

## تطبيق توصيات الكود العربي السوري في اختيار التسجيلات الزمنية لإجراء التحليل الديناميكي

م زينب أسعد<sup>1</sup> د. محمد درويش<sup>2</sup> د. إبراهيم حمود<sup>3</sup>

<sup>1</sup>طالبة دكتوراه كلية الهندسة المدنية جامعة دمشق.

<sup>2</sup>دكتور مهندس في كلية الهندسة المدنية جامعة دمشق.

<sup>3</sup>دكتور مهندس في كلية الهندسة المدنية جامعة دمشق.

### الملخص

يُعرف التحليل الديناميكي غير الخطي على نطاق واسع بأنه تقنية تحليل دقيقة لتصميم وتقييم المنشآت. ومع ذلك، لا يزال استخدامه غير شائع، ويرجع ذلك أساساً إلى العديد من المعوقات منها اختيار سجلات الحركة الأرضية المناسبة لاستخدامها في التحليل. من المعروف جيداً أن السجلات الحقيقية هي الاختيار المفضل فيما يتعلق بالحركات الأرضية الاصطناعية، لكن التوافر المحدود للسجلات الحقيقية غالباً ما يتطلب تقييسها لتمكين من استخدامها لإجراء التحليل.

يتضمن هذا البحث إجراء تقييس لهزات عالمية ليصار إلى استخدامها لإجراء التحليل الديناميكي باستخدام التأريخ الزمني وفقاً لاشتراطات الكود العربي السوري، بالإضافة إلى تحديد الاستجابة الزلزالية لمنشأ إداري غير مصمم زلزالياً من خلال تحديد الإزاحة.

الكلمات المفتاحية: التحليل الديناميكي اللا خطي، تقييس، تسجيلات الحركة الأرضية،

التأريخ الزمني.

تاريخ الإيداع: 2022/2/7

تاريخ القبول: 2022/5/24



حقوق النشر: جامعة دمشق -

سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق

النشر بموجب الترخيص

CC BY-NC-SA 04

## Applying recommendations of the Syrian Arab Code in choosing ground motion records to perform dynamic analysis (Time History)

Eng. Zainab Asaad<sup>1</sup> Dr. Eng. Mohamad Darwesh<sup>2</sup>  
Dr. Eng. Ibrahim Hammud<sup>3</sup>

Faculty of Civil Engineering - Damascus University.

Faculty of Civil Engineering - Damascus University

Faculty of Civil Engineering - Damascus University

### Abstract

Nonlinear dynamic analysis is widely recognized as an accurate analysis technique for the design and assessment of structures. However, its use is still not common, mainly due to various issues like the selection of appropriate input ground motion records to be used for the analysis. Real records are well known to be a preferable choice with respect to artificial ground motions, but the limited availability of real records often requires scaling them to be used for the analysis .

This research includes scaling Real records to be used to perform dynamic analysis according to Syrian Arab Code requirements, in addition to determining the seismic response to a non-seismically designed structure by determining the displacement.

Keywords: Time-history, Ground motion records, Scaling, Nonlinear dynamic analysis.

Received: 7/2/2022

Accepted: 24/5/2022



**Copyright:** Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

## 1- المقدمة:

### 3- توصيات الكود العربي السوري حول تطبيق التحليل الديناميكي:

لقد قدمت الكودات والأنظمة العالمية الخاصة بالتصميم الزلزالي توصيات حول تطبيق طريقة التحليل الديناميكي باستخدام التأريخ الزمني (Time History) من حيث كيفية اختيار الهزة المطبقة على المنشأ، عدد الهزات الأرضية الواجب تطبيقها على المنشأ، كيفية تقييس الهزات المستخدمة، كيفية معالجة نتائج التحليل الديناميكي.

لقد وردت هذه التوصيات في الكود العربي السوري في الملحق (2) بإيجاز سوف يتم إيضاحها [1]:

#### 3-1- الهزات الأرضية المستخدمة في التحليل:

- ذكر الملحق (2) في البند (5-6-1):
- يجب أن تكون للتواريخ الزمنية المستخدمة مقادير ومسافات عن الصدع الجيولوجي وميكانيزمات مصادر زلزالية تتسجم مع تلك التي تحكم الهزة التصميمية وفي حال عدم توفر أزواج من التواريخ الزمنية الثلاثة المناسبة لحركة الأرض يمكن استخدام أزواج منمذجة (ممثلة صناعياً) لإيجاد وتركيب العدد المطلوب من الهزات.

- يتم تنفيذ التحليل باستخدام أزواج من المركبات المناسبة للتأريخ الزمني لحركة الأرض الأفقية التي يتم انتقاؤها وضبطها بحيث لا تقل عن ثلاثة أحداث زلزالية.

- يتم إنشاء العلاقة الممثلة للجذر التربيعي لمجموع المربعات (SRSS) المقابلة للطيف الذاتي للموقع المطور المقابل للتخامد (5%) وذلك لكل زوج من مركبات الحركة الأفقية للأرض، ويجب أن تعابير الحركات بحيث لا تقل القيمة الوسطية للجذر التربيعي لمجموع المربعات (SRSS) عن (1.4) مرة من الطيف المطور بتخامد (5%) للزلال التصميمي وذلك

لقد أصبح التحليل الديناميكي الخطي واللا خطي أداة عملية مستخدمة على نطاق واسع بسبب المتطلبات الزلزالية الجديدة، والتطور الكبير التي تشهدها الحواسيب، بالإضافة إلى زيادة قاعدة البيانات الخاصة بالحركات الأرضية القوية المتاحة، ولكن بقيت عملية اختيار السجلات المناسبة للحدث الزلزالي المتوقع في موقع ما مجال دراسة وجدل.

