انشاء مساكن بكلف واطئة

د. علي حسين خضير*، حيدر عباس بديوي، أمين صدقي عبد الله****
*** كلية مدينة العلم الجامعة، **وزارة العلوم و التكنولوجيا**

E-mail:ahkhudair@yahoo.com

Mobil: 07901494331

الخلاصـــــــة

تم البحث في إيجاد طريقة لإنشاء مسكن واطئ الكلفة من مواد متوفرة محليا وذات ديمومة عالية ومقاومة جيدة للظروف الجوية في مختلف مناطق العراق. تم جمع المعلومات عن المواد الإنشائية المتوفرة محليا لاختيار المواد ذات الكلفة الأقلِ والمقاومة الجيدة وكذلك تم البحث في طريقة الإنشاء ذات الكلفة الأقل وتوصلنا إلى فكرة إنشاء منزل من الطابوق الاعتيادي، مسقف بمادة الطابوق أيضا على شكل قوس لا يتجاوز أقصى ارتفاع له عن (10 – 25) سم بفضاءات تصل إلى (5) م بدون استخدام أي نوع من المقاطع الحديدية أو حديد التسليح.

يوفر هذا الإنشاء كلفة(حديد التسليح ،الخرسانة ، أعمال القوالب ، أعمال وضع الخرسانة) ويمكن البناء بهذه الطريقة لأكثر من طابق واحد كما أن عملية تسقيف المنشأ بالطابوق يوفر كفاءة أفضل في التكييف مقارنة بالسقف الخرساني وبالتالي توفير في كلفة استخدام المواد العازلة للحرارة وكلفة تكييف المنزل.

تم إعداد التصاميم اللازمة لإيجاد اقل تقوس يحقق المتطلبات الإنشائية للمنزل وتم تنفيذ (15) نموذج تجريبي لدراسة المتغيرات (أقصى ارتفاع للقوس- نوع المادة الرابطة- عرض الفضاء) وتم إجراء الفحوصات الموقعية لإثبات نجاح الفكرة.

بين البحث ان القوس بحدود ارتفاع (15 – 25) سم. وبفضاء (4) م . يعطي افضل النتائج .

Construction of low Cost houses

Dr. Ali Hussein khudhair*, Haydair Abbas Bdewi , Ameen Sadki Abduallah

E-mail:ahkhudair@yahoo.com

Mobil:07901494331

Abstract

This research deals with the construction of a low cost house from available local materials with high permanency and good resistance to the atmospheric circumstance. The research begins with collecting informations about the construction materials locally available; to select the less cost materials having good resistance and the less cost methods of construction. The decision is made to construct a house from normal bricks in arc shaped roof with a crown height not exceed (10-25) cm. and spans up to (5meters), without use of steel section or steel reinforcement. This construction saves the cost of (reinforcement, concrete, works of concrete placing and forms). This construction can be used for multi stories purposes. The use of bricks for roofing provides better insulation than concrete roof, which will reduce the cost of air conditioning. Collecting the informations, the necessary design is made to find minimum curvature which will achive the safe construction requirements for the house. Fifteenth experimental models for studying (maximum curve high, type of motar material and span width) had been done. Testing on site of these models have been made to prove the idea. Research results indicated that crown height of (15 – 25) cm. at (4) m. span yield the best results .

المقدمة

تعد مشكلة السكن من المشاكل الرئيسية التي تواجه المجتمع العراقي نتيجة للظروف الاقتصادية الصعبة التي مر بها المواطن في الفترة السابقة ولا تزال قائمة حاليا. تعد عملية تقليل كلفة انشاء المنزل من الأمور المهمة للاقتصاد الوطني لذلك تم البحث في عملية ايجاد طريقة لتقليل كلفة المواد او طريقة الانشاء التي تدخل في البناء التقليدي (حديد التسليح، الاسمنت) وبالتالي تقليل كلفة المنزل.

الغاية

إيجاد طريقة لإنشاء مسكن واطئ الكلفة من مواد متوفرة محليا ذات ديمومة عالية ومقاومة جيدة للظروف الجوية في مختلف مناطق العراق.

أسلوب البناء بالأقواس

تصنف الأقواس اعتمادا على عدة أسس فهي قد تصنف اعتمادا على نوع مادة بناء القوس (حجر، طابوق، خرسانة مسلحة، معدن) أو قد تصنف اعتمادا على شكل وحداته التي يتألف منها فهناك الاقواس المبنية من الطابوق المنحوت (Gauged Arch) حيث يحضر الشكل الاسفيني (Wedge shape) لكل طابوقة على حدة وبشكل خاص اعتمادا على درجة التقوس المطلوبة وتكون مونه الربط ذات سمك ثابت ، وهناك الاقواس المبنية من الطابوق الاعتيادي والتي تمتلك سمك مونه متغير ، كما تصنف الاقواس اعتمادا على شكل القوس الى اقواس نصف دائرية (Semi-Circular Arches) حيث يمتد القوس عبر الفضاء بشكل نصف دائرة كاملة ذات مركز يقع في منتصف مسافة الفضاء ويكون ارتفاع القوس بقدر نصف قطر الدائرة وهناك القوس البيضوي (Elliptical Arch) والقوس المدبب (Pointed Arch) الذي يتكون من نصفين يمثلان جزئي قوس دائرة يلتقيان عند القمة لتشكيل حافة مدببة وهناك قوس قطعة الدائرة (Segmental Arch) الذي هو جزء من قوس دائرة كبيرة ذات نصف قطر اكبر من نصف مسافة فضاء القوس.

يعتمد استقرار القوس المبني انشائيا نتيجة لمحصلة عاملين هما :-

- الاحتكاك بين اسطح وحداته المتجاورة
- قوة التماسك (Cohesion) لمونته البنائية

يفشل القوس نتيجة لواحد او اكثر من المسببات التالية :-

أ- انسحاق (Crushing) الوحدات البنائية (عدم تحملها لاجهادات الضغط)

ب-انزلاق (Sliding) الوحدات البنائية على بعضها (فشلها في تحمل أجهادات القص)

جـ. دوران احد مسندي القوس او كلاهما

د. الهبوط المتفاوت (Uneven Settlement) للمسندين .

فانسحاق الوحدات البنائية التي يتشكل منها القوس سيحصل اذا ما سببت القوة المحورية المتولدة فيها (نتيجة الاحمال المسلطة على القوس أجهادات ضغط تفوق قدرتها القصوى على تحمل الضغط. ولهذا السبب ينبغي ان تكون مساحة مقطع الوحدة كافيه لتحمل هذه الاجهادات ذات ارتفاع ثابت (سمك مادة القوس) لا يقل عن(19/1) من مسافة فضاء القوس ولا ينبغي ان تكون اقل من(20)سم باي حال.

