

A contribution to study the effect of some parameters on the behavior of buildings containing concrete shear walls

Fadwa Issa*

□ ABSTRACT □

Frames and shear walls are found in many concrete buildings, forming what is known as interactive systems, which is an effective systems in which shear walls resist most of the lateral loads in the lower part of the buildings, while the frames in the upper part withstand the majority of lateral forces.

The features of interactive systems depend on the amount of interaction which is related to the stiffness of the walls and frames and the building height, in addition to many parameters that affect the amount of interaction between frames and walls and thus affect the behavior of the system.

In this research, the focus has been on the study of some of these parameters to find out their effects on the nonlinear behavior of interactive systems such as the type of connections between beams and walls (hinged or fixed), the lateral load pattern used when conducting the nonlinear static analysis, and the use of reinforcement with higher resistances in walls only.

The study was carried out on a ten story shear wall-frame building and the nonlinear analysis was carried out using IDARC2D program. Finally, some conclusions were drawn.

Keywords: Shear wall-frame system, Pushover analysis, Nonlinear dynamic analysis.

*Teacher- Faculty Of Civil Engineering- Tishreen University. Syria.

مساهمة في دراسة تأثير بعض العوامل على سلوك الأبنية الحاوية على جدران قص بيتونية

فدوى عيسى *

□ ملخص □

تتواجد جدران القص والإطارات معاً في الكثير من الأبنية البيتونية مشكلة ما يعرف بالجمال التفاعلية (المختلطة) التي تعتبر نظاماً فعالاً تقاوم فيه جدران القص معظم الحمولات الجانبية في الجزء السفلي من البناء بينما تتحمل الإطارات في الجزء العلوي غالبية القوى الجانبية. تعتمد ميزات الجمال المختلطة على كمية التفاعل التي تتعلق بصلاية الجدران والإطارات وارتفاع المنشأ بالإضافة إلى العديد من العوامل التي تؤثر على كمية التفاعل بين الإطارات والجدران وبالتالي تؤثر على سلوك الجمال المختلطة.

يركز البحث على دراسة بعض هذه العوامل لمعرفة تأثيرها على السلوك اللاخطي للجمال المختلطة مثل نوع الاتصال بين الجوائز والجدران (مفصلي أو صلب)، شكل الحمولة الجانبية المستخدمة عند إجراء التحليل الستاتيكي اللاخطي، استخدام فولاذ تسليح في الجدران بمقاومات أعلى من باقي العناصر الإنشائية.

تم إجراء الدراسة على بناء إطار-جدار قص بيتوني بارتفاع عشرة طوابق، وقد أجري التحليل اللاخطي باستخدام برنامج IDARC2D. وأخيراً تم استخلاص النتائج.

الكلمات المفتاحية: جملة جدار-إطار قص بيتوني، تحليل دفعي، تحليل ديناميكي لاخطي.

مقدمة:

يعتمد مفهوم التصميم الزلزالي للأبنية على التحكم أو التقليل من الطلب الزلزالي وزيادة القدرة على تبديد الطاقة الزلزالية في نفس الوقت، مما يتطلب فهماً أفضل للسلوك الزلزالي للأنواع المختلفة من الأنظمة الإنشائية ومعرفة العوامل التي تؤثر على هذا السلوك. تعتبر الجمل البيتونية المختلطة (جملة إطار-جدار قص) من الجمل الفعالة في مقاومة الحمولات الجانبية، حيث تتشارك الجدران والإطارات في الصلابة والمقاومة الجانبية مما يمكن من تقليل الانحرافات الطبقية المتوقعة وتقليل عزوم الانحناء في جدران القص والحصول على قص منتظم تقريباً مع الارتفاع في الإطارات [3].

توجد العديد من العوامل التي تؤثر على سلوك الجمل المختلطة، ويركز هذا البحث على دراسة تأثير بعض هذه العوامل على السلوك اللاخطي للجمل المختلطة بهدف معرفة مدى تأثيرها على السلوك.

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف البحث إلى دراسة تأثير بعض العوامل على السلوك اللاخطي للأبنية البيتونية المختلطة، وهذه العوامل:

1. نوع الاتصال بين الجوائز وجدران القص (اتصال مفصلي/اتصال صلب).
2. شكل الحمولات الجانبية المطبقة عند إجراء التحليل الستاتيكي اللاخطي.
3. استخدام فولاذ تسليح بمقاومات عالية في جدران القص.

طرائق البحث ومواده:

النموذج المدروس والبرنامج المستخدم

النموذج المدروس هو بناء بيتوني مكون من عشرة طوابق بارتفاع طابقي 3.5m، أبعاد الجوائز $30 \times 55 \text{ cm}$ ، أبعاد الأعمدة وسماكات الجدران مبينة بالجدول (1). المقاومة المميزة للبيتون $f'_c = 22 \text{ MPa}$ ، إجهاد الخضوع لفولاذ التسليح $f_y = 400 \text{ MPa}$. الجملة الإنشائية للبناء هي جملة إطار-جدار قص مصممة وفق اشتراطات الكود العربي السوري 2012 [1]. يوضح الشكل (1) المبنى المدروس.

