مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (36) العدد (6) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (36) No. (6) 2014

أثر شكل أربطة الإطارات البيتونية المسلحة للأبنية العالية على القوى المتولدة في عناصر الإطار

الدكتور زكائي طريفي*

(تاريخ الإيداع 28 / 11 / 2014. قُبِل للنشر في 28/ 12 / 2014)

□ملخّص□

نظرا لكون الإطارات البيتونية تخضع لانتقالات جانبية كبيرة وخصوصاً في حالة المباني العالية، حيث يصعب تخفيض الإزاحات فإنه من المفيد تحسين سلوكها لتخفيض الانتقالات الجانبية وذلك من خلال الأربطة. يمكن استخدام الأربطة أيضا في حالات تدعيم وزيادة كفاءة الأبنية البيتونية القائمة. تتنوع أشكال أربطة الإطارات البيتونية بهدف تحقيق فتحات النوافذ والأبواب في جدران الإطارات. يهدف البحث إعطاء فكرة للمصمم عن أثر شكل الأربطة في قوى المقطع المتولدة في عناصر الإطارات البيتونية المسلحة للأبنية العالية .

أجريت الدراسة على إطار من البيتون المسلح مؤلف من خمس فتحات وبارتفاع خمسة عشر طابقاً. تمت مقارنة أشكال مختلفة من الأربطة المعدنية وهي بشكل X ، V ، K و O . أجريت الحسابات بالاعتماد على برنامج CSI-SAP 2000 .

أجريت مقارنة قيم الانتقالات الطابقية للإطار البيتوني بالعلاقة مع أشكال الأربطة، وتبين بأن للأربطة فعالية كبيرة في تخفيض الانتقالات الطابقية، ففي حالة الأربطة بشكل X و V انخفضت قيم الانتقالات في الطابق الأخير بنسبة % 52.38 ، أما في حالة الأربطة بشكل K و O فقد انخفضت قيم الانتقالات الطابقية بنسبة % 23.07 .

أجريت مقارنة مفصلة لقيم قوى المقطع أي العزوم وقوى القص والقوى الناظمية في جوائز وأعمدة الإطار البيتوني في الطابقين الأول والثاني بالعلاقة مع أشكال الأربطة.

تم الاستنتاج بأن للأربطة بشكل X و V فعالية كبيرة لإطارات الأبنية البيتونية العالية، وكذلك لحالات رفع كفاءة الأبنية البيتونية الإطارية القائمة .

الكلمات المفتاحية: الإطارات البيتونية المسلحة، المباني البيتونية، الأربطة المعدنية، التصميم الزلزالي برنامج SAP 2000 .

* أستاذ مساعد – قسم الهندسة الإنشائية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (36) العدد (6) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (36) No. (6) 2014

Effect of the Shape of Bracing for R/c Tall Building Frames on the Internal Forces in the Frame Elements

Dr. ZakaiTraifi*

(Received 28 / 11 / 2014. Accepted 28 / 12 / 2014)

□ ABSTRACT □

Due to the sensitivity of concrete frames to the lateral displacement especially in the case of tall buildings, it is useful to improve the behavior to resistance the lateral displacement through bracing. Bracing can be used in cases of rehabilitation and increasing the efficiency of existing concrete buildings. Varied shapes of bracing for concrete frames in order to achieve opening for windows and doors in the wall of frames. The research aims to give an idea for designer on the effect of the shape of bracing on the cross section forces generated in the elements of R/C tall buildings frame elements.

The Study was conducted on R/C frame which consist from five spans, and fifteen storeys. It has compared different shapes of metal bracing, which are X, V, K and O. Calculation were based on Program CSI-SAP 2000.

Conducted compared for the storylateral displacement of concrete frame in relation with the bracing shape. It shows that the bracing have large effect to reduce the storey lateral displacement, in the case of the bracing with X and V shape decreased the value of displacement in the last story in ratio 52.38%, in the case of bracing with K and O shape decreased in ratio 23.07%.

Conducted detailed comparison for the value of cross section i.e. Moments, shear and axial forces in beams and columns of first and second floor frame in relationship of bracing shape. It concludes thatX and V bracing have large effect on the concrete tall buildings frame, as well as in the cases of improving the efficiency of existing R/C frame buildings.

Keywords: Reinforced concrete frame; Concrete Building; Steel bracing;
Seismic design;Program SAP 2000.

* **Associate Professor; Department of Constructional Engineering; Faculty of Civil Engineering, University of Tishreen; Lattakia, Syria.**

مقدمة:

تخضع إطارات الأبنية البيتونية المسلحة العالية لقوى شاقولية إضافة للقوى الأفقية الناجمة عن الرياح والزلازل . نظراً لحساسية الإطارات البيتونية للانتقالات الجانبية وخصوصا في حالة المباني العالية فإنه من المفيد تحسين سلوكها لمقاومة الانتقالات الجانبية وذلك من خلال الأربطة .

