Performance of Reinforced Concrete Frames Filled with Block Walls with Holes under the Impact of Lateral Loads at Their Level

Dr. Ali Turikieh*

(Received 15 / 7 / 2019. Accepted 27 / 8 / 2019)

□ ABSTRACT □

The objective of this study is to conduct an analytical study to verify the effectiveness of the non-reinforced concrete walls containing the openings of reinforced concrete frames in lifting the resistance of these tires to the lateral loads in their level. Several previous studies have confirmed the contribution of the block walls to bear part of the side loads and raise the tire resistance The reinforced concrete is the result of forming a diagonal pressure field in the block wall, making it behave like a pressure-forming element.

The effect of these walls is usually neglected by engineers, designers or engineers who wish to renovate the buildings, considering only its architectural function, while taking the structural sentence, ignoring the resistance and hardness of the walls. Its resistance to tensile strength is weak and its behavior is fragile and it has low resistance to coupling outside its level. Due to the presence of holes in these walls due to service purposes, we examined this situation in our research paper. Where we examined the case of a Betuni armed frame surrounded by a concrete block wall with openings, subject to side loads in the level.

Various openings for these openings have been adopted. The openings for doors and windows have been adopted, and multiple openings for these openings have been adopted for the dimensions of the wall. The vacancy ratios were adopted at 7%, 22%, 34% for door openings, and 7%, 22%, 34% , 40% for window condition. Different positions were also adopted for these openings, namely the case of the aperture and the center aperture.

In this paper, a numerical study was carried out using the method of limited elements by the structural program (ABAQUS, V6.12-1) under the influence of lateral loads at its level, where a linear numerical analysis was carried out that takes the non-linear effect of material By applying periodic transitions in the level of permissible for the reinforced concrete frame.

The study showed the importance of the participation of the non-armed block walls for reinforced concrete frames and their contribution to bearing side loads and increasing the resistance of concrete frames and reducing their Displacement. The presence of the wall positively affects the behavior of the frame and the presence of the openings affect the behavior of this frame and lead to increase its resistance compared to resistance when It was empty, and this effect decreases with increasing openings in the wall.

Keywords: Frame, Block walls, Lateral loads, Reinforced concrete structures

*Associate Professor, Department of Structural engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

أداء الإطارات البيتونية المسلحة المملوءة بجدران البلوك الحاوية على فتحات تحت تأثير الحمولات الجانبية في مستويها

الدكتور علي تريكية*

(تاريخ الإيداع 15 / 7 / 2019. قُبِل للنشر في 27/ 8 / 2019)

□ ملخّص □

يهدف هذا البحث إلى إجراء دراسة تحليلية للتحقق من فعالية جدران البلوك البيتونية غير المسلحة الحاوية على فتحات المالئة للإطارات البيتونية المسلحة في رفع مقاومة هذه الإطارات على الأحمال الجانبية في مستويها حيث أكدت العديد من الدراسات السابقة مساهمة جدران البلوك في تحمل جزء من الأحمال الجانبية ورفع مقاومة الإطارات البيتونية المسلحة نتيجة تشكل حقل ضغط قطري في جدار البلوك يجعله يسلك سلوك عنصر تربيط يعمل على الضغط.

يتم عادة إهمال تأثير هذه الجدران من قبل المهندسين المصممين أو المهندسين الراغبين بإعادة ترميم الأبنية معتبرين فقط الوظيفة المعمارية لها مع أخذ احمالها على الجملة الإنشائية متجاهلين ما تقدمه هذه الجدران من مقاومة وصلابة للإطارات المحيطة بها، وبسبب عدم القدرة على تحديد خواص مقاومة هذه الجدران وبسبب كون مقاومتها على الشد مقاومة ضعيفة وسلوكها سلوكاً هشاً وهي تتمتع بمقاومة منخفضة للانقلاب خارج مستويها. ونظراً لوجود الفتحات في هذه الجدران بسبب الأغراض الخدمية قمنا بدراسة هذه الحالة في ورقتنا البحثية هذه. حيث قمنا بدراسة حالة إطار بيتوني مسلح يحيط بجدار من البلوك الاسمنتي يحتوي على فتحات، يخضع لحمولات جانبية في مستويه.

تم اعتماد أشكال مختلفة لهذه الفتحات حيث اعتمد حالة فتحة أبواب ونوافذ، وتم اعتماد نسب متعددة لهذه الفتحات بالنسبة لأبعاد الجدار حيث اعتمدت نسب الفراغ 7% ، 22 %، 34% من أجل حالة فتحات الأبواب، ونسب الفراغ 7%، 22%، 34%، 40% من أجل حالة النوافذ. كما تم اعتماد مواقع مختلفة لهذه الفتحات وهي حالة الفتحة الطرفية وحالة الفتحة الوسطية.

تم في هذا البحث إجراء دراسة عددية باستخدام طريقة العناصر المحدودة بواسطة البرنامج الإنشائي (ABAQUS V6.12-1), تحت تأثير الأحمال الجانبية في مستويها ، حيث تم إجراء تحليل عددي لاخطي يأخذ تأثير لا خطية المادة (Material Non-Linearity) بعين الاعتبار وذلك بتطبيق انتقالات دورية في مستوي جائز الإطار البيتوني المسلح .

بينت الدراسة أهمية مشاركة جدران البلوك غير المسلحة المالئة لإطارات البيتون المسلح ومساهمتها في تحمل الأحمال الجانبية وزيادة مقاومة الإطارات البيتونية وتخفيض انتقالاتها، وتبين أن وجود الجدار يؤثر بشكل ايجابي على سلوك الإطار ويؤدي إلى رفع مقاومته مقارنةً مع مقاومته عندما كان فارغاً، وإن وجود الفتحات يؤثر على سلوك هذا الإطار ويتناقص هذا التأثير مع ازدياد نسب الفتحات في الجدار.

الكلمات المفتاحية: إطار، جدران بلوك، حمولات جانبية، الهياكل البيتونية المسلحة

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

مقدمة:

استخدمت المواد الحجرية منذ القدم في عمليات البناء حيث اعتبرت مادة أساسية في إنشاء المباني القديمة (الأبنية، القلاع والجسور.....)، حيث استُخدمت كجدران إنشائية حاملة ثم تتابعت إضافة المواد الأخرى عليها في البناء حيث حلت الأبنية البيتونية والمعدنية في القرن العشرين مكان الأبنية الحجرية واقتصر استخدامها حالياً (جدران البلوك) كقواطع معمارية أو مالئة للإطارات البيتونية المسلحة باستثناء المناطق الريفية التي مازال الحجر فيها يُستخدم كمادة أساسية في البناء. تتمتع المادة الحجرية بمقاومتها للحرارة والعزل الصوتي، ويتمتع الجدار الحجري بسلوك جيد تحت تأثير الحمولات الشاقولية [1](*Hendry*, 2001).

تُصنف جدران البلوك كعناصر إنشائية غير متجانسة، تتألف المادة الحجرية من مادة مركبة تتشكل من الطين والبلوك الطيني أو البلوك الاسمنتي، والتي تتكون من وحدات بلوك تربط بينها فواصل من المونة الاسمنتية (Mortar)، وتكون وحدات البلوك مصنوعة عادة من البيتون ، الحجر، السيلت الكلسي أو الغضار، أما المونة الاسمنتية فتُصنع من خلطة من الكلس، الرمل، الاسمنت مع الماء بنسب متفاوتة تختلف معها المقاومة على الضغط لمادة المونة. تحدد مقاومة جدران البلوك غير المسـلحة بناءً على مقاومة البلوك وصنف المونة التي تربطها، حيث يُصنف الكود الأوروبي [2] (Eurocode6,2005) مقاومة جدران البلوك إلى :

1- مقاومة على الضغط.
2- مقاومة على القص.
3- مقاومة على الانعطاف.
4- تُهمل مقاومتها على الشد.

تتعرض جدران البلوك إلى أحمال شاقوليه ناتجة عن وزنها الذاتي وأوزان البلاطات التي تعلوها، كما تتعرض إلى أحمال جانبية ناتجة عن الزلازل أو الرياح (حيث تعتبر المنشآت الحجرية ضعيفة في مقاومة الحمولات الجانبية في مستويها [3]) ، وقد يكون التحميل في مستوي الجدار (In-Plane Lateral Load) أو تحميل خارج مستويه (Out-of-Plane Lateral Load) ، وستقتصر دراستنا في هذا البحث على التحميل الجانبي في مستوي جدار البلوك .

تم تصنيف أنماط انهيار جملة إطار بيتوني مدعم بجدار بلوك عند التحميل في مستوي الجدار إلى خمسة أنماط [4] (*Sattar*, 2013)، يمكن أن تحصل كل على حدة أو أن يحصل تراكب بينها وهي :

1- النمط الأول تتحطم زوايا الجدار الشكل (a -1) ويحدث هذا النمط عندما تكون مقاومة الإطار مرتفعة في حين تكون مقاومة الجدار ضعيفة.

2- النمط الثاني للانهيار انهيار القص الانزلاقي الشكل (b-1) ويترافق مع وجود مونة اسمنتية ضعيفة في جدار وحدات البلوك الاسمنتية بوجود إطار بيتوني ذي مقاومة مرتفعة.

