Comparison of the Effect of Regular Coupling Beam and Coupling Beam with Crown on the Response and Behavior of Shear Walls in Medium-rise Buildings

Dr. Akram Sakkour*
Hiba Essa Habka**

(Received 6 / 6 / 2022. Accepted 2 / 8 / 2022)

□ ABSTRACT □

Reinforced concrete shear walls with coupling beams are used in many buildings as resisting elements to horizontal loads caused by earthquake or wind. Shear walls with openings are called coupled shear walls which act as cantilevered shear walls joined by coupling beams. Openings for windows and doors affect the behavior of the structure and cause to decrease the strength of shear wall. The aim of this research is to study the behavior of coupled shear walls with regular coupling beams / with crowns, to understand seismic response and compare them, to reduce the damage in the building under the influence of earthquake, and increase its stiffness, and facilitate the maintenance process after the earthquake. A study was carried out using (ETABS) program and a nonlinear static analysis was procedure on two models of buildings consisting of eight stories, where the first model consists of shear walls with traditional coupling beams and the second of shear walls with coupling beams with crowns. The models were compared in terms of base shear, axial forces, coupling ratios, Von mises stresses, and locations of plastic hinges. The results of the analysis clearly showed the importance of using coupling beams with crowns, because it leads to an increase in the resistance of the nodes to the meeting of the beams with the wings of the shear walls with an opening, in addition to an increase in the bearing capacity of the building and the shear walls.

Keywords: shear walls, regular coupling beams, coupling beams with crowns, coupling ratios.

* **Professor, Department of Structural Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. email:A.Sakkour@outlook.com**
** **Postgraduate Student (Master), Department of Structural Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. email: hiba.habka@tishreen.edu.sy**

المقارنة بين تأثير جوائز الاقتران المنتظمة وجوائز الاقتران بتيجان على استجابة وسلوك جدران القص في الأبنية متوسطة الارتفاع

د. أكرم صقور*

هبه عيسى حبقه**

(تاريخ الإيداع 6 / 6 / 2022. قُبِل للنشر في 2/ 8 / 2022)

□ ملخّص □

تستخدم جدران القص الخرسانية المسلحة مع جوائز اقتران (جوائز رابطة) في العديد من المباني كعناصر مقاومة للحمولات الأفقية الناتجة عن الزلازل أو الرياح. تدعى جدران القص بفتحات بجدران القص المقترنة التي هي عبارة عن جدران قص ظفرية متصلة مع بعضها بواسطة جوائز اقتران. إن فتحات النوافذ والأبواب تؤثر على سلوك المنشأ وتؤدي إلى تقليل مقاومة جدار القص. الهدف من هذا البحث هو دراسة سلوك جدران القص المقترنة بجوائز اقتران منتظمة تقليدية / بتيجان، لفهم استجابتها الزلزالية والمقارنة بينها، للحد من الضرر في المبنى تحت تأثير الزلزال، وزيادة صلابتها، وتسهيل عملية الصيانة بعد الضربة الزلزالية. أجريت دراسة باستخدام برنامج (ETABS) وتم إجراء تحليل ستاتيكي لاخطي على نموذجين من الأبنية مكونين من ثمانية طوابق، حيث النموذج الأول مكون من جدران قص مع جوائز اقتران تقليدية والثاني من جدران قص مع جوائز اقتران بتيجان. تمت المقارنة بين النماذج من حيث القص القاعدي والقوى المحورية ونسب الاقتران وإجهادات فون ميسس وأماكن تشكل المفاصل اللدنة. أظهرت نتائج التحليل بشكل واضح أهمية استخدام جوائز الاقتران بتيجان، لأنها تؤدي الى زيادة مقاومة عقد التقاء الجوائز بأجنحة جدران القص بفتحة، بالإضافة لزيادة في قدرة تحمل المبنى وجدران القص.

الكلمات المفتاحية: جدران قص، جوائز اقتران منتظمة، جوائز اقتران بتيجان، نسب الاقتران.

* **أستاذ – قسم الهندسة الإنشائية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية. email:A.Sakkour@outlook.com**

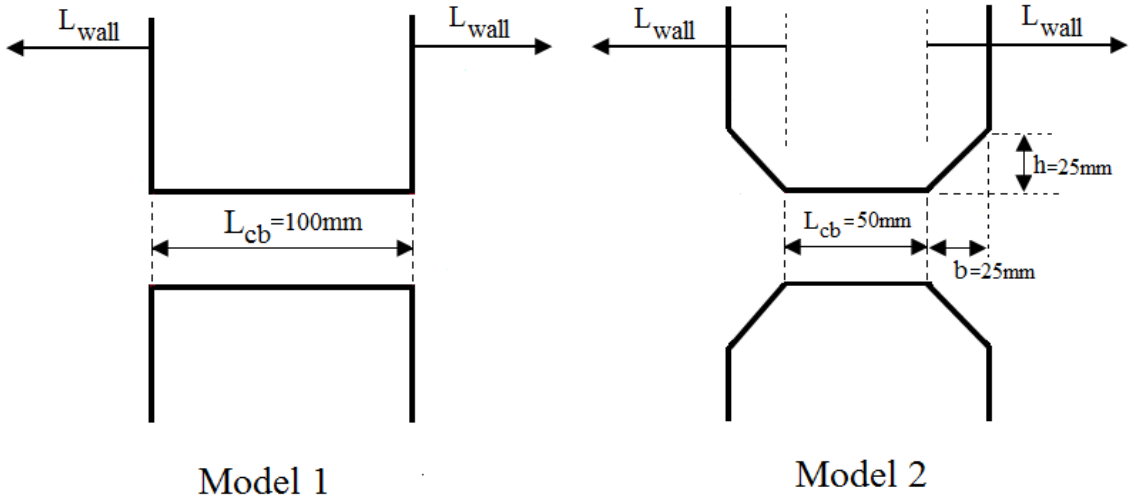
** **طالبة دراسات عليا (ماجستير) – قسم الهندسة الإنشائية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية email: hiba.habka@tishreen.edu.sy.**

مقدمة:

تعتبر جدران القص العناصر الهيكلية الشاقولية الرئيسية التي تقاوم كلاً من الأحمال الجانبية وأحمال الجاذبية. إن تكوين هذه الجدران عادة ما يجعل من الصعب الدخول إلى موقف السيارات ومناطق البهو العامة ومدخل المصاعد أو السلالم. يمكن التغلب على هذا من خلال توفير فتحة في جدار القص، لكن تؤدي الفتحات إلى تقليل مقاومة جدار القص وبالتالي تؤثر على سلوك المنشأ. تدعى الجدران بهذه الحالة بالجدران البيتونية المقترنة المسلحة وهي عبارة عن جدران قص ظفرية متصلة مع بعضها بواسطة جوائز اقتران (جوائز رابطة) تُستخدم في المباني المتوسطة وعالية الارتفاع [1]. يمكن تعريف هذه الجوائز بأنها "الجوائز المستخدمة لربط عناصر الجدار الخرساني المتجاورة لجعلهم يتصرفون معاً كوحدة لمقاومة الحمولات الجانبية".

