

## دراسة تأثير جدران البلوك الإسمنتي على الأداء الزلزالي للإطارات البيتونية المسلحة

د.م إحسان الطرشة<sup>1</sup> د.م عبد الرحمن عيسى<sup>2</sup> م. محمد رافع أبو حسين<sup>3</sup>

### المُلخَص

يقدم هذا البحث دراسة تحليلية لمعرفة السلوك اللاخطي للإطارات البيتونية الحاوية على جدران البلوك الإسمنتي (الإطارات المليئة)، ومقارنة التغيرات الطارئة على سلوك الإطارات البيتونية نتيجة لإدخال تأثير جدران البلوك خلال عملية التحليل. تم اعتماد طريقة الدعامه القطرية المكافئة والمقترحة من قبل مجموعة من الباحثين لتمثيل جدران البلوك الإسمنتي أثناء التحليل، تم الاعتماد على نموذج مكون من ست طوابق وأربع مجازات لمقارنته مع باقي النماذج التي تم إدخال تأثير جدران البلوك ضمنها والتي تختلف عن بعضها البعض بنسبة الإملاء ومكان توضع الجدران مع الحفاظ على استمرارية وجود جدران البلوك من الأسفل إلى الأعلى تجنباً لتشكل الطابق الضعيف. أظهرت الدراسة التحليلية زيادة صلابة الإطار حيث وبلغت نسبة الزيادة 69% في النموذج الثالث، وانخفضت قيم الانتقالات في الإطارات بشكل واضح نتيجة لإدخال صلابة الجدران أثناء التحليل حيث بلغت نسبة الانخفاض 71% في النموذج الثالث، كما تغيرت قيم القوى الداخلية ضمن الأعمدة حيث ازدادت القوة المحورية وتناقصت بنسب مختلفة حسب أماكن توضع الجدران بالنسبة للأعمدة، بينما تناقصت قيم عزم الانعطاف بشكل عام نتيجة لمقاومة الجدران جزءاً من قوة القص القاعدي.

**الكلمات المفتاحية:** إطارات مليئة، جدران البلوك، الدعامه القطرية المكافئة، تحليل استاتيكي لاختي، SAP2000 .

<sup>1</sup> أستاذ في قسم الهندسة الإنشائية- كلية الهندسة المدنية- الجامعة الوطنية- حماه- سوريا

<sup>2</sup> أستاذ في قسم الهندسة الإنشائية- كلية الهندسة المدنية- جامعة البعث- حمص- سوريا

<sup>3</sup> طالب دراسات عليا (ماجستير) في قسم الهندسة الإنشائية- كلية الهندسة المدنية- جامعة البعث- حمص- سوريا

# Effect of Cement Block Walls on the Seismic Performance of Reinforced Concrete Frame

Dr. Eng. Ihssan AL Tarsha<sup>1</sup>      Dr. Eng. Abd Alrahman Isaa<sup>2</sup>

Eng. Mohammad Rafea AL Abo Husin<sup>3</sup>

## Abstract

This research presents an analytical study to investigate the nonlinear behavior of the concrete frame which contain the cement block walls (infilled frames) and to compare the changes in the behavior of the concrete frame as a result of introducing the effect of the cement block walls during the analysis process. The method of the equivalent diagonal strut proposed by a group of researchers was adopted to represent the cement block walls. During the analysis, a model consisting of six stories and four spans was relied upon to compare it with the rest of the models in which the effect of the block walls was introduced, which differ from each other by the percentage fullness and the placement of the walls While maintaining the continuity of the block walls from the bottom to the top to avoid the formation of a weak story. The analytical study showed an increase in the rigidity of the frame, as the percentage of increase was 69% in the third model, and the values of the displacement in the frames decreased clearly as a result of the introduction of the stiffness of the walls during the analysis, as the percentage of decrease was 71% in the third model, and the values of the internal forces within the columns also changed, as the axial force increased And they decreased in different proportions according to the places where the walls were placed in relation to the columns, while the values of the bending moment decreased in general as a result of the walls resisting part of the base shear force.

**Key words:** infilled frame, block walls, equivalent diagonal strut, pushover analysis , SAP2000.

---

<sup>1</sup> Professor, Structural Engineering Department, Faculty of Civil Engineering, AL-Wataniya Private University, Hama, Syria.

<sup>2</sup> Professor, Structural Engineering Department, Faculty of Civil Engineering, AL-Baath University, Homs, Syria.

<sup>3</sup> Postgraduate Student, Structural Engineering Department, Faculty of Civil Engineering, AL-Baath University, Homs, Syria.

## 1- مقدّمة:

ينتشر استخدام جدران البلوك الإسمنتي في أعمال البناء بشكل واسع في جميع أنحاء العالم ومن ضمنها الجمهورية العربية السورية، حيث تستخدم جدران البلوك الإسمنتي كجدران خارجية لحماية المنشآت من العوامل المحيطة وكجدران داخلية لتقسيم فراغ هذه المنشآت، يتم إدخال هذه الجدران بحسب تصنيفها خلال عملية التصميم التقليدية كحمولات دائمة تؤثر على العناصر الحاملة لها مع إهمال أي دور لها في مقاومة الحمولات المؤثرة على المنشأ باعتبارها عناصر غير إنشائية.

يغلب استخدام نظام الإطارات البيتونية المسلحة في المباني حيث تؤمن هذه الإطارات مطاوعة جيدة أثناء الزلازل إلا أنها تمتلك صلابة جانبية قليلة ربما تؤدي إلى إزاحة جانبية كبيرة غير مرغوب فيها أثناء الزلزال، يتم بناء جدران البلوك داخل هذه الإطارات البيتونية بعد تصلبها، وتكون على تماس مباشر معها دون وصلات.

وفق [1] Penelis & Kappos تمتلك جدران البلوك عموماً متانة وصلابة كبيرتين، وهي تؤثر بشكل ملحوظ على استجابة الجملة الإنشائية وسلوكها تحت تأثير الحمولات الأفقية وفقاً لما يلي:

- تزيد من صلابة المنشأ وتخفف الدور الأساسي له، مما يرفع من قيمة القص القاعدي.
- تعدل توزيع الصلابات.
- تزيد من قدرة المنشأ على تبديد الطاقة.
- تتحمل جدران البلوك جزءاً من الأفعال الزلزالية وبالتالي تساعد الجملة الإنشائية في ذلك.

قد تساهم هذه الجدران من خلال صلابتها مع الإطارات المحيطة بها في مقاومة المباني للحمولات الجانبية الناتجة عن حدوث الزلازل، ويسمى نظام (جدار - إطار) بالإطارات المليئة (Infilled frame).

يعد تمثيل هذه الجدران أثناء التحليل بشكل دقيق أمراً ليس بالسهل بسبب كثرة المتغيرات المؤثرة في سلوكها أثناء تعرضها للحمولات الجانبية، من أجل هذه الأسباب عمد الكثير من الباحثين لإجراء التجارب على الإطارات المليئة لفهم آلية عملها تحت تأثير الحمولات الجانبية والعمل على إيجاد نماذج مبسطة يمكن الاعتماد عليها في عملية التحليل عند دراسة المباني الحاوية على مثل هذه الأنظمة (الإطارات المليئة).

تشير التجارب إلى أن جدران الإملاء تزيد من الصلابة الجانبية للإطارات، كما أنها تزيد الكتلة مما يؤدي إلى قوة زلزالية أكبر ودور اهتزاز أقل حيث يعتبر هذا تحسن في الاستجابة الزلزالية للإطارات بالمقارنة مع الإطارات الخالية من الجدران، لذلك من المهم الأخذ بعين الاعتبار الفعل المشترك بين جدران البلوك والإطارات المحيطة بها خلال تحليل وتصميم هذه الإطارات.

## 2- هدف البحث:

إجراء دراسة تحليلية للمقارنة بين الاستجابة الزلزالية للإطارات المستوية في حال إهمال جدران البلوك الإسمنتي وعند أخذ هذه الجدران بعين الاعتبار من خلال مقارنة الانتقالات و القوى الداخلية ضمن أعمدة الإطار.

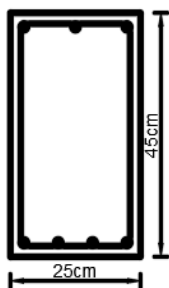
## 3- مواد وطرق البحث:

بالاستعانة ببرنامج SAP2000 تم إجراء تحليل استاتيكي لاخطي (Pushover) لأربع نماذج من الإطارات البيتونية، تختلف عن بعضها البعض بعدد فتحات الإطار الحاوية على جدران البلوك ومكان توضع هذا الجدران كما هو موضح بالجدول (1)، يوضح

الشكل (1) مقاطع كل من أعمدة وجوائز الإطارات والتي تم فيها استخدام بيتون ذو مقاومة على الضغط  $f'_c = 20 MPa$  و فولاذ تسليح ذو إجهاد خضوع  $f_y = 400 MPa$ .

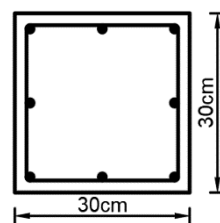
الجدول (1) وصف نماذج الإطارات وعدد المجازات المملوءة بالجدران.

