مقارنة تصميم وكلفة بين نظامي جدران القص والهياكل للابنية متعددة الطوابق

طارق أدريس سعيد

مدرس مساعد - قسم الهندسة المدنية-كلية الهندسة-جامعة الموصل

الخلاصة

ان الغاية من هذا البحث هي تسليط الضوء على نظام الإنشاءات باستخدام جدران القص والمتبع بكثرة في العديد من الدول بسبب ميزاته العديدة حيث ان جدران القص تعتبر من الامور الاساسية في تصميم الابنية المقاومة للزلازل.
تضمن البحث القيام بتحديد مساحة معينة لغرض تصميم بناية متعددة الطوابق عليها وفق مخطط معين وذلك باستخدام انظمة الهياكل الخرسانية Frame System (التي تشمل الاعمدة والاعتاب) ثم تصميم اخر لنفس البناية باستخدام جدران القص Shear Wall ثم اجراء المقارنة التفصيلية بين التصميمين لغرض تحديد الفروق في التصميم بين الحالتين ومن الامور التي تم التركيز عليها :

1. الازاحات القصوى لكلا الحالتين.
2. كمية الخرسانة المسلحة اللازمة لانشاء البناية.
3. كمية حديد التسليح اللازمة لانشاء البناية.
4. كمية اعمال القالب الخشبي والمدة اللازمة لتنفيذ المبنى لكلا الحالتين.

واظهرت النتائج ان استخدام جدران القص هو البديل الافضل.

الكلمات الدالة : انظمة الانشاء ، جدران القص ، انظمة الهياكل ، تصميم الابنية متعددة الطوابق.

Design and Cost Comparison Between Frame & Shear Walls Structural Systems for Multi Story Buildings

Tarek Edrees Saaed

Assistant Lecturer - College of Engg. Univ. of Mosul

Abstract

The goal behind this research is to highlight on structural systems using shear walls; this approach is widely used in many countries, due to its desired features,. Shear walls are often considered issential in the design of building to resist seismic action.
The research includes designing a multi story building according to a specific plan using frame system and other one for the same building using shear walls, then comparing between the two designs to determine the main differences in between the two design. The research focused on the following points:

1. maximum displacement of the two cases.
2. Quantity of concrete for the construction.
3. Reinforcement steel for the construction.
4. Quantity of formwork, and the required duration to implement each system. The results show that Shear Wall System is the best alternative system.

Key words : Structural System , Shear Wall , Frame System , Multi Storey Design

أستلم في 2007/11/6 **قبل في 2008/4/29**

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

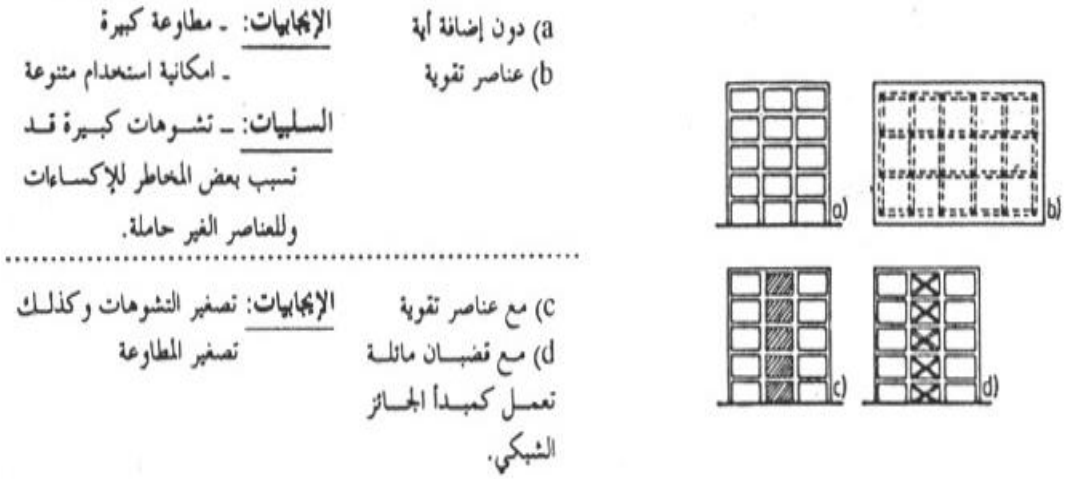
1- المقدمة :

1-1 النظم الاطارية (الهياكل) :

الهيكل بشكله المنفرد البسيط ، ليس الا عمودين متجاورين يربط بينهما عتبة beam (الشكل (1))، عبر نقاط اتصال جاسئة. وتزداد مقاومة هذا التشكيل الهندسي بزيادة صلابته ، وتبعاً لطرق وشكل اتصال الهياكل ببعضها البعض في الفراغ ، حينما تكون مجموعة من الهياكل نظاماً واحداً. تقاوم انظمة الهياكل الحمولات الافقية والشاقولية بشكل جيد ، لذلك يمكن اعتمادها كحل انشائي مقبول في الابنية العالية التي لا يزيد فيها ارتفاع الطوابق عن (15-20) في الفنادق والابنية السكنية، وعن (10-15) في ابنية المكاتب والابنية الخدمية الاخرى[1] .

عند اختيار نظام الهياكل كحل انشائي لمقاومة الاحمال الافقية في الابنية العالية يجب تحقيق متانة عند نقاط اتصال الاعضاء بشكل يتناسب مع استخدام مقاطع معقولة لهذه الاعضاء لا تعيق معه اية وظيفة استثمارية للمنشأ ، او تحدث اي خلل في شكله المعماري .

تتعرض العتبات (beams) خلال الهزة الأرضية الى عزوم متعاكسة تسلط قوة شد على المناطق المصممة لتحمل قوى الأنضغاط والتي لم يتم وضع حديد التسليح فيها تؤدي هذه العزوم الى فشل المنشأ وتهدمه مما يستدعي تصميم عتبات(beams) المنشآت المحتمل تعرضها لهزات أرضية باستخدام حديد تسليح في منطقة الأنضغاط لتلافي تأثير العزوم المتعاكسة وكذلك لزيادة مرونة المنشأ [2] .



شكل (1) : انظمة الهياكل **[1]** .

1-2 انظمة جدران القص :

تستخدم جدران القص الكونكريتية المسلحة في الابنية العالية لمقاومة الاحمال الناتجة من دفع الرياح او من الحركات الزلزالية . اضافة الى الاحمال الشاقولية الاخرى (الشكل (2)).

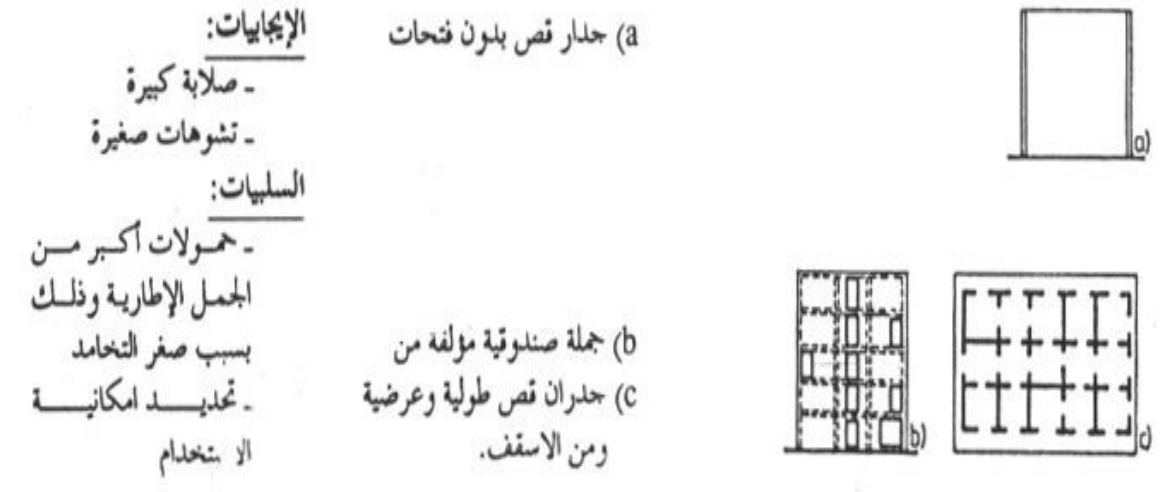
قد تكون الجدران المذكورة مصمتة او حاوية على فتحات ، وذلك بحسب الوظيفة المعمارية التي يؤديها الجدار . ان الفتحات تزيد من تعقيد العمل الانشائي وخاصة في الحالات التي تكون فيها هذه الفتحات غير متناظرة او غير متكررة او غير منتظمة...