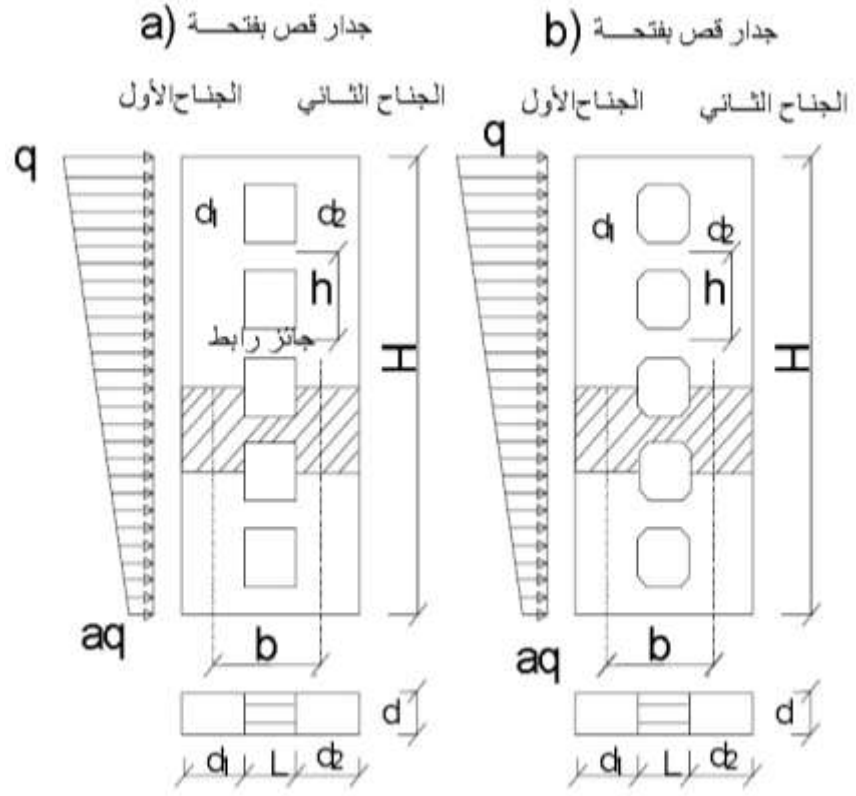
في العقود الماضية، أجريت العديد من الأبحاث على هياكل جدران القص بفتحات مستطيلة والتي تُعتبر الأكثر شيوعاً. اقترح الباحثون طرقا متعددة لزيادة مقاومة جدران القص، إحدى هذه الطرق تعتمد على تقوية نقاط اتصال الجوائز الرابطة بأجنحة جدران القص عن طريق تكبير منطقة الاتصال بإضافة دعامات إلى زوايا الفتحة المستطيلة والتي تؤثر على سلوك جدران القص البيتونية المسلحة المقترنة.

اختبر الباحثان (A. K. Marsono and S. Hatami, 2014) [2] نموذجين لجدران القص بمقياس 1/30 في المختبر: النموذج الأول جدار قص مع صف واحد من الفتحات المستطيلة (جدران قص مع جوائز اقتران منتظمة) والنموذج الثاني جدار قص مع صف واحد من الفتحات المثمنة مع دعامات 25×25 mm (جدران قص مع جوائز اقتران بتيجان). توصل الباحثان إلى أن مقاومة جوائز الاقتران لها تأثير كبير على سلوك جدران القص المقترنة، حيث أدى إضافة الدعامات إلى زوايا الفتحات المستطيلة إلى انخفاض الطول الفعال لجوائز الاقتران، L_{cb}، التي بدورها أدت إلى زيادة مقاومة جوائز الاقتران، وبالتالي بنية جدار القص. يوضح الشكل 1 البعد لجائز الاقتران بعد إضافة الدعامات مقارنة بالفتحات المستطيلة. كما لاحظا أنه بسبب الانخفاض في طول جوائز الاقتران، L_{cb}، فإن الطول المتوقع للجدار، L_{wall}، للنموذج 2 يكون أكبر مقارنة بالنموذج 1، ويجعل المنشأ في النموذج 2 يتحمل عدد أكبر من دورات التحميل.



الشكل (1) طول الجائز المقترن التقليدي / بتيجان [2]

قام الدكتور (طلال شرف، 2014) [3] ببحث تجريبي لنموذجين من جدران القص بفتحة: الأول يتألف من جناحي جدار قص، وسلسلة جوائز رابطة بمقاطع ثابتة الصلابة على كامل ارتفاع المبنى، والثاني يتألف من جناحي جدار القص وسلسلة جوائز رابطة بمقاطع ثابتة، وتيجان متغيرة عزم الصلابة الشكل (2). حيث اختبر الباحث مجموعة عينات من جدران القص بفتحة لطابق واحد من مبنى متعدد الطوابق بواسطة نموذج آلي يقوم بعمل جدار القص على كامل ارتفاع البناء، من حيث تمثيل الحمولات الشاقولية، ويسمح بتحميل العينات بحمولات أفقية تمثل شدة ضغط القوى الأفقية الخارجية بشكل متصاعد، وبفارق زمني ثابت.



الشكل (2) جوائز اقتران منتظمة (ثابتة الصلابة) / بتيجان [3]

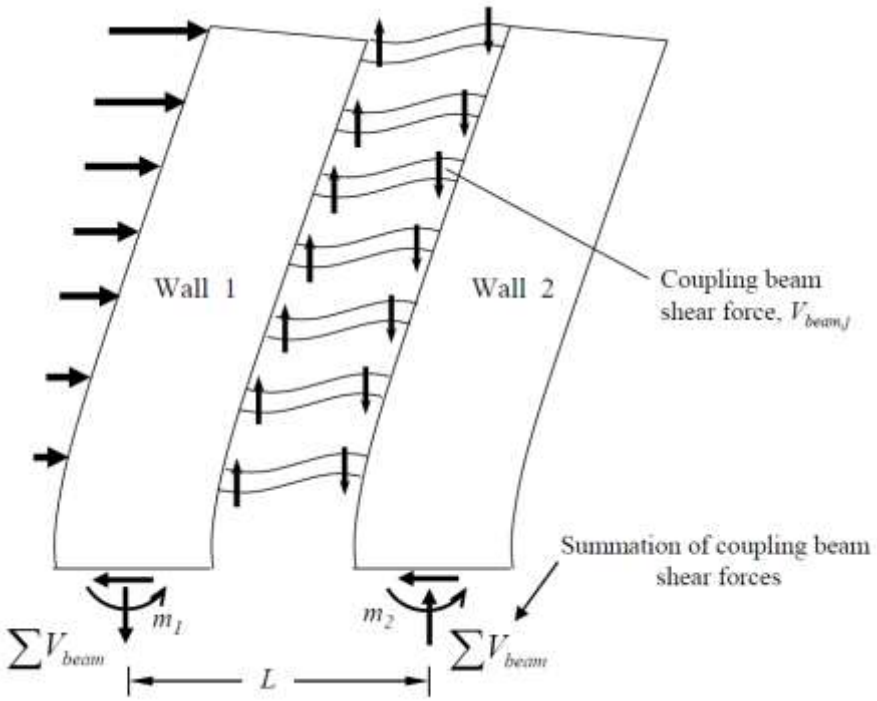
توصل الدكتور شرف إلى النتائج التالية:

1) زيادة ارتفاع مقطع الجائز الرابط بتيجان في عقدة مستوى التقاء الجائز بجناح جدار القص، يخفف من تركيز الإجهادات ويقلل من التشوهات بـ 2.3 مرة بالمقارنة بجدار القص بجائز رابط ثابت الصلابة، وينعكس ذلك على قيمة العزم في عقدة الجائز الرابط.

2) زيادة مقاومة عقدة التقاء الجائز بجناح جدار القص، يزيد من مقاومته للرياح أو الزلازل بضعفين ونصف المرة.

3) ينخفض السهم لجدار القص بتقوية العقد أعلاه 2.7 مرة عن استخدام العقد العادية من دون تيجان.

أظهرت الأبحاث وفقاً لـ (ASCE Composite Construction Committee: Version 8) [4] أن الأداء الإنشائي لأنظمة جدران القص المقترنة يتأثر بشدة بمقدار الاقتران المتوفر من خلال النظام، فلذلك لا بد من تحديد نسبة الاقتران التي تبين هذا الأداء. يبين الشكل (3) نظام جدار قص مقترن مشوه تحت تأثير الأحمال الجانبية، التي تسبب عزم انقلاب OTM (Overturning moment).



الشكل (3) تحديد نسبة الاقتران (CR) [4]

يتم مقاومة القص القاعدي عبر ردود فعل قصية في قواعد جزئي الجدار، حيث يتم تعريف نسبة مقاومة عزم الانقلاب بواسطة الاقتران كنسبة الاقتران (CR) وفق العلاقة التالية:

$$CR = \frac{L \sum V_{beam}}{L \sum V_{beam} + \sum m_i} = \frac{L \sum V_{beam}}{OTM}$$

$\sum V_{beam}$: هي مجموع قوى القص في جيزان الاقتران المطبقة عند طرف جدار واحد.

L: ذراع العزم بين مركزي ثقل جزئي الجدار.

m_i: هي عزم الانقلاب المقاوم بالجدار i.