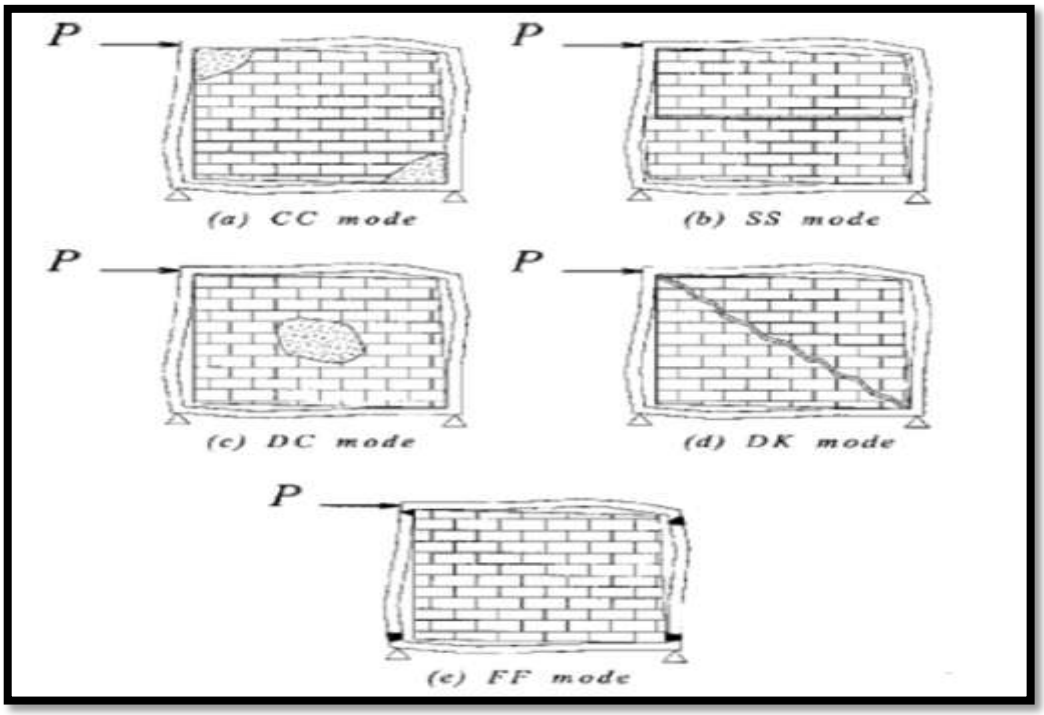
3- النمط الثالث الانهيار القطري على الضغط الشكل (c -1) ويحصل في الجدران ذات النحافة المنخفضة.

4- النمط الرابع الانهيار بشكل شق قطري الشكل (d -1) ويكون في حالة الإطار البيتوني ذي المقاومة المنخفضة نسبياً ونميز هنا نوعين من هذا الانهيار مرتبطين بالمقاومة النسبية لكل من وحدات البلوك الاسمنتية والمونة الرابطة حيث يكون الانهيار على القص قطرياً بشكل متدرج ويتزامن مع كون مقاومة المونة الاسمنتية أضعف من مقاومة وحدات البلوك ويحصل بسبب التشققات التي تحصل في السطوح الفاصلة بين المونة الاسمنتية ووحدات

البلوك، أما في حال كون مقاومة وحدات البلوك أضعف من مقاومة المونة الاسمنتية عندها تحصل الشقوق القطرية بشكل قطري مستمر في مادة وحدات البلوك .

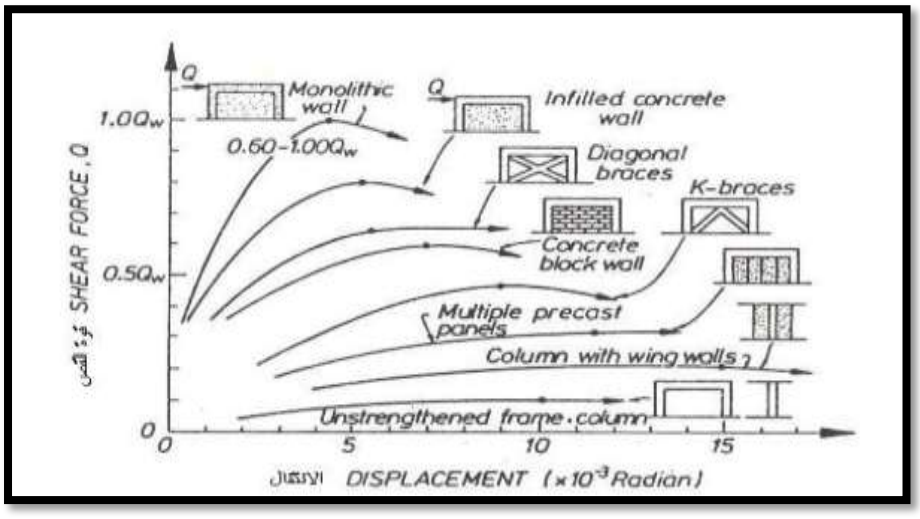
5- النمط الخامس هو انهيار الانعطاف لعقد الإطار الشكل (1- *e*) ويحصل عندما يتزامن وجود مقاومة منخفضة لكل من الإطار البيتوني والجدار معاً.

تزيد جدران البلوك غير المسلحة المالئة لإطارات البيتون المسلح من مقاومة وقساوة هذه الإطارات عند تعرضها للتحميل الزلزالي في مستويها، حيث تعتمد مساهمتها في زيادة قساوة الإطارات البيتونية على سماكة جدران البلوك وعلى عدد الإطارات البيتونية المسلحة المملوءة بجدران البلوك في المنشأ. ويُعتبر بناء جدران البلوك غير المسلحة المالئة للإطارات البيتونية المسلحة من طرق التدعيم المختلفة للإطارات البيتونية المسلحة.



الشكل (1) : أنماط انهيار الجملة الإطارية المملوءة بجدران الوحدات البلوك الاسمنتية [4]

أظهرت العديد من الدراسات أن الإطار البيتوني المملوء بجدار بلوك *(Concrete Block Wall)* يؤدي إلى رفع المقاومة الجانبية للإطار البيتوني بنسبة كبيرة وهذا ما تظهره علاقة الانزياح الطابقي النسبي – قوة القص لطرق تقوية متعددة للإطارات مقارنة مع الإطار بدون تقوية الموضحة في الشكل (2) وهي أعلى من المقا ومه الجانبية للإطار البيتوني المقوى بعناصر فولاذية (*Steel* K-Brace) [5] – [6].



الشكل (2) : مقارنة بين فعالية طرق التدعيم المختلفة لإطارات البيتون المسلح [6] – [5]

تناولت العديد من الأبحاث والدارسات الحديثة أثر جدران البلوك في تغيير سلوك الإطارات البيتونية، حيث تساهم هذه الجدران إيجابياً في زيادة مقاومة وقساوة الجمل الإطارية.

أجرى الباحثون [7](*Nikhil s et al*, 2013) دراسة تحليلية على مبنى إطاري مكون من 6 طوابق لدراسة تأثير جدران الملء على سلوك هذا المبنى، استخدم في الدراسة برنامج *STAAD–Pro* حيث تمت نمذجة الجدران باستخدام طريقة العنصر القطري المكافئ استنتج الباحثون أن جدران الملء قامت بزيادة صلابة المبنى ، وأدت هذه الجدران إلى تخفيض قيمة السهم الأعظمي في الطوابق العليا .

أجرى الباحث [8] دراسة تحليلية للتحقق من فعالية جدران البلوك البيتونية غير المسلحة *(URCM)* المالئة للإطارات البيتونية في رفع مقاومة هذه الإطارات على الأحمال الجانبية في مستويها، حيث أكدت الدراسة مساهمة جدران البلوك في تحمل جزء من الأحمال الجانبية ورفع مقاومة الإطارات البيتونية نتيجة تشكل حقل ضغط قطري في جدار البلوك يجعله يسلك سلوك عنصر تربيط بعمل على الضغط.

اثبتت العديد من الدراسات والأبحاث العالمية أن مساهمة جدران البلوك غير المسلحة المالئة للإطارات في رفع مقاومة هذه الإطارات على الزلازل يمكن أن تصل فعالية جدران البلوك إلى حوالي 300% *(BINICI and OZCEBE ,2006)* [9] .

ونرى في الواقع أننا قد نضطر إلى تنفيذ فتحات بأشكال مختلفة (نوافذ أو أبواب) في جدران البلوك المالئة للإطارات البيتونية المسلحة وإن تحديد مدى تأثير هذه الفتحات على سلوك هذه الجدران تحت تأثير الحمولات الأفقية يُعتبر من المسائل الهامة في الهندسة الزلزالية [10].

سنقوم في هذا البحث بإجراء دراسة عددية باستخدام طريقة العناصر المحدودة (Finite Element Method) بواسطة البرنامج الإنشائي (*ABAQUS ,V6.12-1*) [11] و سنستخدم التحليل اللاخطي الذي يأخذ بعين الاعتبار لا خطية المادة (Materially Non–Linerar Analysis –MNA) بالإضافة إلى أخذ أثر التماسك بين فولاذ التسليح والبيتون بعين الاعتبار، كما سنتناول في هذه الدراسة أثر إضافة جدار البلوك مع أو بدون فتحات على الإطار من البيتون المسلح تحت تأثير الأحمال الجانبية في مستويها.

أهمية البحث وأهدافه:

تحتوي معظم الأبنية على جدران ملء غالباً ما تكون حاوية على فتحات مما يجعل حالة وجود الفتحات في جدران ملء الإطار هي الحالة الأكثر توافراً ويلزم اعتبارها في مقاومة الإطارات البيتونية المسلحة ومدى فائدتها في زيادة هذه المقاومة وبالتالي لابد من دراستها ومن هنا سنتوجه في بحثنا هذا إلى دراسة:

- دراسة سلوك الإطارات المملوءة بجدران من البلوك حاوية على فتحات.
- دراسة تأثير موقع وتموضع هذه الفتحات على سلوك هذه الإطارات تحت تأثير الحمولات الجانبية.

