بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية الهندسة

مدرسة الهندسة المدنية

بحث تكميلي لنيل درجة البكلاريوس مرتبة الشرف من الهندسة المدنية بعنوان:

تحليل وتصميم أساسات مبنى عالي على ضفة النيل

إعداد:

الخنساء الفاتح محمد مهدي

وديان أمير حسن أحمد

آلاء محمد عبدالرحمن محمد

إشراف الأستاذ:

أبوبكر الصادق قسم الله

أغسطس 2014م

الآية

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمنِ الرَّحِيمِ

قال تعالي:

(أَمَّنْ هو قانتٌ آناءَ اللَّيلِ ساجداً وقائماً يَحذَرُ الآخرةَ ويَرجو رحمةَ ربِّهِ قلْ هل يستوي الَّذين

يعلمونَ والَّذين لا يعلمونَ إنَّما يَتَذكَّرُ أولوا الألباب.)

سورة الزمر آية9

الاهداء

نهدي هذا الجهد المتواضع:

إلى الذي عمل و كد و جد فقاس ثم غلب حتى وصلت إلى هدفي هذا، إلى المصباح الذي لا يبخل إمدادي بالنور، إلى الذي علمني بسلوكه خصالا أعتز بها في حياتي...

والدي العزيز.

وإلى من تتسابق الكلمات لتخرج معبرة عن مكنون ذاتها من علمتني وعانت الصعاب لأصل إلى ما أنا فيه

وعندما تكسوني الهموم أسبح في بحر حنانها ليخفف من آلامي ...

والدتي العزيزة.

إلى كل من علمني حرفاً أصبح سنا برقه يضيء الطريق أمامي...

أساتذتي.

الى من كانوا يضيئون لي الطريق ويساندوني ويتنازلون عن حقوقهم لإرضائي والعيش في هناء...

إخوتي

الى رفاق مشوار الدراسة الذين كانوا لنا خير معين على تحمل مشاقها...

الدفعة 27 مدنية.

الشكر والعرفان

لحظات يقف فيها المرء حائرا عاجزا عن التعبير كما يختلج في صدره من شكر لأشخاص أمدوه بالكثير و الكثير الذي أثقل كاهله، لحظات صار لابد أن ينطق بهما اللسان و يعترف بفضل الآخرين تجاهه لأنهم وبصراحة كانوا الأساس المتين الذي بني عليه صرح العلم و المعرفة لديه، و أناروا سبيل بلوغهما.

فنتقدم بالشكر الجزيل إلى:

الاستاذ : أبوبكر الصادق قسم الله

منك تعلمنا أن للنجاح قيمة ومعنى... ومنك تعلمنا كيف يكون التفاني والإخلاص في العمل ...ومعك آمنا أن لا مستحيل في سبيل الإبداع والرقي.. لذا فرض علينا تكريمك بأكاليل الزهور الجورية "

وكذلك نشكر كل من ساعد على إتمام هذا البحث وقدم لنا العون ومد لنا يد المساعدة وزودنا بالمعلومات اللازمة لإتمام هذا البحث ونخص بالذكر

المهندس: ياسر أحمد حمزه

المهندس: مهند محمد علي

الزميل :أبوالمعالي الأمين

لمجهودهم المقدر في أن يري هذا البحث النور

ملخص البحث (Abstracts)

من خلال الدراسة تم عمل مقدمة عن المباني العالية وجدواها الإقتصادية , و الأساسات الخازوقية, وتحديد أهداف المشروع والمنهجية المتبعة في هذا البحث , ومن ثم تم التعرف على الأنظمة الإنشائية المقاومة للأحمال الجانبية و أسس إختيارها, و تم التعرف على أنواع الأحمال والمواد المستخدمة في المباني العالية , ومن ثم التعرف على الأساسات الخازوقية و أنواعها و عوامل إختيارها و مميزاتها و عيوبها , وتم عمل تطبيق عملي على مبنى فندقي على ضفة النيل الأزرق, تم تحليله و تصميمه بإستخدام برنامج (ETABS) و استخراج نتائج التحليل و التصميم للأعمدة ورسم التفصيلات الإنشائية لها , وتم إختيار عمود وسطي يحمل قوى كبيرة نسبياً وعمل تحليل وتصميم أساس خازوقي له يدوياً ورسم التفاصيل الإنشائية له.

الفهرس

البند	الموضوع	رقم الصفحة
	الآية	V
	الإهداء	V
	الشكر والعرفان	V
	ملخص البحث	V
	الفهرس	V
	الرموز والأختصارات	V
	قائمة الجداول	XIII
	قائمة الأشكال	XIV
	الباب الأول: المقدمة	
1.1	المباني العالية	1
2.1	الخوازيق	1
3.1	أهداف المشروع	2
4.1	منهجية المشروع	2
5.1	أهمية المشروع	3

	الباب الثاني: الإطار النظري	
1.2	مقدمة	4
2.2	الأحمال	4
1.2.2	الأحمال الرأسية	4
2.2.2	الأحمال الأفقية	6
3.2	المواد	7
1.3.2	أنواع المواد المستخدمة في تشييد المباني العالية	8
4.2	التحليل و التصميم الإنشائي و الأنظمة لإنشائية	11
1.4.2	الأنظمة الإنشائية	11
2.4.2	أنواع الانظمة الانشائية	12
1.2.4.2	الأنظمة المشتركة (هياكل - حوائط)	12
2.2.4.2	أنظمة الهياكل الصلدة (الإطارية)	13
3.2.4.2	الأنظمة الأنبوبية	14
4.2.4.2	أنظمة جدران القص	17
5.2.4.2	أنظمة العارضات المتناوبة	18
6.2.4.2	نظام النواة المركزية	19
7.2.4.2	نظام النواة مع المدادات الأفقية	20
8.2.4.2	نظام الإطارات المقيدة	21
5.2	الاساسات	24
1.5.2	الخوازيق	24
1.1.5.2	الخوازيق الميكانيكية ذات الازاحات في التربة	25

2.1.5.2	الخوازيق الميكانيكيه والمصبوبة في الموقع	30
3.1.5.2	خوازيق استبدال التربة	31
4.1.5.2	الخوازيق الصغيرة والصغيرة جداً	33
2.5.2	العوامل المتحكمة في إختيار نوع الخازوق	34
3.5.2	إختيار نوع الخازوق	37
	الباب الثالث: التحليل الإنشائي	
1.3	وصف المبنى	39
2.3	حساب الأحمال	42
1.2.3	الأحمال الميتة	42
2.2.3	الأحمال الحية	45
3.2.3	أحمال الرياح	45
3.3	التحليل الإنشائي بواسطة برنامج (ETABS)	46
1.3.3	مدخلات البرنامج	46
1.1.3.3	مدخلات المبنى	46
2.1.3.3	مدخلات الأحمال	49
3.1.3.3	مدخلات تركيبات الأحمال	53
2.3.3	نتائج التحليل	55
	الباب الرابع: التصميم الأنشائي	
1.4	التصميم الإنشائي بإستخدام برنامج (ETABS)	64
1.1.4	نتائج التصميم	64
2.4	التفصيلات الإنشائية للأعمدة	67

3.4	التصميم الإنشائي للخازوق	70
4.4	التفصيلات الإنشائية للخازوق	93
	الباب الخامس: الخلاصة والتوصيات	
1.5	الخلاصة	97
3.5	التوصيات	98
	المراجع	
	الملحقات	

الرموز والأختصارات

الرمز	المعنى
a_V	بعد مستوى القص من أقرب ساند
A_C	مساحة المقطع الخرساني
A_P	مساحة مقطع الخازوق
A_S	مساحة سطح الخازوق الملامس للتربة
A_{SC}	مساحة حديد التسليح في المقطع الخرساني
A_{St}	مساحة حديد تسليح الشد في المقطع الخرساني
B	عرض المقطع الخرساني
B	عرض أو قطر الخازوق
C_H	سعة تحمل الخازوق للقوى الأفقية
C_V	سعة تحمل الخازوق للقوى الرأسية
D	العمق الفعال لحديد تسليح الشد في المقطع الخرساني
D	عمق الخازوق تحت سطح الأرض
e_x	اللامركزية للحموله الرأسية حول محور (x-x)
e_y	اللامركزية للحمولة الرأسية حول محور(y-y)
e_{hx}	اللامركزية للحمولة الأفقية H_x في إتجاه (x)
e_{hy}	اللامركزية للحمولة الأفقية H_y في إتجاه (y)
E_S	معامل المرونة للتربة
f_s	مقاومة سطح الخازوق للتربة

f_y	المقاومة التصميمية لحديد التسليح
f_{cu}	المقاومة التصميمه للخرسانة
f_{yv}	المقاومة التصميمة لحديد تسليح القص
h	عمق غطاء الخازوق (Pile cap)
H	الحمل الأفقي التشغيلي على الخازوق الواحد
H_x	الحمل الأفقي التشغيلي على غطاء الخازوق في اتجاه(x)
H_y	الحمل الأفقي التشغيلي على غطاء الخازوق في اتجاه (y)
H_{px}	الحمل الأفقي التشغيلي على الخازوق الواحد في اتجاه(y)
H_{py}	الحمل الأفقي التشغيلي على الخازوق الواحد في اتجاه(y)
H_{xu}	الحمل الأفقي المعامل على غطاء الخازوق في اتجاه(x)
H_{yu}	الحمل الأفقي المعامل على غطاء الخازوق في اتجاه(y)
H_{pxu}	الحمل الأفقي المعامل على الخازوق الواحد في اتجاه(x)
H_{pyu}	الحمل الأفقي المعامل على الخازوق الواحد في اتجاه(y)
I_f	عزم القصور الذاتي للخازوق
I_{xx}	عزم القصور لمجموعة خوازيق حول محور (x-x)
I_{yy}	عزم القصور لمجموعة خوازيق حول محور (y-y)
k_s	Modulus of subgrade reaction of soil (KN/m^3)
L_0	طول الخازوق الغير مسنود
M	عزم الإنحناء المعامل في مقطع الخازوق
M_P	عزم الإنحناء التشغيلي في مقطع الخازوق
M_x	عزم الإنحناء التشغيلي في غطاء الخازوق حول محور(x-x)

M_y	عزم الإنحناء التشغيلي في غطاء الخازوق حول محور(y-y)
M^*_x	عزم الإنحناء نتيجة لامركزية الحمولا على غطاء الخازوق حول (x-x)
M^*_y	عزم الإنحناء نتيجة لامركزية الحمولا على غطاء الخازوق حول (y-y)
M_{px}	عزم الإنحناء في مقطع الخازوق من حمل H_{px} حول محور (x-x)
M_{py}	عزم الإنحناء في مقطع الخازوق من الحمل H_{py} حول محور(y-y)
M_{xx}	عزم الإنحناء التشغيلي في مجموعة الخوازيق حو محور(x-x)
M_{yy}	عزم الإنحناء التشغيلي في مجموعة الخوازيق حو محور(y-y)
M_{pxu}	عزم الإنحناء في مقطع الخازوق حول محور (x-x)
M_{pyu}	عزم الإنحناء في مقطع الخازوق حول محور(y-y)
N	SPT لطبقات التربة
P	مجموع الحمل الرأسي لمجموعة الخوازيق
P_{PU}	End- bearing resistance of pile
P_{si}	Skin friction resistance of pile
R	عدد الخوازيق المكونة لمجموعة الخوازيق
R_{iH}	عدد الخوازيق المطلوبة لمقاومة الحمل الأفقي
R_{Iv}	عدد الخوازيق المطلوبة لمقاومة الحمل الرأسي
S_v	تباعد كانات حديد القص
T	عزم الإلتواء لمجموعة الخوازيق
U	محيط مستوى القص الثاقب في غطاء الخازوق
V	إجهاد القص في غطاء الخازوق
v_c	مقاومة الخرسانة للقص

v'_c	مقاممة الخرسانه للقص المعدلة أخذاً في الإعتبار الضغط المحوري
W	وزن الخازوق
ɣ	كثافة التربة (KN/m^3)
SPT	Standard Penetration Test

قائمة الجداول

رقم الجدول	المحتوى	رقم الصفحة
1.2	كثافة المواد المستخدمة	5
1.3	ردود أفعال الأساس	55
2.3	قوى الطوابق	55
3.3	قوى الأعمدة في الأساس	58
4.3	قوى حوائط القص في الأساس	62
1.4	التفصيلات الأنشائية للأعمدة	67
2.4	أحمال العمود (C36)	70
3.4	الأحمال على غطاء الخازوق (pile cap)	79
4.4	الأحمال على الخازوق (pile)	80
5.4	عزوم الإنحناء وقوى القص على غطاء الخازوق	83

قائمة الأشكال

رقم الشكل	المحتوى	رقم الصفحة
1.2	يوضح تأثير الرياح في المباني العالية	6
2.2	الانظمة المشتركة	13
3.2	أنظمة الهياكل الصلدة	14
4.2	نظام الانبوب الأحادي	15
5.2	نظام الانبوب الثنائي المتداخل	16
6.2	أنظمة الانابيب المجمعة	17
7.2	أنظمة جدران القص	18
8.2	نظام النواة المركزية	20
9.2	نظام النواة مع المدادات الأفقية	21
10.2	الإطارات المقيدة	22
11.2	إطار يحتوي على عناصرمائله	23
12.2	تطويق رأس الخازوق الخشبي بالفولاذ لحمايتة من الإنشقاق	26
13.2	توصيل وحدات الخازوق المسامير	28
14.2	انهيار وصلة اللحام في الخوازيق المجمعة	28
15.2	مراحل تشييد خوازيق الأنابيب المسحوبة	31

16.2	خازوق مكبر القاعدة	32
1.3	بلاطة الطوابق (GR,2^{ND},3^{RD},4^{TH},5^{TH},6^{TH},7^{TH},8^{TH},ROOF)	40
2.3	بلاطة الطابق (1^{ST})	41
3.3	الشكل العام للمبنى في برنامج (ETABS)	46
4.3	إدخال بلاطة الطوابق (,6^{TH},5^{TH},4^{TH},3^{RD},2^{ND},GR 7^{TH},8^{TH},ROOF) في البرنامج	47
5.3	إدخال بلاطة الطابق (1^{ST}) في البرنامج	47
6.3	مجسم المبنى	48
7.3	مجسم المبنى	48
8.3	إدخال الحمل الميت على بلاطات الطوابق	49
9.3	إدخال الحمل الميت على بلاطة السقف	49
10.3	إدخال الحمل الميت على السلالم	50
11.3	إدخال الحمل الحي على بلاطات المبنى والسلالم	50
12.3	إدخال الحمل الحي على بلاطة السقف	51
13.3	إدخال كود حمل الرياح	51
14.3	إدخال معمالات حمل الرياح	52
15.3	زاوية الرياح (Wind 1)	52
16.3	زاوية الرياح (Wind 2)	53
17.3	إدخال تركيبة الأحمال الأولى (combination 1)	53
18.3	إدخال تركيبة الأحمال الثانية (combination 2)	54
19.3	إدخال تركيبة الأحمال الثالثة (combination 3)	54

20.3	توزيع الأعمدة في المبنى	57
1.4	سمك ورقم الSPT لطبقات التربة	71
2.4	أبعاد غطاء الخازوق (pile cap)	77
3.4	رسم توضيحي لحساب ال X و Y	80
4.4	المقطع الحرج لعزوم الإنحناءفي غطاء الخازوق	82
5.4	المقطع الحرج لقوى القص في غطاء الخازوق	82
6.4	محيط القص الثاقب (punching shear)	88
7.4	التسليح الرئيسي لغطاء الخازوق	93
8.4	حديد تسليح القص في لغطاء الخازوق في إتجاة X (section x-x)	94
9.4	حديد تسليح القص لغطاء الخازوق في إتجاة Y (section y-y)	95
10.4	حديد تسليح الخازوق	96

الباب الأول

المقدمة

(Introduction)

الباب الأول

المقدمة(Introduction)

1.1 المباني العالية

هي التي يكون تأثير الاحمال الجانبية فيها أكبر بسبب النحافة العالية (نسبة الارتفاع إلي أصغر بعد أفقي) تقدم المباني العالية حلولاً تتمثل في الحد من التوسع الافقي، الحفاظ على الاراضي الزراعية، وتعطي المنطقه منظراً جميلاً. مع تطور متطلبات العصر وزيادة إرتفاع المباني العالية ظهرت الحوجة الى مواد ذات مقاومة عالية وأوزان خفيفة، فأُستخدمت الخرسانة عالية المقاومة وكذلك المواد المركبة لتسمح بإنشاء مباني بإرتفاعات عالية، قادرة علي تحمل الأحمال المسلطة عليها، وقد تمت مناقشة هذه المواد في الباب الثاني من هذا البحث.

تتعرض المباني العالية كما في المباني العادية إلى أحمال تثاقلية دائمة ومؤقتة بالإضافة الى الاحمال الجانبية الناتجة من حركة الرياح أو الهزات الارضية، ولكن يزداد أثر الاحمال الجانبية في المباني العالية، والتي تتسبب في حدوث إزاحات أفقية تؤدي لحدوث لامركزية تعرض المبني لإجهادات راسية، بالإضافة لعزوم انقلاب.

ولذلك كان من الأنسب وجود نظام إنشائي يساعد المباني العالية في مقاومة الأحمال الجانبية مما أدى الى نشوء الأنظمة الإنشائية، والتي سوف يتم الحديث عنها في الباب الثاني من هذا البحث.

2.1 الخوازيق

الخوازيق هي عناصر إنشائية نحيلة مثبتة في الأرض لتسند أحمال المنشأ العلوي , وظيفة الخوازيق هي نقل الأحمال من البنية العلوية للمنشأ عبر طبقات التربة الضعيفة أو عبر المياة الى طبقات التربة المتماسكة و القوية. يتم اللجوء الى الخوازيق في حال أدرك المصمم أن طبقات التربة المراد تأسيس المشروع عليها لن تستطيع تحمل الأحمال التصميمية المنقولة لها من المبنى

و ذلك إما لضعف هذه الطبقات أو لإرتفاع منسوب المياه أو قربها من البحر, أيضاً يمكن إستخدام الخوازيق في حالة دعم الهياكل الطويلة المعرضة لأحمال جانبية كبيرة (أحمال رياح ,أمواج). الأحمال الواقعة على الخوازيق تحمل بواسطة إما الوصول الى نقطة إسناد أو بالإحتكاك ,أو الإثنان معاً.

4.1 أهداف المشروع :

1. مقدمة عامه عن المباني العالية.
2. التعرف على الأنظمة الإنشائية للمباني العالية والأحمال الواقعه عليها وأسس إختيار كل نظام .
3. دراسة الطرق المتبعة في تحليل المباني العالية والتعرف على البرامج المستخدمة .
4. تحليل مبنى عالي بإستخدام برنامج (ETABS).
5. تصميم أعمدة المبنى بإستخدام برنامج (ETABS).
6. دراسة الأساسات الخازوقية أنواعها و مميزاتها وعيوبها و عوامل إختيارها.
7. التعرف على تحليل وتصميم الأساسات الخازوقية .

5.1 منهجية المشروع :

1. التعرف على المباني العالية والأحمال التي تؤثر عليها والمواد المستخدمه لتشييدها.
2. دارسة الأنظمه الانشائية ، وإختيار النظام المستخدم و طرق التحليل .
3. دراسة الأساسات الخازوقية, وإختيار نوع الخازوق المستخدم .
4. جمع المعلومات الجيولوجية والهدروليكية عن الموقع النيلي المراد التشييد عليه .
5. تحليل الهيكل الإنشائي بإستخدام برنامج (ETABS).
6. تحليل وتصميم الخوازيق الأساسات الخازوقية يدوياً.
7. دراسة التوصيات .

6.1 أهمية المشروع

تكمن أهمية المشروع في إعطاء فكرة عن كيفية تحليل وتصميم المنشأت العالية ذات الأساسات المشيدة على ضفة النيل, و الإعتبارات التي يجب مراعاتها في تلك الأنواع من المباني ، وكذلك يقدم هذا المشروع منفعة للدولة من حيث الاستفادة من الأراضي الاستثمارية الموجودة على ضفة النيل ، التي لا تصلح للمباني ذات الأساسات السطحية .

الباب الثاني

الأطار النظري

الباب الثاني

الأطار النظري

1.2 مقدمة

من خلال هذا الباب نستعرض الأحمال التي تقع على المباني العالية و أنواعها و المواد المستخدمة و خصائصها و كذلك شرح لكيفية حساب هذه الأحمال و أيضا الأحمال الناتجة عن الرياح ، و الأنظمة الانشائية المستخدمة في المباني العالية ، و أنواع الأساسات المستخدمة في هذه المنشأة .

2.2 الأحمال

وهي تشمل الاوزان الذاتية والأحمال الحية والميتة وأحمال الرياح وأحمال الزلازل وأحمال الضغط الجانبي ، وتم الاقتصار في هذه الدراسة على الاحمال الميتة (Dead Loads) و الاحمال الحية (Live Loads) و أحمال الرياح (Wind Loads) و تنقسم الأحمال من حيث الأتجاه إلى نوعين:

1.2.2 أحمال رأسية (Vertical Loads)

و تقسم الأحمال الرأسية إلى قسمين رئيسين هما :

1. أحمال ميتة (Dead Load)

هي الاحمال الناتجة من الأوزان الذاتية للعناصر المكونة للمنشأة ، سواء كانت معمارية (الحوائط ، البلاط) أو إنشائية (الأعمدة، البلاطات، الكمرات) أو خلافه و هي ذات طبيعة دائمة و تكون بصورة مستديمة .

الأحمال الميتة تتغير بنسبة بسيطة وتحدث تغيرات بسيطة ناتجة من عدم الدقة في القياسات و على سبيل المثال الجدول (1.2) يوضح قيم كثافة بعض المواد المستخدمة في المنشاءات الهندسية .

الجدول (1.2) يوضح كثافة المواد المستخدمة:

المادة	الكثافة KN/m^3
الأسمنت	14
الجبص	12
خرسانة بيضاء	23
خرسانة مسلحة	24
رمل	17
مونة	20

2. الأحمال الحية (Live Loads)

هي الأحمال التثاقلية الناتجة من الأحمال غير المستديمة على المبني من أحمال الأثاثات وأحمال الأشخاص .

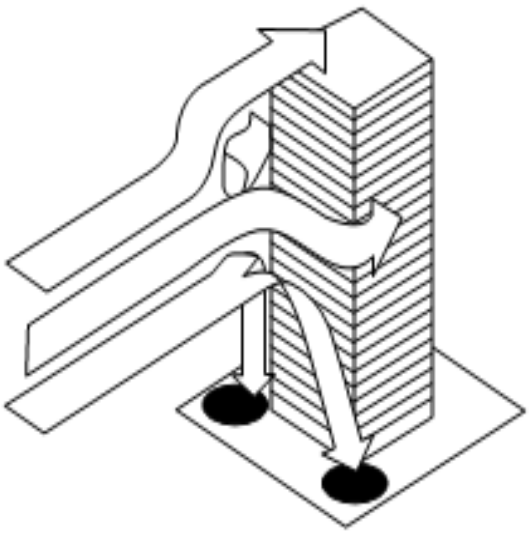
تعتمد الأحمال الحية علي نوعية الاستخدام (سكني، مستشفيات، مدارس، مصانع،...إلخ) تحدد حسب المدونة المستخدمة بوحدات الوزن .

2.2.2 الأحمال الأفقية : (Horizontal Loads)

أحمال الرياح (Wind Loads)

تعتبر أحمال الرياح من العوامل الرئيسية التي تجعل من تصميم المباني العالية يختلف عن تصميم المباني العادية.

تتم عملية جمع المعلومات حول الرياح و حركتها و سرعتها بواسطة قياسات عملية تتم بإستخدام أجهزة خاصة توضع في محطات الرصد و تسجل المعلومات لعدة سنوات ، ويتم تحليل ودراسة نتائج الرصد تلك، ومعالجتها بطرق إحصائية احتمالية ، وفق القوانين والعلاقات الرياضية ، لإيجاد احتمال وقوع السرعات العظمي للرياح وكذلك الهبات العظمي .



A tall building concentrates wind at its base

الشكل 1.2 يوضح تأثير الرياح في المباني العالية

تقاس السرعة الحسابية على إرتفاع 10 متر فوق سطح اللأرض في منطقة مستوية مفتوحة و هي السرعة المتوسطة لهبة الرياح اللحظية و التي يكون إستمرارها لمدة ثلاث ثواني ، و هي سرعة الرياح التي يتم على أساسها حساب الضغط المتولد على واجهات الأبنية حيث يجب أن تكون هذه السرعة تفوق متوسط السرعات خلال 50 سنة ماضية .

يؤثر ضغط الرياح على الابنية العالية تأثيرا واضحاً، فهو يسبب اجهادات وقوي اضافية في عناصرها الإنشائية ، أن الحمولات الناتجة عن قوة دفع الرياح ، تصنف ضمن الحمولات الحية الديناميكية و تخضع إلى إعتبارات وعوامل لا يستطيع الانسان أن يتحكم فيها ، ومن هنا تأتي خطورة هذه الأحمال مما يحتم الوقاية من أثاراها ما أمكن ذلك .

يعتمد تقدير قوة دفع الرياح ، الممكن حدوثها على منشأ في منطقة معينة ، على عوامل عديدة تتجلي في إحصاءات وإحتمالات، بناء على قياسات وارصادات كثيرة، ولسنوات طويلة، تجري على حركة الرياح وجريانها.

تبسيطا للحسابات، يعتبر ضغط الرياح مؤثر على الابنية في الاتجاه الافقي او بشكل متعامد مع السطوح الخارجية للبناء، وتخضع شدة قوي الرياح المؤثرة الي عوامل كثيرة منها:

1. طبيعة البناء وارتفاعه ونسب ابعاده .
2. الطبيعة المناخية التي سيقام عليه المبني .
3. سرعة الرياح وكثافة الهواء واتجاه حركة الريح .
4. نوع العنصر المدروس وطبيعته وموقعه في البناء .

3.2 المواد (Materials)

في بادئ الأمر أستخدمت الأخشاب و الطوب كمواد إنشائية رئيسية في تشييد المباني العادية كما أُستخدمت بعض المواد الخرسانية لتشييد بعض العناصر الإنشائية لهذه المباني و لكن مع تطور العلم و ظهور المباني العالية أصبح إستخدام هذه المواد (الخشب و الطوب) غير مرغوب فيه إذ أنها تحتاج إلى مقاطع ضخمة و ثقيلة ، لذلك كان لابد من البحث عن خيارات إنشائية أفضل و أكثر كفاءة من الطوب و الخشب فتوجهت العقول نحو الخرسانة و الفولاذ الإنشائي و مع إستمرار تطور العلم كان لابد من مواكبة هذا التطور و مواكبة متطلبات العصر حيث زاد إرتفاع المباني أكثر من السابق فكان لابد من وجود خيارات إنشائية أخرى تواكب هذا التطور فظهرت الحوجة إلى إستخدام مقاومة عالية و أوزان خفيفة فكان الحل في إستخدام الخرسانة عالية المقاومة و كذلك المواد المركبة لتسمح بإنشاء مباني بإرتفاعات عالية ذات قدرة على مقاومة الأحمال المسلطة عليها.

1.3.2 أنواع المواد الإنشائية المستخدمة في تشييد المباني العالية :

1. الخرسانة عالية المقاومة (High Strength Concrete)

تكون الخرسانة في صورة شبيه بالكتلة الحجرية إذ أنها تتركب من عدة مواد و يعتبر الركام (aggregate) هو العنصر الأكبر و الأساسي في هذا البنيان (الخرسانة) و هو الذي يعطي الخرسانة هذه الصورة الحجرية ، حيث يتماسك الركام مع بعضه البعض نتيجة التفاعل الكيميائي بين الأسمنت و الماء . الخرسانة كمادة إنشائية تعتبر ذات مقاومة عالية للضغط و لكنها ضعيفة نسبيا في مقاومة الشد ، يعتبر مصطلح المقاومة العالية مصطلحا نسبياً إذ لا يوجد تعريف عددي يطبق عالمياً لمدى المقاومة العالية حيث تعتمد مقاومة الخرسانة على عدة عوامل و متغيرات كثيرة جدا كممارسات التشييد و جودة المواد المستخدمة كما تشمل هذه العوامل الأبعاد الهندسية للعينة و حجمها و عمرها و تاريخ المعالجة و توزيع الأحمال عليها و غيرها من العوامل المؤثرة و بذلك يمكننا أن نصف المقاومة بأنها ليست خاصية جوهرية للخرسانة.

لكن يمكننا القول أن الخرسانة عالية المقاومة دائما ما تزيد مقاومتها عن (600 كجم/سم^2) حيث يمكن الحصول على هذه المقاومة بإستخدام المواد المواد في تشييد الخرسانة التقليدية و لكن بإضافة بعض المواد الأخرى و التي تعرف بالملدنات حيث تساعد هذه المواد على تخفيض نسبة الماء المستخدمة في الخلط إلى أقصى حد ممكن و تمتاز هذه الملدنات بمحافظتها على نفس القابلية للتشغيل للخرسانة .

- **مميزات الخرسانة عالية المقاومة :**

1. مقاومة ضغط تقدر بحوالي(11) مرات مقاومة الخرسانة التقليدية .
2. معاير المرونة يساوى مرتين ونصف معاير المرونة للخرسانة التقليدية مما يساعد في تقليل الترخيم والتشوهات.
3. تمتاز بمتانة عالية وديمومة ومقاومة للاحتكاك ومقاومة الكيمياويات.
4. الفوائد الناتجة منها(مثل تقليل المقاطع وزيادة الأبحر وتقليل الاوزان)أكثر من الزيادة في تكاليفها الانتاجية.
5. تعطي مقاومة عالية بالنسبة لوحدة الحجم .

2. المواد المركبة (Composite Material)

يمكن تعريف المادة المركبة بأنها تلك المادة التي تتكون من مادتين على الأقل أو أكثر من ذلك تنتجان خصائص جديدة تختلف عن خصائص كل من المادتين .

على سبيل المثال يمكن إستخدام الخرسانة مع مواد أخرى إشتراكا و ذلك لتكوين قطاعات مركبة كما في حالة إستخدام الخرسانة و قطاعات من الصلب. كذلك يمكن إضافة أنواع معينة من الألياف إلى الخرسانة و ذلك بغرض تحسين خواصها و الوصول إلى الخصائص المرغوبة.

