

تحديد نسبة تأثير أبعاد الفضاءات على التصميم الانشائي للابنية متعددة الطوابق

نهى حميدي الجبوري/ مدرس

طارق أدريس سعيد/ مدرس

قسم الهندسة المدنية - كلية الهندسة - جامعة الموصل

الخلاص

يهدف هذا البحث الى تحديد المسافات المثلى للتباع 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 ($0.965 \text{ m}^3/\text{m}^2$) في حين ان الفضاء 4.23 متر هو الفضاء الامثل من ناحية حجم حديد التسليح المطلوب ($86.64 \text{ kg}/\text{m}^2$).

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 Hemediy 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 ($0.965 \text{ m}^3/\text{m}^2$) while the span of 4.23 m was the optimum span for reinforcing steel ($86.64 \text{ kg}/\text{m}^2$).

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 (3.0 m x 3.0 m , 6.0 m x 6.0 m , 9.0 m x 9.0 m) وبارتفاع صافي للبنية (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]:

أولاً : الاحمال الميتة وتشمل :

❖ الوزن الذاتي للمنشأ وحسب 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 على عتبات كافة الطوابق ومن ضمنها الطابق الارضي ماعدا عتبات السطح حيث تم فرضها مساوية لـ 5.0 kN/m .

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.

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

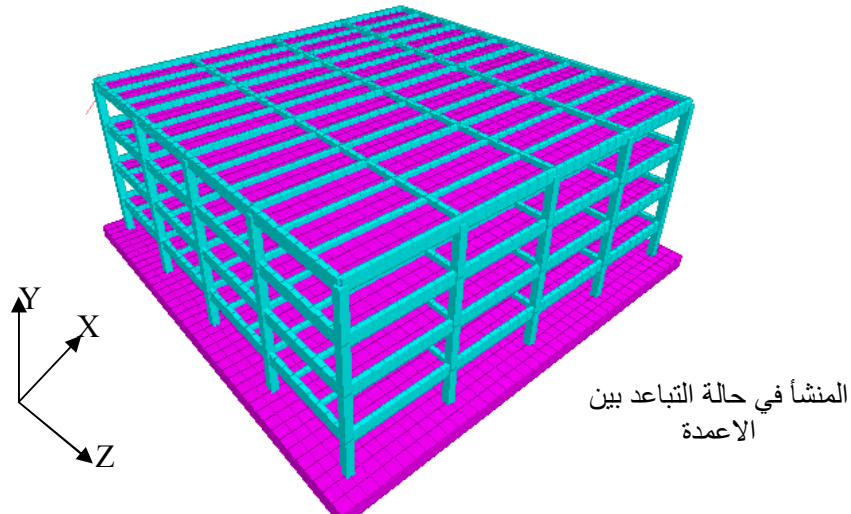
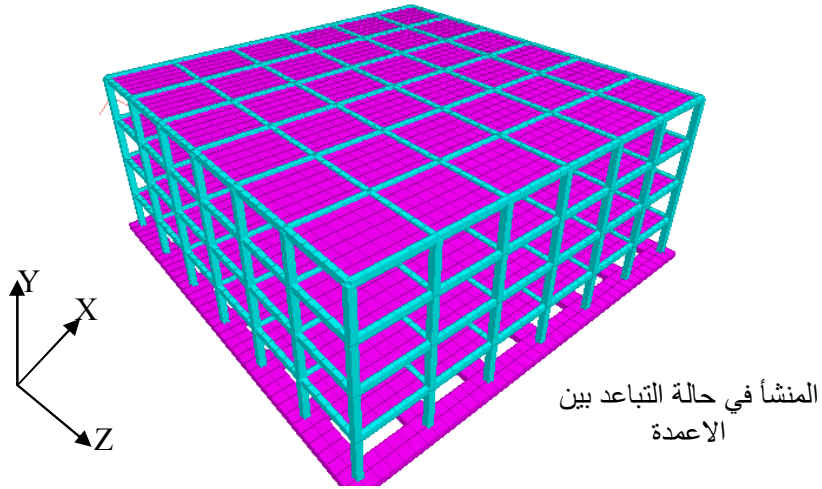
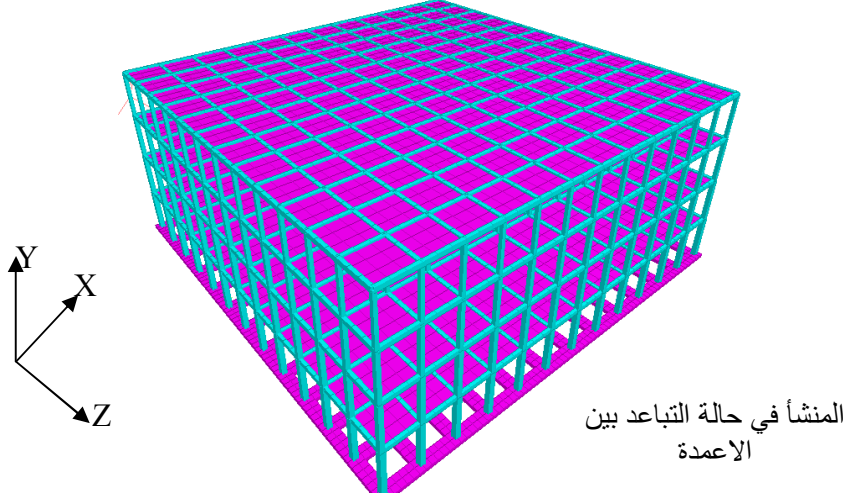
ويبين الجدول (1) ادناه حالات التحميل المستخدمة في تحليل وتصميم المنشأ.

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 x 1.6
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

ومقاومة الخضوع لحديد التسليح

واستخدمت مقاومة الانضغاط للخرسانة $f_c = 25 MPa$ في تصميم جميع المقاطع الخرسانية. $f_y = 400 MPa$

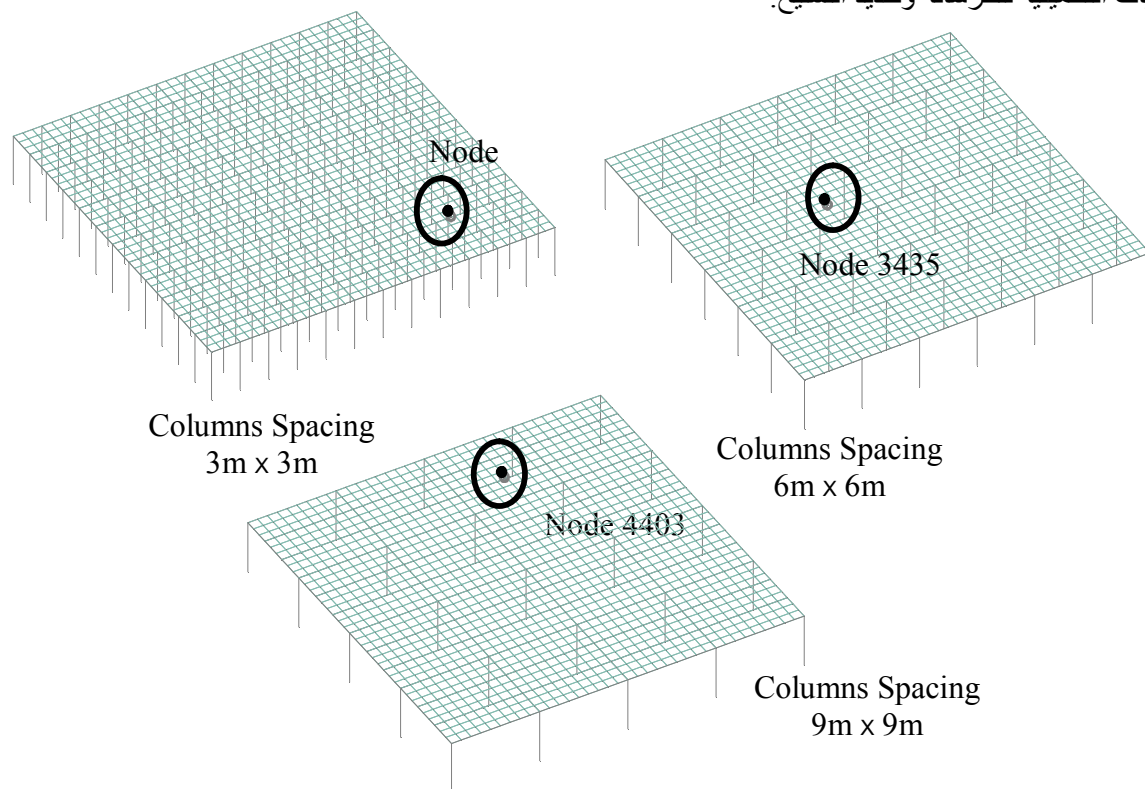


شكل (1) : مخططات ثلاثية الابعاد للمنشأ وللاحتمالات الثلاثة التي

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].