تتعارض أحياناً الأربطة مع فتحات النوافذ والأبواب المطلوبة في جدران الإطارات البيتونية، ومن هنا تتنوع أشكال الأربطة (انظر الشكل (1)) ويمكن التمييز بين الأشكال الآتية :

- أربطة بشكل حرف X
- أربطة بشكل حرف V
- أربطة بشكل حرف K
- أربطة بشكل حرف O

أربطة بشكل حرف X

أربطة بشكل حرف V

الشكل (1): أمثلة عملية توضيحية لأشكال أربطة الإطارات البيتونية المسلحة المختلفة

تشكل الأربطة بشكل X عائقا أمام فتحات النوافذ والأبواب لذلك يفضل استخدامها في الجدران المغلقة، بينما تسمح الأربطة بشكل V وكذلك الأربطة بشكل K بعمل نوافذ أو أبواب تتناسب فتحاتها مع الأربطة، وميزة الأربطة بشكل O بأنها تعطي فراغاً كبيراً يسمح بتنفيذ نوافذ مع أبواب .

تختلف مواد بناء أربطة الإطارات البيتونية المسلحة ، حيث يمكن تنفيذها من البيتون المسلح، أو من الفولاذ والشكل (2) يعطي أمثلة عملية تطبيقية .

أربطة فولاذية	
أربطة بيتونية	

الشكل (2): أمثلة عملية توضيحية لأنواع مواد بناء أربطة الإطارات البيتونية المسلحة .

أهمية البحث وأهدافه:

من المعلوم حساسية الإطارات البيتونية المسلحة للانتقالات الجانبية وخصوصا في حالة الأبنية العالية. يمكننا تحسين فعالية الإطارات البيتونية المسلحة في الأبنية العالية ، والتخفيف من الانتقالات الجانبية وذلك من خلال اعتماد الأربطة في الإطارات . يعد التربيط عائقاً كبيراً للتخطيط المعماري ويشكل عائقا لتحديد فتحات النوافذ والأبواب، ولتجنب الإعاقة يمكننا اعتماد أشكال مختلفة من الأربطة. يهدف البحث توضيح علاقة شكل أربطة الإطارات البيتونية المسلحة للأبنية العالية على القوى المتولدة في عناصر الإطار .

أجريت بحوث عديدة لدراسة سلوك الإطارات البيتونية المسلحة ذات الأربطة المعدنية ومنها [2] حيث أجرى الباحثان Massumi , Absalan نموذجا تجريبيا لإطارين من البيتون المسلح مصممين وفق الكود التركي . قوِّي إطار منهما بأربطة معدنية بشكل حرف X . أجريت أيضاً نمذجة حاسوبية بالاعتماد على برنامج ANSYS للإطارين . حُمِّل الإطاران بحمولات استاتيكية دورية وذلك لتحليل الأثر المتبادل بين عناصر الإطار والأربطة بشكل X.

طوِّرَ بنتيجة البحث موديل حسابي ، وتبين بأن للأربطة بشكل X فعالية جيدة لتخميد الطاقة الناجمة عن الحمولة الزلزالية .

درس الباحثان Maheri, Akbari في [3] علاقة معامل السلوك الزلزالي R للإطارات البيتونية المسلحة ذات الأربطة بشكل حرف X و K ، حيث تبين بأن العامل R يعبر عن المطاوعة ويزيد من مقاومة الإطارات البيتونية. وضحت أيضا علاقة معامل السلوك الزلزالي R بارتفاع الإطار البيتوني أي بعدد الطوابق، وبنوعية الحمولة المطبقة. درس الباحثان ثلاثة نماذج من الإطارات البيتونية وبعدد طوابق مختلف لكل إطار وهي أربعة طوابق، ثمانية طوابق، ثلاثة عشرطابقاً ، واستنتج الباحثان قيم معامل السلوك للإطارات البيتونية المسلحة ذات الأربطة المعدنية .

أجريت دراسة تجريبية في المرجع [4] على إطار من البيتون المسلح غير مطاوع من خلال تقويته بأربطة فولاذية بشكل حرف X ، حيث كانت أعمدة الإطار صغيرة المقطع وقصيرة وضعيفة المقاومة. أجريت التجربة على نموذج مصغر للإطار بنسبة الثلثين، والإطار مؤلف من فتحتين وبثلاث طوابق. أخضع الإطار لحمولة جانبية استاتيكية دورية . بينت التجربة زيادة كفاءة ومقاومة الإطار، وكذلك زيادة مقاومة أعمدة الإطار على القص نتيجة لإضافة الأربطة على شكل X .

هدف الباحثان Wang, Lin Yu في [5] دراسة آلية الانهيار على القص بتأثير الزلازل، حيث نفذ إطار بيتوني بفتحة واحدة وبطابق واحد بنسبة تصغير الثلث. حُمِّل الإطار تجريبياً بحمولة زلزالية محاكية لزلزال الـ EL–Centro مع تسارعات مختلفة ومطابقة للأحمال الزلزالية التصميمية الواردة في الكود الصيني. بيَنت التجربة بأن الإطارات البيتونية المسلحة المقواة بأربطة فولاذية بشكل حرف Y ذات أداء ممتاز لمقاومة القوى الناجمة عن الزلازل القوية.

درس الباحثون Varum, Dias, Marques, Pinto, Bhatti في [6] وضعية الأبنية القائمة والغير مصممة لتأثير الزلازل، ولتخفيض المخاطر في هذه الأبنية والناجمة عن تأثير الأحمال الزلزالية، درس الباحثون إمكانية تقوية المباني البيتونية المسلحة من خلال الاعتماد على الأربطة الفولاذية. بيَن البحث إمكانية تنفيذ الأربطة الفولاذية مع جهاز مخمد للطاقة، وقد طوَر الموديل الحسابي لذلك. أجريت الدراسة أيضا لتأثير مختلف أنواع الزلازل على الأبنية القائمة، وتم التأكد من فعالية الأربطة الفولاذية في تحسين سلوك المباني القائمة .

