

دراسة سلوك الجمل الثنائية (إطارات – جدران قص) باستخدام التحليل بالسجلات الزمنية الصناعية

د. علي تريكية*

د. قصي نذاف**

حسان عيسى***

(تاريخ الإيداع 10 / 8 / 2020. قُبِلَ للنشر في 3 / 2 / 2021)

□ ملخص □

كشفت الزلازل التي شهدتها مناطق كثيرة من العالم عن جوانب الضعف الموجودة في المنشآت في هذه البلدان. حيث قادت الخبرة المكتسبة من المشاهدات ومن الدراسات التي أجريت حول هذا الموضوع إلى زيادة المعرفة حول التقييم الزلزالي. من المتوقع أن تتشوه المنشآت بشكل لا مرن عندما تتعرض لزلازل شديدة، لذلك يجب أن يؤخذ السلوك ما بعد المرن بعين الاعتبار عند تقييم الأداء الزلزالي للمنشآت، وبالتالي يفضل استخدام إجراءات التحليل اللاخطية بهدف التقييم وذلك لأن السلوك خارج مجال المرونة لا يمكن أن يتحدد مباشرة من خلال التحليل المرن. يهدف هذا البحث لدراسة سلوك الجمل الثنائية (إطارات – جدران قص) باستخدام التحليل بالسجلات الزمنية الصناعية من خلال حالة دراسة، وذلك بإجراء دراسة تحليلية تطبيقية على نموذجين فراغيين لجملتين ثنائيتين حيث استخدمت سجلات زمنية لزلازل حقيقية تم تقييسها باستخدام طريقتي مجال الزمن ومجال التردد لتلائم طيف الاستجابة للكود العربي السوري.

وتمت مناقشة النتائج بعد دراسة الانتقالات والانزياحات الطابقية النسبية والجهود المتولدة في العناصر الإنشائية.

الكلمات المفتاحية: الجمل الثنائية، السجل الزمني، التقييس.

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

** مدرس، قسم الهندسة الإنشائية، كلية الهندسة المدنية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

*** طالب دراسات عليا (دكتوراه)، قسم الهندسة الإنشائية، كلية الهندسة المدنية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

البريد الإلكتروني: hassanissa@gmail.com

Study the Behavior of Dual System (frames - shear walls) Using the Synthetic Time Histories Analysis

Dr. Ali Turikieh*
Dr. Kussai Naddaf**
Hassan Issa***

(Received 10 / 8 / 2020. Accepted 3 / 2 / 2021)

□ ABSTRACT □

Earthquakes in many parts of the world have revealed weaknesses in buildings in these countries. Where the experience gained from the observations and studies conducted on this subject led to increased knowledge about seismic evaluation.

It is expected that the buildings will be deformed in a flexible way when exposed to severe earthquakes. Therefore, post- flexible behavior should be taken into account when assessing the seismic performance of buildings. Therefore, it is preferable to use nonlinear analysis procedures with the aim of evaluation, because behavior beyond flexibility cannot be determined directly through flexible analysis.

The purpose of this study is to study the behavior of dual system (frames - shear walls) using the synthetic time histories analysis through study case , by conducting an applied analytical study on two constructs of dual systems, where time history were used for real earthquakes that were scaling by using the time domain and the frequency domain to suit the Syrian response spectrum.

After finishing the analysis, we have discussed changing the displacements ,story drifts and stresses generated in the construction components.

Keywords: Dual system, time history, scaling.

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

** Assistant Professor, Department Of Structural Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

*** Postgraduate Student (PhD)- Department of Structural Engineering- Faculty of Civil Engineering- Tishreen University- Lattakia- Syria. Email : hassanissa@gmail.com

مقدمة:

إنَّ الأحداث الزلزالية التي وقعت في القرن الماضي كتلك التي حدثت في كاليفورنيا عام 1994، واليابان (كوبي) عام 1995، وتركيا عام 1999 رسخت المفاهيم السائدة حول القوة التدميرية للزلازل بالنسبة للأبنية حيث سببت خسائر بشرية واقتصادية كبيرة.

بما أنَّ التنبؤ بالزلازل أو توقع حدوثها أمر بعيد المنال اتجه الباحثون نحو التفكير في مواجهة الزلازل وتخفيف الدمار الذي تسببه وهو ما يسمى تخفيف المخاطر الزلزالية وذلك لتحديد الخطر الزلزالي المتوقع بناءً على خرائط الخطر الزلزالي. تخضع إطارات الأبنية البيتونية وغيرها لقوى شاقولية إضافة للقوى الأفقية الناجمة عن الرياح والتحريرات الزلزالية، نظراً لحساسية الإطارات البيتونية للانتقالات الجانبية فإنه من المفيد تحسين سلوكها لمقاومة الانتقالات الجانبية وذلك من خلال وجود جدران قص وبالتالي نحصل على الجملة الثنائية (إطارات وجدران قص).

تعريف بالجملة الثنائية (إطارات مقاومة للعزوم مع جدران قص)

في هذه الجمل تتم مقاومة الأحمال الرأسية باستخدام إطارات بيتونية فراغية أما القوى الزلزالية فتتم مقاومتها باستخدام جدران القص بالإضافة إلى مساهمة الإطارات المقاومة للعزوم التي تصنف إلى الأنواع التالية:

1- اطارات خاصة مقاومة للعزوم

2- اطارات متوسطة مقاومة للعزوم

3- اطارات عادية مقاومة للعزوم

ويجب أن تصمم الإطارات المقاومة للعزوم على تحمل 25% على الأقل من القوى الزلزالية حتى لو كانت مساهمتها أقل من ذلك.

أما الجملة التفاعلية (Interactive) فهي نفس الجملة الثنائية المعروفة سابقاً إلا أنه لا يشترط فيها تصميم الإطارات المقاومة للعزم لتحمل 25% من القوى الزلزالية و إنما تصمم الإطارات لتحمل نسبة من القوى الزلزالية وفقاً لقساوتها. [1] يعتبر التحليل الديناميكي من أفضل الوسائل المستخدمة لمعرفة سلوك المباني وتوقع الطلب الزلزالي وبالتالي تقييم الأداء الزلزالي بشكل أقرب للواقع.

يعتمد التقييم باستخدام التحليل الديناميكي على تقدير مجموعة متحولات انشائية مهمة مثل الراحة العامة (الانتقال) وتشوهات العناصر والقوى الداخلية [2]

- قام الباحثان Mwafy and Elrashai [3] بدراسة لتقييم صلاحية وفعالية التحليل الدفعي التقليدي بمقارنته مع التحليل الديناميكي ل 12 بناء من البيتون المسلح، مكونة من جمل إطارية منتظمة وغير منتظمة وجمل مختلطة (إطارات وجدران قص) معرضة لمجموعة كبيرة من تسجيلات لهزات أرضية وقد استخدم في التحليل الدفعي ثلاث أشكال للحمولات الجانبية: الحمولة الموزعة بانتظام لتعبر عن توزيع الكتلة الشاقولي في الطوابق، والحمولة الكودية المثلية لتعبر عن شكل نمط الاهتزاز المسيطر عادة في المجال المرن، والحمولة المجمع SRSS للأنماط الثلاثة الأولى وذلك للأخذ بالاعتبار تأثير الأنماط العليا. توصل البحث إلى أن التحليل الدفعي التقليدي مناسب للمباني القليلة والمتوسطة الارتفاع أكثر من المباني عالية وأن أشكال الحمولات الثابتة المستخدمة للتعبير عن مشاركة الأنماط العليا SRSS غير كافية في المجال اللدن. وأوصى البحث لتجاوز هذه المشكلة، بضرورة استخدام أكثر من شكل واحد للحمولة الجانبية في التحليل لضمان الإحاطة بالاستجابات الحاصلة بشكل مقبول.

- طور الباحثون Hajirasouliha, Asadi, Pilakoutas [4] طريقة عملية للتصميم المعتمد على الأداء للحصول على تصميم أكثر كفاءة من خلال إعادة تعيين مقاطع العناصر الانشائية تبعاً للأداء للعناصر القوية والضعيفة لتشكيل حالة من التشوه الموزع بانتظام، طبق ذلك على جمل ثنائية مؤلفة من 10،15 طابقاً وبعد التصميم تم اعتمادها لتسارعات زلزالية حقيقة وتبين أن هذه الجمل أبدت نقصاً في الضرر العام بمقدار 30% مقارنة بتلك المصممة وفق الكودات الحالية حيث تم توزيع الضرر الطابقي والمقارنة بين IBC2009 [11] وحالة التصميم المثالية المعتمدة للحالات، وتم التعبير عن مؤشر الضرر Damage Index بالتشققات وتشكل المفصل اللدن واستعماله كميكانيزم لتبديد الطاقة الزلزالية.

