تحديد نسبة تأثير أبعاد الفضاءات على التصميم الانشائي للابنية متعددة الطوابق

طارق أدريس سعيد/ مدرس **نهى حميدي الجبوري/** مدرس

قسم الهندسة المدنية - كلية الهندسة - جامعة الموصل

الخلاص

يهدف هذا البحث الى تحديد المسافات المثلى للتباعد بين الاعمدة (بالاتجاهين) في المباني المتعددة الطوابق من خلال تحديد طول الفضاء الذي يحتاج الى أقل كمية خرسانة مسلحة لانشاءه ، وبالتالي مساعدة المصممين في تحديد اطوال الفضاءات الاقتصادية في مرحلة التصميم الاولي للابنية متعددة الطوابق بشكل دقيق وكذلك التنبؤ بابعاد المقاطع الخرسانية المطلوبة لمثل هكذا فضاءات وتحديد أي الاعضاء الانشائية هي الاكثر تأثراً من زيادة طول فضاءات الاعمدة ، كما يهدف البحث الى المساهمة في التخمين الاولي لكميات الخرسانة المسلحة اللازمة لمثل هذا النوع من الابنية.

حيث تم تحليل وتصميم منشأ افتراضي متعدد الطوابق مؤلف من أربعة طوابق (أرضي + ثلاثة طوابق) بثلاثة فضاءات مربعة مختلفة (3 متر ، 6 متر ، 9 متر) باستخدام نظام الهياكل الخرسانية المسلحة ومعرضة الى نفس الاحمال التشغيلية حيث تم احتساب كميات الخرسانة المسلحة لمختلف عناصر المبنى (الاسس ، الاعمدة ، العتبات والسقوف) واجراء المقارنة بينها ، كما تم ايجاد معدل الكميات لكل متر مربع لكل فضاء.

أظهرت النتائج ان الاسس هي اكثر الاعضاء الانشائية تأثراً بزيادة طول الفضاء، كما اظهرت النتائج ان الفضاء 3.72 متر يعتبر الفضاء الامثل من حيث كمية الخرسانة اللازمة لانشاء المبنى ($0.965\ m^3/m^2$) في حين ان الفضاء 4.23 متر هو الفضاء الامثل من ناحية حجم حديد التسليح المطلوب ($86.64\ kg/m^2$) .

Key Words: **Buildings Structural Design, Columns Spacing, Optimum Span, Preliminary Design, Skeleton Structures.**

Effect of Spans Length on Structural Design of Multi story Buildings

Tarek Edrees Saaed / Lecturer **Nuha Hemedy Al-Jubory/** Lecturer

College of Engg. Univ. of Mosul

Abstract

The aim of this research is to obtain the optimum spacing between columns in both directions for multi story buildings through the optimization of reinforced concrete required to construct them. This will help the designer in determining the economic spacing in the preliminary design stage, to predict the cross section sizes of members for these spans and to determine the most influenced structural members. A four story (ground + 3 floors) virtual reinforced concrete building was analyzed and designed for three cases of columns spacing (3.0 m , 6.0 m , 9.0 m) using reinforced concrete frame structures for the same working load conditions. A detailed estimation and comparison for reinforced concrete quantities was carried out for the structural members and the average per square meter was calculated.

The results showed that the foundation was the most influenced members due to increase in the span of columns, 3.72 m was the optimum spacing concerning the quantity of Concrete required for construction ($0.965\ m^3/m^2$) while the span of 4.23 m was the optimum span for reinforcing steel ($86.64\ kg/m^2$).

أستلم: 2010- 5- 11 **قبل:** 2010- 11- 7

مقدمة:

تضمن هذا البحث دراسة مقارنة لمنشأ افتراضي متعدد الطوابق وبفضاءات مختلفة (3م ,6م و 9م) ودراسة تأثير تغير المسافة بين الاعمدة على التصميم من حيث تغير كمية الحديد والخرسانة المستخدمة في المنشأ وبالتالي معرفة أكثر الحلول فعالية واقتصادية, ان اجراء البحث في هذه الفترة لغرض الاستفادة من تطور برامجيات الحاسوب وتوظيف هذا التطور لحل بعض المشاكل الهندسية

تحليل وتصميم المنشأ :

تم تحليل وتصميم منشأ افتراضي متعدد الطوابق بابعاد كلية 36 متر x 36 متر باستخدام نظام الهياكل الخرسانية المسلحة وبثلاثة احتمالات للمسافة بين الاعمدة (9.0 m x 9.0 m , 6.0 m x 6.0 m , 3.0 m x 3.0 m) وبارتفاع صافي للبناية (لا يضم عمق العتبات) مساوي لـ 3.0 m للاحتمالات الثلاثة وكما مبين في الشكل (1) باستخدام برنامج STAAD.Pro 2007.

تم تحميل المنشأ بحالات التحميل التالية **[1]،[2]** :

اولاً : الاحمال الميتة وتشمل :

- ❖ الوزن الذاتي للمنشأ ويحسب تلقائياً من قبل البرنامج **[3]**.

احمال الانهاء : فرضت على انها تساوي 2 kN/m^2 على كافة الطوابق ومن ضمنها الطابق الارضي .

- ❖ احمال ميتة تشمل وزن الجدران على العتبات :

فرضت على انها تساوي 10.0 kN/m.l على عتبات كافة الطوابق ومن ضمنها الطابق الارضي ماعدا عتبات السطح حيث تم فرضها مساوية لـ 5.0 kN/m.l .

ثانياً : تحميل الحمل الحي :

- فرض على انه يساوي 5 kN/m^2 على كافة الطوابق ومن ضمنها الطابق الارضي ماعدا السطح حيث تم فرضه مساوياً لـ 2.5 kN/m^2

تم اجراء حالات التحميل Load Combination وكما يلي :

- ❖ 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.

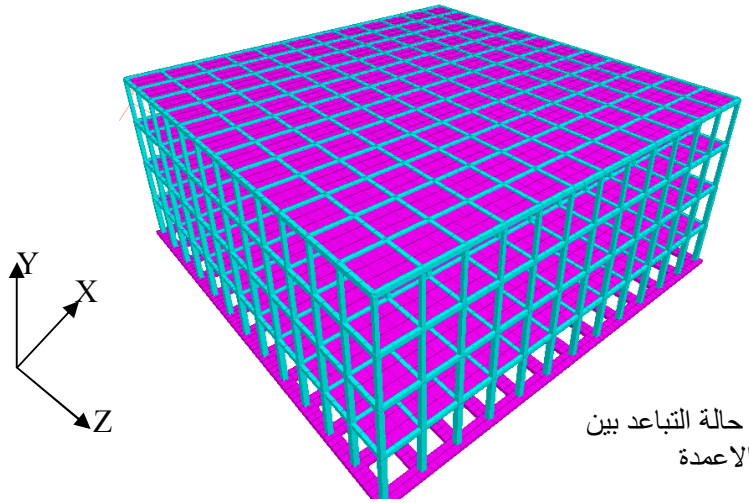
$$U = 1.2\ D.L + 1.6\ L.L^{(1,2)}$$

ويبين الجدول (1) ادناه حالات التحميل المستخدمة في تحليل وتصميم المنشأ.

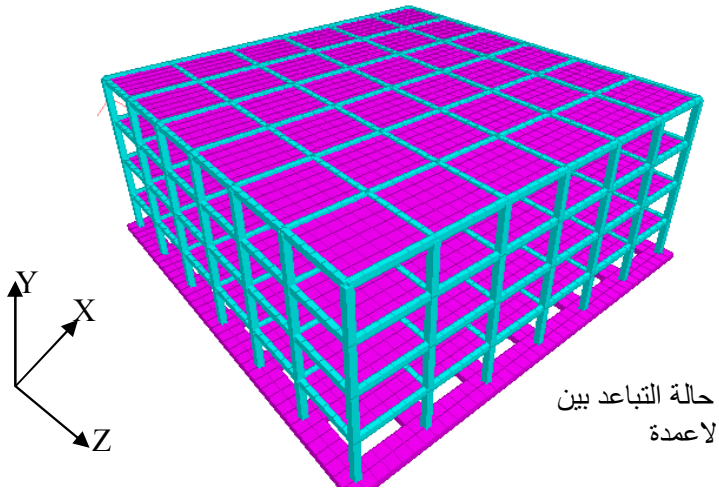
جدول (1) : حالات التحميل المستخدمة في تحليل وتصميم المنشأ .

	LOAD CASE NO.	LOAD TYPE
1.	Load 1	Gravity
2.	Load 2	Dead (F.L.+ W.L.)
3.	Load 3	Live (TOTAL L.L.)
4.	Load 4	Live (L.L.1) – Checker Board Pattern
5.	Load 5	Live (L.L.2) – Checker Board Pattern
	Load combination (Ultimate)	
6.	Load combination 6	1 x 1.2 + 2 x 1.2 + 3 x1.6
7.	Load combination 7	1 x 1.2 + 2 x 1.2 + 4 x 1.6
8.	Load combination 8	1 x 1.2 + 2 x 1.2 + 5 x 1.6
	Load combination (Working)	
9.	Load combination 9	1 x 1.0 + 2 x 1.0 + 3 x 1.0
10.	Load combination 10	1 x 1.0 + 2 x 1.0 + 4 x 1.0
11.	Load combination 11	1 x 1.0 + 2 x 1.0 + 5 x 1.0

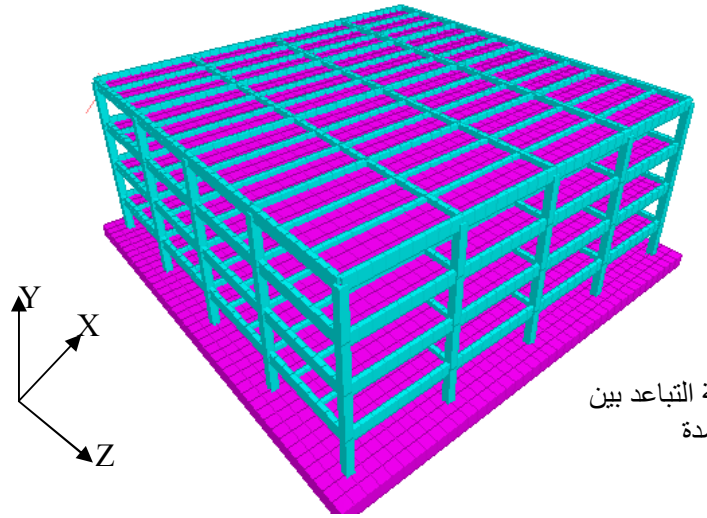
واستخدمت مقاومة الانضغاط للخرسانة $f_c = 25\ MPa$ ومقاومة الخضوع لحديد التسليح $f_y = 400\ MPa$ $f_y = 400\ MPa$ في تصميم جميع المقاطع الخرسانية.