النموذج	الرمز	الوصف
الأول	BF	لم يتم إدخال تأثير صلابة جدران البلوك الشكل (2)
الثاني	FIF	جدران البلوك موجودة في جميع مجازات الإطار الشكل (3)
الثالث	IIS1	جدران البلوك موجودة في مجاز واحد الشكل (4)
	IIS2	جدران البلوك موجودة في مجاز واحد الشكل (5)
	IIS3	جدران البلوك موجودة في مجاز واحد الشكل (6)
	IIS4	جدران البلوك موجودة في مجاز واحد الشكل (7)
الرابع	I2S1	جدران البلوك موجودة في مجازين الشكل (8)
	I2S2	جدران البلوك موجودة في مجازين الشكل (9)
	I2S3	جدران البلوك موجودة في مجازين الشكل (10)



مقطع الجوائز

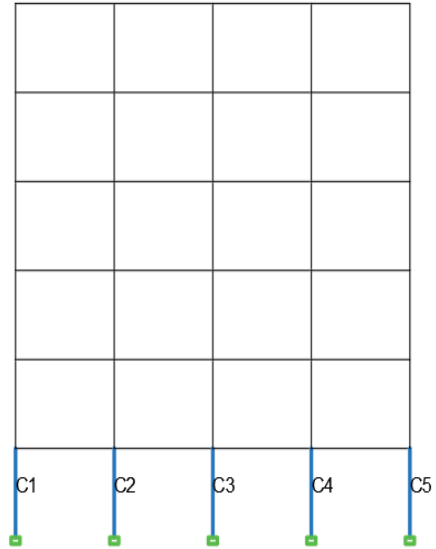
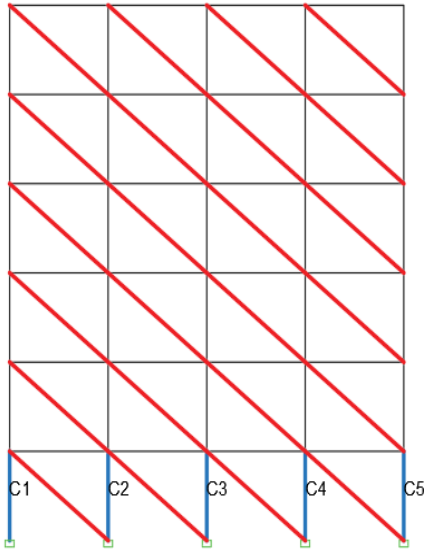
(التسليح علوي 3T12 سفلي 4T12)



مقطع الأعمدة

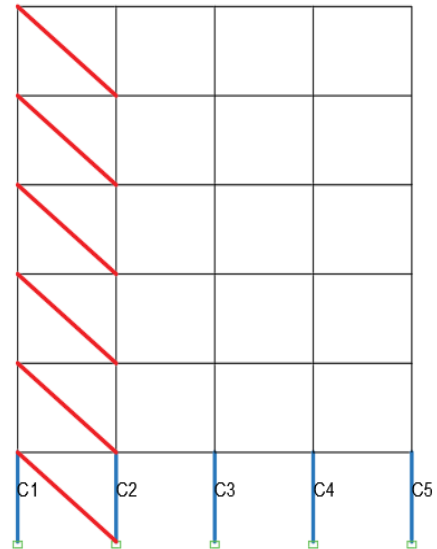
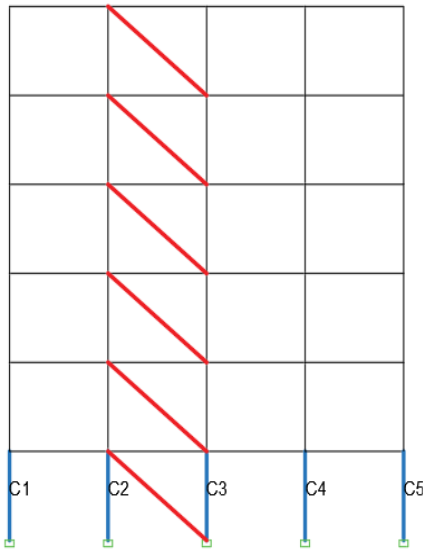
(التسليح 8T12)

الشكل(1):مقطع كل من أعمدة وجوائز الإطارات



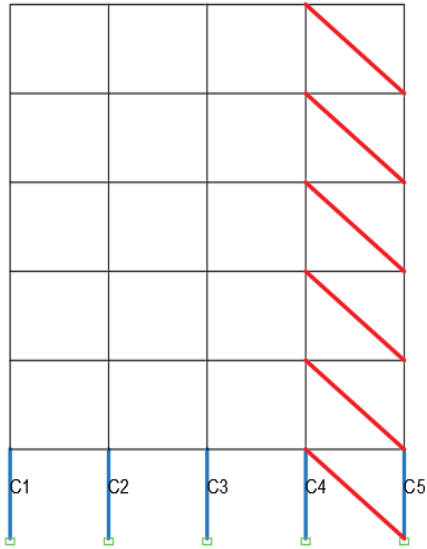
الشكل(3): النموذج FIF

الشكل(2): النموذج BF

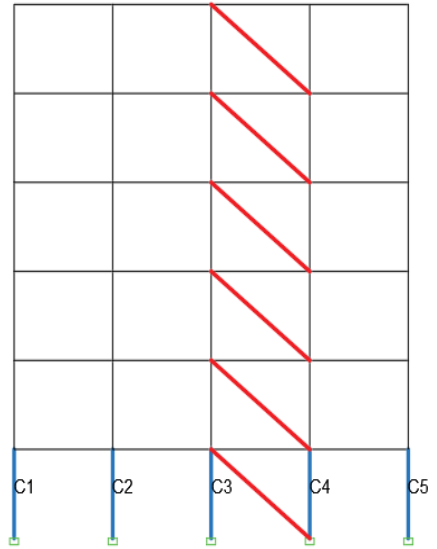


الشكل(5): النموذج IIS2

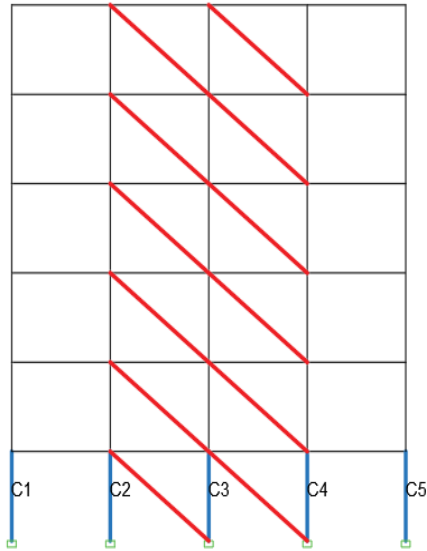
الشكل(4): النموذج IIS1



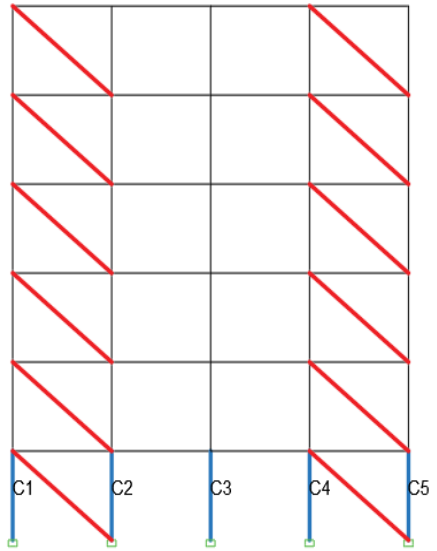
الشكل (7): النموذج I1S4



الشكل (6): النموذج I1S3



الشكل (9): النموذج I2S2



الشكل (8): النموذج I2S1



الشكل (10): النموذج I2S3

ومن أجل نمذجة جدران البلوك ضمن برنامج SAP2000 تم الاعتماد على العلاقات المقترحة من قبل الوكالة الفدرالية الأمريكية للطوارئ FEMA306 [2] لتمثيل الدعامة القطرية المكافئة الشكل (11) بالسماكة الفعلية للجدار التي يتصل من خلالها مع الإطار ( $t_{inf}$ ) وطول قطر الجدار ( $d_{inf}$ ) والعرض الفعال  $W$  المعطى بالعلاقة:

$$W = 0.175d_{inf} \cdot (\lambda_h \cdot H_{inf})^{-0.4} \quad (1)$$

$$\lambda_h = \sqrt[4]{\frac{E_{inf} \cdot t \cdot \sin 2\theta}{4E_c \cdot I_c \cdot H_{inf}}} \quad (2)$$



حيث:

$t; H_{inf}; E_{inf}$  - عبارة عن السماكة والارتفاع ومعامل المرونة الطولي للجدار على التوالي.

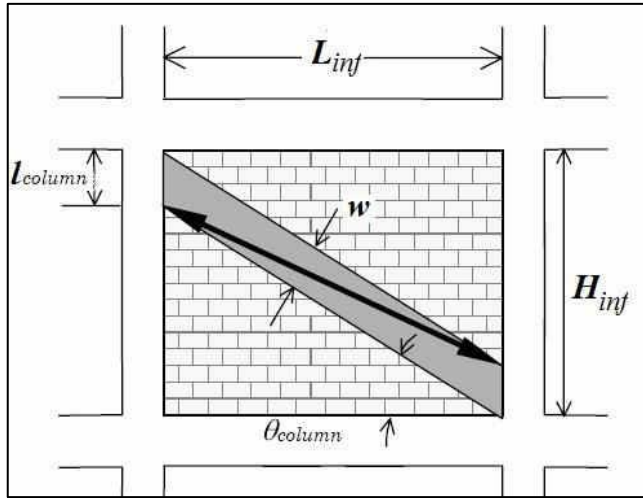
$\theta$  - الزاوية بين قطر الجدار والأفق.

