

المقارنة بين التحليل الديناميكي للاخطي والتحليل الستاتيكي للاخطي على سلوك الجمل الثنائية (إطارات – جدران قص) وتدعيمها

د. علي تريكية *

د. قصي نداف **

م. حسان عيسى ***

الملخص:

إنَّ التنبؤ بالزلازل أو توقع حدوثها أمر بعيد المنال لذلك 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. يهدف هذا البحث للمقارنة بين سلوك الجمل الثنائية (إطارات-جدران قص) باستخدام التحليل بالسجلات الزمنية الصناعية والتحليل الستاتيكي للاخطي واقتراح حلول تدعيمية مختلفة للحالة (قميص بيتوني - قميص معدني) والمقارنة بين أشكال التدعيم لتخفيف الأضرار الناجمة عن الحمولات الزلزالية، وذلك بإجراء دراسة تحليلية تطبيقية على نموذجين فراغيين لجملتين ثنائيتين حيث استخدمت سجلات زمنية لزلازل حقيقية تم تقييمها باستخدام طريقتي مجال الزمن ومجال التردد لتلائم طيف الاستجابة للكود العربي السوري ومقارنتها مع نتائج التحليل الستاتيكي للاخطي. وتمت مناقشة النتائج بعد دراسة الانتقالات والانزياحات الطبقية النسبية والمقارنة بين أداء أشكال التدعيم في نوعي التحليل .

كلمات مفتاحية: الجمل الثنائية، التحليل الديناميكي للاخطي ، التحليل الستاتيكي للاخطي ، التدعيم.

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

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

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

Comparison between nonlinear dynamic analysis and nonlinear static analysis on dual system behavior(frames - shear walls) and their rehabilitation

DR. Ali Turikieh *

DR. Kussai Naddaf **

Eng. Hassan Issa***

Abstract

Since the prediction of earthquakes or the expectation of their occurrence is far-fetched, the researchers have moved towards thinking about facing earthquakes and alleviating the damage they cause, which is called seismic risk mitigation, in order to determine the expected seismic risk based on the seismic risk maps.

The purpose of this study is to compare the behavior of dual system (frames - shear walls) using the synthetic time histories analysis and non-linear static analysis and propose different supportive solutions of the situation (steel jacket- concrete jacket) and compare them to reduction the damage caused by seismic load. by conducting an analytical study applied to 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 and compare it with the results of non-linear static analysis. After finishing the analysis, we have discussed changing the displacements and story drifts and comparison between performance kinds of strengthening in the two types of analysis.

Keywords: Dual system, non-linear static analysis, non-linear dynamic analysis, strengthening.

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

** Lecturer in Department Of Structural Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

*** Postgraduate Student- Department of Structural Engineering- Faculty of Civil Engineering- Tishreen University- Lattakia- Syria.

-مقدمة البحث:

يهدف التصميم الزلزالي بشكل أساسي إلى الحفاظ على سلامة المنشأ من الانهيار والحفاظ على الأرواح البشرية وبقاء المنشآت ضمن مجال الاستخدام ، من هنا فإن الجمل الإنشائية يجب أن تمتلك قدرة كافية على مقاومة القوى الجانبية ومطاوعة كافية أيضاً تتمثل في قدرتها على إعادة توزع الإجهادات منعاً للانهيار المفاجئ في العناصر الإنشائية.

تخضع إطارات الأبنية البيتونية لقوى شاقوليه إضافة للقوى الأفقية الناجمة عن الرياح والتحريريات الزلزالية، نظراً لحساسية الإطارات البيتونية للانتقالات الجانبية فإنه من المفيد تحسين سلوكها لمقاومة الانتقالات الجانبية وذلك من خلال وجود جدران قصية 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 فنتم مقاومتها باستخدام جدران القص بالإضافة إلى مساهمة الإطارات المقاومة للعزوم

Special Moment Resisting Frame-SMRF

Intermediate Moment Resisting Frame-IMRF

Ordinary Moment Resisting Frame-OMRF

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 المعرفة سابقاً إلا أنه لا يشترط فيها تصميم الإطارات المقاومة للعزوم تحمل 25% من القوى الزلزالية و إنما تصمم الإطارات لتحمل نسبة من القوى الزلزالية وفقاً لقساوتها.[1]

يعد 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 الازاحة العامة (الانتقال) وتشوهات العناصر والقوى الداخلية [2]

- قام الباحثان Mwafy and Elrashai [3] بإجراء دراسة لتقييم صلاحية وفعالية التحليل الدفعي التقليدي بمقارنته مع التحليل الديناميكي لعدة نماذج من الأبنية من البيتون المسلح مكونة من جمل إطارية منتظمة وغير منتظمة وجمل مختلطة (إطارات وجدران قص) معرضة لمجموعة كبيرة من تسجيلات الهزات الأرضية وقد استخدم في التحليل الدفعي ثلاث أشكال للحمولات الجانبية: الحمولة الموزعة بانتظام لتعبر عن توزيع الكتلة الشاقولي في الطوابق، والحمولة الكودية المثلثية لتعبر عن شكل نمط الاهتزاز المسيطر عادة في المجال المرن، والحمولة المجمعة SRSS للأنماط الثلاثة الأولى وذلك للأخذ بالاعتبار تأثير الأنماط العليا. توصل البحث الى أن التحليل الدفعي التقليدي مناسب أكثر 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 لتشكل حالة من التشوه الموزع بانتظام، طبق ذلك على جمل ثنائية مؤلفة من 15، 10 طابقاً وبعد التصميم عرضها لتسارعات زلزالية حقيقة لتبين أنها أبدت نقصاً في الضرر العام بمقدار 30% مقارنة بتلك المصممة وفق الكودات الحالية حيث تم توزيع الضرر الطابقي والمقارنة بين IBC2009 [10] 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 Pushover ، المباني المختارة هي مباني مزودة بإطارات مقاومة للعزوم مع جملة جدران قص مقاومة للقوى الجانبية وبطابق عندها (3-5-7-10-13-14-17-19-20) ، كما تم تحديد الانتقال ، والانزياح الطائفي ، 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 الجوائز 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 (N.M.Hasan) [7] دراسة حول توليد سجلات زمنية صناعية متوافقة مع طيف الاستجابة للكود العربي السوري في مجال التردد والزمن لتطبيقها في التحليل الديناميكي وبيّن الباحث أنه باعتماد إجراءات معينة يمكن الحصول على سجلات زمنية صناعية متوافقة مع الكود السوري لمختلف أنواع الترب 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 التواريخ الزمنية الملائمة لهذا التحليل، لها مقادير لهزات زلزالية، تتسجم مع تلك التي تحكم الهزة الأساسية

التصميمية أو الزلزال الأعظمي والمسافات عن الصدع الجيولوجي وميكانيزمات مصادر التصميم وفي حال عدم توفر أزواج التواريخ الزمنية الثلاث المناسبة لحركة الأرض والمسجلة زلزالياً، يمكن استعمال أزواج منمنجة (ممثلة صناعياً) ، ومناسبة للتواريخ الزمنية لحركة الأرض لكل زوج من مركبات الحركة الأفقية للأرض، يتم إنشاء العلاقة الممثلة للجزر التريبيعي لمجموع المربعات (SRSS) المقابلة لطيف الذاتي للموقع المطور لتخامد(5%) ، وذلك للمركبات الأفقية المعاييرة .يجب أن تعاير الحركات بحيث لا تقل القيمة الوسطية لطيف الجزر التريبيعي 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. [8]

ستقدم هذه المقالة دراسة التأثيرات السلبية للزلازل على الجمل الثنائية من خلال التحليل الديناميكي بالسجلات الزمنية الصناعية والتحليل الستاتيكي اللاخطي، واقتراح حلول لمنع الأضرار الناجمة عن الزلازل بإعادة تأهيلها إنشائياً والمقارنة فيما بينها 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.

-هدف البحث:

يهدف البحث للمقارنة بين سلوك الجمل الثنائية (إطارات-جدران قص) باستخدام التحليل بالسجلات الزمنية الصناعية والتحليل الستاتيكي اللاخطي واقتراح حلول تدعيمية مختلفة (قميص بيتوني - قميص معدني) والمقارنة بين فعالية وأداء أنواع التدعيم المستخدمة في نوعي التحليل.

مواد وطرق البحث:

يعتمد البحث المنهج النظري التحليلي، حيث سيتم تقديم الدراسة المرجعية وبعد الاطلاع على الأبحاث السابقة المتصلة بموضوع الدراسة تم اختيار نموذجين لجلمتين ثنائيتين، البناء الاول مكون من 12 طوابق وارتفاع طابقي متماثل 3.2m، و البناء الثاني مكون من 8 طوابق وارتفاع طابقي متماثل 3.5m، أجري التحليل باستعمال برنامج CSI ETABS2016 ، تم اجراء دراسة تحليلية لهذا البناء باستخدام التحليل الديناميكي اللاخطي من اجل تحديد قيم الانتقالات الجانبية الاعظمية والانزياح الطابقي النسبي والجهود المتولدة في العناصر الانشائية ، وتم اختيار مجموعة من السجلات الزلزالية من قواعد البيانات العالمية للحركات القوية، 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 ايضاً اجراء تحليل ستاتيكي لاخطي من اجل تحديد قيم الانتقالات الجانبية والانزياحات الطاقية النسبية ومقارنتها مع نتائج التحليل الديناميكي اللاخطي، وبعدها جرى تدعيم النماذج بنوعين من أنواع التدعيم.