المنشأ في حالة التباعد بين الاعمدة



المنشأ في حالة التباعد بين الاعمدة



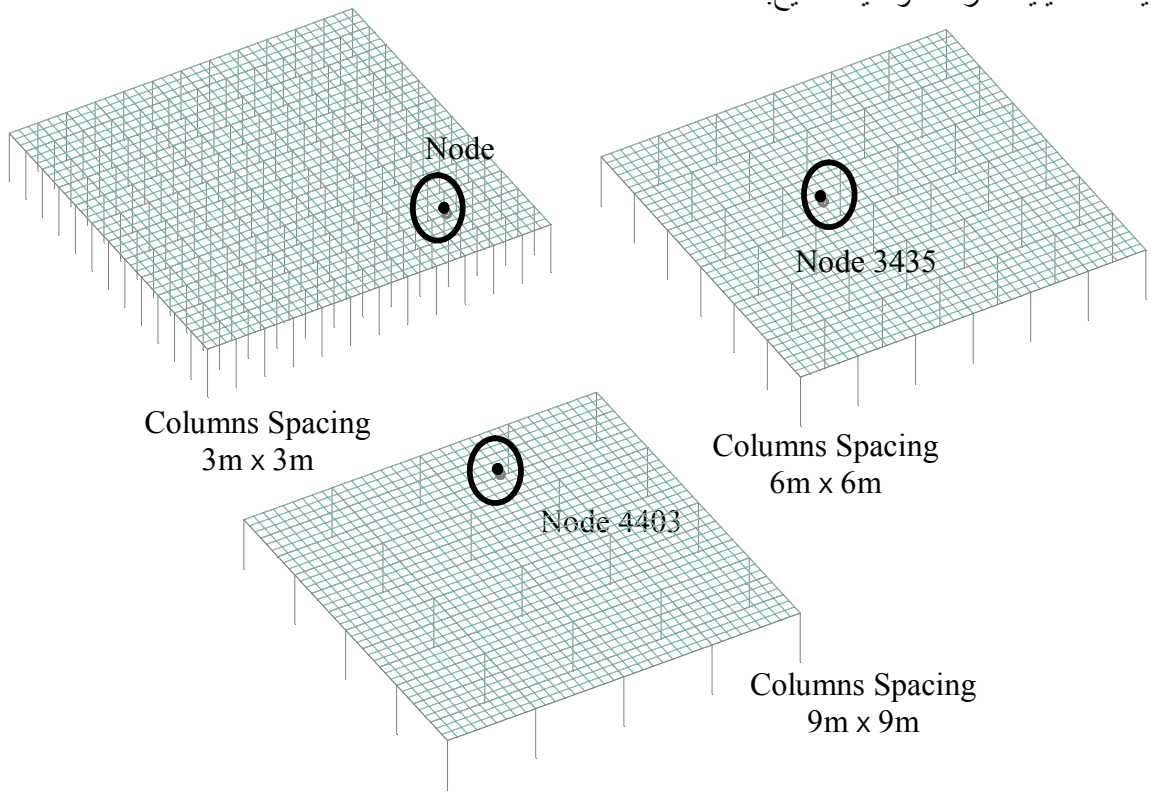
المنشأ في حالة التباعد بين الاعمدة

شكل (1) : مخططات ثلاثية الابعاد للمنشأ وللاحتمالات الثلاثة التي

نتائج التحليل و التصميم :

تم تصميم المنشأ في الحالات الثلاثة عن طريق فرض قيم لابعاد العتبات والاعمدة والاسس واعادة التصميم وتغيير ابعاد المقاطع عدة مرات لحين الحصول على المقاطع الملائمة من حيث امكانية وضع حديد التسليح والحصول على قيم مقبولة للازاحات في العقد **[4]** وسمك مقبول للاسس**[5]** .

الجداول (4,3,2) والشكل (2) تبين خلاصة ازاحات العقد للمنشأ (في حالة الاحمال غير المعاملة Loads Working) ويتضح منها ملائمة ابعاد المقاطع المستخدمة للتحليل الانشائي وبالتالي فأنه يمكن الاعتماد على هذه الابعاد لحساب الكميات التخمينية للخرسانة وحديد التسليح.



شكل (2) : مواقع العقد التي حدثت فيها اقصى ازاحة بالاتجاه (Y) .

جدول (2) : خلاصة ازاحات العقد في حالة التباعد بين الاعمدة 3 m x 3 m .

	Node	L/C	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Resultant (mm)	rX (rad)	rY (rad)	rZ (rad)
Max X	806	11:COMBINAT	**0.016**	-4.839	0.016	4.839	-0.000	0.000	0.000
Min X	794	11:COMBINAT	**-0.016**	-4.839	0.016	4.839	-0.000	-0.000	-0.000
Max Y	8336	11:COMBINAT	0.000	**-3.772**	0.000	3.772	0.001	0.000	-0.000
Min Y	1634	11:COMBINAT	-0.006	**-8.531**	-0.006	8.531	-0.000	0.000	0.000
Max Z	806	11:COMBINAT	0.016	-4.839	**0.016**	4.839	-0.000	0.000	0.000
Min Z	26	11:COMBINAT	0.016	-4.839	**-0.016**	4.839	0.000	0.000	0.000
Max rX	1170	11:COMBINAT	0.004	-6.538	0.009	6.538	**0.001**	0.000	-0.000
Min rX	1752	11:COMBINAT	-0.004	-6.538	-0.009	6.538	**-0.001**	0.000	0.000
Max rY	25	11:COMBINAT	0.011	-5.312	-0.015	5.312	0.000	**0.000**	0.000
Min rY	729	11:COMBINAT	-0.015	-5.312	0.011	5.312	-0.000	**-0.000**	-0.000
Max rZ	1578	11:COMBINAT	-0.009	-6.538	-0.004	6.538	-0.000	-0.000	**0.001**
Min rZ	1889	11:COMBINAT	0.009	-6.538	-0.004	6.538	-0.000	0.000	**-0.001**
Max Rst	1634	11:COMBINAT	-0.006	-8.531	-0.006	**8.531**	-0.000	0.000	0.000

جدول (3) : خلاصة ازاحات العقد في حالة التباعد بين الاعمدة 6 m x 6 m .

	Node	L/C	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Resultant (mm)	rX (rad)	rY (rad)	rZ (rad)
Max X	204	10:COMBINAT	**0.053**	-8.168	0.030	8.169	0.000	0.000	-0.001
Min X	238	10:COMBINAT	**-0.053**	-8.168	-0.030	8.169	-0.000	0.000	0.001
Max Y	6630	11:COMBINAT	0.000	**-3.256**	0.000	3.256	-0.000	0.000	-0.000
Min Y	3435	10:COMBINAT	-0.001	**-16.023**	-0.001	16.023	-0.000	0.000	0.000
Max Z	198	10:COMBINAT	0.030	-8.168	**0.053**	8.169	0.001	-0.000	-0.000
Min Z	244	10:COMBINAT	-0.030	-8.168	**-0.053**	8.169	-0.001	-0.000	0.000
Max rX	3056	10:COMBINAT	0.004	-11.714	-0.007	11.714	**0.002**	0.000	0.000
Min rX	4162	10:COMBINAT	0.004	-11.714	0.007	11.714	**-0.002**	-0.000	0.000
Max rY	4251	10:COMBINAT	0.026	-8.518	0.042	8.518	0.001	**0.000**	-0.000
Min rY	4452	10:COMBINAT	0.042	-8.518	0.026	8.518	0.000	**-0.000**	-0.001
Max rZ	3972	10:COMBINAT	0.007	-11.714	0.004	11.714	-0.000	0.000	**0.002**
Min rZ	3790	10:COMBINAT	-0.007	-11.714	0.004	11.714	-0.000	-0.000	**-0.002**
Max Rst	3435	10:COMBINAT	-0.001	-16.023	-0.001	**16.023**	-0.000	0.000	0.000

جدول (4) : خلاصة ازاحات العقد في حالة التباعد بين الاعمدة 9 m x 9 m .

	Node	L/C	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Resultant (mm)	rX (rad)	rY (rad)	rZ (rad)
Max X	4138	10:COMBINAT	**0.079**	-8.783	0.050	8.784	-0.000	-0.000	-0.001
Min X	4152	10:COMBINAT	**-0.079**	-8.783	-0.050	8.784	0.000	-0.000	0.001
Max Y	5641	12:COMBINAT	0.000	**-3.259**	0.000	3.259	-0.000	0.000	-0.000
Min Y	4403	10:COMBINAT	-0.015	**-20.126**	0.078	20.126	-0.000	-0.000	0.000
Max Z	4134	10:COMBINAT	0.030	-9.040	**0.151**	9.042	0.002	-0.000	-0.000
Min Z	4154	10:COMBINAT	0.030	-9.040	**-0.151**	9.042	-0.002	0.000	-0.000
Max rX	4208	10:COMBINAT	0.042	-12.992	0.085	12.992	**0.004**	-0.000	-0.000
Min rX	5411	10:COMBINAT	0.042	-12.992	-0.085	12.992	**-0.004**	0.000	-0.000
Max rY	4302	10:COMBINAT	-0.036	-9.210	0.118	9.211	0.002	**0.000**	-0.000
Min rY	5494	10:COMBINAT	-0.036	-9.210	-0.118	9.211	-0.002	**-0.000**	-0.000
Max rZ	3372	10:COMBINAT	0.007	-13.557	-0.004	13.557	0.000	-0.000	**0.003**
Min rZ	3285	10:COMBINAT	-0.007	-13.557	-0.004	13.557	0.000	0.000	**-0.003**
Max Rst	4403	10:COMBINAT	-0.015	-20.126	0.078	**20.126**	-0.000	-0.000	0.000

نتائج التصميم:

الجداول (5،6،7،8،9،10) تبين نتائج عملية تصميم العتبات المبينة في الاشكال (3،4،5) وللاحتمالات الثلاثة ، بينما تبين الجداول (11،12،13) نتائج عملية تصميم الاعمدة المبينة في الاشكال (6،7،8) وللاحتمالات الثلاثة:

جدول (5) نتائج تصميم السقوف لفضاء (3×3) م

الطابق	As + mm2	As – mm2	Asmin	المستخدمة As
الطوابق	159	129	180	Φ10@ 300 mmc/c
السطح	151	129	180	Φ10 @ 300 mm c/c

جدول (6) نتائج تصميم السقوف لفضاء (6×6) م

الطابق	As + mm2	As – mm2	As min	As المستخدمة
الطوابق	355	338	270	Φ12@ 300 mmc/c
السطح	266	203	270	Φ12 @ 400 mm c/c

جدول (7) نتائج تصميم السقوف لفضاء (9×9) م

الطابق	الاتجاه الطويل	الاتجاه القصير	As min
السطح	Φ 12@ 350 mm	Φ 12@ 225 mmc/c	225
الطوابق	Φ 12@ 350 mm	Φ 12@ 125 mmc/c	225