منهجية البحث:

يعتمد البحث المنهج النظري التحليلي، بعد الاطلاع على الابحاث السابقة المتصلة بموضوع الدراسة سوف يتم توثيق النموذج التحليلي المعتمد في بحثنا وفق الدراسة المرجعية [12](Ozkaynak et al ., 2011) ، وسوف يتم استثمار النموذج الموثق من أجل دراسة تأثير جدران البلوك الحاوية على فتحات على الإطارات البيتونية المسلحة وفق: دراسة وتحليل عدة نماذج لجدران البلوك مع فتحات باعتماد نسب مختلفة لهذه الفتحات بالنسبة لأبعاد الجدار حيث اعتمدت النسب 7%،22%،34% من أجل حالة الأبواب، والنسب 7%، 22%،34%، 40% من أجل حالة النوافذ. كما تم اعتماد مواقع مختلفة لهذه الفتحات وهي حالة الفتحة الطرفية وحالة الفتحة الوسطية.

شروط النمذجة:

تم اعتماد طريقة العناصر المحددة (FEM) لإجراء تحليل لاخطي (Nonlinear) يأخذ بعين الاعتبار لاخطية المادة، وإجراء تحليل ضمني يعتمد على حل تكاملات معادلة الحركة باستخدام طريقة Hilber–hughles–taylor حيث يقوم بحل جملة معادلات التوازن اللاخطية عند كل زيادة في الزمن ويتم الحل بالإعادة والتكرار باستخدام طريقة نيوتن وهي طريقة مناسبة للأحمال الستاتيكية والديناميكية ذات السرعات القليلة.

نموذج المواد المستخدمة:

تم اعتماد النمذجة لجدار البلوك بواسطة النموذج المتجانس (Homogenized Model) والتي تعتبر مادة الجدار وسطاً واحداً باعتبار مواصفات مادة الجدار المكافئة والتي تعبر عن تصرف كل من وحدات البلوك والمونة الرابطة والتفاعل بينهما وأثبتت الدراسات أن هذه الطريقة تعطي نتائج صحيحة في كل من الأحمال الستاتيكية والديناميكية وزمن التحليل مقبول نسبياً إذا ما قورنت بطريقة نمذجة كل من وحدات البلوك والمونة الاسمنتية كعناصر مختلفة مرتبطة فيما بينها [13](Su, 2008) .

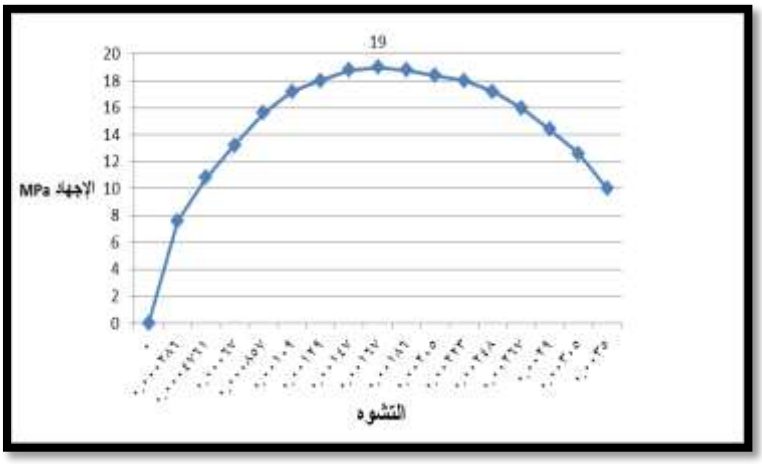
طرائق البحث ومواده:

تم استخدام النماذج التجريبية المستخدمة من قبل [12](Ozkaynak, 2011) واعتمادها لإجراء الدراسة التحليلية عليها . تم استخلاص منحنيات الإجهاد تشوه بناءً على المواصفات الأوروبية [2](BS EN 1996 − 1 − 1) وتم اعتماد قيمة المواصفات التالية للمواد :

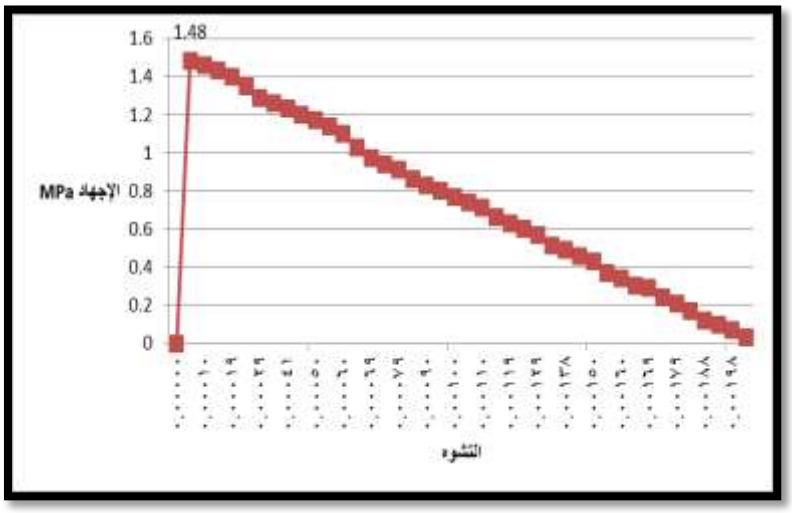
سلوك البيتون:

تم اعتماد نموذج (Concrete Damaged Plasticity Model − CDP) والذي يعتمد على دمج مفهوم التلف المرن للمادة مع مفهوم لدونة المادة في حالتي الضغط والشد ، يستخدم هذا النموذج عند تعرض البيتون لأحمال متغيرة

مثل الأحمال الدورية ، و يعتمد مفهوم الانهيار في هذا النموذج على ميكانيزمين هما تشكل الشقوق في حالة الانهيار على الشد، أو تحطم المادة في حالة الانهيار على الضغط ، و يأخذ بعين الاعتبار تناقص القساوة المرنة بسبب التشوهات اللدنة الحاصلة في كل من حالتي الشد والضغط كما أنه يدخل تأثير استعادة القساوة عند تغير الحالة الإجهادية من شد إلى ضغط أو بالعكس. تم تعريف سلوك البيتون على الضغط وعلى الشد وفق الشكلين (3و4)، وفق ما هو معتمد بالدراسة المرجعية [13].



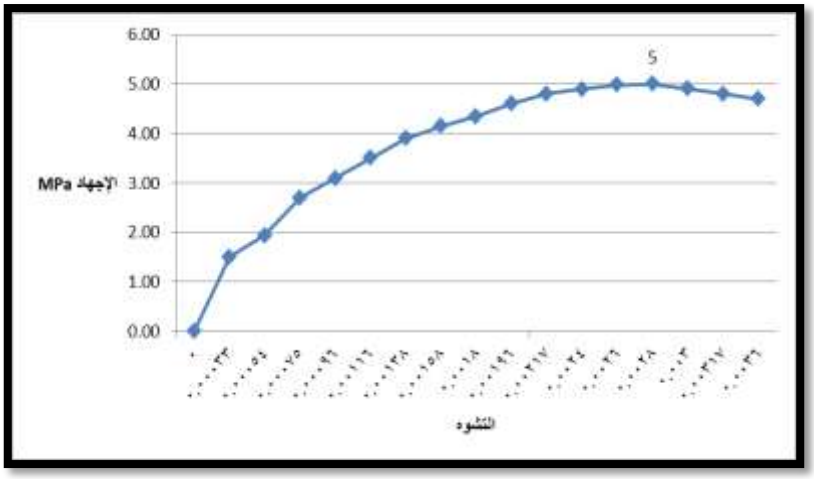
الشكل (3): سلوك مادة البيتون على الضغط[13].



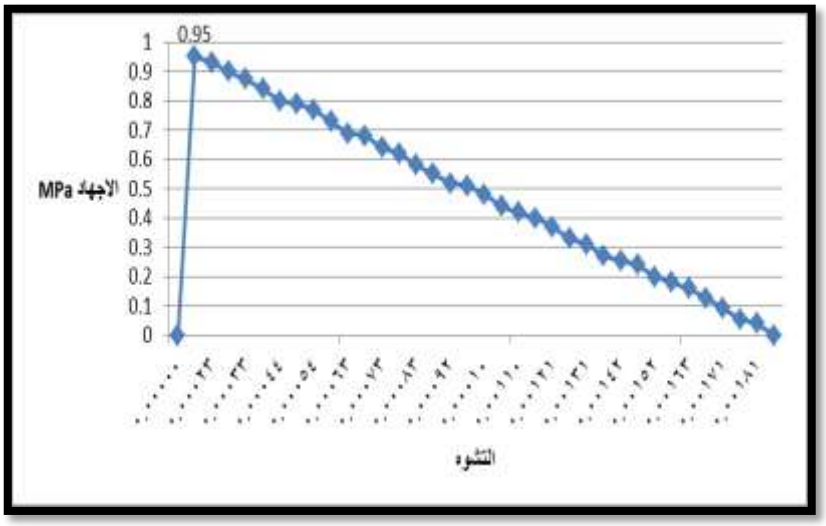
الشكل (4) سلوك مادة البيتون على الشد [13].

وكان معامل مرونة البيتون $E_{cm} = 26675MPa$ ومعامل بواسون 0.2 ، وبلغت قيمة التشوه الاعظمي عن الانهيار $\varepsilon_{cu1}=0.0035$ ، بينما بلغ التشوه الموافق للإجهاد الأعظمي $\varepsilon_{c1} = 0.0017$. وفي حالة البيتون على الشد بلغت مقاومة البيتون على الشد 1.48Mpa ، وقيمة التشوه الاعظمي عن الانهيار $\varepsilon_{tu} = 0.0021$.