التدعيم الأول قميص بيتوني لكل الاعمدة كما هو مبين في الشكل (1)، التدعيم الثاني جاكيت معدنية لكل الأعمدة كما هو مبين بالشكل(2).

<p>الشكل (2): التدعيم باستخدام قميص معدني بزوايا معدنية 80x80x8mm لكل الاعمدة مع استعمال مبسطات فولاذية رابطة بين هذه الزوايا</p>	<p>الشكل (1) التدعيم باستخدام قميص بيتوني بسماكة 15 cm لكل الاعمدة</p>

دراسة تطبيقية لنموذجين من جملتين ثنائيتين:

اعتمد نموذجين من بنائين حيث ان البناء الاول بارتفاع (12 طابق) وبارتفاع طابقي متماثل 3.2m ، البناء الثاني بارتفاع (8 طابق) وبارتفاع طابقي متماثل 3.5m وأجري تحليل إنشائي للنموذج المذكور باستعمال برنامج CSI ETABS2016، وتمت نمذجة الأعمدة والجيزان كعناصر خطية line element ونمذجة البلاطات وجدران القص كعناصر سطحية element shell ونمذجة الأساسات كعناصر موثوقة، وبعدها تم إجراء تحليل ديناميكي بالسجلات الزمنية الصناعية للبنائين للحصول على رؤية كاملة لتوصيف الحالة.

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

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 بتحليل ستاتيكي لاخطي وتحليل ديناميكي لاخطي بتقييس السجلات باستخدام طريقتين مختلفتين للتقييس 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 [9]. وبعدها تم تدعيم البنائين بطريقتين للتدعيم هي (القميص البيتوني والقميص المعدني) وأجريت المقارنة فيما بينهما.

مواصفات البنائين:

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

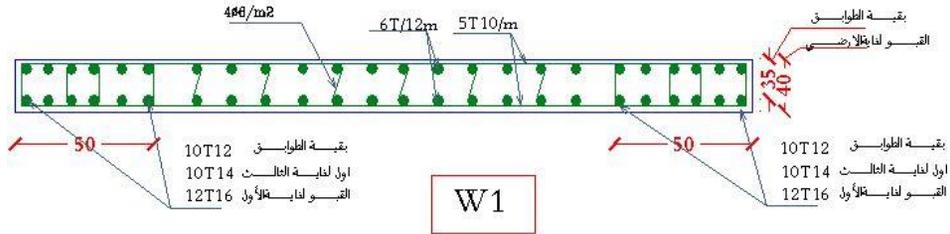
$F_{yw}=2400 \text{ kg/cm}^2$ ، $F_y = 4000 \text{ kg/cm}^2$ ، $f_c=400 \text{ kg/cm}^2$

الجدول (2) مقاطع الأعمدة للبناء الأول الجدول (3) مقاطع الجدران للبناء الاول

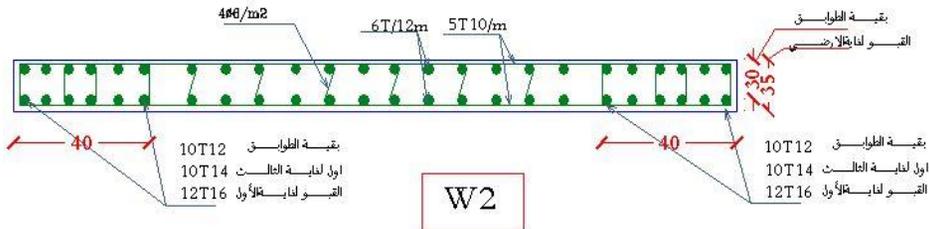
العنصر	السماكة cm
W1	40
W2	35

التسليح الطولي	الابعاد		العنصر
	العرض cm	الطول cm	
20T20	80	80	C1
20T16	40	80	C2
16T16	30	70	C3

تسليح الجدران:

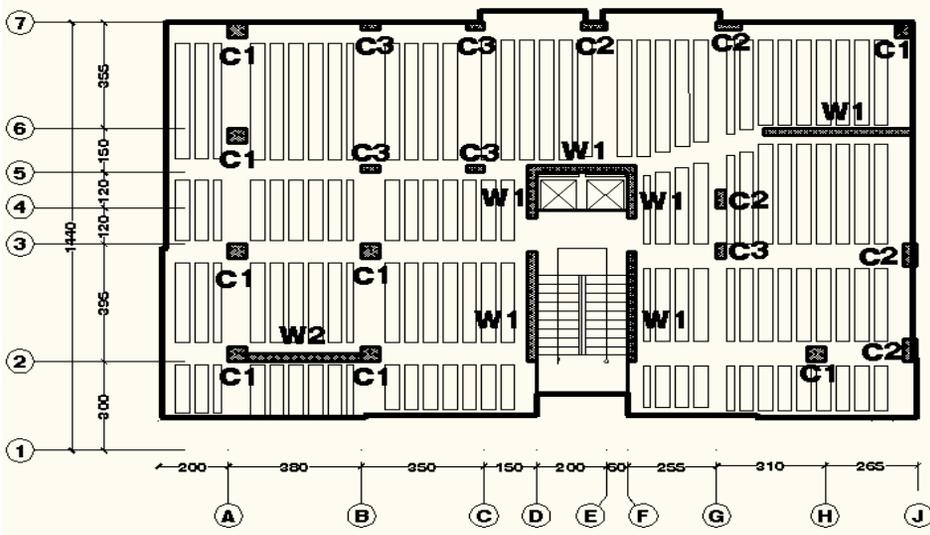


الشكل (3) تسليح الجدار W1 في البناء الاول



الشكل (4) تسليح الجدار W2 في البناء الاول

مسقط البناء الأول:



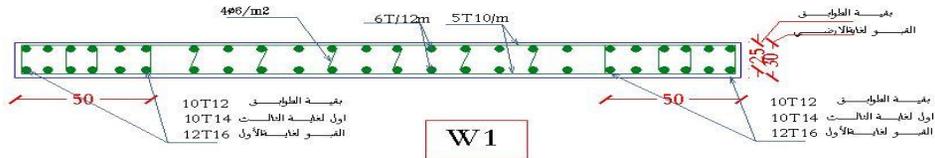
الشكل (5) مسقط البناء الأول

الجدول (4) مقاطع الأعمدة للبناء الثاني الجدول (5) مقاطع الجدران للبناء الثاني

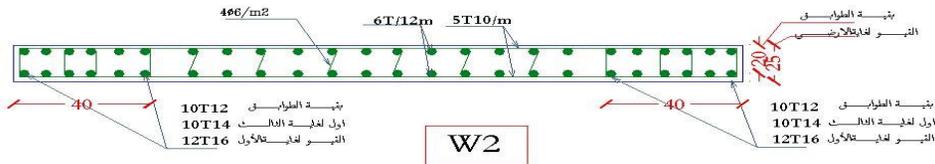
العنصر	السماكة cm
W1	30
W2	25

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

تسليح الجدران:



الشكل (6) تسليح الجدار W1 في البناء الثاني



الشكل (7) تسليح الجدار W2 في البناء الثاني

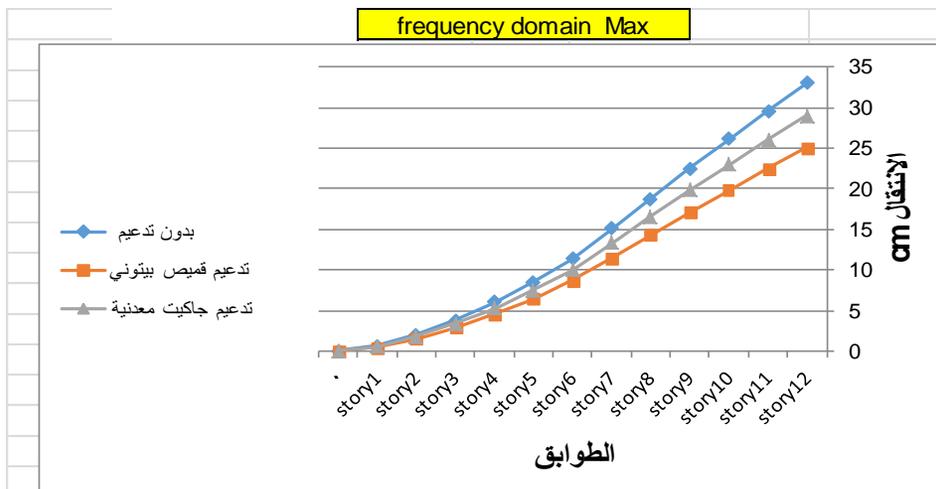
المقارنة بين التحليل الديناميكي اللاخطي والتحليل الستاتيكي اللاخطي على سلوك الجمل الثنائية (إطارات - جدران قص) وتدعيمها

