تصميم مبني متعدد الطوابق من الهيكل الانشائي والحوائط الحاملة والمقارنة بينهما

بحث تكميلي لنيل درجة البكلاريوس
مرتبة الشرف في الهندسة المدنية

إعداد الطلاب:

الصديق محمد احمد عثمان

الطيب يس الطيب علي

عبدالله محمد ابراهيم الطيب

كلية الهندسة

جامعة الشيخ عبدالله البدري

مارس - 2022 م

الآيـــــة

قال تعالي :

بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

(وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنِ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ)

صدق الله العظيم
سورة النحل ، الاية (68)

الإهداء

نهدي ثمرة هذا المشروع المتواضع

الي من سهروا من اجلنا ؛ وبذلوا الغالي والنفيس في سبيل رفعتنا ؛ الي من يحذوهم الشوق ان يروا فينا انفسهم ؛ وان يجدوا منا ثمرة جهدهم ؛ الي من اهدونا البسمة والامل في هذة الحياة ؛ فكانوا هم عنوان النجاح ونحن ثمرة الكفاح

.....ابائنا و امهاتنا

الي من جعلت الجنة تحت قدميها ومن بذلت لي كل غالي ونفيس لتفرح بحصادي ، تمنيت ان تفرحي بفرحي لكن مشئية الله حالت دون هذة الامنية الغالية. اسال الله لها واسع الرحمة والمغفرة

..... امي العزيزة ، الصديق

الي من يتوقون لرؤيتنا في قمة المجد ؛ ومدوا لنا اليد ؛ ولم نلق منهم الصد ؛ بل وجدناهم في ساعة الجد

..... اخواننا و اخواتنا

والي افضل جيل مهندسي المستقبل ؛ وصناع الغد

.....الزملاء والزميلات

والي كل الاساتذة بكلية الهندسة

..... قسم الهندسة المدنية

والي كل مدرسينا الذين بذالو كل طاقاتهم من اجل ان يوصلوا الينا المعلومة الصحيحة والدقيقة الي مستوي عالي من الفهم الذين كان لهم الفضل بعد الله عز وجل لتعليمنا وتدريبنا وتخريجنا الي هذا الصرح العلمي.

الشكر والعرفان

الشكر والحمد أولا وأخيرا لله سبحانه وتعالي الذي أنار لنا درب
العلم والمعرفة وأعاننا على إنجاز هذا العمل بفضله.

وأنه ليسرنا أن نتقدم بآيات الشكر والتقدير إلى الدكتور الفاضل

دكتور/ فتح الرحمن محمد ادم
لما قدمه لنا من ارشاد وتوجيه حتي تم اخراج هذا المشروع الي حيز الوجود سائلين المولي عز وجل ان ينعم عليه بالصحة والعافية ويمد في عمره لخدمة طلاب العلم.

والشكر أجزله لكلية الهندسة
ونخص بالشكر كل الأساتذة بقسم الهندسة المدنية
والشكر والتقدير إلى كل من مد إلينا المساعدة لإتمام هذه البحث.

المستخلص :

يهدف هذا البحث إلى عمل مقارنة تكلفة بين نظامين من أنظمة البناء المستخدمين للمباني متعددة الطوابق لارتفاعات غير عالية أحدهما هو نظام الهيكل الانشائي والآخر هو نظام الحوائط الحاملة.

وللوصول الي هذه المقارنة تم جمع المعلومات من المصادر العلمية والحصول على الرسومات المعمارية للمبنى وتم استخدام برنامج Etabs في التحليل والتصميم و استخدام المواصفات البريطانية للخرسانة المسلحة BS8110-Part1-1997.

ثم بعد ذلك تم عمل التحليل والتصميم للمبنى المتعدد الطوابق بمساحة كلية $180\ m^2$ وبارتفاع $10\ m$ بعدد ثلاثة طوابق وذلك بغرض عمل مقارنة للتكلفة وتم عمل حساب كميات وتقدير للتكلفة وذلك للأعمال والمواد لكل من النظامين وفق مخرجات التصميم ولقد تم الوصول إلى أن تكلفة نظام الحوائط الحاملة تقل عن تكلفة نظام الهيكل الانشائي بنسبة بلغت 31%.

Abstract:

This research aims to make a cost comparison between two building systems used for multi-storey buildings of not high heights, one is the structural framework system and the other is the load-bearing walls system.

To reach this comparison, information was collected from scientific sources and architectural drawings of the building were obtained. The ETABs program was used in the analysis, design, and use of the British Specifications for Reinforced Concrete bs8110-part1-1997.

Then, the analysis and design was done for the multi-storey building with a total area of 180 m^2 and a height of 10 m with three floors, for the purpose of making a cost comparison. Quantities and estimates were calculated for the works and materials for each of the two systems according to the design outputs. It was concluded that the cost of the load-bearing wall system is less than the cost Structural structure system by 31%.

فهرس الموضوعات :

الموضوع	رقم الصفحة
الاية	I
الاهداء	II
الشكر والعرفان	III
المستخلص	IV
Abstract	V
الفهرس	VI
فهرست الاشكال	XI
فهرست الجداول	XII
الرموز والمصطلحات	XIII
الفصل الاول : المقدمة	
1-1 مقدمة	1
2-1 اهمية البحث	2
3-1 اهداف البحث	2
4-1 منهجية البحث	2
5-1 هيكلة البحث	2
الفصل الثاني : الاطار النظري	
1-2 تمهيد	3
2-2 انظمة المباني الانشائية	3
1-2-2 الجدران الحاملة	4
1-1-2-2 مكونات نظام الحوائط الحاملة	4
2-1-2-2 مميزات نظام الحوائط الحاملة	4

2-2-1-3 انواع انظمة مباني الحوائط الحاملة	5
2-2-1-4 مزايا تنفيذ نظام الجدران الحاملة	6
2-2-1-5 مساوئ استخدام نظام الجدران الحاملة	6
2-2-1-6 اهم ما يجب اتباعه عند البناء بهذا الاسلوب	7
2-2-1-7 الخصائص العامة لمباني الحوائط الحاملة	7
2-2-1-8 تحديد سمك الحائط الحامل	8
2-2-2 المنشات الهيكلية	8
2-2-3 المنشات الفراغية	8
2-3 الخرسانة	8
2-3-1 الخرسانة المسلحة	8
2-3-2 الخواص الانشائية للخرسانة المسلحة	9
2-3-2-1 مقاومة الخرسانة للضغط	9
2-3-2-2 مقاومة الخرسانة للشد	9
2-3-2-3 مقاومة الخرسانة للقص	9
2-4 الاحمال	9
2-4-1 الاحمال الميتة	10
2-4-2 الاحمال الحية	10
2-4-3 احمال الرياح	10
2-5 طرق التحليل الانشائي	10
2-5-1 الطرق التقليدية	10
2-5-2 الطرق الحديثة	10
2-6 طرق التصميم	11
2-7 البلاطات	11
2-7-1 اقسام البلاطات	11
2-7-2 انواع البلاطات	12

2-7-3 البلاطة المسطحة	12
2-7-3-1 مزايا البلاطة المسطحة	12
2-7-3-2 انواع البلاطات المسطحة	13
2-8 الاعمدة	13
2-8-1 اقسام الاعمدة	14
2-9 السلالم الخرسانية المسلحة	14
2-10 العارضات الارضية	15
2-11 الاساسات	15
2-11-1 اقسام الاساسات	15
الفصل الثالث : تصميم الاعضاء الانشائية للمباني	
3-1 التحليل	17
3-2 الاحمال	17
3-2-1 الاحمال مباشرة	17
3-2-2 الاحمال الغير مباشرة	17
3-3 التصميم	18
3-3-1 طرق التصميم	18
3-4 تصعيد الاحمال	18
3-5 الحالات الحدية	19
3-6 الحالة الحدية القصوي	19
3-7 الحالة الحدية للاستخدام	19
3-7-1 الانحراف	19
3-7-2 التشقق	19
3-7-3 المتانة	19
3-7-4 الاهتزاز المفرط	20
3-7-5 الاعياء او الكلال	20

6-7-3 مقاومة الاحتراق	20
7-7-3 الظروف الخاصة	20
8-3 الخطوات والمعادلات المستخدمة	20
1-8-3 تصميم العارضات	20
2-8-3 تصميم البلاطات	23
3-8-3 تصميم السلالم	25
4-8-3 تصميم الحوائط	27
5-8-3 تصميم الاساس الشريطي	28
9-3 نبذه عن برنامج Etabs	30
الفصل الرابع : نتائج التصميم وحساب الكميات والتكلفة	
1-4 مقدمة	31
2-4 وصف النموذج	31
3-4 افتراضات التصميم	34
1-3-4 بيانات المادة	34
2-3-4 بيانات الاحمال	34
4-4 تصميم الهيكل الانشائي	34
1-4-4 بيانات المقاطع	35
2-4-4 بيانات حديد التسليح	35
3-4-4 بيانات الطوابق	35
5-4 نتائج التحليل	40
1-5-4 نتائج تحليل العارضات والاعمدة	40
6-4 نتائج التصميم	43
1-6-4 نتائج تصميم العارضات	43
2-6-4 نتائج تصميم الاعمدة	44
3-6-4 نتائج تصميم القواعد	44

4-7 حساب الكميات والتكلفة لنظام الهيكل الانشائي	45
4-8 تصميم الحوائط الحاملة	46
4-8-1 تصميم العارضات	47
4-8-2 حساب الاحمال المنتقلة للقاعدة	47
4-8-3 حساب عزوم القاعدة	49
4-8-4 حساب حديد تسليح القاعدة	49
4-9 حساب الكميات والتكلفة لنظام الحوائط الحاملة	50
4-9-1 حساب المواد للاساس الشريطي	50
4-9-2 حساب المواد للعارضات	51
4-9-3 حساب المواد	53
4-9-3-1 حساب مواد القصة (طوبتين)	53
4-9-3-2 حساب مواد الطابق الارضي (طوبة ونصف)	53
4-9-3-3 حساب مواد الطابق الاول (طوبة ونصف)	54
4-9-3-4 حساب مواد الطابق الثاني (طوبة)	55
4-10 المقارنة بين النظامين	57
الفصل الخامس : الخلاصة والتوصيات	
5-1 الخلاصة	58
5-2 التوصيات	58
5-3 المراجع والمصادر	59

فهرس الاشكال :

الشكل	رقم الصفحة
شكل (4-1) يوضح مسقط افقي للمبني.	32
شكل (4-2) يوضح مسقط جانبي للمبني.	33
شكل (4-3) يوضح نموذج ثلاثي الابعاد للمبني.	36
شكل (4-4) يوضح العارضات في المبني.	37
شكل (4-5) يوضح الاعمدة في المبني.	38
شكل (4-6) يوضح مسقط افقي للقواعد.	39
شكل (4-7) يوضح عزوم الانحناء في العارضات والاعمدة في اتجاهX.	40
شكل (4-8) يوضح عزوم الانحناء في العارضات والاعمدة في اتجاهY.	41
شكل (4-9) يوضح قوي القص في العارضات والاعمدة في اتجاه X.	42
شكل (4-10) يوضح قوي القص في العارضات والاعمدة في اتجاهY.	42
شكل (4-11) يوضح القوي المحورية في الاعمدة في اتجاه X.	43
شكل (4-12) مقطع يوضح تفصيل حديد التسليح المقاوم للثني بالعارضات.	43
شكل (4-13) مقطع يوضح تفصيل حديد التسليح المقاوم للقص بالعارضات.	43
شكل (4-14) يوضح تفصيل حديد التسليح الطولي وحديد الكانات للاعمدة.	44
شكل (4-15) مسقط يوضح ابعاد القاعدة المفردة للاعمدة.	44
شكل (4-16) يوضح وزن الحوائط الواقع علي القاعدة.	49

فهرس الجداول :

الجدول	رقم الصفحة
جدول (4-1) يوضح بيانات الطوابق.	44
جدول (4-2) يوضح نتائج عزوم الانحناء بالاعمدة.	49
جدول (4-3) يوضح بيانات ابعاد وحديد التسليح للقواعد.	53
جدول (4-4) يوضح حساب الكميات والتكلفة للاعمال المختلفة لنظام الهيكل الانشائي.	54
جدول (4-5) يوضح حساب الكميات والتكلفة للمواد المختلفة لنظام الهيكل الانشائي.	55
جدول (4-6) يوضح حساب الكميات والتكلفة للاعمال المختلفة لنظام الحوائط الحاملة.	66
جدول (4-7) يوضح حساب الكميات والتكلفة للمواد المختلفة لنظام الحوائط الحاملة.	67

الرموز والمصطلحات :

الرمز	اسم الرمز
A_s	مساحة حديد التسليح
M	عزم الانحناء
D	العمق الفعال
H	عمق المقطع
B	عرض المقطع
Ø	قطر قضبان حديد التسليح
N	الحمل التصميمي
g_k	الحمل الميت
q_k	الحمل الحي
M.S	معامل التوزيع للمادة
S_R	النحافة
F_y	المقاومة المميزة لحديد التسليح المقاوم للثني
F_{yb}	المقاومة المميزة لحديد التسليح المقاوم للقص
F_{cu}	المقاومة المميزة للخرسانة
$A_{S_{min}}$	مساحة حديد التسليح الدنيا
S.w	الوزن الذاتي
γ	الكثافة
V_c	مقاومة الخرسانة للقص
V	اجهاد القص

القوي المحورية	P
الحمل الراسي الموزع علي الحائط	W
معامل الأمان الجزئي	γ_m
سمك الحائط	T
معامل التخفيض الناتج من النحافة	β
مقاومة الضغط التصميمية للحائط	F_k
اللامركزية	e_x
عرض الأساس	B_{erq}
القص الثاقب	F_v
مقاومة التربة القصوى	q_u
القدرة التحليلة للتربة	Bc
الضغط الفعلي للتربة	qu_{max}
الطول في اتجاه x	l_x

الفصل الاول

(المقدمة)

الفصل الاول

المقدمة

1-1 مقدمة عامة:

نظرا للتطور السريع في مواد البناء والحاجة المستمرة إلي تنفيذ الأشكال الجديدة للمباني فقد أصبح علي المهندس المصمم والمنفذ أن يكون واسع الإلمام بجميع مواد البناء وطبيعتها وخصائصها من حيث قدرتها علي مقاومة الرطوبة ، المياه ، الحرارة ، الصوت ، الضوء ، الإشعاعات والصدأ وما إلي ذلك حيث يمكن استعمال هذه المواد استعمالا مناسبا في المباني بأغراضها المختلفة و مما يساعد علي الاستعمال المناسب لمواد البناء للإلمام بالتكنولوجيا الحديثة لعملية تشييد المباني إذن أن اختيار المواد المستعملة في البناء تؤثر في الغالب علي طريقة تشييده. أما من الناحية الاقتصادية فان الإلمام بأساليب التشييد المختلفة يساعد استنباط بدائل فنية عديدة يرتبط كل منها بقيمة تكلفة معينة لاختيار الأنسب منها.

علم تصميم المنشات الخرسانية وهو علم تطبيقي يعتمد علي نظرية الإنشاءات والمنشات الخرسانية يمكن أن تطلق علي مجموعة العناصر التي تكون المنشأ من قواعد ، أعمدة ، حوائط ، كمرات وبلاطات. ويمكن أن تضم العناصر الخرسانية المسلحة أيضا أنواعا متعددة من وسائل تغطية المسطحات المتسعة مثل الصالات المخصصة للمصانع أو المنشات الإدارية حيث يمكن تغطيتها بنظام الإطارات (Frames) أو الجملونات (Trusses) أو العقود (Arches).

وبجانب المنشات الخرسانية سوف نأخذ معنا نظام تقليدي للبناء وهو نظام البناء بالحوائط الحاملة والذي يعتبر أقدم نظام إنشائي علي الإطلاق حيث يستخدم فيه الطوب الذي يشيد محملا عليه الأسقف.

ولكن قل استخدام هذا النوع من البناء ، وذلك بسبب زيادة العوامل والتكاليف الاقتصادية. مما أدي إلي ظهور فكرة الهيكل الخرساني وانتشرت الفكرة حتي يومنا هذا. ولكن في عام 1940م توصلت المجموعة الأوربية للمهندسين والمعماريين إلي إنتاج طوب احمر فخاري تصل قوة كسره إلي $8\ N/mm^2$ بينما لم يتجاوز إجهاد كسر الخرسانة آنذاك $25\ N/mm^2$ ليعود نظام الحوائط الحاملة من جديد وينافس بقوة خصوصا مع توصل الفيزيائي الكسندر برهمر إلي إمكانية تصميم قطاعات المباني بالطوب الأحمر المسلح.

وقد ساعد هذا الاكتشاف الحديث في تحويل مسار تقنيات وأسلوب البناء إلي أسلوب الجدران الحاملة من الطوب الأحمر الفخاري والاستفادة من المميزات والخواص المتمثلة فيه من مقاومة الحريق وعزل الحرارة والصوت والتكاليف الاقتصادية المنخفضة في أعمال الصيانة.

وفي هذا البحث سوف نستعرض أنظمة المباني الإنشائية متطرقين فيه عن المباني الخرسانية ونظام الحوائط الحاملة.

2-1 أهمية البحث:

في الوقت الحالي ونسبة لارتفاع تكاليف البناء ، جدّ الطلب للبحث عن بدائل للبناء وبجانب النظام الشائع للمباني وهو نظام الهيكل الانشائي والذي يستخدم فيه الأعمدة والعارضات والبلاطات كنظام متكامل ، وقد برز نظام الحوائط الحاملة كبديل مناسب على الرغم من أنه نظام قديم للمباني المتعددة الطوابق لارتفاعات غير عالية إلا أنه وجد قبول كبير لفارق التكلفة ومن هنا تكمن أهمية البحث.

3-1 أهداف البحث:

يهدف هذا البحث إلى عمل مقارنة تكلفة بين نظامين من أنظمة البناء المستخدمين للمباني متعددة الطوابق لارتفاعات غير عالية أحدهما هو نظام الهيكل الانشائي والآخر هو نظام الحوائط الحاملة وبالإضافة للأهداف التفصيلية التالية:

1. عمل تحليل وتصميم لمبنى متعدد الطوابق بنظامين مختلفين الأول نظام الهيكل الانشائي والثاني نظام الحوائط الحاملة.

2. مقارنة التكلفة للنظامين المختلفين.

4-1 منهجية البحث:

للوصول للأهداف المذكورة أعلاه ، يتم إتباع الآتي:

1. جمع المعلومات من المصادر العلمية والحصول على الرسومات المعمارية للمبنى المناسب.
2. استخدام برنامج Etabs في التحليل والتصميم.
3. استخدام المواصفات البريطانية للخرسانة المسلحة BS8110-Part1-1997.

5-1 هيكلة البحث:

يحتوي هذا البحث على خمس فصول وذلك كما مفصل أدناه:

- الفصل الأول يحتوي على مقدمة عامة عن موضوع البحث وأهميته وأهدافه والمنهجية المتبعة للوصول للأهداف.
- الفصل الثاني يتضمن الإطار النظري المتعلق بدراسة المباني الخرسانية ونظام الحوائط الحاملة من حيث المواد المستخدمة في التصميم.
- الفصل الثالث يتضمن كيفية التحليل والتصميم و نبذة عن البرنامج المستخدم.
- الفصل الرابع يتناول التحليل والتصميم باستخدام الحاسوب وحساب التكلفة للمواد والنتائج المتحصل عليها ومقارنتها.
- الفصل الخامس يتضمن الخلاصة والتوصيات.

الفصل الثاني

(الاطار النظري)

الفصل الثاني

الاطار النظري

2-1تمهيد :

التحليل الإنشائي لأي مبني أو منشأ يهتم بتحديد تأثير القوي والأحمال والاجهادات الناتجة عنها داخل العناصر الإنشائية المختلفة للمبني.

أما تصميم المبني فيمكن تعريفه علي انه من حيث التصميم المعماري هو إخضاع المبني لطلبات ورغبات المستخدمين أما التصميم الإنشائي هو حساب أبعاد المقاطع والتسليح.

وفي عملية التصميم الإنشائي يجب العناية بالعوامل الآتية :-

- التكلفة الاقتصادية.

- الأمان لكل عناصر المنشاة.

- حدود صلاحية المبني للتشغيل وتجنب الإزاحات والتشققات المثيرة لإزعاج المستخدمين.

2-2 أنظمة المباني الإنشائية :

أنظمة المباني الإنشائية هي عبارة عن جميع الترتيبات بوضع العناصر الإنشائية الحاملة بما يعرف بالمسقط ، والتي تضمن توازن البناء واستقراره من خلال نقل جميع الحمولات التي قد يتعرض لها للتربة المقاومة ، وأنظمة المباني الإنشائية يتم تقسيمها من حيث السلوك الاستاتيكي والتي تختلف في طريقة انتقال الأحمال إلى:-

1. نظام الحوائط الحاملة.

2 . النظام الهيكلي الإنشائي.

3. نظام الوحدات سابقة الصب.

4. المنشآت الفراغية.

5. النظام الإنشائي المعلق.

6. نظام الإنشاء على شكل علب إطارية.

7. نظام القشريات.

1-2-2 الجدران الحاملة :

الحوائط الحاملة هي حوائط تستخدم أساسا لحمل مضغوط في المباني الراسية ، والنظرية هنا تتمثل في جميع أوزان الأرضيات والأسقف إلي جميع الحوائط الداخلية والخارجية للدور ثم الحوائط الداخلية والخارجية إلي الطابق الذي يليه وهكذا إلي أن تصل إلي التربة ومن هنا نجد أن حوائط الطابق السفلي للمبني ترتكز عليها اكبر الأحمال ولذلك تكون الحوائط في هذا أكثر سمكا من الطابق السابق له وتقل هذه السماكات إلي أن تصل طابق السطوح.

تكون الأساسات أسفل حوائط الطابق السفلي في أساسات مستمرة بعرض اكبر من عرض الحوائط نفسها حتي نضمن توزيع الأحمال وتخفيف الإجهاد علي التربة ويراعي في مثل هذا النوع من المنشات إلي عدم تقييد البلاطات مع الحوائط لعدم حدوث عزوم انحناء في الحوائط إذ تحمل فقط الأحمال المحورية.

تعتمد الحوائط الحاملة على توزيع الأحمال من السقف وإيصال الأحمال عن طريق الحوائط إلى القواعد بواسطة الاساسات المستمرة.

واستخدام هذا الأسلوب في البناء سوف يؤدي إلى توفير حوالي 20% من تكاليف الهيكل الخرساني (القواعد المنفصلة ، الرقاب ، الميدات الأرضية ، الأعمدة وعارضات السقف).

يتكون النظام من القواعد الشريطية أسفل الحوائط الحاملة – الجدران الحاملة باستخدام الحجر أو الطوب الأحمر الفخاري.

و السقف يتكون من البلاطات الخرسانية المصبوبة في الموقع أو من البلاطات مسبقة الصب .

2-2-1-1 مكونات نظام الحوائط الحاملة:

1. بناء الحوائط.

2. بناء العارضات.

3. بناء الأسقف.

2-2-1-2 مميزات نظام الحوائط الحاملة:

نظام الجدران الحاملة هو نظام بناء عبقري ، تم الاعتماد عليه بالكامل لعدة سنوات بسبب عوامل عديدة تضمنها التميز، بما في ذلك :

1/ التكلفة الإنشائية:

رخيص الثمن نظرا لان المواد المستخدمة في هذا النظام قليلة التكلفة ولا تحتاج إلى تقنيات عالية في البناء السريع (سريع البناء) والحوائط المستخدمة هنا تكون عازلة للحرارة وذات متانة عالية مقاومة للتغيرات المناخية والصدمات وتوزيع الأحمال الإنشائية بانتظام على طول الحوائط الحاملة.

2/ القوة والمتانة:

يتميز نظام البناء بالجدران الحاملة بالمتانة وقوة التحمل ، وذلك بفضل المكونات أو التركيبة التي تشكل الجدران التي تبني هذا النمط الهيكلي ، حيث أنه مصنوع من الطوب الصلب والخرسانة المسلحة ، حيث نسبة الخرسانة المسلحة في جدار واحد يصل إلى حوالي 31% وينطبق الشيء نفسه على الأعمدة والحزم التي تثبت الجدران الحاملة وتشدها مع بعضها البعض لان هذه الأجزاء تتميز بتركيز كمية كبيرة من حديد التسليح فيها ، والتي تشكل حوالي 50% من تركيبها ، مما يعطي المبنى الصلابة والقوة والمتانة الممتازة ، مما يجعلها قادرة على الصمود في وجه الزلازل ، كما أنها أكثر قدرة على تحمل الصدمات الأفقية أو الرأسية.

3/ توزيع الحمل:

من المزايا التي يضمنها نظام بناء الجدران الحاملة والتي تفتقر إليها بخلاف أنماط البناء ، أنها توزع الأحمال على جميع زوايا المباني وجوانبها ، بطريقة تحافظ على توازنها ، وفي نفس الوقت يقلل من الأحمال على كل جزء منه ، مما يعني أن عرض الجدار لبنة واحدة ، بينما في الثالث يتكون من نصف لبنة واحدة ، وبالطبع كلما ارتفع المبنى وعدد طوابقه تضاعفت أحكام الأحجار التي تشكل الجدران.

4/ مقاوم للحرارة:

إن تركيب الجدران الحاملة يجعلها بناءا متماسكا ومقاوما للرطوبة وفي نفس الوقت فهي عازلة للحرارة في الطبيعة دون الحاجة إلى إضافة أي مواد لمنحها هذه الميزة مما يجعلها أكثر قدرة على مواجهة عوامل التآكل والتقلبات المناخية وتصبح طريقة بناء عملية وموثوقة الاعتماد في مناطق مختلفة ذات طبيعة مختلفة.

5/ فصل الأجزاء:

تسهل المباني التي أقيمت بجدران حاملة لأعمال الصيانة والإصلاح لها ، لأنها تتكون من أجزاء منفصلة مما يعني أن البناء ككل متحد ومترابط مع بعضها البعض ، ولكن في حالة تلف أحد الأسقف علي سبيل المثال يمكن هدمها وإعادة بنائها مرة أخرى دون التأثير على أي من الجدران الجانبية المقامة.

3-1-2-2 أنواع أنظمة مباني الحوائط الحاملة:

يتم تقسيم نظم مباني الحوائط الحاملة إلى نوعين وكل منه له مميزات وعيوب ، وهم كما يلي: –

1/ المباني المقامة على جدران حاملة من الحجر:

في هذا النوع من المباني ، تكون الجدران المحمل هي الركائز في المباني الإنشائية ، ويجب النظر في تقليل الفتحات في الجدران لان وجودها يضعف المبنى.

- من بين عيوب هذا النوع من الجدران :

i- عدم القدرة على إجراء التعديلات عن طريق إزالة الجدران.

ii- الالتزام بتقسيم الطابق الأرضي وعدم القدرة على تعديله وسبب وجوب أن تكون الجدران فوق بعضها البعض.

- ويلجأ إلى هذا النوع في الحالات التي تتطلب استخدام المواد المتاحة .

2/ المباني المبنية على الجدران الحاملة من الخرسانة سابقة الصب:

في هذا النوع من المباني تستخدم الخرسانة التي تم صبها للجدران والأرضيات والأسقف ، بينما

الأساسات تعمل على صب الخرسانة لها في الموقع ، ويتميز هذا النوع بالقدرة على إنشاء المباني الشاهقة المقاومة للزلازل.

2-2-1-4 مزايا تنفيذ نظام الجدران الحاملة:

1- إنجاز وتنفيذ سريع.

2- الاستغناء عن الأخشاب والدعامات المستخدمة لربط وإصلاح السقف قبل صب الخرسانة.

3- تقليل الاعتماد على النجارين والحدادين للخرسانة المسلحة.

4- توفير تكاليف الخرسانة المسلحة، حديد التسليح وأجور العمالة بنسبة 24% من تكاليف البناء في الهيكل الخرساني.

5- زيادة عوامل السلامة والأمن لصب السقف.

6- زيادة كفاءة وجودة العمل المنجز بشكل كبير بسبب استخدام المواد الجاهزة مثل الأعصاب الخرسانية في الأسقف.

2-2-1-5 مساوئ استخدام نظام الجدران الحاملة:

1. صعوبة تغير الشكل المعماري لها، مثل إعادة تقسيم المبني أو إسقاط أحد الحوائط من دور الأخر دون اتخاذ الحذر الشديد حتى نضمن عدم تعرض المبنى للانهيار.

2. إن وجود فتحات في جدران هذا النوع من البناء يضعف المبنى وبالتالي يجب تقليله خاصة ما كان كبيرا في العرض ، وبالتالي تعمل النوافذ على نطاق واسع ولكن ارتفاعها مرتفع نسبيًا والعرض صغير نسبيًا.

3. يقلل من التكوينات المطلوبة في الواجهات.

4. صغر الحجم الفراغي المستغل معماريا للأدوار السفلية ، حيث يزيد سمك الحوائط كلما اقتربنا من الأساس لزيادة الأحمال التي يتعرض لها الحائط.

5. تحد من التشكيلات المطلوبة في الواجهات.

6. محدودية الارتفاع المسموح به كما أنها تتطلب مهارة في بناء الحوائط.

2-2-1-6 أهم ما يجب إتباعه عند البناء بهذا الأسلوب:

1. استخدام أنواع من الطوب لها قوة احتمال كبيرة وقد استخدم قديما الحجر ثم الطابوق الطيني الآجر وبعدها استخدم الطابوق أو البلوك الخرساني المصمت أو المجوف.

2. تجنب التكسير في أي جزء تم بناءه ، وإن تطلب ذلك فيكون بشكل لا يعرض الطوب للخلخلة.

3. العناية التامة بالعازل المضاد للرطوبة في كافة أجزاء المباني أسفل أرضية الدور الأرضي وذلك باستخدام بيتومين مطاطي سائل وبحيث يعطي سمكا لا يقل عن 2-3 ملم.

4. محاولة تسليك مواسير الكهرباء في الحوائط أثناء بناء البلوك وبشكل متوازي مع عملية البناء منعا للتكسير وخلخلة البلوك لاحقا.

5. مراعاة أن يكون عرض فتحات الأبواب والنوافذ أقل ما يمكن.

2-2-1-7 الخصائص العامة لمباني الحوائط الحاملة:

1. تنقل الأحمال الميتة والحية من الأسقف إلى الحوائط.

2. تنقل الحوائط تلك الأحمال بالإضافة إلي وزنها الذاتي إلى الحوائط التي أسفلها حتى تصل إلى الأساس المستمر تحت الحوائط.

3. يقوم الأساس بتوزيع الأحمال على طبقة التربة الصالحة للتأسيس.

4. يتزايد سمك الحوائط كلما اقتربنا من منسوب التأسيس.

5. يختلف سمك الحائط الداخلي عن الخارجي ، وحتى لا يؤثر في شكل المبنى يكون الاختلاف من الداخل.

6. وجود الفتحات في الحوائط الإنشائية يضعف قدرتها على التحمل وبالتالي يجب الإقلال من مصطحبها. وتنفيذ فتحات الشبابيك بحيث يكون العرض قليل والارتفاع كبير.

7. لا يجب عمل تعديلات داخلية في هذا العمل من المباني بدون اتخاذ الاحتياطات اللازمة لضمان عدم انهيار المبنى.

8-1-2-2 تحديد سمك الحائط الحامل:

إذا كان ارتفاع المبنى 7 متر (عدد الأدوار 2) فإن سمك الحائط الخارجي 25 سم بما فيه الدروة.

إذا كان ارتفاع المبنى 10 متر (عدد الأدوار 3) فإن سمك الحائط الخارجي 38 سم للدور الأول و 25 سم للثاني والدروة.

إذا كان ارتفاع المبنى 13 متر (عدد الأدوار 4) فإن سمك الحائط الخارجي للأرضي 51 سم والأول والثاني 38 سم والثالث والرابع والدروة 25 سم.

إذا كان ارتفاع المبنى 16 متر (عدد الأدوار5) فإن سمك الحائط الخارجي للأرضي والأول 51 سم والثاني والثالث 38 سم والرابع والخامس والدروة 25 سم.

2-2-2 المنشات الهيكلية:

إن الأرضيات والحوائط في كل طابق من طوابق هذه المنشات تنقل حملها إلي هيكلها العام المكون من بلاطات وعارضات وأعمدة متصلة مع بعضها البعض ، تنقل البلاطات أحمالها إلي العارضات ثم إلي الأعمدة وتستمر العملية في كل طابق إلي أن تصل إلي الطابق السفلي ثم إلي الأساسات وأخيرا إلي التربة ويمكن أن يشيد هذا النوع من المباني من أي مادة تستطيع تحمل الشد والضغط المسلط علي أعضاء المنشأ مثل الحديد أو الخرسانة المسلحة أو الخشب أو غيرها ، علي أن تحمل الحوائط وزنها فقط ولهذا تكون سماكة الحوائط في المنشآت الهيكلية اقل ما يمكن لعدم خلق وزن إضافي ومراعاة التكلفة.

3-2-2 المنشآت الفراغية:

وهي المباني التي تتكون من قشريات أو وحدات صلبة قصيرة وبأشكال عديدة بتجميعها يمكن أن تنقل القوة المؤثرة داخل وحداتها إلي أطرافها ويدخل هذا التنظيم في منشات القشريات والقباب وكذلك القبوات وهذه تحتاج إلي مهارة عالية في التصميم الإنشائي.

3-2 الخرسانة:

هي عبارة عن كتلة متصلبة من الاسمنت والركام الناعم والركام الخشن والماء مع وجود إضافات أو عدمها لتحسين خواص الخرسانة، حيث تخلط هذه المكونات بنسب معينة وتمزج جيدا للحصول علي خليط متجانس الخواص.

1-3-2 الخرسانة المسلحة:

هي عبارة عن خرسانة عادية تحتوي قضبان حديدية (فولاذ تسليح) ولها أشكال خاصة يحددها المهندس المختص بالتصميم وهي مقاومة لاجهادات الشد الناتجة من الأحمال حيث تكون الخرسانة ضعيفة في منطقة الشد مما يسبب تشققات ثم انهيار الخرسانة.

2-3-2 الخواص الإنشائية للخرسانة المسلحة :

2-3-2-1 مقاومة الخرسانة للانضغاط :

تقاس مقاومة الخرسانة للانضغاط حسب المواصفات البريطانية بواسطة اسطوانات قياسية من الخرسانة ، حيث تصب الخرسانة في القالب علي طبقات وتدمك دمكا جيدا ومن ثم تعالج لمدة 28 يوم .

ومن ثم توضع في ماكينة الاختبار ويسلط عليها حمل انضغاط حتي تتهشم العينة و تتراوح قيمتها بين :-

- الخرسانة المسلحة العادية :

$(21\text{-}28N/mm^2)$

- الخرسانة مسبقة الإجهاد :

$(35\text{-}42N/mm^2)$

- خرسانة الأبحاث :

$(60N/mm^2)$

2-3-2-2 مقاومة الخرسانة للشد:

تعتبر الخرسانة ضعيفة جدا لمقاومة الشد حيث تتراوح قيمة مقاومة الشد للخرسانة بين

(10-15%).

2-3-2-3مقاومة الخرسانة للقص :

من الصعب جدا تحديد قيمة لمقاومة الخرسانة للقص من الاختبارات كما يتم في حالة مقاومة الضغط وذلك لصعوبة تحديد تأثير القص الصافي للفشل دون تأثيره لاجهادات أخري أثناء الاختبار وفي الغالب يعطي الكود المستخدم في التصميم قيما لمقاومة الخرسانة للقص.

4-2 الأحمال :

تنقسم الأحمال المؤثرة علي المبني بشكل عام الي أحمال (حية ، ميتة ، رياح).

1-4-2 الأحمال الميتة :

وهي الأوزان المؤثرة علي المبني والتي تكون ثابتة ولا تتغير أبدا وتتضمن الوزن الذاتي للمنشأ مثل وزن الهيكل العام وأوزان الأرضيات وأوزان الحوائط ، الأسقف ، السلالم ، التشطيبات وغيرها من أعمال التشييد.

2-4-2 الأحمال الحية :

تعرف علي أنها أي حمل مؤثر علي المبني يتغير موقعه أثناء عمر المبني ويدخل هذا التعريف أوزان مستخدمي المبني والأثاث وأي حمل متغير في القيمة وهذا التعريف لا يتضمن أحمال البيئة.

3-4-2 أحمال الرياح :

الأبنية العادية تصمم علي الحمولات الميتة والحية ولكن هنالك مجموعة أخري من الأحمال لا تؤخذ في الاعتبار عند تصميم الأبنية العادية وهي الحمولات الأفقية ومن أهمها ضغط الرياح والزلازل والهزات الأرضية وغيرها.

5-2 طرق التحليل الإنشائي :

تهدف عملية التحليل الإنشائي إلي إيجاد الاجهادات الداخلية في كل عنصر من الهيكل الإنشائي وتحديد أشكال التشوهات تحت تأثير الأحمال المختلفة وهنالك عدة طرق مستخدمة في التحليل الإنشائي للمباني منها :

1-5-2 الطرق التقليدية :

- طريقة التشوهات المتناسقة.
- طريقة الميل والانحراف.
- طريقة معادلة العزوم.

وكلها تؤدي إلي نتائج دقيقة.

2-5-2 الطرق الحديثة :

في هذه الطرق يتم تحليل المنشأ باستخدام المصفوفات وتوجد طريقتان هما :

أ- طريقة القوة (المرونة).

ب- طريقة الإزاحة (الجساءة).

لقد تطورت الطريقتان بعد عصر الحاسبات الالكترونية وذلك لأنهما تؤديان إلي عدد من المعادلات الآنية عادة ما تكون كبيرة لا يمكن حلها إلا عن طريق الحاسبات الالكترونية.

6-2 طرق التصميم :

تتلخص طرق التصميم في الأتي :

أ- طريقة إجهاد التشغيل :

تعتمد هذه الطريقة علي التنبؤ بالإجهاد الذي يحدث في العضو عند تعرضه لأحمال الخدمة المتوقعة وتعتمد علي العلاقة الخطية بين الإجهاد والانفعال حيث تصمم الأعضاء الإنشائية بحيث لا تتعدي اجهادات التشغيل التي تحدثها أحمال الخدمة للاجهادات المسموح بها وتحدد هذه الاجهادات المسموح بها توفير عامل أمان حتي لا تصل الاجهادات الناتجة من أحمال الخدمة إلي الاجهادات القصوى في الخرسانة.

ب- طريقة المقاومة القصوى :

هي طريقة تقوم علي التصميم بالمقاومة القصوى وذلك بتصميم أحمال الخدمة باستخدام عوامل تسمي عوامل الحمل الأكبر من الواحد الصحيح وبناءا علي هذه الأحمال التي تعرف بأحمال التصميم يمكن إيجاد المقاومة القصوى للعضو معتمدين علي غير العلاقة الخطية بين الإجهاد والانفعال في الخرسانة وهي طريقة أكثر آمانا من الطريقة الأولي وخطواتها.

7-2 البلاطات (Slabs) :

تعتبر البلاطات من أكثر العناصر الإنشائية شيوعا لتحمل الأحمال العمودية التي تقع علي سطحها وترتكز البلاطات إما علي حوائط مباشرة أو علي عارضات مباشرة علي الأعمدة ، إن البلاطات عادة ما تكون مستطيلة أو مربعة الشكل ولكن يمكن أن تأخذ أي شكل أخر مثل المثلث وشبه المنحرف والدائري.

1-7-2 أقسام البلاطات :

– بلاطة ذات اتجاه واحد :

هي البلاطة التي تحقق الشرط ($\frac{L}{w} \geq 2$) وتقاوم الأحمال الواقعة عليها بالانحناء في اتجاه عمودي علي الركائز.

– بلاطة ذات اتجاهين :

هي البلاطة التي تحقق الشرط ($\frac{L}{w} < 2$) وهي أما أن تكون مستطيلة ذات الطول الغير كبير نسبيا بالمقاومة بعرضها أو مربعة مرتكزة علي أربعة جوانب وتقاوم الأحمال الواقعة عليها عن طريق الانحناء في اتجاهين متعامدين.

البلاطات أيضا لها دور في مقاومة أحمال الرياح بالإضافة إلي مقاومتها للأحمال التي تقع علي سطحها وذلك في المباني العالية أو متعددة الطوابق وذلك بفضل عملها كعارضات أفقية عميقة (Deep Horizontal) وفي هذه الحالة تعمل كحاجز إطاري جاسي (Rigid diaphragm) ذو صلابة عالية يعمل علي تقليل التشكيلات العرضية (Lateral deform) للإطارات متعددة الطوابق (Multistory frames).

2-7-2 أنواع البلاطات:

توجد أنواع مختلفة وعديدة وشائعة الاستعمال من البلاطات الخرسانية منها :

1 /البلاطة المصمتة (Solid slap).

2 /البلاطات المفرغة (Hollow block slabs).

3/ البلاطات المسطحة (Flat slabs) .

4/ البلاطات المصمتة ذات الأعصاب (Waffle slabs).

5/البلاطات المنشاة بالرفع (Lift slabs).

6/ بلاطة سابقة التجهيز (Pre slabs).

3-7-2 البلاطة المسطحة:

هي بلاطة خرسانية مسطحة بدون أي عارضات ومرتكزة مباشرة علي الاعمده الخرسانية ويمكن لهذا النوع أن يكون به بواكي ساقطة (Drop panels) أو بدون بواكي .

2-7-3-1 مزايا البلاطة المسطحة

- لها نظام شدات مبسط .

- توزيع الضوء يكون أفضل .

- ارتفاع الطوابق عن بعضها يكون اقل مما يجعلها أكثر اقتصادية .

- التقليل من مخاطر رماد الحريق لعدم وجود زوايا بين البلاطة والعارضات الحاملة .

2-3-7-2 أنواع البلاطات المسطحة:

1- بلاطة خرسانية مسطحة عادية وترتكز علي الأعمدة وهذا النوع يستخدم عندما يكون :

- الحمل الحي اقل من $5\ kN/m^2$.

- أقصي مسافة بين الأعمدة 6 m .

- سمك البلاطة اكبر من 150 mm .

2/ بلاطة مسطحة ذات بواكي السقوط تستخدم عندما يكون من الضروري زيادة سمك البلاطة اعلي رأس العمود لمقاومة كل من إجهاد الاختراق (Punch Stress) وكذلك العزوم السالبة ولتقليل حديد التسليح وهذا يحدث عندما يكون الحمل الحي اكبر من $10\ KN/m^2$ وأقصي بعد اكبر من 6. m ولابد من توفر الشروط الآتية لاستخدام البواكي الساقطة : -

- سمك السقوط أسفل البلاطة يجب ألا يقل من $\frac{1}{4}$ سمك البلاطة.

- بواكي السقوط يجب أن تمتد علي الأقل $\frac{1}{6}$ من البحر الطويل علي أن لا تزيد عن $\frac{1}{4}$ البحر القصير.

3- البلاطة المسطحة برؤوس الأعمدة (تيجان) :

- الحمل الحي اكبر من $6KN/m^2$ والبحر اكبر من 6m وتستخدم عندما :

- زاوية ميل التاج يجب الا تزيد عن 45 درجة علي الاتجاه الراسي.

– القطر المؤثر D الداخل في الحسابات يجب الا يزيد عن 0.24L.

8-2 الأعمدة (Columns) :

تعتبر الأعمدة من العناصر الإنشائية التي تستعمل أساسا في مقاومة أحمال الضغط والأعمدة هي أعضاء الضغط التي يزيد طولها أو ارتفاعها في اتجاه قوة الضغط عن خمسة أمثال البعد الأصغر ويشمل ذلك القطاعات الدائرية أو المربعة أو المضلعة أو الأعمدة المركبة .

في نظم المنشآت الهيكلية تنتقل الأحمال من طابق إلي آخر عبر الأعمدة ومن ثم إلي الأساسات ، هذا يعني أن أعمدة الطابق السفلي تكون أكبر حملا و أبعادا وكمية تسليح أكبر من نظيراتها في الطوابق العليا ولكن لأغراض تسهيل عملية التنفيذ قد تكون الأعمدة ذات أبعاد ثابتة لكل الطوابق .

2-8-1 أقسام الأعمدة :

يمكن تقسيم الأعمدة إلى :

(1) الأعمدة المقيدة و غير المقيدة.

(2) الأعمدة القصيرة و النحيلة.

(3) الأعمدة المحملة مركزيا ولا مركزيا.

2-9 السلالم الخرسانية المسلحة :

السلالم هي مجموعة من الدرج وضعت بترتيب للوصول إلى الأدوار المختلفة في المبنى ، فهي تعمل علي ربط أدوار المبنى ببعضها راسيا .

إن السلالم الخرسانية المسلحة تتكون بصفة عامة من بلاطة مائلة (درج) وبلاطة أفقية (بسطة) وترتكز على العارضات أو علي الأعمدة مباشرة .

يوصي بعدم السماح بتنفيذ أكثر من 15درجة في القلبة الواحدة للسلم وذلك للحصول على سلم مريح ، وللحصول علي ذلك يوصى بالالتزام بالأبعاد الآتية :

- **النائم (Tread) :-**

في المباني الخاصة أو المنازل لا يقل عن mm(300-220) .

وفي المباني العامة لا يقل عن 230 mm .

- **القائم (Riser):-**

في المباني الخاصة أو المنازل لا يزيد عن 200 mm .

في المباني العامة لا يزيد عن 160 mm .

- **عرض السلم :-**

في المباني الخاصة لا يزيد عن 900 mm .

في المباني العامة لا يزيد عن 1200 mm .

10-2 العارضات الأرضية :

وهي أعضاء إنشائية يتم إنشاؤها لعدة أغراض منها :

- توضع العارضات تحت الحائط لتحميل الحائط عليها تجنبا لتحميله مباشرة على البلاطة الخرسانية الضعيفة .

- تعمل علي تربيط الأعمدة للحصول على توزيع أفضل لعزم الإنحاء في العارضات و تقليل قوى الانبعاج في الأعمدة .

- العارضات التي تربط الاعمدة يجب الا يزيد طولها عن 6m وعرضها يتناسب مع

عرض الحائط وارتفاع العارضة لا يقل عن $\frac{L}{8}$.

11-2 الأساسات (Foundation) :

الأساس هو الجزء السفلي من المنشأة والمتصل بالأرض و الأساس هو العضو الإنشائي الذي ينقل الأحمال سواء كانت حية أو ميتة أو غيرها بطريقة أمنة إلي تربة الأرض وتنفذ الأساسات أسفل مستوى الأرض وإن كانت في بعض الأحيان قد تمتد أعلى سطوح الأرض .

1-11-2 أقسام الأساسات :

تنقسم الأساسات بصورة عامة إلي نوعين :

1- الأساسات السطحية (Shallow foundation) :

وهي الأساسات التي تنفذ علي أعماق قريبة من سطح الأرض وتنقسم إلي الأنواع التالية :

1-القواعد المنفصلة (Bad foundation) .

2-القواعد المشتركة (Combined foundation) .

3- الأساسات الشريطية (Strip foundation) .

4- الأساسات الحصيرة (Raft foundation) .

2/ الأساسات العميقة :

حينما يتعذر الحصول علي طبيعة صالحة للتأسيس بالقرب من سطح الأرض لتنفيذ أساسات سطحية يتم اللجوء اضطرارا إلي اختراق التربة إلي أعماق كبيرة للحصول علي العمق الصالح للتأسيس ويتم ذلك بتنفيذ أساسات عميقة .

الفصل الثالث

(تصميم الاعضاء الانشائية للمباني)

الفصل الثالث

تصميم الاعضاء الانشائية للمباني

1-3 التحليل:

التحليل هو الحصول على قوى القص وعزم الانحناء من الأعضاء المعرضة للأحمال.

تحليل الإنشاءات كان من أكثر المشاكل التي كانت تواجه المهندسين قديما في تحليل المنشآت العالية بسبب استخدام التحليل اليدوي ومن طرق التحليل اليدوي طريقة توزيع العزوم و طريقة الجساءة وطريقة الإطار البابي وطريقة الميل انحراف.

ولكن الآن تم التوصل إلى برامج حاسوبية لتحليل المنشآت العالية أو البسيطة تعمل على تحليل كل أعضاء المنشأة في أسرع وقت ممكن وإعطاء النتائج بصورة تفصيلية في شكل تقرير أو شكل بياني.

2-3 الأحمال:

تنقسم الأحمال المؤثرة علي المنشأة بصورة عامة إلى :

1-2-3 أحمال مباشرة:

وهي الأحمال التي تتعرض لها المنشأة عادة حسب طبيعة ونوع المنشأة والغرض منها وهي :

- الأحمال الميتة (Dead load).
- الأحمال الحية (Imposed load).
- الأحمال الديناميكية (Dynamic load).
- أحمال الرياح (Wind load).
- أحمال الزلازل (Earth quack load).

2-2-3 الأحمال الغير مباشرة:

وهي القوى الناتجة عن :

- تغيرات درجة الحرارة على المنشأة.

- انكماش الخرسانة.

- زحف الخرسانة.

- الهبوط النسبي أو المتفاوت على العنصر أو المنشأة ككل.

3-3 التصميم:

يتم التصميم حسب المدونة البريطانية BS8110-Part1-1997.

التصميم الإنشائي هو الأعمال التي تتطلب خبرة عملية طويلة حيث أن اختيار شكل المقطع المناسب ليس بسهولة للمصممين حديثي العهد والتصميم الجيد يوازي ما بين المتانة والناحية الاقتصادية وذلك بإعداد عدة تصاميم آمنه يتم المفاضلة بينها من حيث التكلفة.

3-3-1 طرق التصميم:

أ- طريقة التصميم المرن :

تعتمد هذه الطريقة علي التنبؤ بالإجهاد الذي يحدث في العضو عند تعرضه لأحمال الخدمة المتوقعة وتعتمد علي العلاقة الخطية بين الإجهاد والانفعال حيث تصمم الأعضاء الإنشائية بحيث لا تتعدي اجهادات التشغيل التي تحدثها أحمال الخدمة للاجهادات المسموح بها وتحدد هذه الاجهادات المسموح بها توفير عامل أمان حتي لا تصل الاجهادات الناتجة من أحمال الخدمة إلي الاجهادات القصوى في الخرسانة.

ب- طريقة المقاومة القصوى :

هي طريقة تقوم علي التصميم بالمقاومة القصوى وذلك بتصميم أحمال الخدمة باستخدام عوامل تسمي عوامل الحمل الأكبر من الواحد الصحيح وبناءا علي هذه الأحمال التي تعرف بأحمال التصميم يمكن إيجاد المقاومة القصوى للعضو معتمدين علي غير العلاقة الخطية بين الإجهاد والانفعال في الخرسانة وهي طريقة أكثر آمانا من الطريقة الأولي وخطواتها.

4-3 تصعيد الأحمال:

أن الأحمال التي يمكن تحديدها بدقة الأحمال الميتة (Dead load) أو الأحمال الحية التي تكون عرضة للتغيير (Imposed load) وأحمال الرياح (Wind load) فيمكن ضربها في معاملات حسب تركيبة الأحمال (Load combination) :-

$$N = 1.4g_k + 1.6q_{\,k}$$

$$N = 1.0q_k + 1.4w_l$$

$$N = 1.2(q_k + g_k + w_l)$$

حيث أن :

N تمثل الحمل التصميمي.

g_k تمثل الحمل الميت.

q_k تمثل الحمل الحي.

w تمثل حمل الرياح.

5-3 الحالات الحدية:

هنالك نوعين من الحالات الحدية هم الحالة الحدية القصوى (Ultimate limit state) والحالة الحدية للاستخدام (Serviceability limit state).

6-3 الحالة الحدية القصوى:

هذه الحالة تتطلب بأن تكون المنشأة قادرة علي المقاومة بعامل كافي من الأمان ضد الانهيار وذلك للأحمال التصميمية المطلوبة كما يجب أن تؤخذ إمكانية التحدب أو الانقلاب في الاعتبار وكذلك الأضرار العرضية الناتجة من الصدم مثل الانفجار الداخلي.

7-3 الحالة الحدية للاستخدام:

1-7-3 الانحراف: (Deflection):

كفاءة الجزء في المنشأ يجب ألا تكون متأثرة بالانحراف.

2-7-3 التشقق: (Cracking):

الضرر المحلي الناتج من التشقق أو التصدع والتكسير يجب ألا يؤثر علي المظهر وكذلك كفاءة ومتانة المنشأ.

3-7-3 المتانة: (Durability):

يجب أن يؤخذ في الاعتبار المتانة من حيث العمر الافتراضي المنشأ.

الحالات الحدية الأخرى يجب أن تتضمن الأتي :

3-7-4 الاهتزاز المفرط: (Excessive Vibration):

الذي قد يسبب مضايقة بقلق بالإضافة إلي الضرر.

3-7-5 الإعياء أو الكلال: (Fatigue):

يجب أن يؤخذ في الاعتبار إذا كان هناك إحتمال وجود تحميل متردد (دوري).

3-7-6 مقاومة الاحتراق: (Fire Resistance):

يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار من ناحية مقاومة الانهيار واحتراق اللهب وكذلك تحول الحرارة.

3-7-7 الظروف الخاصة: (Special Circumstances):

أي متطلبات خاصة في المنشأ لم تعطي بأي من الحد الأكثر شيوعا من مقاومة الزلازل يجب أن تؤخذ في الحسبان.

3-8 الخطوات والمعادلات المستخدمة:

3-8-1 تصميم العارضات:

العارضات هي تلك الأعضاء الأفقية التي تقوم بحمل البلاطات وما عليها من حوائط ثم تنقل هذه الاحمال إلي الأعمدة ومنها إلي الأساسات ومنها إلي التربة.

وتقوم العارضات بحمل الحوائط عليها تفاديا للتحميل المباشر إلي البلاطة الخرسانية الضعيفة.

وتستخدم لتربط الأعمدة وذلك بغرض توزيع أفضل لعزوم الانحناء في العارضات بالإضافة إلي تقليل طول الانبعاج للأعمدة.

خطوات تصميم العارضات :

1- حساب العزوم السالبة والموجبة.

$$M+ = 0.09fI$$

$$M- = o.11fI$$

حيث M تمثل العزم.

2- حساب اجهاد القص في الدعامة الداخلية والخارجية:

$$V_{in=o.6f}$$

$$V_{out=o.45f}$$

حيث أن :

V_{in} تمثل اجهاد القص الداخلي.

V_{out} تمثل اجهاد القص الخارجي.

3- حساب العمق الفعال بافتراض حديد كانات وحديد تسليح:

$$d = h - cover - \emptyset$$

حيث أن :

d تمثل العمق الفعال.

H تمثل عمق المقطع.

Ø تمثل قطر قضبان حديد التسليح.

4-التأكد من نوع التسليح مفرد أم مزدوج عن طريق حساب المعدل K

$$K = \frac{M}{bd^2\, f_{cu}}$$

حيث أن :

d تمثل العمق الفعال.

b تمثل عرض المقطع.

M تمثل العزم.

f_{cu} تمثل المقاومة المميزة للخرسانة.

5- حساب قيم Z:

$$Z = d\left(0.5 + \sqrt{0.25 - \frac{K}{0.9}}\right)$$

$$Z = L_a \,.\, d$$

حيث أن :

Z تمثل ذراع العزم.

d تمثل العمق الفعال.

6- حساب مساحة حديد التسليح As:

$$As = \frac{M}{0.95\ fy\ Z}$$

fy تمثل المقاومة المميزة لحديد التسليح المقاوم للثني.

7- التأكد من القص:

يتم حساب قيمة :

$$V = \frac{v}{bvd}$$

حيث أن :

V تمثل اجهاد القص.

v تمثل قوة القص.

يتم حساب كل من Vc = from table 3.8

Vc تمثل مقاومة الخرسانة للقص.

وكل القيم الآتية :

$$0.8\sqrt{f_{cu}}$$

$$0.4Vc$$

$$0.5Vc$$

يتم حساب مسافة حديد الكانات حسب المعطيات من الجدول Table 3.7

8- حساب معامل التوزيع M.S من Table 3.10

بعد حساب النسبة :

$$\frac{M}{bd^2}$$

9- التأكد من نسبة العمق الفعال d إلى البحر (span)

$$\frac{\text{limiting span}}{\text{effective depth}} > \frac{\text{actual span}}{\text{effective depth}}$$

3-8-2 تصميم البلاطات:

تعتبر البلاطات من أكثر العناصر الإنشائية شيوعا لتحمل الأحمال العمودية التي تقع علي سطحها وترتكز البلاطات إما علي حوائط مباشرة أو علي عارضات مباشرة علي الأعمدة ، إن البلاطات عادة ما تكون مستطيلة أو مربعة الشكل ولكن يمكن أن تأخذ أي شكل أخر مثل المثلث وشبه المنحرف والدائري.

خطوات تصميم البلاطات :

وفي هذه الخطوات نقوم بإتباع الأتي :

1- نحدد نوع البلاطة بحاصل قسمة البحر الطويل علي البحر القصير.

2- حساب الوزن الذاتي للبلاطة (S.W) ومن ثم حساب الحمل الميت الكلي.

3- حساب الحمل الحي.

4- حساب الحمل الأقصى:

$$N=1.4D.L+1.6L.L$$

حيث ان :

D.L يمثل الحمل الميت.

L.L يمثل الحمل الحي.

5- إيجاد معاملات العزم من جدول (1.14) حسب ناتج قسمة البحر الطويل علي البحر القصير ومن نفس الجداول توجد معاملات القص.

6- التسليح في البحر الطويل أو البحر القصير عن طريق إيجاد العزم الموجب والسالب.

$$M = \pm\beta n l^2$$

β تمثل معامل التخفيض الناتج من النحافة

7- حساب المعدل (k)

$$K = \frac{M}{bd^2 f_{cu}}$$

8– حساب ذراع العزم (Z)

$$Z = L_a . d$$

9- حساب حديد التسليح الرئيسي (As)

$$As = \frac{M}{0.95 fy Z}$$

10- مقارنة مساحة حديد التسليح As مع مساحة حديد التسليح الدنيا As_{min} والمحسوبة من العلاقة:

$$As_{min} = \frac{0.13 bh}{100}$$

وأخذ القيمة الكبرى.

حيث ان:

As تمثل مساحة حديد التسليح.

As_{min} مساحة حديد التسليح الدنيا.

11- حساب معامل التوزيع (M.S):

12- التأكد من العزم كالأتي:

$$\text{Limiting}\frac{\text{span}}{\text{effective depth}} > actual \frac{\text{span}}{\text{effective depth}}$$

13- حساب قوة القص (V)

$$V: \pm Lvxy\ nl^2$$

ويجب أن يكون :

$$V < 0.8\sqrt{f_{cu}}$$

14-حساب مقاومة الخرسانة للقص (Vc):

$$\mathrm{Vc} = \frac{0.79}{\partial \mathrm{m}} * \left(\frac{100\mathrm{Asprov}}{\mathrm{bd}}\right)^{\frac{1}{3}} * \left(\frac{400}{\mathrm{d}}\right)^{\frac{1}{4}}$$

ويجب أن يكون :

$$\frac{100\ \mathrm{Asprov}}{\mathrm{bd}} < 0.3$$

$$\frac{400}{\mathrm{d}} > 1.0$$

15- التاكد من القص.

$$\mathrm{Vc} > V$$

حيث ان :

Vc تمثل مقاومة الخرسانة للقص.

V تمثل قوة القص.

3-8-3 تصميم السلالم:

السلالم هي سلسلة من الدرجات التي هي وسيلة اتصال بين الطابق و الأخر أو مجموعة من الدرج مكونة لمستوي مائل الغرض منه الوصول بسهولة من طابق إلي أخر. وتوضع في مكان مخصص لها في المبني يعرف ببئر السلم .

يجب أن تصمم جميع السلالم وتنشا بحيث تكون الحركة إلي اعلي أو إلي أسفل من طابق إلي أخر بأسلوب مريح وسريع وامن.

يمكن أن تكون السلالم من أي مادة مناسبة مثل الطوب أو الحجر أو الخشب أو الفولاذ أو الخرسانة المسلحة.

خطوات تصميم السلالم :

1- فرض طول القائم والنائم.

2- ومن ثم حساب العمق الفعال h فرض سماكة وعرض السلم

$$\mathrm{d} = \mathrm{h} - \mathrm{cover} - \emptyset$$

حيث أن :

d تمثل العمق الفعال.

H تمثل عمق المقطع.

Ø تمثل قطر قضبان حديد التسليح.

3-حساب الحمل الميت لعرض السلم (Waist) بالإضافة للدرجات (Steps).

4- حساب الحمل الحي.

5- حساب الحمل الأفقي N

$$N = 1.4D.L + 1.6L.L$$

حيث ان :

D.L يمثل الحمل الميت.

L.L يمثل الحمل الحي.

6- حساب العزوم من الجدول BS8110-3

7- حساب معامل التوزيع M.S من Table 6.7بعد حساب النسبة

$$\frac{M}{bd^2}$$

8- التأكد من العمق الفعال d في البحر (span)

$$\frac{L}{d\ limit} > \frac{L}{d\ actual}$$

9- التصميم للعزم الموجب بإيجاد

$$K = \frac{M}{bd^2\ f_{cu}}$$

حيث أن :

d تمثل العمق الفعال.

b تمثل عرض المقطع.

M تمثل العزم.

f_{cu} تمثل المقاومة المميزة للخرسانة.

$$Z = d\left(0.5 + \sqrt{0.25 - \frac{K}{0.9}}\right) > \text{not } 0.95d$$

$$As = \frac{M}{0.95\ fy\ Z}$$

fy تمثل المقاومة المميزة لحديد التسليح المقاوم للثني.

10- التصميم للعزم السالب بنفس الخطوات السابقة.

4-8-3 تصميم الحوائط:

الحوائط الحاملة هي حوائط تستخدم أساسا لحمل مضغوط في المباني الراسية ، والنظرية هنا تتمثل في جميع أوزان الأرضيات والأسقف إلي جميع الحوائط الداخلية والخارجية للدور ثم الحوائط الداخلية والخارجية إلي الطابق الذي يليه وهكذا إلي أن تصل إلي التربة ومن هنا نجد أن حوائط الطابق السفلي للمبني ترتكز عليها اكبر الأحمال ولذلك تكون الحوائط في هذا أكثر سمكا من الطابق السابق له وتقل هذه السماكات إلي أن تصل طابق السطوح.

خطوات تصميم الحوائط :

1- حساب نسبة النحافة SR للحائط وتعتمد على ارتفاع الحائط وعلى سمكه.

وعلى أحوال التثبيت من العلاقة :

$$SR = \frac{hef}{tef}$$

2- حساب معامل التخفيض b الناتج من النحافة SR من جدول بدلالة نسبة النحافة واللامركزية ex

3- حساب معامل الأمان الجزئي للحائط ∂m من جدول (4) بدلالة التحكم في الصناعة والتنفيذ.

4- حساب مقاومة الضغط التصميمية للحائط Fk المحسوبة أعلاه.

3-8-5 تصميم الأساس الشريطي:

يستعمل هذا النوع من الأساسات عند إنشاء المباني ذات الحوائط الحاملة وتتم عن طريق حفر خندق في الأرض لكل حائط من حوائط المبني وتعتمد نظرية هذا النوع من التأسيس علي انتقال احمال المبني إلي التربة عن طريق الحوائط وبالتالي يلزم استمرار الأساس تحت أسفل الحوائط بالكامل يحقق انتشار الاحمال علي اكبر مساحة ممكنة من الأرض.

خطوات تصميم الأساس الشريطي :

1- افترض قيمة العمق h

2-حساب مقدرة تحمل التربة الصافية q_{net}

3- حساب أبعاد الأساس بدلالة الأحمال التشغيلية ومقدرة تحمل التربة الصافية.

$$A = \frac{P_w}{q_{net}}$$

4- حساب ضغط التربة المسوح به في الموقع q_u :

$$q_u = \frac{P_u}{B.L}$$

5- حساب ذراع العزم Z

$$Z = \frac{B - b_w}{2}$$

6-حساب العزم M:

7-حساب العمق الفعال d:

$$d = h - cover - \emptyset$$

8- حساب المعدل K:

$$K = \frac{M}{bd^2 f_{cu}}$$

9- حساب ذراع العزم Z:

$$Z = d\left(0.5 + \sqrt{0.25 - \frac{K}{0.9}}\right)$$

10- حساب حديد التسليح الرئيسي As:

$$As = \frac{M}{0.95\ fy\ Z}$$

11- مقارنة As مع As_{min} وأخذ القيمة الأكبر

$$As_{min} = 0.13\%bh$$

حيث ان:

As تمثل مساحة حديد التسليح.

As_{min} مساحة حديد التسليح الدنيا.

12- حساب Vu

$$Vu = qu(Z - \frac{d}{2})$$

13- حساب القص في اتجاه واحد

14- حساب القص الثاقب على بعد d

15- حساب القص الثاقب على بعد 1.5d

16- إيجاد قيمة مقاومة الخرسانة للقص V_c من الجدول

17- التأكد من القص

$$V_c > V$$

Vc تمثل مقاومة الخرسانة للقص.

V تمثل قوة القص.

9-3 نبذة عن برنامج Etabs:

برنامج Etabs هو برنامج هندسي للتحليل والتصميم الإنشائي ، من إنتاج شركة كمبيوترز آند ستركشرز، إنك. والمعروفة اختصاراً سي إس آي (Csi) التي اصدرت العديد من البرامج الهندسية.

و يعتبر من البرامج المميزة في تحليل المباني العالية ويقوم البرنامج بتحليل المباني ايا كان نوعها وايجاد القوي في جميع العناصر المختلفة وتصميم بعضها.

تم تعريف المبني للبرنامج ورسمه وتعريف العناصر وابعادها الاولية للحصول علي نتائج تحليل العناصر مع التحقق من الاشتراطات المطلوبة في المواصفات المستخدمة في التصميم اعتمادا علي المعادلات والجداول الموضحة.

وبصفة عامة يستخدم لعمل التحليل الإنشائي لكافة أنواع المنشآت ، و هذا البرنامج يقوم بتحليل الإنشاءات استاتيكيا بشتي أنواعها وهو سهل الاستعمال يساعد المهندس المدني في تحليل وتصميم جميع العناصر الإنشائية.

الفصل الرابع

(نتائج التصميم وحساب الكميات والتكلفة)

الفصل الرابع

نتائج التصميم وحساب الكميات والتكلفة

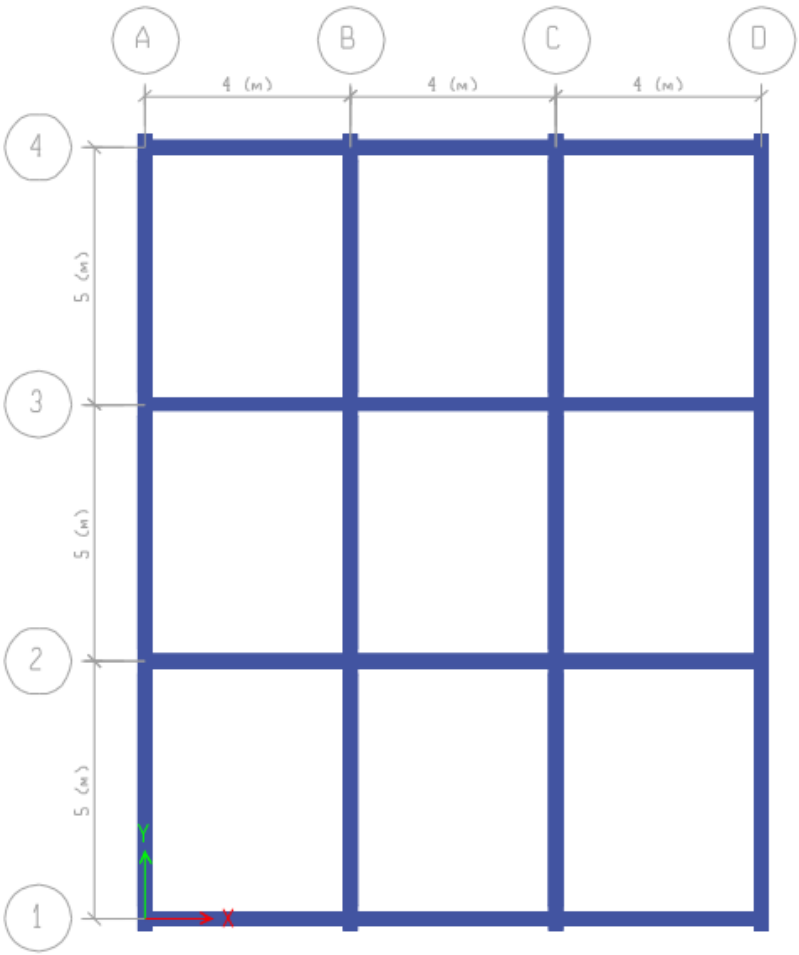
4-1 مقدمة:

يشمل هذا الفصل النتائج المتحصل عليها من تصميم وحساب كميات وتكلفة لمبنى متعدد الطوابق باعتماد النظامين ، مرة باستخدام نظام الإطار وهو عبارة عن قواعد مفردة وأعمدة وعارضات وبلاطة بعارضات. تم تحليل وتصميم المبنى باستخدام برنامج ETAB ver 18. تم تصميم المبني مرة أخرى حسب نظام الحوائط الحاملة وذلك باعتبار أن البلاطة تستند على عارضات والعارضات تستند على الحوائط الحاملة وتستند الحوائط على قاعدة شريطية.

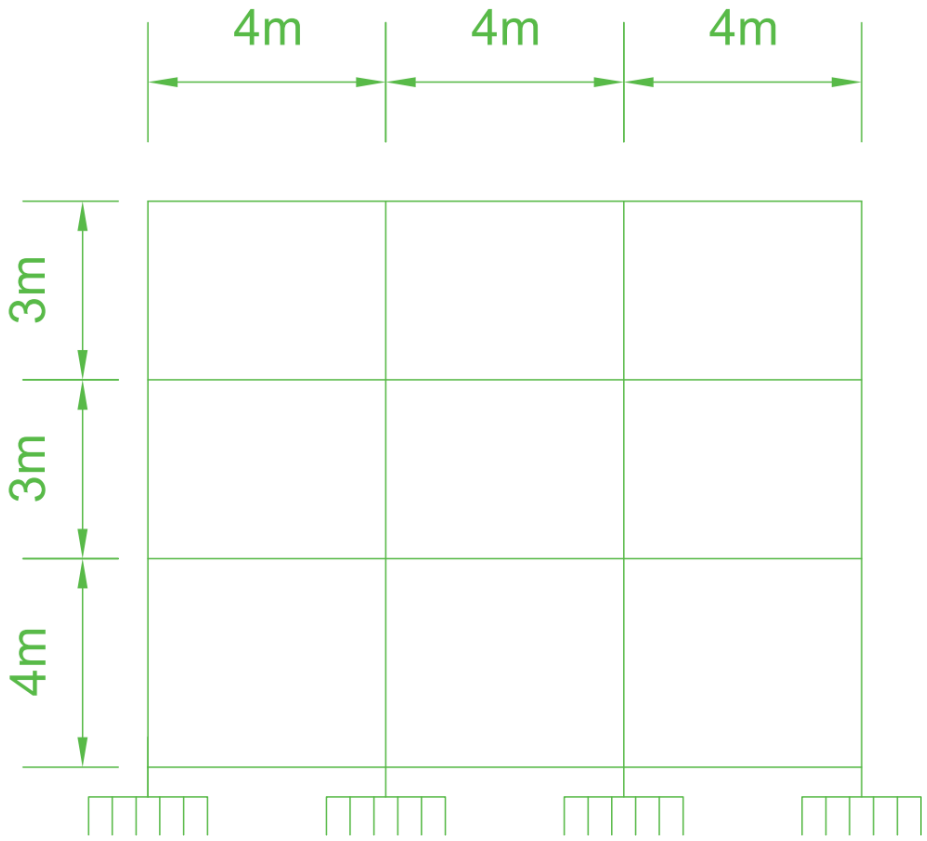
يشمل الفصل أيضاً حساب كميات حسب النظامين وشملت تكلفة الأعضاء الإنشائية المكونة للمنشأ حسب النظامين عدا البلاطة باعتبارها متشابهة للنظامين ومن ثم تم تقدير التكلفة لكل نظام بغرض المقارنة.

4-2 وصف النموذج :

النموذج المستخدم عبارة عن مبني متعدد الطوابق مكون من ثلاثة طوابق بابعادm(12*15) ثلاثة بحور متساوية في كل جانب ، الارتفاع بين الطوابق 3m والابعاد الهندسية موضحة بالشكل (4-1) والشكل (4-2).



شكل (4-1) يوضح مسقط افقي للمبني.



شكل (2-4) يوضح مسقط جانبي للمبني.

حسب النموذج المستخدم في تطبيق النظامين:

1/ نظام الهيكل الانشائي:

تم اخذ إطار مكون من بلاطة تستند على عارضات والعارضات محمولة علي اعمدة والاعمدة تستند علي اساس مفرد.

2/ نظام الحوائط الحاملة:

تستند البلاطات علي عارضات صغيرة وتنقل الاحمال بواسطة حوائط التحميل الي الاساس الشريطي.

*** ملحوظة :**

البلاطة للنظامين هي نفس البلاطة.

3-4 افتراضات التصميم:

1-3-4 بيانات المادة:

- المقاومة المميزة للخرسانة $f_{cu} = 25\ N/mm^2$

- المقاومة المميزة لحديد التسليح المقاوم للثني$f_y = 460\ N/mm^2$

- المقاومة المميزة لحديد التسليح المقاوم للقص$f_{yb} = 250\ N/mm^2$

- القدرة التحليلية للتربة$Bc = 200\ kN/m^2$

2-3-4 بيانات الاحمال:

- حمل حي $= 2\ kN/m^2$

- احمال التشطيبات والفواصل $= 3.5KN/m^2$

- الاحمال الذاتية يتم حسابها حسب العضو الانشائي.

- حمل التصميم يتم حسابه بالبرنامج حسب تعريف تراكيب الاحمال :

Comb1: 1.4 D.L

Comb2: 1.4 D.L+1.6L.L

- حسب متطلبات المدونة البريطانية BS8110-Part1-1997.

4-4 تصميم الهيكل الانشائي:

الشكل الهندسي كما هو موضح بالشكل (4-1).

4-4-1 بيانات المقاطع:

العارضات:cm(25*45)

الاعمدة :cm(25*50)

البلاطة :cm(15)

4-4-2 بيانات حديد التسليح:

الاعمدة والعارضات $\emptyset$ =16mm

القواعد $\emptyset$ =16mm

حديد الكانات$\emptyset$ = 8mm

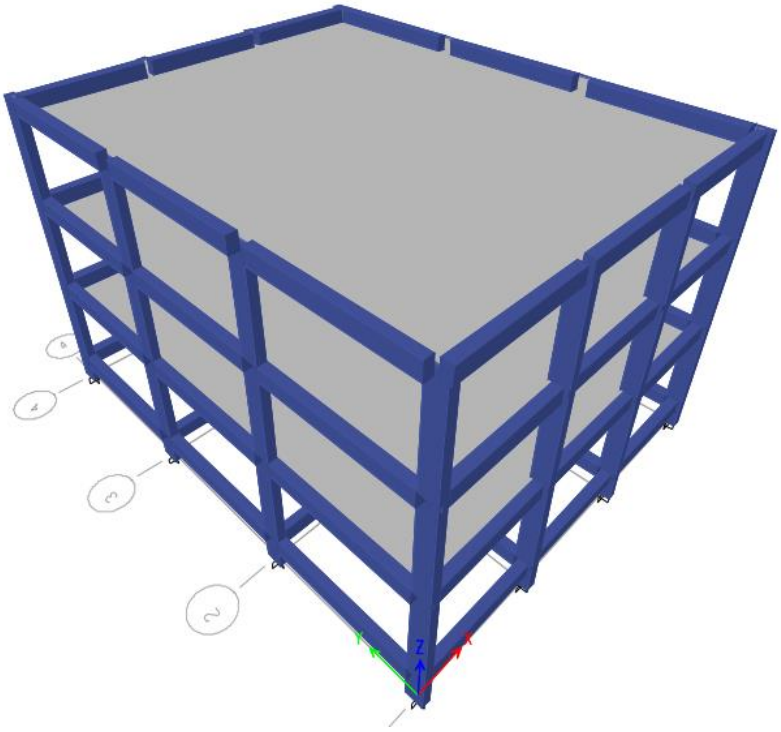
4-4-3 بيانات الطوابق:

المبني مكون من طابق ارضي و طابقين اخرين ؛ ارتفاعات الطوابق وبياناتها موضحة في الجدول التالي :

جدول (4-1) يوضح إرتفاعات الطوابق :

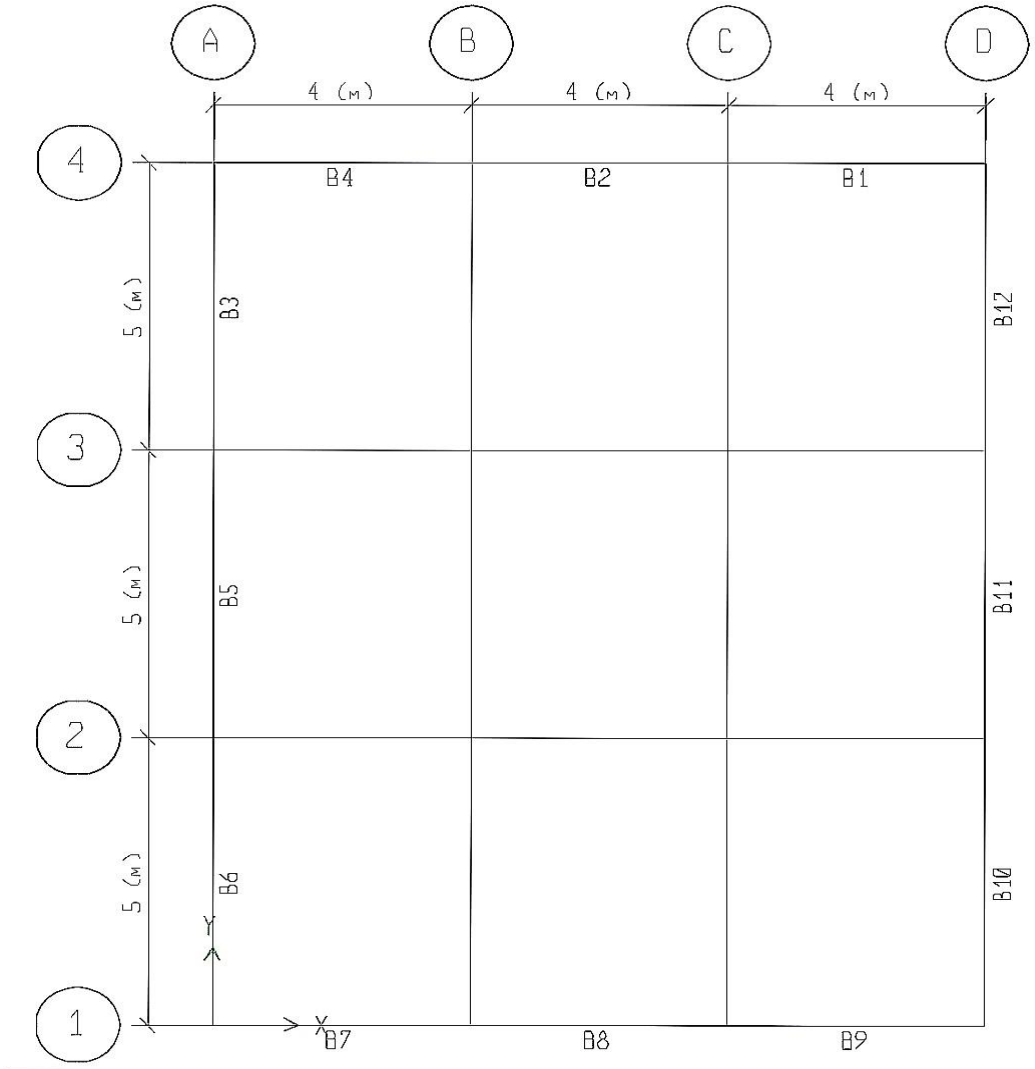
Story	Height m	Elevation m
Story 3	**3**	**10**
Story 2	**3**	**7**
Story 1	**4**	**4**

.



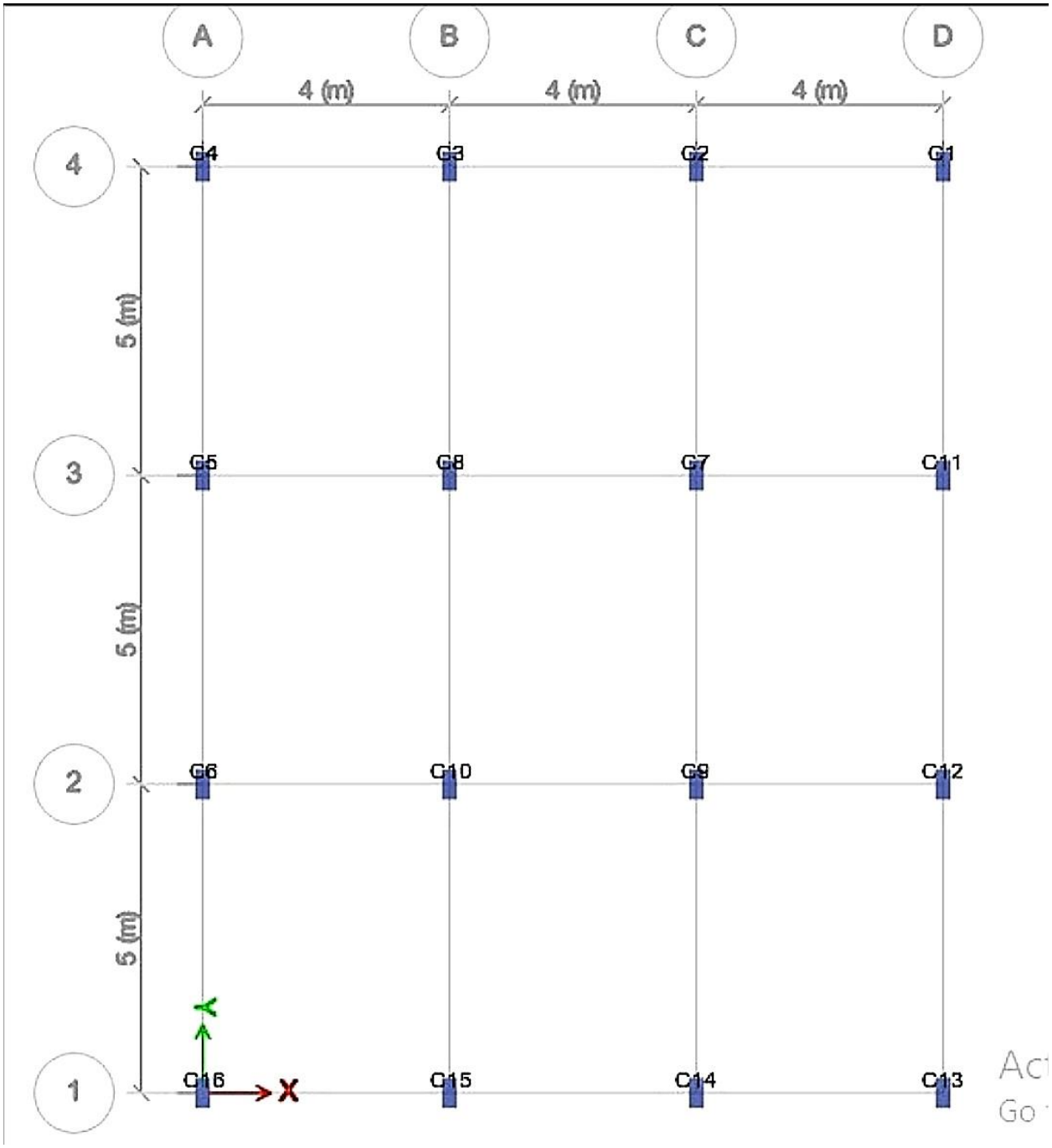
شكل (3-4) يوضح نموذج ثلاثي الابعاد للمبني.

توزيع العارضات في المبني كما موضح بالشكل التالي :



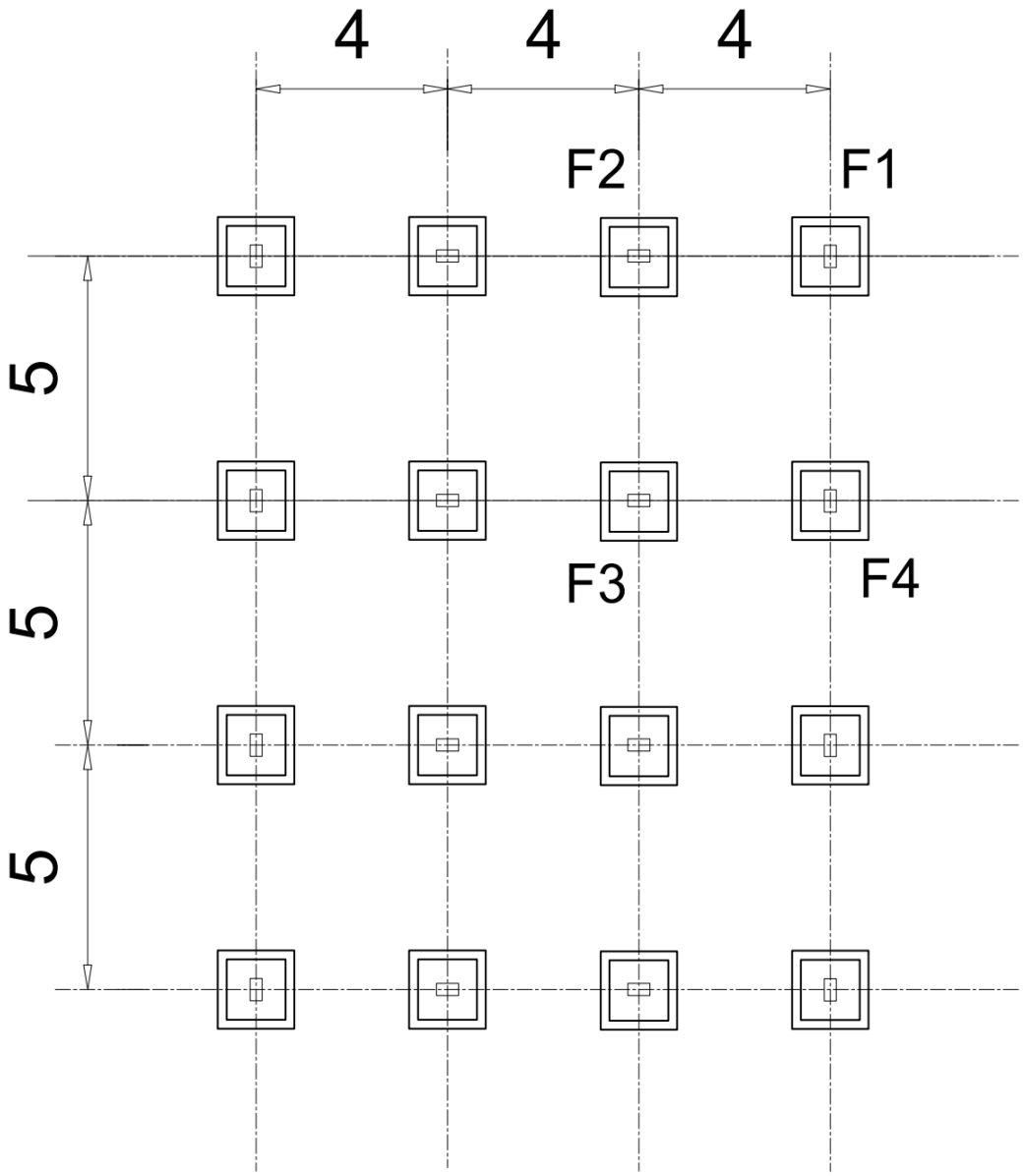
شكل (4-4) يوضح العارضات في المبني.

توزيع الاعمدة في المبني كما هو موضح بالشكل التالي :



شكل (4-5) يوضح الاعمدة في المبني.

توزيع القواعد في المبني كما هو موضح بالشكل التالي :

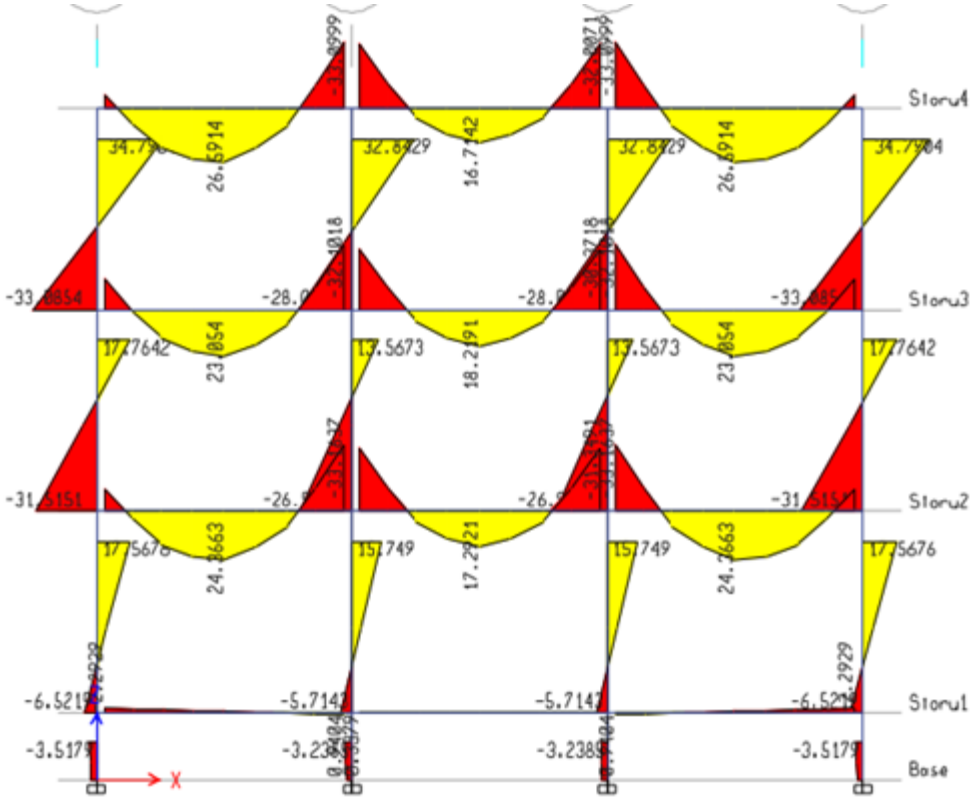


شكل (4-6) يوضح مسقط افقي للقواعد.

5-4 نتائج التحليل:

1-5-4 نتائج تحليل العارضات والأعمدة:

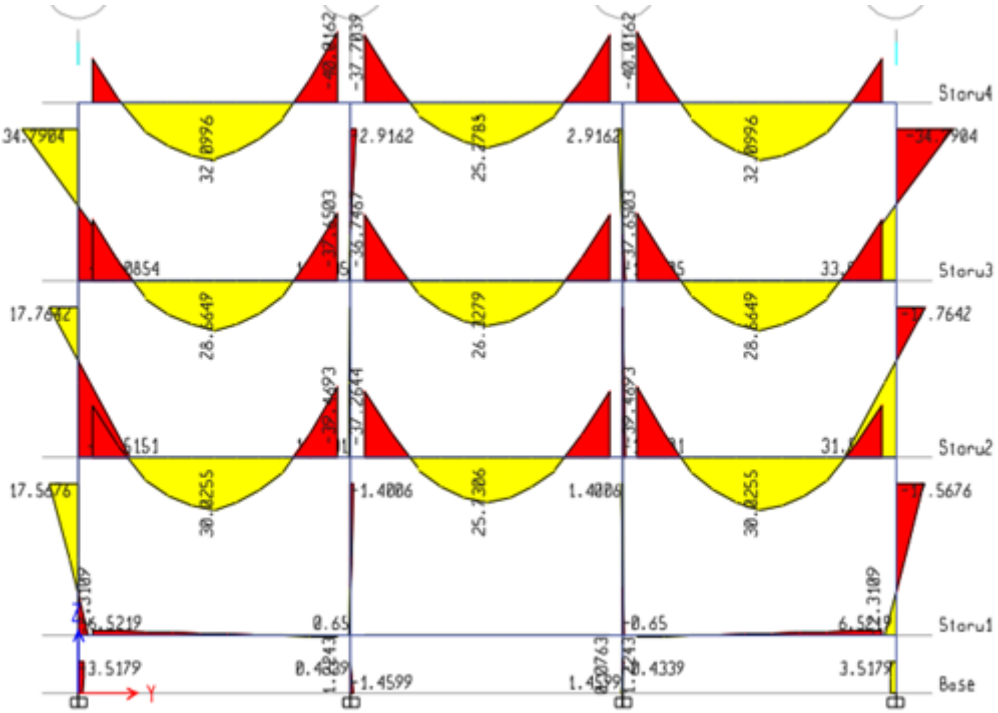
حسب الشكل الهندسي للنموذج وبيانات العارضات والأعمدة وحسب الأحمال الموضحة أعلاه، تم تحليل النموذج باستخدام البرنامج والنتائج المتحصل عليها للعزوم القصوى مبينة في الشكل (4-7) والشكل (4-8)، قوة القص القصوى موضحة بالشكل (4-9) و (4-10) والقوة المحورية بالأعمدة موضحة بالشكل (4-11). الجدول (4-2) أيضاً يوضح نتائج العزوم بالأعمدة.



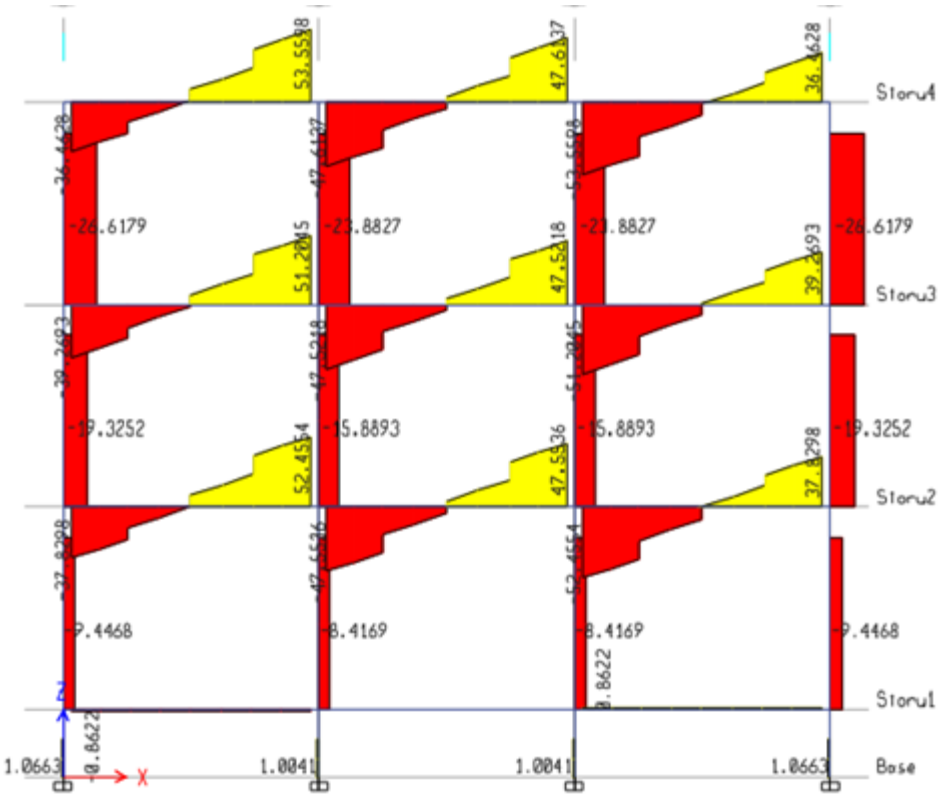
شكل (4-7) يوضح عزوم الانحناء في العارضات والأعمدة في اتجاهX.