- حل الباحث Gupta [5] الاستجابة المسجلة لثمانية مباني، لفهم السلوك الفعلي وتخمين مدى فعالية ال Pushover ، المباني المختارة هي مباني مزودة بإطارات مقاومة للعزوم مع جملة جدران قص مقاومة للقوى الجانبية وبطوابق عندها (3-5-7-10-13-14-17-19-20) ، كما تم تحديد الانتقال ، والانزياح الطابقي ، والقوى الجانبية الطابقية ، وقوى القص الظاهرة في أوقات متعددة من زمن الهزة ، فلاحظ أن استجابة الأبنية تتأثر بالأنماط ذات المرتبة الأعلى P-delta مع استثناء المنشآت المنخفضة الارتفاع ، التحليل الستاتيكي اللاخطي مفيداً جداً في ترشيد الاستجابة الديناميكية للأبنية وللهاكل المعرضة لمشاكل P-delta واعتماد التحليل الديناميكي اللاخطي كمرجع للمقارنة مع نتائج التحليل الستاتيكي اللاخطي.

- قدمت (R.Z. Taha) [6] دراسة لتقييم منشآت قائمة متعددة الطوابق على الزلازل في الساحل السوري وإعادة تأهيلها حيث تم استخدام التحليل الستاتيكي اللاخطي لتقييم سلوك منشآت بيتونية مسلحة قائمة ومعرفة الأداء المحتمل لهذه المنشآت ثم مقارنته مع الطلب الزلزالي المتوقع عند مستوى أداء محدد من خلال مقارنة عدة متحولات للاستجابة وتبين من الدراسة ان معظم المفاصل تتشكل في الجيزان مع بعض المفاصل في الأعمدة ولكن مع أضرار متدرجة ضمن مستويات الأداء، وهو الأداء المفضل في الأبنية والذي يتوافق مع نظرية العمود القوي والجائز الضعيف

- قدم (V. N. Singh and Abha Mittal) [7] دراسة لتحديد جدوى استخدام توليد سجلات زمنية صناعية لموقعين في جبال الهيمالايا وبين الباحثان أنه توجد مطابقة مرضية مع السجلات المرصودة في عدة مواقع، مما يدل على صلاحية استخدام توليد السجلات الصناعية.

- قدم (N.M.Hasan) [8] دراسة حول توليد سجلات زمنية صناعية متوافقة مع طيف الاستجابة للكود العربي السوري في مجال التردد والزمن لتطبيقها في التحليل الديناميكي وبين الباحث أنه باعتماد إجراءات معينة يمكن الحصول على سجلات زمنية صناعية متوافقة مع الكود السوري لمختلف أنواع التربة اعتماداً على قواعد بيانات السجلات العالمية مما يسمح باستخدام التحليل الديناميكي بالسجل الزمني.

- يشير الكود العربي السوري [1] بتنفيذ التحليل الديناميكي باستعمال التأريخ الزمني، لأزواج من المركبات المناسبة للتأريخ الزمني لحركة الأرض الأفقية التي يتم انتقاؤها وضبطها مما لا يقل عن ثلاثة أحداث زلزالية مسجلة. تكون التأريخ الزمنية الملائمة لهذا التحليل، لها مقادير للهزات زلزالية، تتسجم مع تلك التي تحكم الهزة الأساسية التصميمية أو الزلزال الأعظمي والمسافات عن الصدع الجيولوجي وميكانيزمات مصادر التصميم وفي حال عدم توفر أزواج التأريخ الزمنية الثلاث المناسبة لحركة الأرض والمسجلة زلزالياً، يمكن استعمال أزواج منمنجة (مثلة صناعياً) ومناسبة للتأريخ الزمني لحركة الأرض لكل زوج من مركبات الحركة الأفقية للأرض، يتم إنشاء العلاقة الممثلة للجزر التريبيعي لمجموع المربعات (SRSS) المقابلة للطيف الذاتي للموقع المطور لتخادم (5%) ، وذلك للمركبات الأفقية

المعايرة. يجب أن تعابير الحركات بحيث لا تقل القيمة الوسطية لطيف الجذر التربيعي لمجموع المربعات (SRSS) عن (1.4) مرة من الطيف المطور بتخامد (5%) للزلزال الأساسي التصميمي، وذلك للأدوار التي تتراوح بين (0.2 T و 1.5T) يجب تطبيق كل زوج من التواريخ الزمنية بشكل متزامن على النموذج الرياضي، مع الأخذ بالحسبان تأثيرات القتل. لإيجاد وتركيب العدد الكلي المطلوب، يتم حساب كل مكون (بارامتر) له أهمية وإذا تم التحليل لثلاثة تواريخ زمنية فإن الاستجابة العظمى لكل ناتج موضوع الاهتمام، يجب استعمالها في التصميم وإذا تم تحليل المنشأة باستعمال ما لا يقل عن سبعة تواريخ زمنية، فيمكن أن يؤخذ في التصميم القيمة الوسطية لمكون (بارامتر) الاستجابة موضوع الاهتمام [9].

ستقدم هذه المقالة دراسة التأثيرات السلبية للزلازل على الجمل الثنائية من خلال التحليل الديناميكي بالسجلات الزمنية الصناعية، وتوليد سجلات زمنية صناعية في مجال التردد ومجال الزمن لتطبيقها في التحليل الديناميكي متوافقة مع طيف الاستجابة للكود العربي السوري لاستخدامها في التحليل الديناميكي اللاخطي.

أهمية البحث وأهدافه:

من خلال ملاحظة الكوارث الناتجة عن التحريصات الزلزالية كافة وأن الأضرار التي لحقت بالعناصر الإنشائية وغير الإنشائية بينت أن كودات التصميم الزلزالي الحالية غير قادرة دوماً على التقويم المناسب للمنشآت مما يستدعي تطوير هذه الطرائق.

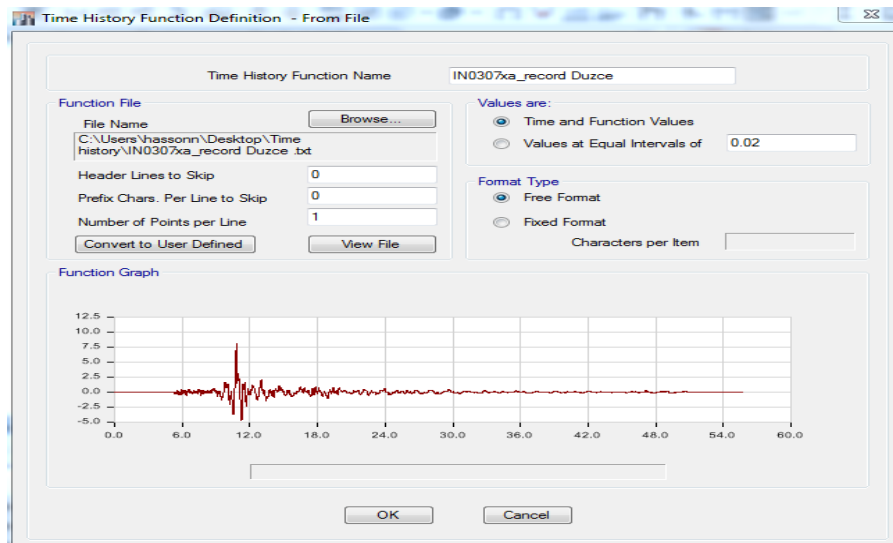
يهدف البحث لدراسة سلوك الجمل الثنائية (إطارات - جدران قص) باستخدام التحليل بالسجلات الزمنية الصناعية التي تم تقييسها في مجال التردد ومجال الزمن لتلائم طيف الاستجابة للكود العربي السوري.

