

تقييس السجلات الزلزالية الحقيقية لملائمة طيف الاستجابة التصميمي السوري باستخدام الخوارزمية الجينية*

م. سراج جديد**

أ.د. بسام حويجة***

د. نايل حسن****

* تاريخ التسليم: 2015/12/8م، تاريخ القبول: 2016/4/12م.
** طالب دكتوراه/ جامعة تشرين/ سوريا.
*** أستاذ دكتور/ جامعة تشرين/ سوريا.
**** أستاذ مساعد/ جامعة تشرين/ سوريا.

ملخص:

the scaling procedures are summarized, the scaling criteria of real time history records to satisfy the Syrian design code are discussed. The traditional time domain scaling procedures and the scaling procedures using GA are utilized to scale a number of the available real records to match the Syrian design spectra. The resulting time histories of the procedures are investigated and compared in terms of meeting criteria.

Keywords: Record Scaling, Record Selecting, Time domain, Seismological Signature, Optimization, Genetic Algorithm.

مقدمة: Introduction

نظراً لزيادة قاعدة البيانات الخاصة بالحركات الأرضية القوية، أصبح استخدام وتقييس (معايرة) السجلات الحقيقية أحد أهم الأغراض الأساسية للأبحاث المعاصرة في هذا المجال، وبقيت عملية اختيار وتقييس السجلات المناسبة للحدث الزلزالي المتوقع في مكان ما أمراً قيد البحث والجدل بين الباحثين. إن معايير اختيار السجلات الزمنية المناسبة لمطابقة طيف استجابة تصميمي تأخذ بعين الاعتبار السمات الجيولوجية والزلزالية للموقع المحدد، وتنصح الكودات بمنهج معين لتقييس السجلات الزمنية الحقيقية لتطابق طيف استجابة تصميمي وهو استخدام التقييس الموحد في مجال الزمن. طرح الباحثون عدداً من المقاربات في اختيار وتقييس السجلات الزلزالية لاستخدامها في عملية التحليل بالسجل الزمني، هُما ما أورده الباحث (Graizer, 2009) بأن الشكل الطيفي - Spec-tral shape لطيف الاستجابة التصميمي يحدد خصائص الزلزال المطلوب، ويرتبط هذا الشكل بعدد من المقادير (القوة - المسافة - مواصفات الموقع). واستناداً للأبحاث المستمرة في هذا المجال، وضعت بعض الاشتراطات في كودات التصميم العالمية لاختيار وتقييس السجلات الزمنية المناسبة، ولكنها تعد قواعد ومبادئ توجيهية بسيطة وغير كاملة Poor Guidelines، ويعود هذا لأن الأبحاث في هذا المجال ما زالت تتطور بسرعة، وتحتاج لعدة سنوات أخرى لاعتمادها كما هو متوقع.

يعد تقييس السجل الزمني - بتكبيره أو تصغيره بشكل موحد باستخدام معامل ضرب لتتم مطابقتها مع طيف الاستجابة الهدف، من دون حصول أي تغيير في المحتوى الترددي - أمراً مرغوباً وهو الخيار الأفضل، أي لا يتسبب بالمساس بالشكل الطيفي.

يمكن الحصول على أفضل معامل تقييس باستخدام طريقة الباحث (Y. M. Fahjan, 2007)، وتعمل هذه الطريقة ببساطة على تقليص الفارق بين طيف الاستجابة الهدف target spectrum وطيف الاستجابة للسجل المقيس scaled motion's response spectrum، وتعرف هذه المنهجية (الفارق) Difference بتكامل الجذر التربيعي لمربع الفرق بين الطيفين في مجال محدد للدور:

$$(1)$$

$$|\text{Difference}| = \int_{T_A}^{T_B} [\alpha S_a^{\text{actual}}(T) - S_a^{\text{target}}(T)]^2 dt$$

حيث إن S_a^{actual} و S_a^{target} يمثلان طيف الاستجابة الهدف،

بعد اختيار السجلات الزلزالية الحقيقية، يجب تقييسها لمطابقة شدة الزلزال المحتملة في الموقع. تجرى عملية التقييس عادة باستخدام التقييس الموحد في مجال الزمن، وذلك ببساطة عن طريق تقييس السجلات الزمنية بتكبيرها أو تصغيرها بشكل موحد، لتتم مطابقتها (بشكل متوسط) مع طيف الاستجابة الهدف ضمن المجال المحدد للدور بأفضل ما يمكن. عملية إيجاد معاملات التقييس لتأمين المطابقة الأفضل مع الطيف الهدف هي من مهام المهندس وهي عملية صعبة ومعقدة، لذلك تم استخدام الخوارزمية الجينية أحد أهم طرائق البحث التطورية الصناعية، والتي تركز على الاختيار الطبيعي وآليات الوراثة. تطبق الخوارزميات لإيجاد حلول المسائل الكبيرة والمعقدة، والتي تتصف باللاخطية، ويتعدد الحلول الموضوعية المتلى.

تم في هذا البحث تلخيص المنهجيات الخاصة بالخوارزمية الجينية وعمليات التقييس، ونوقشت معايير تقييس السجلات الزمنية الحقيقية، ثم طبقت إجراءات التقييس التقليدية في مجال الزمن، وإجراءات التقييس باستخدام الخوارزمية الجينية على عدد من السجلات الحقيقية المتوفرة لمطابقة طيف التصميمي السوري. وأخيراً فُحصت السجلات الزمنية الناتجة، وقورنت لتبيان مدى مطابقتها لمتطلبات الكود.

كلمات مفتاحية: تقييس السجلات، اختيار السجلات، مجال الزمن، الطابع الزلزالي، الأمثلة، الخوارزمية الجينية.

Scaling Real Seismic Records to Fit the Syrian Design Spectra using

Genetic Algorithm

Abstract:

After real seismic records selection it is necessary to scale these records to match the intensity of the earthquake expected for the site. Generally, scaling can be made by ground motions uniform scaling in time domain which is simply scaled up or down the ground motions uniformly to best match (in average) the target spectrum within a period range of interest. It's an engineer's job to find the best scaling factors to best match the target spectrum, which is a complex task, so we employed the Genetic Algorithm (GA) in finding them to achieve the best results.

Genetic Algorithms (GAs) are probably the best-known types of artificial evolution search methods based on natural selection and mechanisms of population genetics. These algorithms are often applied to large, complex problems that are non-linear with multiple local optima.

In this study, basic methodologies of the GA and

ومعامل التقييم على الترتيب، وللحصول على أقل قيمة لمعامل التقييم نعمل على اشتقاق المعادلة (1) ومساواتها بالصفر:

(2)

$$\min|\text{Difference}| \longrightarrow \frac{d|\text{Difference}|}{d\alpha} = 0 \longrightarrow \alpha = \frac{\sum_{TA}^{TB} (S_a^{\text{actual}}(T) - S_a^{\text{target}}(T))}{\sum_{TA}^{TB} (S_a^{\text{actual}}(T))^2}$$

المعتمدة حتى تاريخه في عملية التقييم وتقييمها، وأيضاً تم اختيار مجموعة من السجلات الزمنية باستخدام برنامج REXEL لأحد المواقع في الجغرافيا السورية، بما يتناسب مع اشتراطات الكود السوري، بعد أن تم تحديد الدور الأساسي لأحد المنشآت بإجراء التحليل النمطي Modal Analysis بواسطة برنامج ETABS، ثم تم تقييم هذه السجلات باستخدام طريقتين هما: التقييم الموحد في مجال الزمن، والتقييم باستخدام الخوارزمية الجينية باستخدام برنامج Solve XL، وأجريت مقارنة بين السجلات المقيسة باستخدام الطريقتين، من حيث مطابقة المتوسط الحسابي لأطياف السجلات الزلزالية المقيسة مع الطيف الهدف، وأعيد الاختبار على عدد أكبر من المنشآت وعلى كل أنواع الترب، وأعيدت عملية المقارنة بهدف تقييم النتائج وتعميمها.

2. الحالة المدروسة Case Study:

تقع منطقة الدراسة في مدينة اللاذقية (Long: 35.78; Lat: 35.54) شمال غرب سورية، ضمن الجزء الشمالي الغربي للصفحة العربية، جنوب شرق منطقة الالتقاء للصفائح التكتونية الثلاث: الإفريقية، والعربية، والأناضولية، والمعروفة باسم (Maras Triple Junction) (Dubertret, 1970) والتي يمكن تصنيفها بين تصدعات مقلوبة، وتصدعات انزياح جانبي، وتصدعات عمودية، كما يبين الشكل (1). كما أورد الباحث (Hatem, 2012) عند إعادة تقييم الخطر الزلزالي في سوريا المصادر الزلزالية التي تؤثر على الساحل السوري وهي كالاتي:

1. (Mediterranean Fault): تصدع تداخل Thrust بين صفيحتين قاريتين.
2. (Yamona Fault) عبارة عن تصدعين: تصدع انزياح جانبي، وتصدع عمودي.
3. (Al-Ghab Fault): تصدع انزياح جانبي يساري.
4. (Alepo Fault System): تصدع عمودي.

كما حددنا مجال القوة والمسافة للزلازل التي سيتم اختيارها انطلاقاً من نفس الدراسة (Hatem, 2012) وفق ما يأتي:

M [4.5, 7.5] and R [10 km, 100 km].

وطيف الاستجابة للسجل الحقيقي المراد تقيسه و α , T, TA, TB الحد الأدنى والحد الأعلى للدور (مجال الدور)، والدور الأساسي للمنشأة

ولكن هذه الطريقة تستخدم لإيجاد معامل التقييم لسجل واحد فقط وليس لمجموعة السجلات كما تطالب الكودات، لذلك فإن هذه العملية أي تقييم كل سجل على حدة يمكن أن تؤدي إلى مجموعة سجلات تقع جميعها فوق الطيف الهدف، وليس المتوسط كما تطالب الكودات، وبالتالي تؤدي إلى مغالاة في توابع التحريض المستخدمة.

وعلى العموم معامل التقييم المفضل هو القريب من الواحد، والعديد من خبراء الحركات الأرضية يفرضون حدوداً على معاملات التقييم، وتتراوح هذه الحدود من 2 إلى 4 (Boomer, 2004)، وتعتمد هذه الحدود على مستوى الارتياح للمهندسين أكثر منه على القياسات الكمية لتلك المعاملات. وبحسب الباحث (Watson, 2006) فإن تطبيق حدود على معاملات التقييم مناسب عندما يكون الاختيار معتمداً على القوة، والمسافة، ومواصفات الموقع فقط، ولكن عندما يتم الأخذ بعين الاعتبار مواصفات السجلات الزمنية المختارة يمكن تجاوز تلك الحدود واستخدام معاملات تقييم كبيرة كالقيمة (12.59).

