

تطوير المنحنيات التضريرية الزلزالية الاحتمالية لمباني بيتونية مسلحة جملتها الانشائية جملة جدران قص

- د. علي تريكية *
- د. نزيه منصور **
- م. غنوة دبول ***

(تاريخ الإيداع 2020/ 3/8 . قُبل للنشر في 2020/ 9 / 13)

□ ملخص □

يتم في البحث تقييم التضرر الاحتمالي الزلزالي لمبنيين سكنيين جملتهم الانشائية جملة جدران قص وذلك بتطوير المنحنيات التضريرية الزلزالية الاحتمالية Fragility Curves الناتجة عن طيف الاستجابة الزلزالي بالنسبة للانتقال الطيفي S_d ، لقد تم في البحث تقييم الأداء الزلزالي باستخدام التحليل الستاتيكي اللاخطي وإيجاد نقطة الأداء، وبالاستفادة من نتائج التحليل تم إيجاد منحنيات التضرر الاحتمالي الزلزالي للمباني لكل عتبة من عتبات التضرر الأربعة (الخفيف - المتوسط - الشامل - التام) المعرفة في HAZUS، من خلال اجراء مفاضلة بين منحنيات التضرر الاحتمالي الزلزالي للمباني المدروسة نتج عن الدراسة انخفاض احتمال التضرر الزلزالي في المبنى المصمم بالشكل الأمثل والذي يحقق اشتراطات الكود العربي السوري في تصميم جدران القص كما بينت الدراسة تحسن كبير في مطاوعة المبنى وازدياد قدرته في مقاومة الأذى الزلزالي.

الكلمات المفتاحية: منحنيات التضرر الاحتمالية الزلزالية _ عتبات التضرر الزلزالي _ التحليل اللاخطي السكوني _ نقطة الأداء.

* أستاذ مساعد _ قسم الهندسة الإنشائية _ كلية الهندسة المدنية _ جامعة تشرين _ اللاذقية _ سوريا

** مدرس _ قسم الهندسة الإنشائية _ كلية الهندسة المدنية _ جامعة تشرين _ اللاذقية _ سوريا

*** طالبة دكتوراه _ قسم الهندسة الإنشائية _ كلية الهندسة المدنية _ جامعة تشرين _ اللاذقية _ سوريا

Development of Fragility Curves for shear wall buildings

Dr .Ali Turikieh*
Dr .Nazih Mansour **
Ghanwa Daboul***

(Received 8/3/2020. Accepted 13/ 9/2020)

□ ABSTRACT □

This paper describes the vulnerability assessment of two reinforced concrete buildings with shear wall using fragility curves, The Fragility Curves are plotted considering Spectral Displacement as a ground motion parameter for Various ‘damages states’ are used to describe then damage level of the building given in HAZUS technical manual. The Fragility curves are used to describe the probability of damage being exceeded a particular damage state.

Non-linear static analysis procedure is used for the analysis of RC buildings where Capacity curve is generated as a result of pushover analysis and the Results from pushover analysis are used for plotting fragility curves.

from Comparison of probability curves of two buildings resulted that the seismic design according to the Syrian code will reduce the likelihood of seismic damage.

Key Words: fragility curve, damage states, nonlinear static analysis, performance point.

* Associate Professor, structural Engineering Department, faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

**Assistant Professor, structural Engineering Department, faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

***Doctor Student, structural Engineering Department, faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

1- مقدمة:

1-1 منحنيات التضرر الاحتمالية الزلزالية Fragility Curves :

هي تابع توزيع احتمالي تستخدم لتوضيح احتمال تعرض المنشآت للتضرر الزلزالي Damage تحت تأثير بارامترات الطلب الزلزالي كالتسارع الطيفي Sa أو الانتقال الطيفي Sd [1] وتأخذ شكل تابع التوزيع التراكمي الطبيعي (lognormal Cumulative Distribution Function) Φ بالنسبة للقيمة الوسطية Median Value والانحراف المعياري اللوغاريتمي (βds) Lognormal Standard Deviation للطلب الزلزالي، توضح العلاقة (1) الشكل الرياضي لمنحنيات التضرر الاحتمالي (Fragility Curve) [2]، [3].

$$P[ds / Sd] = \Phi\left[\frac{1}{\beta ds} \ln\left(\frac{Sd}{Sd, ds}\right)\right]$$

حيث:

$P[ds / Sd]$: احتمال حدوث عتبة التضرر ds عند الانتقال الطيفي Sd .

Sd: مجال الانتقال الطيفي المحدد لعتبة التضرر ds .

ds: عتبات التضرر الزلزالي للمنشأ [4].

Φ : تابع توزيع تراكمي طبيعي.

βds : الانحراف المعياري الطبيعي لعتبة التضرر ds .

(Sd, ds): المتوسط الحسابي لعتبة التضرر ds .

حيث يبين الجدول (1) المتوسط الحسابي (Sd, ds) لقيم الانتقال الطيفي عند عتبات التضرر الزلزالي [6].

[5].

الجدول (1): المتوسط الحسابي (Sd, ds) لقيم الانتقال الطيفي عند عتبات التضرر الزلزالي [6]. [5].

Damage States	عتبات التضرر الزلزالي	المتوسط الحسابي لكل عتبة تضرر Median
Slight		$0.7Sd_v$
Moderate		Sd_v
Extensive		$Sd_v + 0.25(Sd_u - Sd_v)$
Complete		Sd_u

حيث:

Sd_v : الانتقال الطيفي عند الخضوع لمنحني الاستطاعة الطيفي للمنشأ.