مما يبسط طرق الحساب عند اختيار جدران القص ، ان تكون هذه الجدران ثابتة السمك على كامل ارتفاع المنشأ المدروس ، او على الاقل ثابتة ضمن طابق او مجموعة من الطوابق بشكل لا يؤثر معه تغيير سمك

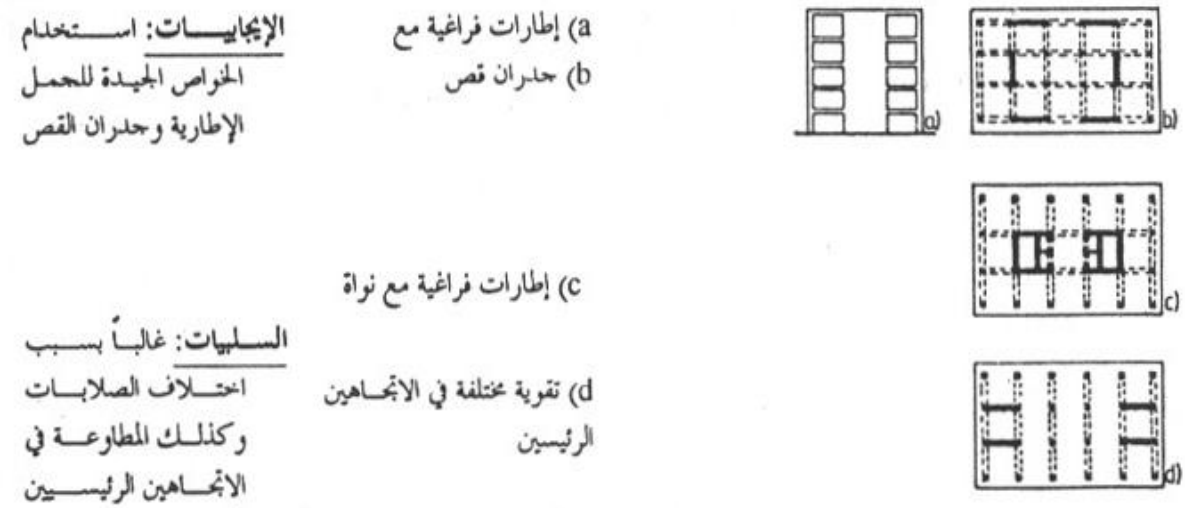
الجدران على عزوم القصور الذاتي لها . كما يفضل ان تحقق الجدران ما امكن التناظر في موقعها ضمن المنشأ بحيث تقاوم اللي الناجم عن القوى الافقية.

يجري اختيار الجدران عادة بصورة تحقق الصلابة في الاتجاهات الاربعة وباطوال على المسقط الافقي وسماكات تمنع معها التمدد او التقلص الافقي في السقوف والناجم عن الاجهادات الحرارية.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



شكل (2) : انظمة جدران القص



شكل (3) : الانظمة المختلطة **[1]** .

تستخدم انظمة جدران القص في الابنية السكنية وابنية الفنادق التي لا يزيد عدد طوابقها عن(20-30)، وفي ابنية المكاتب والابنية الخدمية الاخرى التي لا يزيد عدد طوابقها عن (15-20) .
وبالأضافة الى النظم السابقة هناك نوع آخر من النظم الانشائية وهي :

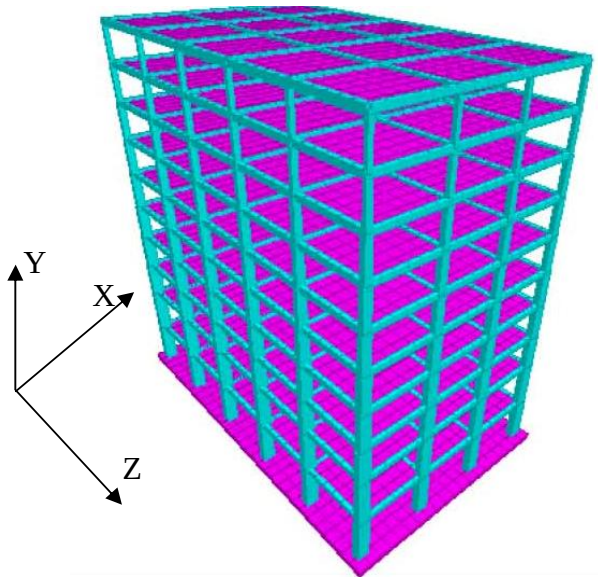
3-1 النظم المشتركة :

وهي انظمة انشائية مكونة من هياكل مع جدران قص (الشكل (3)). ويبدي هذا النظام حلولاً كفوءة في الابنية السكنية والفنادق التي لا يزيد ارتفاعها عن (30-60) طابقاً . في حين يكون عدد الطوابق في الابنية الخدمية الاخرى والمكاتب (20-35) .
يعود سبب كفاءة مثل هذه الحلول الى العمل المشترك الذي تقوم به كل من الهياكل والجدران في تحمل القوى الافقية ، وبالتالي شكل التشوهات الناجمة عنها . اذ ان صلابة الجمل المختلطة يكون عموماً اكبر من صلابة اي من الجدران او الاطارات بشكل منفرد ، مما يخفف من قيم التشوهات الحاصلة في الانظمة المشتركة[1] .

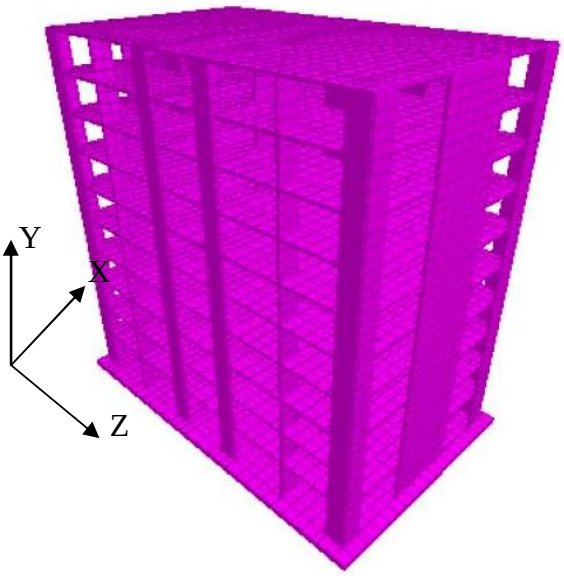
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

2- تحليل و تصميم المنشأ :

يتضمن هذا البحث تصميم عمارة سكنية متكونة من عشرة طوابق في مدينة الموصل وباستخدام نوعين من النظم الأنشائية (نظام الهياكل ونظام جدران القص), والتفاصيل المعمارية الخاصة بهذا المنشأ مبينة في الاشكال رقم (8,7,6,5,4) حيث نلاحظ اعتماد مسافة ثابتة بين مراكز الاعمدة مقدارها 6.0 م.



شكل (4) : نظام الاعمدة والعتبات



شكل (5) : نظام جدران القص

2-1 ابعاد المقاطع المستخدمة في التصميم :

➢ **الاعمدة** : لم تورد المواصفات الامريكية اية اشتراطات بخصوص الابعاد الدنيا لمقاطع الاعمدة ، وورد في المواصفات السورية [3] في الفقرة (7-1-1) ان اقل عرض للاعمدة هو 0.2 م على ان لا تقل مساحة مقطع العمود عن 0.06 م^2 وفي هذا البحث تم اعتماد عرض العمود على انه يساوي 0.3 م (كأقل بعد عملي ممكن لمثل هكذا منشأ) ولم يتم انجاز التصميم بسبب عدم ملائمة المقطع وتم زيادة عرض الاعمدة في الطابق الاول الى 0.6 م اما الطوابق الثاني والثالث والرابع والخامس فقد استخدم عرض الاعمدة 0.50 م بدلاً من 0.30 م ، الطوابق السادس والسابع والثامن والتاسع والعاشر كان عرض العمود 0.40 م حيث ان العرض 0.3 م لا يحقق الوضع المناسب لحديد التسليح في الطابق العاشر، اما طول مقطع العمود فكان 1.0 م لاول ثلاث طوابق ويتناقص 0.1 م في كل طابق الى حد الطابق التاسع والعاشر فيكون 0.4 م . حيث ان الابعاد المثبتة مثلت اقل ابعاد ممكنة لحساب كمية حديد التسليح دون الحاجة لاعادة ترتيب الحديد في طبقتين او زيادة مقاومة انضغاط الكونكريت عن القيمة المحددة (Fc = 25 Mpa) او زيادة مقاومة التسليح (fy = 400 Mpa).

➢ **العتبات** : يتراوح عمق العتبات (اقل عمق للسيطرة على الآود او لتجنب حدوث أود كبير) في الجدول a 9.5 ضمن الفقرة 9.5 في الكود الامريكي ACI 2005 ما بين:

$$\frac{1}{18.5} \rightarrow \frac{1}{21}$$

من طول الفضاء اعتماداً على كون نهايتي العتبة مستمرة من جهتين ام من جهة واحدة ، وتم حساب عمق العتبة كما يلي :

$$\frac{6000}{18.5} \cong 325 \ mm$$

واثناء التصميم تبين عدم ملائمة هذا البعد بسبب تجاوز نسبة التسليح القصوى وتم تغيير البعد الى 350 ملم ثم 400 ثم 450 بدلاً من 325 ملم واعادة التصميم ، اما بالنسبة لعرض العتبات فتم اعتماد عرض = 0.3 م.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

➢ **البلاطات في حالة انظمة الهياكل** : لا يقل سمك البلاطات التي تستند على عتبات ضمن الفقرة 9.5.3.3 في الكود الامريكي ACI 2005 عن125 mm (او محيط البلاطة / 180) وتم اعتماد سمك البلاطة 150 mm لمراعاة الاعتبارات العملية.