أهمية البحث وأهدافه:

يعتمد الكود السوري (Syrian Arab Code, 2012) كغيره من الكودات قواعد ومبادئ توجيهية بسيطة وغير كاملة في عملية اختيار وتقييم السجلات الزمنية، إضافة إلى قلة السجلات الزمنية المتوفرة للزلازل السورية بسبب التأخر في إنشاء الشبكة الوطنية للرصد الزلزالي حتى عام 1995، علماً أن المنطقة معرضة لأحداث زلزالية ضخمة، وشهدت عدداً كبيراً من الزلازل المدمرة كالزلازل (1872, M=7.2, 1822)، والذين حدثا في الشمال الغربي السوري، وهذا ما تم تأكيده من قبل الباحث (Graham, 2001) والباحث (Hatem, 2012).

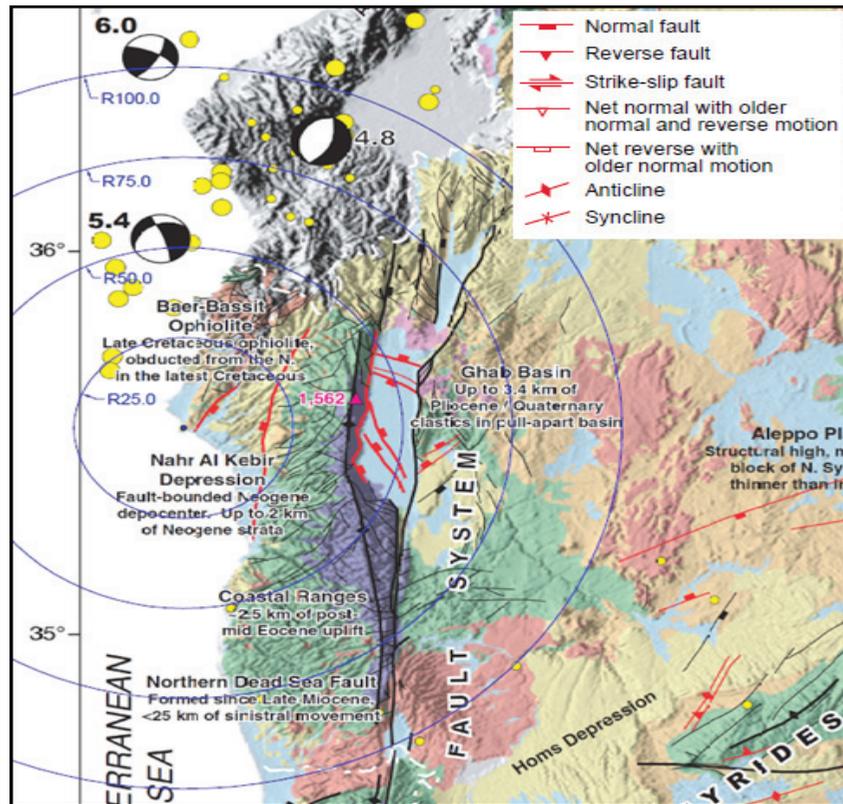
يهدف البحث لدراسة إمكانية الاستفادة من الخوارزمية الجينية؛ التي تعد من أفضل طرائق الأمثلة لإيجاد معاملات التقييم المثلى، بهدف التطابق الأفضل مع الطيف الهدف بعد مقارنة نتائجها مع نتائج المنهج التقليدي المتبع في الخطوط العريضة الموجودة في الكود السوري.

طرائق البحث ومواده:

اعتمد النهج التحليلي في إنجاز البحث، وأجريت دراسة مرجعية معمقة ودقيقة لعدد كبير من الأبحاث والمراجع الحديثة المتعلقة بموضوع تقييم السجلات الزلزالية، لتبيان الأسس العلمية

الشكل (1):

الخارطة التكتونية لسوريا (Graham, 2001) تحديداً الصدوع القريبة من مدينة اللاذقية.



(السكان)، ثانياً: العمل على مزجهم recombining وفق أحد طرائق المزج لإنتاج عدد من السلالات offspring، ثالثاً: إدخال بعض الطفرات mutation factor بشكل عشوائي على بعض الأفراد، رابعاً: تقييم تلك السلالات الناتجة بالنسبة لكفاءتها fitness كحلول للمشكلة المطروحة، وفي النهاية استبدالها أو إضافتها إلى الأعضاء الموجودة في الجماعة الأساسية (Morley, 2008).

أنواع الخوارزمية:

هناك ثلاثة أنواع تقليدية للخوارزمية ذات الهدف الوحيد
: SOGA Single objective

1. الحالة المنتظمة (Steady State [12] Holland, 1975).
2. للبرنامج التوليدي (Gold-Generational scheme [9] (berg, 1989).
3. إضافة النخبة (Adding Elitism [9] Goldberg, 1991)، كما قدم الباحثان (Fonseca & Fleming, 1993) الخوارزمية الجينية متعددة الأهداف MOGA Multi objectives، كذلك الباحث (Deb, 2001) الذي قدم NSGA-II، والتي تتمتع بخاصية التوليف الذاتي self-tuning.

مكونات الخوارزمية:

♦ الاختيار

- Selection دولاب الروليت Roulette wheel
- المباراة Tournament.

3- الخوارزمية الجينية Genetic Algorithm:

استخدمت خلال العقود الماضية في مجال الهندسة الإنشائية والزلزالية، فعلى سبيل المثال نذكر: التصميم الأمثل للمنشآت ذات السلوك اللاخطي Design Optimization Of Nonlinear Structures، التحكم الفعال بالمنشأ بالمنشأ Active Structural Control، التصميم بناءً على الأداء Performance-Based Design، البحث عن بؤرة الزلزال باستخدام الخوارزمية الجينية، حيث استخدم الباحث تقنية البحث التطوري في إيجاد بؤرة الزلزال، بالاعتماد على تقنية تصغير الأخطاء في إيجاد المركز (Malcolm, 1993)، عمل الباحث (Naeim, 2004) على اختيار وتقييس السجلات الزمنية باستخدام الخوارزمية، حيث اعتمد في الاختيار على الشكل الطيفي لطيف الاستجابة تماماً، وأهم المعلومات التي يجب أخذها بعين الاعتبار كما هو معروف في الأدبيات والكودات العالمية، والمتمثلة بأنه يجب أن تكون السجلات الزمنية لها قوة زلزالية للهزات والمسافات عن الصدع، وميكانيزمات مصادر زلزالية تنسجم مع تلك التي تحكم الهزة الأساسية التصميمية. اعتمد الباحث على كروموسوم يتألف من (14) جين، سبعة منها للسجلات الزمنية، والسبعة الباقية لمعاملات التقييس كمتغيرات لعملية الاختيار، واعتمد تابع الهدف لديه في الاختيار والتقييس على الشكل الطيفي لطيف الاستجابة فقط، ولم يلاحظ أبداً أي من مواصفات الزلزال المطلوبة كالقوة، والمسافة، والموقع، والاشتراطات الأخرى كالتسارع الأرضي الأعظمي على سبيل المثال.

تقوم الخوارزمية الجينية على الخطوات الآتية، أولاً: اختيار مجموعة من الأعضاء organisms لتشكيل الجماعة population

الاختيار.

وسعيًا هنا للاستفادة من عمل الباحثين (Fahjan, 2007) و (Naeim, 2004) سويًا، حيث قمنا بتطوير تابع الهدف الخاص بنا انطلاقاً من المفهوم المعتمد في المعادلة (1)، وذلك باستبدال طيف الاستجابة لسجل الحقيقي بالمتوسط لأطياف الاستجابة لمجموعة السجلات المختارة، وجعل تابع الملائمة هو السعي لتصغير هذا التابع كما ورد في فقرة تابع الهدف، وتمكننا من إدخال إمكانية استخدام مجموعة سجلات زمنية متغيرة العدد من 3 سجلات إلى 7 سجلات كما تسمح الكودات، حيث ينص الكود الأمريكي ASCE/SEI 41-06، ومثله الكود السوري على أنه يجب استخدام ثلاث مجموعات Data Sets من السجلات الزمنية للحركات الأرضية على الأقل، (تتكون المجموعة من مركبتين أفقيتين، أو مركبتين أفقيتين، ومركبة شاقولية في حال وجوب اعتبار الحركة الشاقولية)، عند إجراء التحليل باستخدام السجل الزمني، والتي يجب اختيارها و تقييسها من ثلاثة أحداث مسجلة على الأقل، يجب أن تكون السجلات الزمنية لها قوة زلزالية للهزات والمسافات عن الصدع، وميكانيزمات مصادر زلزالية تنسجم مع تلك التي تحكم الهزة الأساسية التصميمية (أو الزلزال الأعظمي التصميمي)، كما نص على أنه يتم لكل تحليل للمنشأة بالسجل الزمني حساب كل مكون (بارامتر) له أهمية، وإذا تم تحليل المنشأة لثلاثة سجلات زمنية فإن الاستجابة العظمى لكل بارامتر 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.

إن الهدف من استخدام الخوارزمية في هذا البحث هو السعي لتصغير المساحة المحصورة بين طيف الاستجابة الهدف، وبين متوسط أطياف الاستجابة للسجلات الزلزالية المقيسة ضمن مجال الدور قيد الاهتمام، وذلك كما يبين الشكل (2).

◆ التزاوج Recombination (العبور crossover): عبور النقطة الوحيدة (single point) وعبور النقطتين (two point)، كما قدم الباحث (Syswerda, 1989) ما يعرف بالعبور الموحد uniform crossover.

◆ الطفرة Mutation: تغيير أجزاء من الجينات في الصبغي بقلب قيمتها من 0 إلى 1 عند استخدام الترميز الثنائي binary strings أو العكس، أو ببعثرة المتغيرات في النطاق الخاص بها.

◆ الاستبدال Replacement: استبدال الآباء Replacement of Parents، استبدال الأضعف Replace Weakest، استبدال أول الضعفاء Replace First Weaker، استبدال حسب الرتبة Replace by Rank.