الجدول (2,3,4) والشكل (2) تبين خلاصة ازاحات العقد للمنشأ (في حالة الاحمال غير المعاملة Loads Working) ويتضح منها ملائمة ابعاد المقاطع المستخدمة للتحليل الانشائي وبالتالي فإنه 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

سعيد: تحديد نسبة تأثير أبعاد الفضاءات على التصميم الانشائي للابنية متعددة الطوابق

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 (3x3) 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	المستخدمة As
الطوابق	355	338	270	Φ12@ 300 mm/c/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 mm/c/c	225
الطوابق	Φ 12@ 350 mm	Φ 12@ 125 mm/c/c	225

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

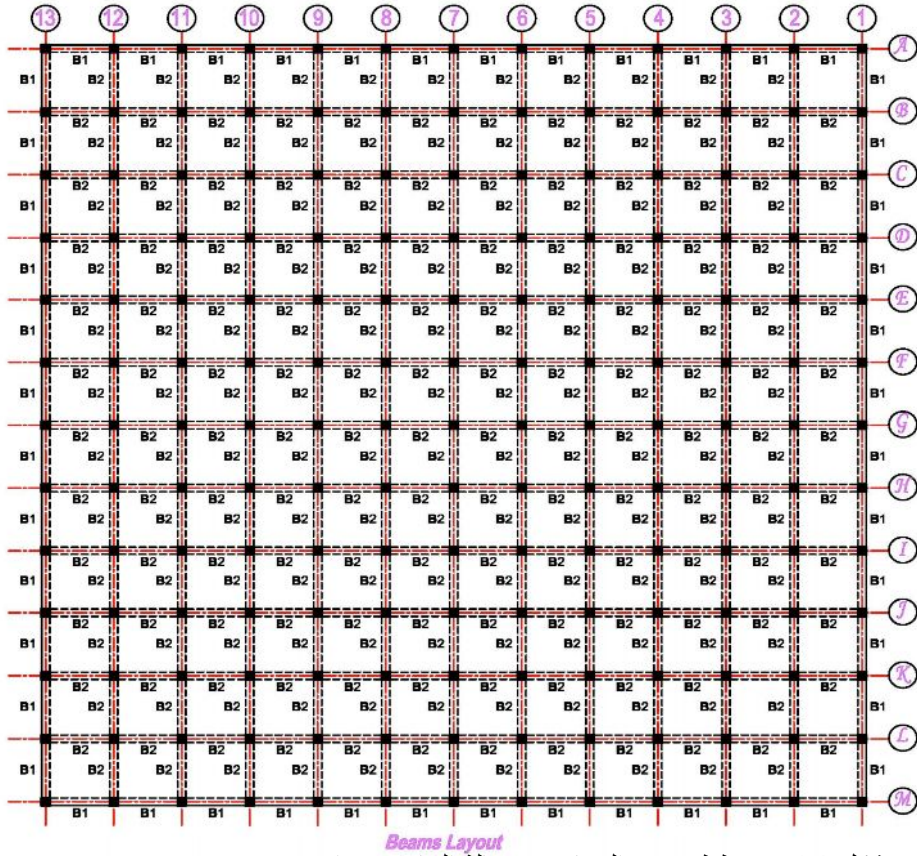
الطابق	العتبة	الابعاد m	As -	As+	As min	Stirrups
كل الطوابق	B1	0.25* 0.35	3 Φ 12	3 Φ 12	3 Φ 12 mm	Φ 10 @ 150 mm c/c
كل الطوابق	B2	0.25* 0.35	3 Φ 12	3 Φ 12	3 Φ 12 mm	Φ 10 @ 150 mm c/c

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

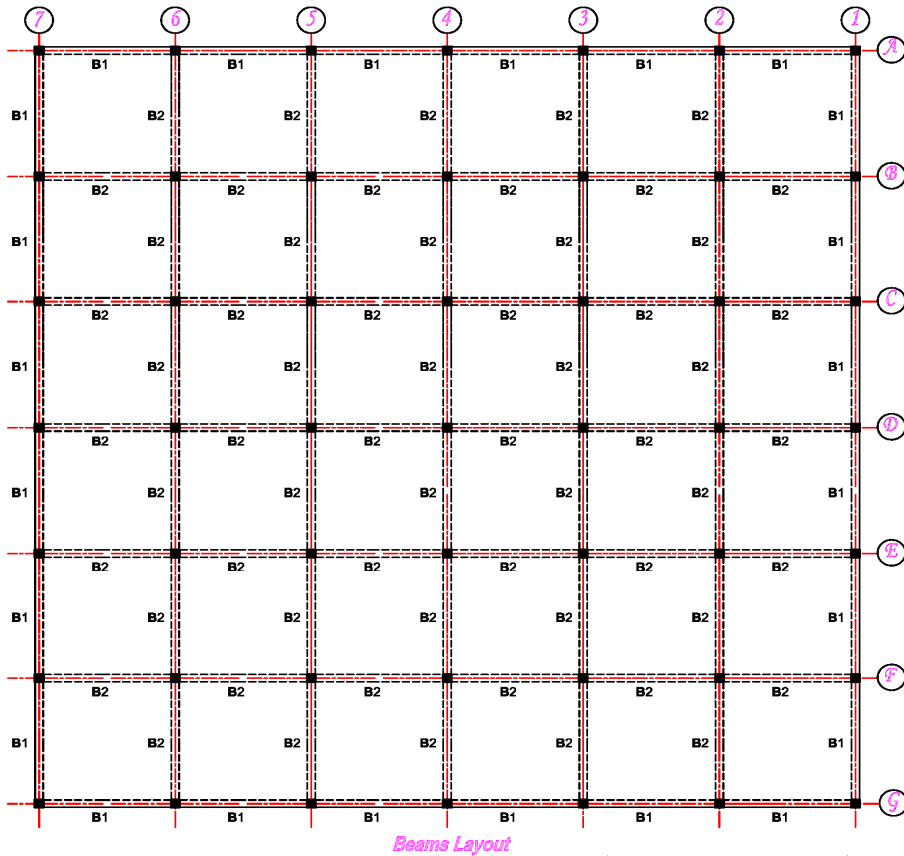
الطابق	العتبة	الابعاد m	As -	As+	As min	Stirrups
السطح	B1	0.35 * 0.5	5 Φ 12	4 Φ 12	5 Φ 10 mm	Φ 10 @ 200 mm c/c
السطح	B2	0.35 * 0.5	5 Φ 16	4 Φ 16	5 Φ 10 mm	Φ 10 @ 200 mm c/c
باقي الطوابق	B1	0.35 * 0.5	5 Φ 16	3 Φ 16	5 Φ 10 mm	Φ 10 @ 200 mm c/c
باقي الطوابق	B2	0.35 * 0.5	5 Φ 20	3 Φ 20	5 Φ 10 mm	Φ 10 @ 200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