في حالة الأقواس ذات الفضاءات الكبيرة يمكن جعل وحداتها البنائية ذات سمك متغير(بحيث يكون قليلة عند قمة القوس ويزداد نحو مسندي القوس).

لأجل تفادي المسبب الثاني(ب) يجب أن يتم تصميم القوس بحيث تكون مساحة المقطع المعرضة الى اجهاد القص كافية وتكون الزاوية المسببة للانزلاق اقل من زاوية الاحتكاك الداخلي. اما دوران مسندي القوس فيتم تجنبه اذا ما اصبح عمل القوة المحورية المتولدة في جسم القوس واقعا ضمن الثلث الوسطي للمسند لمنع نشوء عزم دوران كما يجب أن تكون مساند القوس ذات قابلية لتحمل أجهادات الضغط المتولدة نتيجة لمحصلة الاحمال التي ينقلها القوس من دون ان تهطل. يفترض ان يكون نصفا القوس متماثلين لتفادي الهبوط المتفاوت.

حساب الأحمال المسلطة على الاسس لفضاء مقدارة اربعة امتار

أ-المنشأ ذات السقف الخرساني

Load= volume×Unit weight

Load= 1/2(span×thickness ×width)× Unit weight ; Where; span ,thickness and width are in meters , and Unit weight in kN/m^3

Concrete roof load=1/2(4×0.18×1) × 24=8.64 kN/m Unit weight of concrete =24 kN/m^3

Roof sand load = 1/2 (4×0.1×1)× 17 = 3.4 kN/m Unit weight of sand =17 kN/m^3

Roof tiles load = 1/2 (4×0.04×1)× 24 =1.92 kN/m Unit weight of concrete =24 kN/m^3

Water proofing load = 1/2(4 ×0.02×1)× 13.5=0.54 kN/m Unit weight of water proof=13.5 kN/m^3

Cement plaster load = 1/2(4×0.04×1)× 14=0.56 kN/m Unit weight of plaster =14 kN/m^3

Concrete beam load = (0.3×0.25×1)× 24=1.8 kN/m

Brick wall load = 3 ×0.24 ×1×16=13.68 kN/m Unit weight of brick=16 kN/m^3

$T_{D.L}$=29.54 kN/m ;where $T_{D.L}$= Total dead load

Live load= 1.5 kN/m^2 for roofs

Live Load =1/2(1.5×4×1) =3 kN/m

Factored load = 1.4 D.L + 1.7 L.**L** ; where D.L= Dead load, L.L = Live load

Factored load =1.4 ×29.54 +1.7×3=46.45 kN/m ; According to ACI code

ب-المنشأ ذات السقف من الطابوق

Load= volume×Unit weight

Load= 1/2(span×thickness ×width)× Unit weight ; Where; span , thickness and width in meters and Unit weight in kN/m^3.

Brick roof load =1/2(4×0.12×1) × 16= 3.84 kN/m

Roof sand load = 1/2 (4×0.1×1)× 17 = 3.4 kN/m

Roof tiles load = 1/2 (4 ×0.025×1)× 24 = 1.2 kN/m

Water proofing load = 1/2(4 ×0.02×1)× 13.5= 0.54 kN/m

Cement plaster load= 1/2(4 ×0.02×1)× 14= 0.56 kN/m

Concrete beam load= (0.18×0.25×1+0.15×0.12×1)× 24= 1.52 kN/m

Brick wall load = 0.24 ×3 ×1×16= 11.52 kN/m

$T_{D.L}$= 22.58 kN/m

Live Load= 1.5 kN/m^2 for roofs

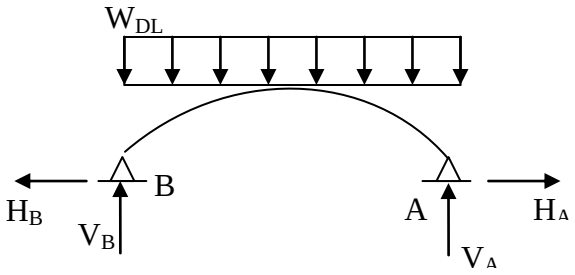
L.L =1/2(1.5×4) = 3

Factored load = 1.4 D.L + 1.7 L.L According to ACI code

Factored load =1.4 ×22.58 +1.7×3= 36.72 kN/m

من ملاحظة النتائج ومقارنتها بين أ و ب اعلاه نلاحظ ان الاحمال غير متساوية تما ما لذلك بالامكان ان يتم اختزال في الاسس المطلوبة في حالة البناء بالاقواس مما يقلل في تكاليف الاسس ايضا .

احتساب التقوس المسموح للسقف



$W_{D.L}$= 1600 X1.0 X 0.11
= 176 Kg / m

$$V_A = \left[\frac{W_{D.L} \times L}{2}\right] = \frac{176 \times 4}{2} = 352Kg$$

$$H_A = \left[\frac{W_{D.L} \times L^2}{8h}\right] = \frac{176 \times (4)^2}{8h} = 352/h$$

Where: $W_{D.L}$= uniformly distributed dead load (Kg/m$^{2)}$
V_A= Vertical load (Kg)
H_A=Horizontal load (Kg)
h = Maximum central height of arc (m)
L = Widths of arc (m)

According to British standard code CP lll (Structural recommendations for load bearing walls)

Permissible Shear Stress = 20 psi = 1.41 Kg / cm^2

Shear stress = $\frac{H_A}{A_{MAX}} = 1.41$ Where: A_{Max}= Maximum Area of Wall

H_A =1.41x (100x24) =3384 Kg

$$H_A = \left[\frac{W_{D.L} \times L^2}{8h}\right]$$

h= 3384x176x4^2/8=10.4 cm.

Check Bearing Stresses ;

$$\text{Bearing Stresses} = \frac{V_A}{BearingArea} = \frac{352}{100 \times 24} = 0.15Kg/cm^2$$

Assume h=20 cm for particular case , check shear stress ;

$$\text{Shear stress} = \frac{H_A}{Area} = \frac{176 \times (4)^2/(8 \times 0.20)}{100 \times 24} = 0.733Kg/cm^2$$

وبمقارنة قيمة اجهاد الضغط واجهاد القص بقيمة تحمل الضغط وتحمل القص للجدران الطابوقية كما توصي به المدونات (cp) القياسية (CPIII) تبين الآتي :

Basic permissible compressive stress for brick= 10.8 Kg/cm^2

Cross sectional area (A) = (100 x 24 = 2400cm^2= 372 in^2) Less than (500in^2)

$$\text{Reduction factor} = 0.75 + \frac{A}{2000}$$

$$= 0.75 + \frac{372}{2000} = 0.936$$

Permissible compressive stress = 0.936 x 10.8 = 10.1 Kg/cm^2

Permissible shear stress = 20 psi = 1.4 1 Kg/cm^2

من مقارنة النتائج ينتج ان الاحمال ضمن الحدود المسموح بها .