Sd_u : الانتقال الطيفي الحدي .

2-1 عتبات التضرر الزلزالي Damage State :

عرفت العديد من الكودات العالمية مستويات التضرر الزلزالي التي سيصل لها المبنى المعرض للحمولات الزلزالية اعتماداً على مشاهدات عينية واقعية لمناطق تعرضت لكوارث زلزالية و وضعت معايير لتقييم حالة التضرر التي وصلت لها المباني المدروسة بأربع عتبات [7] (الخفيف) Slight (S) _المتوسط Moderate (M) _الشامل Extensive (E) - التام Complete (C) حيث يتم توصيفها الإنشائي بالشكل التالي [8]:

1. يصل المنشأ لعتبة التضرر الخفيف Slight عند حدوث تصدعات بشقوق شعرية بسبب القص او

الانعطاف في بعض الجوائز أو في الأعمدة قرب المفاصل أو ضمن المفاصل.

2. تحدث عتبة التضرر المتوسط Moderate عندما تصل 50% من عناصر المنشأ الى استطاعة الخضوع yield capacity .
3. يحدث التضرر الشامل Extensive في المنشأ عندما تصل 25% من عناصره الى الاستطاعة الحدية ultimate capacity حيث تظهر تشققات انعطاف وقص كبيرة في جدران القص ويبدأ التسليح الرئيسي بالتلدن.
4. يحدث التضرر التام Complete في المنشأ عند فقدان ثبات الإطارات أو فقدان قدرة جدران القص على مقاومة الحملات الأفقية المطبقة حيث يصل 50% من عناصر المنشأ الى القدرة الحدية (الانهيار).

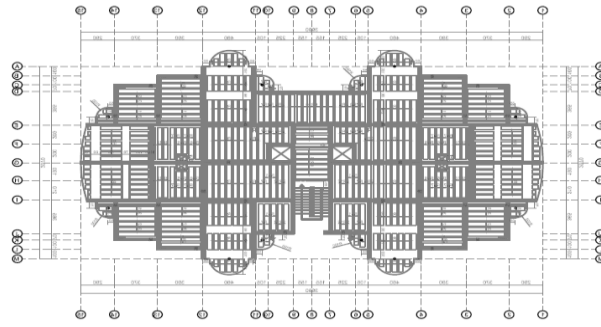
2- أهمية البحث وأهدافه:

يهدف البحث لتقدير الخطر الزلزالي المحتمل حدوثه في مباني بيتونية مسلحة جملتها الانشائية جملة جدران قص من خلال إيجاد منحنيات التضرر الاحتمالية الزلزالية fragility Curves التي تساعد في خلق نظرة مستقبلية عن الأذى الزلزالي المتوقع في المباني المدروسة عند كل قيمة من قيم الانتقال الطيفي للمبنى الخاضع للقوى الزلزالية بحيث تساعد هذه النتائج المهندس لأخذ التدابير الوقائية مسبقاً قبل حدوث الأذى.

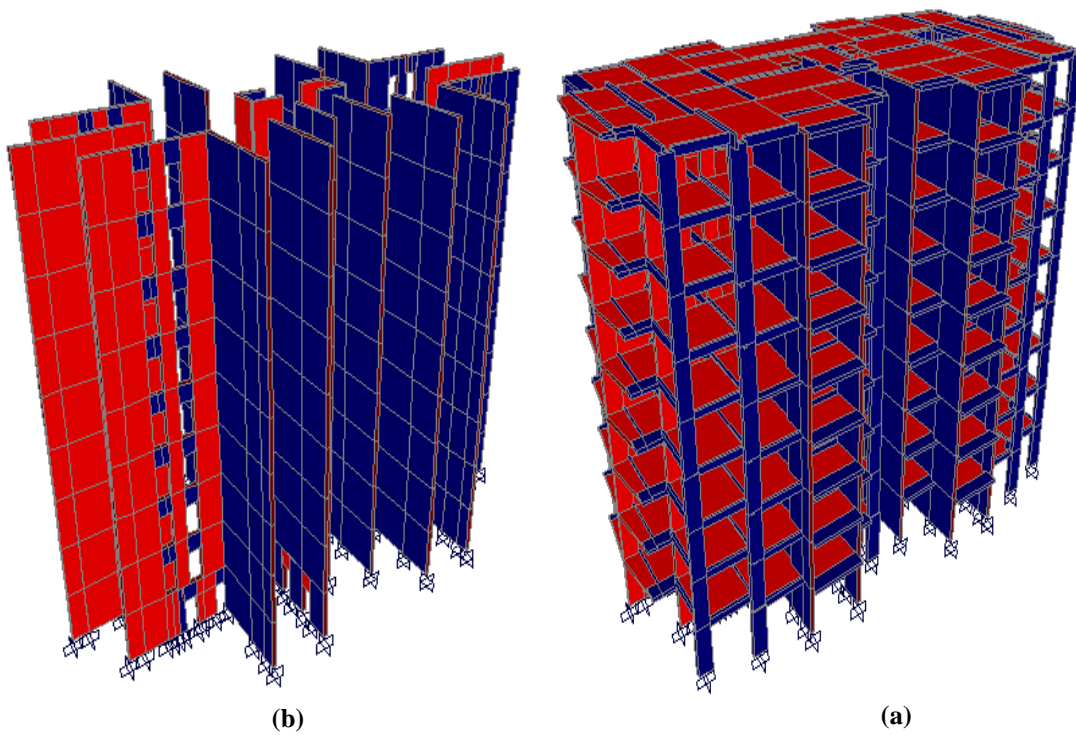
3- طرائق البحث ومواده:

3_1 توصيف المباني المدروسة:

المبنى الأول المدروس هو مبنى برجى سكني (سكن الإيدخار وهو مبنى قائم في مدينة اللاذقية) المسقط الأفقي له موضح بالشكل(1)، يتألف المبنى من تسعة طوابق الارتفاع الطابقي 3.5m، المواصفات الزلزالية لمنطقة اللاذقية $Z=0.3g$ $C_a=0.24$, $C_v=0.24$ ، المقاومة الاسطوانية المميزة للبيتون المستخدم $f_c=25MPa$ وإجهاد السيلان لفولاذ التسليح الرئيسي الطولي $f_y=400 MPa$ ، إجهاد الانقطاع $f_u=600Mpa$ إجهاد السيلان للتسليح العرضي $f_y=240 MPa$. إن الجملة الانشائية للمبنى الأول (سكن الإيدخار) الموضحة بالشكل (2) هي جملة جدران قص إلا أن عدد الجدران وأبعادها وكمية التسليح فيها لا تحقق اشتراطات الكود العربي السوري وإنما هناك زيادة كبيرة في الأبعاد وفي عدد جدران القص وفي كمية التسليح المستخدمة، لذلك تم إعادة التصميم الإنشائي للمبنى الأول وفق اشتراطات الكود العربي السوري 2012 [9] بحيث لا تزيد مجموع مساحة المقاطع العرضية للجدران عن 7% بالنسبة لمساحة المسقط الأفقي للمبنى والموضح في الشكل(1)، كما تم تحقيق التصميم بحيث لا تتجاوز عوامل الاستقرار للمبنى بالاتجاه X,Y عن 0.6 وألا يزيد عامل الاستقرار للفتل عن 0.3، وبحيث نحقق اشتراطات الأبعاد واشتراطات التسليح والتوضع الأمثل لجدران القص في المبنى، يوضح الشكل(3) نموذج المبنى الثاني المُصمم بالشكل الأمثل وفق اشتراطات الكود العربي السوري.

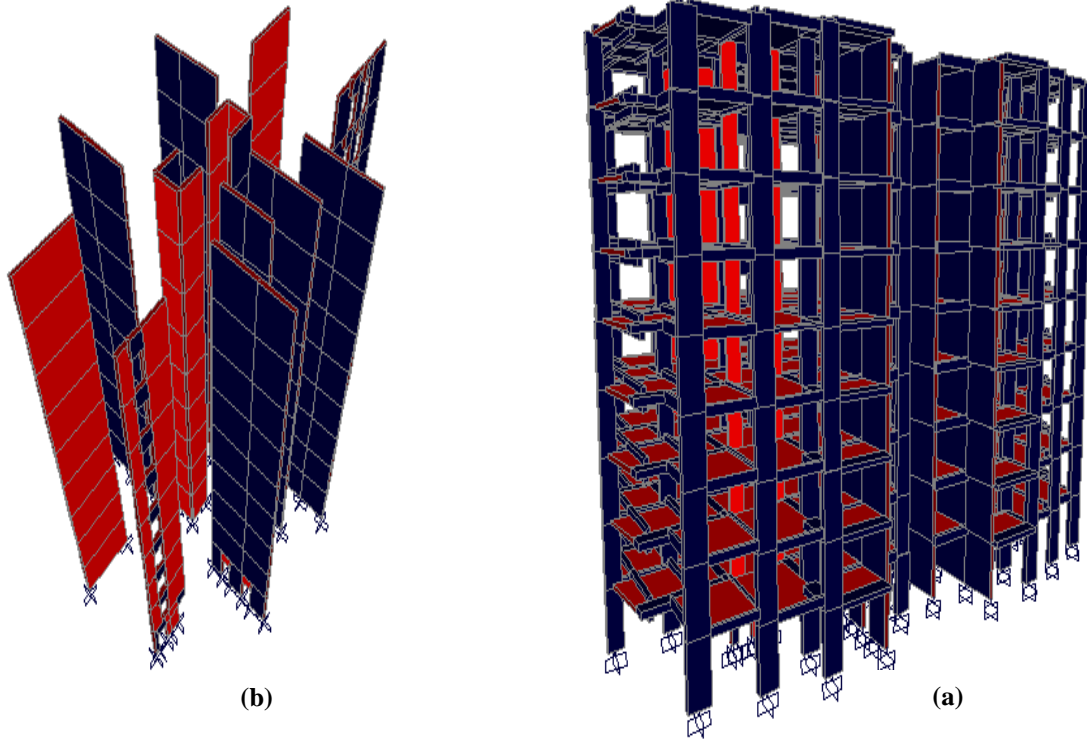


الشكل(1): المسقط الأفقي للمبنى المدروس



الشكل(2):

(a) نموذج المبنى الأول(مبنى سكن الإيدخار- قائم في مدينة اللاذقية) - (b) جملة جدران القص

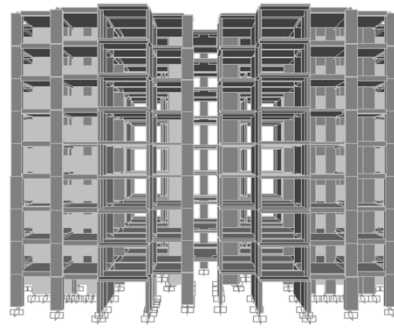


الشكل(3):