جدول (8) نتائج تصميم العتبات لفضاء (3×3) م

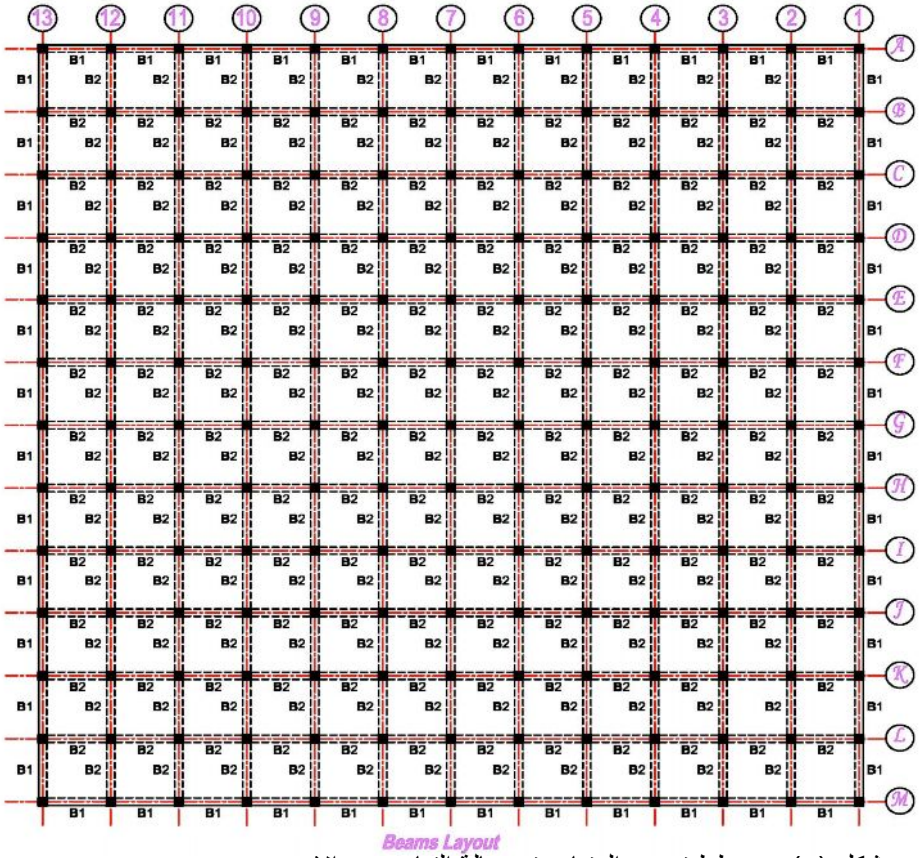
الطابق	العتبة	الابعاد m	As -	As+	As min	Stirrups
كل الطوابق	B1	0.25* 0.35	3 Φ 12	3 Φ 12	3 Φ 12 mm	Φ 10 @ 150 mm c/c
كل الطوابق	B2	0.25* 0.35	3 Φ 12	3 Φ 12	3 Φ 12 mm	Φ 10 @ 150 mm c/c

جدول (9) نتائج تصميم العتبات لفضاء (6×6) م

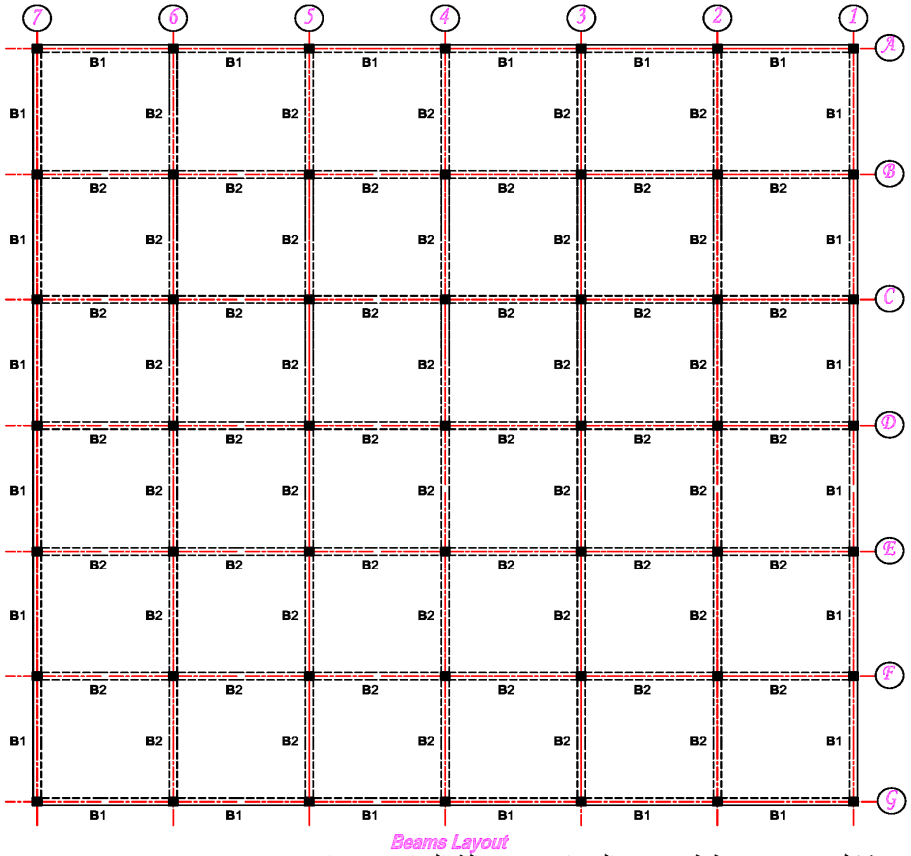
الطابق	العتبة	الابعاد m	As -	As+	As min	Stirrups
السطح	B1	0.35 * 0.5	5 Φ 12	4 Φ 12	5 Φ 10 mm	Φ 10 @ 200 mm c/c
السطح	B2	0.35 * 0.5	5 Φ 16	4 Φ 16	5 Φ 10 mm	Φ 10 @ 200 mm c/c
باقي الطوابق	B1	0.35 * 0.5	5 Φ 16	3 Φ 16	5 Φ 10 mm	Φ 10 @ 200 mm c/c
باقي الطوابق	B2	0.35 * 0.5	5 Φ 20	3 Φ 20	5 Φ 10 mm	Φ 10 @ 200 mm c/c

جدول (10) نتائج تصميم العتبات لفضاء (9×9) م

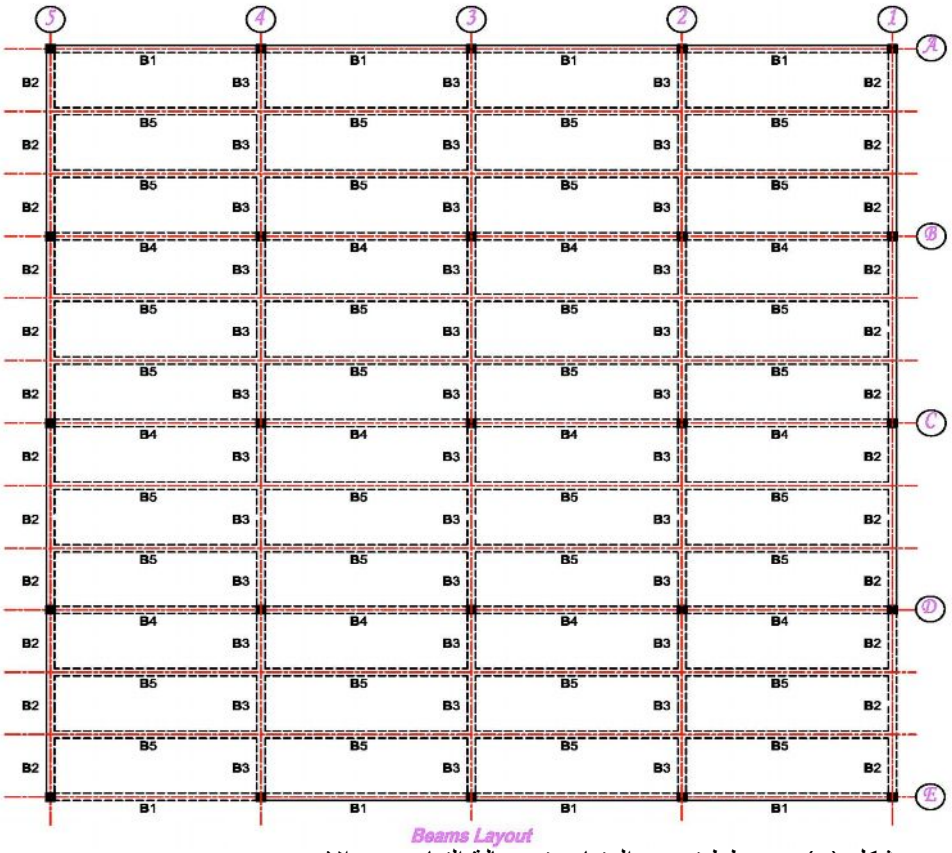
الطابق	العتبة	الابعاد m	As -	As+	As min	Stirrups
السطح	B1	0.35 * 1.0	3 Φ 20	3 Φ20	6 Φ 16 mm	Φ 10 @300 mm
	B2	0.35 * 1.0	6 Φ 20	5 Φ 20	6 Φ 16 mm	Φ 10 @300 mm
	B3	0.35 * 1.0	5 Φ 20	7 Φ 20	6 Φ 16 mm	Φ 10 @300 mm
	B4	0.35 * 1.0	6 Φ 20	5 Φ 20	6 Φ 16 mm	Φ 10 @300 mm
	B5	0.35 * 0.75	5 Φ 20	4 Φ 20	5 Φ 16 mm	Φ 10 @300 mm
باقي الطوابق	B1	0.35 * 1.0	3 Φ 20	6 Φ20	6 Φ 16 mm	Φ 10 @300 mm
	B2	0.35 * 1.0	6 Φ 20	5 Φ 25	6 Φ 16 mm	Φ 10 @300 mm
	B3	0.35 * 1.0	5 Φ 20	7 Φ 25	6 Φ 16 mm	Φ 10 @300 mm
	B4	0.35 * 1.0	6 Φ 20	6 Φ 20	6 Φ 16 mm	Φ 10 @300 mm
	B5	0.35 * 0.75	5 Φ 20	6 Φ 20	5 Φ 16 mm	Φ 10 @300 mm



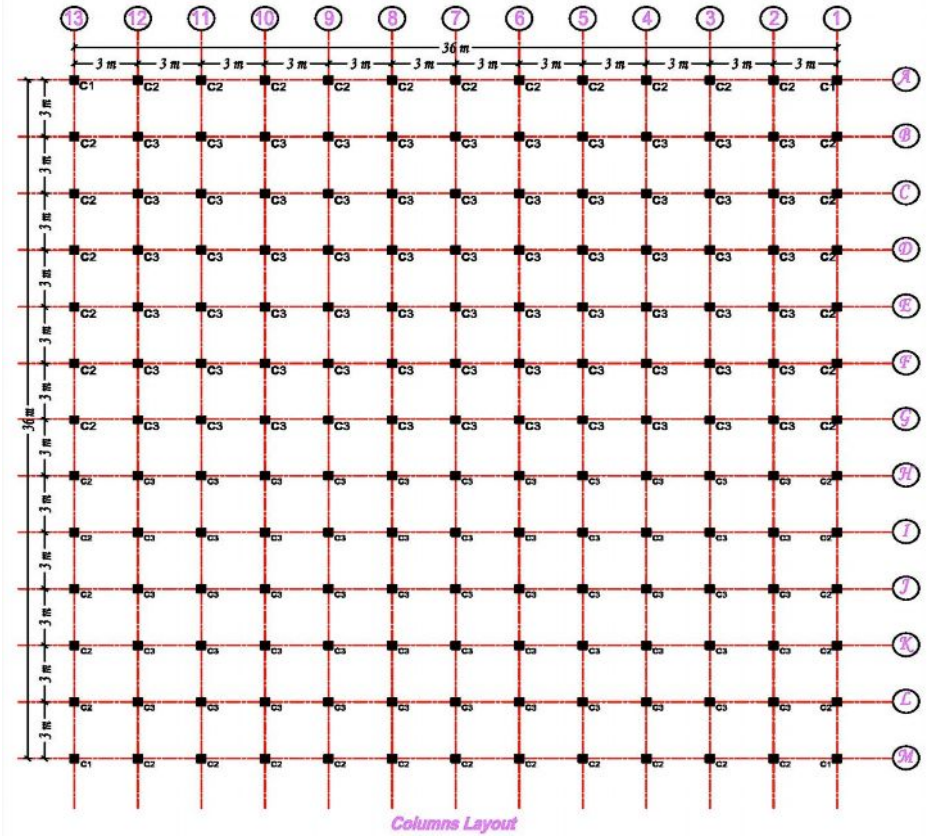
شكل (3) : مخطط توزيع العتبات في حالة التباعد بين الاعمدة 3.0 m X 3.0 m .