وعليه نقوم بإظهار نتائج الانتقال الطابقي بالنسبة للسجلات الصناعية للزلازل
NORTHRIDGE

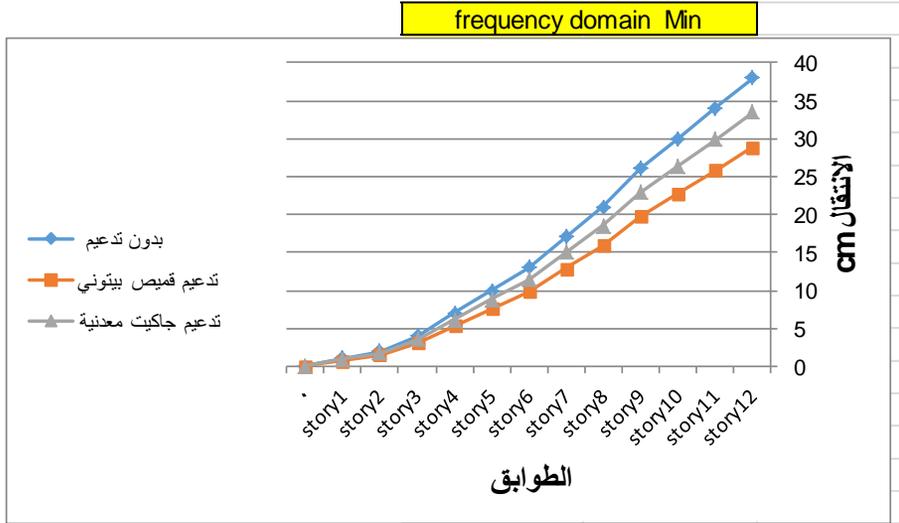
الانتقال الطابقي الموجب يكون بانتقال المبنى نحو اليمين (max) أي بالاتجاه الموجب للمحور X أما الانتقال الطابقي السالب فيكون بانتقال المبنى نحو اليسار (min) أي بعكس اتجاه المحور X وليس المقصود فيها القيمة العليا والقيمة الدنيا.

الجدول (7) قيم الانتقالات الطابقية في مجال التردد للزلازل في NORTHRIDGE في حالة التقييس frequency domain

total drift frequency domain (cm)						الطابق
بالاتجاه X						
تدعيم جاكيت معدنية		تدعيم قميص بيتوني		بدون تدعيم		
frequency domain		frequency domain		frequency domain		
Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	
29.04	33.44	25.08	28.88	33	38	story12
26.05	29.92	22.5	25.84	29.6	34	story11
22.97	26.4	19.84	22.8	26.1	30	story10
19.8	22.88	17.1	19.76	22.5	26	story9
16.54	18.48	14.29	15.96	18.8	21	story8
13.29	14.96	11.48	12.92	15.1	17	story7
10.03	11.44	8.66	9.88	11.4	13	story6
7.48	8.8	6.46	7.6	8.5	10	story5
5.28	6.16	4.56	5.32	6	7	story4
3.34	3.52	2.89	3.04	3.8	4	story3
1.76	1.76	1.52	1.52	2	2	story2
0.53	0.88	0.46	0.76	0.6	1	story1
0	0	0	0	0	0	0



الشكل (9) قيم الانتقالات الطابقية في مجال التردد للزلازل في NORTHRIDGE في حالة التقييس frequency domain max



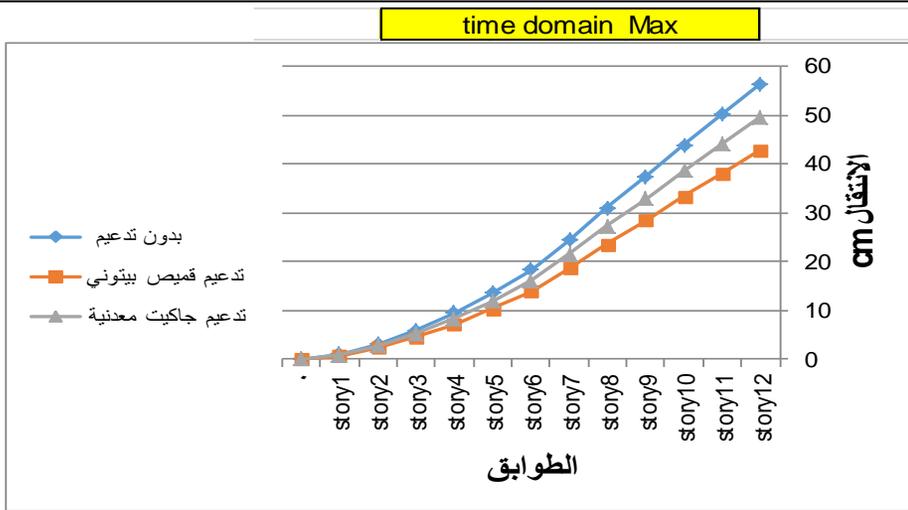
الشكل (10) قيم الانتقال الطابقية في مجال التردد للزلزال في NORTHTRIDGE في حالة التقييس frequency domain min

الانتقال الطابقية في الاتجاه X في حالة التقييس time domain

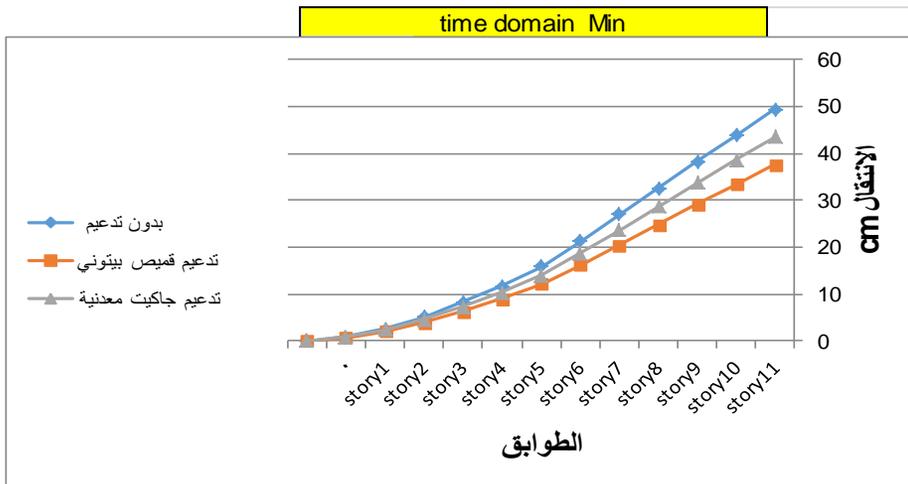
الجدول (8) قيم الانتقال الطابقية في مجال التردد للزلزال في NORTHTRIDGE في حالة التقييس frequency domain

total drift time domain (cm)						الطابق
بالاتجاه X						
تدعيم جاكيت معدنية		تدعيم قميص بيتوني		بدون تدعيم		الطابق
time domain		time domain		time domain		
Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	
49.72	43.47	42.94	37.54	56.5	49.4	story12
44.26	38.63	38.23	33.36	50.3	43.9	story11
38.63	33.7	33.36	29.11	43.9	38.3	story10
33	28.69	28.5	24.78	37.5	32.6	story9
27.28	23.67	23.56	20.44	31	26.9	story8
21.56	18.74	18.62	16.19	24.5	21.3	story7
16.19	13.99	13.98	12.08	18.4	15.9	story6
11.97	10.3	10.34	8.89	13.6	11.7	story5
8.36	7.22	7.22	6.23	9.5	8.2	story4
5.28	4.49	4.56	3.88	6	5.1	story3
2.73	2.29	2.36	1.98	3.1	2.6	story2
0.88	0.79	0.76	0.68	1	0.9	story1
0	0	0	0	0	0	0

المقارنة بين التحليل الديناميكي اللاخطي والتحليل الستاتيكي اللاخطي على سلوك الجمل الثنائية (إطارات - جدران قص) وتدعيمها



الشكل (11) قيم الانتقالات الطابقية في مجال الزمن للزلزال NORTHTRIDGE في حالة التقييس time domain max



الشكل (12) قيم الانتقالات الطابقية في مجال الزمن للزلزال NORTHTRIDGE في حالة التقييس time domain min

نلاحظ من الانتقالات الطابقية ان التحليل الديناميكي باستخدام سجلات زمنية مقيسه في مجال الزمن أعطى قيم للانتقالات الطابقية أكبر من طريقة التقييس في مجال التردد حوالي 22%

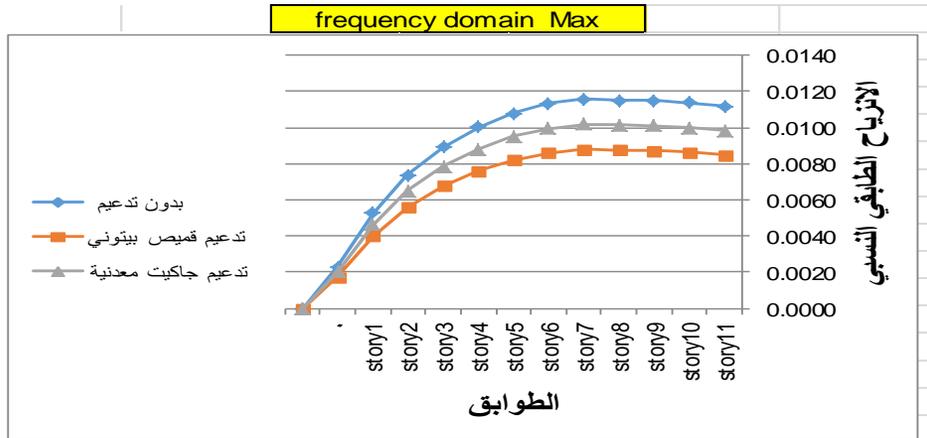
وان التدعيم بقميص بيتوني خفض الانتقالات الطابقية بنسبة حوالي 24% بالمقارنة مع المبنى بدون تدعيم ، وان التدعيم باستخدام قميص معدني خفض الانتقالات بنسبة حوالي 12% بالمقارنة مع المبنى بدون تدعيم.