سلوك البلوك: وتم اعتماد نموذج (Homogenized Model) والتي تعتبر مادة الجدار وسطا واحدا باعتبار مواصفات مادة الجدار المكافئة والتي تعبر عن تصرف كل من وحدات البلوك والمونة الرابطة والتفاعل فيما بينهما. وقد أثبتت الدراسات أن هذه الطريقة تعطي نتائج صحيحة في كل من الأحمال الستاتيكية والديناميكية وزمن تحليل معقول نسبيا [10](Su, 2008)، بالإضافة إلى ذلك فإن انهيار جدار البلوك ضمن فتحة الإطار نادراً ما يحدث ضمن صفوف المونة وإنما بشكل قطري يتقاطع مع وحدات البلوك بسبب المقاومة المنخفضة للبلوكة على الضغط. تم تعريف مخطط الإجهاد – تشـوه حيث بلغت مقاومة الجدار على الضـغط 5.1MPa ، ومعامل مرونة الجدار $E_m = 5000MPa$، واعتبار معامل بواسـون 0.2 ، وقد بلغت قيمة التشـوه النسـبي الأعظمي عند الانهيار $\varepsilon_{mu} = 0.0035$ ، بينما بلغ التشـوه الموافق للإجـهاد الأعظمي على الضـغط [1](Hendry et al .,2004) $\varepsilon_{m1} = 0.0028$. والموضحة بالشكل (5) وفي حالة الجدار على الشد $f_{tm} = 0.95Mpa$ والموضحة بالشكل (6) ،وكان لدينا الفولاذ التسليح $Fy = 420Mpa$.



الشكل (5) : سلوك مادة البلوك على الضغط



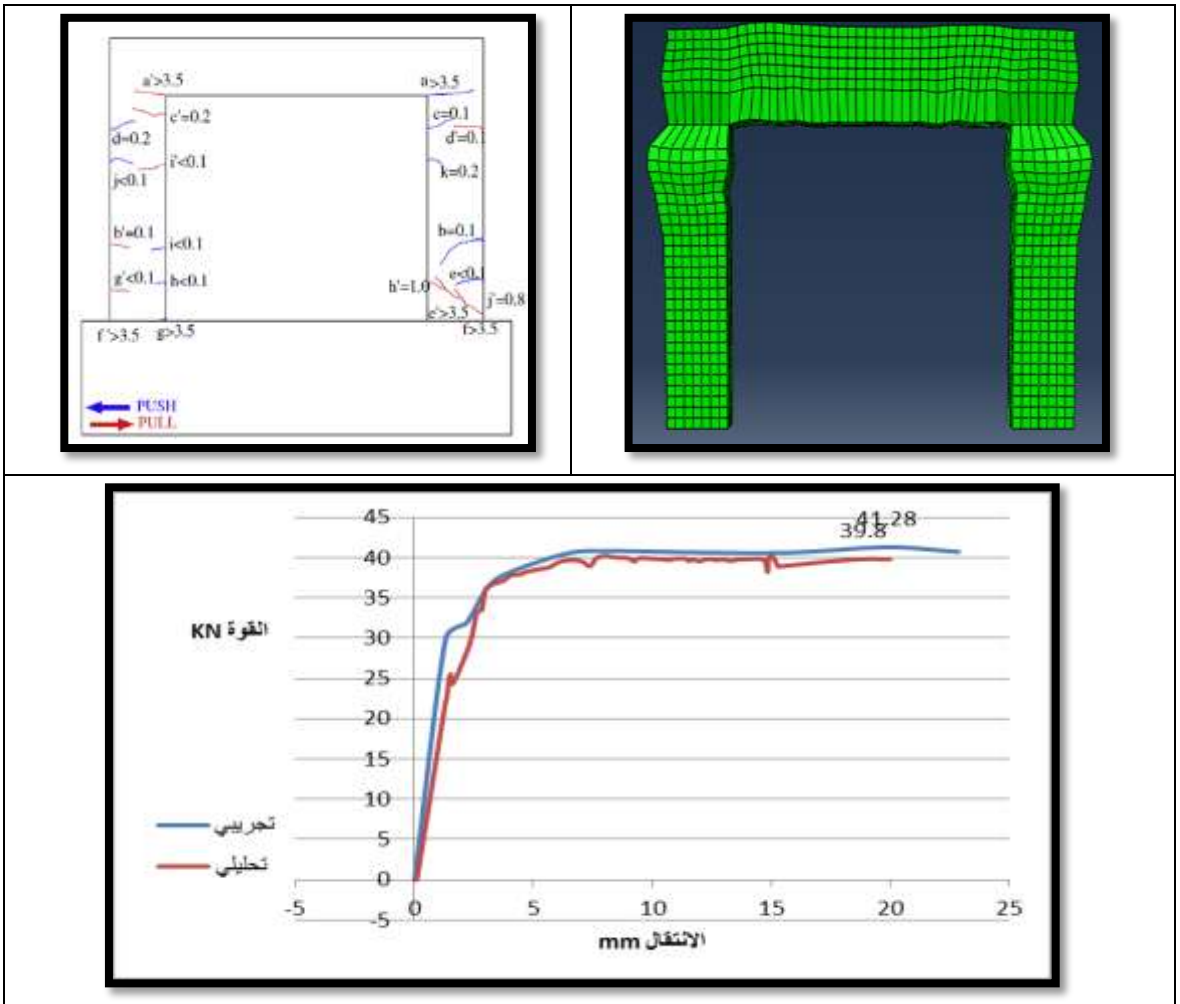
الشكل (6) : سلوك مادة البلوك على الشد

النتائج والمناقشة:

تمت نمذجة الدراسة التجريبية [12](Ozkaynak, 2011) بواسطة برنامج العناصر المنتهية (*ABAQUS ,V6.12-1*) والنتائج التي حصلنا عليها تحليلياً متطابقة مع النتائج التجريبية وفق الآتي :

1- من أجل حالة الإطار البيتوني فارغ والشكل (7) يوضح النتائج التي حصلنا عليها.

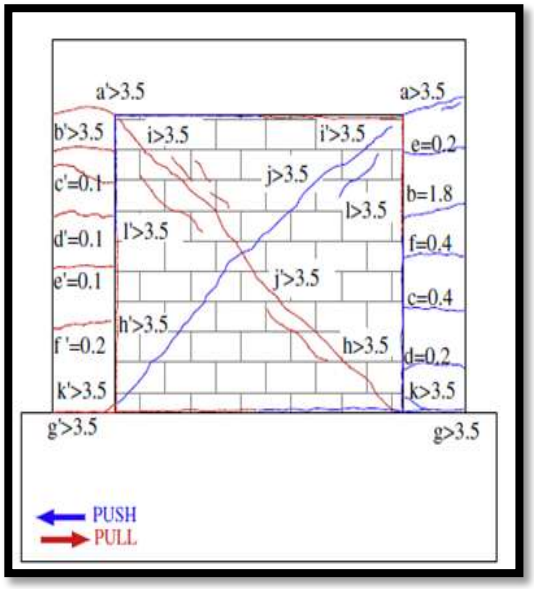
2- من أجل حالة الإطار ممتلئ بالبلوك والشكل (8) يوضح النتائج التي حصلنا عليها.

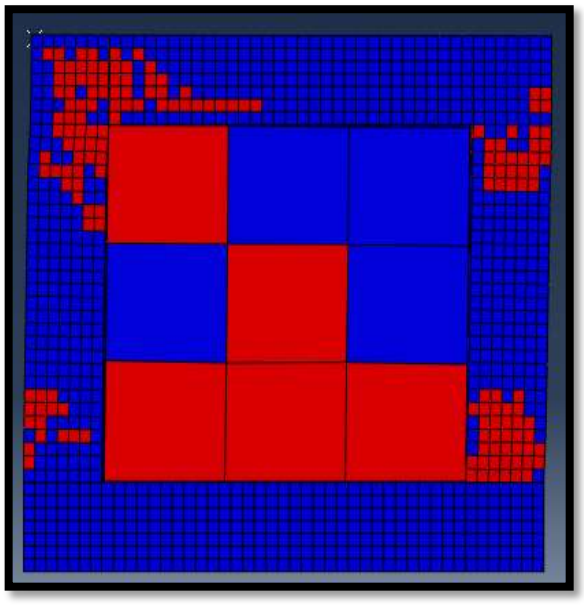


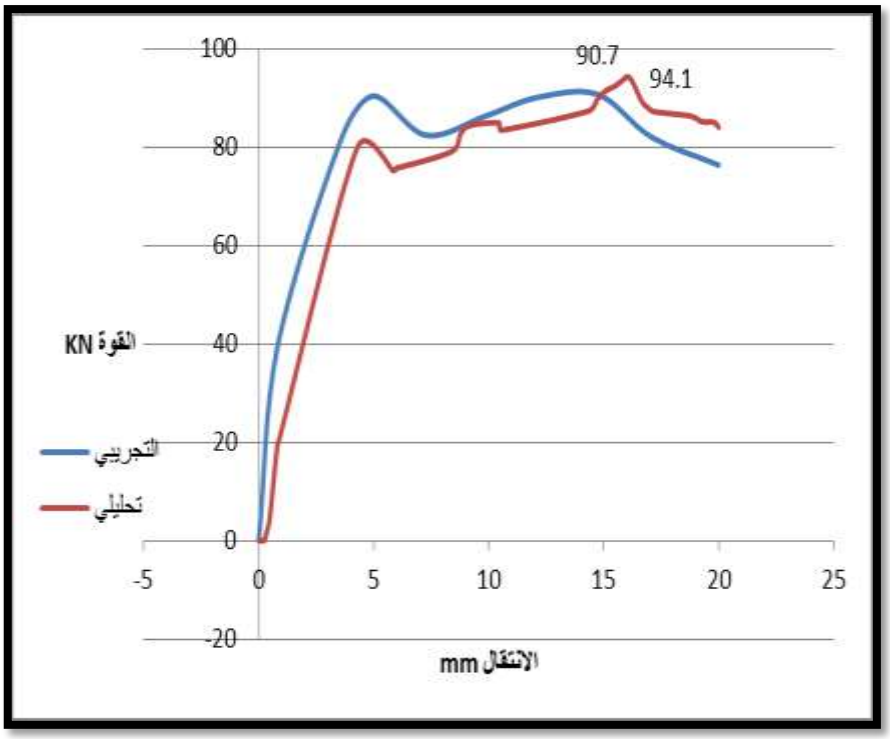
الشكل (7) : المقارنة بين الحالة التجريبية والحالة التحليلية من أجل الإطار فارغ

نرى من خلال المقارنة بين النتائج التحليلية التي قمنا بها والنتائج التجريبية وفق المرجع المدروس والمبينة بالشكل (7) لحالة الإطار الفارغ الخالي من البلوك أنه هناك تقارب بالنتائج بنسبة مقبولة عملياً بنسبة اختلاف حوالي 3.5 %.

