

Study Behavior of Local Industrial Reinforced Concrete Chimney types under the influence of seismic loads using the synthetic time histories analysis

Dr. Kusai ali Naddaf *

(Received 9 / 4 / 2019. Accepted 17 / 6 / 2019)

□ ABSTRACT □

The reinforced concrete chimneys are used as a vertical channel through which the gases of the combustion products in the plants and stations are discharged into the air to reduce air pollution. one of the most important applications in power plants and petrochemical Factories, They can be classified according to construction materials to: concrete , metal or brick . In the longitudinal section it can be conical (fully tapered chimney) , cylindrical chimneys or Partially Tapered Chimney (conical - cylindrical) . The chimney is lined from the inside by a layer of bricks, which helps protect the chimney shell from the high heat of the exhaust gases .

The Syrian coast is classified as a seismically active zone , The Peak Ground acceleration is $PGA = 0.3 \rightarrow 0.4g$ and it is exposed to high Wind speeds . Where the speed of one wind blowing for an average of twenty seconds (V_k) 42-44 m / sec . The chimneys are very sensitive to the effects of wind because of their length and their large slenderness . And therefore must resist the effect of earthquakes and wind loads together

The purpose of this study is to study the behavior of three models of chimneys with equal height (110m) and a different longitudinal section : conical (fully tapered chimney) , cylindrical and Partially Tapered Chimney (conical-cylindrical) by using the synthetic time histories analysis through the case of a study using the synthetic time histories analysis by conducting an applied analytical study on a 3D model of the chimneys, were used for real earthquakes that were scaling by using the time domain and the frequency domain to suit the Syrian response spectrum.

Keywords: Chimneys, time history, record scaling, maximum displacement.

*Assistant professor, Department of Structural Engineering – Faculty of Civil Engineering - Tishreen University– Lattakia – Syria

دراسة سلوك نماذج من المداخل البيتونية المسلحة الصناعية المحلية تحت تأثير الأحمال الزلزالية باستخدام التحليل بالسجلات الزمنية الصناعية

الدكتور قصي علي نداف*

(تاريخ الإيداع 9 / 4 / 2019. قُبِلَ للنشر في 17 / 6 / 2019)

□ ملخص □

تستخدم المداخل البيتونية المسلحة كقناة رأسية يُمر بها غازات هي نواتج الاحتراق في المصانع والمحطات لتطردها في الهواء الجوي، وذلك للتخفيف من التلوث الهوائي، ومن أهم تطبيقاتها في محطات الطاقة والمصانع البتروكيميائية، يمكن تصنيفها تبعاً لمواد الإنشاء إلى: بيتونية، معدنية أو قرميدية، وفي المقطع الطولي يمكن أن تكون مداخل مخروطية أو أسطوانية أو بمقطع مختلط (جذع مخروط وأسطوانية)، يتم تبطين المدخنة من الداخل بطبقة من الأجر القرميدي وهو يفيد في حماية جدار المدخنة البيتوني من الحرارة المرتفعة لغازات العوادم.

يصنف الساحل السوري على أنه منطقة نشطة زلزالياً حيث يبلغ التسارع الأرضي الأعظمي $PGA = 0.3-0.4g$ ، كما أنه يتعرض لرياح وبسرعات عالية، حيث تبلغ سرعة الهبة الواحدة لمتوسط عشرين ثانية $42-44 \text{ m/sec}(Vk)$ ، وبما أن منشآت المداخل حساسة جداً تجاه تأثيرات الرياح بسبب طولها ونسبة نحافتها الكبيرة. فإن المفترض أن تصمد حيال تأثير حملات الزلازل والرياح.

يهدف هذا البحث إلى دراسة سلوك ثلاثة نماذج من المداخل بارتفاعات متساوية 110 m وبمقطع طولي مختلف: مخروطية، أسطوانية ومقطع طولي مختلط (مخروطي - أسطواني) باستخدام التحليل بالسجلات الزمنية الصناعية، وذلك بإجراء دراسة تحليلية تطبيقية على نماذج فراغية (3D) للمداخل حيث استخدمت سجلات زمنية لزلزال حقيقية تم تقييسها باستخدام طريقتي مجال الزمن ومجال التردد لتلائم طيف الاستجابة للكود العربي السوري.

الكلمات المفتاحية: المداخل، السجل الزمني، تقييس السجلات، الانتقال الأعظمي.

* مدرس - قسم الهندسة الإنشائية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية

مقدمة:

تستخدم المداخل البيتونية المسلحة كقناة رأسية يُمر بها غازات هي نواتج الاحتراق في المصانع والمحطات لتطردها في الهواء الجوي ، ويتم إنتاج تلك الغازات نتيجة لاحتراق الفحم والبترول والغاز الطبيعي والخشب أو نتيجة لحرق أي نوع من أنواع الوقود في الأفران الصناعية الكبرى أو غلايات إنتاج البخار في المحطات الكهربائية، وتحتوي تلك الغازات عادة علي ثاني أكسيد الكربون (CO₂) بالإضافة إلى بخار الماء وأيضاً تحتوي على النيتروجين والأكسجين الزائد المضاف إلى الهواء لإتمام عملية الاحتراق، وعادة ما يتراوح طول تلك المداخل إلى 400 متر أو أكثر وذلك لكي تستطيع تشتيت تلك الغازات في الهواء الجوي وفي أكبر مساحة ممكنة لكي يحدث انخفاض في مستويات تركيز تلك الملوثات في الهواء الجوي لتصل إلي المستويات المسموح بها من قبل الحكومات والقوانين المُصدرة في الدول والولايات التي تعمل بها تلك المحطات والمصانع ويمكن التمييز بين الأنواع التالية من المداخل في المقطع الطولي الشاقولي[1]:

- المداخل الأسطوانية، يكون المقطع العرضي ثابت من القاعدة إلى القمة.
- المداخل بشكل جذع مخروط، بميل ثابت في المقطع الطولي حوالي % 2.5 .
- المداخل بمقطع طولي مختلط، أي جذع مخروط في الأسفل وبميل طولي حوالي % 10-15 حتى ثلث الارتفاع تقريباً ومن ثم بشكل اسطوانة حتى أعلى القمة.
- وفي المقطع العرضي يمكن أن تأخذ أحد الأشكال التالية:
- دائري أملس.
- متعدد الأضلاع أملس (مضلع منتظم من الخارج ودائري أملس من الداخل) .
- دائري ذو نتوءات من الخارج.
- متعدد الأضلاع مع نتوءات بارزة من الخارج.