تستخدم فكرة المواد المركبة كثيراً في أنظمة البلاطات التي تدعم الإطار المدعم من الفولاذ و الخرسانة المسلحة حيث يتم ربطها مع الإطار بوصلات قص حيث تعمل البلاطة كجناح ضغط كما تستخدم في شكل عارضات وأعمدة فولاذية مغلفة. وعموماً تعتبر الخرسانة مع حديد التسليح مادتين متكاملتين من حيث الخواص. فنجد أن أهم عيوب الخرسانة أن مقاومتها للشد ضعيفة نسبياً ولهذا عند إستعمالها في الأغراض الإنشائية يتم إستعمالها مع أسياخ الصلب التي تقوم بمقاومة قوي الشد.

كذلك من عيوب الخرسانة الحركة الناتجة من الإنكماش بالجفاف أو من الرطوبة والتي تسبب شروخاً شعرية دقيقة يلزم لملافاة وجودها وضع حديد التسليح المناسب أو عمل وصلات بالخرسانة على مسافات متباعدة.

كما أن الخرسانة ليست مصمتة تماماً وإنما تسمح بنفاذ السوائل والغازات بدرجات متفاوتة تعتمد علي جودة الخرسانة ونسبة الفراغات بها ونفاذ الرطوبة في الخرسانة المسلحة يعمل على صدأ الحديد وتأكله وأيضاً ينتج عنه تبقيع سطح الخرسانة وتلفها.

وعموما تستخدم المواد المركبة لعدة اغراض منها:

1. سرعة عملية التشييد.
2. خفض إحتياجات الصيانة ومقاومة أكبر للتأكل.
3. تعزيز وتقوية الهيكل الإنشائي.
4. التركيبة الخفيفة الوزن التي تميزها والتي تؤدي الي خفض تكاليف النقل والتركيب.

3. الفولاذ الإنشائي (Structural Steel)

الفولاذ هو أكثر المعادن إستخداماً في تشييد المنشأت حيث يمكن تشييد هياكل المباني المدنية منها و الصناعية من المقاطع الفولاذية و كذلك إعداد حديد تسليح الخرسانة .

مميزات إستخدام الفولاذ في المباني العالية :

1. الفولاذ ذو مقاومة عالية لتحمل الاجهاد سواء كان اجهاد ضغط أو شد مما يوفر في المواد وبالتالي في التكاليف والاوزان.
2. الفولاذ مادة تقترب من التجانس مما يسهل التحكم في خواصها وفي تكوينها الكيميائي وهي ميزة لا تتميز بها المواد الإنشائية الأخرى.
3. لا تحتاج الي شدات مؤقتة او اي مواد اخري تستهلك اثناء الاشغال مما يوفر في تكلفة الانشاء
4. يمكن فك المنشأة وعادة يتم تركيبها مرة اخري كما يمكن اجراء تعديلات اثناء الإنشاء او بعده دون اللجوء الي هدم المبني كما المباني الخرسانية.
5. يمكن القيام بتقوية بعض العناصر الإنشائية الفولاذية وذلك بإضافة اعضاء جديدة للقطاعات بسهولة كما هو في حالة استخدام اللحام.
6. السرعة في الانشاء حيث يتم تصنيع اجزاء المنشأة في الورش ويتم تجميعه وتركيبها في موضع الانشاء.
7. المادة قابلة للاستطالة بحيث يمكن ملاحظة التشوه والتشكل في المنشآت وبالتالي يمكن علاجه قبل حدوث انهيار.
8. إخفاض التكلفة ايضا خاصة عند استخدامه في المباني العالية.

تتلخص عيوب الفولاذ الإنشائي فيما يلي:

1. قابلية الفولاذ للصدأ في الجو الرطب او المشبع بالأملاح او الأحماض ويلزم الصيانة والكشف على الأجزاء المعرضة للجو وتنظيفها وإعادة طلائها.
2. مقاومة الفولاذ للحريق ضعيفة خصوصا عند 500 درجة مئوية ويتحول الي سائل تماما عند 1255 درجة مئوية لذا يفضل تغطيته بطبقة عازلة مقاومة للحريق كالخرسانة لزيادة قدرة الفولاذ لمقاومة الحريق.

خواص الفولاذ الإنشائي :

1. المطاوعية (Ductility) هي مقدرة المادة علي مقاومة التشوه اللدن قبل انقطاعه وتقاس بمقدار الاستطالة النسبية لحالة الشد المحوري.
2. القساوة (Hardness) هي مقاومة المعدن للخدش.
3. القصافة (Brittileness) هي عكس المطاوعة حيث يتم الانهيار دون حدوث تشوه لدن.
4. الصلابة (Toughness) هي إعادة الصدمة وتضم المقاومة والمطاوعة حيث يتم التعبير عن مقاومة الصدم للمادة المرنة بمصطلح(الرجوعية.)

4.2. التحليل و التصميم الإنشائي و الأنظمة لإنشائية

يستند التصميم الإنشائي على تحقيق الأمان الكافي للمنشأ المدورس دون التأثير على المتطلبات المعمارية و الجمالية و متطلبات الإستثمار لذا يجب إختيار نظام إنشائي يحقق الأمان الكافي المطلوب و كذلك يتناسب مع المتطلبات سابقة الذكر ومن ثم إختيار أنسب طرق التحليل الإنشائي .

يزداد لأثر الأحمال الجانبية في المباني العالية و ذلك نتيجة للنحافة العالية مما يتسبب في حدوث إزاحات أفقية تتنتج منها لا مركزية تعرض المبنى لإجهدات رأسية بالإضافة لتعرض المنبى لعزم إنقلاب. فكان لابد من اللجؤ إلى نظام إنشائي يساعد المباني العالية على مقوامة الأحمال الجانبية .

1.4.2 الأنظمة الإنشائية (Structural Form)

تحديد النظام الإنشائي يعني أختيار نوع العناصر الإنشائية الرئيسة و ترتيبها لمقاومة تركيبات الأحمال التثاقلية و الأفقية بأكبر قدر من الكفاءة و يتوقف ذلك على عدة عوامل و هي :

1. العمر الإفتراضي للمبني.
2. ارتفاع البناء ومسقطة المعماري.
3. عدد الطوابق الإجمالية.
4. شكل ومقدار الحمولات المطبقة عليه.
5. طبيعة التربة وطبيعة موقع الانشاء.
6. طبيعة المادة المستخدمة في البناء.

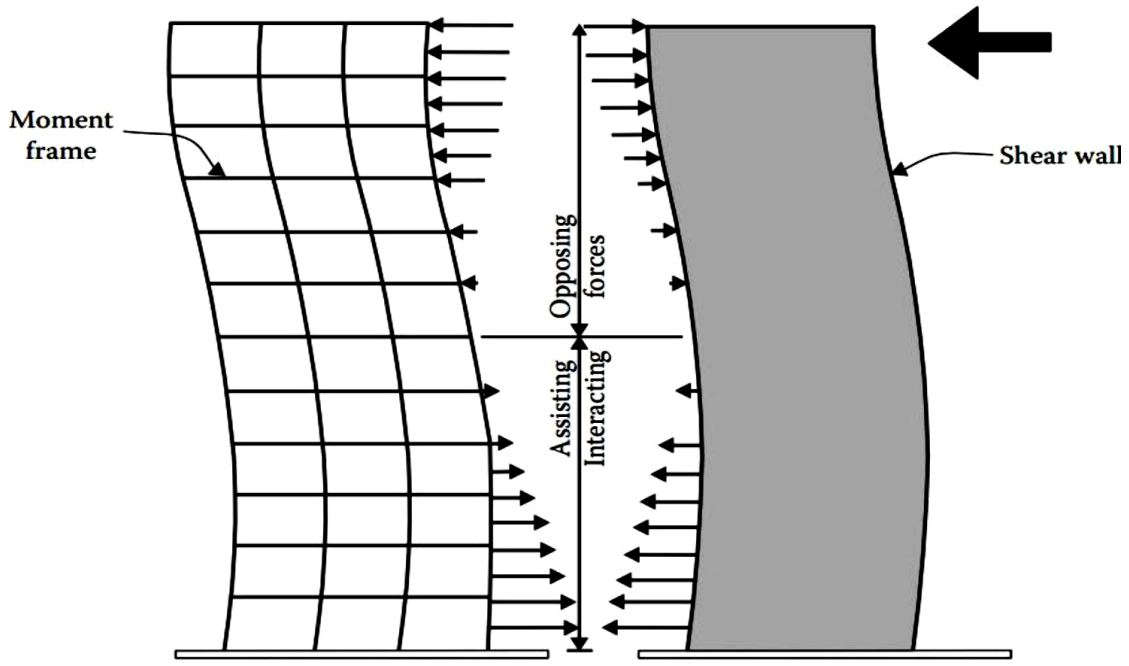
قبل إختيار الأنظمة الإنشائية المناسبة للمباني العالية يجب عمل الدراسات الإنشائية لمقاومة قوة الدفع الجانبي و التي تحقق الشروط التي تمليها المعاهد المختصة و ذلك لتفادي الميلانات الأفقية الخطرة أو الهبوطات أو إنقلاب المبنى أو إنهياره بسبب فقدان عناصره الإنشائية لمقاومتها و كذلك يسبق هذا الأختيار بعض الدراسات الأولية بالإعتماد على نتائج تقرير تربة موقع التأسيس و على المخططات المعمارية و في بعض الحالات قد تشترك أكثر من جملة واحدة و أكثر من مادة في نظام إنشائي لمبنى واحد .

2.4.2 أنواع الانظمة الانشائية :

1.2.4.2 الأنظمة المشتركة (هياكل - حوائط) (Wall – Frame Structures)

هي انظمة انشائية مكونة من جدران قص وإطارات، وهي تبدى حلول اقتصادية في الابنية السكنية والفنادق التي لا يزيد ارتفاعها عنm (30 - 60) أو m(20 - 35) للمكاتب والخدمات .

يعود سبب كفاءة هذا النظام نسبة للعمل المشترك التي تقوم به كل من الهياكل والجدران في تحمل القوى الأفقية، وبالتالي شكل التشوهات الناجمة عنها .إذ ان صلابة الجدران أو الهياكل المختلطة تكون عموما أكبر من صلابة الجدران او الهياكل وهي منفردة مما يخفف من قيم التشوهات في الحالة المشتركة. والكيفية التي من خلالها تخفف قيم تشوهات النظم المشتركة يتم ذلك بان تساهم الاطارات بشد الجدران باتجاه الدفع الافقي في الجزء السفلي من البناء، على حين يحدث العكس تماما في الجزء العلوي كما هو موضح بالشكل .

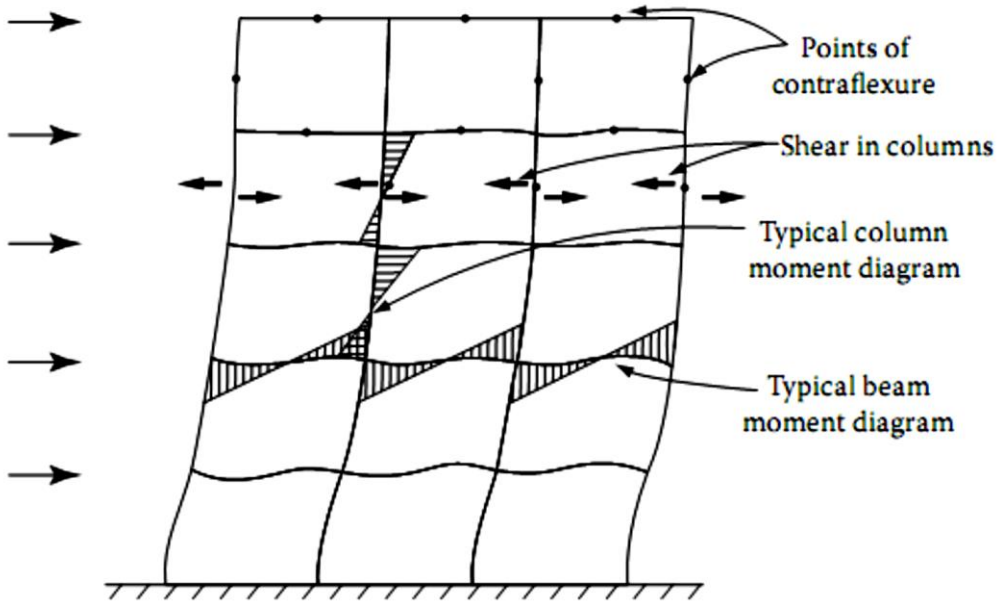


الشكل 2.2 الانظمة المشتركة

2.2.4.2 أنظمة الهياكل الصلدة (الإطارية) (Rigid Frame Structures)

الإطار في شكله البسيط هو عبارة عن عمودين متجاورين بينهم عارضة عبر نقاط اتصال جاسئة. يقاوم هذا النظام الاحمال الافقية والرأسية بشكل جيد لذلك يمكن اعتماده كحل انشائي مقبول في الابنية العالية التي لا يزيد فيها عدد الطوابق عن (10 - 15) لأبنية المكاتب والخدمات، و(15- 20) للأبنية السكنية والفنادق.

ويوصي عند استخدام هذا النظام لمقاومة الاحمال الجانبية في الابنية العالية ان يحقق متانة إتصال الأعضاء عند العقد بشكل يتناسب مع الوصول الي مقاطع معقولة لهذه الأعضاء لا تعيق وظيفة المبني الاستثمارية او المعمارية.



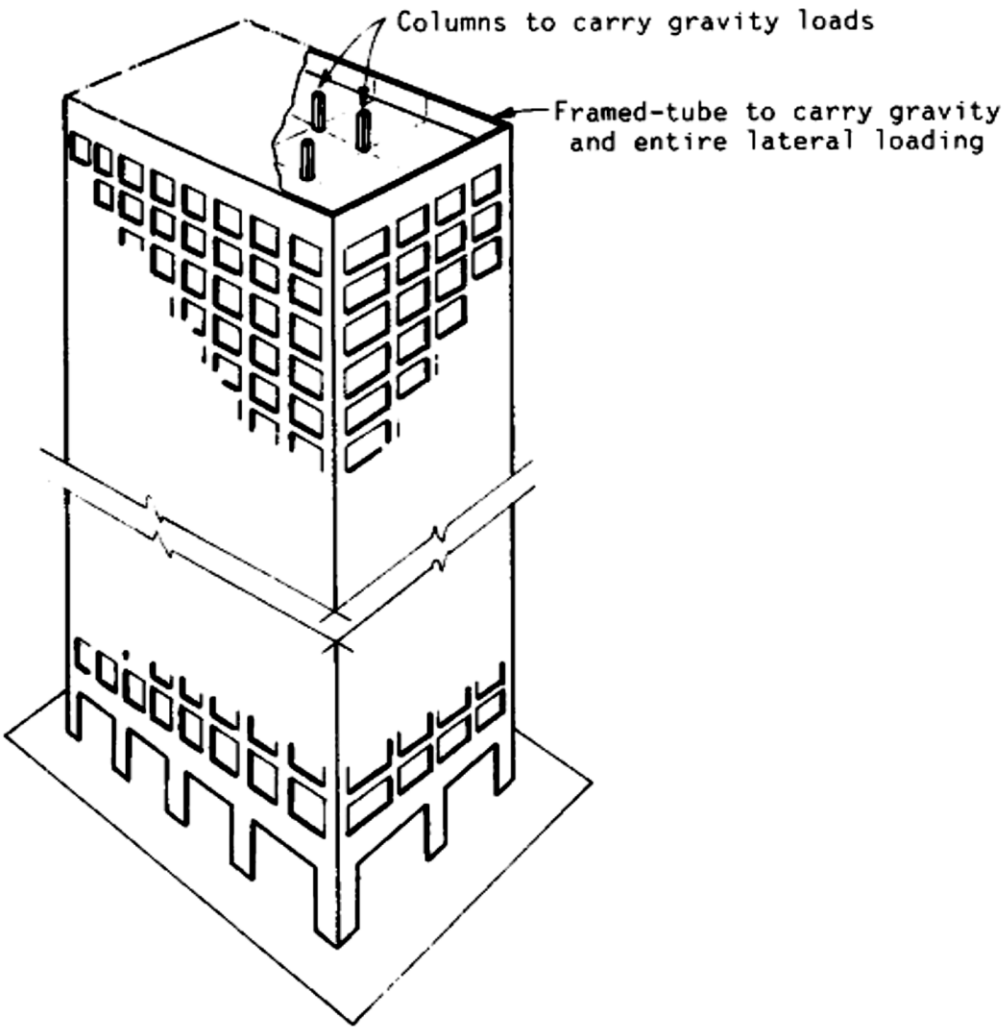
Rigid frame: Forces and deformations.

الشكل 3.2 أنظمة الهياكل الصلدة

3.2.4.2 الأنظمة الأنبوبية :

1. نظام الأنبوب الأحادي

النظام الانبوبي الاحادي هو نظام إنشائي عبارة عن أعمدة موزعة على محيط المبني ككل بحيث تكون المسافات بين الاعمدة متقاربة ولا تتجاوز (3 m) كحد أقصى ، تستمر هذه الاعمدة على طول المبني ، بحيث تربط في كل طابق بعارضة محيطية يكون ارتفاعها كبير نسبيا بحيث تكون الوصلات (العقد) قادرة علي تحمل القوي والعزوم المطبقة. يستخدم هذا النظام للأبنية السكنية المؤلفة من (45_60 طابق) ، وأبنية المكاتب التي لا يزيد عدد طو ابقها عن (30-40) طابق، في هذا النظام نجد ان بعض الاعمدة او الجدران المستمرة خلال الطوابق ينقطع استمرارها في الطابق الارضي، وذلك لاستعمال هذا الطابق كمساحة خدمية (موقف سيارات، محلات تجارية، او صالات متعددة الاستعمال...الخ) الامر الذي يتطلب بان تكون العارضات الرابطة بين الاعمدة المحيطية كبير نسبيا، فقد يصل في بعض الحالات لارتفاعات (6m) بعرض يزيد عن (1m) كما في الشكل ادناه.

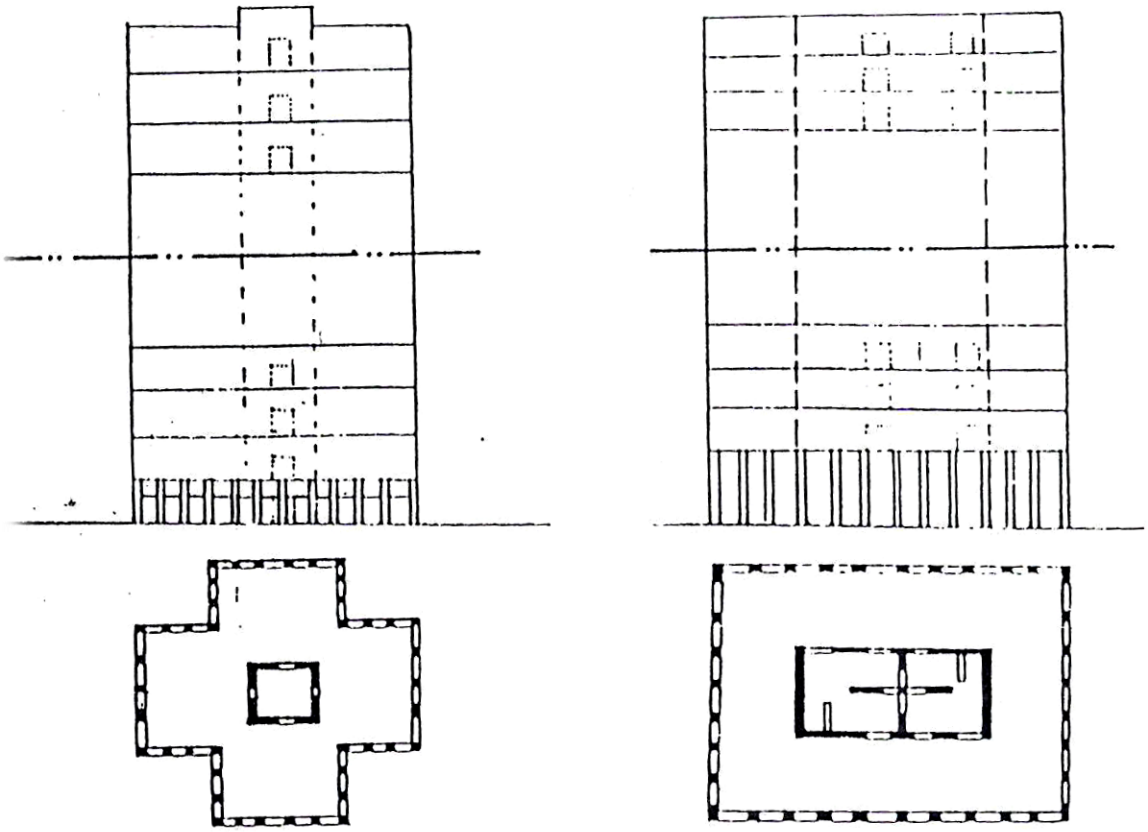


الشكل4.2 نظام الانبوب الأحادي

2. نظام الأنبوب الثنائي المتداخل

يشابه النظام السابق تماما الا انه يحتوي على نظام انبوب داخلي في وسط المبني بحيث يستخدم لنقل الخدمات في الطوابق. اذن فنظام الأنبوب الثنائي المتداخل، ليس الا مجموعة من الاعمدة المستمرة والمحيطة بالمبني، ومربوطة بعارضات محيطية ذات جساءة كافية تشترك معها في تلقي الحمولات نظام انبوب داخلي اشبه بالنواة المركزية.

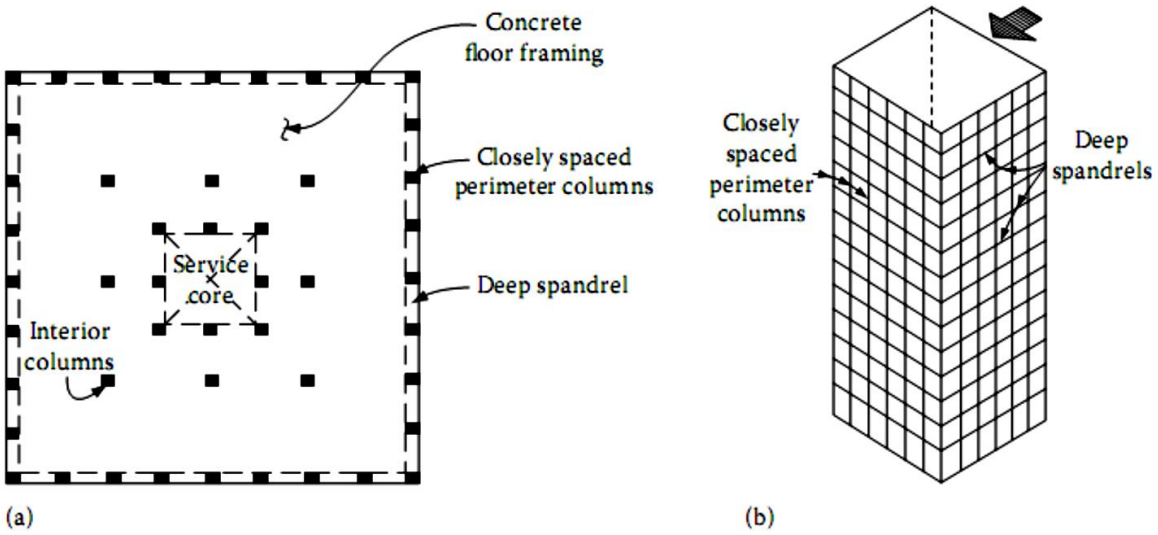
يستخدم هذا النظام للمباني السكنية المؤلفة من (60-80) طابق، وفي ابنية المكاتب التي لا يزيد ارتفاعها عن (50-60) طابق، يوضح الشكل الاتي هذا النظام .



الشكل5.2 نظام الانبوب الثنائي المتداخل

3. أنظمة الأنابيب المتعددة

تستخدم في هذا النظام عدة انظمة انبوبية اطارية بشكل متداخل، لتعطي هيكلاً انشائيا يصلح لارتفاعات تصل الي (120) طابق، يوضح الشكل أدناه نماذج هذا النظام .



الشكل 6.2 أنظمة الانابيب المجمعة

4.2.4.2 أنظمة جدران القص (Shear Wall System)

إذا تعرض الجدار لأحمال أُفقية موازية لعمق المقطع العرضي للجدار بحيث كانت هذه الاحمال أساسية في تصميم الجدار سمي هذا الجدار جدار قص .يمكن أن يتعرض جدار القص أيضاً لأحمال أُفقية بسيطة موازية لسمك المقطع العرضي للجدار.

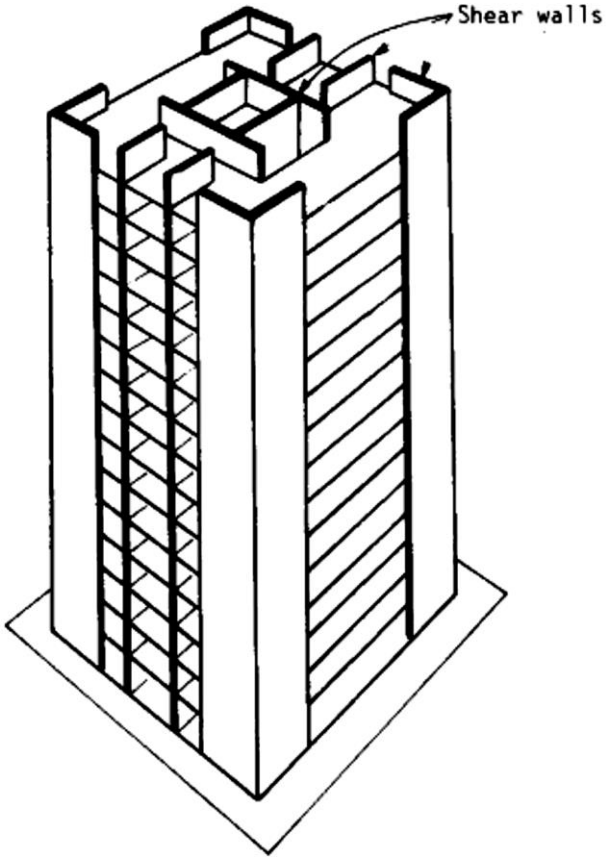
تستخدم جدران القص الخرسانية المسلحة في الابنية العالية لمقاومة الاحمال الجانبية (رياح ، زلازل)اضافة الي الاحمال الراسية الأخرى .

قد تكون الجدران المذكورة مصمتة أو حاوية على فتحات، وذلك حسب الوظيفة التي يؤديها الجدار ألا ان الفتحات تزيد من تعقد العمل الإنشائي، وخاصة في الحالات التي تكون فيها هذه الفتحات غير متناظرة او غير متكررة او غير منتظمة.

يجب مراعاة الأتي عند أختيار جدار القص :

1. ان تكون ثابتة السماكة على كامل الارتفاع او مجموعة من الطوابق بشكل لا يؤثر معه تغير السماكات على عزوم القصور الذاتية.
2. ان تحقق ما أمكن التناظر في موقعها ضمن المبني بحيث تمنع الفتل الناتج عن القوي الأفقيه.
3. ان تحقق القساوات في الاتجاهات الاربعة.

يستخدم نظام حوائط القص في الابنية السكنية والفنادق التي لا يزيد ارتفاعها عن (20 - 30) طابق وفي أبنية المكاتب والأبنية الخدمية الأخرى التي لا يزيد عدد طوابقها عن (20 – 15) .



الشكل (7.2) أنظمة جدران القص

5.2.4.2 أنظمة العارضات المتناوبة

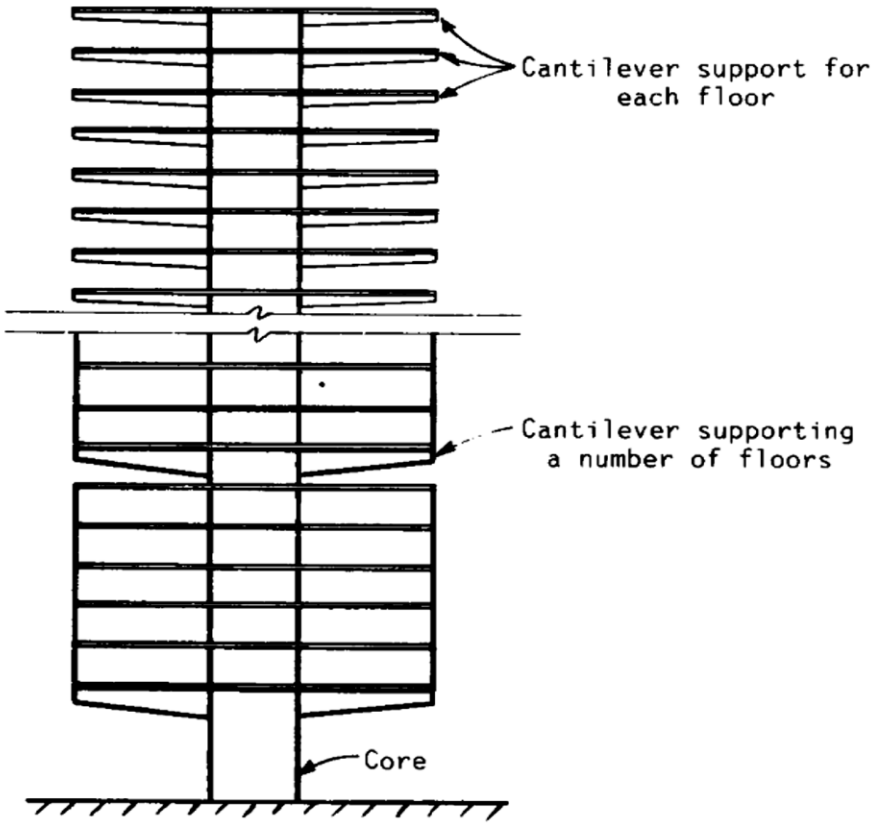
هذا النظام عبارة عن جملة من العارضات العميقة (العارضات الجدارية) الموزعة ضمن المبنى بشكل متناوب مثلا كأن تتكر بعض الجدران في الطوابق ذات الأرقام الفردية و البعض الآخر في الطوابق ذات الأرقام الزوجية .

يساوي إرتفاع كل عارضة من العارضات إرتفاع الطابق الذي يحويه و إن التشوهات في العارضات العميقة أقرب إلى تشوهات الجدران منها إلى تشوهات الإطارات لتكون هذه العارضات عناصر عالية الصلابة تصلح العارضات العميقة للإستخدام في الأبنية السكنية التي لا تزيد عن (45) طابق .