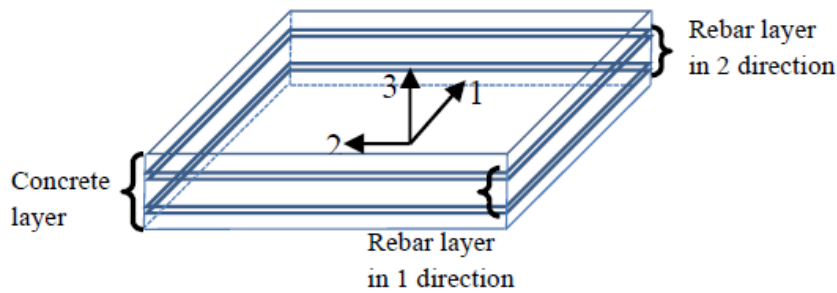
(a) نموذج المبنى الثاني(المبنى المنصم بالشكل الأمثل وفق اشتراطات الكود العربي السوري) - (b) جملة جدران القص

3-2 طريقة التحليل الستاتيكي اللاخطي :

تعتبر طريقة التحليل الستاتيكي اللاخطي أحد الطرائق التقريبية التي اثبتت دقتها خلال عدة أبحاث حيث يتم من خلالها تمثيل الواقع وفهم سلوك المنشأ من خلال التنبؤ بميكانيزميات الانهيار خلال تطبيق القوة الزلزالية بشكل متزايد حتى وصول المنشأ للانهييار أو للانتقال الأعظمي المسموح [10]، تمت دراسة المباني كنموذج ثلاثي الأبعاد الشكل(4) بطريقة العناصر المنتهية باستخدام برنامج Sap2000 [11] وقد تم تعريف السلوك اللاخطي للجدار باستخدام طريقة Multi-Layered Shell Element الموضحة بالشكل(5)، حيث يتم تقسيم الجدار لطبقات منفصلة متوازية تُعرف كل طبقة كعنصر سطحي Shell يملك ستة درجات حرية في كل عقدة ويتوافق دوران العقد في العنصر السطحي Shell مع دوران العناصر الخطية Frame للإطارات المتصلة مع الجدار، وتعمل الطبقات وفق مبدأ ميكانيك المواد المركبة Composite Material Mechanics تتألف الطبقات من البيتون والتسليح المحدد بسماكة المقطع العرضي لجدار القص وفق اشتراطات الوكالة الفيدرالية لإدارة الطوارئ[12].



الشكل(4): النموذج التحليلي للمبنى المدروس



الشكل(5): عناصر سطحية متعددة الطبقات Multi-Layer Shell Elements

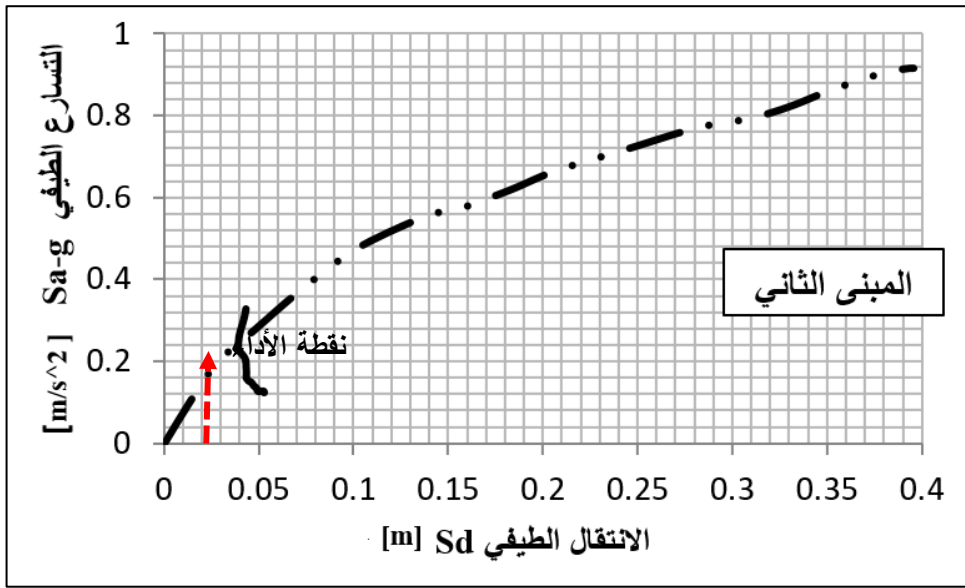
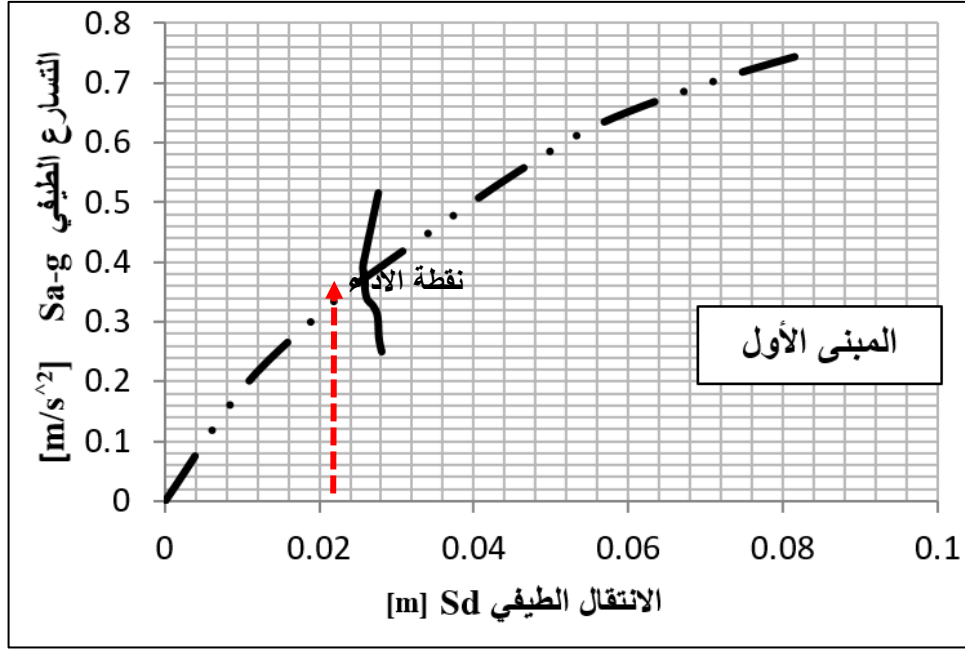
4-النتائج والمناقشة:

1_4 نتائج التحليل الستاتيكي اللاخطي ونقطة الأداء Performance Point:

يعبر منحنى القدرة (الاستطاعة) Capacity Curves عن العلاقة بين قوى القص الدفعية المتزايدة والانتقالات الناتجة لنقطة مراقبة محددة غالباً في أعلى المبنى، وقد عرف الكود ATC40 [13] الطريقة العامة لتحويل منحنى الإستطاعة إلى منحنى طيف الإستطاعة Capacity Spectrum وطيف الاستجابة (الطلب الزلزالي) Demand Spectrum حيث يُحسب الدور (زمن الهزة) T باستخدام العلاقة:

$$T = 2\pi(Sd / Sa)^{1/2}$$

ولنحكم على قبولية الأداء الزلزالي للمباني بشكل أولي لابد من إيجاد نقطة الأداء للنمط المدروس ويُشترط أن تقع النقطة على منحنى طيف الاستطاعة وعلى منحنى الطلب الطيفي بعد أن يخفض الطيف التصميمي المرن ذي التخامد 5% وذلك ليمثل الطلب اللاخطي عند نفس قيمة انتقال للمنشأ، يبين الشكل (6) بأن نقطة الأداء للنمط المسيطر للمبنى الأول (مبنى سكن الادخار) تكون عند وصول المبنى للانتقال الطيفي $Sd=0.026m$ ، وإن نقطة الأداء للمبنى الثاني (المبنى المُصمم بالشكل الأمثل) تكون عند وصول المبنى للانتقال الطيفي $Sd=0.039m$.



الشكل(6): نقطة الأداء للمباني المدروسة

(المبنى الأول: مبنى سكن الادخار- المبنى الثاني: المبنى المصمم بالشكل الأمثل وفق اشتراطات الكود العربي السوري)

بالاستفادة من نتائج التحليل الستاتيكي اللاخطي للمباني المدروسة تم ايجاد قيم الانتقال الطيفي عند الخضوع S_d والانتقال الطيفي عند الحالة الحدية S_{d_u} للمباني وتم الاستفادة منهم لحساب قيم المتوسط الحسابي لكل عتبة من عتبات التضرر الزلزالي (الخفيف S- المتوسط M- الشامل E- التام C) للمباني [14]، حيث نتج عن التحليل بأن الانتقال الطيفي عند الخضوع للمبنى الأول (مبنى سكن الادخار) $S_{d_y}=0.01034m$ وللمبنى الثاني (المبنى المصمم بالشكل الأمثل) $S_{d_y}=0.027407m$ والانتقال الطيفي

الحدى $Sd_u=0.085341m$ للمبنى الأول (مبنى سكن الادخار) و $Sd_u=0.394691m$ للمبنى الثاني (المبنى المُصمم بالشكل الأمثل)، وبلاستفادة من العلاقات الرياضية الموضحة في الجدول(1) من البحث تم إيجاد المتوسطات الحسابية لعتبات التضرر الأربعة لكل مبنى من المباني المدروسة.

يوضح الجدول (2) الانحراف المعياري لعتبات التضرر الأربعة و المتوسطات الحسابية لمجال الانتقال الطيفي للمبنى الأول (مبنى سكن الادخار) حيث يكون المتوسط الحسابي لعتبة التضرر الخفيف يساوي 0.0072422 ولعتبة التضرر المتوسط 0.010346 و للتضرر الشامل 0.02909475 ولعتبة التضرر التام 0.085341 .

الجدول (2): المتوسط الحسابي لكل عتبة تضرر للمبنى الأول (مبنى سكن الادخار)

الانحراف المعياري β	المتوسط الحسابي Sd	التضرر
0.85	0.0072422	التضرر الخفيف Slight
0.95	0.010346	التضرر المتوسط Moderat
1.1	0.02909475	التضرر الشامل Extensive
1.1	0.085341	التضرر التام Complete

يوضح الجدول(3) قيم المتوسطات الحسابية والانحراف المعياري لعتبات التضرر للمبنى الثاني (المبنى المُصمم بالشكل الأمثل) حيث المتوسط الحسابي لعتبة التضرر الخفيف 00191849 ولعتبة التضرر المتوسط 0.027407 والمتوسط الحسابي لعتبة التضرر الشامل 0.119228 ولعتبة التضرر التام 0.394691.