جدول (4-2) يوضح نتائج عزوم الإنحناء بالأعمدة :

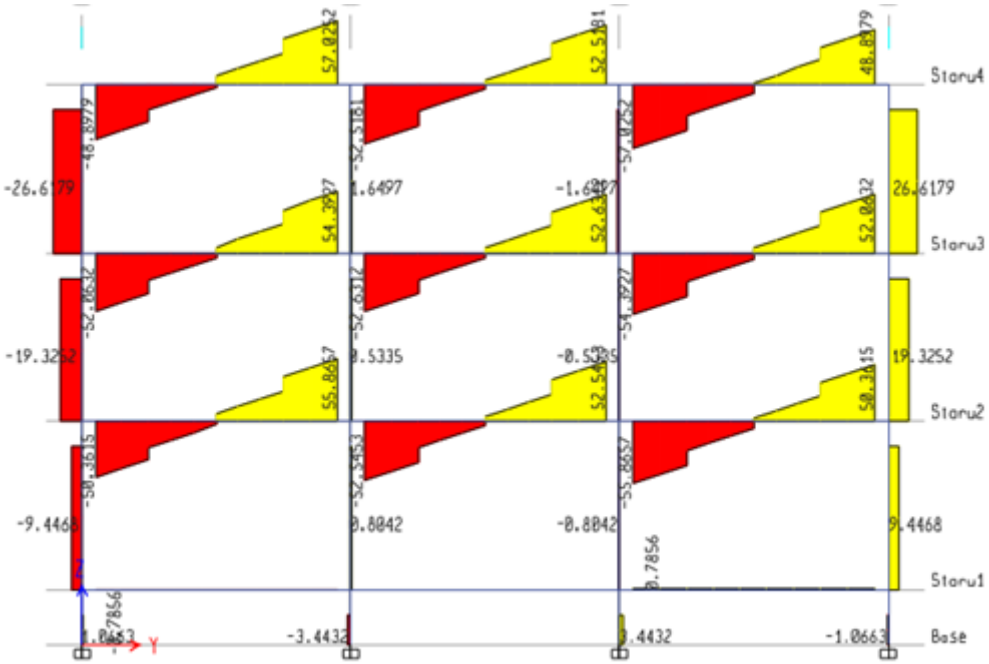
Row Labels	Min of P	Max of M2	Max of M3
	0	0	0
C10	-34.0561	0.0553	0.0519
C11	-37.8756	0.0599	0.204
C12	-36	0.0003	0.0009
C13	-36	0.0002	0.0009
C14	-37.8756	0.0599	0.101
C15	-34.0561	0.0553	0.1249
C16	-34.0561	0.0511	0.1249
C17	-36	0.0002	0.0013
C18	-36	0.0003	0.0013
C2	-25.2322	0.6427	2.6889
C3	-25.2322	0.5564	2.6889
C4	-25.2322	0.5564	2.8819
C5	-25.2322	0.6427	2.8819
C6	-37.8756	0.0361	0.101
C7	-37.8756	0.0361	0.204
C9	-34.0561	0.0511	0.0519
Grand Total	**-37.8756**	**0.6427**	**2.8819**



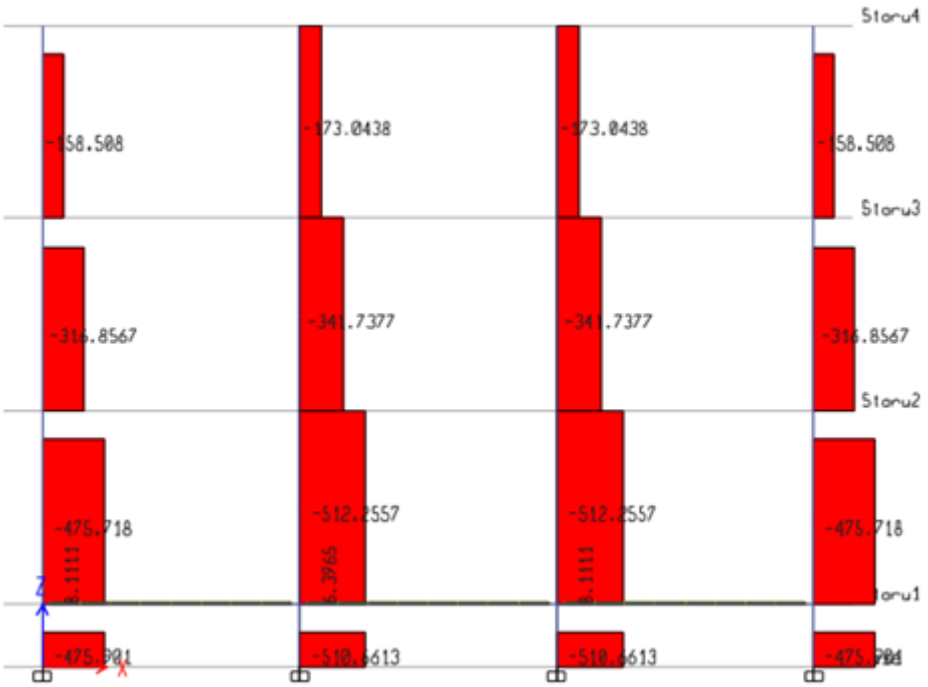
شكل (4-8) يوضح عزوم الانحناء في العارضات والأعمدة في اتجاهY



شكل (4-9) يوضح قوى القص في العارضات والأعمدة في اتجاهX.



شكل (4-10) يوضح قوى القص في العارضات والأعمدة في اتجاهY.

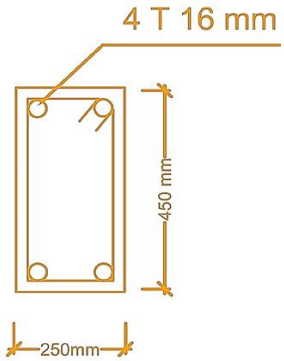


شكل (4-11) يوضح القوى المحورية في الاعمدة في اتجاه X.

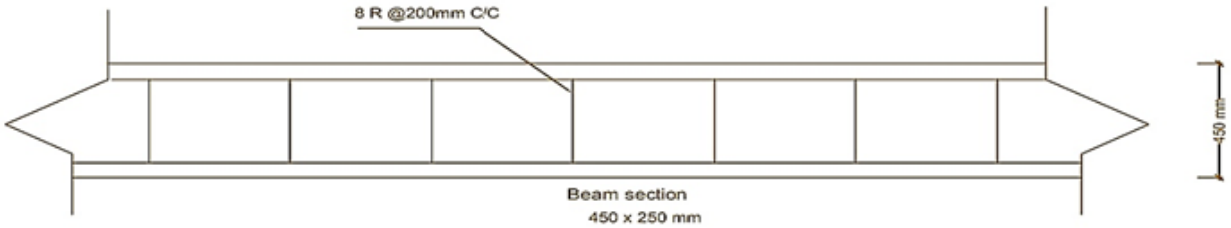
6-4 نتائج التصميم:

1-6-4 نتائج تصميم العارضات:

حسب أبعاد المقطع العرضي للعارضة الذي تم اختياره سابقاً وحسب نتائج التصميم وبناءً على العزوم القصوى وقوة القص القصوى فإن نتائج التصميم جاءت كما موضح بالشكل (4-12) والشكل (4-13).



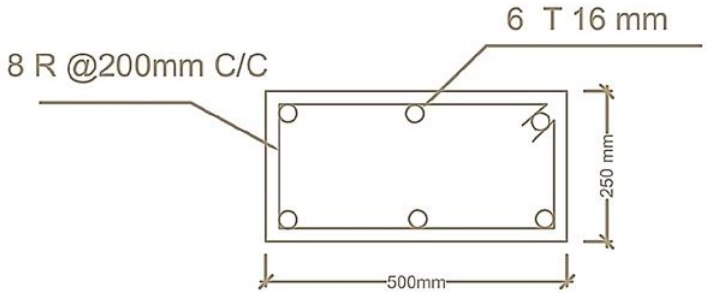
شكل (4-12) مقطع يوضح تفصيل حديد التسليح المقاوم للثني بالعارضات.



شكل (4-13) مقطع يوضح تفصيل حديد التسليح المقاوم للقص بالعارضات.

4-6-2 نتائج تصميم الأعمدة:

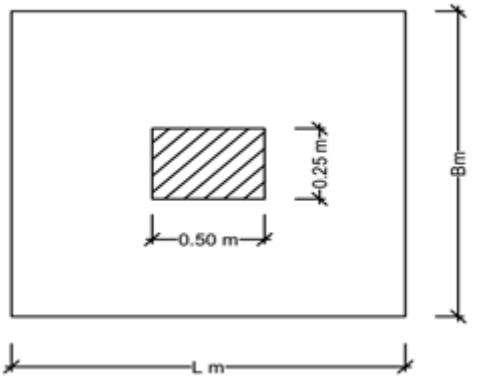
حسب أبعاد المقطع العرضي للأعمدة وحسب نتائج التصميم وبناءً على العزوم القصوى وقوة القص القصوى فإن نتائج التصميم جاءت كما موضح بالشكل (4-14).



شكل (4-14) يوضح تفصيل حديد التسليح الطولي وحديد الكانات للأعمدة

4-6-3 نتائج تصميم القواعد:

حسب الأحمال الكلية بالأعمدة وبناءً على القدرة التحميلية الموضحة ببيانات التصميم وبالرجوع للشكل (4-6) فإن بيانات التصميم للقواعد المفردة جاءت كما موضح بالشكل (4-15) والجدول (4-3) وهى عبارة عن بيانات أبعاد القواعد و بيانات حديد التسليح.



شكل (4-15) مسقط يوضح أبعاد القاعدة المفردة للأعمدة.

جدول (4-3) يوضح بيانات أبعاد وحديد التسليح للقواعد :

Footing	B (m)	L (m)	Depth (m)	Reinforcement
F1	1.5	1.5	0.5	4T16@350mm
F2& F4	1.6	1.6	0.5	5T16@300mm
F3	1.8	1.8	0.5	6T16@300mm

7-4 حساب الكميات والتكلفة لنظام الهيكل الانشائي:

حسب تفاصيل التصميم للأعضاء الخرسانية المكونة للهيكل الانشائي، فقد تم حساب الكميات للعارضات، الأعمدة والقواعد وأيضاً تشمل أعمال الحفر والردم وذلك لحساب التكلفة الكلية للأعمال المختلفة. لا يشمل حساب الكميات والتكلفة البلاطة باعتبار ان البلاطة لا تختلف بالنسبة للنظامين.

جدول (4-4): حساب الكميات والتكلفة للأعمال المختلفة لنظام الهيكل الانشائي:

الترقيم	بيان الاعمال	الوحدة	الكمية	سعر الوحدة بالجنيه	التكلفة بالجنيه
1	**اعمال الحفر**	m^3	84.88	2500	212,200
	اجمالي اعمال الحفر	-	-	-	212,200
2	**اعمال حديد التسليح**	-	-	-	-
1-2	حديد تسليح القواعد	Ton	1.729	390,000	674,310
2-2	حديد تسليح الاعمدة	Ton	1.81	390,000	707,790
3-2	حديد تسليح العارضات	Ton	3.115	390,000	1,214,850
4-2	حديد كانات الاعمدة والعارضات	Ton	1.83	455,000	834,426.67
	اجمالي اعمال حديد التسليح	-	-	-	3,431,37667
3	**اعمال الخرسانات**	-	-	-	-
1-3	خرسانة عادية للقواعد	m^3	4.244	10,000	42,440
2-3	خرسانة مسلحة للقواعد	m^3	21.22	70,000	1,485,400
3-3	خرسانة مسلحة للاعمدة	m^3	23.2	70,000	2,254,000
4-3	خرسانة مسلحة للعارضات	m^3	48.6	60,000	2,916,000
	اجمالي اعمال الخرسانات	-	-	-	6,697,840
4	**اعمال العزل**	m^3	2.8	2000	5,600
	اجمالي اعمال العزل	-	-	-	5,600
5	**اعمال الردم**	m^3	137.616	1500	206,424
	اجمالي اعمال الردم	-	-	-	206,424

الترقيم	بيان الاعمال	الوحدة	الكمية	سعر الوحدة بالجنيه	التكلفة بالجنيه
6	اعمال البناء	m^2	934.2	2000	1,868,400
	اجمالي اعمال البناء	-	-	-	1,868,400
	إجمالي تكلفة بنود الأعمال				12,421,840.7

جدول (4-5): حساب الكميات والتكلفة للمواد المختلفة لنظام الهيكل الانشائي:

الترقيم	بيان كميات المواد	الوحدة	الكمية	سعر الوحدة بالجنيه	التكلفة بالجنيه
1	الاسمنت	Ton	44.638	80,000	3,548,800
2	الخرسانة	m^3	95.266	7,500	714,495
3	الرمل	m^3	113.728	5,937.5	672,588.125
4	الطوب	طوبة	140,130	18	2,522,340
5	الفلنكوت	جردل	1.5	7,600	11,400
	إجمالي تكلفة بنود كميات المواد				7,469,623.3

إجمالي تكلفة المواد والمصنعيات للهيكل الانشائي = 19,891,464 جنيه

4-8 تصميم الحوائط الحاملة:

حسب أبعاد المبنى الموضحة بالشكل (4-4) فإن سمك الحائط تم أخذه على الممارسة الشائعة وهي حسب التفصيل أدناه:

- أعلى مستوى الأساس وحتى مستوى الردم (1 متر في هذا النموذج) يتم استخدام حائط بسمك طوبتين.
- للحوائط بالطوابق الوسطية حائط بسمك طوبة ونصف.
- للحوائط بالطابق العلوي يتم استخدام حوائط بسمك واحد طوبة.

4-8-1تصميم العارضات:

تستند العارضات على الحوائط بغرض سند البلاطة وهي كأعضاء إنشائية غير معرضة للثني ولذا بالإمكان استخدام الحد الأدنى من الخرسانة وحديد التسليح حيث تم استخدام (30*20)cm للمقطع العرضي وباستخدام 4 سيخات لحديد التسليح.