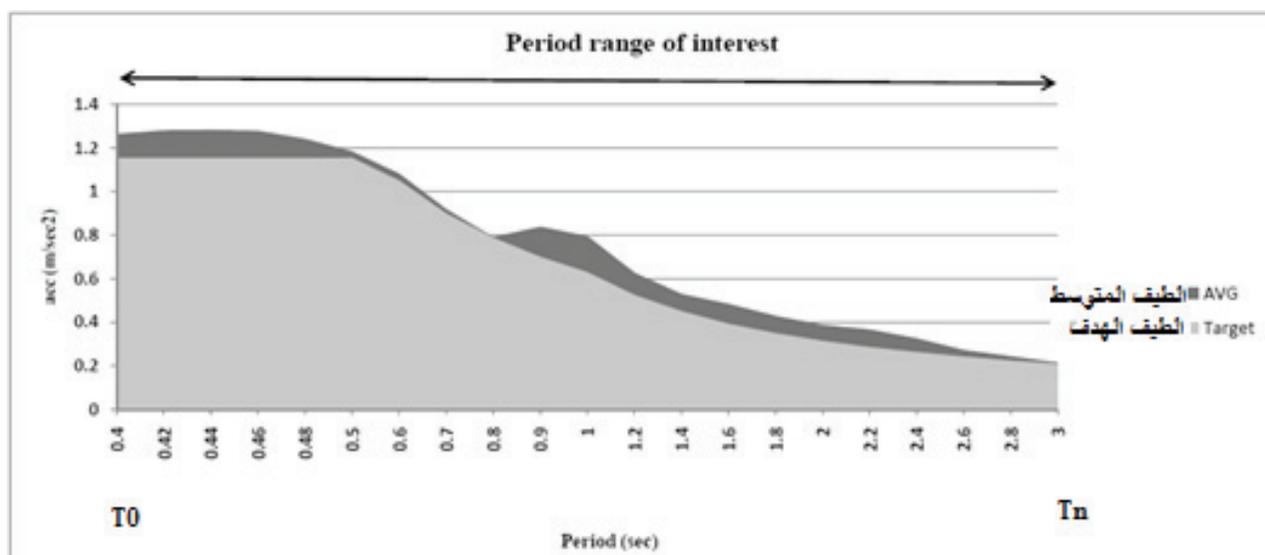
4. تقييس السجلات الزلزالية باستخدام الخوارزمية الجينية Ground Motions Scaling Using GA:

ذكرنا في مقدمة البحث أنه يمكن الحصول على أفضل معامل تقييس باستخدام طريقة الباحث (Fahjan, 2007)، حيث تعمل هذه الطريقة ببساطة على تقليص الفارق بين طيف الاستجابة الهدف وطيف الاستجابة للسجل المقيس، ولكن هذه الطريقة تستخدم لإيجاد المعامل لسجل واحد وليس لمجموعة السجلات كما تطالب الكودات.

كما ذكرنا أيضاً أن الباحث (Naeim, 2004) عمل على اختيار وتقييس السجلات الزمنية باستخدام الخوارزمية، حيث اعتمد في الاختيار على الشكل الطيفي لطيف الاستجابة، وأهم المعلومات التي يجب أخذها بعين الاعتبار كما هو معروف في الأدبيات والكودات العالمية، والمتمثلة بأنه يجب أن تكون السجلات الزمنية لها قوة زلزالية للهزات والمسافات عن الصدع، وميكانيزمات مصادر زلزالية تنسجم مع تلك التي تحكم الهزة الأساسية التصميمية، ولكنه توصل إلى نتائج ممتازة في المثال الثاني في ورقته البحثية، من ناحية إيجاد معاملات التقييس الأفضل لسجلات زمنية مسبقة

الشكل (2)

المساحة المحصورة بين طيف الهدف ومتوسط أطياف السجلات الزلزالية المقيسة.



3. أن لا يقل المتوسط للسجلات المقيسة عن 1.4 مرة من طيف الاستجابة الهدف:

(2)

$$\frac{Z(\sum_{i=1}^m [SF_i * SRSS_i(T)] - 1.4 SA_T(T))}{m} \geq 0 \text{ for } T_o \leq T \leq T_n$$

• البرمجيات المستخدمة Used Softwares:

انتشر استخدام الإكسيل Microsoft excel بين المهندسين المصممين، ويعود هذا إلى تميزه بعدة أمور (Kalyan, 2015) هي: واجهة البرنامج السهلة الاستخدام User Interface، نمذجة قاعدة البيانات Database Modeling، وأدوات تحليل البيانات والبرمجة Data Analysis & Programming Tools، كما أن وجود الفيچوال بيزك Visual Basic بالتوازي مع برامج الإضافة Add-In Programs يجعله أكثر تميزاً وفائدة (Savic, 2011)، ويعد برنامج Solve XL من أهم برامج الإضافة Add-In Programs، والأكثر استخداماً بين برامج الأمثلة (Optimization Program. Morley, 2008).

التطبيق الأول:

تم اختيار أحد نماذج الأبنية لمشروع الادخار السكني في مدينة اللاذقية، وحساب قيمة الدور للنموذج المكون من 14 طابقاً، وبمساحة للطابق الواحد تبلغ 640 m2 كما يظهر في الشكل (3)، وذلك من خلال إجراء التحليل النمطي Modal Analyses للنموذج باستخدام برنامج ETABS، فتبين أن الدور الأساسي للنموذج هو T1 = 0.86 sec، ومجال الدور قيد الاهتمام الذي سيستخدم في عملية المطابقة يتراوح من 0.17 sec إلى 1.29 sec كما يبين الشكل (4).

الشكل (3):

الواجهات الجانبية والمسقط المعماري للنموذج المكون من 14 طابق ومساحة طابقية 640 m2.



تكرار زمنية 475 سنة حسب ملحق الكود السوري للزلازل من أجل المعاملات:

تم حساب الطيف التصميمي لمدينة اللاذقية الموضح بالشكل (4)، باحتمالية حدوث 10% خلال فترة تعرض 50 عاماً، أي فترة

• تابع الهدف والقيود Objective Function & Re-strains:

من المعلوم أنه يجب تقييس المجموعة بحيث أن المتوسط Av- erage لكل أطراف SRSS للأزواج الأفقية المقيسة، يجب أن لا يقل عن 1.4 مرة من القيم المقابلة على طيف الاستجابة التصميمي، وذلك في مجال معين للدور بين 0.2 T1 و 1.5 T1، حيث إن T1 هو الدور الأساسي للمنشأ (ASCE -07)، وبالتالي سنجعل تابع الهدف Objective للخوارزمية هو تصغير مجموع مربع الفرق بين طيف الاستجابة الهدف والمتوسط، على الشكل الآتي:

(1)

$$Z = \text{Min} \left[\sum_{T=T_o}^{T_n} \left(\frac{\sum_{i=1}^m [SF_i * SRSS_i(T)] - 1.4 SA_T(T)}{m} \right)^2 \right]$$

T	: دور الإمتزاز للمنشأ
SF _i	: عامل التقييس الخاص بالسجل رقم أ
SRSS _i (T)	: قيمة التسارع الطيفي للسجل رقم أ. عند الدور T
m	: عدد السجلات المختارة (بين 3 إلى 7 سجلات)
SA _T (T)	: قيمة الطيف الاستجابة التميمي عند الدور T
T _n T _o	: الدور الابتدائي والنهائي المعتبر في مجال الدور قيد الإهتمام

علماً أن المتحولات (الكائنات) Organisms هي معاملات التقييس SFi السبع العائدة للسجلات المختارة.

وتخضع الخوارزمية للاشتراطات Constrains (القيود) الآتية:

1. SF max ≥ SF ≥ SF min : أي أن معامل التقييس محصور

بين قيمتين محددين.

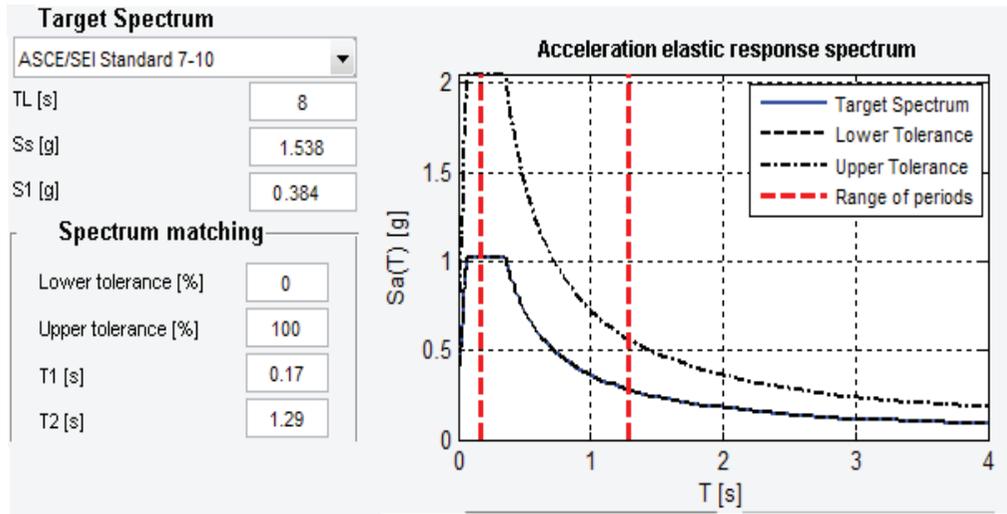
2. SF max & SF min > 0 : الحد العلوي والسفلي لمعامل

التقييس أكبر من الصفر.

الشكل (4):

الطيف الهدف وحدود الدور قيد الاهتمام والحد السفلي للطيف الهدف 7-ASCE 10.

$$S_c \text{ نوع التربة} \Rightarrow S_s = 1.538 \text{ g}, S_1 = 0.384 \text{ g}, T_L = 8 \text{ sec} \Rightarrow \text{PGA} = 0.41\text{g}$$



الأساسية التصميمية (أو الزلزال الأعظمي التصميمي).

أجريت عملية الاختيار باستخدام برنامج REXEL، الذي يمكن بواسطته إنشاء طيف الاستجابة التصميمي وفق عدة كودات أحدها الكود الأمريكي ASCE 7-10، وبناءً على هذا الطيف يمكن للبرنامج البحث ضمن قاعدة البيانات عن مجموعات تتكون كل مجموعة من سبعة سجلات، بحيث يكون الطيف المتوسط لها محققاً لاشتراطات الكود المستخدم.

نتائج الاختيار:

تم اختيار 15 مجموعة من السجلات الزلزالية تعود لأحداث زلزالية مختلفة، بما يحقق اشتراطات الكود السوري، وهي معرفة في الجدول (1)، الذي يبين رقم المجموعة واسمها المكون من سبعة رموز (nx, ny)، وأدرجت المجموعة الأولى في الشكل (5) من هذه السجلات. ويبين الجدول (2) اسم الحدث الزلزالي، ورقم السجل، بالإضافة لمعلومات.

عتمدت قاعدة البيانات الأوروبية -European Strong-motion Database (ESD

tion Database (ESD)، والتي تحتوي على 1383 سجل زلزالي (السجل مكون من مركبتين أفقيتين ومركبة شاقولية)، ليتم اختيار السجلات منها، وهي متوفرة على الموقع الإلكتروني:

(http://www.isesd.hi.is/ESD_Local/frameset.htm).