ومن أجل إدراك معنى هذه النسبة يمكن تمييز الحالات التالية:

1) CR = 0 % يعني ضمناً أن الجيزان المقترنة لا تطور عزوم نهايات (الجيزان غير موجودة أو مربوطة بوصلات مفصلية) وبالتالي ليس هناك أي فعل اقتران على الإطلاق.

2) CR = 50 % يعني ضمناً أن فعل الاقتران يقاوم نصف عزوم الانقلاب المفروضة، بينما النصف المتبقي من المقاومة يتم توفيرها من قبل ردود فعل عزم أسفل الجدار.

3) CR = 100 % هي الحالة النظرية حيث يتصرف جزئي الجدار بفعالية كجدار واحد كما لو أن طول الجائز قد تناهى إلى الصفر.

تهتم هذه الورقة البحثية بدراسة الاستجابة والسلوك الزلزالي لأنظمة جدران القص المقترنة (جوائز اقتران تقليدية / جوائز اقتران بتيجان) تحليلياً، من خلال إجراء تحليل ستاتيكي لاخطي (pushover) لنموذج عددي لمبنى يتضمن هذه الجدران باستخدام برنامج (ETABS).

أهمية البحث وأهدافه:

تكمن أهمية هذا البحث بزيادة مقاومة عقد التقاء الجوائز بأجنحة جدران القص بفتحة، وذلك لتجاوز نقطة ضعف هذه الجمل وضمان عمل جزأي الجدار بشكل مشترك، حيث أن سلوك جوائز الاقتران وسهولة صيانتها من الاعتبارات الهامة في المقاومة القصوى لجدار القص المقترن. لذلك يهدف البحث لدراسة السلوك الزلزالي لأنظمة هذه الجدران المقترنة (جوائز اقتران تقليدية / بتيجان)، لفهم استجابتها الزلزالية والمقارنة بينها للحد من أضرار المبنى تحت تأثير الزلازل، وزيادة صلابتها.

طرائق البحث ومواده:

سنقوم في هذا البحث بإجراء تحليل ستاتيكي لاخطي باستخدام برنامج (ETABS) على نموذجين من الأبنية مكونين من ثمانية طوابق، حيث النموذج الأول مكون من جدران قص مع جوائز اقتران منتظمة تقليدية والثاني من جدران قص مع جوائز اقتران بتيجان. وسيتم المقارنة بين النماذج من حيث القص القاعدي والقوى المحورية ونسب الاقتران وإجهادات فون ميسس وأماكن تشكل المفاصل اللدنة.

1- التحليل الستاتيكي اللاخطي باستخدام ETABS:

يسمح برنامج ETABS بإدخال التأثير اللاخطي في تحليل النماذج من خلال لاخطية المادة أو اللاخطية الهندسية. تُعرّف لاخطية المادة في التحليل الستاتيكي اللاخطي في العناصر من خلال مفاصل لدنة (plastic hinge)، وتُعرّف اللاخطية الهندسية من خلال تأثيرات (P-DELTA) أو الانتقالات الكبيرة، وقد اخترنا عدم إدخال اللاخطية الهندسية في دراستنا التحليلية في هذا البحث لتجنب تأثيرها على التحليل.

يتم اتباع الخطوات التالية في إجراء التحليل الستاتيكي اللاخطي:

a) إنشاء النموذج الرياضي للمباني المدروسة.

b) تصميم العناصر الإنشائية وفق اشتراطات الكود وتعريف المقاطع بأبعادها ونسب التسليح النهائية والتحقق منها في البرنامج.

c) تعريف خواص المفاصل اللدنة وإسنادها في العناصر.

d) تعريف حالات التحميل المتضمنة في التحليل اللاخطي وبارمترات التحكم بالتحليل.

e) إجراء التحليل الستاتيكي اللاخطي والحصول على نتائج التحليل بشكل منحني الاستطاعة ونقطة الأداء، والشكل المتشوه للمبنى وأماكن المفاصل اللدنة، إضافة إلى مخططات القوى والعزوم.

2- خصائص المفاصل اللدنة:

يتيح برنامج ETABS استخدام أحد أنواع المفاصل التالية:

مفصل القوة المحورية P، القص V، العزم M، الفتل T، أو مفصل ترابط القوة المحورية والعزم PM و PMM. ويمكن إسناد أكثر من نوع للمفصل في نفس الوقت بدون أن تكون مترابطة فيما بينها. تستخدم مفاصل PMM في نهايات الأعمدة، ومفاصل العزم والقص في الجوائز. يمكن إسناد المفصل في أي مكان على طول العنصر الإطاري، في الأماكن التي يتوقع أنها ستتلدن أولاً وهي غالباً في نهايات العناصر. ويعرف طول منطقة التلدن أو طول المفصل عادة كنسبة من الطول الكلي للعنصر.

قمنا في دراستنا بتعريف المفاصل في نهايات الجوائز وفي نهايات ومنتصف الجوائز الرابطة وفي نهايات الأعمدة (تم تعريف خصائص هذه المفاصل حسب ASCE 41-13) وكذلك في جدران القص (Auto Fiber).

3- تحديد نقطة الأداء:

بعد إجراء التحليل الستاتيكي اللاخطي ورسم منحني الاستطاعة، يسمح برنامج ETABS بالحصول على نقطة الأداء. ويتوفر في البرنامج إمكانية رسم منحني الاستطاعة وتحديد نقطة الأداء والانتقال الهدف بالطرائق التالية:

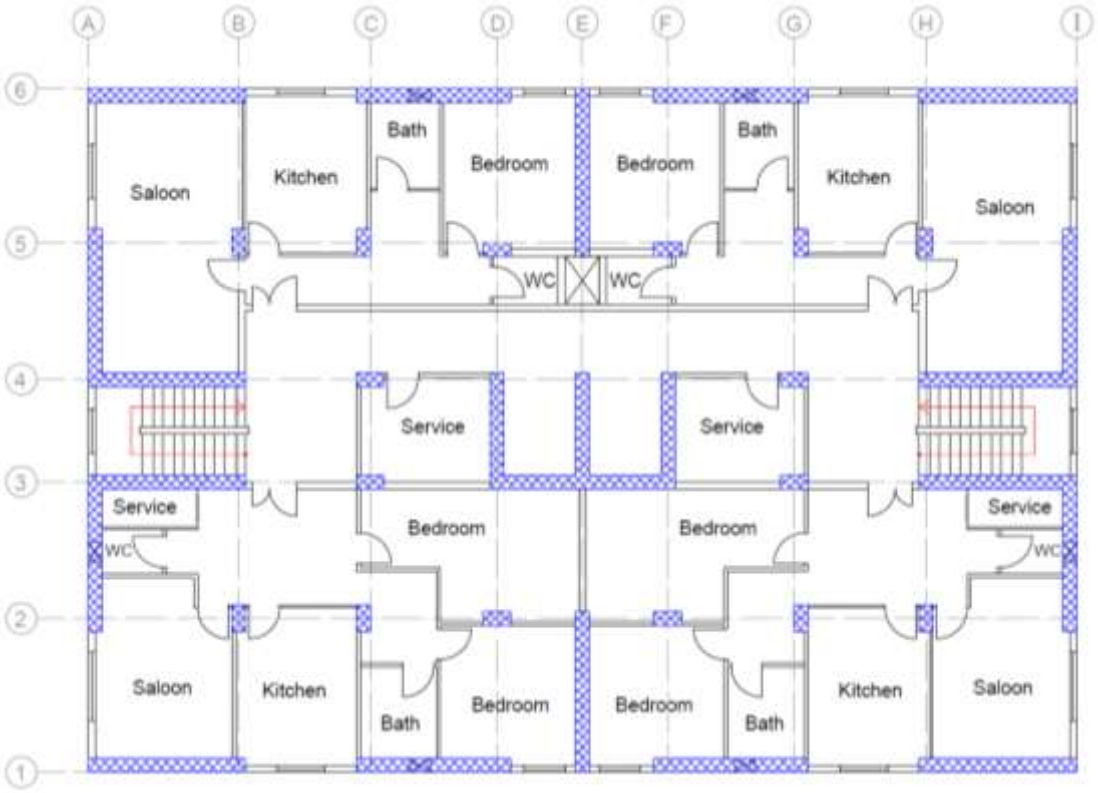
a) طريقة طيف الاستطاعة FEMA 440 EL (اعتمدت هذه الطريقة في هذا البحث).

b) طريقة عوامل الانتقال ASCE 41-13 NSP.