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

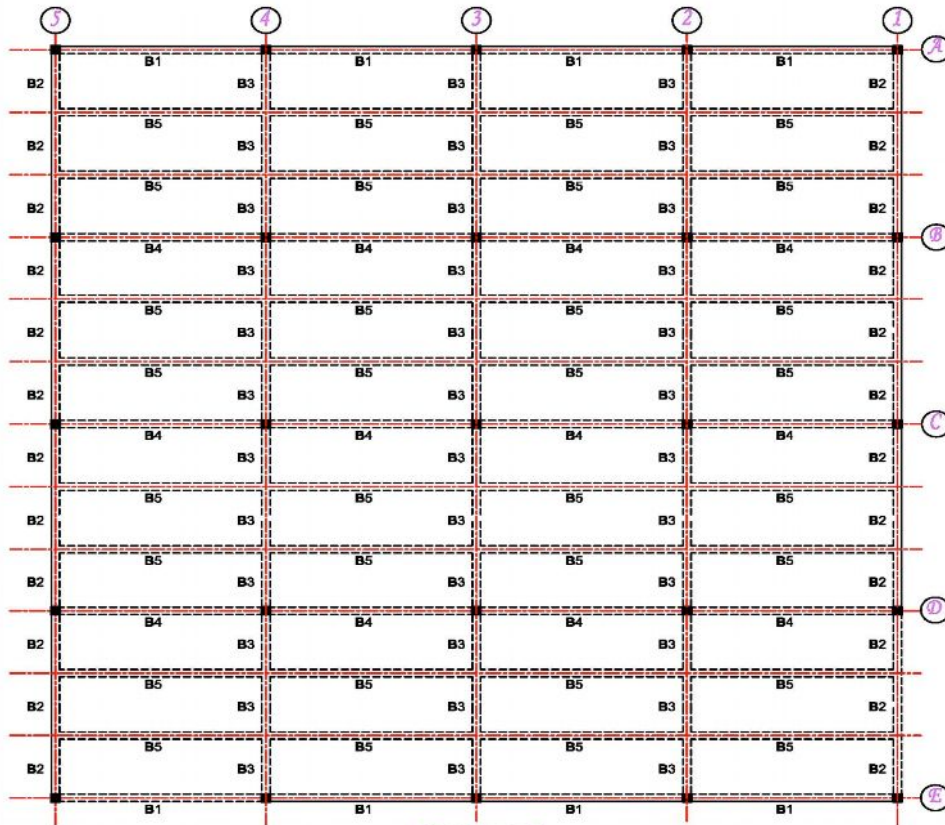
الطابق	العتبة	الابعاد m	As -	As+	As min	Stirrups
السطح	B1	0.35 * 1.0	3 Φ 20	3 Φ 20	6 Φ 16 mm	Φ 10 @300 mm
	B2	0.35 * 1.0	6 Φ 20	5 Φ 20	6 Φ 16 mm	Φ 10 @300 mm
	B3	0.35 * 1.0	5 Φ 20	7 Φ 20	6 Φ 16 mm	Φ 10 @300 mm
	B4	0.35 * 1.0	6 Φ 20	5 Φ 20	6 Φ 16 mm	Φ 10 @300 mm
	B5	0.35 * 0.75	5 Φ 20	4 Φ 20	5 Φ 16 mm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

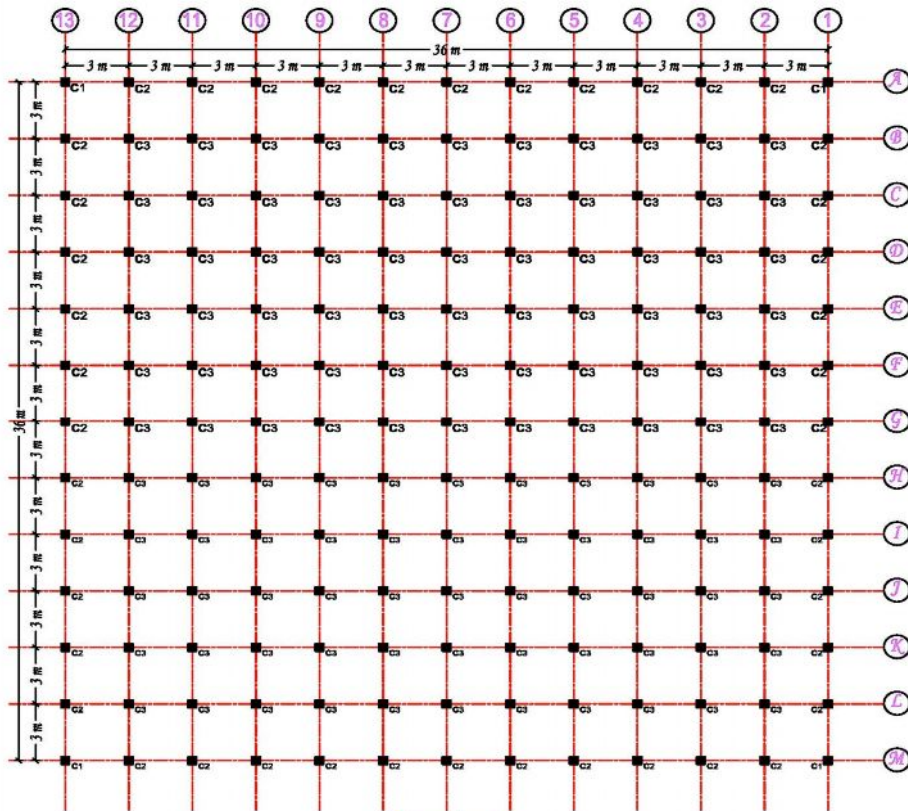


شكل (4): مخطط توزيع العتبات في حالة التباعد بين الاعمدة 6.0 m X 6.0 m .