$E_c$  - معامل المرونة الطولي للعمود.

$I_c$  - عزم العطالة للأعمدة.

$H$  - إجمالي ارتفاع الإطار.

$\lambda_h$  - معامل لا بعدي (يأخذ بعين الاعتبار تأثير الصلابة النسبية للجدار على الإطار).



الشكل (11): توضيح موضع الداعمة بالنسبة لعناصر الإطار [3]

تم حساب أبعاد الدعامة القطرية المكافئة باستخدام العلاقات الموضحة سابقا (1-2) مع الأخذ بعين الاعتبار المواصفات التالية لجدران البلوك الإسمنتي،  $t = 200 \text{ mm}$ ،

$$E_{inf} = 3300 \text{ MPa} , H_{inf} = 305 \text{ cm} , L_{inf} = 400 \text{ cm}$$

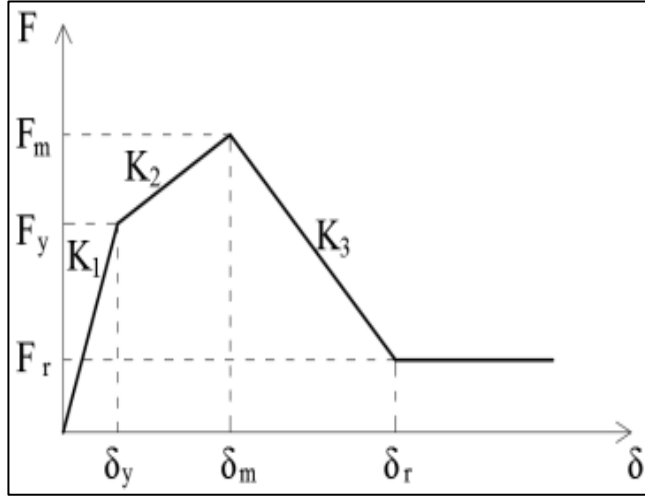
من أجل نمذجتها ضمن برنامج SAP2000.

$$\lambda_h = \sqrt[4]{\frac{E_{inf} \cdot t \cdot \sin 2\theta}{4E_c I_c H_{inf}}} = \sqrt[4]{\frac{3300 \cdot 200 \cdot \sin(2 \cdot 37.33)}{4 \cdot 25491 \cdot \left(\frac{300 \cdot 300^3}{12}\right) \cdot 3050}} = 0.001319$$

$$W = 0.175 d_{inf} \cdot (\lambda_h \cdot H_{inf})^{-0.4} \\ = 0.175 \cdot 5030 \cdot (0.001319 \cdot 3050)^{-0.4} = 475 \text{ mm}$$

إلا أن تقدير الخصائص اللاخطية لمقاومة وصلابة جدران البلوك أثناء الاستجابة غير المرنة هي القضية الأولية التي يجب مراعاتها في التحليل اللاخطي. ولذلك من الضروري تكوين علاقات واقعية بين القوة والإزاحة قادرة على تمثيل السلوك اللاخطي للدعامة المكافئة، وذلك ليس بالأمر السهل. لذلك، تم تقديم العديد من المقترحات المختلفة لتحديد خصائص صلابة ومقاومة جدار البلوك ومجموعة من القوانين لرسم العلاقة اللاخطية بين القوة و الإزاحة F-D و المكونة من ثلاثة أو أربعة أجزاء والتي تم تطويرها بشكل أساسي لجدران البلوك الصلبة من خلال مجموعة من الأبحاث [4] - [9].

النموذج المقترح من قبل [5] Panagiotakos and Fardis والذي تم الاعتماد عليه في تعريف المفصل اللدن للدعامة القطرية المكافئة، والذي يظهر علاقة القوة-إزاحة لجدار البلوك كما في الشكل (12).



الشكل (12): علاقة القوة-إنتقال لجدار البلوك والمقترحة من قبل [5]

يتكون النموذج المقترح من قبل [5] Panagiotakos and Fardis من أربعة أجزاء. تم تحديد ميل الجزء الأول والممثل بصلاية القص الأولية للجدار غير المتشقق ( $K_1$ )، على النحو التالي:

$$K_1 = \frac{G_w \cdot L_{in} \cdot t_w}{H_{in}} \quad (3)$$

حيث:  $G_w$  - معامل القص للجدار.  $H_{in}$  و  $L_{in}$  - ارتفاع وطول الجدار.  $t_w$  - سماكة الجدار.

ترتبط قوة الخضوع ( $F_y$ ) المسببة للتشقق الأولي ضمن الجدار (قوة التشقق) بمقاومة الشد للجدار ( $F_{tp}$ ) والتي يتم الحصول عليها من اختبار الضغط المائل، ويتم تحديد قيمة ( $F_y$ ) باستخدام المعادلة التالية:

$$F_y = F_{tp} \cdot L_{in} \cdot t_w \quad (4)$$

يتوافق الجزء الثاني مع تشكل مسار الضغط القطري داخل جدار البلوك. وفقاً لذلك، فإن الصلابة المحورية للدعامة القطرية المكافئة ( $K_2$ ) تعطى بالعلاقة:

$$K_2 = \frac{E_{me} \cdot a_w \cdot t_w}{r_w} \quad (5)$$

يفترض النموذج المقترح أن تكون النسبة بين أقصى قوة ( $F_m$ ) وقوة التشقق ( $F_y$ ) تساوي 1.3. يتم تحديد الإزاحة ( $\delta_m$ ) المقابلة للقوة القصوى ( $F_m$ ) من العلاقة التالية:

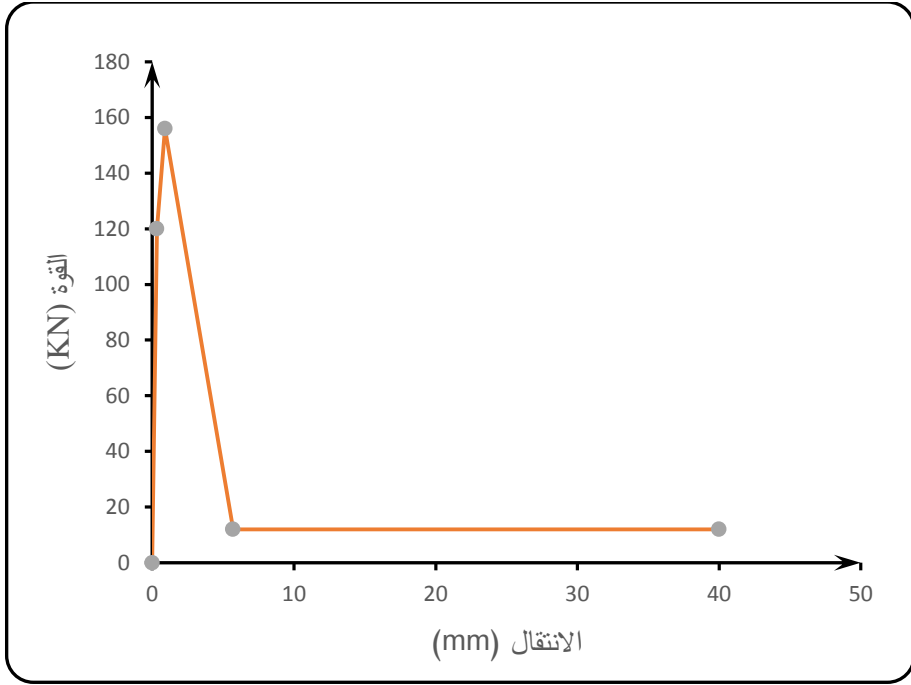
$$\delta_m = \delta_y + \frac{F_m - F_y}{K_2} \quad (6)$$

حيث:  $\delta_y$  الإزاحة الموافقة للقوة المسببة لظهور التشققات ضمن الجدار.