6.2.4.2 نظام النواة المركزية

في الحالات التي لا تسمح فيها الشروط المعمارية بإغلاق محيط المبني(لسبب جمالي او لسبب اخر) في الطابق الاول او الطابقين الاولين منه اغلاقا كاملا، يلجأ الإنشائيون الي رفع البناء وتحميله على عناصر إنشائية من الجدران المسلحة أو غيرها، تدعي هذه العناصر بالنواة المركزية. في هذا النظام يتم تعليق البلاطات على النواة المركزية والتي بدورها تعمل مثل الكابولي (Cantilever) ، الغرض من هذا النظام هو اعطاء حجوم كبيرة من الفراغ المحيط بالبناء في اسفله بالإضافة للشكل المعماري الذي تكسبه المبني .

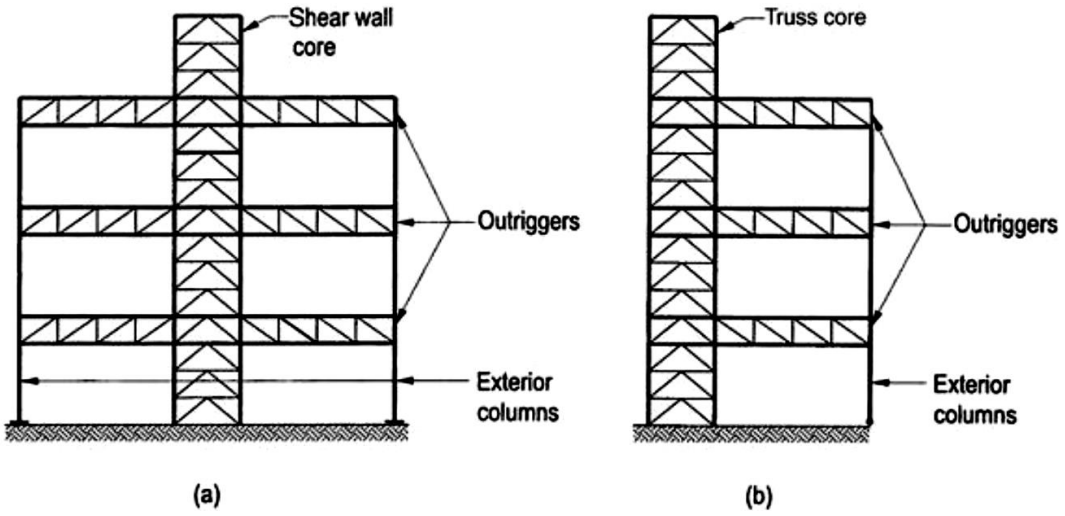
يعتبر هذا النظام من حيث التكاليف غير اقتصادي ويعود ذلك الي الكيفية التي يتم من خلالها انتقال الحمولات الراسية والأفقية الي الاساسات. فالحمولات الأفقية والحمولات الراسية العائدة للجزء المعلق، تنتقل الي العناصر الحاملة (الجدران) في النواة المركزية عن طريق جملة من العناصر الانشائية المساعدة كالشدادات .أما الحمولات الراسية المطبقة على المساحات المحدودة بمحيط النواة فتنتقل مباشرة الي جدرانها، لكون هذه العناصر تساهم باستناد البلاطات عليها.



الشكل(8.2) نظام النواة المركزية

7.2.4.2 نظام النواة مع المدادات الأفقية (Outrigger Systems)

يتكون هذا النظام من نواة مركزية موصلة مع أعمدة خارجية بعناصر افقية جاسئة نسبيا تسمى بالمدادات الافقية (Outrigger) النواة المركزية يمكن ان تكون من إطار فولاذي مقيد او من حوائط قص، كما يمكن ان تكون النواة في الوسط وتمتد منها المدادات الافقية في الجانبين او يمكن ان تكون في جانب واحد والمدادات الافقية في الجانب الاخر .



الشكل (9.2) نظام النواة مع المدادات الأفقية

لجعل المدادات الافقية جاسئة بالشكل الكافي يتم استخدام جملون مناسب يكون ذو عمق كبير يتجاوز عمق الطابق الواحد او في بعد الحالات طابقين، كما يمكن استخدام عناصر مائلة تتجاوز عدد من الطوابق تعمل نفس عمل المدادات الافقية.

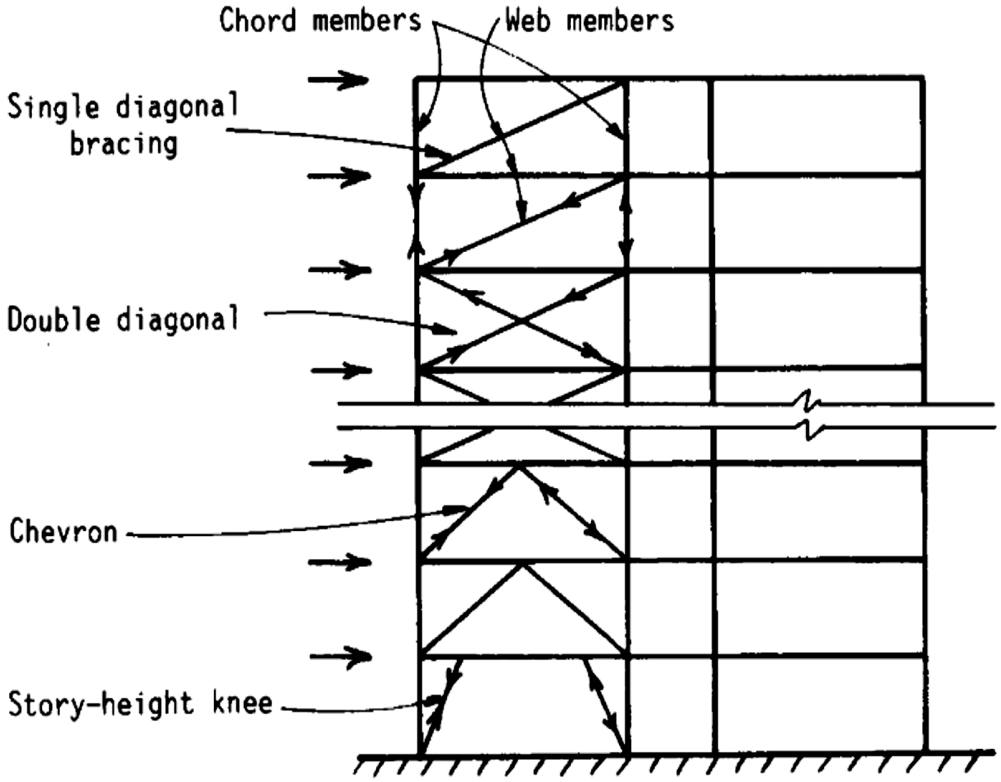
8.2.4.2 نظام الإطارات المقيدة

في نظام الإطارات المقيدة تتم مقاومة الاحمال الجانبية عبر العناصر المائلة التي تمثل مع العارضات وتيرة لجملون رأسي (truss web) والاعمدة التي تمثل وتر الضغط والشد (chords) العناصر المائلة تقاوم القص الافقي الناتج من الاحمال الافقية في شكل قوة محورية متمثلة في شد وضغط، والعارضات تقاوم في شكل قوة محورية أيضا الا إذا كانت العناصر المائلة موصلة لا مركزيا معها في هذه الحالة تتولد عزوم.

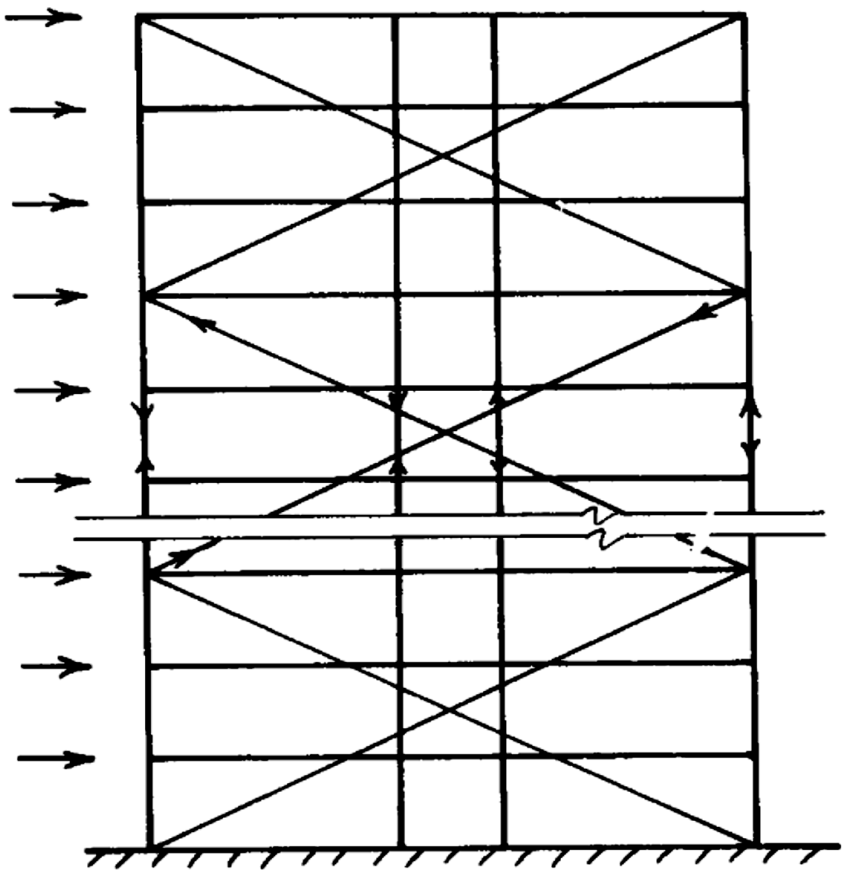
نسبة لان المباني العالية عموما تتعرض لأحمال جانبية في مختلف اتجاهاتها يؤدي ذلك الى تولد اجهادات متقلبة في الاتجاه، استخدام الحديد الفولاذي يعتبر الأمثل في هذا النظام لأن مقاومة الحديد للشد والضغط متماثلة وعالية، ليس كما في الخرسانة المسلحة التي مقاوماتها ضعيفة في الشد.

من مميزات هذا النظام انه فعال جدا في مقاومة الاحمال الجانبية باستخدام مواد إضافية قليلة مما يجعله نظام اقتصادي يناسب جميع الارتفاعات، كما ان مساهمة العارضات قليلة نسبيا مع العناصر المائلة مما يجعل تصميم العارضات والبلاطات مستقل من المستوى الذي تقع فيه.

من عيوب هذا النظام ان العناصر المائلة تعيق التخطيط الداخلي ومواضع الأبواب والنوافذ، لذلك نجد ان العناصر المائلة تكون محيطة دائما بغرف الخدمات والمصاعد والسلالم، ومن عيوبه أيضا ان الوصلات بين العناصر مكلفة التشييد والانشاء. الشكل رقم (10) يوضح الاستخدام المتبع في تقيد الإطارات بالعناصر المائلة في مستوى الطابق الواحد، في الآونة الأخيرة تم استخدام عناصر مائلة كبيرة تتجاور مستوى الطابق الواحد كما في الشكل (11) أدت الى زيادة فعالية المنشأة بصورة كبيرة إضافة الى السمات الجمالية التي تضفيها على المبنى.



الشكل (10.2) الإطارات المقيدة



الشكل (11.2) إطار يحتوي على عناصرمائله

5.2 الاساسات

عموماً يعتمد اختيار نوع الأساس المستخدم حسب طبيعة المنشأة المشيدة و الموقع و نوع تربة الموقع المشيد عليها ، وتنقسم أنواع الاساسات الى :

1. أساسات سطحية .
2. أساسات عميقة .

وفي هذه المنشأة سوف يتم استخدام أساسات عميقة (خوازيق) وذلك نسبة لوجود جزء من المنشأ على ضفة نهر النيل .

1.5.2 الخوازيق (piles)

الخوازيق هي عناصر انشائية نحيلة (columnar elements) مثبتة في الأرض لتسند أحمال المنشأ العلوي(superstructure) .

وظيفة الخوازيق هي نقل الأحمال من البنية العلوية للمنشأ عبر طبقات التربة الضعيفة (weak compressible strata) أو عبر المياة الى طبقات التربة المتماسكة و القوية. يتم اللجوء الى الخوازيق في حال أدرك المصمم أن طبقات التربة المراد تأسيس المشروع عليها لن تستطيع تحمل الأحمال التصميمية المنقولة لها من المبنى و ذلك إما لضعف هذه الطبقات أو لإرتفاع منسوب المياه أو قربها من البحر, أيضاً يمكن إستخدام الخوازيق في حالة دعم الهياكل الطويلة المعرضة لأحمال جانبية (lateral loads) كبيرة (أحمال رياح ,أمواج). الأحمال الواقعة على الخوازيق تحمل بواسطة إما الوصول الى نقطة إسناد (end bearing), أو بالإحتكاك (friction), أو الإثنان معاً.

يمكن تصنيف الخوازيق من حيث المادة الغالبة في تكوينها إلى خوازيق فولاذية (steel piles) أو خوازيق خرسانية (concrete piles) أو خوازيق خشبية (timber piles). الخوازيق المركبة (Composite piles) تتكون من مقطع علوي من مادة معينة ومقطع سفلي من مادة مختلفة. الخوازيق الفولاذية عادة يكون مقطعها H-section أو أنبوب مجوف. الخوازيق الخشبية تتكون عادة من جذوع اشجار تم نحتها بالحجم المطلوب و دفعها داخل التربة . عادة ما يتم دهن الخوازيق الخشبيه بمواد عازلة و يمكن أيضاً عدم دهنها عندما توضع تحت منسوب المياة الجوفية.

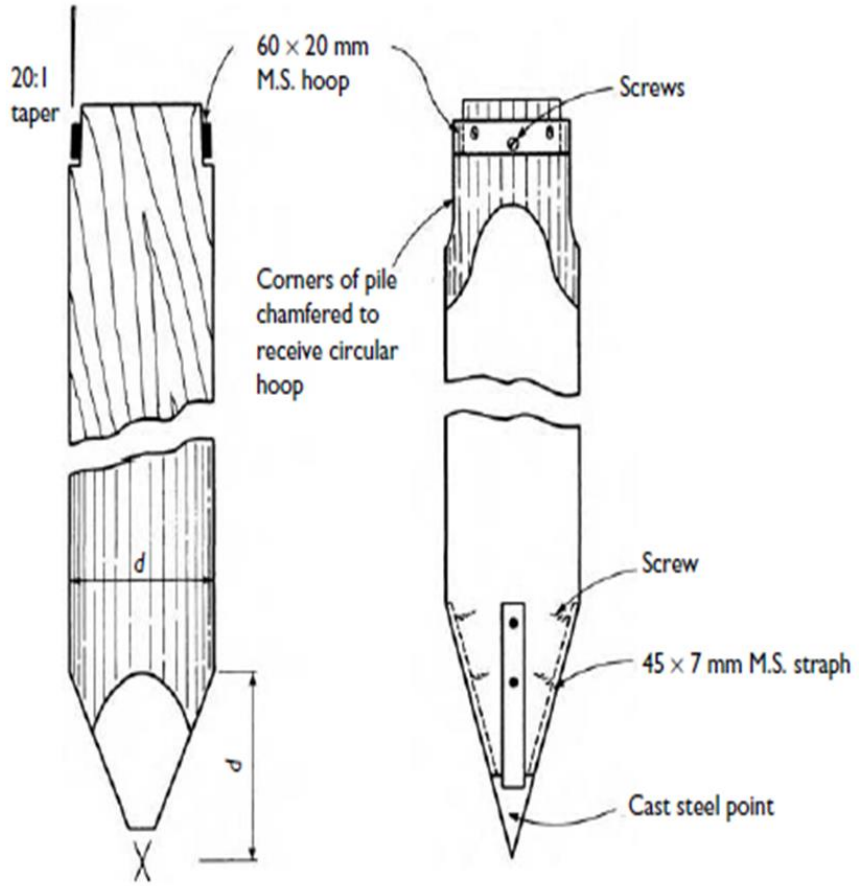
انواع الخوازيق (types of piles):

1.1.5.2 الخوازيق الميكانيكية ذات الازاحات في التربة(Driven displacement piles) :

1. الخوازيق الخشبية(Timber piles) :

في حالات كثيره يكون الخشب هو الماده الأمثل لعمل مثل هذه الخوازيق. يتميز بأن له نسبة مقاومه على الوزن(strength to weight ratio) عالية, أيضاً تتميز الخوازيق الخشبية بإمكانية رفعها بسهولة وأيضاً قصها و تشذيبها (trimmed) بسهولة بعد إدخالها (driving) في التربة. في الحالات العادية يكون الخشب له ديمومة عالية. يفضل إستخدام الخوازيق الخشبية ذات مقطع دائري لإقتصاديتها. عملية تربيع خازوق الخشب تؤذي متانة الخشب لأنه تتم ازاحة قشرة الخشب (sapwood)التي تحتوي على السوائل الحافظة (absorptive) للب الخشب, و بالتالي بدل أن يكون الخشب محمي بقرشته السميكة يكون محمي بطبقة نحيلة من المواد العازلة يمكن أن تتقشر بفعل عملية الرفع.(handling) الخوازيق الخشبية عندما توضع تحت مستوى المياة الجوفية تكون مقاومتها للتسوسات الفطرية عالية جداً, ولكن عند وضعها فوق مستوى المياة الجوفية تشكل التسوسات خطر على الخازوق .الخوازيق الخشبية في المنشأت المائية تكون عرضه للتلف بواسطة الكائنات الرخوية الثاقبة (mollusc-type borers) الموجوة في البحار.

عند طرق الخازوق لإدخاله في التربة يمكن حصول تشققات و عيوب في الخازوق تؤثر في مقاومتة, يمكن تخفيض هذه المخاطر بتقليل عدد ضربات المطرقة (hammer) في رأس الخازوق الى الحد الذي يدخل الخازوق بالمستوى المطلوب, و أيضاً بتقليل إرتفاع المطرقة عند الطرق. و لكن هذه التخفيضات تتطلب زيادة في وزن المطرقة لكي يتم إدخال الخازوق بالصورة المطلوبة, ينبغي وزن المطرقة أن يساوي ضعف وزن الخازوق في حالة الادخال القوي (hard driving),وفي حالة الادخال البسيط (easy driving)يكون وزن المطرقه مساوي لنصف وزن الخازوق. يجب حماية رأس الخازوق من الإنشقاق(splitting) عند إدخالة في التربة و يتم ذلك بتغليفه بطوق من الفولاذ.



الشكل(12.2) تطويق رأس الخازوق الخشبي بالفولاذ لحمايتة من الإنشقاق

2. الخوازيق مسبقة الصب (Precast concrete piles)

الخوازيق مسبقة الصب يكون الاستخدام الرئيسي لها في المنشأت البحرية والنهرية. إذ أن الخوازيق المصبوبة في الموقع تكون غير اقتصادية أو عملية . في حالة المنشأت على سطح الارض يكون استخدام الخوازيق مسبقة الصب غير المجمعة اكثر تكلفة من الخوازيق المصبوبة في الموقع لسببين اساسيان هما:

1. يتم زيادة حديد التسليح في الخوازيق المسبقة الصب لمقاومة العزوم و الاجهادات الواقعة عليها من عملية الرفع والترحيل . عند ادخالها في التربه تصبح الاحمال الواقعه عليها بشكل اساسي احمال انضغاط يكون اغلبيه حديد التسليح لا لزوم له.

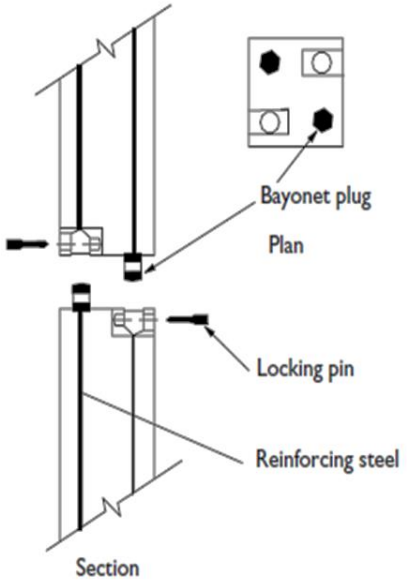
2. الخوازيق المسبقة الصب لا يمكن قصها أو تمديدها بسهولة لتتناسب مع الاختلافات في مستوى الطبقة القوية من التربة المراد الوصول اليها.

ولكن هنالك حالات يكون فيها استخدام الخوازيق المسبقة الصب في المنشأ على سطح الارض اكثر اقتصادية على سبيل المثال عند استخدام عدد كبيرمن الخوازيق لسند المنشأ , أو عندما يكون حديد التسلح مطلوب لمقاومة عزوم كبيره واقعة على الخازوق , أو عندما تكون جودة الخرسانة العالية مطلوبة و غيرها من الاسباب.

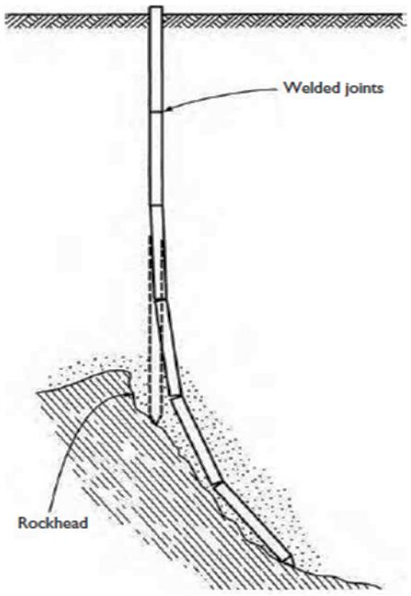
من ما سبق ذكره يمكن الجزم بان الخوازيق مسبقة الصب يمكن توظيفها في نطاق واسع عند دراسة التكلفه بشكل مكثف . يمكن تصميم الخوازيق مسبقة الصب في شكل خرسانة عادية أو في شكل خرسانة مسبقة الاجهاد . يفضل استخدام الخوازيق المسبقة الصب بالخرسانة العادية في حالة تصنيع عدد بسيط نسبيا منها . الخرسانة مسبقة الاجهاد لها خصائص تميزها عن الخرسانة العاديه , و ذلك في تميزها بنسبة مقاومة لوزن عالية جدا تجعل عناصر نحيلة قادره على تحمل الضغوط الواقعه عليها بفعالية , ولكن النحافة ليست دائما مفيده لأن المقطع الكبير مطلوب لزيادة المقاومه بالاحتكاك او نقطة التحميل . الميزة الاخرى في الخوازيق مسبقة الاجهاد أن سبق الاجهاد ساعد في تقليل الشقوق الناتجه من الرفع والتوصيل والادخال في التربة . جميع هذه الخصائص تجعل الخوازيق مسبقة الاجهاد ذات متانة عالية و بالتالي خيار جيد في حال المنشأت المائيه والتي على سطح تربة ضعيفة جدا مع مراعاة الجانب الاقتصادي .

3. الخوازيق مسبقة الصب المجمعة (Jointed precast concrete piles)

الذي يميزها من النوع اعلاه انه يمكن تعديل الطول حسب الاختلاف في مستوى نقطة الاسناد بواسطة ازاحة او زيادة واحد من الخوازيق القصيرة المكونة للخازوق . طريقة توصيل وحدات الخازوق ببعضها البعض تؤثر تاثر مباشر على مقاومة الخازوق للاحمال الواقعة عليه خصوصا الاحمال الجانبية . التطويل بواسطة صفائح فولاذية ملحومه ببعضها البعض ليست مناسبة في حالة الادخال القوي , أو في حالة ميلان سطح مستوى الاسناد . اللحام المصنوع تحت ظروف الموقع المكشوفه على وحدات محموله لتشكل هيكل الخازوق ليتم لحامه ليس دائما سليم . وانهيار هذه الوصله بواسطه الاحمال الجانيه او العزوم او الادخال القوي يكسر الخازوق الى وحدات منفصله مع خسارة كامله للقوى التحملية للخازوق. ايضا الوصلات بالمسامير يمكن ان تنهار بنفس الطريقة.



الشكل (13.2) توصيل وحدات الخازوق المسامير



الشكل (14.2) يوضح انهيار وصلة اللحام في الخوازيق المجمعة

4. الخوازيق الفولاذية (Steel piles)

تتميز الخوازيق الفولاذية بأنها قوية, خفيفة الوزن وبالتالي سهلة الرفع , ولها مرونة عالية و كذلك مقاومة انبعاج و انحناء عالية . و لها القدرة لتحمل أحمال ضغط عالية جدا عند الادخال في التربة القوية , وأيضا لها مقدرة تحمل أن يتم ادخالها في اعماق كبيرة للوصول الى نقطة الاسناد أو الى أن يتم الحصول على مقاومة احتكاك عالية . و يمكن تصميمها كخوازيق ذات ازاحات صغيرة في التربة ويمثل ذلك ميزة في حالة تنفسات التربه و عندها يجب تجنب الازاحات الجانبة الكبيرة في التربة . و أيضا يمكن التعديل في طولها (قصها أو تطويلها) في الموقع لتتناسب مع التغير في منسوب مستوى الاسناد .

أنواع الخوازيق الفولاذية تتضمن الخوزيق الانبوبية , والانابيب المدببة ,الخوازيق ذات المقطع المربع , الخوازيق ذات المقطع المربع المجمع بالصفائح , خوازيق ذات مقطع . H-section في حالة الاحمال الكبيرة نسبيا , الخوازيق ذات المقاطع المجوفة يمكن أن تدخل في التربة بنهاية مغلقة وبالتالي تحدت ازاحات كبيرة في التربة .

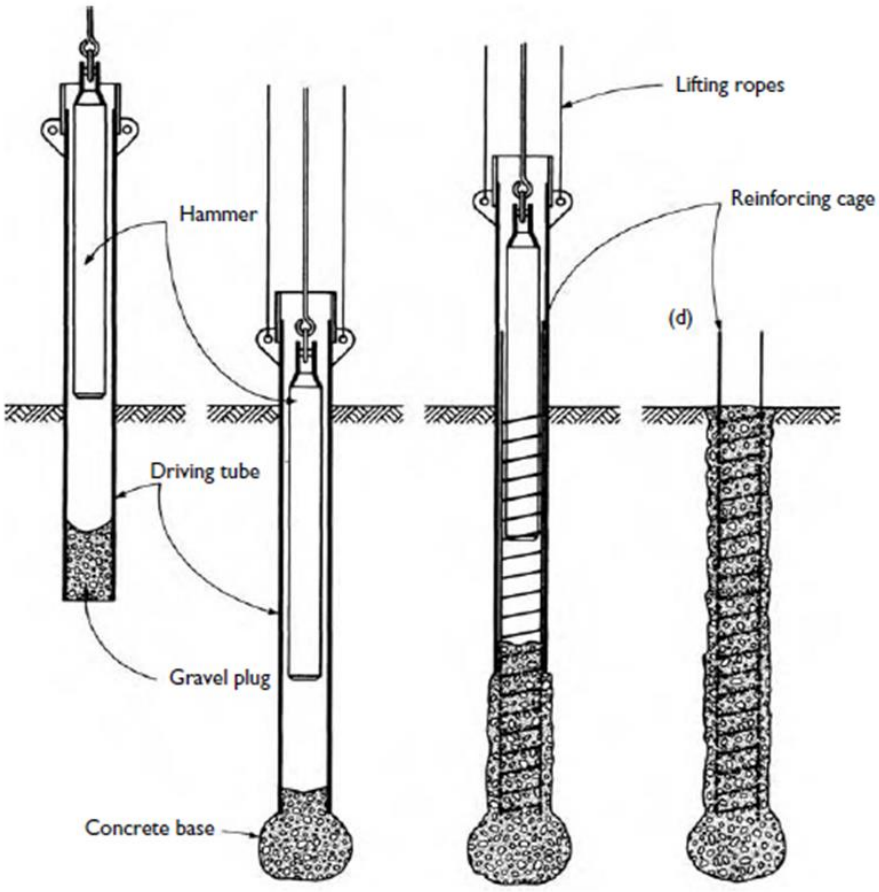
أيضا يمكن أن يدخل الخازوق المجوف في التربة بنهاية مفتوحة و يمكن اخراج التربه من داخل الخازوق بعدة تقنيات منها انتزاع التربة , والرفع الهوائي , وايضا المائي . ليس بالضرورة دائما أن يملأ تجويف الخازوق الخرسانة , في حالة التربة العادية الغير مضطربة يجب أن تتميز التربة بمقاومه كافية خلال العمر التصميمي للمنشأ ولكن ذلك في حالة الاحمال الصغيرة فقط . ملأ الخوازيق المجوفة بالخرسانة ليس محبذ في المنشأت المائية أيضا حيث أن المرونة مطلوبة للتعامل مع العزوم و تأثير القوى.

عملية تمديد الخازوق عبرتوصيل طول اضافي بلحمه تعد مرضية في حالة المنشأت الارضية , حيث جودة اللحام ليست حرجه, أما في حالة المنشأت المائية لا يحبذ زيادة طول الخوازيق بواسطة لحم طول اضافي منها , بالاخص اذا كان اللحام فوق مستوى سطح الماء , لأن اللحام سوف يتعرض لأحمال جانبية كبيرة نتيجة الامواج , وبالتالي احتمالية تكسر اللحام تكون كبيرة .

2.1.5.2 الخوازيق الميكانيكيه والمصبوبة في الموقع (Driven and cast-in-place) (displacement piles)

هذا النوع من الخوازيق يتم تشييده بادخال مقطع أنبوب فولاذي بنهاية مغلقه مؤقتاً الى التغلغل المطلوب, ثم وضع حديد التسليح داخل تجويف المقطع, يتم سحب الأنبوب أثناء صب الخرسانة أو بعد صبها هذه الانواع من الخوازيق تسمى انواع الانابيب المسحوبه (Withdrawable-tube types). في أنواع اخرى تستخدم قشريات فولاذية أو قشريات خرسانة مسبقة الصب تُدخل في التربة بواسطة مخرطة داخلية (internal mandrel) وتصب الخرسانة داخل تجويف هذا المقطع الدائم بعد سحب المخرطة ,في هذا النوع يمكن الاستغناء عن حديد التسليح, هذه الانواع تسمى الانواع القشرية.(Shell types) .

الميزة الاساسية لهذا النوع من الخوازيق أنه يمكن التعديل في طول الخازوق ليناسب عمق التغلغل المطلوب. وبالتالي في أنواع الانابيب المسحوبة يتم الادخال في التربة بالعمق المطلوب حسب حالة الارض. في الأنواع القشرية يتم التعديل في الطول بسهوله عن طريق ازالة أو زيادة الوحدات الصغيرة المكونه للخازوق. هنالك ايضاً ميزة اخرى لهذه الخوازيق في أنه يمكن تكبير مقطع الخازوق عند المرتكز لزيادة مساحة الارتكاز, هذه الميزة لا تتمع بها جميع أنواع الخوازيق القشرية. الخوازيق الميكانيكية ثم مصبوبة في الموقع ليست مناسبة في حالة المنشأت المائية . ولكن يمكن استخدامها عند تمديدها فوق مستوى قاع البحر كأعمدة من الفولاذ أو الخرسانة مسبقة الصب .