ينص الكود الأمريكي (ASCE 7-05) ومثله الكود السوري (Syrian Arab Code, 2012) على أنه يجب استخدام ثلاث مجموعات Data Sets من السجلات الزمنية للحركات الأرضية على الأقل، (تتكون المجموعة من مركبتين أفقيتين، أو مركبتين أفقيتين، ومركبة شاقولية في حال وجوب اعتبار الحركة الشاقولية)، عند إجراء التحليل باستخدام السجل الزمني، والتي يجب اختيارها وتقييمها من ثلاثة أحداث مسجلة على الأقل، يجب أن تكون السجلات الزمنية لها قوة زلزالية للهزات والمسافات عن الصدع، وميكانيزمات مصادر زلزالية تنسجم مع تلك التي تحكم الهزة

جدول (1):

مجموعات السجلات الزلزالية المختارة.

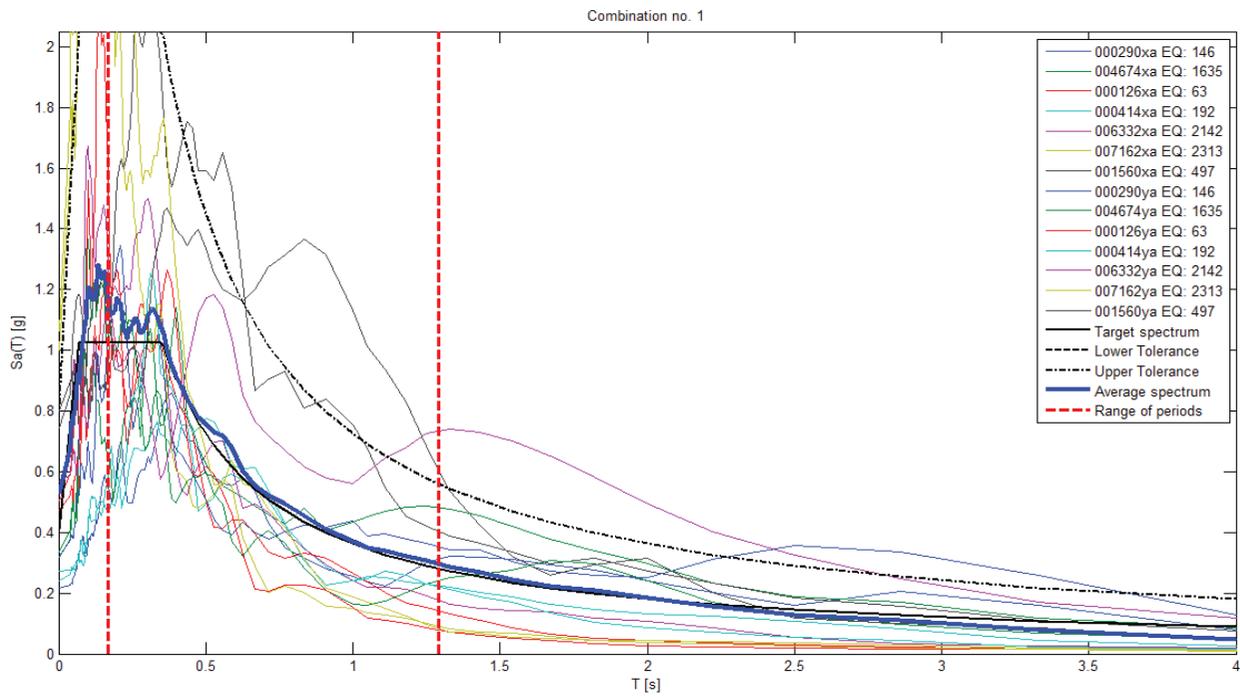
Earthquake ID														
7162y	7162x	6332y	6332x	4674y	4674x	1560y	1560x	414y	414x	290y	290x	126y	126x	Set(1)
6349y	6349x	4674y	4674x	1560y	1560x	594y	594x	414y	414x	290y	290x	126y	126x	Set(2)
7162y	7162x	6349y	6349x	4674y	4674x	1560y	1560x	414y	414x	290y	290x	126y	126x	Set(3)
7162y	7162x	4674y	4674x	1560y	1560x	414y	414x	290y	290x	126y	126x	74y	74x	Set(4)
7162y	7162x	4674y	4674x	1703y	1703x	1560y	1560x	414y	414x	290y	290x	126y	126x	Set(5)
7162y	7162x	6332y	6332x	4674y	4674x	1560y	1560x	290y	290x	126y	126x	55y	55x	Set(6)
4674y	4674x	1560y	1560x	879y	879x	594y	594x	290y	290x	126y	126x	74y	74x	Set(7)
6263y	6263x	4674y	4674x	1560y	1560x	879y	879x	594y	594x	290y	290x	126y	126x	Set(8)
7162y	7162x	4674y	4674x	1560y	1560x	879y	879x	290y	290x	126y	126x	42y	42x	Set(9)

Earthquake ID

6349y	6349x	4674y	4674x	1560y	1560x	879y	879x	501y	501x	290y	290x	126y	126x	Set(10)
6349y	6349x	6263y	6263x	4674y	4674x	879y	879x	290y	290x	126y	126x	74y	74x	Set(11)
7162y	7162x	6349y	6349x	4674y	4674x	1560y	1560x	879y	879x	290y	290x	126y	126x	Set(12)
7162y	7162x	4674y	4674x	1560y	1560x	879y	879x	290y	290x	126y	126x	74y	74x	Set(13)
7162y	7162x	4674y	4674x	1560y	1560x	879y	879x	290y	290x	196y	196x	126y	126x	Set(14)
7162y	7162x	4674y	4674x	1703y	1703x	1560y	1560x	879y	879x	290y	290x	126y	126x	Set(15)

الشكل (5):

متوسط أطياف المجموعة الأولى من السجلات الزلزالية (14 مركبة لسبعة زلازل) في مجال الدور قيد الاهتمام.



جدول (2):

المجموعة الأولى من السجلات الزلزالية المختارة.

Waveform ID	Earthquake ID	Station ID	Earthquake Name	Date	Mw	Fault Mechanism	Ep D [[km	PgaX m/s ²	PgaY m/s ²
رمز الإشارة	رمز الزلزال	رمز المحطة	اسم الزلزال	التاريخ	المقدار	آلية الصدع	المسافة	التسارع	التسارع
290	146	ST96	Campano Lucano	1980/23/11	6.9	normal	32	2.1206	3.1662
4674	1635	ST2486	South Iceland	2000/17/6	6.5	strike slip	5	3.1176	3.3109
126	63	ST35	(Friuli (aftershock	1976/15/9	6	thrust	21	4.6466	4.9562
414	192	ST163	Kalamata	1986/13/9	5.9	normal	11	2.3537	2.6703
6332	2142	ST2483	South Iceland ((aftershock	2000/21/6	6.4	strike slip	6	5.1881	5.5698
7162	2313	ST3297	Firuzabad	1994/20/6	5.9	strike slip	7	9.8239	10.444
1560	497	ST541	Duzce 1	1999/12/11	7.2	oblique	39	7.3108	7.8496

نوع عملية الاختيار: هي المباراة من أجل الحالة الأولى والروليت بحسب الرتبة للحالة الثانية. عملية التصالب: هي النقطة الواحدة وباحتمال (0.95)، وعملية الطفرة: باحتمال (0.4)، والتي حددت بناءً على عدد الجينات في الكروموسوم. عملية الاستبدال: بحسب الرتبة. ويبين الشكل (6) سير عملية الحصول على معاملات التقيس الأفضل عبر الأجيال المتلاحقة باستخدام الخوارزمية الجينية، وذلك عبر العمل على تصغير قيمة التابع الهدف كما هو مبين.

مكونات الخوارزمية في التطبيق الأول:

يتكون الفرد (الكروموسوم) من سبعة جينات، يمثل كل جين معامل تقيس خاص بأحد السجلات السبع المختارة سابقاً، وهو ممثل بقيمته الحقيقية، أي تم استخدام التشفير بالعدد الحقيقي، وتم وضع حد علوي يبلغ (2) وحد سفلي (0.5). تتكون الجماعة من (50) فرداً. عدد الأجيال يبلغ (100) جيل. نوع الخوارزمية اخترنا خوارزمية الحالة الثابتة ذات الهدف الواحد في نوع الخوارزمية.

الشكل (6):

تغير قيمة التابع الهدف عبر الأجيال وتصغير قيمته بشكل تدريجي مع تقدم الأجيال والتغير المتلاحق لقيم الجينات التي تمثل معاملات التقيس السبع G.



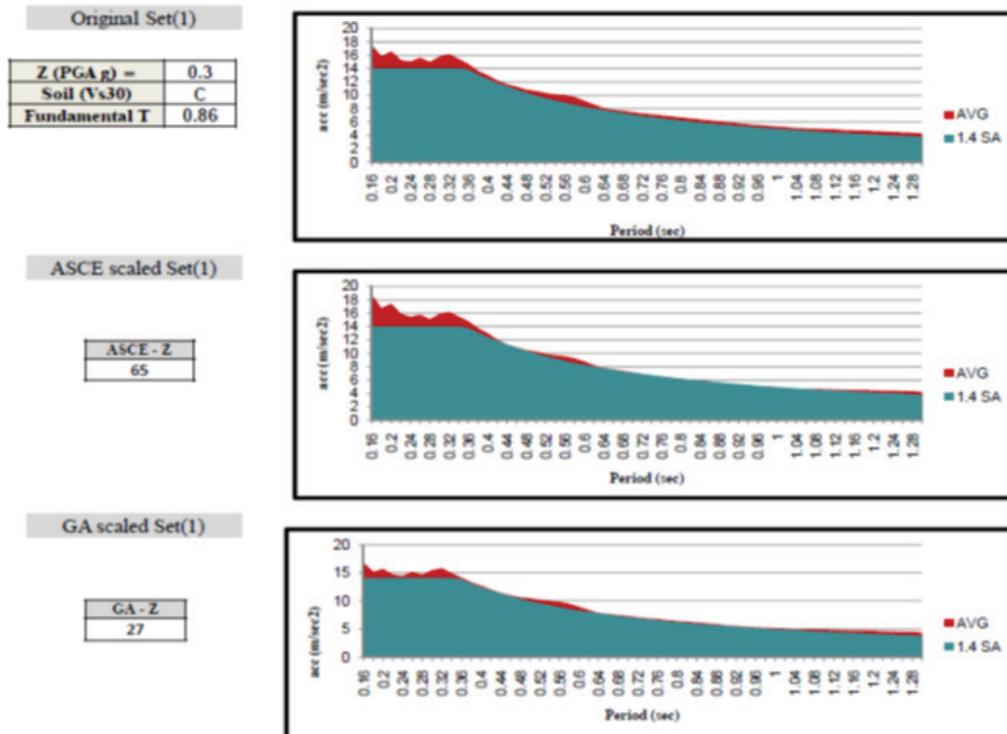
الطيف التصميمي المحسوب الخاص بالمنطقة المدروسة. ويبين الشكل (7) متوسط أطياف الاستجابة AVG، والطيف الهدف 1.4 SA في مجال الدور قيد الاهتمام لكل من السجلات الأصلية والمقيسة وفق الكود الأمريكي، والمقيسة بطريقة الخوارزمية الجينية، مع قيمة تابع الهدف Z لكل من الطريقتين وذلك للمجموعة الأولى من السجلات الزمنية.