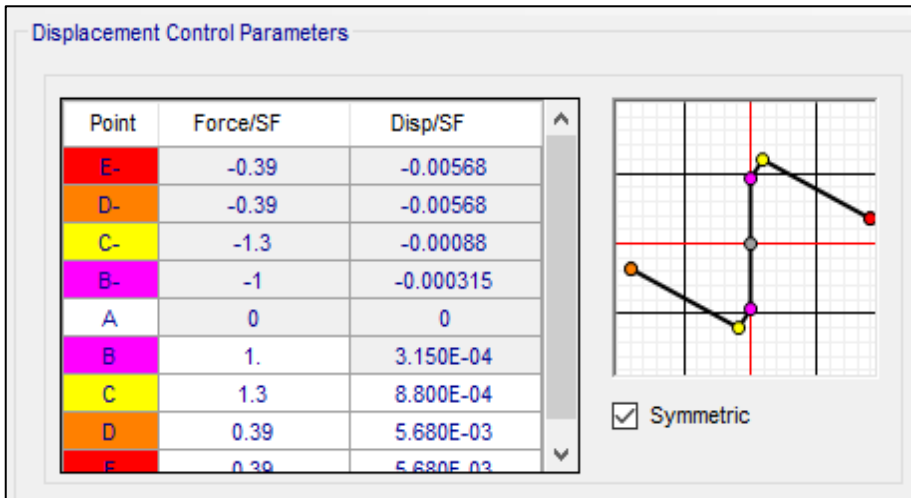
يفترض النموذج المقترح أن تتراوح صلابة الجدار والممثلة بالجزء الثالث من مخطط القوة-إزاحة والتي توافق وصول الجدار الى مرحلة اللدونة بين القيم ( $0.005K_1 \leq$   $K_3 \leq 0.1K_1$ ) ويفترض أن القوة المتبقية ( $F_r$ ) التي يمكن للجدار مقاومتها تتراوح بين القيمتين ( $0.05F_y \leq F_r \leq 0.1F_y$ ) بينما يتم حساب الإزاحة الموافقة لها ( $\delta_r$ ) من خلال العلاقة التالية:

$$\delta_r = \delta_m + \frac{F_m - F_r}{K_3} \quad (7)$$

يصف الجزء الرابع من المخطط والمميز بقوة متبقية ثابتة الحالة النهائية لجدار البلوك. يبين الشكل (13) العلاقة قوة-إزاحة لجدران البلوك المستخدمة في كافة نماذج الدراسة بعد حساب العلاقات (3-7) اللازمة لرسمه، والذي تم إعماله في تمثيل المفصل اللدن ضمن الدعامة القطرية المكافئة للجدران أثناء التحليل الاستاتيكي اللاخطي ضمن برنامج SAP2000 كما هو موضح في الشكل (14).



الشكل (13): علاقة القوة-الانتقال لجدار البلوك



الشكل (14): تعريف المفصل اللدن الخاص بالدعامات القطرية المكافئة

#### 4- النتائج ومناقشتها:

##### 1-4 منحنى الدفع:

تم إجراء تحليل استاتيكي لاختي (Pushover) لمعرفة التغيرات الناتجة في استجابة النماذج المختلفة نتيجة لإدخال جدران البلوك الإسمنتي أثناء التحليل، تم تعريف حالات التحميل اللازمة لهذا التحليل بما يتوافق مع [10] [11] كما يلي:

حالة التحميل الأولى: وهي عبارة عن تطبيق حمولات شاقولية (Gravity) ممثلة بالحمولات الميتة المطبقة على الإطار بشكل متزايد حتى الوصول إلى كامل القوة الشاقولية المعرفة والتي تمثل بداية لحالة التحميل الثانية والممثلة بالقوة الجانبية المعبرة عن الزلزال ، حيث يتم تحليلها بطريقة استاتيكية لاختية يكون التحكم فيها بالقوة، يوضح الشكل (15) تعريف هذه الحمولات.

حالة التحميل الثانية: وهي عبارة عن تطبيق حمولات جانبية أفقية (Lateral) متزايدة تستعمل في دفع الجملة ورسم منحنى الدفع. تم استخدام نموذج حمولات مشابه للطور الأول، وتطبق هذه القوة بالاتجاه X انطلاقاً من نتائج التحليل اللاخطي الخاصة بحالة التحميل الأولى، تم تعريف حالة التحميل الثانية كما هو موضح بالشكل (16).

**S Load Case Data - Nonlinear Static**

Load Case Name: Gravity [Set Def Name] [Modify/Show...]

Notes: [Modify/Show...]

Load Case Type: Static [Design...]

Initial Conditions:
   
 Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
   
 Continue from State at End of Nonlinear Case [v]
   
Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Modal Load Case: All Modal Loads Applied Use Modes from Case [MODAL v]

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern v	DEAD	1.
Load Pattern	DEAD	1.

[Add] [Modify] [Delete]

Other Parameters:
   
Load Application: Full Load [Modify/Show...]
   
Results Saved: Multiple States [Modify/Show...]
   
Nonlinear Parameters: Default [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

الشكل (15): تعريف حالة التحميل الأولى

**S Load Case Data - Nonlinear Static**

Load Case Name: push over [Set Def Name] [Modify/Show...]

Notes: [Modify/Show...]

Load Case Type: Static [Design...]

Initial Conditions:
   
 Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
   
 Continue from State at End of Nonlinear Case [Gravity v]
   
Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Modal Load Case: All Modal Loads Applied Use Modes from Case [MODAL v]

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Mode v	1	-1.
Mode	1	-1.

[Add] [Modify] [Delete]

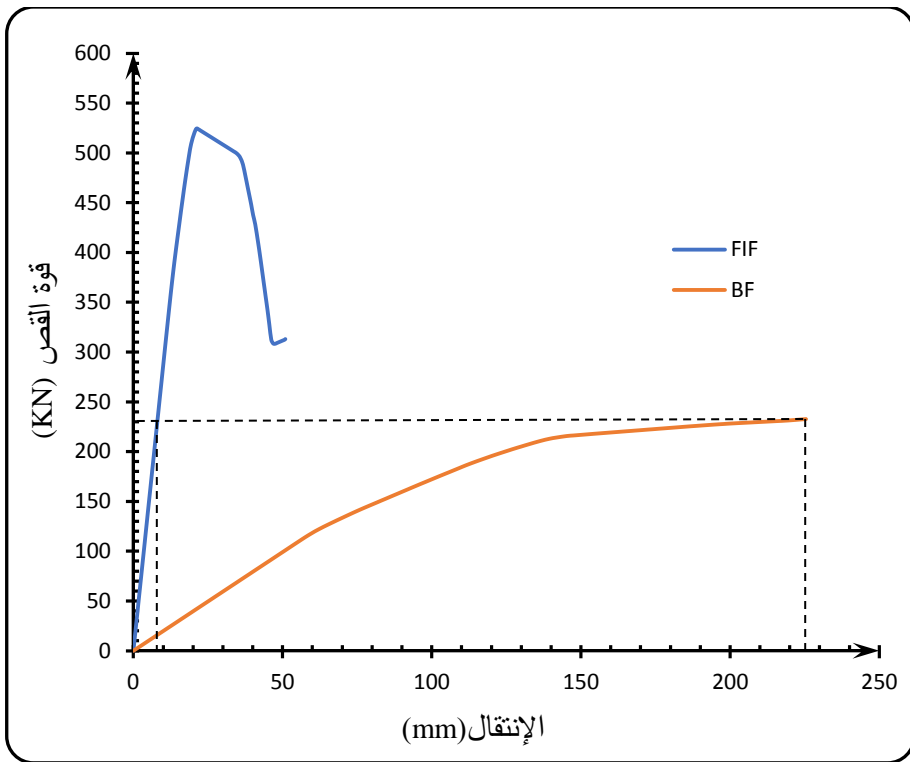
Other Parameters:
   
Load Application: Displ Control [Modify/Show...]
   
Results Saved: Multiple States [Modify/Show...]
   
Nonlinear Parameters: Default [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

الشكل (16): تعريف حالة التحميل الثانية

#### 4-1-1 مقارنة نتائج منحنى الدفع للنموذج الثاني مع النموذج الأول:

يبين منحنى الدفع لكل من النموذجين (BF, FIF) الموضح بالشكل (17) الزيادة الكبيرة في صلابة النموذج (FIF) نتيجة لإدخال تأثير جدران البلوك الإسمنتي المتواجدة في جميع المجازات، حيث بلغت هذه الزيادة %93. بينما بلغت قيمة الانتقالات الموافقة لقوة القص KN 232 في النموذج (BF) وفي النموذج (FIF) 8.08mm، أي انخفضت قيمة الانتقالات نتيجة ادخال تأثير جدران البلوك بنسبة %96.4.