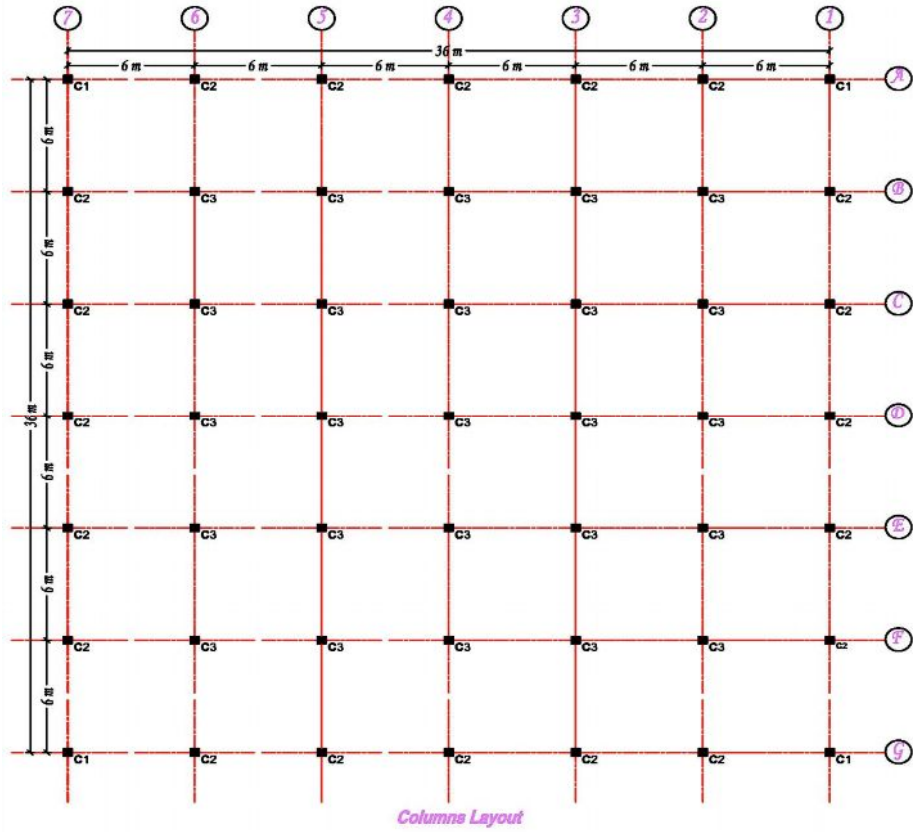
Beams Layout

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

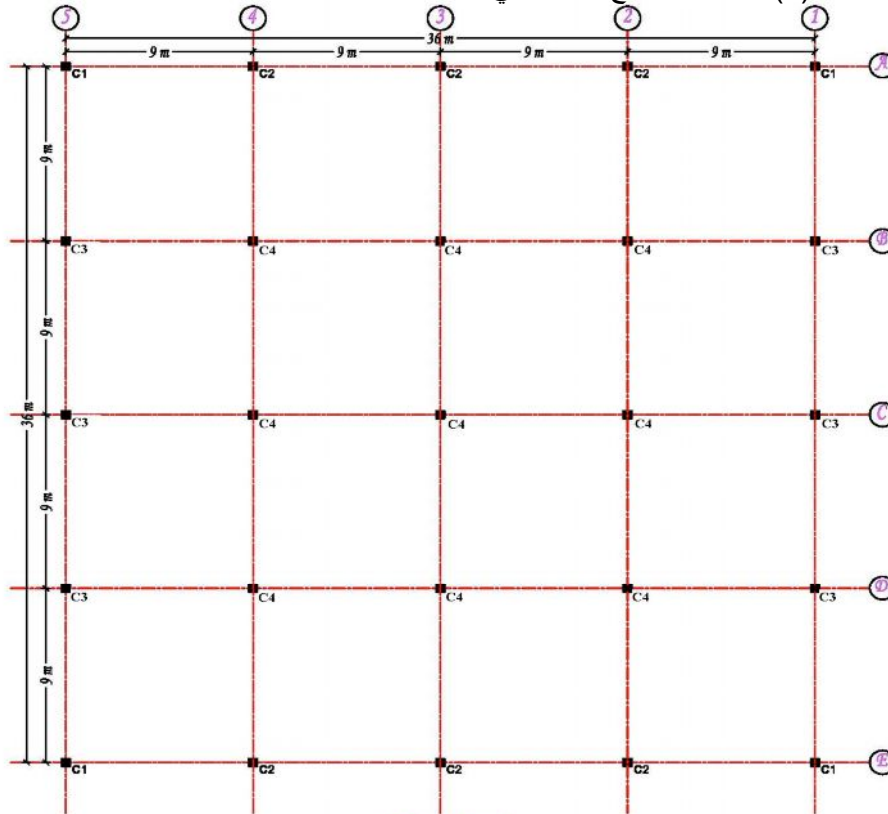


Columns Layout

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
الارضى	C1	0.4 * 0.4	4 Φ 25 mm	(1-set Φ10@400)
الارضى	C2	0.4 * 0.4	4 Φ 25 mm	(1-set Φ10@400)
الارضى	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)
الارضى	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

سعيد: تحديد نسبة تأثير أبعاد الفضاءات على التصميم الانشائي للابنية متعددة الطوابق

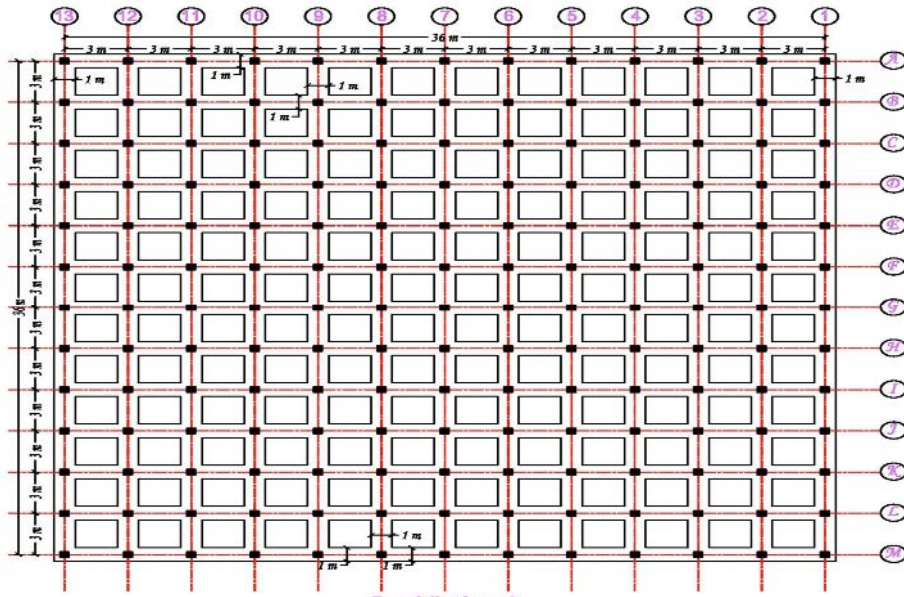
* نوع الاساس هو اساس مستمر.

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

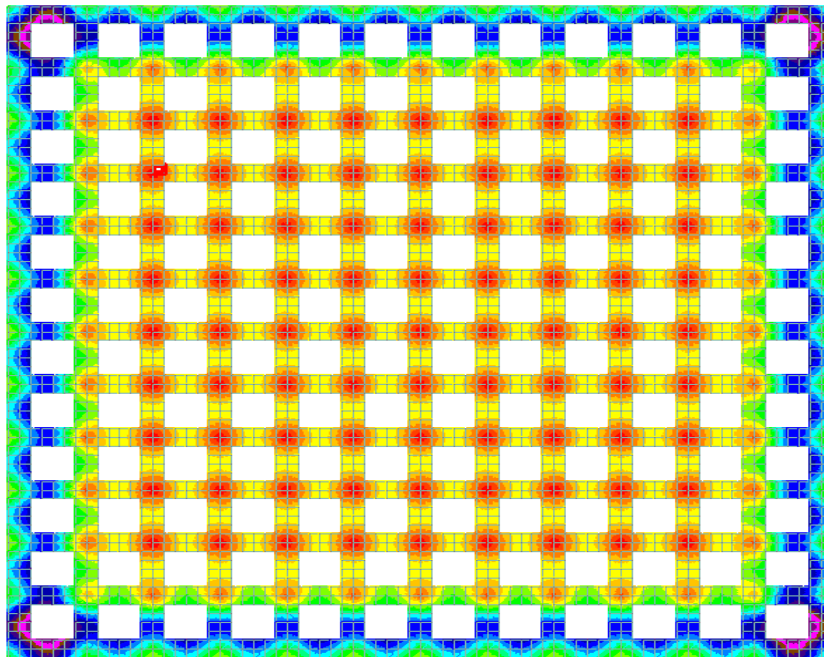
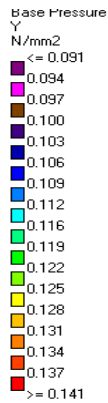
نوع التسليح	As	As min
شبكة اسفل واعلى	Φ28 @ 150 mm c/c	2160
شبكة وسطي	Φ 28 © 300 mm c/c	2160