4- الدراسة التحليلية:

4-1- المواصفات العامة للنماذج المدروسة:

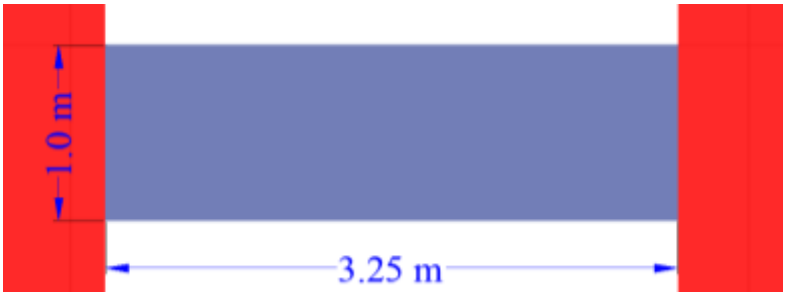
تم أخذ مبنى سكني في الجمهورية العربية السورية مؤلف من ثمانية طوابق، يقع في المنطقة الزلزالية 2C، مكون من جملة جدران قص وإطارات عزمية متوسطة. كان ارتفاع الطابق (3.25 m)، المقاومة المميزة للبيتون المستخدم (F`c = 25 Mpa)، إجهاد حد الخضوع لفولاذ التسليح الطولي (Fy = 400 Mpa)، إجهاد حد الخضوع لفولاذ التسليح العرضي (Fy = 240 Mpa)، إجهاد حد الخضوع لفولاذ التسليح العرضي لجدران القص (Fy = 400 Mpa)، معامل المرونة الطولاني لفولاذ التسليح (E_s = 210000 Mpa)، صنف المقطع الجانبي للتربة SC.



الشكل (4) المسقط المعماري للمبنى المدروس

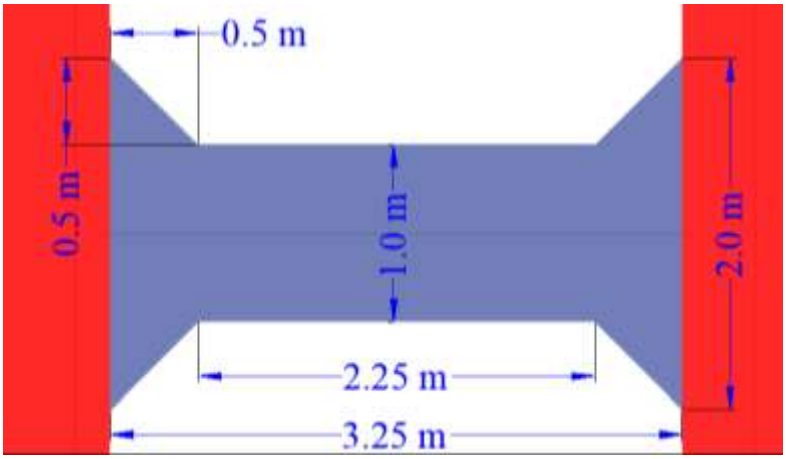
4-2- المواصفات العامة لجوائز الاقتران:

a) جوائز اقتران منتظمة:



الشكل (5) أبعاد جوائز الاقتران المنتظمة

b) جوائز اقتران بتيجان:



الشكل (6) أبعاد جوائز الاقتران بتيجان

4-3- خصائص الأحمال والتراكيبات المدخلة في النمذجة:

a) الحمولات الميتة (Dead loads):

الوزن الذاتي.

حمولات التغطية لكافة الطوابق ($300\ kg/m^2$).

حمولات الجدران (القواطع).

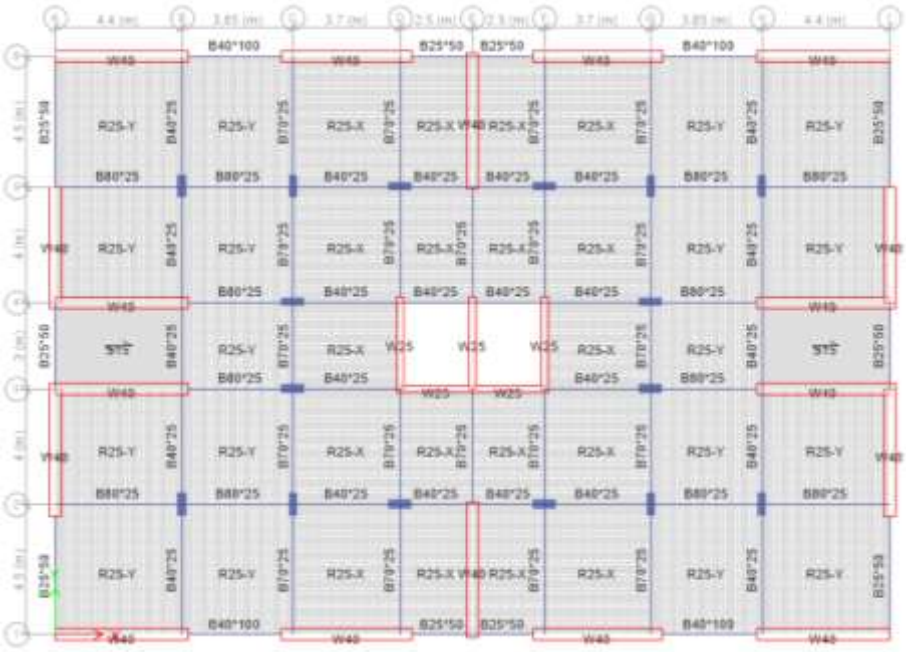
b) الحمولات الحية (Life loads) لكافة الطوابق ($200\ kg/m^2$).

c) الحمولات الزلزالية (Seismic loads): وفقاً للكود العربي السوري الملحق رقم (2) لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلّحة – الطبعة الثانية لعام 2012.

تم أخذ التراكيبات وفقاً للكود العربي السوري الملحق رقم (2) لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلّحة – الطبعة الثانية لعام 2012.

4-4- النمذجة والتحليل اللاخطي (Push over) للنموذج الأول المكون من جدران قص مع جوائز اقتران منتظمة تقليدية:

❖ مسقط أفقي للبناء (Plan view):



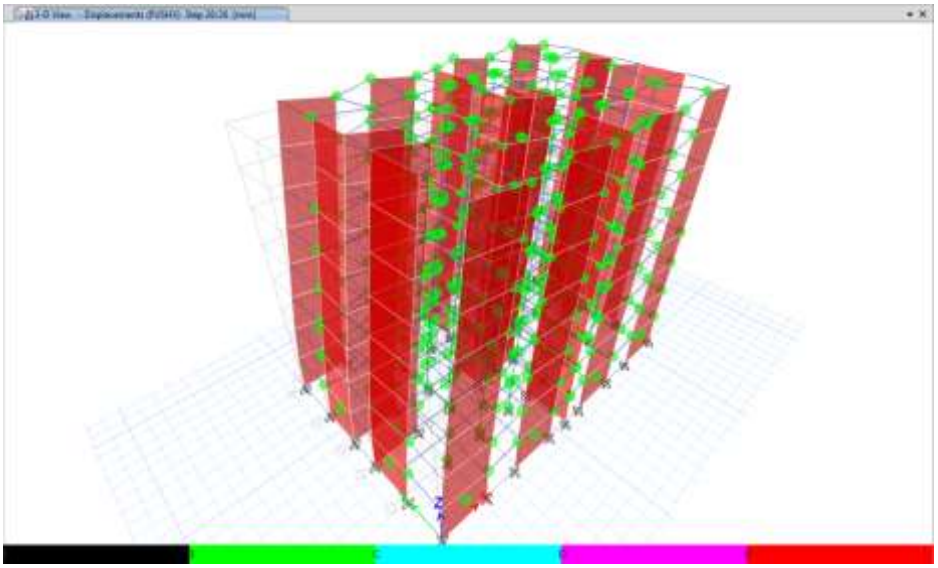
الشكل (7) مسقط أفقي للبناء المكون من 8 طوابق مع جوائز اقتران منتظمة وفقاً لبرنامج ETABS