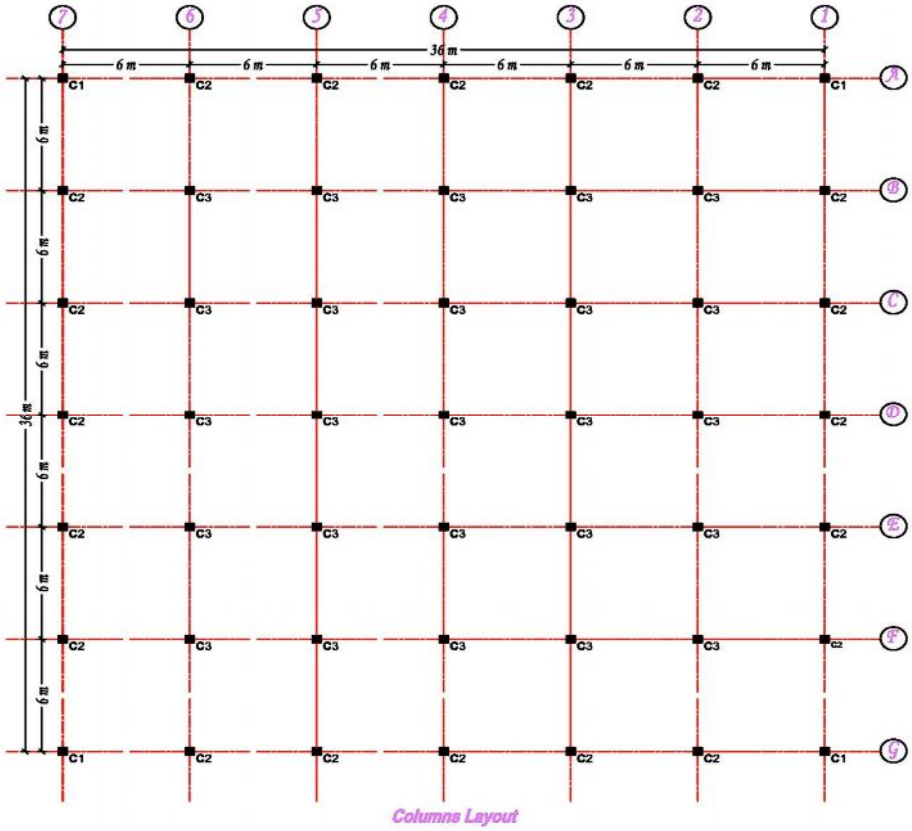
شكل (4) : مخطط توزيع العتبات في حالة التباعد بين الاعمدة 6.0 m X 6.0 m .



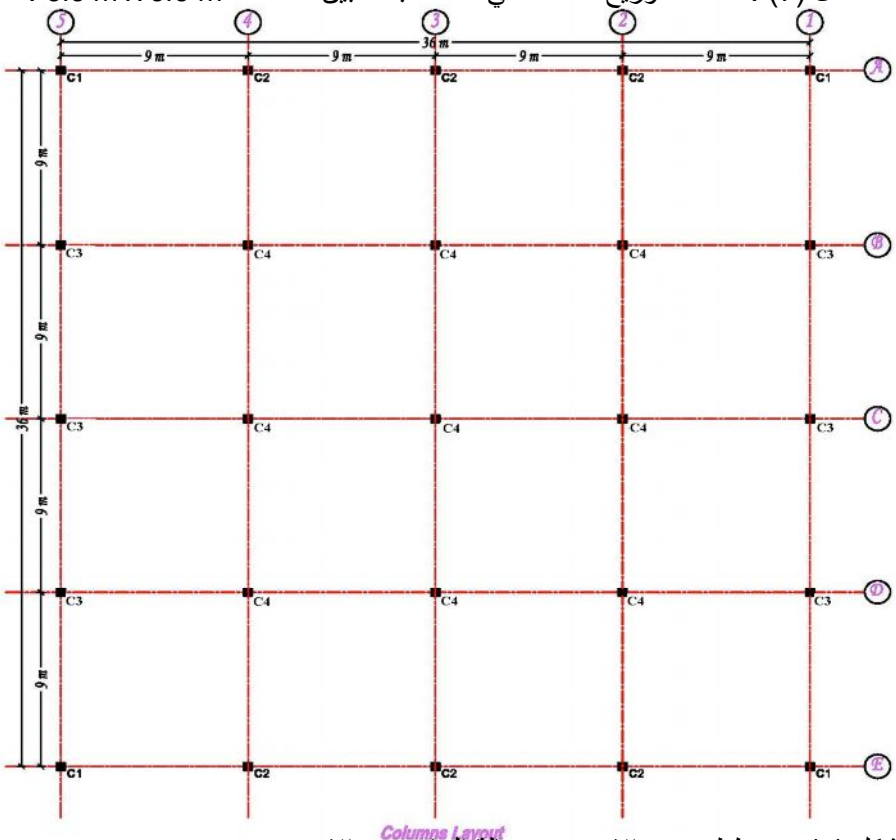
شكل (5) : مخطط توزيع العتبات في حالة التباعد بين الاعمدة 9.0 m X 9.0 m .



شكل (6) : مخطط توزيع الاعمدة في حالة التباعد بين الاعمدة 3.0 m X 3.0 m .



شكل (7) : مخطط توزيع الاعمدة في حالة التباعد بين الاعمدة 6.0 m X 6.0 m .



شكل (8) : مخطط توزيع الاعمدة في حالة التباعد بين الاعمدة 9.0 m X 9.0 m .

جدول (11) نتائج تصميم الاعمدة لفضاء (3×3) م

الطابق	العمود	ابعاد العمود	As	Ties
الارضي	C1	0.4 * 0.4	4 Φ 25 mm	(1-set Φ10@400)
الارضي	C2	0.4 * 0.4	4 Φ 25 mm	(1-set Φ10@400)
الارضي	C3	0.4 * 0.4	4 Φ 25 mm	(1-set Φ10@400)
الاول	C1	0.35 * 0.35	4 Φ 20 mm	(1-set Φ10@300)
الاول	C2	0.35 * 0.35	4 Φ 20 mm	(1-set Φ10@300)
الاول	C3	0.35 * 0.35	4 Φ 20 mm	(1-set Φ10@300)
الثاني	C1	0.3 * 0.3	4 Φ 18 mm	(1-set Φ10@250)
الثاني	C2	0.3 * 0.3	4 Φ 18 mm	(1-set Φ10@250)
الثاني	C3	0.3 * 0.3	4 Φ 18 mm	(1-set Φ10@250)
الثالث	C1	0.25 * 0.25	4 Φ 16 mm	(1-set Φ10@250)
الثالث	C2	0.25 * 0.25	4 Φ 16 mm	(1-set Φ10@250)
الثالث	C3	0.25 * 0.25	4 Φ 16 mm	(1-set Φ10@250)

جدول (12) نتائج تصميم الاعمدة لفضاء (6×6) م

الطابق	العمود	ابعاد العمود	As	Ties
كل الطوابق	C1	0.5 * 0.5	4 Φ 25+ 4Φ20 mm	(2-set Φ10@300)
	C2	0.5 * 0.5	8 Φ 20 mm	(2-set Φ10@300)
	C3	0.5 * 0.5	4 Φ 25 mm	(2-set Φ10@300)

جدول (13) نتائج تصميم الاعمدة لفضاء (9×9) م

الطابق	العمود	ابعاد العمود	As	Ties
كل الطوابق	C1	0.6 * 0.6	12Φ 25 mm	(3-set Φ10@400)
كل الطوابق	C2	0.6 * 0.6	20 Φ 28 mm	(3-set Φ10@400)
كل الطوابق	C3	0.6 * 0.6	16 Φ 20 mm	(3-set Φ10@400)
الارضي	C4	0.6 * 0.6	28 Φ 32 mm	(3-set Φ10@400)
الاول	C4	0.6 * 0.6	16 Φ 28 mm	(3-set Φ10@400)
الثاني	C4	0.6 * 0.6	12 Φ 20 mm	(3-set Φ10@400)
الثالث	C4	0.6 * 0.6	12 Φ 20 mm	(3-set Φ10@400)

جدول (14) نتائج تصميم الاساس* لفضاء (3×3) م

نوع التسليح	As	As min
طولي	12Φ 16 mm	1400
حلقات	Φ 16 @ 250 mm c/c	1400

* نوع الاساس هو اساس مستمر.

جدول (15) نتائج تصميم الاساس* لفضاء (6×6) م

نوع التسليح	As	As min
طولي	28 Φ 20 mm	1925
حلقات	Φ 20 @ 250 mm c/c	1925

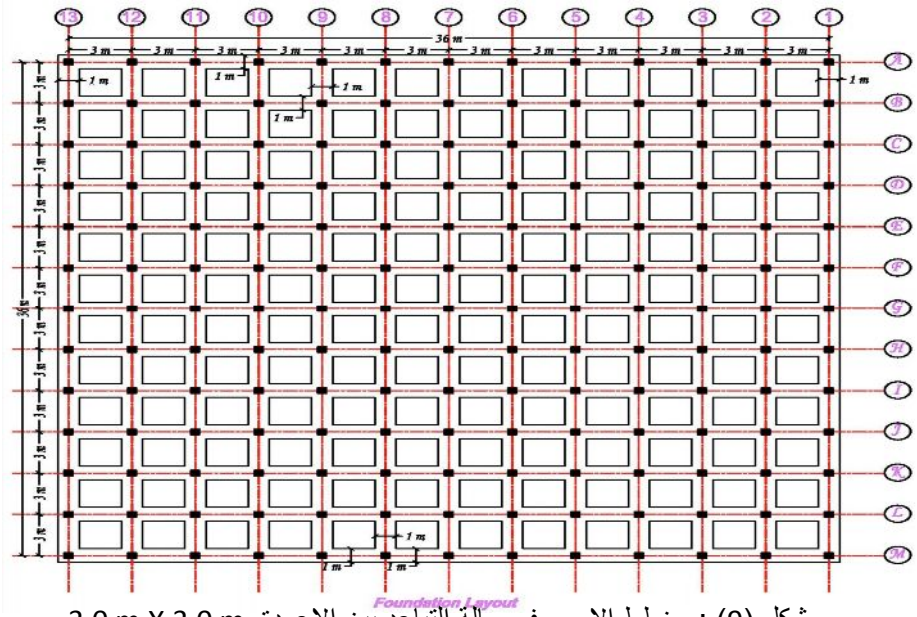
* نوع الاساس هو اساس مستمر.