الشكل (15.2) يوضح مراحل تشييد خوازيق الأنابيب المسحوبة

3.1.5.2 خوازيق استبدال التربة (Replacement piles)

يتم تشييد هذا النوع من الخوازيق أولاً باخراج التربة بواسطة تقنيات الحفر, ثم بناء الخازوق بوضع الخرسانة أو العنصر الانشائي المستخدم داخل الحفرة.

أبسط شكل بناء لهذا النوع يكون بحفر حفره و صب الخرسانة بداخلها. و لكن هنالك مشاكل يمكن أن تنشأ مثل ظروف أرضية صعبة, و وجود مياة جوفية, وغيرها من المشاكل. هذه التعقيدات أدت الى تطوير هذه الخازيق بحفر الحفرة و وضع انبوب كبطانة داخليه للحفرة (lining tubes) ثم صب الخرسانة.

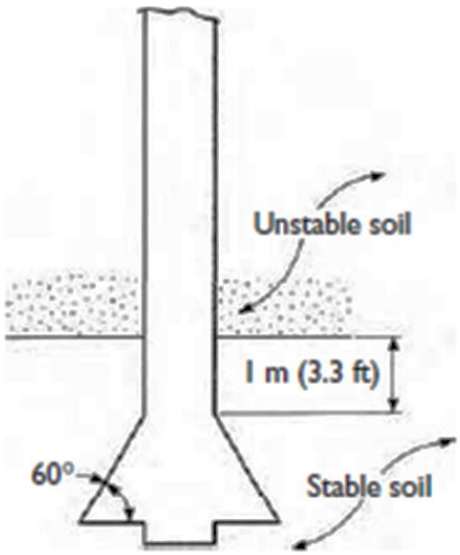
هناك ثلاث أنواع أساسية لخوازيق استبدال التربة. هي الخوازيق المصبوبه في الموقع (bored and cast-in-place piles), خوازيق الحفر في الانبوب (drilled-in tubular) ,و الخوازيق المركبة (composite piles).

أنواع خوازيق استبدال التربة :

1. الخوازيق المصبوبة في الموقع(Bored and cast-in-place piles)

في حالة الأرض المستقرة يتم حفر الحفرة يدوياً أو ميكانكياً, ثم توضع شبكة حديد التسليح داخل تجويف الحفرة, يتبعه صب الخرسانة. في حالة التربة الرخوة, أو التي تحتوي على مياة بكمية عالية, أو في حالة الصخور المكسورة. يتم تغليف الحفرة لسند جوانبها ومنعها من الانهيار. هذا الغلاف يمكن سحبه بعد صب الخرسانة, أو أثناء الصب. في حالة الطين الصلب أو الصخور الضعيفة, يمكن تكيير مقطع الخازوق عند المرتكز لزيادة مقاومة التحميل للخازوق.

حديد التسليح ليس دائماً مطلوب في هذا النوع من الخوازيق, الا اذا كان عرض لأحمال رفع (uplift loads) ناتجة من انتفاخ أو انكماش الطين. أيضاً حديد التسليح يكون مطلوب في الجزء العلوي من الخازوق مقاومة عزوم الانحناء الناتجه من لامركزية الأحمال المسلطة. أو من العزوم المنتقلة من الأبيام.



الشكل (16.2) يوضح خازوق مكبر القاعدة

2. خوازيق الحفر في الانبوب (drilled-in tubular)

الميزة الاساسية لهذا انوع تتمثل في استخدام أنبوب ذو جدار سميك يمكن ادارته (rotated) داخل التربة الى المستوى المطلوب. يترك الانبوب بشكل دائم داخل التربة. أيضاً يمكن ملء الانبوب بالخرسانة أو لا. تتم زاحة التربة أثناء دوران الأنبوب الى أسفل بطرق مختلقة. هذه النوع يناسب التربة التي تحتوي على صخور أو أي عوائق أخرى.

3. الخوازيق المركبة (Composite piles)

تركيبات (combinations)مختلفة من حيث المادة يمكن أن تتكون منها الخوازيق الميكانيكية. أو تركيبات من الخوازيق الميكانيكية مع المصبوبة في الموقع. هذه التركيبات يتم استخدامها لحل المشاكل التي يتعرض لها الخازوق من حالة الموقع أو حالة الأرض. على سبيل المثال, في المنشأت المائية يمكن استخدام خازوق ميكانيكي مركب مكون من جزء خرساني مسبق الصب في المقطع العلوي للخازوق في المنطقة المعرضة مباشرةً للمياة حيث يتعرض الحديد للصدأ, وفي المقطع السفلي للخازوق يتم استخدام خازوق فولاذي تحت مستوى قاع البحر.

الوصلات بين الانواع الكونة للخازوق المركب يجب أن تكون مثبتة جيداً (rigidly) لمقاومة العزوم واجهادات الشد. عموماً, الخوازيق المركبة تعتبر غير اقتصادية مقارنة بالخوازيق المكونه من مقطع موحد.

4.1.5.2 الخوازيق الصغيرة والمتناهية الصغر (Minipiles and micropiles)

تعرف الخوازيق الصغيرة (Minipiles) على أنها الخوايق التي يتراوح قطرها ما بين(50-300 mm). والمتناهية الصغر (micropiles) هي التكون تكون اقطارها أقل من (50 mm).

2.5.2 العوامل المتحكمة في إختيار نوع الخازوق

مزايا وعيوب الأنواع المختلفة للخوازيق تتحكم بصورة مباشرة على أختيار نوع الخازوق المناسب للمنشأ. فيما يلي ملخص لمزايا وعيوب الانواع المختلفة للخوازيق:

1. الخوازيق الميكانيكية ذات الازاحات في التربة (Driven displacement piles)

المميزات:

1. يمكن التحقق من جودة الخازوق قبل ادخاله في التربة .
2. عملية التشييد لا تتأثر بالمياه الجوفية .
3. مناسبة للمنشأت المائية.
4. يمكن ادخالها بأطوال طويلة جدا .
5. يمكن تصميمها لتقاوم عزوم واجهادات شد كبيرة .
6. يمكن اخراجها ثم ادخالها مرة اخرى اذا تأثرت بتنفسات التربة .

العيوب:

1. الانواع الغير مجمعه منها لا يمكن التعديل في طولها بسهولة .
2. يمكن أن تنكسر خلال الادخال .
3. يمكن أن تعاني من أضرار غير مرئية و بالتالي تنخفض مقاومتها التحميلية .
4. غير اقتصادية , حيث أن المقطع محكوم بالاجهادات الناتجة من الرفع (handling) والادخال في التربة , و أيضاً العزوم واجهادات الشد الناتجة من ظروف العمل .
5. الضوضاء و الاهتزازات الناتجة من الادخال يمكن أن تكون غير محتملة .
6. ازاحة التربه خلال الادخال يمكن أن تؤثر في الخوازيق المجاوره أو المنشأت المجاوره .
7. في حال تكبير مركتز الخازوق تتسبب في تقليل احتكاك رمح الخازوق .

2. الخوازيق الميكانيكية المصبوبة في الموقع(Driven and cast-in-place displacement piles)

المميزات:

1. يمكن تعديل طول الخازوق بسهولة في الموقع ليتناسب مع التغيرات من منسوب نقطة التحميل.
2. اللأنابيب المدخلة بنهاية مغلقة تمنع تأثير المياة الجوفية على الخرسانة.
3. يمكن تكبير مركتز الخازوق.
4. تصلح للمواقع الملوثة.
5. عملية تكبير مرتكزالخازوق لا تتسبب في تقليل مقاومة رمح الخازوق للاحتكاك.
6. المادة الداخلة في تجويف الخازوق لا تتأثر باجهادات الرفع و الادخال في التربة.
7. الضوضاء والاهتزازات يمكن تقليلها.
8. التسليح فقط يصمم ليقام الاجهادات الناتجة من ظروف العمل.

العيوب:

1. لا يمكن فحص الخرسانة بعد تشييدها.
2. يمكن أن تقل مقاومة الخرسانة بتأثير المياة الجوفية.
3. طول الخازوق في بعض الأنواع يكون محكوم بمقدرة رافعة الخازوق بسحب الأنبوب من الحفرة.
4. الازاحات يمكن أن تأذي الخرسانة الجديدة في الخوازيق المجاورة,أو تحدث ضرر في المنشأت المجاورة و الخوازيق المجاورة.
5. الضوضاء و الاهتزازات الناتجة من التشييد يمكن أن تكون غير مقبولة.
6. لا يمكن استخدامها في المنشات المائية , الا باشتراطات معينة.
7. لا يمكن تشييدها بأقطار كبيرة جداً.
8. تكبير مرتكز الخازوق يكون محدود في حالة التربة الصلبة.
9. عند استخدام أنابيب فولاذ خفيفة (light steel sleeves) في أنواع الانابيب المسحوبة, مقاومة احتكاك رمح الخازوق تقل أو تزول.

3. الخوازيق المصبوبة في الموقع (Bored and cast-in-place replacement piles)

المميزات:

1. يمكن تعديل طول الخازوق بسهولة في الموقع.
2. يمكن فحص التربة و الصخورالمستخرجة من الحفر.
3. أدوات الحفر بامكانها تكسير الصخور أو أي عوائق أخرى تقابلها التي لا يمكن اختراقها بواسطة خوازيق ازاحات التربة.
4. المادة المكونة للخازوق لا تُحكم باجهادات الرفع والادخال في التربة.
5. يمكن تشييدها بأطوال طويلة جداً.
6. لا تصاحب عملية التشييد الكثيرمن الضوضاء والاهتزازات.
7. لا تسبب تنفسات في التربة.

العيوب:

1. الخرسانة الموجودة في رمح الخازوق يمكن أن تتعرض للانضغاط (squeezing) في حالة التربة الناعمة.
2. نحتاج تقنيات خاصة لتششيد هذا النوع من الخوازيق في التربة التي تحتوي على مياة.
3. عملية تكبير مقطع مرتكز الخازوق لا تصلح في التربة الخشنة.
4. لا يمكن تمديدها فوق مستوى سطح الأرض الا باحتياطات معينة.
5. حفر عدة خوازيق متجاورة تسبب هبوط في المنشأت المجاورة.

3.5.2 اختيار نوع الخازوق

اختيار اي نوع من انواع الخوازيق اعلاه يعتمدعلى ثلاث عوامل:

1. موقع و نوع المنشأ .
2. حالة الأرض.
3. متانة الخازوق.

بأخذ العامل الاول في عين الاعتبار تكون الخوازيق ذات الازاحات في التربة الخيار الاول في حالة المنشأت المائية. الخوازيق مسبقة الصب أو مسبقة الاجهاد تكون الخيار الأمثل في حالة المياة السطحية, أما في حالة المياة العميقة تكون الخوازيق الخرسانية المصمته ثقيلة الرفع, و لذلك في هذه الحاله الخوازيق الفولاذيه تكون أكثر ملائمة. أما الخوازيق الخشبية يمكن أن تستخدم في حالة المنشأت المائية المؤقتة. الخوازيق المصبوبة في الموقع لا يتم استخدامها ابداً في المنشأت المائية الا في حالة الخوازيق المركبة .

إما في حالة المنشأت على سطح الأرض جميع أنواع الخوازيق يمكن استخدامها . تعتبر الخوازيق المصبوبة في الموقع هي ارخص الانواع ثمناً و يمكن صبها بأقطار كبيره و تزويدها بقاعده موسعة المساحه و تكون صالحه في حاله الاحمال التصميميه كبيره جداً . الخوازيق الميكانيكية مناسبة في حال تجنب تنفسات التربة و الاهتزازت و الضوضاء . تكون الخوازيق المصبوبة في الموقع اقتصادية في حالة الأحمال الصغيرة أو المتوسطة و لكن تأثير تنفسات التربة و الاهتزازات و الضوضاء عليها كبير و يمكن أن يجعلها غيرعمليه في بعض المناطق.

الخوازيق الخشبية يمكن استخدامها في حالة الاحمال الصغيرة أو المتوسطة في البلدان التي يتوفر فيها الخشب. أما الخوازيق مسبقة الصب والفولاذية غير اقتصادية في المنشأت المشييدة على سطح الارض .

العامل الثاني حالة الارض يؤثر في اختيار مادة الخازوق و أيضاً نوعه. التربة الصلبه(الطين و الطمي) يفضل استخدام الخوازيق الثاقبة, و لكن استخدام الثقب من دون سند البئر(borehole) بطين صلب(bentonite slurry) لا يمكن في حالة التربة ناعمه, والحاملة للمياة. الخوازيق الميكانيكية أو الميكانيكية ثم مصبوبة في الموقع تكون الحل الأمثل في هذه الحالة. الخوازيق

الميكانيكية و المصبوبة في الموقع تستخدم في حالة احتواء التربة على صخور أو عوائق ضخمة و أيضاً تستخدم عندما توجد تنفسات في التربة. يفضل استخدام الخوازيق الميكانيكية في حالة الاختراق العميق للتربة.

العامل الثالث المتانة يؤثر في اختيار نوع مادة الخازوق. الخوازيق الخشبية عرضه للتعفن في حال وجودها فوق مستوى المياه الجوفية, وفي حال المنشأت المائية تكون عرضة للخطر من الكائنات الرخوية.

الخوازيق مسبقة الصب لا تعاني من التآكل داخل المياه المالحة تحت منطقة البداية (splash zone). الخرسانة الغنية و المضغوطة جيداً تقاوم الكبريتات الموجودة في التربة و المياه الجوفية. لذلك الخرسانه المصبوبه في الموقع يفضل عدم استخدامها لعدم التأكد من انضغاط الخرسانة في جميع نقاطها. و لكن يمكن طلي الخرسانه بمواد عازلة للكبريتات .

الخوازيق الفولاذية تتميز بديمومة عالية في حالات التربة العادية, و لكن في حالة الاجزاء المعرضة للمياه أو للتربة التي تحتوي على ماء يجب توفير حماية للخازوق من خطر الصدأ و التآكل.

بعد اختيار نوع الخازوق حسب نوع و موقع المنشأ و حسب حالة الأرض وأيضاً حسب مطلوبات المتانة يتم الاختيار النهائي بوضع عامل التكلفة بعين الاعتبار.

الباب الثالث

التحليل الإنشائي

(Structural analysis)

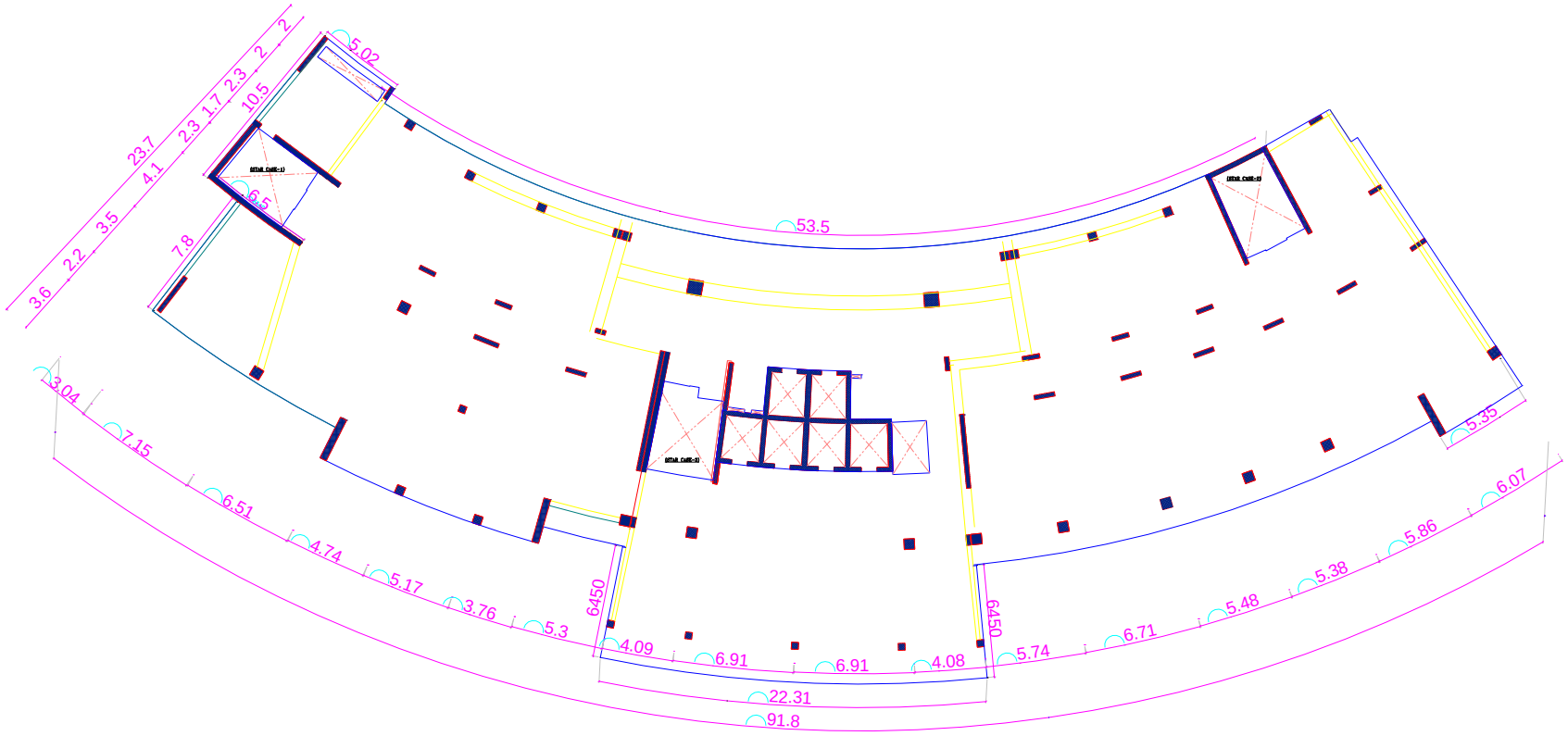
الباب الثالث

التحليل الإنشائي

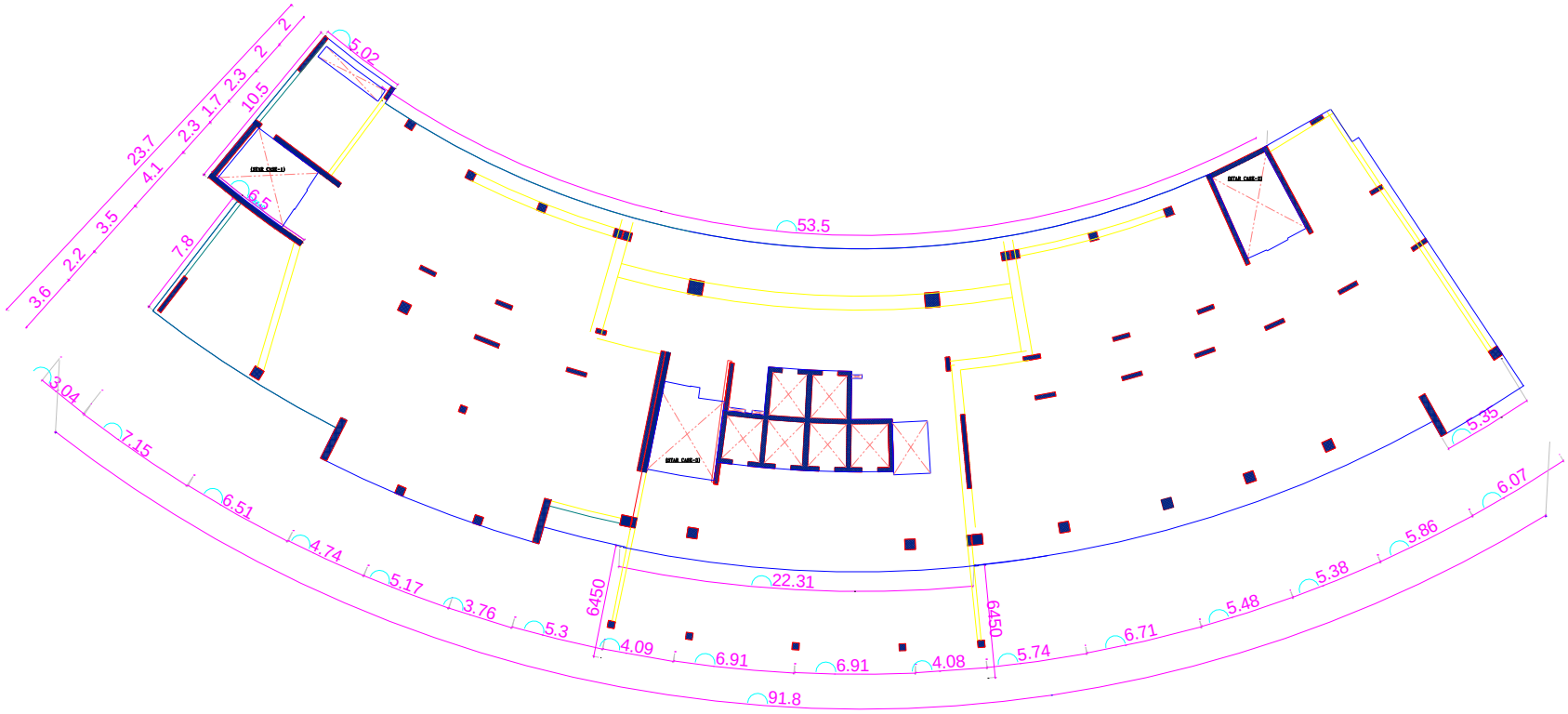
(Structural analysis)

1.3 وصف المبنى

- **الموقع:** السودان- الخرطوم بحري.
- **الإرتفاع من سطح الأرض الى السقف:** 27 m.
- **عدد الطوابق الكلية:** 9 طوابق.
- **الوظيفة الإستخدامية للمبنى:** فندق.
- **مادة الهيكل الأساسية:** الخرسانة المسلحة.
- **سرعة الرياح:** 100 m/h .
- **نوع النظام الإنشائي:** نظام حوائط القص.
- **نوع الأساسات:** الأساسات الخازوقية.
- **إرتفاع الطابق:** 3 m .
- **سمك البلاطة:** 0.25 m .
- **سمك حوائط القص:** 0.25 m / 0.4 m .
- **مقاومة الخرسانة:** 30 mpa .



الشكل (1.3) بلاطة الطوابق (GR, 2ND,3RD,4TH,5TH,6TH,7TH,8TH,ROOF)



الشكل(2.3) بلاطة الطابق (1^{ST})

2.3 حساب الأحمال:

1.2.3 الأحمال الميتة (Dead loads)

ملحوظه :

الأوزان الذاتية للعناصر حست بواسطة البرنامج .

➢ **الحمل الميت على أرضيات الطوابق**

- تشطيبات الأرضية

- البلاط

Assume ɣ = 20 KN/m^2

$$ɣ \times h = 20 \times 0.01 = 0.2\ KN/m^2$$

- المونة

Assume ɣ = 20 KN/m^2

$$ɣ \times h = 20 \times 0.03 = 0.6\ KN/m^2$$

مجموع تشطيبات الأرضية

$$0.2 + 0.6 = 0.8\ KN/m^2$$

- تشطيبات السقف

- بياض السقف

Assume ɣ = 20 KN/m^2

$$ɣ \times h = 20 \times 0.01 = 0.2\ KN/m^2$$

- ديكور السقف

Assumed $0.5\ KN/m^2$

مجموع تشطيبات السقف

$$0.2 + 0.5 = 0.7KN/m^2$$

- الفواصل

$$\frac{\gamma \times h \times t}{3} = \frac{18 \times 3 \times 0.25}{3} = 4.5\ KN/m^2$$

مجموع الحمل الميت على بلاطة الطوابق

$$0.8 + 0.7 + 4.5 = 6\ KN/m^2$$

➢ **الحمل الميت على بلاطة السقف**

- تشطيبات الأرضية

- البلاط

$$\gamma \times h = 20 \times 0.01 = 0.2\ KN/m^2$$

- المونة

$$\gamma \times h = 20 \times 0.03 = 0.6\ KN/m^2$$

مجموع تشطيبات الأرضية

$$0.2 + 0.6 = 0.8\ KN/m^2$$

- تشطيبات السقف

- بياض السقف

$$\gamma \times h = 20 \times 0.01 = 0.2\ KN/m^2$$

- ديكور السقف

Assumed $0.5\ KN/m^2$

مجموع تشطيبات السقف

$$0.2 + 0.5 = 0.7 KN/m^2$$

- الفواصل

$$\frac{ɣ \times h \times t}{3} = \frac{18 \times 1.5 \times 0.25}{3} = 2.25\ KN/m^2$$

مجموع الحمل الميت على بلاطة السقف

$$0.8 + 0.7 + 2.25 = 3.75\ KN/m^2$$

➢ **الحمل الميت على السلالم**

- تشطيبات الأرضية

- البلاط

$$ɣ \times h = 20 \times 0.01 = 0.2\ KN/m^2$$

- المونة

$$ɣ \times h = 20 \times 0.03 = 0.6\ KN/m^2$$

مجموع تشطيبات الأرضية

$$0.2 + 0.6 = 0.8\ KN/m^2$$

- بياض الفخد

$$ɣ \times h = 20 \times 0.01 = 0.2\ KN/m^2$$

مجموع الحمل الميت على السلالم

$$0.8 + 0.2 = 1\ KN/m^2$$

2.2.3 الأحمال الحية (Live loads)

- **الحمل الحي على أرضيات الطوابق**

أُختير الحمل الحي لشرفة الفندق (Hotel balcony) وعمم على الطابق.

$4\ KN/m^2 =$ (الملحق 1)

- **الحمل الحي على بلاطة السقف**

$4\ KN/m^2 =$ (الملحق 2)

- **الحمل الحي على السلالم**

$4\ KN/m^2 =$ (الملحق 3)

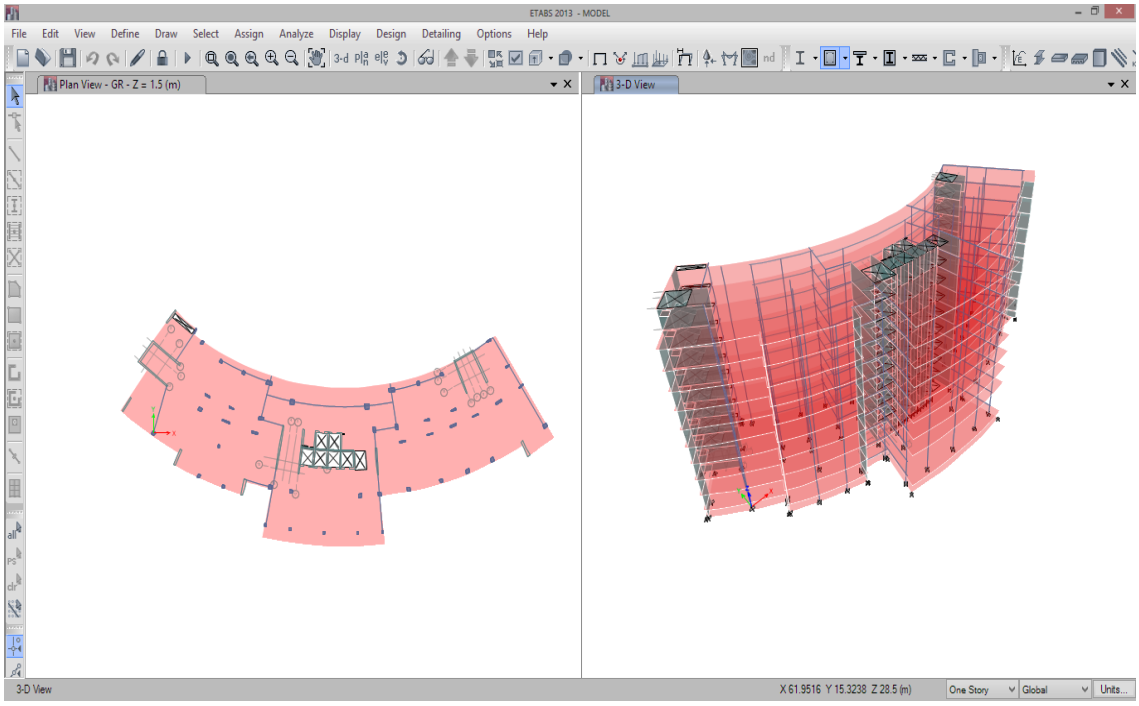
3.2.3 أحمال الرياح (Wind loads)

حسبت بواسطة برنامج (ETABS).