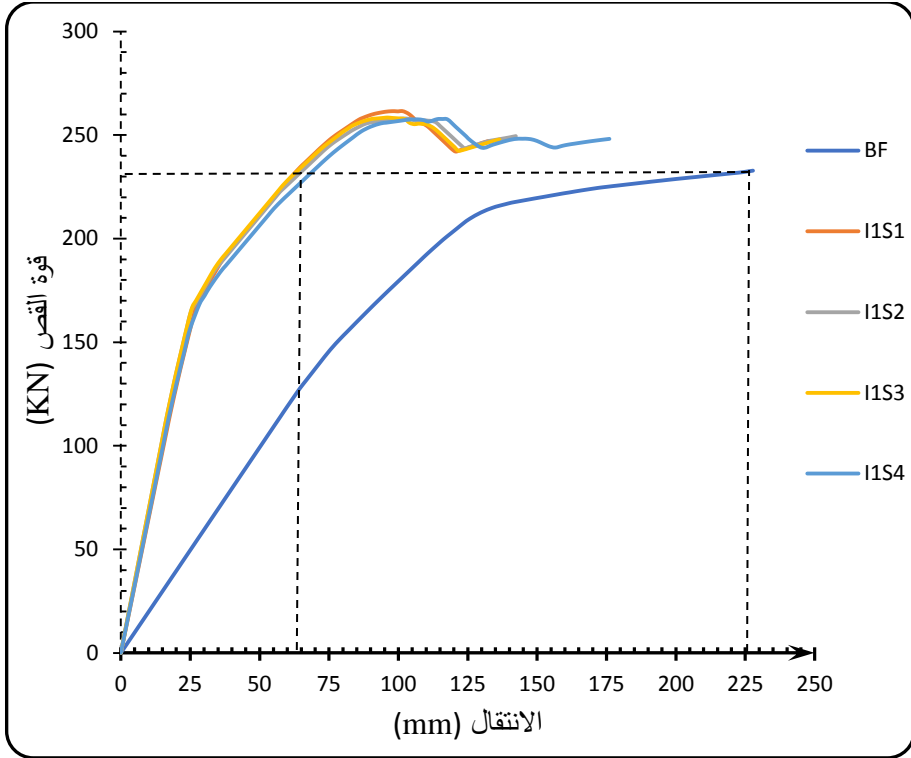


الشكل (17): منحنى الدفع للنموذجين BF, FIF



## 4-1-2 مقارنة نتائج منحنى الدفع للنموذج الثالث مع النموذج الأول:

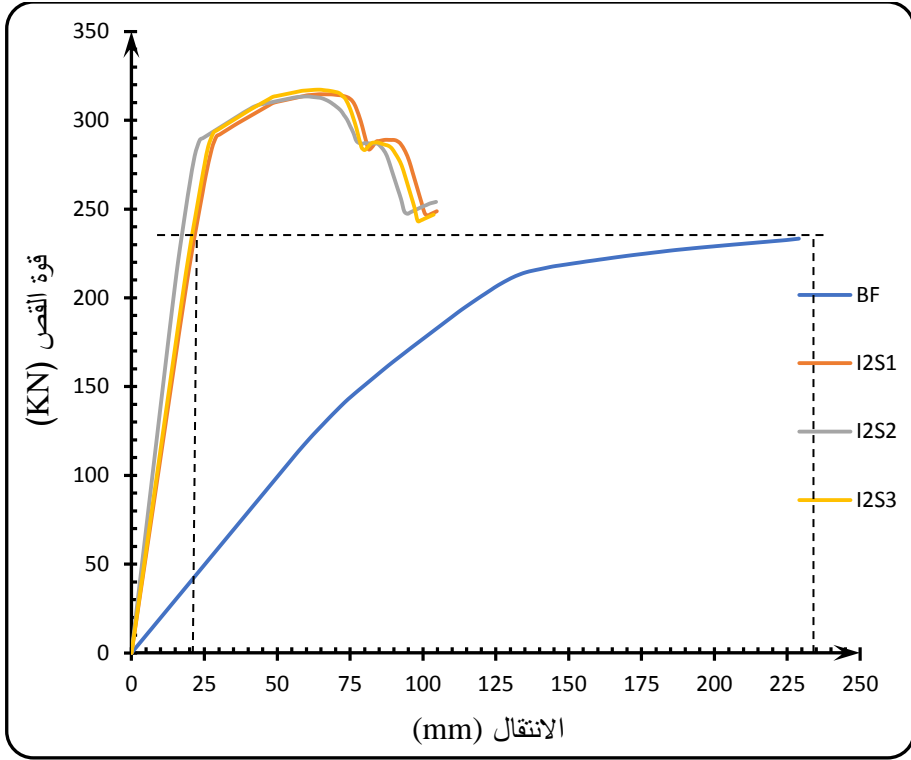
من خلال مقارنة منحنيات الدفع للنموذجين الأول (BF) والثالث (IIS1, IIS2, IIS3, IIS4) الموضحة بالشكل (18) يتبين زيادة قيمة صلابة الإطار في النموذج الثالث والحاوي على جدران البلوك الاسمنتي في مجاز واحد عن قيمة صلابة الإطار في النموذج الأول بنسبة 69%. بينما بلغت قيمة الانتقالات الموافقة لقوة القص 232 KN في النموذج الأول (BF) وفي النموذج الثالث (IIS1, IIS2, IIS3, IIS4) 225mm و64mm، أي انخفضت قيمة الانتقالات نتيجة ادخال تأثير جدران البلوك بنسبة 71%.



الشكل (18): منحنى الدفع للنماذج BF, IIS1, IIS2, IIS3, IIS4

### 3-1-4 مقارنة نتائج منحنى الدفع للنموذج الرابع مع النموذج الأول:

من خلال مقارنة منحنيات الدفع للنموذجين الأول (BF) والرابع (I2S1, I2S2, I2S3) الموضحة بالشكل (19) يتبين زيادة قيمة صلابة الإطار في النموذج الثالث والحاوي على جدران البلوك الاسمنتي في مجازين عن قيمة صلابة الإطار في النموذج الأول بنسبة 83%. بينما بلغت قيمة الانتقالات الموافقة لقوة القص 232 KN في النموذج الأول (BF) 225mm وفي النموذج الثالث (I1S1, I1S2, I1S3, I1S4) 21mm، أي انخفضت قيمة الانتقالات نتيجة ادخال تأثير جدران البلوك بنسبة 90.6%.



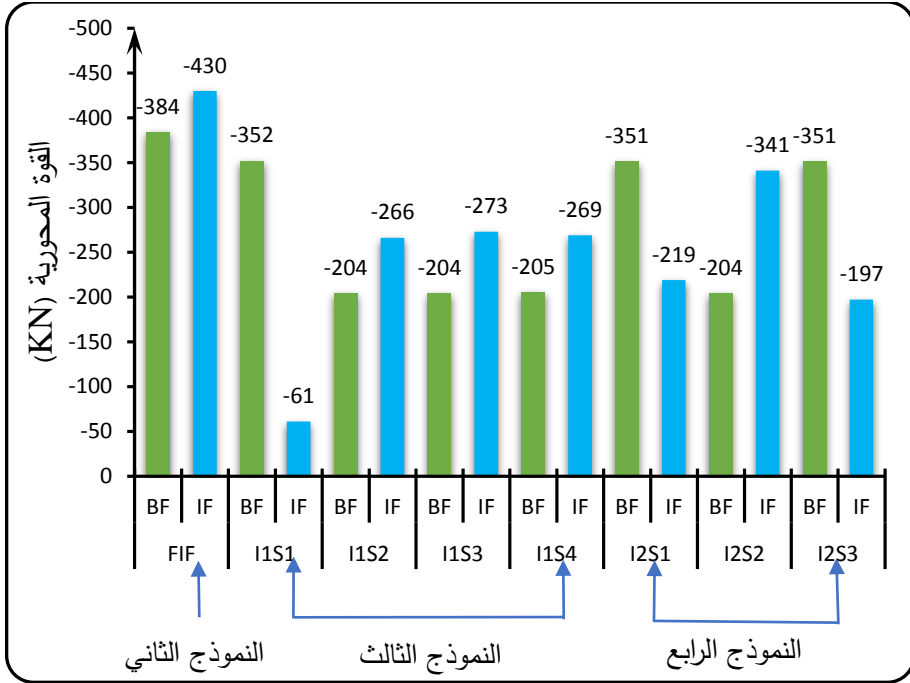
الشكل (19): منحنى الدفع للنماذج BF, I2S1, I2S2, I2S3

## 2-4 القوى الداخلية ضمن الأعمدة:

تمت مقارنة قيم القوى الداخلية (قوة محورية، عزم انعطاف) ضمن الأعمدة (C1,C2,C3,C4,C5) والموضحة في الشكل (2) وذلك عند قوة قص واحدة (232 KN) في جميع النماذج.

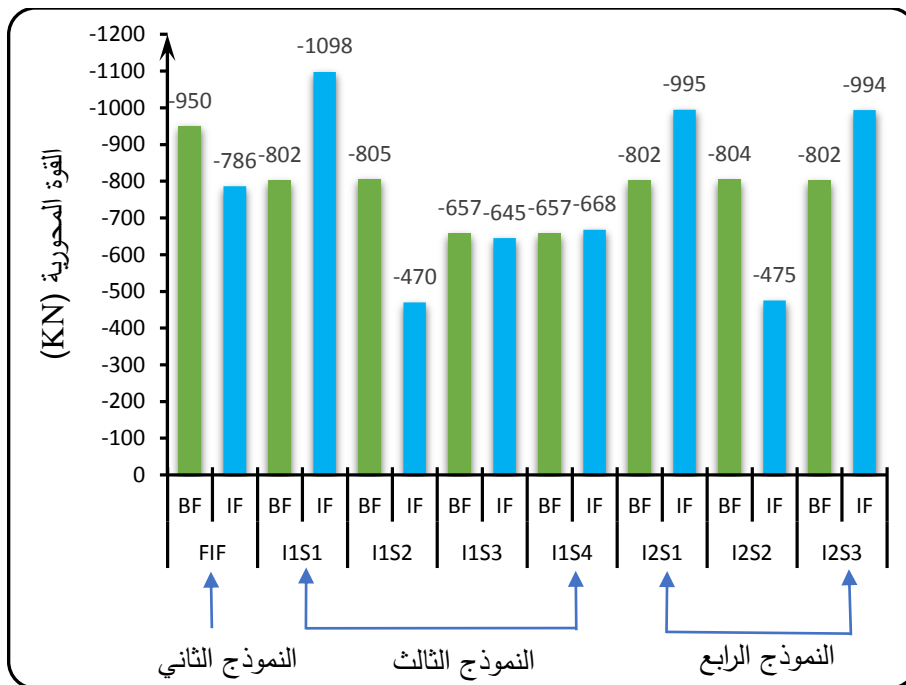
### 1-2-4 القوة المحورية ضمن الأعمدة:

يبين الشكل (20) تغير قيم القوة المحورية ضمن العمود C1. من خلال المخطط يتضح زيادة قيمة القوة المحورية في النموذج FIF بنسبة 12%، بينما بلغت نسبة الزيادة في النماذج (IIS2, IIS3, IIS4) 30%، في حين وصلت نسبة الزيادة إلى 67% في النموذج I2S2. بينما انخفضت قيمة القوة المحورية بنسبة 82% في النموذج IIS1، وبنسبة 37% في النموذج I2S1 وبنسبة 43% في النموذج I2S3، وذلك نتيجة وجود الدعامة القطرية الممثلة للجدران حيث تقوم بشد العمود الواقع قبلها من جهة تطبيق القوة مما يؤدي الى انخفاض القوة المحورية ضمنه، بينما تقوم بضغط العمود الواقع بعدها مما يسبب زيادة القوة المحورية ضمنه.