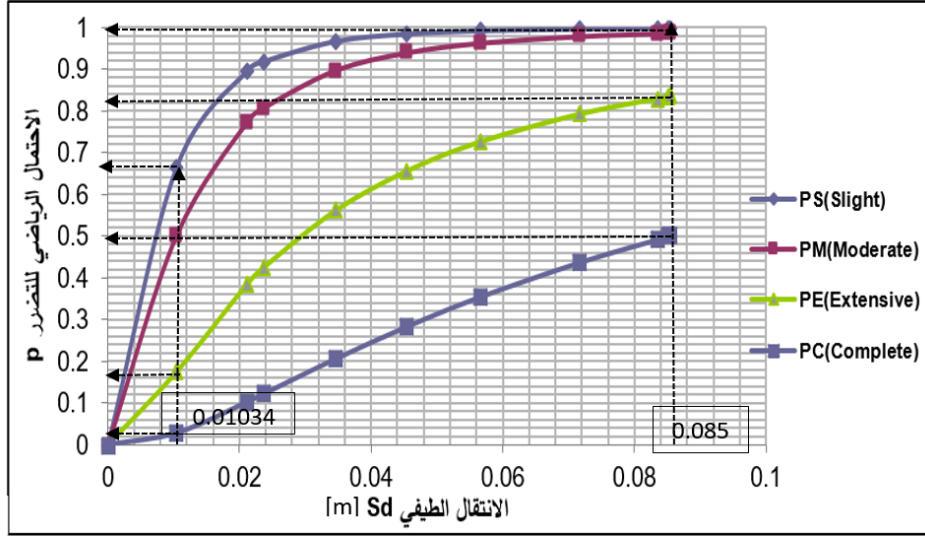
الجدول (3): المتوسط الحسابي لكل عتبة تضرر للمبنى الثاني (المبنى المُصمم بالشكل الأمثل)

الانحراف المعياري β	المتوسط الحسابي Sd	التضرر
0.85	0.0191849	التضرر الخفيف Slight
0.95	0.027407	التضرر المتوسط Moderat
1.1	0.119228	التضرر الشامل Extensive
1.1	0.394691	التضرر التام Complete

3_4 إيجاد منحنيات التضرر الاحتمالي الزلزالي Curves Fragility :

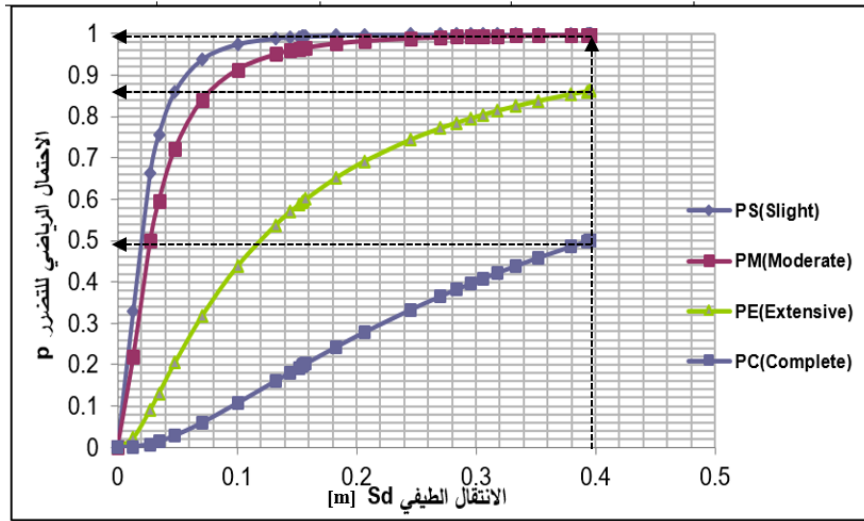
إن مفهوم منحنيات التضرر الاحتمالي الزلزالي Curves Fragility هو مفهوم تراكمي [16],[15] ويُعبر عنه بتابع التوزيع التراكمي الطبيعي لمتغير العشوائي (الانتقال الطيفي للمبنى) وبلاستفادة من المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لكل عتبة تضرر و المذكورة بالجدول(2) والجدول(3) تم في البحث إيجاد منحنيات التضرر الاحتمالي الزلزالي للمباني المدروسة باستخدام العلاقة(1) وذلك لكل عتبة تضرر [18],[17].

تعطي منحنيات التضرر الاحتمالي الزلزالي المبينة بالشكل(7) التقييم الاحتمالي الرياضي لحدوث التضرر في المبنى الأول (مبنى سكن الادخار) عند قيم الانتقال الطيفي الناتج عن الطلب الزلزالي، حيث عندما يصل المبنى للانتقال الطيفي 0.01034m سوف يكون احتمال التضرر الخفيف $PS=0.6626$ واحتمال التضرر المتوسط $PM=0.5$ واحتمال التضرر الشامل $PE=0.1736$ واحتمال التضرر التام $PC=0.0275$ وعند وصول المبنى للانتقال الطيفي الأقصى 0.085341m فإن احتمال التضرر الخفيف $PS=0.9981$ واحتمال التضرر المتوسط $PM=0.98682$ واحتمال التضرر الشامل $PE=0.836$ واحتمال التضرر التام يساوي $PC=0.5$



الشكل(7): منحنيات التضرر الاحتمالي الزلزالي للمبنى الأول(مبنى سكن الادخار)

كما تم في البحث ايجاد الاحتمال الرياضي للتضرر الزلزالي عند كل قيمة من قيم الانتقال الطيفي للمبنى الثاني(المبنى المُصمم بالشكل الأمثل) لعتبات التضرر الزلزالي، و يوضح الشكل(8) بأنه عند وصول المبنى الثاني(المبنى المُصمم بالشكل الأمثل) لأقصى انتقال طيفي له $0.395531m$ فإن الاحتمال الرياضي للتضرر المتوسط $PS=0.9998$ و احتمال حدوث التضرر المتوسط $PM=0.9975$ واحتمال حدوث التضرر الشامل $PE=0.8621$ واحتمال التضرر التام $PC=0.5$.