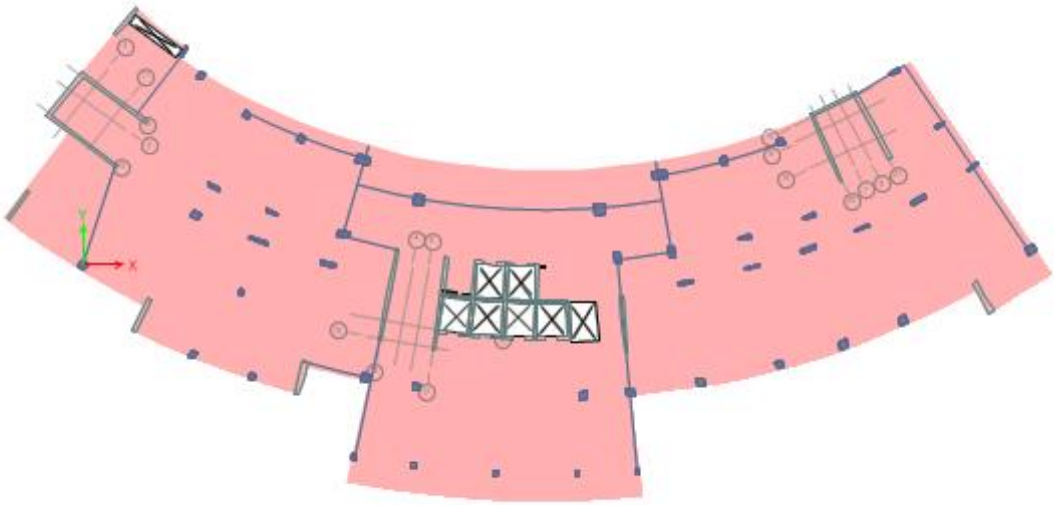
3.3 التحليل الإنشائي بواسطة برنامج (ETABS) :

1.3.3 مدخلات البرنامج :

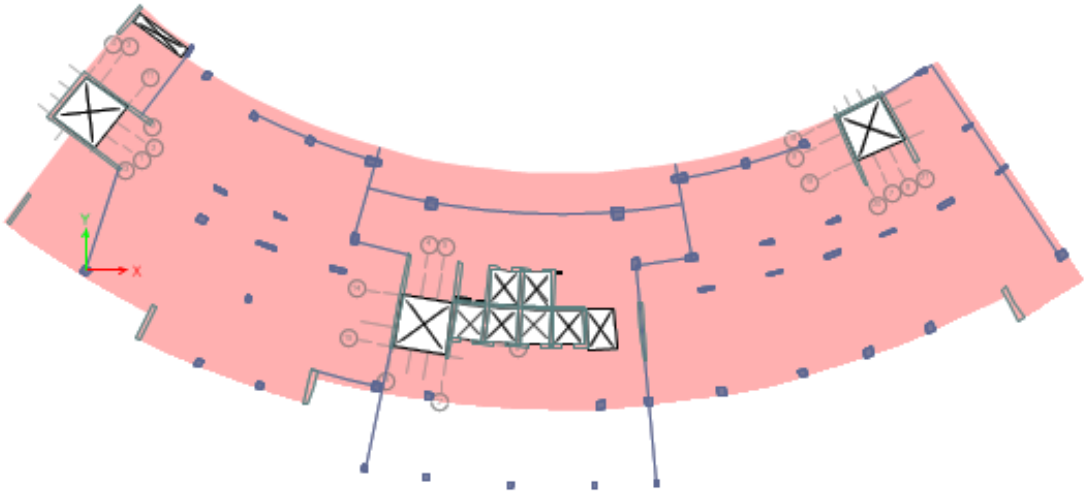
1.1.3.3 مدخلات المبنى



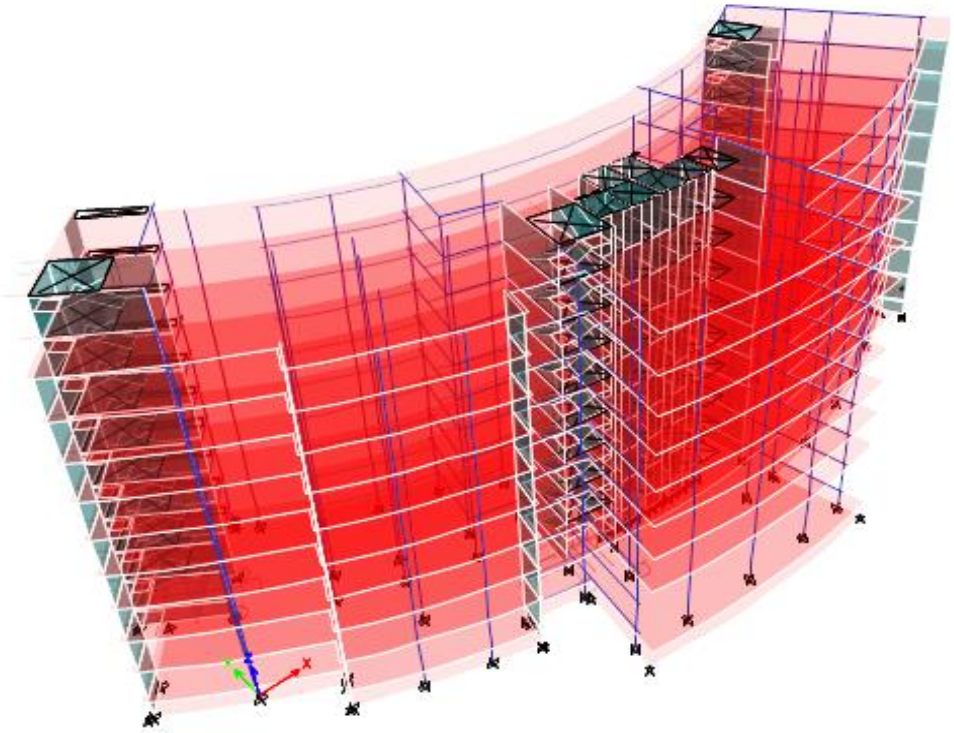
الشكل(3.3) الشكل العام للمبنى في برنامج (ETABS)



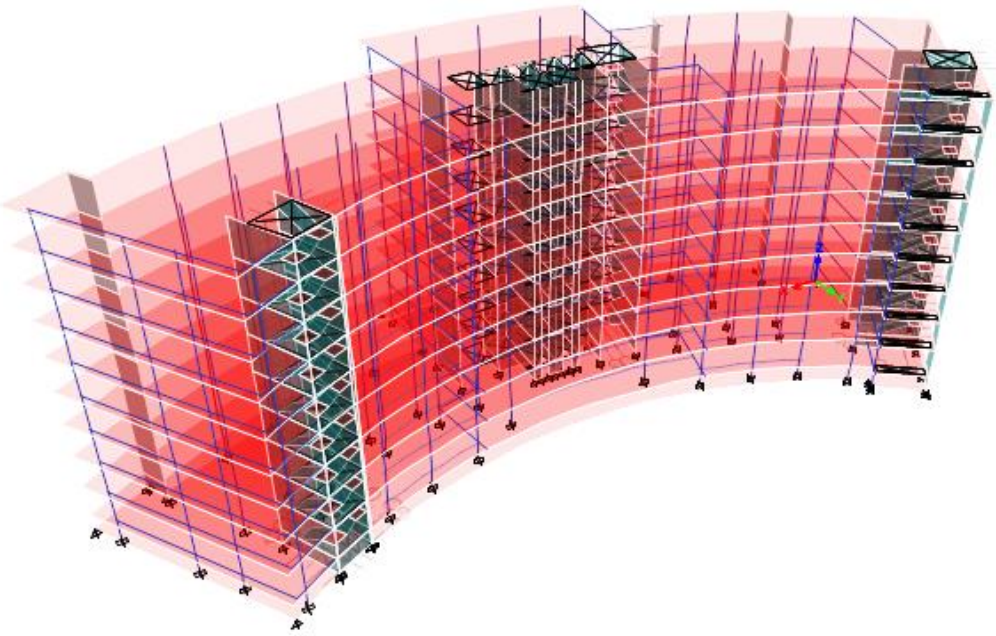
الشكل (4.3)إدخال بلاطة الطوابق(GR, 2ND, 3RD, 4TH, 5TH, 6TH, 7TH, 8TH, ROOF) في البرنامج



الشكل (5.3) إدخال بلاطة الطابق (1st) في البرنامج



الشكل(6.3) مجسم المبنى

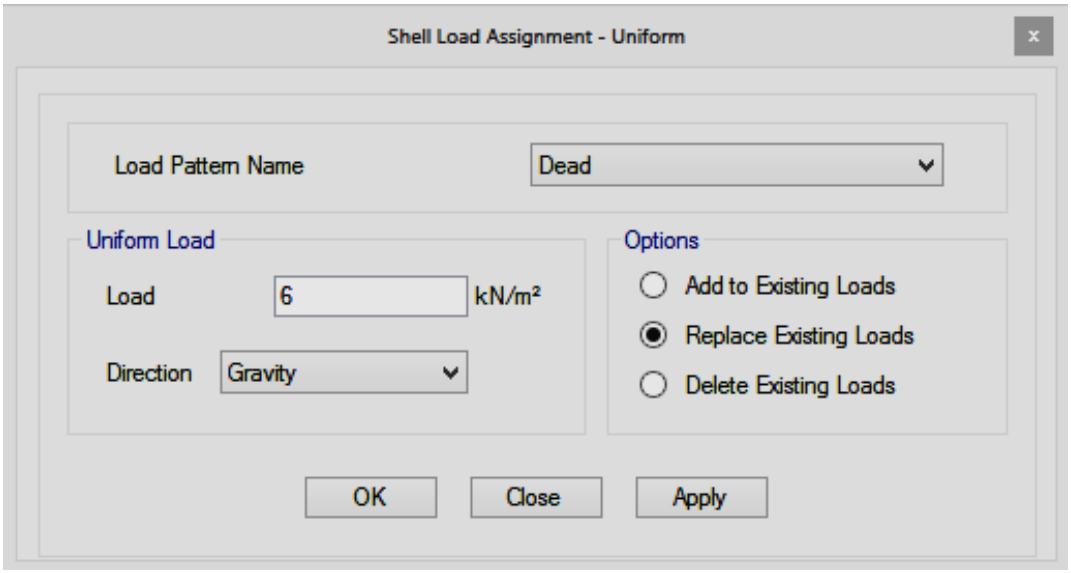


الشكل(7.3) مجسم المبنى

2.1.3.3 مدخلات الاحمال

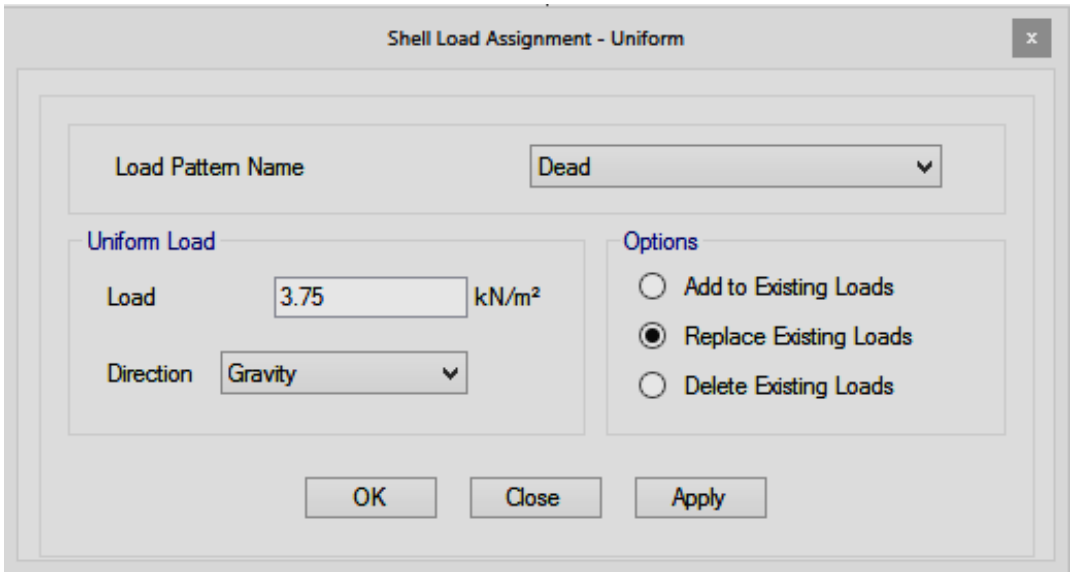
أ. مدخلات الأحمال الميتة

I. الحمل الميت على بلاطات المبنى



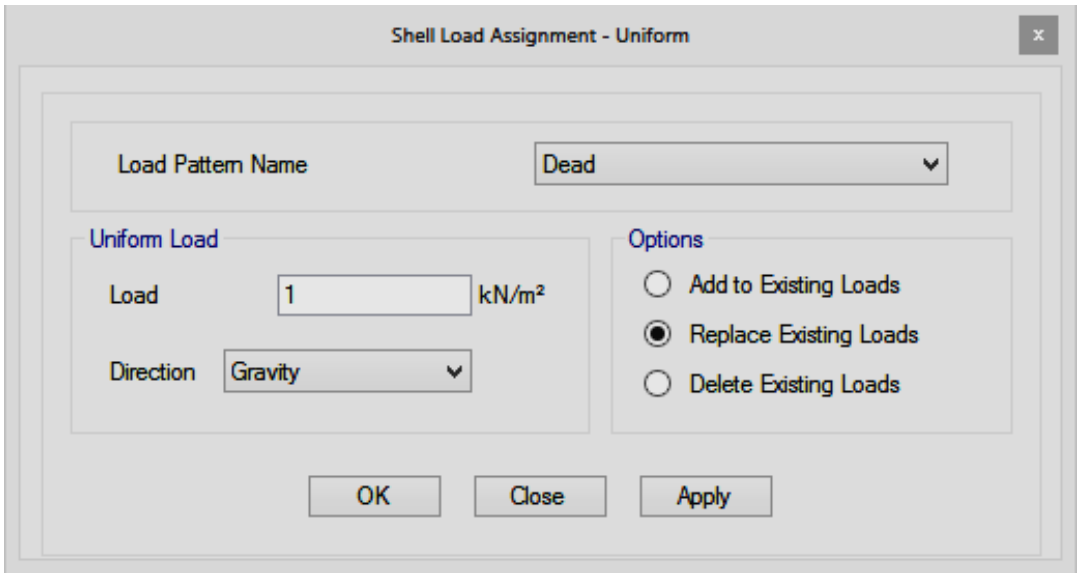
الشكل (8.3) إدخال الحمل الميت على بلاطات الطوابق

II. الحمل الميت على بلاطة السقف



الشكل(9.3)إدخال الحمل الميت على بلاطة السقف

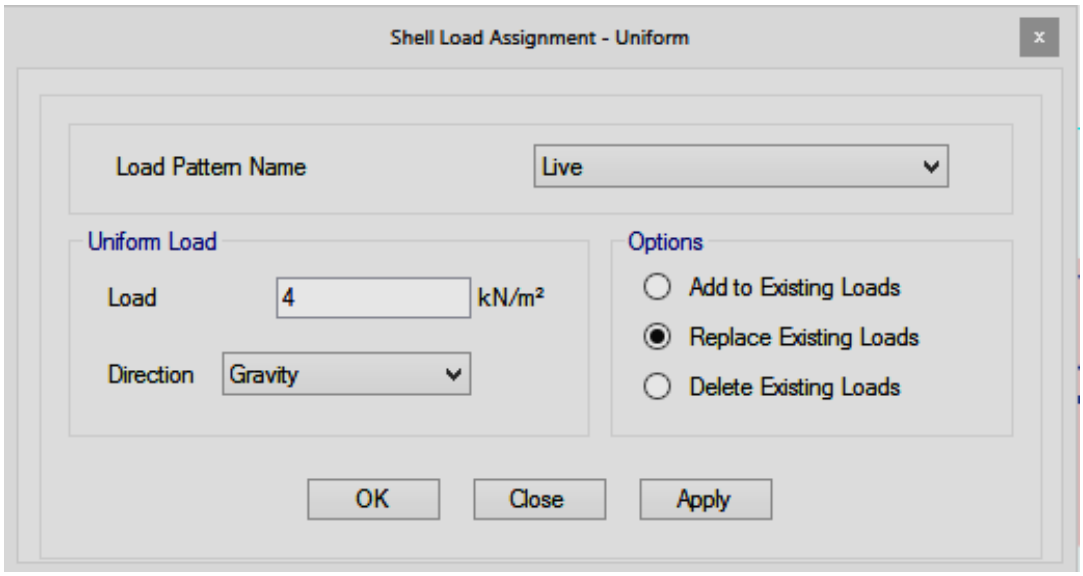
III. الحمل الميت على السلالم



الشكل(10.3) إدخال الحمل الميت على السلالم

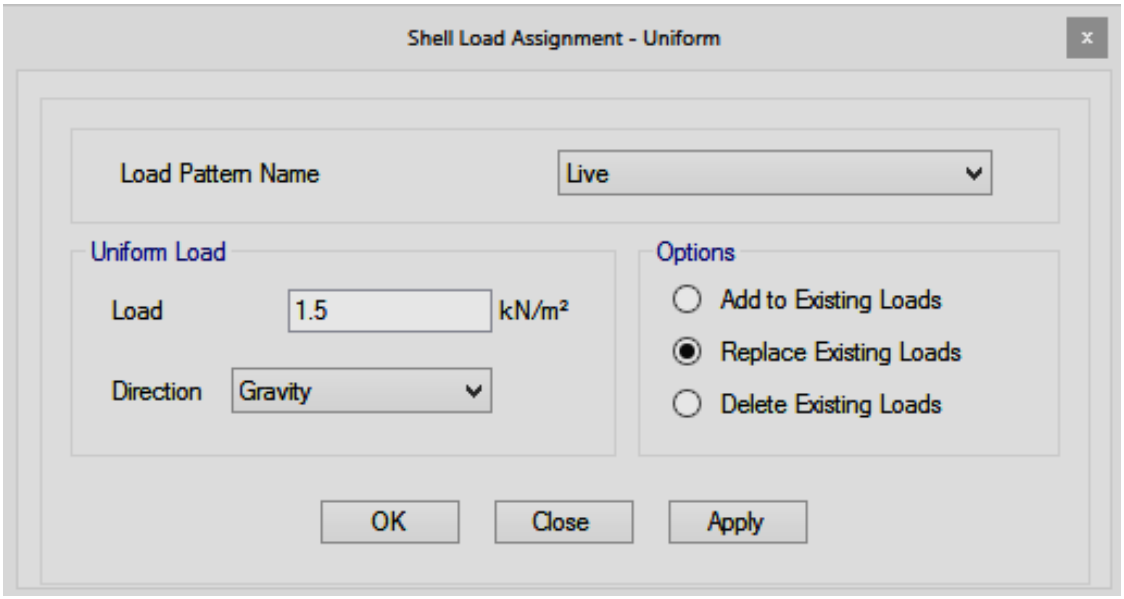
ب. مدخلات الأحمال الحية

I. الحمل الحي على بلاطات المبنى والسلالم



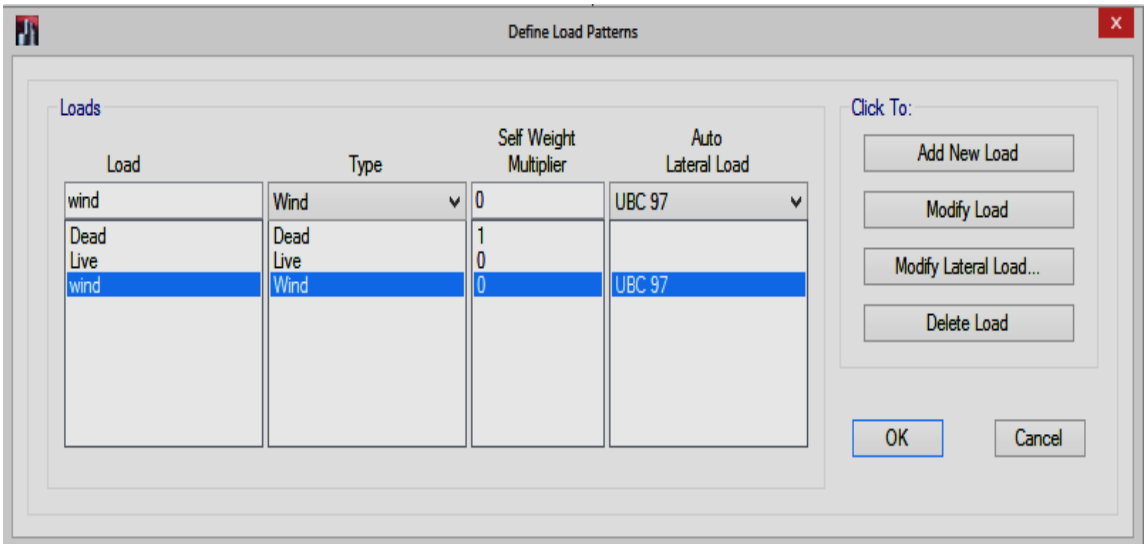
الشكل (11.3) إدخال الحمل الحي على بلاطات المبنى والسلالم

II. الحمل الحي على بلاطة السقف

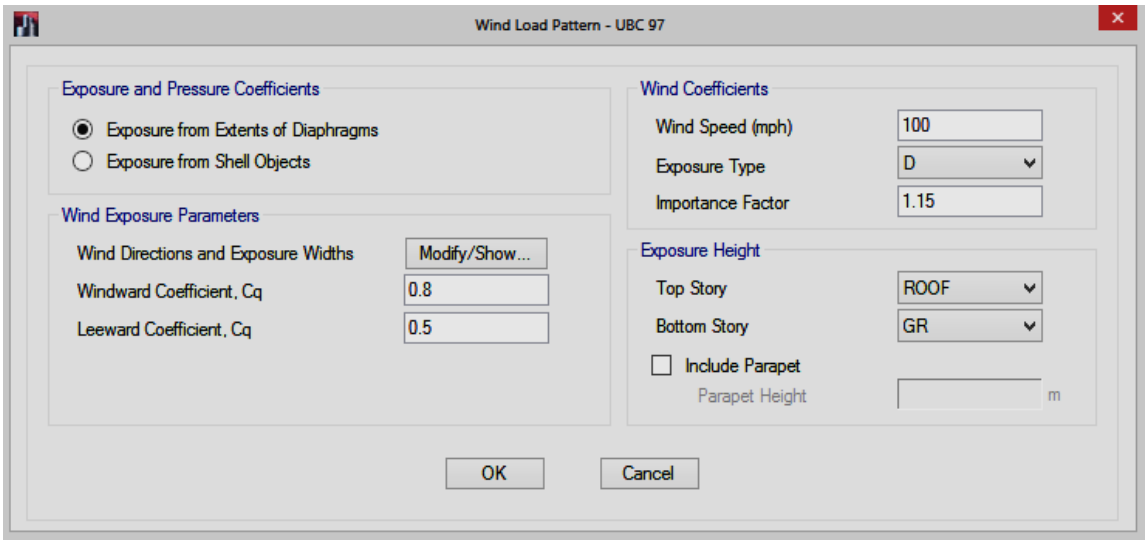


الشكل (12.3) إدخال الحمل الحي على بلاطة السقف

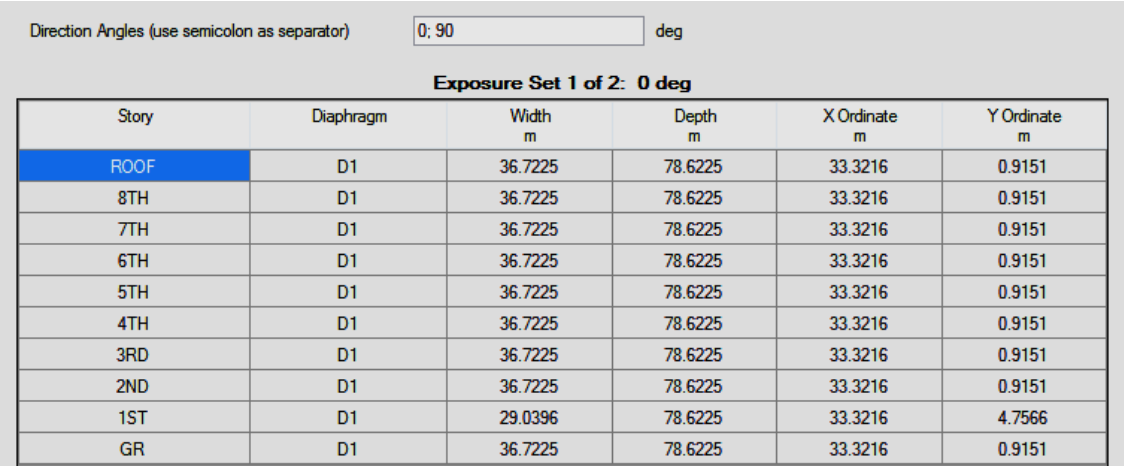
ج. مدخلات حمل الرياح



الشكل (13.3) إدخال كود حمل الرياح



الشكل (14.3) إدخال معمالات حمل الرياح



Direction Angles (use semicolon as separator) 0; 90 deg

Exposure Set 1 of 2: 0 deg

Story	Diaphragm	Width m	Depth m	X Ordinate m	Y Ordinate m
ROOF	D1	36.7225	78.6225	33.3216	0.9151
8TH	D1	36.7225	78.6225	33.3216	0.9151
7TH	D1	36.7225	78.6225	33.3216	0.9151
6TH	D1	36.7225	78.6225	33.3216	0.9151
5TH	D1	36.7225	78.6225	33.3216	0.9151
4TH	D1	36.7225	78.6225	33.3216	0.9151
3RD	D1	36.7225	78.6225	33.3216	0.9151
2ND	D1	36.7225	78.6225	33.3216	0.9151
1ST	D1	29.0396	78.6225	33.3216	4.7566
GR	D1	36.7225	78.6225	33.3216	0.9151

الشكل (15.3) زاوية الرياح (Wind 1)

Direction Angles (use semicolon as separator) 0; 90 deg

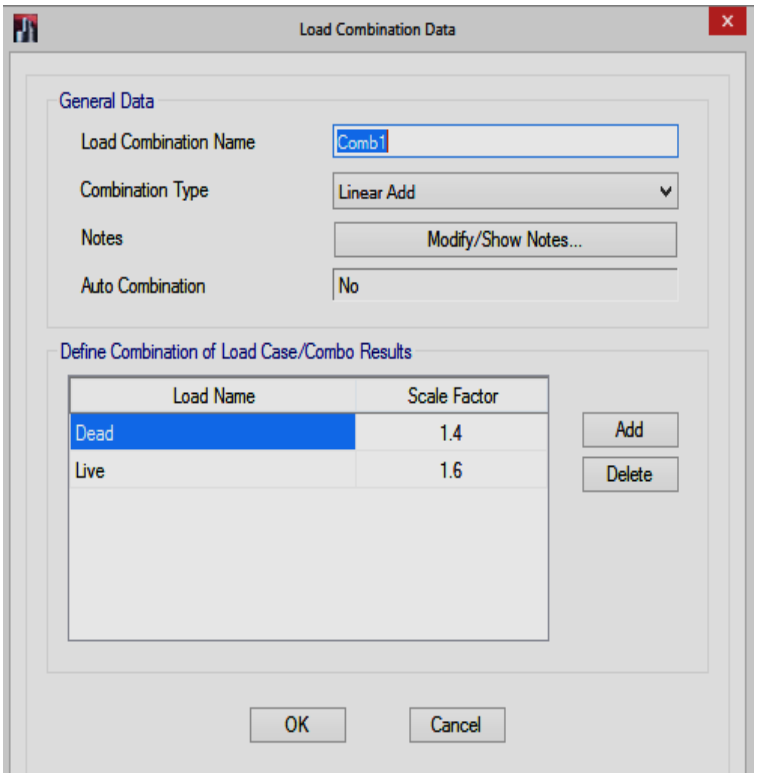
Exposure Set 2 of 2: 90 deg

Story	Diaphragm	Width m	Depth m	X Ordinate m	Y Ordinate m
ROOF	D1	78.6225	36.7225	33.3216	0.9151
8TH	D1	78.6225	36.7225	33.3216	0.9151
7TH	D1	78.6225	36.7225	33.3216	0.9151
6TH	D1	78.6225	36.7225	33.3216	0.9151
5TH	D1	78.6225	36.7225	33.3216	0.9151
4TH	D1	78.6225	36.7225	33.3216	0.9151
3RD	D1	78.6225	36.7225	33.3216	0.9151
2ND	D1	78.6225	36.7225	33.3216	0.9151
1ST	D1	78.6225	29.0396	33.3216	4.7566
GR	D1	78.6225	36.7225	33.3216	0.9151

الشكل (16.3) زاوية الرياح (Wind 2)

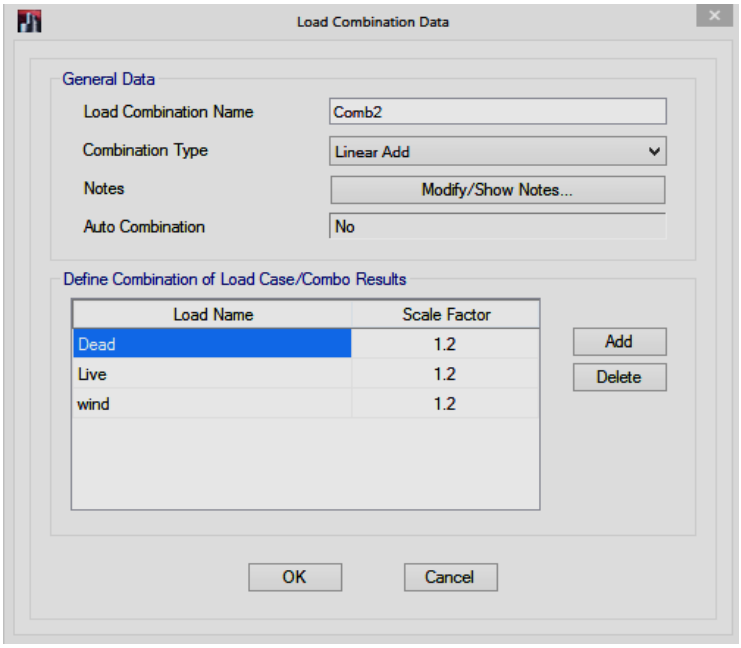
3.1.3.3 مدخلات تركيبات الأحمال

1. comb 1 = 1.4 dead load × 1.6 live load



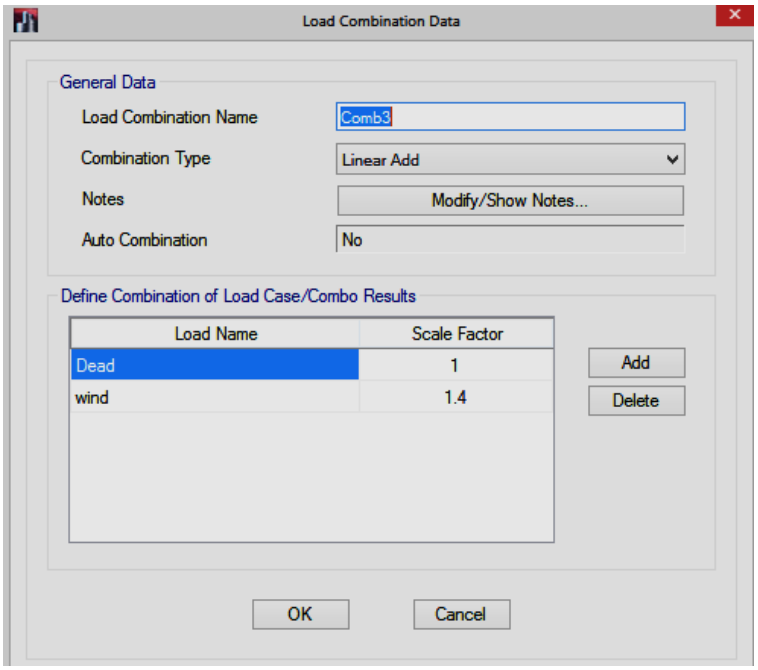
الشكل (17.3) إدخال تركيبة الأحمال الأولى (combination 1)

2 . comb 2 = 1.2 (dead load × live load×wind load)



الشكل (18.3)إدخال تركيبة الأحمال الثانية (combination 2)

3 . comb 3 = 1 dead load ×1.4 wind load



الشكل (19.3)إدخال تركيبة الأحمال الثالثة (combination 3)

