جـــامعة دمشق
كلية الهندسة المدنية
قسم الهندسة الانشائية

تقييم بعض العوامل والاشتراطات المتعلقة بحساب الأبنية على الزلازل المعطاة بالكود العربي السوري

Evaluating the Values of Some Factors and Seismic Requirements , Given by the Seismic Syrian Code

اعداد

د. م. سليمان ابراهيم ناصيف

المراجـــع: REFERENCES

١- الكود العربـــي الســـوري لتصـــميم وتنفيـــذ المنشـــآت بالخرسانة المسلحة – الطبعة الثانية- دمشق ١٩٩٥

٢- الكود العربـــي الســـوري لتصـــميم وتنفيـــذ المنشـــآت بالخرسانة المسلحة-الملحق رقم(٢)- تصـــميم وتحقيـــق المباني والمنشآت لمقاومة الزلازل- دمشق ٢٠٠٥

٣- د.م. أحمد الحسن، "التعديلات في الكود العربي السوري الجديد (الطبعـــة الثالثـــة ٢٠٠٤)"، محاضـــرات الـــدورة التدريبية حول الكود العربي الســـوري المطـــوّر وملحـــق الكود رقم (٢) لمقاومة الزلازل".

٤- د. نديم الأحمد، "أسباب الزلازل والنشاط الزلزالي فـــي سورية"، محاضرة في الدورة التأهيلية في مجال الأبنيـــة المقاومة للزلازل، نقابة المهندسين – فرع دمشق

٥- م. حسام الدين زينة، "الشبكة الوطنية للرصد الزلزالـــي نقطة انطلاق نحـــو التصـــميم الزلزالزالـــي للمنشـــآت"، محاضرات ورشة عمل الجديد في الكود العربي الســـوري وملحقه الثاني – المعهـــد العـــالي للبحـــوث والدراســـات الزلزالية & نقابة المهندسين السوريين، ٢٢-٢٩ حزيران ٢٠٠٥

6- Uniform Building Code, International Conference of Building Officials, Whittier, CA, 1997

7- Michael, R.L., Baradar, M., ”Seismic Design of Building Structures”, Professional Pubs. Inc., Belmont, CA, Eighth Ed., 2006.

8- Fanella, D.A., Munshi, J.A.,”Design of Concrete Buildings for Earthquake and Wind Forces”, PCA Portland Cement Association,1998

9- Jordanian National Building Council, Jordanian Code for Earthquake-Resistant Buildings, Jordan, 2005

10- Jimenez, M.J., Al-Nimry, H.S., Khasawneh, A.S., Al-Hadid, T.N. and Kahhaleh, Kh.Z. (2006),”Assessment of Seismic Hazard in Jordan”, First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, Geneve, Switzerland, 3-8 Sept 2006

11- Grunthal, G., et al., “Compilation of the GSHAP Regional Seismic Hazard for Europe, Africa and the Middle East”, Annali Di Geofisica, Vol. 42, No. 6, Dec. 1999

مقدمة: Introduction

صدرت الطبعة الأولى من الكود العربي السوري عام ١٩٩٢ كتطوير للكود العربي الصادر عام ١٩٧٧، ثم صدرت الطبعة الثانية في العام ١٩٩٥ وكان يتم حساب الزلازل وفق الطريقة الستاتيكية المكافئة وقد اعتمدت هذه الطريقة على كود البناء الموحّد الأمريكي UBC85.

بعد ذلك جرى تطوير الكود باصدار ثلاثة ملاحق له خاصة بالزلازل في الأعوام ١٩٩٦ و ١٩٩٧ و ٢٠٠٠، على التوالي.

في العام ٢٠٠٤ صدرت الطبعة الثالثة من الكود وفيها تم تعديل الخارطة الزلزالية القديمة.

في بداية عام ٢٠٠٥ صدر الملحق رقم ٢ للكود الخاص باحمال الزلازل تم فيه دمج الملاحق الثلاثة للطبعة الثانية من الكود، واصبح بالامكان حساب الزلازل على الأبنية اما بالطريقة الاستاتيكية المكافئة الأولى الموجودة في الكود الأساس، أو بالطريقة الاستاتيكية المكافئة الثانية الموجودة في ملحق الكود والمأخوذة من كود البناء الموحّد الأمريكي UBC97.

هدف البحث: Scope of Work

١.تقييم قيم R للجمل الانشائية العادية الشائعة الاستعمال في سوريا المعطاة بالجدول(٤-٢) بمقارنتها مع القيم المعطاة في الكود الأمريكي UBC97 مع اقتراح التعديل المناسب مراعاةً للأمان والكلفة

٢.تقييم قيم عامل المنطقة الزلزالية Z وذلك بناءً على التسجيلات التاريخية والحديثة للزلازل التي حدثت في المنطقة وعلى دراسات جيولوجية وتكتونية حديثة للمنطقة

٣.تقييم الاشتراطات الزلزالية للعناصر الاطارية المعطاة في الكود السوري وملحقه الثاني الخاص بالزلازل، ومقارنة هذه الاشتراطات مع ما هو معطى بالكود UBC97 لكل نوع من الاطارات SMRF و IMRF و OMRF، وبالتالي تحديد نوع الاطارات المعطاة وفق الكود السوري

٤. تقييم الاشتراطات الخاصة بجدران القص بمقارنتها مع ما هو معطى بالكود UBC97 للمناطق الزلزالية ٠، ١، ٢ ، ٣ و ٤. واقتراح تعديل أو الغاء لبعض الاشتراطات الموجودة في الكود

٥.تقييم طريقة تصميم جدران القص على الانعطاف والقص المعطاة في ملحق الكود السوري ومقارنتها مع الكود الأمريكي

٦.اظهار بعض الأخطاء والنواقص والتناقضات الموجودة في ملحق الكود الخاص بالزلازل واقتراح التعديلات المناسبة.

الطريقة الاستاتيكية المكافئة الثانية

Equivalent Lateral Force Procedure

تعتمد هذه الطريقة الموجودة في الملحق الثاني للكود على الكود الأمريكي UBC97. وفق هذا الكود فان الهدف الأساسي من اشتراطات التصميم الزلزالي هو السماح بحدوث بعض الأضرار في المنشآت ولكن منع حدوث الانهيارات وبالتالي حماية الأرواح البشرية.

يتم تصميم الأبنية وفق الكود لتكون مطاوعة وتعمل الى حدّ ما ضمن السلوك اللامرن وبالتالي يسمح ببعض الأضرار في الأبنية ويتم الاعتماد على مرحلة اللدونة من أجل تبديد الطاقة التدميرية للزلزال.

➢تعتمد فلسفة التصميم في الكود على ثلاثة معايير:

-يجب أن لا يكون هناك أية أضرار في المباني عند حدوث زلزال ضعيف- يمكن حدوث بعض الأضرار المعمارية ولكن بدون أضرار انشائية عند حدوث زلزال متوسط- يمكن حدوث بعض الأضرار الانشائية والمعمارية ولكن بدون حدوث انهيارات عند حدوث زلزال عنيف

أساسيات التصميم

يعطي الكود طريقة مكافئة لحساب القوة الناتجة عن الهزة الأرضية والمطبقة على المبنى المراد انشاءه، تعتمد هذه القوة على:

- الشكل الهندسي للمبنى
- الجملة الانشائية المقاومة للزلازل
- المنطقة الزلزالية للمنشأ
- الإشغالات
- عوامل الأهمية الزلزالية
- الدور الأساسي للمبنى
- جيولوجية المنطقة وخصائص التربة،وغيره.

حالما يتم معرفة القوة الزلزالية التصميمية يتم تصميم المبنى (عناصر المبنى وعقده) وتسليحه وفقاً لإشتراطات خاصة.

بشكل عام يتم تصميم المبنى واختيار التسليح بحيث يقاوم قوة الزلازل وهو ضمن المجال اللامرن آخذين بالاعتبار المقاومة الزائدة المتأصلة والمطاوعة لجملة مقاومة الزلازل في المبنى.

عامل المنطقة الزلزالية: Seismic zone factor

يأخذ هذا العامل بالاعتبار مقدار الخطر الزلزاليٍ في المنطقة التي سيشاد فيها البناء وذلك اعتمادا على التسارع الأرضي الأعظمي المتوقع في المنطقة المدروسة.

تم رسم خارطة زلزالية قسمت الجمهورية العربية السورية الى ست مناطق 1، 2A، 2B، 2C، ٣، ٤ وأعطي لكل منطقة قيمة للعامل Z تمثل التسارع الأرضي الأعظمي الفعّال (EPA)، فمثلاً في المنطقة 2C يكون Z=0.25 وهي تمثل تسارع أعظمي فعّال للهزة قيمته 0.25g.

يتم تحديد هذه القيم بطريقة احتمالية، هناك احتمال 10% ليتم تجاوز هذه القيم خلال ٥٠ سنة (عمر المنشأة)، أو لا يقل احتمال عدم تجاوزه عن 90%، وهذا يوافق لهزة أرضية تتجاوز هذه القيمة وسطياً كل ٤٧٥ سنة.

الإشغالات Occupancy

في الكود UBC97 تم تصنيف أي منشأ ليقع ضمن واحدة من خمسة اشغالات:

نوع الإشغال	أنواع أو وظائف المنشأة	معامل الأهمية الزلزالي I
١ – المرافق الأساسية	هي فعاليات الطوارئ التي يجب أن تبقى تعمل بعد حدوث الزلزال وتشمل: المستشفيات – مراكز الشرطة والإطفاء – مراكز الإتصال الحكومية الخاصة بالطوارئ، وغيرها من الفعاليات كما وردت في الجدول ٣–٣ من ملحق الكود	1.25
2– المرافق الخطرة	الإشغالات التي تستخدم لتخزين المواد الكيميائية السامة أو القابلة للإنفجار	1.25
3– المنشآت ذات الإشغالات الخاصة	تشمل الأبنية الحاوية على أعداد كبيرة من الأفراد وتشمل أماكن التجمعات العامة (٥٠٠٠ شخص أو أكثر)، المدارس (٣٠٠ تلميذ أو أكثر)، الكليات والمعاهد ومراكز تعليم الكبار (٥٠٠ شخص أو أكثر)، الروضات وحضانات الأطفال، السجون	1.00
4– المرافق المعيارية	تشمل جميع المنشآت غير المذكورة أعلاه، مثل الأبنية السكنية، الفنادق، أبنية المكاتب، الأبنية التجارية (مبيعات جملة ومفرق)	1.00
5– المنشآت	المرائب الخاصة – المظلات – السقائف – المصانع –	1.00

في الكود السوري تمّ دمج الأصناف الثلاثة الأخيرة من الجدول حيث يكون I=1، في صنف واحد سمي المنشآت الأخرى، ليصبح عدد الإشغالات في الكود السوري فقط ثلاثة أنواع.

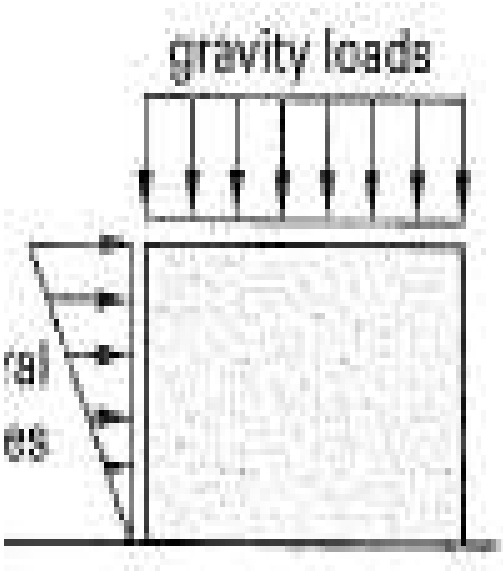
نماذج الجمل الانشائية: Structural System

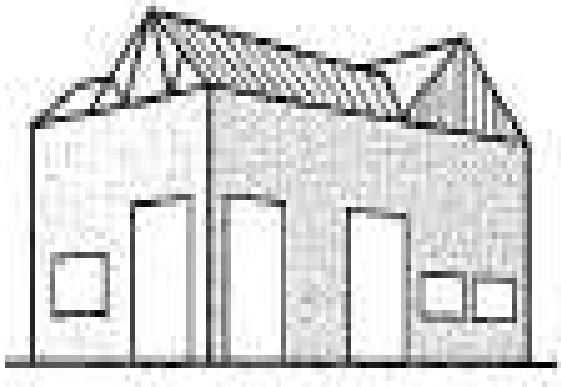
من غير الاقتصادي أن يتم تصميم منشأ ليتحمل قوة الزلازل وهو 100% في الحالة المرنة، وانما يتم تصميم المنشأ بمقاومة أقل من مقاومته اللازمة لبقاءه ضمن مجال المرونة، هذا التخفيض في مستوي المقاومة يؤدي الى دخول المنشأ في الحالة اللاخطية وبالتالي وصول بعض عناصره الى مرحلة اللدونة، مما يؤدي الى امتصاص جزء من طاقة الزلزال.

يتم اجراء هذا التخفيض بالمقاومة بواسطة عامل تعديل الاستجابة R، يمثّل هذا العامل المقاومة الزائدة المتأصلة وقدرة المطاوعة الكلية للعناصر الانشائية في المبنى. تعتمد قيمة R على تحليل الأداءات التاريخية لمختلف الجمل الانشائية تحت تأثير هزات أرضية عنيفة.