لقد تم تنفيذ عدة نماذج لاختبار عدة متغيرات وهي الارتفاع الاقصى للقوس و نوع المونة المستخدمة في الربط ،

(جص ، نورة والاسمنت ، مونة الاسمنت والرمل) لمعرفة تأثير ذلك على استقرار القوس وقابلية تحمله وسلوكه إثناء التحميل . كما مبين في الجدول (1)

النموذج	أقصى ارتفاع للقوس	نوع مونه الربط		
		الاسمنت والرمل	النورة والاسمنت	الجص
1- الفضاء 4 متر	10 سم	*	*	*
2- الفضاء 4 متر	15 سم	*	*	*
3- الفضاء 4 متر	20 سم	*	*	*
4- الفضاء 4 متر	25 سم	*	*	*
5- الفضاء 5 متر	25سم	*	*	*

جدول رقم (1) يبين تفاصيل النماذج التي تم فحصها .

***تعني نوعية المادة الرابطة المستخدمة**

تطلب العمل انجاز (15) نموذج لدراسة تأثير المتغيرات (الارتفاع الأقصى للقوس، نوع المونة، عرض الفضاء)

الجانب العملي

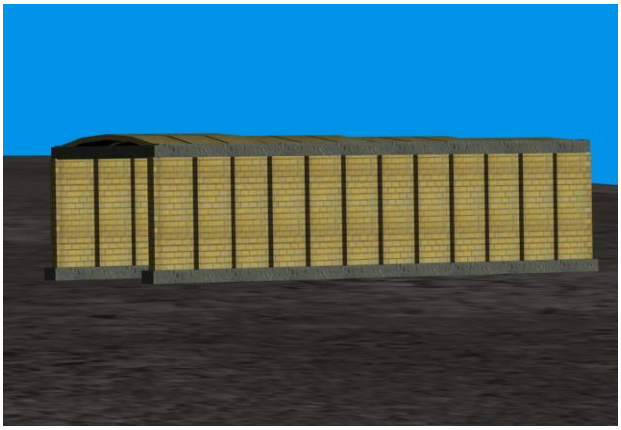
لأجل تنفيذ البرنامج العملي المخطط للبحث تم اختيار مسافة الفضاء المقرر تسقيفها بالقوس الطابوقي وجعلها (4-5)متر تم بناء جدارين مستمرين متقابلين(شكل رقم 1) من الطابوق الفخاري بارتفاع(2.8) متر وبطول(12) متر وبسمك (24) سم تفصل بينهما مسافة صافية من مركزي الجدار تساوي(4)متر وتم بناء جدارين متقابلين بطول (3)متر وبارتفاع (2.8) متر و بسمك (24)سم تفصل بينهما مسافة صافية من مركزي الجدارين تساوي(5) متر. تم تقسيم النموذج الأول (فضاء 4 متر) إلى(12)جزء بعرض(75)سم بعد أن تركت فواصل بحدود(25)سم بين الأجزاء تسمح ببناء أقواس

مستقلة لدراسة حالة كل قوس منها بشكل مستقل عن القوس الأخر. تم تقسيم النموذج الثاني (فضاء 5متر) إلى ثلاثة أجزاء بعرض (75) سم بعد أن تركت فواصل بحدود(25) سم بين الأجزاء تسمح ببناء أقواس مستقلة لدراسة حالة كل قوس منها بشكل مستقل عن القوس الأخر. تم بناء هيكل مستمر من رافدة خرسانية مسلحة مبنية على جداري الاستناد حيث تم تصميم الرافدة الساندة (ذات المقطع المحتوي على تفصيل الكرسي لاستناد نهايتي القوس، وتكون قادرة على تحمل الأحمال المسلطة على القوس الطابوقي والمنتقلة إلى الرافدة عند جلوسه عليها بعد اكتمال بناء الهيكل من الروافد المسلحة وانقضاء مدة الإنضاج الكافية (3 أسابيع) بوشر ببناء الأقواس الطابوقية(شكل رقم 2) وبارتفاعات متغيرة ذات أقصى تقوس للقوس الطابوقي (25,20,15,10) سم وبعرض (75) سم بعد أن تم تثبيت باقي المتغيرات وبعد أن تم تحضير قوالب جبسيه مقوسة بدرجات تقوس مختلفة (قطعتين لكل تقوس).

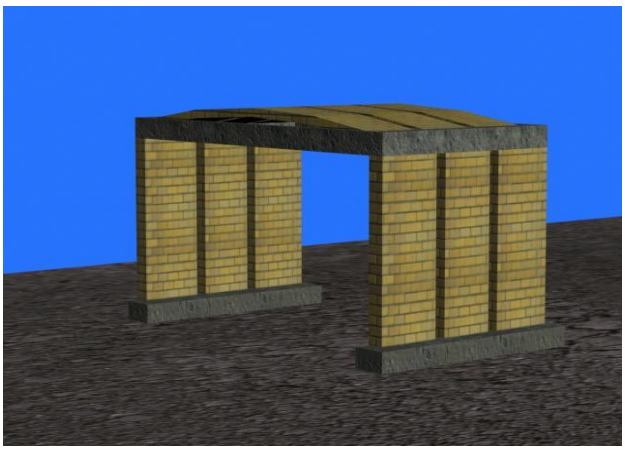
لغرض دراسة تأثير نوع المادة الرابطة على سلوك القوس الطابوقي تم اختيار ثلاثة أنواع من المواد الرابطة لبناء القوس هي (الجص ،مونة الاسمنت والرمل، خليط الاسمنت والنورة).

بعد الانتهاء من بناء الأقواس تمت المباشرة بعملية إجراء الفحوص الميدانية للأقواس وذلك بتحميل الأقواس الطابوقية على شكل مراحل (25 كغم/م2) لكل مرحلة(شكل رقم 3) وتم قياس الهطول في مركز القوس عند كل حالة تحميل(شكل رقم 5) وصولا إلى الحمل التصميمي البالغ (150 كغم / م^2) وقد صمدت جميع الأقواس في تحمل الأحمال المسلطة.

لغرض دراسة الحمل الذي ينهار به القوس تم الاستمرار بتحميل احد الأقواس (فضاء5متر) إلى(3) أضعاف الحمل التصميمي(شكل رقم 4) حيث تمت ملاحظة حصول بعض الشقوق الشعرية في مركز القوس مما اعتبر القوس قد وصل الى حالة الانهيار(شكل رقم 6).