➢ **البلاطات في حالة جدران القص** : يعتمد سمك البلاطات التي لا تستند على عتبات في الجدول 9.5 c ضمن الفقرة 9.5 في الكود الامريكي ACI 2005 على قيمة fy لحديد التسليح وموقع السقف هل هو خارجي ام داخلي وهل يوجد زيادة في سمك البلاطة في نقاط اتصالها مع الاعمدة (Drop panel) وهل توجد عتبات جانبية ام لا ما بين :

$$\frac{L}{33} \rightarrow \frac{L}{30}$$

وعلى ان لا يقل السمك في كل الاحوال عن (125.0 mm) , وفي هذا البحث تم تحليل المنشأ مرتين ، مرة باعتماد سمك البلاطة على انه يساوي (150.0 mm) على اعتبار ان اجهاد الخضوع لحديد التسليحfy = 420 Mpa وبدون عتبات جانبية ولا سمك اضافي للبلاطة في نقاط الاتصال او عند الحافات وكذلك تم اعادة التحليل باستخدام سمك البلاطات (200.0 mm) كأسوأ احتمال لسمك البلاطة.

➢ **جدران القص** : نصت الفقرة 14.5.3 في المدونة الامريكية ACI 2005 على ان لا يقل سمك الجدران الحاملة عن 1/25 من الارتفاع او الطول غير المسنود للجدار(ايهما أقصر) مع مراعاة ان لايقل سمك الجدار عن 100 mm بالنسبة للجدران الداخلية و 190 mm في كل الاحوال ، وفي هذا البحث تم احتساب سمك الجدار كما يلي :

$$t = \frac{1}{25} \times 3 \times 1000 = 120 \text{ mm}$$

وتم اخذ سمك الجدار = 150 ملم لدى اجراء عمليات التحليل والتصميم.

اما بالنسبة لاطوال الجدران فتكون مساحتها بنسبة 0.01 من مساحة مخطط الطابق الواحد على ان تكون مستمرة على جميع الطوابق ، وقد تم استخدام جدران باطوال 1.0 متر و2.0 متر و 6.0 متر موزعة باسلوب مشابه لتوزيع الاعمدة.

تم تحليل وتصميم المنشا بهذا النوع من النظم كما مبين في الشكل (5) وذالك باستخدام برنامج Staad.Pro 2006 وتحميل المنشأ بحالات تحميل متعددة وهي :

2 - 2 الاحمال الميتة وتشمل :

➢ الوزن الذاتي للمنشأ ويحسب تلقائياً من قبل البرنامج.

احمال الانهاء : فرضت على انها تساوي 3 kN/m^2 على كافة الطوابق ومن ضمنها الطابق الارضي (فوق الاساس الحصيري)

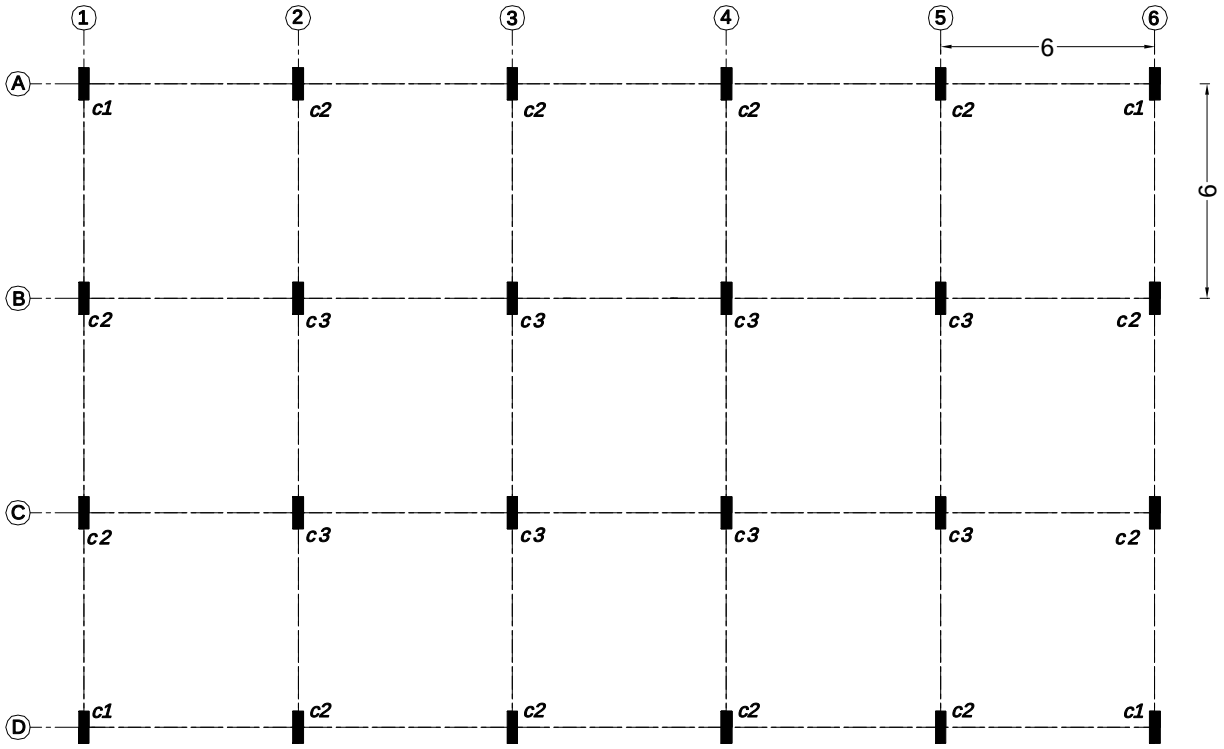
➢ احمال ميتة تشمل وزن الجدران على العتبات :

فرضت على انها تساوي 20 kN/m.l في حالة استخدام الاعمدة والعتبات ، بينما فرضت على انها تساوي 6 kN/m^2موزعة بصورة منتظمة على البلاطات في حالة استخدام جدران القص (مع ملاحظة ان الازاحات الناتجة عن هذا الاسلوب من التحميل اكثر من اسلوب التحميل الخطي) ، وكذلك احمال القواطع الموجودة على الاساس الحصيري في كلا الحالتين (الاعمدة والعتبات & جدران القص).

2-3 تحميل الحمل الحي :

- فرض على انه يساوي 5 kN/m^2 على كافة الطوابق ومن ضمنها الطابق الارضي (فوق الاساس الحصيري)
- تم تسليط احمال هزة ارضية باستخدام الدالة الخاصة في برنامج STAAD PRO 2006 وحسب المدونة UBC 1985 (Uniform Building Code) حيث تم فرض القيم ادناه الضرورية لعمل الدالة (الجدول(1)) يبين المعاملات وقيمها :

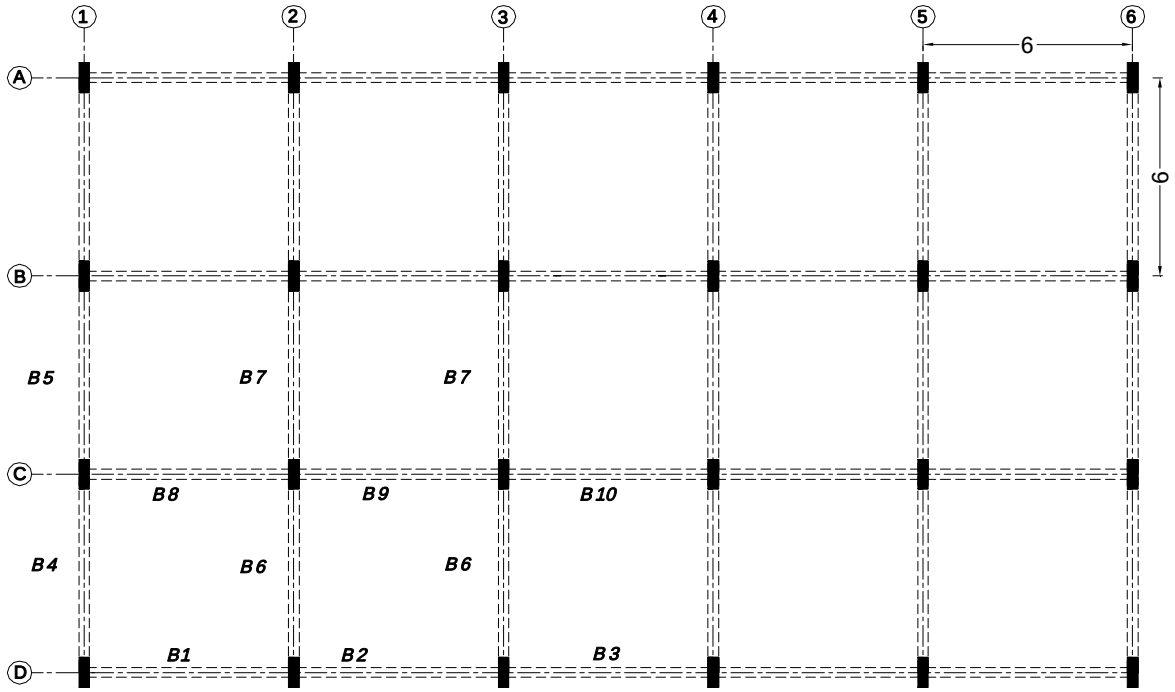
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