نتائج التقيس باستخدام الخوارزمية وفق الكود الأمريكي للمجموعة الأولى:

- تم حساب طيف (SRSS Response Spectrum) (SRSS) لكل زوج من المركبات الأفقية، والمتوسط الحسابي لكل تلك الأطياف (AVG)، وحساب الطيف الهدف (1.4 SA) الذي يمثل 1.4 مرة من

الشكل (7):

متوسط أطياف الاستجابة AVG والطيف الهدف 1.4 SA في مجال الدور قيد الاهتمام لكل من السجلات الأصلية والمقيسة وفق الكود الأمريكي والمقيسة بطريقة الخوارزمية الجينية للمجموعة الأولى.



الهدف للخوارزمية)، وأدرجت في الجداول أيضاً. ويبين الشكل (8) قيم المتوسط الحسابي لمعاملات التقييس الخاصة بكل مجموعة سجلات بعد تقييسها باستخدام الطريقتين كلاً على حده.

يلاحظ انخفاض القيم الناتجة عن التقييس باستخدام الخوارزمية الجينية عن مثيلاتها الناتجة عن التقييس باستخدام التقييس الموحد في مجال الزمن، كما يبين قيم مربع المساحة المحصورة بين الطيف الهدف ومتوسط الأطياف الخاصة بكل مجموعة سجلات بعد تقييسها باستخدام الطريقتين كلاً على حده. نلاحظ انخفاض القيم الناتجة عن التقييس باستخدام الخوارزمية الجينية عن مثيلاتها بشكل ملحوظ أيضاً.

نتائج التقييس باستخدام الخوارزمية ووفق الكود الأمريكي لجميع مجموعات السجلات المختارة:

تم في هذا التطبيق تقييس 15 مجموعة من السجلات الزمنية، باستخدام طريقتين مختلفتين للتقييس، وأدرجت معاملات التقييس الناتجة عن الطريقتين في الجدول (3) للطريقة الأولى ASCE وفق الكود الأمريكي، وللطريقة الثانية (الخوارزمية الجينية)، وتم حساب المتوسط الحسابي Average SF لمعاملات التقييس السبع لكل مجموعة، وأيضاً حساب مربع المساحة المحصورة (Z) بين الطيف الهدف والطيف المتوسط لكل مجموعة (الذي اعتبر تابع

جدول (3):

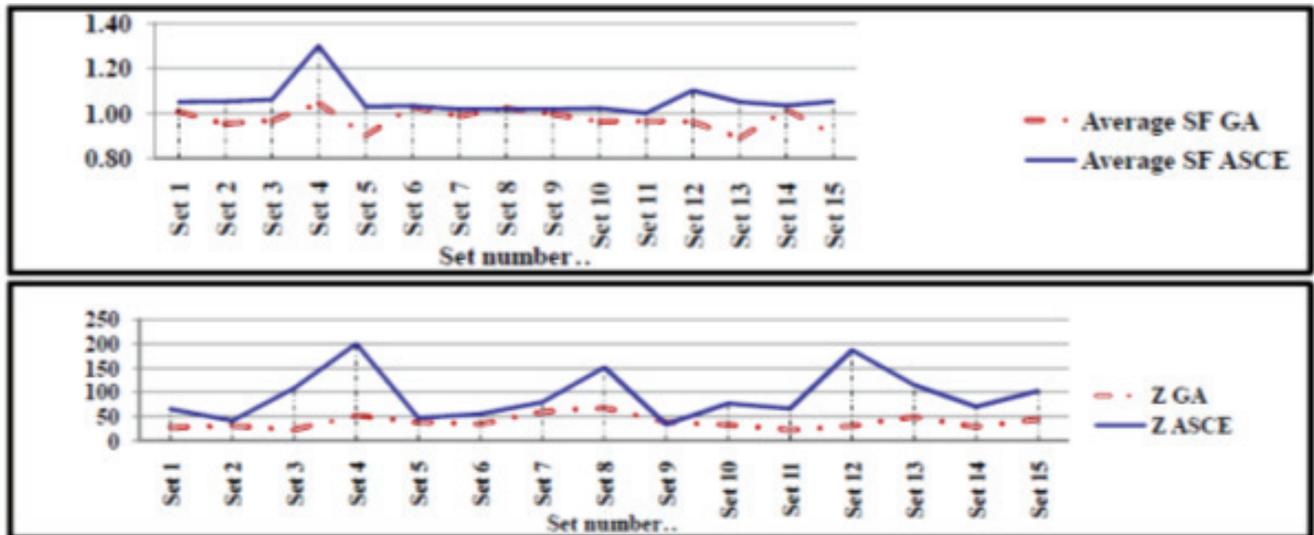
معاملات التقييس الخاصة بكل سجل من السجلات الزمنية.

Z GA	Average SF GA	SRSS(7)	SRSS(6)	SRSS(5)	SRSS(4)	SRSS(3)	SRSS(2)	SRSS(1)	SF GA
27	1.01	0.74	1.18	1.24	0.78	1.12	0.82	1.18	Set 1
31	0.95	0.90	1.31	0.83	1.40	0.51	0.73	1.00	Set 2
23	0.97	0.96	0.56	0.66	0.92	0.97	1.63	1.07	Set 3
52	1.05	0.90	1.30	0.59	1.28	1.50	0.96	0.81	Set 4
38	0.90	1.06	0.75	0.68	1.40	0.63	0.82	0.97	Set 5
34	1.03	0.59	0.96	1.40	0.73	0.83	1.63	1.07	Set 6
60	0.99	1.99	0.82	0.66	1.40	0.60	0.82	0.63	Set 7
68	1.02	0.63	1.79	0.69	1.21	0.61	0.83	1.41	Set 8
38	1.00	1.15	1.57	0.69	0.59	1.09	0.57	1.32	Set 9
32	0.96	1.50	1.20	0.72	0.68	0.57	0.83	1.24	Set 10
22	0.97	1.23	0.55	1.21	0.53	1.97	0.59	0.68	Set 11
31	0.96	0.53	1.30	0.83	0.73	0.64	1.63	1.07	Set 12
49	0.89	1.14	0.62	1.39	0.73	1.22	0.51	0.63	Set 13
29	1.02	0.64	1.58	0.68	1.35	0.91	0.66	1.31	Set 14
45	0.91	0.94	1.12	0.61	1.36	0.60	0.73	1.00	Set 15
Z ASCE	Average SF ASCE	SRSS(7)	SRSS(6)	SRSS(5)	SRSS(4)	SRSS(3)	SRSS(2)	SRSS(1)	SF ASCE
65	1.05	1.17	1.03	1.20	0.52	1.09	1.23	1.13	Set 1
41	1.05	0.72	1.05	0.73	0.71	1.47	1.38	1.31	Set 2
108	1.06	1.24	0.69	1.26	0.52	0.92	1.13	1.68	Set 3
1667	1.40	3.24	0.72	0.55	1.24	0.83	2.44	0.74	Set 4
47	1.03	0.72	1.31	0.96	0.66	1.29	1.35	0.94	Set 5
55	1.03	1.01	1.19	1.11	0.56	1.23	1.03	1.11	Set 6
79	1.02	1.05	0.73	0.98	0.71	1.38	1.31	0.99	Set 7
152	1.02	0.89	1.20	0.93	1.47	0.62	1.10	0.93	Set 8

Z ASCE	Average SF ASCE	SRSS(7)	SRSS(6)	SRSS(5)	SRSS(4)	SRSS(3)	SRSS(2)	SRSS(1)	SF ASCE
34	1.02	0.72	1.31	0.66	1.03	1.35	0.94	1.12	Set 9
77	1.02	0.65	1.20	0.93	1.47	0.87	1.10	0.93	Set 10
66	1.00	0.65	0.89	1.20	1.47	1.10	0.93	0.75	Set 11
187	1.10	1.28	0.69	1.33	0.51	1.23	1.11	1.57	Set 12
115	1.05	1.18	1.18	0.51	1.25	1.23	1.25	0.77	Set 13
70	1.04	0.72	1.31	0.66	1.03	1.35	1.24	0.94	Set 14
103	1.05	1.18	1.18	0.77	0.51	1.25	1.23	1.25	Set 15

الشكل (8):

تغير المتوسط الحسابي لمعاملات التقييم لكل مجموعة والنتيجة عن التقييم باستخدام الطريقتين ASCE، GA، وتغير مربع المساحة المحصورة بين الطيف المتوسط والطيف الهدف لكل مجموعة والنتيجة عن التقييم باستخدام الطريقتين.



الجدول (4):

مواصفات البنية المدروسة.

البناء	مساحة الطابق (م)	عدد الطوابق	$T_x(\text{sec})$	$T_y(\text{sec})$
ادخار 120	480	10	1.04	1.1
ادخار 130	520	10	0.99	1.08
ادخار 140	560	10	1.02	0.96
ادخار 150	600	14	1.72	1.46
ادخار 160	640	14	1.2	1.24
طابيات	350	12	1.26	1.14
عقار 1908	130	9	0.61	1.07

التطبيق الثاني:

اعتمدت مجموعة من نماذج الأبنية لمشروع الادخار السكني (120 - 130 - 140 - 150 - 160) ومبان أخرى (الطابيات - العقار 1908)، كما تبين الأشكال (9 - 10 - 11 - 12 - 13) في مدينة اللاذقية الموصوفة زلزالياً في الفقرة (2)، وتم حساب قيمة الدور للنماذج بإجراء التحليل النمطي Modal Analyses كما يوضح الجدول (4). لوحظ أن الأدوار التي يجب أخذها بعين الاعتبار من أجل تغطية كل المدى الزمني في الطيف التصميمي هي (0.5sec - 1 sec - 1.5 sec - 2 sec)، أي أن الأبنية السكنية التقليدية في سوريا تنحصر أدوارها في هذا المجال بشكل تقريبي إلا ما ندر.

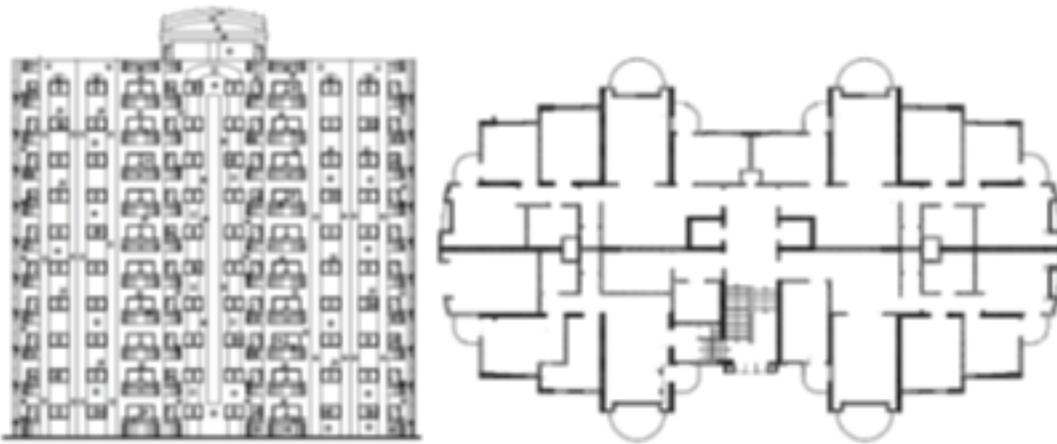
الشكل (9)

الادخار السكني 120-130.



