

تأثير تغيير كتلة الطابق على دراسة نموذج استجابة الصدم على الأبنية المتجاورة تحت تأثير الزلازل

د.م. ربيع الصفدي¹

م. لمى برنبو²

المخلص

أعطى موضوع الصدم بين المباني المتجاورة في السنوات الأخيرة خلال حدوث الزلازل أهمية كبيرة، حيث أن حادثة الصدم تحدث بحال وجود مبنيين متجاورين بخصائص ديناميكية مختلفة (الكتلة - المساواة)، وبحال اهتزازهما واقتربهما من بعضهما خلال الحركة، ونتيجة عدم وجود مسافة فصل كافية بينهما.

لذلك تم بهذه الدراسة دراسة وتحليل الاستجابة الزلزالية الناتجة عن الصدم بين مباني من البيتون المسلح، وتم دراستها كنموذج 2D، وبمسافة فصل غير كافية. المبنى الأول مكون من ثلاثة طوابق، والثاني مكون من خمسة طوابق، علماً أن هذه المباني متساوية بالارتفاع الطابقي، ومختلفة بالارتفاع الكلي. وتم تثبيت مسافة الفاصل بين المبنيين وتغيير الكتلة الطابقية لأحد المبنيين، ودراسة أثر هذا التغيير على كل من الانتقالات والتسارعات وقوة الصدم وقوة القص الطابقية، وذلك عن طريق التحليل الديناميكي اللاخطي - السجل الزمني باستخدام برنامج ETABS.

الكلمات المفتاحية: نموذج الصدم - قوى الصدم - نموذج النابض - تحليل لاخطي - الصدم الزلزالي - خصائص ديناميكية.

¹ مدرس - قسم الهندسة الإنشائية - كلية الهندسة المدنية - جامعة دمشق - سورية

² طالبة دراسات عليا (ماجستير) - قسم الهندسة الإنشائية - كلية الهندسة المدنية - جامعة دمشق - سورية

Effect of Floor Mass variables on Impact Response Model Study of Adjacent Buildings under Seismic Loads

Dr. Rabee Alsafadi 1

Eng. Lama branbo 2

Abstract

In recent years, the pounding of adjacent building during earthquakes has been receiving considerable attention through international research.

Buildings pounding occurs due to collision of two adjacent buildings during earthquakes. These buildings are having different dynamic properties (mass & stiffness). Normally, the building vibrates relative to its initial configuration, and due to an insufficient gap between the buildings to accommodate their relative motions, the pounding takes place. So, in this study an attempt was made to study and analyze the seismic response due to pounding between the RC buildings. The structural models in this thesis are planar, i.e. 2D model, and without sufficient separation between these buildings. The structures considered in our analysis are three and five stories' buildings. In addition, the structures have different overall building height and, on the other hand, have same story heights. We have discussed in depth case of using the same gap size between buildings but different floor mass for one of them and studying that changing on displacement, acceleration, impact force and shear forces were considered for the nonlinear dynamic analysis- time history using ETABS software.

Keywords: Impact Model - Impact Force - Spring Model -Nonlinear Analysis - Seismic Pounding - Dynamic Characteristic.

1 Professor, Department of Structural Engineering, Faculty of Civil Engineering, Damascus University, Damascus, Syria.

2 Master student, Department of Structural Engineering, Faculty of Civil Engineering, Damascus University, Damascus, Syria.

تأثير تغيير كتلة الطابق على دراسة نموذج استجابة الصدم على الأبنية المتجاورة تحت تأثير الزلازل

1- مقدمة (Introduction):

مع مرور الوقت وتزايد عدد السكان، ازداد توسع البناء والامتداد أفقياً وشاقولياً، وإنّ الكثير من هذه المنشآت بنيت على مقربةٍ من بعضها البعض، مما خلق مشكلةً جديدةً بالهندسة الإنشائية، وهي إمكانية حدوث الصدم المتبادل بين المباني المتجاورة أثناء حدوث الهزّات الأرضية. ويعود السبب والعامل الرئيسي المعترف به كسببٍ لصدم المباني المتجاورة، والتي تكون بمسافة فصل غير كافية، عادةً ما يكون اختلاف الخصائص الديناميكية للمباني المتجاورة. [8]

إن الصدم يسبب ضرراً سنياً على الأبنية المتجاورة في حال عدم وجود مسافات فصل كافية بين المباني أو نظام لتبديد الطاقة. [2] ومن الممكن أن يسبب انهياراً تاماً للمنشآت، أو أضراراً كبيرةً عليها، حيث لوحظ بعد زلزال Athens عام 1999 انهيار كبير حتى في أسقف بعض المنشآت. [15]

بعد زلزال المكسيك بعام 1985 لوحظ أن 15% من المباني أصيب بضرر رئيسي أو انهيار، وحيث أنّ نحو 30-20% من حالات الصدم قد سببت أضراراً إنشائية بالمباني. [11]

في زلزال the San Fernando بعام 1971 الضرر الحاصل والناجم عن الصدم بين مبنى مشفى the Olive View ودرجه الخارجي المستقل، والذي تقلّ كتلته بنحو 40 مرة عن مبنى المشفى [3] ، وخلال زلزال the Loma Prieta بعام 1989 لوحظ أكثر من 200 حالة صدم ضمن 500 بناء على بعد 90km من مركز الزلزال. [6]

وبالتالي لتخفيف أثر الصدم يجب توفير الفصل الكافي بين المباني المتجاورة، أو أن يكون البديل للفصل الزلزالي هو بالتقليل من تأثير الصدم من خلال خفض الحركة الجانبية والذي

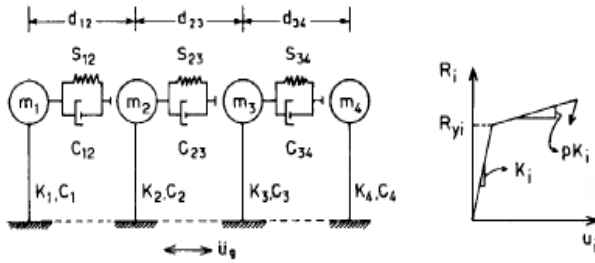
يمكن تحقيقه من خلال ضم الأبنية المتجاورة بالمواقع الحرجة أو من خلال زيادة تخميد صدم الأبنية المتجاورة من خلال وسائل تبديد الطاقة. [2]

بحال حدث صدم بين مبنيين مختلفين بالارتفاع الطابقي قد ينتج عنه أضرار كارثية، وخاصة بحال ضربت بلاطة أحد المبنيين على عمود المبنى الآخر. [14]

2-هدف البحث:

دراسة تأثير نموذج الصدم المعتمد على استجابة الأبنية المتجاورة تحت تأثير الزلازل، وذلك بحالة مبنيين مختلفين بالارتفاع الكلي، متساويين بالارتفاع الطابقي، على كل من: (الانتقالات النسبية - قوة الصدم - عدد الصدمات - التسارع المطلق - القص الطابقي).

3-الدراسات المرجعية:



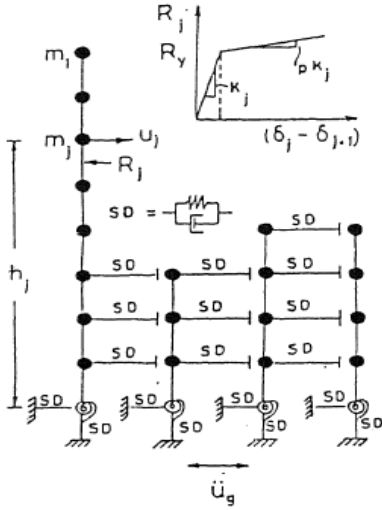
الشكل 1: نموذج المباني المتجاورة [1]

دراسة بعام 1988: [1] قام بها STAVROS A. ANAGNOSTOPOUL وقد هدفت دراسة نموذج SDOF لعدة مبانٍ متجاورة كما بالشكل 1 وتأثير العديد من البارامترات على استجابة المنشأ. والبارامترات هي: عدد الجمل بالصف وأدوارها، وحجم ومسافة الفاصل، ومقاومة الجملة الإنشائية، والحجم النسبي للكتل الإنشائية، وتخمين عنصر التأثير، وقساوة عنصر التأثير. وقد تم محاكاة الصدم عن طريق عناصر ذات تأثير لزج، كل واحدٍ منهم يتألف من نابض ومخمد، وتصبح هذه العناصر نشطة عندما يحدث اتصال بين كتل الطوابق المتجاورة. وذلك من أجل بعض الزلازل المُدخلة، بعض النتائج الذي تم التوصل إليها:

1. أن تأثيرات الزلازل المسببة للصدمة على الاستجابة العامة للمنشآت المتجاورة والمتوضعة في صف واحد، تتعلق بالمقام الأول بخصائص المنشأ نفسه، وعلاقته بخصائص المنشأين المجاورين له، وهل المنشأ تعرّض للصدمة من جهة واحدة، أو من جهتين (أي هل هو داخلي أم خارجي؟)، وعلى حجم ومسافة الفاصل.
2. الاستجابة بالمنشآت التي ليست مجاورة للمنشأ المدروس (أي المنشآت التي لن تكون على تماس مباشر مع المنشأ المدروس)، لن تؤثر على استجابة هذا المنشأ بشكل ملحوظ.
3. زيادة مسافة الفاصل يقلل من تأثير الصدمة واستجابة المنشأ.
4. المنشآت الخارجية (الطرفية) معرضة لصدمة من جانب واحد، وبالتالي تكون استجابتها كبيرة، أما المنشآت الداخلية تكون معرضة للصدمة من الجهتين، وبالتالي قد تكون استجابتها كبيرة أو صغيرة، فإن ذلك بحسب نسبة دور المنشأ إلى دور المنشآت المجاورة، فعندما تكون هذه النسبة أقل من الواحد، الاستجابة تكون كبيرة للمنشآت الداخلية مقارنة مع المنشآت الخارجية، وبحال هذه النسبة أكبر من الواحد فإن استجابة المنشآت الداخلية تكون صغيرة.
5. تأثير الصدمة على المنشآت غير المرنة عادةً ما يكون أكثر خطورةً من تأثير الصدمة على المنشآت المرنة.
6. بحال اختلاف كبير في كتل المنشآت المتجاورة يكون تأثير الصدمة أكثر وضوحاً على المنشأ ذي الكتلة الأقل.

دراسة بعام 1992: [14] قام بها K.V.Spiliopoulos and S.A.Anagnostopoulos

وقد هدفت لدراسة تأثير الصدمة بين مبنيين متجاورين باستخدام اللاخطية ونماذج MDOF بحالة مبنيين متساويين بالارتفاع وبحالة مبنيين مختلفين بالارتفاع (المباني المدروسة أحدهما مؤلف من 5 طوابق، والآخر من 10 طوابق). وقد تم محاكاة الصدمة عن طريق عنصر يتألف من نابض ومخمد كما بالشكل 2. وتصبح هذه العناصر نشطة عندما يحدث اتصال



بين كتل الطوابق المتجاورة. تم استخدام مجموعتين: الأولى تتكون من 4 أبنية كلٌّ منها يتألف من 5 طوابق، والثانية تتألف من بناءين كلٌّ منهما يتألف من 10 طوابق، وتم إنشاء تحليل مرن وتحليل لامرن لعدة حالات.

والنتائج التي تم التوصل إليها تحت تأثير عدة زلازل:

1. تضخم الاستجابة الناتجة عن الصدم، تعتمد

بشكلٍ رئيسي على علاقة الدور والكتلة

بين البناءين المتجاورين، فعندما تكون

الشكل 2: نموذج المباني المتجاورة [14]

الكتل متشابهة فإنَّ استجابة البناء الأصعب تزداد، عندما يصدم البناء الأكثر مرونة

وعندما تكون الكتل مختلفة بشكلٍ كبيرٍ فإنَّ البناء ذو الكتلة الأقل ينال الضرر الأكبر.

2. في حال أبنية مختلفة الارتفاعات الكلية تظهر مشاكل كبيرة ناجمة عن حادثة الصدم،

وعندما يكون البناء الأقصر صلباً فإن الجزء العلوي من البناء الأطول سوف يتضرر

بشكلٍ كبيرٍ.

3. الاختلاف الكبير بأدوار وكتل المباني المتجاورة تؤثر بشكلٍ كبيرٍ على الاستجابة، ولذلك

من الممكن أخذ هذا العامل كبدل لمتطلبات الفصل الزلزالي.

دراسة بعام 2006: [10] قام بها Shehata E. Abdel Raheem هدفت الدراسة لتقييم

تأثيرات الصدم الانشائي على الاستجابة العامة للمنشآت، وتحديد اجراءات تخفيض الخطر

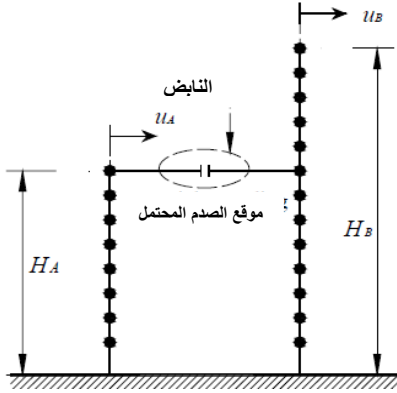
الزلزالي المحتمل من أجل المباني القائمة بالفعل وكذلك للمباني الجديدة، وذلك لتطوير وتزويد

المهندسين بالأدوات التحليلية العملية لتوقع استجابة وضرر الصدم، حيث تم دراسة مبنيين

أحدهما مؤلف من 8 طوابق ودوره (0.72 sec)، والآخر من 13 طابق ودوره (1.22 sec)

وذلك من أجل بعض الزلازل المدخلة للحالتين التاليتين:

- دراسة تأثير مسافة الفاصل على الصدم.



الشكل 3: النموذج التحليلي [10]

• دراسة تأثير تبديد الطاقة. وقد تم محاكاة الصدم عن طريق نابض نشطاً عندما يحدث اتصال بين كتل الطوابق المتجاورة كما هو موضح بالشكل 3. والنتائج التي تم التوصل إليها:

1. يزداد التسارع بسبب حادثة الصدم بين الأبنية المتجاورة، ومن الممكن أن يصل إلى عشرة أضعاف عن حالة عدم حدوث صدم.

2. حادثة الصدم تخفّض استجابة البناء عندما يكون دور الاهتزاز للبناء قريباً من الدور المميز لحركة الأرض، بينما للمبنى المجاور تكون الاستجابة أكبر.

3. زيادة مسافة الفاصل من 0.12m حتى 0.25m استطاعت أن تقلل من تأثيرات الصدم.

4. الاستجابة تكشف عن أهمية استخدام نظام تبديد الطاقة، ومن الواضح أن نظام التبديد يُركب بمستوي الصدم المحتمل، والذي سيكون أداة فعالة لتقليل أثر الصدم على المباني المتجاورة.

دراسة بعام 2014: [7] قام بها Francisco LÓPEZ-ALMANSA and Alireza KHARAZIAN

تهدف لدراسة تأثير الصدم على الانزياحات الداخلية الطابقية، وعلى قوة القصر الطابقية، وعلى التسارع المطلق، وعلى Hysteretic energy بين مبنيين متجاورين تحت تأثير الزلازل وذلك بحالة مبنيين متساويين بالارتفاع وبحالة مبنيين مختلفين بالارتفاع. وتمت محاكاة الصدم عن طريق التحليل الديناميكي اللاخطي للأبنية المعرضة للصدم تحت تأثير عدة زلازل، وذلك عن طريق نموذج للفاصل (Kelvin-Voight) بكل طابق، الاستنتاجات التي تم التوصل إليها خاصة بزلزال (Northridge):

1. زمن الاتصال (حدوث الصدم) قصير إلى حدّ ما.

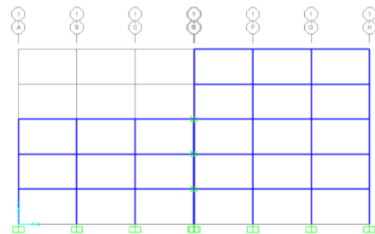
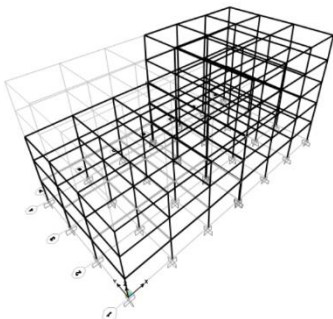
2. قوى الصدم بالطوابق السفلية صغيرة، وهي مهملة بكل الحالات.
3. يصبح الصدم أقل أهمية من أجل مسافات فصل كبيرة، وفي هذه الدراسة تبين ملاحظة أنه عندما تزيد مسافة الفاصل عن 4cm لا يوجد صدم.
4. كتلة المباني المتصادمة تزيد من تأثيرات الصدم.
5. قساوة نموذج الفاصل (عنصر التأثير) لها تأثير كبير على الصدم، وهذه النتيجة لا تتوافق مع الدراسات السابقة وتحتاج لدراسة وبحث أكثر.
6. تخميد نموذج الفاصل (عنصر التأثير) لا يملك تأثيراً قوياً على الصدم .

4- الدراسة التحليلية العددية:

قُمتُ بنمذجة مبنيين مختلفين بالارتفاع الكلي ودراسة أثر الصدم بينهما على كلٍّ من: (التسارع المطلق - الانتقال النسبي - قوة الصدم وعدد الصدمات - قوة القص الطابقي) وذلك لحالة تغير الكتلة الطابقية لأحد المبنيين وتثبيت مسافة الفاصل.

النماذج المدروسة:

هناك عدة حالات للدراسة، وكلّ حالة عبارة عن مبنيين (مبنى يتألف من ثلاثة طوابق، والمبنى الآخر خمسة طوابق) وهذه المباني من البيتون المسلح وجملتها إيطارية، تمت دراستها وتصميمها على برنامج SAP2000 وفق الكود العربي السوري لتحديد التسليح المطلوب للعناصر الإنشائية (الأعمدة والجوائز) (حيث أن الكود العربي السوري والطرق الزلزالية المعتمدة فيه مأخوذة من الكودات الاميركية UBC97 و ACI318 المدرجة ضمن البرنامج). تمت دراسة النماذج 2D، كما في الشكل 4، ودراسة الإطار الوسطي فقط كما في الشكل 5، بافتراض أنّ الإطارات متوسطة المقاومة للعزوم، وأيضاً تم إدخال أثر تخميد البيتون للمباني (5%).



الشكل 5: النموذج 3D

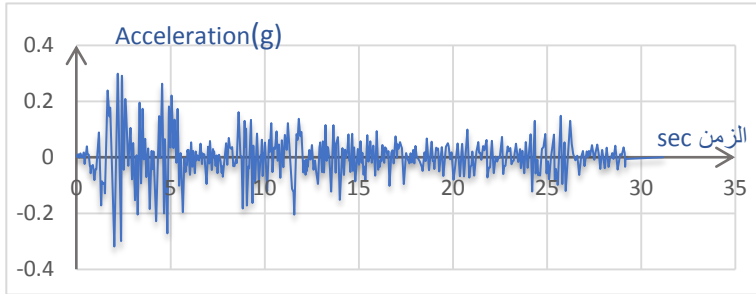
الشكل 4: النموذج 2D

نوع التحليل المستخدم ديناميكي لاخطي (Time history)، الزلزال المستخدم بالدراسة

(el centro)

موضح بالشكل

: 6



الشكل 6: علاقة تسارع الزلزال مع الزمن

الارتفاع الطابقي 3m، سماكة البلاطة 12cm، أبعاد الأعمدة والجوائز (30*40)cm (قُمتُ باعتماد هذه الأبعاد بناءً على دراسة مرجعية سابقة)، تسليح الأعمدة 8T20 (حيث قُمتُ بدراسة النماذج على برنامج SAP2000 واختيار نسبة التسليح الأكبر للأعمدة المستخلصة من الدراسة وتعميمها لكامل النماذج) وتسليح الجوائز 4T25، المجازات 5m والحمولات الميتة على البلاطة 3 KN/m^2 والحمولات الحية 2 KN/m^2 .

النموذج المستخدم بالدراسة:

تمت الدراسة وفق برنامج SAP2000 ومحاكاة سلوك الصدم باستخدام عنصر Gap element وهو يسلك سلوك نابض خطي وإنّ هذا النموذج لا يأخذ بعين الاعتبار الضياع بالطاقة وهو يؤمن نقل قوى الصدم بين المبنىين والذي ينشط عندما يحدث اتصال بين كتل الطوابق المتجاورة. قيمة الصلابة في بعض الدراسات السابقة:

- اعتمد (Shakya–Wijeyewickrema–Ohmachi) [13] عند دراسة أثر تفاعل التربة مع المنشأ على ظاهرة الصدم قيمة لصلابة النابض $K = 935000t/m$
- اعتمد (OHTA) [12] عند دراسة أثر الصدم على ثلاثة ابنية في صف واحد قيمة لصلابة النابض $K = 935000t/m$
- اعتمد (Jankowski) [4] عند دراسة أثر الصدم من خلال تحليل جملة وحيدة درجة الحرية قيمة لصلابة النابض $K = 813500t/m^{3/2}$
- حدد (Jankowski) [5] قيم لصلابات النابض $K = 790000 - 813000 - 1045000t/m$ من خلال إجراء عدة تجارب لصدم على كرات بيتونية.
- قام (Muthukumar and DesRoches) [9] بإجراء مقارنات لتحديد مزايا كلّ نموذج من نماذج الصدم وقد اعتمدا قيم صلابات لنماذج (Hertz)
- الصلابة المختارة للنابض والقريبة من الدراسات السابقة: $K = 9 * 10^6 KN/m$

مسافة الفاصل:

- تم حساب مسافة الفصل المطلوبة وفق الكود العربي السوري وفق العلاقة:

$$\Delta = \sqrt{\Delta_{m1}^2 + \Delta_{m2}^2}$$

$$\Delta_m = 0.7 R \Delta_s$$

Δ_{m1} : الانتقال اللدن أعلى المنشأ ذي الثلاثة طوابق.

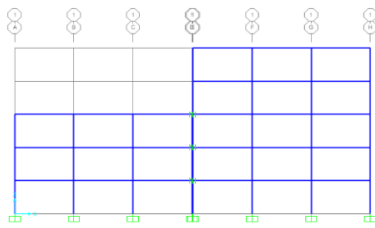
Δ_{m2} : الانتقال اللدن أعلى المنشأ ذي الخمسة طوابق.

Δ_{S1} : الانتقال المرن أعلى المنشأ ذي الثلاثة طوابق.

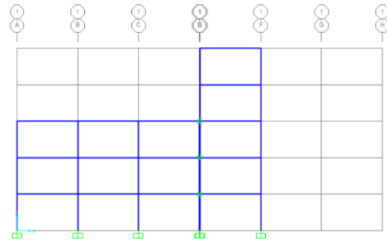
Δ_{S2} : الانتقال المرن أعلى المنشأ ذي الخمسة طوابق.

وكانت المسافة المطلوبة $\Delta = 0.1 m$ وتم اختيار مسافة 2cm ليحدث الصدم.

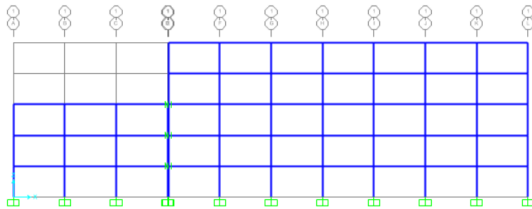
تغيير الكتلة الطابقية للمبنى الطويل وتثبيت الكتلة للمبنى القصير وتثبيت مسافة الفاصل $\Delta = 2cm$



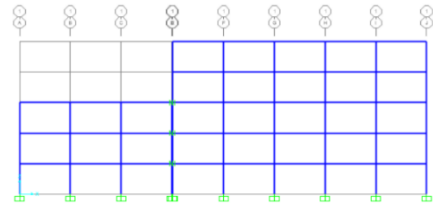
الشكل 8: النموذج (3*3 To 3*5)



الشكل 7: النموذج (3*3 To 1*5)

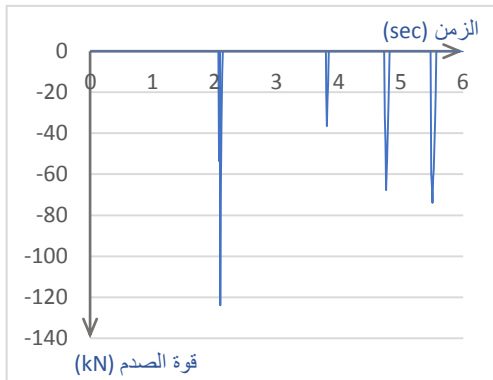


الشكل 10: النموذج (3*3 To 7*5)

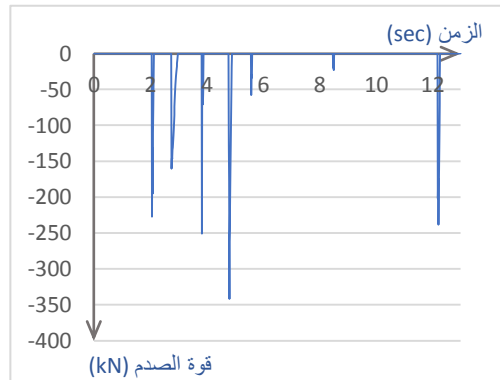


الشكل 9: النموذج (3*3 To 5*5)

● مخططات تبين تغير قيمة قوة الصدم خلال الزلازل:

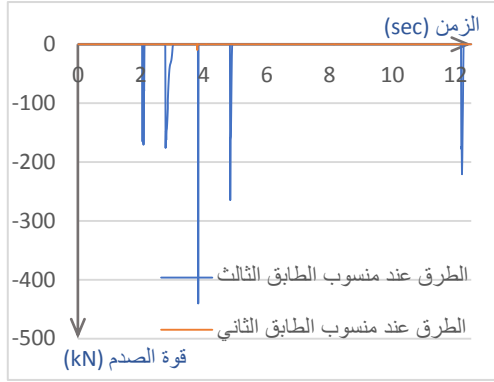


الشكل 11: علاقة قوة الصدم مع الزمن (3*3 To 1*5)

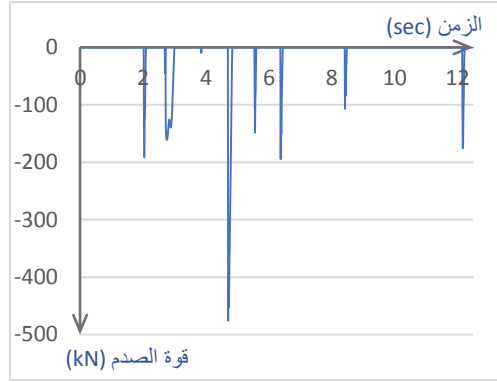


الشكل 12: علاقة قوة الصدم مع الزمن (3*3 To 3*5)

تأثير تغيير كتلة الطابق على دراسة نموذج استجابة الصدم على الأبنية المتجاورة تحت تأثير الزلازل



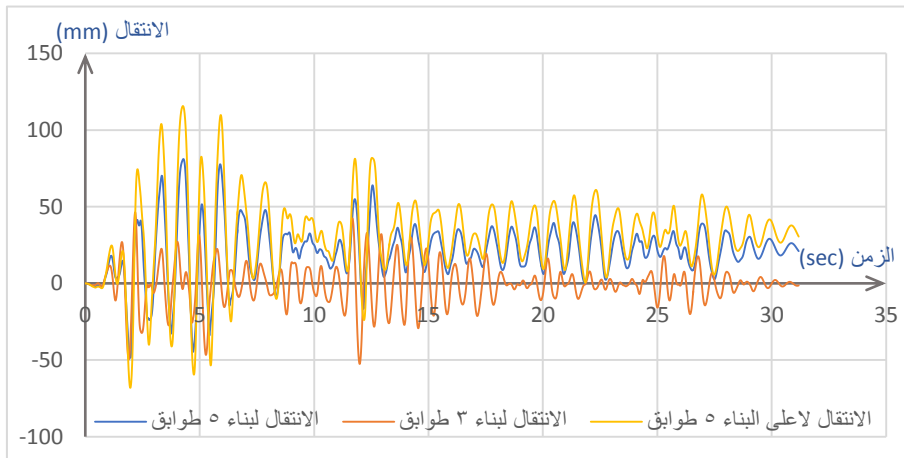
الشكل 13: علاقة قوة الصدم مع الزمن (3*3 To 5*5)

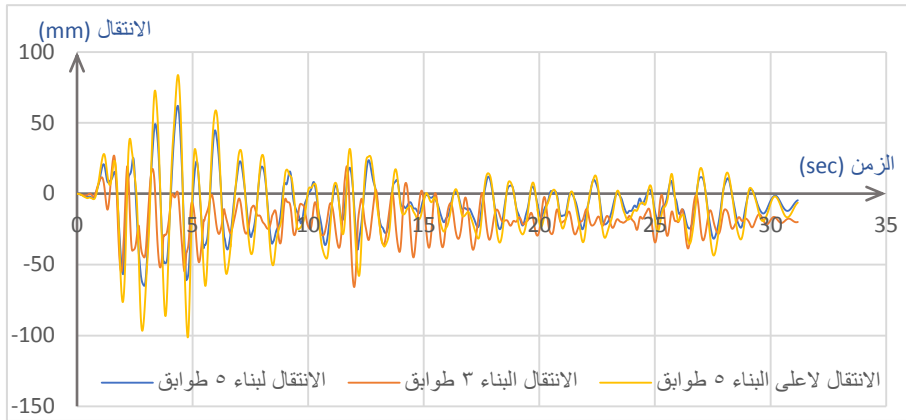


الشكل 14: علاقة قوة الصدم مع الزمن (3*3 To 7*5)

ونلاحظ من الأشكال 11 و12 و13 و14، أن قوة الصدم وعدد الصدمات تزداد بزيادة الكتلة الطابقية للبناء الطويل وذلك بمعظم الحالات، وبالشكل رقم 13 الصدم أصبح على منسوبين، وبالنتيجة تبين أن الاستجابة تزداد مع زيادة الكتلة الطابقية.

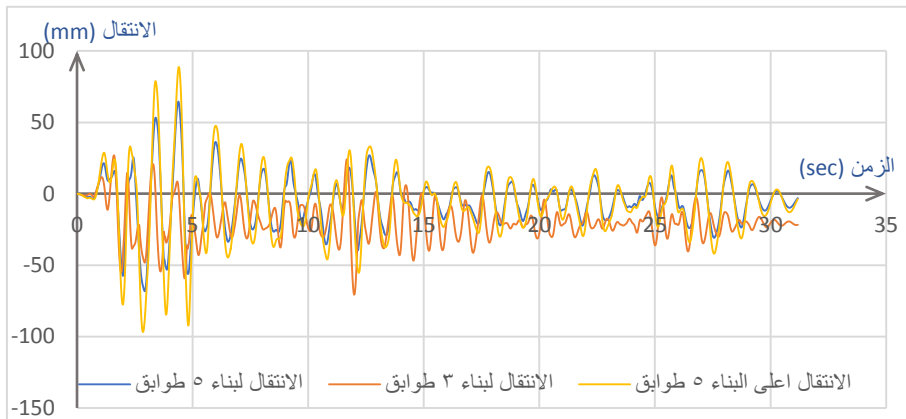
• مخططات تبين تغيير قيمة الانتقالات خلال الزلازل:



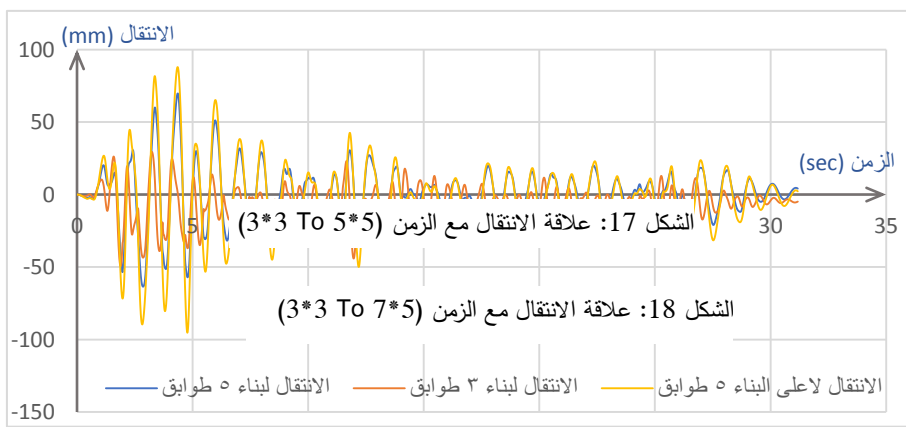


الشكل 15: علاقة الانتقال مع الزمن (3*3 To 1*5)

الشكل 16: علاقة الانتقال مع الزمن (3*3 To 3*5)



ونلاحظ من الأشكال 15 و 16 و 17 و 18، أن الانتقال فوق منسوب الصدم لبناء 5 طوابق

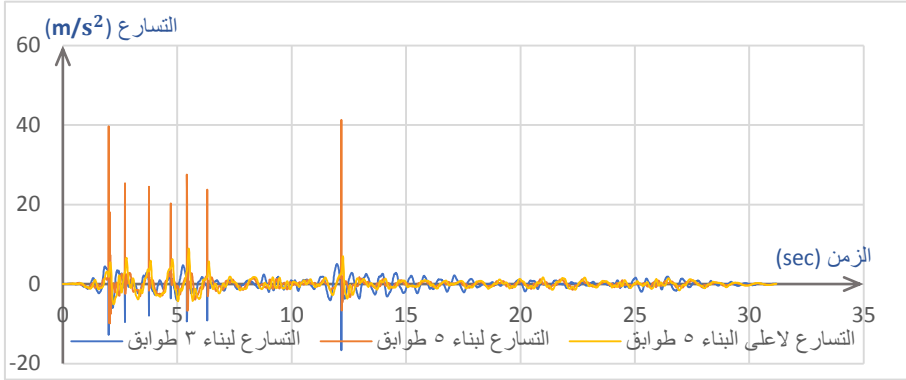


الشكل 17: علاقة الانتقال مع الزمن (3*3 To 5*5)

الشكل 18: علاقة الانتقال مع الزمن (3*3 To 7*5)

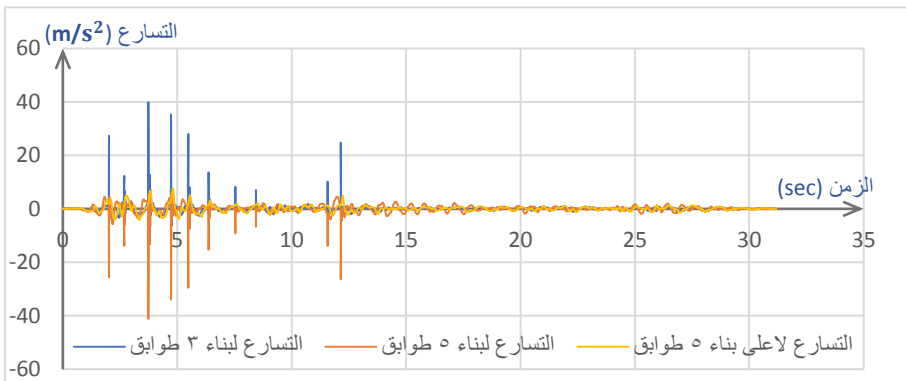
تأثير تغيير كتلة الطابق على دراسة نموذج استجابة الصدم على الأبنية المتجاورة تحت تأثير الزلازل

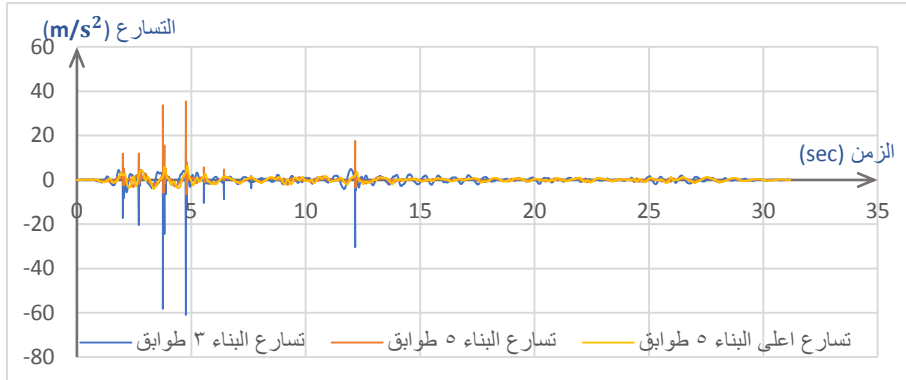
ينقص بزيادة الكتلة الطابقية للبناء الطويل، حيث تقل استجابة البناء ذي 5 طوابق مع زيادة الكتلة الطابقية له، وقد قاربت في بعض الحالات نسبة انخفاض 14%.



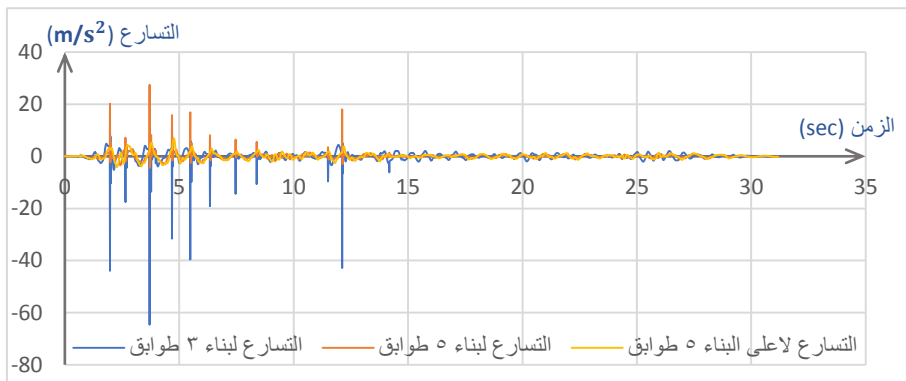
• مخططات تبين تغير قيمة التسارعات خلال الزلزال:

الشكل 19: علاقة التسارع مع الزمن (3*3 To 1*5)



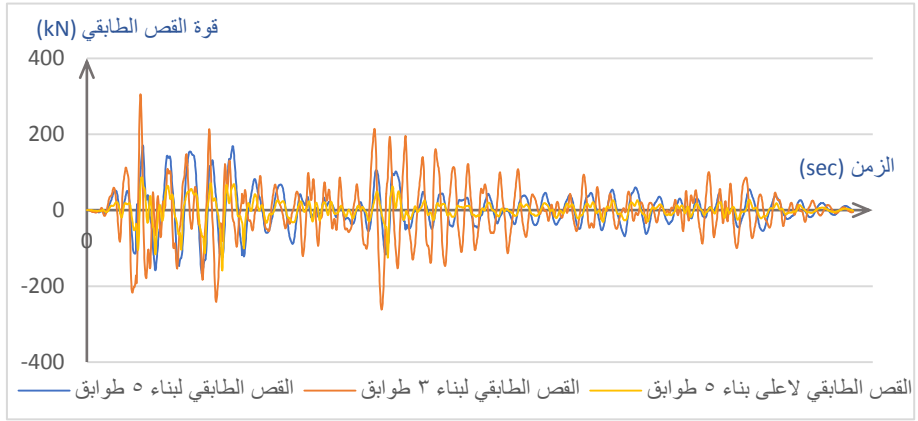


الشكل 21: علاقة التسارع مع الزمن (3*3 To 5*5)



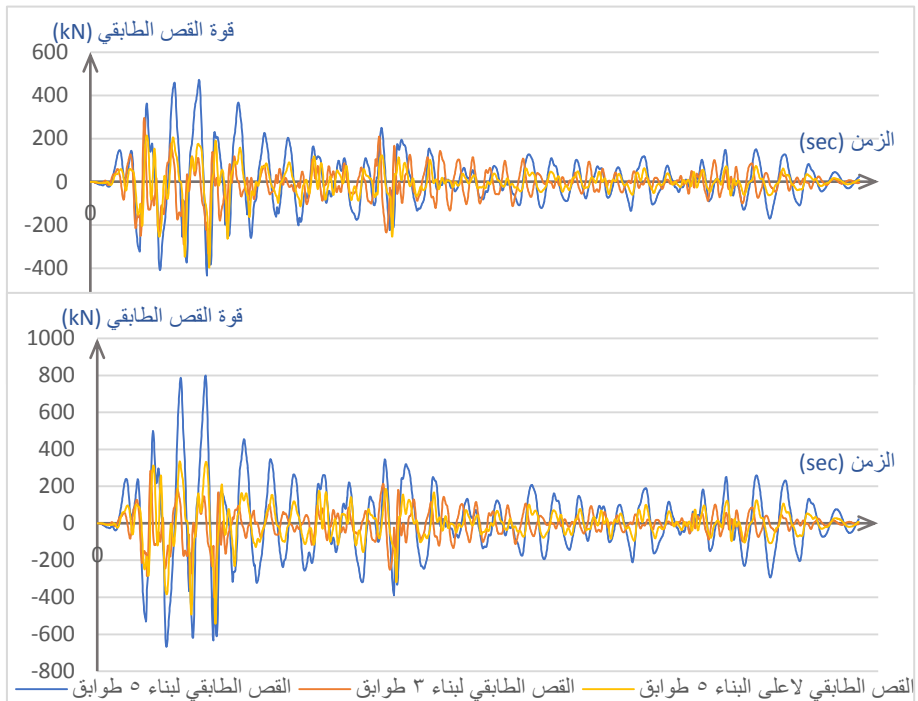
ونلاحظ من الأشكال 19 و 20 و 21 و 22، أن التسارع فوق منسوب الصدم لبناء 5 طوابق ينقص بزيادة الكتلة الطابقيه للبناء الطويل، وقد قاربت في بعض الحالات نسبة انخفاض 21% وكذلك يقل التسارع عند منسوب الصدم، وقد قاربت في بعض الحالات نسبة انخفاض 36%، حيث تقل استجابة البناء ذي 5 طوابق مع زيادة الكتلة الطابقيه له، ويزداد التسارع للبناء القصير عند منسوب الصدم، وقد قاربت في بعض الحالات نسبة زيادة 60%، حيث تزداد استجابة البناء الشكل 22: علاقة التسارع مع الزمن (3*3 To 7*5) القصير مع زيادة الكتلة الطابقيه للبناء الطويل.

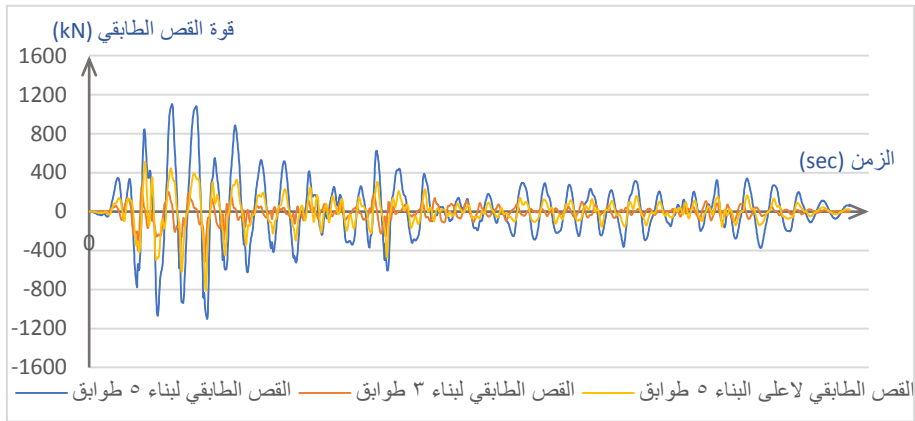
تأثير تغيير كتلة الطابق على دراسة نموذج استجابة الصدم على الأبنية المتجاورة تحت تأثير الزلازل



• مخططات تبين تغيير قيمة القص الطابقي خلال الزلزال:

الشكل 23: علاقة قوة القص الطابقي مع الزمن (1*5 To 3*3)





ونلاحظ من الأشكال 23 و 24 و 25 و 26، أن القص الطابقي عند منسوب الصدم لبناء 3 طوابق يزداد بزيادة الكتلة الطابقية للبناء الطويل، وقد قاربت في بعض الحالات نسبة زيادة 23%، حيث تزداد استجابة البناء ذي 3 طوابق مع زيادة الكتلة الطابقية للبناء ذي 5 طوابق.

النتائج التي تم
دراسة هذه

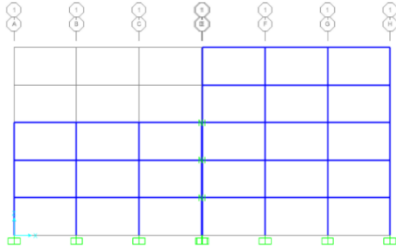
الشكل 26: علاقة القص الطابقي مع الزمن (3*3 To 7*5)

يبين الجدول 1
التوصل اليها من
الحالة.

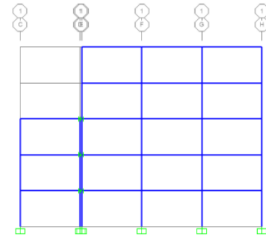
جدول 1: نتائج دراسة حالة تغيير الكتلة الطابقية للبناء الطويل وتنشيت الكتلة للبناء القصير ومسافة الفصل

النموذج	قوة الصدم (عدد الصدمات)	الانتقال أعلى البناء ذي 5 طوابق	التسارع أعلى البناء ذي 5 طوابق	التسارع لبناء ذي 3 طوابق	التسارع لبناء ذي 5 طوابق	القص الطابق لبناء ذي 3 طوابق	القص الطابق أعلى البناء ذي 5 طوابق
	kN	mm	mm	m/s ²	m/s ²	kN	kN
(3,3) TO (1,5)	123.9(4)	115.7	8.9	16.6	54.2	305.5	158.8
(3,3) TO (3,5)	341.8(7)	101.3	7.6	41.3	39.8	331.4	397.1
(3,3) TO (5,5)	440.1(5) 9.6 (1)	96.7	6.3	61	35.5	401.6	543.9
(3,3) TO (7,5)	476.1(8)	95.3	6.8	64.6	27.5	517.4	815.3

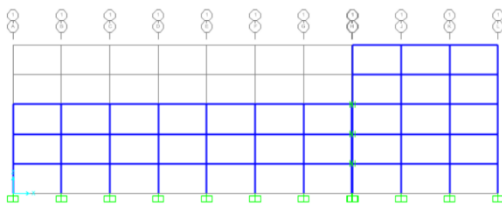
تغيير الكتلة الطابقية للمبنى القصير وتثبيت الكتلة للمبنى الطويل وتثبيت مسافة الفاصل
 $\Delta = 2cm$



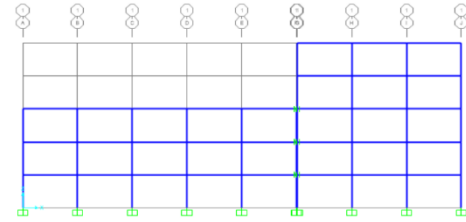
الشكل 28: النموذج (3*3 To 3*5)



الشكل 27: النموذج (1*3 To 3*5)



الشكل 30: النموذج (7*3 To 3*5) تم التطرق اليها



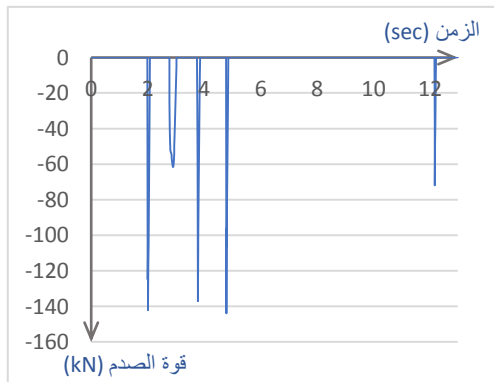
الشكل 29: النموذج (5*3 To 3*5)

المخططات:

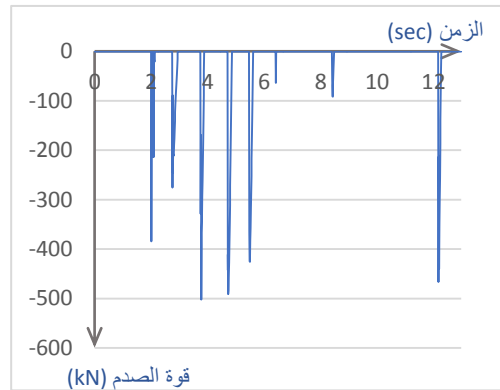
إن الحالة
 3*3 To

سابقاً ومخططاتها وضحت سابقاً وسوف يتم اعتمادها للمقارنة لاحقاً.

• مخططات تبين تغيير قيمة قوة الصدم خلال الزلزال:



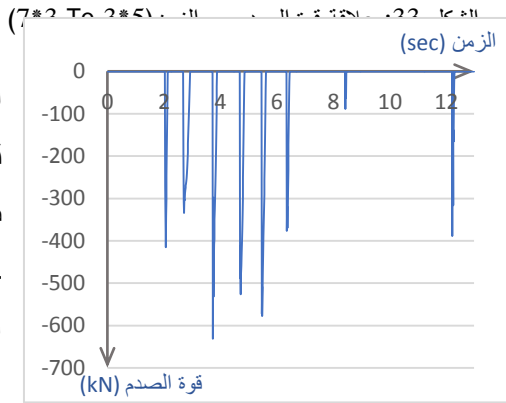
الشكل 31: علاقة قوة الصدم مع الزمن لحالة (1*3 To 3*5)



الشكل 32: علاقة قوة الصدم مع الزمن (5*3 To 3*5)

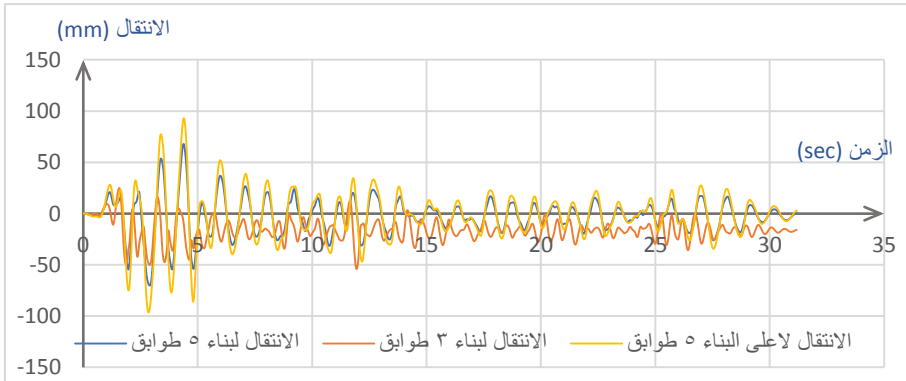
الأشكال 31 و 32
قوة الصدم وعدد
زيادة الكتلة الطابقية
حيث تزداد الاستجابة
الطابقية.

تبيّن تغيير قيمة



ونلاحظ من
و33 و12، أن
الصدمات تزداد
للبناء القصير،
مع زيادة الكتلة

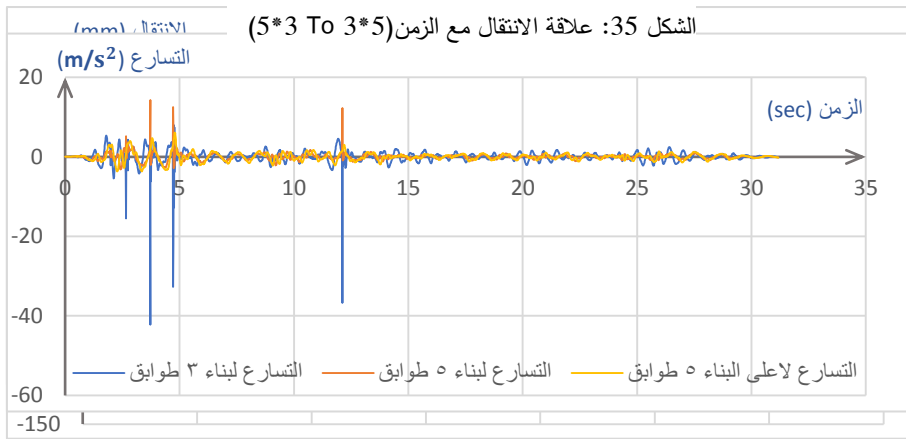
• مخططات



الانتقالات خلال الزلازل:

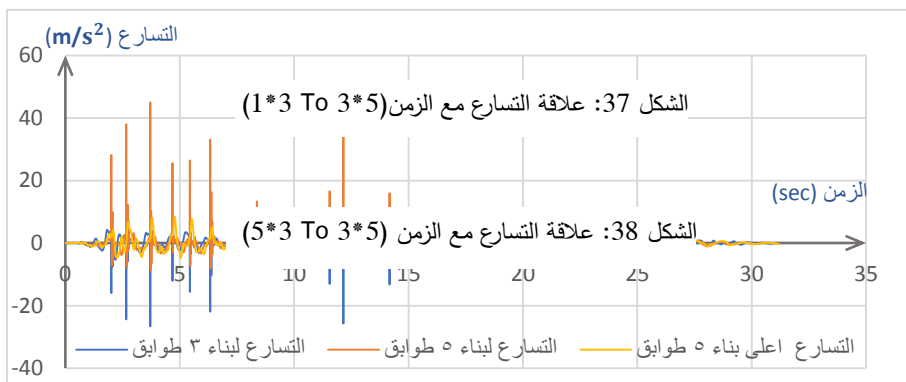
ونلاحظ من الأشكال 34 و 35 و 36 و 16، أن الانتقال فوق منسوب الصدم للبناء الطويل يزداد بزيادة الكتلة الطابقية للبناء القصير، حيث تزداد الاستجابة للبناء الطويل مع زيادة الكتلة الطابقية للبناء القصير، وقد قاربت في بعض الحالات نسبة زيادة 5%.

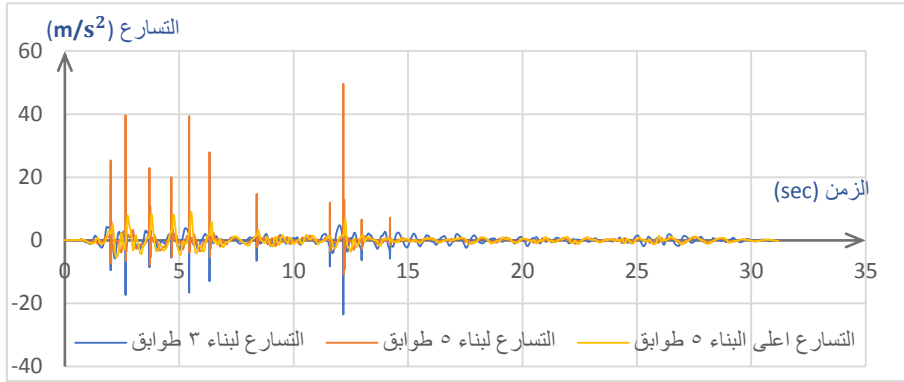
● **مخططات** الشكل 34: علاقة الانتقال مع الزمن (1*3 To 3*5) **تبيّن تغير قيمة**



الشكل 36: علاقة الانتقال مع الزمن (7*3 To 3*5)

التسارعات خلال الزلزال:

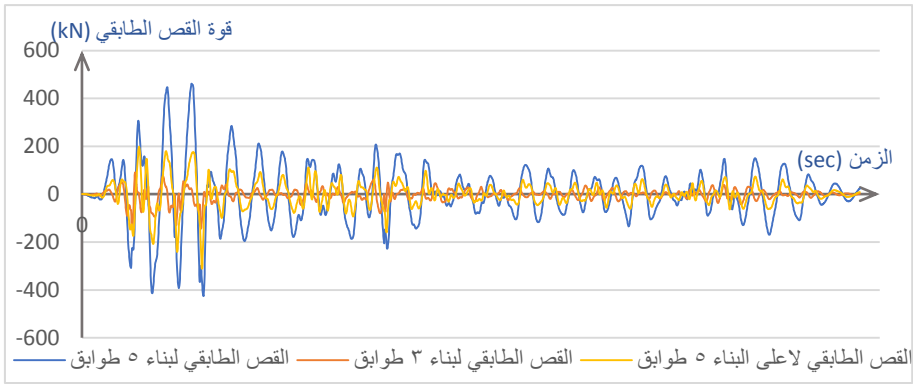




الشكل 39: علاقة التسارع مع الزمن (3*5 To 7*3)

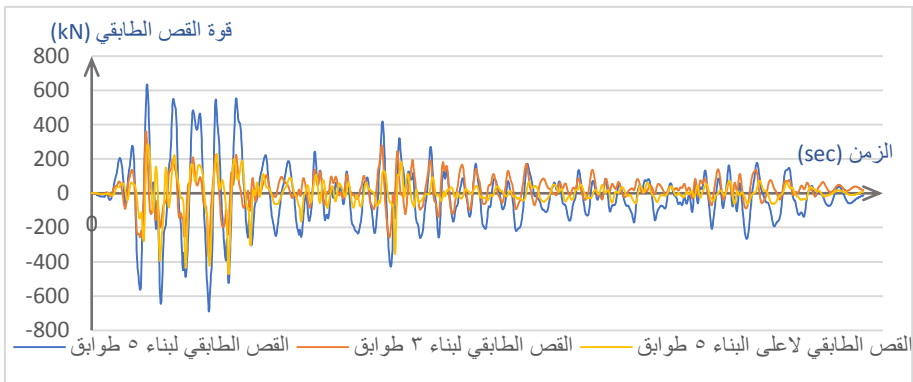
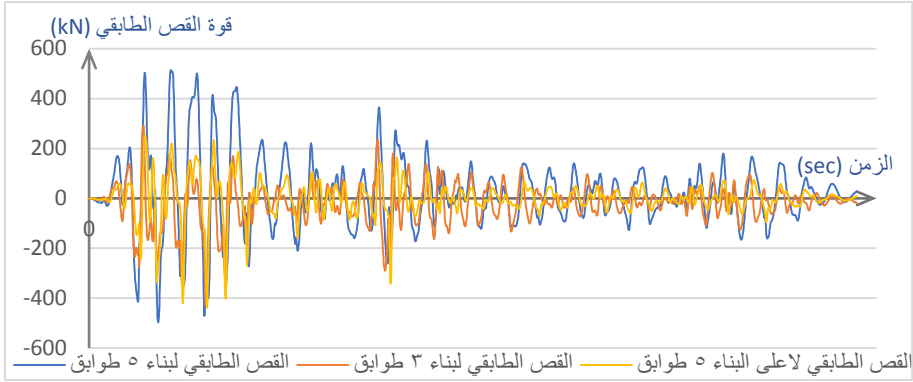
ونلاحظ من الأشكال 37 و38 و39 و20، أن التسارع فوق منسوب الصدم للبناء الطويل يزداد بزيادة الكتلة الطابقية للبناء القصير وقد قاربت في بعض الحالات نسبة زيادة 21%، وكذلك عند منسوب الصدم وقد قاربت في بعض الحالات نسبة زيادة 64%، حيث تزداد الاستجابة من حيث التسارع للبناء الطويل مع زيادة الكتلة الطابقية للبناء القصير، وتقل للبناء القصير وقد قاربت في بعض الحالات نسبة انخفاض 55%، حيث تقل استجابة البناء القصير مع زيادة كتلته الطابقية.

• مخططات تبين تغير قيمة قوة القص الطابقي خلال الزلزال:



الشكل 40: علاقة القص الطابقي مع الزمن (1*3 To 3*5)

تأثير تغيير كتلة الطابق على دراسة نموذج استجابة الصدم على الأبنية المتجاورة تحت تأثير الزلازل



ونلاحظ من الأشكال 40 و 41 و 42 و 24، أنّ القص الطابقي فوق منسوب الصدم للبناء الطويل يزداد بزيادة الكتلة الطابقية للبناء القصير، وكذلك عند منسوب الصدم، وقد قاربت في بعض الحالات نسبة زيادة 26%، حيث تزداد الاستجابة للبناء الطويل مع زيادة الكتلة الطابقية للبناء القصير.

النتائج التي تم

يبين الجدول 2

التوصل اليها من دراسة هذه الحالة.

جدول 2: نتائج دراسة حالة تغيير الكتلة الطابقية للبناء القصير وتشبيث الكتلة للبناء الطويل ومسافة الفصل

النموذج	قوة الصدم (عدد الصددمات)	الانتقال أعلى البناء ذي 5 طوابق	التسارع أعلى البناء ذي 5 طوابق	التسارع لبناء ذي 3 طوابق	التسارع لبناء ذي 5 طوابق	القص الطابقي لبناء ذي 5 طوابق	القص الطابقي أعلى البناء ذي 5 طوابق
	kN	mm	mm	m/s^2	m/s^2	kN	kN
(1,3) TO (3,5)	143.9(5)	96.6	6.1	42.2	14.3	460.6	311.1
(3,3) TO (3,5)	341.8(7)	101.3	7.6	41.3	39.8	471.6	397.1
(5,3) TO (3,5)	502 (8)	106.5	8.4	26.6	45.	513.1	438.1
(7,3) TO (3,5)	631.2(8)	107.2	9	23.5	49.6	690.9	472

5- الاستنتاجات والتوصيات:

النتائج:

- 1- زيادة الكتلة الطابقية لأحد المبنيين تسبب زيادة بقوة الصدم وعدد الصدمات.
- 2- زيادة الكتلة الطابقية للبناء القصير مع ثبات الكتلة للبناء الطويل تسبب زيادة الانتقال فوق منسوب الصدم، وقد قاربت في بعض الحالات نسبة زيادة 5%، وكذلك التسارع فوق منسوب الصدم وقد قاربت في بعض الحالات نسبة زيادة 21%، وتسبب نقصان التسارع للمبنى القصير وقد قاربت في بعض الحالات نسبة انخفاض 55%، وزيادتها للمبنى الطويل وقد قاربت في بعض الحالات نسبة زيادة 64%، وتسبب زيادة قوة القص الطابقي عند منسوب الصدم وفوق منسوب الصدم للبناء الطويل وقد قاربت في بعض الحالات نسبة زيادة 26%.
- 3- زيادة الكتلة الطابقية للبناء الطويل مع ثبات الكتلة للبناء القصير تسبب نقصان الانتقال فوق منسوب الصدم وقد قاربت في بعض الحالات نسبة انخفاض 14%، والتسارع فوق منسوب الصدم وقد قاربت في بعض الحالات نسبة انخفاض 21%، وتسبب زيادة التسارع للمبنى القصير وقد قاربت في بعض الحالات نسبة زيادة 60%، ونقصانها للمبنى الطويل وقد قاربت في بعض الحالات نسبة انخفاض 36%، وتسبب زيادة قوة القص الطابقي عند منسوب الصدم للبناء القصير، وقد قاربت في بعض الحالات نسبة زيادة 23%.

التوصيات:

- إجراء أبحاث لدراسة ظاهرة الصدم بحال صدم بلاطة لعمود.
- إجراء أبحاث لدراسة ظاهرة الصدم على المباني الفراغية لإدخال أثر القتل.
- إجراء أبحاث لدراسة أثر الصدم مع إدخال أثر التربة.

6-المراجع:

- 1- ANAGNOSTOPOULOS, S. A. 1988 Pounding of buildings in series during earthquakes. Earthquake engineering & structural dynamics, 16(3), 443-456.
- 2- ANAGNOSTOPOULOS, S. A., & KARAMANEAS, C. E 2008 Use of collision shear walls to minimize seismic separation and to protect adjacent buildings from collapse due to earthquake- induced pounding, Earthquake engineering & structural dynamics, 37(12), 1371-1388.
- 3- BERTERO, V. V., & COLLINS, R. G. 1973 Investigation of the failures of the Olive View stairtowers during the San Fernando earthquake and their implications on seismic design. Earthquake Engineering Research Center, University of California.
- 4- JANKOWSKI, R. 2006 Pounding force response spectrum under earthquake excitation. Engineering Structures, 28(8), 1149-1161.
- 5- JANKOWSKI, R. 2007 Theoretical and experimental assessment of parameters for the non-linear viscoelastic model of structural pounding. Journal of theoretical and applied mechanics, 45, 931-942.
- 6- KASAI, K., & MAISON, B. F. 1997 Building pounding damage during the 1989 Loma Prieta earthquake. Engineering structures, 19(3), 195-207.
- 7- LÓPEZ-ALMANSA, F., & KHARAZIAN, A. 2014 Parametric study of the pounding effect between adjacent rc buildings with aligned slabs. 15ECEE Istanbul, Turkey.

- 8- MATE, N. U., BAKRE, S. V., & JAISWAL, O. R. 2015 Seismic pounding of adjacent linear elastic buildings with various contact mechanisms for impact simulation, 383-415.
- 9- MUTHUKUMAR, S., & DESROCHES, R. 2006 A Hertz contact model with non-linear damping for pounding simulation. Earthquake engineering & structural dynamics, 35(7), 811-828.
- 10- RAHEEM, S. E. A. 2006 Seismic pounding between adjacent building structures. Electronic journal of structural Engineering, 6(66), 155.
- 11- ROSENBLUETH E, MELI R. The 1985 earthquake: Causes and effects in Mexico City, Concrete International, No. 5, 8(1986) 23-4.
- 12- RYOSUKE OHTA , ANIL C. WIJEYEMICKREMA, Alirwza FARAHANI 2006 END BUILDING POUNDING DURING EARTHQUAKES, Symposium on Infrastructure Development and the Environment 2006 7-8 December, SEAMEO – INNOTECH University of Philippines, Diliman , Quezon City , PHILIPPINES.
- 13- SHAKYA, K., WIJEYEWICKREMA, A. C., & OHMACHI, T. 2011 Seismic pounding analysis of multi-story reinforced concrete buildings considering effects of underlying soil.
- 14- SPILIOPOULOS, K. V., and S. A. ANAGNOSTOPOULOS 1992 Earthquake induced pounding in adjacent buildings. Earthquake Engineer 10th World 7: 3887.
- 15- VASILIADIS, L., & ELENAS, A. 2002, September Performance of school buildings during the Athens earthquake of 7 September 1999. In 12th European conference on earthquake engineering (Vol. 264).

الرموز المستخدمة:

Δ_{m1} : الانتقال اللدن أعلى المنشأ ذي الثلاثة طوابق. (m)

Δ_{m2} : الانتقال اللدن أعلى المنشأ ذي الخمسة طوابق. (m)

Δ_{s1} : الانتقال المرن أعلى المنشأ ذي الثلاثة طوابق. (m)

Δ_{s2} : الانتقال المرن أعلى المنشأ ذي الخمسة طوابق. (m)

Δ : مسافة الفاصل. (m)

K : صلابة النابض. (KN/m)