درس الباحثون Malekpour, Ghaffarzadeh, Dashti في [7] إمكانية تحديد علاقة الانتقال الجانبي لأنظمة الإطارات البيتونية المسلحة مع أربطة معدنية. اعتبر من أجل التحديد الأولي نسبة المقاومة بين الإطار البيتوني والأربطة الفولاذية. درست في البحث إطارات بارتفاع أربعة طوابق، وثمانية طوابق، واثني عشر طابقاً، وذلك بتأثير سبعة أنواع من التسارعات الأرضية .

تسبب الزلازل عادة أضرار غير مقبولة في المنشآت البيتونية المسلحة وقد حاول الباحثان Ping, Jin-Xin في [8] إيجاد طريقة لتحسين مسار نقل الأحمال وذلك من خلال تقوية المباني البيتونية الإطارية من خلال أربطة معدنية أو إضافة كابلات مشدودة إلى البناء، وقد حسبت الإطارات المقواة بالأربطة بطريقة الـ Pushover بالاعتماد على برنامج SAP 2000 . تم الاستنتاج بأن الأربطة أو الكابلات المشدودة تحسن جداً من سلوك الإطارات البيتونية المسلحة، وتخفف من قيم الانتقالات الجانبية للإطارات، وذلك بسبب تأخر تشكل المفاصل اللدنة في جوائز وأعمدة الإطارات.

وضع الباحثون Xin., Lu, Xiao., Guan, Zhang Lu , في [9] نمذجة محاكاة حاسوبية بطريقة العناصر المحدودة لبناء عالي جدا بارتفاع 550 m منفذ في الصين، ومشكل من إطارات ذات أربطة مع نواة بيتونية، وذلك كنموذج لناطحات السحاب الشائعة التنفيذ في المناطق ذات الخطورة الزلزالية الكبيرة. درس الباحثون ميكانيزم الانهيار بتأثير الأحمال الزلزالية ولطيف تسارع أعظمي مقداره (0.9 g) . تم في ختام البحث استنتاج الخصائص الديناميكية للبناء، وكذلك ميكانيزم وآلية الانهيار بالدقة والتفصيل .

بيَن البحث في [10] طريقة تدعيم إطار قائم من البيتون المسلح بإطار من الفولاذ مع بيان طريقة الوصل بين الإطارين. اهتم البحث بكيفية زيادة المقاومة على القص والقوى الضاغطة المحورية في أعمدة الإطار البيتوني، وذلك بهدف تدعيم الإطار البيتوني القائم. دعم البحث أيضا بدراسة تجريبية لإطار من البيتون المسلح مكون من طابق واحد بأربع فتحات، وبإطار بفتحة واحدة بطابقين .

نظرا لإمكانية تنفيذ أشكال مختلفة للأربطة في إطارات الأبنية العالية من البيتون المسلح فإنه من الضروري دراسة أثر شكل الأربطة على القوى المتولدة في عناصر الإطار تحت تأثير أحمال الثقالة الأرضية (الأحمال الميتة والحية) بالإضافة إلى تأثير الأحمال الزلزالية الجانبية .

تأتي أهمية هذا البحث بإعطاء فكرة للمصمم عن أثر شكل الأربطة المعتمد في التصميم على قوى المقطع المتولدة في كافة عناصر الإطار البيتوني، مما يسهل عملية اختيار الأربطة مع الحالة المعتمدة في التصميم . يفيد البحث أيضاً في تسهيل اختيار شكل الأربطة للمباني البيتونية القائمة والمطلوب تدعيمها لمقاومة القوى الأفقية مثل الزلازل، وذلك من خلال مقارنة قوى المقطع المتولدة في الإطارات البيتونية القائمة بالعلاقة مع أشكال الأربطة المختلفة

طرائق البحث ومواده:

نفذت الدراسة على إطار من البيتون المسلح مؤلف من خمس فتحات مجاز الفتحة الواحدة 5 m ، وبارتفاع خمسة عشر طابقاً ارتفاع الطابق 3.25 m ، وقد اعتبرنا الإطار موثوق عند القاعدة، ولم نأخذ بالاعتبار أثر اختلاف أنواع ترب التأسيس .

اعتمدت أبعاد أعمدة الإطار 60 X 60 cm في الطوابق الخمسة السفلية، و 50 X 50 cm من الطابق السادس حتى العاشر، و 40 X 40 cm من الطابق الحادي عشر حتى الخامس عشر، بينما اعتمدت مقاطع الجوائز

عرض 30 cm وارتفاع 60 cm في جميع الطوابق ، وقد اعتمدنا بالنمذجة أثر التشققات في عناصر الإطار وفق الوارد في الملحق رقم (2) للكود العربي السوري الفقرة 4 – 2 – 2 ، والتي تتضمن متطلبات النمذجة وذلك باعتبار صلابة الجوائز بنسبة 50% من صلابة المقطع الكلي، وصلابة الأعمدة المضغوطة 70 % .

اعتمد بيتون الإطار من الصنف C 30 أي إن المقاومة المميزة للبيتون تساوي $f'c = 30\ N/mm^2$ ، وحديد التسليح محلزن عالي المقاومة بحد مرونة 420 MPa.