❖ مقطع شاقولي في الجملة الإنشائية للمبنى عبر المحور (1):

الشكل (8) مقطع شاقولي للجملة الإنشائية للبناء المكون من 8 طوابق مع جوائز اقتران منتظمة وفقاً لبرنامج ETABS

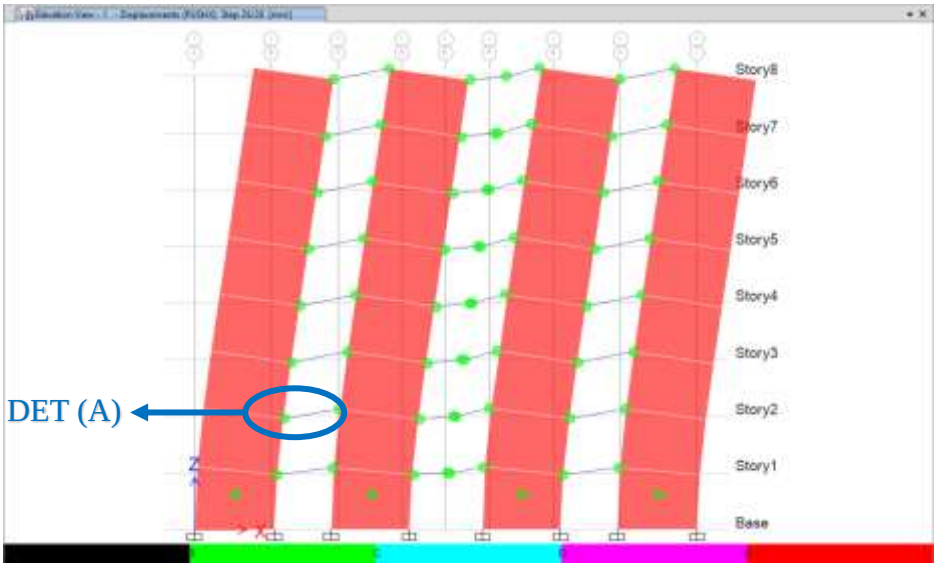
تم إجراء تحليل ستاتيكي لاخطي للمبنى بالاتجاه X وكانت النتائج كما يلي:

❖ منظور ثلاثي الابعاد لأماكن تشكل المفاصل:

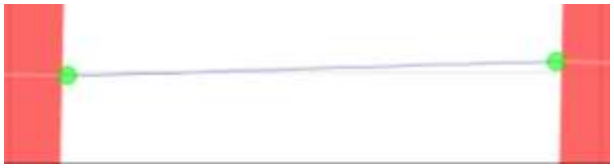


الشكل (9) منظور ثلاثي الابعاد يظهر تشكل المفاصل في المرحلة 26/26

❖ مقطع شاقولي في الجملة الإنشائية للمبنى عبر المحور (1) لأماكن تشكل المفاصل:



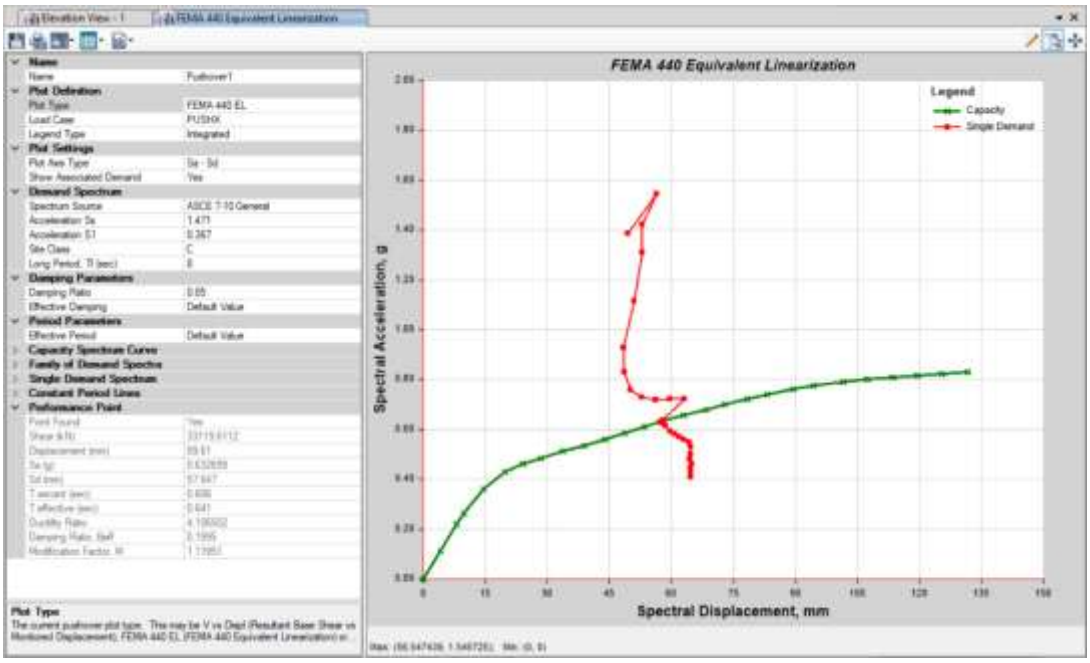
الشكل (10) مقطع شاقولي عبر المحور (1) يظهر تشكل المفاصل في المرحلة 26/26



الشكل (11) تفصيلة تبين أماكن تشكل المفاصل في جوائز الاقتران المنتظمة DET (A)

نلاحظ مما سبق تشكل المفاصل في أطراف جوائز الاقتران المنتظمة عند نقاط التقائها مع جدران القص، كما نلاحظ تشكل المفاصل في جدران القص في الطابق السفلي وفي أماكن أخرى من المبنى.

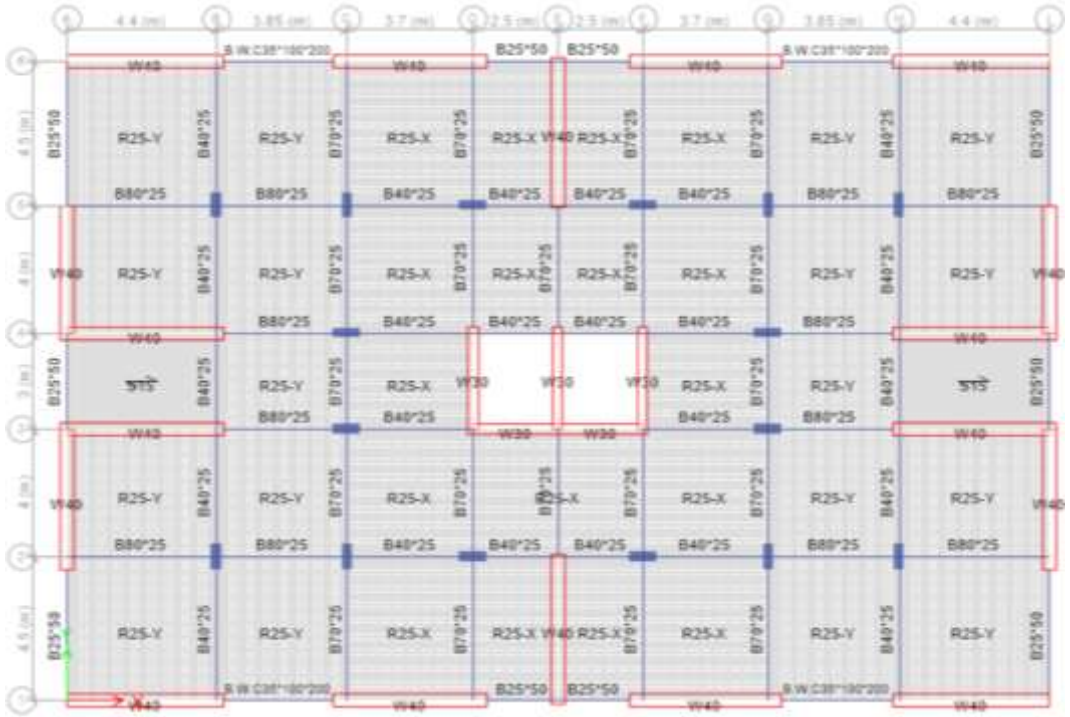
❖ نقطة الأداء للمبنى:



الشكل (12) حساب نقطة أداء المبنى

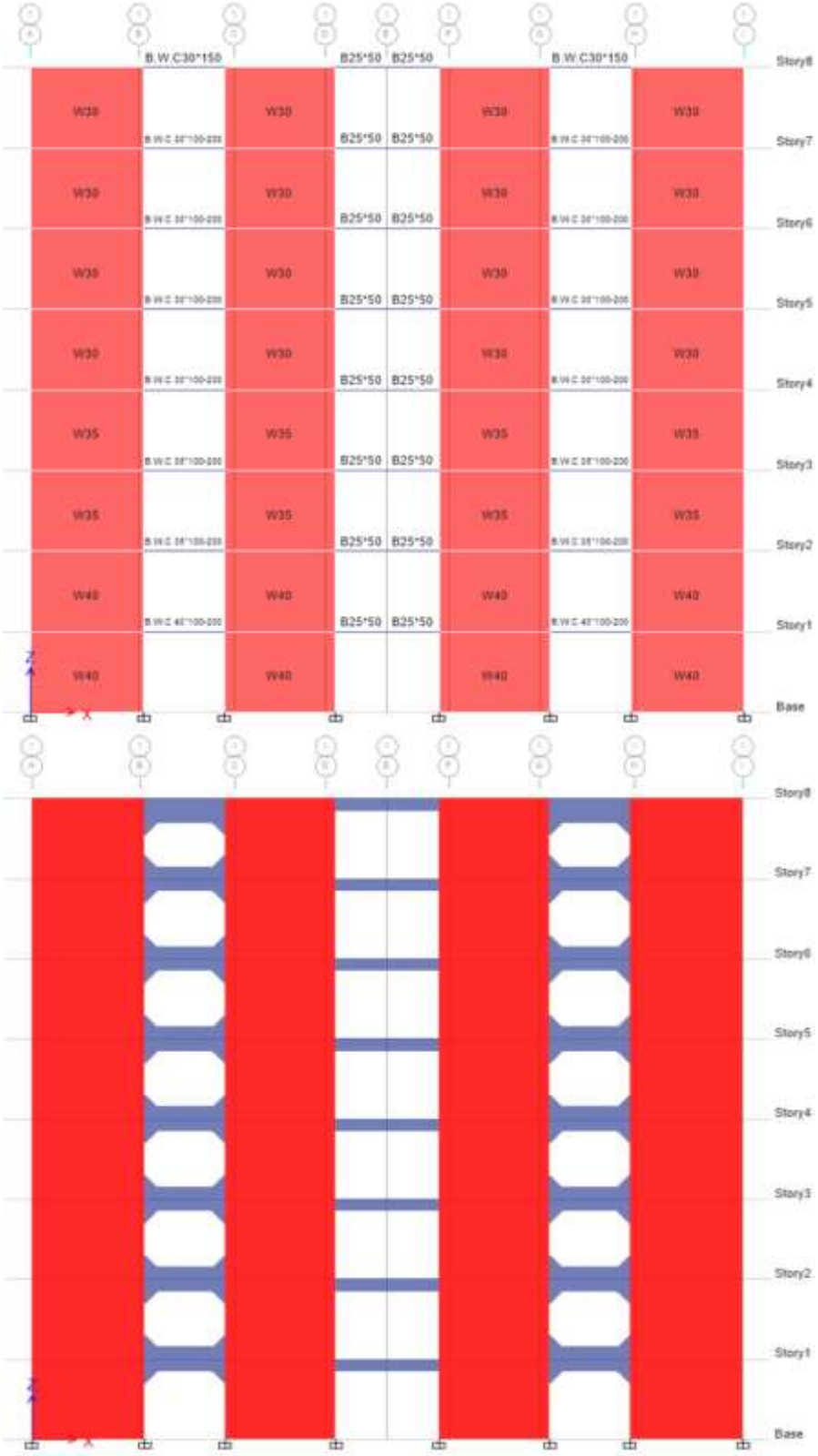
4-5- النمذجة والتحليل اللاخطي للنموذج الثاني المكون من جدران قص مع جوائز اقتران بتيجان:

❖ مسقط أفقي للبناء:



الشكل (13) مسقط أفقي للبناء المكون من 8 طوابق مع جوائز اقتران بتيجان وفقاً لبرنامج ETABS

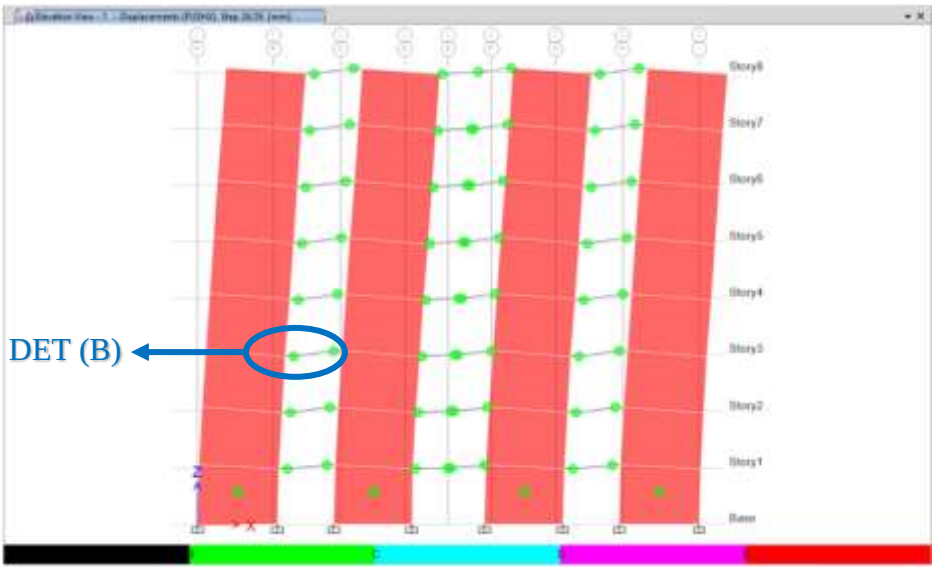
❖ مقطع شاقولي في الجملة الإنشائية للمبنى عبر المحور (1):



الشكل (14) مقطع شاقولي للجملة الإنشائية للبناء المكون من 8 طوابق مع جوائز اقتران بتيجان وفقاً لبرنامج ETABS

تم إجراء تحليل ستاتيكي لاخطي للمبنى بالاتجاه X وكانت النتائج كما يلي:

❖ مقطع شاقولي في الجملة الإنشائية للمبنى عبر المحور (1) لأماكن تشكل المفاصل:

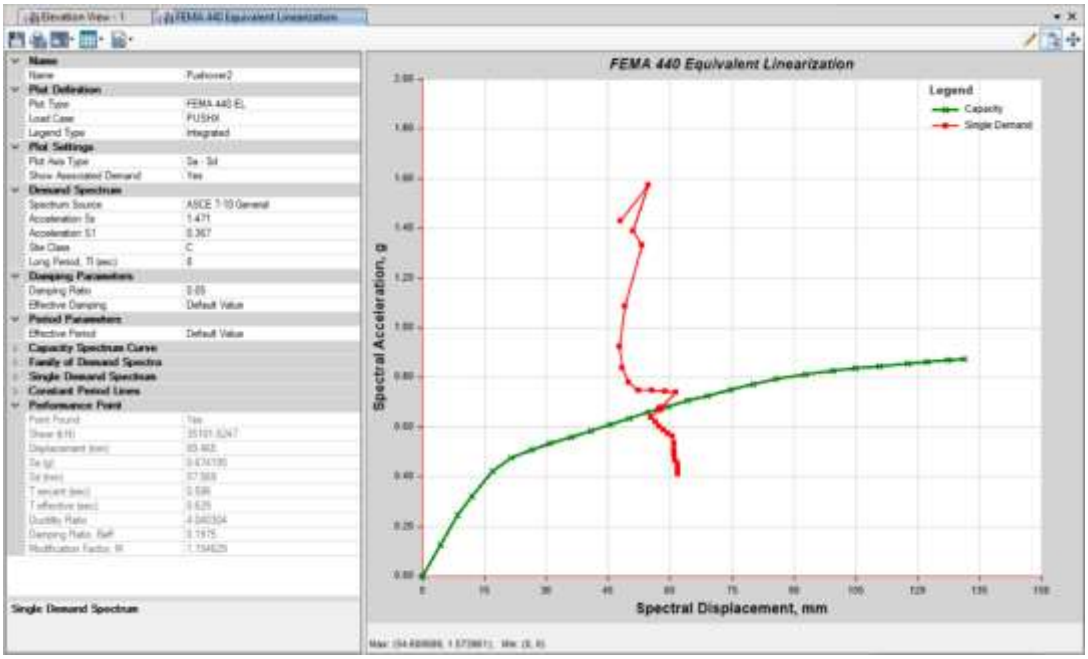


الشكل (15) مقطع شاقولي عبر المحور (1) يظهر تشكل المفاصل في المرحلة 26/26

الشكل (16) تفصيلة تبين أماكن تشكل المفاصل في جوائز الاقتران المنتظمة DET (B)

نلاحظ مما سبق تشكل المفاصل في جوائز الاقتران بتيجان عند أطراف التيجان بعيداً عن نقاط التقائها مع جدران القص، كما نلاحظ تشكل المفاصل في جدران القص في الطابق السفلي وفي أماكن أخرى من المبنى.

❖ نقطة الأداء للمبنى:

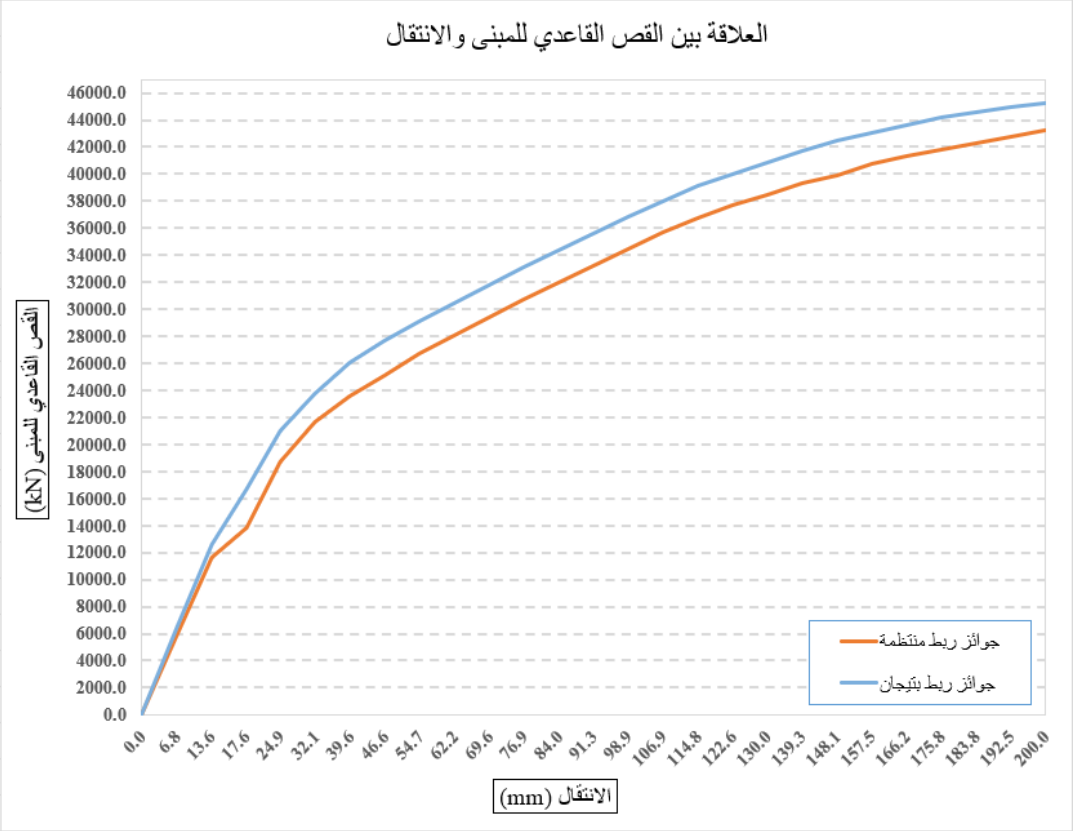


الشكل (17) حساب نقطة أداء المبنى

النتائج والمناقشة:

1- قوى القص القاعدي على مستوى المبنى:

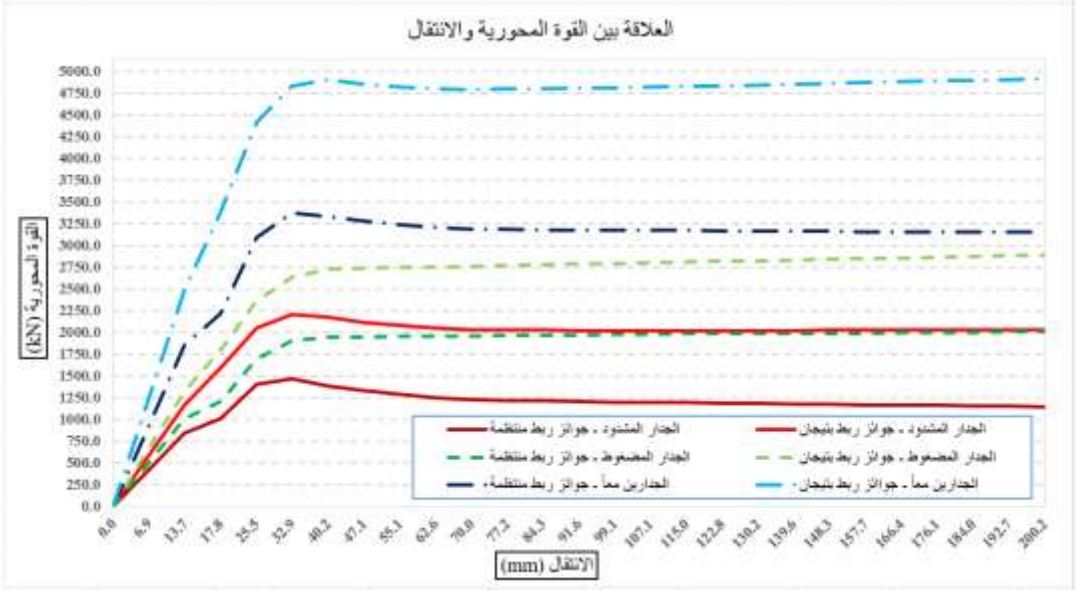
نلاحظ من الشكل (18) زيادة قدرة المبنى، الحاوي على جوائز اقتران بتيجان، على تحمل قوى قص قاعدي أكبر وذلك عند قيمة محددة للانتقال. وتقدر نسبة الزيادة بـ (5 ← 9 %) وذلك وفقاً لقيمة الانتقال.



الشكل (18) مقارنة بين قوى القص القاعدي للمبنى باستخدام جوائز اقتران منتظمة وجوائز اقتران بتيجان

2- القوى المحورية للجدار اليميني على المحور (1):

نلاحظ من الشكل (19) زيادة قدرة جدار القص، الحاوي على جوائز اقتران بتيجان، على تحمل قوى محورية أكبر وذلك عند قيمة محددة للانتقال. وتقدر نسبة الزيادة بـ (50 ← 77 %) للجدار المشدود و(38 ← 44 %) للجدار المضغوط و(43 ← 56 %) للجدار الكلي (الجدارين معاً) وذلك وفقاً لقيمة الانتقال.



الشكل (19) مقارنة بين القوى المحورية لجدار القص باستخدام جوائز اقتران منتظمة وجوائز اقتران بتيجان

3- قوى القص للجدار اليميني على المحور (1):

نلاحظ من الشكل (20) زيادة قدرة جدار القص، الحاوي على جوائز اقتران بتيجان، على تحمل قوى قص قاعدي أكبر وذلك عند قيمة محددة للانتقال. وتقدر نسبة الزيادة بـ (6 ← 10 %) للجدار المشدود و(11 ← 19 %) للجدار المضغوط و(10 ← 14 %) للجدار الكلي (الجدارين معاً) وذلك وفقاً لقيمة الانتقال.