• درس [2](Wilson, J. 2010) الأداء الزلزالي للمداخل البيتونية المسلحة في زلزال تشيلي 2010 ، إذ تم التحري عن سلوك أربع مداخل بتأثير تحريض أرضي شديد في أثناء زلزال تشيلي. صممت هذه المداخل بالاعتماد على الكودات الحديثة (CICIND) وذلك بتأمين مطاوعة مناسبة، كان الزلزال الأكبر خلال ال 100 سنة الأخيرة، استمر حوالي 90 ثانية ، وسجل على مقياس ميركالي المعدل الشدة (9 MMI) وسرعة أعظمية بلغت PGV=360 mm/sec (في مركز الزلزال)، شملت الدراسة أربع مداخل ، اثنتان شمالاً واثنتان جنوباً من مركز الزلزال ، الشماليان كانتا مداخل لمحطات الطاقة الكهربائية (Ventanas&Campiche) بارتفاع 95 m وتعرضتا لهزة بمقدار MMI 7 (PGV=100 mm/sec) ، المدخنتان جنوباً بارتفاع 130 m ، وبشدة تراوحت بين MMI 8-9 (PGV = 90-360 mm/sec) .

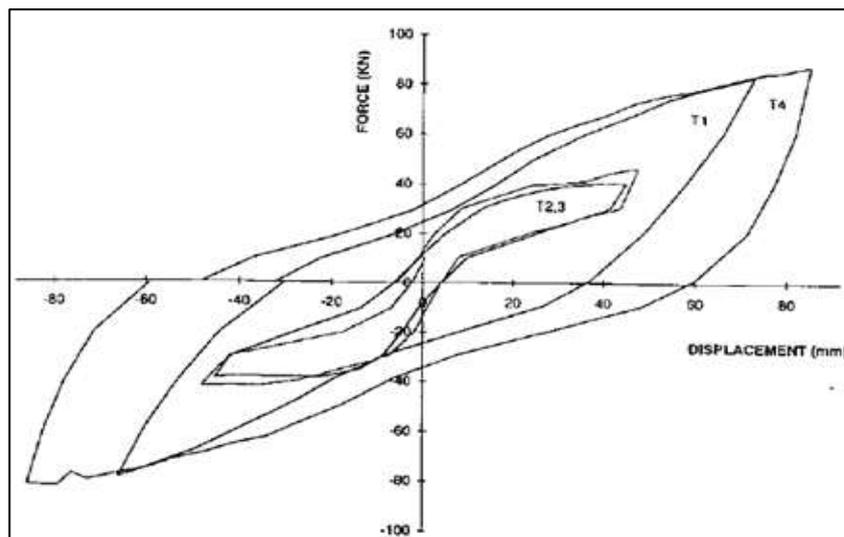
لم تلاحظ أية تشققات في مدخنة Ventanas بينما سجل تصدع بسيط في مدخنة Campiche على ارتفاع 45-55 m من القاعدة ، وبشكل مشابه لا تشقق واضح في النصف الأسفل من مدخنة Ventanas، نسبة التسليح للمدخنتين كانت % 1.7 في القاعدة و % 0.43 في الأعلى، تم تصميم المداخل باستعمال طيف استجابة تصميمي من الكود التشيلي الخاص بالمداخل الصناعية، شملت المداخل الجنوبية مداخل محطة كهرباء Colbun بارتفاع 135m ومحطة Bocamina بارتفاع 100m، قدرت الحركة الأرضية بحوالي 200-300 mm/sec وعلى مقياس ميركالي MMI8-

9، شوهدت محطة بارتفاع 30m وقد تضررت بشكل كبير من الزلزال، تم تصميم المدخنة باستخدام طريقة الإجهادات المسموحة والتي أنتجت مدخنة قليلة التسليح وأقل مطاوعة من الموصي به في الكودات المعاصرة C.ICIND. لم تشاهد أية شقوق في مدخنة Colbun بطول 130m، تراوحت نسبة التسليح بين 1-2% في مدخنة Bocamina ذات الطول 100m لوحظ فيها العديد من الشقوق، شق واحد في القاعدة و 6 شقوق محيطية بين 35-50m من ارتفاعها، و 50 شقاً محيطياً بين 50-90m، كانت هذه الشقوق صغيرة ولم تتجاوز 0.2 mm ، وصممت باستخدام طيف استجابة متوافق مع الكود التشيلي للمنشآت الصناعية وباستخدام نسبة التسليح الناتجة 1-2% أنتجت مدخنة قوية جداً مع أداء ممتاز ضد التشقق.

يمكن القول إن الأداء العام للمداخن الأربع كان جيداً بتأثير زلزال تشيلي 2010 ذي الشدة Mw.8.8 والشقوق لم تتجاوز 0.2mm والتشوه الحدي للبيتون كان في حدود 0.2% وهو أقل بكثير من 1-4%.