أخضع الإطار للأحمال الميتة وتشمل الوزن الذاتي والإكساءات ، وكذلك الحمولة الحية وفق الكود العربي السوري 2012 [1] ، أما بالنسبة لأحمال القوى الزلزالية فقد اعتمدنا الكود الأمريكي UBC 97 [11] . تم اعتماد تراكب الأحمال وفق الكود العربي السوري الطبعة الرابعة لعام 2012 [1] ، الآتية:

$$U = 1.4\ D + 1.7\ L$$

$$U = 1.32\ D + 1.1\ E + 1.1\ (f1\ L + f2\ S)$$

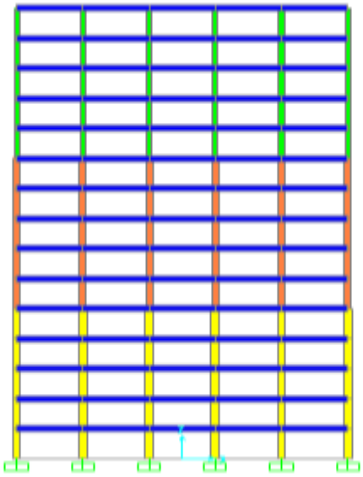
حيث تمثل D الأحمال الدائمة، و E الحمولة الزلزالية، و L، S الحمولة الحية والثلج و f1 ، f2 معاملات وفق الكود .

اعتمدنا في الدراسة على برنامج CSI–SAP 2000 [12]، حيث وضعت نمذجة حاسوبية للإطار البيتوني مع الأحمال وهو يعتبر الإطار المرجعي في البحث ، ثم تمت نمذجة أشكال مختلفة من الأربطة المعدنية وهي بشكل X ، V ، K ، O ، وفق الموضح في الشكل (3)، والأربطة عبارة عن مقاطع تيب معدنية □ بأبعاد X 100 100 mmوبسماكة 5 mm ، ومن حديد من نوع ST 37 .

النتائج والمناقشة:

تمت مقارنة قيم الانتقالات الطابقية الأعظمية للإطار البيتوني بالعلاقة مع أشكال الأربطة وفق الشكل (4)، وتبين بأن للأربطة فعالية كبيرة في تخفيف الانتقالات الطابقية الأعظمية وخصوصا عند قمة الإطار، حيث تتقارب قيم الانتقالات الطابقية الأعظمية في حالة الأربطة بشكل X و V وتميزت بأدائها الفعال في تخفيف قيم الانتقالات بنسبة 52.38 % ، وتقاربت أيضا قيم الانتقالات الطابقية في حالة اعتماد الأربطة بشكل K و O ولكن مع تخفيض قيم الانتقالات الطابقية بنسبة 23.07 % من حالة عدم وجود الأربطة .

الإطار البيتوني بدون أربطة (الإطار المرجعي)



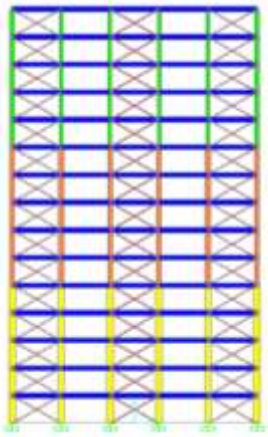
الأبعاد الهندسية:

- 15 طابق بارتفاع طابقي 3.25 m
- خمس فتحات بمجاز 5m لكل فتحة

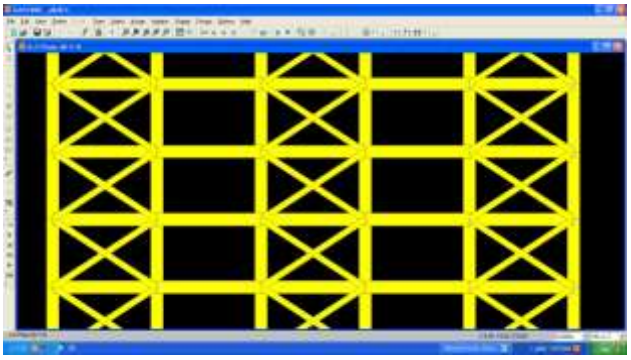
مواد الإنشاء:

- صنف البيتون C30
- حديد التسليح عالي المقاومة
- الأربطة من نوع ST 37

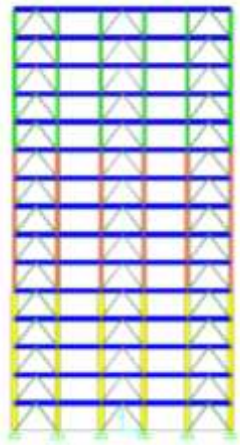
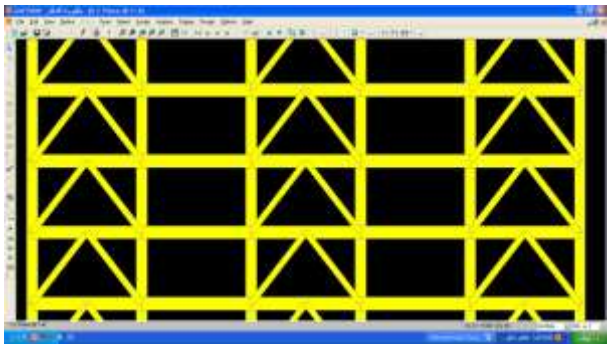
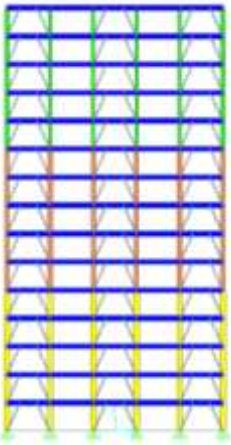
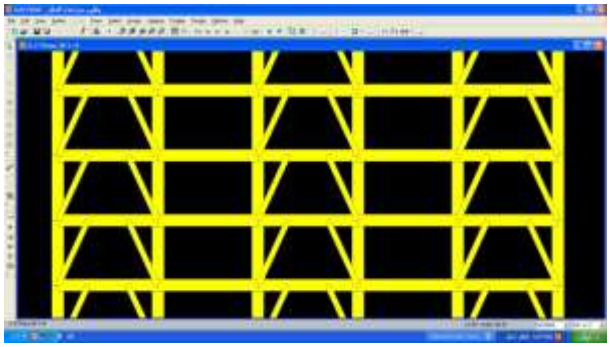
الإطار البيتوني مع أربطة بشكل X