2.3.3 نتائج التحليل

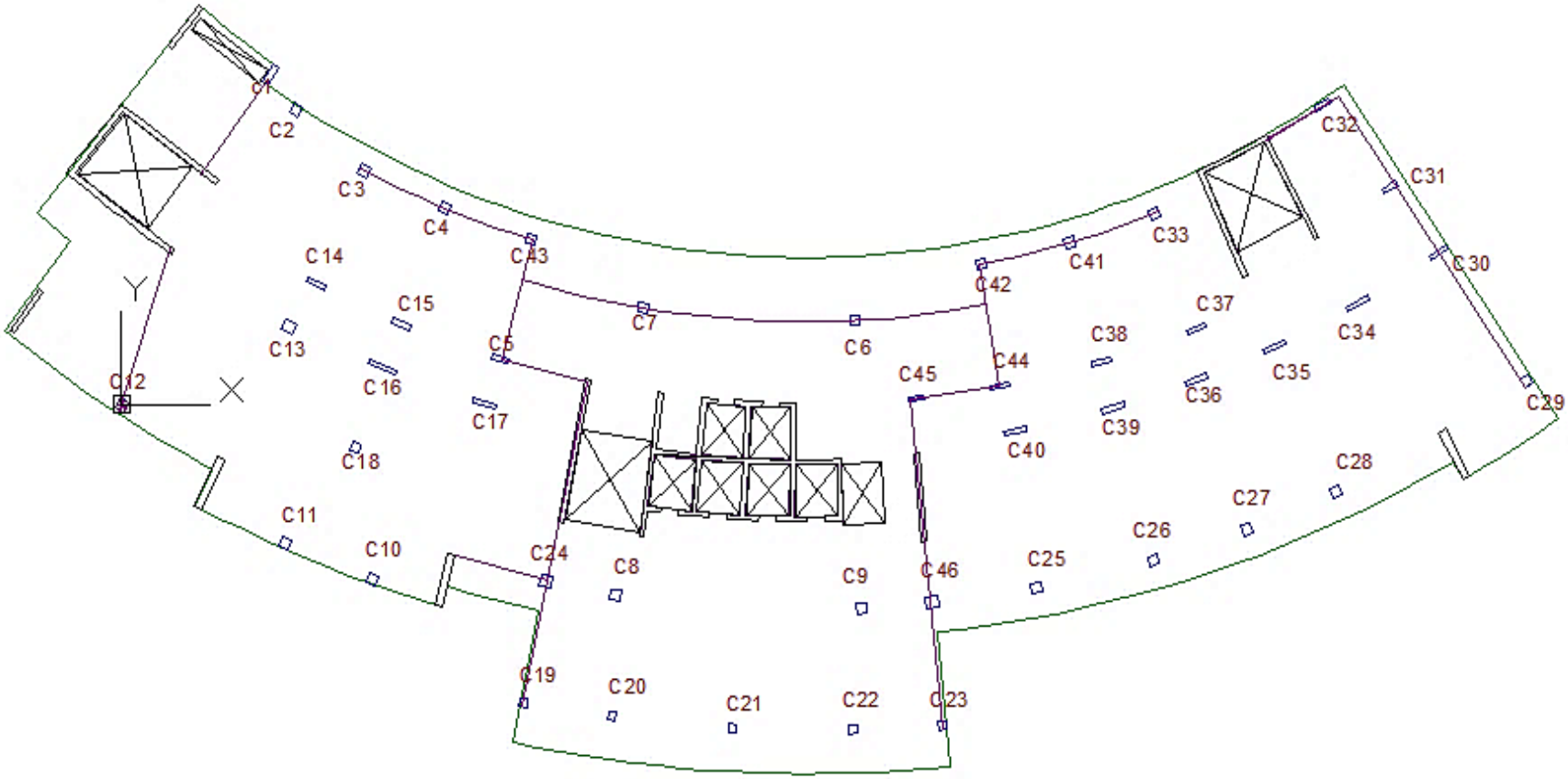
جدول(1.3): ردود أفعال الأساس:

TABLE: Base Reactions						
Load Case /Combo	**FX**	**FY**	**FZ**	**MX**	**MY**	**MZ**
	kN	kN	kN	kN-m	kN-m	kN-m
Dead	319.42	-731.96	197944.3	103177	-6321063	-809.13
Live	171.83	-413.24	56350.96	21080.7	-1794119	-310.629
wind 1	-3094	0.4312	-0.1684	-10.6078	-48524.4	3810.57
wind 2	1.0954	-6771.6	-0.5581	104594	18.2971	-225653
Comb1	722.12	-1685.9	367283.5	178176	-1172008	-1629.8
Comb2 Max	590.82	-1373.7	305154.1	274622	-9738197	3228.97
Comb2 Min	-3123.3	-9500.3	305153.7	149096	-979644	-272127
Comb3 Max	320.96	-731.36	197944	249608	-6321038	4525.67
Comb3 Min	-4012.2	-10212	197943.5	103161	-6388998	-316723

جدول(2.3): قوى الطوابق:

TABLE: Story Forces							
Story	**Load Case**	**P**	**VX**	**VY**	**T**	**MX**	**MY**
		kN	kN	kN	kN-m	kN-m	kN-m
ROOF	Dead	16450.98	635.35	-43.10	-555.74	8871.583	-525058
ROOF	Live	5632.271	245.51	-15.39	-311.82	1215.548	-179513
ROOF	wind 1	-11.8504	-122.7	-4.721	211.326	24.252	-324.44
ROOF	wind 2	19.9252	-96.11	-405.4	-13770.	1168.552	-771.49
8TH	Dead	36509.15	606.89	-169.8	-710.56	18219.41	-1166099
8TH	Live	11199.25	221.96	-84.94	-368.91	2612.821	-356897
8TH	wind 1	-24.3263	-322.3	-13.37	755.006	61.0392	-1541.41
8TH	wind 2	37.5474	-71.02	-1204	-40347.	4740.855	-1369.14
7TH	Dead	56678.31	576.90	-297.7	-1091.9	27648.61	-1810669
7TH	Live	16809.23	207.91	-156.3	-560.85	4095.845	-535683
7TH	wind 1	-65.2744	-516.3	-23.06	1264.62	183.1884	-2787.56
7TH	wind 2	10.3248	-54.60	-1999	-66773	10812.35	-491.024
6TH	Dead	76831.13	559.04	-412.5	-1949.6	37519.99	-2454497
6TH	Live	22415.17	206.26	-221.1	-1085.4	5812.638	-714246
6TH	wind 1	-79.2171	-704.1	-32.3	1793.43	230.5319	-6007.41
6TH	wind 2	-33.2565	-38.24	-2780	-92736	19263.4	870.4089
5TH	Dead	97001.09	930.76	319.06	-4286.4	47706.53	-3098806

5TH	Live	28021.79	415.43	197.75	-2376.8	7674.581	-892896
5TH	wind 1	-102.586	-877.8	-42.35	2318.74	312.4917	-9845.27
5TH	wind 2	-132.699	-20.32	-3555	-118490	30186.57	4046.899
4TH	Dead	117192.2	522.24	105.65	1392.49	55571.89	-3742560
4TH	Live	33643.54	182.92	79.222	1008.26	8280.624	-1071113
4TH	wind 1	-137.014	-1072.	-50.66	2817.35	428.8279	-14292.6
4TH	wind 2	-262.62	0.765	-4314	-143740	43464.65	8223.332
3RD	Dead	137426.6	658.56	-622.8	-1285.9	63975.66	-4388784
3RD	Live	39277.71	255.67	-358.1	-380.14	9207.571	-1250439
3RD	wind 1	-175.797	-1282	-57.36	3273.92	562.2943	-19516.9
3RD	wind 2	-418.918	26.377	-5046	-168092	59007.52	13296.86
2ND	Dead	157720.1	477.80	-589.6	-939.06	74614.48	-5036214
2ND	Live	44918.87	180.23	-325.9	-347.36	11453.76	-1429748
2ND	wind 1	-215.321	-1556	-59.5	3657.11	699.9663	-25639.2
2ND	wind 2	-599.347	59.824	-5752.	-191511	76729.7	19247.6
1ST	Dead	176274.6	430.14	-755.4	-1263.6	110765.1	-5627065
1ST	Live	49941.4	163.06	-417.6	-482.29	22366.35	-1589472
1ST	wind 1	-318.199	-1912	-49.72	4878.44	972.604	-30878.4
1ST	wind 2	-710.808	80.654	-6436	-214251	96346.51	23393.77
GR	Dead	194145.6	203.88	-735.1	-1233.9	113337.4	-6199224
GR	Live	55543.32	109.16	-411.4	-430.83	23238.57	-1768237
GR	wind 1	-250.52	-2375.	-36.42	4608.66	834.8486	-37012.4
GR	wind 2	-762.716	17.826	-6743	-224711	106610.4	25060.04



الشكل (20.3) توزيع الأعمدة في المبنى

جدول(3.3): قوى الأعمدة في الأساس:

TABLE: Column Forces							
Column	**Load Case**	**P**	**V2**	**V3**	**T**	**M2**	**M3**
		kN	kN	kN	kN-m	kN-m	kN-m
C1	Dead	-946.973	8.6717	13.4129	-0.0143	9.7073	4.1209
C1	Live	-266.075	2.8549	5.4882	-0.0095	4.8641	1.3035
C1	wind 1	-20.9908	1.674	3.2951	0.009	7.2712	1.9557
C1	wind 2	-31.69	-1.5108	8.1819	0.019	17.184	-1.8222
C2	Dead	-1454.74	-0.1047	40.5217	-0.0375	19.6916	-0.1874
C2	Live	-433.265	-0.2594	14.3188	-0.025	7.5177	-0.4133
C2	wind 1	-31.6072	5.5773	2.7754	0.0237	4.0658	8.2769
C2	wind 2	-5.753	-4.5405	6.1905	0.0499	10.2393	-6.9755
C3	Dead	-2582.30	12.039	36.2371	-0.0375	17.5823	5.075
C3	Live	-776.862	3.6372	12.7287	-0.025	6.663	1.3077
C3	wind 1	11.7041	5.2583	2.349	0.0237	3.5491	8.4223
C3	wind 2	-42.0755	-3.0698	6.3881	0.0499	11.1543	-5.566
C4	Dead	-2365.61	-8.1537	46.2186	-0.0375	21.4448	-3.2063
C4	Live	-664.644	-2.9602	16.1297	-0.025	7.8938	-1.3526
C4	wind 1	15.1769	5.2618	1.6752	0.0237	2.8937	8.6393
C4	wind 2	-48.1169	-2.9064	8.1355	0.0499	12.6644	-4.6933
C5	Dead	-2731.27	6.0633	-18.264	-0.1043	-4.7109	1.1602
C5	Live	-750.736	0.9654	-5.6699	-0.0695	-0.7978	-1.5486
C5	wind 1	23.1823	22.4952	2.39	0.0658	4.5111	45.2773
C5	wind 2	-36.437	-7.6033	13.8856	0.1387	23.7669	-14.873
C6	Dead	-7182.29	43.1571	40.3936	-0.3132	15.7765	10.1249
C6	Live	-1746.48	14.7399	15.4018	-0.2087	4.6437	3.8101
C6	wind 1	28.2743	-0.0615	27.9872	0.1977	66.4344	-1.0821
C6	wind 2	-268.28	-46.1715	3.8299	0.4166	14.4077	-111.81
C7	Dead	-6884.02	-36.765	-22.367	-0.3132	4.6888	-6.6083
C7	Live	-1663.91	-17.5587	-6.9104	-0.2087	3.7407	-4.9955
C7	wind 1	-28.9284	21.9382	5.7939	0.1977	13.0444	63.1367
C7	wind 2	-390.771	-0.0955	39.3806	0.4166	99.3818	-11.827
C8	Dead	-2889.36	-34.8225	41.4446	-0.0778	18.2943	-14.53
C8	Live	-903.308	-12.5927	14.4697	-0.0518	6.7755	-6.2236
C8	wind 1	52.4496	12.588	2.0705	0.0491	3.2574	20.4496
C8	wind 2	274.756	0.462	17.5176	0.1034	29.2525	0.8485
C9	Dead	-3337.76	-30.7128	41.6683	-0.0778	15.1929	-12.504
C9	Live	-1063.13	-10.5096	13.291	-0.0518	3.8733	-4.27
C9	wind 1	-7.6933	-0.2689	13.1985	0.0491	20.9785	-0.7224
C9	wind 2	192.448	-18.4141	3.3571	0.1034	6.4437	-31.501
C10	Dead	-1484.00	7.4828	-37.380	-0.0375	-13.838	2.1765
C10	Live	-452.479	1.9817	-12.166	-0.025	-4.0918	-0.0776

C10	wind 1	22.1443	6.8678	1.719	0.0237	2.687	10.2273
C10	wind 2	27.7077	-1.1891	7.5563	0.0499	12.7939	-1.7936
C11	Dead	-1713.68	-8.3555	-34.061	-0.0375	-12.184	-4.6238
C11	Live	-532.097	-3.4277	-11.002	-0.025	-3.4487	-2.431
C11	wind 1	-3.1183	6.7641	1.7895	0.0237	3.0458	10.0242
C11	wind 2	28.9535	-2.1297	7.1733	0.0499	12.0604	-2.8867
C12	Dead	-3110.24	10.1104	-77.784	-0.0778	-24.39	1.1307
C12	Live	-907.629	2.4678	-25.668	-0.0518	-6.7591	-1.3217
C12	wind 1	-8.6442	10.4545	3.7604	0.0491	7.468	17.8769
C12	wind 2	67.1528	-5.856	10.4585	0.1034	19.8588	-9.502
C13	Dead	-3701.22	12.1631	41.8623	-0.0778	21.0078	3.4789
C13	Live	-1188.34	3.334	15.1446	-0.0518	8.5588	0.0001
C13	wind 1	-10.3729	10.3708	3.7586	0.0491	6.7493	17.6653
C13	wind 2	31.2648	-6.0144	13.9202	0.1034	22.9304	-9.5128
C14	Dead	-2649.01	22.261	11.8191	-0.0187	0.5965	10.0982
C14	Live	-851.744	7.2171	3.0924	-0.0125	-1.4028	3.1368
C14	wind 1	-13.2798	-1.2913	14.9153	0.0118	28.7085	-1.2477
C14	wind 2	2.8861	-3.8409	-7.8598	0.0249	-15.936	-3.9764
C15	Dead	-2477.21	20.2882	-5.6074	-0.0187	-1.796	9.23
C15	Live	-783.974	6.5178	-2.6652	-0.0125	-2.027	2.8483
C15	wind 1	-0.2323	-0.773	14.4009	0.0118	29.4193	-0.9111
C15	wind 2	-0.6745	-4.7322	-6.4009	0.0249	-12.620	-4.5866
C16	Dead	-2476.95	-9.2966	14.8046	-0.0187	7.6167	-3.1807
C16	Live	-797.03	-4.0322	5.2534	-0.0125	2.8027	-2.7454
C16	wind 1	-0.7888	14.8578	0.9104	0.0118	0.9893	29.8418
C16	wind 2	13.647	-6.1039	4.5658	0.0249	4.4975	-12.003
C17	Dead	-2761.42	-1.5547	36.3758	-0.0499	17.7034	-1.135
C17	Live	-862.138	-1.3064	12.7681	-0.0333	6.4746	-1.7347
C17	wind 1	15.7955	14.6659	1.3194	0.0315	2.0887	27.1842
C17	wind 2	14.9598	-4.3276	9.4703	0.0664	12.398	-7.3579
C18	Dead	-2957.3	-4.637	14.61	-0.0154	7.39	-2.351
C18	Live	-979.213	-1.8335	5.2091	-0.0102	2.7967	-1.1072
C18	wind 1	-5.8739	3.9542	1.2625	0.0097	1.4593	4.6371
C18	wind 2	-27.0468	-1.4124	5.5997	0.0204	6.3024	-1.5708
C19	Dead	-1325.24	-24.6687	-7.7914	-0.0154	-2.9428	-11.494
C19	Live	-394.787	-8.6695	-2.5842	-0.0102	-0.8672	-4.2922
C19	wind 1	10.2781	4.0316	0.5532	0.0097	0.8283	4.9737
C19	wind 2	21.4289	0.1891	3.9039	0.0204	6.0632	0.2213
C20	Dead	-2897.44	-12.8557	-29.728	-0.0154	-12.895	-6.1603
C20	Live	-957.56	-4.6952	-9.8652	-0.0102	-4.1997	-2.4914
C20	wind 1	-4.8927	4.3526	0.5017	0.0097	0.7021	5.1469
C20	wind 2	25.1606	0.3042	5.622	0.0204	6.9939	0.526
C21	Dead	-3976.02	0.7855	-77.189	-0.0154	-34.341	-0.0048
C21	Live	-1336.88	-0.0556	-25.857	-0.0102	-11.462	-0.3926

C21	wind 1	2.1287	4.4351	0.3592	0.0097	0.4667	5.2184
C21	wind 2	32.7616	0.8635	6.1989	0.0204	7.4378	1.1804
C22	Dead	-2890.25	31.4954	15.2002	-0.0154	6.4843	13.9819
C22	Live	-957.662	10.5639	4.8345	-0.0102	1.8107	4.6856
C22	wind 1	8.8656	-0.1894	4.6121	0.0097	5.3173	-0.2167
C22	wind 2	40.2465	-6.0926	1.5939	0.0204	1.927	-7.5388
C23	Dead	-1340.02	7.3784	23.9053	-0.0154	10.3939	3.27
C23	Live	-399.452	2.7344	7.8036	-0.0102	3.1426	1.2382
C23	wind 1	-13.5606	0.0694	4.1639	0.0097	5.1226	0.008
C23	wind 2	67.227	-3.6092	1.4882	0.0204	2.1695	-6.5193
C24	Dead	-1713.29	-6.1193	-1.67	-0.0778	2.2099	-3.6245
C24	Live	-431.857	-3.0153	0.8009	-0.0518	1.8196	-2.6107
C24	wind 1	10.2966	11.4141	2.1742	0.0491	3.7804	19.8498
C24	wind 2	269.481	-0.7364	15.2279	0.1034	27.6153	-0.8176
C25	Dead	-2652.67	72.404	-11.966	-0.0778	-5.4344	28.3739
C25	Live	-829.637	24.4022	-4.7451	-0.0518	-3.0842	9.8688
C25	wind 1	-9.6952	0.8311	12.0593	0.0491	20.5343	1.0273
C25	wind 2	69.7867	-17.1655	5.1762	0.1034	10.5084	-31.839
C26	Dead	-2805.23	72.3756	11.2352	-0.0778	3.4087	29.1775
C26	Live	-885.932	24.5426	3.0585	-0.0518	-0.1478	10.3999
C26	wind 1	1.2924	1.3606	12.0955	0.0491	20.4412	2.1308
C26	wind 2	33.3373	-16.5127	7.0601	0.1034	13.5804	-31.883
C27	Dead	-2575.50	88.044	-6.5999	-0.0778	-3.5792	35.8634
C27	Live	-806.047	29.9612	-2.9649	-0.0518	-2.5522	12.8684
C27	wind 1	-2.4275	1.7175	11.8755	0.0491	20.2079	2.9927
C27	wind 2	37.2321	-17.1933	8.5122	0.1034	16.0684	-32.224
C28	Dead	-2672.53	80.9865	-10.960	-0.0778	-5.4271	33.7827
C28	Live	-838.567	27.6803	-4.4482	-0.0518	-3.2356	12.3607
C28	wind 1	-1.5246	2.2762	11.8516	0.0491	20.0005	3.9036
C28	wind 2	5.6005	-16.5926	9.5046	0.1034	18.3417	-31.931
C29	Dead	-2109.83	20.6495	25.3706	-0.0778	8.0001	11.931
C29	Live	-598.171	7.894	7.7022	-0.0518	1.0875	5.5381
C29	wind 1	-28.9884	2.8016	11.3361	0.0491	19.1686	5.6185
C29	wind 2	-60.0761	-15.414	13.1809	0.1034	23.9778	-30.814
C30	Dead	-2291.9	-30.6335	25.9745	-0.0187	3.3941	-14.227
C30	Live	-671.313	-10.1637	7.987	-0.0125	-0.7689	-4.5801
C30	wind 1	-24.8793	0.915	14.6315	0.0118	29.7994	0.9962
C30	wind 2	-22.6771	-5.178	15.9956	0.0249	36.6931	-5.4716
C31	Dead	-1523.09	8.8736	10.9067	-0.0143	3.3622	4.6363
C31	Live	-434.810	3.2174	3.3453	-0.0095	0.3821	1.7842
C31	wind 1	-47.8628	0.8665	9.6461	0.009	16.6324	0.7877
C31	wind 2	-3.7083	-4.2647	8.486	0.019	17.6258	-4.5191
C32	Dead	-1002.58	-18.719	-3.057	-0.0143	-0.0067	-8.6211
C32	Live	-250.413	-6.23	-1.2514	-0.0095	-0.4731	-2.7592

C32	wind 1	-48.0606	0.2616	8.1862	0.009	15.7283	0.505
C32	wind 2	-218.007	-3.775	7.5433	0.019	16.3385	-4.2673
C33	Dead	-1664.44	-20.9908	8.8375	-0.0375	4.3205	-7.7939
C33	Live	-466.945	-6.9054	3.0853	-0.025	1.3548	-2.2163
C33	wind 1	29.1809	1.2255	5.6582	0.0237	9.1893	1.7113
C33	wind 2	-54.5542	-9.1824	3.3724	0.0499	6.2826	-16.205
C34	Dead	-3289.86	3.7075	-42.064	-0.0499	-17.577	1.6209
C34	Live	-1058.19	1.9261	-13.757	-0.0333	-5.3446	2.0456
C34	wind 1	-33.7932	-15.1249	2.0725	0.0315	2.4211	-27.315
C34	wind 2	146.821	-13.4779	-11.412	0.0664	-15.122	-28.094
C35	Dead	-3130.0	6.0692	-45.667	-0.0499	-19.460	1.9382
C35	Live	-1014.17	2.7267	-15.019	-0.0333	-6.0654	2.0371
C35	wind 1	-10.9061	-15.3775	1.5588	0.0315	1.8937	-27.827
C35	wind 2	185.500	-12.1587	-11.6	0.0664	-15.301	-24.433
C36	Dead	-3081.28	-9.7423	-46.323	-0.0499	-19.961	-12.713
C36	Live	-990. 38	-4.1629	-15.380	-0.0333	-6.3636	-5.7391
C36	wind 1	2.4319	-15.4464	1.0047	0.0315	1.3722	-28.039
C36	wind 2	61.3426	-10.4756	-10.791	0.0664	-14.952	-20.929
C37	Dead	-1705.84	15.9454	5.1636	-0.0187	1.6501	7.9096
C37	Live	-534.119	5.5177	1.1324	-0.0125	-0.7027	2.8193
C37	wind 1	14.1081	0.3012	15.7574	0.0118	31.1373	0.4515
C37	wind 2	130.086	-6.476	11.8417	0.0249	24.0696	-6.1897
C38	Dead	-2261.33	24.2395	1.9747	-0.0187	1.3967	11.7951
C38	Live	-709.429	8.1947	0.1483	-0.0125	-0.6593	4.0487
C38	wind 1	1.8299	0.4063	15.9766	0.0118	31.5577	0.3889
C38	wind 2	-1.9249	-5.6595	8.245	0.0249	18.7119	-5.7944
C39	Dead	-3382.41	-6.343	-51.101	-0.0499	-22.409	-2.1824
C39	Live	-1090.96	-1.5304	-17.067	-0.0333	-7.2833	0.4725
C39	wind 1	0.0805	-15.4225	0.7764	0.0315	1.0052	-28.377
C39	wind 2	39.961	-8.4195	-10.593	0.0664	-14.826	-17.455
C40	Dead	-3041.90	15.1074	-36.241	-0.0499	-16.046	4.0108
C40	Live	-956.410	5.7118	-12.209	-0.0333	-5.2808	2.5032
C40	wind 1	-13.4284	-15.9046	0.3588	0.0315	0.4592	-28.692
C40	wind 2	30.3978	-6.3568	-10.349	0.0664	-14.621	-13.179
C41	Dead	-2239.77	-39.8417	5.1121	-0.0375	2.8317	-16.093
C41	Live	-619.371	-13.3531	1.7927	-0.025	0.8641	-5.1474
C41	wind 1	-10.275	0.4915	3.4987	0.0237	8.3723	0.9814
C41	wind 2	-59.4772	-9.8866	1.6453	0.0499	4.4324	-16.466
C42	Dead	-3749.40	-5.3811	-12.235	-0.1921	-3.9282	-7.9403
C42	Live	-912.813	-1.2431	-4.7182	-0.128	-1.064	-1.6036
C42	wind 1	28.5855	-31.9741	1.2538	0.1212	1.6404	-72.526
C42	wind 2	-236.431	-9.6348	-21.936	0.2555	-50.431	-26.478
C43	Dead	-3817.17	-13.318	13.9428	-0.1921	11.0884	1.4259
C43	Live	-938.142	-5.1249	6.3708	-0.128	5.5415	-1.0286

C43	wind 1	-25.8481	30.7438	4.0985	0.1212	7.7031	69.1105
C43	wind 2	-183.459	-10.2998	18.4081	0.2555	41.6495	-26.181
C44	Dead	-2769.75	18.0242	-10.985	-0.1043	-4.0497	5.5896
C44	Live	-758.563	6.3209	-3.858	-0.0695	-1.8564	2.7502
C44	wind 1	-23.4655	1.1925	9.5558	0.0658	17.004	2.1823
C44	wind 2	60.5613	-35.8009	3.6339	0.1387	7.1041	-79.438
C45	Dead	-2218.22	-5.5164	4.4917	-0.1043	2.4699	-1.9043
C45	Live	-576.696	-2.2002	1.152	-0.0695	0.2715	-0.3703
C45	wind 1	-9.1447	0.2138	11.1822	0.0658	17.6994	-0.1512
C45	wind 2	-271.319	-37.2601	3.2145	0.1387	5.2841	-78.704
C46	Dead	-1857.15	-5.4792	-2.1393	-0.0778	-1.6383	-2.3217
C46	Live	-527.307	-2.2483	-1.4132	-0.0518	-1.7803	-0.8177
C46	wind 1	-22.1464	0.1905	12.5055	0.0491	20.7309	0.0866
C46	wind 2	335.915	-14.5809	4.4405	0.1034	8.3489	-30.364

جدول(4.3): قوى حوائط القص في الأساس:

TABLE: Pier Forces							
Pier	**Load Case**	**P**	**V2**	**V3**	**T**	**M2**	**M3**
		kN	kN	kN	kN-m	kN-m	kN-m
P1	Dead	-12869.6	-482.33	200.148	-431.71	680.6104	4795.04
P1	Live	-4010.99	-227.583	99.286	-225.47	1097.248	1119.36
P1	wind 1	107.367	766.2323	154.684	-345.42	2197.036	7634.64
P1	wind 2	-56.5205	-554.184	287.131	-698.39	4543.947	-7425.29
P2	Dead	-9732.32	8.6213	-0.9136	-55.814	788.5259	3465.34
P2	Live	-2574.68	36.6971	-5.4989	-18.883	83.8595	1748.86
P2	wind 1	16.2914	181.2563	267.218	-622.86	3423.106	1783.42
P2	wind 2	-448.407	-1129.26	266.471	-504.36	4243.38	-14206.5
P3	Dead	-1554.23	72.7933	41.7812	-15.508	21.2431	139.594
P3	Live	-403.09	36.8083	14.4969	-5.4493	7.5932	83.2534
P3	wind 1	-3.8634	49.3256	-4.1756	0.0134	-5.6692	175.392
P3	wind 2	-134.779	93.3452	5.2165	-1.5154	6.5309	321.047
P4	Dead	-2436	13.8297	95.4846	21.9223	48.7623	177.901
P4	Live	-681.167	16.2374	32.8037	7.3329	17.1974	94.2891
P4	wind 1	38.5564	48.2832	-5.5288	-0.5887	-6.8727	171.495
P4	wind 2	36.4465	97.6769	3.2486	-0.4399	4.4518	341.905
P5	Dead	-4629.88	-38.3042	35.6162	-4.1692	21.1126	302.757
P5	Live	-1331.16	3.0944	13.9062	-1.3401	9.7984	147.384
P5	wind 1	25.6045	62.5575	-19.5759	-1.798	-29.1269	235.130
P5	wind 2	54.0697	205.6303	8.261	0.8104	11.5677	776.583
P6	Dead	-4176.20	-30.4718	-39.1892	-30.642	-17.3559	214.614

P6	Live	-1131.47	1.0543	-11.4405	-10.219	-3.4615	100.307
P6	wind 1	41.688	42.8049	-19.4734	-0.5938	-30.2227	162.448
P6	wind 2	158.935	238.9564	3.4303	1.6834	4.2611	924.293
P7	Dead	-4508.25	136.4395	-30.257	-12.483	-17.3425	65.3389
P7	Live	-1314.62	55.4683	-11.6599	-4.1044	-8.2569	69.3046
P7	wind 1	4.6347	49.0191	20.2323	-2.1169	30.4867	168.312
P7	wind 2	134.711	-276.451	20.9057	-2.5841	33.5253	-1140.13
P8	Dead	-5260.56	-37.6717	-68.1041	-29.192	-34.0896	119.084
P8	Live	-1478.65	-14.3743	-23.6097	-9.8955	-12.1992	65.9549
P8	wind 1	-76.1558	-0.7171	15.6227	-0.4512	16.0605	-16.9888
P8	wind 2	17.9011	-367.649	4.6736	-1.2771	5.2317	-2342.61
P9	Dead	-6180.31	140.2521	-104.235	113.065	-51.8411	207.538
P9	Live	-1640.86	71.0439	-34.2341	37.8576	-16.4008	141.522
P9	wind 1	103.596	92.0927	-21.7348	-4.6422	-23.9348	866.635
P9	wind 2	-91.7582	635.5778	2.618	7.1354	2.844	7018.32
P10	Dead	-19107.4	-53.7204	292.83	-446.30	-2519.98	4750.21
P10	Live	-4406.44	-46.9664	157.287	-233.44	-724.940	885.346
P10	wind 1	177.422	551.3885	183.117	-182.12	1429.777	19492.7
P10	wind 2	807.97	100.4494	2609.34	-689.29	34317.5	-711.328

الباب الرابع

التصميم الإنشائي

(Structural design)

الباب الرابع

التصميم الإنشائي

(Structural design)

1.4 التصميم الإنشائي بإستخدام برنامج (ETABS)

تم التصميم بواسطة برنامج (ETABS) بإستخدام الكود البريطاني(BS:8110-1:1997).