2-8-4 حساب الأحمال المنتقلة للقاعدة:

فيما يلي حساب الأحمال التي تنتقل من السقف للقاعدة الشريطية ، وذلك بأخذ البحر الوسطي بطول 5 متر

كثافة طوب الحوائط 20.

$$D.L = 3.5\ kN/m^2$$

$$L.L = 2\ kN/m^2$$

$$S.Wofsalb = 0.15 * 24 = 3.6\ \ kN/m^2$$

$$TotalD.L = 3.5 + 3.6 = 7.1\ \ kN/m^2$$

$$Area = \left(\frac{1+5}{2}\right) * 2 = 6\ m^2$$

$$TotalArea = 6 * 2 = 12m^2$$

$$TotalLoad = (7.1 + 2) * 12 = 109.2\ KN$$

وهو وزن البلاطة الذي ينتقل الى البيم (20*20)cm**:**

$$S.WofBeam_1 = (0.20 * 0.20) * 5 * 24 = 4.8\ KN$$

$$S.WofSlab + S.WofBeam_1 = 4.8\ + 109.2 = 114\ KN$$

ومن ثم ينتقل وزن البلاطة والبيم الى الحائط ، وبافتراض ان الحوائط خالية من البياض

$$S.WofWall_1 = 0.2 * 3 * 5 * 20 = 60\ KN$$

$$S.WofWall_2 = 0.3 * 3 * 5 * 20 = 90\ KN$$

$$S.WofWall_3 = 0.3 * 4 * 5 * 20 = 120\ KN$$

$$S.WofBeam_2 = (0.30 * 0.20) * 5 * 24 = 7.2\ KN$$

$$S.WofSlab + S.WofBeam_2 = 7.2\ + 109.2 = 116.4\ KN$$

$$S.WofBeam_3 = (0.30 * 0.20) * 5 * 24 = 7.2 \text{ KN}$$

$$S.WofSlab + S.WofBeam_3 = 7.2 \ + 109.2 = 116.4 \text{ KN}$$

الوزن الواقع على القاعدة (وزن الحائط) :

Total Service Load on Foundation

$$= 114 + (116.4 * 2) + 60 + 90 + 120 = 616.8 \text{ KN}$$

الأحمال اعلاه محسوبة لطول 5 متر

$$\text{Area(Required)} = \frac{616.8}{200} = 3.084 \text{ m}^2$$

$$\text{Forlength 5m} = \frac{3.084}{5} = 0.6 \text{ m}$$

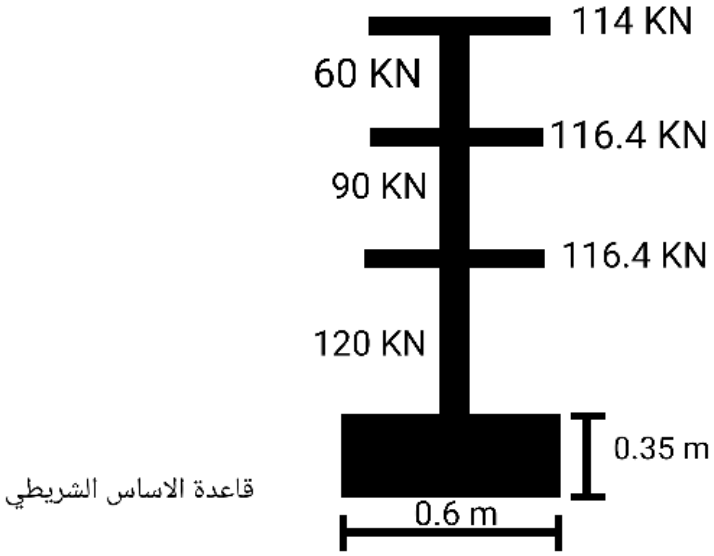
عليه بالإمكان استخدام عرض 0.6 m

Moment in center:

$$\text{Ultimedload} = 1.5 \text{ KN}$$

$$\text{TotalUltimedload} = 1.5 * 616.8 = 925.2 \text{ KN}$$

$$\text{Pressuer}(W_p) = \frac{925.2}{5} = 185.04 \text{ kN/m}$$



شكل (4-16) وزن الحوائط الواقع علي القاعدة.

4-8-3 حساب عزوم للقاعدة:

عزم الانحناء في مركز القاعدة يتم حسابه من العلاقة :

$$M = \frac{(\frac{0.6}{2})^2 * 185.04}{2} = 8.32 \text{ kN.m}$$

العزم أعلاه لبحر طوله 5 متر

4-8-4 حساب حديد تسليح القاعدة:

بافتراض عمق القاعدة 0.35 m والغطاء الخرساني 70 mm وبأخذ عرض 1 متر

$$d = h - c.c - \emptyset$$

$$d = 350 - 70 - 16 = 264 \text{ mm}$$

$$K = \frac{M}{bd^2 f_{cu}} = \frac{8.32 * 10^6}{1000 * 264^2 * 25} = 0.005 < 0.156 \quad OK$$

$$Z = d * 0.95 = 264 * 0.95 = 250.8 \text{ mm}$$

$$As = \frac{M}{0.95 \, fy \, Z} = \frac{8.32 * 10^6}{0.95 * 460 * 250.8} = 76 \ \text{mm}^2/\text{m}$$

$$As_{min} = \frac{0.13bh}{100} = \frac{0.13(1000)(350)}{100} = 455\ mm^2/m$$

Provide T16 mm @ 300 mm c/c

9-4 حساب الكميات والتكلفة لنظام الحوائط الحاملة:

1-9-4 حساب المواد للاساس الشريطي:

* عدد الامتار الطولية للمبني :

$$N = (12 * 4) + (15 * 4) = 108\ m$$

1/ الخرسانة:

خرسانة عادية :

$$V = L * B * H$$

$$V = 0.6 * 0.1 * 108 = 6.48\ m^3$$

خرسانة مسلحة :

$$V = L * B * H$$

$$V = 0.6 * 0.25 * 108 = 16.2\ m^3$$

حجم الخرسانة الكلي :

$$V = 22.68\ m^3$$

2/الرمل:

$$Sand = \frac{22.68}{2} = 11.34\ m^3$$

3/ الاسمنت:

$$Cement = 22.68 * 6.5 = 147.42$$ جوال

$$\text{Cement} = 7.371 \text{ Ton}$$

4/ السيخ الطولي:

$$\text{N} = 108 * 4 = 432 \text{ m}$$

$$\text{N} = \frac{432}{12 * 52} = 0.69 \text{ Ton}$$

Provide Ø16 mm

5/ السيخ العرضي:

$$\text{N} = \frac{108}{0.3} = 360 * 0.55 = 198 \text{ m}$$

$$\text{N} = \frac{198}{12 * 52} = 0.32 \text{ Ton}$$

Provide Ø16 mm

4-9-2 حساب المواد للعارضات:

1/ الخرسانة:

بالنسبة لعارضات الطابق الارضي والاول cm(20*30) :

$$\text{V} = \text{L} * \text{B} * \text{H}$$

$$\text{V} = 0.30 * 0.20 * 108 * 2 = 12.96 \text{ m}^3$$

بالنسبة لعارضات الطابق الثاني cm(20*20) :

$$\text{V} = \text{L} * \text{B} * \text{H}$$

$$\text{V} = 0.20 * 0.20 * 108 = 4.32 \text{ m}^3$$

يصبح مجموع حجم الخرسانة للعارضات :

$$\text{V} = 17.28 \text{ m}^3$$

2/الرمل:

$$\text{Sand} = \frac{17.28}{2} = 8.64\ \text{m}^3$$

3/ الاسمنت:

$$\text{Cement} = 17.28 * 6.5 = 112.32 \text{ جوال}$$

$$\text{Cement} = 5.61\ \text{Ton}$$

4/ عدد السيخ:

$$\text{N} = 108 * 4 * 3 = 1296\ \text{m}$$

$$\text{N} = \frac{1296}{12 * 92} = 1.173\ \text{Ton}$$

Provide Ø12 mm

5/ سيخ الكانات:

بالنسبة لعارضات الطابق الارضي والاول (30*20)cm :

$$\text{N} = 90$$

Provide Ø 2.5 mm

بالنسبة لعارضات الطابق الثاني (20*20)cm :

$$\text{N} = 36$$

Provide Ø 2.5 mm

سيخ الكانات الكلي :

$$\text{N} = 126 = 0.6\ \text{Ton}$$

Provide Ø 2.5 mm

4-9-3حساب المواد:

4-9-3-1 حساب مواد القصة (بسمك طوبتين و ارتفاع 1 متر):

اولا : الطوب :

سمك طوبتين عدد الطوب = 300 طوبة للمتر المربع

$$N = L * B * H$$

$$N = 300 * 1 * 108 = 32400 \text{ طوبة}$$

ثانيا : الرمل :

نسبة الرمل بالنسبة للطوبتين (0.16) :

$$Sand = L * H * 0.12$$

$$Sand = 0.16 * 1 * 108 = 17.28 \ m^3$$

ثالثا : الاسمنت :

نسبة الاسمنت بالنسبة للطوبتين (24) :

$$Cement = L * H * 24$$

$$Cement = 108 * 1 * 24 = 2592Kg$$

$$Cement = 2.59 \ Ton$$

4-9-3-2 حساب المواد للطابق الارضي (طوبة ونصف بارتفاع 4 متر):

اولا : الطوب :

سمك طوبة ونصف عدد الطوب = 225 طوبة للمتر المربع

$$N = L * B * H$$

$$N = 225 * 3.8 * 108 = 92,340 \text{ طوبة}$$

ثانيا : الرمل :

نسبة الرمل بالنسبة للطوبة ونصف (0.12) :

$$\text{Sand} = \text{L} * \text{H} * 0.12$$

$$\text{Sand} = 0.12 * 3.8 * 108 = 49.248\ \text{m}^3$$

ثالثا : الاسمنت :

نسبة الاسمنت بالنسبة للطوبة ونصف (18) :

$$\text{Cement} = \text{L} * \text{H} * 18$$

$$\text{Cement} = 108 * 3.8 * 18 = 7{,}387.2\ \text{Kg}$$

$$\text{Cement} = 7.38\ \text{Ton}$$

4-9-3-3 حساب المواد للطابق الاول (طوبة ونصف):

اولا : الطوب :

$$\text{N} = \text{L} * \text{B} * \text{H}$$

سمك طوبة ونصف عدد الطوب في المتر المربع 225 طوبة

$$\text{N} = 225 * 2.8 * 108 = 68{,}040 \text{ طوبة}$$

ثانيا : الرمل :

نسبة الرمل بالنسبة للطوبة ونصف (0.12) :

$$\text{Sand} = \text{L} * \text{H} * 0.12$$

$$\text{Sand} = 0.12 * 2.8 * 108 = 36.288\text{m}^3$$

ثالثا : الاسمنت :

نسبة الاسمنت بالنسبة للطوبة ونصف (18) :

$$\text{Cement} = \text{L} * \text{H} * 18$$

$$\text{Cement} = 108 * 2.8 * 18 = 5{,}443.2 \text{ Kg}$$

$$\text{Cement} = 5.443 \text{ Ton}$$

4-9-3-4 حساب المواد للطابق الثاني (طوبة):

اولا : الطوب :

$$\text{N} = \text{L} * \text{B} * \text{H}$$

سمك طوبة عدد الطوب في المتر المربع 150 طوبة

$$\text{N} = 150 * 2.8 * 108 = 45{,}360 \text{ طوبة}$$

ثانيا : الرمل :

$$\text{Sand} = \text{L} * \text{H} * 0.08$$

نسبة الرمل بالنسبة لسمك طوبة (0.08) :

$$\text{Sand} = 0.08 * 2.8 * 108 = 24.192\text{m}^3$$

ثالثا : الاسمنت :

$$\text{Cement} = \text{L} * \text{H} * 12$$

$$\text{Cement} = 108 * 2.8 * 12 = 3{,}628.8 \text{ Kg}$$

$$\text{Cement} = 3.628 \text{ Ton}$$

جدول (4-6): حساب الكميات والتكلفة للأعمال المختلفة لنظام الحوائط الحاملة:

الترقيم	بيان الاعمال	الوحدة	الكمية	سعر الوحدة بالجنيه	التكلفة بالجنيه
1	**اعمال الحفر**	m^3	22.68	2000	45,360
	اجمالي اعمال الحفر	-	-	-	45,360
2	**اعمال حديد التسليح**	-	-	-	-
1-2	حديد تسليح العارضات	Ton	1.173	390,000	457,470
2-2	حديد كانات العارضات	Ton	0.6	455,000	273,000
3-2	حديد تسليح الاساس الشريطي	Ton	1.01	390,000	393,900
	اجمالي اعمال حديد التسليح	-	-	-	1,124,370
3	**اعمال الخرسانات**	-	-	-	-
1-3	خرسانة مسلحة للعارضات	m	324	3000	972,000
2-3	خرسانة مسلحة للاساس الشريطي	m	108	1500	162,000
	اجمالي اعمال الخرسانات	-	-	-	1,134,000
4	**اعمال الردم**	m^3	108	1000	108,000
	اجمالي اعمال الردم	-	-	-	108,000
5	**اعمال البناء**	m^2	1123.2	3000	3,369,600
	اجمالي اعمال البناء	-	-	-	3,369,600
	إجمالي تكلفة بنود الأعمال				5,781,330

جدول (4-7): حساب الكميات والتكلفة للمواد المختلفة لنظام للحوائط الحاملة:

الترقيم	بيان كميات المواد	الوحدة	الكمية	سعر الوحدة بالجنيه	التكلفة بالجنيه
1	الاسمنت	Ton	32.02	80,000	2,561,600
2	الخرسانة	m^3	39.96	7,500	299,700
3	الرمل	m^3	146.98	5937.5	872,693.75
4	الطوب	طوبة	238,140	18	4,286,520
	إجمالي تكلفة بنود كميات المواد				8,020,513.75

<u>إجمالي تكلفة المواد والمصنعيات للحوائط الحاملة = 13,801,843.75 جنيه</u>

10-4 المقارنة بين النظامين :

من حساب الكميات للمواد والمصنعيات للنظامين تم التوصل للاتي :

إجمالي تكلفة المواد والمصنعيات للهيكل الانشائي = 19,891,464 جنيه

إجمالي تكلفة المواد والمصنعيات للحوائط الحاملة = 13,801,843.75 جنيه

- ومن هذه التكلفة وجد أن نظام الحوائط الحاملة اقل من تكلفة نظام الهيكل الانشائي بنسبة **31%.**

ومن هذه التكلفة وجد أن نسبة الحوائط الحاملة اقل من تكلفة نظام الهيكل الانشائي بنسب كالآتي :

_ الطابق الأرضي بالإضافة إلى الأساس الشريطي أقل بنسبة 39 ‰

_ الطابق الأول أقل بنسبة 23‰

_ الطابق الثاني أقل بنسبة 7‰

_ والتكلفة الكلية أقل بنسبة 31‰

الفصل الخامس

الخلاصة والتوصيات

الفصل الخامس

الخلاصة والتوصيات

5-1 الخلاصة:

صممت خارطة لمبني سكني من ثلاثة طوابق بنظامين ، نظام الهيكل الانشائي ونظام الحوائط الحاملة وتم عمل التحليل والتصميم للنظامين وحسبت تكلفة المواد للهيكل الانشائي والحوائط الحاملة.

تم عمل حساب لتكلفة المواد وبنود الأعمال للنظامين ووجد أن نظام الحوائط الحاملة إذا تم استخدامه فإن التكلفة تقل بنسبة بلغت 31% أقل من تكلفة نظام الهيكل الانشائي.

5-2 التوصيات:

1. من الدراسة وجد أن الحوائط الحاملة هي الافضل لانها اقل تكلفة من الهيكل الانشائي وتفي بالغرض ولذا نوصي باستخدامها في حال أن المباني في مستوى ارتفاع قليل من طابقين لثلاثة طوابق.

2. لدراسات لاحقة نوصي بعمل دراسة بالوضع في الحسبان عدد متعدد للطوابق يتراوح من طابقين لخمسة طوابق ومعرفة الفروقات في التكلفة لكل عدد من الطوابق.

المراجع والمصادر

3-5 المراجع والمصادر:

1- W.H.Mosley, J.H.Bungey @ R.Hulse - Reinforced Concrete Design, Fifth Edition - Macrillan Ltd-London.

2- Professor of Concrete Structure - Mashhour Ahmed Ghoneim – Cairo University @ Mahmoud Tharwat El-Mihilmy – Associate Professor of Concrete Structure – Cairo University – Design Reinforced Concrete Structure – First Edition 2008.

3- BS8110-Part1-1997

4 - الأستاذ الدكتور/عبد الرحمن مجاهد أحمد - تصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية (الجزء 2) أسيوط - أغسطس 2002.

5 - دكتور مهندس/ فاروق عباس حيدر - تشيد المباني - الطبعة السادسة - 1999.

6- أ.د مهندس/ السيد عبد الفتاح القصبي- هندسة الأساسات - دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع - 2000.

7- الدكتور جمال فرحان العيساوي - تصميم المنشأت الخرسانية - القاهرة - 1998.