يعتمد الكود سبعة نماذج أساسية للجمل الانشـــائية المقاومـــة للزلازل هي:

أ- جملة الجدران الحمّالة Bearing Wall System



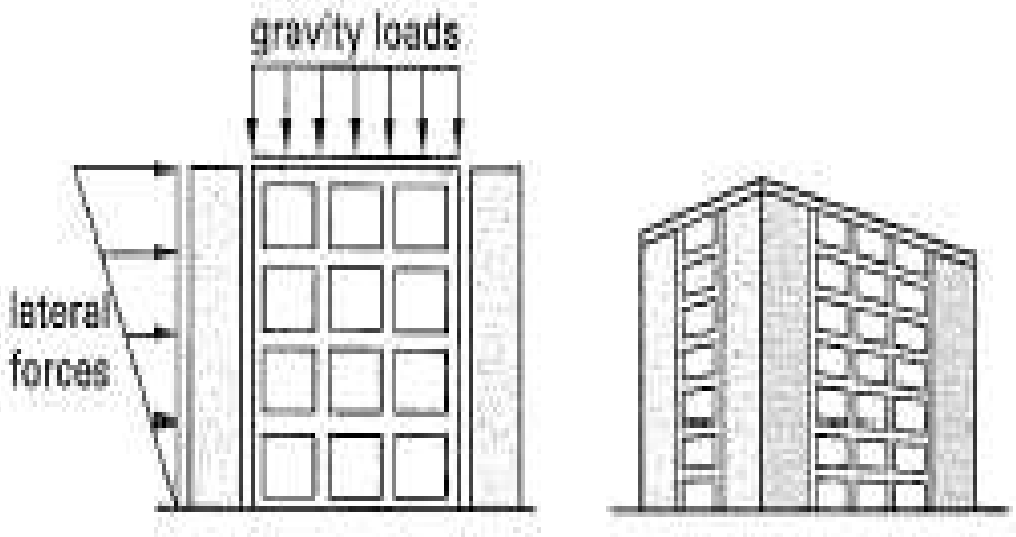


لا تحتوي هذه الجمل الانشائية على اطار كامل لتحمل القوى الشاقولية (ميتة+حية..) وإنما يعتمد على الجدران لتحمّل القوى الشاقولية والأفقية. وبالتالي انهيار الجملة المقاومة للزلازل (انهيار الجدران) قد يؤدي الى فقدان مقدرة الجملة على تحمّل الأحمال الميتة والحية.

لا تحتوي هذه الجمل على قدرة كافية من الاستجابة اللامرنة كما ينقصها وجود مسارات أخرى للتحميل **Redundancy**.

يأخذ العامل R القيمة ٤.٥ في حالة كون جدران القص من الخرسانة

ب- جملة البناء الهيكلي Building Frame System



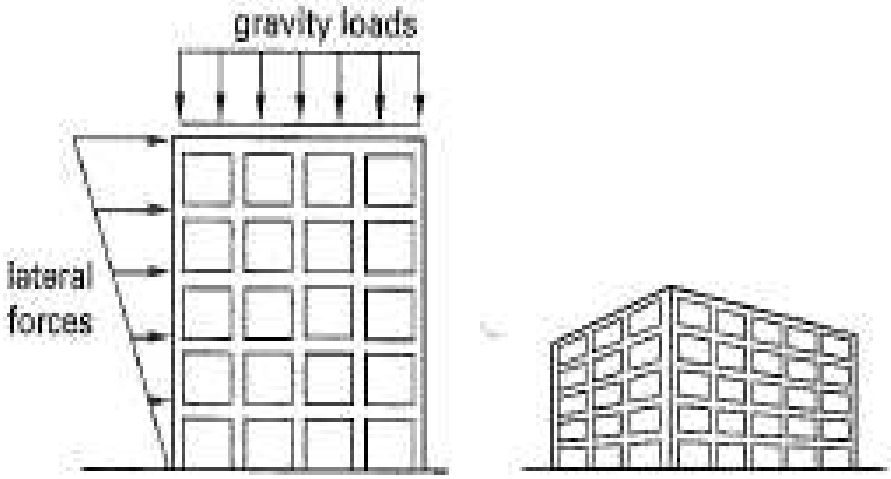
تحتوي هذه الجملة على اطار فراغي كامل (أعمدة مع جوائز) من النوع العادي OMRF يتحمّل القوى الشاقولية، أما القوى الأفقية فتقاوم بواسطة جدران القص. خلافاً لجملة الجدران الحمّالة فان انهيار الجملة المقاومة للقوى الأفقية لا يؤثر بالضرورة على قدرة المنشأ لتحمّل القوى الشاقولية.

على الرغم من تصميم جدران القص لتتحمّل كافة القوى الزلزالية إلاّ انه يجب أيضاً تصميم الإطارات لتتحمّل التأثيرات الناتجة عن الانتقال الجانبي للمبنى وذلك كون هذه الإطارات مرتبطة مع الجدران بواسطة البلاطات عند منسوب كل طابق، وهذا ما يدعى تحقيق *متطلبات توافق التشوّه deformation compatibility* يتم التحقق فقط للأبنية الواقعة في المناطق الزلزالية ٢، ٣ و ٤.

يعطي الكود R=5.5 لحالة جدران القص من الخرسانة

ج- جملة الإطار المقاوم للعزوم

Moment-Resisting Frame System



عبارة عن إطار كامل يتحمّل القوى الشاقولية في المبنى كما يقاوم القوى الجانبية الناتجة عن الزلزال ويكون هذا الإطار من النوع المقاوم للعزوم.

في المناطق الزلزالية ٣ و ٤ يجب أن تكون هذه الإطارات من النوع الخاص SMRF، بينما في المنطقة الزلزالية ٢ فيجب أن تكون هذه الإطارات على الأقل من النوع المتوسط IMRF.

في المناطق الزلزالية ٠ و ١ تكون الإطارات من النوع العادي OMRF وهي لا تتطلب أية تفصيلات زلزالية خاصة.

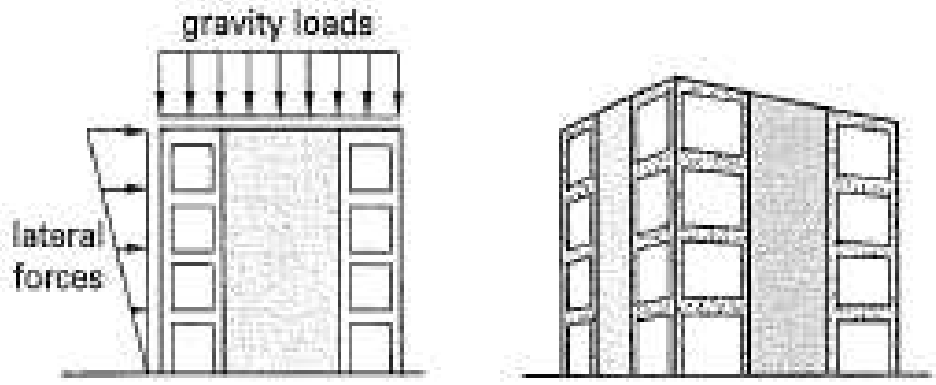
يعطي الكود القيم التالية لـــ R:

R=8.5 للإطار الخاص SMRF فولاذ أو خرسانة

R=5.5 للإطار المتوسط IMRF

R=3.5 للإطار العادي OMRF من الخرسانة

د- الجملة الثنائية Dual System



هذا النوع من الجمل الانشائية له الخصائص التالية:

١) إطار فراغي كامل يقاوم الأحمال الشاقولية

٢) مقاومة الأحمال الجانبية يكون عن طريق جدران القص والإطارات المقاومة للعزوم، تستطيع هذه الإطارات لوحدها مقاومة ما لا يقل عن 25% من قوة القص القاعدي

٣) يتم تصميم كل من جدران القص والإطارات لتقاوم القص القاعدي بحسب نسبة صلابة كل واحد منها.

في المنطقة الزلزالية ٣ و ٤ يجب أن تكون الاطارات من النوع SMRF، أما في المنطقة الزلزالية ٢ فتكون من النوع IMRF، وفي المنطقة الزلزالية 0 و 1 فتكون من النوع OMRF

يعطي الكود القيم التالية لـــ R:

R=8.5 جدران قص من الخرسانة + إطارات SMRF

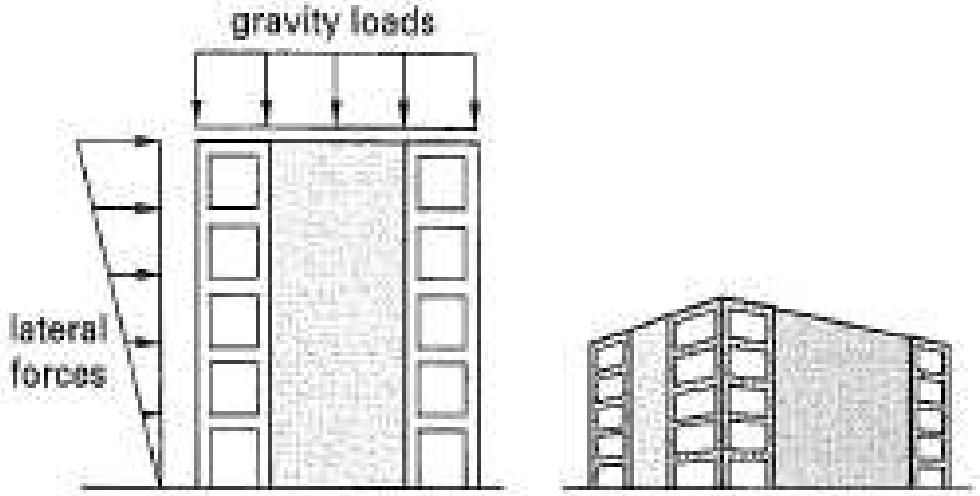
R=6.5 جدران قص من الخرسانة + إطارات IMRF

R=5.5 جملة ذات فعل متبادل بين الإطار وجدار القص، الإطار يكون من النوع OMRF، ولا داعي لأن تأخذ الإطارات 25%من قوة القص القاعدي، يُسمح باستخدام هذه الجملة فقط في المناطق ٠ و ١

هـــ- نموذج العمل المشترك للإطار وجدار القص:

(الجملة ذات الفعل المتبادل بين الإطارات وجدران القص)

Shear wall-Frame Interaction System



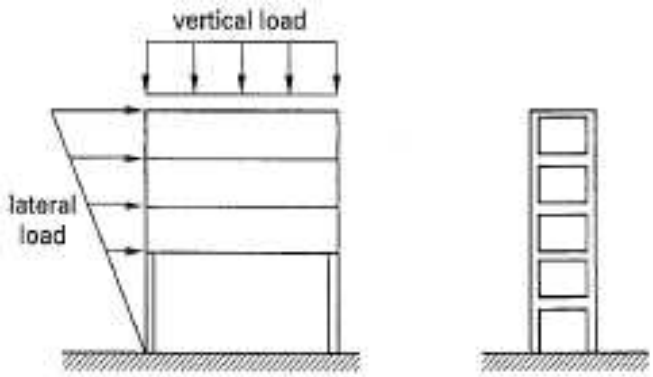
تقاوم كل من جدران القص والإطارات القص القاعدي بحسب نسبة صلابة كل واحد منها.

تكون الإطارات من النوع العادي OMRF وبالتالي لا توجد أية اشتراطات زلزالية لها ولجدران القص.

يُحصر استخدام هذا النوع في المناطق الزلزالية ٠ و ١

R=5.5 اطارات OMRF+ جدران قص من الخرسانة

و- جملة البناء ذو الأعمدة الظفرية:



جملة محمولة على أعمدة موثوقة في الأسفل (عند القاعدة)، معظم الكتلة يكون مركز في الأعلى.

يُنظر لهذه الجملة وكأنها نواس مقلوب له درجة حرية واحدة (انزياح أفقي).

مساوئ هذه الجملة ان انهيار الأعمدة يؤدي الى انهيار المبنى بالكامل.

يُعطي الكود القيمة R=2.2

الجدول المبسط لقيم المعامل R الموجود في ملحق الكود السوري:

أ- مقدمـــة:

وفق الكود يتم تصميم المنشأ ليكون بمقاومة أقل من مقاومته اللازمة ليبقى ضمن مجال المرونة، وهذا يؤدي الـــى دخـــول المنشأ في الحالة اللاخطية وبالتالي وصول بعض عناصره الى مرحلة اللدونة، وهذا يؤدي الى امتصاص جـــزء مـــن طاقـــة الزلزال.

يتم اجراء هذا التخفيض بواسطة عامل تعديل الاســـتجابة R، يمثل هذا العامل المقاومة الزائدة المتأصـــلة overstrength وقدرة المطاوعة ductility الكلية للعناصـــر الانشـــائية فـــي المبنى.

يمكن تعريف القدرة الزائدة المتأصلة كخاصية للمنشأ حيث تكون قدرته الفعلية أكبر من قدرته التصميمية مما يؤدي لدخوله مرحلة اللدونة (أي تشكل أول مفصل لدن)، أما المطاوعة فيمكن تعريفها بأنها مقياس مقدرة الجملة الانشائية للتشوه في المجال اللدن قبل انهيارها (أي من تشكل أول مفصل لدن وحتى تشكل ميكانيزم الانهيار).

يمثل R نسبة القوى التصميمية التي تطبق على المنشأ وهو يعمل بشكل كامل ضمن المجال المرن الى القوى التصميمية المحدّدة بالكود، أي:

$$R = \frac{V_{\text{مرنة حالة}}}{V_{\text{كود}}} \geq 1$$

يحدّد الكود UBC97 قيماً لـ R اعتماداً على نوع الجملة الإنشائية في المبنى، تعتمد هذه القيم بشكل أساسي على تحليل الأداءات التاريخية لمختلف الجمل الإنشائية تحت تأثير هزات أرضية عنيفة.

تزداد مطاوعة الجمل من الخرسانة المسلحة وذلك بتحقيق اشتراطات خاصة لأبعاد المقطع والتسليح العرضي والطولي.

أكثر الجمل مطاوعة هو الإطار الخاص المقاوم للعزوم والذي يتمتع بامكانية تبديد للطاقة نتيجة تشكل مفاصل لدنة في الجوائز، ويكون للجوائز والأعمدة مقاومة قص وارساء للتسليح كافيان بحيث يمكن للجوائز الوصول الى طاقة تحملها اللدنة دون حدوث انهيار على القص.

ويتم التصميم بأخذ الاجهاد في فولاذ التسليح مساو لـ $1.25f_y$ ليعكس زيادة التشوهات في الفولاذ في مرحلة ما بعد المرونة. كما يتم تصميم عقد هذه الإطارات لتتحمل قوة قص مصعّدة وذلك بأخذ $1.25f_y$.