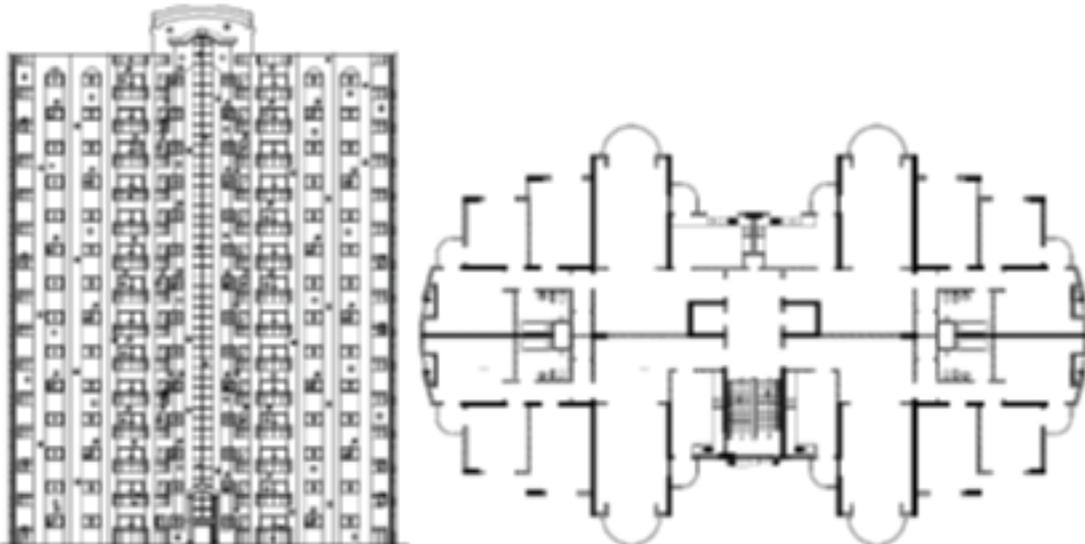
الشكل (10)

الادخار السكني 140.



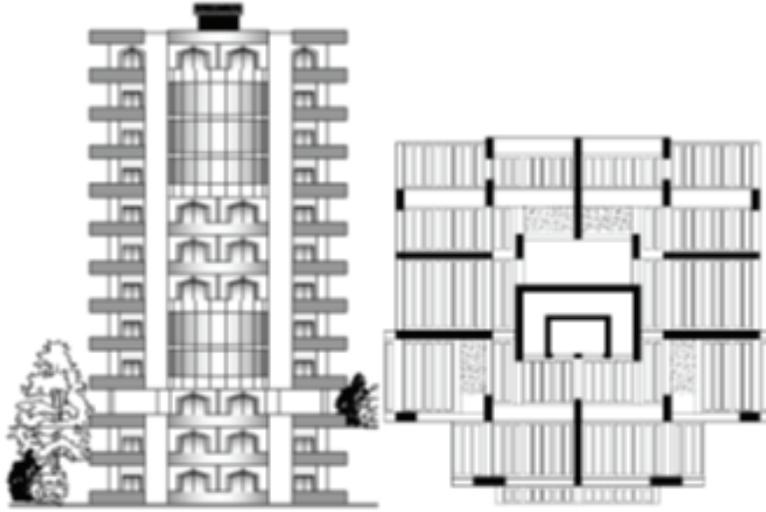
الشكل (11)

الادخار السكني 150.



الشكل (12)

بناء سكني برج في حي الطابيات.



الشكل (13)

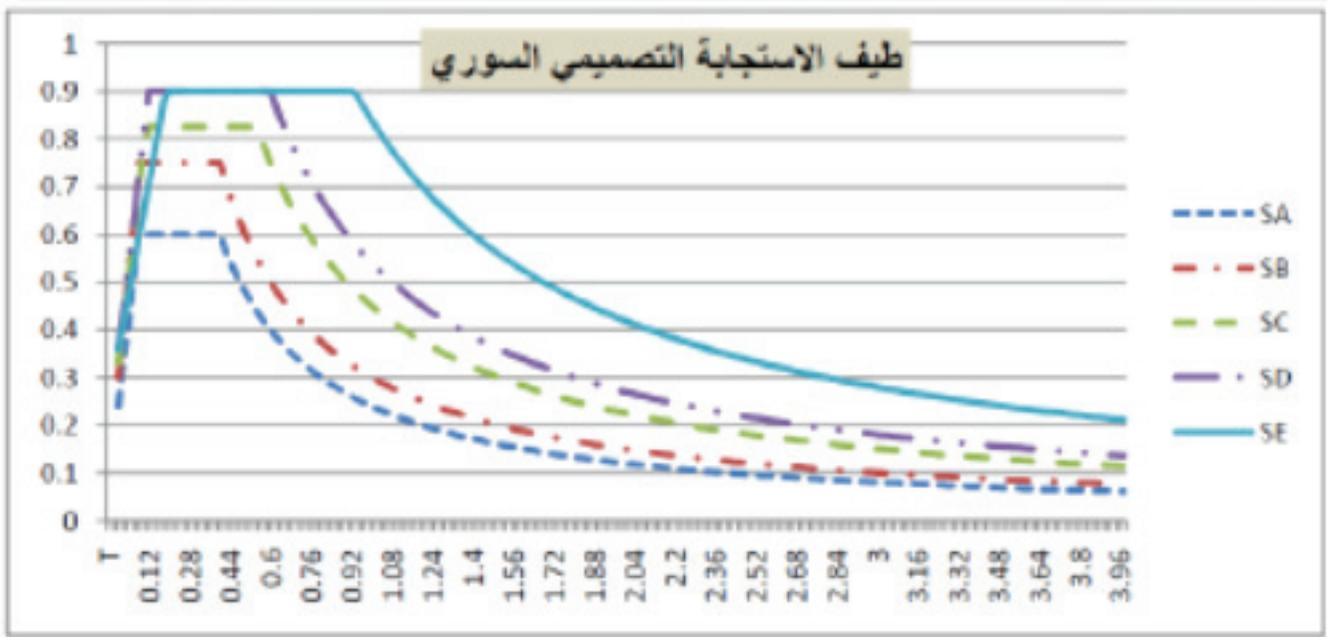
العقار 1908 في ساحة الشيخ ضاهر.



تم حساب الطيف التصميمي لمدينة اللاذقية الموضح بالشكل (14) باحتمالية حدوث 10% خلال فترة تعرض 50 عاماً، أي فترة تكرار زمنية 475 سنة حسب ملحق الكود السوري للزلازل من أجل نوع التربة: SA, SB, SC, SD, SE.

الشكل (14)

طيف الاستجابة التصميمي السوري وفق متطلبات الكود السوري.



بحسب الرتبة للحالة الثانية. عملية التصالب: هي النقطة الواحدة
وبا احتمال (0.95). وعملية الطفرة: با احتمال (0.7)، والتي حددت
بناءً على عدد الجينات في الكروموسوم. عملية الاستبدال: بحسب
الرتبة.

**نتائج التقييس باستخدام الخوارزمية و وفق الكود الأمريكي في
التطبيق الثاني:**

تم اختيار مجموعات من السجلات الزلزالية تعود لأحداث
زلزالية مختلفة، بما يحقق اشتراطات الكود السوري، ونوضح
في الجدول (5) المجموعة الخاصة لنوع التربة Sc، وقيمة الدور
الأساسي T=2 sec مع معاملات التقييس الخاصة بالطريقتين.

مكونات الخوارزمية Re-Objective Function & strains:

تم في التطبيق الثاني اختيار المكونات التالية لاستخدامها في
الخوارزمية: يتكون الفرد (الكروموسوم) من سبعة جينات، يمثل كل
جين معامل تقييس خاص بأحد السجلات السبع المختارة سابقاً،
وهو ممثل بقيمته الحقيقية: أي تم استخدام التشفير بالعدد الحقيقي؛
وتم وضع حد علوي يبلغ (6) وحد سفلي (0.5). تتكون الجماعة من
(50) فرداً. عدد الأجيال يبلغ (100) جيل. نوع الخوارزمية اخترنا
خوارزمية الحالة الثابتة ذات الهدف الواحد في نوع الخوارزمية.
نوع عملية الاختيار: هي المباراة من أجل الحالة الأولى والروليت

الجدول (5)

المجموعة الخاصة لنوع التربة Sc وقيمة الدور الأساسي T=2 sec.