Columns plan

All dimensions in meter

شكل (6) : مخطط مواقع الاعمدة

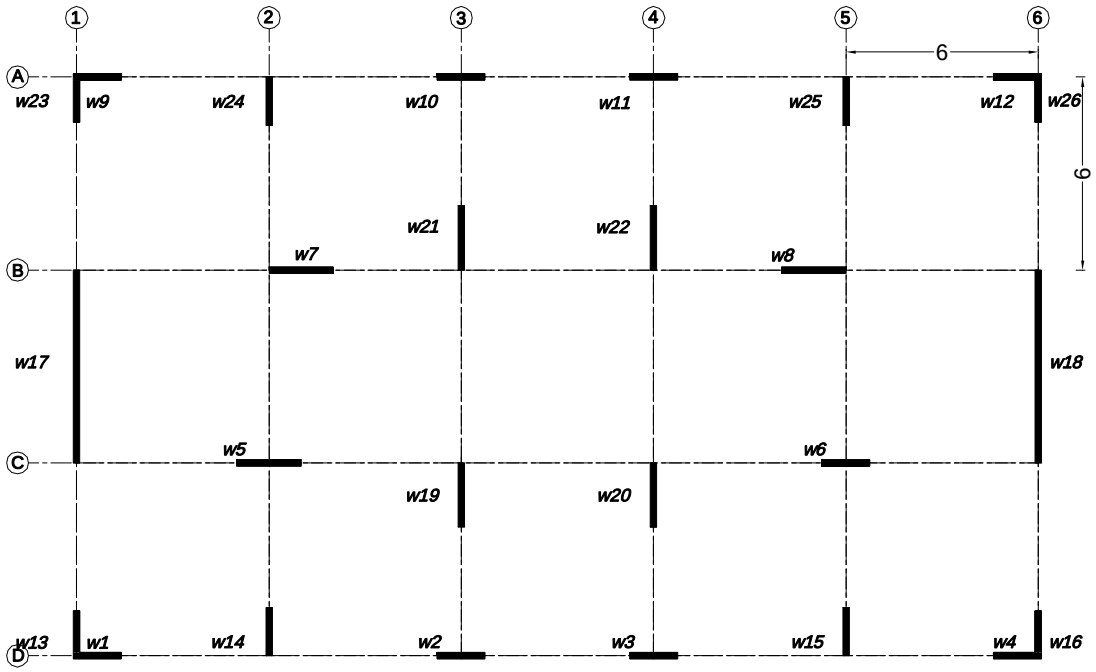


Beams plan

All dimensions in meter

شكل (7) : مخطط مواقع العتبات

www.manaraa.com



Shear wall locations plan

شكل (8) : مخطط مواقع جدران القص

جدول (1) : المعاملات المستخدمة في التصميم الزلزالي**[4],[5],[6]** .

ت	المعامل	وصف المعامل	القيمة	السبب
.1	Z	معامل المنطقة الزلزالية	0.2	المجال الثاني
.2	I	معامل اهمية المنشأ	1.0	مباني اعتيادية
.3	K	معامل تأثير السلوك اللا مرن للمنشأت	1.0	نظم الهياكل وجدران القص

ELEMENT LOAD = 11.0 kN/m^2

حيث تمثل ELEMENT LOAD محسوبا كما يلي :

=D.L + 25 % L.L

=3.0 (F.L.) + 6.0 (Wall D.L) +0.25x 5.0 (L.L) ≅ 11.0 kN

اضافة الى الوزن الذاتي للمنشأ الذي يحسب تلقائياً ضمن البرنامج.

4-2 تم اجراء حالات التحميل Load Combination وكما يلي[7],[8] :

- تحميل الحمل الميت كلياً و الحمل الحي كلياً .

U = 1.2 D.L + 1.6 L.L

- تحميل الحمل الميت كلياً و الحمل الحي جزئياً وحسب نموذج رقعة الشطرنج ولجميع الطوابق.

U = 1.2 D.L + 1.6 $L.L^{(1,2)}$

- تحميل الحمل الميت كلياً و الحمل الحي كلياً مع تسليط احمال الهزة الارضية بالاتجاه (X & Z) الموجب والسالب لكل منهما .

U = 1.2 D.L + 1.0 L.L+ 1.0 E

- تحميل الحمل الميت كلياً وبدون وجود الحمل الحي مع تسليط احمال الهزة الارضية بالاتجاه (X & Z) الموجب والسالب لكل منهما .

U = 1.2 D.L + 1.0 E

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ويبين الجدول (2) ادناه حالات التحميل المستخدمة في تحليل وتصميم المنشأ:

جدول (2) : حالات التحميل المستخدمة في تحليل وتصميم المنشأ .

	LOAD CASE NO.	LOADTYPE
1.	Load 1	Gravity
2.	Load 2	Dead - (F.L.)
3.	Load 3	Live -(TOTAL L.L.)
4.	Load 4	Live (L.L.1)
5.	Load 5	Live (L.L.2)
6.	Load 6	Seismic +ve X- dir.
7.	Load 7	Seismic -ve X - dir.
8.	Load 8	Seismic +ve Z- dir.
9.	Load 9	Seismic -ve Z - dir.
	Load combination (Ultimate)	
10.	Load combination 10	1 x 1.2 + 2 x 1.2 + 3 x1.6
11.	Load combination 11	1 x 1.2 + 2 x 1.2 + 4 x 1.6
12.	Load combination 12	1 x 1.2 + 2 x 1.2 + 5 x 1.6
13.	Load combination 13	1 x 1.2 + 2 x 1.2 + 3 x 1.0 + 6 x 1.0
14.	Load combination 14	1 x 1.2 + 2 x 1.2 + 3 x 1.0 + 7 x 1.0
15.	Load combination 15	1 x 1.2 + 2 x 1.2 + 3 x 1.0 + 8 x 1.0
16.	Load combination 16	1 x 1.2 + 2 x 1.2 + 3 x 1.0 + 9 x 1.0
17.	Load combination 17	1 x 1.2 + 2 x 1.2 + 6 x 1.0
18.	Load combination 18	1 x 1.2 + 2 x 1.2 + 7 x 1.0
19.	Load combination 19	1 x 1.2 + 2 x 1.2 + 8 x 1.0
20.	Load combination 20	1 x 1.2 + 2 x 1.2 + 9 x 1.0
	Load combination (Working)	
21.	Load combination 21	1 x 1.0 + 2 x 1.0 + 3 x 1.0
22.	Load combination 22	1 x 1.0 + 2 x 1.0 + 4 x 1.0
23.	Load combination 23	1 x 1.0 + 2 x 1.0 + 5 x 1.0
24.	Load combination 24	1 x 1.0 + 2 x 1.0 + 3 x 1.0 + 6 x 1.0
25.	Load combination 25	1 x 1.0 + 2 x 1.0 + 3 x 1.0 + 7 x 1.0
26.	Load combination 26	1 x 1.0 + 2 x 1.0 + 3 x 1.0 + 8 x 1.0
27.	Load combination 27	1 x 1.0 + 2 x 1.0 + 3 x 1.0 + 9 x 1.0
28.	Load combination 28	1 x 1.0 + 2 x 1.0 + 6 x 1.0
29.	Load combination 29	1 x 1.0 + 2 x 1.0 + 7 x 1.0
30.	Load combination 30	1 x 1.0 + 2 x 1.0 + 8 x 1.0
31.	Load combination 31	1 x 1.0 + 2 x 1.0 + 9 x 1.0

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

3 - نتائج التحليل و التصميم :

الجداول (5,4,3) تبين خلاصة ازاحات العقد للمنشأ (في حالة الاحمال غير المعاملة Working Loads) عند استخدام سمك البلاطات مساوياً الى 15.0 سم لنظام الاطارات وجدران القص وسمك بلاطات مساوي لـــ 20 سم لجدران القص ويتضح منها ملائمة ابعاد المقاطع المستخدمة للتحليل الانشائي وبالتالي فأنه يمكن الاعتماد على هذه الابعاد لحساب الكميات التخمينية للخرسانة وحديد التسليح.

a- Frame System

جدول (3) : خلاصة ازاحات العقد لنظام الاعمدة والعتبات.

	Node	L/C	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Resultant (mm)	rX (rad)	rY (rad)	rZ (rad)
Max X	5238	28:COMBINAT	**32.013**	-16.637	2.424	36.159	-0.001	0.000	-0.002
Min X	5241	25:COMBINAT	**-32.269**	-20.414	2.402	38.259	-0.002	-0.000	0.002
Max Y	6838	29:COMBINAT	0.000	**-6.387**	0.000	6.387	-0.000	0.000	0.000
Min Y	5624	24:COMBINAT	27.767	**-39.519**	-0.002	48.299	0.000	0.000	0.000
Max Z	5221	26:COMBINAT	2.290	-20.647	**30.461**	36.870	0.002	-0.000	0.002
Min Z	5241	27:COMBINAT	2.290	-20.647	**-30.461**	36.870	-0.002	0.000	0.002
Max rX	5293	26:COMBINAT	2.184	-32.131	28.936	43.295	**0.004**	-0.000	0.000
Min rX	5774	27:COMBINAT	2.184	-32.131	-28.936	43.295	**-0.004**	0.000	0.000
Max rY	5579	28:COMBINAT	26.170	-28.815	0.018	38.925	0.000	**0.000**	0.000
Min rY	5579	25:COMBINAT	-26.410	-39.374	0.030	47.411	0.000	**-0.000**	-0.000
Max rZ	5661	25:COMBINAT	-29.758	-31.930	2.185	43.702	-0.000	-0.000	**0.004**
Min rZ	5464	24:COMBINAT	29.453	-32.068	2.182	43.596	-0.000	0.000	**-0.004**
Max Rst	5764	25:COMBINAT	-31.387	-38.174	-0.052	**49.421**	-0.001	-0.000	-0.000

b – Shear Wall

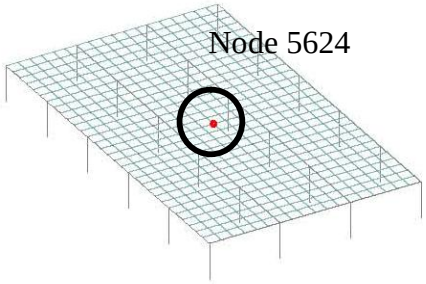
جدول (4) : خلاصة ازاحات العقد لنظام جدران القص – سمك البلاطات 15 سم.