طرائق البحث ومواده:

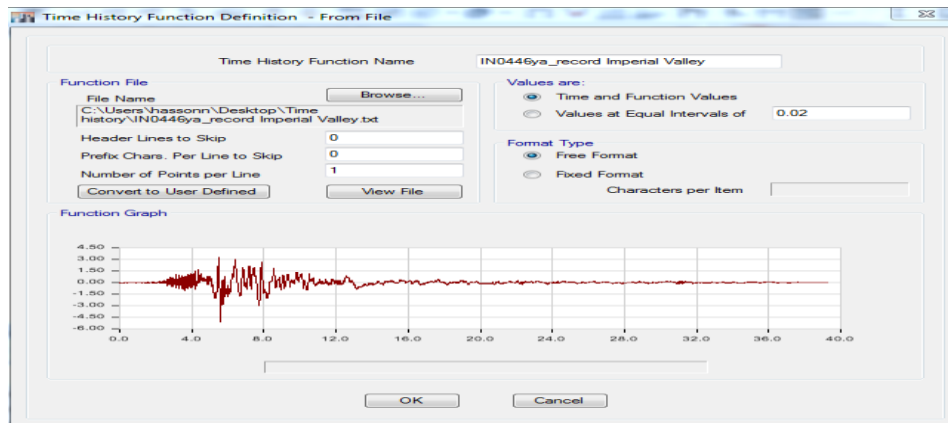
يعتمد البحث المنهج النظري التحليلي، حيث سيتم تقديم الدراسة المرجعية وبعد الاطلاع على الأبحاث السابقة المتصلة بموضوع الدراسة تم اختيار نموذجين لجلتين ثنائيتين، البناء الاول مكون من 12 طوابق وارتفاع طبقي متماثل 3.2m، و البناء الثاني مكون من 8 طوابق وارتفاع طبقي متماثل 3.5m، أجري التحليل باستعمال برنامج CSI ETABS2016، وتمت نمذجة الأعمدة والجيزان كعناصر خطية line element ونمذجة البلاطات وجدران القص كعناصر سطحية element shell ونمذجة الأساسات كعناصر موثوقة، وتم اجراء دراسة تحليلية لهذا النماذج باستخدام التحليل الديناميكي اللاخطي من اجل تحديد قيم الانتقالات الجانبية الاعظمية والانزياح الطبقي النسبي والجهود المتولدة في العناصر الإنشائية، حيث تم اختيار مجموعة من السجلات الزلزالية من قواعد البيانات العالمية للحركات القوية، يوضح الجدول (1) مجموعة السجلات الزمنية المختارة، والشكال (1-2-3) توضح تعريف الزلزال المختارة في برنامج Etabs.

الجدول (1) مجموعة السجلات الزلزالية المختارة

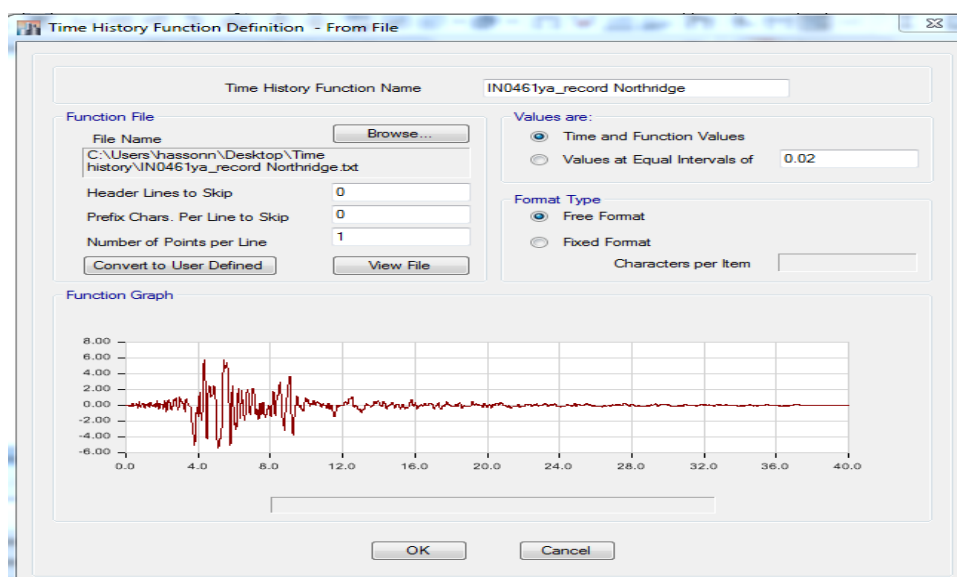
PGA [m/s ²]	Epicentral Distance [km]	Fault Mechanism	Mw	Date	Earthquake Name
5.0909	27.68	strike-slip	6.5	1979_October_15	Imperial Valley
8.1021	36.1	strike-slip	7.1	1999_November_12	Duzce
5.7838	20.25	reverse	6.7	1994_January_17	Northridge



الشكل (1) تعريف الزلزال Duzce

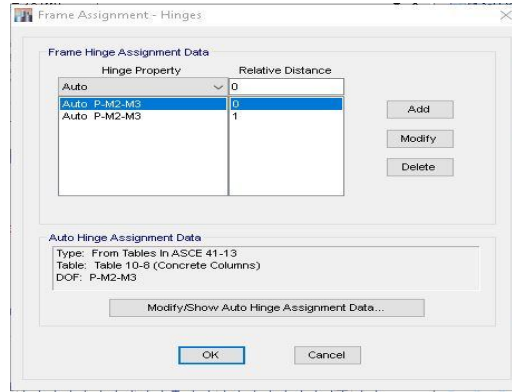


الشكل (2) تعريف الزلزال Imperial Vally



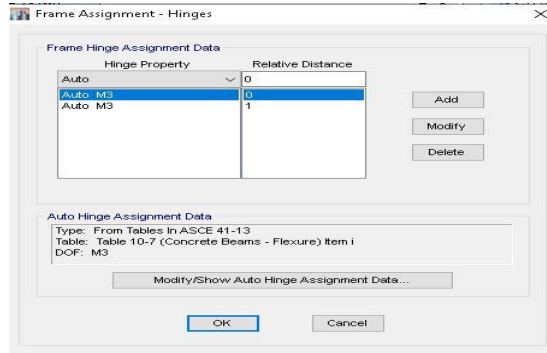
الشكل (3) تعريف الزلزال Northridge

أجريت عملية تقييس السجلات الزمنية باستعمال طريقتي مجال التردد ومجال الزمن متوافقة مع طيف الاستجابة للكود العربي السوري عن طريق الإصدار الجديد من برنامج CSI ETABS2016 وتم أيضا إجراء تحليل سناتيكي لاخطي من أجل تحديد قيم الانتقالات الجانبية ومقارنتها مع نتائج التحليل الديناميكي اللاخطي حيث تم وضع مفاصل بالنسبة للأعمدة موجودة في بداية ونهاية المقطع ومن نوع P-M2-M3 كما يوضح الشكل (4)



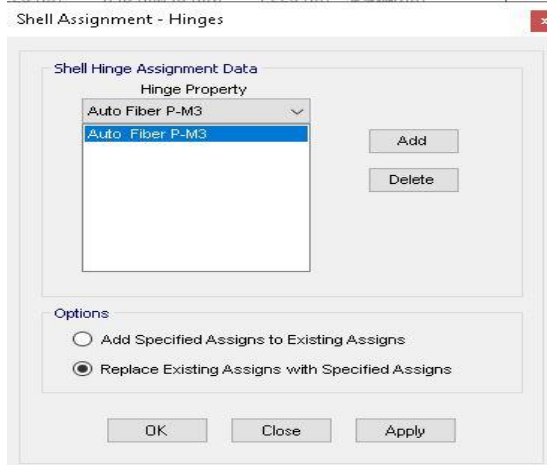
الشكل (4) تعريف مفاصل الأعمدة من نوع P-M2-M3

ومفاصل بالنسبة ل الجيزان موجودة في بداية ونهاية المقطع ومن نوع M3 كما يوضح الشكل (5)



الشكل (5) تعريف مفاصل الأعمدة من نوع M3

ومفاصل بالنسبة لجدران القص من نوع P-M3 كما يوضح الشكل (6)



الشكل (6) تعريف مفاصل جدران القص من نوع P-M3

دراسة تطبيقية لنموذجين من جملتين ثنائيتين:

اعتمد نموذجين من بنائين حيث ان البناء الاول بارتفاع (12 طابق) وارتفاع طبقي متماثل 3.2m ، البناء الثاني بارتفاع (8 طابق) وارتفاع طبقي متماثل 3.5m وأجري تحليل إنشائي للنموذج المذكور باستعمال برنامج CSI ETABS2016، وبعدها تم إجراء تحليل ديناميكي بالسجلات الزمنية الصناعية للبنائين للحصول على رؤية كاملة لتوصيف الحالة.

تم اختيار ثلاثة سجلات زمنية بما يتناسب مع اشتراطات الكود السوري، وتم تحديد الدور الأساسي بإجراء التحليل النمطي لها بهدف الحصول على مجال الدور المدروس. ثم قمنا بتقييم السجلات باستخدام طريقتين مختلفتين للتقييم هما طريقة مجال التردد (frequency domain) وطريقة مجال الزمن (time domain). تم الاعتماد في هذه الدراسة على الإصدار الأحدث من البرنامج CSI ETABS 2016 لتوليد السجلات الصناعية في مجال التردد ومجال الزمن باعتباره من أفضل البرامج في التحليل والتصميم الإنشائي وهو يملك واجهة سهلة ومألوفة لأغلب المهندسين كما أن الشركة المنتجة تحققت من عمل البرنامج من خلال عرضها لتطابق الحلول من مصادر مختلفة [10]. تم اعتماد النتائج التالية : الانتقالات الكلية ، الانزياح الطابقي النسبي والجهود المتولدة في العناصر الإنشائية.