الانزياح الطابق النسبي في الاتجاه X في حالة التقييس frequency domain

الجدول (9) قيم الانزياحات الطابقية النسبية في مجال التردد للزلزال

frequency domain في حالة التقييس NORTH RIDGE

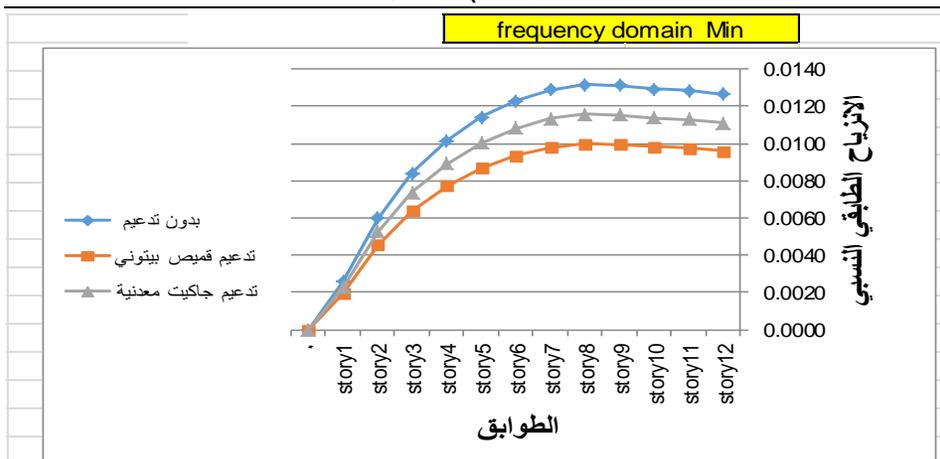
inter story drift frequency domain						الطابق
بالاتجاه X						
تدعيم جاكيت معدنية		تدعيم قميص بيتوني		بدون تدعيم		
frequency domain	frequency domain	frequency domain	frequency domain	frequency domain	frequency domain	
Max (ton)	Min (ton)	Max (ton)	Min (ton)	Max (ton)	Min (ton)	
0.0098	0.0111	0.0085	0.0096	0.0112	0.0126	story12
0.0100	0.0113	0.0086	0.0098	0.0114	0.0128	story11
0.0101	0.0114	0.0087	0.0098	0.0115	0.0129	story10
0.0101	0.0115	0.0088	0.0100	0.0115	0.0131	story9
0.0102	0.0116	0.0088	0.0100	0.0116	0.0132	story8
0.0100	0.0114	0.0086	0.0098	0.0113	0.0129	story7
0.0095	0.0108	0.0082	0.0093	0.0108	0.0123	story6
0.0088	0.0100	0.0076	0.0087	0.0100	0.0114	story5
0.0078	0.0089	0.0068	0.0077	0.0089	0.0102	story4
0.0065	0.0074	0.0056	0.0064	0.0074	0.0084	story3
0.0046	0.0053	0.0040	0.0046	0.0053	0.0060	story2
0.0020	0.0023	0.0017	0.0020	0.0023	0.0026	story1
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0



الشكل (13) قيم الانزياحات الطابقية النسبية في مجال التردد للزلزال

frequency domain max في حالة التقييس NORTH RIDGE

المقارنة بين التحليل الديناميكي اللاخطي والتحليل الستاتيكي اللاخطي على سلوك الجمل الثنائية (إطارات - جدران قص) وتدعيمها

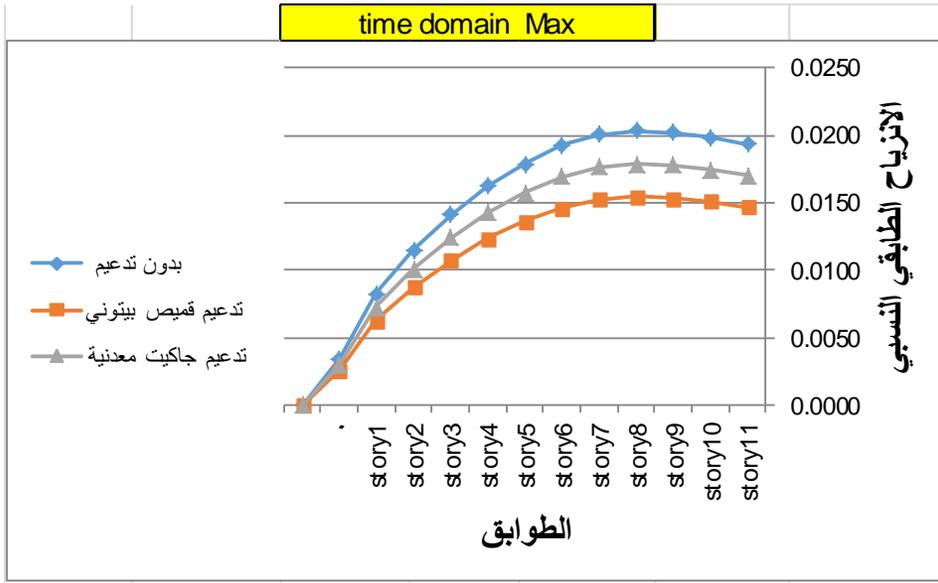


الشكل (14) قيم الانزياحات الطابقية النسبية في مجال التردد للزلزال frequency domain min في حالة التقييس NORTHBRIDGE

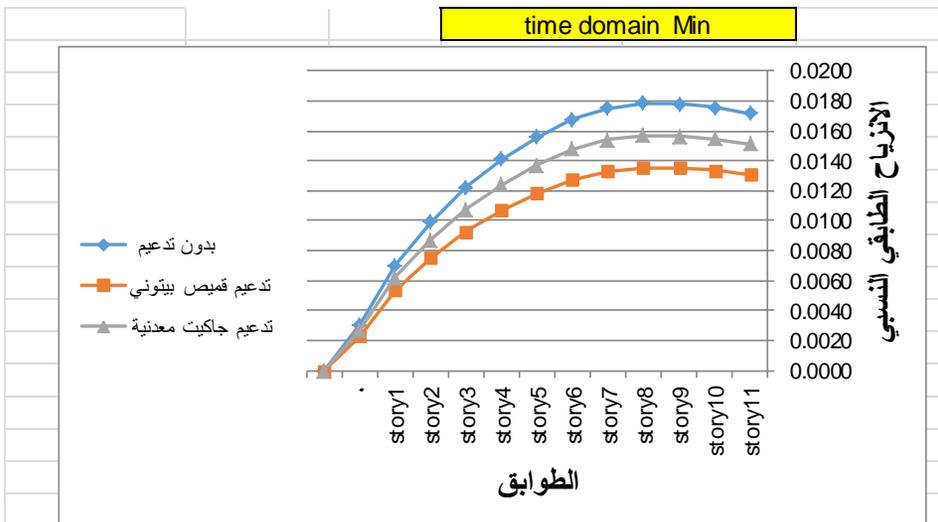
الانزياح الطابق النسبي في الاتجاه X في حالة التقييس time domain

الجدول (10) قيم الانزياحات الطابقية النسبية في مجال الزمن للزلزال time domain max في حالة التقييس NORTHBRIDGE

inter story drift time domain						الطابق
بالاتجاه X						
تدعيم جاكيت معدنية		تدعيم قميص بيتوني		بدون تدعيم		
time domain		time domain		time domain		
Max (ton)	Min (ton)	Max (ton)	Min (ton)	Max (ton)	Min (ton)	
0.0170	0.0151	0.0147	0.0131	0.0193	0.0172	story12
0.0175	0.0155	0.0151	0.0133	0.0198	0.0176	story11
0.0178	0.0157	0.0153	0.0135	0.0202	0.0178	story10
0.0179	0.0157	0.0154	0.0135	0.0203	0.0178	story9
0.0176	0.0154	0.0152	0.0133	0.0200	0.0175	story8
0.0169	0.0148	0.0146	0.0128	0.0193	0.0168	story7
0.0158	0.0137	0.0136	0.0118	0.0179	0.0156	story6
0.0143	0.0124	0.0123	0.0107	0.0162	0.0141	story5
0.0124	0.0108	0.0107	0.0093	0.0141	0.0122	story4
0.0101	0.0087	0.0087	0.0075	0.0115	0.0099	story3
0.0072	0.0062	0.0062	0.0054	0.0082	0.0070	story2
0.0030	0.0027	0.0026	0.0023	0.0034	0.0031	story1
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0