	Node	L/C	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Resultant (mm)	rX (rad)	rY (rad)	rZ (rad)
Max X	9522	24:COMBINAT	**52.704**	-18.465	-3.178	55.935	0.000	0.001	-0.001
Min X	9346	25:COMBINAT	**-52.704**	-18.465	-3.178	55.935	0.000	-0.001	0.001
Max Y	550	30:COMBINAT	0.000	**-4.421**	0.000	4.421	-0.000	0.000	-0.000
Min Y	11142	27:COMBINAT	-1.499	**-48.519**	-33.708	59.099	-0.001	0.001	-0.000
Max Z	9467	30:COMBINAT	2.168	-11.839	**35.803**	37.772	0.002	-0.000	0.003
Min Z	9502	27:COMBINAT	-0.985	-22.210	**-38.115**	44.125	-0.002	0.000	0.009
Max rX	10131	24:COMBINAT	49.274	-28.234	-1.627	56.813	**0.010**	0.000	0.002
Min rX	10177	24:COMBINAT	51.408	-28.405	-1.607	58.756	**-0.010**	0.001	0.002
Max rY	9466	27:COMBINAT	-0.592	-14.110	-37.116	39.712	-0.001	**0.002**	-0.000
Min rY	9500	26:COMBINAT	4.547	-14.215	34.481	37.572	0.001	**-0.002**	0.000
Max rZ	10219	26:COMBINAT	0.884	-23.897	35.179	42.537	-0.002	-0.001	**0.013**
Min rZ	10196	26:COMBINAT	0.959	-24.556	26.927	36.455	-0.003	-0.000	**-0.013**
Max Rst	9958	24:COMBINAT	50.184	-48.273	-2.744	**69.687**	0.001	0.000	0.000

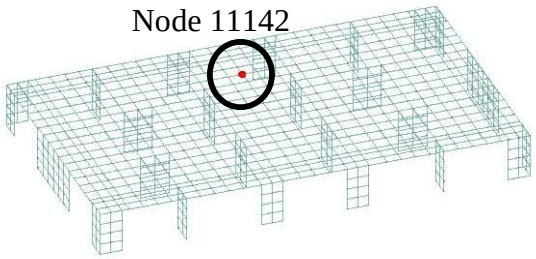
جدول (5) : خلاصة ازاحات العقد لنظام جدران القص – سمك البلاطات 20 سم.

	Node	L/C	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Resultant (mm)	rX (rad)	rY (rad)	rZ (rad)
Max X	9522	24:COMBINAT	**37.502**	-19.936	-2.042	42.521	0.000	0.001	-0.001
Min X	9346	25:COMBINAT	**-37.502**	-19.936	-2.042	42.521	0.000	-0.001	0.001
Max Y	550	30:COMBINAT	0.000	**-4.790**	0.000	4.790	0.000	0.000	-0.000
Min Y	9821	26:COMBINAT	-1.107	**-41.626**	23.974	48.049	0.000	-0.001	-0.000
Max Z	9467	30:COMBINAT	1.716	-12.289	**27.596**	30.257	0.002	-0.000	0.003
Min Z	9472	27:COMBINAT	-2.051	-17.494	**-28.623**	33.609	-0.001	-0.001	0.001
Max rX	9377	25:COMBINAT	-34.543	-22.466	-0.773	41.214	**0.007**	-0.000	-0.001
Min rX	9556	25:COMBINAT	-36.396	-22.322	-0.167	42.696	**-0.007**	-0.000	-0.001
Max rY	9466	27:COMBINAT	-0.512	-15.971	-27.909	32.159	-0.000	**0.001**	-0.000
Min rY	9500	26:COMBINAT	3.417	-16.417	26.793	31.608	0.000	**-0.001**	-0.000
Max rZ	9502	26:COMBINAT	0.694	-16.635	27.393	32.056	-0.001	-0.001	**0.008**
Min rZ	9326	26:COMBINAT	0.774	-17.339	20.516	26.873	-0.001	-0.000	**-0.008**
Max Rst	9821	24:COMBINAT	36.028	-40.311	-0.542	**54.067**	-0.000	0.000	0.000

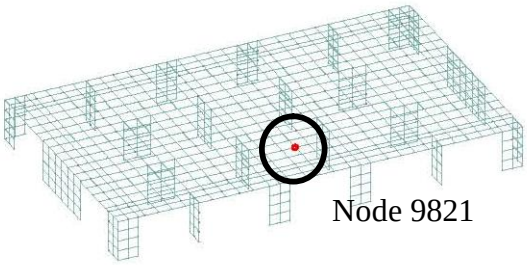
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



b- نظام الاعمدة والعتبات.



a - جدران القص – سمك البلاطات 15 سم.



c - جدران القص – سمك البلاطات 20 سم.

شكل (9) : مواقع العقد التي حدثت فيها اقصى ازاحة بالاتجاه (Y) .

1-3 باستخدام النظام الهيكلي Frame System

ويوضح الجدول (6) ادناه خلاصة النتائج لكلا النظامين من الانشاءات :

جدول (6) : خلاصة نتائج التصميم لنظام الاطارات ونظام جدران القص.

Frame Sytem					
	Unit	Columns	Beams	Slabs	Sum
Concrete Volume	m^3	227.0	308.0	732	1267
Steel Required	ton	45.3	52.0	81.5	178.8
Wooden Form Area	m^2	1545	2052.0	4880	8648
Shear Wall Sytem					
A-		Shear Walls (15 cm thick)		Slabs (20 cm thick)	Sum
Concrete Volume	m^3	234.0		1080.0	1314.0
Steel Required	ton	108.5		92.5	201
Wooden Form Area	m^2	3354.0		5400.0	8754
B-		Shear Walls (15 cm thick)		Slabs (15 cm thick)	Sum
Concrete Volume	m^3	234.0		810.0	1044.0
Steel Required	ton	108. 5		92.5	201
Wooden Form Area	m^2	3354.0		5400.0	8754

www.manaraa.com

جدول (7) : نتائج تصميم العتبات لنظام الهياكل .

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)		(10)	
Items	Beam	Dimensions (m)	∑ Length (m)	Volumes (m^3) (3) x(4)	Shear Reinf. (mm^2)			As Provided (mm^2)		Steel Required (kg)	
					As Provided (mm^2)	Stirrup Length** (4) /(6)	Steel Required (kg)	- Ve	+Ve	$(9)^{-Ve}$ x(4) - Ve	$(9)^{+Ve}$ x(4) +Ve
1.	B1	0.3x0.45 *	24	3.24	Ø10@275	115	71 ***	3Ø25	6Ø12	278****	128
2.	B2	0.3x0.45	24	3.24	Ø10@275	115	71	3Ø25	5Ø12	278	107
3.	B3	0.3x0.45	12	1.62	Ø10@275	58	36	3Ø25	3Ø12	139	32
4.	B4	0.3x0.45	24	3.24	Ø10@175	180	111	3Ø25	3Ø16	278	114
5.	B5	0.3x0.45	12	1.62	Ø10@200	58	36	3Ø25	5Ø12	139	54
6.	B6	0.3x0.45	48	6.48	Ø10@275	312	193	5Ø20	3Ø20	592	356
7.	B7	0.3x0.45	24	3.24	Ø10@200	156	97	4Ø25	3Ø20	370	178
8.	B8	0.3x0.45	24	3.24	Ø10@200	156	97	5Ø20	3Ø20	296	178
9.	B9	0.3x0.45	24	3.24	Ø10@200	156	97	5Ø20	3Ø20	296	178
10.	B10	0.3x0.45	12	1.62	Ø10@200	78	49	4Ø25	3Ø20	185	89
	∑		**228 m.l**	**30.78 m^3**		**1384 m.l**	**858 kg**			**2851 kg**	**1414 kg**

* Area of cross section = 0.3X0.45 = 0.135 m^2.