كذلك فإن التحليل الديناميكي اللا خطي هو طريقة دقيقة لعرض الاستجابة اللدنة للمنشأ تحت تأثير سجلات زمنية لهزات أرضية مناسبة لأنه يدخل أثر أنماط الاهتزاز المرتفعة ويمكننا من تحديد الانتقالات الأعظمية الفعلية للمنشأ باعتبار خصائص التسجيل الزمني للهزة المستخدمة في التحليل.

## 2- هدف البحث:

إن التأخر في إنشاء الشبكة الوطنية للرصد الزلزالي في الجمهورية العربية السورية، وعدم حدوث هزات قوية في الآونة الأخيرة (علماً بأن المنطقة قد تعرضت لأحداث زلزالية ضخمة وشهدت عدداً من الزلازل المدمرة كالزلازلين ((1822, M=7.4)،

((1872, M=7.2))، كان سبباً في قلة السجلات الزمنية المتوفرة للزلازل، بالإضافة إلى هذا فإن الأبنية التي شيدت قبل اعتماد الكود العربي السوري وملاحقه عام 2004 لا تحقق المتطلبات الزلزالية المطلوبة.

يهدف البحث إلى تحديد الاستجابة الزلزالية لمنشأ إداري غير مصمم زلزالياً من خلال تحديد الإزاحة باعتماد طريقة التحليل الديناميكي اللاخطي باستخدام سجلات زمنية عالمية تم تقييسها لتؤمن مطابقة أقرب ما يمكن إلى طيف الاستجابة الهدف، ومن ثم مقارنة هذه الإزاحات بحدود الإزاحة التي حددها الكود العربي السوري.

**4-1- التقييس وفق (Kircher):**

1- يتم حساب  $CPGV_i$  ,  $CRS_i$  لكل زوج من المركبات الأفقية لكل تسجيل زمني.  

$$CRS_i = \sqrt{RS_{1i}^2 + RS_{2i}^2}$$

$$CPGV_i = \sqrt{PGV_{1i}^2 + PGV_{2i}^2}$$
 $CRS_i$  الجذر التربيعي لمجموع مربعي طيف التسارع الذاتي لكل مركبة أفقية بتخامد (5%) لكل تسجيل زمني.

$CPGV_i$  الجذر التربيعي لمجموع مربعي ذروة السرعة الأرضية لكل مركبة أفقية للتسجيل الزمني.  
 2- إيجاد طيف الاستجابة  $ARS$  للتسجيلات الزمنية:

$$ARS = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{CRS_i}{CPGV_i}$$

$n$  عدد التسجيلات الزمنية.

3- إيجاد العامل  $M_{ARS}$  الذي يضرب بطيف الاستجابة لمضاعفة أو إنقاص طيف الاستجابة  $ARS$  بحيث لا يقل عن طيف الاستجابة الهدف  $TRS$  [ (1.4) مرة من الطيف المطور بتخامد (5%) للزوال التصميمي ]، وذلك ضمن المجال  $(t=T-1 \rightarrow t=T+2)$

$$M_{ARS} = \frac{TRS}{ARS}$$

4- تحديد المركبات الأفقية المعايير لكل تسجيل زمني.

$$STH_{1i} = \left\langle \frac{M_{ARS}}{CPGV_1} \right\rangle TH_{1i}$$

$$STH_{2i} = \left\langle \frac{M_{ARS}}{CPGV_2} \right\rangle TH_{2i}$$

$TH_{2i}$  ,  $TH_{1i}$  المركبات الأفقية الأولية لكل تسجيل زمني.

**4-2- إجراء التقييس:**

1- إيجاد طيف الاستجابة الهدف (1.4) مرة من الطيف المطور بتخامد (5%) للموقع بما يناسب تسارع منطقة دمشق  $((0.25g))$ .

للفترات التي تتراوح بين  $(0.2T)$  و  $(1.5T)$  ثانية. (لم يذكر الملحق طريقة لمعايرة الهزات)

- يتم تنفيذ التحليل باستخدام أزواج من المركبات الأفقية لا تقل عن ثلاثة أحداث زلزالية.  
 - يجب تطبيق كل زوج من التواريخ الزمنية بشكل متزامن على النموذج الرياضي مع الأخذ بتأثيرات القتل بالحساب.  
 - يتم في كل تحليل حساب البارامتر قيد الدراسة وفي حال اختيار ثلاثة أحداث زلزالية يتم اختيار الاستجابة العظمى للناتج، وفي حال اختيار ما لا يقل عن سبعة أحداث زلزالية يمكن أن نعتمد القيمة الوسطية للبارامتر.

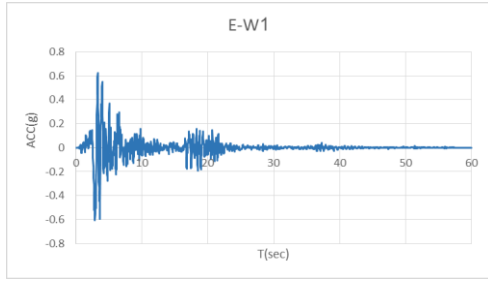
**• ذكر الملحق (2) في البند (3-6-5):**

- يجب نمذجة قدرات وخواص العناصر اللاخطية بشكل ينسجم مع معطيات الاختبارات أو باستعمال التحليل الأساسي مع الأخذ بالحساب معامل الأهمية ويجب عدم تخفيض الانتقال الناتج عن الاستجابة اللامرنة الأعظمية على أن تتوافق مع الفقرة (4-11) في الملحق (2) ( حدود الإزاحة الطابقية).

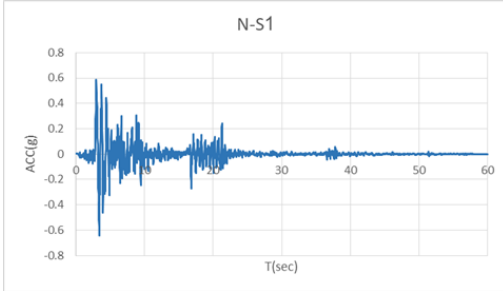
إن ماورد في الملحق (2) للكود العربي السوري لعام (2013) مطابق تماماً لما ورد في الكود UBC97 [3] والنظام [2] ATC55.

**4- تقييس الهزات المستخدمة في****التحليل:**

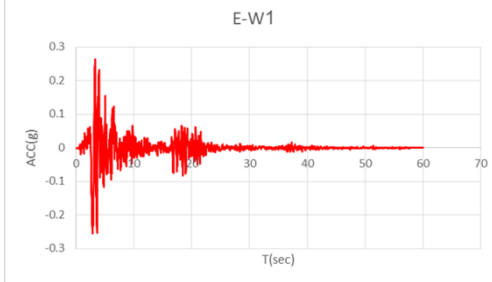
لقد ذكر ملحق الكود الشرط الذي يجب أن تحققه الهزات الأرضية المعايير ولم يذكر طريقة للتقييس لذلك سوف يتم في هذا البحث اعتماد طريقة (Kircher) [4] المعتمدة في ASCE-7-05 (American Society of Civil Engineers) والتي طورت في عام 1990 .



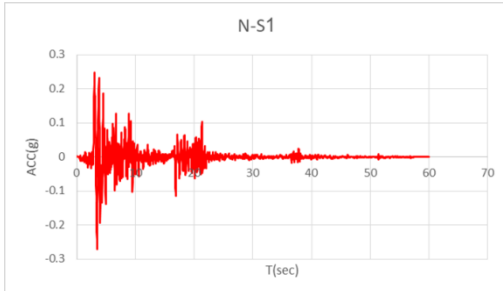
الشكل (3) المركبة الأفقية للهزة (1) قبل التقييس (اتجاه شرق - غرب)



الشكل (4) المركبة الأفقية للهزة (1) قبل التقييس (شمال - جنوب)



الشكل (5) المركبة الأفقية للهزة (1) بعد التقييس (شرق - غرب)



الشكل (6) المركبة الأفقية للهزة (1) بعد التقييس (شمال - جنوب)

### 5- النموذج الرقمي للمبنى المدروس:

تم اختيار المبنى قيد الدراسة في هذا البحث ( الوحدة السكنية الأولى في المدينة الجامعية بمنطقة المزة بدمشق) ليصار إلى دراسة الاستجابة الزلزالية له حيث أنه نفذ في ستينيات القرن الماضي قبل تطوير الكود العربي السوري زلزالياً وبالتالي لم تتم دراسته على الأحمال الزلزالية.

### 2-تم اختيار الهزات العالمية الثلاثة التالية:

الجدول (1) مواصفات الهزات المستخدمة (قبل التقييس)

PGAn(g)	PGAe(g)	PGVn(m/s)	PGVe(m/s)	Recording Station		Earthquake			EQ No
				Name	Name	Year	M		
0.64	0.63	0.805	1.052	Los Gatos	Loma Prieta	1989	7	1	
0.58	0.72	1.604	0.688	Petrolia	C. Mendocino	1992	7.1	2	
0.56	1.07	1.278	1.366	Erzincan	Erzincan	1992	6.7	3	

3- تم مقارنة SRSS للهزات التي تم اختيارها قبل

التقييس مع طيف الاستجابة الهدف.



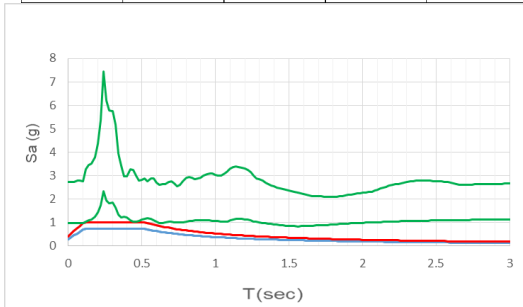
الشكل (1) مقارنة SRSS للهزات قبل التقييس مع طيف

الاستجابة الهدف

4- تنفيذ عملية التقييس:

الجدول (2) مواصفات الهزات المستخدمة (بعد التقييس)

PGAn(g)	PGAe(g)	PGVn(m/s)	PGVe(m/s)	EQ No
0.27	0.26	0.427	0.578	1
0.26	0.35	0.187	0.426	2
0.23	0.36	0.235	0.521	3



الشكل (2) مقارنة SRSS للهزات قبل وبعد التقييس مع

طيف الاستجابة الهدف

سوف يتم عرض المركبتين الأفقيتين للهزة (1)

كمثال قبل وبعد التقييس الأشكال (3)،(4)،(5)،(6).

يرتبط مع باقي العناصر بأربعة عقد على زواياه بأبعاد  $1000*1000\text{mm}$ .

- تم الربط بشكل كامل بين الجزء الإطاري والجزء الصفائحي عند أماكن الالتقاء بحيث ترتبط درجات الحرية في هذه النقط بشكل كامل.

- تم اعتماد نموذج الديافرام نصف الصلب هو (Semirigid Diaphragm) في نمذجة سلوك بلاطات الطوابق بحيث تؤخذ تشوهات البلاطات ضمن مستوياتها بعين الاعتبار عند إجراء التحليل الديناميكي تحت تأثير الهزات الزلزالية.

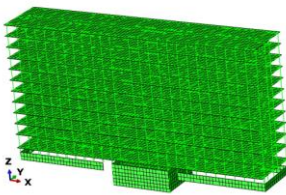
- تم استخدام تسليح طولي وعرضي مساو للتسليح الوارد بالمذكرة الحسابية.

سوف تتم نمذجة الأساسات والترتبة بعناصر حجمية في المرحلة التالية لذلك تم حالياً افتراض وثائق تامة في الاتجاهات X, Y, Z ومنع الدورانات حول المحاور الثلاثة السابقة لعقد أسفل الأعمدة .

- تم فرض حمولات خدمية ضمن المبنى بشكل كتل بغية إدخال أثرها العطالي في التحليل الديناميكي وتحليل التأريخ الزمني لهزات زلزالية تصميمية.

- تم استخلاص خصائص المواد من بيتون وتسليح وكذلك مقاطع العناصر من المذكرة الحسابية للمبنى.

Printed using Abaqus/CAE on: Mon Apr 04 15:20:56 Middle East Daylight Time 2022



الشكل (8) النموذج الرقمي للبناء

- تم معايرة وضبط هذا النموذج الرقمي ليعطي نتائج أكثر قرباً للواقع الفعلي (مراعاة الاختلاف عن المخططات التصميمية، وكذلك التعديلات التي أجريت لاحقاً على المبنى) وذلك بالاعتماد على إحدى

يتألف المنشأ الإطاري المدروس من 10 طوابق متكررة بارتفاع طابقي 3.2 م، وطابق أرضي وقبو على كامل مساحة المبنى وقبو في ثلث المبنى الوسطي كلاً منها بارتفاع 4 م، رقعة البناء (73m\*12.5m).



الشكل (7) مبنى الوحدة الأولى بالمدينة الجامعية بالمرزة

تم بناء نموذج رقمي للمبنى يماثله في أبعاده الهندسية وخصائصه وشروط تحميله في الوضع الاستثماري، على برنامج [5] (ABAQUS 2019) وهو برنامج نمذجة رقمية باستخدام العناصر المحدودة متعدد المهام قادر على محاكاة معظم الظواهر الفيزيائية والحرارية والكيميائية والكهربائية، وكذلك لا خطية المواد واللا خطية الهندسية.

يتألف المبنى حسب النمذجة من:

- جزء إطاري يحتوي عناصر خطية تشكل أعمدة وجوائز المبنى ( استخدم العنصر المنتهي الفراغي (B31) يرمز الحرف إلى نوع العنصر Beam والرقم 3 إلى تمثيله ضمن فضاء ثلاثي البعد والرقم 1 يشير إلى التابع الخطي الممثل لسلوك العنصر وهو عنصر جانزي يتشوه بفعل القوى المحورية والقص والعزم والفتل، ويصلح لنمذجة الجوائز والأعمدة النحيلة والجوائز العميقة، تم تقسيم الأعمدة والجوائز إلى عناصر من هذا النوع بفرض طول العنصر 500mm بشكل وسطي في النموذج ).

- عناصر سطحية تؤلف بلاطات المبنى وجدرانه واستخدم فيها العنصر الصفائحي الفراغي S4R وهو عنصر قشري يتحمل القوى في مستويه وخارج مستويه

الجدول(3) نتائج معالجة أطيااف فورييه وطريقة ناكامورا

الاتجاه	أطيااف فورييه		النسب الطيفية
	التردد Hz	نسبة التخميد	
x	2.46	4.48	14.25
y	2.13	5.33	23.1

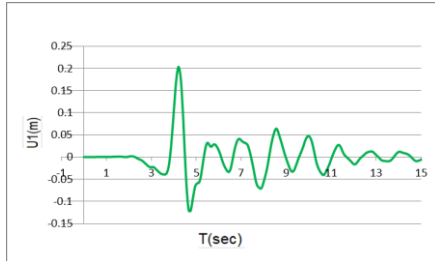
ومن ثم تمت مقارنة الخصائص التجريبية مع الخصائص المستنتجة عند إجراء تحليل نمطي للنموذج الرقمي.

الجدول(4) مقارنة التردد بين النموذج الرقمي وتجربة الضجيج الطبيعي

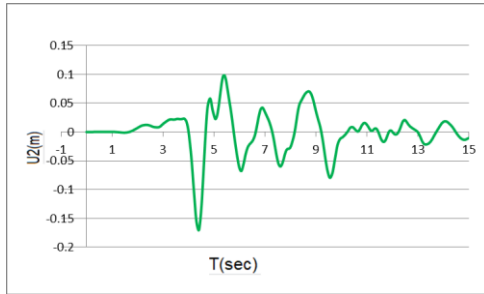
الاتجاه	التردد		النسبة
	تحليلياً	تجريبياً	
X	2.41	2.44	1.23%
Y	2.1	2.12	0.94%

### 6-تنفيذ التحليل الديناميكي الخطي:

تم إجراء التحليل الديناميكي الخطي بتطبيق الهزات الثلاث (تطبيق المركبتين الأفقيتين وفق المحور الطولي للمبنى في الاتجاه الأول X، ووفق المحور العرضي في الاتجاه الثاني Y لكل هزة معاً في كل تحليل وفقاً لتوصيات الكود)، تبين الأشكال من(9) حتى(14) الانتقال في أعلى المبنى (سطح الطابق الأخير) مع الزمن لكل هزة وبالاتجاهين.



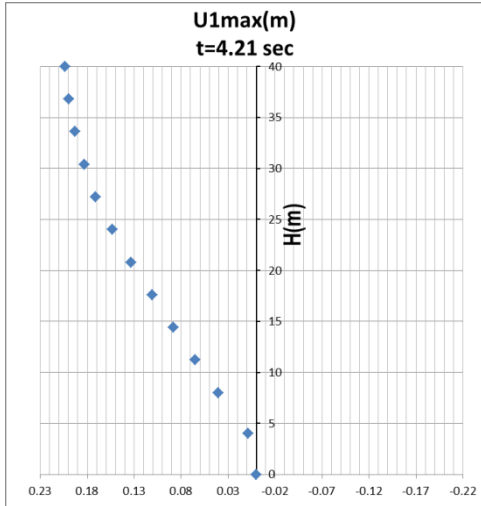
الشكل(9) الانتقال بالاتجاه X- الهزة (1)



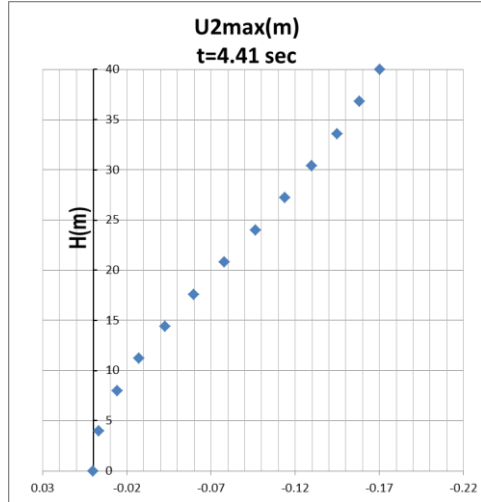
الشكل(10) الانتقال بالاتجاه Y- الهزة (1)

الطرق التجريبية التي تمكن من تحديد الخصائص الديناميكية الفعلية للمنشأ وهي تسجيل الضجيج الطبيعي (تقنية ناكامورا) [6],[7],[8] والتي تعتبر طريقة سهلة وسريعة التطبيق واقتصادية وذات كفاءة، لأنه لا حاجة لتكشف صخر الأساس ولا تحتاج لتفجير ويمكن تطبيقها في أي وقت ضمن الأماكن السكنية المأهولة علماً بأن هذه الطريقة استخدمت أصلاً لتقدير الاستجابة الزلزالية في المواقع وتم استخدامها لاحقاً في تقدير الاستجابة الزلزالية في الأبنية والمنشآت الأخرى حيث يعتبر الضجيج الطبيعي في هذه الحالة إشارة دخل للمبنى الذي يقوم بتضخيمها عند بعض الأدوار حسب الخصائص الديناميكية له حيث أن المركبة الشاقولية للضجيج تنتقل عبر المبنى وتصل الذروة دون أي تضخيم عملياً لاستناد المبنى على الأرض وبالتالي تقييد حركته الشاقولية وتمثل هذه المركبة الإشارة الداخلة للمبنى، في حين أن المركبتين الأفقيتين ستخضعان للتضخيم لأن المبنى حر الحركة أفقياً ولا يوجد تقييد لحركته الأفقية سوى القساوة الجانبية للمبنى وتمثل هاتان المركبتان الإشارة الخارجة من المبنى وبالتالي فإن النسبة بين طيفي فورييه لكل من المركبتين الأفقيتين والمركبة الشاقولية لتسجيل الضجيج الطبيعي، تسمح بتقدير تردد الاستجابة الزلزالية ومقدار التضخيم الحاصل لها.

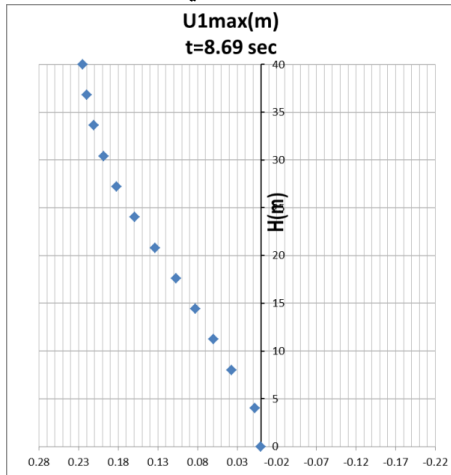
تم تنفيذ قياسين للمبنى، حيث وضع اللاقط الشاقولي في قبو المبنى ووزع خمس لواقط أفقية على سطح المبنى وفق المحور الطولي بتباعد 15م فيما بينها بحيث كان توجه اللواقط الأفقية نحو الغرب في القياس الأول (الاتجاه الطويل للبناء X) بينما كان توجه اللواقط الأفقية نحو الشمال (الاتجاه القصير Y) في القياس الثاني، وتمت معالجة هذين القياسين لاستخراج الخصائص الديناميكية للمبنى يبين الجدول (3) نتائج الدراسة التجريبية:



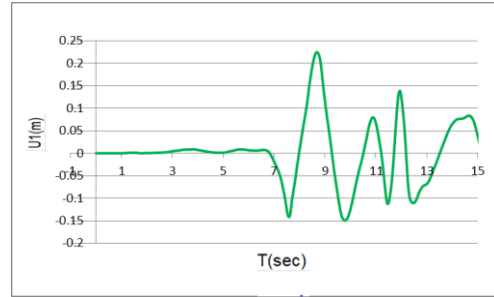
الشكل (15) الانتقال الجانبي بالاتجاه -X -الهزة (1)



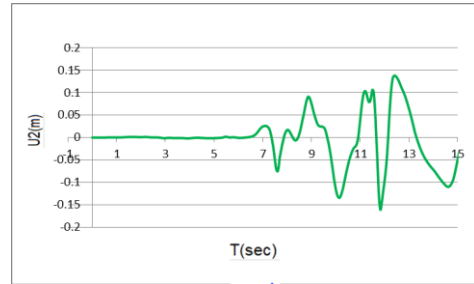
الشكل (16) الانتقال الجانبي بالاتجاه -Y -الهزة (1)



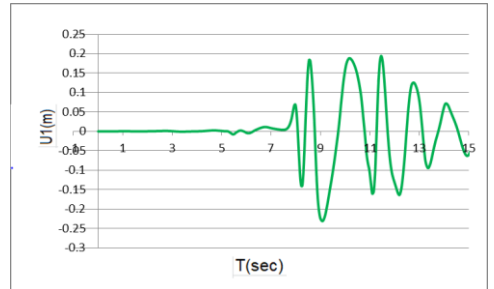
الشكل (17) الانتقال الجانبي بالاتجاه -X -الهزة (2)



الشكل (11) الانتقال بالاتجاه -X -الهزة (2)



الشكل (12) الانتقال بالاتجاه -Y -الهزة (2)



الشكل (13) الانتقال بالاتجاه -X -الهزة (3)



الشكل (14) الانتقال بالاتجاه -Y -الهزة (3)

تبين الأشكال (15) حتى (20) الانتقالات الجانبية بالاتجاهين على كامل ارتفاع المبنى عند تطبيق الهزات الثلاث وذلك عندما يكون الإنتقال أعظماً في أعلى المبنى.



الجدول (5) الانتقال الجانبي الأعظمي في أعلى المبنى

الاتجاه (Y)	الاتجاه (X)	
-0.17(m)	0.20(m)	الهزة (1)
-0.16(m)	0.22(m)	الهزة (2)
0.11(m)	-0.23(m)	الهزة (3)

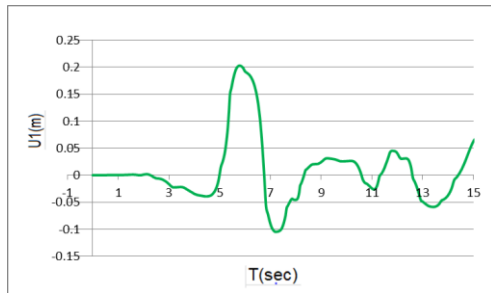
تم اختيار الاستجابة العظمى لكل بارامتر قيد الدراسة بناء على توصيات الملحق (2) للكود العربي السوري في البند (5-6-3).

الجدول (6) الانتقال الطائفي والإزاحة الطائفية

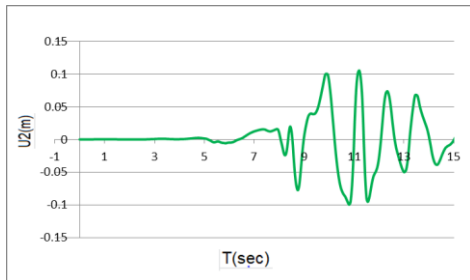
الاتجاه	الانتقال الجانبي (m)	الإزاحة الطائفية (m)
X	0.23	0.034
Y	0.17	0.018

-تنفيذ التحليل الديناميكي اللا خطي:

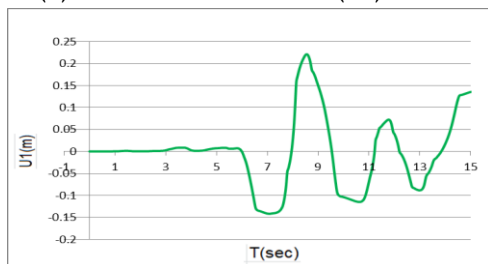
تم إجراء التحليل الديناميكي الخطي بتطبيق الهزات الثلاث، تبين الأشكال من (21) حتى (26) الانتقال في أعلى المبنى (سطح الطابق الأخير) مع الزمن لكل هزة وبالأتجاهين معا.



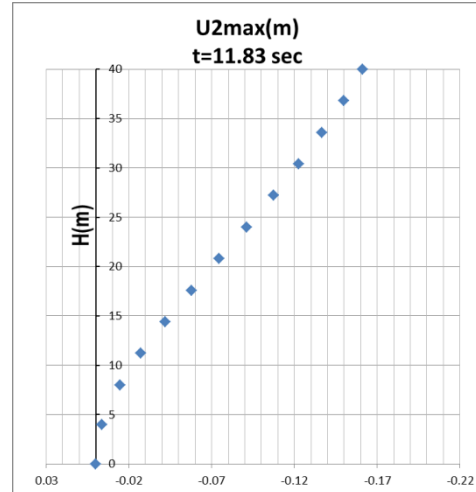
الشكل (21) الانتقال بالاتجاه X - الهزة (1)



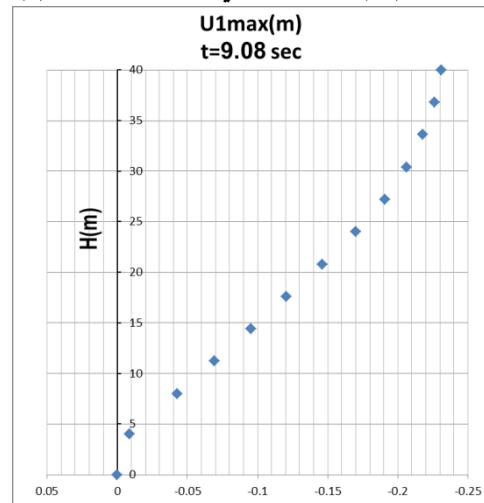
الشكل (22) الانتقال بالاتجاه Y - الهزة (1)



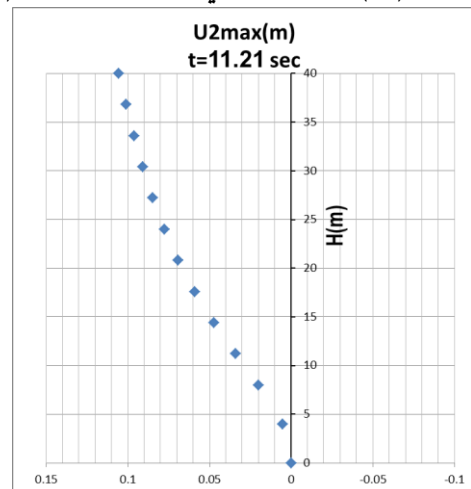
الشكل (23) الانتقال بالاتجاه X - الهزة (2)



الشكل (18) الانتقال الجانبي بالاتجاه Y - الهزة (2)

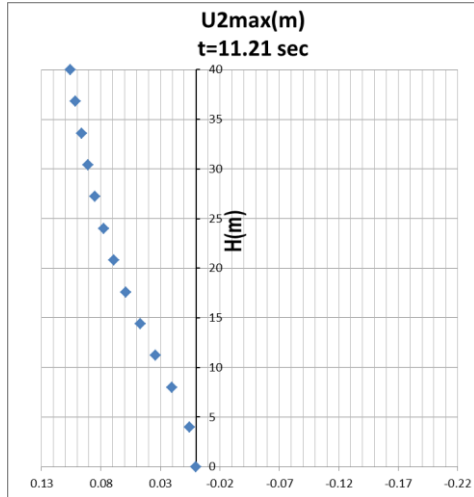


الشكل (19) الانتقال الجانبي بالاتجاه X - الهزة (2)

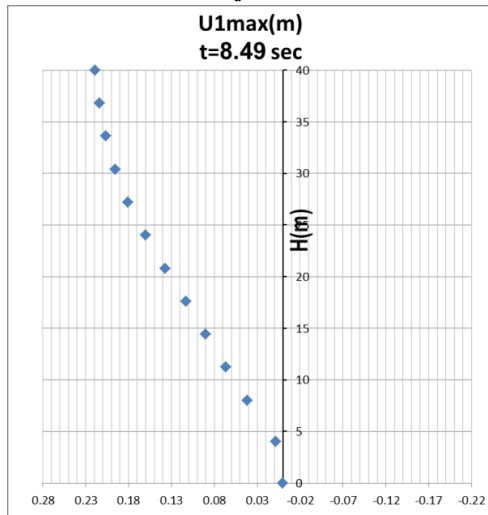


الشكل (20) الانتقال الجانبي بالاتجاه Y - الهزة (3)

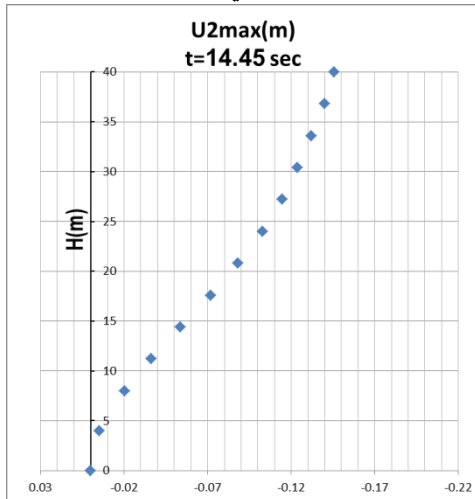
يبين الجدول (5) نتائج الانتقالات الجانبية الأعظمية في كلا الاتجاهين عند تطبيق الهزات الثلاث.



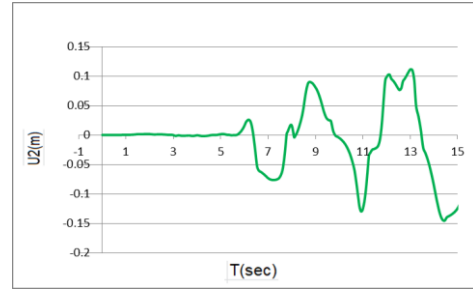
الشكل (28) الانتقال الجانبي بالاتجاه -Y -الهزة (1)



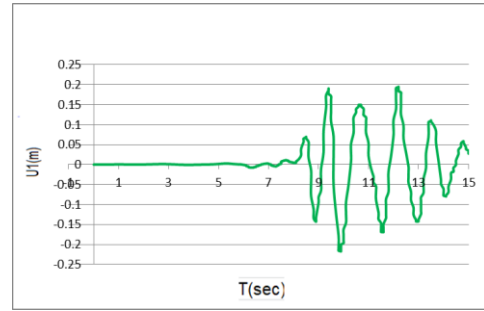
الشكل (29) الانتقال الجانبي بالاتجاه -X -الهزة (2)



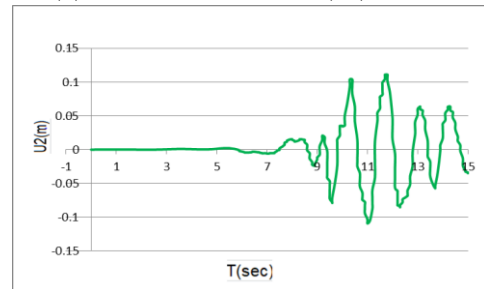
الشكل (30) الانتقال الجانبي بالاتجاه -Y -الهزة (2)



الشكل (24) الانتقال بالاتجاه -Y -الهزة (2)

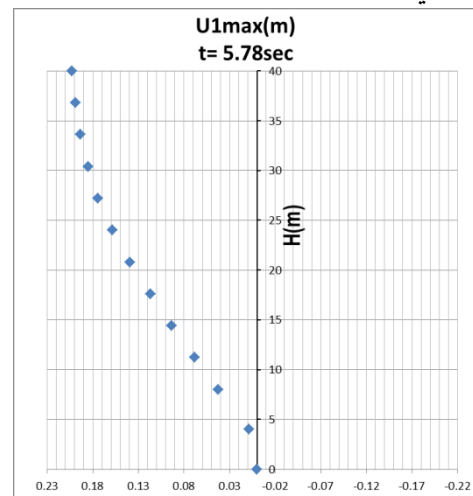


الشكل (25) الانتقال بالاتجاه -X -الهزة (3)



الشكل (26) الانتقال بالاتجاه -Y -الهزة (3)

تبين الأشكال (27) حتى (32) الانتقالات الجانبية بالاتجاهين على كامل ارتفاع المبنى عند تطبيق الهزات الثلاث وذلك عندما يكون الانتقال أعظماً في أعلى المبنى.



الشكل (27) الانتقال الجانبي بالاتجاه -X -الهزة (1)

الجدول (7) الانتقال الجانبي الأعظمي في أعلى المبنى

الاتجاه (Y)	الاتجاه (X)	
0.11(m)	0.20(m)	الهزة (1)
-0.15(m)	0.22(m)	الهزة (2)
-0.11(m)	-0.22(m)	الهزة (3)

تم اختيار الاستجابة العظمى لكل بارامتر قيد الدراسة بناء على توصيات الملحق (2) للكود العربي السوري في البند (5-6-3) ومن ثم تم إيجاد الإزاحة الطابقية ومقارنتها باشتراط الملحق (2) في البند (4-11-2) يجب ألا تتجاوز الإزاحة الطابقية المقدار 0.025 مرة من ارتفاع الطابق في حال كان دور المنشأ أقل من 0.7 ثانية).

الجدول (8) الانتقال الطائفي والإزاحة الطابقية

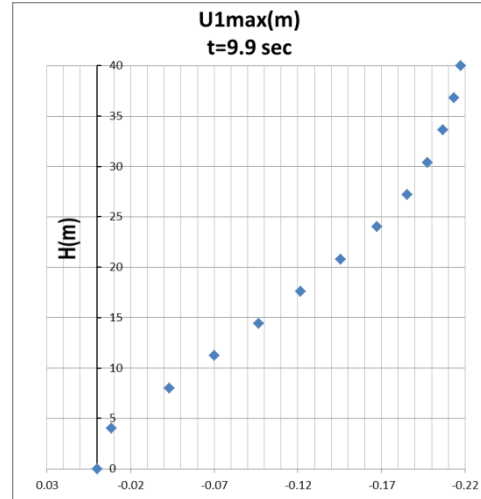
الاتجاه	الانتقال الجانبي	الإزاحة الطابقية	حد الإزاحة وفق الكود
X	0.22(m)	0.034(m)	0.08(m)
Y	0.15(m)	0.018(m)	0.08(m)

### 8- نتائج البحث:

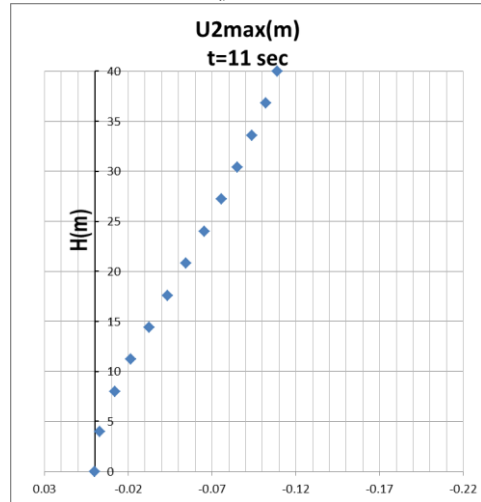
تم في هذا البحث عرض وإيضاح الأسس النظرية للتحليل الديناميكي باستخدام التأريخ الزمني.

- اعتماد طريقة كيرشر للتقييس التي أعطت نتائج توافق متطلبات الملحق (2) للكود العربي السوري.

- أظهر التحليل الديناميكي اللا خطي للمنشأ أن حدود الإزاحة الديناميكية اللدنة في ملحق (2) للكود العربي السوري أعطت هامش أمان بالنسبة للإزاحات اللدنة الناتجة عن التحليل الديناميكي اللا خطي.



الشكل (31) الانتقال الجانبي بالاتجاه X- الهزة (2)



الشكل (32) الانتقال الجانبي بالاتجاه Y- الهزة (3)

يبين الجدول (7) نتائج الانتقالات الجانبية الأعظمية في كلا الاتجاهين عند تطبيق الهزات الثلاث.

## المراجع Reference

- [1] الملحق رقم(2) للكود العربي السوري لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة.(2005).
- [2] ATC-55, Applied technology council,(2005).
- [3] Uniform Building Code UBC97.
- [4] Kircher C.,Code requirements for the selection and scaling of ground motion records,(2005).
- [5] ABAQUS, Version6.14 (2014), Abaqus/Standard User's Manual, DASSAULT SYSTÈMES, Simulia Inc.
- [6] Aki, K. Local site effects on weak and strong ground motion,(1993) .
- [7] Nakamura Y. A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface, ,(1989).
- [8] Nakamura Y., Clear identification of fundamental idea of Nakamura's technique and its applications, (2000).