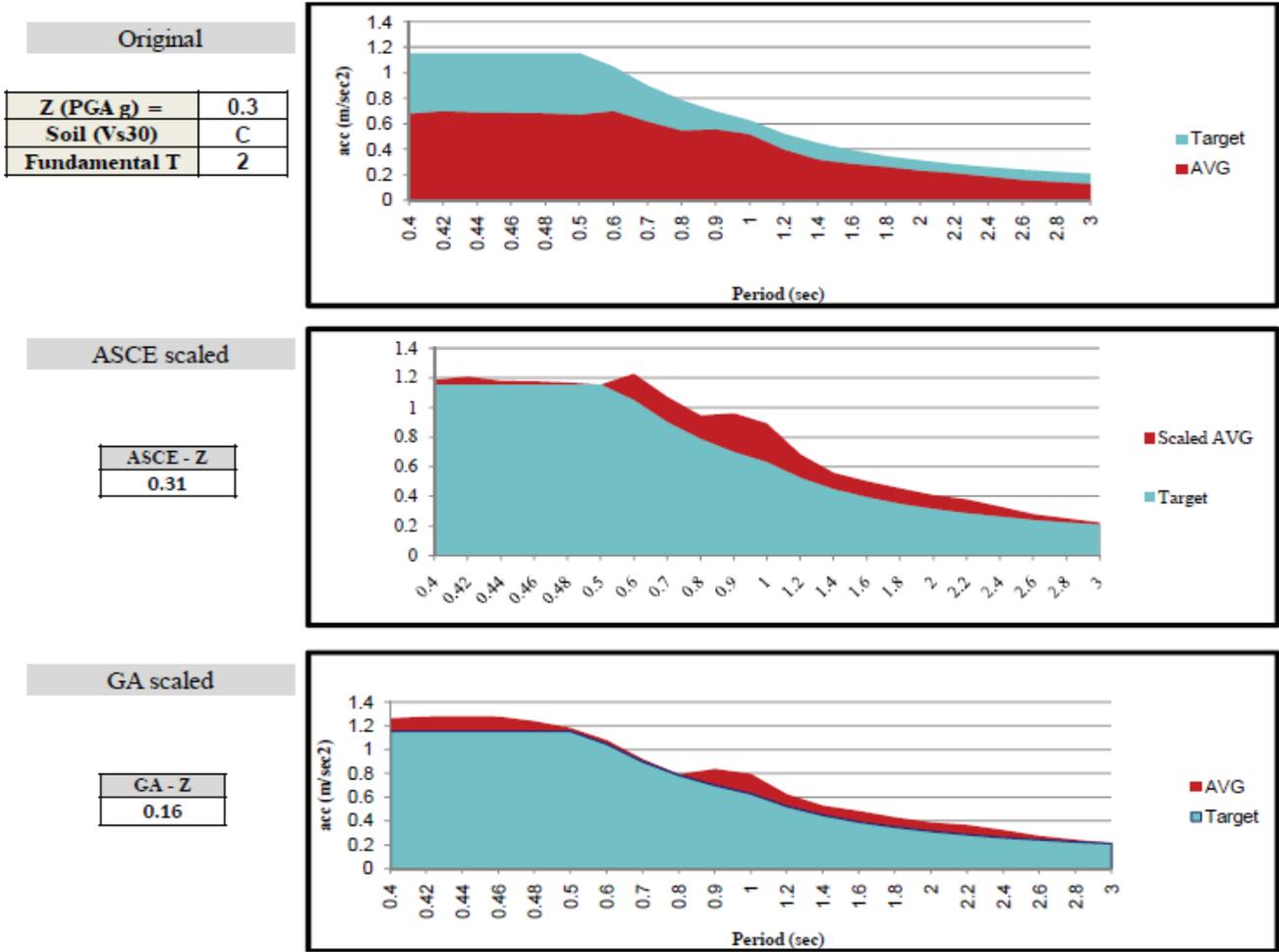
Record Sequence Number	EQID	Earthquake Name	YEAR	MODY	HRMN	Station Name	Station Sequence Number	Station ID No.	Earthquake Magnitude	EpiD (km)	Preferred NEHRP Based on Vs30	PGA (g)	Sf	SfASCE
755	0118	Loma Prieta	1989	1018	0005	Coyote Lake Dam (SW Abut)	449	57217	6.93	30.78	C	0.29	1.01	2.23
1007	0127	Northridge-01	1994	0117	1231	LA - Univ. Hospital	354	24605	6.69	36.47	C	0.35	4.02	1.51
1182	0137	Chi-Chi, Taiwan	1999	0920		CHY006	632	99999	7.62	40.47	C	0.36	0.74	1.20
1201	0137	Chi-Chi, Taiwan	1999	0920		CHY034	651	99999	7.62	46.13	C	0.30	1.57	1.68
1402	0137	Chi-Chi, Taiwan	1999	0920		NST	916	9999917	7.62	88.84	C	0.39	2.74	2.73
1487	0137	Chi-Chi, Taiwan	1999	0920		TCU047	1020	99999	7.62	86.39	C	0.36	0.52	1.56
1492	0137	Chi-Chi, Taiwan	1999	0920		TCU052	1025	99999	7.62	39.58	C	0.35	2.21	1.88

الخوارزمية الجينية، مع قيمة تابع الهدف Z لكل من الطريقتين
وذلك لنوع التربة Sc وقيمة الدور الأساسي T=2 sec.

ويبين الشكل (15) متوسط أطراف الاستجابة AVG والطيف
الهدف SA 1.4 في مجال الدور قيد الاهتمام لكل من السجلات
الأصلية والمقيسة وفق الكود الأمريكي، والمقيسة بطريقة

الشكل (15)

متوسط أطياف الاستجابة AVG والطيف الهدف SA 1.4 في مجال الدور قيد الاهتمام لكل من السجلات الأصلية والمقيسة وفق الكود الأمريكي، والمقيسة بطريقة الخوارزمية الجينية لنوع التربة Sc وقيمة الدور الأساسي T=2 sec.



وتبين الجداول (6)، (7)، (8)، (9) نتائج التقييم باستخدام طريقة الخوارزمية الجينية GA والتقييم وفق الكود الأمريكي ASCE.

الجدول (6)

نتائج التقييم من أجل الدور T=0.5 sec

	Fundamental T = 0.5 sec									
	SA		SB		SC		SD		SE	
	Sf GA	Sf ASCE	Sf GA	Sf ASCE	Sf GA	Sf ASCE	Sf GA	Sf ASCE	Sf GA	Sf ASCE
SRSS1	0.85	1.55	1.13	5.01	2.46	2.29	2.85	2.46	1.40	4.31
SRSS2	1.51	0.36	0.77	0.85	1.66	2.01	0.68	2.79	3.50	2.77
SRSS3	0.75	9.19	3.75	2.19	0.83	2.36	1.96	1.81	5.58	3.78
SRSS4	1.03	22.68	5.68	4.25	0.58	2.93	0.86	2.59	-	-
SRSS5	3.88	25.50	2.47	4.62	1.70	1.86	0.91	2.92	-	-
SRSS6	-	-	5.62	3.67	4.50	1.42	4.14	1.82	-	-
SRSS7	-	-	5.63	6.19	1.28	2.62	3.25	1.60	-	-
AVG	1.60	11.86	3.58	3.82	1.86	2.21	2.09	2.28	3.49	3.62
ASCE - Z	5.26		5.66		2.18		4.40		1.98	
GA - Z	0.57		5.48		0.33		1.00		0.76	

الجدول (7)

نتائج التقييس من أجل الدور $T=1 \text{ sec}$.

	Fundamental T = 1 sec									
	SA		SB		SC		SD		SE	
	Sf GA	Sf ASCE	Sf GA	Sf ASCE	Sf GA	Sf ASCE	Sf GA	Sf ASCE	Sf GA	Sf ASCE
SRSS1	1.46	1.13	1.28	3.57	1.26	2.00	2.85	2.35	1.41	4.31
SRSS2	1.13	0.37	0.73	0.69	1.25	1.65	0.68	2.29	5.13	2.77
SRSS3	2.89	6.65	2.87	1.77	1.01	1.70	1.96	3.04	3.10	3.78
SRSS4	0.97	14.26	0.60	6.14	0.87	2.77	0.86	1.98	-	-
SRSS5	2.83	15.49	5.37	2.19	4.81	1.91	0.91	1.92	-	-
SRSS6	-	-	3.56	2.23	3.18	1.60	4.14	1.85	-	-
SRSS7	-	-	0.58	15.64	1.17	2.17	3.25	1.69	-	-
AVG	1.86	7.58	2.14	4.61	1.94	1.97	2.09	2.16	3.21	3.62
ASCE Z	1.07		3.60		1.19		2.27		2.46	
GA - Z)	0.36		0.20		0.40		1.06		1.98	

الجدول (8)

نتائج التقييس من أجل الدور $T=1.5 \text{ sec}$.

	Fundamental T = 1.5 sec									
	SA		SB		SC		SD		SE	
	Sf GA	Sf ASCE	Sf GA	Sf ASCE	Sf GA	Sf ASCE	Sf GA	Sf ASCE	Sf GA	Sf ASCE
SRSS1	2.55	0.81	1.35	3.57	1.27	1.97	2.78	2.35	0.55	5.37
SRSS2	0.90	0.42	0.72	0.69	3.37	1.73	0.64	2.29	6.78	2.74
SRSS3	2.97	5.33	3.13	1.77	0.65	1.53	1.34	3.04	4.68	9.34
SRSS4	2.76	15.83	1.52	6.14	1.27	2.39	1.04	1.98	-	-
SRSS5	2.71	17.09	3.77	2.19	5.03	2.18	0.73	1.92	-	-
SRSS6	-	-	3.59	2.23	0.68	1.58	4.57	1.85	-	-
SRSS7	-	-	3.70	15.64	1.70	2.30	2.92	1.69	-	-
AVG	2.38	7.90	2.54	4.61	1.99	1.95	2.00	2.16	4.01	5.82
ASCE - Z	0.88		0.17		1.03		2.05		13.71	
GA - Z)	0.94		0.05		0.17		0.75		7.07	

الجدول (9)

نتائج التقييس من أجل الدور $T=2 \text{ sec}$.

	Fundamental T = 2 sec									
	SA		SB		SC		SD		SE	
	Sf GA	Sf ASCE	Sf GA	Sf ASCE	Sf GA	Sf ASCE	Sf GA	Sf ASCE	Sf GA	Sf ASCE
SRSS1	2.87	1.63	4.70	3.57	1.01	2.23	2.52	2.35	0.52	5.37
SRSS2	1.54	1.25	0.77	0.69	4.02	1.51	1.90	2.29	6.24	2.74
SRSS3	2.88	1.97	1.87	1.77	0.74	1.20	1.15	3.04	6.42	9.34
SRSS4	2.05	15.65	5.72	6.14	1.57	1.68	1.10	1.98	-	-
SRSS5	2.55	5.77	3.12	2.19	2.74	2.73	1.94	1.92	-	-
SRSS6	-	-	2.85	2.23	0.52	1.56	1.12	1.85	-	-
SRSS7	-	-	1.20	15.64	2.21	1.88	4.36	1.69	-	-
AVG	2.38	5.25	2.89	4.61	1.83	1.83	2.01	2.16	4.40	5.82
ASCE - Z	1.26		0.00		0.31		1.16		10.83	
GA - Z)	2.90		0.01		0.17		0.63		5.45	

2. يزداد الفرق بين المتوسط الناتج عن الطريقتين بتناسب عكسي مع عدد السجلات المختارة، كما هو واضح في نوع التربة SA، حيث تم اختيار ثلاثة سجلات فقط وهو أمر مسموح في الكود 3. ينطبق المتوسط تقريباً في نوعي التربة SC,SD من أجل مختلف الأدوار.

يبيّن الجدول (10) القيم الخاصة بالمتوسط الحسابي لمعاملات التقييس لجميع أنواع التربة بهدف تمثيله بيانياً كما يظهر في الشكل (16) بهدف المقارنة. 1. إن القيم الخاصة بالطريقة التي تستخدم الخوارزمية الجينية تملك القيم الأقل دائماً.