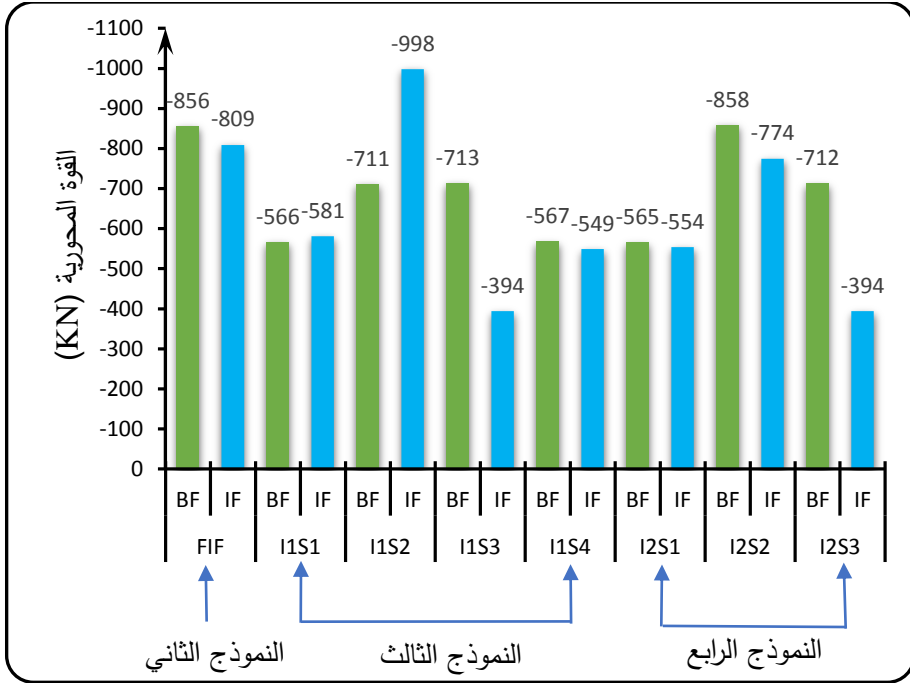
الشكل (20): قيم القوة المحورية ضمن العمود C1 لجميع النماذج

يبين الشكل (21) تغير قيم القوة المحورية ضمن العمود C2. من خلال المخطط يتضح انخفاض قيمة القوة المحورية في النموذج FIF بنسبة 17%، في حين بلغت نسبة الانخفاض في النموذجين (I1S2, I2S2) 41%، بينما زادت قيمة القوة المحورية في النموذجين (I2S1, I2S3) بنسبة 24%. في حين بلغت الزيادة في القوة المحورية بنسبة 37% في النموذج I1S1، وفي النماذج I1S3, I1S4 لم يظهر تغير واضح في قيمة القوة المحورية ضمن العمود C2.



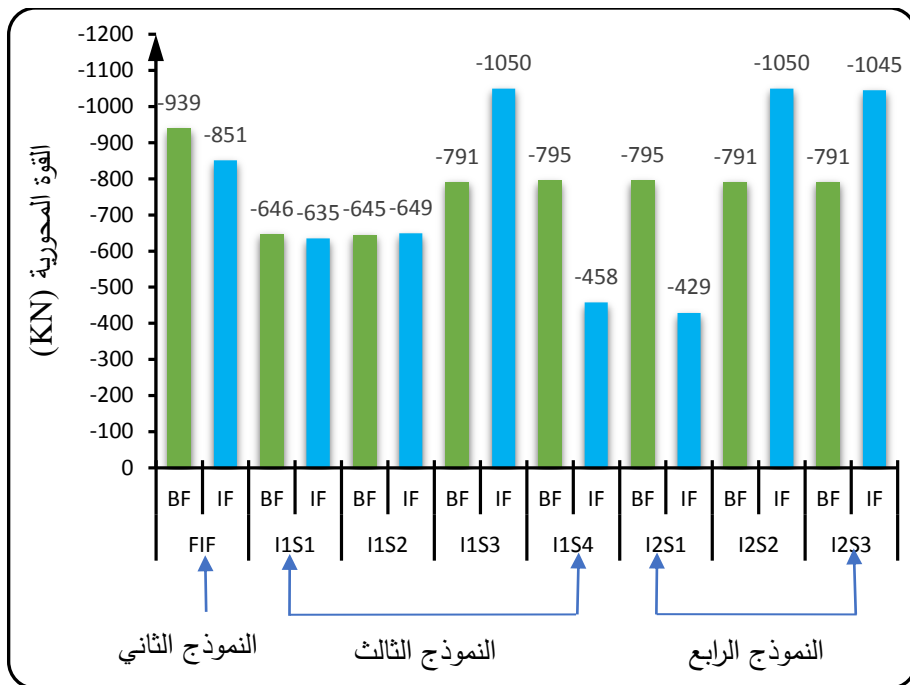
الشكل (21): قيم القوة المحورية ضمن العمود C2 لجميع النماذج

يبين الشكل (22) تغير قيم القوة المحورية ضمن العمود C3. من خلال المخطط يتضح انخفاض قيمة القوة المحورية في النموذج FIF بنسبة 6%، في حين بلغت نسبة الانخفاض في النموذجين (I1S3, I2S3) 45% وبنسبة 10% في النموذج I2S2. بينما زادت قيمة القوة المحورية بنسبة 40% في النموذج I1S2، وكان تغير قيم القوة المحورية في النماذج (I1S1, I1S4, I2S1) طفيفاً.



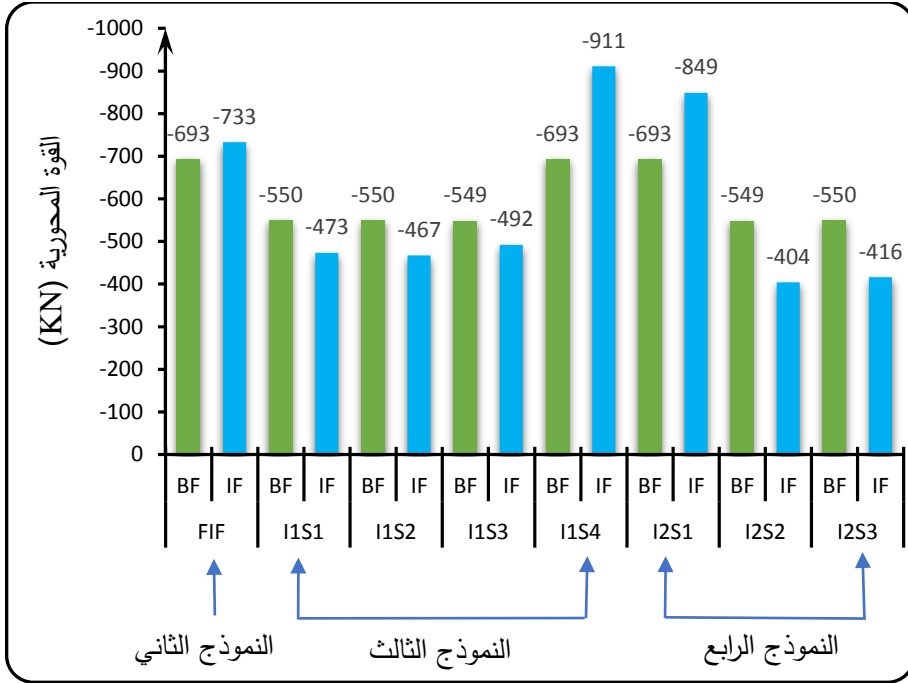
الشكل (22): قيم القوة المحورية ضمن العمود C3 لجميع النماذج

يبين الشكل (23) تغير قيم القوة المحورية ضمن العمود C4. من خلال المخطط يتضح انخفاض قيمة القوة المحورية في النموذج FIF بنسبة 9%، في حين بلغت نسبة الانخفاض في النموذج I1S4 42% وبنسبة 46% في النموذج I2S1. بينما زادت قيمة القوة المحورية في النماذج (I1S3, I2S2, I2S3) بنسبة 32%، وكان تغير قيم القوة المحورية في النموذجين (I1S1, I1S2) طفيفاً.



الشكل (23): قيم القوة المحورية ضمن العمود C4 لجميع النماذج

يبين الشكل (24) تغير قيم القوة المحورية ضمن العمود C5. من خلال المخطط يتضح زيادة قيمة القوة المحورية في النموذج FIF بنسبة 6%، بينما بلغت نسبة الزيادة في النموذج I2S1 بنسبة 22% وفي النموذج I1S4 بنسبة 31%. بينما انخفضت قيمة القوة المحورية في النماذج (I1S1, I1S2, I2S3, I2S2, I2S3) بالنسب التالية (14,15,10,26,24) على التوالي.