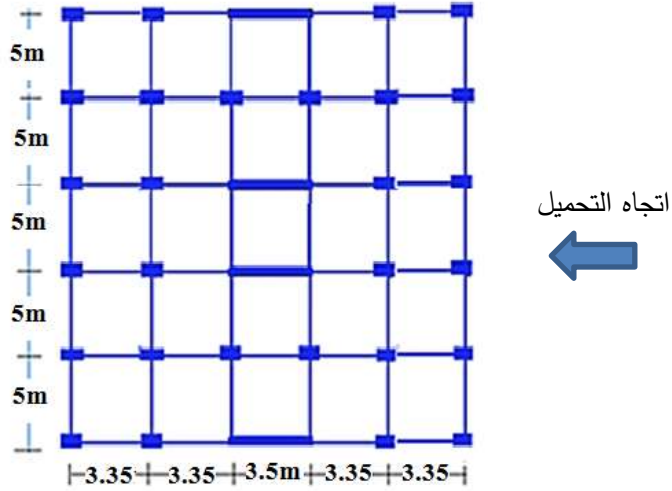
تمت نمذجة وتحليل البناء باستخدام برنامج IDARC2D [2] في حالتين:

- تحليل ستاتيكي لاخطي (Pushover analysis).

- تحليل ديناميكي لاخطي (Time history analysis) تحت تأثير زلزال Elcentro 1940 بعد معايرته إلى 0.3g. يبين الشكل (2) السجل الزلزالي لزلزال Elcentro1940.

جدول (1): أبعاد الأعمدة والجوائز وسماكة الجدران

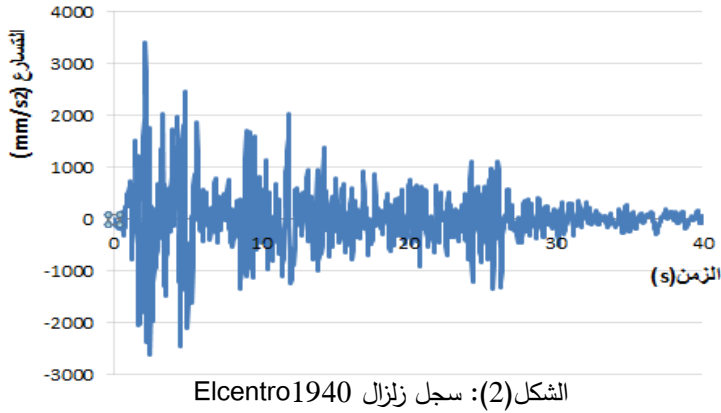
الطابق	أبعاد الأعمدة (cm)	سماكة الجدران (cm)
3-1	60 × 45	30
5-4	55 × 45	30
7-6	55 × 45	25
10-8	45 × 40	20



أ) مسقط البناء المدروس

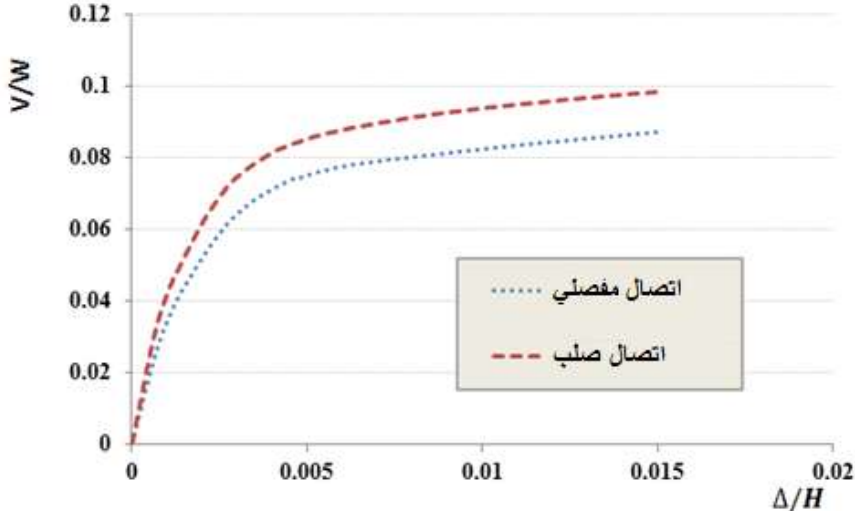
037	038	w	039	040	086	087	088	089	090	
037	038	010w	039	040	095	096	097	098	099	100
		w								
		w								
		w								
033	034	w	035	036	081	082	083	084	085	
033	034	009w	035	036	089	090	091	092	093	094
		w								
		w								
		w								
029	030	w	031	032	076	077	078	079	080	
029	030	008w	031	032	083	084	085	086	087	088
		w								
		w								
		w								
025	026	w	027	028	071	072	073	074	075	
025	026	007w	027	028	077	078	079	080	081	082
		w								
		w								
		w								
021	022	w	023	024	066	067	068	069	070	
021	022	006w	023	024	071	072	073	074	075	076
		w								
		w								
		w								
017	018	w	019	020	061	062	063	064	065	
017	018	005w	019	020	065	066	067	068	069	070
		w								
		w								
		w								
013	014	w	015	016	056	057	058	059	060	
013	014	004w	015	016	059	060	061	062	063	064
		w								
		w								
		w								
009	010	w	011	012	051	052	053	054	055	
009	010	003w	011	012	053	054	055	056	057	058
		w								
		w								
		w								
005	006	w	007	008	046	047	048	049	050	
005	006	002w	007	008	047	048	049	050	051	052
		w								
		w								
		w								
001	002	w	003	004	041	042	043	044	045	
001	002	001w	003	004	041	042	043	044	045	046
		w								
		w								
		w								

ب) نموذج البناء في برنامج IDARC2D
الشكل (1) البناء المدروس



أولاً- تأثير نوع الاتصال بين الجوائز وجدران القص على سلوك المبنى

يؤثر نوع الاتصال بين جدران القص والإطارات على سلوك الجمل المختلطة، ولمعرفة مقدار هذا التأثير فقد تم إجراء تحليل ستاتيكي لاخطي (حمولة مثلث مقلوب) لدراسة سلوك المبنى المدروس في حالتين: اتصال صلب/مفصلي بين الجدران والجوائز، ومن ثم تمت مقارنة النتائج. يبين الشكل (3) منحنيات الاستطاعة للبناء المدروس في الحالتين، وفيه يلاحظ انخفاض الصلابة الأولية للمبنى بمقدار 3.2%، إضافة إلى نقصان مقاومة المبنى في حالة الاتصال المفصلي بحوالي 14% بعد الدخول في مرحلة اللدونة.



مساهمة في دراسة تأثير بعض العوامل على سلوك الأبنية الحاوية على جدران قص بيتونية

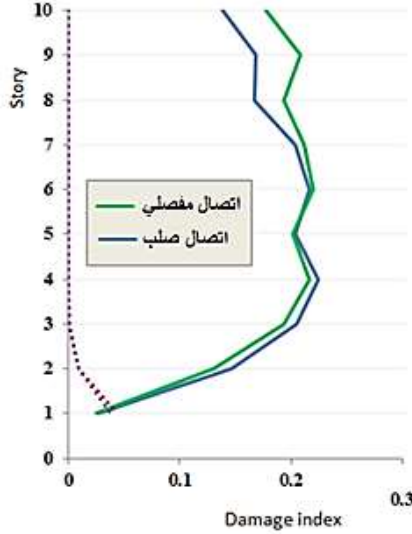
0.17	0.19	w	0.19	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18	0.00
(0.13)	(0.06)	w	(0.15)	(0.07)	(0.14)	(0.14)	(0.14)	(0.15)	(0.00)
0.00	0.00	w	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(.00)	(.00)	w	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)
0.20	0.23	w	0.21	0.20	0.21	0.21	0.21	0.22	
(0.12)	(0.06)	w	(0.07)	(0.12)	(0.12)	(0.13)	(0.13)	(0.13)	
0.00	0.00	w	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(.00)	(.00)	w	(.01)	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)
0.19	0.21	w	0.20	0.19	0.19	0.19	0.19	0.20	
(0.12)	(0.05)	w	(0.07)	(0.12)	(0.12)	(0.13)	(0.13)	(0.13)	
0.00	0.00	w	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(.00)	(.00)	w	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)
0.21	0.22	w	0.22	0.21	0.21	0.21	0.21	0.22	
(0.11)	(0.06)	w	(0.07)	(0.12)	(0.11)	(0.13)	(0.13)	(0.13)	
0.00	0.00	w	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(.00)	(.00)	w	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)
0.21	0.23	w	0.22	0.21	0.22	0.22	0.22	0.23	
(0.11)	(0.06)	w	(0.07)	(0.12)	(0.11)	(0.13)	(0.13)	(0.13)	
0.00	0.00	w	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(.00)	(.00)	w	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)
0.20	0.20	w	0.20	0.21	0.21	0.20	0.20	0.22	
(0.11)	(0.06)	w	(0.07)	(0.12)	(0.11)	(0.14)	(0.14)	(0.14)	
0.00	0.00	w	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(.00)	(.00)	w	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)
0.22	0.23	w	0.23	0.22	0.22	0.22	0.22	0.23	
(0.10)	(0.06)	w	(0.07)	(0.12)	(0.10)	(0.13)	(0.13)	(0.13)	
0.00	0.00	w	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(.00)	(.00)	w	(.03)	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)
0.21	0.22	w	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.22	
(0.10)	(0.05)	w	(0.06)	(0.12)	(0.11)	(0.12)	(0.12)	(0.12)	
0.00	0.00	w	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(.00)	(.00)	w	(.08)	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)
0.21	0.22	w	0.21	0.21	0.22	0.21	0.21	0.22	
(0.07)	(0.03)	w	(0.04)	(0.08)	(0.07)	(0.08)	(0.08)	(0.08)	
0.00	0.00	w	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(.00)	(.00)	w	(.39)	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)	(.00)
0.16	0.16	w	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17	0.16	
(0.02)	(0.01)	w	(0.01)	(0.02)	(0.02)	(0.02)	(0.02)	(0.02)	
0.02	0.02	w	0.06	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
(.03)	(.03)	w	(.54)	(.03)	(.03)	(.03)	(.03)	(.03)	(.03)

ب) حالة اتصال مفصلي

تابع الشكل(4): قيم مؤشر الضرر لكل عنصر في المبنى (الرقم بين قوسين يمثل الطاقة الهستيرية

المبددة من العنصر)

تم رسم مخطط تغير مؤشر الضرر الطابقي للجوائز والأعمدة مع الارتفاع عند نهاية التحليل الدفعي كما يوضح الشكل (5). وفيه يلاحظ أن قيم مؤشر الضرر في الأعمدة بقيت شبه مهمة في جميع الطوابق ما عدا الطابق الأول في الحالتين (الخط المنقط). انخفضت قيم مؤشر الضرر الطابقي للجوائز في الطوابق الست الأولى بمقدار بسيط في حالة الاتصال المفصلي بينما ازدادت قيمه في الطوابق الست الأخيرة (مقدار الزيادة حوالي 29% في الطابق الأخير).



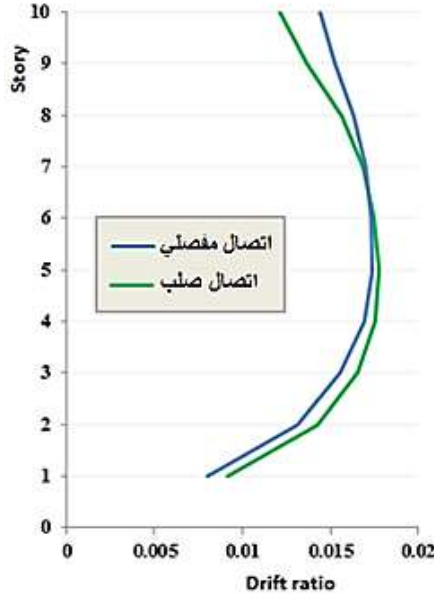
الشكل (5): تغير مؤشر الضرر الطابقي (للجوائز والأعمدة) مع الارتفاع (الأعمدة بخط منقط)

يوضح الجدول (2) قيم مؤشر الضرر الطابقي والعام للبناء عند نهاية التحليل الدفعي. يلاحظ من هذا الجدول ازدياد مؤشر الضرر العام بمقدار 1.2% تقريباً في حالة الاتصال المفصلي.

جدول (2): مؤشر الضرر الطابقي والعام في الحالتين: اتصال مفصلي/صلب بين الجوائز وجدران القص

اتصال مفصلي			اتصال صلب		
STORY	BEAM-SLAB DAMAGE	COL-WALL DAMAGE	STORY	BEAM-SLAB DAMAGE	COL-WALL DAMAGE
10	.178	.000	10	.138	.000
9	.208	.000	9	.168	.000
8	.193	.000	8	.167	.000
7	.212	.000	7	.204	.000
6	.220	.000	6	.216	.000
5	.202	.000	5	.204	.000
4	.216	.000	4	.224	.000
3	.193	.001	3	.205	.000
2	.130	.009	2	.147	.009
1	.025	.038	1	.028	.044
OVERALL STRUCTURAL DAMAGE :			OVERALL STRUCTURAL DAMAGE :		
			.161		
			.159		

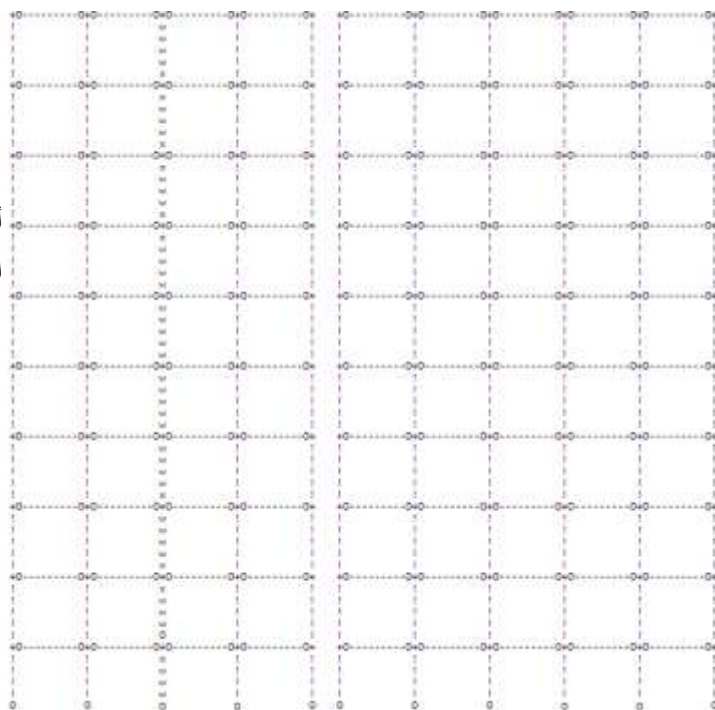
يظهر الشكل (6) تغير الانحراف الطائقي النسبي مع الارتفاع للبناء المدروس عند نهاية التحليل الدفعي، وفيه يشاهد ازدياد قيم الانحرافات الطابقية في الطوابق العلوية في حالة الاتصال المفصلي (مقدار الزيادة حوالي 19% في الطابق الأخير)، بينما حصل نقصان بقيم الانحرافات الطابقية في الطوابق السفلية.



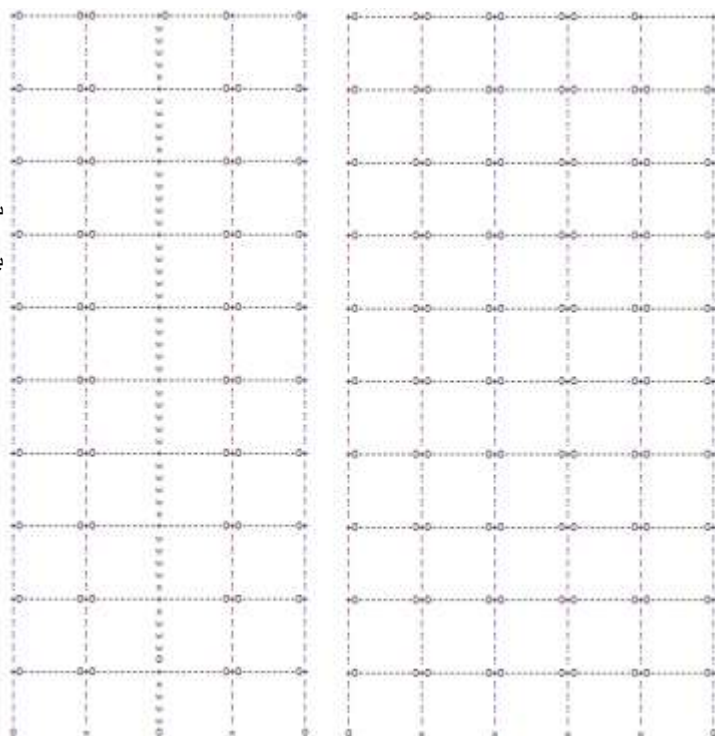
الشكل (6): تغير الانحرافات الطابقية النسبية مع الارتفاع في حالتي الاتصال (صلب/مفصلي) بين الجوائز والجدران

فيما يلي ميكانيزم الانهيار للبناء في الحالتين.

أ) حالة اتصال صلب بين
الجوائز وجدران القص



ب) حالة اتصال مفصلي
بين الجوائز وجدران القص



تابع الشكل (7): ميكانيزم الانهيار في حالتي الاتصال: صلب/مفصلي

ثانياً- تأثير شكل الحمولة الجانبية المستخدم في التحليل الستاتيكي اللاخطي

بالرغم من وجود العديد من أشكال التحميل الجانبي المتاحة لإجراء التحليل الستاتيكي اللاخطي إلا أنه عادة ما يستخدم شكل تحميل جانبي مثلثي، وقد لا يكون هذا الشكل هو الذي يعطي الأداء الصحيح للمبنى. في هذا البحث تم إجراء تحليل دفعي (Pushover) باستخدام أربعة أشكال للحمولات الجانبية ومقارنة النتائج، وهي:

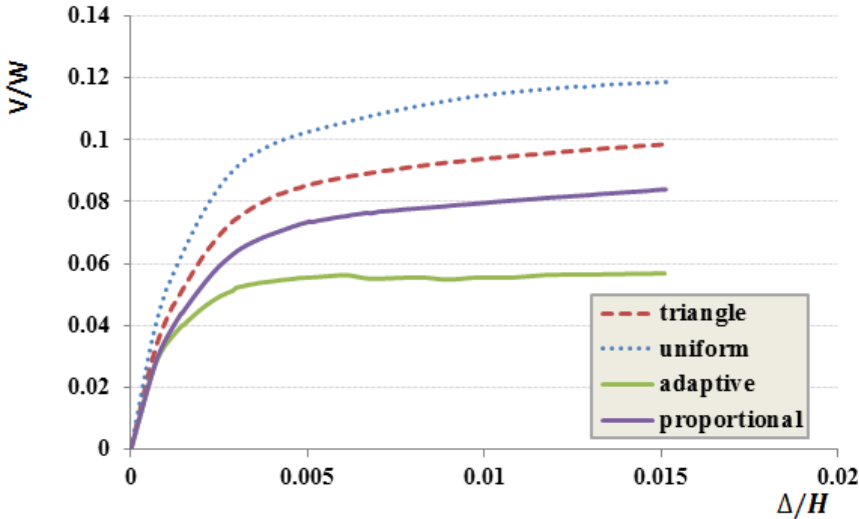
1-شكل مثلث مقلوب (inverted triangle)

2-شكل توزيع منتظم (uniform)

3-شكل متكيف مع الأنماط (modal adaptive pushover distribution)

4- (distribution proportional to a power of the story elevation)

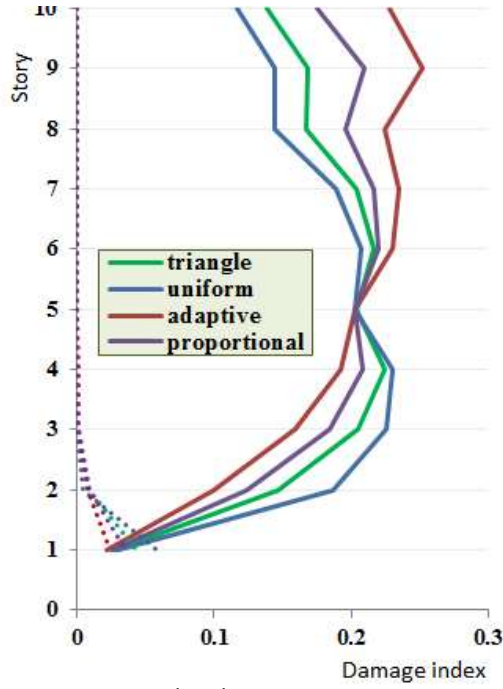
فيما يلي منحنيات الاستطاعة المستنتجة للبناء المدروس من أجل أشكال التحميل الأربعة، وفيها يلاحظ اختلاف كبير بين المنحنيات، وبالتالي اختلاف الصلابة المتوقعة للمنشأ واختلاف مقاومته بشكل كبير في المراحل المختلفة، إذ أعطى شكل التحميل المنتظم أعلى قيم بينما أعطى شكل التحميل التكيفي أقل القيم، وقد كانت الصلابة الأولية للمنحني ذي التوزيع المنتظم هي الأكبر بينما كانت الصلابة الأولية لمنحنيات الشكل التكيفي والنسبي هي الأقل.



الشكل (8): منحنيات الاستطاعة من أجل أشكال التحميل المختلفة

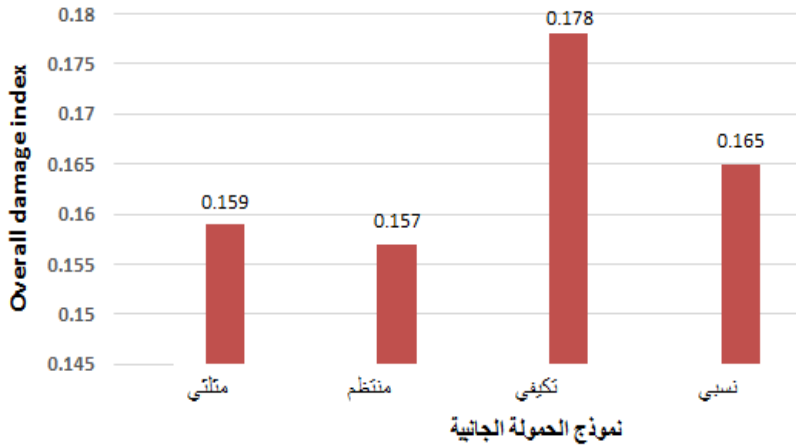
عند مقارنة تغير مؤشرات الضرر الطابقي مع الارتفاع الموضحة في الشكل (9) تبين أن شكل التحميل التكيفي أعطى أكبر قيم لمؤشر الضرر في الطوابق (5-10) بينما أعطى أقل قيم في

الطوابق السفلية (1-5). في حين أعطى شكل التحميل النسبي قيم منتظمة تقريباً لمؤشر الضرر مع الارتفاع.



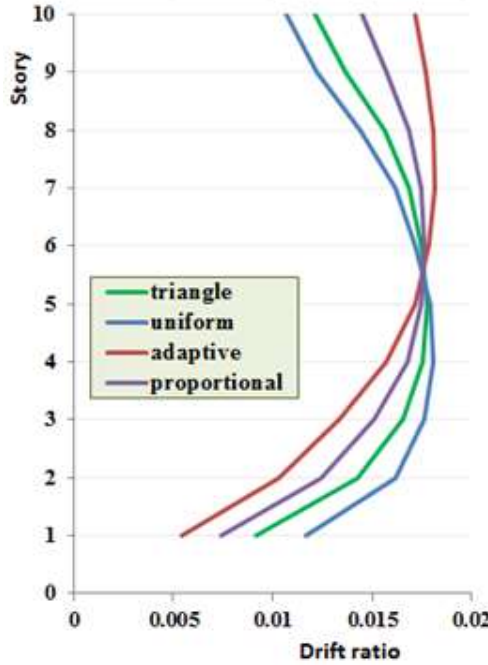
الشكل(9): تغير مؤشر الضرر مع الارتفاع من أجل أشكال مختلفة للحمولة الجانبية

عند النظر إلى تغير قيم مؤشر الضرر العام مع تغير شكل التحميل، والموضح بالشكل (10) نجد أن شكل التحميل التكيفي أعطى أكبر قيمة لمؤشر الضرر (0.178)، بينما أعطى شكل التحميل المنتظم أقل قيمة (0.157) أي أن الفرق بينهما حوالي 12%.



الشكل(10): مؤشر الضرر العام من أجل أشكال التحميل المختلفة

برسم مخططات تغير الانحرافات الطابقية النسبية مع الارتفاع عند نهاية التحليل الدفعي من أجل أشكال التحميل الأربعة (الشكل 11) تبين أن شكل التحميل المنتظم أعطى أكبر قيم للانحراف الطابقي في الطوابق السفلية وأقل قيم في الطوابق العليا بينما أعطى الشكل التكميني أقل قيم للانحراف الطابقي في الطوابق السفلية وأكبر قيم في الطوابق العليا. وهنا أيضاً أعطى شكل التحميل النسبي قيم منتظمة تقريباً مع الارتفاع لاسيما في الطوابق الوسطية.



الشكل (11) تغير الانحرافات الطابقية مع الارتفاع من أجل أشكال التحميل المختلفة

ثالثاً- تأثير استخدام فولاذ بمقاومات أعلى في جدران القص

يسمح الكود العربي السوري 2012 [1] باستخدام فولاذ تسليح بمقاومة خضوع أكبر من 400MPa شريطة ألا يقل إجهاد الانقطاع عن 1.25 مرة من إجهاد الخضوع الفعلي، وألا تقل الاستطالة النسبية عند الانقطاع عن 12%.

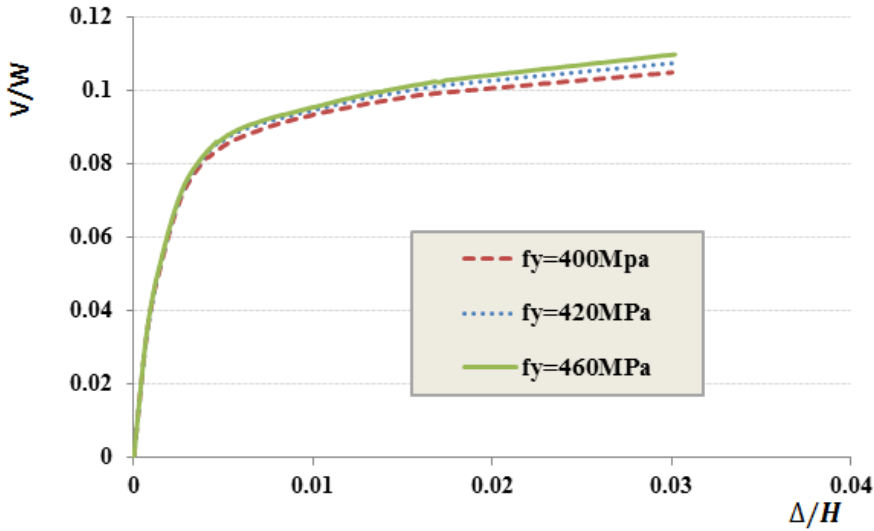
يدرس هذا البحث إمكانية أن يستخدم في جدران القص فولاذ تسليح ذي إجهاد خضوع أعلى مما يستخدم في باقي العناصر الإنشائية للجملة المختلطة (مع الحفاظ على اشتراطات الكود العربي السوري) وذلك لمعرفة تأثير ذلك على سلوك الجمل المختلطة.

تمت دراسة أداء المبنى المدروس من أجل ثلاث قيم لإجهاد الخضوع في الجدران (400MPa، 420MPa، 460MPa). في البداية تم إجراء تحليل ستاتيكي لخطي ومن ثم تم إجراء تحليل ديناميكي لخطي باستخدام زلزال Elcentro1940 بعد معايرته إلى 0.3g.