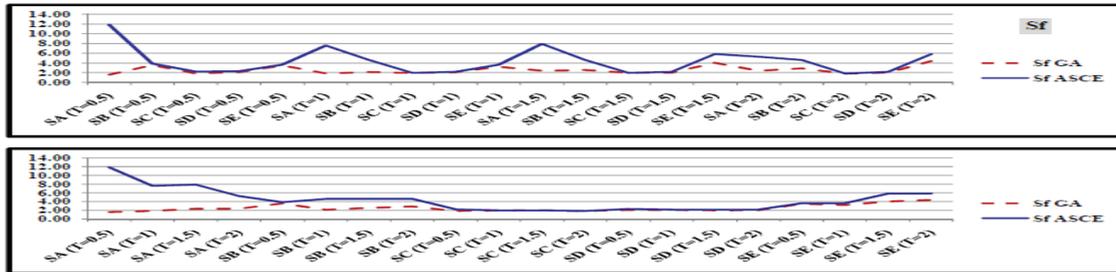
الجدول (10)

المتوسط الحسابي لمعاملات التقييس من أجل جميع الأدوار.

AVG	SA	SB	SC	SD	SE
Sf GA(T=0.5)	1.60	3.58	1.86	2.09	3.49
Sf ASCE(T=0.5)	11.86	3.82	2.21	2.28	3.62
Sf GA(T=1)	1.86	2.14	1.94	2.09	3.21
Sf ASCE(T=1)	7.58	4.61	1.97	2.16	3.62
Sf GA(T=1.5)	2.38	2.54	1.99	2.00	4.01
Sf ASCE(T=1.5)	7.90	4.61	1.95	2.16	5.82
Sf GA(T=2)	2.38	2.89	1.83	2.01	4.40
Sf ASCE(T=2)	5.25	4.61	1.83	2.16	5.82

الشكل (16)

المتوسط الحسابي لمعاملات التقييس من أجل جميع الأدوار.



ثم تم وضع قيم تابع الهدف الناتج عن الطريقتين في الجدول (11)، بهدف المقارنة بين الطريقتين من حيث المطابقة للهدف. ومثلناها تخطيطياً في الشكل (17) مجمعة بطريقة التسلسل بغية المقارنة.

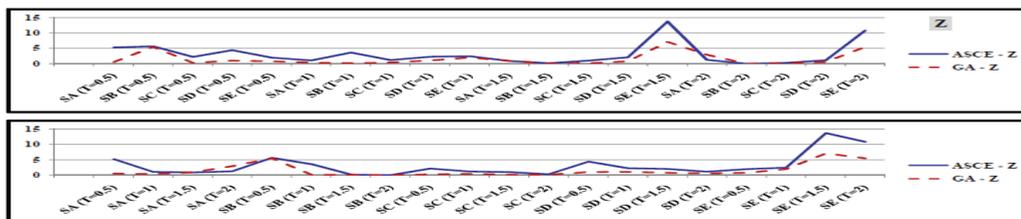
الجدول (11)

قيمة تابع الهدف.

AVG	SA	SB	SC	SD	SE
ASCE - Z ,T=0.5	5.26	5.66	2.18	4.40	1.98
GA - Z ,T=0.5	0.57	5.48	0.33	1.00	0.76
ASCE - Z ,T=1	1.07	3.60	1.19	2.27	2.46
GA - Z ,T=1	0.36	0.20	0.40	1.06	1.98
ASCE - Z ,T=1.5	0.88	0.17	1.03	2.05	13.71
GA - Z ,T=1.5	0.94	0.05	0.17	0.75	7.07
ASCE - Z ,T=2	1.26	0.00	0.31	1.16	10.83
GA - Z ,T=2	2.90	0.01	0.17	0.63	5.45

الشكل (17)

قيمة تابع الهدف على التسلسل.



3. CSI Software | Computers and Structures, Inc. available at: <http://www.csiamerica.com/products/etabs/>. [Quoted, 2014].
4. DEB, K. 2001. *Multi-objective optimization using evolutionary algorithms*, Wiley Interscience, Hoboken, U.S.A.
5. Dubertret, L., *Review of the structural geology of the Red Sea and Surrounding areas*, Royal Society of London philosophical transactions, Series A 267, 1970, 9-20.
6. FONSECA, C.M. & FLEMING, P.J. 1993. *Genetic algorithms for multi objective optimization; optimization, formulation discussion and generalization*. In: FORREST, S. *Proceedings 5th International Conference on Genetic Algorithms*, University of Illinois at Urbana- Champaign, U.S.A. pp416-423.
7. Graizer V. Kalkan E. *Prediction of Response Spectral Acceleration Ordinates based on PGA Attenuation*, *Earthquake Spectra*, Vol. 25, No. 1, 2009, pp. 36 – 69.
8. Graham Brew and Muawia Barazangi, *Tectonic and Geologic Evolution of Syria GeoArabia*, Vol. 6, No. 4, 2001 *Gulf PetroLink*, Bahrain 573.
9. GOLDBERG, D.E., KORB, B. & DEB, K. 1989. *Messy genetic algorithms: motivation, analysis and first results*. *Complex Systems*, 3, pp493-530.
10. GOLDBERG, D.E., DEB, K. & KORB, B. 1991. *Do not Worry, Be Messy*. In: BELEW, R. & BOOKER, L. (eds.) *Proceedings of the Fourth International Conference on Genetic Algorithms*. Morgan Kaufmann Publishers, San Mateo, U.S.A. pp24-30.
11. Hatem M. El Ssayed1, Hussam E. Zaineh2, Draji Dojcinovski3, Vladimir Mihailov3. *Re-Evaluations of Seismic Hazard of Syria*. *International Journal of Geosciences*, 2012, 3, 847-855 doi:10.4236/ijg.2012.324085 Published Online September 2012. <http://www.SciRP.org/journal/ijg/>
12. HOLLAND, J.H. 1975. *Adaptation in natural and artificial systems*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, U.S.A.
13. Iervolino I, Galasso C . REXEL 2.31 beta—tutorial, 2009, available at: <http://www.reluis.it/doc/software/>.
14. Kalyan R. Piratla, *Investigation of sustainable and resilient design alternatives for water distribution networks*, *Urban Water Journal*, 2015, 1 <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1573062X.2014.994001>
15. Malcolm Sambridge and Kerry Gallagher ,*Earthquake hypocenter location using genetic algorithms*, 1993, by the Seismological Society of America M <http://bssa.geoscienceworld.org/content/83/5/1467.abstract>
16. Morley 2008. "A Framework for Evolutionary Optimization Applications in Water Distribution Systems". Submitted by Mark Stephen Morley, to the University of Exeter as a

نلاحظ في الشكل (17) أن طريقة GA تعطي قيمة أصغر من الطريقة الثانية بشكل دائم، مع وجود حالات استثنائية عند وجود معاملات تقييس ناتجة عن طريقة ASCE أكبر من الحد العلوي المحدد في طريقة GA، وهو 6، وفي هذا التطبيق، والتي قد تصل إلى القيمة 15.65، كما هو موجود في الجدول (9) في نوع التربة SA والدور T=2 sec من أجل الطيف SRSS4.

الاستنتاجات والتوصيات - Conclusions And Recommendations

بعد اختبار طريقة التقييس باستخدام الخوارزمية الجينية من خلال المثالين التطبيقيين على عدد كبير من السجلات الزمنية في المثال الأول، وعلى جميع أنواع التربة ومختلف الأدوار الخاصة بالأبنية السكنية في المثال الثاني توصلنا إلى ما يأتي:

1. عملت طريقة التقييس باستخدام الخوارزمية الجينية GA على تأمين تطابق شبه تام بين متوسط الأطياف الناتجة للسجلات الزمنية مع الطيف الهدف ضمن مجال الدور قيد الاهتمام، لذلك تعد أكثر فعالية في عملية مطابقة الطيف الهدف من الطريقة الأخرى (طريقة الكود الأمريكي)، وذلك تبين من صغر قيم المساحة المحصورة بين الطيف الهدف ومتوسط أطياف السجلات المقيسة في المثالين التطبيقيين.

2. يدل صغر قيم معاملات التقييس الناتجة عن استخدام الخوارزمية أنها تعمل على المحافظة على السجلات أكثر من الطريقة الأخرى، أي أن مقدار الضرر الحاصل على السجلات نتيجة ضربها بمعامل التقييس يكون صغيراً لصغر معامل التقييس نفسه.

3. أثبتت طريقة التقييس باستخدام الخوارزمية الجينية (بتابع الهدف المقترح) المستخدمة أنها ذات فعالية عالية في عملية الحصول على القيم الأمثل لمعاملات التقييس، وبالتالي المطابقة الأفضل مع الطيف الهدف.

4. يمكن تزويد المهندس السوري المصمم بمجموعات من السجلات الزلزالية المقيسة المناسبة للاستخدام في التحليل بالسجل الزمني، وفق متطلبات الكود السوري باستخدام التقييس بالخوارزمية الجينية، وذلك بعد اختيار السجلات الزمنية المناسبة بما يتلائم مع تكتونية مدينة اللاذقية.

5. يمكن تعميم النتيجة السابقة لتناسب أي منطقة في الجمهورية العربية السورية بالاعتماد على الخصائص التكتونية للمنطقة قيد الدراسة.

وبالتالي ننصح باستخدام طريقة GA في عملية التقييس بعد اختيار السجلات الزمنية المناسبة.

Preference :

1. American Society of Civil Engineers. (2007). *ASCE/SEI 41-06. Seismic rehabilitation of existing buildings*, American Society of Civil Engineers, Reston, Va.2007.
2. Bommer JJ, Acevedo AB. *The use of real earthquake accelerograms as input to dynamic analysis*. *J Earthquake Eng* 2004;8(4):1-50

thesis for the degree of Doctor of Philosophy in Engineering, March 2008. <https://ore.exeter.ac.uk/repository/handle/10036/42400>.

17. Naeim F, Alimoradi A, Pezeshk S. Selection and scaling of ground motion time histories for structural design using genetic algorithms. *Earthquake Spectra* 2004;20(2):413–26.
18. Oyarzo-Vera. “comparison of record scaling methods proposed by standards currently applied in different countries”. 2008.10/2011 <http://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/14_08-02-0033.pdf>
19. <http://www.solvexl.com/>.
20. Savić, D. A., Bicik, J., & Morley, M. S. 2011. A DSS Generator for Multi objectives Optimization of Spreadsheet-Based Models. *Environmental Modeling and Software*, 26(5): 551-561
21. Syrian Arab Code – Appendix 2. Design And Check Of Seismic Resistant Buildings And Constructions. 2en Edition, Damascus, Syria, 2012, 254p.
22. SYSWERDA, G. 1989. Uniform Crossover in Genetic Algorithms. In: SCHAFFER, J. (ed.) *Proceedings of the Third International Conference on Genetic Algorithms*. Morgan Kaufmann Publishers, San Mateo, U.S.A. pp2-9.
23. Watson-Lamprey J, Abrahamson N. Selection of ground motion time series and limits on scaling. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 2006;26:477–482
24. Y. M. Fahjan “procedures for real earthquake time histories scaling and application to fit Iranian design spectra” international institute of earthquake engineering and seismology (IIEES), 2007.