ـ أ ـ



- ب-

شكل رقم (1) يبين النماذج التجريبية التي تم إنشاءها

أ- فضاء 4متر ب- فضاء 5متر

شكل رقم (2) يوضح عملية بناء القوس بدون استعمال قوالب

شكل رقم (3) يوضح القوس وهو محمل بوزن 450 كغم /متر من طول القوس أي بحمل كلي 2250 كغم

شكل رقم (4) يوضح القوس وهو محمل بوزن 150 كغم /متر من طول القوس

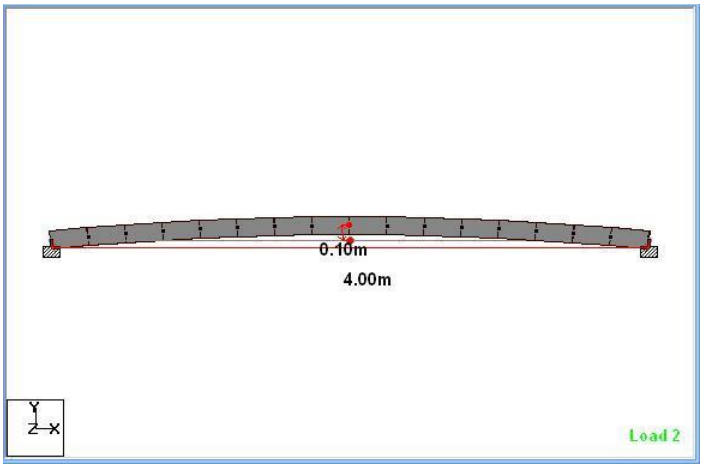
شكل رقم (5) يوضح مقياس الانحراف المستعمل في قياس مقدار الهطول عند منتصف القوس

شكل رقم (6) يوضح الشقوق نتيجة لتحميل القوس بحمل يعادل 3 إضعاف الحمل التصميمي

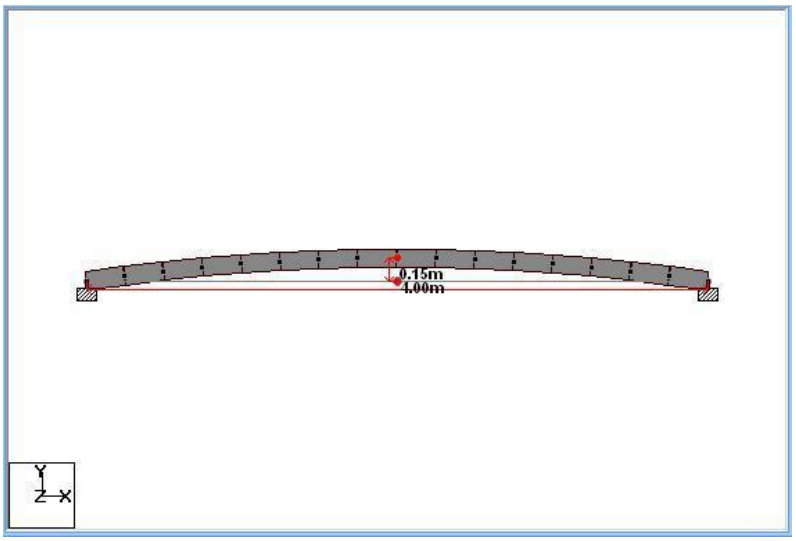
شكل رقم (7) يوضح تحمل القوس للأحمال التصميمية المسلطة

التحليل النظري

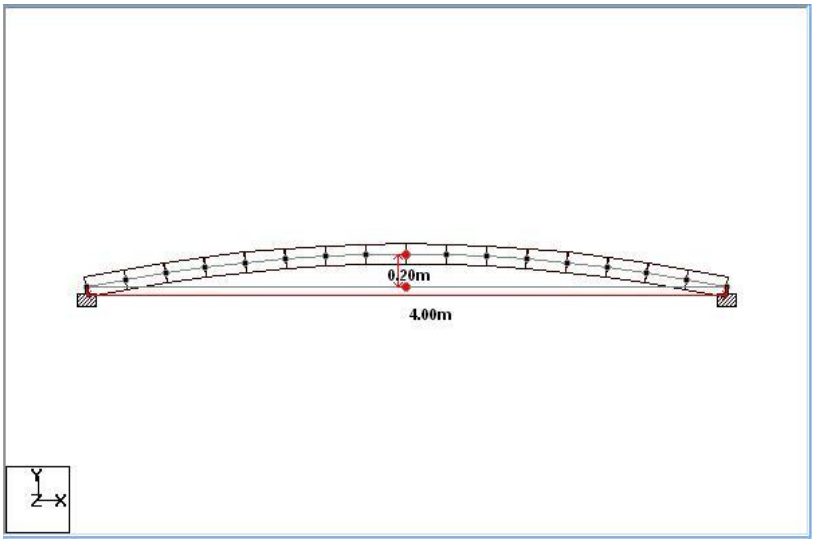
تم إجراء التحليل النظري باستخدام برنامج التصميم والتحليل الإنشائي (STTAD III) حيث تم بناء النماذج التجريبية (شكل8- 12) وتم تمثيل الحمل التصميمي المسلط البالغ (150 كغم /م2) (شكل 13) وتم تسليطه على شكل مراحل(25 كغم / م2) لكل حالة وبشكل يطابق الحالة الواقعية التي تم أجرائها خلال الجانب العملي من البحث وبعد إجراء التحليل النظري للنماذج وبالاعتماد على المتغيرات المعتمدة في البحث تم قياس قيمة الهطول الأقصى عند منتصف القوس لكل حالة ومقارنتها مع النتائج المستحصلة من الفحوص الموقعية لكل حالة تقوس حيث بينت النتائج النظرية مقاربتها لما تم الحصول عليه خلال الجانب العملي والموضحة أدناه.



