

## مقارنة متغيرات طيف الاستجابة التصميمي في الكود العربي السوري مع الكودات العالمية لحالة مبنى مزود بجدران قصية

د. ريم خرتش\*

\* قسم هندسة إنشائية، أستاذ مساعد في كلية الهندسة المدنية بالرقعة، جامعة الفرات

### الملخص

يدرس هذا البحث تأثيرات المنطقة الزلزالية على المتحولات الزلزالية الواردة في طيف الاستجابة التصميمي وفق الكود ASCE 7-10، مرجع رقم (2) (ASCE, 2010) والطريقة الستاتيكية المطورة. حيث ينقسم هذا البحث إلى جزأين، أولها يتضمن دراسة تحليلية مقارنة لنتائج متحولات طيف الاستجابة التصميمي وفق الكود ASCE 7-10، بينما يتضمن تطبيقات عملية على برنامج ETabs.

الجزء الأول عبارة عن تحليل متحولات طيف الاستجابة التصميمي وفق الكود ASCE 7-10 وهي عبارة عن ثلاثة متحولات: - التسارع الأرضي الأعظمي PGA. - التسارع الطيفي الموافق لدور 0.2 ثانية. - التسارع الطيفي الموافق لدور 1 ثانية. تم تحليل قيم هذه المتحولات من أجل 34 موقع مرجعي معتمد في الكود ASCE من أجل فترات احتمال تجاوز يساوي إلى 10% خلال فترة 50 سنة (فترة عودة 475 سنة)، واحتمال تجاوز يساوي إلى 5% خلال فترة 50 سنة (فترة عودة 975 سنة)، واحتمال تجاوز يساوي إلى 2% خلال فترة 50 سنة (فترة عودة 2475 سنة). تم اعتماد قيم المتحولات الزلزالية الواردة في الإصدار الأخير من البرنامج المنجز من قبل مركز الإحصائيات الجيولوجية في الولايات المتحدة الأمريكية، مرجع رقم (8) (USGS, 2020). يتضمن الجزء الثاني من البحث تطبيقات عملية باستعمال برنامج Etabs على منشأ نموذجي ذو عشر طوابق من البيتون المسلح، يعتمد على الجدران القصية في مقاومة أحمال الزلازل. عدد التطبيقات يساوي إلى 20 تطبيق، في خمسة من هذه التطبيقات تم تطبيق طيف الاستجابة التصميمي الموافق للطريقة الستاتيكية المكافئة، (ملحق الكود العربي السوري (2)) وهي ذاتها الواردة في كود البناء الموحد، مرجع رقم (7) (UBC97, 1997) على المناطق الزلزالية الخمسة. بينما تم تطبيق التطبيقات العشرة التالية باستعمال طريقة طيف الاستجابة التصميمي الموافق للكود ASCE7-10 على خمس مدن أمريكية معلومة المتحولات الزلزالية، مختارة بحيث تغطي كل الشدات الزلزالية ودور عودة يساوي إلى 475 سنة و 2475 سنة. التطبيقات الخمسة الأخيرة طبقت باستعمال طيف الاستجابة التصميمي وفق الطريقة الستاتيكية المطورة على خمس مدن سورية تغطي كل الشدات الزلزالية أيضاً.

كلمات مفتاحية: طيف الاستجابة التصميمي - الاستجابة الزلزالية - المتحولات الزلزالية

## 1. مقدمة

لقد شهد التحليل والتصميم الزلزالي تطوراً كبيراً خلال العقود الأخيرة، حيث تم تطوير عدد من الكودات التي تعتمد مبدأ التصميم المعتمد على القوى الزلزالية. على الرغم من أنها جميعاً تتشابه بكون التصميم يعتمد على التحليل المرن، ويتم إدراج أثر الطاقة المتبددة اللامرنة عن طريق معامل الاستجابة اللامرنة، مرجع رقم (5) (Khose، 2011). إلا أنها تختلف في حساب المتحولات الزلزالية بشكل أساسي. إذ اعتمد الكود UBC97 سابقاً على تسارع أرضي أعظمي PGA محسوب من أجل احتمال تجاوز قدره 10% خلال خمسين عاماً (أي فترة عودة 475 سنة) في حين اعتمد الكود ASCE 7-10 على تسارع أرضي أعظمي PGA محسوب من أجل احتمال تجاوز قدره 2% خلال خمسين عاماً (أي فترة عودة 2475 سنة). لا شك أن الفروقات في حساب القص القاعدي الزلزالي لا يُستهان بها وللوقوف على نسب تغييراتها وإجراء المقارنة بين الكودات، تم إجراء عدة تحليلات تخص المتحولات الزلزالية بالاعتماد على الأداة التي يوفرها مركز الإحصائيات الجيولوجية في الولايات المتحدة الأمريكية، (USGS, 2020). بالإضافة إلى 20 تحليل ديناميكي بالاعتماد على طيوف الاستجابة التصميمية المختلفة باستعمال برنامج Etabs.

## 2. هدف البحث

يهدف هذا البحث إلى فهم تغييرات المتحولات الزلزالية حسب المناطق الزلزالية وعلاقتها ببعضها وبالمنطقة الزلزالية واحتمال عدم التجاوز أو احتمال العودة وتأثيرها على قوة القص القاعدي. كذلك الأمر مقارنة تغييرات قوة القص القاعدي المحسوبة وفقاً لطيف الاستجابة التصميمي الخاص بالطريقة الستاتيكية المكافئة، (UBC97, 1997) وطيف الاستجابة التصميمي الخاص بالطريقة الستاتيكية المطورة، (ملحق الكود العربي السوري (2))، و(ASCE, 2010).

## 3. منهجية البحث

يعتمد البحث على كل من المنهج التحليلي والمنهج المقارن حيث تم إجراء عدد من التحليلات الخاصة بالمتحولات الزلزالية وفقاً لعدد من الكودات ومن أجل مناطق الزلزالية تغطي مختلف الشدات الزلزالية. بعد ذلك تمت مقارنة هذه النتائج فيما بينها للوصول إلى فهم تغييرات كل هذه المتحولات مع بعضها وتأثير المنطقة الزلزالية عليها ومن ثم تقييم القيم الواردة في ملحق الكود العربي السوري الخاص بالزلزل، (ملحق الكود العربي السوري (2)).

## 4. طريقة البحث:

### 4.1 تحليل قيم المتحولات الزلزالية وفقاً لاحتمال عدم التجاوز:

تم اعتبار احتمال عدم التجاوز في كود البناء الموحد مساوياً إلى 10% خلال 50 سنة أي فترة عودة تساوي إلى 475 سنة. بينما بعد تطور تقنيات القياس الجيولوجية وطرق الحساب والتحليل تمت زيادة هامش الأمان في الكود ASCE7 فأصبح احتمال عدم التجاوز مساوياً إلى 2% خلال فترة 50 سنة. أي فترة عودة تساوي إلى 2475 سنة.

إن البرنامج الخاص بمركز الإحصائيات الجيولوجية في الولايات المتحدة الأمريكية، (USGS, 2020) يُعطي قيم المتحولات الزلزالية وفقاً لأي فترة عودة مختارة. تم استخراج قيم المتحولات الزلزالية الثلاث من أجل 34 موقع زلزلي مرجعي معتمد في الكود (ASCE7-16) هذه المواقع مبيّنة في الجدول C22-1، (ASCE7, 2016) ، بعد ذلك تمت مقارنة هذه القيم بالنسبة لبعضها عن طريق رسم نسبها بالنسبة للتسارع الأرضي الأعظمي من أجل احتمال تجاوز قدره 10%.

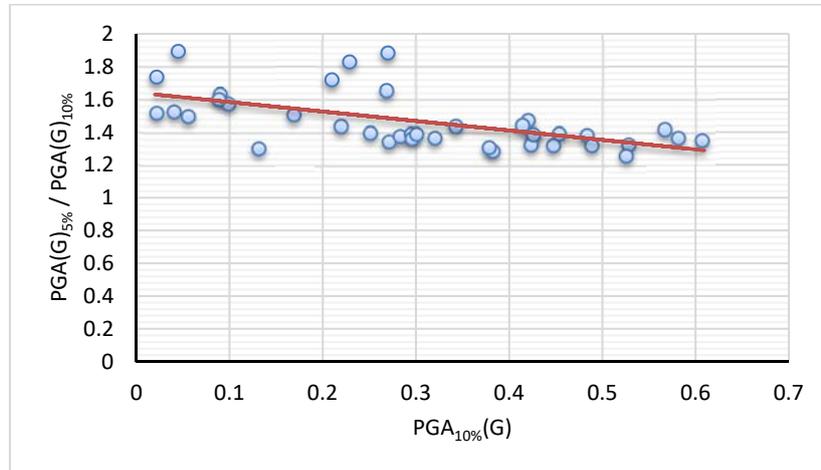
#### 4.1.1 نسبة التسارع الأرضي الأعظمي:

بأخذ نسبة التسارع الأرضي الأعظمي المحسوب من أجل احتمال تجاوز قدره 5% (فترة عودة 975 سنة)  $PGA_{5\%}$  إلى التسارع الأرضي الأعظمي المحسوب من أجل احتمال تجاوز 10% (فترة عودة 475 سنة)  $PGA_{10\%}$  تم الحصول على التغيرات المبيّنة بالشكل (1). يُمكن الحصول على مستقيم متوسط للقيم معادلته تساوي إلى:

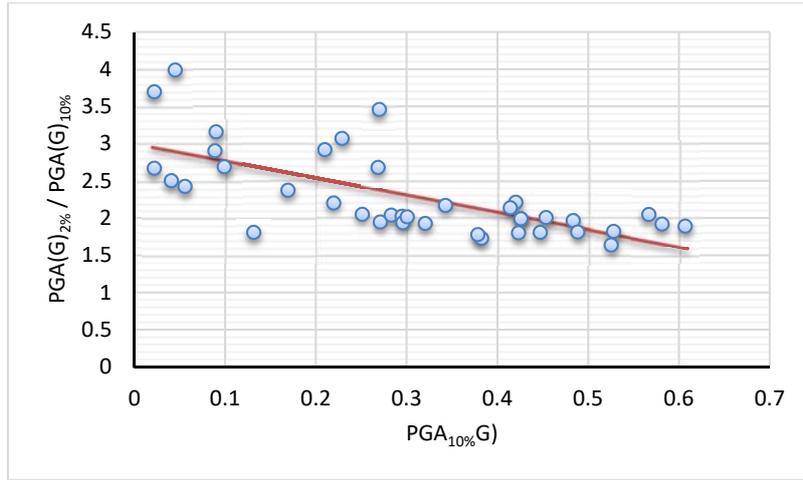
$$PGA_{5\%} / PGA_{10\%} = -0.577PGA_{10\%} + 1.64 \quad (4-1)$$

بأخذ نسبة التسارع الأرضي الأعظمي المحسوب من أجل احتمال تجاوز قدره 2% (فترة عودة 2475 سنة)  $PGA_{2\%}$  إلى التسارع الأرضي الأعظمي المحسوب من أجل احتمال تجاوز 10% (فترة عودة 475 سنة)  $PGA_{10\%}$  تم الحصول على التغيرات المبيّنة بالشكل (2). يُمكن الحصول على مستقيم متوسط للقيم معادلته تساوي إلى:

$$PGA_{2\%} / PGA_{10\%} = -2.31PGA_{10\%} + 3 \quad (4-2)$$



الشكل (1) نسبة  $PGA_{5\%}$  إلى  $PGA_{10\%}$

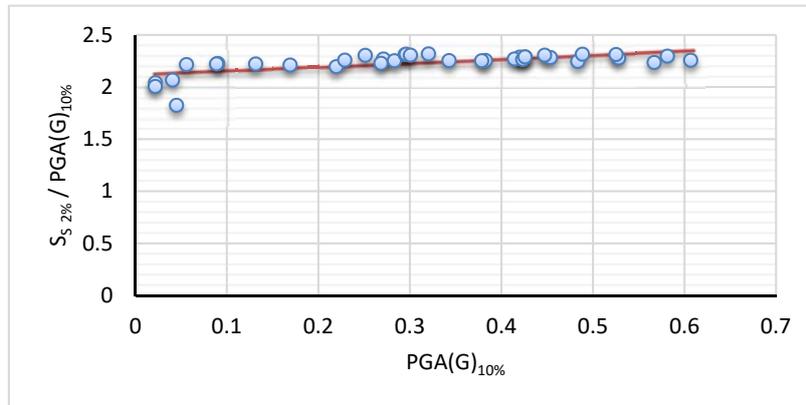
الشكل (2) نسبة  $PGA_{2\%}$  إلى  $PGA_{10\%}$ 

#### 4.1.2 نسبة التسارع الطيفي عند الأدوار القصيرة $S_s$ إلى التسارع الأرضي الأعظمي:

تمت دراسة تغيرات نسبة التسارع الطيفي عند الأدوار القصيرة (0.2 ثانية) إلى التسارع الأرضي الأعظمي من أجل فترات عودة مختلفة فكانت النتائج كما يلي:

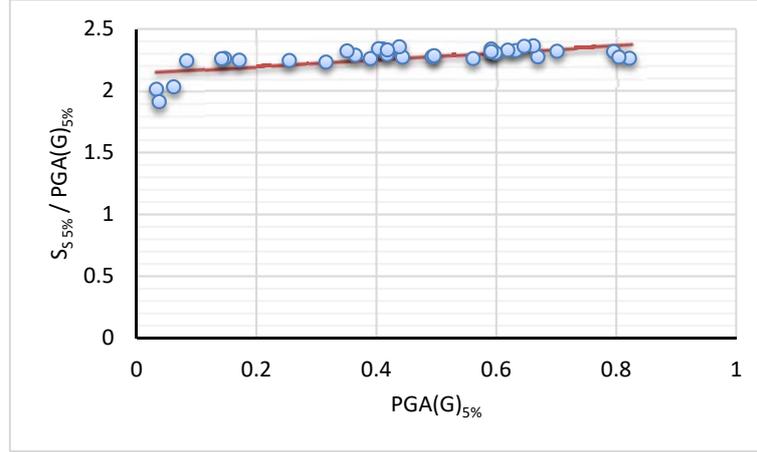
- فترة عودة 475 سنة، الشكل (3) يُمكن الحصول على مستقيم متوسط للقيم معادلته تساوي إلى:

$$S_{S_{10\%}} / PGA_{10\%} = 0.38PGA_{10\%} + 2.12 \quad (4-3)$$

الشكل (3) نسبة  $S_{s10\%}$  إلى  $PGA_{10\%}$ 

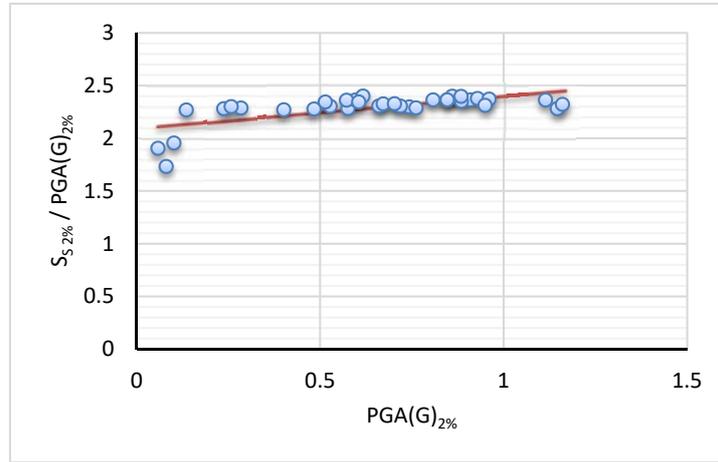
- فترة عودة 975 سنة، الشكل (4) يُمكن الحصول على مستقيم متوسط للقيم معادلته تساوي إلى:

$$S_{S_{5\%}} / PGA_{5\%} = 0.278PGA_{5\%} + 2.144 \quad (4-4)$$

الشكل (4) نسبة  $S_{s5\%}$  إلى  $PGA_{5\%}$ 

- فترة عودة 2475 سنة، الشكل (5) يُمكن الحصول على مستقيم متوسط للقيم معادلته تساوي إلى:

$$S_{s2\%} / PGA_{2\%} = 0.3PGA_{2\%} + 2.1 \quad (4-5)$$

الشكل (5) نسبة  $S_{s2\%}$  إلى  $PGA_{2\%}$ 

بالمقارنة مع الدراسة البحثية المجراة من قبل (Aluisi، 2012)، مرجع رقم (1). وذلك من أجل حوالي خمسين موقعاً في أمريكا، أوروبا، أفريقيا، أوسط آسيا، أستراليا والشرق الأوسط. والتي تُعطي نسبة التسارع الطيفي من أجل الأدوار القصيرة إلى التسارع الأرضي الأعظمي بالمقدار 2.265، يُلاحظ أن النسب الناتجة لدينا متقاربة مع المرجع المذكور. بناءً على ذلك يمكن تخمين قيم التسارع الطيفي عند الأدوار القصيرة من أجل المناطق الزلزالية الخمسة في الجمهورية العربية السورية كما في الجدول (1).

جدول (1) القيم التقريبية للتسارع الطيفي عند الأدوار القصيرة

نسبة العمود (5) إلى العمود (6) %	$S_s$ (2%) (Aluisi, 2012)	$S_s$ (2%) (EQ 4-5)	$S_s$ (10%) (EQ 4-3)	PGA (2%) (EQ 4-2)	PGA (10%)	النشاط الزلزالي
98.01325	1.8806	1.843204	0.9088	0.830272	0.4	4

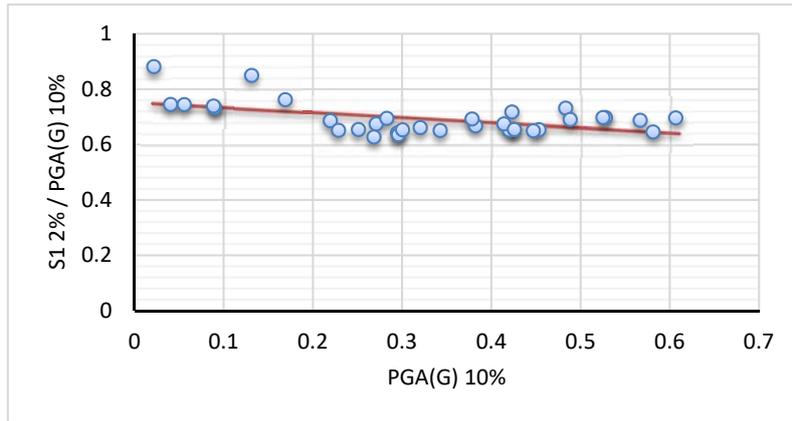
96.68874	1.5674	1.515541	0.6702	0.692028	0.3	3
96.02649	1.3716	1.317126	0.55375	0.605575	0.25	2C
95.36424	1.1496	1.096347	0.4392	0.507568	0.2	2B
94.70199	0.9015	0.853725	0.32655	0.398007	0.15	2A
93.70861	0.4802	0.449974	0.161138	0.212002	0.075	1

### 4.1.3 نسبة التسارع الطيفي عند الدور 1 ثانية $S_1$ إلى التسارع الأرضي الأعظمي:

تمت دراسة تغيرات نسبة التسارع الطيفي الدور 1 ثانية إلى التسارع الأرضي الأعظمي من أجل فترات عودة مختلفة فكانت النتائج كما يلي:

- فترة عودة 475 سنة، الشكل (6) يُمكن الحصول على مستقيم متوسط للقيم معادلته تساوي إلى:

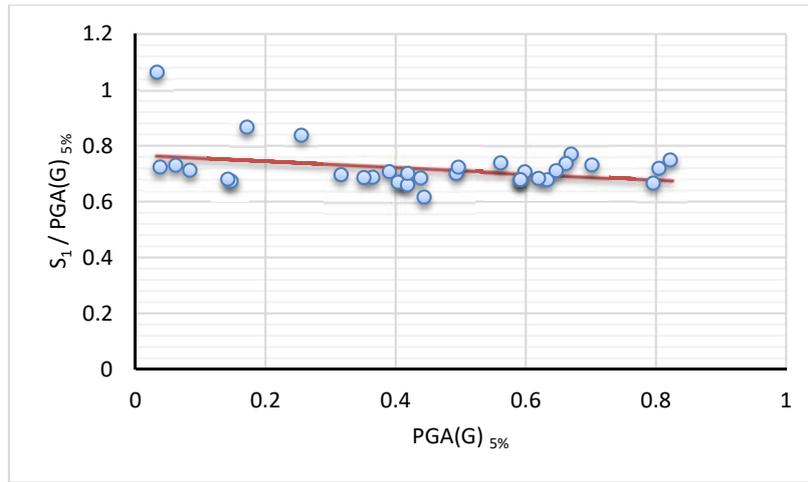
$$S_{1_{10\%}} / PGA_{10\%} = -0.1813PGA_{10\%} + 0.7523 \quad (4-6)$$



الشكل (6) نسبة  $S_{1_{10\%}}$  إلى  $PGA_{10\%}$

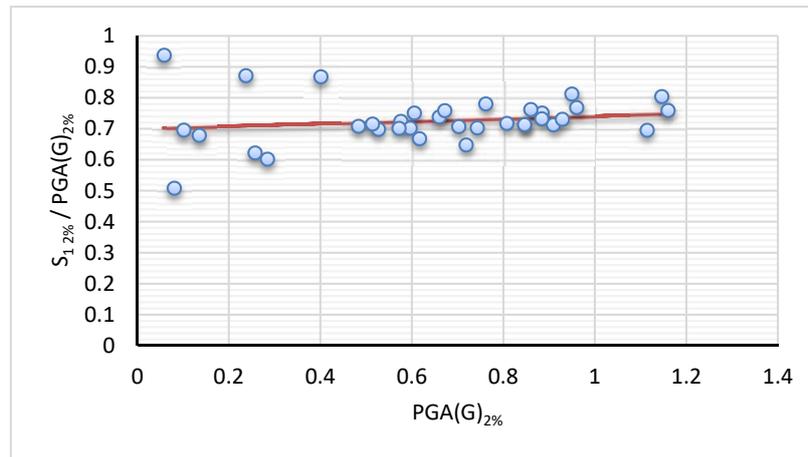
- فترة عودة 975 سنة، الشكل (7) يُمكن الحصول على مستقيم متوسط للقيم معادلته تساوي إلى:

$$S_{1_{5\%}} / PGA_{5\%} = -0.111PGA_{5\%} + 0.767 \quad (4-7)$$

الشكل (7) نسبة  $S_{1\ 5\%}$  إلى  $PGA_{5\%}$ 

- فترة عودة 2475 سنة، الشكل (8) يُمكن الحصول على مستقيم متوسط للقيم معادلته تساوي إلى:

$$S_{1\ 2\%} / PGA_{2\%} = 0.0404PGA_{2\%} + 0.701 \quad (4-8)$$

الشكل (8) نسبة  $S_{1\ 2\%}$  إلى  $PGA_{2\%}$ 

بالمقارنة مع الدراسة البحثية المجراة من قبل (Aluisi، 2012) من أجل حوالي خمسين موقعاً في أمريكا، أوروبا، أفريقيا، وأوسط آسيا، أستراليا والشرق الأوسط. والتي تُعطي نسبة التسارع الطيفي من أجل الدور 1 ثانية إلى التسارع الأرضي الأعظمي بالمقدار 0.753 ، يُلاحظ أن النسب الناتجة لدينا متقاربة مع المرجع المذكور. يمكن تخمين قيم التسارع الطيفي عند الأدوار القصيرة من أجل المناطق الزلزالية الخمسة في الجمهورية العربية السورية كما في الجدول (2).

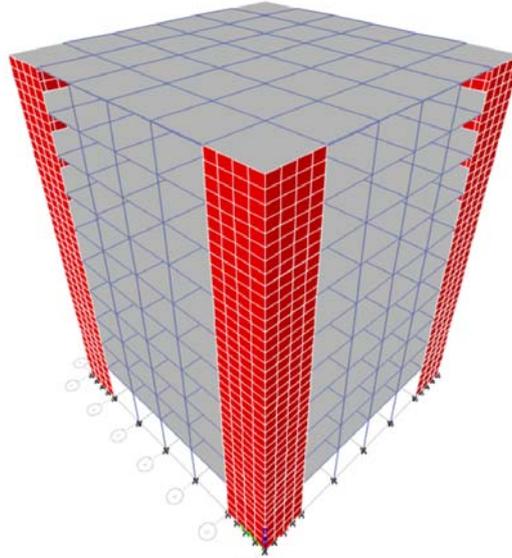
جدول (2) القيم التقريبية للتسارع الطيفي عند الدور 1 ثانية

النشاط الزلزالي	$PGA_{10\%}$	$PGA_{2\%}$ (EQ 4-2)	$S_{1\ 10\%}$ (EQ 4-6)	$S_{1\ 2\%}$ (EQ 4-8)	$S_{1\ 2\%}$ (Aluisi, 2012)	نسبة العمود (5) إلى العمود (6) %
4	0.4	0.830272	0.271912	0.595438	0.625195	95.24037

94.70385	0.521097	0.493499	0.209373	0.692028	0.3	3
94.43559	0.455998	0.430624	0.176744	0.605575	0.25	2C
94.16733	0.382199	0.359906	0.143208	0.507568	0.2	2B
93.89907	0.299699	0.281415	0.108766	0.398007	0.15	2A
93.49668	0.159637	0.149256	0.055403	0.212002	0.075	1

### 5. التطبيقات العملية:

تم إجراء 20 تحليلاً على نموذج منتظم مؤلف من عشر طوابق يعتمد كلياً على الجدران القصية في مقاومة القص القاعدي. أبعاد مسقط البناء 4x6m بالاتجاهين. ارتفاع الطابق الأرضي 4m وارتفاع الطابق المتكرر 3m، وزن البناء 64307kN.



الشكل (9) النموذج المستخدم في التطبيقات

كانت نتائج تحليل الأنماط كما هو مبين بالجدول (1)، حيث كان الدور الأول وفق الاتجاه X مساوياً إلى 1.061 ثانية، تم الاكتفاء بعشر أنماط نظراً لكون نسبة مساهمة الكتلة تجاوزت 90%، حيث يتم أخذ الأنماط الطبيعية فقط بالحسبان بدون الأنماط الانسحابية (rigid body modes) كما هو موصى به في الإصدار الأخير من الكود ASCE7-16، (FEMA P1050,2016).

جدول (3) أدوار الاهتزاز ونسب مساهمة الكتلة

النمط	الدور (sec)	Sum UZ	Sum UY	Sum UX	Uz	Uy	Ux
1	1.061	0	0.0004	0.7237	0	0.0004	0.7237
2	1.061	0	0.7242	0.7242	0	0.7238	0.0004
3	0.274	0	0.7252	0.8937	0	0.001	0.1695
4	0.274	0	0.895	0.8947	0	0.1698	0.001

0.056	0.0005	2.9E-05	0.9507	0.8955	2.86E-05	0.136	5
0.0008	0.0848	0.0015	0.9514	0.9803	0.0015	0.124	6
3.2E-05	0.0004	0.6353	0.9515	0.9807	0.6368	0.12	7
0.002	0.0005	0.1077	0.9534	0.9812	0.7444	0.1	8
0.0391	0.0002	0.0058	0.9925	0.9814	0.7502	0.084	9
0.0002	4. E-05	0.2011	0.9927	0.9814	0.9513	0.054	10

### 5.1 طيف الاستجابة التصميمي وفقاً للطريقة الستاتيكية المكافئة وكود البناء الموحد UBC97:

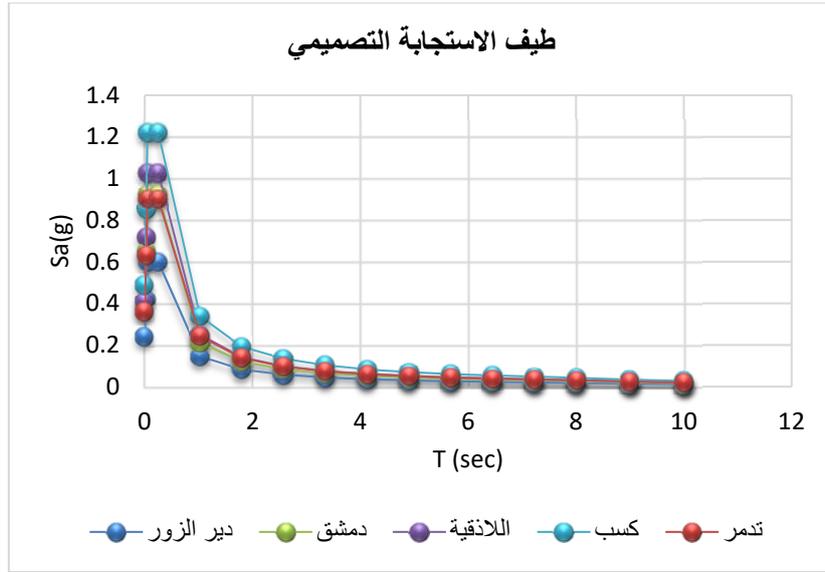
تم إجراء خمس تحليلات باعتبار مساهمة أنماط الاهتزاز العشرة الواردة في الجدول (1)، من أجل مبنى جدران قصية مؤسس على تربة تأسيس معيارية صخرية صلبة  $S_B$  ، باعتبار عامل المطاوعة  $R=4.5$  ومعامل الأهمية  $I=1$  حيث يكون معامل التقييس مساوياً إلى  $I/R$  ، وذلك من أجل مدن واقعة في مناطق زلزالية تغطي الشدات المختلفة وهي (Zone1, Zone2A, Zone2B, Zone3, Zone4). بالنتيجة كانت القيم متطابقة بين المدن السورية والمدن المرجعية معلومة المتحولات الزلزالية بدقة والواقعة في الولايات المتحدة الأمريكية، الجدول (4).

جدول (4) نتائج تحليلات طيف الاستجابة التصميمي وفقاً للطريقة الستاتيكية المكافئة والكود UBC97

المنطقة الزلزالية	المدينة السورية	المدينة المرجعية	PGA(g) سنة	$C_a$	$C_v$	القصر القاعدي (kN)
1	دير الزور	East Cleveland	0.075	0.08	0.08	953.52
2A	تدمر	Sacramento	0.15	0.15	0.15	1787.85
2B	دمشق	Memphis	0.2	0.2	0.2	2383.8
3	اللاذقية	Olympia	0.3	0.3	0.3	3575.7
4	كسب	Los Angeles	0.4	0.4	0.4	4767.6

### 5.2 طيف الاستجابة التصميمي وفقاً للطريقة الستاتيكية المطورة والكود ASCE7-10:

أجريت التحليلات الخمسة التالية على ذات النموذج المبين بالشكل (9) من أجل تربة تأسيس معيارية صخرية صلبة  $S_B$  ، وباعتبار  $R = 5, \Omega = 2.5, C_d = 4.5, I = 1$  وذلك من أجل مدن سورية واقعة في مناطق زلزالية تغطي الشدات الزلزالية المختلفة وذلك بالاعتماد على المتحولات الزلزالية الواردة في ملحقات الكود العربي السوري الخاص بالزلازل، (ملحق الكود العربي السوري (2)).



الشكل (10) طيوف الاستجابة التصميمية للمدن السورية النموذجية من أجل فترة عودة 475 سنة

تم تلخيص النتائج في الجدول (5):

جدول (5) نتائج تحليلات طيف الاستجابة التصميمي للمدن السورية النموذجية وفقاً للطريقة الستاتيكية المطورة والكود ASCE7-10

القص القاعدي (kN)	$S_S$ سنة 475	$S_I$ سنة 475	المدينة السورية
1917.17	0.9	0.225	دير الزور
2826.3	1.386	0.327	تدمر
3105.44	1.352	0.374	دمشق
3273	1.538	0.384	اللاذقية
4266	1.83	0.521	كسب

بينما أجريت التحليلات العشرة الأخيرة على النموذج المبين بالشكل (9) من أجل تربة تأسيس معيارية صخرية صلابة  $S_B$ ، وباعتبار  $R = 5, \Omega = 2.5, C_d = 4.5, I = 1$ ، وذلك من أجل المدن الخمس المرجعية معلومة المتحولات الزلزالية  $S_1, S_S$  في (USGS، 2020). حيث تم إجراء التحليلات مرة من أجل فترة عودة 475 سنة بما يتوافق مع المتحولات الزلزالية  $S_1, S_S$  في ملحق الكود السوري ومرة من أجل فترة عودة 2475 سنة بما يتوافق مع المتحولات الزلزالية في ASCE7-10 و USGS. تم تلخيص النتائج في الجدول (6):

جدول (6) نتائج تحليلات طيف الاستجابة التصميمي للمدن المرجعية وفقاً للكود ASCE7-10

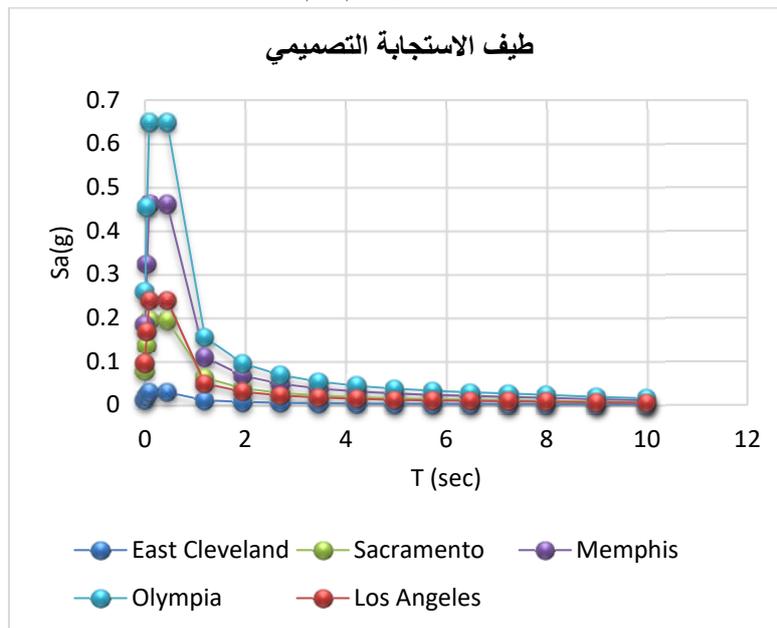
القص القاعدي (kN)	$S_S$ سنة 2475	$S_I$ سنة 2475	القص القاعدي (kN)	$S_S$ سنة 475	$S_I$ سنة 475	المدينة المرجعية
332	0.1401	0.0411	134	0.0439	0.0193	East Cleveland
1503	0.5419	0.207	811	0.2921	0.1117	Sacramento
2492	1.0642	0.3056	1334	0.3605	0.0881	Memphis

3529.5	1.4198	0.4545	1611.4	0.6932	0.1963	Olympia
4809	2	0.6034	4265.8	0.9744	0.2787	Los Angeles

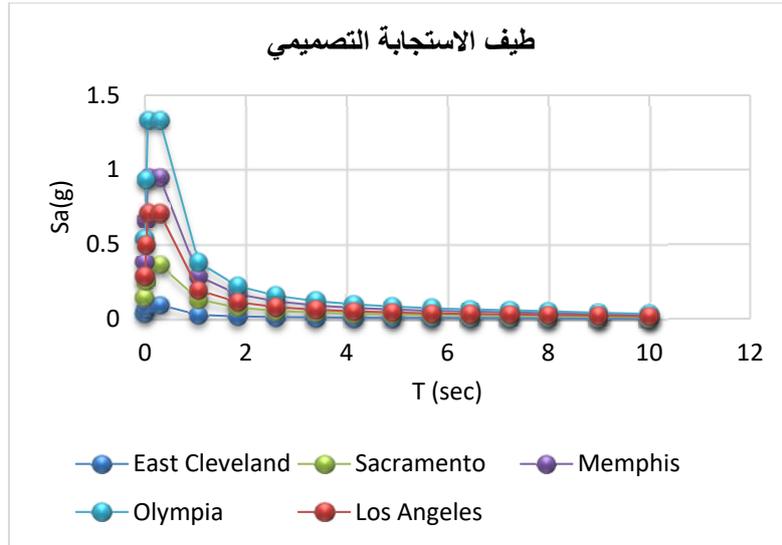
جدول (7) مقارنة نتائج تحليلات طيف الاستجابة التصميمي للمدن المرجعية

نسبة القص القاعدي وفق الكود UBC97 إلى القص القاعدي وفق الكود ASCE7-10 (%)	القص القاعدي سنة 2475 ASCE7-10 (kN)	القص القاعدي UBC97 (kN)	المدينة المرجعية
287.2048	332	953.52	East Cleveland
118.9521	1503	1787.85	Sacramento
95.65811	2492	2383.8	Memphis
101.309	3529.5	3575.7	Olympia
99.13911	4809	4767.6	Los Angeles

يُلاحظ من الجدول (7) أن نتائج القص القاعدي للمدن المرجعية متقاربة عدا المنطقة الزلزالية رقم (1) ذلك لأن القص القاعدي في هذه المنطقة كان أقل من الحد الأدنى ولم يتم اعتبار الحد الأدنى.



الشكل (11) طيوف الاستجابة التصميمية للمدن المرجعية من أجل فترة عودة 475 سنة



الشكل (12) طيوف الاستجابة التصميمية للمدن المرجعية من أجل فترة عودة 2475 سنة

إن طيوف الاستجابة وفق الكود ASCE7-10 من أجل فترة عودة 2475 سنة تختلف بشكل كبير عن طيوف الاستجابة وفق الكود ASCE7-10 من أجل فترة عودة 475 سنة حيث تتراوح النسبة بينها بين 2.12-3.2 أي من ضعفين إلى ثلاثة أضعاف، في حين كانت نتائج الكود UBC97 من أجل  $C_a$   $C_v$  بفترة عودة 475 سنة مقارنة مع نتائج ASCE7-10 من أجل  $S_1, S_s$  بفترة عودة 2475 سنة. بالمقارنة بين نتائج المدن السورية النموذجية والمدن المرجعية يتم الحصول على النتائج الواردة في الجدول (8):

جدول (8) مقارنة نتائج تحليلات طيف الاستجابة التصميمي بين المدن السورية النموذجية والمدن المرجعية

النسبة 2%	النسبة 1%	القص القاعدي (kN) 2475 سنة	القص القاعدي (kN) 475 سنة	المدينة المرجعية	القص القاعدي (kN) 475 سنة	المدينة السورية
1430.7239	577.46084	332	134	East Cleveland	1917.17	دير الزور
348.49568	188.04391	1503	811	Sacramento	2826.3	تدمر
232.7916	124.61637	2492	1334	Memphis	3105.44	دمشق
203.1153	92.732682	3529.5	1611.4	Olympia	3273	اللاذقية
100.00469	88.708671	4809	4265.8	Los Angeles	4266	كسب

- إن النسبة 1 تمثل نسبة نتائج القص القاعدي للمدن السورية النموذجية وفقاً للمتحولات الزلزالية  $S_1, S_s$  الواردة في ملحق الكود السوري رقم (2) والمحسوبة كما هو وارد في الملحق من أجل فترة عودة قدرها 475 سنة، إلى نتائج القص القاعدي للمدن المرجعية المقابلة وفقاً للمتحولات الزلزالية الواردة في USGS، (USGS، 2020) من أجل فترة عودة 475 سنة.
- إن النسبة 2 تمثل نسبة نتائج القص القاعدي للمدن السورية النموذجية وفقاً للمتحولات الزلزالية  $S_1, S_s$  الواردة في ملحق الكود السوري رقم (2) والمحسوبة كما هو وارد في الملحق من أجل فترة عودة قدرها 475 سنة،

إلى نتائج القص القاعدي للمدن المرجعية المقابلة وفقاً للمتحولات الزلزالية الواردة في USGS، (USGS، 2020) من أجل فترة عودة 2475 سنة وهي الفترة المعتمدة في الكود ASCE7-10، أي احتمال تجاوز يساوي إلى 2% خلال خمسين سنة.

### 5.3 قيم قوة القص القاعدي بالاعتماد على الطريقة الستاتيكية المطورة، ASCE7-10:

تمّ حساب قوة القص القاعدي من أجل النموذج المدروس لثمانية عشر مدينة سورية من أجل الدور الديناميكي الأول 1.064sec بالاعتماد على الطريقة الستاتيكية المطورة الواردة في ملحق الكود السوري رقم (2) مع المقارنة مع القيم العظمى والدنيا. النتائج مبينة في الشكل (10).

يحسب القص القاعدي من العلاقة:

$$V = C_s W \quad (4-9)$$

حيث يحسب Cs معامل الاستجابة الزلزالية كما يلي:

$$T \leq T_L \Rightarrow C_s = \frac{S_{D1}}{T \left( \frac{R}{I_e} \right)} \quad (4-10)$$

$$T > T_L \Rightarrow C_s = \frac{S_{D1} T_L}{T^2 \left( \frac{R}{I_e} \right)}$$

$T_L$ : الدور الطويل الانتقالي بالثانية ويؤخذ مساوياً 8 ثانية في جميع أراضي الجمهورية العربية السورية

الحد الأعلى لمعامل الاستجابة الزلزالية:

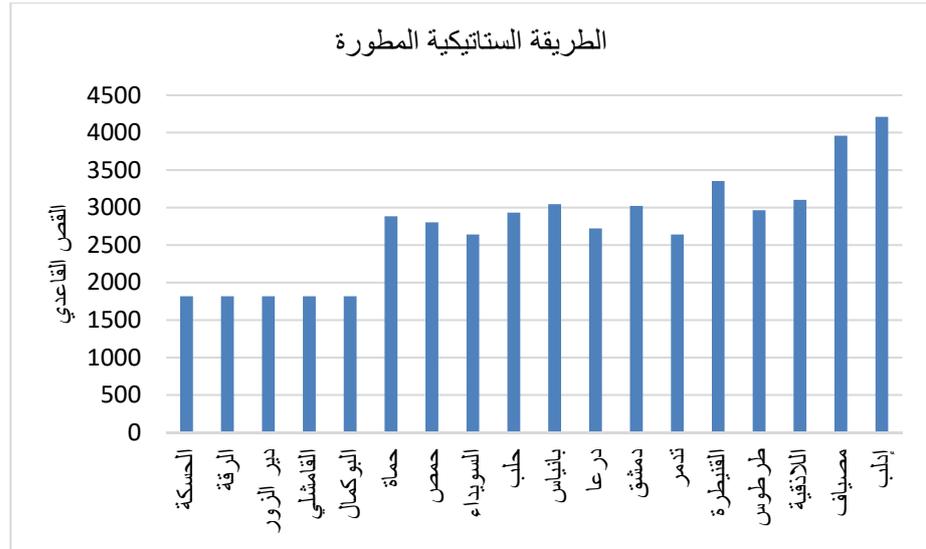
$$C_{s \max} = \frac{S_{Ds}}{\left( \frac{R}{I_e} \right)} \quad (4-11)$$

الحد الأدنى لمعامل الاستجابة الزلزالية:

$$C_{s \min} = 0.044 S_{Ds} I_e \geq 0.01 \quad (4-12)$$

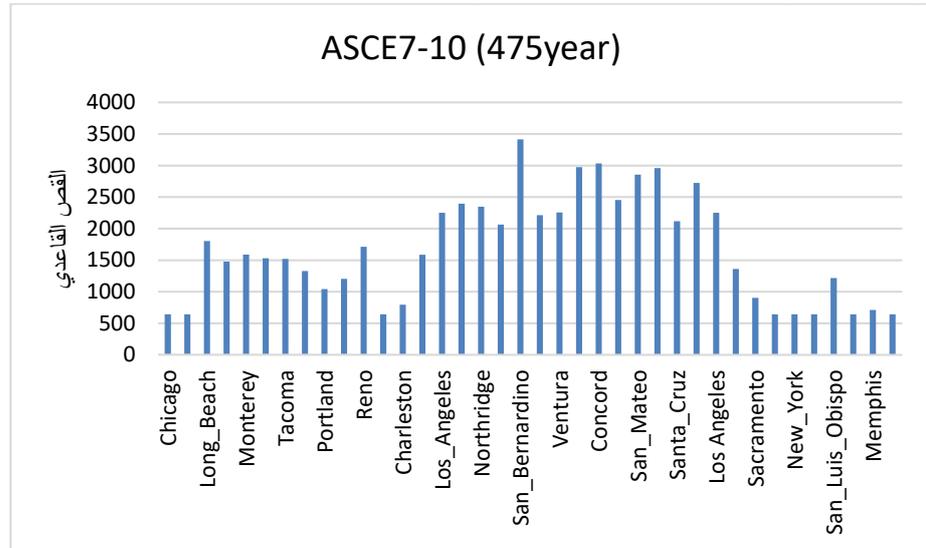
بالإضافة إلى ذلك عندما تكون  $S_1$  أكبر أو تساوي 0.6g يجب تحقيق:

$$C_{s \min} = \frac{1}{2} \frac{S_1}{\left( \frac{R}{I_e} \right)} \quad (4-13)$$

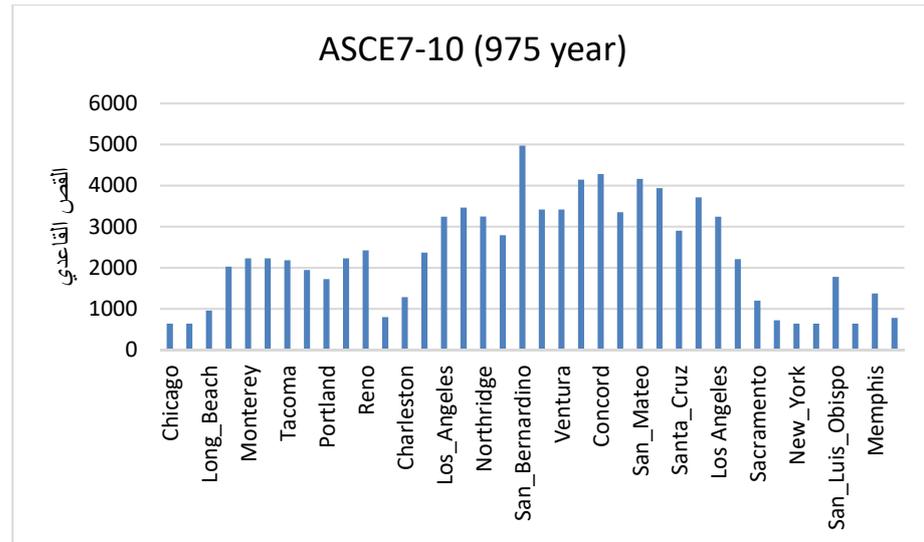


الشكل (13) قيم قوة القص القاعدي (kN) وفق الطريقة الستاتيكية المطورة

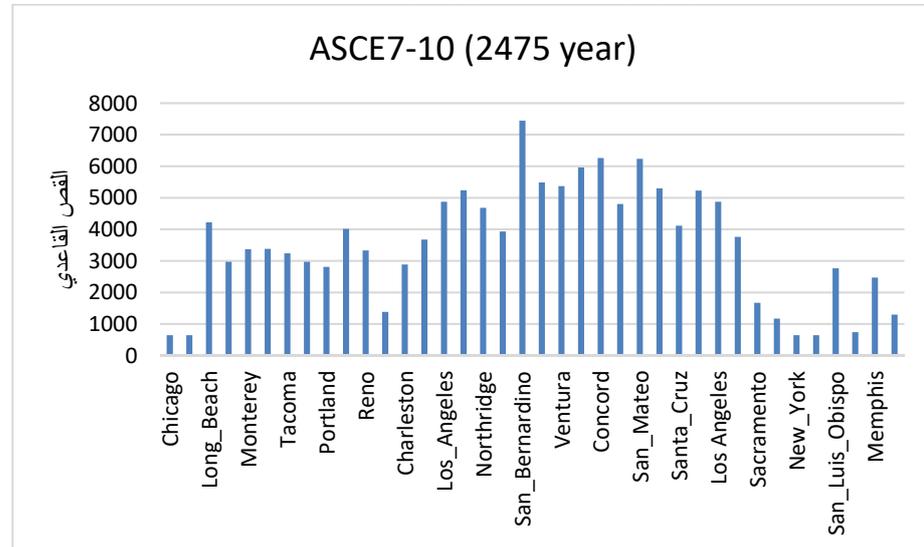
أيضاً تم حساب قوة القص القاعدي من أجل النموذج المدروس لثمانية وثلاثين مدينة مرجعية من أجل الدور الديناميكي الأول  $1.064\text{sec}$  بالاعتماد على الطريقة الستاتيكية الواردة في الكود ASCE7-10 من أجل متحولات زلزالية  $S_1, S_s$  محسوبة من أجل فترات عودة 475 سنة، 975 سنة، 2475 سنة، (USGS، 2020)، مع المقارنة مع القيم العظمى والدنيا. النتائج مبينة في الأشكال (14، 15، 16).



الشكل (14) قيم قوة القص القاعدي (kN) وفق الكود ASCE7-10 من أجل فترة عودة 475 سنة

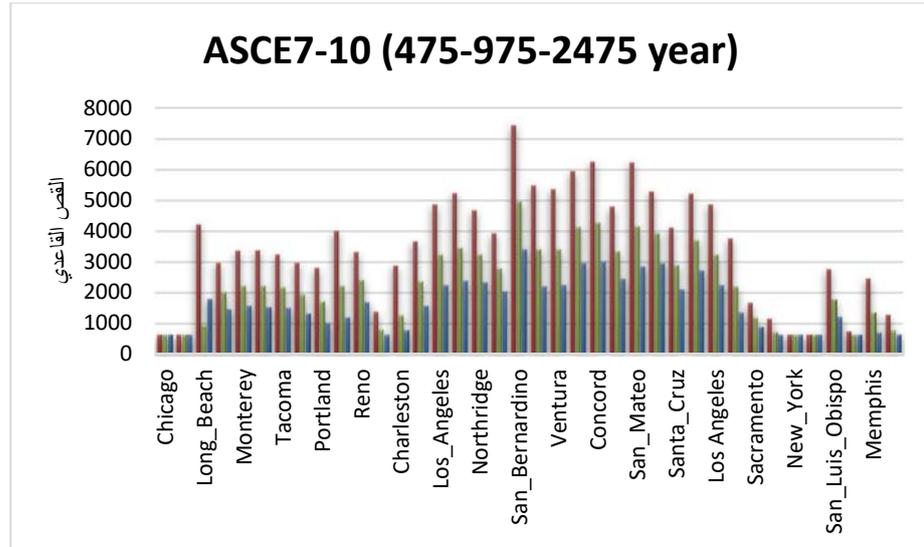


الشكل (15) قيم قوة القص القاعدي (kN) وفق الكود ASCE7-10 من أجل فترة عودة 975 سنة



الشكل (16) قيم قوة القص القاعدي (kN) وفق الكود ASCE7-10 من أجل فترة عودة 2475 سنة

الشكل (17) يبيّن المقارنة بين قيم القص القاعدي وفق الطريقة الستاتيكية الواردة في الكود ASCE7-10 من أجل متحولات زلزالية  $S_1$  و  $S_8$  محسوبة من أجل فترات عودة 475 سنة، 975 سنة، 2475 سنة، (USGS، 2020).



الشكل (17) قيم قوة القص القاعدي (kN) وفق الكود ASCE7-10 من أجل الفترات العودية الثلاث

## 6. النتائج والتوصيات

- تتراوح قيم التسارع الأرضي الأعظمي PGA من أجل فترة عودة 2475 سنة بين  $0.2g$  في المناطق منخفضة الزلزالية وبين  $0.85g$  في المناطق عالية الزلزالية.
- تتراوح قيم التسارع الطيفي عند الأدوار القصيرة من أجل فترة عودة 2475 سنة بين  $0.14g$  في المناطق منخفضة الزلزالية وبين  $2.00g$  في المناطق عالية الزلزالية.
- تتراوح قيم التسارع الطيفي عند الدور 1 ثانية من أجل فترة عودة 2475 سنة بين  $0.04g$  في المناطق منخفضة الزلزالية وبين  $0.65g$  في المناطق عالية الزلزالية.
- إن نتائج القص القاعدي للمدن المرجعية وفق الكود UBC97 من أجل  $C_a$   $C_v$  بفترة عودة 475 سنة مقارنة مع نتائج نتائج القص القاعدي وفق ASCE7-10 من أجل  $S_1$   $S_s$  بفترة عودة 2475 سنة.
- إن نتائج القص القاعدي وفق الكود ASCE7-10 من أجل  $S_1$   $S_s$  بفترة عودة 2475 سنة تتراوح بين ضعفي إلى 3 أضعاف نتائج القص القاعدي وفق ASCE7-10 من أجل  $S_1$   $S_s$  بفترة عودة 475 سنة.
- إن نتائج القص القاعدي وفق المتحولات الزلزالية  $S_1$   $S_s$  الواردة في ملحق الكود السوري رقم (2) إصدار 2012 تعطي قيماً مبالغ بها بشكل كبير (بمقارنة نتائج المدن النموذجية السورية مع المدن المرجعية) عدا المنطقة الزلزالية رقم (4) حيث كانت النتائج متقاربة.
- يُتّرح إجراء دراسة تفصيلية لحساب التسارع الأرضي الأعظمي والمتحولات الزلزالية في مختلف مناطق الجمهورية العربية السورية بحسب بعدها عن الفالق الزلزالي ومن أجل فترات عودة 2475 سنة، 475 سنة.

## 7. المراجع

## References

1. Aluisi, Z. e. (2012). *Deriving SS and S1 Parameters from PGA Maps*. Lisbona: 15 WCEE.
2. ASCE, 7.-1. (2010). *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures*. Virginia: Published by American Society of Civil Engineers.
3. ASCE7. (2016). *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures*. Virginia: Published by American Society of Civil Engineers.
4. Jarallah, H. e. (2016). *A Comparative Study on the Design Spectra Defined by Several Codes of Practice on RC Building Located in Baghdad City*. Baghdad: Al-Nahrain Journal for Engineering Sciences (NJES).
5. Khose, V. e. (2011). *A Comparative Study of Design Base Shear for RC Buildings in Selected Seismic Design Codes*. Research Gate.
6. P-1051, F. (2016). *2015 NEHRP Recommended Seismic Provisions Design Examples*. Washington, D.C.: BUILDING SEISMIC SAFETY COUNCIL.
7. UBC97. (1997). *UNIFORM BUILDING CODE*.
8. USGS. (2020). *United States Geological Survey-ASCE7 Hazard Tool Online*. <https://earthquake.usgs.gov/hazards/interactive/>.
9. نقابة المهندسين، دمشق (2012) تصميم وتحقق المباني والمنشآت المقاومة للزلازل. ملحق الكود العربي السوري رقم (2).

# **A Comparative Study of Design Response Spectrum Parameters According to Syrian Code and Correspondent International Codes for RC Shear Wall Building**

**Dr. Reem Khartash**

Dept. of Structural Engineering, Faculty of Civil Engineering at Raqqa, Al-Furat University

## **Abstract**

This research studies the effects of the seismic zone on the seismic parameters, which are tabulated in the ASCE7-10 code, and the developed static method included in the Syrian code. This research contains two parts: the first is a comparative analytical study of the seismic parameters of ASCE7-10, whereas the second contains practical applications using Etabs Software.

In the first part several analyses was made over the three seismic parameters which are peak ground acceleration PGA, Spectral acceleration for short period  $S_s$ , and Spectral acceleration for 1 second period  $S_1$ . 34 different locations are adopted in this study. These locations are listed in ASCE7-16 as reference locations. Three probabilities of exceedance and return periods were included in the study which are: 10% probability of exceedance in 50 years (return period of 475 years), 5% probability of exceedance in 50 years (return period of 975 years), and 2% probability of exceedance in 50 years (return period of 2475 years). These parameters were taken from USGS national seismic hazard model, (USGS, 2020).

The second part includes 20 practical application using Etabs software over a typical shearwall multistory building. Five of these applications were made according to UBC97 design response spectrum, which is included in the Syrian code under the Equivalent Static Load Chapter. These five applications were done for the five different seismic zones of UBC97. The next ten applications were made over the same model according to ASCE7-10 design response spectrum, for five American reference cities for return period of 475 years and 2475 years. The last five applications were made for five Syrian cities which represents the five seismic zones.

**Keywords:** Design Response Spectra-Seismic Response-Seismic Parameters