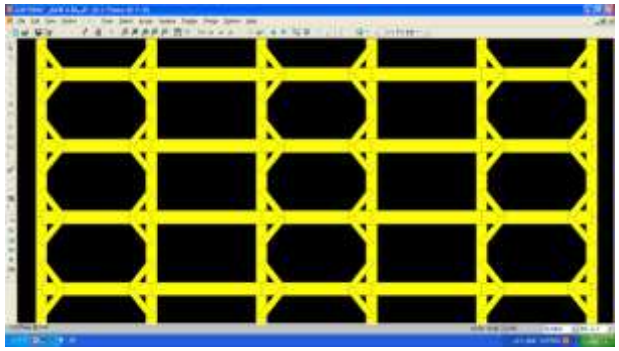


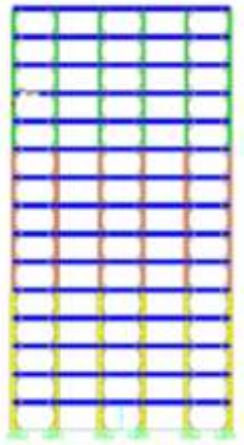
تفصيلة الأربطة



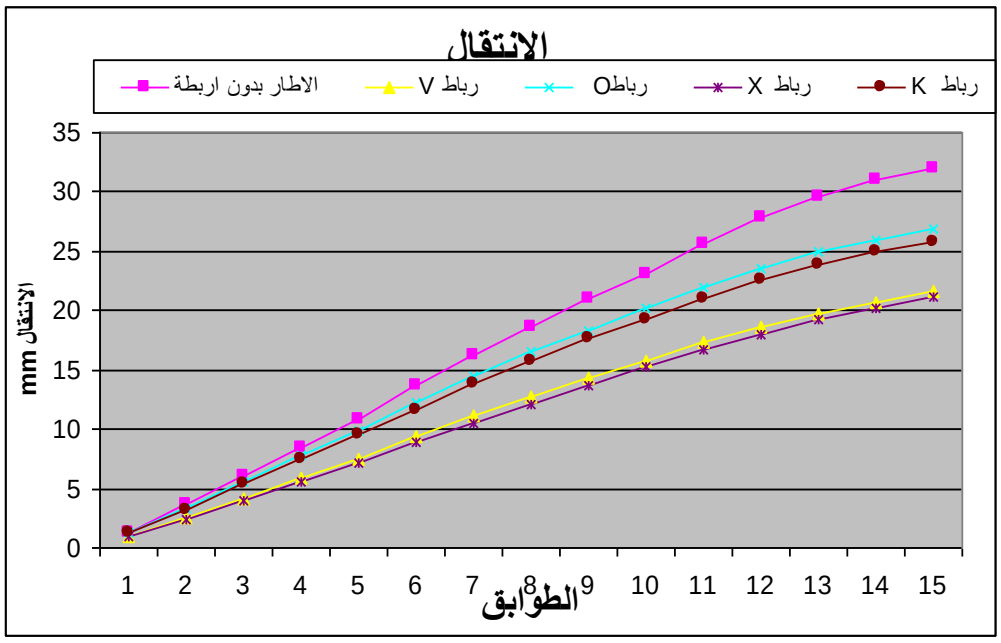
الشكل (3): توضيح معطيات الإطار البيتوني وأشكال الأربطة المدروسة.

الإطار البيتوني مع أربطة بشكل V مقلوبة	
	تفصيلة الأربطة 
الإطار البيتوني مع أربطة بشكل K	
	تفصيلة الأربطة 
الإطار البيتوني مع أربطة بشكل O	





تابع الشكل (3): توضيح معطيات الإطار البيتوني وأشكال الأربطة المدروسة



الشكل (4): علاقة الانتقالات الطابقية الكلية للإطار البيتوني مع شكل الأربطة .

أجريت مقارنة قيم قوى المقطع الأعظمية في **جوائز** الإطارات البيتونية في الطابقين الأول والثاني بالعلاقة مع أشكال الأربطة وفق الشكل (5) . بينت نتائج الحساب مايأتي:

- تتقارب قيم العزوم الموجبة الأعظمية في كافة جوائز الطابقين الأول والثاني للإطارات البيتونية للأربطة بأشكال X , V , O ولكنها ازدادت بنسبة الضعف في حالة الأربطة بشكل K ، وفق الشكل (a – 5) .
- تفيد الأربطة في تخفيض قيم العزوم السالبة الأعظمية في جوائز الطابقين الأول والثاني للإطارات البيتونية حيث انخفضت قيم العزوم السالبة الأعظمية عند اعتماد الأربطة بشكل X و V بنسبة 29 % ، وانخفضت بنسبة 11 % عند اعتماد أربطة بشكل O و K وذلك في جوائز الطابق الثاني وفق الشكل (b – 5) .