جدول (16) نتائج تصميم الاساس* لفضاء (9×9) م

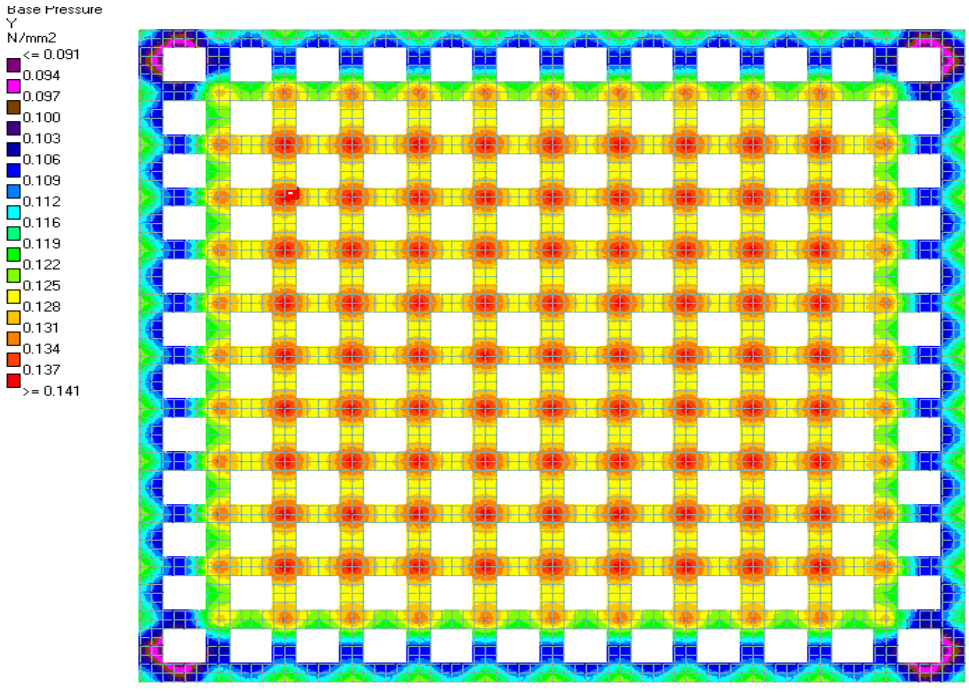
نوع التسليح	As	As min
شبكة اسفل واعلى	Φ28 @ 150 mm c/c	2160
شبكة وسطي	Φ 28 © 300 mm c/c	2160

* نوع الاساس هو اساس حصيري وتلاحظ الحاجة الى شبكة تسليح اضافية (وسطى) بسبب زيادة سمك الاساس عن 1.0 متر مما تسبب في زيادة أضافية لحديد التسليح.

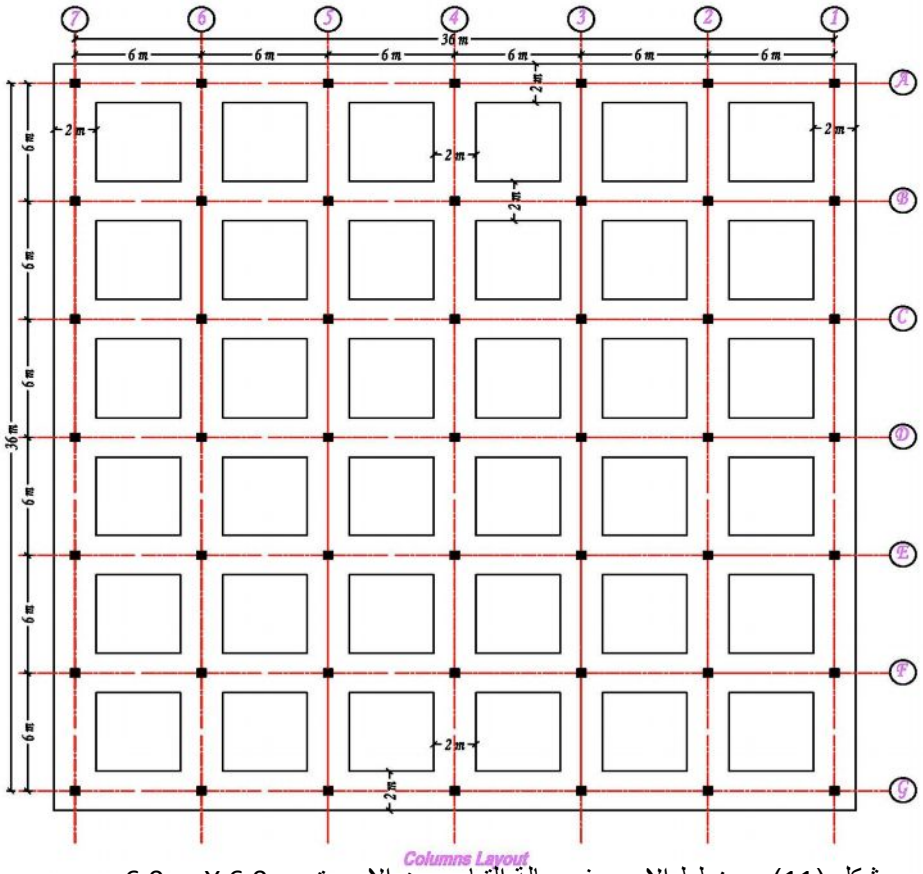
تبين الجداول (14،15،16) نتائج عملية تصميم الاسس المبينة في الاشكال (9،10،11،12،13،14) وللاحتمالات الثلاثة:



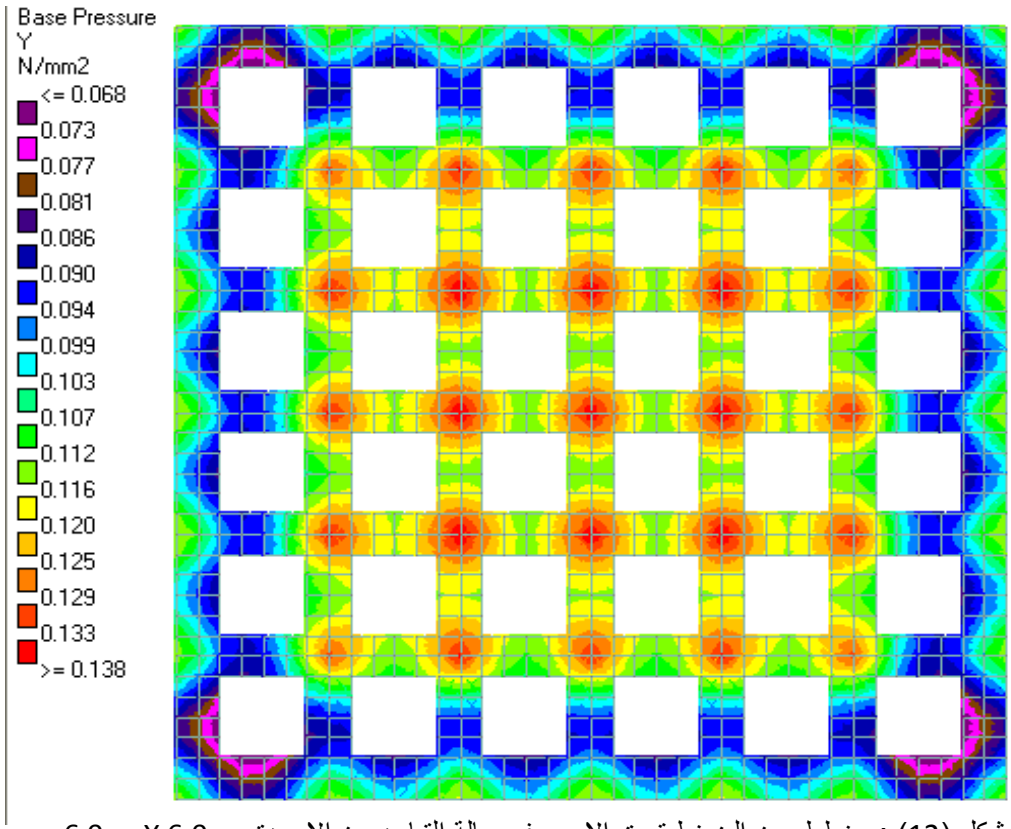
شكل (9) : مخطط الاسس في حالة التباعد بين الاعمدة 3.0 m X 3.0 m .



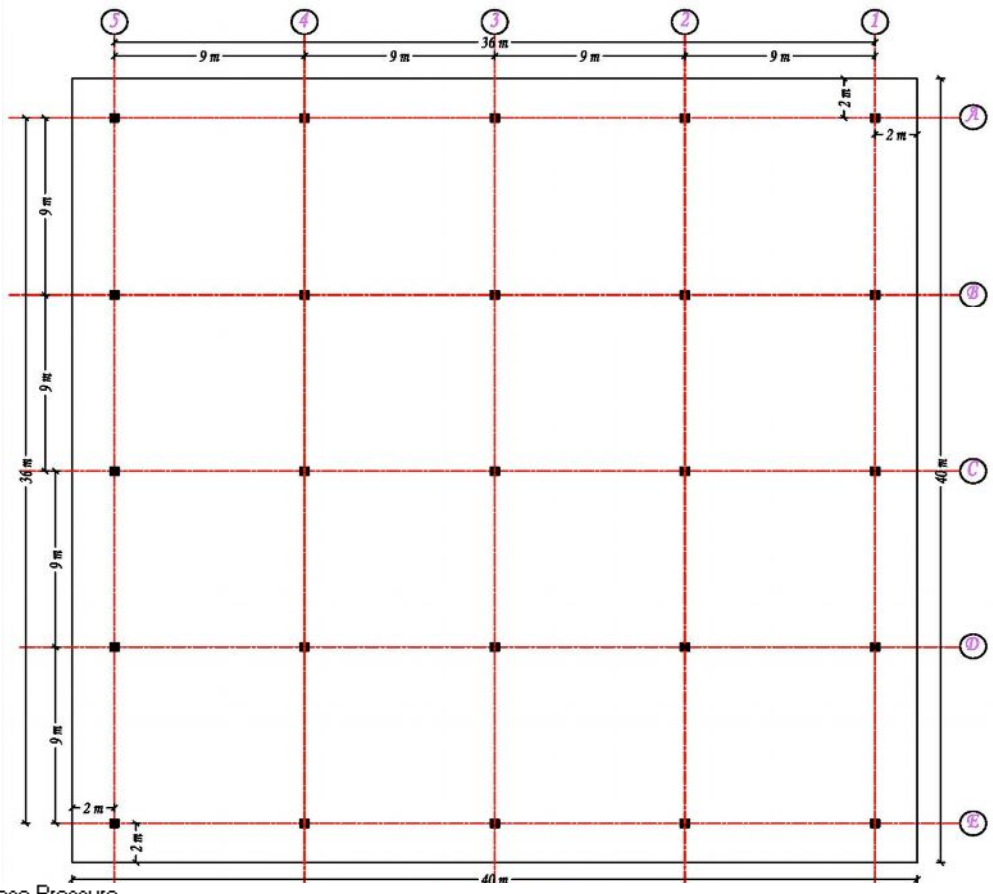
شكل (10) : مخطط يبين الضغط تحت الاسس في حالة التباعد بين الاعمدة 3.0 m X 3.0 m .