ب- تقييم للقيم في الجدول المبسط (٤-٢):

أعطى الكود السوري في الصفحة ٦٩ من الملحق الثاني الخاص بالزلازل جدولاً مبسطاً لقيم العامل R للجمل الانشائية العادية الشائعة الاستعمال وذلك بحسب تحمّل الإطارات نسبة لجدران القص في المبنى.

سنقوم فيما يلي بتقييم هذه القيم الموجودة في الجدول (سندعوه الجدول المبسّط) ونقارنها مع ما هو معطى في الجدول (٣-٦) (سندعوه الجدول العام) المأخوذ من الـ UBC97.

التسلسل	الجملة الإنشائية	المعامل R
١	جملة اطارات خاصة مقاومة للعزوم بمفهوم هذا الملحق من حيث تفصيل حديد التسليح والابعاد الدنيا والتصميم لمقاومة العزوم والقص محسوبة على أساس ١.٢٥ مرة طاقة تحمل المقطعين أعلى وأسفل العمود للعزوم	8.0
٢	جملة ثنائية من جدران قص واطارات خاصة مقاومة للعزوم، تتحمل الاطارات ما لا يقل عن 50% من قوة القص القاعدي	7.5
٣	جملة ثنائية من جدران قص واطارات خاصة مقاومة للعزوم، تتحمل الاطارات ما لا يقل عن 25% من قوة القص القاعدي	6.5
٤	جملة جدران قص مع اطارات خاصة مقاومة للعزوم، تتحمل الاطارات ما لا يقل عن 10% من قوة القص القاعدي	5.5
٥	جملة جدران قص دون اطارات خاصة مقاومة للعزوم، أو مع وجود اطارات تحقق الاشتراطات الخاصة ولكن باهمال مساهمتها بمقاومة الزلازل	٤.٥

١- يُفهم من عنوان الجدول المبسّط بأنه سيتم تعديل قيم R بحسب الجمل الشائعة في سوريا وغير المذكورة في الجدول العام (٣-٦).

ولكن بمراجعة الجمل في هذا الجدول المبسط نلاحظ بأنه تم أخذ جميع الجمل المصنوعة من الخرسانة المسلّحة الموجودة في الجدول العام، وتسميتها الجمل العادية والشائعة في سوريا، وبالتالي نرى بانه لا يوجد مبرر لتغييرقيم R عن ما هو في الجدول العام والمأخوذ بناءً على نتائج العديد من التجارب في العالم.

٢- في الجدول المبسّط تمّ ذكر "جملة إطارات خاصة مقاومة للعزوم بمفهوم هذا الملحق (من حيث تفصيل حديد التسليح والأبعاد الدنيا والتصميم لمقاومة العزوم ومقاومة قوى القص محسوبة على أساس ١.٢٥ مرة طاقتي تحمل المقطعين في أعلى وأسفل العمود للعزوم)".

لفهم ما هو مقصود بالإطارات الخاصة SMRF بمفهوم الملحق نعود للفقرتين ٢-١-٧ و ٢-١-١٢ صفحة ٩ من الملحق، فنجد بأنه ذُكر بأن SMRF تؤمن سلوك المطاوعة ductile وتفصّل بشكل خاص وبمتطلبات تزيد عن IMRF و OMRF.

تمت مقارنة الاشتراطات الزلزالية للاطارات المعطاة في الملحق مع SMRF من الـ UBC97 (كما سيمر معنا لاحقاً) وقد وجدنا بأن الكود الأمريكي يشترط متطلبات أكثر صرامة مما هو معطى في ملحق الكود السوري فيما يخص أبعاد المقاطع والتسليح وغيره.
أيضاً بشكل مناقض لذلك، ذُكر في الفقرة ٧-١١-٦ صفحة ١٣٨ من الملحق الى أن الإطارات التي تحقق اشتراطات الملحق هي من النوع IMRF، بينما التي تحقق اشتراطات الكود الأساس هي من النوع OMRF، أما النوع SMRF فلم يحدد الكود كيفية الحصول عليه.

٣- بدراسة الجدول المبسّط نلاحظ ان قيم R فيه تناقض المفهوم الأساسي لهذا العامل وبالتالي تناقض القيم المأخوذة من الكود الأمريكي والموجودة في الجدول العام صفحة ٣٩ من الملحق. فلا توجد أية علاقة بين قيم هذا العامل ونسبة تحمل الإطارات من قوة القص القاعدي وسنشرح ذلك فيما يلي:

(سندرس حالة المبنى مصنوع من الخرسانة المسلحة)

- حالة استخدام الجملة الثنائية Dual system

أ- نفرض المبنى موجود في المنطقة الزلزالية ٣ أو ٤ فالجملة المقاومة للزلازل تكون إطارات من النوع الخاص المقاوم للعزم SMRF مع جدران قص مطاوعة، بما أن هذه الجملة من النوع المطاوع لذلك تعطى R=8.5 في الجدول العام، وهذه القيمة لـــ R ثابتة سواءً أكانت حصة الإطارات لا تقل عن 50% من قوة القص القاعدي (حالة جدران القص قليلة نسبيا في المبنى) أو لا تزيد عن 25% (مع ضرورة تصميمها لتتحمل 25%) حيث تكون الجدران كثيرة نسبياً في المبنى، وقد يلجأ المصمم الى هذه الزيادة في جدران القص من أجل تخفيض العزوم الناتجة عن الزلازل على الجوائز والأعمدة ولتقليل الانزياحات الجانبية في المبنى.

وهذا يخالف قيم R المعطاة في الجدول المبسط حيث تأخذ قيمة هذا العامل ٥.٥، ٦.٥ و ٧.٥ بحسب نسبة مساهمة الإطارات 10%، 25% أو 50%. وهذا التخفيض في قيم R يؤدي الى زيادة في قيمة قوة القص القاعدي التصميمية تصل الى ١.٥٥ مرة للحالة الأكثر شيوعاً في التصميم (حالة نسبة مساهمة الاطارات أقل من 25%)، وبالتالي زيادة كبيرة في تكلفة البناء دون وجود مبرر منطقي لذلك.

من جهة ثانية فانه عند أخذ قيمة للعامل R تقل عن الفعلية فان ذلك يؤثر على مراحل أخرى في التصميم الزلزالي، فهو يقلل من قيمة الانزياح اللدن الأعظمي المحسوب بالعلاقة $\Delta_M=0.7R\Delta_s$ وبالتالي نبتعد بالتصميم عن الأمان.

ب- في المنطقة الزلزالية ٢ (معظم المدن الرئيسية في سوريا تقع ضمن هذه المنطقة)

يسمح الكود بأن تكون الجملة الثنائية أقل مطاوعة لذلك تتكون من جدران قص عادية مع إطارات من النوع المتوسط IMRF، وهنا تنخفض قيمة R لتصبح مساوية لـ ٦.٥ مهما تغيرت حصة الإطارات من قوة القص القاعدي (سواءً أكانت هذه الحصة أقل من 25% أو أكثر من 50%). وهذا أيضاً يخالف قيم R المعطاة في الجدول المبسط ولكن الخلاف هنا قد يكون زيادة في التكلفة أو يكون لغير صالح الأمان عندما تكون قيمة R=7.5 في الجدول المبسط، وينطبق هذا التأثير أيضاً على قيم الانزياح الجانبي للمبنى.

وقد أعطى الجدول المبسط قيمه لحالة الاطارات من النوع الخاص وكأنه فرض استخدامها في جميع المناطق الزلزالية، مع انه في العديد من فقرات الملحق تم ذكر بانه يسمح باستخدام الاطارات من النوع المتوسط في المناطق الزلزالية ٢ والنوع العادي في المناطق الزلزالية ١ و ٠. مع التذكير بان استخدام الاطارات من النوع الأخف ينعكس بشكل ايجابي على تكلفة البناء.

ج- أما اذا كان المبنى في المنطقة الزلزالية ١ يسمح الكود بأن تكون الجملة الثنائية غير مطاوعة لذلك تكون من جدران قص مع إطارات من النوع العادي OMRF وتكون قيمة R ثابتة ومساوية لـ ٥.٥ أيضاً مهما تغيرت حصة الإطارات من قوة القص القاعدي.

– حالة استخدام الجملة الإطارية المقاومة للعزوم

في حال استخدام جملة إطارات مقاومة للعزوم، فقد يكون الإطار من النوع SMRF أو IMRF أو OMRF وذلك بحسب المنطقة الزلزالية الموجود فيها المبنى، ويأخذ R من الجدول العام القيم ٨.٥، ٥.٥، ٣.٥ على التوالي.

بالعودة للجدول المبسط نجد بأن قيمة R ثابتة ومساوية لـ ٨.٠، وذلك بسبب افتراض استخدام إطارات من النوع المطاوع الموجود في الملحق في جميع المناطق الزلزالية. استخدام هذا النوع فقط من الاطارات يعتبر كما ذكرنا سابقاً زيادة في التكلفة حيث انه من غير الضروري استخدام الإطارات المطاوعة في المناطق ذات الشدة الزلزالية الخفيفة.

- حالة استخدام جملة البناء الهيكلي

عندما تكون الجملة المستخدمة هي جملة البناء الهيكلي أي مكونة من إطارات من النوع OMRF مع جدران قص بحيث يتم تحميل قوة الزلازل بشكل كامل 100% لجدران القص، بينما تتحمل الإطارات فقط الأحمال الشاقولية (أي يهمل عمل الإطارات في مقاومة الزلازل)، في هذه الحالة تأخذ R القيمة ٥.٥ في الجدول العام، وهذا يتناقض مع ما هو موجود في الجدول المبسّط الذي ينص على كون الإطار من النوع الخاص مع إهمال مساهمته وأخذ R=4.5، أي من ناحية تم وضع اشتراطات قاسية ليكون الإطار مطاوع ثم اهمال مساهمة هذا الإطار في مقاومة الأحمال الجانبية، ومن ناحية ثانية تم تكبير القوة التصميمية للزلازل بتصغير قيمة R، وهذا يعتبر الى حدّ كبير بعيد عن المنطق ويؤدي الى زيادة في التكلفة.

من ناحية أخرى يشترط الـــ UBC97(والفقرة ٧-١١-٣ من ملحق الكود) بأنه اذا كان المبنى يقع في المنطقة الزلزالية ٢، ٣، أو ٤ يجب عندها تحقيق شرط توافق الانتقالات بحيث نضمن بأن الإطارات(غير المصممة أصلاً لتحمّل القوى الجانبية) تبقى قادرة على تحمل الأحمال الشاقولية بعد تعرضها للانزياح الجانبي نتيجة الزلازل (بأخذ تأثيرات P-Δ). وبالتالي يتم تحقيق الاطارات لتحمل العزوم الناتجة عن الانزياح الجانبي للمبنى وهذا ينتج عنه عزوم إضافية على الإطارات قد لا تستطيع تحملها بالتسليح الموجود مما يستوجب تسليح إضافي، وبالتالي قد تتحول هذه الجملة الى الجملة الثنائية (أي يتم اعتبار مساهمة الإطارات في تحمّل القوى الجانبية)، وهذا كله لم يتم

-حالة استخدام جملة الجدران الحمّالة

عندما تكون الجملة المستخدمة هي جملة الجدران الحمّالة أي مكونة من جدران قص فقط دون وجود إطارات، فـــي هذه الحالة تتساوى قيمة Rفي الجدولين وهي ٤.٥.

نتيجة

-لجميع الأسباب المذكورة أعلاه نقترح حذف هذا الجدول لأنه في حالات عديدة يكون لغير صالح الأمان وفي حالات أخرى تكون قيمه مبالغ بها أو غير منطقية وتـــؤدي الـــى تكبير قوة القص القاعدي التصميمية وبالتالي زيادة تكلفة البناء، ونقترح استبداله بالجدول (١) التالي

- جدول مبسط مقترح لتحديد قيمة R للجمل الإنشائية من الخرسانة المسلحة الشائعة الإستعمال في سورية

	الجمـــــلـة الإنشائيـة	R
١	جملة الجدران الحمّالة: المبنى مكوّن من جـدران مسـلحة تقاوم الأحمال الشاقولية وأحمال الزلازل	٤.٥
٢	جملة البناء الهيكلي: المبنى مكوّن من إطارات مـن النـوع العادي OMRF تقاوم الأحمال الشاقولية، أما قوى الـزلازل فتقاومها جدران القص بنسبة 100%	٥.٥
٣	الجملة الثنائية: المبنى مكوّن من إطارات مع جدران قـص كلّ يقاوم الزلازل بحسب قساوته النسبية (تصمّم الإطـارات لتقاوم لوحدها كحد أدنى 25% من قوة القص القاعدي) أ- في المنطقتين الزلزاليتين ٣ و ٤ يجب أن تكون الإطارات من النوع الخاص SMRF ب- في المناطق الزلزالية ٢ يسمح بأن تكون الإطارات من النوع المتوسط IMRF	٨.٥ ٦.٥
٤	جملة الإطار المقاوم للعزوم: المبنى مكوّن من إطارات تقاوم الأحمال الشاقولية وأحمال الزلازل أ- في المنطقتين الزلزاليتين ٣ و ٤ يجب أن تكون الإطارات من النوع الخاص SMRF ب- في المناطق الزلزالية ٢ يسمح بأن تكون الإطارات من النوع المتوسط IMRF ج- في المناطق الزلزالية ٠ و ١ يسمح بأن تكون الإطارات من النوع العادي OMRF	٨.٥ ٥.٥ ٣.٥
٥	جملة مختلطة: مكونة من إطارات وجدران قص كلّ يقـاوم الزلازل بحسب قساوته النسبية، تكون الإطارات من النـوع العادي OMRF. تستعمل هذه الجملة فقـط فـي المنـاطق الزلزالية ٠ و ١.	5.5

تقييم قيم عامل المنطقة الزلزالية Z المعطى بالكود السوري

مقــدمة: Introduction

تشكل سوريا الجزء الشمالي من الصفيحة العربية التـــي تضـــم شبه الجزيرة العربية والعـــراق وفلســـطين وســـوريا والاردن ولبنان.