• درس (Jain A. etc all,2009)[3] الأداء الإنشائي لنظام تأسيس مكون من حصيرة وتدنية لمدخنة بيتونية مسلحة بارتفاع 350 feet (106 m) و معرضة لحمولات الأعاصير الشديدة ، باستخدام تحليل ديناميكي لاطخي، كما تم إجراء تحريات حقلية جيوتكنيكية لتحديد الخصائص اللاخطية لسلوك الأوتاد بتأثير الأحمال الجانبية والرأسية ،بالمقارنة بين نتائج التحليل الستاتيكي الخطي والتحليل الديناميكي اللاخطي تبين أن عزم الانعطاف عند قاعدة المدخنة الناتج من التحليل الديناميكي اللاخطي كان أقل بمقدار 22% من العزم الناتج من التحليل الستاتيكي الخطي في حين أن التحليل الأولي الذي أجري وفقاً للكود (ACI 307-98)[4] أشار إلى أن نظام الأساسات الوتدية سوف يعاني من تحميل زائد ، و إن التحليل المنجز في هذه الدراسة أشار إلى خلاف ذلك. وبالتالي فإن إجراء تحليل ديناميكي لاطخي باستخدام سجلات زمنية يمكن أن يؤدي إلى انخفاض القوى المؤثرة في أنظمة التأسيس للمداخن البيتونية الصناعية الطويلة.

• أجرى [5] (Wilson, J.2003) دراسة تجريبية لأربع عينات أنبوبية تمثل نموذج المدخنة بطول 4565mm وقطر 1200mm وسماكة 30mm بتسليح طولي بنسب مختلفة 1%-0.85-0.5-0.25، إجهاد خضوع للتسليح 400 Mpa، تم اختبارها كأظفار أفقية بتطبيق حمولات شاقوليه دورية عند النهاية الحرة للعينات.



الشكل (2) : علاقة قوة - انتقال للنماذج التجريبية (1-2-3-4)[5]

يتبين من الحلقة الهيسترية لعلاقة قوة- انتقال زيادة الانتقال وزيادة العزم المرافق بسبب التقسية الحاصلة في التسليح (Hardening) وأن التضيق (Pinched) في الحلقات قد تم تحقيقه عبر سيلان التسليح في الشد أكثر منه في البيتون المضغوط.

وقد تم الاستنتاج أن الانهيار لهذه العينات قد تم بسبب تحنيط التسليح الطولي و انخفاض الصلابة EI بتأثير ظاهرة بوشنجر (Puschinger) وفقدان طبقة التغطية، كما لوحظت مفاصل لدنة بطول $0.2D-0.3D$ (D: هو نصف القطر) مترافقة مع شقوق محيطية بالتأكيد .

وباستخدام تقنية العناصر المنتهية تمت دراسة أنماط انهيار / 10 / مداخل طويلة وقياس نسبة التسارع عند الانهيار إلى التسارع الزلزالي الأعظمي باستخدام / 5 / حركات أرضية مختلفة، وتم التوصل إلى أن هذه المداخل الطويلة قد استجابت بطريقة معقدة بتأثير الزلازل، وبالتالي لا يمكن نمذجتها كظفر مع كتلة مركزة لأن استجابتها تتأثر بالأنماط العليا للاهتزاز، وأن تحديد استجابتها المعقدة لا يمكن أن يتم عن طريق استعمال تحليل استاتيكي لاجطي (Pushover) وانتشار المفاصل اللدنة وتطورها كان في المنطقة % 50-75 من ارتفاعها، هذه المفاصل هي المسؤولة عن تبديد الطاقة الزلزالية، كما تبين من خلال التحليل أن المداخل المصممة بالطريقة المرنة باستعمال خصائص المقطع غير المتشق (Uncracked) يمكن أن تتجو من زلزال أقوى بأربع مرات من الزلزال التصميمي.

• قدم (Singh, V. N. and Abha Mittal) [6] دراسة لتحديد جدوى استخدام توليد سجلات زمنية صناعية لموقعين في جبال الهيمالايا. بين الباحثون من خلال بحثهم أنه توجد مطابقة مرضية مع السجلات المرصودة في عدة مواقع، مما يدل على صلاحية استخدام توليد السجلات الصناعية.

• قدم (N.M.Hasan) [7] دراسة حول توليد سجلات زمنية صناعية متوافقة مع طيف الاستجابة للكود العربي السوري في مجال التردد ومجال الزمن لتطبيقها في التحليل الديناميكي. بين الباحث انه باعتماد اجراءات 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.

ستقدم هذه المقالة دراسة التأثيرات السلبية للزلازل على المداخل البيوتونية المسلحة من خلال التحليل الديناميكي بالسجلات الزمنية وتوليد سجلات زمنية صناعية في مجال التردد ومجال الزمن متوافقة مع طيف الاستجابة للكود العربي السوري واستخدامها في التحليل الديناميكي اللاخطي.

أهمية البحث وأهدافه:

تصنف منشآت المداخل على أنها منشآت طويلة ونحيفة من الناحية الإنشائية، وبالتالي يعد التصميم الآمن لهذه المنشآت غاية في الأهمية لتفادي آثار التلوث من جهة والأخطار الناجمة عن انهيار هكذا منشأة من جهة أخرى، مما يستدعي تصميماً دقيقاً وهدراً لهذه المنشآت باتباع طرق دقيقة وفعالة في حساب وتحليل هذه المنشآت.

إن تقنيات التحليل التقليدية كالطريقة الستاتيكية المكافئة أو حتى التحليل الستاتيكي اللاخطي (Push-over) ليست مناسبة لهذا نوع من المنشآت، وذلك بسبب تأثيرات الأنماط العليا والتفاعل ثلاثي الأبعاد في استجابة هذه المنشآت، نظراً لطولها ونسبة نحافتها الكبيرة.