الشكل (15) قيم الانزياحات الطابقية النسبية في مجال الزمن للزلزال
time domain max في حالة التقييس NORTHBRIDGE



الشكل (16) قيم الانزياحات الطابقية النسبية في مجال الزمن للزلزال
time domain min في حالة التقييس NORTHBRIDGE

المقارنة بين التحليل الديناميكي اللاخطي والتحليل الستاتيكي اللاخطي على سلوك الجمل الثنائية (إطارات - جدران قص) وتدعيمها

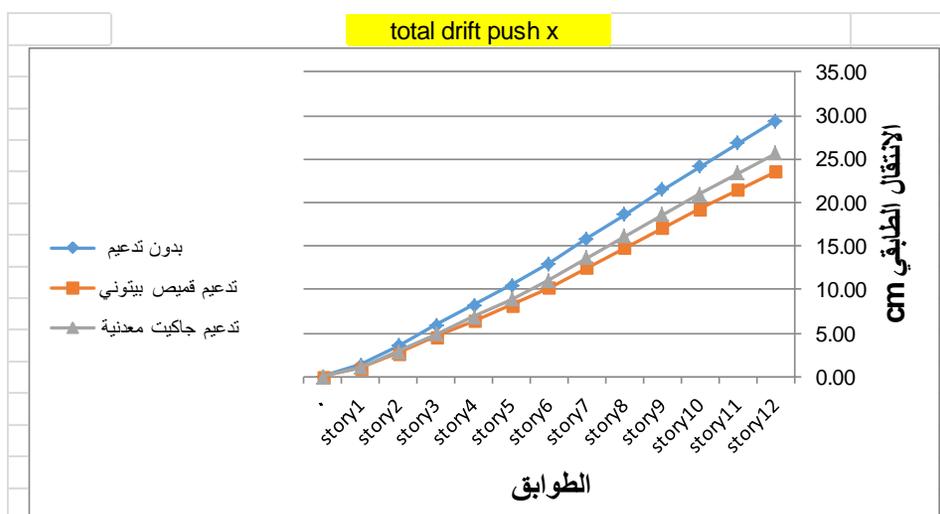
نلاحظ من الانزياحات الطابقية النسبية ان التحليل الديناميكي باستخدام سجلات زمنية مقيسه في مجال الزمن أعطى قيم للانزياحات الطابقية النسبية أكبر من طريقة التقييس في مجال التردد حوالي 26%.

وان التدعيم بقميص بيتوني خفض الانزياحات الطابقية النسبية بنسبة حوالي 23% بالمقارنة مع المبنى بدون تدعيم ، وان التدعيم باستخدام قميص معدني خفض الانزياحات الطابقية النسبية بنسبة حوالي 13% بالمقارنة مع المبنى بدون تدعيم.

اما بالنسبة للتحليل الستاتيكي اللاخطي للبناء الأول:

الجدول (11) قيم الانتقالات الطابقية للبناء الأول في حالة التحميل push x

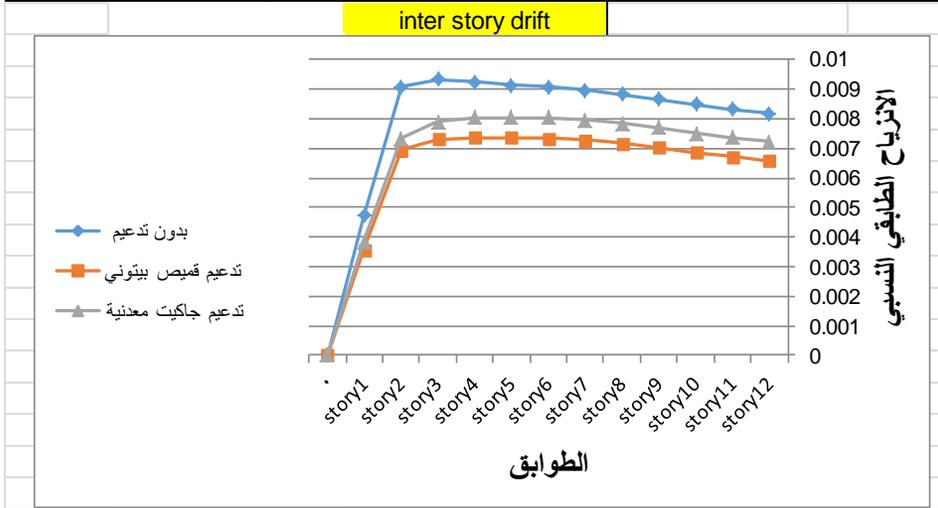
total drift push x (cm)			story
تدعيم جاكيت معدنية	تدعيم قميص بيتوني	بدون تدعيم	
25.67	23.54	29.42	story12
23.35	21.43	26.80	story11
21.00	19.28	24.14	story10
18.59	17.09	21.43	story9
16.13	14.84	18.66	story8
13.62	12.55	15.84	story7
11.07	10.22	12.97	story6
8.91	8.24	10.52	story5
6.89	6.40	8.23	story4
4.89	4.56	5.93	story3
2.92	2.73	3.60	story2
1.08	1.00	1.33	story1
0.00	0.00	0.00	0



الشكل (17) قيم الانتقالات الطابقية للبناء الأول في حالة التحميل push x

الجدول (12) قيم الانزياحات الطابقية النسبية للبناء الأول في حالة التحميل push x

inter story drift push x			story
تدعيم جاكيت معدنية	تدعيم قميص بيتوني	بدون تدعيم	
0.0072	0.0066	0.0082	story12
0.0074	0.0067	0.0083	story11
0.0075	0.0069	0.0085	story10
0.0077	0.0070	0.0087	story9
0.0078	0.0072	0.0088	story8
0.0080	0.0073	0.0090	story7
0.0080	0.0073	0.0091	story6
0.0080	0.0074	0.0091	story5
0.0080	0.0074	0.0092	story4
0.0079	0.0073	0.0093	story3
0.0073	0.0069	0.0091	story2
0.0039	0.0036	0.0047	story1
0	0	0	0



الشكل (18) قيم الانزياحات الطابقية النسبية للبناء الأول في حالة التحميل push x

نلاحظ من الانتقالات الطابقية والانزياحات الطابقية النسبية ان التحليل الديناميكي اللاخطي أعطى قيم للانتقالات الطابقية أكبر من التحليل الستاتيكي اللاخطي بحوالي 30% واعطى قيم بالنسبة للانزياحات الطابقية النسبية اكبر من التحليل الستاتيكي اللاخطي بحوالي 34%

بالنسبة للبناء الثاني:

التحليل الديناميكي اللاخطي : نلاحظ ان قيم الانتقالات العظمى نتجت عن السجلات الصناعية للزلزال NORTHBRIDGE

الجدول (13) قيم الانتقالات الطابقية لثلاثة سجلات زمنية

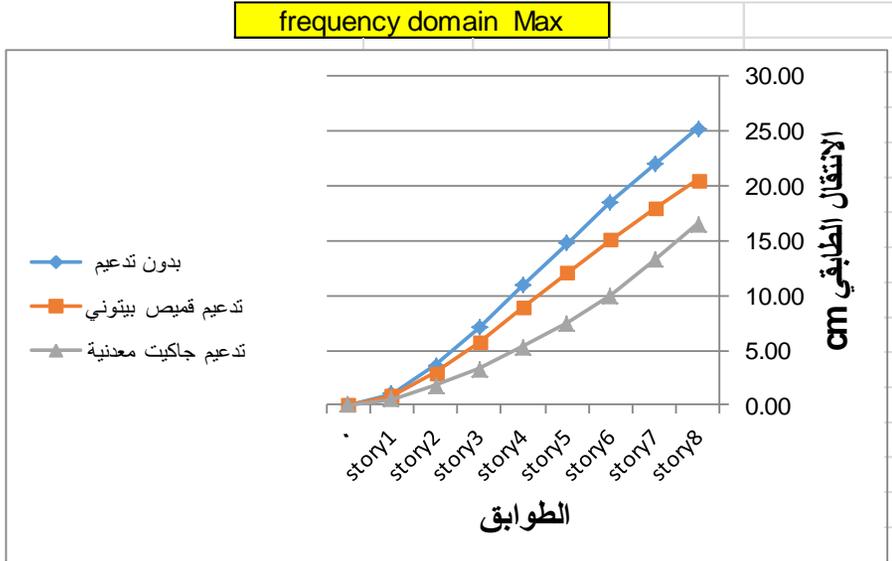
total drift (cm)											
بالاتجاه X											
Northridge				Imperial Valley				Duzce			
time domain		frequency domain		time domain		frequency domain		time domain		frequency domain	
Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)
29.28	26.20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

وعليه نقوم بإظهار نتائج الانتقال الطابقية بالنسبة للسجلات الصناعية للزلزال NORTHBRIDGE