- أظهرت الأربطة بشكل V فعالية مقبولة في تخفيض قيم قوى القص في جوائز الإطارات البيتونية حيث انخفضت بنسبة % 8 ، بينما تقاربت فعالية الأربطة بشكل O و K و X وانخفضت بنسبة % 4.3 وفق الشكل (5 – c) .
- أدت الأربطة إلى زيادة القوى الناظمية في جوائز الإطارات البيتونية وفق التسلسل الآتي للأربطة بشكل K و X و V وأخيرا الأربطة بشكل O وفق الشكل (5 – d) .

أجريت مقارنة قيم قوى المقطع الأعظمية المتولدة في **أعمدة** الإطارات البيتونية في الطابقين الأول والثاني بالعلاقة مع أشكال الأربطة وفق الشكل (6) . ويمكن استنتاج مايأتي:

- أدت الأربطة إلى تخفيض قيم العزوم في أعمدة الإطارات وكانت الفعالية الكبيرة للأربطة بشكل X حيث انخفضت قيم العزوم في أعمدة الطابق الأول بنسبة % 25 وكذلك للأربطة بشكل V ، بينما لم تساهم الأربطة بشكل K و O بالتأثير على قيم العزوم في الأعمدة وفق الشكل (6 – a) .
- أسهمت الأربطة بشكل X و V بتخفيض قيم قوى القص في أعمدة الإطارات البيتونية، بينما لم تسهم الأربطة بشكل K و O بالتأثير على قيم قوى القص في أعمدة الإطارات وفق الشكل (6 – b) .
- أظهرت الأربطة فعالية في تخفيض قيم القوى الناظمية في أعمدة الإطارات البيتونية، حيث تقاربت فعالية الأربطة بشكل V و K ومن ثم الأربطة بشكل X و O وفق الشكل (6 – c) .

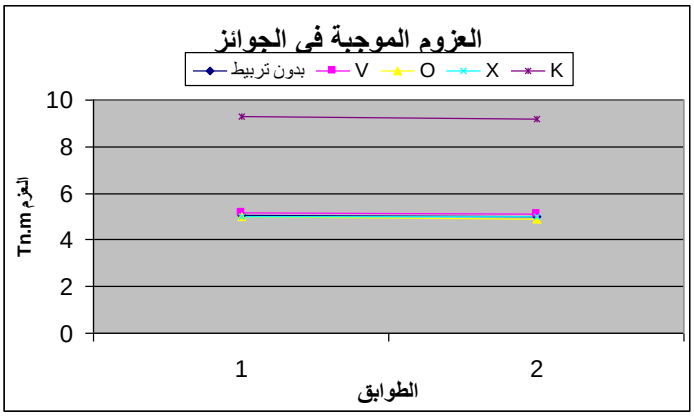
الاستنتاجات والتوصيات :

بينت لدينا نتائج تحليل الإطار البيتوني المرجعي والإطارات المكافئة ذات الأربطة بشكل X و V و K و O بأن للأربطة أثراً على قيم قوى المقطع في عناصر الإطارات البيتونية .

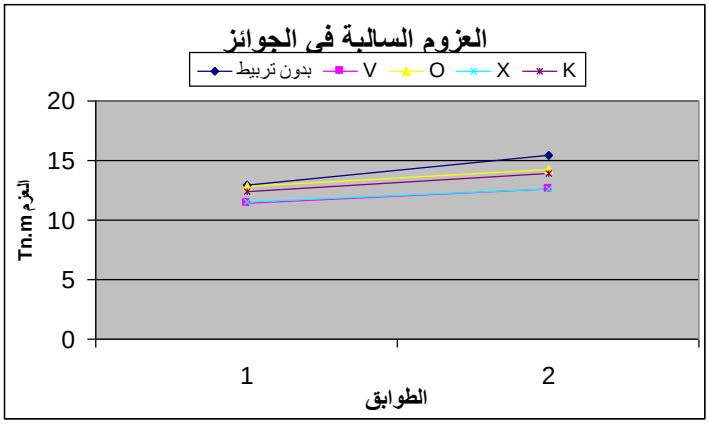
اعتماداً على نتائج التحليل تبين لدينا بأن للأربطة أثراً كبيراً في تخفيض قيم الانتقالات في الإطارات البيتونية المسلحة، وأظهرت الأربطة بشكل X و V فعالية كبيرة .

اعتماداً على الحسابات السابقة أظهرت الأربطة بشكل X فعالية كبيرة بالتأثير الايجابي على قيم قوى المقطع في عناصر الإطارات البيتونية بمقارنتها مع بقية أشكال الأربطة المدروسة الأخرى ولذلك ينصح باعتمادها مع الأخذ في الحسبان إعاقتها فتحات النوافذ والأبواب في جدران الإطارات البيتونية عند ذلك ينصح باعتماد الأربطة بشكل V .