ومع تطور البحوث والدراسات العلمية أصبح التحليل المرن وغير المرن بالسجلات الزمنية مفضلاً بشكل عام ومطلوباً

في مجال الهندسة المدنية، وذلك نتيجة التقدم في التحليل والتصميم الزلزالي للمنشآت. يهدف هذا البحث إلى دراسة سلوك ثلاثة نماذج من المداخل بارتفاعات متساوية $m=110$ وبمقطع طولي مختلف: مخروطية، أسطوانية ومقطع طولي مختلط (مخروطي - أسطواني) باستخدام التحليل بالسجلات الزمنية الصناعية، وذلك بإجراء دراسة تحليلية تطبيقية على نماذج فراغية (3D) للمداخل حيث استخدمت سجلات زمنية لزلزال حقيقية تم تقيسها باستخدام طريقتي مجال الزمن ومجال التردد لتلائم طيف الاستجابة للكود العربي السوري.

طرائق البحث ومواده:

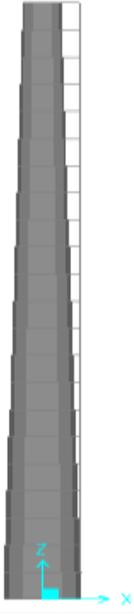
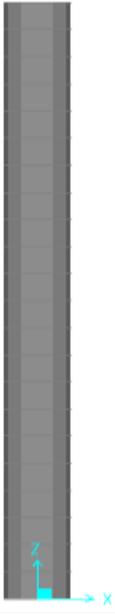
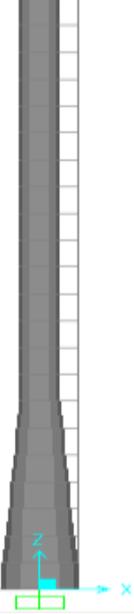
يعتمد البحث المنهج النظري التحليلي، حيث سيتم تقديم الدراسة المرجعية وبعد الاطلاع على الأبحاث السابقة المتصلة بموضوع الدراسة تم اختيار نموذج مدخنة ونمذجتها باستخدام برنامج ETABS2016 حيث اعتمدت الخصائص التالية لنماذج المداخل وهي:

- إجهاد الخضوع للفلواز المستخدم $f_y=40000 \text{ ton /m}^2$.
- مقاومة البيتون على الضغط $f_c=3500 \text{ ton /m}^2$.
- الوزن في واحدة الحجم 2.5 ton/m^3 .
- المداخل مبطنه بطبقة من الآجر القرميدي بسماكة 10 cm مع وجود فراغ هوائي أيضاً بسماكة 10 cm.
- الوزن الحجمي للآجر القرميدي 1.8 ton/m^3 .

تم في هذا البحث دراسة ثلاثة نماذج من المداخل متساوية الارتفاع ولها نفس القطر والسماكة عند القاعدة ، الخصائص الهندسية للنماذج الثلاثة مبينة في الجدول (1) .

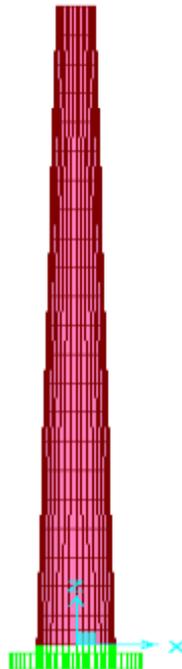
- مدخنة مخروطية (Fully Tapered Chimney) متغيرة القطر والسماكة على كامل الارتفاع .
 - مدخنة أسطوانية (Cylindrical Chimney) ذات قطر ثابت على كامل الارتفاع (القطر الخارجي) وبسماكة متغيرة من القاعدة إلى القمة.
 - مدخنة بمقطع مختلط (Partially Tapered Chimney)، وهي بمقطع مخروطي متضيق في الثلث الأول من الارتفاع، ومن ثم بمقطع منتظم حتى أعلى المدخنة.
- الأشكال (3,4,5) تبين نماذج المداخل المدروسة وفق برنامج Etabs .

الجدول (1) : المواصفات الهندسية لنماذج المداخل المدروسة

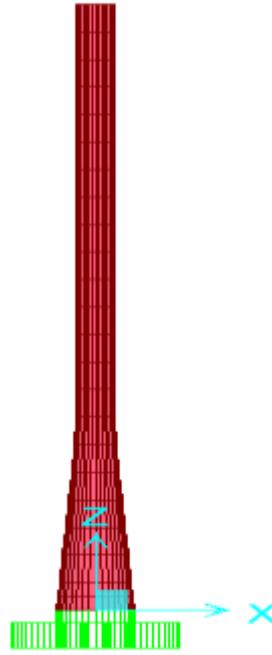
نموذج المدخنة	المدخنة المخروطية	المدخنة الأسطوانية	المدخنة بمقطع مختلط
الواجهة الجانبية للنموذج			
			
الارتفاع الكلي (m)	110	110	110
القطر الوسطي عند القاعدة (m)	8	8	8
السماعة عند القاعدة (cm)	35	35	35
القطر الوسطي عند القمة (m)	4	8.225	3.85
السماعة عند القمة (cm)	12.5	12.5	12.5