يحد هذه الصفيحة من الغرب البحر الأحمر وفالق البحر الميـــت (الانهدام السوري) ومن الجنوب خليجا عمان وعدن أمـــا مـــن الشمال والشرق فيحدها الصفيحة الأناضولية والكتلـــة القاريـــة الايرانية. يمتد فالقِ البحرِ الميت (الفالق المشرقي الكبير) مـــن خليج العقبة جنوباً مروراً بوادي عربة والبحر الميـــت وســـهل الحولة والبقاع وانهدام الغاب حتـــى ســـهل الـــروج ومنطقـــة اسكندرون في الشمال، بطـــول يزيـــد عـــن 1100kmويعتبـــر المصدر الزلزالي الأهم في المنطقة.

أدى حركة الصـــفيحة العربيـــة باتجـــاه الشـــمال واصـــطدامها بالصفيحة الأناضولية لتشكيل جبال طوروس، كمـــا تبتعـــد فـــي الجنوب عن الصفيحة الافريقية مسببة انفتاح البحر الأحمر، كما أدى دورانها الى تشكيل البحر الميت، وتشكيل ســـهل الغـــاب، وتقدر حركة هذه الصفيحة بـــ ٤-٦ مم بالسنة.

التسجيلات الزلزالية التاريخية: Historical Seismic Data

تشير التسجيلات التاريخية الى حدوث ٥٢ هزة أرضية كبيرة ضربت المنطقة في الفترة الزمنية من ١ الى ١٨٩٩ م، بينما يسجل عدد أكبر من الهزات الأرضية في الفترة ما بين ١٩٠٠ و ١٩٩٩م.

باعتماد التحليل الاحصائي للتسجيلات التاريخية للزلازل يمكن تقسيم المنطقة الى فترتين زمنيتين: الفترة الأولى نشطة باحتمال حدوث هزات أرضية يصل مقدارها الى ٦-٧ بمقياس ريختر يمكن أن تحدث كل ٤٠-٨٠ سنة، وتدوم هذه الفترة النشطة ١٦٠ سنة وسطياً، تتبع هذه الفترة بفترة أخرى أقل نشاطاً وبهزات أرضية بمقدار أقل حيث يتوقع أن لا تتجاوز ٦ بمقياس ريختر وتدوم لفترة وسطية من ٢٢٠ الى ٢٣٠ سنة.

لا يمكن النظر الى النشاط الزلزالي في سوريا بمعزل عن النشاط العام الذي تتصف به منطقة الشرق الأوسط. وقد بينت الدراسات الزلزالية بأن سوريا قد تعرضت تاريخياً من الفترة ١١٠٠ م وحتى الآن الى عدة زلازل مدمرة كما يوضح الجدول(١)

جدول(١): الزلازل المدمرة التي اصابت سورية من العام ١١٠٠ م وحتى الوقت الحاضر[١]

مكان وقوع الزلزال (مركز الزلزال)	التاريخ	شدة الزلزال حسب مقياس ريختر
حماه	١١٥٧	أكبر من ٧ درجات
ادلب	١١٧٠	أكبر من ٧ درجات
بعلبك	١٢٠٢	٧.٥ درجة
حلب	١٤٠٤	شدة كبيرة
منطقة العاصي	١٤٠٧	٧ درجات
منطقة البقاع الجنوبي	١٧٥٩	٦.٦ درجة
منطقة سهل البقاع	١٧٥٩	٧.٤ درجة
منطقة اللاذقية	١٧٩٦	٦.٦ درجة
منطقة حلب–عفرين	١٨٢٢	٧.٤ درجة
منطقة حلب	١٨٧٢	٧.٢ درجة

وقد تتالت على المنطقة سلسلة من الهزات الأرضية كان أشدها الزلزال الذي وقع في العقبة عام ١٩٩٥ وضرب مناطق واسعة في منطقة الشرق الأوسط وبلغت شدته ٧.١ درجة بمقياس ريختر وتبعه عدة زلازل في قبرص وايران وتركيا واسكندرون واللاذقية.

لقد تم في سوريا انشاء الشبكة الوطنية للرصد الزلزالي تحت ادارة المؤسسة العامة للجيولوجية والثروة المعدنية عام ١٩٩٥ حيث اشتملت هذه الشبكة على مجموعة كبيرة من أجهزة الرصد الزلزالي وزع معظمها في الجزء الغربي من سوريا والتي تعتبر نسبيا الأكثر تعرضا للزلازل، وبلغ عدد الهزات الأرضية المسجلة على أجهزة الرصد هذه، خلال العشر سنوات (من ١٩٩٥ الى ٢٠٠٤) ١٧٦٩ هزة (في سورية والمنطقة المحيطة بها)، منها فقط ٢٧ هزة بمقدار أكبر من ٥ درجات بمقياس ريختر. وعلى الرغم من ذلك فان سوريا تعتبر من المناطق المستقرة نسبيا بالمقارنة مع المناطق الأخرى في العالم ذات الفعالية الزلزالية النشيطة.

خارطة الخطر الزلزالي في سوريا: Syrian Seismic Hazard Mapping

صدرت الطبعة الثالثة للكود السوري عام ٢٠٠٤ مع الملحق الثاني الخاص بالزلازل (عام ٢٠٠٥) وقد تم تعديل الخارطة الزلزالية القديمة بحيث تم تقسيم سوريا الى ٦ مناطق زلزالية هي: 1–2A–2B–2C–3–4، وذلك اعتماداً على التسارعات الأرضية العظمى PGAالمحتملة على الطبقة الصخرية الصلبة خلال ٥٠ سنة باحتمال عدم تجاوز 90%. وهذا التقسيم للمناطق الزلزالية يتوافق مع ما هو وارد في الكود الأمريكي UBC97 باستثناء اضافة المنطقة 2C.

عند اعداد الخارطة الزلزالية لسوريا تم الاعتماد على خارطة التسارعات الأرضية للمملكة الأردنية (المعتمدة قبل العام ٢٠٠٤) بالاضافة لرسالة ماجيستير للمهندس عبد المجيد الحريري وعلى خارطة التسارعات الأرضية لبرنامج

.Global Seismic Hazard Assessment Program, GSHAP

لقد تم أولاً تقسيم المنطقة الزلزالية الثانية الى درجتين 2A و 2B ولكن عند ربط خطوط تساوي التسارعات الأرضية (في جنوب سوريا) مع تلك الواردة في الخارطة الأردنية، وجد ان تلك الخارطة يوجد فيها الدرجة 2C في المنطقة الثانية، وهكذا جرى احداث هذه الدرجة في الخارطة السورية. وقد تم اعتبار معظم المدن الرئيسية في سوريا تقع ضمن المنطقة 2C(دمشق – حلب – حمص وغيرها)، وقد اصبحت التسارعات الأرضية المعتمدة في الخارطة منسجمة الى حد ما مع التسارعات في الأردن.

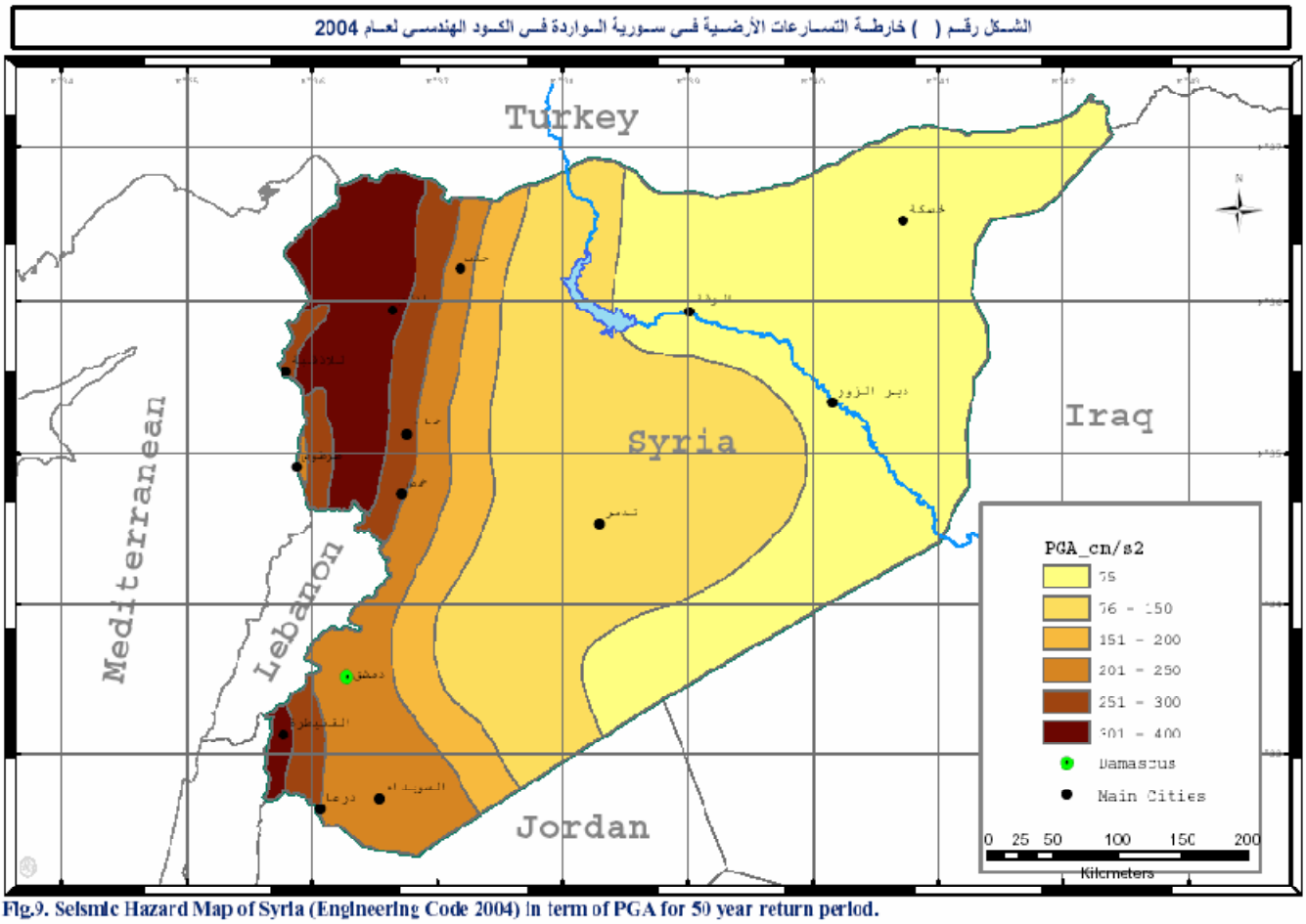
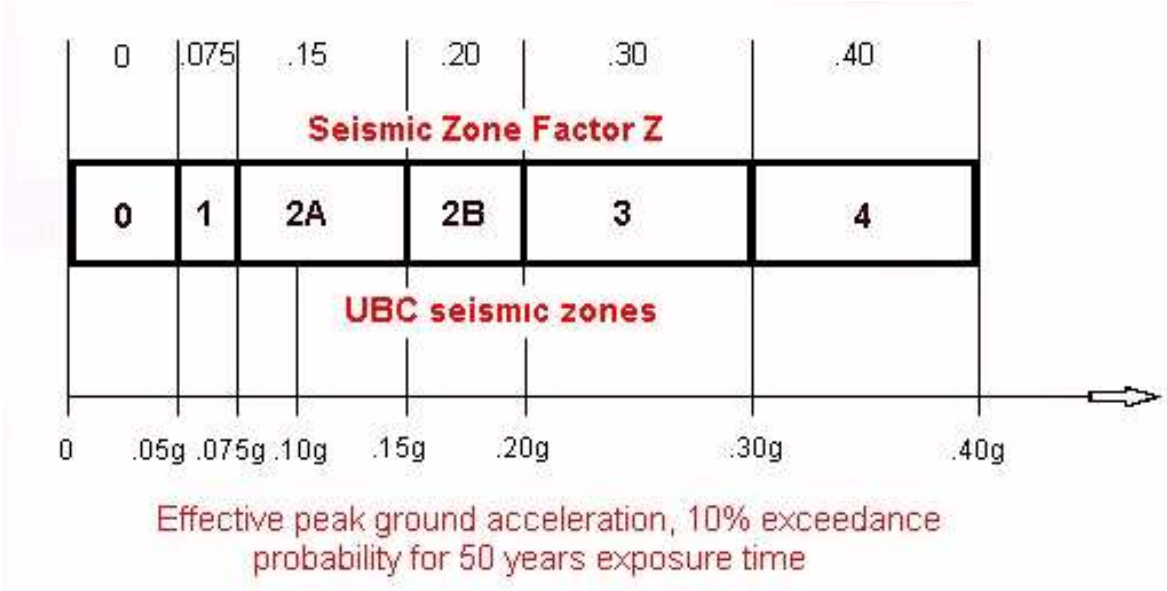
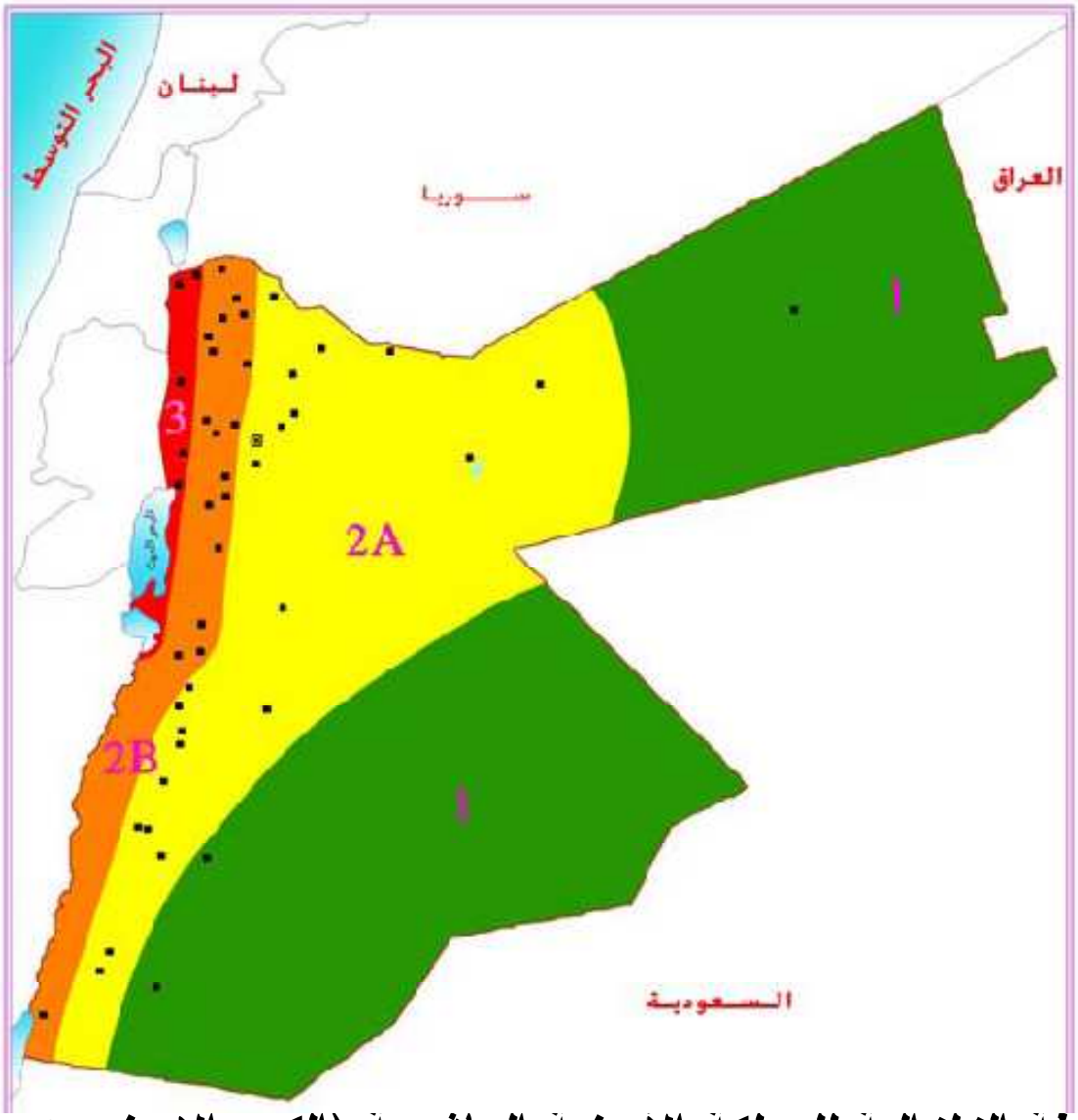