أُختير العمود الطرفي (C3) للتصميم, نسبة لأن أحماله هي الأكبر نسبياً للأعمده الطرفيه, وبالمثل تم إختيار العمود الوسطي (C36),والعمود الركني (C12).

1.1.4 نتائج التصميم

نتائج العمود الطرفي (C3) في مستوي طابق ال(GR):

ETABS 2013 Concrete Frame Design

BS 8110-97 Column Section Design(Envelope)

Column Element Details

Level	Element	Section ID	Length (mm)	LLRF
GR	C3	C2	1500	0.415

Section Properties

b (mm)	h (mm)	dc (mm)	Cover (Torsion) (mm)
500	500	60	30

Material Properties

E_c (MPa)	f_{cu} (MPa)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (MPa)	f_{yv} (MPa)
24855.58	27.58	1	413.69	413.69

Design Code Parameters

E_c (MPa)	f_{cu} (MPa)	Lt.Wt Factor (Unitless)
24855.58	27.58	1

Longitudinal Reinforcement Design for N - M_2 - M_3 Interaction

Column End	Rebar Area mm²	Rebar %
Top	6977	2.79
Bottom	6808	2.72

Design Axial Force & Biaxial Moment for N - M_2 - M_3 Interaction

Column End	Design N kN	Design M_2 kN-m	Design M_3 kN-m	Station Loc mm	Controlling Combo
Top	4845.838	-82.2737	-96.9168	1500	Comb1
Bottom	4858.2087	40.6789	97.1642	0	Comb1

Shear Reinforcement for Major Shear, V_2

Column End	Rebar $A_{sv/s}$ mm²/m	Design V kN	Station Loc mm	Controlling Combo
Top	555.97	19.4006	1500	Comb3
Bottom	555.97	19.4006	0	Comb3

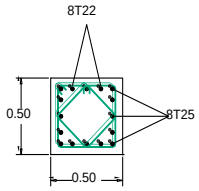
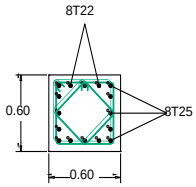
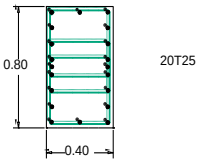
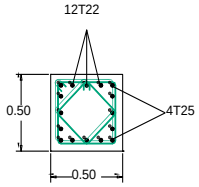
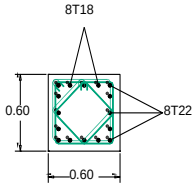
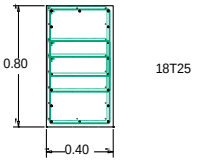
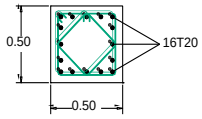
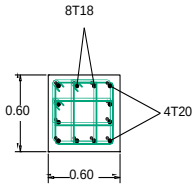
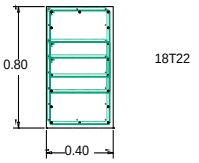
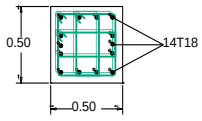
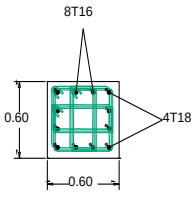
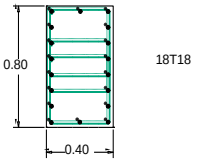
Shear Reinforcement for Minor Shear, V_3

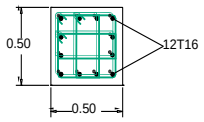
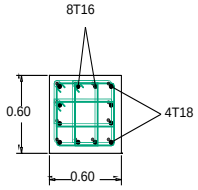
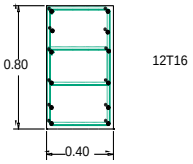
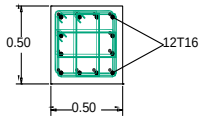
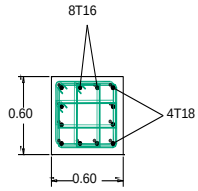
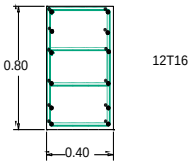
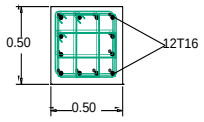
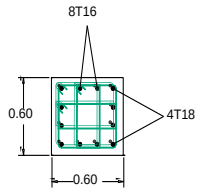
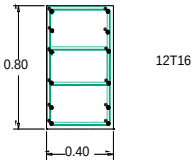
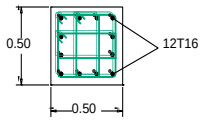
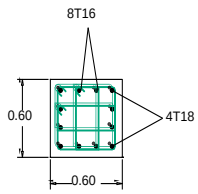
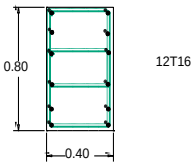
Column End	Rebar $A_{sv/s}$ mm²/m	Design V kN	Station Loc mm	Controlling Combo
Top	555.97	45.1804	1500	Comb3
Bottom	555.97	45.1804	0	Comb3

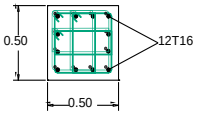
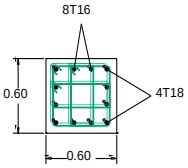
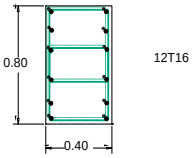
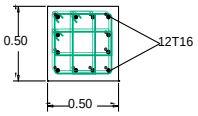
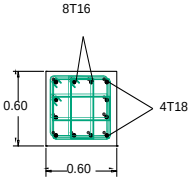
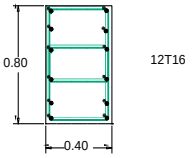
وبالمثل تم إستخراج نتائج التصميم لبقية الأعمدة وعمل التفاصيل الإنشائية لها.

2.4 التفصيلات الإنشائية للأعمدة

جدول:(1.4): التفصيلات الأنشائية للأعمدة:

	COLUMN C3	COLUMN C12	COLUMN C36
SHORT COLUMN			
AT GROUND FLOOR			
AT FIRST FLOOR			
AT SECOND FLOOR			

AT THIRD FLOOR			
AT FOURTH FLOOR			
AT FIFTH FLOOR			
AT SIXTH FLOOR			

AT SEVENTH FLOOR			
AT ROOF			
STIRRUPS	R8 @ 150 mmC/C	R8 @ 150 mmC/C	R8 @ 100 mmC/C

3.4 التصميم الإنشائي للخازوق

أُختير العمود (C36) لتصميم الخازوق المحمل عليه نسبة لأن الأحمال الواقعة علية هي الأكبر نسبياً.

- **Unfactored column loads:**

جدول:(2.4): أحمال العمود (C36) :

	Dead	Live	Wind 1	Wind 2
Vertical load ,P (kN)	3081.28	990.38	-2.43	-61.34
Horizontal Shear, H_x (KN)	46.32	15.38	-1.005	10.79
Horizontal Shear ,H_y (KN)	9.74	4.16	15.45	10.48
Moment ,M_x (KN.m)	12.71	5.74	28.04	20.93
Moment ,M_y (KN.m)	19.96	6.36	-1.37	14.95

Column section :

h = 0.8 m

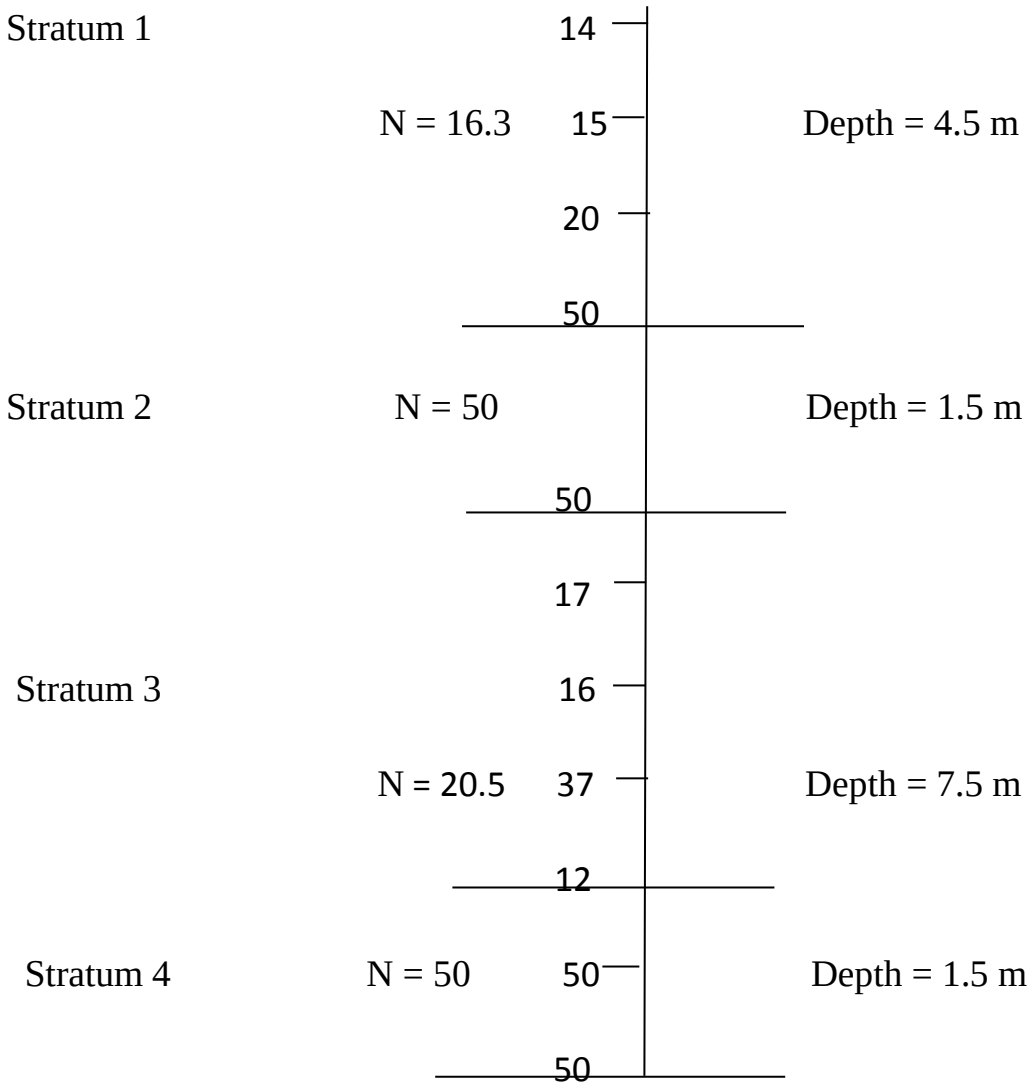
B = 0.4 m

Pile section:

D_P= 0.45 m

Pile depth = 15 m

- **Average SPT (N) and thickness of layers :**



الملحق(4)

الشكل (1.4) سمك ورقم الSPT لطبقات التربة

- **Capacity of pile:**

1. Vertical capacity of pile:

$P_U = P_{PU} + \sum Psi - W$ (S.S. Ray)

- End- bearing resistance of pile :

$P_{PU} = A_P (38N) [\frac{Lp}{B}] \leq 380 N A_P$ (S.S. Ray)

$A_P = \frac{\pi Dp^2}{4} = \frac{\pi * 0.21}{4} = 0.159 \ m^2$

N = 50

$P_{PU} = 0.159 * 38 * 50 * \frac{15}{0.45} = 10070$ KN

$P_{PU} \leq 380 N A_P$

$10070 \leq 380 * 50 * 0.159 = 3021$ KN

$P_{PU} = 3021$ KN

- Skin friction resistance of pile:

$\sum P_{si} = \sum A_S F_S$ (S.S. Ray)

Stratum 1:

A_{Si} = perimeter * depth of stratum

$F_S = N$

$P_{S1} = A_{S1} * F_{S1}$

$A_{S1} = \pi * 0.45 * 4.5 = 6.36 \ m^2$

$Fs_1 = 16.3 \ KN/m^2$

$P_{S1} = 6.36*16.3 = 103.67$ KN

Stratum 2:

$A_{S2} = \pi * 0.45 * 1.5 = 2.12\ m^2$

$Fs_2 = 50\ KN/m^2$

$P_{S2} = 2.12*50 = 106\ KN$

Stratum 3:

$A_{S3} = \pi * 0.45 * 7.5 = 10.6\ m^2$

$Fs_3 = 20.5\ KN/m^2$

$P_{S3} = 10.6* 20.5 = 217.3\ KN$

Stratum 4:

$A_{S4} = \pi * 0.45 * 1.5 = 2.12\ m^2$

$Fs_4 = 50\ KN/m^2$

$PS4 = 2.12*50 = 106\ KN$

$\sum P_{Si} = 103.67 + 106 + 217.3 + 106 = 533\ KN$

- Weight of pile :

$W = \gamma * A * h = 24 * 0.159 * 15 = 57.24\ KN$

P_U = 3021 + 533 – 57.24 = 3496.8 KN

Allowable working load on pile :

$C_V = \frac{Pu}{F.s} = \frac{3496.8}{2.5}$ = 1398.7 KN

2. Horizontal Capacity of pile :

Spring stiffness = S B K_S (S.S. Ray)

S = 0.5 m

B = 0.45 m

Ks B = 1.3 * $[\frac{Es*B}{Et*It}]^{1/2}$ $[\frac{Es}{1-\mu^2}]$ (S.S. Ray)

E_t = 28 * 10^6 KN/m^2

μ = 0.35

$I_t = \frac{\pi}{64}(0.45)^2$ = 2.01 * 10^{-3} m^4

E_{Si} = 650 N_i (S.S. Ray)

Stratum 1:

E_{S1} = 650 * 16.3 = 10595 KN/m^2

Ks_1 B = 10465.6 KN/m^2

Ks_1 = 23257 KN/m^3

Spring stiffness = 0.5*0.45*23257 = 5232.8 KN/m

Stratum 2:

E_{S2} = 650 * 50 = 32500 KN/m^2

Ks_2 B = 35246.1 KN/m^2

Ks_2 = 78324.7 KN/m^3

Spring stiffness = 0.5 * 0.45 * 78324.7 = 17623.1 KN/m

Stratum 3:

E_{S3} = 650 * 27.3 = 13325 KN/m^2

Ks_3 B = 13246.1 KN/m^2

Ks_3 = 29813.6 KN/m^3

Spring stiffness = 0.5 * 0.45 * 29813.6 = 6708.1 KN/m

Stratum 4:

E_{S4} = 650 * 50 = 32500 KN/m^2

Ks_4 B = 35246.1 KN/m^2

Ks_4 = 78324.7 KN/m^3

Spring stiffness = 0.5 * 0.45 * 78324.7 = 17623.1 KN/m

Using a computer program, applying a unit load at top of pile, and assuming a full fixity of pile with pile cap Gives:

Maximum moment = 1.35 KN.m/ KN

Pile top deflection = 0.07 mm / KN

Single pile horizontal stiffness = $\frac{1000}{0.07}$ = 14285.7 KN

Assume maximum allowable horizontal displacement of pile cap is 5 mm.

Maximum horizontal load to limit deflection to 5 mm :

C_H = K * deflection = 14285.7 * 0.005 = 71.4 KN

- **NO. Of. Piles:**

➢ Minimum number of piles to resist the vertical load (R_{iv}) :

Maximum vertical load on pile cap

P = 3081.28 + 990.38 = 4071.66 KN

$R_{iv} = \frac{P}{Cv}$ (S.S. Ray)

$R_{iv} = \frac{4071.66}{1398.7} = 2.9$

➢ Minimum number of piles to resist the horizontal load (R_{iH}) :

Maximum horizontal load on pile cap

H = 46.32 + 15.38 – 1+ 10.79 = 72.5 KN

$R_{Hi} = \frac{H}{CH} = \frac{72.7}{71.4} = 1.02$ (S.S. Ray)

No. Of. Piles = 1.1 * R_{iv}

= 1.1 * 2.9 = 3.19

Use 4 No. Of. 450 mm diameter pile.

- **Size of piles cap:-**

Diameter of pile (B) = 0.45 m

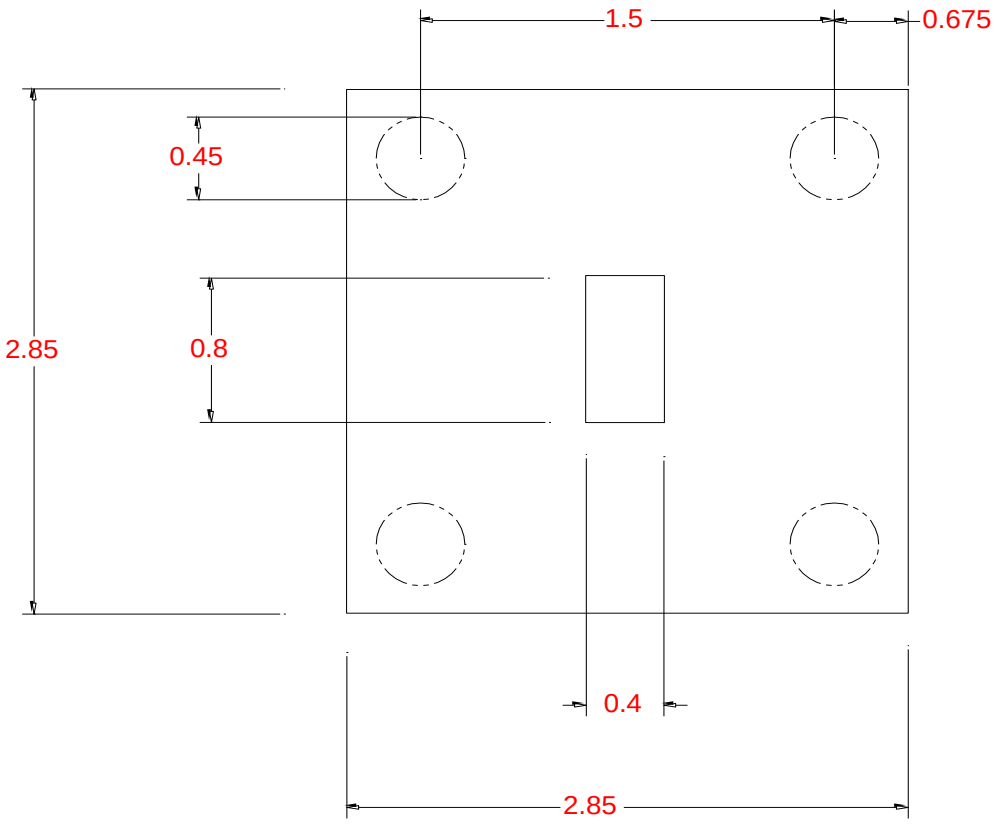
1.5 * B = 0.675 m

Allow 0.7 m from center of pile to edge of pile cap , and assume 0.7 m depth of pile cap.

Spacing of piles $\geq$ 3B = 3 * 0.45 = 1.34

Assumed = 1.5 m

Size of pile cap = 2.85 * 2.85 * 0.7



الشكل (2.4) : أبعاد غطاء الخازوق (pile cap)

- **Load Compotations:**

Lc_1 = 1 D.L + 1 L.L

Lc_2 = 1 D.L + 1 W.L

Lc_3 = 1 D.L + 1 L.L + 1 W.L

Lc_4 = 1 L.L + 1 W.L

Lc_5 = 1.4 D.L + 1.6 L.L

Lc_6 = 1.2 (D.L + L.L + W.L)

Lc_7 = 1.4 D.L + 1.4 W.L

- **Loads on pile cap :**

Weight on pile cap :

W = weight of pile cap + weight of back fill on pile cap + weight of surcharge on back fill .

W = (2.85 * 2.85 * 0.7) + (20 * 2.85 * 20 * 0.8) + 4 = 298.9 KN

جدول (3.4):الأحمال على غطاء الخازوق (pile cap):

Load com.	N	M_x	M_y	H_x	H_y	e_x	e_y	e_{hx}	e_{hy}	h	P	M_x^*	M_y^*	M_{xx}	M_{yy}
Lc_1	4071.7	18.45	26.32	61.7	13.9	0	0	0	0	0.7	4370.6	0	0	28.18	69.51
Lc_3	4069.2	46.49	24.95	60.7	29.35	0	0	0	0	0.7	4368.13	0	0	67.04	67.44
Lc_3	4010.3	39.38	41.27	72.5	24.38	0	0	0	0	0.7	4309.22	0	0	56.45	92.02
Lc_4	987.95	33.78	4.99	14.38	19.61	0	0	0	0	0.7	1286.85	0	0	47.51	15.06
Lc_4	929.04	26.78	21.31	26.17	14.64	0	0	0	0	0.7	1227.94	0	0	37.01	39.63
Lc_5	5898.4	26.98	38.12	89.46	20.29	0	0	0	0	0.7	6197.3	0	0	41.18	81.96
Lc_6	4883.1	55.8	29.94	72.84	35.22	0	0	0	0	0.7	5182	0	0	80.5	80.5
Lc_6	4812.4	47.3	37.5	87	29.26	0	0	0	0	0.7	5111.3	0	0	67.8	98.9
Lc_7	4317.2	57.1	26	63.45	35.3	0	0	0	0	0.7	4616.1	0	0	81.81	70.42
Lc_7	4227.9	47.1	48.9	80	28.3	0	0	0	0	0.7	4526.8	0	0	66.91	184.9

$$P = W + N$$

$$M_{xx} = M_x + Ne_y + H_yH + M_x^*$$

$$M_{yy} = M_y + Ne_x + H_xH + M_y^*$$

جدول (4.4): جدول الأحمال على الخازوق (pile):

Load com.	Q_{max}	Q_{min}	H	M_p	δ
Lc_1	1060.1	1125.2	15.8	21.33	1.11
Lc_3	1047.2	1136.9	16.9	22.82	1.18
Lc_3	1048.8	1105.8	19.1	25.8	1.34
Lc_4	300.9	342.6	6.1	8.24	0.43
Lc_4	281.4	332.5	7.5	10.12	0.53
Lc_5	1508.3	1590.4	22.9	30.92	1.6
Lc_6	1241.8	1349.2	20.2	27.3	1.41
Lc_6	1222.3	1333.4	22.9	30.92	1.6
Lc_7	1103.3	1204.8	18.7	24.6	1.27
Lc_7	1047.8	1215.6	21.2	28.62	1.48

$$Q_{max} = \frac{P}{R} + M_{xx} * \frac{y}{Ixx} + M_{yy} * \frac{x}{Iyy}$$

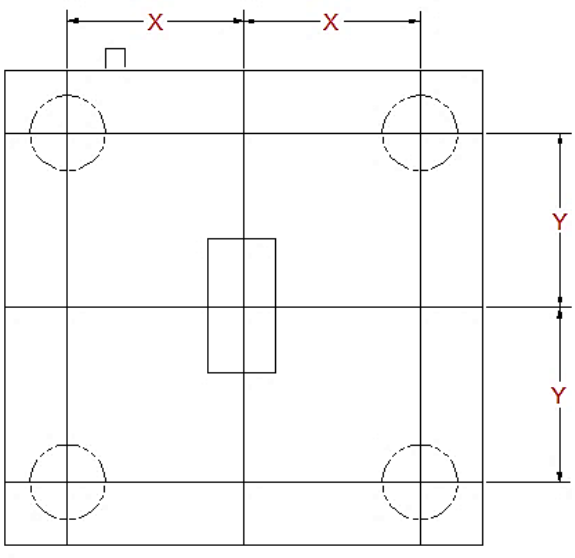
$$Q_{min} = \frac{P}{R} - M_{xx} * \frac{y}{Ixx} - M_{yy} * \frac{x}{Iyy}$$

$$I_{xx} = \sum y^2 = 0.75^2 * 4 = 2.25\ m^2$$

$$H = \frac{\sqrt{Hx^2 + Hy^2}}{R}$$

$$MP = 1.35\ H$$

$$\delta = 0.07\ H$$



الشكل (3.4) رسم توضيحي لحساب ال X و Y

Allowable service load on pile without wind = 1427.5 KN

Allowable service load on pile with wind = 1427.5 * 1.25 = 1784.4 KN

- **Bending moment and shear force on pile cap :**

Dead load on pile cap / $m^2 = \frac{W}{A} = \frac{298.9}{2.85^2}$ = 36.8 KN/m^2

Load factors for load cases :

1.4 *36.5 = 51.52 KN/m^2

1.2 *36.5 = 44.16 KN/m^2

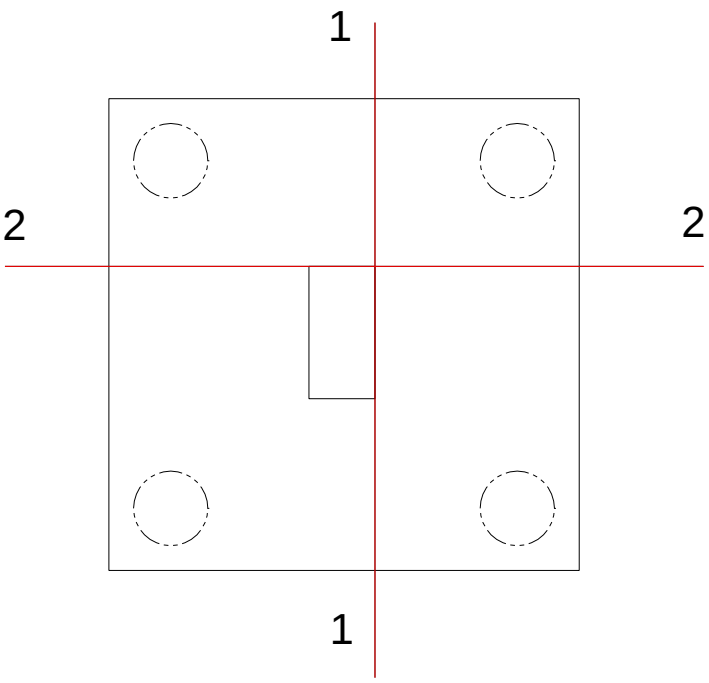
M'_{11} = B.M due to D.L on section 1.1

= (2.85 * 51.52 * 1.225^2) / 2 = 110.2 KN.m

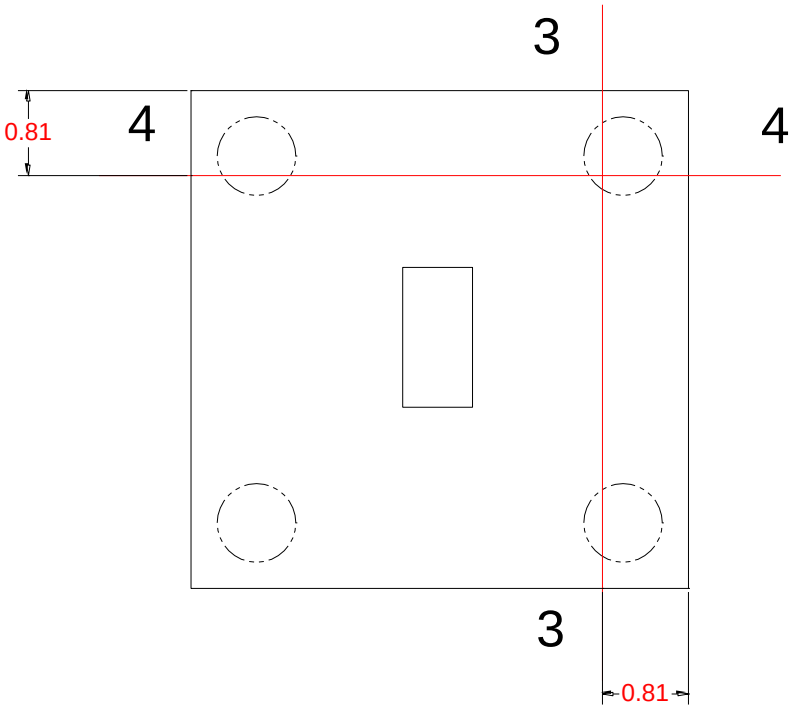
Or M_{11} = (2.85 * 44.16 * 1.225^2) / 2 = 94.4 KN.m

M'_{22} = (2.85 * 51.52 * 1.025^2) / 2 = 77.13 KN.m

Or M'_{22} = (2.85 * 44.16 * 1.025^2) / 2 = 66.11 KN.m



الشكل (4.4) المقطع الحرج لعزوم الإنحناءفي غطاء الخازوق



الشكل (5.4) المقطع الحرج لقوى القص في غطاء الخازوق

جدول (5.4): عزوم الإنحناء و قوى القص في غطاء الخازوق :

Load com.	Q_1	Q_2	Q_3	M'_{11}	M'_{22}	M''_{11}	M''_{22}	M_{11}	M_{22}	V'_{33}	V'_{44}	V''_{33}	V''_{44}	V_{33}	V_{44}
Lc_5	1535.7	1590.4	1562.9	-110.2	-77.13	3232	3209	3122	3122	-118.9	-118.9	3153	3126	3034	3007
Lc_6	1295.5	1349.2	1295.5	-94.4	-66.11	3240	2711	3145	2645	-101.9	-101.9	2645	2645	2543	2543
Lc_6	1267.5	1333.4	1288.2	-94.4	-66.11	3212	2666	3117	2600	-101.9	-101.9	2622	2601	2520	2499
Lc_7	1157.8	1204.8	1150.2	-110.2	-77.13	2885	2422	2775	2345	-118.9	-118.9	2355	2363	2236	2244
Lc_7	1092.4	1215.6	1171.1	-110.2	-77.13	2924	2366	281	2234	-118.9	-118.9	2387	2308	2268	2189

$$Q_1 = \frac{P}{4} + \frac{Mxx\ y}{Ixx} - \frac{Myy\ x}{Iyy}$$

$$Q_2 = \frac{P}{4} + \frac{Mxx\ y}{Ixx} + \frac{Myy\ x}{Iyy}$$

$$Q_3 = \frac{P}{4} - \frac{Mxx\ y}{Ixx} + \frac{Myy\ x}{Iyy}$$

$M''_{11} = (Q_2 + Q_3) * 1.225$

$M''_{22} = (Q_1 + Q_3) * 1.025$

$V''_{33} = Q_2 + Q_3$

$V''_{44} = Q_1 + Q_2$

$V'_{33} = 2.85 * 0.81*W$

$V'_{44} = 2.85 * 0.81*W$

$$M'_{11} = \frac{2.85 * w * 0.81^2}{2}$$

$$M'_{22} = \frac{2.85 * w * 0.81^2}{2}$$

$M_{11} = M'_{11} + M''_{11}$

$M_{22} = M'_{22} + M''_{22}$

- **Design for bending reinforcement in pile cap :**

1. Reinforcement in (x – x) :

Assume 90 mm cover for pile cap, and 20 mm diameter bars.