مواصفات البنائين:

البلاطات من نوع هوردي عاملة باتجاه واحد سماكة 25cm، المقطع الشاقولي للترية (SB) وقدرة تحمل الترية = 3kg/cm^2 ، يقع البناء في المنطقة الزلزالية 2C حيث التسارع الارضي = 0.25g، عامل أهمية المبنى 1 = α ، مواصفات مواد البناء للبنائين المأخوذ من رخصتي البنائين:

$$F_y = 4000 \text{ kg/cm}^2, f_c = 400 \text{ kg/cm}^2, F_{yw} = 2000 \text{ kg/cm}^2$$

تظهر الجداول (2)،(3) ابعاد مقاطع الاعمدة وجدران القص للبناء الاول على الترتيب بينما يظهر الشكل (7) مسقط البناء الاول وتظهر الجداول (4)،(5) ابعاد مقاطع الاعمدة وجدران القص للبناء الثاني على الترتيب ويظهر الشكل (8) مسقط البناء الثاني

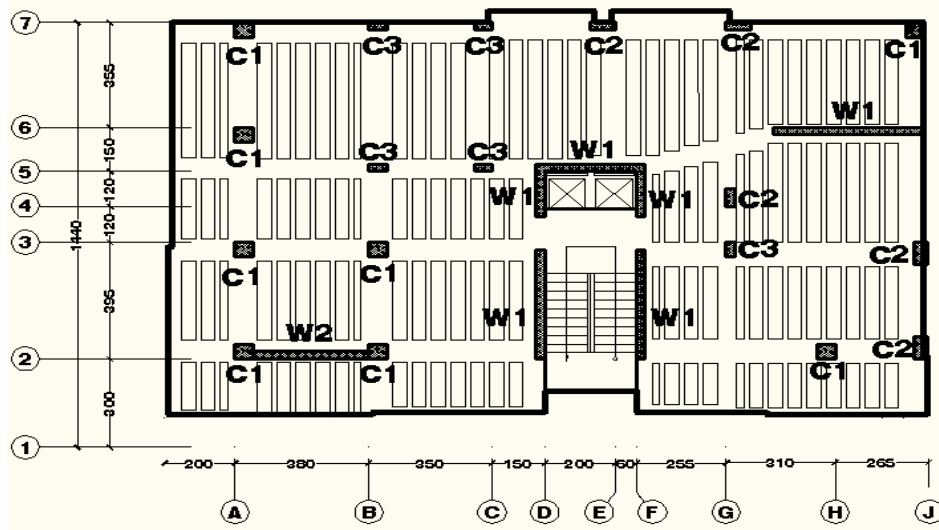
الجدول (3) مقاطع الجدران للبناء الاول

العنصر	السماكة cm
W1	40
W2	35

الجدول (2) مقاطع الأعمدة للبناء الأول

العنصر	الابعاد	
	العرض cm	الطول cm
C1	80	80
C2	40	80
C3	30	70

مسقط البناء الأول:



الشكل (7) مسقط البناء الأول

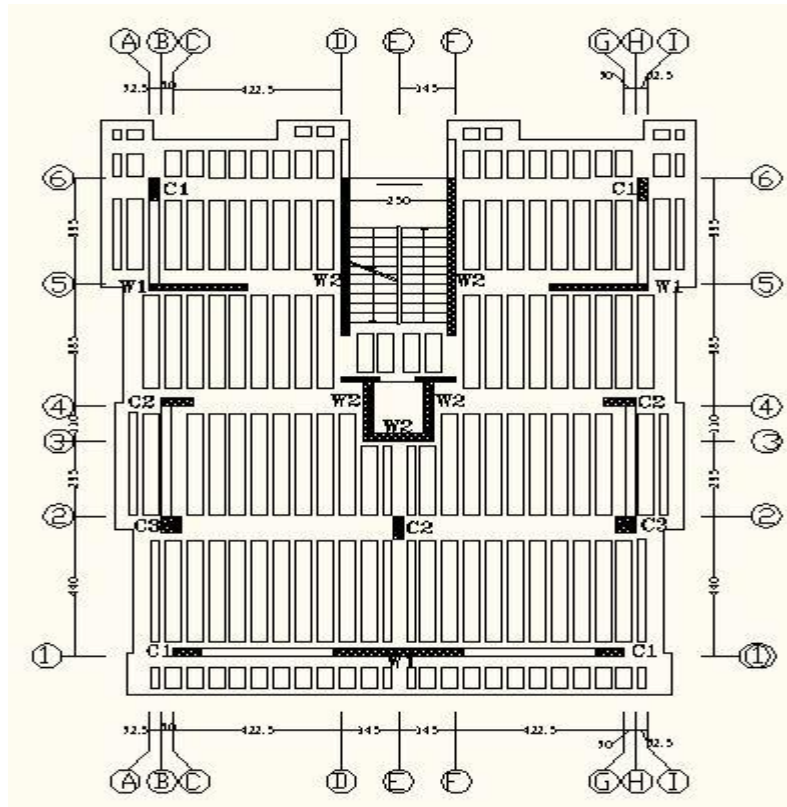
الجدول (5) مقاطع الجدران للبناء الثاني

العنصر	السماكة cm
W1	30
W2	25

الجدول (4) مقاطع الأعمدة للبناء الثاني

التسليح الطولي	الابعاد		العنصر
	العرض cm	الطول cm	
14T16	30	70	C1
16T16	30	80	C2
12T14	40	40	C3

مسقط البناء الثاني:



الشكل (8) مسقط البناء الثاني

النتائج والمناقشة:

بالنسبة للبناء الأول:

نلاحظ ان قيم الانتقالات العظمى نتجت عن السجلات الصناعية للزلزال NORTHDRIDGE

الجدول (6) قيم الانتقالات الكلية لثلاثة سجلات زمنية للبناء الأول بالاتجاه X

total drift (cm)											
بالاتجاه X											
Northridge				Imperial Valley				Duzce			
time domain		frequency domain		time domain		frequency domain		time domain		frequency domain	
Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)
57.16	49.67	33.02	37.73	48.6	40.2	33.2	35.6	42.9	39.6	28.8	33.3

الجدول (7) قيم الانتقالات الكلية لثلاثة سجلات زمنية للبناء الأول بالاتجاه Y

total drift (cm)											
بالاتجاه Y											
Northridge				Imperial Valley				Duzce			
time domain		frequency domain		time domain		frequency domain		time domain		frequency domain	
Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)
54.86	48.87	33.79	36.87	43.7	37.6	30.6	34.5	40.2	36.6	29.9	35.7

وعليه نقوم بإظهار نتائج الانتقال الطابقي بالنسبة للسجلات الصناعية للزلزال NORTHDRIDGE

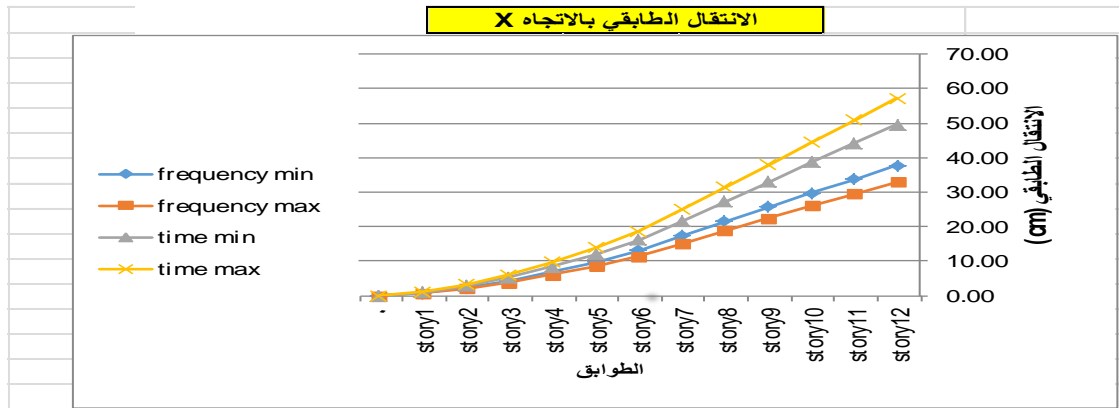
يظهر الجدول (8) قيم الانتقالات الطابقية للبناء الأول للزلزال NORTHDRIDGE في حالتي التقييس frequency

domain، time domain مع التوضيح ان المقصود ب Max الاتجاه الموجب للمحور المدروس و Min الاتجاه