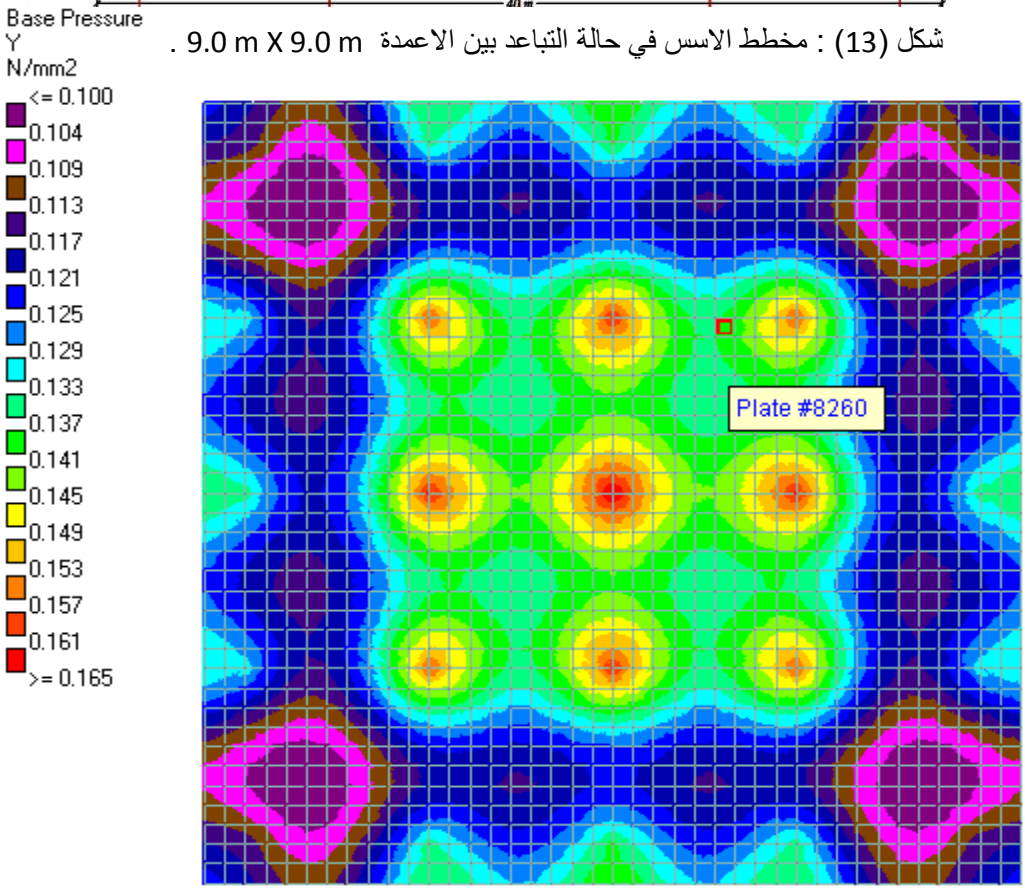
شكل (11) : مخطط الاسس في حالة التباعد بين الاعمدة 6.0 m X 6.0 m .



شكل (12) : مخطط يبين الضغط تحت الاسس في حالة التباعد بين الاعمدة 6.0 m X 6.0 m .



شكل (13) : مخطط الاسس في حالة التباعد بين الاعمدة 9.0 m X 9.0 m .



شكل (14) : مخطط يبين الضغط تحت الاسس في حالة التباعد بين الاعمدة 9.0 m X 9.0 m .

التخمين :

تبين الجداول (17 الى 35) نتائج عملية أحتساب الكميات للاحتمالات الثلاثة :

جدول (17) حجم الخرسانة للسقوف

الفضاء	الابعاد m	السمك m	الحجم m3
3 * 3	(36* 36)*4	0.1	518.4
6* 6	(36* 36)*4	0.15	777.6
9 * 9	(36* 36)*4	0.125	648

جدول (18) حجم الخرسانة للاعتاب

الفضاء	الابعاد m	الطول m	العدد	الحجم m3
3 * 3	0.25 * 0.25	36	13 * 4	117
	0.25 * 0.25	32.75	13 * 4	106.4
				233.4
6 * 6	0.35 * 0.35	36	7 * 4	123.5
	0.35 * 0.35	33.55	7 * 4	115
				238.5
9 * 9	0.875 * 0.35	36	5 * 4	220.5
	0.875 * 0.35	34.25	5 * 4	210
	0.625 * 0.35	34.25	8 * 4	240
				670.5

جدول (19) حجم الخرسانة للاعمدة

الفضاء	الابعاد m	الطول m	العدد	الحجم m3
3 * 3	0.4 * 0.4	3.0	169	81.12
	0.35 * 0.35	3.0	169	62.11
	0.3 * 0.3	3.0	169	45.63
	0.25 * 0.25	3.0	169	31.68
				220.55
6 * 6	0.5 * 0.5	3.0	49 * 4	147
9 * 9	0.6 * 0.6	3.0	25 * 4	108

جدول (20) حجم الخرسانة للاسس

الفضاء	الابعاد m	السمك m	الحجم m3
3 * 3	37 * 37	0.4	547.6
	12 * 12 * 4	0.4	230.4-
			317.2
6 * 6	38 * 38	0.55	794.2
	6 * 6 * 16	0.55	316.8-
			477.4
9 * 9	40 * 40	1.2	1920

جدول (21) الحجم الكلي للخرسانة

الحجم m3	الفضاء m
1289.55	**3 * 3**
1640.5	**6 * 6**
3346.5	**9 * 9**

جدول (22) حجم حديد تسليح السقوف لفضاء (3 × 3) متر

حجم حديد تسليح $م^3$	عدد الفضاءات	حجم التسليح لفضاء واحد $م^3$	الطابق
4.313088	144	$7488*10^{-6}$	كل الطوابق
4.313 m3			

جدول (23) حجم حديد تسليح السقوف لفضاء (6 × 6) متر

حجم حديد تسليح $م^3$	عدد الفضاءات	حجم التسليح لفضاء واحد $م^3$	الطابق
1.1715	36	0.03254	السطح
4.2958	36*3	0.03977	الطوابق
5.467 m^3			

جدول (24) حجم تسليح السقوف لفضاء (9×9) متر

حجم التسليح الكلي $م^3$	العدد	حجم التسليح بالاتجاه القصير	حجم التسليح بالاتجاه الطويل	الطابق
1.5621	48	0.01898	0.01356	السطح
6.76915	48*3	0.033448	0.01356	الطوابق
8.3312				

جدول (25) حجم حديد التسليح لاعتاب فضاء (3×3) متر

الحجم الكلي لحديد التسليح m^3	عدد العتبات	حجم التسليح لعتب واحد m3	الطابق	الموقع
$390528 * 10^{-6}$	48 * 4	$2034 * 10^{-6}$	كل الطوابق	B1
$2147904 * 10^{-6}$	264 * 4	$2034 * 10^{-6}$	كل الطوابق	B2
$2555280 * 10^{-6}$	312 * 4	$2047 * 10^{-6}$	كل الطوابق	حلقات
5.093				

جدول (26) حجم حديد التسليح لاعتاب (فضاء 6 × 6) متر

الحجم الكلي لحديد التسليح m^3	حجم حديد التسليح لعتب واحد m^3	العدد	الطابق	الموقع
2.3738	0.013188	60 * 3	باقي الطوابق	B2
0.60782	0.00844	24 * 3	باقي الطوابق	B1
0.5788	0.009648	60	السطح	B2
0.13017	0.005424	24	السطح	B1
0.96445	0.0028704	336	كل الطوابق	حلقات
4.655				

جدول (27) حجم حديد التسليح لاعتاب فضاء (9×9) متر

الموقع	الطابق	حجم التسليح لعتب واحد m^3	عدد العتبات	الحجم الكلي لحديد التسليح m^3
B1	كل الطوابق	$21666 * 10^{-6}$	8 * 3	$519984 * 10^{-6}$
B2	كل الطوابق	$27930 * 10^{-6}$	8 * 3	$670320 * 10^{-6}$
B3	كل الطوابق	$42630 * 10^{-6}$	12 * 3	$1534680 * 10^{-6}$
B4	كل الطوابق	$20724 * 10^{-6}$	12 * 3	$746064 * 10^{-6}$
B5	كل الطوابق	$21666 * 10^{-6}$	8 * 3	$519984 * 10^{-6}$
B1	سطح	$14130 * 10^{-6}$	8	$113040 * 10^{-6}$
B2	سطح	$14472 * 10^{-6}$	8	$115776 * 10^{-6}$
B3	سطح	$33810 * 10^{-6}$	12	$405720 * 10^{-6}$
B4	سطح	$21666 * 10^{-6}$	12	$259992 * 10^{-6}$
B5	سطح	$18840 * 10^{-6}$	8	$150720 * 10^{-6}$
حلقات	كل العتبات	$6770.4 * 10^{-6}$	192	$1299917 * 10^{-6}$
اضافة	كل العتبات	$7236 * 10^{-6}$	160	$115776 * 10^{-6}$
			6.678	6.451

جدول (28) حجم حديد التسليح الاعمدة لفضاء (3 × 3) متر

رمز العمود	الطابق	الطول	العدد	مساحة التسليح	حجم حديد تسليح
C_1	الثالث	3.35	4	$804* 10^{-6}$	$10774* 10^{-6}$
C_2	الثالث	3.35	46	$804* 10^{-6}$	$123896* 10^{-6}$
C_3	الثالث	3.35	119	$804* 10^{-6}$	$320515* 10^{-6}$
C_1	الثاني	3.85	4	$1016* 10^{-6}$	$15646* 10^{-6}$
C_2	الثاني	3.85	46	$1016* 10^{-6}$	$179934* 10^{-6}$
C_3	الثاني	3.85	119	$1016* 10^{-6}$	$465480* 10^{-6}$
C_1	الاول	3.85	4	$1256* 10^{-6}$	$19342* 10^{-6}$
C_2	الاول	3.85	46	$1256* 10^{-6}$	$222438* 10^{-6}$
C_3	الاول	3.85	119	$1256* 10^{-6}$	$575436* 10^{-}$
C_1	الارضي	4.55	4	$1960* 10^{-6}$	$35672* 10^{-6}$
C_2	الارضي	4.55	46	$1960* 10^{-6}$	$410228* 10^{-6}$
C_3	الارضي	4.55	119	$1960* 10^{-6}$	$1061242* 10^{-6}$
					$3.44\ m^3$

جدول (29) حجم حديد التسليح لرباطات الاعمدة لفضاء (3×3) متر

الطابق	طول الحلقة م	عدد الحلقات	مساحة القضيب م3	الحجم الكلي للحلقات
الارضي	1.5	169*8	$78* 10^{-6}$	0.158184
الاول	1.3	169*12	$78* 10^{-6}$	0.205639
الثاني	1.1	169*14	$78* 10^{-6}$	0.203003
الثالث	0.9	169*14	$78* 10^{-6}$	0.166093
				$0.733\ m^3$

جدول (30) حجم حديد التسليح لاعمدة فضاء (6 × 6) متر

رمز العمود	الطابق	العدد	الطول	مساحة التسليح	حجم حديد تسليح
C_1	كل الطوابق	4*3	3.5	0.003216	0.135072
C_2	كل الطوابق	20*3	3.5	0.002512	0.67536
C_3	كل الطوابق	25*3	3.5	0.003216	0.8442
C_1	الارضي	4	4.8	0.002512	0.04823
C_2	الارضي	20	4.8	0.002512	0.241152
C_3	الارضي	25	4.8	0.002512	0.30144
					2.098 m^3

جدول (31) حجم حديد التسليح لرباطات الاعمدة لفضاء (6×6)متر

كل الطوابق	طول الحلقة	العدد	مساحة التسليح	الحجم الكلي للحلقات
كل الطوابق	2.0	49*4*12	78 * 10^{-6}	0.367

جدول (32) حجم حديد تسليح للاعمدة لفضاء (9×9)متر

رمز العمود	الطابق	الطول	العدد	مساحة حديد التسليح لعمود واحد $م^2$	حجم حديد تسليح لعمود واحد $م^3$
C_1	الارضي	6	4	7840* 10^{-6}	18816* 10^{-6}
C_1	باقي الطوابق	4	12	7840* 10^{-6}	376320* 10^{-6}
C_4	الارضي	6	9	12300* 10^{-6}	664200* 10^{-6}
C_4	الاول	4	9	9840* 10^{-6}	354240* 10^{-6}
C_4	الثاني	4	9	3768* 10^{-6}	135648* 10^{-6}
C_4	الثالث	4	9	3768* 10^{-6}	135648* 10^{-6}
C_2	الارضي	6	6	12300* 10^{-6}	442800* 10^{-6}
C_2	باقي الطوابق	4	18	12300* 10^{-6}	885600* 10^{-6}
C_3	ارضي	6	6	5024* 10^{-6}	180864* 10^{-6}
C_3	باقي الطوابق	4	18	5024* 10^{-6}	361728* 10^{-6}
حلقات	كل الطوابق	6	100*9	78* 10^{-6}	421200* 10^{-6}
					3.8 m^3