الشكل(3) نموذج المدخنة الاسطوانية وفق برنامج Etabs



الشكل(4) نموذج المدخنة المخروطية وفق برنامج Etabs



الشكل (5) نموذج المدخنة بمقطع مختلط وفق برنامج Etabs

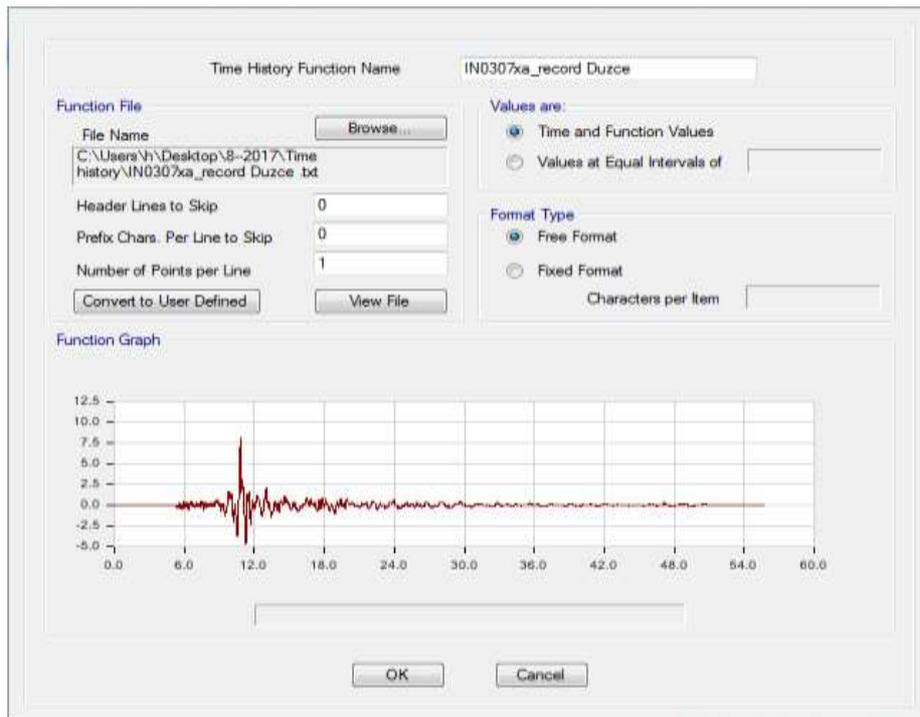
تم إجراء دراسة تحليلية من أجل تحديد قيم الانتقالات الجانبية الأعظمية، تم اختيار مجموعة من السجلات الزلزالية من قواعد البيانات العالمية للحركات القوية أجريت عملية تقييس السجلات الزمنية باستعمال طريقتي مجال التردد ومجال الزمن متوافقة مع طيف الاستجابة للكود العربي السوري عن طريق الإصدار الجديد من برنامج CSI ETABS2016،

4- دراسة تطبيقية :

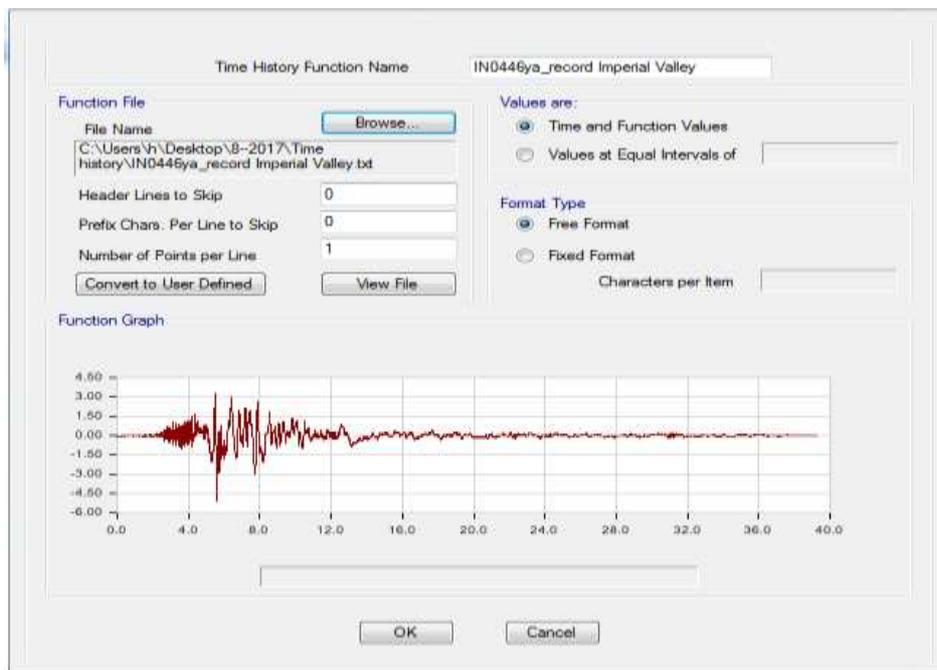
تقع منطقة الدراسة في الساحل السوري، أجري تحليل إنشائي للنماذج المذكورة باستعمال برنامج CSI ETABS2016. تم نمذجة الجدران كعناصر سطحية element shell ونمذجة الأساسات كعناصر موثوقة، وبعدها تم إجراء تحليل ديناميكي باستخدام السجلات الزمنية لثلاث سجلات زلزالية حقيقية (الأشكال 6,7,8 توضح السجلات الزمنية لزلزال Duzce و زلزال Imperial Valley و زلزال Northridge) تم تقييسها بطريقة مجال التردد ومجال الزمن لتلائم طيف الاستجابة للكود العربي السوري.

الجدول (2) مجموعة السجلات الزلزالية المختارة

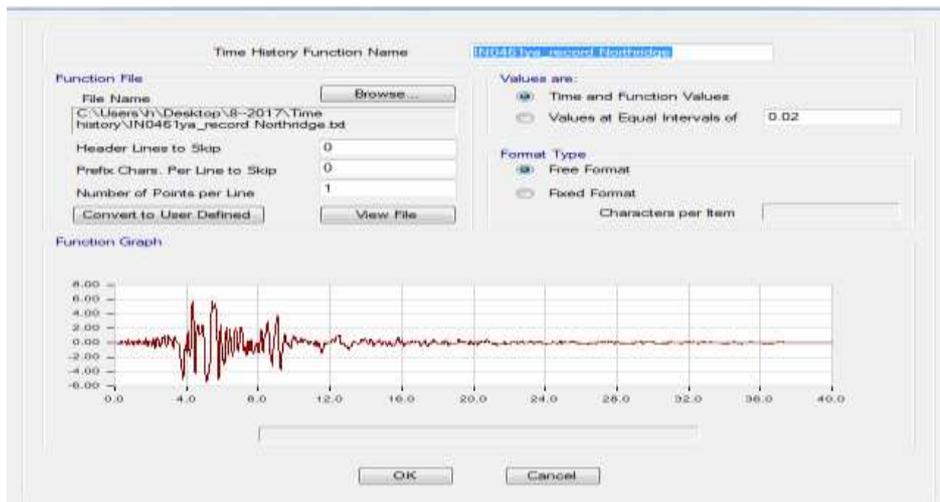
PGA [m/s ²]	Epicentral Distance [km]	Fault Mechanism	Mw	Date	Earthquake Name
5.0909	27.68	strike-slip	6.5	1979_October_15	Imperial Valley
8.1021	36.1	strike-slip	7.1	1999_November_12	Duzce
5.7838	20.25	reverse	6.7	1994_January_17	Northridge



الشكل (6) السجل الزمني للزلزال Duzce



الشكل (7) السجل الزمني للزلزال Imperial Valley



الشكل (8) السجل الزمني للزلزال 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 بتقييم السجلات باستخدام طريقتين مختلفتين للتقييم هما طريقة مجال التردد وطريقة مجال الزمن. تم الاعتماد في هذه الدراسة على الإصدار الأحدث من البرنامج CSI ETABS 2016 [8] 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.

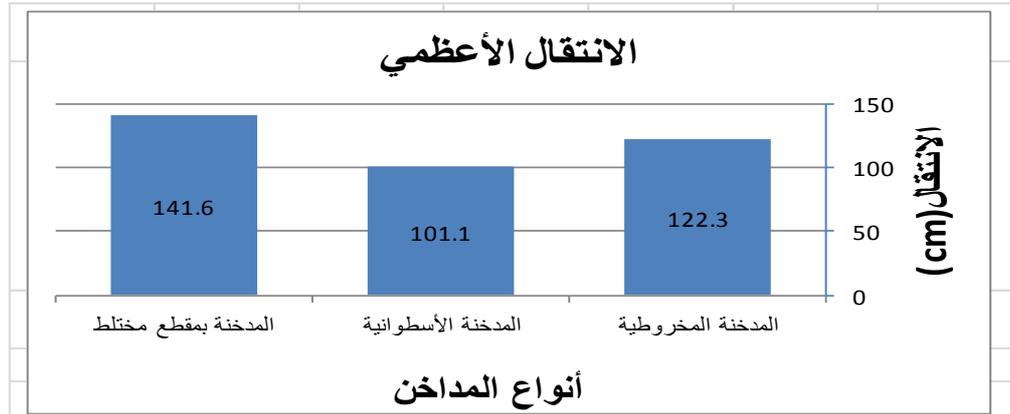
مناقشة نتائج التحليل:

أ- الحالة الأولى: المدخنة المخروطية.

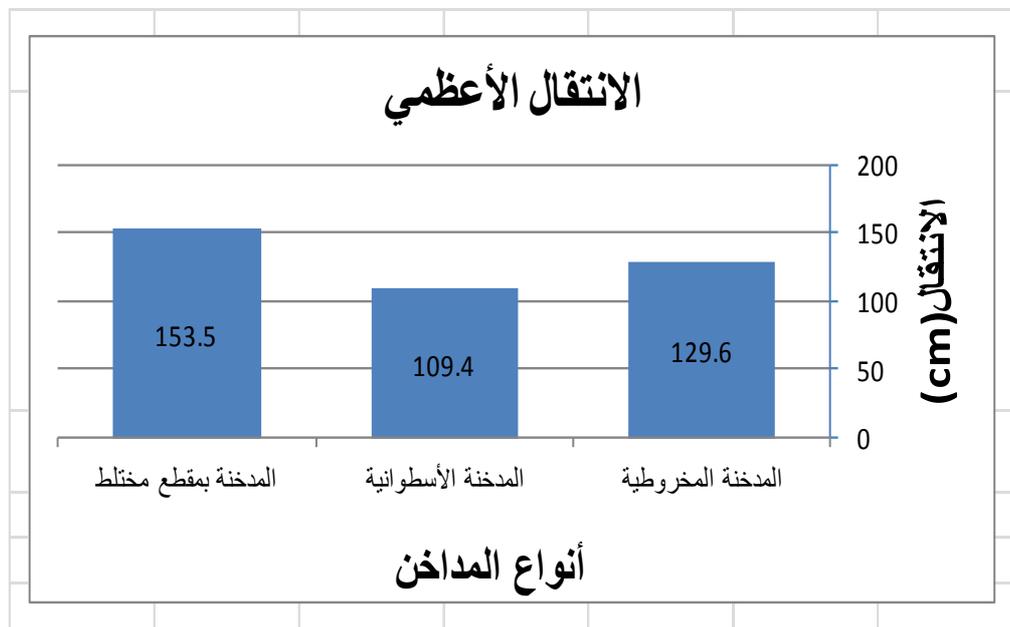
ب الحالة الثانية: المدخنة الأسطوانية.

ج- المدخنة بمقطع مختلط.

بإجراء المقارنة بين قيمة الانتقال الأعظمي في أعلى المدخنة والذي يُظهر في الشكلين (10,9) أن المدخنة الأسطوانية أعطت انتقال أقل من المدخنة المخروطية والمدخنة بمقطع مختلط، بينما أعطت المدخنة بمقطع مختلط أكبر قيم للانتقال عند التحليل بالسجلات الزمنية الصناعية وفق الزلزال Duzce بطريقة التقييم frequency domain الشكل (9) وطريقة التقييم time domain الشكل (10).

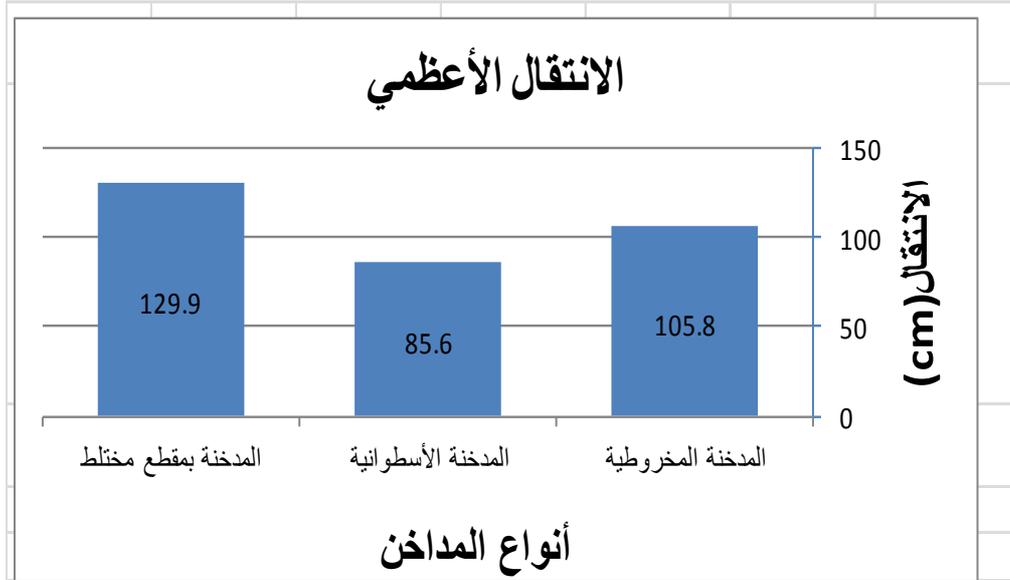


الشكل (9) مقارنة بين قيم الانتقال لنماذج المداخن وفق الزلزال Duzce بطريقة التقييس frequency domain

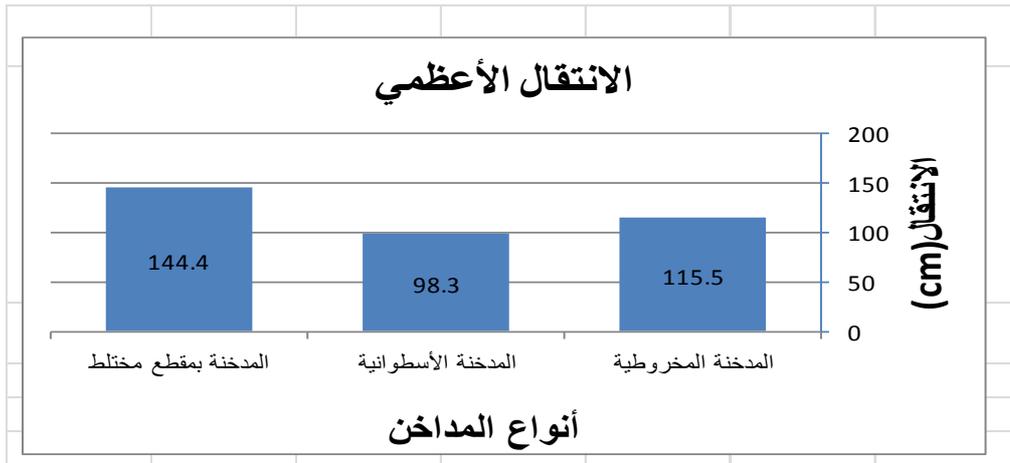


الشكل (10) مقارنة بين قيم الانتقال لنماذج المداخن وفق الزلزال Duzce بطريقة التقييس time domain

وبإجراء المقارنة أيضاً بين قيمة الانتقال الأعظمي في أعلى المدخنة والذي يُظهر في الشكلين (11,12) أن المدخنة الأسطوانية أعطت انتقال أقل من المدخنة المخروطية والمدخنة بمقطع مختلط، بينما أعطت المدخنة بمقطع مختلط أكبر قيم للانتقال عند التحليل بالسجلات الزمنية الصناعية وفق الزلزال Imperial Vally بطريقة التقييس frequency domain الشكل (11) وطريقة التقييس time domain الشكل (12).

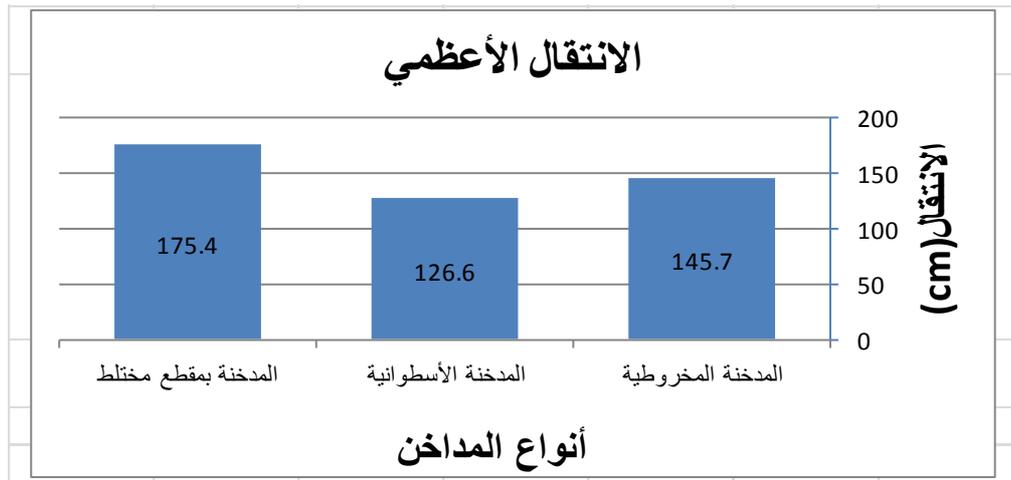


الشكل (11) مقارنة بين قيم الانتقال لنماذج المداخل وفق الزلزال Imperial Vally بطريقة التقييس frequency domain

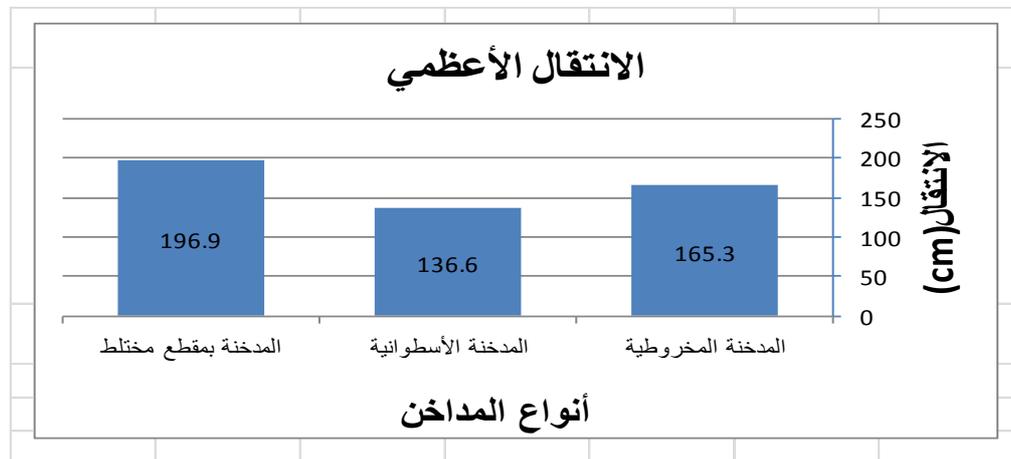


الشكل (12) مقارنة بين قيم الانتقال لنماذج المداخل وفق الزلزال Imperial Vally بطريقة التقييس time domain

وإذا أجرينا المقارنة أيضاً بين قيمة الانتقال الأعظمي في أعلى المدخنة والذي يُظهر في الشكلين (13,14) أن المدخنة الأسطوانية أعطت انتقال أقل من المدخنة المخروطية والمدخنة بمقطع مختلط، بينما أعطت المدخنة بمقطع مختلط أكبر قيم للانتقال عند التحليل بالسجلات الزمنية الصناعية وفق الزلزال Northridge بطريقة التقييس frequency domain الشكل (13) وطريقة التقييس time domain الشكل (14).



الشكل (13) مقارنة بين قيم الانتقال لنماذج المداخن وفق الزلزال Northridge بطريقة التقييس frequency domain



الشكل (14) مقارنة بين قيم الانتقال لنماذج المداخن وفق الزلزال Northridge بطريقة التقييس time domain

الاستنتاجات والتوصيات:

- 1- أعطى التحليل الديناميكي باستخدام سجلات زمنية مقيسة في مجال الزمن قيم للانتقالات الأعظمية أكبر من طريقة التقييس في مجال التردد لذلك ينصح بأخذ طريقة التقييس في مجال الزمن.
- 2- إن الانتقال الأكبر بين نماذج المداخن لثلاث هو للمدخنة بمقطع مختلط، وذلك بسبب الصلابة المنخفضة نسبياً مقارنة بالمدخنة المخروطية والأسطوانية.
- 3- أعطت المدخنة الأسطوانية انتقال أقل من المدخنة المخروطية عند التحليل بالسجلات الزمنية الصناعية.
- 4- يوصى باستخدام التحليل بالسجلات الزمنية الصناعية في الجمهورية العربية السورية بسبب غياب السجلات الحقيقية.

المراجع :

- [1] - طريقي ، زكائي . مقارنة السلوك الزلزالي للمداخل البيتونية المسلحة الصناعية الأسطوانية والمخروطية . مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية ، المجلد (36) - العدد (3) ، 2014 ، 113-116 .
- [2] - Wilson, J. L. *Performance of Tall Reinforced Concrete Chimney Structures in the 2010 Chilean Earthquake*. Australian Earthquake Engineering Society 2010 Conference, Perth, Western Australia, pp18 .
- [3] Jain, A.; Arya, B.; Goddard C. and J Galsworthy. *Non linear Dynamic Analysis of an Industrial Chimney's Pile foundation system for hurricane loading*. 11th Americas conference on wind engineering -sanjuan, Pucrto rico , 2009.
- [4] ACI 307, 98. *Standard Practice for the design and construction of cast-in-place reinforced concrete chimneys*. American Concrete Institute, Detroit
- [5] Wilson, J.L . *Earthquake response of tall reinforced concrete chimneys*. Journal of Engineering Structures , Vol. 25, 2003, pp11-24
- [6] Singh, V. N. and Abha Mittal. *Synthetic accelerograms for two Himalayan earthquakes using convolution* , Current Science, vol. 88, no. 8, 25 April 2005, pp1289 -1297
- [7] 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.
- [8] CSI Software | Computers and Structures, Inc. [Quoted, 2015]. Available at: <<http://www.csiamerica.com/products/etabs>>.