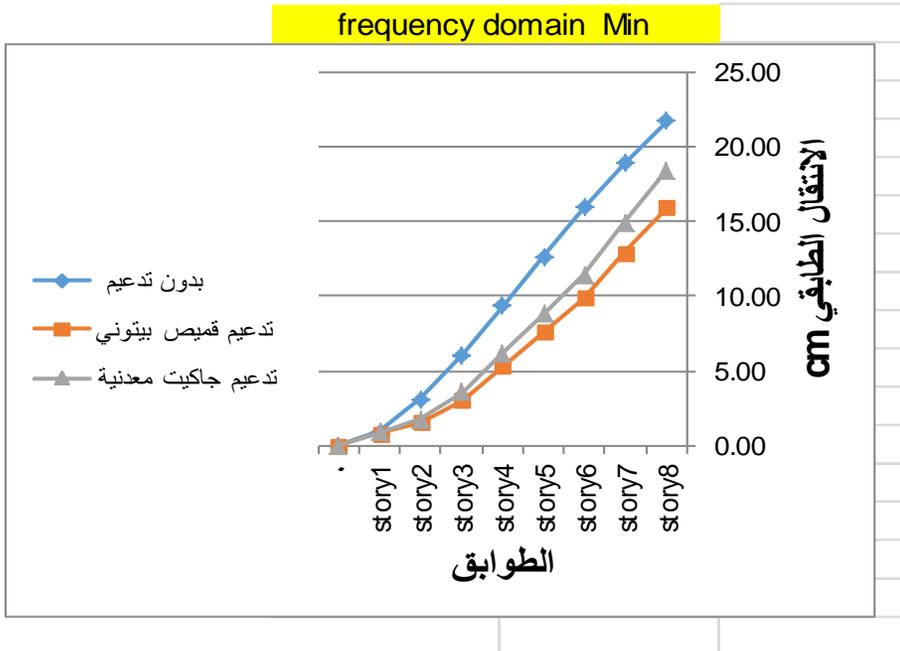
الجدول (14) قيم الانتقالات الطابقية في مجال التردد للزلزال NORTHBRIDGE في

حالة التقييس frequency domain

total drift frequency domain (cm)						الطابق
بالاتجاه X						
تدعيم جاكيت معدنية		تدعيم قميص بيتوني		بدون تدعيم		
frequency domain		frequency domain		frequency domain		
Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	
16.54	18.48	20.54	15.96	25.22	21.78	story8
13.29	14.96	17.92	12.92	22.01	18.97	story7
10.03	11.44	15.09	9.88	18.53	15.94	story6
7.48	8.80	12.05	7.60	14.80	12.69	story5
5.28	6.16	8.88	5.32	10.90	9.32	story4
3.34	3.52	5.76	3.04	7.08	6.02	story3
1.76	1.76	2.96	1.52	3.64	3.08	story2
0.53	0.88	0.86	0.76	1.06	0.89	story1
0	0	0	0	0	0	0



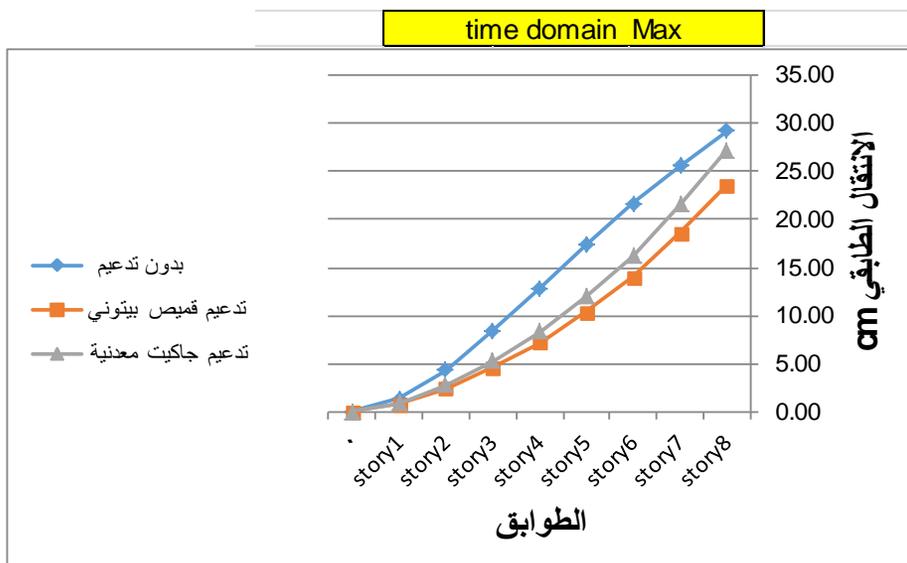
الشكل (19) قيم الانتقالات الطابقية في مجال التردد للزلزال NORTHTRIDGE في حالة التقييس frequency domain max



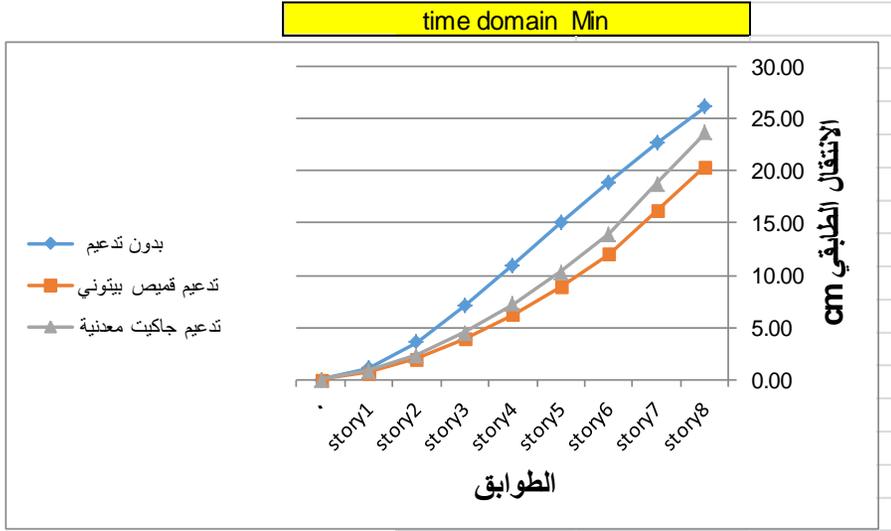
الشكل (20) قيم الانتقالات الطابقية في مجال التردد للزلزال NORTHTRIDGE في حالة التقييس frequency domain min

الانتقال الطابقي في الاتجاه X في حالة التقييس time domain
الجدول (15) قيم الانتقالات الطابقية في مجال الزمن للزلزال NORTHTRIDGE في
حالة التقييس time domain

total drift time domain (cm)						الطابق
بالاتجاه X						
تدعيم جاكيت معدنية		تدعيم قميص بيتوني		بدون تدعيم		
time domain		time domain		time domain		
Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Min (cm)	
27.28	23.67	23.56	20.44	29.28	26.20	story8
21.56	18.74	18.62	16.19	25.60	22.69	story7
16.19	13.99	13.98	12.08	21.63	18.96	story6
11.97	10.3	10.34	8.89	17.35	15.01	story5
8.36	7.22	7.22	6.23	12.86	10.96	story4
5.28	4.49	4.56	3.88	8.40	7.04	story3
2.73	2.29	2.36	1.98	4.35	3.58	story2
0.88	0.79	0.76	0.68	1.29	1.03	story1
0	0	0	0	0.00	0.00	0



الشكل (21) قيم الانتقالات الطابقية في مجال الزمن للزلزال NORTHTRIDGE في
حالة التقييس time domain max



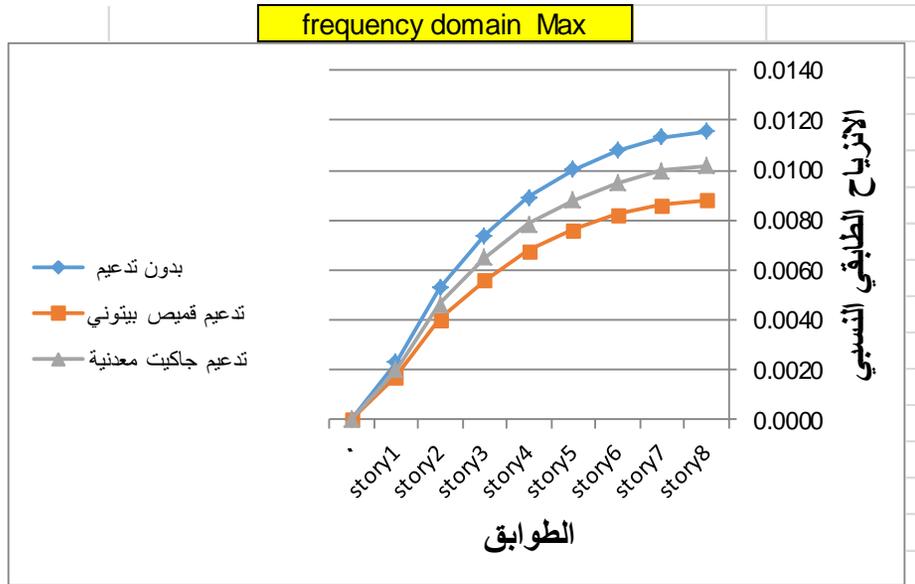
الشكل (22) قيم الانتقالات الطابقية في مجال الزمن للزلزال NORTHTRIDGE في حالة التقييس time domain min

نلاحظ من الانتقالات الطابقية ان التحليل الديناميكي باستخدام سجلات زمنية مقيسه في مجال الزمن أعطى قيم للانتقالات الطابقية أكبر من طريقة التقييس في مجال التردد حوالي 16% وان التدعيم بقميص بيتوني خفض الانتقالات الطابقية بنسبة حوالي 22% بالمقارنة مع المبنى بدون تدعيم ، وان التدعيم باستخدام قميص معدني خفض الانتقالات بنسبة حوالي 10% بالمقارنة مع المبنى بدون تدعيم.