نتائج التحليل الستاتيكي اللاخطي (Pushover analysis)

تم استنتاج منحنيات الاستطاعة للبناء المدروس من أجل الحالات الثلاثة لقيم إجهاد خضوع فولاذ الجدران. يلاحظ من الشكل (12):

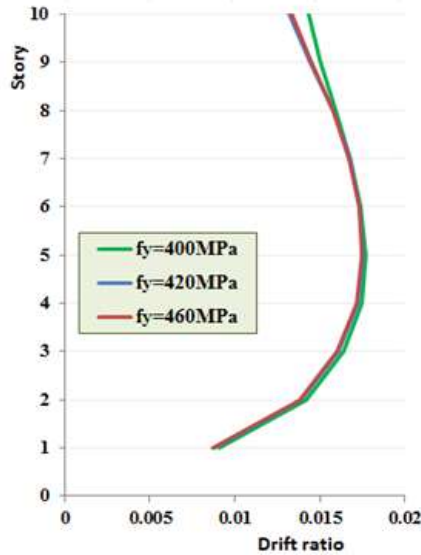
- لم يلاحظ تغير في الصلابة الأولية للمبنى عند ازدياد مقاومة الخضوع لفولاذ الجدران.
- بازدياد مقاومة الخضوع لفولاذ الجدران ازدادت مقاومة الخضوع للمبنى حوالي 2%.
- استطاع المبنى الحفاظ على مقاومته إذ لم يعاني من انخفاض في المقاومة حتى نهاية التحليل.
- كانت مطاوعة الانتقال حوالي 5 من أجل القيم المختلفة لفولاذ التسليح.



الشكل (12): منحنيات الاستطاعة من أجل قيم مختلفة لإجهاد خضوع فولاذ الجدران

الانحرافات الطابقية النسبية (Story Drift ratios)

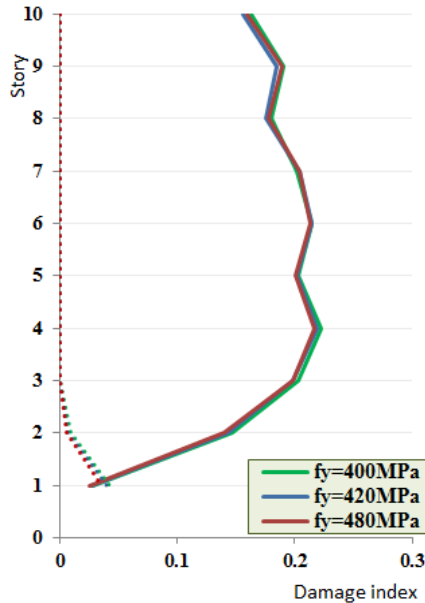
يبين الشكل (13) تغير الانحرافات الطابقية النسبية مع الارتفاع، وفيه نجد أن استخدام فولاذ بمقاومات أعلى في جدران القص أدى إلى تخفيض قيم الانحرافات الطابقية في جميع الطوابق ولاسيما الطابق الأخير حيث قل الانحراف الطابق بمقدار 4%.



الشكل(13): تغير الانحرافات الطابقية النسبية مع الارتفاع من أجل قيم مختلفة لمقاومة فولاذ الجدران

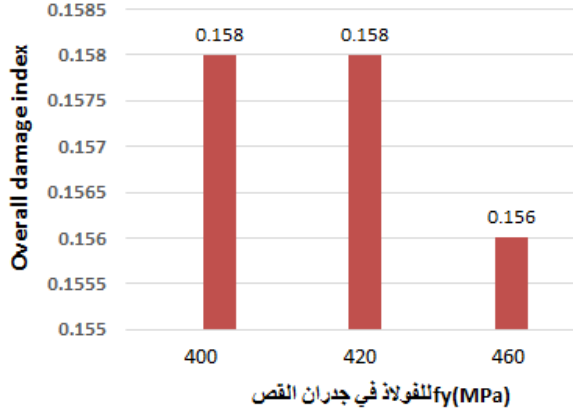
مؤشر الضرر (Damage index)

تم رسم تغير مؤشر الضرر الطابقي للجوائز والأعمدة مع الارتفاع من أجل القيم المختلفة لفولاذ الجدران كما يوضح الشكل(14). وقد تبين أن زيادة مقاومة الخضوع لفولاذ الجدران قلل مؤشر الضرر للجوائز بشكل بسيط كما لعب دوراً أكبر في تقليل قيم مؤشر الضرر للأعمدة في الطابق الأرضي (الخط المنقط).



الشكل(14): تغير مؤشر الضرر مع الارتفاع من أجل قيم مختلفة لمقاومة فولاذ الجدران

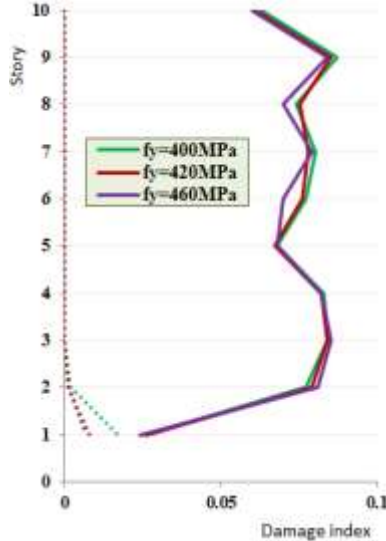
يظهر الشكل (15) تغير قيم مؤشرات الضرر العام للبناء من أجل القيم الثلاثة لإجهاد خضوع فولاذ الجدران: وفيه يلاحظ انخفاض قيمة مؤشر الضرر العام مع ازدياد مقاومة فولاذ الجدران إذ انخفض بمقدار 1.3% عند تغيير مقاومة فولاذ الجدران من 400MPa إلى 460MPa.