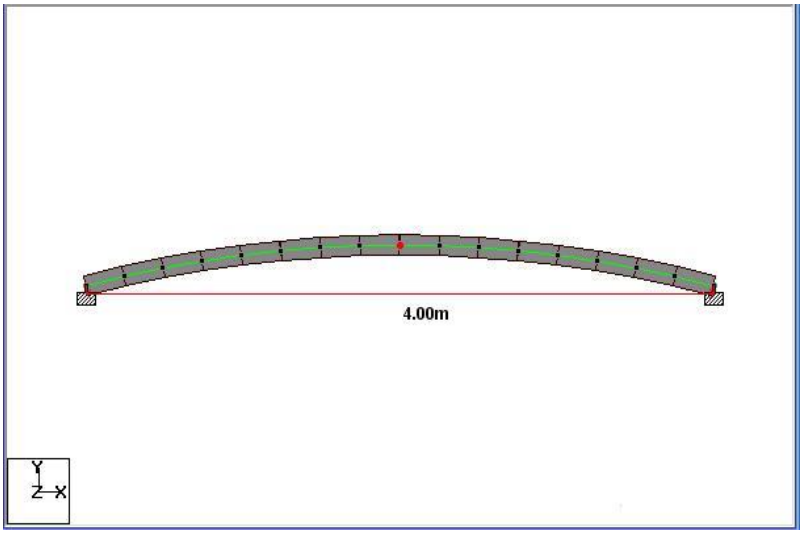
شكل رقم (8) يوضح النموذج التحليلي لفضاء 4متر وأقصى ارتفاع للقوس 10 سم



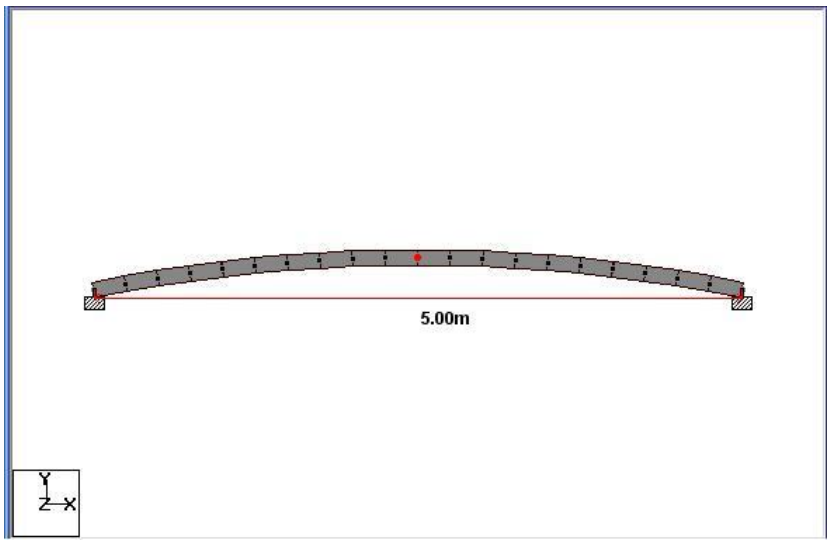
شكل رقم (9) يوضح النموذج التحليلي لفضاء 4متر وأقصى ارتفاع للقوس 15 سم



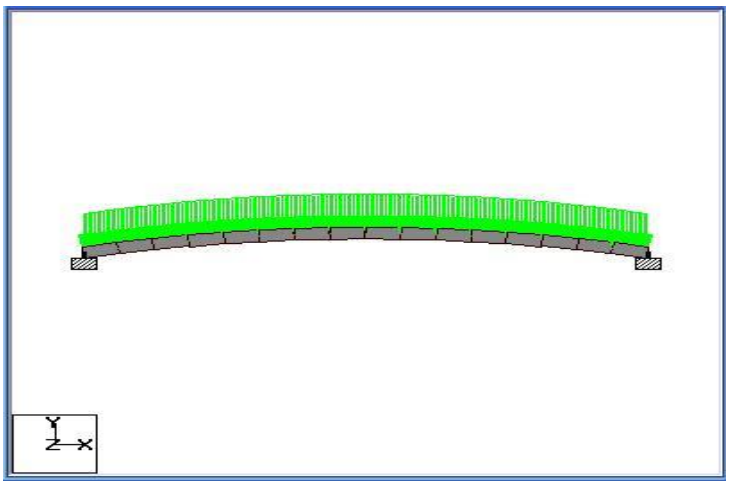
شكل رقم (10) يوضح النموذج التحليلي لفضاء 4متر وأقصى ارتفاع للقوس 20 سم