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

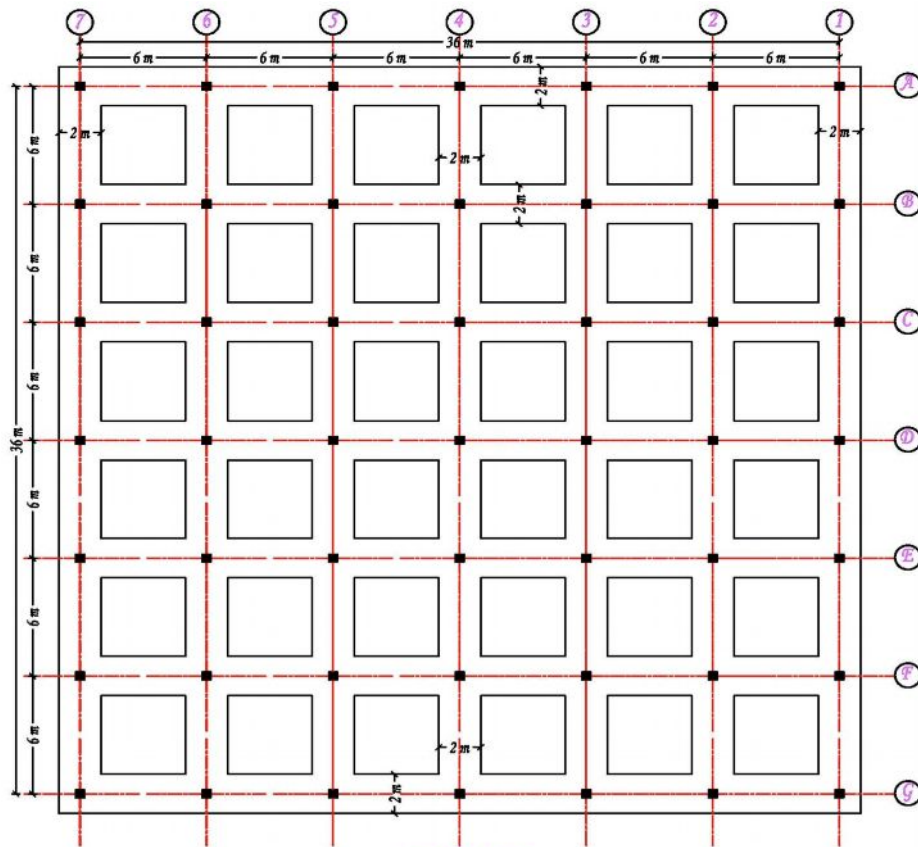
تبين الجداول (14،15،16) نتائج عملية تصميم الاسس المبينة في الاشكال (14،10،11،12،13،14) ولاحتمالات الثلاثة:



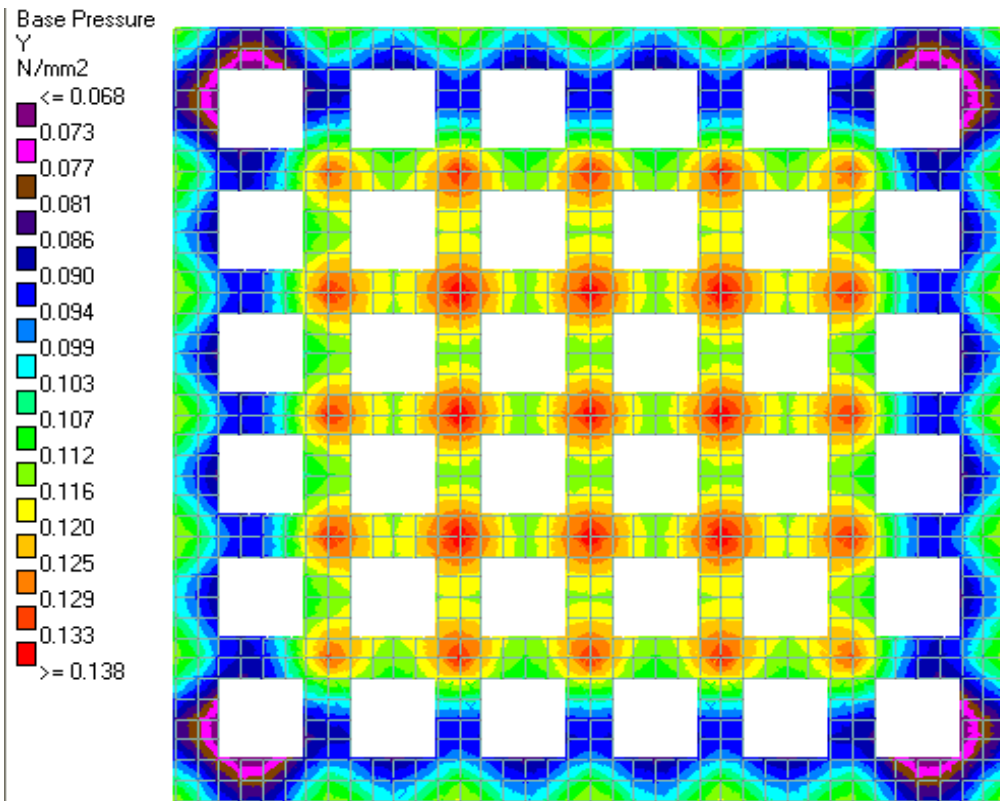
شكل (9) : مخطط الاسس في حالة التباعد بين الاعمدة 3.0 m X 3.0 m .



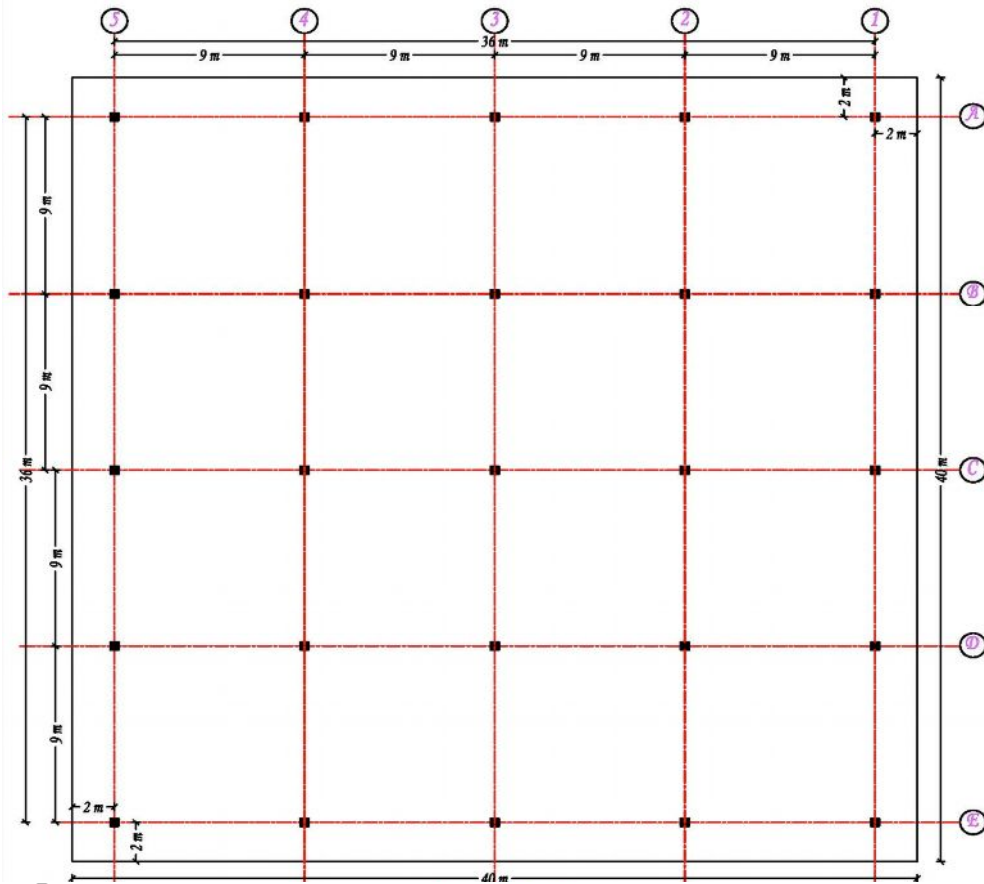
شكل (10) : مخطط يبين الضغط تحت الاسس في حالة التباعد بين الاعمدة 3.0 m X 3.0 m .