نرى من خلال المقارنة بين النتائج التحليلية التي قمنا بها والنتائج التجريبية وفق المرجع المدروس والمبينة بالشكل (8) لحالة الإطار الممتلئ بالبلوك أنه هناك تقارب بالنتائج بنسبة مقبولة عملياً بنسبة اختلاف حوالي 1.1% .







الشكل (8) : المقارنة بين الحالة التجريبية والحالة التحليلية من أجل الإطار ممتلئ

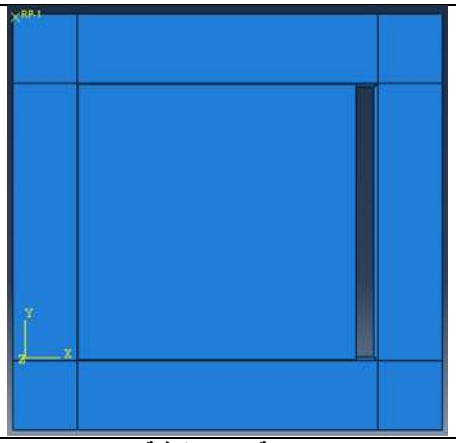
كما نرى من خلال المقارنة بين النتائج التحليلية التي قمنا بها والنتائج التجريبية وفق المرجع المدروس والمبينة بالشكل (7) لحالة الإطار الفارغ الخالي من البلوك والشكل (8) لحالة الإطار الممتلئ بالبلوك ازدياد المقاومة الجانبية للإطار البيتوني بنسبة 200% للحالة المدروسة في بحثنا هذا.

الحالات المدروسة: تم اعتماد أشكال مختلفة للفتحات في جدار البلوك حيث اعتُمدَت حالات عدة لفتحة الأبواب وعدة حالات لفتحة النوافذ، وتم اعتماد نسب مختلفة لهذه الفتحات بالنسبة لأبعاد الجدار وفق ما يلي:

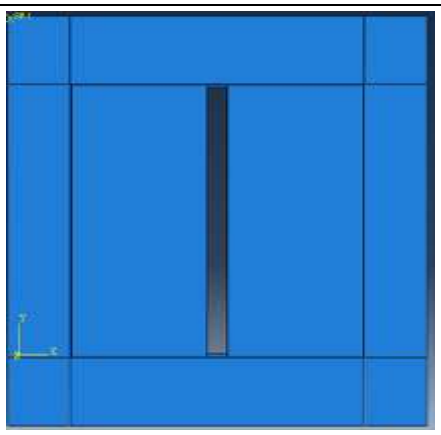
1- تم اعتماد نسب الفراغ 7% ، 22 %، 34% من مساحة الجدار من أجل حالة فتحات الأبواب وهي موضحة بالشكل (9).

2- تم اعتماد نسب الفراغ 7%، 22%، 34%، 40% من مساحة الجدار من أجل حالة فتحات النوافذ وهي موضحة بالشكل (10).

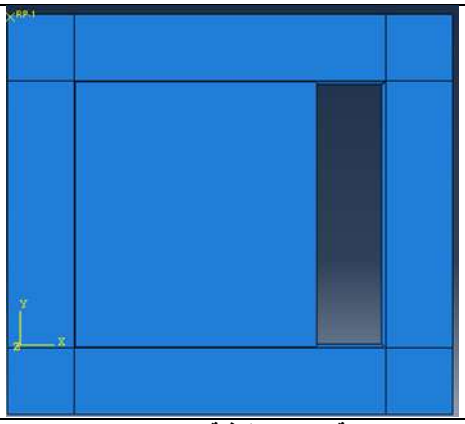
كما تم اعتماد مواقع مختلفة لهذه الفتحات وهي حالة الفتحة طرفية وحالة الفتحة الوسطية.



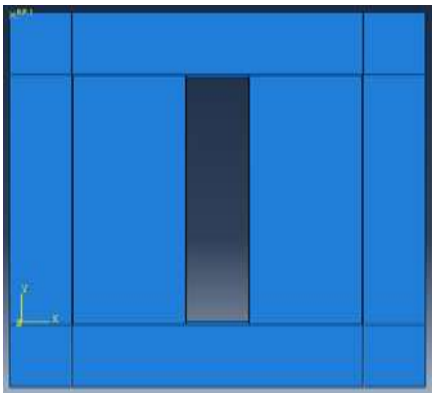
الفتحة 7%- طرفية



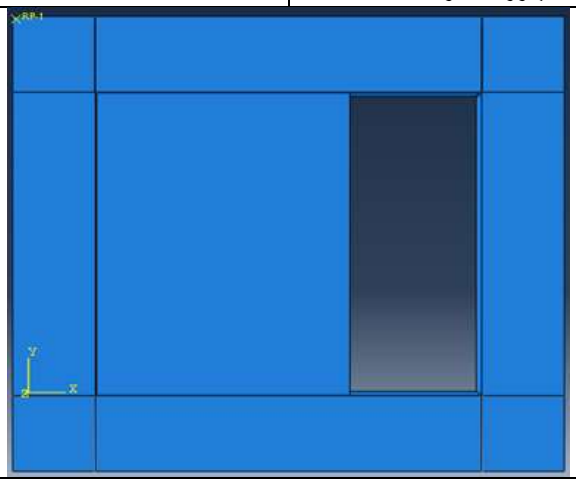
الفتحة 7% - وسطية



الفتحة 22%- طرفية مجاورة للعمود

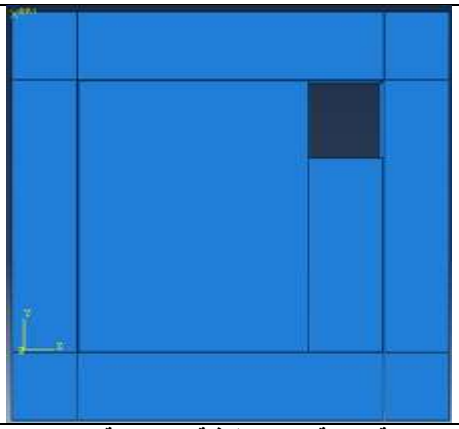
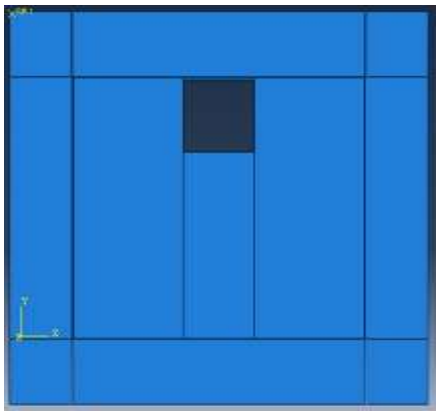
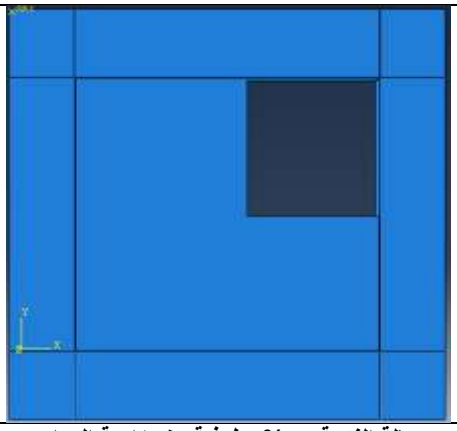
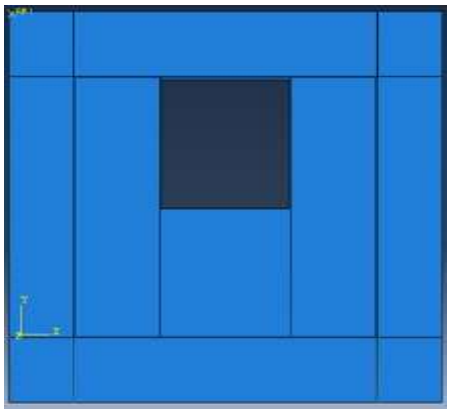
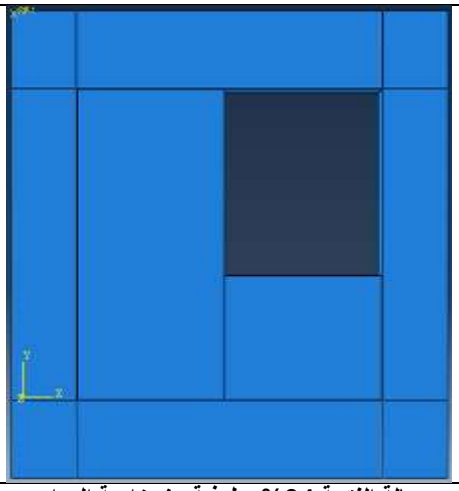
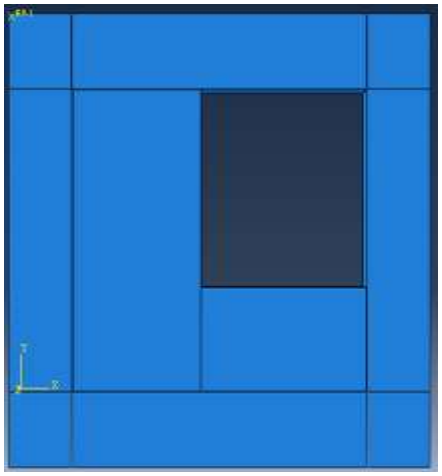