** Length of single stirrup = (0.3-0.04x2)x2+(0.45-0.04x2)x2 +0.1 ≅ $1.3\,m$.

*** 115 X 0.616 (kg/m.l) ≅ 71 kg

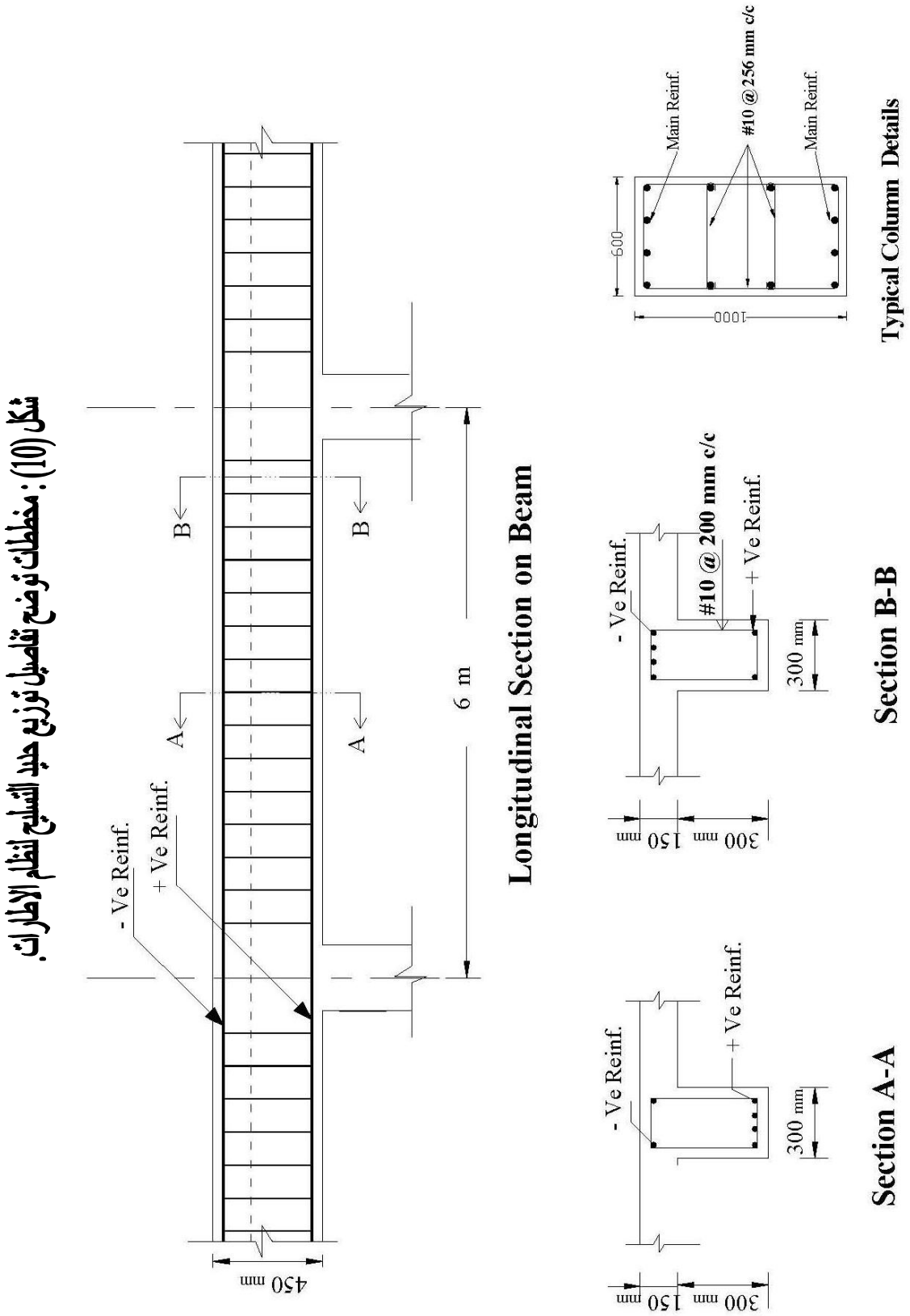
**** 3 X 24 m.l 3.854 (kg/m.l) ≅ 278 kg.

Total beams steel area for 10.0 storeies = ((858 + 2851 + 1414) X 10.0)/1000 ≅ 52.0ton

Total beams Concrete volume for 10.0 storeies = 30.78 X 10.0 ≅ 308.0 m^3.

Total beams Area of wooden form for 10.0 storeies = (0.3 + 0.3 + 0.3) m X 228 m.l X 10.0 = 2052 m^2.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



شكل (10): مخططات توضح تفاصيل توزيع حديد التسليح لنظام الاطارات

www.manaraa.com

جدول (8) : نتائج تصميم العمود C1 في نظام الهياكل.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Items	Column	Dimensions (m)	∑ Length (m)	Volumes (m^3) (3) x(4)	Ties Reinf. (mm^2)			As (mm^2)		Steel Required (kg)
					As Provided (mm^2)	Tie Length**** (4) /(6)	Steel Required (kg)	Required	Provided	
1.	+3.0	0.6x1.0*	12.0**	6.48***	Ø10@300	140*****	87 ******	7260	7536	740*******
2.	+6.0	0.5x1.0	12.0	5.4	Ø10@450	87	54	5000	7536	740
3.	+9.0	0.5x1.0	12.0	5.4	Ø10@300	131	81	5000	7536	740
4.	+12.0	0.5x0.9	12.0	4.86	Ø10@250	149	92	4500	7536	740
5.	+15.0	0.5x0.8	12.0	4.32	Ø10@400	75	47	4000	7536	740
6.	+18.0	0.4x0.7	12.0	3.02	Ø10@250	118	73	2800	7536	740
7.	+21.0	0.4x0.6	12.0	2.59	Ø10@200	144	73	2400	7536	740
8.	+24.0	0.4x0.5	12.0	2.16	Ø10@250	99	61	2280	7536	740
9.	+27.0	0.4x0.40	12.0	1.72	Ø10@250	90	55	2496	7536	740
10	+31.0	0.4x0.40	12.0	1.72	Ø10@250	90	55	7536	7536	740
	∑		**120.0 m.l**	**37.67 m^3**		**1123 m.l**	**678 kg**		**75360**	**7400 kg**

* Area of cross section = 0.6X1.0 = 0.6 m2.

** 4.0 (Columns No.) X 2.7 (Columns Clear Height) = 10.8 m

*** 10.8 X 0.6 X 1.0 = 6.48 m3.

**** Length of single ties = (0.6-0.04x2)x2+(1.0-0.04x2)x2 +0.1+(0.25 +.25) mid ties ≅ 3.50 m .

***** 12 / 0.30 X 3.50 m ≅ 140 m.l

****** 140 X 0.616 (kg/m.l) ≅ 86 kg

******* (7536/491)X12 X 3.854(kg/m.l) ≅ 740 kg. (Even bar No.)

Total Column (C1) steel area for 10.0 storeies = ((678 + 7400))/1000 ≅ 8.1 ton

Total Column (C1) Concrete volume for 10.0 storeies = 37.67 ≅ 38.0 m3.

Total Column (C1) Area of wooden form for 10.0 storeies

= 2* ((3*1.0 + 0.9 + 0.8+ 0.7 +0.6 +0.5 +2*0.4+0.6 +4*0..5+5*0.4)) m X 2.7 m X 4Col. ≅ 258 m2.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

جدول (9) : نتائج تصميم العمود C2 في نظام الهياكل.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Items	Column	Dimensions (m)	∑ Length (m)	Volumes (m^3) (3) x(4)	Ties Reinf. (mm^2)			As (mm^2)		Steel Required (kg)
					As Provided (mm^2)	Tie Length**** (4) /(6)	Steel Required (kg)	Required	Provided	
1.	+3.0	0.6x1.0*	36.0**	19.44***	Ø10@300	420*****	259 ******	6000	6000	1943*******
2.	+6.0	0.5x1.0	36.0	16.2	Ø10@450	248	153	5000	6000	1943
3.	+9.0	0.5x1.0	36.0	16.2	Ø10@300	372	229	5000	6000	1943
4.	+12.0	0.5x0.9	36.0	14.58	Ø10@250	436	269	4500	6000	1943
5.	+15.0	0.5x0.8	36.0	12.96	Ø10@400	261	161	4000	6000	1943
6.	+18.0	0.4x0.7	36.0	9.07	Ø10@250	352	217	2800	6000	1943
7.	+21.0	0.4x0.6	36.0	7.77	Ø10@250	324	200	2400	6000	1943
8.	+24.0	0.4x0.5	36.0	6.48	Ø10@200	394	243	2000	6000	1943
9.	+27.0	0.4x0.40	36.0	5.18	Ø10@250	268	165	1600	6000	1943
10.	+31.0	0.4x0.40	36.0	5.18	Ø10@250	268	165	5968	6000	1943
	∑		**360.0 m.l**	**113.06 m^3**		**3343 m.l**	**2061 kg**		**60000**	**19430 kg**

* Area of cross section = 0.6X1.0 = 0.6 m2.

** 12.0 (Columns No.) X 2.7 (Columns Clear Height) = 32.4 m

*** 32.4 X 0.6 X 1.0 = 19.44 m3.

**** Length of single ties = (0.6-0.04x2)x2+(1.0-0.04x2)x2 +0.1+(0.25 +.25) mid ties ≅ **3.50 m** .

***** 36 / 0.30 X 3.50 m ≅ 420 m.l

****** 420 X 0.616 (kg/m.l) ≅ 259 kg

******* (6000/491)X36 X 3.854(kg/m.l) ≅ 1943 kg. (Even bar No.)

Total Column (C2) steel area for 10.0 storeies = ((2061 + 19430))/1000 ≅ 21.5 ton

Total Column (C2) Concrete volume for 10.0 storeies = 113.06 ≅ 113.0 m3.