جدول (33) حجم حديد التسليح الاساس لفضاء (3×3)م

شكل التسليح	حجم التسليح للاساس الواحد م3	عدد الاسس	الحجم الكلي لتسليح الاسس م3
طولي	0.089244	13 * 2	2.320344
حلقات	0.0279792	13 * 2	0.7274592
			3.0478032

جدول (34) حجم حديد التسليح الاساس لفضاء (6×6)م

شكل التسليح	حجم التسليح للاساس الواحد م3	عدد الاسس	الحجم الكلي لتسليح الاسس م3
طولي	0.334096	7 * 2	4.677344
حلقات	0.150720	7 * 2	2.110080
			6.787424

جدول (35) حجم حديد التسليح الاساس لفضاء (9×9)م

الموقع	طول القضيب	العدد	مساحة التسليح لقضيب واحد م^2	الحجم الكلي لتسليح م^3
اعلى	40	267	$615 * 10^{-6}$	6568200*2=13136400
اسفل	40	267	$615 * 10^{-6}$	6568200*2=13136400
الوسط	40	134	$615 * 10^{-6}$	3296400*2=6592800
				32.865 m^3

الاستنتاجات :

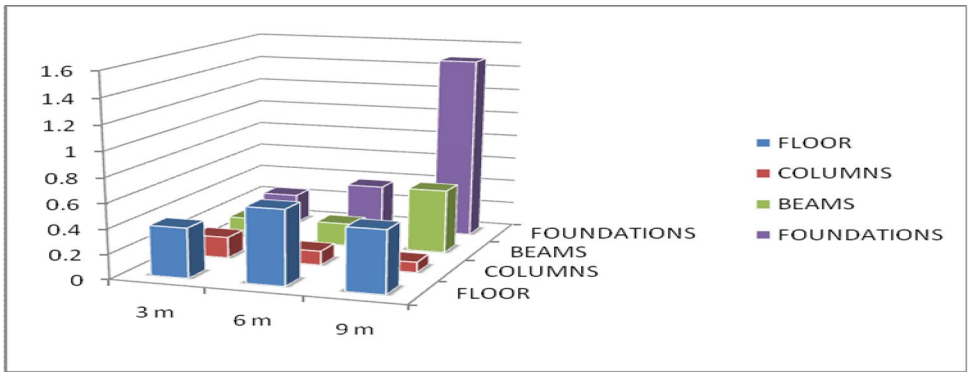
يبين الجدول رقم (36) كمية الخرسانة لكل من السقوف والعتبات والاعمدة والاسس والمجموع الكلي للكميات ويبين ايضا النسبة المئوية للزيادة حيث عندما تضاعف طول الفضاء ازدادت الكمية الكلية % 27.24, وعندما تضاعف طول الفضاء ثلاث مرات ازدادت الكمية الكلية% 159.5.

ويلاحظ من النتائج ان الاسس هي اكثر العناصر تأثراً بزيادة اطوال الفضاءات وكما مبين في الشكلين (16، 17) ادناه :

جدول رقم (36) ملخص لكمية الخرسانة مع طول الفضاء

الفضاء (م)	كمية الخرسانة (م^3/م^2)					
	السقوف	العتبات	الأعمدة	الأسس	المجموع الكلي	النسبة المئوية للزيادة
3 m	0.4	0.1723	0.17	0.2448	0.995	0 %
6 m	0.6	0.184	0.1134	0.3684	1.266	27.24 %
9 m	0.5	0.5174	0.0833	1.481	2.582	159.5 %

كمية الخرسانة المطلوبة مقاسه بوحدة م^3 لكل م^2 من البناية.



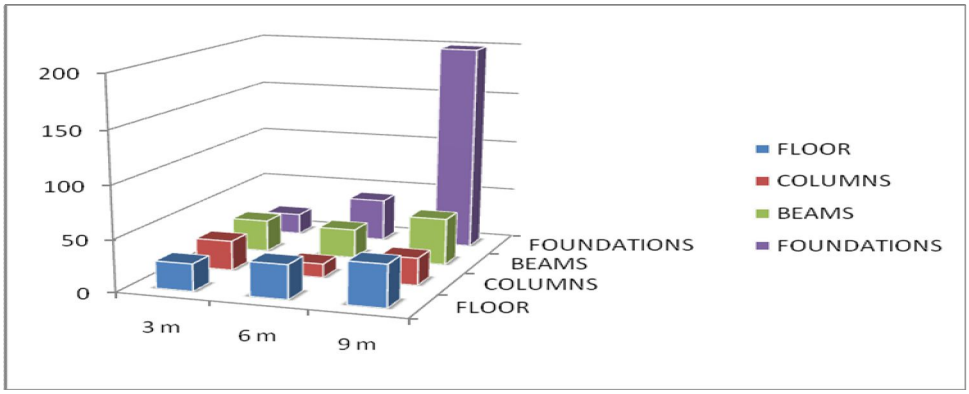
شكل (16) : مخطط يبين نسبة تأثير طول الفضاء على كمية الخرسانة لمختلف الاعضاء الانشائية .

ويبين الجدول رقم (37) وزن حديد التسليح اللازم لكل من متر مربع من البناية بالنسبة للسقوف والعتبات والأعمدة والأسس والمجموع الكلي للكميات ويبين أيضا النسبة المئوية للزيادة حيث عندما تضاعف طول الفضاء ازدادت الكمية الكلية % 15.6, وعندما تضاعف طول الفضاء ثلاث مرات ازدادت الكمية الكلية % 203.13.

جدول رقم (37) ملخص لوزن حديد التسليح* مع طول الفضاء

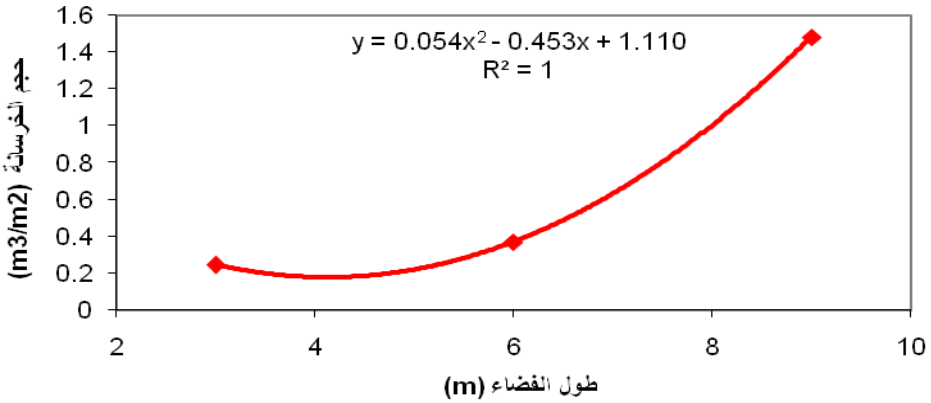
الفضاء (م)	وزن حديد التسليح (كغم/م^2)					
	السقوف	العتبات	الأعمدة	الأسس	المجموع الكلي	النسبة المئوية للزيادة
3 m	26.1	30.85	24.32	20.13	101.40	0%
6 m	32.76	28.2	14.93	41.11	117	15.4 %
9 m	40.58	45.39	26.11	199.07	306.8	202.6%

* وزن حديد التسليح (كغم/م^2) من البناية.

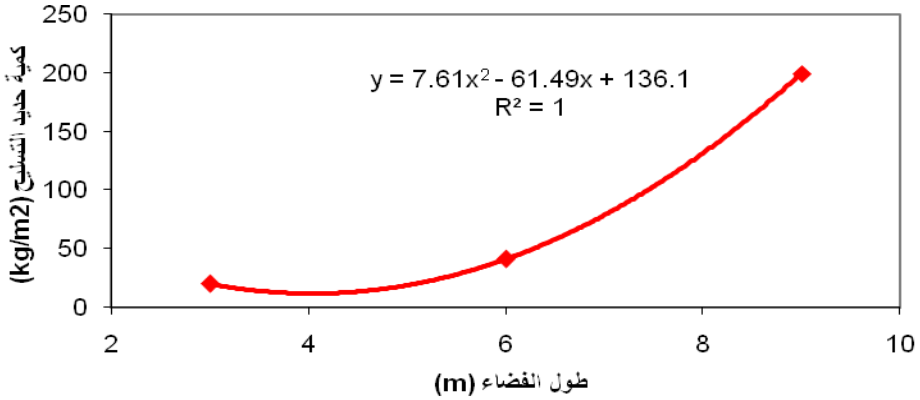


شكل (17) : مخطط يبين نسبة تأثير طول الفضاء على كمية حديد التسليح لمختلف الاعضاء الانشائية .

تبين الاشكال (18-25) نوع العلاقة مابين طول الفضاء وحجم الخرسانة وحجم حديد التسليح للاعضاء الانشائية للمبنى

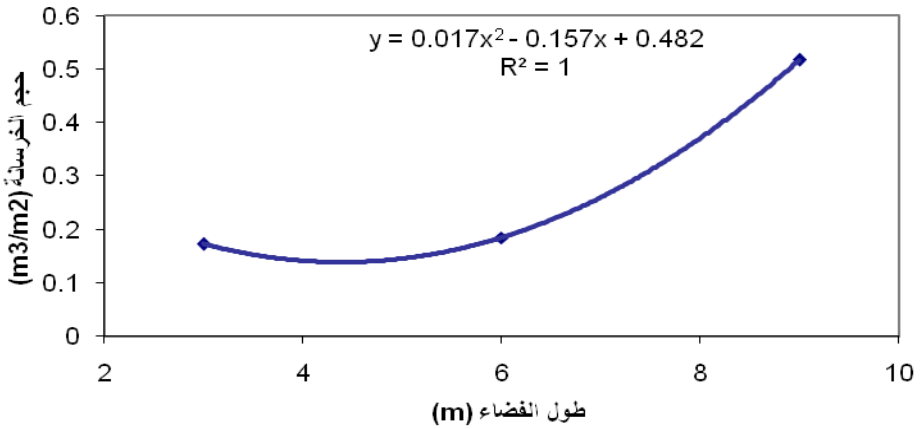


شكل (18) : مخطط يبين العلاقة بين طول الفضاء وحجم الخرسانة للاسس .

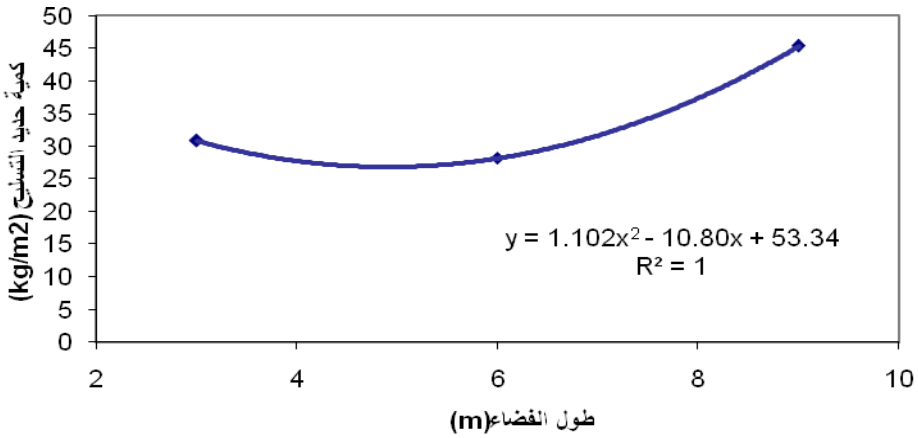


شكل (19) : مخطط يبين العلاقة بين طول الفضاء وكمية حديد التسليح للاسس .