الفتحة 22% - وسطية



الفتحة 34%- طرفية مجاورة للعمود

الشكل (9) : يوضح الحالات المدروسة من أجل حالة الأبواب (الموقع ونسبة الفراغ)

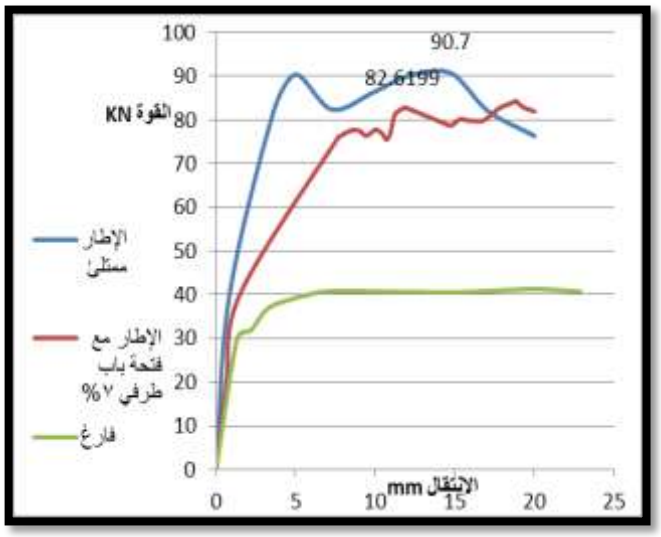
	
حالة الفتحة 7% - طرفية عند زاوية الجدار	حالة الفتحة 7%- وسطية مجاورة للجانز
	
حالة الفتحة 22%- طرفية عند زاوية الجدار	حالة الفتحة 22%- وسطية مجاورة للجانز
	
حالة الفتحة 34%- طرفية عند زاوية الجدار	حالة الفتحة40%- طرفية عند زاوية الجدار

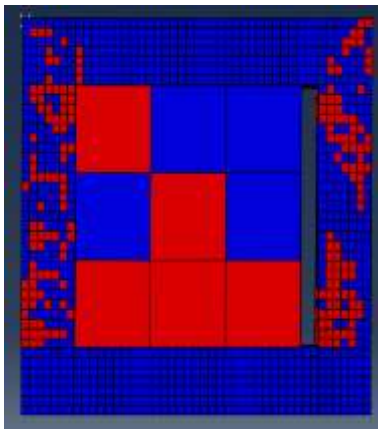
الشكل (10) : يوضح الحالات المدروسة من أجل حالة فتحات النوافذ (الموقع ونسبة الفراغ)

لرصد نتائج تأثير الأشكال المختلفة للفتحات في جدار البلوك المدروس من حيث نسبة الفراغ وتأثير المواقع المختلفة لهذه الفتحات وهي حالة الفتحة طرفية وحالة الفتحة الوسطية على نتائج التحليل، قمنا برصد العلاقة بين شدة القوة المؤثرة – الانزياح الأفقي في الحالات الثلاث الإطار ممتلىء بالبلوك، الإطار يحتوي على بلوك مع نسبة الفراغ المدروسة والإطار فارغ وفق ما يلي:

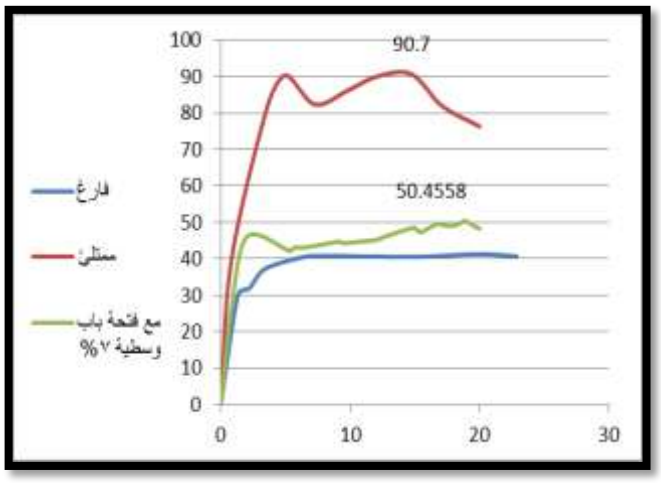
1- تُظهر الأشكال (11-12-13) نتائج التحليل للإطارات المدروسة بالنسب المعتمدة بالدراسة بنسب الفراغ 7% ، 22 %، 34% من مساحة الجدار من أجل حالة فتحات الأبواب.

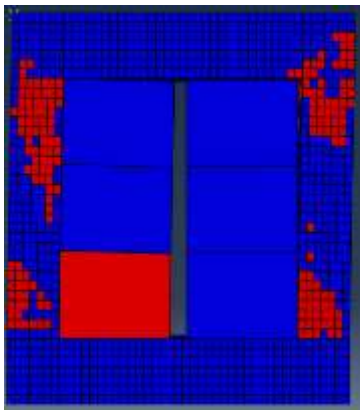
2- وتُظهر الأشكال (14-15-16-17) نتائج التحليل للإطارات المدروسة بالنسب المعتمدة بالدراسة بنسب الفراغ 7%، 22%، 34%، 40% من مساحة الجدار من أجل حالة فتحات النوافذ.





a-) :حالة الفتحة طرفية

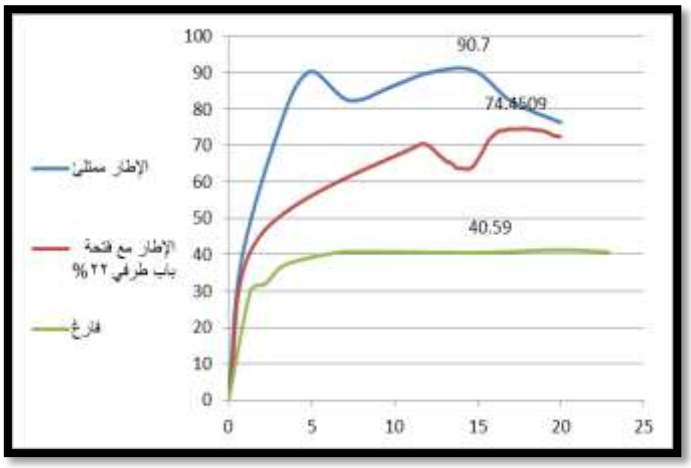


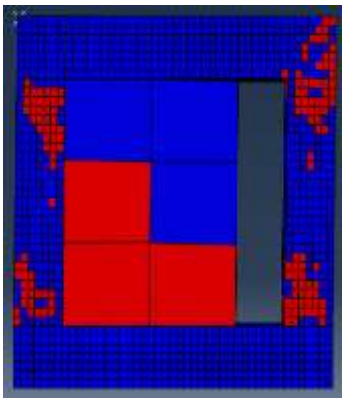


b-) :حالة الفتحة وسطية

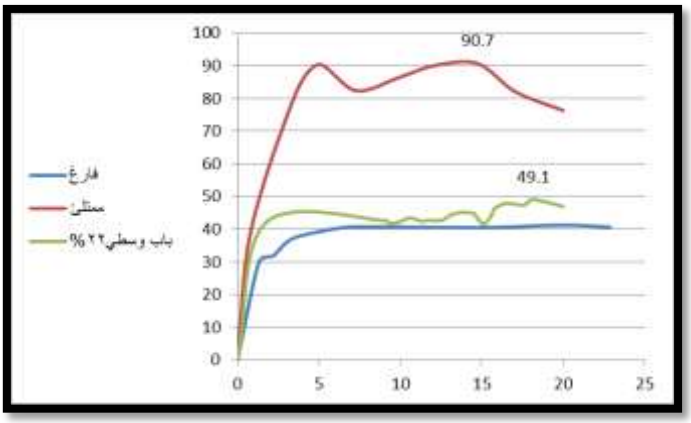
الشكل (11) : نتائج التحليل لحالة فتحة باب نسبة الفراغ 7%

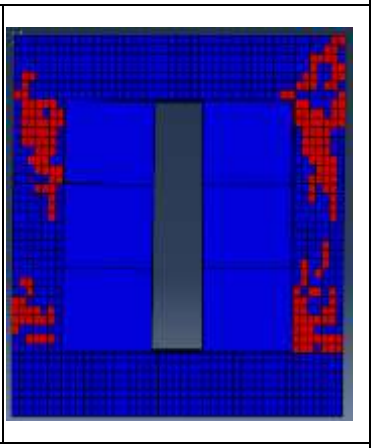
نرى من خلال المقارنة بين النتائج التحليلية التي قمنا بها والتي تبين حالة إطار خالٍ من البلوك وإطار ممتلىء وإطار ممتلىء مع فتحة بجدار البلوك تعادل نسبة الفراغ 7% لفتحة باب والمبينة بالشكل (11) التأثير الواضح لتوضع فتحة الباب حيث ازدادت المقاومة الجانبية للإطار البيتوني في حالة الفتحة طرفية عنها في حالة الفتحة وسطية بنسبة63.7% للحالة المدروسة في بحثنا هذا.