Fig.9. Seismic Hazard Map of Syria (Engineering Code 2004) in term of PGA for 50 year return period.



بالعودة لأحدث نسخة من الكود الزلزالي الاردني (الصادر عام 2005) لوحظ بأنه تم تعديل الخارطة الزلزالية فيه بحيث تم تقسيم المملكة الاردنية الى ٤ مناطق زلزالية هي ١-2A-2B-٣ وأعطي عامل المنطقة الزلزالية Z نفس القيم الموجودة في الكود UBC97، كما تم اعتبار العاصمة عمّان تقع ضمن المنطقة الزلزالية 2A، وهذا يكافئ التصميم على زلزال بتسارع أعظمي 0.2g وبمقدار أعظمي ٥.٥ بمقياس ريختر.

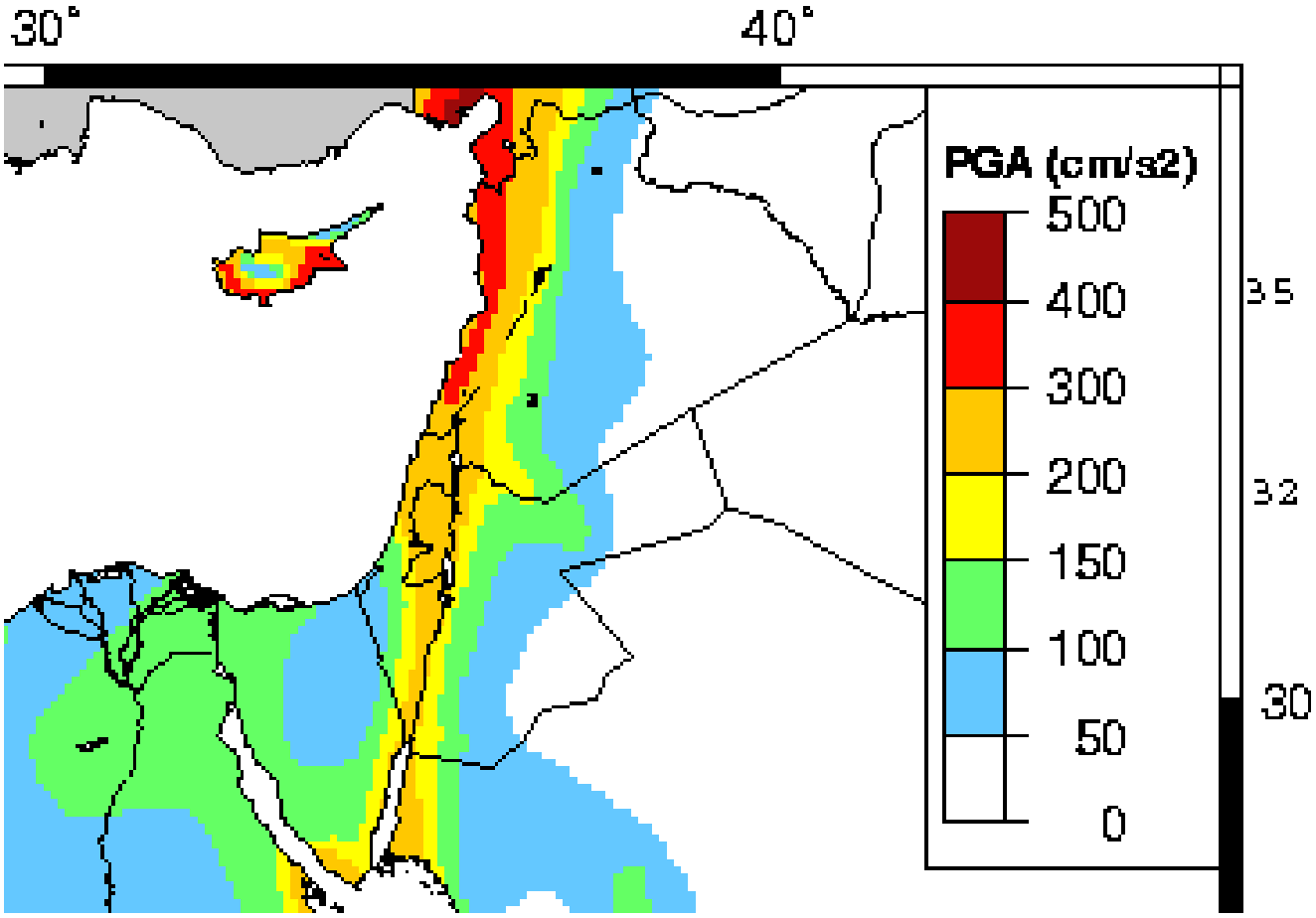


الخارطة الزلزالية للمملكة الاردنية الهاشمية (الكود الاردني ٢٠٠٥)

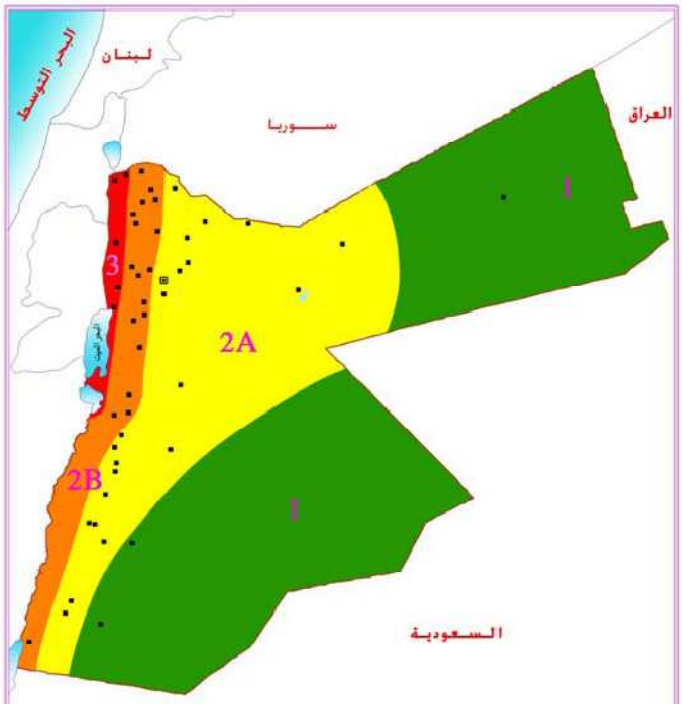
ان اعتبار الكود السوري لمدينة دمشق ضمن المنطقة 2C حيث Z=0.25 يمثل تسارع أعظمي فعّال للهزة قيمته 0.25g، ويكافئ زلزال تصميمي بمقدار ٦.٢ بمقياس ريختر.

بالعودة للتسجيلات التاريخية والحديثة للزلازل الحاصلة في مدينة دمشق نلاحظ بأنه من المبالغ فيه اعتبار حتمية حدوث (خلال كل فترة ٥٠ سنة) عدداً من الزلازل مقدارها أقل أو يساوي ٦.٢ درجة بمقياس ريختر مع احتمال 10% ليتم تجاوز هذا المقدار (أي سيتم تجاوز هذه القيمة وسطياً كل ٤٧٥ سنة)، وهذه المبالغة تنطبق أيضاً على مدن أخرى في سوريا، مع اعتبار ان العمر التصميمي للمنشأ هو ٥٠ سنة.

بالعودة الى خارطة التسارعات الأرضية التي تم تطويرها بين برنامجي GSHAP و UNESCO/USGS RELEMR بعد العام ١٩٩٧ (انظر الشكل) لكل من سوريا ولبنان والاردن، نلاحظ وجود اختلاف كبير بين هذه الخارطة وبين ما هو معتمد في الكود السوري، وفقاً لهذه الخارطة فان التسارع التصميمي للهزة للمدن الرئيسية في سوريا (دمشق – حلب – حمص – وغيرها..) هو لا يتجاوز 0.15g وبالتالي يعتبروا ضمن المنطقة الزلزالية 2A.



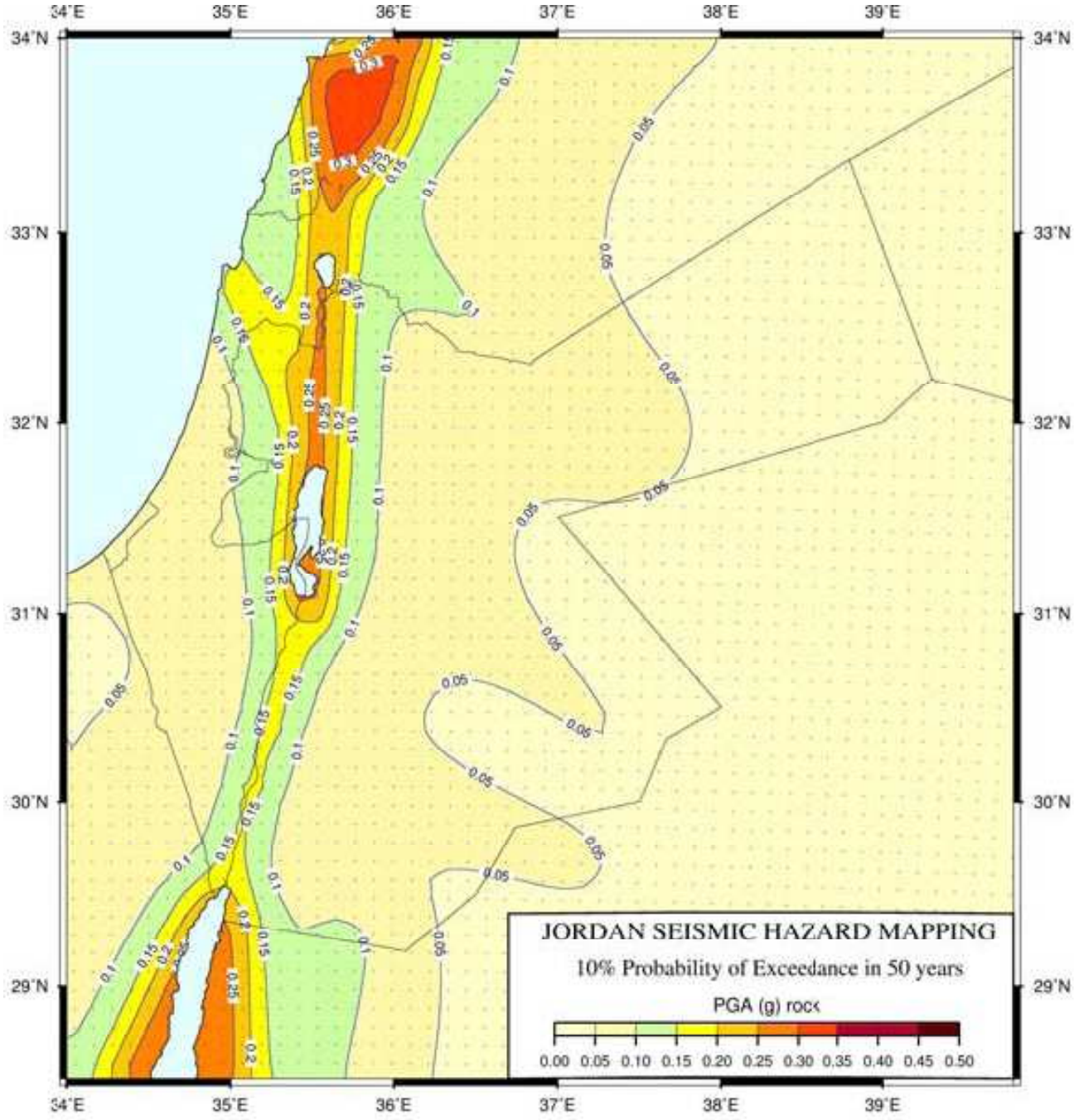
خارطة التسارعات الأرضية العظمى PGA باحتمال تجاوز 10%خلال ٥٠سنة، تم تطويره بالتعاون بين بنامجيGSHAP و UNESCO/USGS RELEMER