شكل رقم (11) يوضح النموذج التحليلي لفضاء 4متر وأقصى ارتفاع للقوس 25 سم



شكل رقم (12) يوضح النموذج التحليلي لفضاء 5متر وأقصى ارتفاع للقوس 25 سم

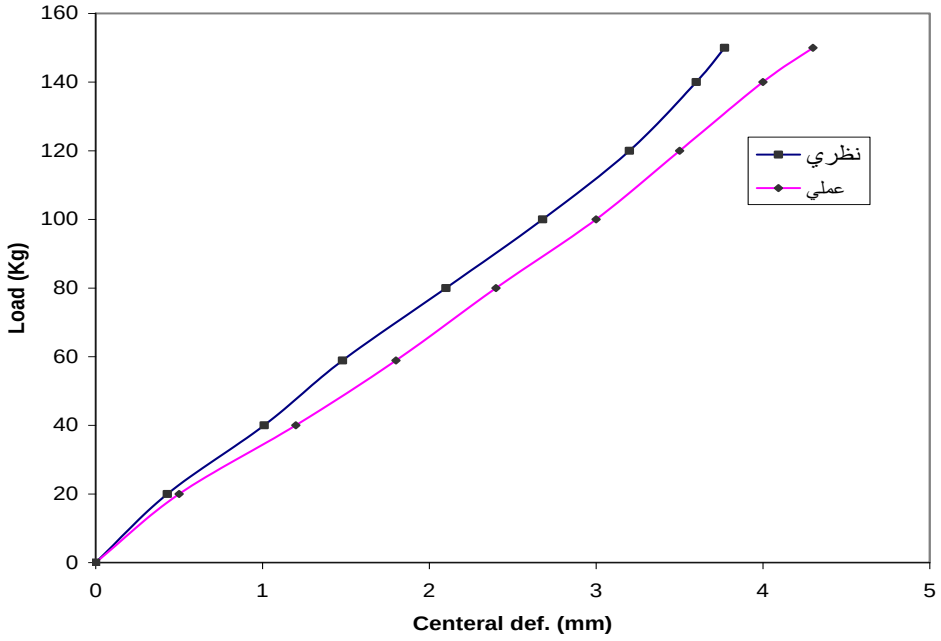


شكل رقم (13) يوضح تسليط الحمل التصميمي على النماذج التحليلية

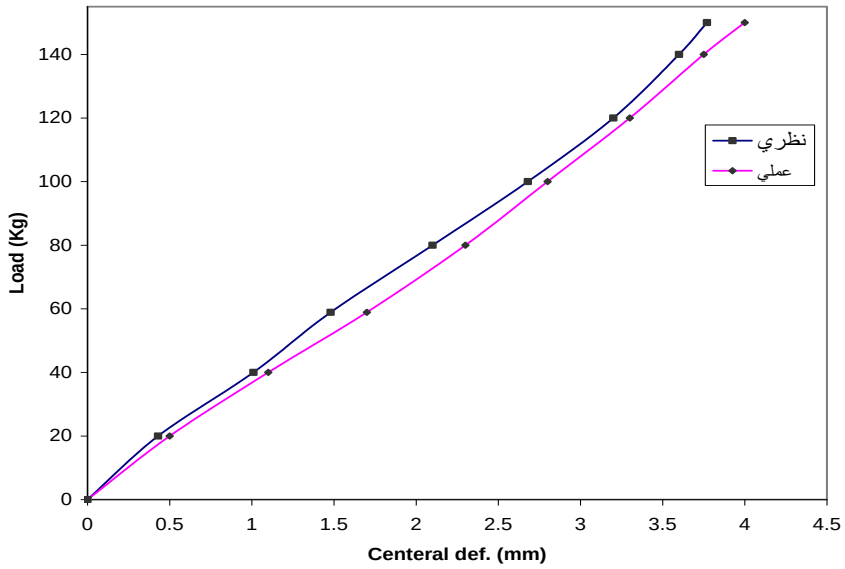
جدول رقم (2) يبين نتائج الفحوص الموقعية للبحث مع مقارنتها بنتائج التحليل النظري

رقم النموذج	عرض الفضاء (م)	ارتفاع القوس (سم)	نوع المادة الرابطة	الحمل التصميمي (كغم/م2)	أقصى هطول نظري (مم)	أقصى هطول تجريبي(مم)
1	4	10	الجص	150	4.27	4.8
2	4	10	مونة الاسمنت والرمل	150	3.77	4.3
3	4	10	خليط الاسمنت والنورة	150	3.77	4
4	4	15	الجص	150	3.3	3
5	4	15	مونة الاسمنت والرمل	150	3.6	3.2
6	4	15	خليط الاسمنت والنورة	150	3.6	3
7	4	20	الجص	150	2.64	2.4
8	4	20	مونة الاسمنت والرمل	150	2.8	2.45
9	4	20	خليط الاسمنت والنورة	150	2.8	2.6
10	4	25	الجص	150	2.8	2
11	4	25	مونة الاسمنت والرمل	150	2.3	2.1
12	4	25	خليط الجص والنورة	150	2.8	2,4
13	5	25	الجص	150	4.2	4.6
14	5	25	مونة الاسمنت والرمل	150	3.7	4.47
15	5	25	خليط الاسمنت والنورة	150	3.7	4.35

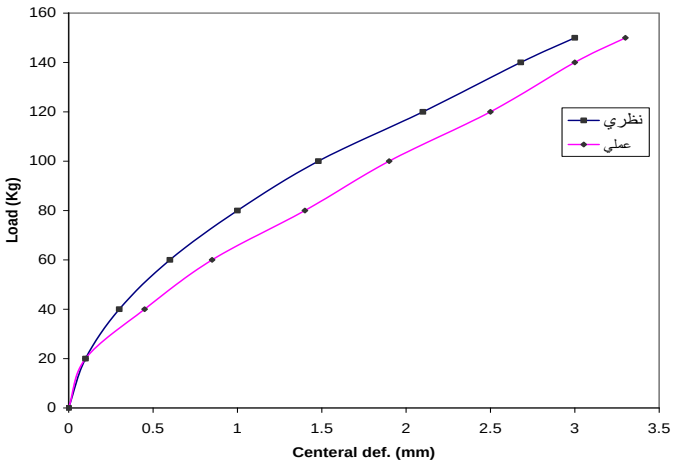
شكل رقم (14) يبين مخطط الحمل- الإزاحة للنموذج رقم (1)



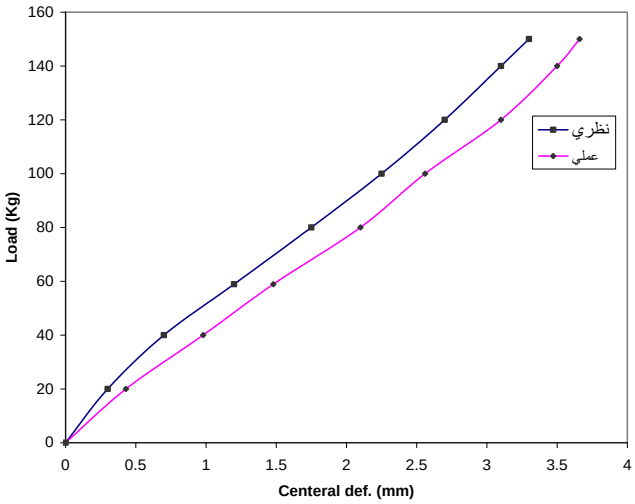
شكل رقم (15) يبين مخطط الحمل- الإزاحة للنموذج رقم(2)



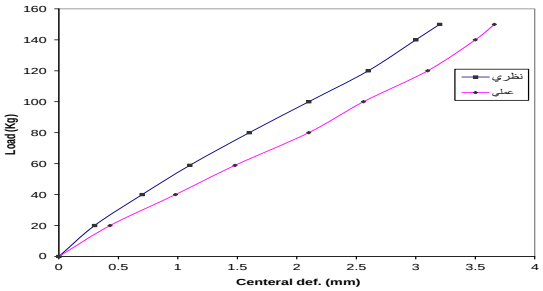
شكل رقم (16) يبين مخطط الحمل- الإزاحة للنموذج رقم(3)



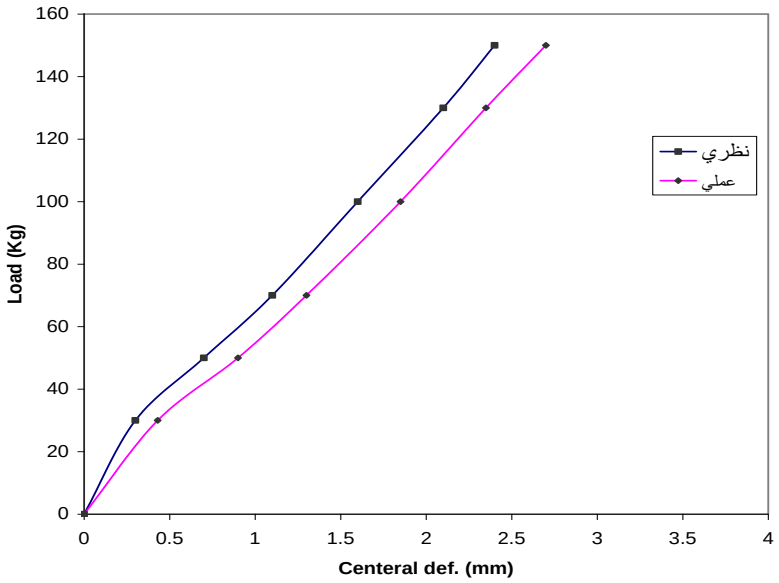
شكل رقم (17) يبين مخطط الحمل- الإزاحة للنموذج رقم(4)