F_{cu} = 30 N/mm^2

F_y = 460 N/mm^2

d = h – C – $\frac{ø}{2}$= 700 – 90 – $\frac{20}{2}$= 600 mm

M_{11} = 3145.4 KN/m^2

K = $\frac{M}{Fcu\ bd^2}$ (Clause 3.4.4.4: BS 8110-1:1997)

K= $\frac{3145.4*10^6}{30*2850*600^2}$ = 0.102

$\frac{Z}{d}$ = 0.5 + $\sqrt{0.25 - {}^{k}/_{0.9}}$ (Clause 3.4.4.4: BS 8110-1:1997)

$\frac{z}{d}$= 0.87

Z = 0.87 * 600 = 522 mm

A_S = $\frac{M}{0.95\ Fy\ Z}$

A_S= $\frac{3145.4*10^6}{0.95*460*522}$ = 13788.7 mm^2

A_b = $\frac{\pi D^2}{4}$ = $\frac{\pi*20^2}{4}$ = 314 mm^2

S = $\frac{Ap}{As} * b$ = $\frac{314}{13788.7}$ * 2850 = 64.9 mm

Maximum spacing = 3d or 750 mm

S_{max} = 750 mm

Use T20 @ 60 mm c/c in (x – x)

$A_{S\ Provided}$ = 14915 mm^2

2. Reinforcement in (y – y) :

$d = h - C - \frac{ø}{2} - ø = 700 - 90 - \frac{20}{2} - 20 = 580$ mm

$K = \frac{M}{Fcu\ bd^2}$

$K = \frac{3127.17*10^6}{30*2850*580^2} = 0.109$

$\frac{Z}{d} = 0.5 + \sqrt{0.25 - {}^{k}/_{0.9}} = 0.86$

Z = 0.86 * 580 = 498.8 mm

$As = \frac{M22}{0.95\ Fy\ Z} = \frac{3127.17*10^6}{0.95*460*498.8} = 14346.4\ mm^2$

$Ab = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi*20^2}{4} = 314\ mm^2$

$S = \frac{Ap}{As} * b = \frac{314}{14346.4} * 2850 = 62.4$ mm

Use T20 at 60 mm c/c in (y – y)

$A_{S\ Provided}$ = 14915 mm^2

- **Check for shear :**

1. Check for shear in (x-x) :

V_{33} = 3034.4 KN

$v = \frac{V}{bv\,d}$ (Equation 3 : BS 8110-1:1997)

$v = \frac{3034.4*10^3}{2850*600}$ = 1.8 N/mm^2

$a_v = \frac{b}{2} - \frac{bc}{2} - 0.81$

$a_v = \frac{2850}{2} - \frac{400}{2} - 0.81$ = 415 mm

1.5 d_x = 1.5 * 600 = 900 mm

a_v < 1.5 d_x

enhancement of shear stress is allowed.

$V_c * [\frac{2d}{av}]$ (Clause 3.4.5.8: BS 8110-1:1997)

$V_c = \frac{0.79}{\gamma m} \left[\frac{100As}{bvd}\right]^{1/3} \left[\frac{400}{d}\right]^{1/4} \left[\frac{Fcu}{25}\right]^{1/3}$ (Table 3.8 : BS 8110-1:1997)

γ_m =1.25

A_S= 14915 mm^2

b_v=2850 mm

d= 600 mm

F_{cu} = 30 mpa

$V_c = \frac{0.79}{1.25} \left[\frac{100*14915}{2850*600}\right]^{1/3} \left[\frac{400}{600}\right]^{1/4} \left[\frac{30}{25}\right]^{1/3}$ = 0.79 N/mm^2

$V_c * \frac{0.79 * 2 * 600}{415} = 2.28$ N/mm^2

$0.5\ v_c < v < v_c + 0.4$ (Table 3.7 : BS 8110-1:1997)

$1.14 < 1.8 < 2.62$

$As_v \geq \frac{0.4\ bv\ Sv}{0.95\ FYvV}$ (Table 3.7 : BS 8110-1:1997)

$F_{yv} = 280$ N/mm^2

ø = 12 mm

$\frac{Asv}{Sv} = \frac{0.4*2850}{0.95*280} = 4.3$

$As_v = 113$ mm

$S_v = \frac{113}{4.3} = 26.3$

Use R12 at 20 mm c/c

2. Check for shear (y – y):

$V_{44} = 3007.2$ KN

$v = \frac{3007.2*10^3}{3850*580} = 1.82$ N/mm^2

$a_v = \frac{2850}{2} - \frac{800}{2} - 0.81 = 215$ mm

$1.5\ d_y = 1.5 * 580 = 870$ mm

$A_v < 1.5\ d_y$

enhancement of shear stress is allowed.

Vc *[$\frac{v}{bd}$]

Vc = $\frac{0.79}{1.25}$ $\left[\frac{100*14915}{2850*580}\right]$ ⅓ $\left[\frac{400}{580}\right]$ ¼ $\left[\frac{30}{25}\right]$ ⅓ = 0.59 N/mm^2

Vc *[$\frac{2d}{av}$] = $\frac{0.59 * 2 * 580}{215}$ = 3.13 N/mm^2

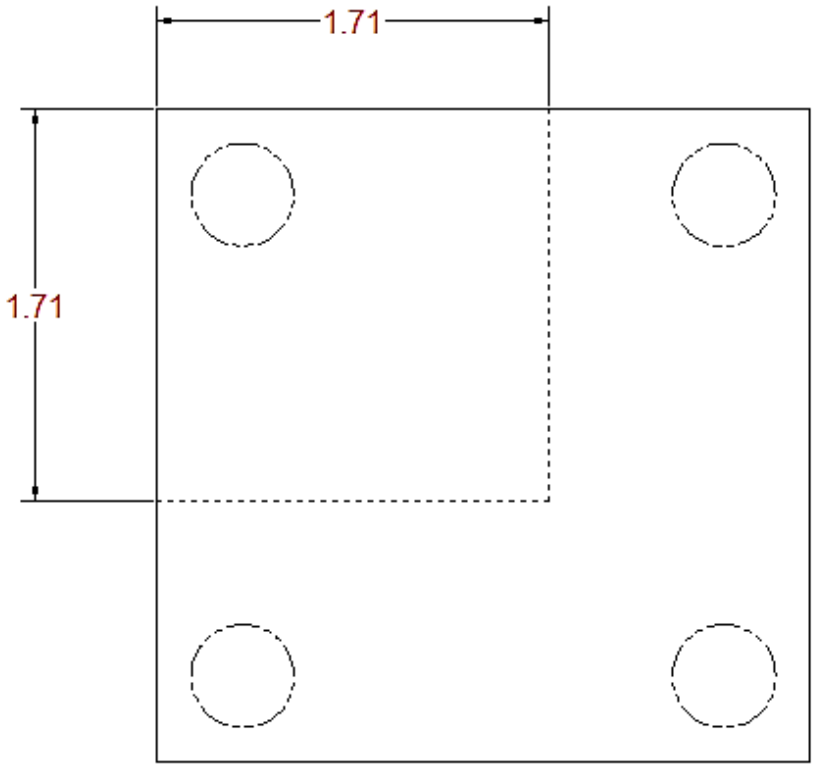
0.5 v_c < v < v_c + 0.4

$As_v \geq \frac{0.4\ bv\ \delta v}{0.95\ FYvV}$

$\frac{Asv}{Sv} = \frac{0.4*2850}{0.95*280}$ = 4.3

Use R12 at 20 mm c/c

3. Check of punching shear in pile cap :



الشكل (6.4) محيط القص الثاقب (punching shear)

U_1 = perimeters of column = 2 (800 + 400) = 2400 mm

U_2 = perimeters on punching shear critical plane for pile load

U_2 = 2 * 1710 = 3420 mm

N_{max} = 6197.3 KN

F_{cu} = 30

Q_{max} = 1590.4 KN

Column punching shear stress = $\frac{N}{U1d}$

$= \frac{6197.3*10^3}{2400*[\frac{600+580}{2}]} = 4.37 < 0.8\sqrt{Fcu}$ (Clause 3.7.7.2: BS 8110-1:1997)

$4.37 < 0.8\sqrt{30} = 4.38$

Punching shear stress at perimeter of pile = $\frac{Qmax}{\pi*D*d} = \frac{1590*10^3}{\pi*450*600}$

$= 1.87 < 0.8\sqrt{Fcu} = 4.38$

Pile Punching shear stress = $\frac{Qmax}{U2\ d}$

$= \frac{1590*10^3}{3420*[\frac{600+580}{2}]} = 0.78$

Vc = 0.79 N/mm^2

V < Vc

No need for punching shear reinforcement.

- **Minimum tension reinforcement in pile cap:**

$A_{S\ min}$ = 0.0013 bh

Minimum reinforcement in (x – x) :

$A_{S\ min}$ = 0.0013 * 2850 * 700 = 2593.5 mm^2

$A_{S\ min}$ < As = 14915 mm^2

Minimum reinforcement in (y – y) :

$A_{S\ min}$ =2593.5 mm^2 < As

- **Minimum anchorage at ends of bars:**

12 * dia or 12 * 20 = 240 mm

Provide a minimum 250 mm bent up length of pile bottom reinforcement.

- **Area of reinforcement in pile:**

Unsupported length of pile is assumed negligible.

The pile treated as a short column.

Q_{max} = 1590.4 ⟶ M = 30.92 KN.m

Q_{min} = 281.4 ⟶ M = 10.12 KN.m

V_{max} = 22.9 KN

assume minimum cover = 80 mm

e_{min} = h/20 = 450/20 = 22.5 or 20 mm

e_{min} = 20 mm

N e_{min} = 1590.4 * 20 = 31808 KN.m > M = 30.92

No need to designed for moment.

N = 0.4 F_{cu} A_s + 0.8 A_{sc} F_y (Equation 38 : BS 8110-1:1997)

$1590.4 * 10^3 = 0.4 * 30 * \frac{\pi * 0.45^2}{4} + 0.8 * 460\ A_{sc}$

$A_{sc} = 4321.7\ mm^2$

Minimum reinforcement in pile:

$\frac{100\ Asc}{As} = 0.4$

$A_{sc\ min} = \frac{0.4 * \frac{\pi * 450^2}{4}}{100} = 366.2\ mm^2$

$A_{sc} > Asc_{\ min}$

Use Asc = 4321.7 mm²

Use 8 No T 28

- **Shear capacity check of pile :**

$\frac{M}{Qmax} = \frac{30.92 * 10^6}{1590.4 * 10^3} = 19.4\ mm$

0.6 h = 0.6 * 450 = 270 mm

$\frac{M}{Qmax} < 0.6\ h$

$v = \frac{V}{0.75\ Ac}$

$v = \frac{22.9 * 10^3}{0.75 * [\frac{\pi * 450^2}{4}]} = 0.19\ N/mm$

$0.19 < 0.8\ \sqrt{Fcu} = 4.38\ N/mm^2$

No shear reinforcement is required .

- **Links on pile:**

Dia of links = $\frac{bar\ diameter}{4} = \frac{28}{4}$ = 7 mm

Maximum spacing of links:

= 12 * smaller bar diameter

= 12 * 28 = 336 mm

Use ø 8 mm dia links at 300 mm c/c

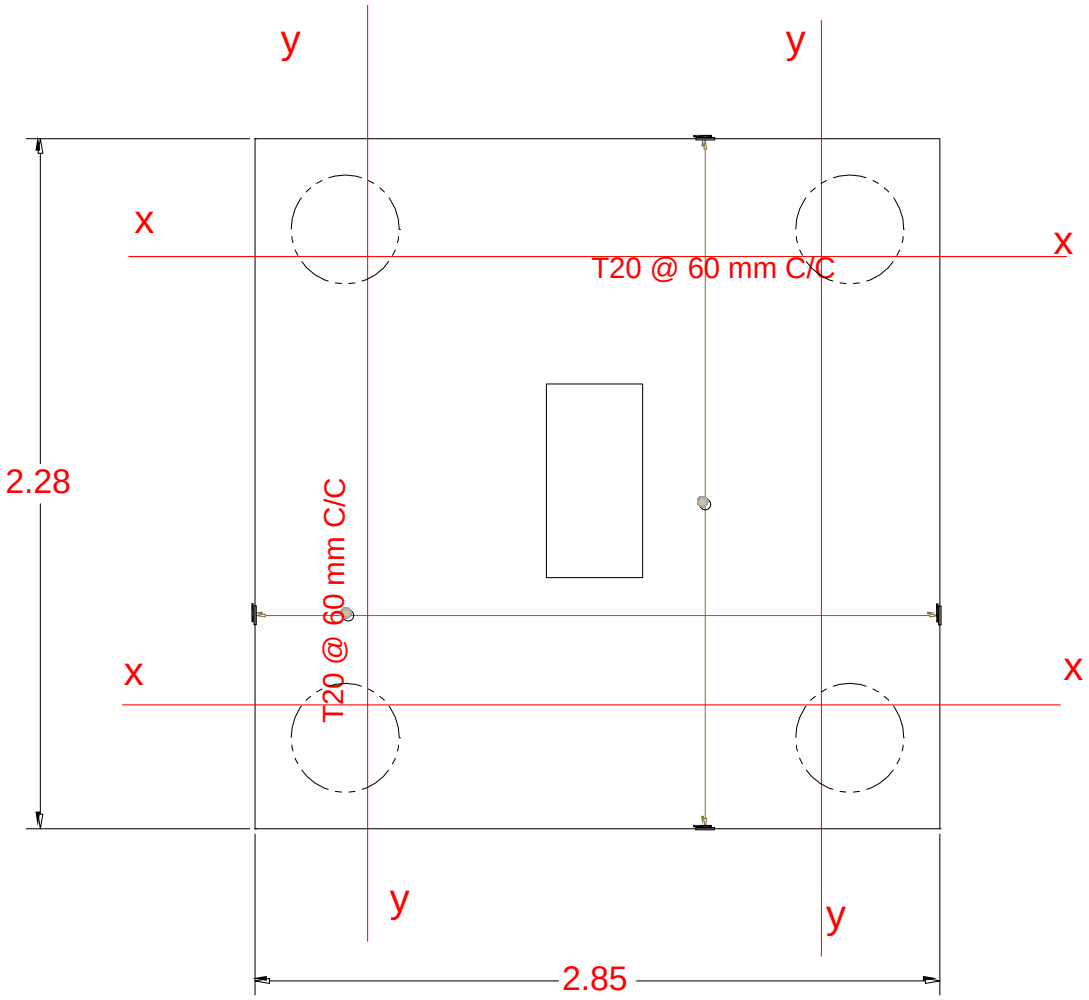
- **Connection of pile cap :**

= diameter * 16

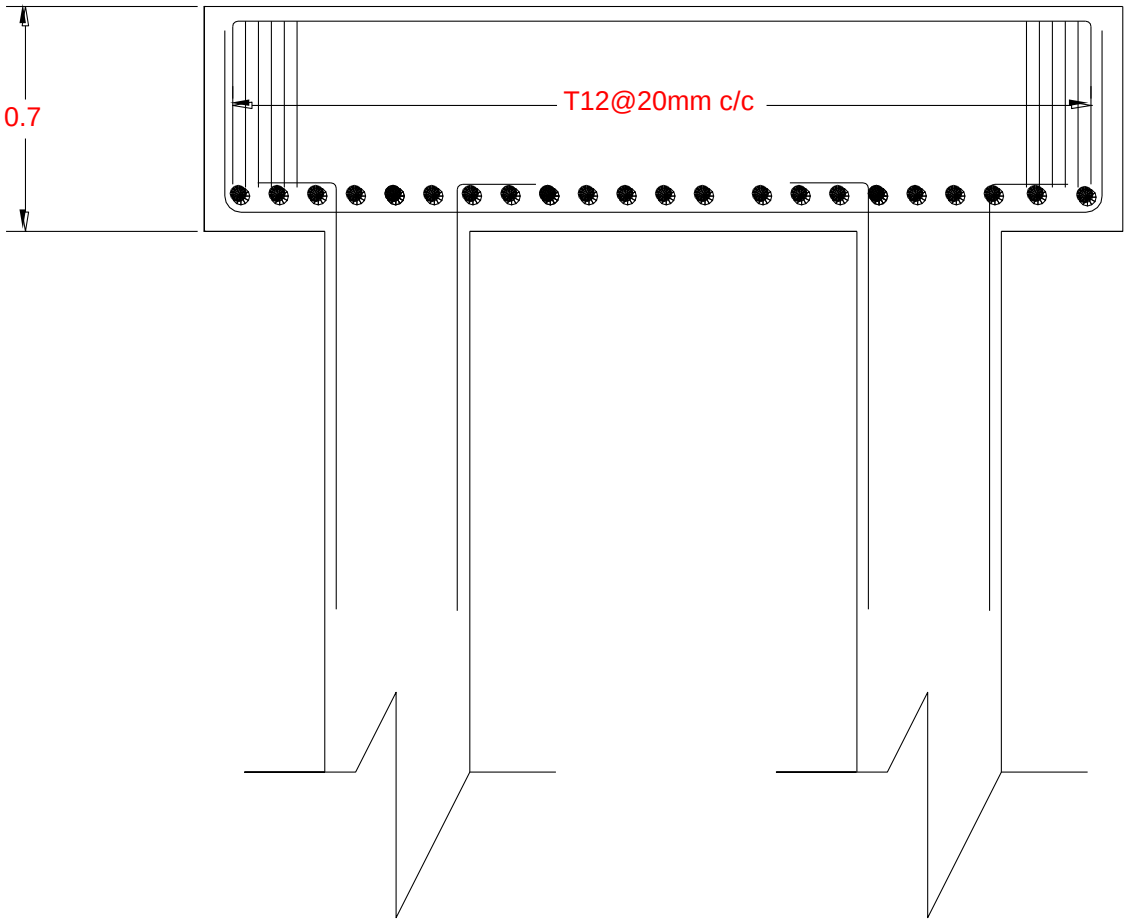
= 28 * 16 = 448 mm

The bar from the pile will project 500 mm into pile cap.

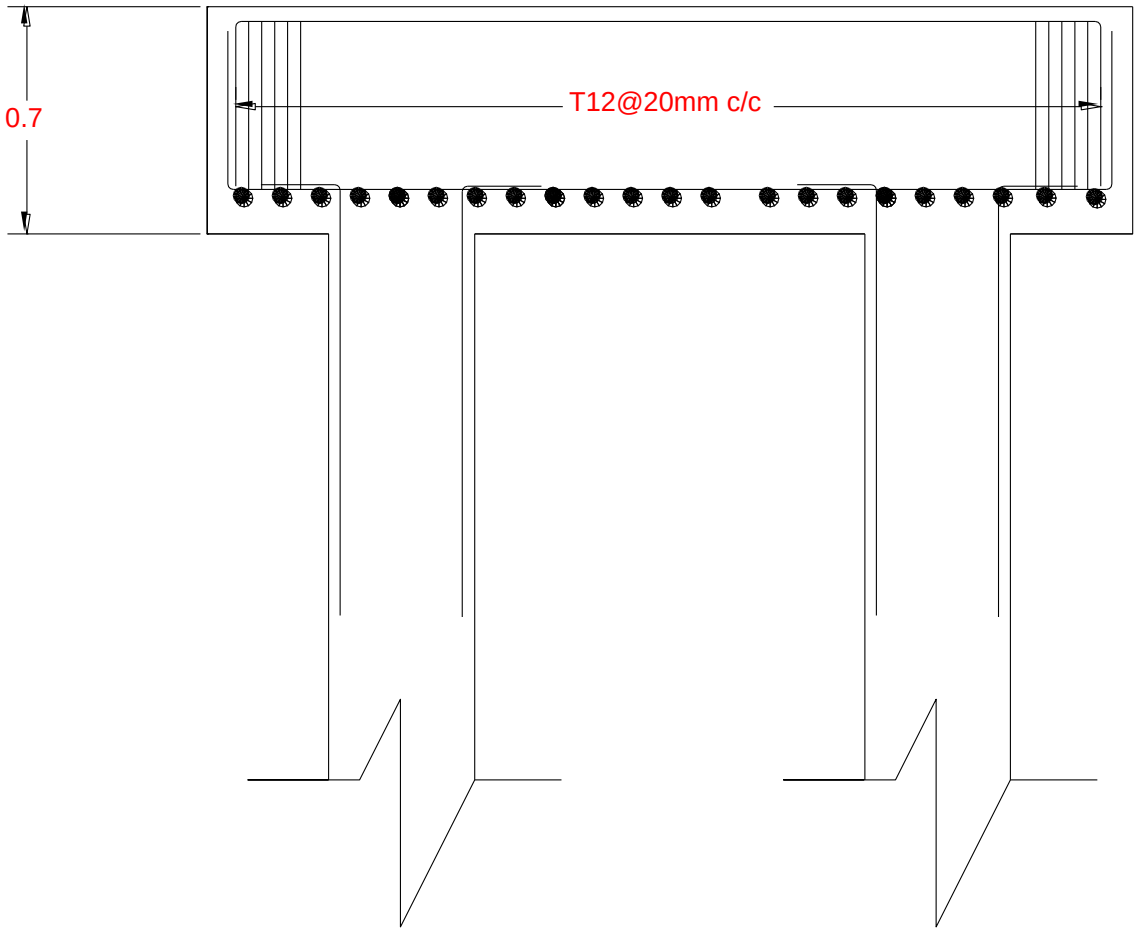
4.4 التفصيلات الإنشائية للخازوق



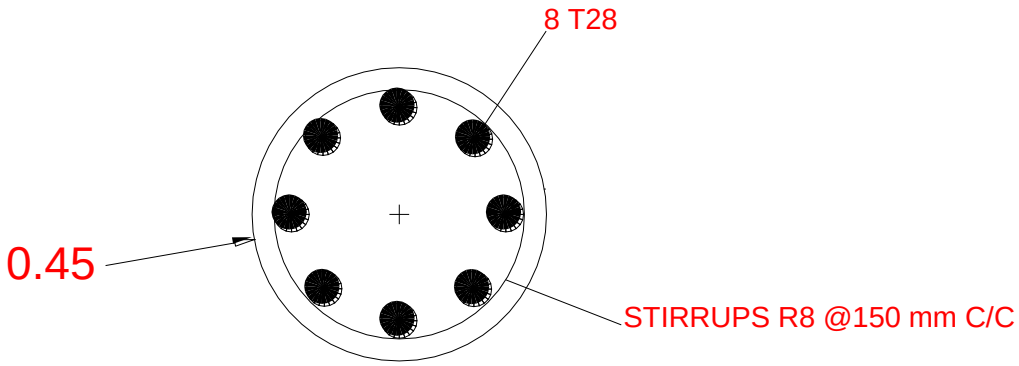
الشكل(7.4) التسليح الرئيسي لغطاء الخازوق



الشكل (8.4) حديد تسليح القص في لغطاء الخازوق في إتجاة X (section x-x)



الشكل (9.4) حديد تسليح القص لغطاء الخازوق في إتجاة Y (section y-y)



الشكل (10.4) حديد تسليح الخازوق

الباب الخامس

الخلاصه والتوصيات

(Conclusion and Recommendation)

الباب الخامس

الخلاصه والتوصيات

(Conclusion and Recommendation)

1.5 الخلاصة

المباني العالية هي التي تكون فيها نسبة النحافة عالية بالدرجة التي تجعل تأثير الأحمال الجانبية فيها أكبر من المباني العادية.

تتعرض المباني العالية كما في المباني العادية إلى أحمال تثاقلية دائمة ومؤقتة, بالإضافة الي الأحمال الجانبية الناتجة من حركة الرياح أو غيرها، ولكن يزداد أثر الاحمال الجانبية في المباني العالية.

تم شرح الاحمال المعرضة لها المباني والمواد المستخدمة وتم شرح الأنظمة الأنشائية المستخدمة في المباني العالية وإختيار نظام حوائط القص لمقاومه الأحمال الجانبية.

تم عمل التحليل الأنشائي لمبنى مكون من 8 طوابق على أن يتم تشييده على ضفه النيل الأزرق بإستخدام برنامج (ETABS) تحت تأثير الأحمال التثاقليه و أحمال الرياحل وتم تصميم أعمدة المبنى بإستخدام البرنامج و رسم التفاصيل الإنشائية لها.

تم إستخدام أساسات خازوقية بعد أن تم التعرف على أنواعها وعوامل إختيارها ومميزاتها وعيوبها وطريقة تشييدها وتم إختيار نوع الأساسات الخازوقية المشيدة في الموقع للمبنى.

تم تحليل وتصميم الأساسات الخازوقية يدوياً ، ووجد أن يتم إستخدام أربع خوازيق للعمود الواحد بعمق 15m وقطر الخازوق 0.45m وأن تكون أبعاد بلاطة الخازوق (pile cap) 2.85m*2.85m*0.7m ورسم التفاصيل الإنشائية لها.

2.5 التوصيات

1. عمل تحليل وتصميم للإنشاء العلوي بالطرق اليدوية.
2. عمل تصميم متكامل للإنشاء العلوي بإستخدام البرنامج .
3. تحليل وتصميم الأساسات لحوائط القص.
4. إستخدام طرق أخرى لتحليل وتصميم الخوازيق.

المراجع

1.عماد درويش،" تصميم المباني العالية لمقاومة الرياح"، سوريا :دار دمشق للطباعة،1991 .

2. عماد درويش، "الدليل التعليمي لبرنامج الإيتابس:الجزء الثاني،تحليل منشآت المباني"، سوريا: جوهر الشام ،2006.

2. Bryan Stafford Smith & Alex Coull, "Tall Building Structures: Analysis And Design", John Wiley & Sons INC., 1990.

3. Bungale S.Taranath, “Reinforced Concrete Design of Tall Building”, CRC Press, 2010.

4. Michael Tomlinson & John Woodward, “Pile design and construction practice”, Fifth edition, Taylor & Francis, New York, 2008.

5. S.S. Ray, "Reinforced Concrete Analysis and Design", Blackwell Science Ltd, 1995.

6. W.H. Mosley, J. H. Bungey & R. Hulse , “Reinforced concrete design” , Fifth edition, Palgrave, New York, 1999.

الملحقات

الملحق (1):

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**		**Uniformity distributed load** kN/m^2	**Concentrated load** kN
A Domestic and residential activities (Also see category C)	All usages within self-contained 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 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 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

الملحق (2):

BS 6399 : Part 3 :1988

4.2 Minimum imposed load on roof with access

Where access is provided to a roof allowance should be made for an imposed load equal to or greater than that which produces the worst load effect from one of the following:

a) the uniformly distributed snow load; or

b) the redistributed snow load; or

c) a uniformly distributed load of 1.5 kN/m^2 measured on plan; or

d) a concentrated load of 1.8 kN.

Where the roof is to have access for specific usages the imposed loads for c) and d) above should be replaced by the appropriate imposed floor load as recommended in 5.1 of BS 6399-1:1996, including any reduction as appropriate as recommended in 6.3 of BS 6399-1:1996.

الملحق (3):

BS 6399 : Part 1 :1996

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

Type of activity/occupancy for part of the building or structure	Examples of specific use		Uniformity 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

الملحق (4):

LOG OF BORING

ARAB CENTER FOR LABORATORIES AND SOIL RESEARCH

PROJECT: PROPOSED BUILDING (MUSHEIREB PROJECT)

CLIENT : M/S. CONSOLIDATED CONTRACTORS GROUP.

LOCATION: BAHRI - KHARTUM NORTH.

COORDINATES: N: 1726561, E: 449487

DRILLING DATE: 12/05/2010 TO 22/05/2010

BORING METHOD: Rotary with mud

BORING EQUIPMENT: ZEEF-600

BORING NO.: BH-1

SHEET NO.: 1 of 4

GROUND ELEV. (m): 381.5

GROUND WATER DEPTH (m): 8.00

TOTAL BORING DEPTH (m):35.0

BORING DIAMETER: 100mm

CASING DIAMETER:

Report No.: SI10-00040

Orientation: Vertical

Depth (m)	R.L. (m)	S.T.	TCR (%)	SCR (%)	RQD (%)	SPT (N)	Legend	Description	U.C.S (kg/cm²)	D.D. (gm/cm³)
0.0										
1.0						14		Stiff, brown, very sandy SILT, non plastic.		
2.0						16		Becoming very stiff, greyish brown.		
3.0						20				
4.0	377.0							Becoming low plastic.		
5.0						50		Very dense , dark brown, very silty SAND, non plastic.		
6.0	375.5					50		Hard, brown, slightly sandy SILT, low plastic.		
7.0								Becoming very stiff.		
8.0						17				
9.0										
10.0										

1- S.T. : Sampler Type
2- TCR : Total Core Recovery
3- SCR : Solid Core Recovery
4- RQD : Rock Quality Designation
5- SPT : Std. Penetration Test
6- U.C.S. : Unconfined Compressive Strength
7- D.D. : Dry Density
8- R.L. : Reduced Level

Standard Penetration Test
Tricone Bit
Undisturbed Sample
Rock Coring
Water Table
Auger

REMARKS:

LOG OF BORING

ARAB CENTER FOR LABORATORIES AND SOIL RESEARCH

PROJECT: PROPOSED BUILDING (MUSHEIREB PROJECT)

CLIENT : M/S. CONSOLIDATED CONTRACTORS GROUP.

LOCATION: BAHRI - KHARTUM NORTH.

BORING NO.: BH-1

SHEET NO.: 2 of 4

Report No.: SH0-00040

COORDINATES: N: 1726561 E: 449487

GROUND ELEV. (m): 381.5

GROUND WATER DEPTH (m): 8.00

DRILLING DATE: 12/05/2010 TO 22/05/2010

TOTAL BORING DEPTH (m):35.0

Orientation: Vertical

BORING METHOD: Rotary with mud

BORING DIAMETER: 100mm

BORING EQUIPMENT: ZEEF-600

CASING DIAMETER:

Depth (m)	R.L. (m)	S.T.	TCR (%)	SCR (%)	RQD (%)	SPT (N)	Legend	Description	U.C.S. (kg/cm²)	D.D. (gm/cm³)
10.0										
11.0						16		Very stiff, brown, slightly sandy SILT, low plastic.		
12.0						37				
13.0	368.0									
14.0						12		Medium dense, greyish black to dark grey, silty SAND, non plastic.		
15.0						50		Becoming very dense.		
16.0										
17.0						50				
18.0										
19.0						50				
20.0										

1- S.T. : Samplur Type
2- TCR : Total Core Recovery
3- SCR : Solid Core Recovery
4- RQD : Rock Quality Designation
5- SPT : Std. Penetration Test
6- U.C.S. : Unconfined Compressive Strength
7- D.D. : Dry Density
8- R.L. : Reduced Level

Standard Penetration Test
Triconе Bit
Undisturbed Sample
Rock Coring
Water Table
Auger

REMARKS: