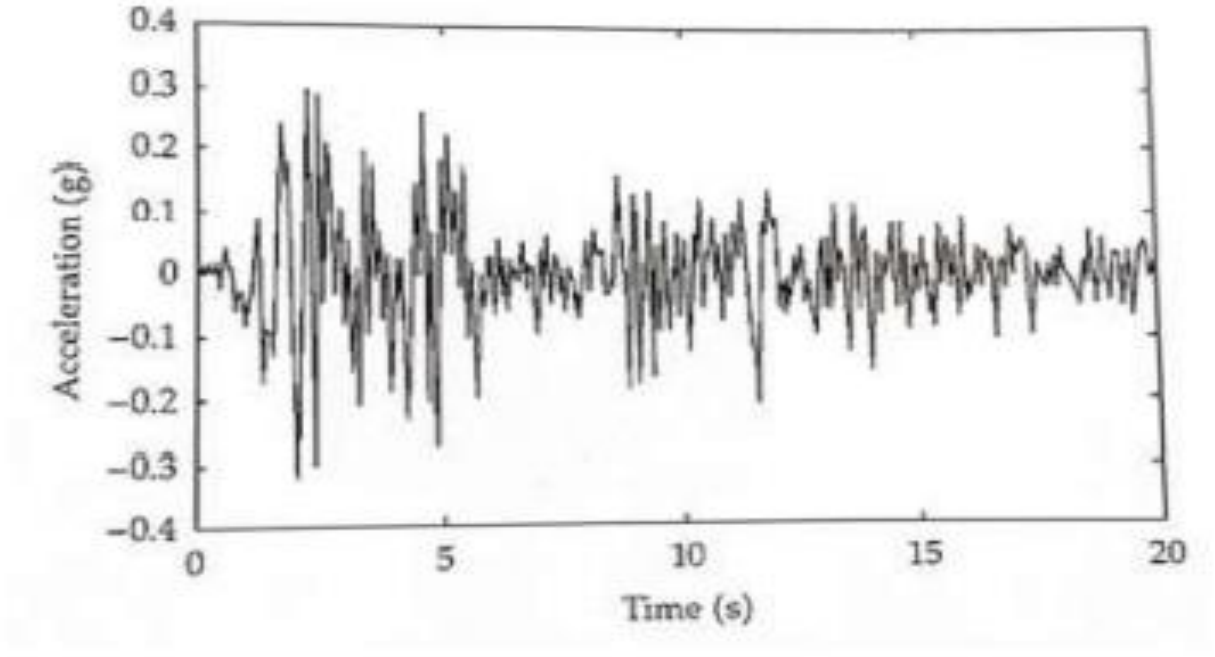
7.10.7.2.التحليل الزمني بالسجلات Time History Analysis

يُستخدم هذا النوع من التحليل للذهاب أبعد من استخدام الأطياف النظامية، حيث يتم تحليل المنشأ لتحديد

استجابته عند محطات زمنية متتالية تحت تأثير سجل زمني لهزة معينة. يتم تنفيذ التحليل الديناميكي

باستعمال السجلات الزمنية، الأزواج من المركبات العائدة لحركة الأرض الأفقية، حيث يتم انتقاؤها وربطها

من بين ما لا يقل عن ثلاث أحداث زلزالية مسجّلة. تُعتبر هذه الطريقة أدقّ من طريقة طيف الاستجابة وغالباً ما تُستخدم في الأبحاث العلمية. الشكل (16–2) يظهر نموذجًا لرسم يمثّل العلاقة بين التسارع والزمن.



شكل (16.2) العلاقة بين التسارع والزمن

وبشكل عام يفضّل إجراء التحليل الديناميكي لأي نوع من المنشآت، حيث أصبح ذلك ممكنًا بسهولة في ظل تطوّر طرق الحل والتوسع في استخدام الحاسوب.

8.2 طرق التحليل (Ana lysis Methods) :

هناك نوعان من المنشآت: منشآت محددة يتم تحليلها باستخدام معادلات الاتزان فقط، ومنشآت غير محددة تحتاج إلى معادلات توافق الإزاحات ومعادلات الاتزان من أجل تحليلها

1.8.2 الطرق التقليدية (Classical Methods) :

مثل طريقة التشوهات المتناسقة (Consistent Deformation Method) وطريقة الميل والانحراف (Slope–Deflection Method) وطريقة الشغل الأقل (Least Work Method)

وكلها تؤدي إلى نتائج دقيقه.

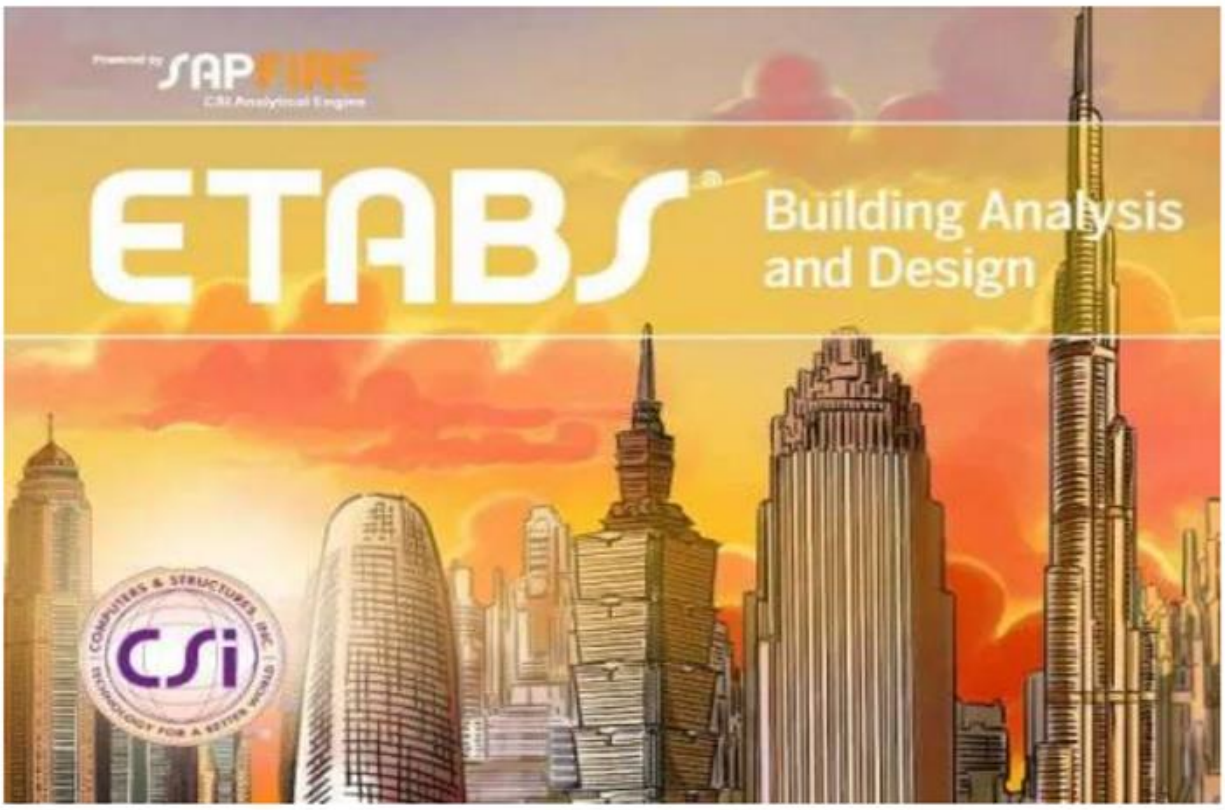
2.8.2 الطرق الحديثة (A dvanced Method) :

في هذه الطريقة يتم تحليل المنشآت باستخدام المصفوفات؛ وتوجد ثلاث طرق هي طريقة القوة (المرونة) (Force Flexibility Method) وطريقة الجسأة (Stiffness Method) بالإضافة لطريقة العناصر المحددةFinite Element Method وتعتبر من أدق الطرق في التحليل الإنشائي حيث تعتمد على تقسيم العناصر إلى عدد كبير من الأجزاء؛ ويعتمد مقدار التقسيم على مقدار ودرجة دقة الحل المطلوب من التحليل.

وقد تطورت هذه الطرق بعد عصر الحاسبات الإلكترونية وذلك لأنها تؤدي إلى عدد هائل من المعادلات

الآنية والمصفوفات المعقدة لا يمكن حلها إلا باستخدام الحاسب؛ وقد تم باستخدام هذه الطرق تطوير عدد من البرامج الحاسوبية في تحليل المنشآت (ETABS, SAP2000, SAFE,ا CSI COLUMN, STA على اختلاف أنواعه

9.2 برنامج ETABS



شكل (17.2) واجهة برامج ETABS

هو برنامج متخصص في تحليل وتصميم المنشآت والأبراج وناطحات السحاب وأي نوع من أنواع التحميل بما فيها أحمال الرياح والزلازل وذلك باستخدام طرق التحليل الإستاتيكي الخطي واللاخطي كذلك استخدام

Extended Three(التحليل الديناميكي، وهذه التسمية اختصار بالأحرف الأولى لاسم البرنامج

بدأت فكرة تصميم البرنامج في العام 1963 .)Dimensional Analysis of Building System

في ولاية كاليفورنيا في الولايات المتحدة الأمريكية Berkeley حيث أنتجت النسخة الأولى في جامعة

عام 1984، وطورت بعد ذلك عدة نسخ منه، النسخة المستخدمة في هذا البحث(22.5)

. ETABS

يستخدم البرنامج طريقة العناصر المحددة (Finite Element Method) في تحليل الجمل الإنشائية وهي من أدق الطرق وتحتاج لتكوين مصفوفات بالغة التعقيد إلا أن ظهور أجهزة الحاسوب بقدراتها الكبيرة في معالجة البيانات جعل استخدام هذه الطريقة ممكناً؛ مما ساعد في توفير الجهد والوقت ومكّن من تصميم مباني اكثر اقتصادية من المباني المصممه سابقآ باستخدام طرق الحل التقريبيه يتم تمثيل حوائط القص والبلاطات بعنصر (Shell)كما تمثل العارضات والأعمدة بعنص، (Frame)

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

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 بدقة عالية، مع رسم

التفاصيل الإنشائية(Detailing's)

v. تستطيع التدقيق على جميع أبعاد المقطع المدخلة فيما إذا كانت كافية لمقاومة الأحمال أم لا وتغييرها

.واستبدالها عند التصميم

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

.ترفق مع التصميم

vii.سهولة طباعة مخرجات التحليل والتصميم بحسب الشكل المطلوب (جداول، رسومات ملفات نصية،

حديد تسليح، عزوم، ومخططات

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 متابعة التغييرات المطلوبة والخاصة عند النمذجة أو التحليل مما يسهل إدخال المعايير

والمتطلبات الخاصة

xi. سهولة التصدير والاستيراد بواسطة برامج التحليل الأخرى مثل: (SAP – STAAD PRO – SAFE

– RIVET).ل والتصميم الإنشائي

الباب الثالث

التحليل بأستخدام برنامج ETABS

الباب الثالث

التحليل الانشائي

1.3 وصف المبنى :

i. مبنى متعدد الطوابق مشيد على أساس خازوقي .

ii. الموقع.

iii. مدينة عطبرة _السودان .

iv. خط طول 34 E.

v. دائرة عرض 17.7 N .

vi. المنسوب 41.6 متر فوق سطح الارض

vii. الموقع الجغرافي : حي السكة حديد جوار محطة الفاروق .

2.3 النظام الانشائي :

على ضوء القراءات المعماريه وارتفاع المبنى وتقرير التربة وعدد الطوابق واستخدام المبنى تم اقتراح النظام الانشائي الاتي :

1) تم استخدام البلاطات المسطحة (Flat slab) كنظام إنشائي لمقاومة القوى للاسباب الآتية:

i. نظراً لتقسيمات الادوار المختلفة .

ii. لسهولة وسرعة التنفيذ والانشاء .

iii. توقعآ للتقسيمات المستقبلية المختلفه .

iv. نظرآ لطبيعة وحجم الاحمال على المبنى .

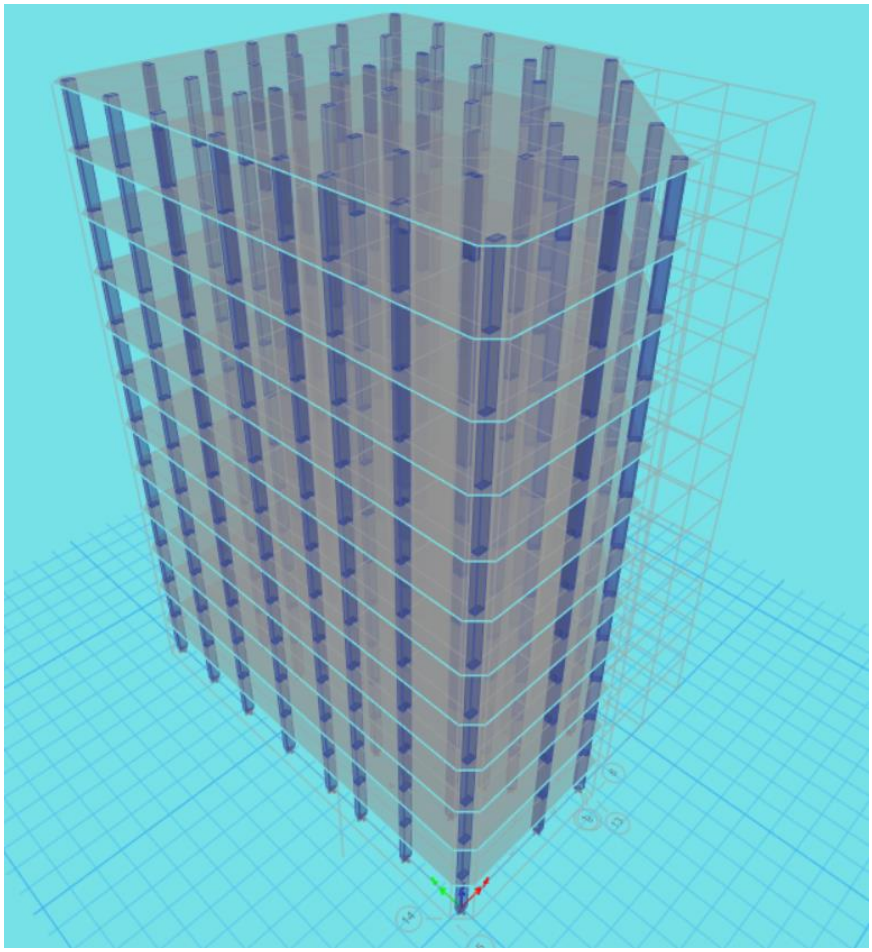
2) تم استخدام الاعمدة (Columns) بما يتناسب مع حوائط المبنى ، وتم تحديد ابعاد الاعمدة المطلوبة لمقاومة الاحمال وعمل التعديلات اللازمة لضمان سلامة التصميم .

3) تم استخدام (Raft Fandation)

4) تم استخدام خوازيق (Pile)

3.3 تحليل المشروع :

تمت نمذجة المشروع في برنامج (ETABS 22.5) وفيما يلي خطوات التحليل المتبعه في برنامج (ETABS 22.5)



شكل (1.3) يوضح نموذج ثلاثي الابعاد للمبنى

4.3 المدخلات :

- تم تعريف المواد من قائمة

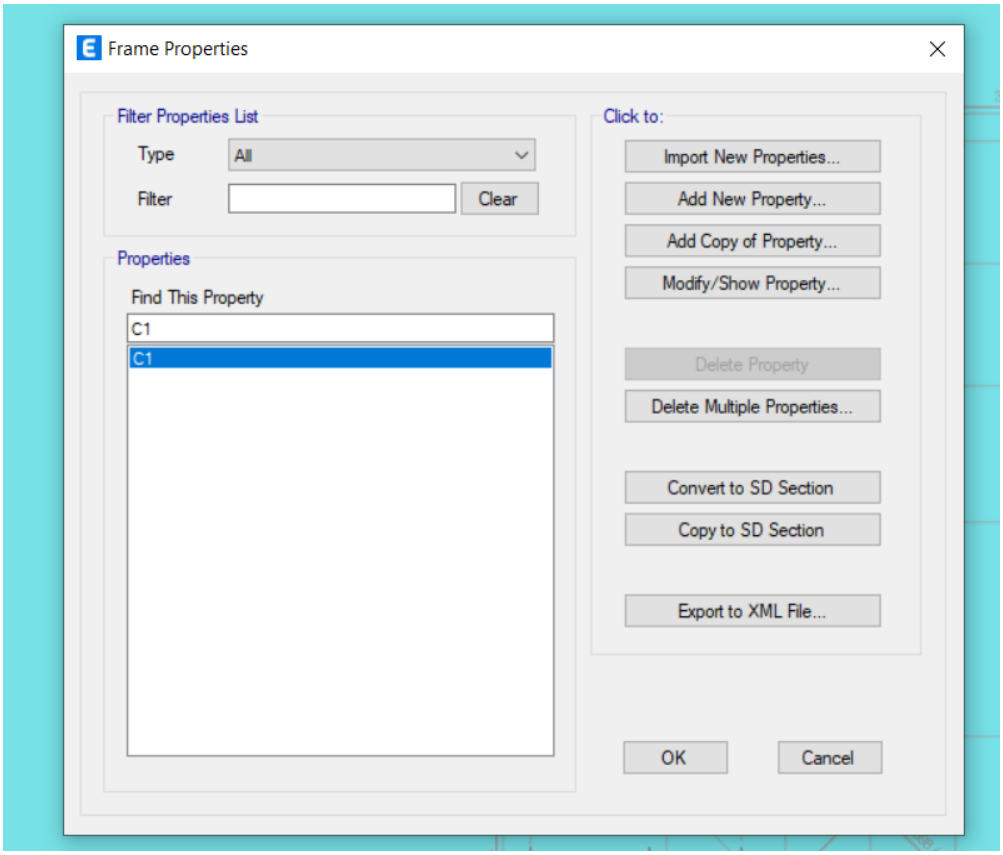
Materials – (Define)

الجدول (1.3) يوضح خواص المواد

Parameters	Description	Strength N/mm^2	E KN/mm^2	Remarks
Reinforcement	Grade 460 (Both)	460	200	All members
Concrete	C25	25	26	All members
	C25	25	26	All members

- تم تعريف قطاعات الاعمدة من قائمة

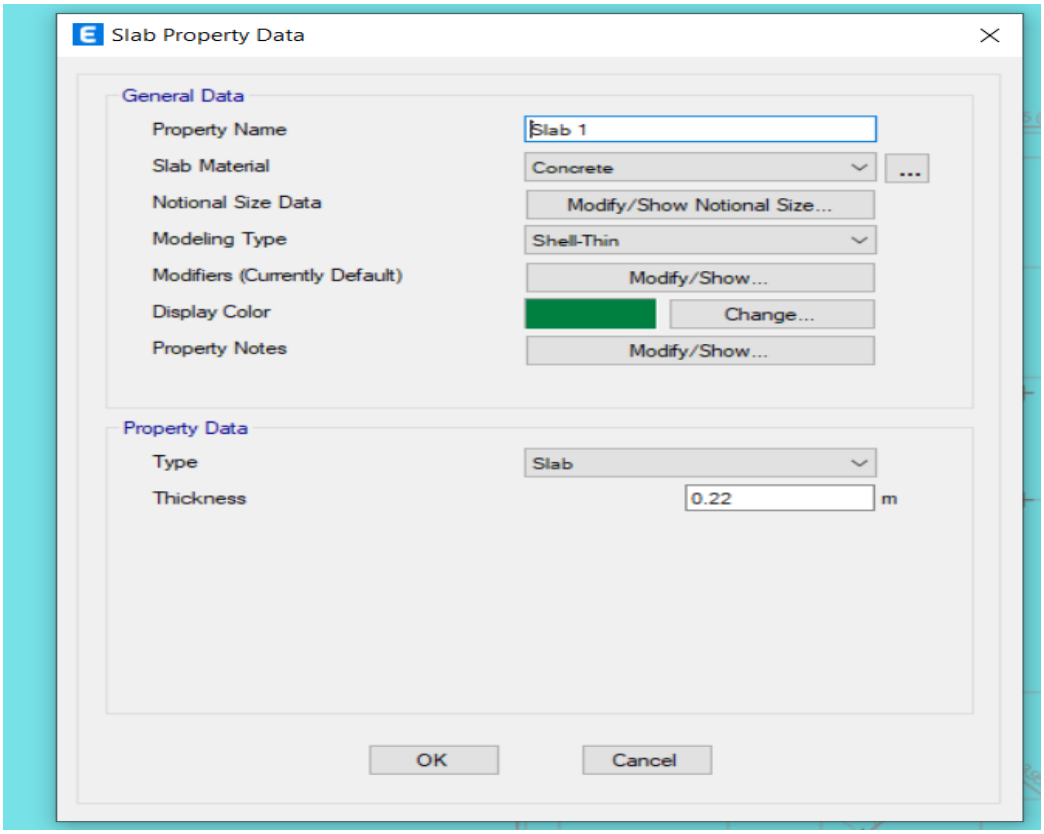
Define < section properties < frame section



شكل (2.3) يوضح قطاعات الاعمدة

- تم تعريف قطاعات البلاطات من قائمة

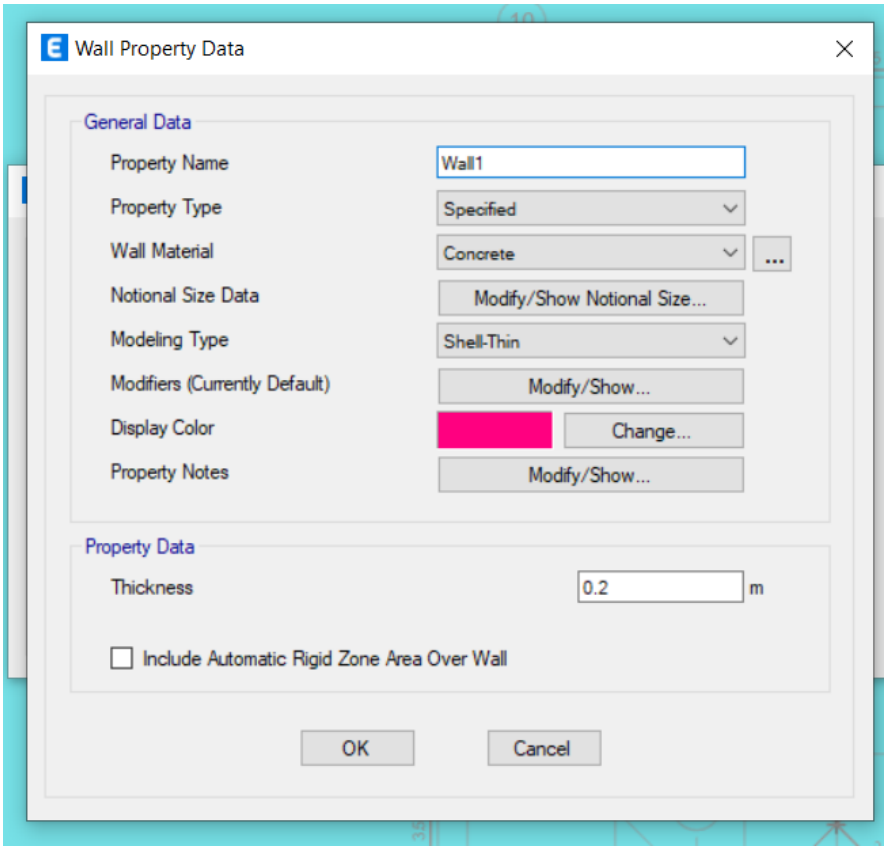
Define < section properties < slap section



شكل (3.3) يوضح قطاع البلاطات

- تم تعريف قطاعات حوائط القص من قائمة

Define < section properties < Wall Section



شكل (4.3) يوضح قطاع الحوائط

- الاحمال :

تم تعريف قطاعات حوائط القص من قائمة

Define < load Patterns

- الاحمال الميتة (DL) :

i. الوزن الذاتي يتم حسابه بواسطة برنامج (ETABS) وذلك بدلالة الكثافة الوزنية للخرسانة

ii. احمال الحوائط على البلاطات

تم فرضها $2.5KN/m^2$

احمال التشطيبات

تم فرضها $2.2KN/m^2$

- الاحمال الحية (LL) :
- الاحمال الحية للطوابق ملحق (13)

للفنادق :

FLOOR = $2.5KN/m^2$

STAERS = $4KN/m^2$

- احمال الرياح :

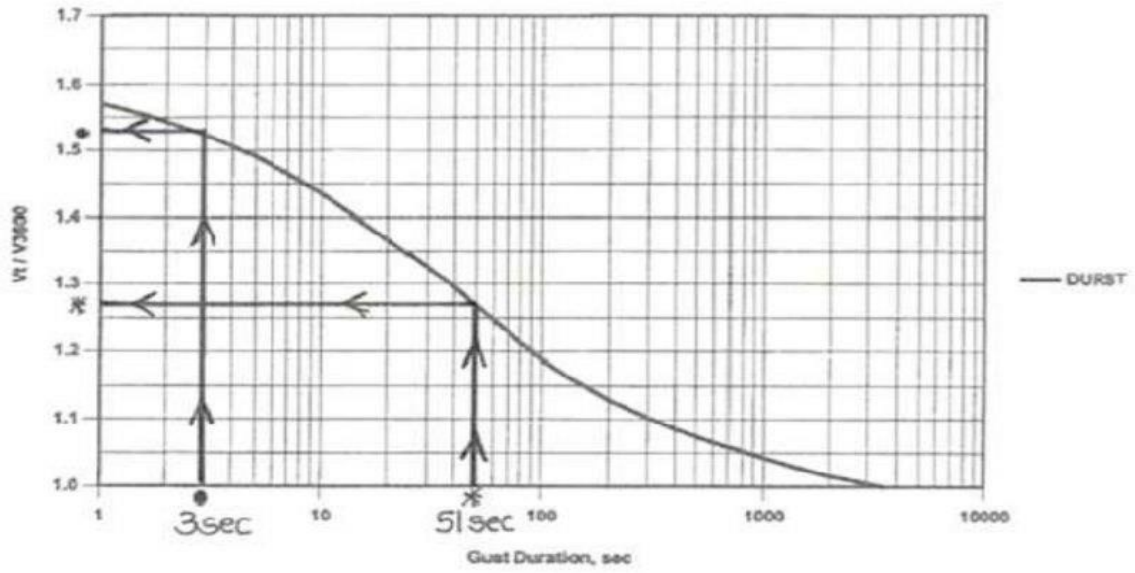
وتحسب حسب توصيات المدونة البريطانية

بالطريقه المعيارية BS 6399– PART2 –1997

$$V_s = V_b \times S_a \times S_a \times S_s \times S_p$$

باستخدام Durst curve والوارد في (ASCE 7–05 COMMENTARY FIGURE C6–2)

انظر الشكل (2.3) ،تم تحويل سرعة الرياح لمدينة عطبرة (45m/s) والماخوذة من عاصمة تهب لمدة 3 ثواني الى ساعة أساسية ساعية متوسطة تعادل (30m/s) وبذلك يمكن استخدامها في معادلات الكود BS 6399– PART2 –1997



شكل (5.3) Durst curve

$V3_{sec}/V_{3600} = 1.53$

$V_{3600} = V3_{sec}/1.53 = 16$ m/s

$V_b = 16$ m/s

$Sa = 1+0.001(345) = 1.345$

$S_b = 1.0$

$S_s = 1.0$

$S_p = 1.0$

:- $V_s = 30 * 1.345 * 1.0 * 1.0 * 1.0 = 40.35$ m/s

وبذلك يمكن حساب السرعة الفعالة

$V_e = V_s \times S_b$

وتقدر قيمة S_b من 1997 2 Part (BS 6399) {ملحق 14 }

باعتبار ارتفاع المبنى 39 m

$S_b = 1.996$

$V_e = 40.35 * 1.996 = 80.54$ m/s

وهنالك معاملات اخرى :

عامل تأثير الحجم (Ca) ويؤخذ من (4) Fig من 1997 2 Part (BS 6399) { ملحق 1} وقدر بقيمة (0.085) .

معامل الزيادة الديناميكي (Cr) ويؤخذ من (3) Fig من الكود البريطاني لاحمال الرياح { ملحق 3 } 1997 2 6399 Part وقدر بقيمة (0.02)

معاملات الضغط الخارجي وهي موجودة في (5) Table من الكود البريطاني لاحمال الرياح

(Part 6399 2 1997) وقدر كالاتي معامل وجه الرياح وأخذ (0.8) .

معامل عقب الرياح وأخذ بقيمة (0.3) الجدول (2.3) ادناه يوضح ملخص الخطوات السابقة وهي تمثل مدخلات برنامج (ETABS)

الجدول (2.3) يوضح معاملات الرياح

Load case	Ve (m/s)	Ca	Cr	Direction Angle
Wx	80.54	0.85	0.02	0
Wy	80.54	0.85	0.02	90

الباب الرابع

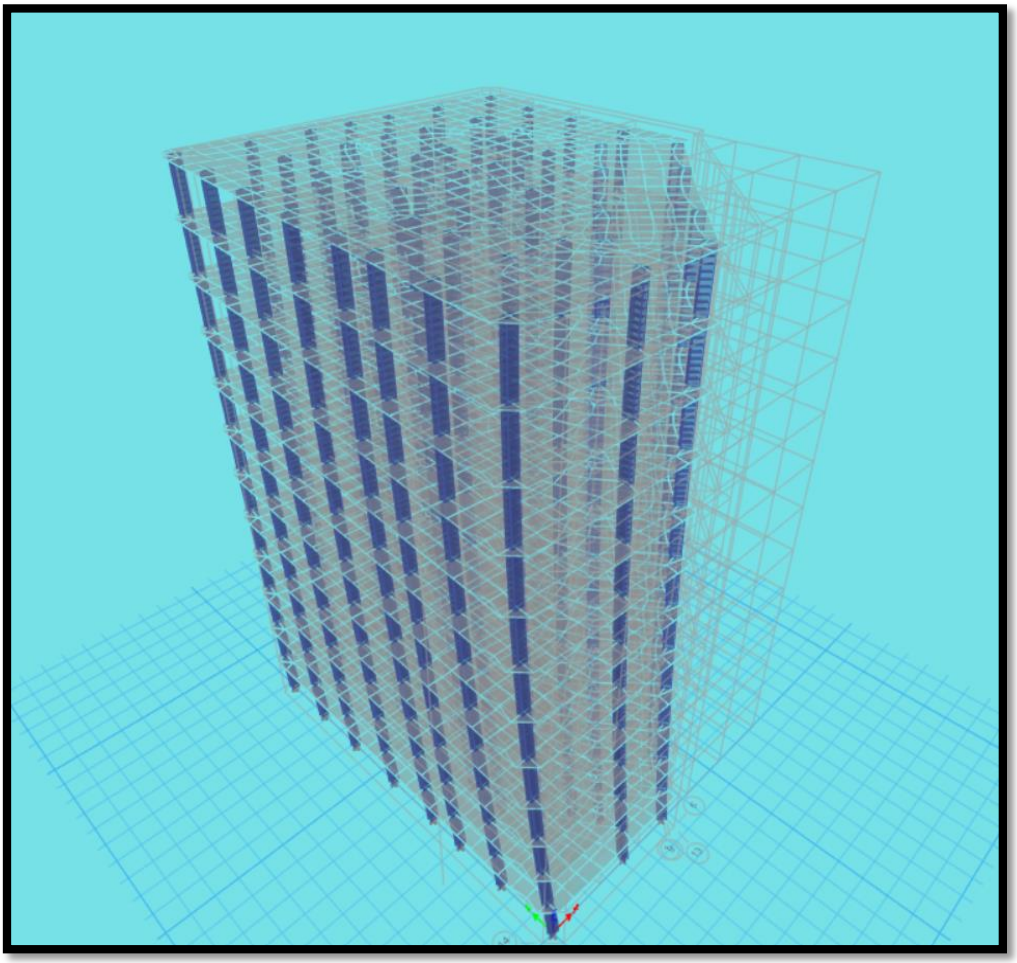
نتائج التحليل والتصميم

الباب الرابع

نتائج التحليل والتصميم

1.4 التأكد من إستيفاء التحليل الديناميكي لمتطلبات UBC 1997 :

قبل إجراء التحليل الديناميكي تكون الخطوة الاولى هي إجراء تحليل إستاتيكي وذلك لأستخدامه فقط في معايرة (scaling) نتأج التحليل الديناميكي وذلك بسبب ان المعلومات الازمة لمعرفة ضرورة إجراء تحليل ديناميكي من عدمه تستند الى معلومات اولية مستنتجة عن الطريقة الاستاتيكية .



شكل (1.4) يوضح التشوهات في المبنى تحت تاثير الاحمال

يجب الالتزام بتعليمات المدونة فيما يخص التحليل الديناميكي والواردة بالفقره

(Response Spectrum Analysis 1631.5) وذلك بمراعاة الاتي :

يجب استخدام العدد المناسب من الاطوار (Models) والتي تضمن مشاركة (إستجابة اكثر من 90%) من كتلة المبنى لكل إتجاه افقي رئيسي حسب الفقرة (5 . 1693) ؛ بمعنى اخر ان اكثر من 90% من إجراء المنشأة تتحرك او تنتقل تحت تأثير الاحمال الجانبية

جدول (1.4) القص القاعدي (ردود الافعال الكلية)

Table: Base Reactions							
Output Case	**Case Type**	**FX**	**FY**	**FZ**	**MX**	**MY**	**MZ**
Unitless	Unitless	tonf	tonf	tonf	tonf–m	tonf–m	tonf–m
Dead	LinStatic	0	0	3831.3127	52767.9938	−34985.3035	0
Live	LinStatic	0	0	1468.5165	20094.0655	−13403.8806	0
wind	LinStatic	0	−93.7875	0	1850.7171	0	−937.875
wind	LinStatic	115.4976	0	0	0	2279.1239	−1443.7196

Table: Base Reactions							
Output Case	**Case Type**	**FX**	**FY**	**FZ**	**MX**	**MY**	**MZ**
Unitless	Unitless	tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
wind	LinStatic	0	-70.3406	0	1388.0378	0	-931.3099
wind	LinStatic	0	-70.3406	0	1388.0378	0	-475.5026
wind	LinStatic	86.6232	0	0	0	1709.3429	-1428.4162
wind	LinStatic	86.6232	0	0	0	1709.3429	-737.1632
wind	LinStatic	-86.6232	-70.3406	0	1388.0378	-1709.3429	379.3835
wind	LinStatic	86.6232	-70.3406	0	1388.0378	1709.3429	-1786.1959
wind	LinStatic	-65.0251	-52.8024	0	1041.9537	-1283.1467	-145.7394
wind	LinStatic	-65.0251	-52.8024	0	1041.9537	-1283.1467	715.3204
wind	LinStatic	65.0251	-52.8024	0	1041.9537	1283.1467	-1771.3677
wind	LinStatic	65.0251	-52.8024	0	1041.9537	1283.1467	-910.3078
Finish	LinStatic	0	0	917.8228	12558.7909	-8377.4254	0

الجدول (1.4) يوضح النتائج الاجمالية للاحمال المؤثره على مستوى القاعده للمنشأة تظهر النتأئج ان الوزن الكلي للمبنى (Dead Load) يبلغ 3831.3127 طن تقريباً ، بينما يبلق الحمل الحي الكلي (live load) 1468.5165 طن .

اما بالنسبة للاحمال الجانبية ، فقد تم رصد اقصى قص قاعدي (Base Shear) ناتج عن رياح اتجاه (X) بمقدار 115.5 طن ، مسبب عزم انقلاب (moment Overturning) كلي ، هذه القيم تعد المدخلات الاساسيه في عملية تصميم الخوازيق (Pile) ، حيث يتم استخدام الاحمال الرأسية لتحديد عدد وقدرة تحمل الخوازيق ، بينما تستخدم الاحمال الجانبية لضمان استقرار المنشأ ومقاومته للإزاحه الجانبيه .

جدول (2.4) الإزاحة التراكمية للكتلة :

Table: Modal Participating Mass Ratios								
Case	**Mode**	**Period**	**UX**	**UY**	**UZ**	**SumUX**	**SumUY**	**SumUZ**
Unitless	Unitless	sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Modal	1	2.381	0.0649	0.6653	0	0.0649	0.6653	0
Modal	2	2.199	0.4664	0.1794	0	0.5313	0.8446	0
Modal	3	2.089	0.3155	0.0208	0	0.8468	0.8654	0
Modal	4	0.776	0.0089	0.0659	0	0.8556	0.9313	0

Modal	5	0.718	0.0492	0.0213	0	0.9049	0.9526	0
Modal	6	0.684	0.0376	0.0019	0	0.9425	0.9545	0
Modal	7	0.441	0.0037	0.0161	0	0.9462	0.9706	0
Modal	8	0.41	0.0097	0.0081	0	0.9558	0.9787	0
Modal	9	0.393	0.0156	0.0001	0	0.9714	0.9788	0
Modal	10	0.299	0.002	0.006	0	0.9734	0.9849	0
Modal	11	0.279	0.0029	0.0039	0	0.9763	0.9888	0
Modal	12	0.268	0.0079	6.97E-07	0	0.9842	0.9888	0

يتبين من الجدول (2.4) ان عدد الاطوار (Models) مناسب حيث ان نسبة مشاركة الكتل بالطور الاخير (Model 12) تجاوزت 90% حيث نلجأ لزيادة عدد الاطوار

في حالة عدم تحقيق شرط نسبة مشاركة الكتلة (بالتجربة وجد ان العدد المناسب للانماط يفرض بواقع $3\sqrt{No\ of\ stories}$

جدول (3.4) ملخص الازاحة النسبية للطوابق تحت تأثير احمال الرياح (X–Y)

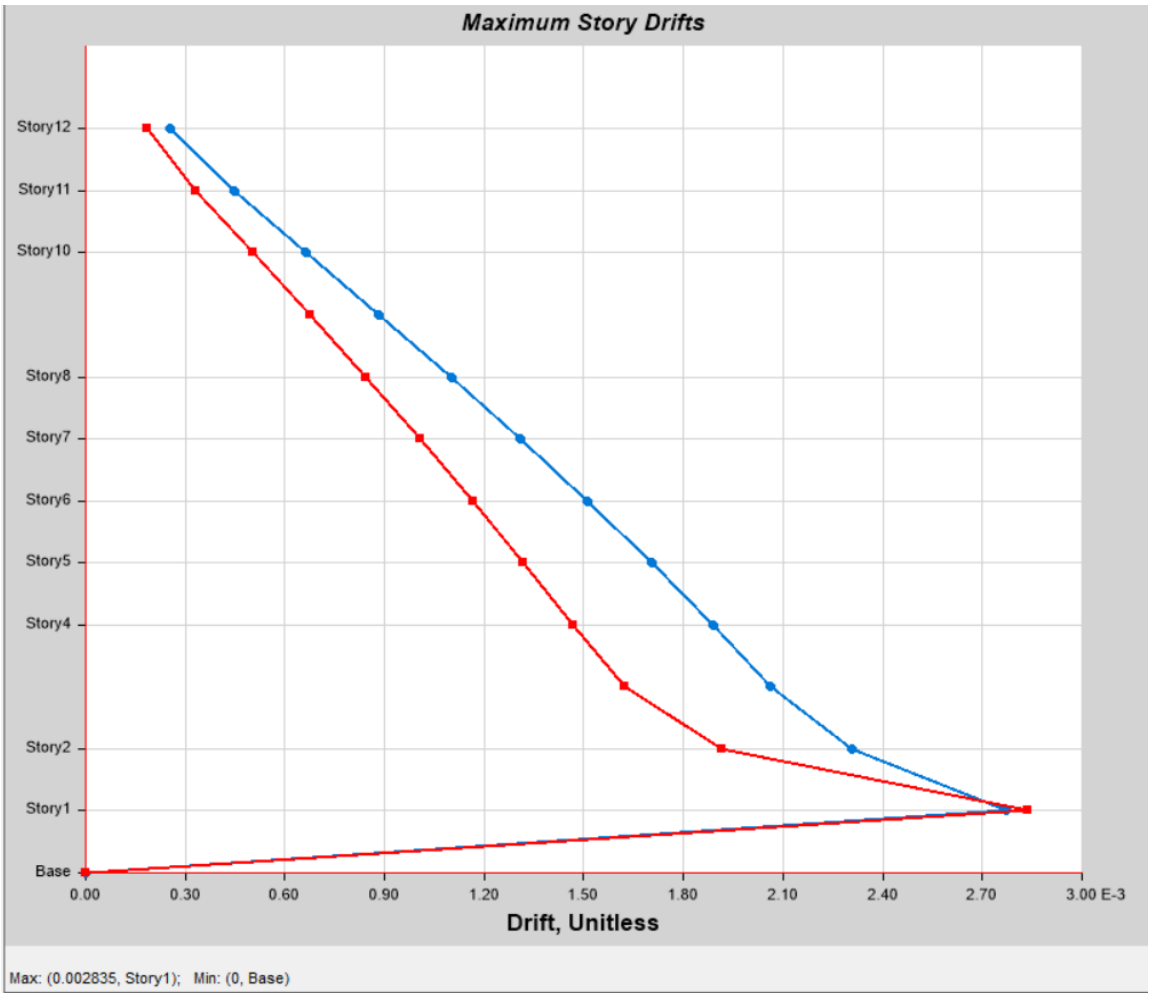
Table: Story Drifts							
Story	**Output Case**	**Direction**	**Drift**	**Drift/**	**X**	**Y**	**Z**
Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	m	m	m
Story1	wind	X	0.002772	1/361	0	0	3
Story1	wind	Y	0.002835	1/353	20	24.9	3
Story2	wind	X	0.002308	1/433	0	−0.8	6
Story2	wind	Y	0.001915	1/522	20	25.8	6
Story3	wind	X	0.001823	1/549	0	−0.8	9
Story3	wind	Y	0.001624	1/616	20	25.8	9
Story4	wind	X	0.001888	1/530	0	−0.8	12
Story4	wind	Y	0.001467	1/682	20	25.8	12
Story5	wind	X	0.001704	1/587	0	−0.8	15
Story5	wind	Y	0.001318	1/758	20	25.8	15
Story6	wind	X	0.001511	1/662	0	−0.8	18
Story6	wind	Y	0.001166	1/857	20	25.8	18

Table: Story Drifts							
Story	**Output Case**	**Direction**	**Drift**	**Drift/**	**X**	**Y**	**Z**
Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	m	m	m
Story7	wind	X	0.001309	1/764	0	−0.8	21
Story7	wind	Y	0.001008	1/992	20	25.8	21
Story8	wind	X	0.0011	1/909	0	−0.8	24
Story8	wind	Y	0.000844	1/1184	20	25.8	24
Story9	wind	X	0.000884	1/1131	0	−0.8	27
Story9	wind	Y	0.000676	1/1479	20	25.8	27
Story10	wind	X	0.000665	1/1504	0	−0.8	30
Story10	wind	Y	0.000505	1/1982	20	25.8	30
Story11	wind	X	0.000446	1/2243	0	−0.8	33
Story11	wind	Y	0.000333	1/3001	20	25.8	33
Story12	wind	X	0.000256	1/3908	0	−0.8	36
Story12	wind	Y	0.00016	1/6259	20	25.8	36

(2.4) الازاحة الطابقية (Story Drift) :

هي الازاحة الافقية لمستوى الطابق الي مستوى الطابق الاعلى او الاسفل منة

من خلال مراجعة الاحمال في الجدول (3.4) نجد ان اقصى قيمة للازاحة سجلت في الطابق الاول بمقدار 0.002835 وهي تقع ضمن الحدود المسموح بها في الكود حسب اشتراطات الفقرة (Story Drift Limitation 1630 . 10)



شكل (2.4) يوضح مخطط الازاحة النسبية للطوابق لاحمال الرياح في اتجاه (X-Y)

يتبين من الشكل ان الازاحة الطابقية محققة وضمن حدود توصيات المدونة .

(3.4) اقصى ازاحة نسبية للطوابق :

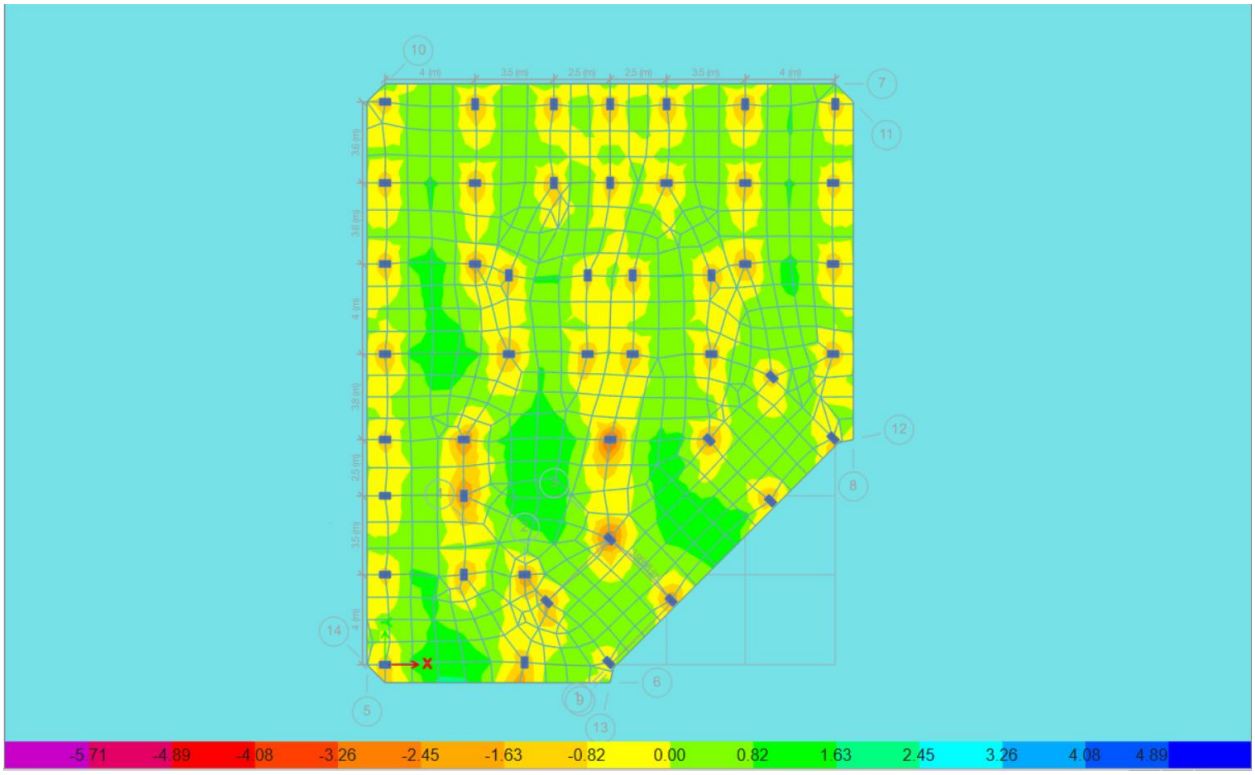
إن اخبار الازاحة الجانبية يعطي مؤشراً عن كفاية عناصر مقاومة القوة الافقية حيث ان إزاحة المبنى تتناسب عكسياً مع جسائته الجانبية .

الانحراف الجانبي المسموح بة للرياح حسب المدونة (BS8110 Part 2 1985 clause 3.2.2) يعطى كنسبة .

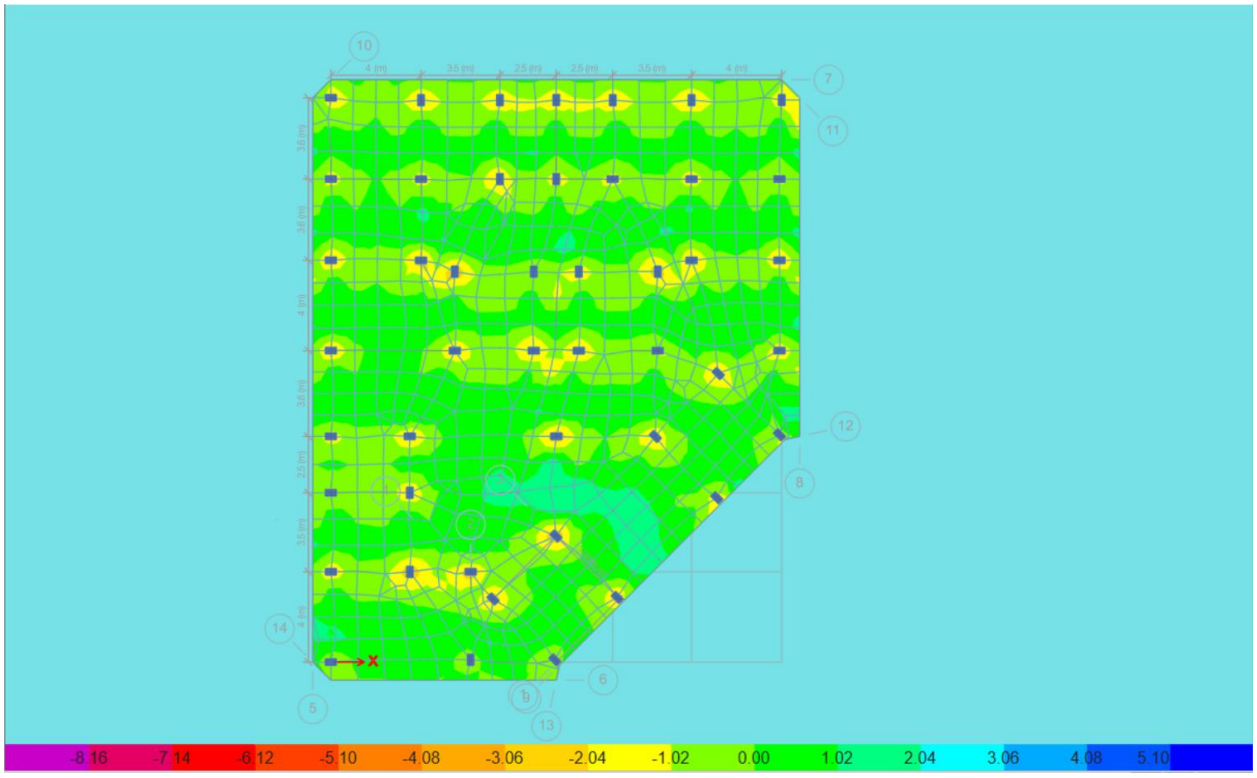
$$\Delta Allow=1/400 \text{ To } 1/500$$

(4.4) نتائج التحليل والتصميم

(1.4.4) نتائج تحليل العزوم في البلاطات :



شكل (3.4) يوضح العزم في اتجاه X في بلاطات الطوابق المتكررة



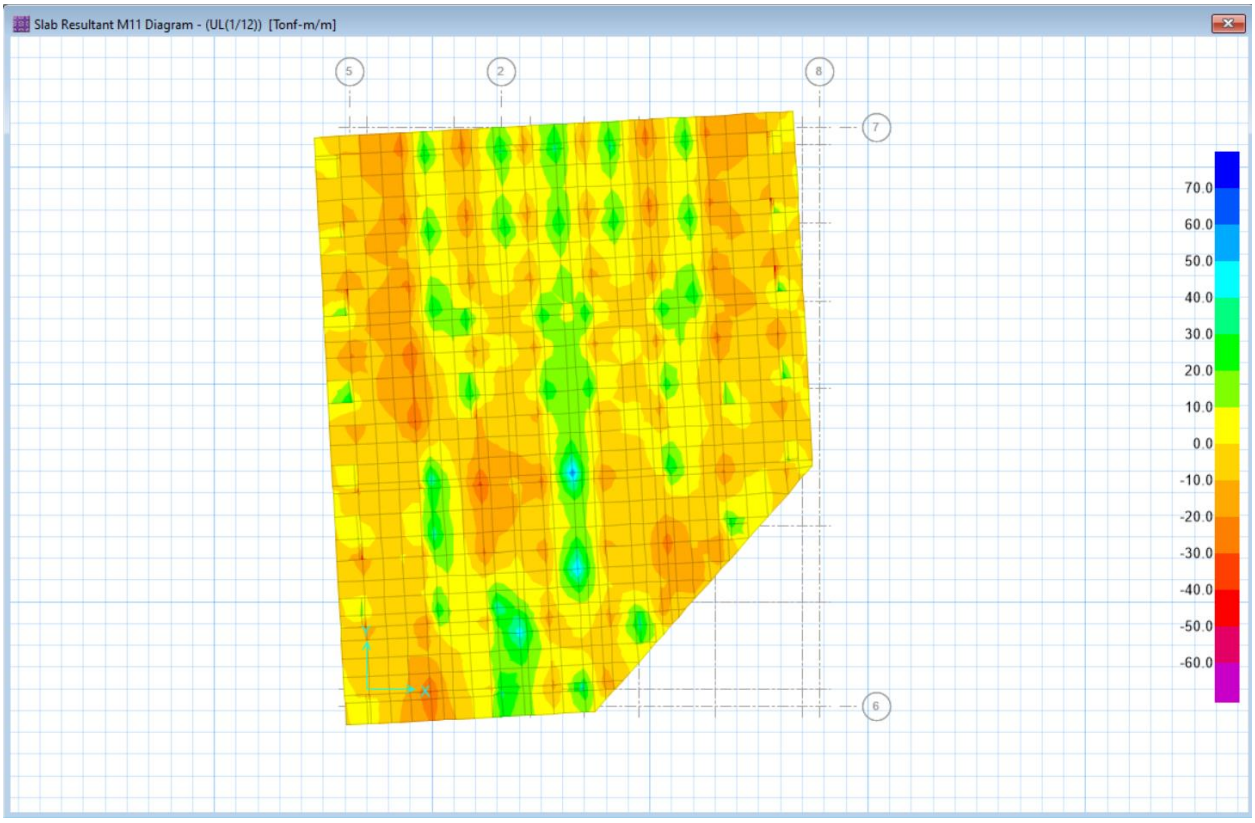
شكل (4.4) يوضح العزم في اتجاه Y في بلاطات الطوابق المتكررة

جدول (4.4) يوضح نتائج اقصى عزوم على البلاطة

Y	X	العزم
7.2828	12.7246	Mmax
−6.943	−12.1852	Mmin

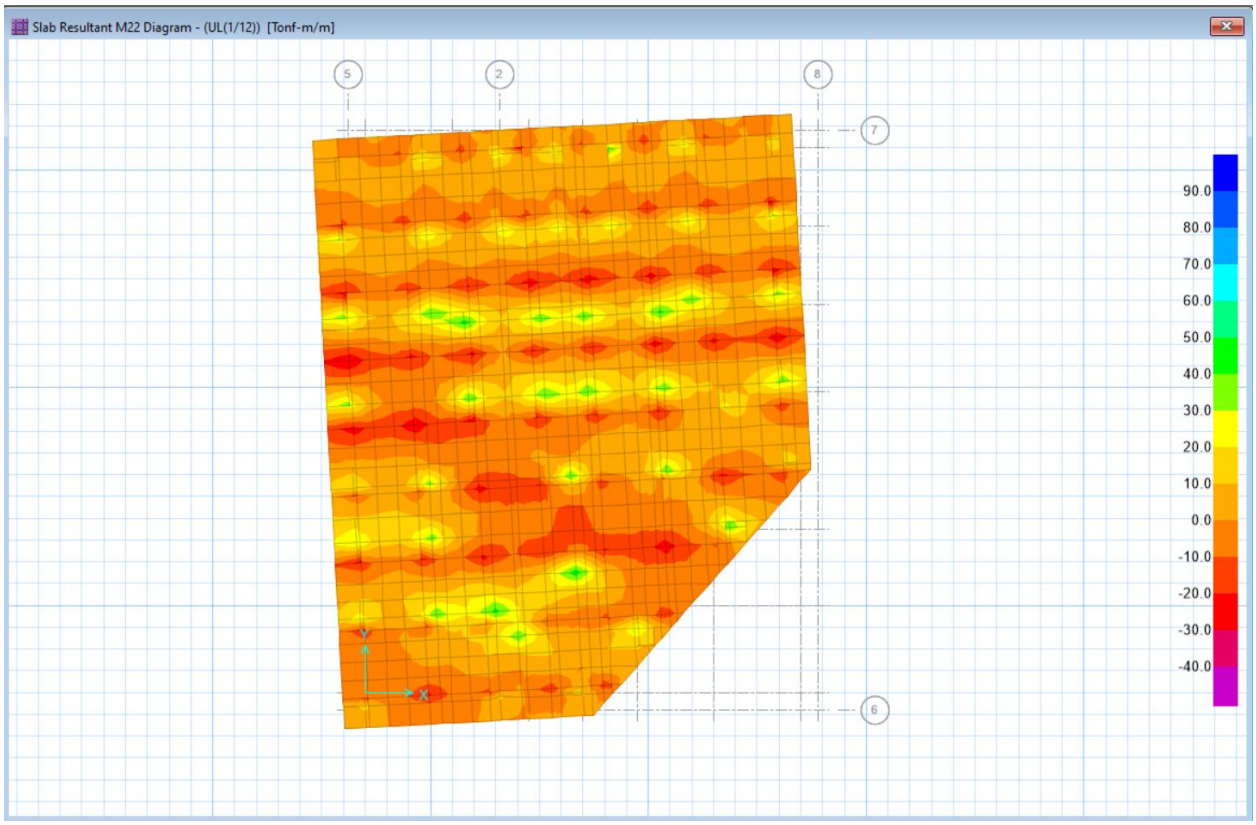
(2.4.4) نتائج تحليل الاساسات :

i. العزم لبلاطة اللبشة في اتجاه X



شكل (5.4) يوضح العزم في اتجاه X لبلاطة اللبشة

ii. العزم لبلاطة اللبشة في اتجاه Y



شكل (6.4) يوضح العزم في اتجاه Y لبلاطة اللبشة

(1.2.4.4) افتراضات حساب عدد الخوازيق والتباعد بينها :

الوزن الكلي للمبنى 12132 Ton

فرضيات

قطر الخازوق = 80cm

طول الخازوق 12m

قدرة تحمل الخازوق 200 Ton

الوزن الكلي على الخوازيق = وزن المبنى + وزن اللبشة

تم فرض سمك اللبشة 80cm

وزن اللبشة = $\frac{450\times0.8\times25}{10} =$ 900 Ton

الوزن الكلي على الخوازيق = 13032 Ton

عدد الخوازيق = الوزن الكلي على قدرة تحمل الخازوق الواحد

$$\frac{13032}{200} = 65\ pile$$

المسافة بين الخوازيق = المساحة / قدرة تحمل الخازوق $^{450}/_{200} = 2.25$

وجد ان هذه المسافة صغيرة جداً لذلك تم فرضها $2.80m$

(2.2.4.4) نتائج اختراق القص للخوازيق

جدول (5.4) يوضح نتائج اختراق القص للخوازيق

Table: Concrete Slab Design 02 – Punching Shear Data							
Point	**Ratio**	**Combo**	**ShrStrMax**	**ShrStrCap**	**Mu2**	**Mu3**	**Vu**
			Tonf/m2	Tonf/m2	Tonf–m	Tonf–m	Tonf
1	0.408883	DCONU2	51.43	125.77	1.704E–012	6.506E–013	–184.1260
3	0.267776	DCONU23	33.68	125.77	12.86527	–40.81522	–8.8536
5	0.366303	DCONU2	46.07	125.77	4.27459	–0.31861	–156.7848
7	0.319684	DCONU3	40.21	125.77	3.91168	–0.12006	–136.7943
9	0.443050	DCONU11	55.72	125.77	1.45456	–19.53963	–156.7972
11	0.294961	DCONU3	37.10	125.77	3.12777	0.22151	–126.2504

Table: Concrete Slab Design 02 – Punching Shear Data							
Point	**Ratio**	**Combo**	**ShrStrMax**	**ShrStrCap**	**Mu2**	**Mu3**	**Vu**
			Tonf/m2	Tonf/m2	Tonf-m	Tonf-m	Tonf
13	0.479659	DCONU5	60.33	125.77	-0.06116	-20.53048	-171.7579
15	0.506265	DCONU5	63.67	125.77	-0.28132	-21.03210	-182.0157
17	0.233909	DCONU5	29.42	125.77	-57.34104	-42.80133	12.2629
19	0.408725	DCONU5	51.41	125.77	-0.40243	-21.25039	-140.8337
21	0.465315	DCONU20	58.52	125.77	1.58181	-24.33990	-159.2871
23	0.366361	DCONU26	46.08	125.77	53.58320	-8.63075	-22.9538
25	0.316010	DCONU15	39.75	125.77	4.28562	1.025E-013	-134.9586
27	0.365662	DCONU2	45.99	125.77	4.95898	-5.504E-012	-156.1636

Table: Concrete Slab Design 02 – Punching Shear Data							
Point	**Ratio**	**Combo**	**ShrStrMax**	**ShrStrCap**	**Mu2**	**Mu3**	**Vu**
			Tonf/m2	Tonf/m2	Tonf-m	Tonf-m	Tonf
28	0.444833	DCONU2	55.95	125.77	-138.72189	112.49585	-81.1381
29	0.280693	DCONU15	35.30	125.77	26.22010	33.60889	-13.6800
30	0.302693	DCONU2	38.07	125.77	-27.63954	12.90291	103.8379
31	0.374815	DCONU2	47.14	125.77	-1.102E-012	-1.944E-012	-168.7850
33	0.297792	DCONU4	37.45	125.77	32.32945	59.10961	-43.5453
37	0.347115	DCONU2	43.66	125.77	-9.794E-013	1.289E-012	-156.3111
39	0.375809	DCONU2	47.27	125.77	-1.651E-012	-1.813E-012	-169.2324
41	0.412962	DCONU2	51.94	125.77	-9.646E-013	3.498E-012	-185.9630

Table: Concrete Slab Design 02 – Punching Shear Data							
Point	**Ratio**	**Combo**	**ShrStrMax**	**ShrStrCap**	**Mu2**	**Mu3**	**Vu**
			Tonf/m2	Tonf/m2	Tonf-m	Tonf-m	Tonf
45	0.390710	DCONU2	49.14	125.77	0.15858	0.17444	-175.6325
47	0.378629	DCONU2	47.62	125.77	-0.10092	-0.07064	-170.3422
51	0.417026	DCONU2	52.45	125.77	3.819E-012	8.178E-013	-187.7930
53	0.408736	DCONU2	51.41	125.77	-2.681E-012	3.013E-012	-184.0602
55	0.368949	DCONU2	46.40	125.77	-0.11053	0.07016	-165.9745
57	0.428941	DCONU2	53.95	125.77	8.088E-012	1.378E-012	-193.1587
59	0.525124	DCONU2	66.05	125.77	7.620E-012	-4.807E-012	-236.4712

Table: Concrete Slab Design 02 – Punching Shear Data							
Point	**Ratio**	**Combo**	**ShrStrMax**	**ShrStrCap**	**Mu2**	**Mu3**	**Vu**
			Tonf/m2	Tonf/m2	Tonf-m	Tonf-m	Tonf
61	0.371890	DCONU2	46.77	125.77	-0.12975	-0.11677	-167.2380
63	0.398725	DCONU2	50.15	125.77	-0.07208	0.03604	-179.4508
65	0.416471	DCONU2	52.38	125.77	0.14417	-0.14417	-187.2747
67	0.431549	DCONU2	54.28	125.77	0.17444	0.15858	-194.0227
69	0.457941	DCONU2	57.60	125.77	-8.760E-014	1.014E-012	-206.2180
71	0.453699	DCONU2	57.06	125.77	-52.78094	83.15340	-77.3802
72	0.411012	DCONU2	51.69	125.77	-3.431E-013	-7.719E-013	-185.0848

Table: Concrete Slab Design 02 – Punching Shear Data							
Point	**Ratio**	**Combo**	**ShrStrMax**	**ShrStrCap**	**Mu2**	**Mu3**	**Vu**
			Tonf/m2	Tonf/m2	Tonf-m	Tonf-m	Tonf
77	0.596742	DCONU2	75.05	125.77	1.947E-012	-1.573E-012	-268.7222
78	0.374887	DCONU2	47.15	125.77	1.844E-012	-1.495E-012	-168.8174
101	0.453569	DCONU2	57.05	125.77	-65.19904	29.43714	-195.5465
105	0.372808	DCONU26	46.89	125.77	36.68852	-126.66198	-22.8662
109	0.450903	DCONU2	56.71	125.77	20.44215	-50.11337	-192.6797
110	0.506597	DCONU26	63.72	125.77	-9.90341	-33.27533	121.6441
115	0.228847	DCONU23	28.78	125.77	12.47013	-41.95722	-8.8536
116	0.592670	DCONU2	74.54	125.77	67.06160	-159.89749	94.5545
117	0.373519	DCONU2	46.98	125.77	-2.293E-012	-4.68738	-159.4719
118	0.344024	DCONU2	43.27	125.77	14.09088	0.19852	119.6834

Table: Concrete Slab Design 02 – Punching Shear Data							
Point	**Ratio**	**Combo**	**ShrStrMax**	**ShrStrCap**	**Mu2**	**Mu3**	**Vu**
			Tonf/m2	Tonf/m2	Tonf-m	Tonf-m	Tonf
119	0.398436	DCONU2	50.11	125.77	0.36762	-4.32403	-170.4075
120	0.377466	DCONU2	47.48	125.77	15.49354	0.19852	131.2883
121	0.377248	DCONU6	47.45	125.77	-9.313E-012	-4.73419	-161.0642
122	0.376477	DCONU2	47.35	125.77	15.49109	-0.15685	130.9233
123	0.342314	DCONU2	43.05	125.77	13.81467	-0.03676	119.4663
124	0.671105	DCONU2	84.41	125.77	81.54751	178.71524	96.3460
125	0.234214	DCONU15	29.46	125.77	26.95775	36.69847	-13.6800
126	0.494161	DCONU11	62.15	125.77	124.01596	-101.90922	-38.9189
127	0.323259	DCONU2	40.66	125.77	3.143E-012	-2.98232	145.9744
128	0.319157	DCONU2	40.14	125.77	-0.69235	-4.02750	143.1924

Table: Concrete Slab Design 02 – Punching Shear Data							
Point	**Ratio**	**Combo**	**ShrStrMax**	**ShrStrCap**	**Mu2**	**Mu3**	**Vu**
			Tonf/m2	Tonf/m2	Tonf-m	Tonf-m	Tonf
129	0.332155	DCONU2	41.78	125.77	-3.129E-013	-3.06439	149.9914
130	0.156933	DCONU5	19.74	125.77	-53.04903	-40.96189	12.2629
131	0.357801	DCONU5	45.00	125.77	-4.009E-006	-3.30099	161.5726
132	0.468287	DCONU20	58.90	125.77	-10.39390	-118.97530	-33.4543
133	0.253280	DCONU26	31.86	125.77	61.60201	-13.41380	-22.9538
134	0.489494	DCONU2	56.64	115.71	289.26184	-285.60134	167.4427
135	0.298424	DCONU2	37.53	125.77	-5.421E-013	2.479E-012	141.6481
136	0.176175	DCONU18	22.16	125.77	-58.64343	23.27662	-4.5731

Table: Concrete Slab Design 02 – Punching Shear Data							
Point	**Ratio**	**Combo**	**ShrStrMax**	**ShrStrCap**	**Mu2**	**Mu3**	**Vu**
			Tonf/m2	Tonf/m2	Tonf-m	Tonf-m	Tonf
137	0.318937	DCONU2	40.11	125.77	-2.008E-012	3.964E-013	151.3845
138	0.318096	DCONU2	40.01	125.77	0.19792	-0.12087	150.7701
139	0.297027	DCONU2	37.36	125.77	0.37111	-0.02833	140.6395
140	0.513030	DCONU2	59.07	115.14	308.89249	304.38467	172.6411
141	0.403477	DCONU2	50.75	125.77	129.36685	82.44756	-41.4041
142	0.306025	DCONU2	38.49	125.77	-1.371E-012	-7.355E-013	145.2558
143	0.326520	DCONU2	41.07	125.77	8.173E-013	-1.603E-013	154.9838
144	0.338206	DCONU2	42.54	125.77	1.274E-012	1.771E-012	160.5306

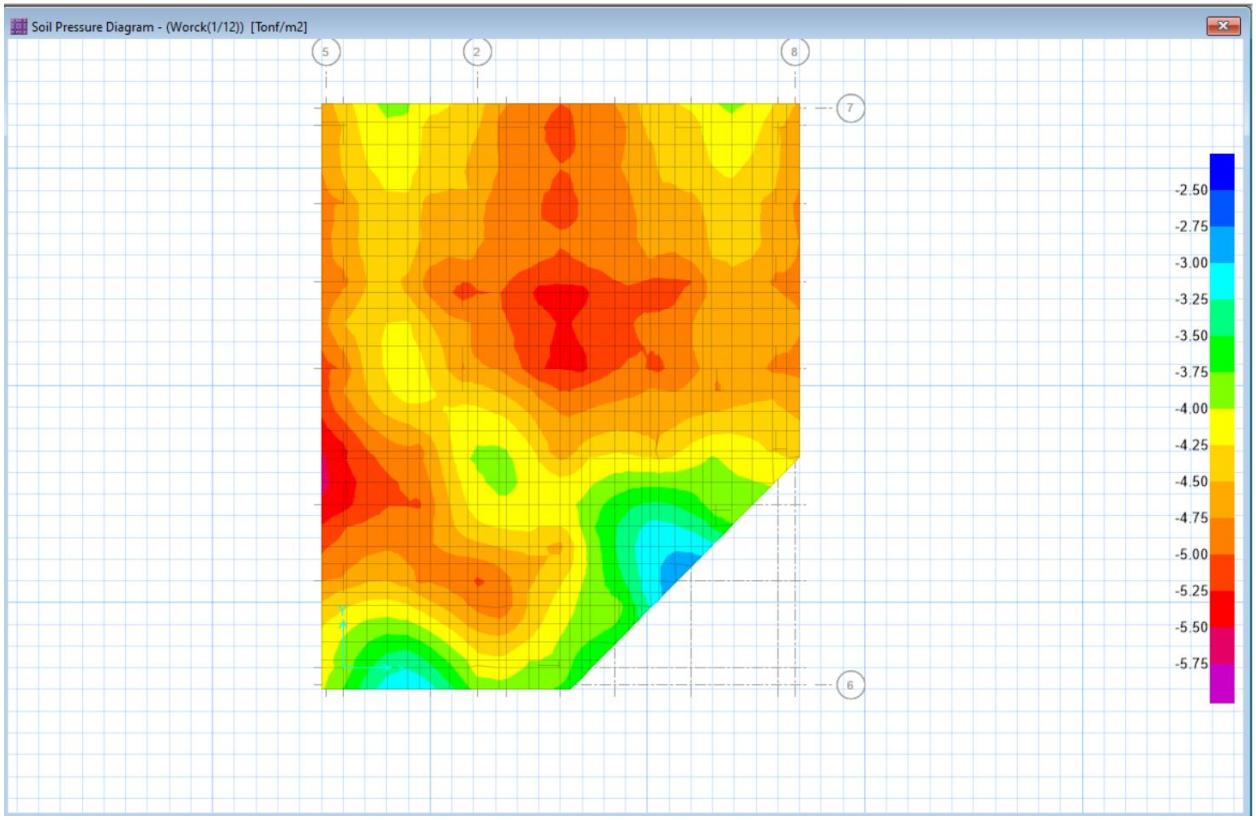
Table: Concrete Slab Design 02 – Punching Shear Data							
Point	Ratio	Combo	ShrStrMax	ShrStrCap	Mu2	Mu3	Vu
			Tonf/m2	Tonf/m2	Tonf-m	Tonf-m	Tonf
145	0.338509	DCONU2	42.58	125.77	-1.898E-013	1.709E-012	160.6744
146	0.327363	DCONU2	41.17	125.77	5.863E-012	3.425E-013	155.3838
147	0.311368	DCONU2	39.16	125.77	-2.010E-013	4.142E-013	147.7921
148	0.326758	DCONU2	41.10	125.77	7.994E-012	10.07338	148.1432
149	0.299261	DCONU2	37.64	125.77	-1.397E-012	-1.930E-012	142.0454
150	0.330140	DCONU2	41.52	125.77	-1.174E-010	-1.627E-010	156.7022
151	0.350224	DCONU2	44.05	125.77	-5.367E-013	-9.583E-013	166.2353

Table: Concrete Slab Design 02 – Punching Shear Data							
Point	**Ratio**	**Combo**	**ShrStrMax**	**ShrStrCap**	**Mu2**	**Mu3**	**Vu**
			Tonf/m2	Tonf/m2	Tonf-m	Tonf-m	Tonf
152	0.353307	DCONU2	44.44	125.77	1.340E-012	-2.957E-013	167.6984
153	0.339214	DCONU2	42.66	125.77	7.184E-013	-1.111E-012	161.0093
154	0.316738	DCONU2	39.84	125.77	2.006E-012	-1.137E-012	150.3407
155	0.324620	DCONU2	40.83	125.77	-0.75256	11.24098	146.1667
156	0.301077	DCONU2	37.87	125.77	6.635E-013	20.41231	287.9084
157	0.306486	DCONU2	38.55	125.77	2.133E-013	1.402E-010	145.4749
158	0.327540	DCONU2	41.20	125.77	2.547E-012	-1.766E-012	155.4681
159	0.336626	DCONU2	42.34	125.77	2.214E-012	-1.700E-012	159.7807

Table: Concrete Slab Design 02 – Punching Shear Data							
Point	Ratio	Combo	ShrStrMax	ShrStrCap	Mu2	Mu3	Vu
			Tonf/m2	Tonf/m2	Tonf-m	Tonf-m	Tonf
160	0.326344	DCONU2	41.05	125.77	8.063E-012	1.084E-012	154.9003
161	0.243238	DCONU2	30.59	125.77	-6.52804	-199.91474	119.7305
162	0.326641	DCONU2	41.08	125.77	1.793E-014	10.06978	148.0903
163	0.452918	DCONU2	56.97	125.77	-79.79338	125.38959	-76.9766
164	0.281426	DCONU2	35.40	125.77	-0.06358	0.08174	133.4838
165	0.286876	DCONU2	36.08	125.77	-0.06358	0.08174	136.0706
166	0.293562	DCONU2	36.92	125.77	-0.05651	-0.06459	139.2608
167	0.423805	DCONU2	53.30	125.77	-83.97964	59.40433	-105.7880
168	0.282492	DCONU2	35.53	125.77	-0.05651	-0.06459	134.0062
169	0.152641	DCONU18	19.20	125.77	-59.75731	24.06013	-4.5731

Table: Concrete Slab Design 02 – Punching Shear Data							
Point	**Ratio**	**Combo**	**ShrStrMax**	**ShrStrCap**	**Mu2**	**Mu3**	**Vu**
			Tonf/m2	Tonf/m2	Tonf-m	Tonf-m	Tonf
170	0.323343	DCONU5	40.67	125.77	-4.043E-006	33.76959	301.6494
171	0.293513	DCONU2	36.92	125.77	3.258E-013	-1.856E-012	139.3171
172	0.282801	DCONU2	35.57	125.77	-1.951E-012	-1.170E-012	134.2325
173	0.262345	DCONU2	33.00	125.77	-5.367E-013	8.774E-013	124.5231
174	0.450248	DCONU2	49.41	109.75	-368.92761	426.08559	118.7855
175	0.401567	DCONU2	50.51	125.77	-106.55546	106.55546	-50.6815
176	0.332996	DCONU25	41.88	125.77	-96.16536	78.96411	-42.5304

Table: Concrete Slab Design 02 – Punching Shear Data							
Point	**Ratio**	**Combo**	**ShrStrMax**	**ShrStrCap**	**Mu2**	**Mu3**	**Vu**
			Tonf/m2	Tonf/m2	Tonf-m	Tonf-m	Tonf
177	0.294469	DCONU2	37.04	125.77	0.02179	0.26553	139.5234
178	0.324962	DCONU26	40.87	125.77	-79.38261	17.00478	236.6300
179	0.264644	DCONU2	33.29	125.77	15.01434	0.47099	119.7224
180	0.270964	DCONU16	34.08	125.77	38.68161	77.89338	-46.3330
181	0.291089	DCONU2	36.61	125.77	16.21659	0.31529	131.9247
240	0.265127	DCONU2	33.35	125.77	-10.85558	-181.83809	119.7305
241	0.402504	DCONU2	50.62	125.77	-47.74102	33.83332	-105.4650
3587	0.624872	DCONU2	78.59	125.77	0.05904	0.07048	-281.2687



الشكل (7.4) يوضح توزيع إجهادات التربة أسفل اللبشة

- التحقق من اجهادات التربة اسفل اللبشة (soil pressure check) :

تم إجراء التحقق من إجهادات التربة اسفل اللبشة المسلحة للتأكد من عدم تجاوزها لقدرة التحمل المسموح بها وذلك بستخدام (service load combnation) .

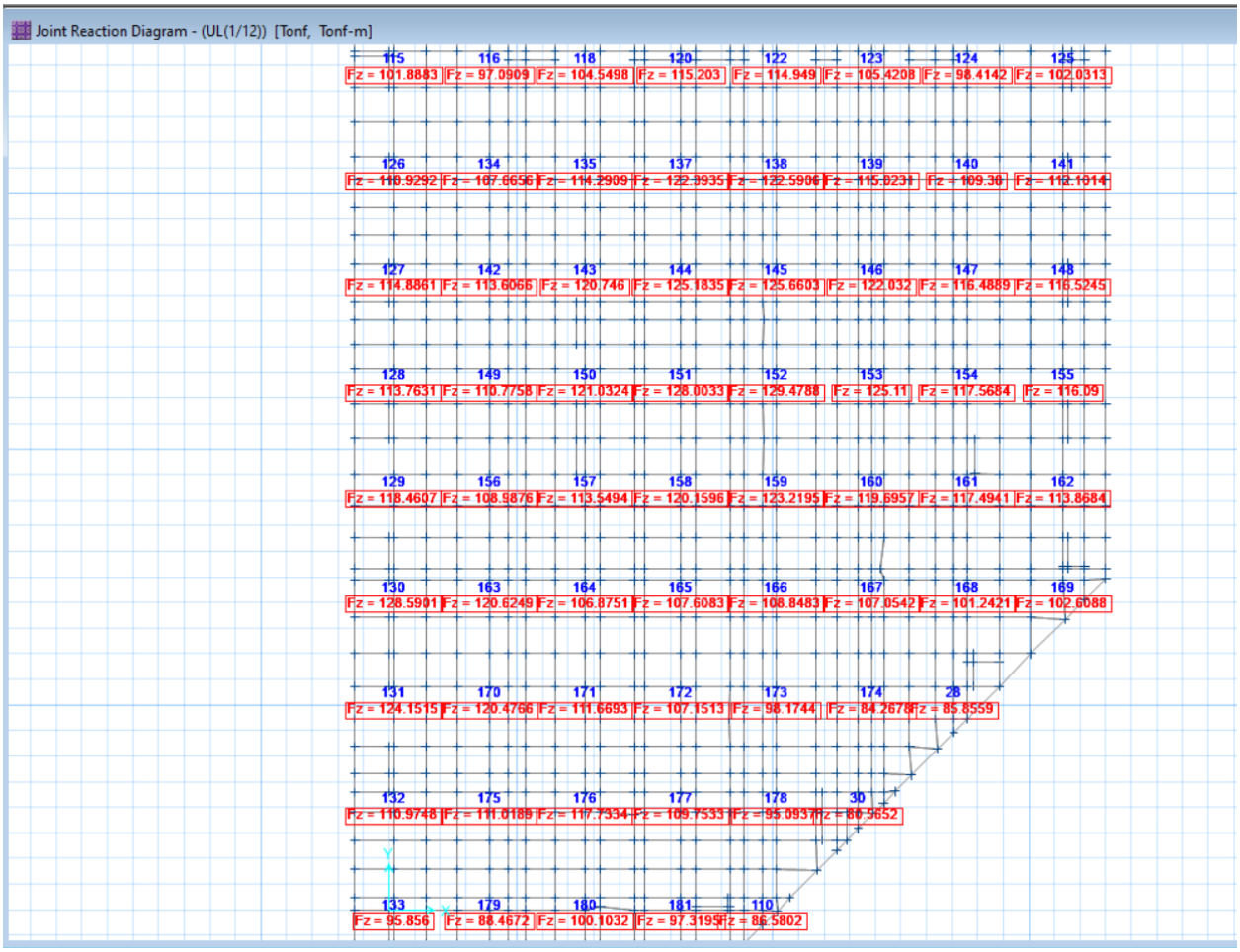
قدرة تحمل التربة المسموح بها في الموقع $120kn/m^2$

الجدول (6.4) اقصى قيم هبوط عند نقاط إرتكاز الخوازيق (القيم بالمتر)

Table: Nodal Displacements			
Uz	**CaseType**	**OutputCase**	**Node**
−0.003122	LinStatic	Dead	~545
−0.003099	LinStatic	Dead	~514
−0.003082	LinStatic	Dead	~577
−0.003045	LinStatic	Dead	~601
−0.003007	LinStatic	Dead	19
−0.003006	LinStatic	Dead	55
−0.003006	LinStatic	Dead	~489
−0.003002	LinStatic	Dead	61

(3.2.4.4) التحقق من أحمال الخوازيق :

تم استخراج ردود الأفعال الرأسية عند نقاط إرتكاز الخوازيق للتأكد من عدم تجاوز الاحمال المسلطة للقدرة التصميمية للخازوق المنفرد حيث ان القدرة التصميمية للخازوق Ton200 .



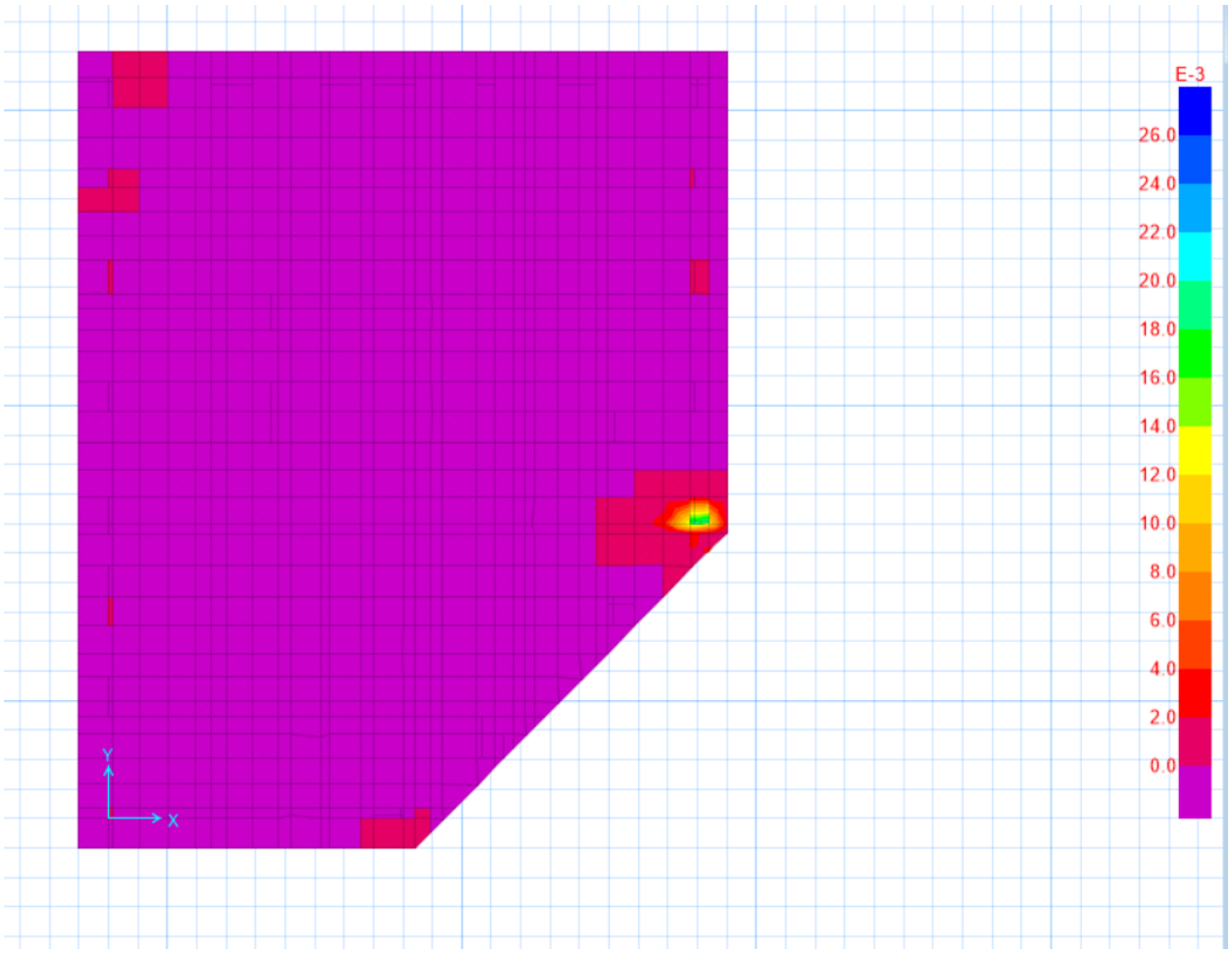
شكل (8.4) يوضح ردود الافعال عند نقاط إرتكاز الخوازيق

أظهرت النتائج ان اقصى حمل مسلط على خازوق بلغ 129.4788 Ton ونجد ان جميع الخوازيق تعمل ضمن الحدود الآمنة .

يشير تقارب قيم ردود الافعال في المخطط الي كفاءة توزيع الخوازيق اسفل اللبشة في نقل احمال الاعمدة وتوزيعها بإنتظام على طبقات التربة العميقة .

(3.4.4) تسليح اللبشة والخوازيق

i. تفاصيل تسليح اللبشة

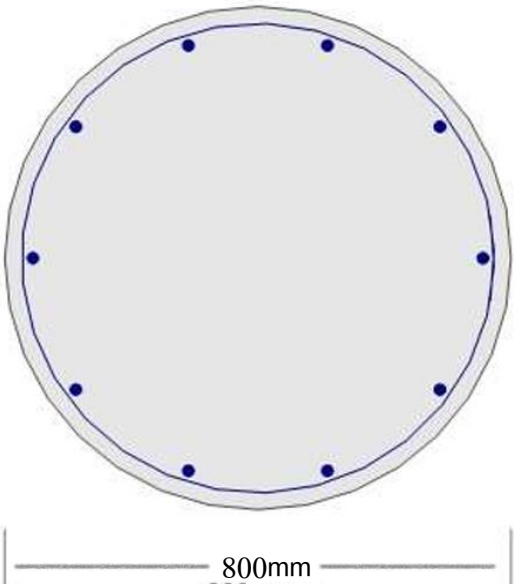


شكل (9.4) يوضح توزيع تسليح اللبشة

تم فرض شبكة حديد اساسية بقطر 20 ملم كل 150 ملم

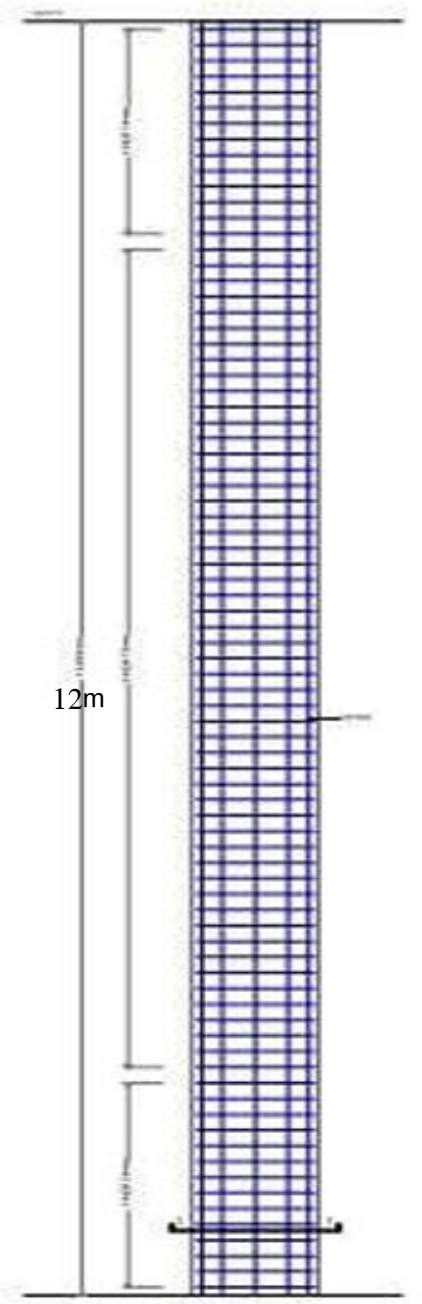
نوع التسليح	الشبكة الاساسية	الحديد الاضافي	التسليح النهائي
التسليح العلوي	T20@150mm	T20@150mm	T20@75mm
التسليح السفلي	T20@150mm	--	T20@150mm

ii. تفاصيل تسليح الخوازيق



شكل(10.4) المقطع الرأسي للخازوق

شكل (11.4) المقطع الافقي للخازوق



الباب الخامس

الخلاصة والتوصيات

الباب الخامس

الخلاصة والتوصيات

(1.5)الخلاصة (Conclusion)

تم في هذا البحث تصميم مبنى يتكون من 12 طابق على أساس حصيري يعتمد على أساس خازوقي ، مساحة $450\ m^2$ وإرتفاعة $36\ m$ تم إعداد الخرط المعمارية بستخدام برنامجِ AUTO-CAD ، وتم تصديرها الى برنامج ETABS ، وتم اختيار نظام البلاطات المسطحة كنظام إنشائي للمبنى لانه اقتصادي وسريع التنفيذ ، وتم تحديد مواقع الأعمدة في المنشأة وإفتراض ابعاد مبدئية ، وتم نمذجة المبنى بإستخدام برنامج ETABS ، وتم التحليل بأستخدام الأحمال الرأسية مع الأخذ في الأعتبار احمال الرياح ومن ثم تم إخراج نتائج التحليل في الباب الثالث ، وتم تصميم المبنى وفقاً لإشتراطات المدونة الأمريكية ACI 318-19 ، وبإستخدام برنامج ETABS تم إخراج نتائج التصميم كما ورد في الباب الرابع

(2.5)التوصيات (Recommendation)

i. عمل دراسة متكاملة لتحليل وتصميم اساسات المبنى .

ii. تحليل المبنى بأستخدام عدد من الانظمة الانشائية الاخرى ومقارنة النتائج مع مخرجات البحث .

iii. تصميم العناصر الانشائية موضع الدراسة ، ايضان تحليل وتصميم المبنى بأستخدام عناصر فولاذية مره ، وبنظام المقاطع المختلطة (Composite sections) مره اخرى ، ومن ثم دراسة اسر ذلك على قيم القوة المؤثرة على المبنى وإنعكاس ذلك على التكلفة الاقتصادية

المراجع :

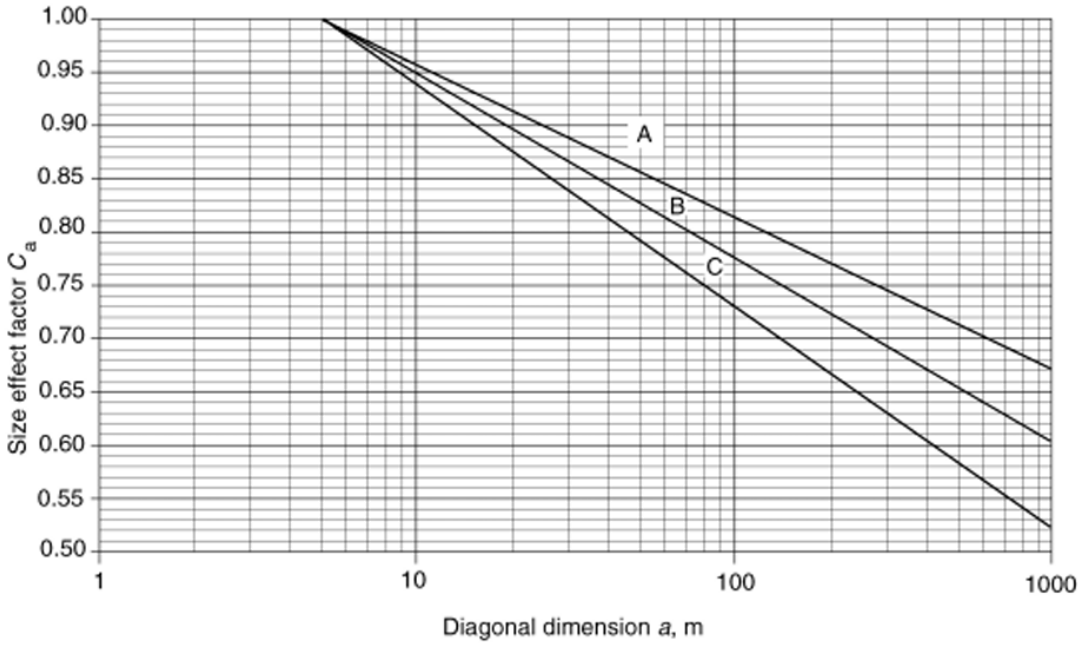
- BS 8110-Part 1:1997.
- ACI 318-19.
- BS 8004:1986.
- British Standard BS 6399 Part 1 Loading for Buildings-Code for Practice for Dead and imposd loads 1996.
- British Standard BS 6399 Part 2 Loading for Buildings-Code for Practice for Dead and imposd loads 1997.
- UBC 1997 .

- أ.د. عبد الفتاح القصبي ، هندسة الاساسات تصميم وتنفيذ الأساسات السطحية ، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع بالقاهرة.

- أ.د. عبد الفتاح القصبي ، هندسة الاساسات تصميم وتنفيذ الأساسات العميقة والخاصة الجزء الأول ، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع بالقاهرة 2009 .

- المهندس ناجي فليح ، تصميم المنشآت الخرسانية المسلحة ، 2020 .

الملاحق



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 (2) : (BS 6399 part 2 – 1997)

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

ملحق (3) : (BS 6399 part 2 – 1997)

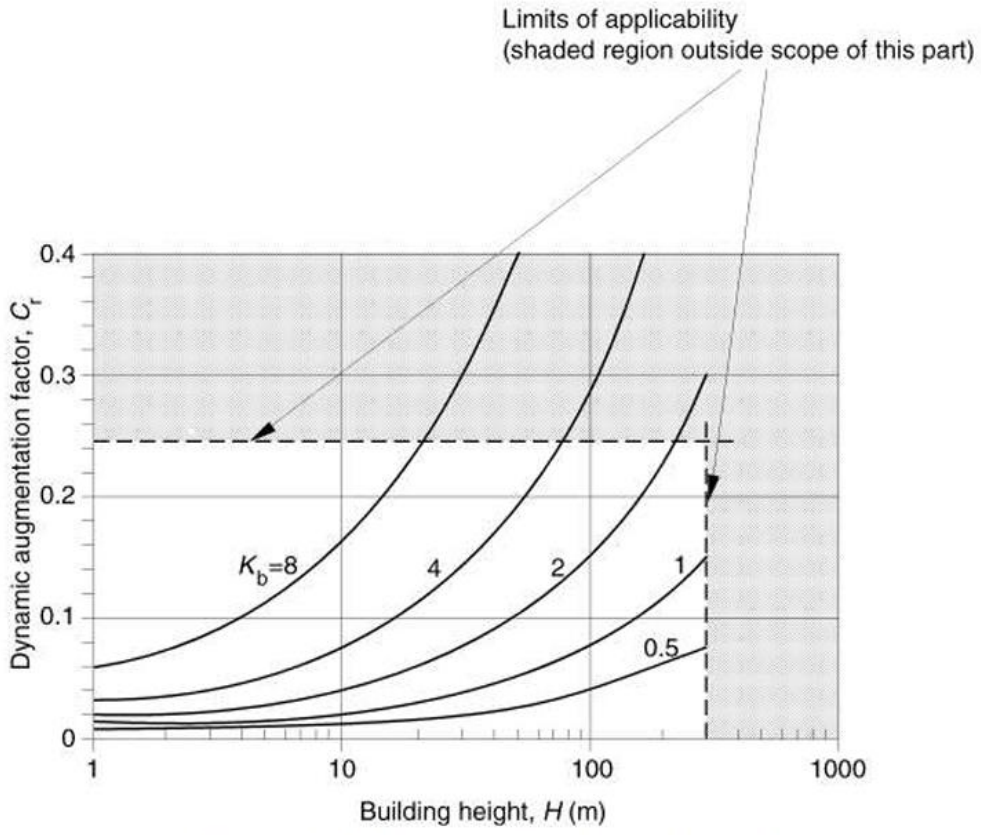


Figure 3 — Dynamic augmentation factor C_r

ملحق (4) : (BS 6399 part 2 – 1997)

Table (5) Cpe

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

ملحق (5) (Bs 6399 Part 1 – 1996)

Table 1 — Minimum imposed floor loads

Type of activity/occupancy for part of the building or structure	Examples of specific use		Uniformly distributed load kN/m²	Concentrated load kN
A Domestic and residential activities (Also see category C)	All usages within self-contained (a) single family (b) dwelling units Communal areas (including kitchens) in blocks of flats with limited use (See note 1) (For communal areas in other blocks of flats, see C3 and below)		1.5	1.4
	Bedrooms and dormitories except those in (a) single family dwelling units and in (b) hotels and motels		1.5	1.8
	Bedrooms in hotels and motels Hospital wards Toilet areas		2.0	1.8
	Billiard rooms		2.0	2.7
	Communal kitchens except in flats covered by note 1		3.0	4.5
	Balconies	Single (a) family (b) dwelling units and communal areas in blocks of flats with limited use (See note 1)	1.5	1.4
		Guest houses, residential clubs and communal areas in blocks of flats except as covered by note 1	Same as rooms to which they give access but with a minimum of 3.0	1.5/m run concentrated at the outer edge
		Hotels and motels	Same as rooms to which they give access but with a minimum of 4.0	1.5/m run concentrated at the outer edge
B Offices and work areas not covered elsewhere	Operating theatres, X-ray rooms, utility rooms		2.0	4.5
	Work rooms (light industrial) without storage		2.5	1.8
	Offices for general use		2.5	2.7
	Banking halls		3.0	2.7
	Kitchens, laundries, laboratories		3.0	4.5
	Rooms with mainframe computers or similar equipment		3.5	4.5
	Machinery halls, circulation spaces therein		4.0	4.5
	Projection rooms		5.0	To be determined for specific use
	Factories, workshops and similar buildings (general industrial)		5.0	4.5
	Foundries		20.0	To be determined for specific use
	Catwalks		—	1.0 at 1 m centres
	Balconies		Same as rooms to which they give access but with a minimum of 4.0	1.5/m run concentrated at the outer edge
	Fly galleries		4.5 kN/m run distributed uniformly over width	—
	Ladders		—	1.5 rung load

ملحق (6) (Bs 6399 Part 2 – 1997)

Table 1 — Minimum imposed floor loads *(continued)*

Type of activity/occupancy for part of the building or structure	Examples of specific use		Uniformly distributed load kN/m²	Concentrated load kN
C Areas where people may congregate	Public, institutional and communal dining rooms and lounges, cafes and restaurants (See note 2)		2.0	2.7
C1 Areas with tables	Reading rooms with no book storage		2.5	4.5
	Classrooms		3.0	2.7
C2 Areas with fixed seats	Assembly areas with fixed seating (See note 3)		4.0	3.6
	Places of worship		3.0	2.7
C3 Areas without obstacles for moving people	Corridors, hallways, aisles, stairs, landings etc. in institutional type buildings (not subject to crowds or wheeled vehicles), hostels, guest houses, residential clubs, and communal areas in blocks of flats not covered by note 1. (For communal areas in blocks of flats covered by note 1, see A)	Corridors, hallways, aisles etc. (foot traffic only)	3.0	4.5
		Stairs and landings (foot traffic only)	3.0	4.0
	Corridors, hallways, aisles, stairs, landings, etc. in all other buildings including hotels and motels and institutional buildings	Corridors, hallways, aisles, etc. (foot traffic only)	4.0	4.5
		Corridors, hallways, aisles, etc., subject to wheeled vehicles, trolleys etc.	5.0	4.5
		Stairs and landings (foot traffic only)	4.0	4.0
	Light duty walkways — (access suitable for one person, walkway width approximately 600 mm)		3.0	2.0
	General duty walkways — (regular two-way pedestrian traffic)		5.0	3.6
	Heavy duty walkways — (high density pedestrian traffic including escape routes)		7.5	4.5
	Museum floors and art galleries for exhibition purposes		4.0	4.5
	Balconies (except as specified in A)		Same as rooms to which they give access but with a minimum of 4.0	1.5/m run concentrated at the outer edge
	Fly galleries		4.5 kN/m run distributed uniformly over width	—
C4 Areas with possible physical activities (See clause 5, Note 1, Note 2 and Note 3)	Dance halls and studios, gymnasia, stages		5.0	3.6
	Drill halls and drill rooms		5.0	9.0
C5 Areas susceptible to overcrowding (See clause 5, Note 1, Note 2 and Note 3)	Assembly areas without fixed seating, concert halls, bars and places of worship (See Note 4)		5.0	3.6
	Stages in public assembly areas		7.5	4.5
D Shopping areas	Shop floors for the sale and display of merchandise		4.0	3.6