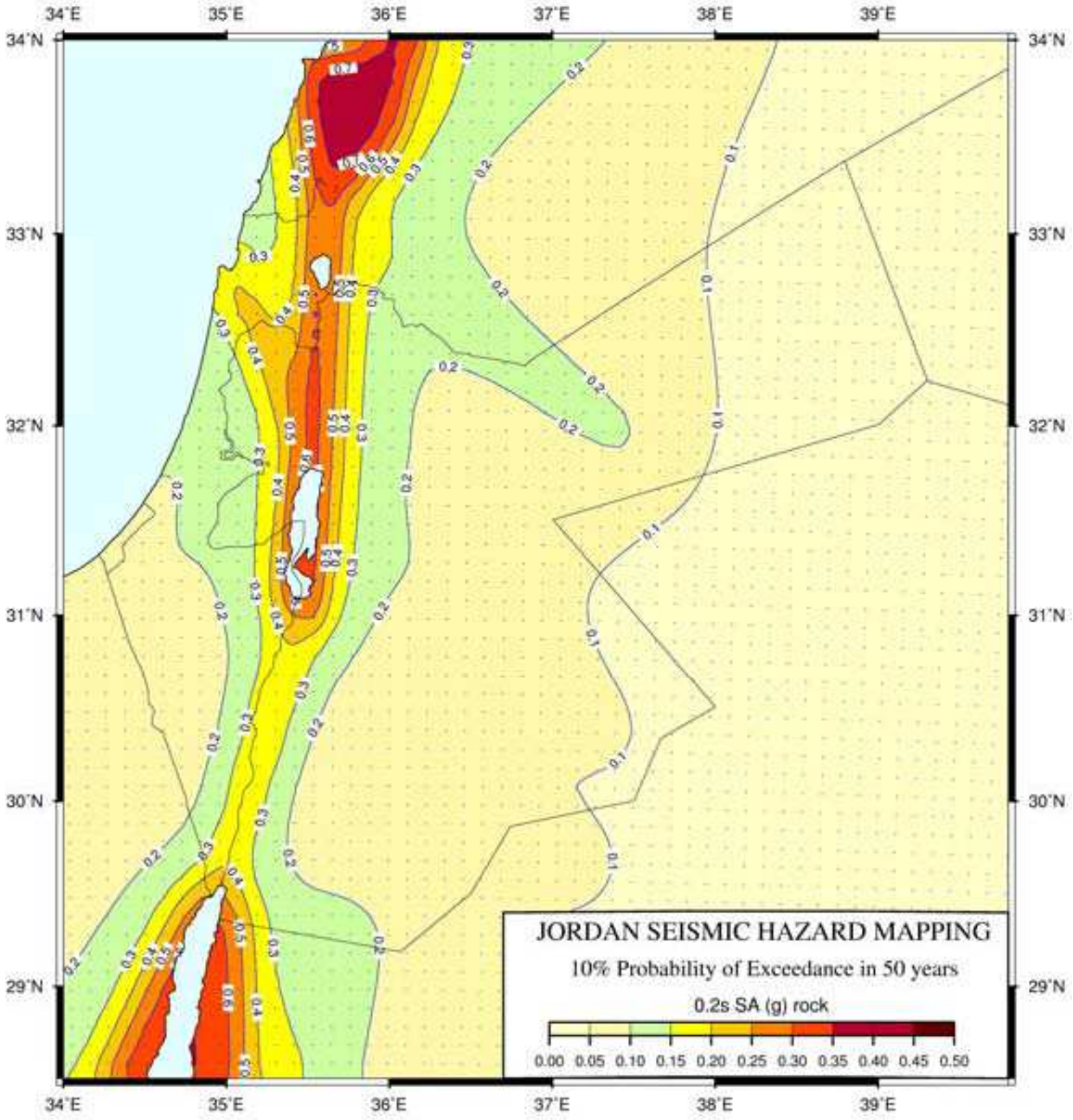
الخارطة الزلزالية للمملكة الأردنية الهاشمية (الكود الاردني ٢٠٠٥)

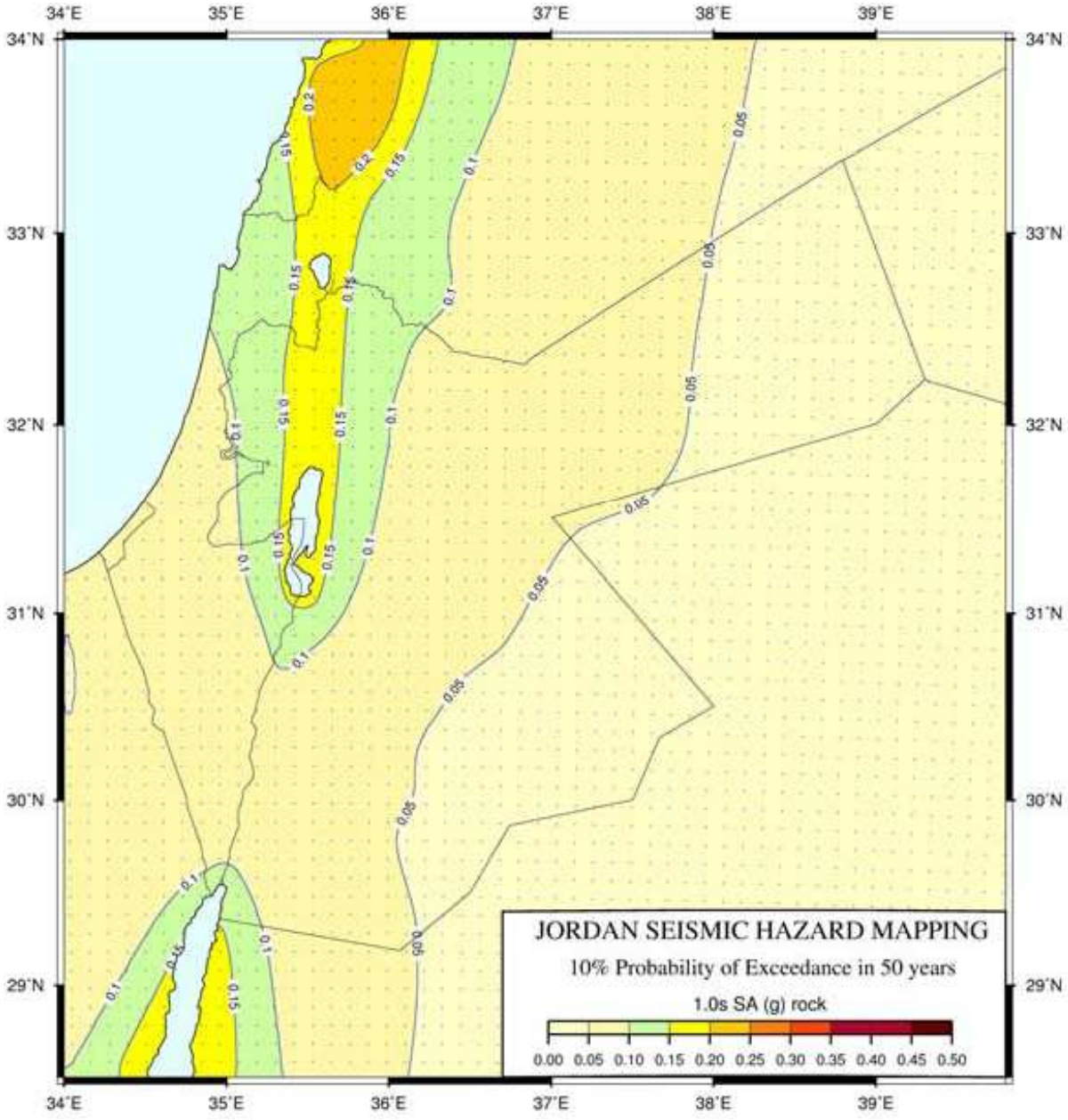
كذلك بالاعتماد على نتائج أحدث دراسة تم الحصول عليها في برنامج علمي مدفوع الأجر لمدة ٣ سنوات (بين عامي ٢٠٠٢-٢٠٠٥) تم انجازه في الاردن بالتعاون مع شركات متخصصة في كل من سويسرا واسبانيا، فقد تم انشاء خارطة زلزالية للمنطقة المبينة بالشكل. تشمل هذه المنطقة بالاضافة للاردن وفلسطين، جنوب سوريا (تشمل المدن: دمشق – السويداء – درعا – القنيطرة) ومعظم أراضي لبنان.

تم انشاء هذه الخارطة بناءً على التسارع الأقصى للأرض PGA والذي احتمال تجاوزه هو 10% خلال ٥٠ سنة على الطبقة الصخرية، كما في الشكل.



كما تـــم انشـــاء خارطـــة للتســـارعات الطيفيـــة Spectral acceleration, SA عنـــد ٠.١، ٠.٢، ٠.٣، ٠.٥، ١.٠ و ٢.٠ ثانية، من أجل احتمال تجاوز 10% خلال ٥٠ سنة كمـــا في الشكلين التاليين.


34°E
35°E
36°E
37°E
38°E
39°E
34°N
33°N
32°N
31°N
30°N
29°N
JORDAN SEISMIC HAZARD MAPPING
10% Probability of Exceedance in 50 years
0.2s SA (g) rock
0.00 0.05 0.10 0.15 0.20 0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50


34°E
35°E
36°E
37°E
38°E
39°E
34°N
33°N
32°N
31°N
30°N
29°N
JORDAN SEISMIC HAZARD MAPPING
10% Probability of Exceedance in 50 years
1.0s SA (g) rock
0.00 0.05 0.10 0.15 0.20 0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50

القيم المقترحة للعامل Z في سورية

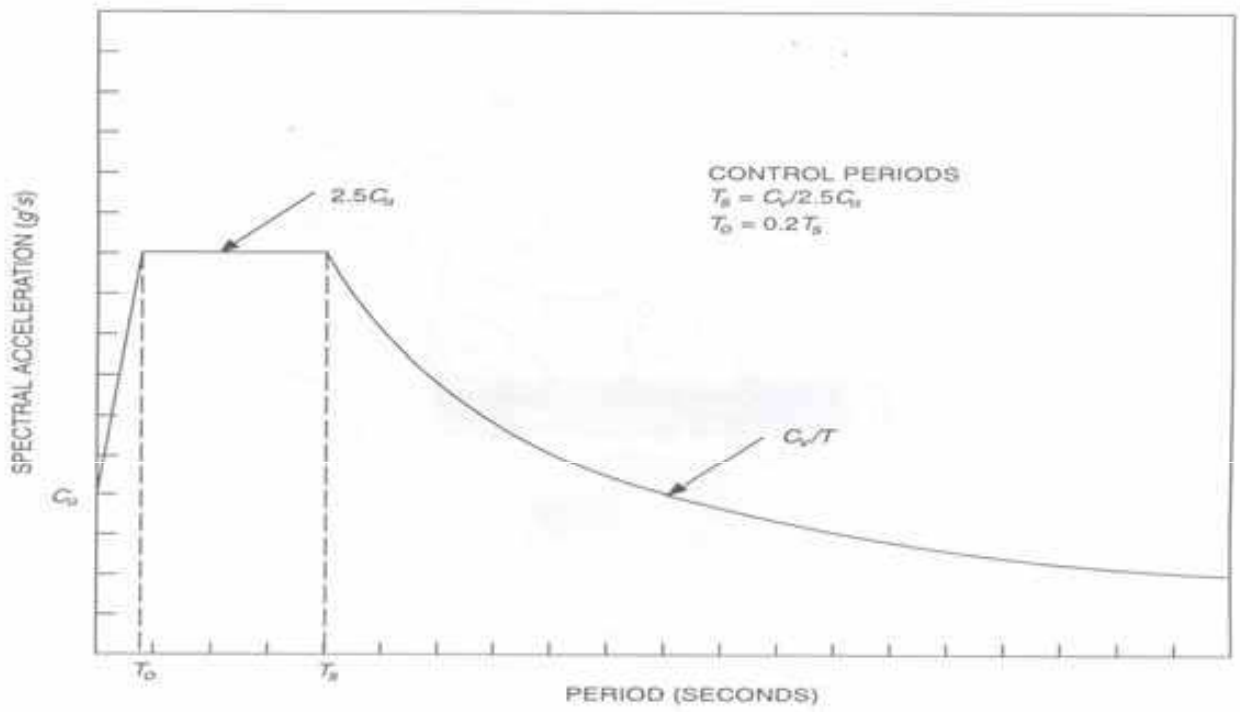
نلاحظ من الشكل بأن التسارع الأعظمي المتوقع PGA للهزة الأرضية في مدينة دمشق هو بحدود 0.13g(وهذا يكافئ زلزال بمقدار أقل قليلاً من ٥.٥ ريختر) باحتمال تجاوز 10% خلال ٥٠ سنة.

نقترح الغاء الخارطة الزلزالية في سوريا المعتمدة بالكود واستبدالها بالخارطة الناتجة عن مشروع GSHAP وبالتالي تصبح المدن الرئيسية في سوريا (دمشق – حلب – حمص – السويداء – ..) صمن المنطقة 2A بتسارع 0.15g بدلاً من 2C وتسارع 0.25g، كما نقترح الغاء المنطقة الزلزالية 2C من الخارطة.

اخيراً يجب القول بانه بالابقاء على المنطقة 2C مع قيمة للتسارع الأرضي 0.25g لمعظم المدن الرئيسية في سوريا يؤدي الى خسارة اقتصادية كبيرة لما فيه من ارتفاع كبير في تكلفة الابنية التي يتم انشاؤها حديثاً أو للأبنية القائمة التي يصار الى اعادة تأهيلها على الزلازل.