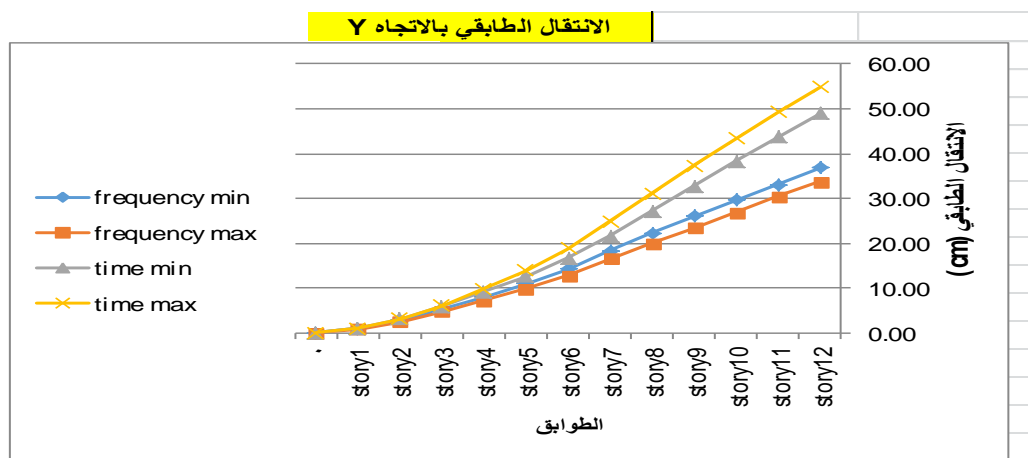
السالب للمحور المدروس.

الجدول (8) قيم الانتقالات الطابقية للبناء الأول للزلزال NORTHDRIDGE في حالتي التقييس frequency domain ، time domain

الانتقال الطابقي										
بالاتجاه Y					بالاتجاه X					الطابق
time domain		frequency domain		time domain		frequency domain		frequency domain		
Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	
54.86	48.87	33.79	36.87	57.16	49.67	33.02	37.73			story12
49.23	43.70	30.39	33.08	50.92	44.25	29.60	33.82			story11
43.37	38.34	26.87	29.67	44.52	38.68	26.09	29.81			story10
37.30	32.80	23.45	26.10	37.99	32.99	22.47	25.68			story9
31.08	27.18	20.04	22.29	31.41	27.25	18.78	21.47			story8
24.84	21.70	16.48	18.31	24.92	21.58	15.07	17.23			story7
18.78	16.70	12.87	14.28	18.68	16.15	11.45	13.09			story6
13.94	12.66	9.88	10.95	13.78	11.89	8.53	9.75			story5
9.82	9.14	7.22	8.00	9.66	8.32	6.02	6.88			story4
6.18	5.94	4.75	5.25	6.07	5.22	3.79	4.34			story3
3.25	3.18	2.57	2.84	3.15	2.71	1.95	2.23			story2
1.11	1.09	0.89	0.98	1.06	0.91	0.64	0.72			story1
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0



الشكل (9) قيم الانتقالات الطابقية للبناء الأول للزلزال NORTH RIDGE في حالتي التقييس frequency domain ، time domain في الاتجاه X



الشكل (10) قيم الانتقالات الطابقية للبناء الأول للزلزال NORTH RIDGE في حالتي التقييس frequency domain ، time domain في الاتجاه Y

نلاحظ من جداول الانتقالات الطابقية ان التحليل الديناميكي باستخدام سجلات زمنية مقيسه في مجال الزمن اعطى قيم للانتقالات الطابقية أكبر من طريقة التقييس في مجال التردد بنسبة عظمى 42% ونسبة دنيا 24%
 تظهر نتائج الانتقال الطابقى الناتج عن تحليل Pushover للبناء الأول

الجدول (9) قيم الانتقالات الطابقية للبناء الأول في الاتجاهين X،Y الناتج عن تحليل Pushover

الطابق	push X (cm)	push Y (cm)
story12	19.81	26.88
story11	17.76	24.03
story10	15.65	21.09
story9	13.48	18.04
story8	11.27	14.95
story7	9.04	11.93
story6	6.87	9.19
story5	5.12	6.96
story4	3.61	5.03
story3	2.27	3.27
story2	1.17	1.75
story1	0.38	0.60
0	0.00	0.00

نلاحظ من جداول الانتقالات الطابقية ان التحليل الديناميكي اللاخطي اعطى انتقالات اكبر من التحليل الستاتيكي اللاخطي بنسبة عظمى 64% ونسبة دنيا 39%.
ونلاحظ ان قيم الانتقالات الاعظمية الناتجة سواء بالتحليل الستاتيكي اللاخطي او الديناميكي اللاخطي أكبر من قيمة الانزياح للذن الأعظمي المحسوب من علاقة الكود العربي السوري التي تعطى بالشكل:

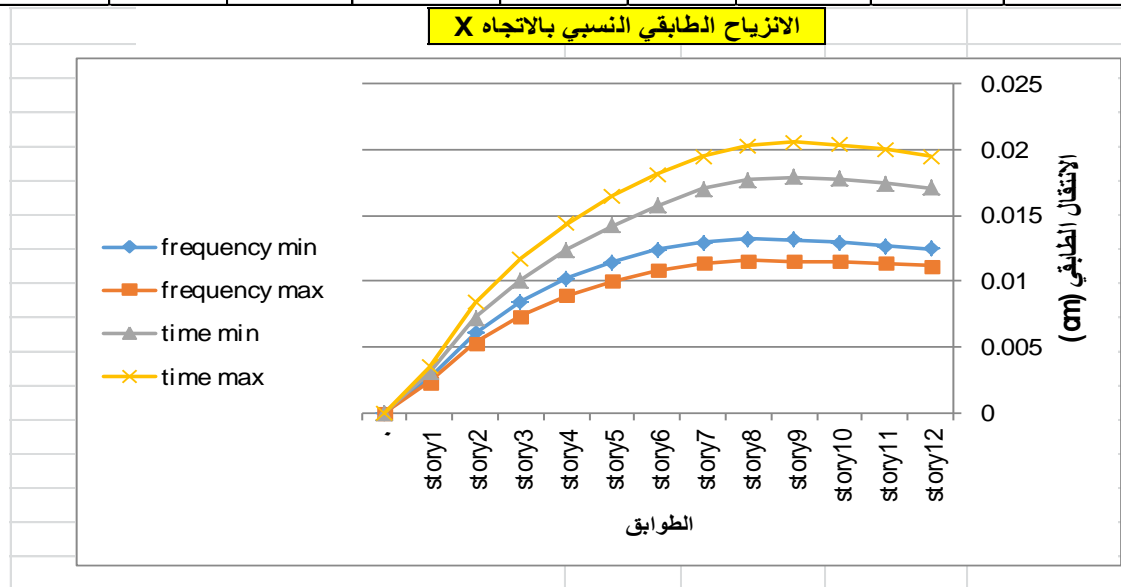
$$\Delta_m = 0.7 * R * \Delta_s$$

حيث Δ_s : الانتقال المرن

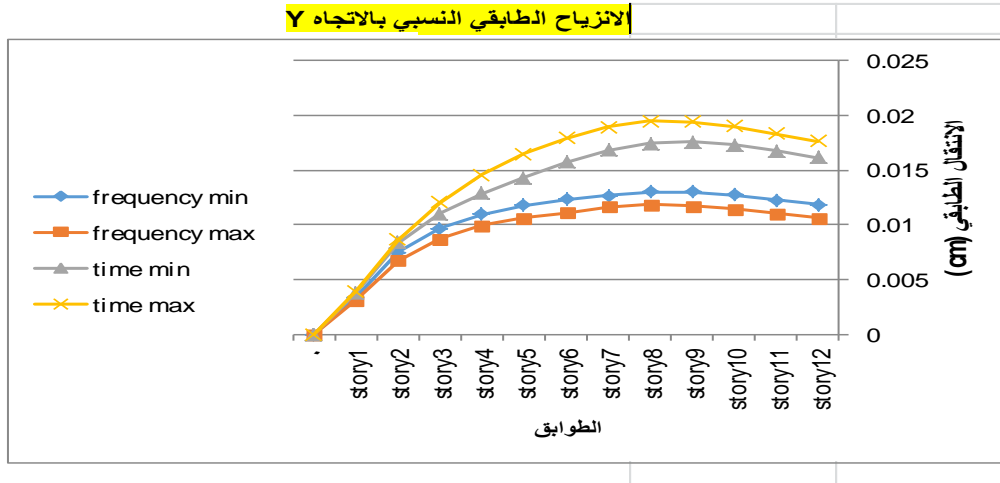
$$\Delta_m = 0.7 * 5.5 * 4 = 15.4\text{cm}$$