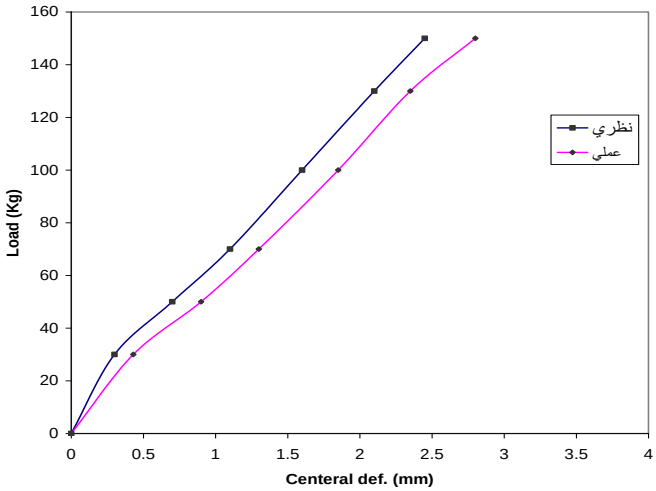
شكل رقم (18) يبين مخطط الحمل- الإزاحة للنموذج رقم(5)



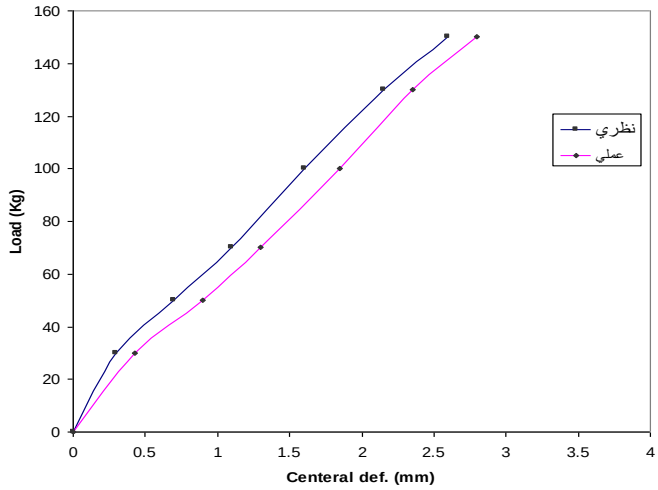
شكل رقم (19) يبين مخطط الحمل- الإزاحة للنموذج رقم(6)



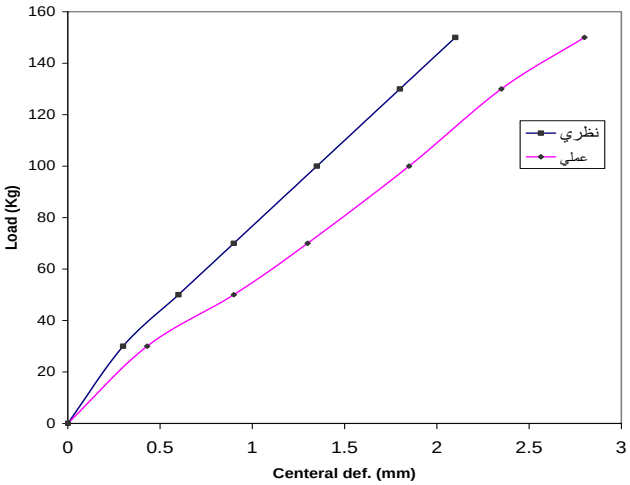
شكل رقم (20) يبين مخطط الحمل- الإزاحة للنموذج رقم (7)



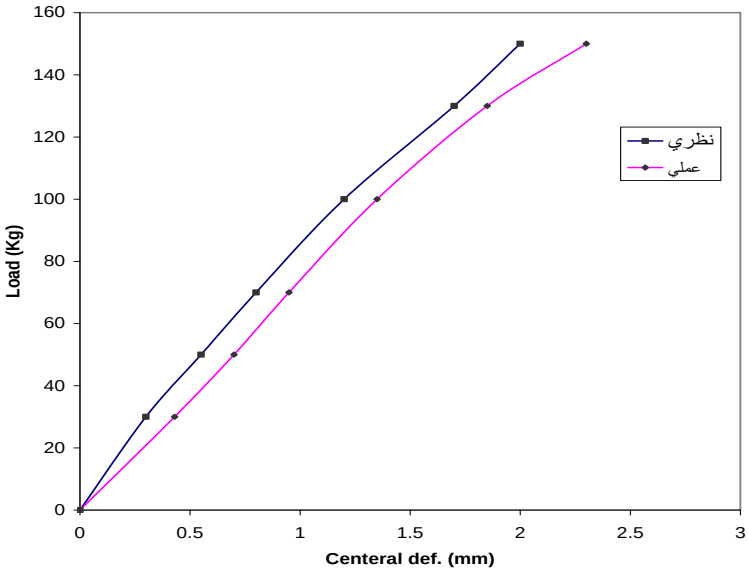
شكل رقم (21) يبين مخطط الحمل- الإزاحة للنموذج رقم (8)



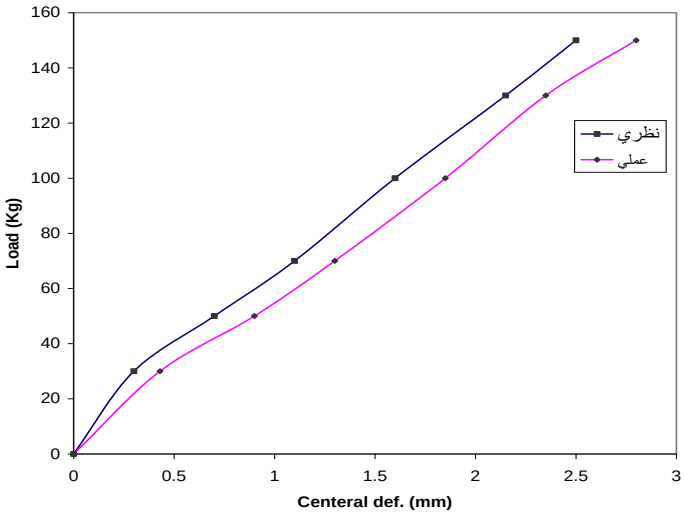
شكل رقم (22) يبين مخطط الحمل- الإزاحة للنموذج رقم (9)