الشكل (20) مقارنة بين قوى القص لجدار القص باستخدام جوائز اقتران منتظمة وجوائز اقتران بتيجان

4- إجهادات فون ميسس للجدار اليميني على المحور (1):

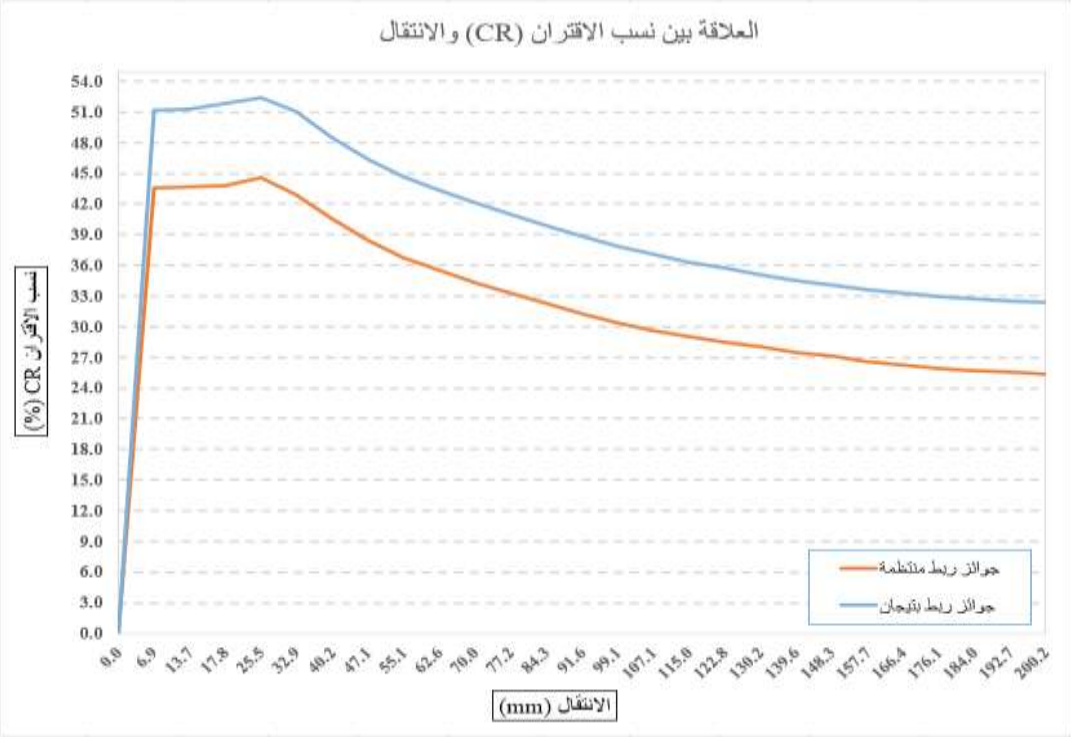
نلاحظ من الشكل (21) تقارب كبير جداً في قيم إجهادات فون ميسس لجدار القص المشدود في كلا النموذجين (جدار قص بجوائز اقتران منتظمة وجدار قص بجوائز اقتران بتيجان). بينما نلاحظ زيادة صغيرة نوعا ما في قيم إجهادات

فون ميسس لجدار القص المضغوط الحاوي على جوائز اقتران بتيجان وذلك عند قيمة محددة للانتقال، وتقدر نسبة الزيادة هذه بـ (7 ← 11 %).

الشكل (21) مقارنة بين إجهادات فون ميسس لجدار القص باستخدام جوائز اقتران منتظمة وجوائز اقتران بتيجان

5- نسب الاقتران للجدار اليميني على المحور (1):

نلاحظ من الشكل (22) زيادة نسبة اقتران جدار القص، الحاوي على جوائز اقتران بتيجان، وذلك عند قيمة محددة للانتقال، وتقدر نسبة الزيادة هذه بـ (18 ← 28 %).



الشكل (22) مقارنة بين نسب اقتران جدار القص باستخدام جوائز اقتران منتظمة وجوائز اقتران بتيجان

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

تركز هذه الورقة البحثية على جدران القص مع جوائز اقتران منتظمة وجوائز اقتران بتيجان، حيث تمت المقارنة بين النموذجين باستخدام التحليل الاستاتيكي اللاخطي وفق برنامج ETABS، وتم التوصل للاستنتاجات التالية:

1) زيادة مقاومة عقد التقاء جوائز الاقتران بأجنحة جدران القص بفتحة في حالة نموذج جوائز اقتران بتيجان، إذ تتشكل المفاصل في جوائز الاقتران عند أطراف التيجان بعيداً عن نقاط التقائها مع جدران القص، بينما تتشكل المفاصل في أطراف جوائز الاقتران المنتظمة عند نقاط التقائها مع جدران القص.

2) تزداد قدرة المبنى على تحمل قوى القص القاعدي، في حالة النموذج الحاوي على جوائز اقتران بتيجان بمقدار وسطي (1.07) مرة من حالة النموذج الحاوي على جوائز اقتران منتظمة تقليدية.

3) تزداد قدرة جدار القص الكلي على تحمل القوى المحورية، في حالة النموذج الحاوي على جوائز اقتران بتيجان بمقدار وسطي (1.5) مرة من حالة النموذج الحاوي على جوائز اقتران منتظمة تقليدية.

4) تزداد قدرة جدار القص الكلي على تحمل قوى قص قاعدي، في حالة النموذج الحاوي على جوائز اقتران بتيجان بمقدار وسطي (1.12) مرة من حالة النموذج الحاوي على جوائز اقتران منتظمة تقليدية.

5) تزداد نسبة اقتران جدار القص الكلي، في حالة النموذج الحاوي على جوائز اقتران بتيجان بمقدار وسطي (1.23) مرة من حالة النموذج الحاوي على جوائز اقتران منتظمة تقليدية.

6) في كلا النموذجين نلاحظ تقارب كبير جداً في قيم إجهادات فون ميسس لجدار القص المشدود، بينما نلاحظ زيادة في قيم إجهادات فون ميسس لجدار القص المضغوط في حالة النموذج الحاوي على جوائز اقتران بتيجان بمقدار وسطي (1.09) مرة من حالة النموذج الحاوي على جوائز اقتران منتظمة تقليدية.

التوصيات:

دراسة تأثير تغيير طول وارتفاع جوائز الاقتران بتيجان، على السلوك الإنشائي والزلزالي لجدار القص والمبنى.

References:

[1] BEZELGA, J. "*Coupling Beams of Shear walls Modelling Procedure for the Seismic Analysis of RC Structure*". Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais, Portugal, 2015.

[2] MARSONO, A., HATAMI, S. "*Evaluation of Coupling Beams Behavior Concrete Shear Wall with Rectangular and Octagonal Openings*", Applied Mechanics and Materials, Switzerland, Vol. 735, 2015, pp 104-108.

[3] SHARAF, T. M. "*Resistance of coupling beam joint to reinforced concrete shear wall wings in high-rise buildings*".Damascus University Journal for engineering sciences, Vol. (30) No. (2), 2014

[4] ASCE Committee on Composite Construction. "*Recomendations for Seismic Design of Hybrid Coupled Walls*". American Society of Civil Engineers Structural Engineering Institute, Draft: Version 8.

[5] MARSONO, A., HATAMI, S. "*Analysis of Reinforced Concrete Shear Walls with Single Band of Octagonal Openings*". KSCE Journal of Civil Engineering, (0000) 00(0):1-8, 2015.

[6] The second annexe to the Syrian Arab Code for designing and executing the construction of the reinforced concrete, Second Edition, Damascus, 2013.

[7] TURGEON, J., LEHMAN, L., BIRELY, A., HART, C., MARLEY, K., KUCHMA, D., et al. "*Seismic Behavior of a Modern Concrete Coupled Wall*". JOURNAL OF STRUCTURAL ENGINEERING, Vol. 139, No. 8, 2013.