الجدول (10) قيم الانزياح الطابقى النسبى للبناء الأول للزلزال NORTHTRIDGE في حالتي التقييس time domain ، frequency domain

الاتزياح الطابقى النسبى								الطابق
بالاتجاه Y				بالاتجاه X				
time domain		frequency domain		time domain		frequency domain		
Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	
0.017613	0.01616	0.01061	0.011837	0.0195	0.0171	0.011191	0.01248	story12
0.018295	0.01675	0.011	0.012264	0.02002	0.0174	0.011393	0.012672	story11
0.018981	0.0173	0.01142	0.012699	0.0204	0.0178	0.011511	0.012902	story10
0.019445	0.01759	0.01174	0.012983	0.02054	0.0179	0.011532	0.013168	story9
0.019487	0.01746	0.01183	0.012991	0.0203	0.0177	0.011576	0.013225	story8
0.018952	0.0168	0.01161	0.012642	0.01951	0.017	0.011341	0.012963	story7
0.017901	0.01571	0.01111	0.01233	0.01815	0.0158	0.010808	0.012358	story6
0.016472	0.01432	0.01062	0.011799	0.01646	0.0143	0.010024	0.011462	story5
0.014586	0.01283	0.0099	0.010982	0.01436	0.0124	0.008919	0.010199	story4
0.012042	0.01103	0.0087	0.009632	0.01168	0.0101	0.007369	0.008426	story3
0.008624	0.00837	0.00674	0.007444	0.00836	0.0072	0.005269	0.006026	story2
0.003926	0.00379	0.00309	0.003401	0.00348	0.003	0.002274	0.002578	story1
0	0	0	0	0	0	0	0	0



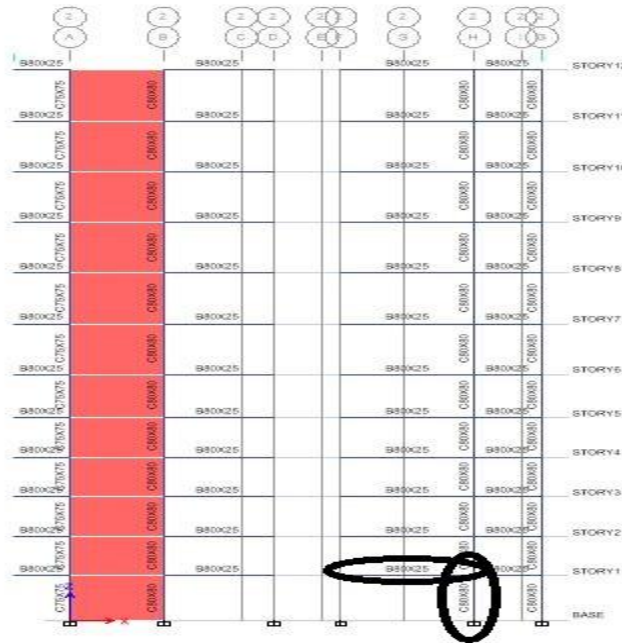
الشكل (11) قيم الانزياح الطابقى النسبى للبناء الأول للزلزال NORTHTRIDGE في حالتي التقييس time ، frequency domain في domain في الاتجاه X



الشكل (12) قيم الانزياح الطابقي النسبي للبناء الأول للزلزال NORTHTRIDGE في حالتي التقييس time ، frequency domain في domain في الاتجاه Y

نلاحظ من جداول الانزياح الطابقي النسبي ان التحليل الديناميكي باستخدام سجلات زمنية مقيسه في مجال الزمن اعطى قيم للانزياح الطابقي النسبي أكبر من طريقة التقييس في مجال التردد بنسبة عظمى 27% ونسبة دنيا 43%. دراسة القوى الداخلية في الجوائز والاعمدة

نختار في البناء الأول موقع الجائز وموقع العمود اللذين أعطيا أكبر قيم في التحليل الديناميكي اللاخطي:



الشكل (13) موقع الجائز وموقع العمود في البناء الأول

الجدول (11) قيم الجهود في العمود H-2 في البناء الأول للزلزال NORTHTRIDGE في حالتي التقييس time domain ، frequency domain

time domain X		frequency domain X		time domain X		frequency domain X		الجهود في العمود H-2
Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	
8.2	6.3	7.32	6.5	6.66	5.84	5.32	4.98	القص (V) (ton)
48.6	46.6	33.5	22.6	45.57	40.34	28.8	19.2	العزم (M) (ton.m)

الجدول (12) قيم الجهود في الجانز F-2، H-2 في البناء الأول للزلزال NORTHDRIDGE في حالتي التقييس time domain، frequency domain

time domain X		frequency domain X		time domain X		frequency domain X		F-2 ، H-2 الجهود في الجانز (ton) (V) العزم (ton.m) (M)
Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	
3.28	2.52	2.928	2.6	2.664	2.336	2.128	1.992	
19.44	18.64	13.4	9.04	18.228	16.136	11.52	7.68	

من خلال المقارنة مع التحليل الستاتيكي اللاخطي نلاحظ ان الجانز والعمود المختاران اللذين أعطيا أكبر قيم في التحليل الديناميكي اللاخطي تشكلت فيهم مفاصل انهيار في التحليل الستاتيكي اللاخطي لذلك من الواجب تدعيم هذه العناصر بالنسبة للبناء الثاني:

نلاحظ ان قيم الانتقالات العظمى نتجت عن السجلات الصناعية للزلزال NORTHDRIDGE

الجدول (13) قيم الانتقالات الكلية لثلاثة سجلات زمنية للبناء الثاني بالاتجاه X

total drift (cm)											
بالاتجاه X											
Northridge				Imperial Valley				Duzce			
time domain		frequency domain		time domain		frequency domain		time domain		frequency domain	
Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)
29.28	26.20	25.22	21.78	27.5	24.3	24.1	20.6	26.9	23.2	20.5	18.9

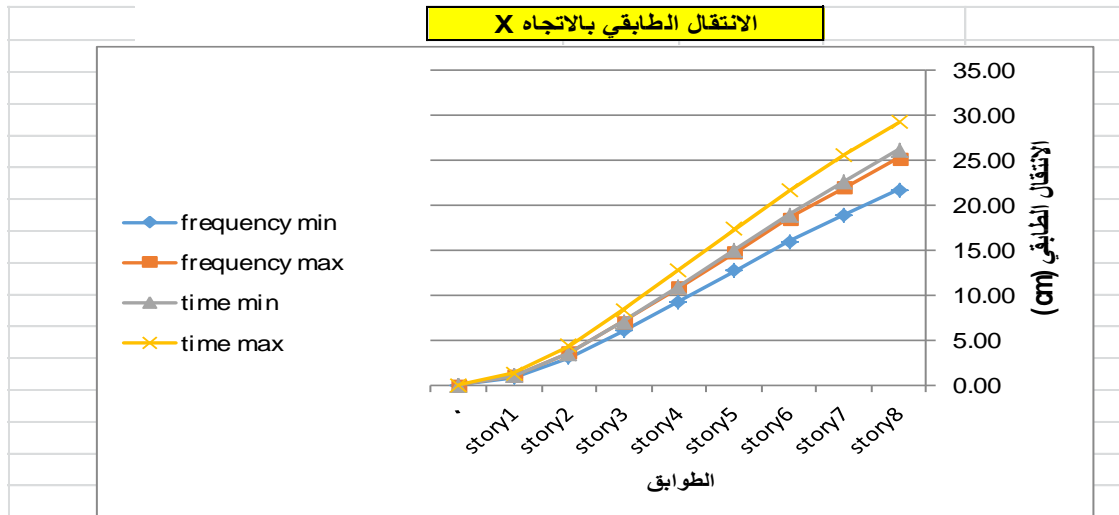
الجدول (14) قيم الانتقالات الكلية لثلاثة سجلات زمنية للبناء الثاني بالاتجاه Y

total drift (cm)											
بالاتجاه Y											
Northridge				Imperial Valley				Duzce			
time domain		frequency domain		time domain		frequency domain		time domain		frequency domain	
Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)
21.01	16.23	16.95	11.81	19.9	15.8	13.33	10.6	16.9	14.55	12.35	9.9