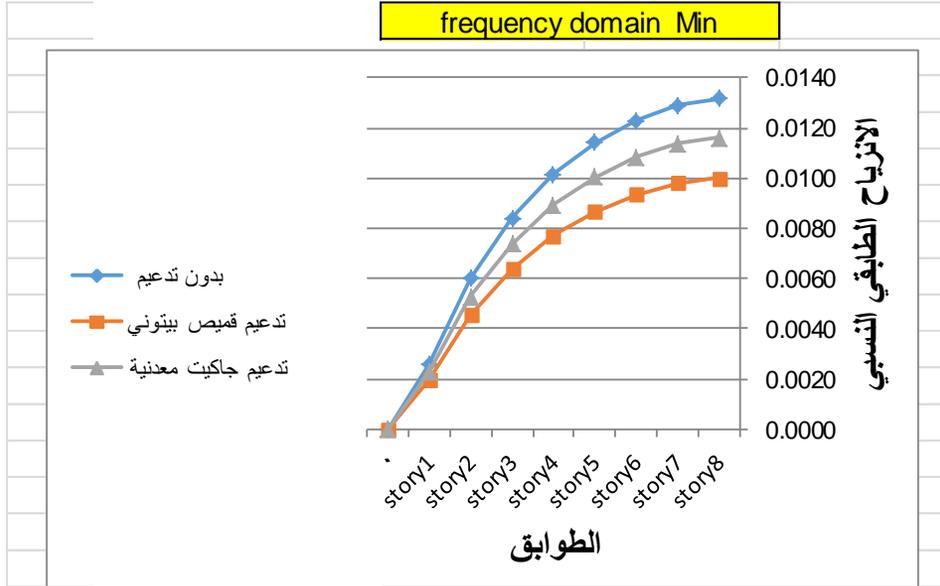
الانزياح الطائفي النسبي في الاتجاه X في حالة التقييس frequency domain
الجدول (16) قيم الانزياحات الطابقية النسبية في مجال التردد للزلزال
NORTHTRIDGE في حالة التقييس frequency domain

المقارنة بين التحليل الديناميكي اللاخطي والتحليل الستاتيكي اللاخطي على سلوك الجمل الثنائية (إطارات - جدران قص) وتدعيمها

inter story drift frequency domain						الطابق
بالاتجاه X						
تدعيم جاكيت معدنية		تدعيم قميص بيتوني		بدون تدعيم		
frequency domain		frequency domain		frequency domain		
Max (ton)	Min (ton)	Max (ton)	Min (ton)	Max (ton)	Min (ton)	
0.0102	0.0116	0.0088	0.0100	0.0116	0.0132	story8
0.0100	0.0114	0.0086	0.0098	0.0113	0.0129	story7
0.0095	0.0108	0.0082	0.0093	0.0108	0.0123	story6
0.0088	0.0100	0.0076	0.0087	0.0100	0.0114	story5
0.0078	0.0089	0.0068	0.0077	0.0089	0.0102	story4
0.0065	0.0074	0.0056	0.0064	0.0074	0.0084	story3
0.0046	0.0053	0.0040	0.0046	0.0053	0.0060	story2
0.0020	0.0023	0.0017	0.0020	0.0023	0.0026	story1
0	0	0	0	0	0	0



الشكل (23) قيم الانزياحات الطائفية النسبية في مجال التردد للزلزال frequency domain max في حالة التقييس NORTHDRIDGE



الشكل (24) قيم الانزياحات الطابقية النسبية في مجال التردد للزلازل NORTH RIDGE في حالة التقييس frequency domain min

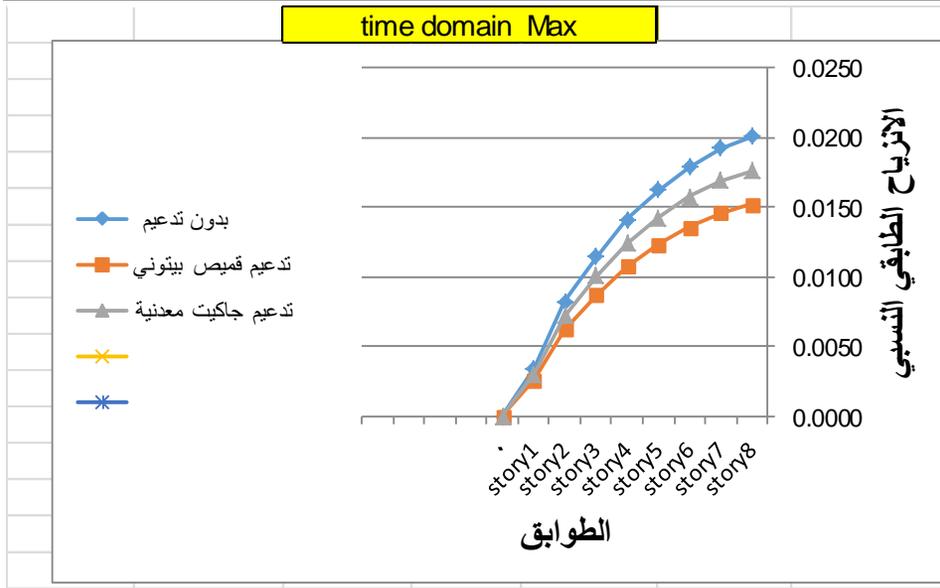
الانزياح الطائقي النسبي في الاتجاه X في حالة التقييس time domain

الجدول (17) قيم الانزياحات الطابقية النسبية في مجال الزمن للزلازل

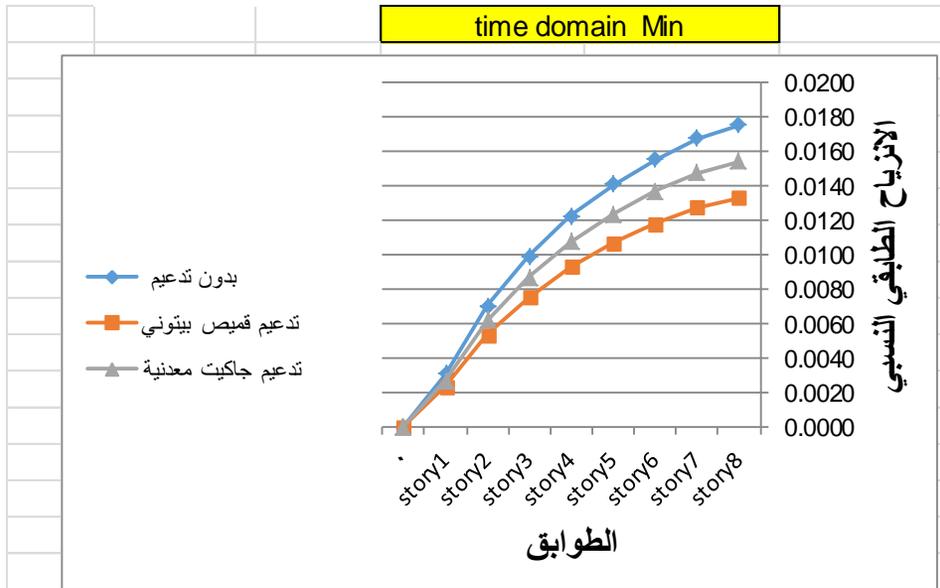
NORTH RIDGE في حالة التقييس time domain max

inter story drift time domain بالاتجاه X						الطابق
تدعيم جاكيت معدنية		تدعيم قميص بيتوني		بدون تدعيم		
time domain		time domain		time domain		
Max (ton)	Min (ton)	Max (ton)	Min (ton)	Max (ton)	Min (ton)	
0.0176	0.0154	0.0152	0.0133	0.0200	0.0175	story8
0.0169	0.0148	0.0146	0.0128	0.0193	0.0168	story7
0.0158	0.0137	0.0136	0.0118	0.0179	0.0156	story6
0.0143	0.0124	0.0123	0.0107	0.0162	0.0141	story5
0.0124	0.0108	0.0107	0.0093	0.0141	0.0122	story4
0.0101	0.0087	0.0087	0.0075	0.0115	0.0099	story3
0.0072	0.0062	0.0062	0.0054	0.0082	0.0070	story2
0.0030	0.0027	0.0026	0.0023	0.0034	0.0031	story1
0	0	0	0	0	0	0