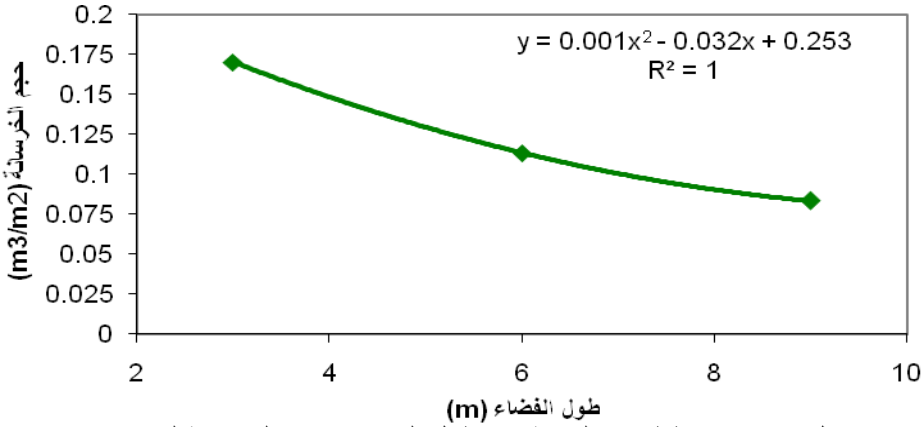
:



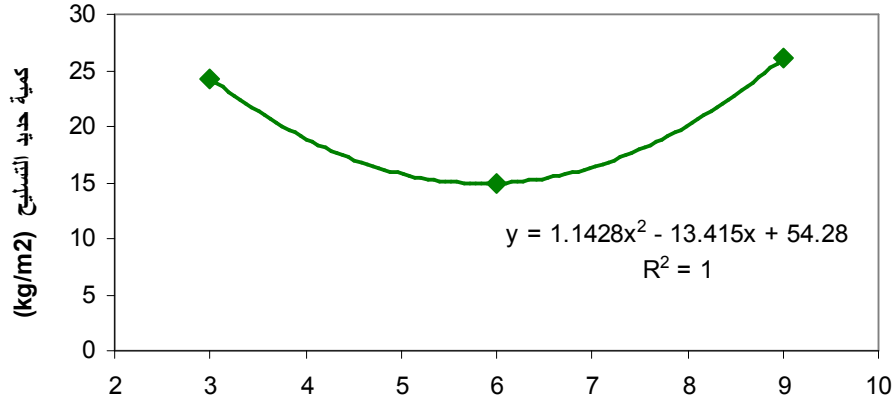
شكل (20) : مخطط يبين العلاقة بين طول الفضاء وحجم الخرسانة للاعتاب .



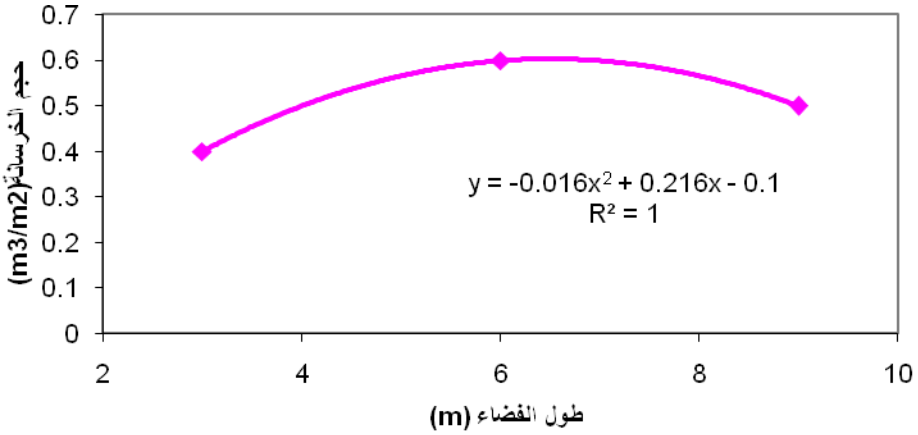
شكل (21) : مخطط يبين العلاقة بين طول الفضاء وكمية حديد التسليح للاعتاب .



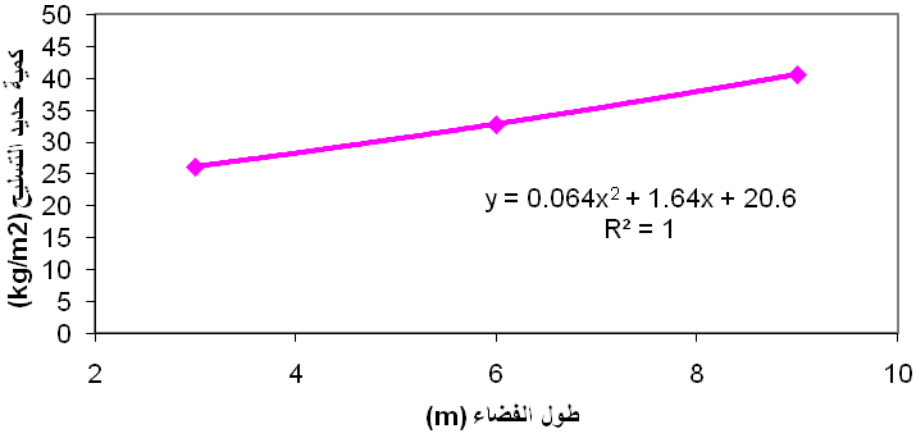
شكل (22) : مخطط يبين العلاقة بين طول الفضاء وحجم الخرسانة للاعمدة .



شكل (23) : مخطط يبين العلاقة بين طول الفضاء وكمية حديد التسليح للاعمدة .



شكل (24) : مخطط يبين العلاقة بين طول الفضاء وحجم الخرسانة للسقوف .



شكل (25) : مخطط يبين العلاقة بين طول الفضاء وكمية حديد التسليح للسقوف .

يبين الشكل رقم (26) علاقة طول الفضاء بالحجم الكلي للخرسانة,حيث نلاحظ بزيادة طول الفضاء يزداد حجم الخرسانة, والمعادلة التي تحكم هذه الزيادة هي :

$y = 0.0581x^2 - 0.4322x + 1.769$

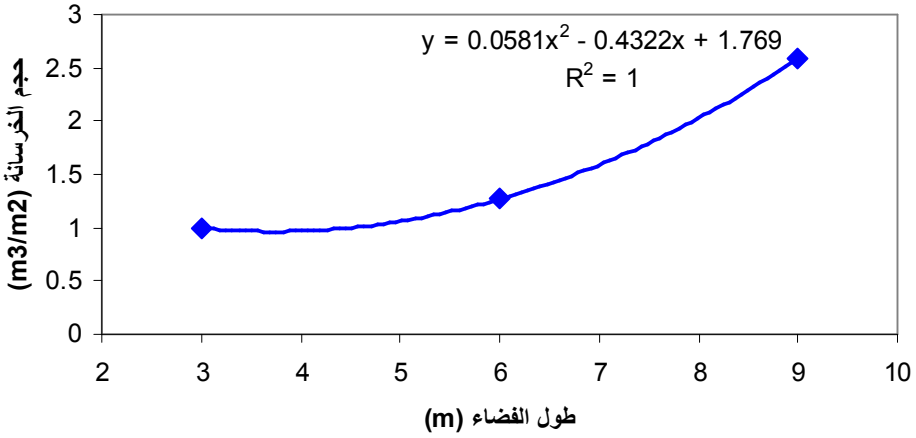
y = حجم الخرسانة ($م^3/م^2$)

x = طول الفضاء (م)

وبعد اشتقاق المعادلة ومساواتها بالصفر نحصل على نهاية صغرى $X = 3.72$ m

$Y=0.965\ m^3/m^2$

مما يعني انه عندما يكون طول الفضاء مساوياً لـ 3.72 م يعطي اقل كمية للخرسانة الكلية ($0.965\ m^3/m^2$).



شكل (26) علاقة طول الفضاء بالحجم الكلي للخرسانة

ويبين الشكل رقم (27) علاقة طول الفضاء بالوزن الكلي لحديد التسليح ,حيث نلاحظ بزيادة طول الفضاء يزداد الوزن, والمعادلة التي تحكم هذه الزيادة هي:

$y = 9.6672x^2 - 81.742x + 259.43$

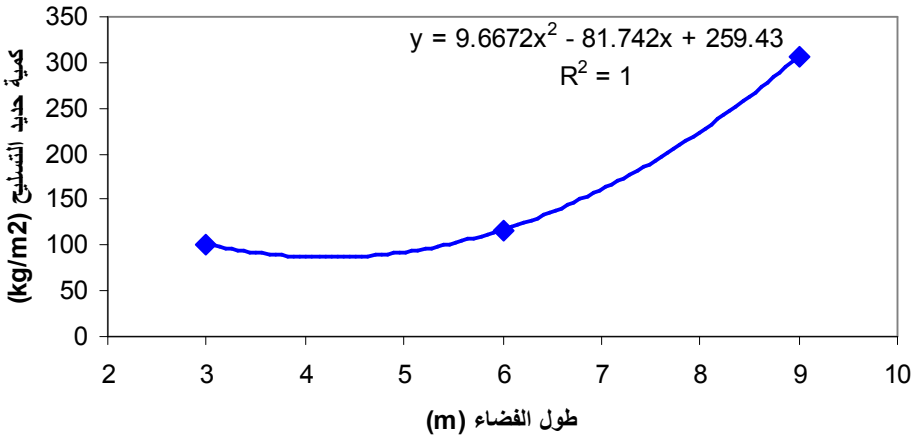
Y = وزن حديد التسليح ($كغم/م^2$)

x = طول الفضاء (م)

وبعد اشتقاق المعادلة ومساواتها بالصفر نحصل على نهاية صغرى $X = 4.23$ m

$Y=86.64\ kg/m^2$

مما يعني انه عندما يكون طول الفضاء مساوياً لـ 4.23 م يعطي اقل كمية لحديد التسليح الكلية ($86.64\ kg/m^2$) .



شكل (27) علاقة طول الفضاء بكمية حديد التسليح الكلية

التوصيات :

اعتماد الفضاءات الكبيرة في تصميم الابنية متعددة الطوابق في المناطق ذات تحمل التربة العالي يكون أكثر جدوى من الناحية الاقتصادية مع مراعاة تحقيق متطلبات اجهادات الثقب Punching Stress لخرسانة الاساس مثل استخدام Pedestals .

المصادر

1. الطعان ، سعد علي ، "اساسيات الخرسانة المسلحة" ، دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل، 1993.
2. Winter, G. and Nilson, A.H.; "Design of Concrete Structures "; 10th Edition, 1986, McGraw-Hill International editions.
3. STAAD PRO2007 software manual, http://www.reiworld.com.
4. ACI Committee 318-08; "Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary ", 2008.
5. Joseph E. Bowles, RE., S.E.; "Foundation analysis and design "; 5th Edition, McGraw-Hill International editions, 1997.

تم اجراء البحث في كلية ألهندسة = جامعة ألموصل