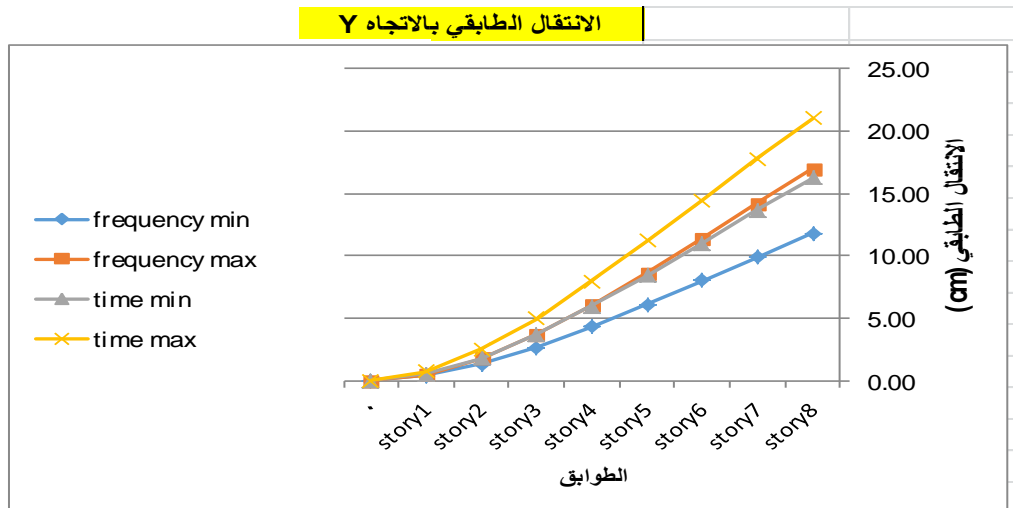
وعليه نقوم بإظهار نتائج الانتقال الطبقي بالنسبة للسجلات الصناعية لزلزال NORTHDRIDGE

الجدول (15) قيم الانتقالات الطباقية للبناء الثاني للزلزال NORTHDRIDGE في حالتي التقييس time domain ، frequency domain

الانتقال الطبقي										الطابق		
بالاتجاه Y					بالاتجاه X							
time domain		frequency domain		time domain		frequency domain		time domain			frequency domain	
Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	
21.01	16.23	16.95	11.81	29.28	26.20	25.22	21.78	21.01	16.23	16.95	11.81	story8
17.77	13.65	14.18	9.92	25.60	22.69	22.01	18.97	17.77	13.65	14.18	9.92	story7
14.48	11.03	11.38	8.01	21.63	18.96	18.53	15.94	14.48	11.03	11.38	8.01	story6
11.18	8.44	8.63	6.12	17.35	15.01	14.80	12.69	11.18	8.44	8.63	6.12	story5
7.98	5.95	6.02	4.31	12.86	10.96	10.90	9.32	7.98	5.95	6.02	4.31	story4
5.01	3.69	3.69	2.68	8.40	7.04	7.08	6.02	5.01	3.69	3.69	2.68	story3
2.51	1.82	1.80	1.32	4.35	3.58	3.64	3.08	2.51	1.82	1.80	1.32	story2
0.73	0.52	0.51	0.38	1.29	1.03	1.06	0.89	0.73	0.52	0.51	0.38	story1
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0



الشكل (14) قيم الانتقالات الطابقية للبناء الثاني للزلزال NORTH RIDGE في حالتي التقييس time ، frequency domain في الاتجاه X



الشكل (15) قيم الانتقالات الطابقية للبناء الثاني للزلزال NORTH RIDGE في حالتي التقييس time ، frequency domain في الاتجاه Y

نلاحظ من جداول الانتقالات الطابقية ان التحليل الديناميكي باستخدام سجلات زمنية مقيسه في مجال الزمن اعطى قيم للانتقالات الطابقية أكبر من طريقة التقييس في مجال التردد بنسبة عظمى 22% ونسبة دنيا 16%
 نتائج الانتقال الطابقى الناتج عن تحليل Pushover للبناء الثاني

الجدول (16) قيم الانتقالات الطابقية للبناء الثاني في الاتجاهين Y,X الناتج عن تحليل Pushover

الطابق	push X(cm)	push Y(cm)
story8	16.39	13.24
story7	14.30	11.19
story6	12.05	9.12
story5	9.62	7.04
story4	7.09	5.03
story3	4.60	3.16
story2	2.37	1.58
story1	0.69	0.46
0	0.00	0.00

نلاحظ من جداول الانتقالات الطابقية ان التحليل الديناميكي اللاخطي اعطى انتقالات اكبر من التحليل الستاتيكي اللاخطي بنسبة عظمى 43% ونسبة دنيا 32%

ونلاحظ ان قيم الانتقالات الاعظمية الناتجة سواء بالتحليل الستاتيكي اللاخطي او الديناميكي اللاخطي أكبر من قيمة الانزياح اللدن الأعظمي المحسوب من علاقة الكود العربي السوري التي تعطى بالشكل:

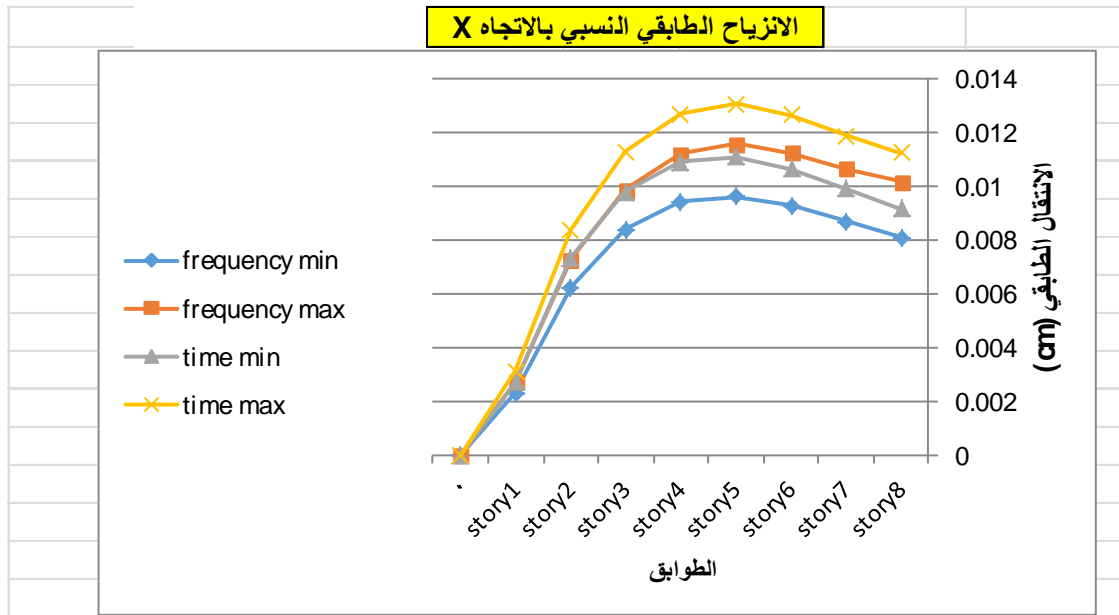
$$\Delta_m = 0.7 * R * \Delta_s$$

حيث Δ_s : الانتقال المرن

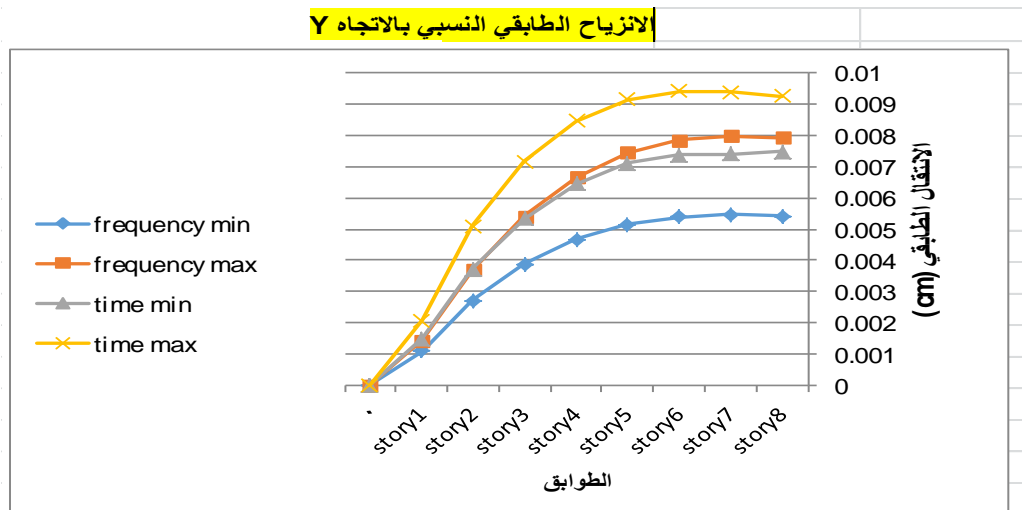
$$\Delta_m = 0.7 * 5.5 * 3 = 11.55\text{cm}$$