المقارنة بين التحليل الديناميكي اللاخطي والتحليل الستاتيكي اللاخطي على سلوك الجمل الثنائية (إطارات - جدران قص) وتدعيمها



الشكل (25) قيم الانزياحات الطابقية النسبية في مجال الزمن للزلزال time domain max في حالة التقييس NORTHTRIDGE



الشكل (26) قيم الانزياحات الطابقية النسبية في مجال الزمن للزلزال time domain min في حالة التقييس NORTHTRIDGE

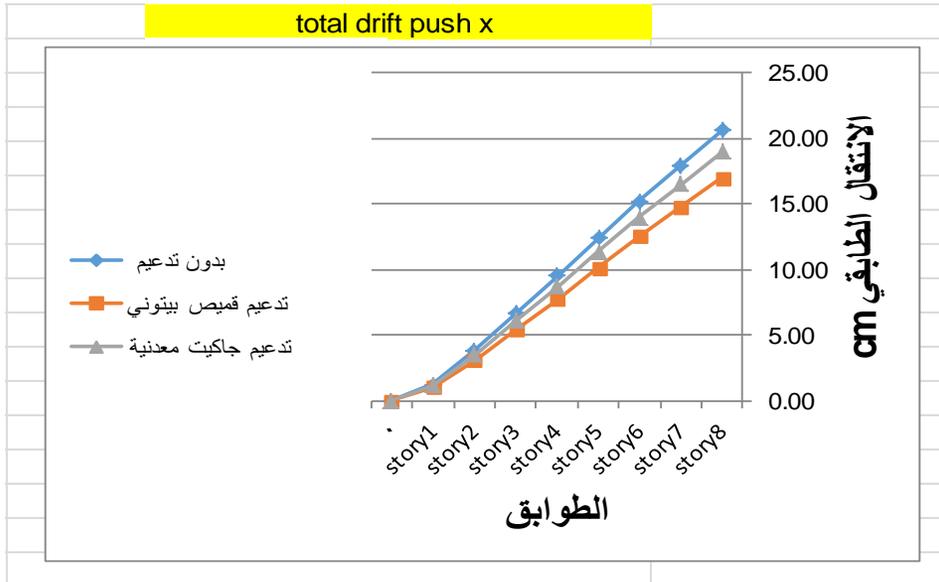
نلاحظ من الانزياحات الطابقية النسبية ان التحليل الديناميكي باستخدام سجلات زمنية مقيسه في مجال الزمن أعطى قيم للانزياحات الطابقية النسبية أكبر من طريقة التقبیس في مجال التردد حوالي 24%

وان التدعيم بقميص بيتوني خفض الانزياحات الطابقية النسبية بنسبة حوالي 24% بالمقارنة مع المبنى بدون تدعيم ، وان التدعيم باستخدام قميص معدني خفض الانزياحات الطابقية النسبية بنسبة حوالي 12% بالمقارنة مع المبنى بدون تدعيم.

اما بالنسبة للتحليل الستاتيكي اللاخطي للبناء الثاني

الجدول (18) قيم الانتقالات الطابقية للبناء الثاني في حالة التحميل push x

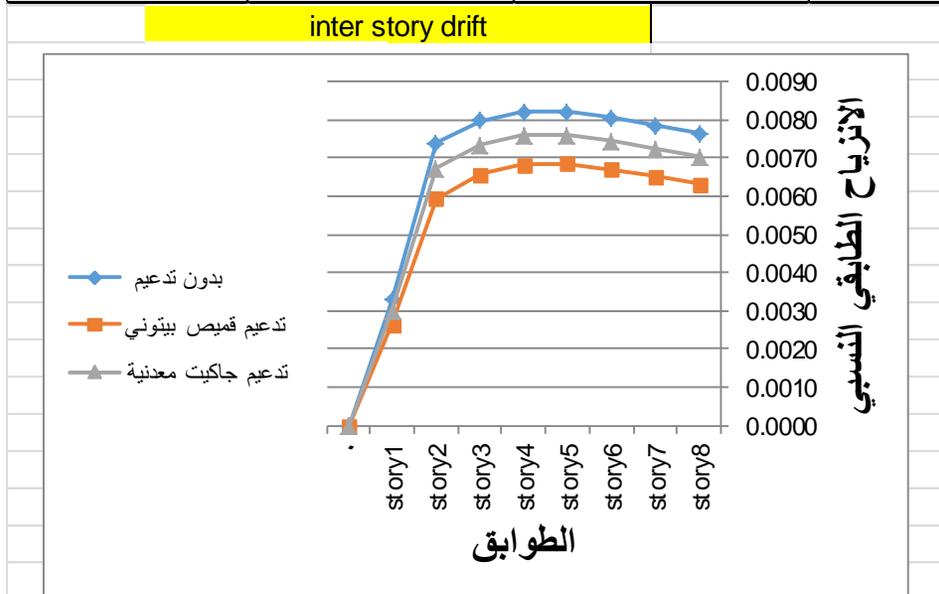
total drift push x (cm)			story
تدعيم جاكيت معدنية	تدعيم قميص بيتوني	بدون تدعيم	
18.98	17.00	20.61	story8
16.51	14.78	17.93	story7
13.98	12.50	15.19	story6
11.37	10.15	12.37	story5
8.71	7.75	9.49	story4
6.05	5.36	6.61	story3
3.48	3.05	3.82	story2
1.12	0.98	1.24	story1
0.00	0.00	0.00	0



الشكل (27) قيم الانتقالات الطابقية للبناء الثاني في حالة التحميل push x

الجدول (19) قيم الانزياحات الطابقية النسبية للبناء الثاني في حالة التحميل push x

inter story drift push x			story
تدعيم جاكيت معدنية	تدعيم قميص بيتوني	بدون تدعيم	
0.0071	0.0063	0.0077	story8
0.0072	0.0065	0.0079	story7
0.0074	0.0067	0.0081	story6
0.0076	0.0069	0.0082	story5
0.0076	0.0068	0.0082	story4
0.0073	0.0066	0.0080	story3
0.0067	0.0059	0.0074	story2
0.0030	0.0027	0.0033	story1
0	0	0	0



الشكل (28) قيم الانزياحات الطابقية النسبية للبناء الثاني في حالة التحميل push x

نلاحظ من الانتقالات الطابقية والانزياحات الطابقية النسبية ان التحليل الديناميكي اللاخطي أعطى قيم للانتقالات الطابقية أكبر من التحليل الستاتيكي اللاخطي بحوالي 21% واعطى قيم بالنسبة للانزياحات الطابقية النسبية اكبر من التحليل الستاتيكي اللاخطي بحوالي 40%

الاستنتاجات والتوصيات:

- 1- اعطى التحليل الديناميكي باستخدام سجلات زمنية مقيسه في مجال الزمن قيم للانتقالات الطابقيه أكبر من طريقة التقييس في مجال التردد بنسبة تتراوح من (16%-22%) وللانزياحات الطابقيه النسبية بنسبة تتراوح من (24%-26%) لذلك ينصح بأخذ طريقة التقييس في مجال الزمن.
- 2- تعطي طريقة التحليل الديناميكي اللاخطي انتقالات طابقيه أكبر من تحليل Pushover بشكل عام بنسبة تتراوح من (21%-30%)
- 3- تعطي طريقة التحليل الديناميكي اللاخطي انزياحات طابقيه نسبية أكبر من تحليل Pushover بشكل عام بنسبة تتراوح من (34%-40%)
- 4- التدعيم بالقميص البيتوني خفض الانتقالات الطابقيه بنسبة تتراوح بين (22%-24%)، بينما التدعيم بالتطويق المعدني خفض الانتقالات بنسبة تتراوح من (11%-12%)، بالمقارنة مع المبنى القائم.
- 5- التدعيم بالقميص البيتوني خفض قيم الانزياحات الطابقيه النسبية بنسبة تتراوح من (21%-23%)، بينما التدعيم بالتطويق المعدني خفض قيم الانزياحات الطابقيه النسبية بنسبة (10%-13%)، بالمقارنة مع المبنى القائم.

المراجع:

- [1] The Syrian Code for Design & Construction of Reinforced Concrete Structures, 2012, Damascus.
- [2] ATC-55, Applied Technology Council, Washington, D.C, 2005.
- [3] Mwafy,A.M. ؛ Elnashai,A.S, 2001, Static Pushover Versus Dynamic Collapse Analysis of RC Buildings, Journal of Engineering Structures, Vol. 23, 407-424. ؛
- [4] Hajirasouliha, Asadi, Pilakoutas, 2012, An Efficient Performance-Based Seismic Design Method For Reinforced Concrete Frames ,Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol. 41, Pages 663-679.
- [5] Gupta,B, 1999, Enhanced Pushover Procedure and Inelastic Demand Estimation for Performance-Based Seismic Evaluation of Buildings, Ph.D. Dissertation, University of Central Florida, Orlando.
- [6] Taha,R , 2013, 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] Hasan,N.M,2016, 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.

[8] UBC – 97, (Uniform Building Code), 1997.

[9] CSI Software , Computers and Structures, Inc. [Quoted, 2016]. Available at:<<http://www.csiamerica.com/products/etabs>>.

[10] IBC– 2009, (International Building Code), 1997.