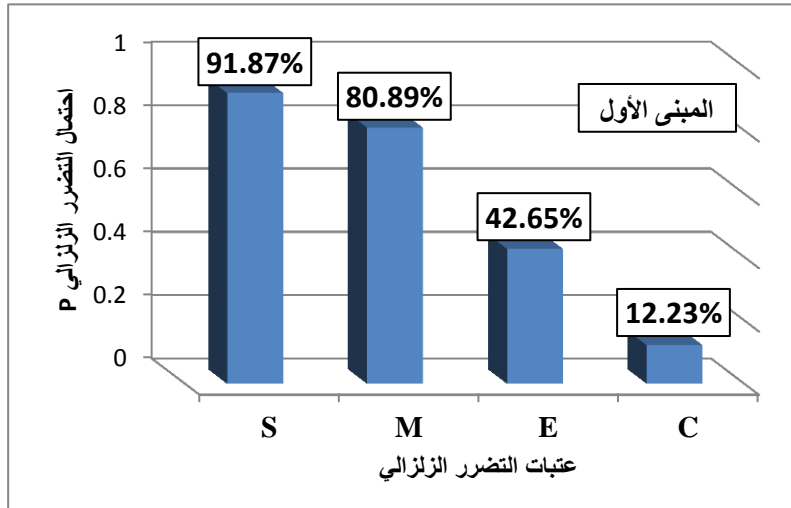
الشكل(8): منحنيات التضرر الاحتمالي الزلزالي للمبنى الثاني(المبنى المُصمم بالشكل الأمثل)

4_4 إيجاد نسبة التضرر الاحتمالي الزلزالي عند نقطة الأداء وإجراء المقاضلة بين المباني

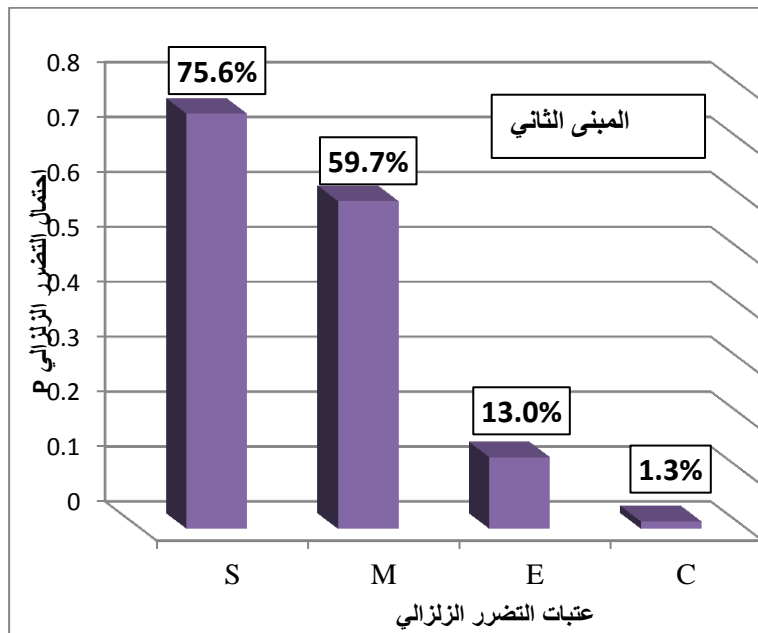
المدرسة:

بهدف مقاضلة التضرر الاحتمالي الزلزالي P بين المباني المدرسة تم ايجاد النسب المئوية لاحتمال التضرر عند نقطة الأداء لكل مبنى، يوضح الشكل (9) بأن نسبة احتمال التضرر الخفيف لنقطة الأداء للمبنى الأول(مبنى سكن الادخار) 91.87% واحتمال التضرر المتوسط 80.89% واحتمال التضرر الشامل

42.65% واحتمال التضرر التام 12.23%، و يوضح الشكل(10) أن نسبة احتمال التضرر عند نقطة الأداء للمبنى الثاني(المبنى المُصمم بالشكل الأمثل) يصل في التضرر الخفيف لنسبة 75.6% والتضرر المتوسط 59.7% والتضرر التام 13% والتضرر الشامل 1.3%



الشكل(9): احتمال التضرر الزلزالي عند نقط الأداء للمبنى الأول (مبنى سكن الادمخار) لعتبات التضرر الأربعة



الشكل(10): احتمال التضرر الزلزالي عند نقط الأداء للمبنى الثاني(المبنى المُصمم بالشكل الأمثل) لعتبات التضرر الأربعة

5-الاستنتاجات والتوصيات:**5_1_الاستنتاجات:**

1. تم من خلال هذا البحث تقييم الأداء الزلزالي لمباني بيتونية مسلحة جملتها الانشائية جملة جدران قص وذلك من خلال استنتاج منحنيات التضرر الاحتمالي الزلزالي Fragility Curves التي تعبر عن الاحتمال الرياضي للوصول إلى عتبات التضرر الزلزالي عند كل قيمة من قيم الانتقال الطيفي، حيث تساعد المنحنيات التضريرية الناتجة من البحث في عملية تقييم التضرر الزلزالي الاحتمالي المستقبلي بطريقة مباشرة لجمال لها نفس البنية الانشائية في المناطق ذات الشدات الزلزالية العالية.