طيف الاستجابة Response Spectrum

في ملحق الكود تم انشاء طيف استجابة تصميمي مرن اعتماداً على الكود UBC97. يُعطى مخطط طيف الاستجابة (كنسبة من g) باستخدام المعادلات الأربعة لنموذج وحيد درجة الحرية خطي من أجل أربع فترات دور اهتزاز T كما يلي:



من أجل: $T = 0$ فان $SA = C_a$

$0 < T < T_o$ $\quad SA = ((2.5C_a - C_a)T/T_o) + C_a$

$T_o \le T \le T_s$ $\quad SA = 2.5\ C_a$

$T > T_s$ $\quad SA = C_v/T$

حيث: $T_s = C_v / 2.5\ C_a$ $\quad T_o = 0.2\ T_s$

لنعتبر تربة من النوع S_B(تربة صخرية)، سنقوم بحساب قيمة التسارع الطيفي الأعظمي الفعّال التي يعطيها مخطط طيف الاستجابة التصميمي وذلك من أجلٍ مدينة دمشق وذلك بعد تعديل المنطقة الزلزالية لتصبح 2A بدلاً من 2C:

من أجل Zone 2A

$$C_a = C_v = 0.15$$

$$T_s = 1/2.5 = 0.40 \text{ sec} \quad \& \quad T_o = 0.2x0.40 = 0.08$$

ويكون $SA_{max} = 2.5 \times 0.15 = 0.375 \text{ g}$

وبالمقارنة مع القيم التي تم الحصول عليها من المخططات الكونتورية المبينة بالشكل حيث قيمة $T = 0.2s$ تقع ما بين T_o و T_s، نجد من المخطط أنه في مدينة دمشق $SA \approx 0.32 \text{ g}$، وبالتالي نجد بانه عند اعتبار دمشق ضمن المنطقة الزلزالية 2A فان قيم التسارعات الأعظمية التي يتم الحصول عليها من مخطط طيف الاستجابة التصميمي تكون أكبر من القيم الفعلية التي تعطيها المخططات الكونتورية وبالتالي يمكن القول بأنه يمكن تعديل هذه المناطق الزلزالية الى 2A مع وجود عوامل أمان اضافية.

نفس المقارنة يمكن اجراءها من أجل $T = 1.0 \text{ s}$:

من مخطط الكود $SA = C_v / T = 0.15$

من المخططات الكونتورية في الشكل نجد $SA \approx 0.135$ في مدينة دمشق وهذا يعتبر كعامل أمان اضافي.

تقييم الاشتراطات الزلزالية للعناصر الانشائية المقاومة للزلازل المعطاة بالكود السوري

ورد في الصفحة ١٧ من ملحق الكود في الفقرتين ٢-١-٦٩ جملة البناء الهيكلي و ٢-١-٧٢ الجملة الثنائية بأنه "في المنطقتين الزلزاليتين ٣ و ٤ يجب أن تحقق جدران القص شروط المطاوعة". ولكن لم يحدد هذا الملحق الاشتراطات الواجب توفرها في جدران القص لتكون مطاوعة، وما هي الاشتراطات الأخف التي يمكن الاكتفاء بها وذلك عندما يكون المنشأ في المناطق الزلزالية الأخف، وانما أعطى الملحق اشتراطات زلزالية موحّدة لجدران القص تستخدم في جميع المناطق الزلزالية.

كما ورد "في الجملة الثنائية وفي المنطقتين الزلزاليتين ٣ و ٤ يجب أن تكون الإطارات من النوع الخاص SMRF، أما في المناطق الزلزالية 2(A, B, C) فيسمح أن يكون الإطار من النوع المتوسط IMRF". ولكن لم يحدد الكود ما هي الاشتراطات الصارمة ليكون الإطار من النوع الخاصSMRF لإستخدامه في المناطق الزلزالية ٣ و ٤، وما هي الإشتراطات الأقل صرامة التي يمكن الإكتفاء بها للحصول على إطارات من النوع المتوسط IMRF واستخدامها في المناطق الزلزالية ٢، أيضا يجب تحديد الإشتراطات المتعلقة بالإطارات العادية OMRF.

لقد تم في الملحق الإحتفاظ بتفصيلة لعقدة إطار وردت في الملحق الأول للكود عام ١٩٩٦ (أي قبل اعتماد الـ UBC97) مع إجراء تعديل لبعض القيم فيها.

الفقـــرة ٧-١٠ فـــي الصـــفحات مـــن ١٢٢ الـــى ١٣١ (الاشتراطات الانشائية في العناصر المقاومة للزلازل):

لقد وردت هذه الفقرة في ملحق الكود السوري للعـــام ١٩٩٦ ثم تم إجراء عليها بعض التعديلات الطفيفـــة ووضـــعها فـــي الملحق للعـــام ٢٠٠٥، مـــع أن طريقـــة حســـاب الـــزلازل المستخدمة في هذا الملحق تم أخذها بشكل كامل مـــن الكـــود UBC97.

لقد طوّر الكود UBC97 طريقـــة التصـــميم الزلزالـــي عـــن الاصدارات السابقة ووضع اشتراطات زلزالية خاصة لجدران القص والإطارات المقاومـــة للعـــزوم (بنـــاءً علـــى تجـــارب ومعاينات لزلازل حدثت في العالم)، ونص على وجوب تطبيق اشتراطات زلزالية خاصة لجدران القص عنـــدما تكـــون فـــي المناطق الزلزالية ٣ و ٤، ولا داعي لهذه الإشـــتراطات فـــي المناطق الزلزالية الأخف، وهذا لا يجب التغاضي عنـــه فـــي الكود السوري لأنه يـــؤدي الـــى وفـــرة اقتصـــادية كبيـــرة وخصوصاً ان المدن الرئيسية في سوريا هي ضمن المنطقـــة الزلزالية ٢. كما وضع اشتراطات بعدية وتســـليح للإطـــارات الخاصة المقاومة للعزوم والتي تستخدم في المناطق الزلزالية ٣ و ٤ ، بينما كانت الاشتراطات مخففة جداً فـــي الإطـــارات المتوسط والعادية والمستخدمة في المناطق الزلزالية الأخرى.

سنقوم فيما يلي بعرض مفصّل للاشتراطات الزلزالية لجدران القص والاطارات المعطاة في الكود السوري وملحقه الثـــاني، كما سيتم مراجعة وتقييم هذه الاشتراطات مع مقارنتها بالكود الإمريكي UBC97.

I- الاطارات

الجوائز

تطبق الاشتراطات التالية على جـوائز الاطـارات والعناصـر الأخرى التي تكون فيها الحمولة المحورية المصعّدة لا تتعـدى القيمة $0.1\,A'_c f'_c$

A- اشتراطات بعدية

في الكود السوري:

$$b_{min} = 0.25h$$

في الجوائز الساقطة: $b_{max} = C$

حيث: b عرض الجائز و h ارتفاعه، C عرض العمود

في الكود UBC97، في المناطق الزلزالية ٣ و ٤:

(يكون الاطار من النوع SMRF)

$$b_{min} = 0.3h \;\&\; b_{min} = 25cm$$

$$b_{max} = C + 1.5h$$

أي يسمح بزيادة في عرض الجائز عن العمود الحامـل فقـط بمقدار 0.75h من كل طرف من العمود

أما في المناطق الزلزالية ٠، ١ و ٢ فـلا توجـد اشـتراطات مشابهة

مقارنـــــة:

بالمقارنة نجد:

- **يسمح الكود السوري بعرض أدنى للجائز أصغر مما هــو مسموح به للاطارات من النوع SMRF**

- **يعطي الكودِ الأمريكي أكبر عرضٍ مســموح بــه للجــائز (وخصوصاً الجائز المخفي)، فمثلاً من أجل جائز ارتفاعه 40cm وعرض العمود الساند 60cm فان أكبــر عــرض جائز يستند على هذا العمــود يســمح باســتخدامه هــو 120cm.**

اذاً نلاحظ بان الاشتراطات البعدية لجوائز الاطارات كما هــي معطاة في الملحق لا تحقق الــ SMRF.

وبالتالي بالنظر للاشتراطات البعدية يتم اعتبــار ان الاطــار الذي يحقق اشتراطات الملحق هو من النوع IMRF

B- التسليح الطولي:

في الكود السوري:

١- يتم وضع تسليح لا يقل عن $A_{smin} = \frac{0.9}{f_y} \times b_w \times d$ في المقاطع التي يبين التحليل انها تحتاج تسليح شد. يمكن تخفيضها لتصبح مساوية ١.٣٣ مرة مساحة التسليح المطلوب بالحساب في المقطع الحرج

٢- يتم استعمال تسليح تعليق لا تقل نسبته عن ٠.٢٠ من تسليح الشد

٣- $(\mu_s - \mu'_s) \leq 0.5\mu_{sb}$

٤- يجب وضع على الأقل قضيبين علويين وسفليين في أي مقطع

٥- التسليح الموجب عند وجه المسند $\geq \frac{1}{2}$ التسليح السالب عند نفس الوجه

ويُشترط ادخال على الأقل $\frac{1}{2}$ التسليح الموجب ضمن المسند

في الكود الأساس نفس الشرط ولكن نستبدل الـ $\frac{1}{2}$ بـ $\frac{1}{3}$

٦-لا يقل التسليح السالب ضمن المجاز عن 1/5 التسليح الأكبر عند أي من مسندي الجائز

لا يقل التسليح الموجب في أي مقطع ضمن المجاز عن نصف التسليح الناتج عن عزم قيمته $wl^2/8$

في الكود الأساس: لا يقل التسليح السالب والموجب ضمن المجاز عن 1/6 التسليح الأكبر عند كل من المسندين

في الكود UBC97،

في المناطق الزلزالية ٣ و ٤ (الاطار من النوع SMRF)

١- يتم وضع مساحة تسليح دنيا سفلي أوعلوي في أي مقطع بحيث:

$$A_{smin} = \max of \begin{cases} \frac{1.38}{f_y} b_w.d \\ \frac{0.25\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w.d \end{cases}$$

يمكن تخفيضها لتصبح مساوية ١.٣٣ مرة مساحة التسليح المطلوب بالحساب في المقطع الحرج

2-

$$\mu_{smax} = 0.025$$

3- يجب وضع على الأقل قضيبين علويين وسفليين في أي مقطع

4- قدرة تحمل المقطع للعزم الموجب عند وجه العقدة $\geq \frac{1}{2}$ قدرة تحمل المقطع للعزم السالب عند نفس الوجه

٥- لا تقل قدرة تحمل أي مقطع على طول الجائز للعزم الموجب أو السالب عن ربع قدرة التحمل للعزم الأعظمي (السالب) عند وجه أي عقدة من عقدتي العنصر.

في المناطق الزلزالية ٢ (الاطار من النوع IMRF)

١- يتم وضع تسليح أدنى A_{smin} فقط في المقاطع التي يبين التحليل انها تحتاج تسليح شد

٢- $$\mu_{smax} \leq 0.75\ \mu_{sb}$$

٣- يجب وضع على الأقل قضيبين علويين وسفليين في أي مقطع

٤- قدرة تحمل المقطع للعزم الموجب عند وجه العقدة $\geq \frac{1}{3}$ قدرة تحمل المقطع للعزم السالب عند نفس الوجه.

من أجل OMRF (المناطق الزلزالية ٠ و ١) لا توجد اشتراطات مماثلة

٥- لا تقل قدرة تحمل أي مقطع على طول الجائز للعزم الموجب أو السالب عن ١/٥ قدرة التحمل للعزم الأعظمي (السالب) عند وجه أي عقدة من عقدتي العنصر.

أما من أجل OMRF فلا توجد اشتراطات مماثلة.

مقارنـــــة:

بالمقارنة نجد ما يلي:

- التسليح الأدنى بحسب الكود الأمريكي يزيد بمـــا لا يقـــل عن مرة ونصف عما هو في الكود السوري
- لا تحقق النســبة العظمـــى للتســليح الطــولي شـــرط الـــ SMRF وانما تحقق الـــ IMRF
- قدرة تحمل المقطع للعزم الموجب عند وجه المسند فـــي الملحق تحقق الـــ SMRF

بينما في الكود الأساس فتحقق شرط الـــ IMRF

- التسليح السالب ضمن المجاز يحقق شرط الـــــ IMRF، بينما تم وضع شرط للتسليح الموجـــب فـــي أي مقطـــع ضمن المجاز بأنه لا يقل عن التسليح المقابل لعزم قيمته $wP/16$ ونرى بأن هذا الشرط غير مبـــرر وهـــو أكبـــر بكثير مما هو مطلوب لحالة الـــ SMRF

بينما في الكود الأساس فان المتطلبات المطلوبة هي أقـــل من ال IMRF وبالتالي يمكن اعتباره OMRF

C- تراكبات التسليح

لم يحدد الكود السوري اي اشتراطات زلزالية خاصة بوصلات التراكب، بينما حدّد الكود الأمريكي UBC97 هذه الاشتراطات كما يلي:

في المناطق الزلزالية ٣ و ٤ (الاطار من النوع SMRF):

(التراكبات تكون في مناطق بعيدة عن أماكن تشكل المفاصل اللدنة المحتملة نتيجة تطبيق الأحمال المنعكسة، تصمّم التراكبات على الشد وتحزّم بشكل جيد)

١- يسمح بتراكب التسليح فقط اذا تم استخدام أساور مغلقة أو تسليح حلزوني على كامل طول منطقة التراكب، على أن لا تتجاوز المسافة بين الأساور d/4 أو 10 cm

٢- لا يسمح بالتراكب في المناطق التالية:

ضمن العقدة

ضمن مسافة تساوي ضعف عمق العنصر من وجه العقدة

في المواقع التي يبين التحليل إمكانية حدوث مفاصل لدنة فيها نتيجة انتقالات جانبية غير مرنة للإطار

في المناطق الزلزالية ٢ (الاطار من النوع IMRF):

لا توجد متطلبات بتطويق مناطق التراكب بأساور مغلقة، ولكن إذا تم استخدام أساور مغلقة بقطر ١٢ مم، يمكن عندها تخفيض طول منطقة التراكب بمقدار 25%

وبالتالي لا يحقق ملحق الكود المتطلبات الخاصة بالـ SMRF

D- التسليح العرضي(الأساور)

ورد في ملحق الكود:

١- تهمل مساهمة الخرسانة عند حساب مقاومة الجائز للقص

٢- يجب استعمال أساور مغلقة في جوائز الاطارات

٣- يجب وضع أساور مغلقة ضمن مسافة تساوي ضعف عمق العنصر (الجائز)، 2h، بدءاً من وجه المسند باتجاه المنتصف وعند نهايتي الجائز. يتم وضع الأسوارة الأولى على مسافة لا تزيد عن 5.0 cm من وجه المسند.