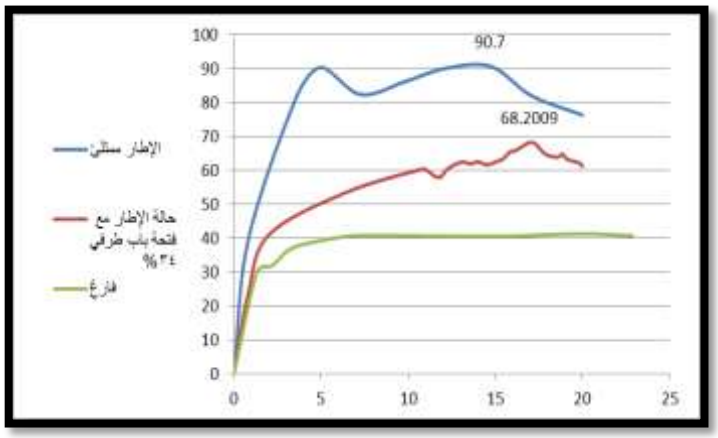
a-): حالة الفتحة طرفية

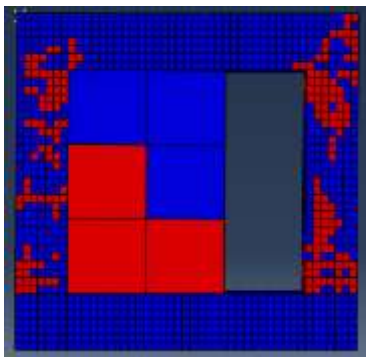




b-) :حالة الفتحة وسطية

الشكل (12) : نتائج التحليل لحالة فتحة باب نســبة الفراغ 22%





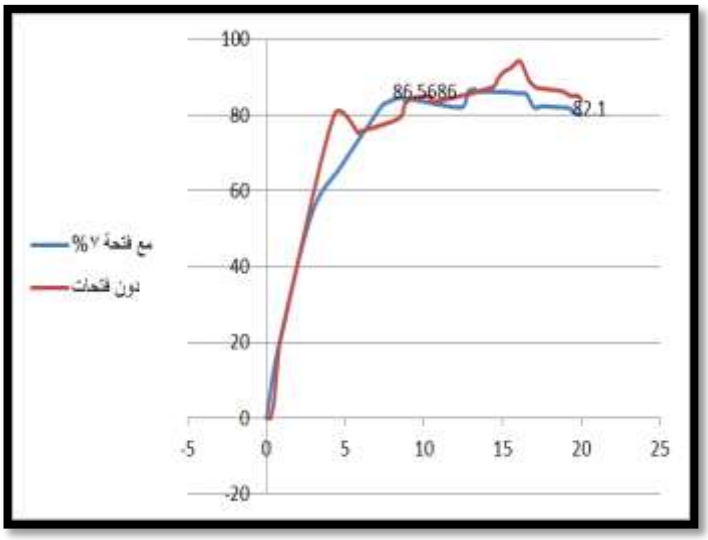
الفتحة 34% :

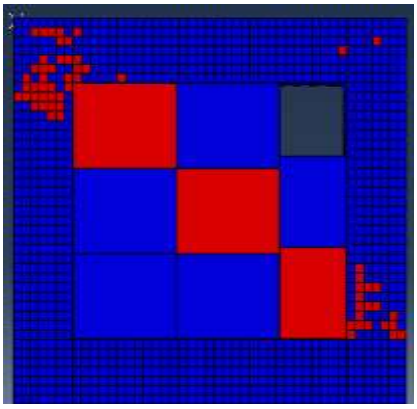
الشكل (13): نتائج التحليل لحالة فتحة الباب نســبة الفراغ 34%

نرى من خلال المقارنة بين النتائج التحليلية التي قمنا بها والتي تبين حالة إطار خالٍ من البلوك وإطار ممتلىء وإطار ممتلىء مع فتحة بجدار البلوك تعادل نسـبة الفراغ 22% لفتحة باب والمبينة بالشكل (12) التأثير الواضح لتوضع فتحة الباب حيث ازدادت المقاومة الجانبية للإطار البيتوني في حالة الفتحة طرفية عنها في حالة الفتحة وسطية بنسبة50% للحالة المدروسة في بحثنا هذا.

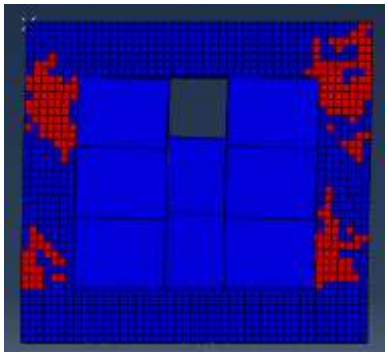
ومن مقارنة نتائج التحليل لحالة توضع فتحة الباب المبينة في الأشكال (11–12–13) أن توضع الفتحة في وسط الجدار يخفض من المقاومة الجانبية للإطار البيتوني بنسبة تعادل 50% من حالة الجدار ممتلىء بالبلوك.

– تُظهر الأشكال (14–15–16–17) نتائج التحليل للإطارات المدروسة بالنسب المعتمدة بالدراسة 7%، 22%، 34%، 40% من مساحة الجدار من أجل حالة فتحات النوافذ.





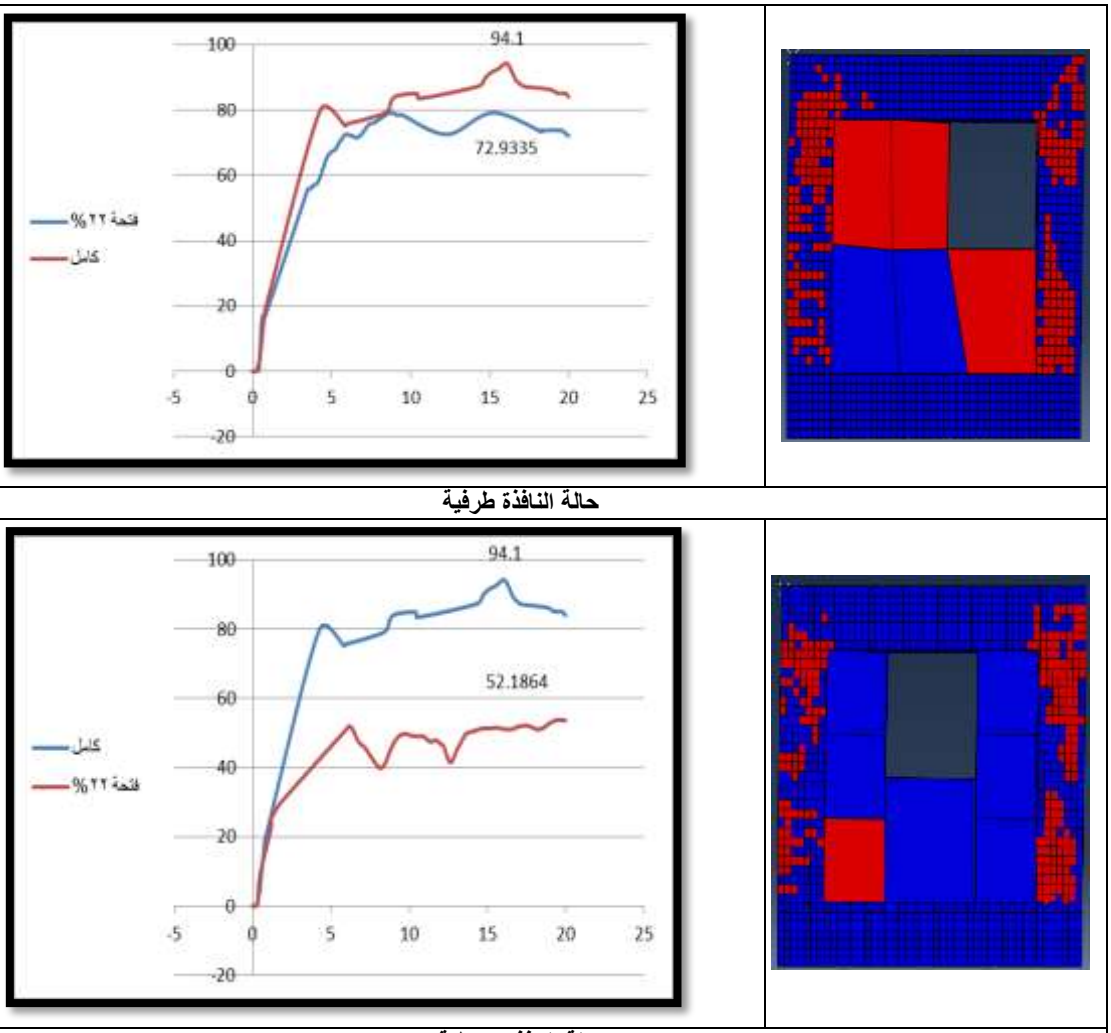
حالة النافذة طرفية



حالة النافذة وسطية

الشكل (14) : نتائج التحليل لحالة فتحة النوافذ نسـبة الفراغ 7%

نرى من خلال المقارنة بين النتائج التحليلية التي قمنا بها والتي تبين حالة إطار ممتلىء وإطار ممتلىء مع فتحة نافذة بجدار البلوك تعادل نسـبة الفراغ 7% والمبينة بالشكل (14) التأثير الواضح لتوضع فتحة النافذة حيث ازدادت المقاومة الجانبية للإطار البيتوني في حالة الفتحة الطرفية بنسبة 82.1 %عنها في حالة الفتحة الوسطية بنسبة 51% للحالة المدروسة في بحثنا هذا.