الشكل (24): قيم القوة المحورية ضمن العمود C5 لجميع النماذج

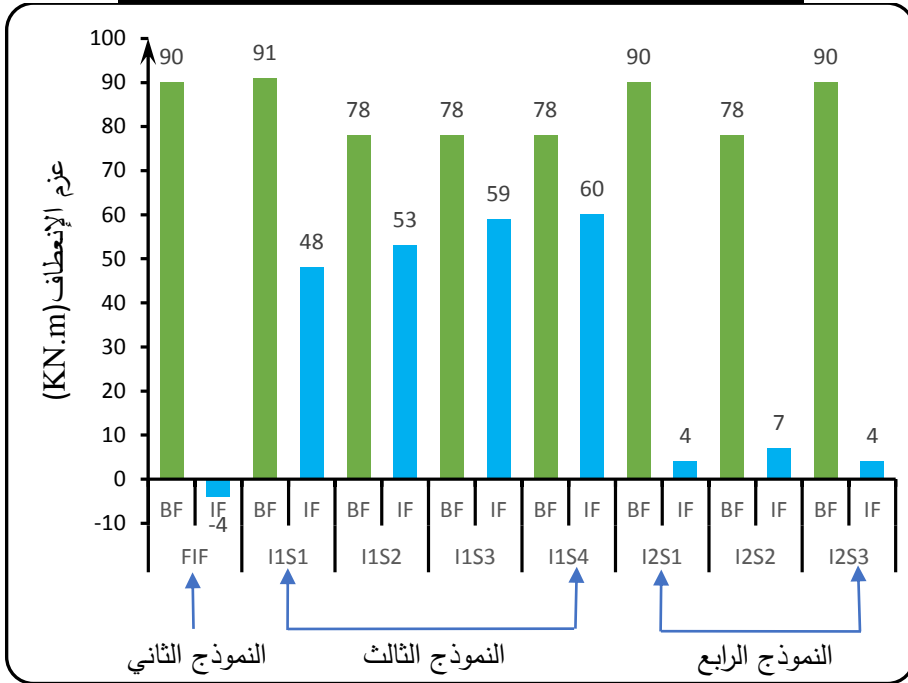
## 4-2-2 عزم الانعطاف ضمن الأعمدة:

يبين الشكل (25) تغير قيم عزم الانعطاف ضمن العمود C1. من خلال المخطط يتضح انخفاض قيمة عزم الانعطاف في جميع النماذج بنسب متفاوتة، وذلك نتيجة لانخفاض قيمة قوة القص التي يقاومها عناصر الإطار نتيجة تحمل جدران البلوك لجزء من قوة القص، بالإضافة الى تغير سلوك الإطارات في الفتحات الحاوية على الجدران من العمل الإطارى الى العمل الشبكي. يبين الجدول (2) نسبة تغير عزم الانعطاف في العمود C1 لكل نموذج.



الجدول (2) نسب انخفاض قيم عزم الانعطاف في العمود C1.

النموذج	نسبة الانخفاض	النموذج	نسبة الانخفاض
FIF	95%	I1S4	23%
I1S1	47%	I2S1	95%
I1S2	32%	I2S2	91%
I1S3	24%	I2S3	95%

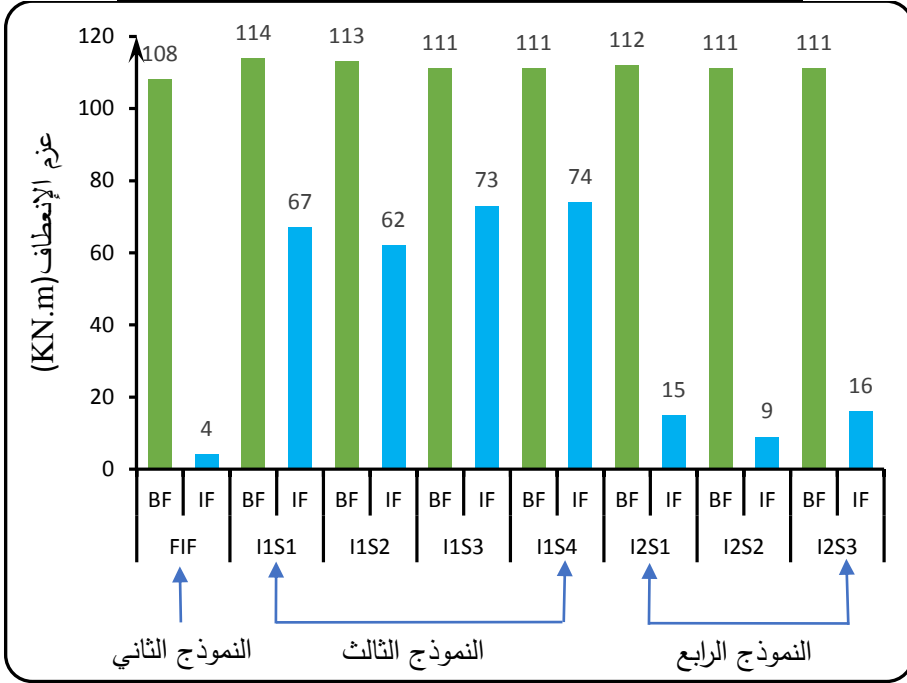


الشكل (25): قيم عزم الانعطاف ضمن العمود C1 لجميع النماذج

يبين الشكل (26) تغير قيم عزم الانعطاف ضمن العمود C2. من خلال المخطط يتضح انخفاض قيمة عزم الانعطاف في جميع النماذج بنسب متفاوتة، يبين الجدول (3) نسبة تغير عزم الانعطاف في العمود C2 لكل نموذج.

الجدول (3) نسب انخفاض قيم عزم الانعطاف في العمود C2.

النموذج	نسبة الانخفاض	النموذج	نسبة الانخفاض
FIF	96%	I1S4	33%
I1S1	41%	I2S1	86%
I1S2	45%	I2S2	92%
I1S3	34%	I2S3	85%

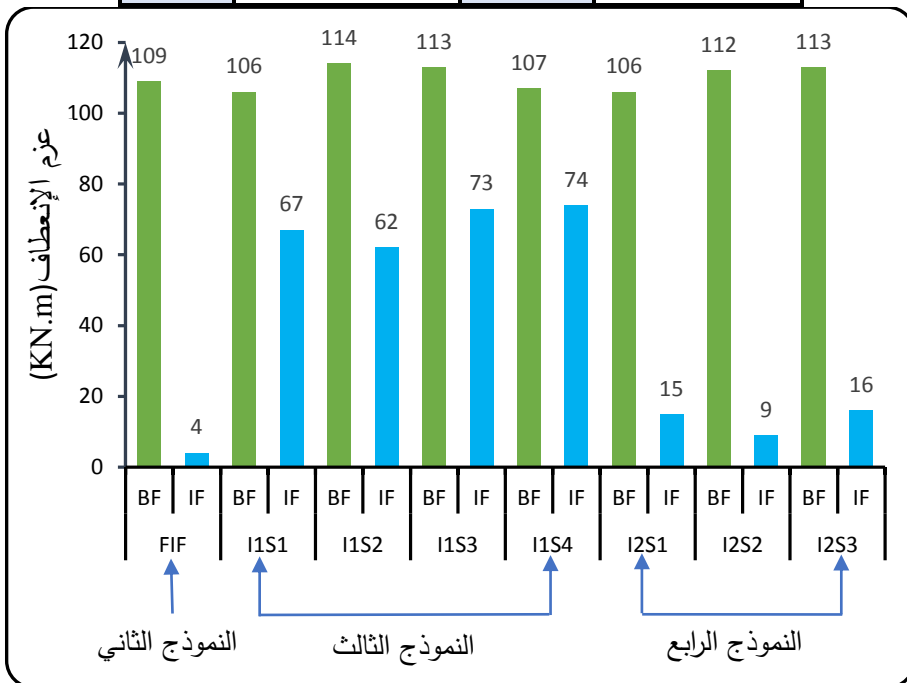


الشكل (26): قيم عزم الانعطاف ضمن العمود C2 لجميع النماذج

يبين الشكل (27) تغير قيم عزم الانعطاف ضمن العمود C3. من خلال المخطط يتضح انخفاض قيمة عزم الانعطاف في جميع النماذج بنسب متفاوتة، يبين الجدول (4) نسبة تغير عزم الانعطاف في العمود C3 لكل نموذج.

الجدول (4) نسب انخفاض قيم عزم الانعطاف في العمود C3.