الجدول (17) قيم الانزياح الطابق النسبي للبناء الثاني للزلزال NORTHRIDGE في حالتي التقييس time domain ، frequency domain

الانزياح الطابق النسبي								الطابق
بالاتجاه Y				بالاتجاه X				
time domain		frequency domain		time domain		frequency domain		
Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	
0.009267	0.00747	0.00792	0.005404	0.01124	0.0092	0.010184	0.008118	story8
0.009405	0.00741	0.00799	0.005456	0.01188	0.0099	0.010644	0.008688	story7
0.009414	0.00738	0.00787	0.005397	0.01266	0.0107	0.011256	0.00927	story6
0.009159	0.00711	0.00745	0.005161	0.01307	0.0111	0.011577	0.00963	story5
0.008464	0.00645	0.00665	0.004674	0.01271	0.0109	0.011205	0.009432	story4
0.007161	0.00534	0.00541	0.003873	0.01128	0.0098	0.009876	0.008406	story3
0.005084	0.00372	0.00369	0.002696	0.00839	0.0074	0.007271	0.006251	story2
0.002078	0.00148	0.00144	0.00108	0.00311	0.0027	0.002698	0.002295	story1
0	0	0	0	0	0	0	0	0

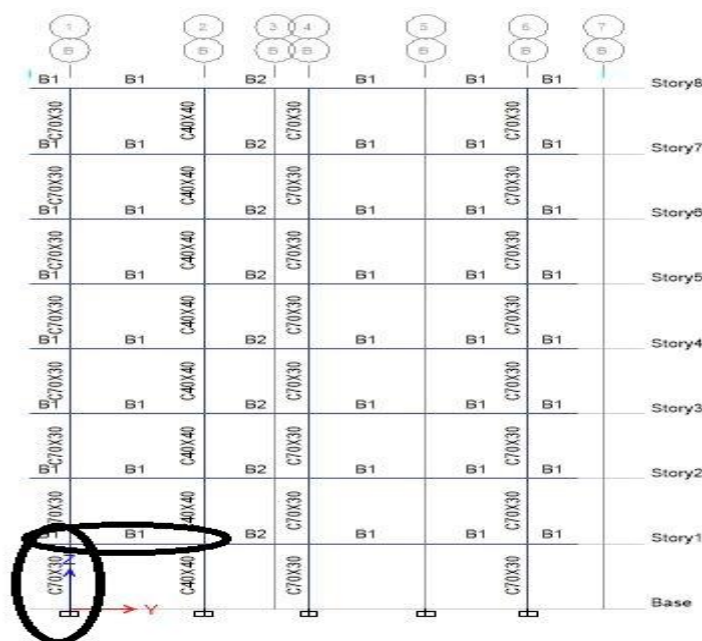


الشكل (16) قيم الانزياح الطابقي النسبي للبناء الثاني للزلزال NORTHTRIDGE في حالتي التقييس time ، frequency domain في domain في الاتجاه X



الشكل (17) قيم الانزياح الطابقي النسبي للبناء الثاني للزلزال NORTHTRIDGE في حالتي التقييس time ، frequency domain في domain في الاتجاه Y

نلاحظ من جداول الانزياح الطابقي النسبي ان التحليل الديناميكي باستخدام سجلات زمنية مقيسه في مجال الزمن اعطى قيم للانزياح الطابقي النسبي أكبر من طريقة التقييس في مجال التردد بنسبة عظمى 13% ونسبة دنيا 11% دراسة القوى الداخلية في الجوائز والاعمدة
 نختار في البناء الثاني موقع الجوائز وموقع العمود اللذين أعطيا أكبر قيم في التحليل الديناميكي اللاخطي:



الشكل (18) موقع الجانز وموقع العمود في البناء الثاني

الجدول (18) قيم الجهود في العمود H-2 في البناء الثاني للزلزال NORTHTRIDGE في حالتي التقييس time domain, frequency domain

time domain X		frequency domain X		time domain X		frequency domain X		B-1 العمود في الجهود
Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	
13.858	10.647	12.3708	10.985	11.2554	9.8696	8.9908	8.4162	الفص (V) (ton)
82.134	78.754	56.615	38.194	77.0133	68.1746	48.672	32.448	العزم (M) (ton.m)

الجدول (19) قيم الجهود في الجانز H-2، F-2 في البناء الثاني للزلزال NORTHTRIDGE في حالتي التقييس time, frequency domain

time domain X		frequency domain X		time domain X		frequency domain X		الجهود في الجانز B-1 ، B-2
Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	
5.084	3.906	4.5384	4.03	4.1292	3.6208	3.2984	3.0876	الفص (V) (ton)
30.132	28.892	20.77	14.012	28.2534	25.0108	17.856	11.904	العزم (M) (ton.m)

من خلال المقارنة مع التحليل الستاتيكي اللاخطي نلاحظ ان الجانز والعمود المختاران اللذين أعطيا أكبر قيم في التحليل الديناميكي اللاخطي تشكلت فيهم مفاصل انهيار في التحليل الستاتيكي اللاخطي لذلك من الواجب تدعيم هذه العناصر.

الاستنتاجات والتوصيات:

- 1- اعطى التحليل الديناميكي باستخدام سجلات زمنية مقيسه في مجال الزمن قيم للانتقالات الطابقيه والانزياحات الطابقيه النسبية أكبر من طريقة التقييس في مجال التردد ويعطي مطابقة افضل من حيث الشكل مع الطيف الهدف لذلك ينصح بأخذ طريقة التقييس في مجال الزمن.
- 2- تبين الدراسة ضرورة اعتماد تقييم دقيق لحالة الأبنية المعرضة للزلازل باستخدام التحليل بالسجلات الزمنية الصناعية.
- 3- تعطي طريقة التحليل الديناميكي اللاخطي انتقالات طابقيه أكبر من تحليل Pushover بشكل عام بنسبة تتراوح من 39-64%، وانزياحات طابقيه نسبية اكبر من تحليل Pushover بشكل عام بنسبة تتراوح من 27-43%

- 4- الجهود المتولدة في العناصر الانشائية (جائز-عمود) اعطت قيم عالية نتيجة التحليل الديناميكي اللاخطي بالسجلات الزمنية المقيسة وتشكلت في هذه العناصر مفاصل انهيار في التحليل الستاتيكي اللاخطي لذلك من الواجب تدعيم هذه العناصر الانشائية.
- 5- التأكيد على ضرورة اعتماد الكود العربي السوري مجموعة من الهزات التصميمية التي يمكن اعتمادها لاجراء التحليل الديناميكي اللاخطي اسوة بالكودات الاخرى.

References:

- [1] Appendix No. / 2 / to the Syrian Arab Code for the design and implementation of installations in reinforced concrete and the design and realization of installations to resist earthquakes. Damascus, 2012.
- [2] ATC-55, Applied Technology Council, Washington, D.C., 2005.
Static Pushover Versus Dynamic Collapse. Mwafy,A.M. And Elnashai,A. S
- [3] *Analysis of RC Buildings*, Journal of Engineering Structures, Vol. 23, 2001, 407-424.
- [4] Hajirasouliha,I. And Asadi,P. *An Efficient Performance-Based Seismic Design Method For Reinforced Concrete Frames* ,Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol. 41, 10 April 2012, Pages 663-679.
- [5] Gupta,B. *Enhanced Pushover Procedure and Inelastic Demand Estimation for Performance-Based Seismic Evaluation of Buildings*, Ph.D. Dissertation, University of Central Florida, Orlando, 1999.
- [6] Taha,R. *A Case Study to Evaluate Performance of Multistory Existing Buildings Located At Syrian Coast To Seismic Effect and Rehabilitation*, Master's thesis, Faculty of Civil Engineering, 2013, Tishreen University.
- [7] Singh,V. And Mittal,A. *Synthetic Accelerograms For Two Himalayan Earthquakes Using Convolution*, Current Science, vol. 88, 2005, P 1289 -1297.
- [8] Hasan,N.M. *Generation of Synthetic Time Histories Functions Compatible with Syrian Response Spectra in Frequency Domain and Time Domain Applicable to Dynamic Analysis*, journal of Al-Bath university, vol. 38,2016.
- [9] UBC – 97, (Uniform Building Code), 1997.
- [10] CSI Software , Computers and Structures, Inc. [Quoted, 2015]. Available at:<<http://www.csiamerica.com/products/etabs>>.
- [11] IBC, International Building Code,2009.