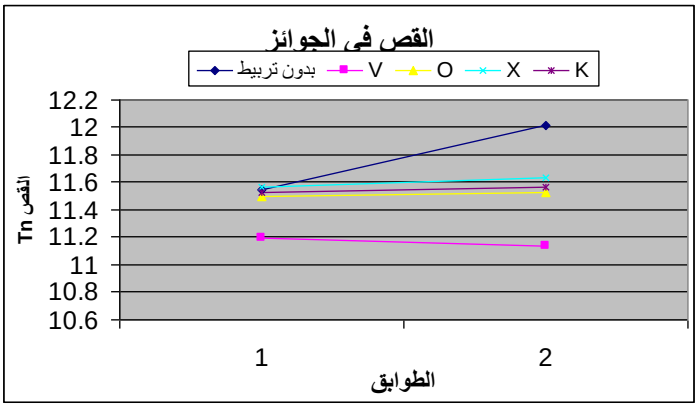
يمكن التوسع في البحث وذلك من خلال إجراء دراسات على إطارات بيتونية ومعدنية بارتفاعات وبفتحات مختلفة ، وكذلك بمقارنة الأربطة المعدنية مع الأربطة البيتونية المسلحة .


العزوم الموجبة في الجوائز
بدون تربيط
V
O
X
K
10
8
6
4
2
0
العزم Tn.m
1
2
الطوابق

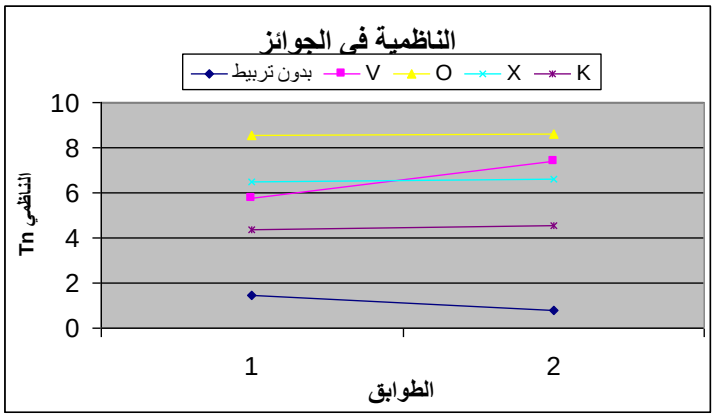
(5 – a)


العزوم السالبة في الجوائز
بدون تربيط
V
O
X
K
20
15
10
5
0
العزم Tn.m
1
2
الطوابق

(5 – b)

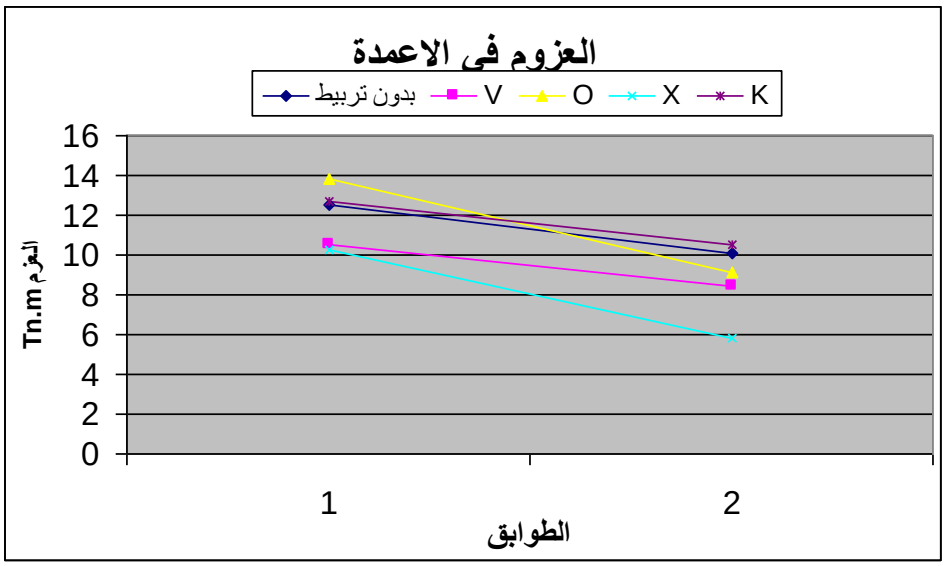

القص في الجوائز
بدون تربيط
V
O
X
K
12.2
12
11.8
11.6
11.4
11.2
11
10.8
10.6
القص Tn
1
2
الطوابق

(5 – c)

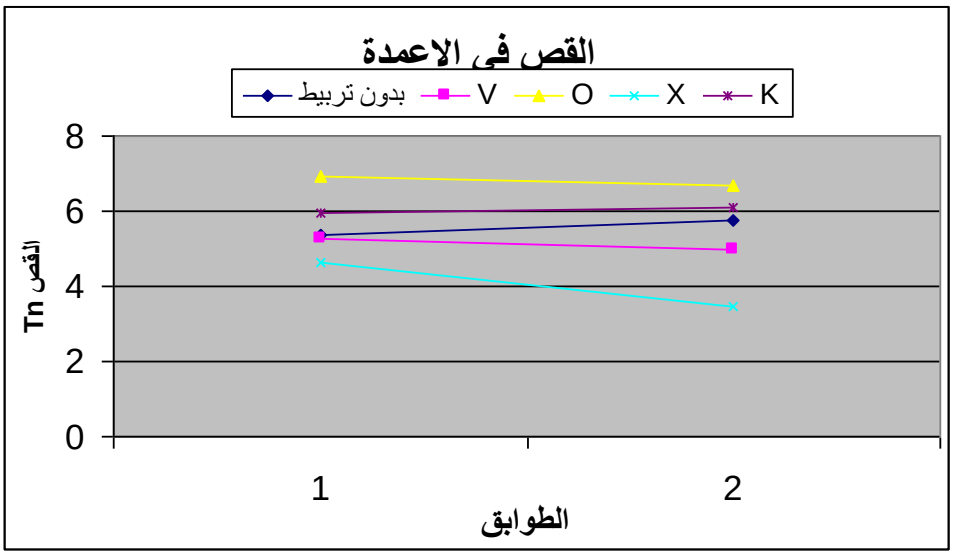


(5 – d)