النموذج	نسبة الانخفاض	النموذج	نسبة الانخفاض
FIF	96%	I1S4	31%
I1S1	36%	I2S1	86%
I1S2	45%	I2S2	92%
I1S3	35%	I2S3	85%

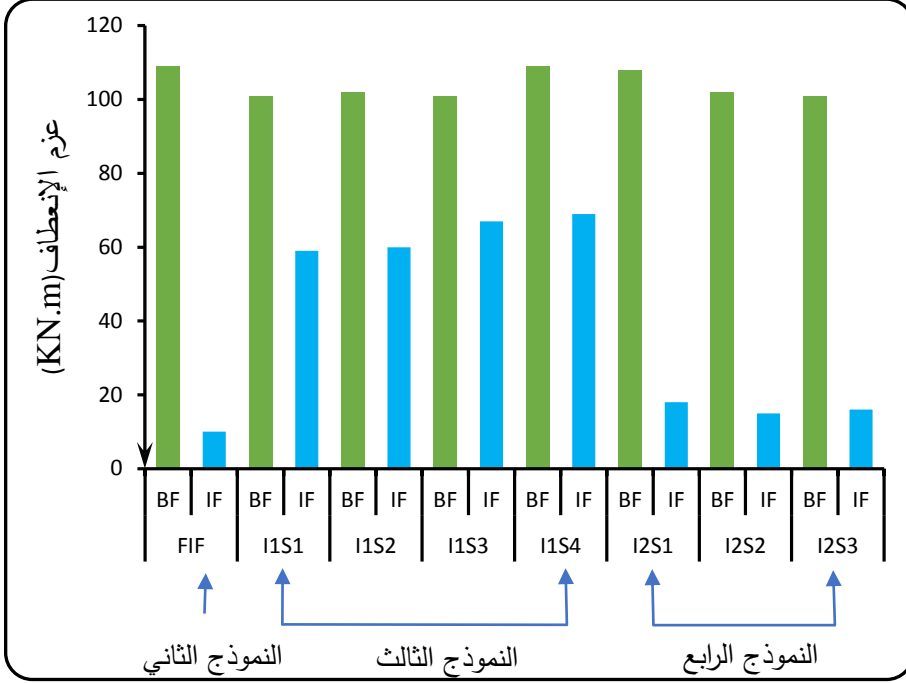


الشكل (27): قيم عزم الانعطاف ضمن العمود C3 لجميع النماذج

يبين الشكل (28) تغير قيم عزم الانعطاف ضمن العمود C4. من خلال المخطط يتضح انخفاض قيمة عزم الانعطاف في جميع النماذج بنسب متفاوتة، يبين الجدول (5) نسبة تغير عزم الانعطاف في العمود C4 لكل نموذج.

الجدول (5) نسب انخفاض قيم عزم الانعطاف في العمود C4.

النموذج	نسبة الانخفاض	النموذج	نسبة الانخفاض
FIF	96%	I1S4	35%
I1S1	40%	I2S1	86%
I1S2	44%	I2S2	92%
I1S3	36%	I2S3	85%

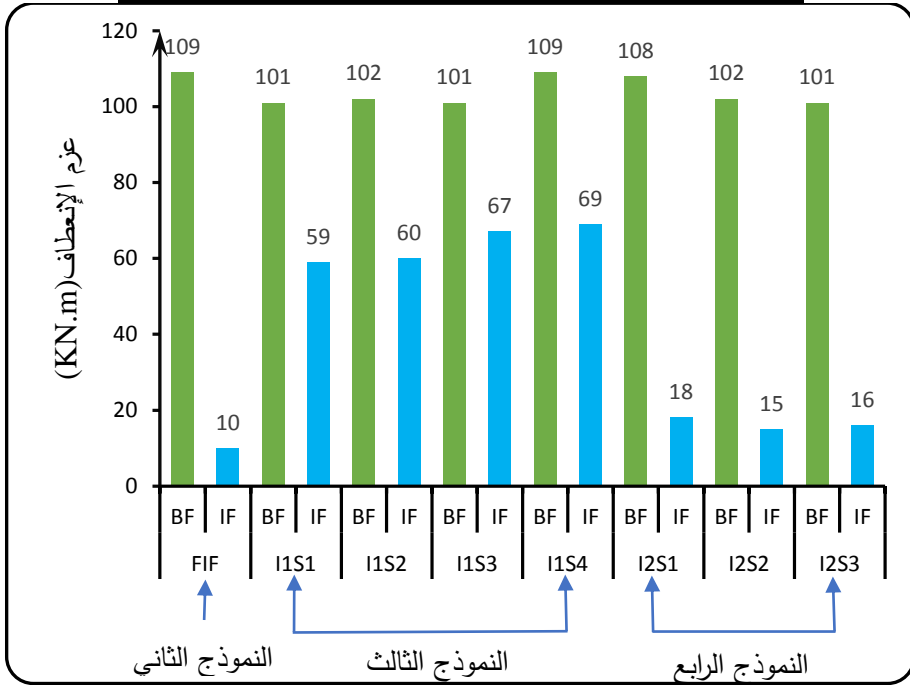


الشكل (28): قيم عزم الانعطاف ضمن العمود C4 لجميع النماذج

يبين الشكل (29) تغير قيم عزم الانعطاف ضمن العمود C5. من خلال المخطط يتضح انخفاض قيمة عزم الانعطاف في جميع النماذج بنسب متفاوتة، يبين الجدول (6) نسبة تغير عزم الانعطاف في العمود C5 لكل نموذج.

الجدول (6) نسب انخفاض قيم عزم الانعطاف في العمود C5.

النموذج	نسبة الانخفاض	النموذج	نسبة الانخفاض
FIF	96%	I1S4	36%
I1S1	41%	I2S1	83%
I1S2	41%	I2S2	85%
I1S3	33%	I2S3	84%



الشكل (29): قيم عزم الانعطاف ضمن العمود C5 لجميع النماذج

## 5 الاستنتاجات والتوصيات:

### 5-1 الاستنتاجات:

- 1) إن ادخال صلابة جدران البلوك الاسمنتي أثناء تحليل الإطارات الحاوية عليها يزيد من صلابة الإطار بشكل كبير، حيث وصلت نسبة الزيادة في النموذج الثاني (FIF) الشكل (3) 93%.
- 2) انخفاض الانتقالات يتعلق بعدد مجازات الإطار الحاوية على جدران البلوك الاسمنتي، حيث وصلت نسبة الانخفاض الى 96.4% في النموذج الثاني (FIF) الشكل (3)، بينما كانت نسبة الانخفاض في النموذج الثالث (IIS1, IIS2, IIS3, IIS4) الأشكال (4,5,6,7) 71%.
- 3) إن تأثير وجود جدران البلوك الاسمنتي على القوى المحورية في الأعمدة يكون أعظماً عندما يكون العمود متصل بجدار وحيد، حيث تزداد القوة المحورية بنسبة 36% عند توضع الجدار قبل العمود من جهة تأثير القوة الأفقية الجانبية، بينما نقصت هذه القوة بنسبة 40% عند توضع الجدار بعد العمود من جهة تأثير القوة الأفقية الجانبية.
- 4) انخفاض قيم عزوم الانعطاف في الأعمدة في جميع النماذج، مما يدل على تحول السلوك الإطار من العمل الإطاري الى العمل الشبكي.

### 5-2 التوصيات:

- 1- إجراء أبحاث مماثلة على نماذج تختلف فيها عدد مجازات الإطار وأماكن توضع جدران البلوك.
- 2- البحث في تأثير عدم استمرارية جدران البلوك الاسمنتي على كامل ارتفاع الإطار.
- 3- إجراء أبحاث مماثلة على الجملة الثنائية المكونة من إطارات وجدران قص.

- [1] G. Penelis and A. J. Kappos, “**Earthquake-Resistant Concrete Structures,**” 1996.
- [2] ATC, “**FEMA 306: Evaluation of earthquake damaged concrete and masonry wall buildings.**” Applied Technology Council Redwood City, CA, 1998.
- [3] G. Al-Chaar, “**Evaluating strength and stiffness of unreinforced masonry infill structures,**” 2002.
- [4] S. H. Bertoldi, L. D. Decanini, and C. Gavarini, “**Telai tamponati soggetti ad azioni sismiche, un modello semplificato: confronto sperimentale e numerico,**” in Proc. Atti del 6° Convegno Nazionale L’ingegneria Sismica in Italia, Perugia, Italy, 1993.
- [5] T. B. Panagiotakos, and M. N. Fardis, “**Proposed nonlinear strut models for infill panels,**” University of Patras, Greece, 1st Year Progress Report of HCM-PREC8 Project, 1994.
- [6] K. B. Hanoglu, “**Fiber reinforced plastic overlay retrofit of hollow clay tile masonry infilled reinforced concrete frames,**” PhD Thesis, Bogazici University, Istanbul, Turkey, 2002.
- [7] M. Dolsek, and P. Fajfar, “**The effect of masonry infills on the seismic response of a four-storey reinforced concrete frame-a deterministic assessment,**” Engineering Structures, vol. 30(7), pp. 1991–2001, 2008.
- [8] H. Rodrigues, H. Varum, and A. Costa, “**Simplified macro-model for infill masonry panels,**” Journal of Earthquake Engineering, vol. 14(3), pp. 390-416, 2010.
- [9] M. H. Tsai, and T. C. Huang, “**Numerical investigation on the progressive collapse resistance of an RC building with brick infills under column loss,**” World Academy of Science, Engineering and Technology, vol. 58, pp. 946–953, 2011.
- [10] TARSHA I and FATTOUM S, (2016) “Usage of Nonlinear Static Seismic Analysis for Dual Systems (Frame-Wall Structures)” **AL-Baath University Journal.** Vol.38 (In Arabic).

[10] TARSHA I and AL-KHADOR H, (2019) “Studying the behavior of Wall-Frame Structures with Curtailed Shear Walls using Non-linear Static Analysis”. **AL-Baath University Journal**. Vol.41 (In Arabic).