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



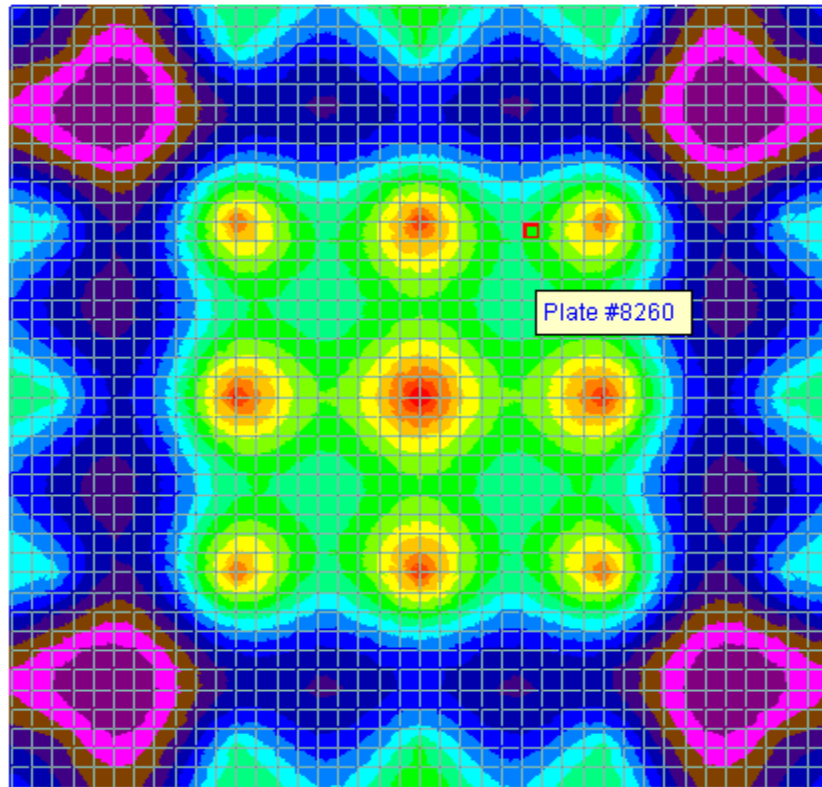
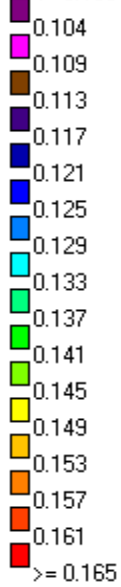
شكل (12) : مخطط يبين الضغط تحت الاسس في حالة التباعد بين الاعمدة 6.0 m X 6.0 m .



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

Base Pressure

Y



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

التخمين :

تبيين الجداول (17 الى 35) نتائج عملية احتساب الكميات للاحتتمالات 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 للاس

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

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

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

الطابق	حجم التسليح لفضاء واحد م ³	عدد الفضاءات	حجم حديد تسليح م ³
كل الطوابق	7488*10 ⁻⁶	144	4.313088
			4.313 m ³

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

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

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

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

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

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

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

الموقع	الطابق	العدد	حجم حديد التسليح لعتب واحد م ³	الحجم الكلي لحديد التسليح م ³
B2	باقي الطوابق	60 * 3	0.013188	2.3738
B1	باقي الطوابق	24 * 3	0.00844	0.60782
B2	السطح	60	0.009648	0.5788
B1	السطح	24	0.005424	0.13017
حلقات	كل الطوابق	336	0.0028704	0.96445
				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	$1256 * 10^{-6}$	$575436 * 10^{-6}$
C ₁	الارضى	4.55	4	$1960 * 10^{-6}$	$35672 * 10^{-6}$
C ₂	الارضى	4.55	46	$1960 * 10^{-6}$	$410228 * 10^{-6}$
C ₃	الارضى	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 م ³	الحجم الكلي للحلقات
الارضى	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

سعيد: تحديد نسبة تأثير أبعاد الفضاءات على التصميم الانشائي للابنية متعددة الطوابق

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	الارضى	4	4.8	0.002512	0.04823
C ₂	الارضى	20	4.8	0.002512	0.241152
C ₃	الارضى	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	الارضى	6	4	7840* 10 ⁻⁶	18816* 10 ⁻⁶
C ₁	باقي الطوابق	4	12	7840* 10 ⁻⁶	376320* 10 ⁻⁶
C ₄	الارضى	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	الارضى	6	6	12300* 10 ⁻⁶	442800* 10 ⁻⁶
C ₂	باقي الطوابق	4	18	12300* 10 ⁻⁶	885600* 10 ⁻⁶
C ₃	ارضى	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 م ³	عدد الاسس	الحجم الكلي لتسليح الاسس م ³
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 م ³	عدد الاسس	الحجم الكلي لتسليح الاسس م ³
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

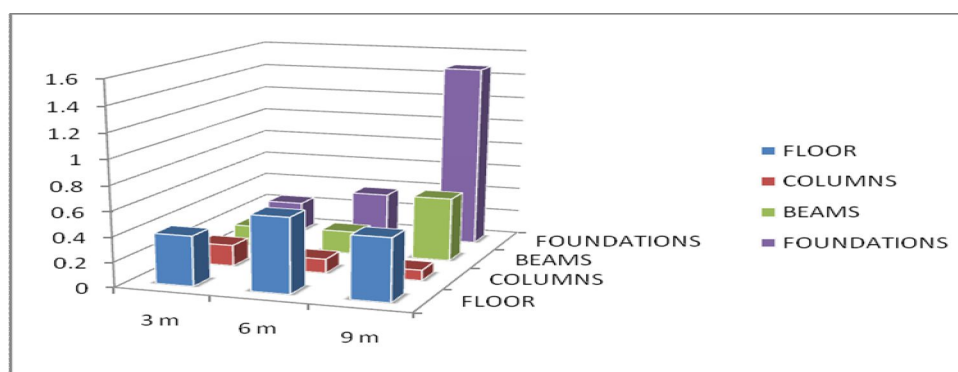
الاستنتاجات :

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)				
	النسبة المئوية للزيادة	المجموع الكلي	الأسس	الأعمدة	العتبات
3 m	0 %	0.995	0.2448	0.17	0.1723
6 m	27.24 %	1.266	0.3684	0.1134	0.184
9 m	159.5 %	2.582	1.481	0.0833	0.5174

كمية الخرسانة المطلوبة مقاسه بوحدة م³ لكل م² من البناية.

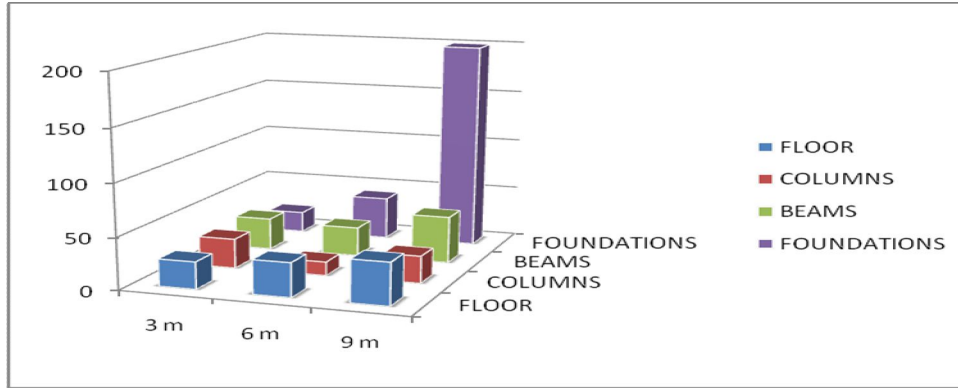


شكل (16) : مخطط يبين نسبة تأثير طول الفضاء على كمية الخرسانة لمختلف الاعضاء الانشائية .