Total Column (C2) Area of wooden form for 10.0 storeies

= 2* ((3*1.0 + 0.9 + 0.8+ 0.7 +0.6 +0.5 +2*0.4+0.6 +4*0..5+5*0.4)) m X 2.7 m X 12Col. ≅ 772.0 m2.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

جدول (10) : نتائج تصميم العمود C3 في نظام الهياكل.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Items	Column	Dimensions (m)	∑ Length (m)	Volumes (m^3) (3) x(4)	Ties Reinf. (mm^2)			As (mm^2)		Steel Required (kg)
					As Provided (mm^2)	Tie Length**** (4) /(6)	Steel Required (kg)	Required	Provided	
1.	+3.0	0.6x1.0*	24.0**	12.96***	Ø10@300	280*****	173 ******	13814	14730	2775*******
2.	+6.0	0.5x1.0	24.0	10.8	Ø10@450	174	108	14367	14730	2775
3.	+9.0	0.5x1.0	24.0	10.8	Ø10@300	260	161	9491	9820	1850
4.	+12.0	0.5x0.9	24.0	9.72	Ø10@250	298	184	7519	7856	1480
5.	+15.0	0.5x0.8	24.0	8.64	Ø10@250	278	172	5691	7856	1480
6.	+18.0	0.4x0.7	24.0	6.05	Ø10@400	150	93	7634	7856	1480
7.	+21.0	0.4x0.6	24.0	5.18	Ø10@250	200	124	5226	5892	1110
8.	+24.0	0.4x0.5	24.0	4.32	Ø10@200	225	139	2844	2946	555
9.	+27.0	0.4x0.40	24.0	3.45	Ø10@250	180	111	1600	1964	370
10.	+31.0	0.4x0.40	24.0	3.45	Ø10@250	180	111	1600	1964	370
	∑		**240.0 m.l**	**75.37 m^3**		**2225 m.l**	**1376 kg**		**75614**	**14245 kg**

* Area of cross section = 0.6X1.0 = 0.6 m2.
** 8.0 (Columns No.) X 2.7 (Columns Clear Height) = 21.6 m
*** 21.6 X 0.6 X 1.0 = 12.96 m3.
**** Length of single ties = (0.6-0.04x2)x2+(1.0-0.04x2)x2 +0.1+(0.25 +.25) mid ties ≅ 3.50 m .
***** 24 / 0.30 X 3.50 m ≅ 280 m.l
****** 280 X 0.616 (kg/m.l) ≅ 173 kg
******* (14730/491)X 24 X 3.854(kg/m.l) ≅ 2775 kg. (Even bar No.)

Total Column (C3) steel area for 10.0 storeies = ((1376 + 14245))/1000 ≅ 15.7 ton
Total Column (C3) Concrete volume for 10.0 storeies = 75.37 ≅ 76.0 m3.
Total Column (C3) Area of wooden form for 10.0 storeies
= 2* ((3*1.0 + 0.9 + 0.8+ 0.7 +0.6 +0.5 +2*0.4+0.6 +4*0..5+5*0.4)) m X 2.7 m X 8 Col. ≅ 515 m2.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

جدول (11) : خلاصة نتائج كميات حديد التسليح لجدران المنشأ في حالة استخدام سمك البلاطات مساويا الى 15.0 سم .

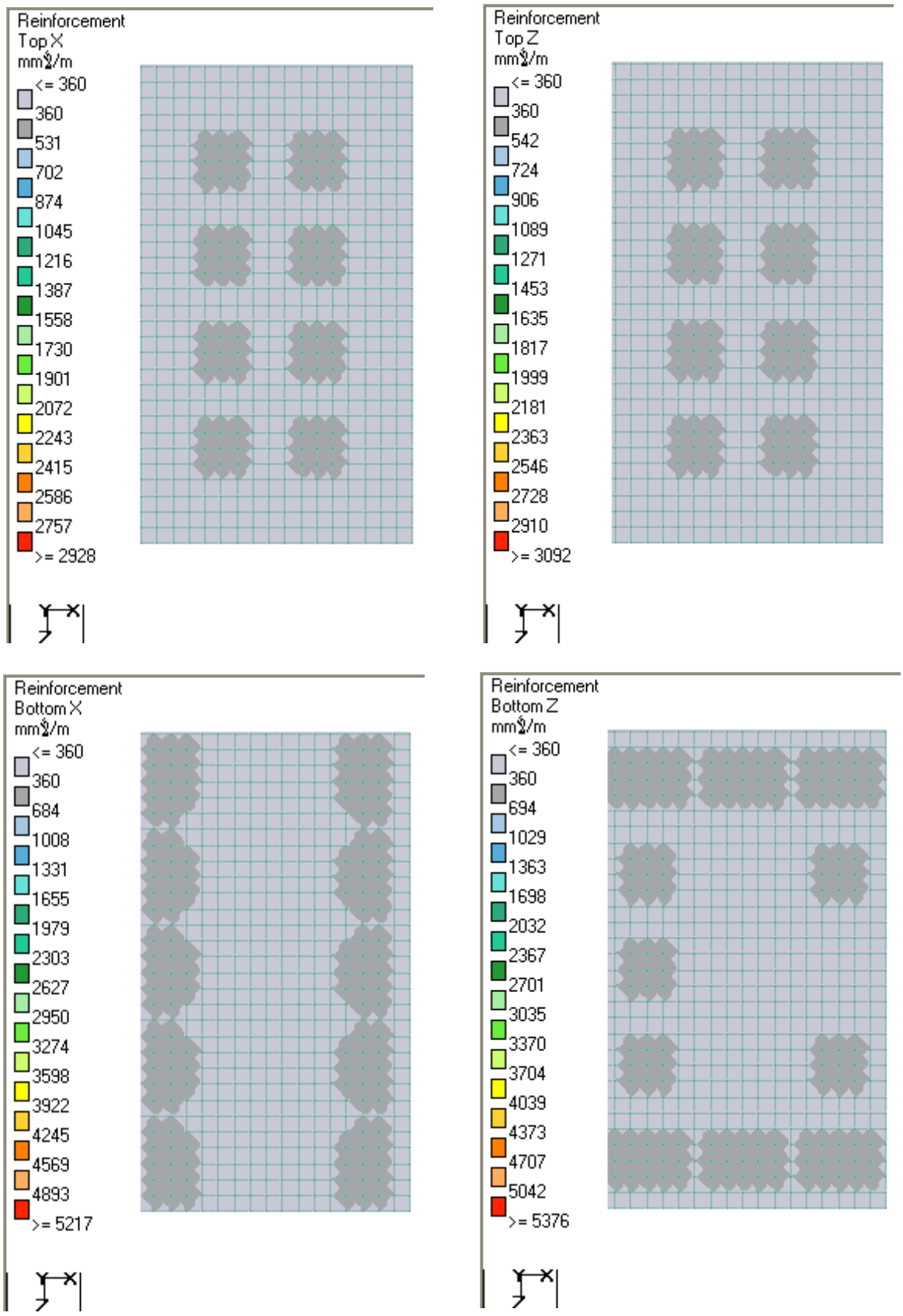
Items	Wall	HeightX Length (m)	Thick. (m)	Volume (m^3)	Surface Area (m^2)	Steel for wall (X – Dir.)(kg)	Steel for wall (Y – Dir.)(kg)
.1	W1	31.0X1.5	0.15	6.75	99	2897**	1826
.2	W2	31.0X1.5	0.15	6.75	99	2897	1539
.3	W3	31.0X1.5	0.15	6.75	99	2287	1539
.4	W4	31.0X1.5	0.15	6.75	99	2287	1329
.5	W5	31.0X2.0	0.15	9.0	129.0	1372	1329
.6	W6	31.0X2.0	0.15	9.0	129.0	2897	1539
.7	W7	31.0X2.0	0.15	9.0	129.0	2897	1826
.8	W8	31.0X2.0	0.15	9.0	129.0	1372	1329
.9	W9	31.0X1.5	0.15	6.75	99	2287	1539
.10	W10	31.0X1.5	0.15	6.75	99	2287	1329
.11	W11	31.0X1.5	0.15	6.75	99	2897	1539
.12	W12	31.0X1.5	0.15	6.75	99	2897	1329
.13	W13	31.0X1.5	0.15	6.75	99	2897	1539
.14	W14	31.0X1.5	0.15	6.75	99	1372	1329
.15	W15	31.0X1.5	0.15	6.75	99	2897	1826
.16	W16	31.0X1.5	0.15	6.75	99	2897	1539
.17	W17	31.0X6.0	0.15	27.0	369.0	1372	1329
.18	W18	31.0X6.0	0.15	27.0	369.0	2897	1826
.19	W19	31.0X2.0	0.15	9.0	129.0	2897	1826
.20	W20	31.0X2.0	0.15	9.0	129.0	2897	1826
.21	W21	31.0X2.0	0.15	9.0	129.0	2897	1826
.22	W22	31.0X2.0	0.15	9.0	129.0	2897	1826
.23	W23	31.0X1.5	0.15	6.75	99	2897	1826
.24	W24	31.0X1.5	0.15	6.75	99	2897	1826
.25	W25	31.0X1.5	0.15	6.75	99	2897	1826
.26	W26	31.0X1.5	0.15	6.75	99	2897	1539
Σ				234.0	3354.0	66782	41701

www.manaraa.com

جدول (12) : خلاصة نتائج كميات حديد التسليح لجدران المنشأ في حالة استخدام سمك البلاطات مساوياً الى 20.0 سم .