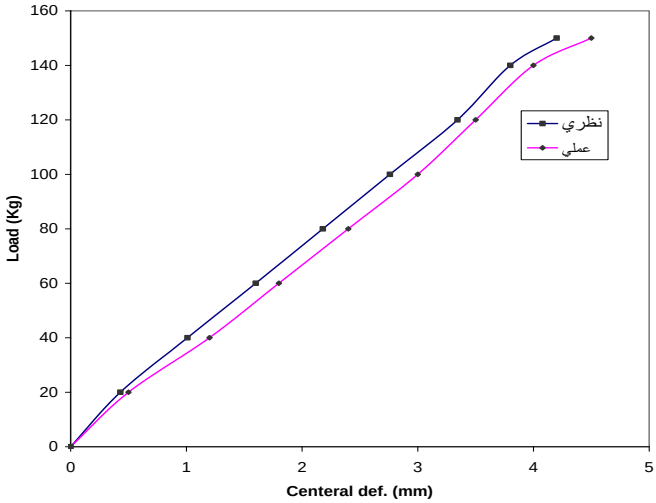
شكل رقم (23) يبين مخطط الحمل- الإزاحة للنموذج رقم (10)



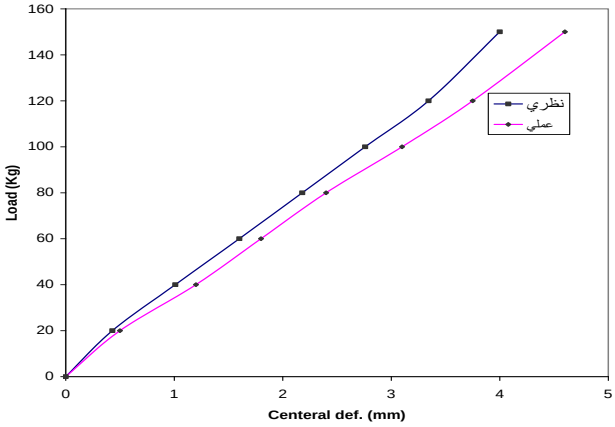
شكل رقم (24) يبين مخطط الحمل- الإزاحة للنموذج رقم(11)



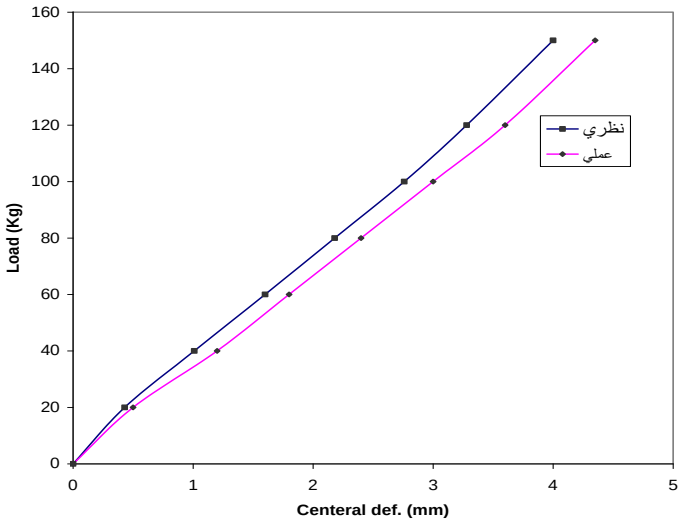
شكل (25) يبين مخطط الحمل- الإزاحة للنموذج رقم(12)



شكل رقم (26) يبين مخطط الحمل- الإزاحة للنموذج رقم (13)



شكل رقم (27) يبين مخطط الحمل- الإزاحة للنموذج رقم(14)



شكل رقم (28) يبين مخطط الحمل- الإزاحة للنموذج رقم(15)

مناقشة النتائج

من خلال دراسة النتائج التي تم الحصول عليها من الجانب العملي للبحث ومقارنتها مع نتائج التحليل النظري يتبين وجود تطابق تقريبي في النتائج مما يدل على النجاح في بناء النموذج النظري للتحليل الإنشائي ومنها يتبين نجاح التسقيف بهذه الطريقة وتحمل النماذج جميعا للأحمال التصميمية ولكن من ملاحظة مخطط الإزاحة – الحمل للأقواس ذات ارتفاع (10) سم لقمة القوس نلاحظ حصول إزاحة تصل إلى(4,8) ملم وحيث ان درجة التقوس القليلة لهذا القوس قد تسبب تغير في الشكل الهندسي للقوس مما يؤثر على استقرار القوس إنشائيا لهذ ا ولزيادة متطلبات الأمان بهذه الطريقة نعتبر القوس ذو ألارتفاع (15) سم فأعلى هو الأفضل في حالة التنفيذ العملي حيث وصلت أقصى إزاحات لمثل هذه الأقواس إلى(3) ملم عند استعمال خليط الاسمنت والنورة أو الجص كمادة رابطة لأجزاء القوس الطابوقية ويفضل استعمال خليط النورة والاسمنت كمادة رابطة لأجزاء القوس لما لهذه المادة من خاصية ذات ديمومة عالية وكونها تمتاز بزيادة تصلبها ومقاومتها العالية عند تعرضها للرطوبة.

النتائج والاستنتاجات

من دراسة النتائج المستحصلة من الحسابات النظرية يتبين نجاح التسقيف بطريقة الاقواس حيث أن درجة تقوس السقف القليلة تسمح بإنشاء مساكن ذات طوابق متعددة كما أن الكلفة الإنشائية للسقف تقل بنسبة 56% باستعمال هذه

الطريقة في التسقيف عن الطريقة التقليدية باستعمال الخرسانة المسلحة حيث أن كلفة المتر المربع الواحد من الخرسانة المسلحة تصل إلى حدود 90000 دينار وان كلفة المتر المربع الواحد من السقف الطابوقي المقوس تصل إلى حدود 50000 دينار ، بالمقارنة البسيطة مع فقرات العمل التي يتطلبها كل نوع من التنفيذ .

التوصيات

أن استخدام التسقيف بهذه الطريقة يقلل من كلفة الإنشاء بنسبة جيدة مقارنة باستخدام طريقة إنشاء السقوف من الكونكريت المسلح وبالشكل التقليدي المتعارف عليه وكذلك خاصية كفاءة العزل الحراري وسرعة الإنجاز لذلك نوصي باعتماد هذه الطريقة في الإنشاء.

ان القوس الافضل من الجوانب النظرية والتجريبية كما بينت نتائج البحث هو القوس بارتفاع (25) سم . باستخدام مونة السمنت والرمل .

المصادر

ليفون، آرتين و زهير ساكو انشاء المباني الطبعة الأولى بغداد 1983-1

2-British Standard Code of Practice CP111: Structural Recommendations for Load Bearing Walls

3-ACI CODE 1983

4-Khanna P.N. "Indian Civil Engineering Handbook"8th ed . Engineering Publishing Ltd. 1982.

5-Mckay. W. B. "Building Construction" Vols.1 and 4 Longman Ltd. 1979.