ويبين الجدول رقم (37) وزن حديد التسليح اللازم لكل من متر مربع من البناية بالنسبة للسقوف والعتبات والاعمدة والاسس 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

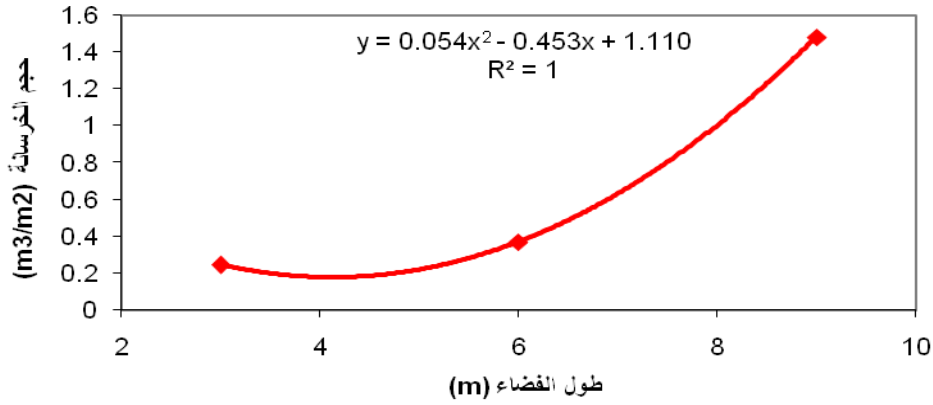
الفضاء (م)	وزن حديد التسليح (كغم/م ²)				
	النسبة المئوية للزيادة	المجموع الكلي	الأسس	الأعمدة	العتبات
3 m	0%	101.40	20.13	24.32	30.85
6 m	15.4 %	117	41.11	14.93	28.2
9 m	202.6%	306.8	199.07	26.11	45.39

* وزن حديد التسليح (كغم/م²) من البناية.

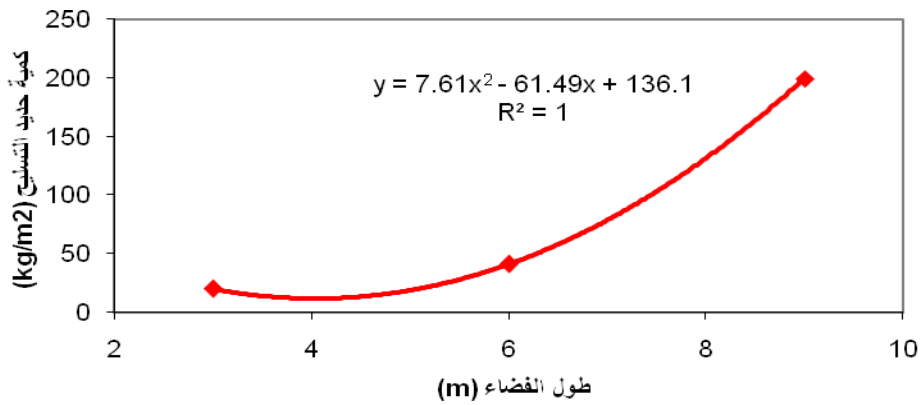


شكل (17) : مخطط يبين نسبة تأثير طول الفضاء على كمية حديد التسليح لمختلف الاعضاء الانشائية .

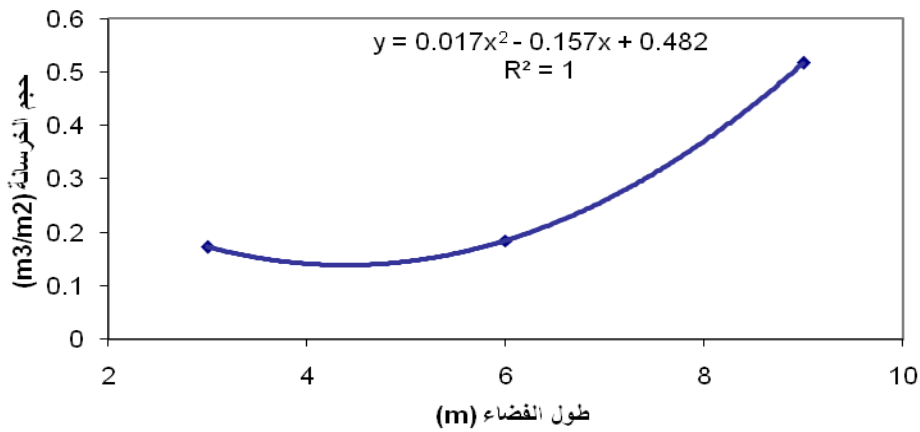
تبيين الاشكال (18-25) نوع العلاقة ما بين طول الفضاء وحجم الخرسانة وحجم حديد التسليح للاعضاء الانشائية للمبنى



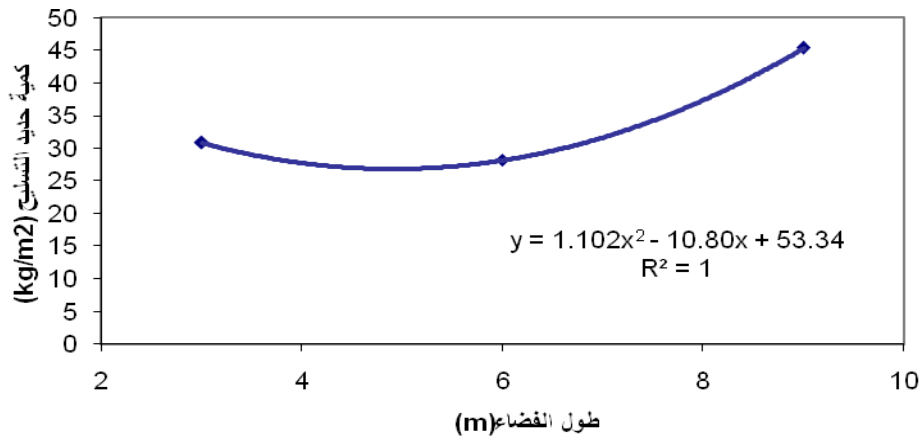
شكل (18) : مخطط يبين العلاقة بين طول الفضاء وحجم الخرسانة للاسس .



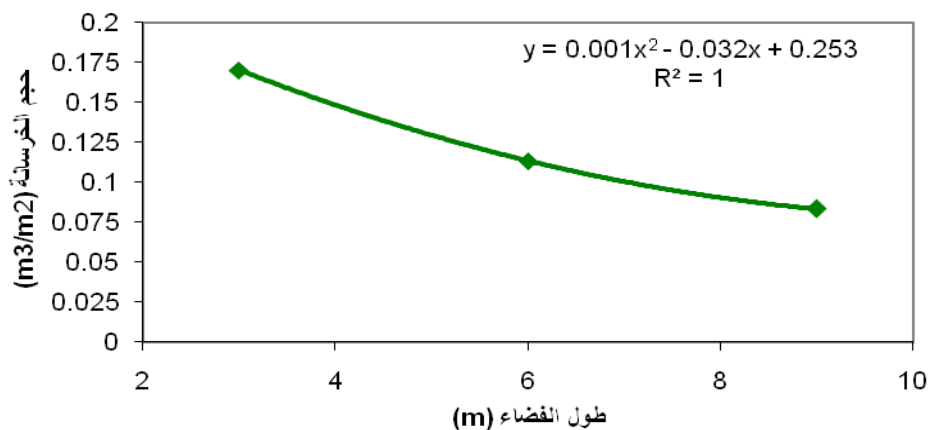
شكل (19) : مخطط يبين العلاقة بين طول الفضاء وكمية حديد التسليح للاسس .