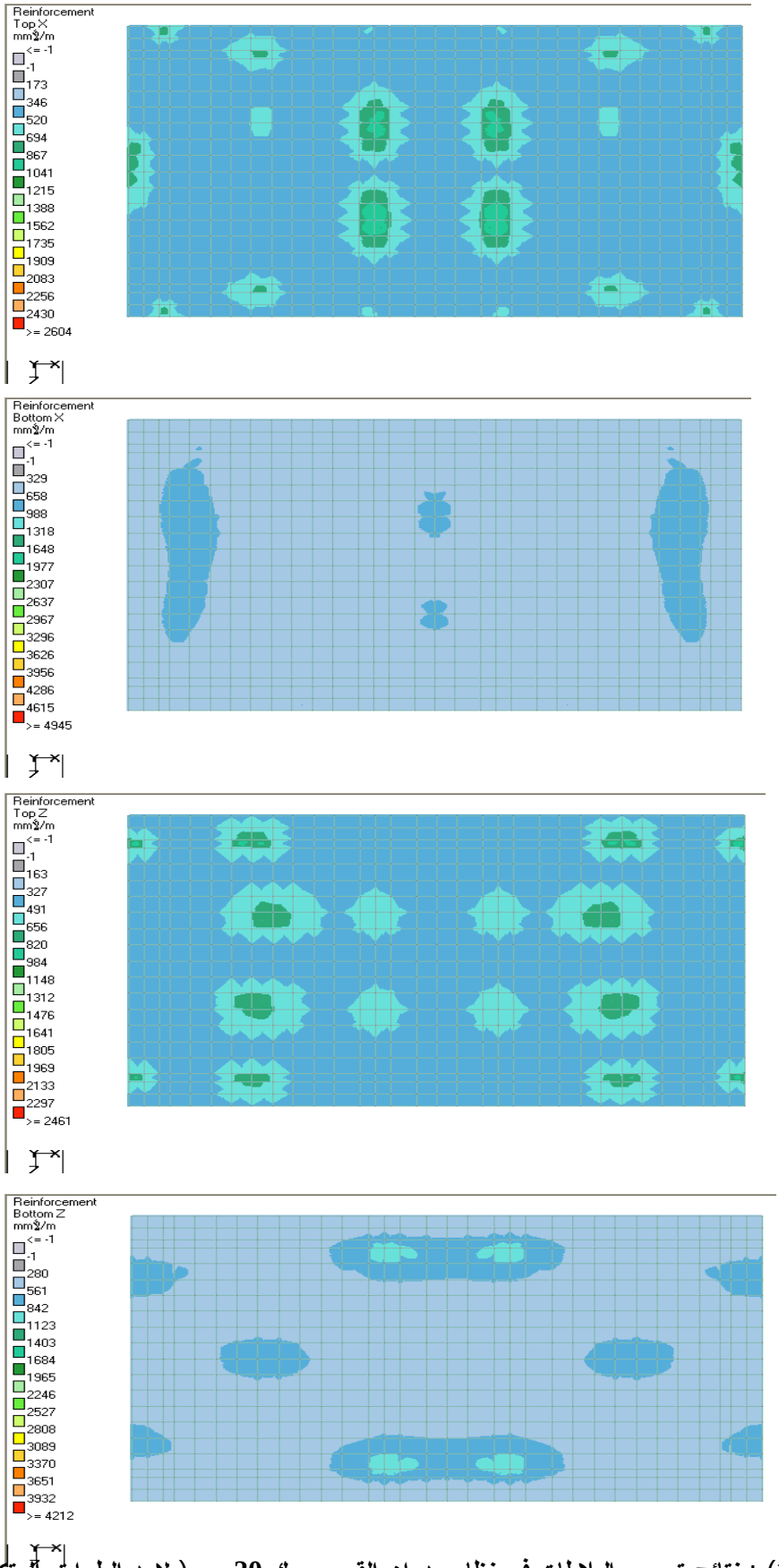
Items	Wall	HeightX Length (m)	Thick. (m)	Volume (m^3)	Surface Area (m^2)	Steel for wall (X – Dir.)(kg)	Steel for wall (Y – Dir.)(kg)
.1	W1	31.0X1.5	0.15	6.75	99	2287**	1329
.2	W2	31.0X1.5	0.15	6.75	99	2897	1539
.3	W3	31.0X1.5	0.15	6.75	99	2897	1826
.4	W4	31.0X1.5	0.15	6.75	99	2287	1539
.5	W5	31.0X2.0	0.15	9.0	129.0	2897	1826
.6	W6	31.0X2.0	0.15	9.0	129.0	2897	1826
.7	W7	31.0X2.0	0.15	9.0	129.0	2897	1826
.8	W8	31.0X2.0	0.15	9.0	129.0	2897	1826
.9	W9	31.0X1.5	0.15	6.75	99	2897	1826
.10	W10	31.0X1.5	0.15	6.75	99	2897	1826
.11	W11	31.0X1.5	0.15	6.75	99	2897	1539
.12	W12	31.0X1.5	0.15	6.75	99	2897	1826
.13	W13	31.0X1.5	0.15	6.75	99	2287	1539
.14	W14	31.0X1.5	0.15	6.75	99	1372	1329
.15	W15	31.0X1.5	0.15	6.75	99	1372	1329
.16	W16	31.0X1.5	0.15	6.75	99	2287	1329
.17	W17	31.0X6.0	0.15	27.0	369.0	2897	1539
.18	W18	31.0X6.0	0.15	27.0	369.0	2897	1539
.19	W19	31.0X2.0	0.15	9.0	129.0	2897	1826
.20	W20	31.0X2.0	0.15	9.0	129.0	2897	1826
.21	W21	31.0X2.0	0.15	9.0	129.0	2897	1826
.22	W22	31.0X2.0	0.15	9.0	129.0	2897	1826
.23	W23	31.0X1.5	0.15	6.75	99	2897	1826
.24	W24	31.0X1.5	0.15	6.75	99	1372	1329
.25	W25	31.0X1.5	0.15	6.75	99	1372	1329
.26	W26	31.0X1.5	0.15	6.75	99	2287	1539
Σ				234.0	3354.0	66172	42485

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



شكل (11) : نتائج تصميم البلاطات في نظام الاطارات (لاحد الطوابق المتكررة).

www.manaraa.com



شكل (12) : نتائج تصميم البلاطات في نظام جدران القص سمك 20 سم (لاحد الطوابق المتكررة).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

4 - الاستنتاجات :

1. ان اسلوب جدران القص يؤدي في اسوأ الحالات الى اختصار الوقت اللازم للانشاء ، حيث سوف يتم تلافي التاخير بالعمل الناجم عن استخدام العتبات.
2. سيتم تقليل ارتفاعات الابنية نتيجة حذف العتبات وبالتالي سيمثل ارتفاع الطابق الفضاء الصافي للطابق بالتالي سينعكس ذلك على كلفة المنشأ المادية.
3. هنالك توفير في كميات الخرسانة في حالة استخدام جدران القص (سمك 15) مع زيادة بحدود 10% في كميات حديد التسليح في حين ان هنالك فرق بحدود 5% في كميات القالب الخشبي.
4. كان فرق الازاحات في المنشأ في حالة استخدام سمك البلاطات 15 سم او 20 سم مساوياً الى تسعة ملمترات وهو ادنى بكثير من الحد المطلوب في المواصفات $\frac{1}{360}$ (ستة عشر ملمتر) مما يعني امكانية استخدام سمك البلاطة مساوياً الى 15 سم والاستفادة من فرق الكميات.

5 - التوصيات :

- اعتبار انظمة جدران القص بديلاً أقل كلفة واعتمادها في تصميم الابنية متعددة الطوابق.
- التركيز على المزيد من الابحاث حول انظمة جدران القص ومنها على سبيل المثال ايجاد الحد الادنى لمساحة جدران القص في الطابق الواحد لغرض الحصول على اكفأ بديل هندسي.

6 - المصادر

1. درويش، عماد " تطبيقات انشائية في حساب الابنية "، دار دمشق للصحافة والطباعة والنشر والتوزيع (2000).
2. درويش، عماد " تصميم المنشآت على الزلازل " , دار دمشق للصحافة والطباعة والنشر والتوزيع (1995).
3. المواصفات السورية لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة، نقابة المهندسين – دمشق، 1995.
4. Naiem F., "The Seismic Design Handbook",Van Nostrand Reinhold (Structural Engineering Series), pp. 449.
5. Temsah Y. and Jaber L., "Introduction to Building Stability and Bridge Design", Dar El – Rateb Al – Jamiah, pp. 165.
6. Alsinawi A.S., "Seismological Engineering Considerations of the Eastern Arab Region", ALGER, October 8-10 2001. pp. 1 – 13.
7. McCormac G.J., "Design of Reinforced Concrete", 5th ed., John Wiley and Sons Inc., 2001, pp. 590.
8. Paulay T. and Park R., "Reinforced Concrete Structures", John Wiley and Sons Inc., 1975, pp. 631.

تم اجراء البحث في كلية الهندسة – جامعة الموصل

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com