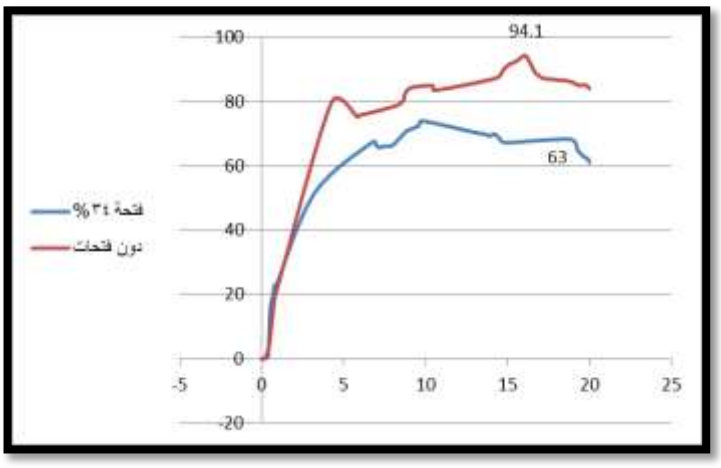


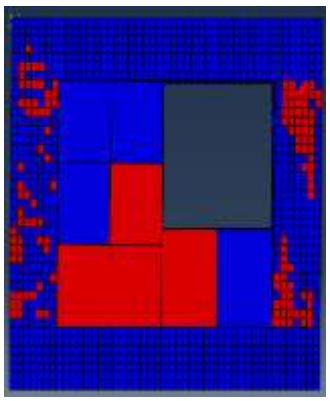
حالة النافذة طرفية

حالة النافذة وسطية

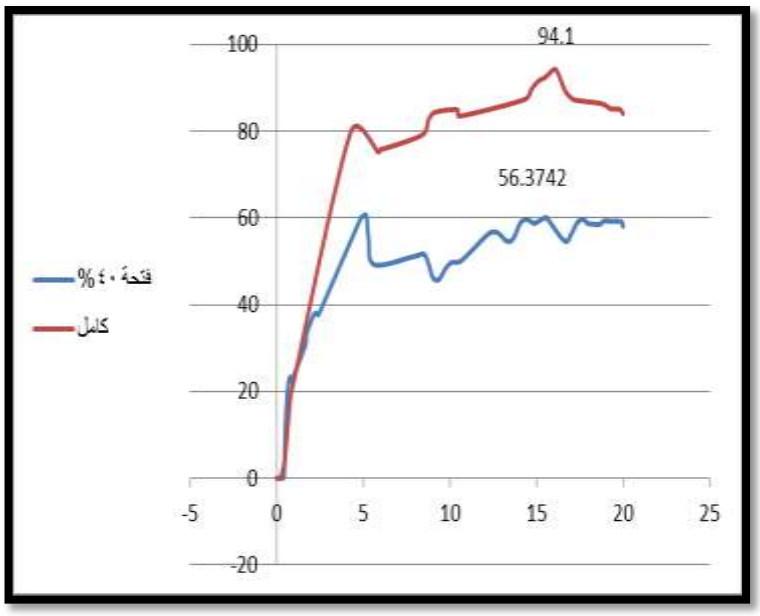
الشكل (15) : نتائج التحليل لحالة فتحة نافذة نسـبة الفراغ 22%

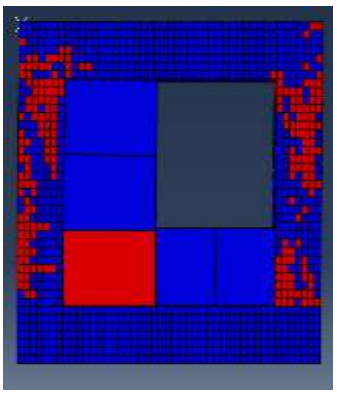
الفتحة 34% :





الشكل (16) : نتائج التحليل لحالة نافذة نسـبة الفراغ 34%





الشكل (17) : نتائج التحليل من أجل فتحة نافذة 40%

نرى من خلال المقارنة بين النتائج التحليلية التي قمنا بها والتي تبين حالة إطار ممتلىء وإطار ممتلىء مع فتحة نافذة بجدار البلوك تعادل نسـب الفراغ 22% – 34%– 40% والمبينة بالأشكال (–16–17 15) التأثير الواضح لتوضع فتحة النافذة ولنسبة الفتحة من كامل مساحة سطح الجدار ما يلي:

1- ازدياد المقاومة الجانبية للإطار البيتوني في حالة الفتحة طرفية عنها في حالة الفتحة وسطية.

2- تقل المقاومة الجانبية للإطار البيتوني كلما ازدادت نسبة الفتحة في الجدار.

الاستنتاجات والتوصيات:

تم في ها البحث دراسة تأثير جدران البلوك المالئة للإطارات البيتونية المسلحة على سلوك هذه الإطارات عند التحميل الجانبي في مستوي جدار البلوك والتأكد من فعالية جدران البلوك في زيادة قساوة الإطار وبالتالي تخفيف الانتقالات الجانبية له وزيادة مقاومته على الحمولات الجانبية تم التوصل في نهاية هذا البحث إلى النتائج التالية:

1- لوحظ أن وجود الجدران أدى إلى زيادة مقاومة الإطار البيتوني بنسبة كبيرة وصلت إلى 200%.

2- زيادة مقاومة الإطار البيتوني أيضاً بنسب مقبولة في حالة وجود فتحات ضمن الجدران.

3- اختلفت قيمة الزيادة في مقاومة الإطار البيتوني تبعاً إلى موقع الفتحة في الجدار ولنسب الفتحات حيث لوحظ أنه عندما تكون الفتحات طرفية كانت المقاومات أكبر، أما عندما تكون الفتحات وسطية أعطت مقاومات أقل وذلك من أجل حالات فتحات النوافذ والأبواب.

4- لوحظ زيادة في مقاومة الإطار في حالة فتحات النوافذ أكبر من حالة فتحات الأبواب.

5- وُجِدَ أن زيادة مقاومة الإطار له علاقة بمساحة الفتحة وبموقعها، حيث تبين أنه بعد وصول نسبة الفتحة أكبر من 22% في حالة الفتحات الوسطية وأكبر من 40% من أجل حالة الفتحات الطرفية عدم وجود التأثير الملحوظ للجدار على مقاومة الإطار البيتوني.

أما التوصيات التي أرى تسجيلها في نهاية هذا البحث فهي:

1- دراسة فعالية جدران البلوك المالئة للإطارات البيتونية المسلحة في المباني متعددة الطوابق.

2- دراسة تأثير جدران البلوك المالئة للإطارات البيتونية المسلحة على تخفيض الدور الطبيعي للإطارات الذي يؤثر على توزيع وشدة الحمولة الذاتية المتولدة أثناء الزلازل في المنشآت البيتونية.

3- دراسة تأثير تغير المواصفات الميكانيكية لجدران البلوك الاسمنتية المالئة للإطارات البيتونية على مدى فعاليتها في تحسين السلوك الزلزالي لجملة الإطارات البيتونية مع جدران البلوك.

المراجع:

[1] - HENDRY, A.W.; SINHA, B.P.; DAVIES, S.R. *Design Of Masonry Structures.*Third Edition, E& FN Spoon, London, UK, (2004).

[2] - BS EN 1996-1-1. *Euro code 6, Design of masonry structures, Part1-1: generalrules for reinforced and unreinforced masonry structure*. European committee for standardization CEN, (2005).

[3] - ZHUGE, Y.; THAMBIRATNAM, D.; CORDEROY,J. *Non-linear dynamic analysis of unreinforced masonry*. Journal of Structural Engineering, 1998.

[4] - SATTAR, S. *Influence Of Masonry Infill Walls And Other Building Characteristics On Seismic Collapse Of Concrete Frame Buildings*. Phd. Thesis, Department of Civil, Environmental and Architectural Engineering, University of Colorado, (2013).

[5]- حويجة، بسام. *متطلبات أساسية لتقويم وتدعيم المباني الواقعة في المناطق الزلزالية تقنيات التدعيم*. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية ، سلسلة العلوم الهندسية المجلد (27) العدد (2) 2005.

[6] - RAI,D.C. .*Seismic Rehabilitation of Structures*. Department of Earthquake Engineering University of Rookie, (2009).

[7] - Nikhil et al, 2013.Static *Analysis of Masonry Infilled R.C.Frame With &Without Opening Including Soft Story of Symmetric Building*". IOSR Journal of Mechanical

and Civil Engineering (IOSR-JMCE) e-ISSN:2278-1684,p-ISSN:2320-334X,Volume 8 ,Issue 1(Jul.-Aug.2013) ,PP78-87.

[8] - SHEREEN, H. A.; BATIKHA, M. *The effect of Unreinforced masonry on seismic behavior of RC frames*. the degree of Master of Science in Seismic structural Engineering , Damascus University,2013

[9] BINICI, B.; OZCEBE, G. Seismic Evaluation Of Infilled Reinforced Concrete Frames Strengthened With FRPs. In Proceedings of the U.S. National Conference on Earthquake Engineering April 18-22< San Francisco California, USA , 2006, paper No. 1717.

[10] - MEILLYTA .*Finite Element Modelling of Unreinforced Masonry (URM) wall with Openings: Studies in Australia*. The Proceedings of 2nd Annual International Conference Syiah Kuala University 2012&8th IMT-GT Uninet Biosciences Conference Banda Aceh,22-24November 2012.

[11] - ABAQUS, Version 6.12-1,(2012). *ABAQUS/Standard User's Manual*. ABAQUS Inc.,USA.

[12] - OZKAYNAK, H. ; YUKSEL, E.; BUYKOZTURK, O.; YALCIN, C.; DINDAR, A.A. *Quasi-static and pseudo-dynamic testing of infilled RC frames retrofitted with CFRP material*. Journal of Composites, Part B, 42 ,(2011), 238-263.

[13] - SU, Y. *Numerical Simulation Strengthened Unreinforced Masonry (URM) Walls by New Retrofitting Technologies For Blast Loading*. Master Thesis, School of Civil, Environment and mining Engineering, The University of Adelaide, (2008).