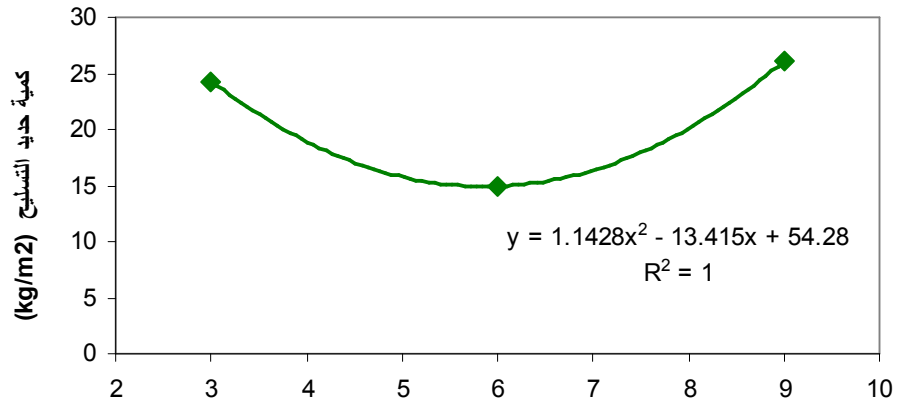
شكل (20) : مخطط يبين العلاقة بين طول الفضاء وحجم الخرسانة للاعتاب .



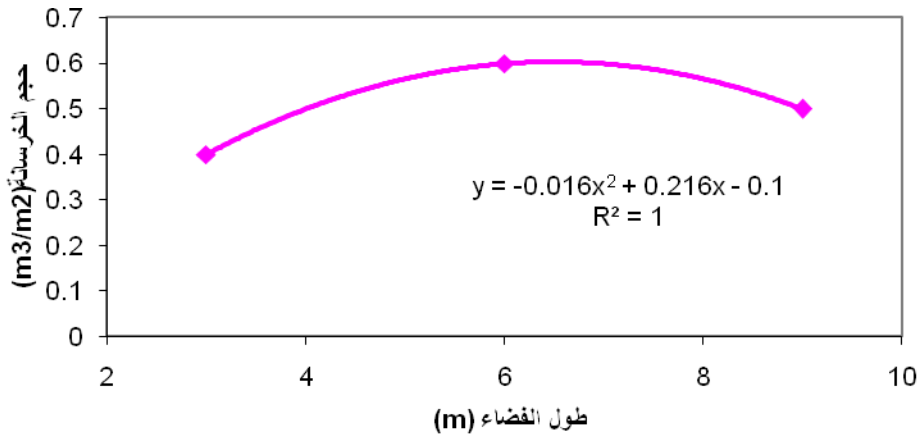
شكل (21) : مخطط يبين العلاقة بين طول الفضاء وكمية حديد التسليح للاعتاب .



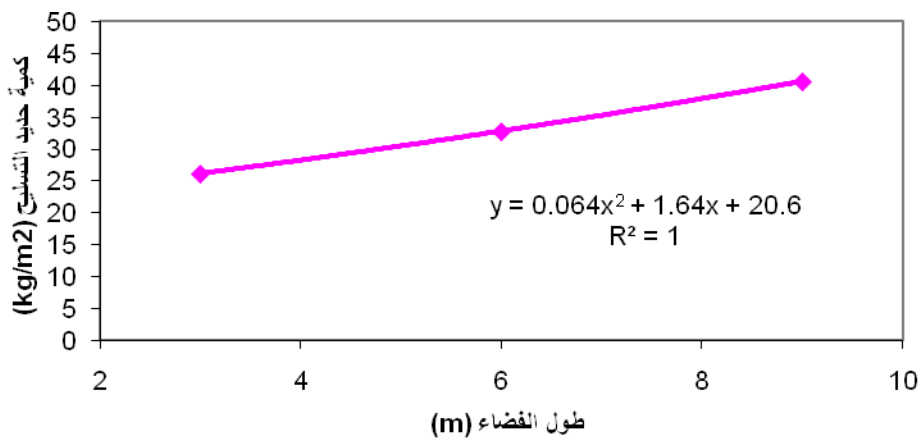
شكل (22) : مخطط يبين العلاقة بين طول الفضاء وحجم الخرسانة للاعمدة .



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 (م³/م²)

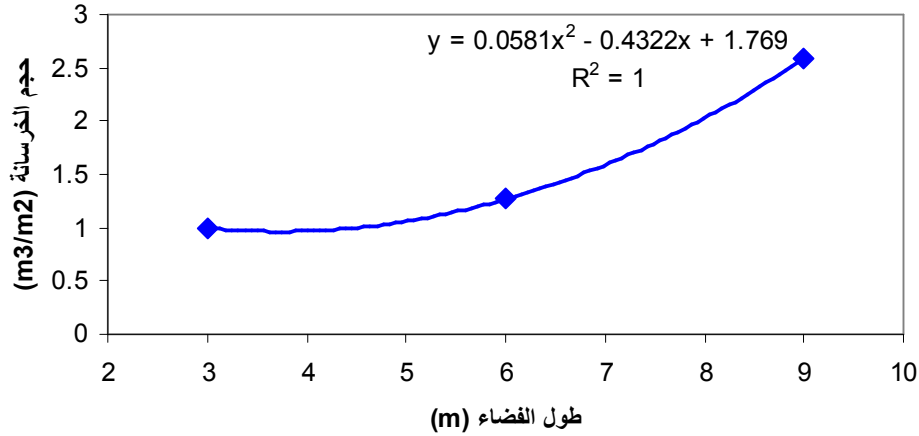
x = طول الفضاء (م)

وبعد اشتقاق المعادلة ومساواتها بالصفر نحصل على نهاية صغرى

$$Y=0.965 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$X = 3.72 \text{ m}$$

مما يعني انه عندما يكون طول الفضاء مساوياً لـ 3.72 م يعطي اقل كمية للخرسانة الكلية (0.965 m³/m²).



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/م²)

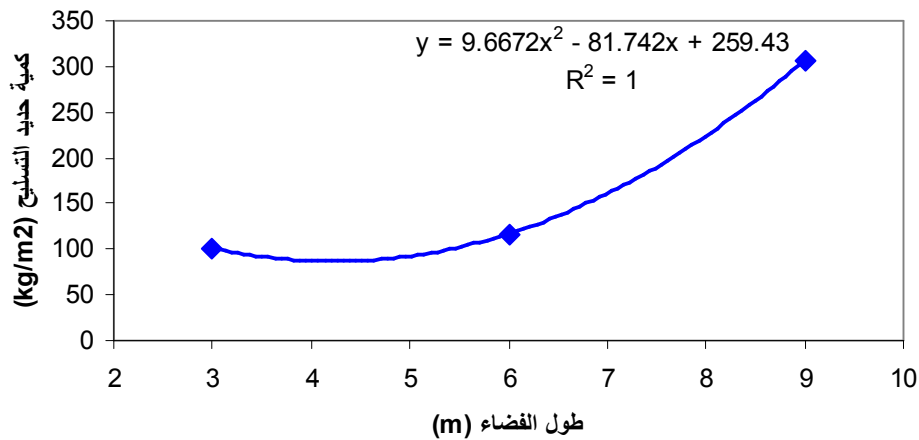
x = طول الفضاء (م)

وبعد اشتقاق المعادلة ومساواتها بالصفر نحصل على نهاية صغرى

$$X = 4.23 \text{ m}$$

$$Y=86.64 \text{ kg/m}^2$$

مما يعني انه عندما يكون طول الفضاء مساوياً لـ 4.23 م يعطي اقل كمية لحديد التسليح الكلية (86.64 kg/m²).



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 الهندسة = جامعة الموصل