الشكل (15): قيم مؤشر الضرر العام للمبنى من أجل قيم مختلفة لمقاومة فولاذ الجدران

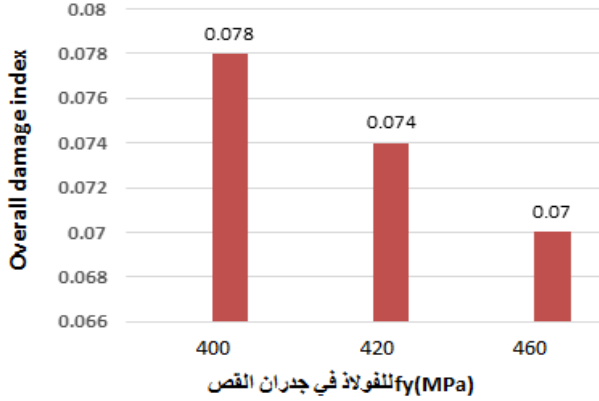
نتائج إجراء تحليل ديناميكي لاخطي (Nonlinear time history analysis)

تم إجراء تحليل ديناميكي لاخطي تحت تأثير زلزال Elcentro بعد معايرته إلى 0.3g. يبين الشكل (16): تغير مؤشر الضرر الطابقي للجوائز والأعمدة مع الارتفاع. أدت زيادة مقاومة الخضوع لفولاذ الجدران إلى تقليل قيم مؤشر الضرر في الجوائز في معظم الطوابق، وكذلك ساهمت في تقليل مؤشر الضرر الأعمدة في الطابق الأول بشكل ملحوظ (حوالي 50%).



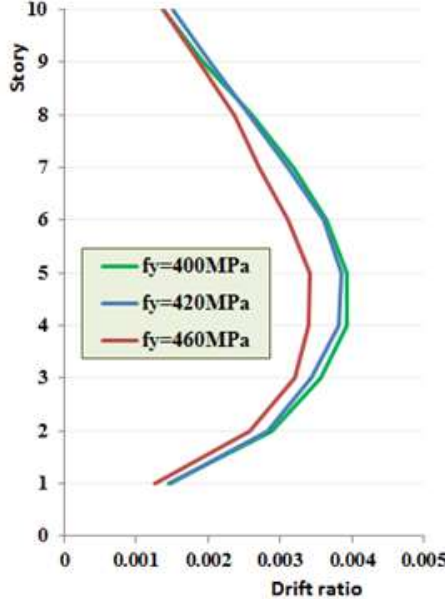
الشكل (16): تغير مؤشر الضرر مع الارتفاع عند تطبيق زلزال Elcentro 1940

يبين الشكل(17) تغير قيم مؤشر الضرر العام مع ازدياد مقاومة خضوع فولاذ الجدران. ومنه يلاحظ انخفاض قيمة مؤشر الضرر مع ازدياد مقاومة الخضوع لفولاذ الجدران بمقدار 10% عند تغير المقاومة من 400MPa إلى 460MPa



الشكل(17): تغير مؤشر الضرر العام عند تطبيق زلزال Elcentro1940

تم رسم منحنيات تغير الانحراف الطائفي النسبي مع الارتفاع في الشكل(18). وفيها نجد أن زيادة مقاومة خضوع فولاذ الجدران أدى إلى تقليل الانحرافات الطائفية النسبية بحوالي 12%.



الشكل(18): تغير الانحرافات الطائفية مع الارتفاع عند تطبيق زلزال Elcentro1940 معايير إلى

0.3g

الاستنتاجات والتوصيات:

النتائج

تملك الجمل المختلطة مميزات إنشائية متعددة، ونظراً لكثرة العوامل التي تؤثر على سلوك هذه الجمل فقد تم في هذا البحث دراسة تأثير بعض البارامترات لمعرفة تأثيرها على الأداء اللاخطي لجملة مختلطة مصممة وفق الكود العربي السوري 2012. فيما يلي تلخيص للنتائج التي تم التوصل إليها:

1. يؤدي استخدام اتصال مفصلي بين جوائز الإطارات وجدران القص المتصلة معها إلى تقليل صلابة ومقاومة الجملة في المرحلة اللاخطية، كما يسبب زيادة في قيم مؤشر الضرر الطابقي والعام. أما بالنسبة للانحرافات الطابقية النسبية فقد ازدادت قيم الانحرافات الطابقية في الطوابق العلوية، بينما قلت الانحرافات الطابقية في الطوابق السفلية في حالة الاتصال المفصلي.
2. يؤثر شكل التحميل الجانبي المستخدم في التحليل الستاتيكي اللاخطي بشكل كبير على النتائج (منحني الاستطاعة ومؤشرات الضرر والانحرافات الطابقية).
3. يؤدي استخدام فولاد تسليح بمقاومات أعلى في جدران القص (حتى $f_y = 460MPa$) إلى تحسن في منحني الاستطاعة وازدياد مقاومة الخضوع للمبنى، إضافة إلى تقليل قيم الانحرافات الطابقية ومؤشرات الضرر الطابقية والعام لاسيما في الطابق الأول.

التوصيات

1. ضرورة الانتباه عند التنفيذ إلى الالتزام بتفاصيل التسليح في المخططات التنفيذية لاسيما عند منطقة الاتصال بين جوائز الإطارات والجدران، لما لها من تأثير كبير على سلوك الجمل المختلطة.
2. إجراء أبحاث أكثر حول تأثير شكل الحمولة الجانبية المستخدم عند إجراء تحليل ستاتيكي لاخطي على سلوك جمل إطار-جدار قص بيتوني.

References

- [1] الكود العربي السوري لتصميم وتنفيذ الإنشاءات بالخرسانة المسلحة 2012, نقابة المهندسين.
- [2] Valles, R.E., Reinhorn, A. M., Kunth, S. K. and Madan, "A program for the Inelastic Damage Analysis of Buildings", IDARC2D ver 6.1 Technical Report, NCEER– State University of new York at Buffalo, 2006.
- [3] Smith, B., Coull, A., "Tall building structures: analysis and design", John Wiley & Sons, INC., 1991.