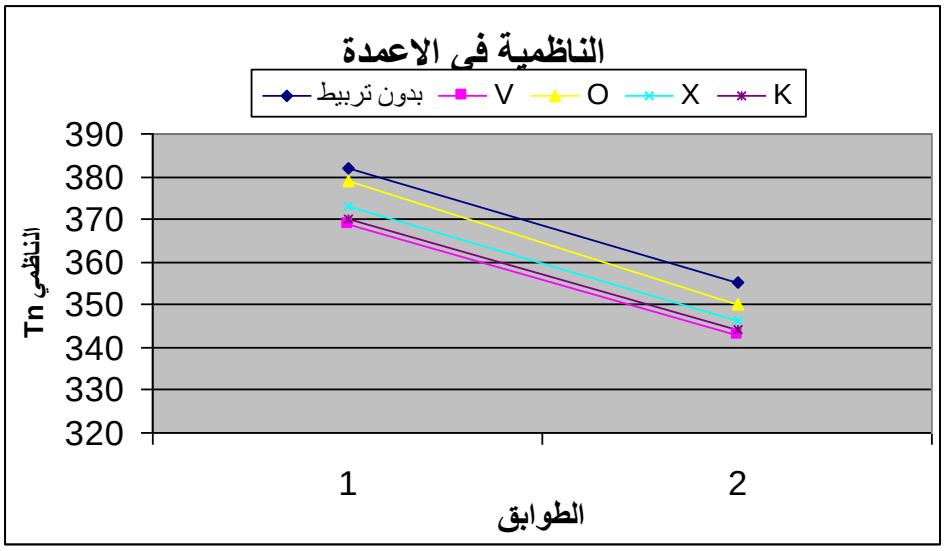
الشكل (5): مقارنة قيم قوى المقطع في جوائز الإطارات البيتونية في الطابقين الأول والثاني بالعلاقة مع أشكال الأربطة المدروسة



(6 – a)



(6 – b)



(6 – c)

الشكل (6): مقارنة قيم قوى المقطع في أعمدة الإطارات البيتونية في الطابقين الأول والثاني بالعلاقة مع أشكال الأربطة المدروسة

المراجع:

[1] الكود العربي السوري لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة . الطبعة الرابعة، دمشق ، 2012 ، 404 صفحة .

[2] Massumi, A., Absalan M,.: *Interaction between bracing system and moment resisting frame in braced RC frames*.- In: Archives of Civil and Mechanical Engineering, Volume 13, Issue 2, PP 260-268, 2013

[3] Maheri, M., Akbari, R.: *Seismic behaviour factor, R, for steel X-braced and knee-braced RC buildings* .- In: Engineering Structures, Volume 25, Issue 12, PP 1505-1513, 2003

[4] Bush, T. D., Jones, E. A., Jirsa, J. O..: *Behavior of RC Frame Strengthened Using Structural Steel Bracing*.- In: Journal of Structural Engineering, Volume 117, Issue 4, PP 1115 – 1126, 1991

[5] Wang, D. P., Lin Yu, A. : *Shear Failure Behavior of Y-Eccentrically Brace in RC Frame Structures under Earthquake Action* .- In: Advanced Materials Research, Volumes 639 - 640, PP. 866–869, 2013

[6] Varum, H., Dias, F. T., Marques, P., Pinto, A. V., Bhatti, A. Q.: *Performance evaluation of retrofitting strategies for non-seismically designed RC buildings using steel braces*.- In: Bulletin of Earthquake Engineering, Volumes 11, Issue 4, PP. 1129–1156, 2013

[7] Malekpour, S., Ghaffarzadeh, H., Dashti, F.*: Direct displacement-based design of steel-braced reinforced concrete frames*.- In: The Structural Design of Tall and Special Buildings, Volumes 22, Issue 18, PP. 1422–1438, 2013

[8] Ping, L., Jin-Xin, H.: *New Schema to Resist Seismic Collapse of RC Frame* . In: Advanced Materials Research, Switzerland, Volume 753-755, PP 690 – 693, 2013

[9] Lu , Xin., Lu, Xiao., Guan, H. , Zhang, W., Ye, L.: *Earthquake-induced collapse simulation of a super-tall mega-braced frame-core tube building*.- In: Journal of Constructional Steel Research, Vol. 82 , PP. 59–71, 2013

[10] Javadi, P., Yamakawa, T.: *Retrofitting of RC Frames by Steel Braced Frames Utilizing a Hybrid Connection Technique*.- In: Journal of Advanced Concrete Technology, Volume 11, No. 3, PP 89 – 107, 2013

[11] UBC 97 *, Uniform Building Code,* 1997

[12] SAP2000 , *Integrated Software for Structural Analysis & Design,* Computer and Structures Inc, Berkeley, CA, USA, 2013