2. نتائج الدراسة توضح أن المبنى الثاني (المصمم بالشكل الأمثل وفق اشتراطات الكود العربي السوري) أعطى احتمالية التضرر الزلزالي التام (PC) تساوي 1.3% بينما قد وصل التضرر الزلزالي التام (PC) في المبنى الأول (مبنى سكن الادخار) والذي يحوي عدد من جدران القص غير محقق للتصميم الأمثل إلى 12.23% وبالتالي إن زيادة عدد وابعاد ونسبة التسليح عند تصميم جدران القص كما هو الحال في المبنى الأول (مبنى سكن الادخار) لن يحقق حماية وأمان للمبنى إنما سيؤدي لزيادة احتمال التضرر الزلزالي وزيادة خسائر بشرية ومادية.

3. ضرورة التقيد باشتراطات التصميم الانشائي للمباني وفق اشتراطات الكود العربي السوري من حيث العدد والأبعاد ونسبة التسليح لجدران القص وطريقة توزيع الجدران، حيث بينت النتائج من منحنيات التضرر الاحتمالي الزلزالي أن المبالغة بعدد وأبعاد جدران القص وعدم التقيد بنسب التسليح الواردة في الكود العربي السوري سوف تسبب ازدياد احتمال التضرر الزلزالي .

5_2_التوصيات:

متابعة البحث بتطوير منحنيات التضرر الاحتمالي الزلزالي لجمال انشائية مختلفة (مباني -جسور- أنفاق) للمساعدة في خلق قاعدة بيانات تشكل البنية الأساسية لخارطة التضرر احتمالي للمباني في القطر العربي السوري.

6-المراجع:

- (1) HAZUS-MH. Multi-Hazard Loss Estimation Methodology, Earthquake Model HAZUS-MH MR5 Technical Manual, Federal Emergency Management Agency, Washington. DC, 2011.
- (2) ATC 58, Preliminary Evaluation Of Methods For Defining Performance,2003.
- (3) ATC 63 ,FEMA P695, Applied Technology Council, Redwood City. A, 2010.

(4) HAZUS®-MH 2.1 Advanced Engineering Building Module (AEBM) Technical And User's Manual , Department Of Homeland Security Federal Emergency Management Agency Mitigation Division Washington, D.C.

(5) VAZURKAR, U. Y., Chaudhari, D. J. *Development Of Fragility Curves For Rc Building*, International Journal Of Engineering Research Issn:2319-68902347-Volume No.5 Issue: Special 3, Pp: 591-594, 27-28 Feb. (2016).

(6) Keith Porter. *A Beginner's Guide To Fragility, Vulnerability, And Risk*, Pe Phd University Of Colorado Boulder And Spa Risk Llc, Denver Co Usa, Keith@Cohen-Porter.Net , Revised 28 March , (2019).

(7) Wasekar S. B.1, Chaudhari D. J. *Development Of Fragility And Vulnerability Curves For Rc Buildings*, Engineering, Amravati, Maharashtra (India) Abstract The Damage, (2017).

(8) Moustafa Muffed Kassema, Fadzli Mohamed Nazria,Ehsan oroozinejad Farsangib, *Development of seismic vulnerability index methodology for reinforced concrete buildings based on nonlinear parametric analyses* , 199–211.MethodsX 6 (2019)

(9) الملحق الثاني للكوود العربي السوري، نقابة المهندسين وفروعها في كافة المحافظات السورية، الجمهورية العربية السورية، 2012.

(10) P. FEMA, "National Earthquake Hazards Reduction Program (Nehrp) Part 1: Recommended Provisions For Seismic Regulations For New Buildings And Other Structures, 2000 Edition (FEMA 368)," Building Seismic Safety Council For The Federal Emergency Management Agency, Washington, Dc, 2000.

(11) "Structural Software For Analysis And Design Sap2000." <https://www.csiamerica.com/products/sap2000> [Accessed Oct. 12, 2017]

(12) P. FEMA, "Commentary For The Seismic Rehabilitation Of Buildings," FEMA-356, Federal Emergency Management Agency, Washington, Dc, 2000.

(13) ATC40, Seismic Evaluation And Retrofit Of Concrete Buildings, Applied Technology Council. Redwood City. California, (1996).

(14) د. نبيل دبانة، د. نزيه منصور، م. غنوة دبول . تقييم الأذى الزلزالي باستخدام منحنيات التضرر الاحتمالي للمباني البيتونية المسلحة ذات جمل إطارية مقاومة للعزوم، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية_سلسلة العلوم الهندسية المجلد (39) العدد 4 ، 2017.

(15) Marco Vona , *Fragility Curves Of Existing Rc Buildings Based On Specific Structural Performance Levels* , Open Journal Of Civil Engineering, 2014, 4, 120-134

(16) Chaitanya Krishna Gadagamma, Aung Ko Min, Hideomigokon, Kimiro Meguro, And Khin Than Yu , *Development Of Fragility Functions Of Rc Buildings In Yangon City Using Push Over Analysis* , The University Of Tokyo, Japan , [Received October 23, 2017; Accepted January 22, 2018].

(17) Shamsurahman Sheenwari, And M.V.N Siva Kumar, *Developing Fragility Curves For Vulnerability Assessment Of Rc Structures* , Journal Of Civil Engineering And Environmental Technology, April-June, 2015 Pp. 520-522.

(18) Muhammed Tekin , Ali Gurbuz , *Seismic Fragility Curves For 1 And 2 Stories R/C Buildings* , International Journal Of Engineering Technologies , Received: 20.04.2015 Accepted:23.06.2015 .