٤- يجب ألا يزيد التباعد بين الأساور عن الأصغر من:

- **h/3 (تزاد الى h/2 للجائز المخفي)،**

أو 10مرة قطر أصغر قضيب تسليح طولي

أو ٢٥ مرة قطر الأسوارة أو ٢٠ سم

في الكود الأساس: نفس الشرط أعلاه ولكن بتبديل الـ ٢٠سم بـ ٢٥سم

٥- لا يزيد التباعد بين الأساور في وسط المجاز على *d/2* (تزاد الى *d* للجائز المخفي) ولا تزيد عن ٣٠سم.

في الكود UBC97 في المناطق الزلزالية ٣ و ٤ :

(يجب تأمين تحزيم عند نهايات العناصر المنعطفة وفي أماكن احتمال تشكل المفاصل اللدنة وذلك لتأمين مطاوعة كافية للعناصر تحت تأثير الأحمال المنعكسة، ولمساعدة البيتون لتحمل القص)

١- يجب وضع أساور مغلقة ضمن مسافة تساوي ضعف عمق العنصر (الجائز)، 2h، بدءاً من وجه المسند باتجاه المنتصف وعند نهايتي الجائز. يتم وضع الأسوارة الأولى على مسافة لا تزيد عن 5.0 cm من وجه المسند.

٢- يجب وضع أساور مغلقة ضمن مسافة تساوي ضعف عمق العنصر (الجائز)، 2h، على جانبي المقطع المحتمل تشكل فيه مفصل لدن نتيجة الانتقالات الجانبية اللامرنة للإطار.

٣- عندما يكون ضرورياً وضع أساور مغلقة يجب ألا يزيد التباعد بينها عن الأصغر من:

- d/4 أو ٨ مرات قطر أصغر قضيب تسليح طولي
أو ٢٤ مرة قطر الأسوارة أو ٣٠ سم

٤- عندما لا يكون من الضروري استخدام الأساور المغلقة، يتم استخدام أساور مفتوحة مع عكفات زلزالية seismic hooks. يجب أن لا تزيد المسافة بين الأساور عن d/2 على كامل طول العنصر.

في المناطق الزلزالية ٢ (الاطار من النوع IMRF):

نفس الاشتراطات ١ و ٣ و ٤ اعلاه ولكن يمكن استخدام الأساور المفتوحة stirrups بدلاً من المغلقة وبدون العكفات الزلزالية.

أما من أجل OMRF فلا توجد اشتراطات مماثلة

مقارنـــــة:

بالمقارنة نجد:

-للمقارنة نأخذ أبعاد شائعة للجوائز بارتفاعات من ٦٠ الـــى ٧٥ سم، ونغير أقطار القضبان الطولية من ١٢وحتى ٣٠مم، والأساور من ٦ الى ١٠مم (مع ملاحظة اســتخدام أســاور بأقطارٍ صغيرة عندما يكون قطر القضــيب الطــولي صــغير نسبياً)، بالحساب نجد ان قيمِ التباعدات بين الأساور الناتجة من الكود السوري هي دوماً أكبر ممــا هــو نــاتج عــن ال UBC97حتى في حالة ال IMRF.

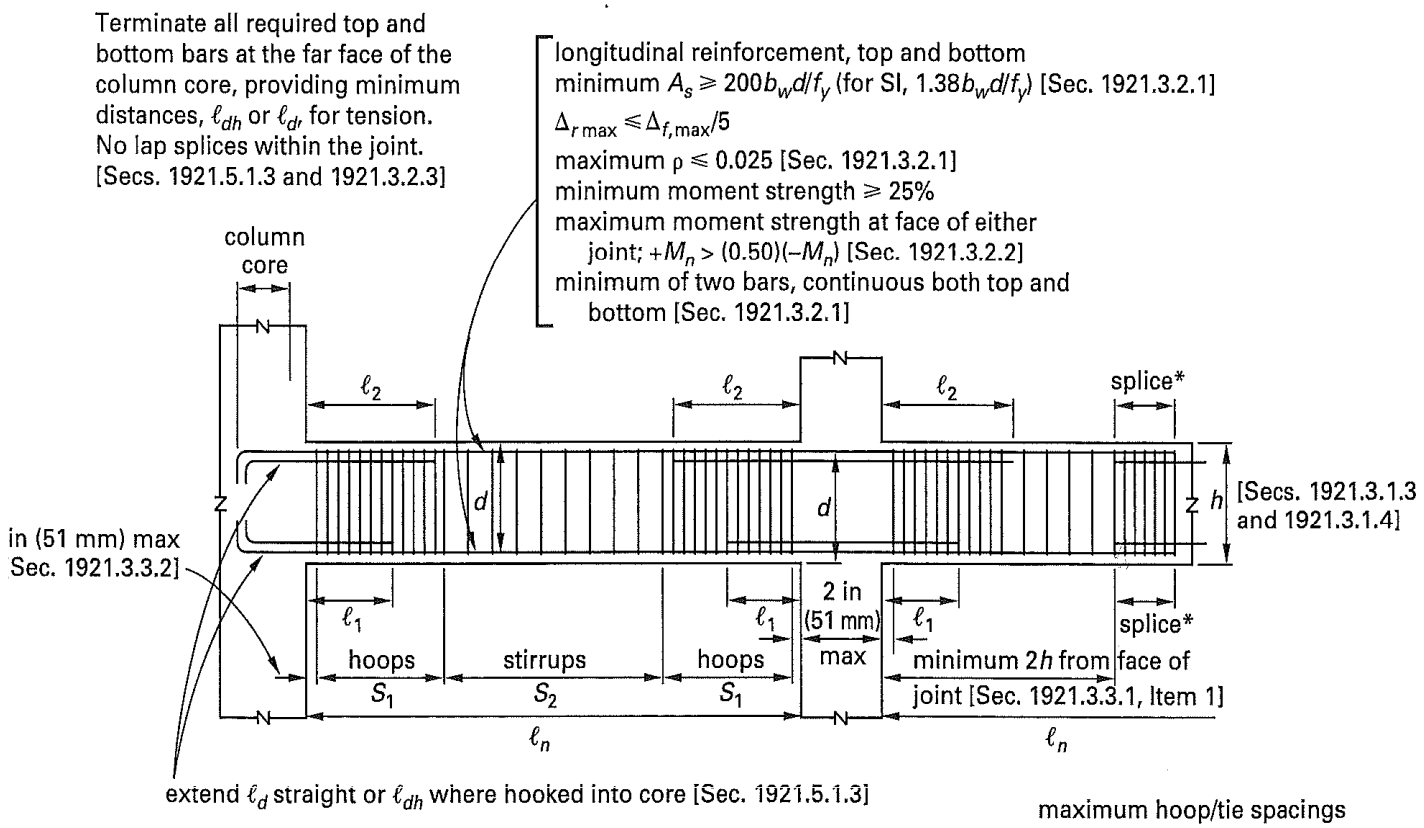
EXCEL

أي انه باعتبار اشتراطات التباعد بين الأســاور، لا تحقــق الجوائز وفق ملحق الكود السوري اشتراطات ال IMRF

-لا يسمح الملحق باستخدام الأساور المفتوحة بينما مسموح بها في الــ SMRF عندما لا يكون هناك حاجــة للأســاور المغلقة، ويسمح فيها دوماً في حالة الــ IMRF.

-اشترط الملحق اهمال مساهمة الخرسانة عند حساب التسليح العرضي، بينما بالنسبة للـ SMRF فانه يتم أخذ مساهمة الخرسانة عند حساب الأساور الاّ في حالات خاصة، ولا يوجد هذا الشرط بحالة الـ IMRF.

ان اهمال مساهمة الخرسانة في مقاومة القص يؤدي الى تسليح قص كبير نسبياً ويعطي تباعدات بين الاساور صغيرة الى حد كبير بالمقارنة مع الاشتراطات الدنيا المذكورة أعلاه وبالتالي قد لا يكون هناك داع لتحقيق التباعد الأعظمي المسموح أعلاه لأن قيم التباعدات في معظم الحالات تكون الأصغر.



Engineer must provide dimensions ℓ_1, ℓ_2, S_1, S_2, hoop and stirrup spacing, anchorage length, cut-off points of discontinuous bars, ℓ_d, or ℓ_{dh} if less than across column core.

$\ell_n \geq 4d$ [Sec. 1921.3.1.2]

ℓ_1 = distance required by design for moment plus anchorage length

ℓ_2 = distance to point of inflection plus anchorage length

d = design depth for $-M$ and $+M$

maximum hoop/tie spacings

In length S_1, spacing for hoops $\leq d/4$; $8d_b$ of smallest bar; $24d_b$ of hoop; or 12 in (305 mm). [Sec. 1921.3.2.2]

*At lap splices, spacing of hoops $\leq d/4$ but no greater than 4 in (102 mm). [Sec. 1921.3.2.3]

In length S_2, spacing stirrups $\leq d/2$. [Sec. 1921.3.3.4]

Figure 9.4 Special Flexural Member Reinforcement [UBC-97 Sec. 1921.3]

الأعمدة

تطبق الاشتراطات التالية على أعمدة الاطارات والعناصر الأخرى التي تكون فيها الحمولة المحورية المصعّدة تتعدى القيمة $0.1A'_c f'_c$

A- اشتراطات بعدية

في الكود السوري

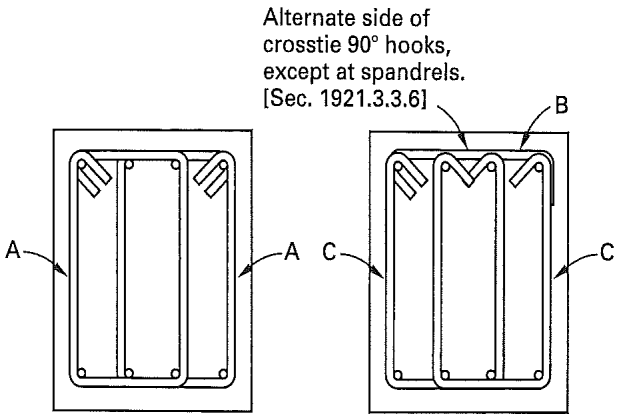
- أصغر بعد مسموح استخدامه للعمود هو B_{min} = 20cm وأصغر مساحة هي A_{min} = 0.09cm^2، وبالتالي أصغر عمود يمكن استخدامه هو 20x45 أو 30x30

في الكود UBC97 في المناطق الزلزالية ٣ و ٤ :

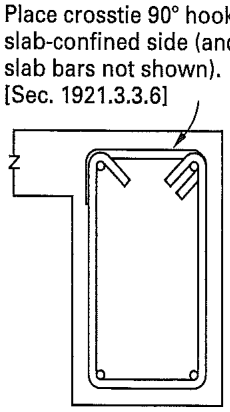
- البعد الأصغر للعمود B_{min}= 30cm ، ولا يزيد طول مقطع العمود عن ٢.٥ مرة عرضه. وبالتالي اذا اعتبرنا عرض العمود ٣٠ سم فان أكبر طول يمكن استخدامه هو ٧٥سم، وتكون اكبر مستطيلات مسموحة هي 35x85 –40x100 – 45x110 – 50x125 – الخ...

أما في المناطق الزلزالية الأخف فلا توجد اشتراطات مشابهة

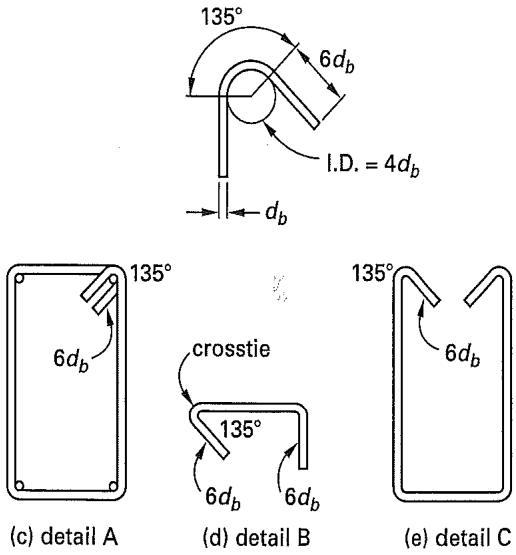
- اذاً لا تحقق الأبعاد بحسب الملحق اشتراطات الـ SMRF



(a) examples of overlapping hoops and stirrups



(b) spandrel beam



(c) detail A (d) detail B (e) detail C

Stirrups required to resist shear shall be hoops. Throughout the length of flexural members where hoops are not required, stirrups shall be spaced at no more than $d/2$ and shall have seismic hooks.

Figure 9.5 Details of Transverse Confinement Reinforcement in Flexural Members [UBC-97 Secs. 1921.1 and 1921.3]

B- متطلبات الانعطاف:

يجب أن تحقق قدرة الانعطاف للأعمدة ما يلي

مجموع مقاومة الأعمدة للانعطاف أكبر بـــ 20% من مجمـــوع مقاومة الجوائز الملتقية بنفس العقدة

$$\Sigma M_e \geq (6/5)\ \Sigma M_g$$

حيث: ΣM_e وΣM_g مجموع العزوم عند مركز العقدة (عقدة الجائز- العمود) والمحسوبة على أساس مقاومـــة الانعطـــاف التصميمية للأعمدة والجوائز، على التوالي.

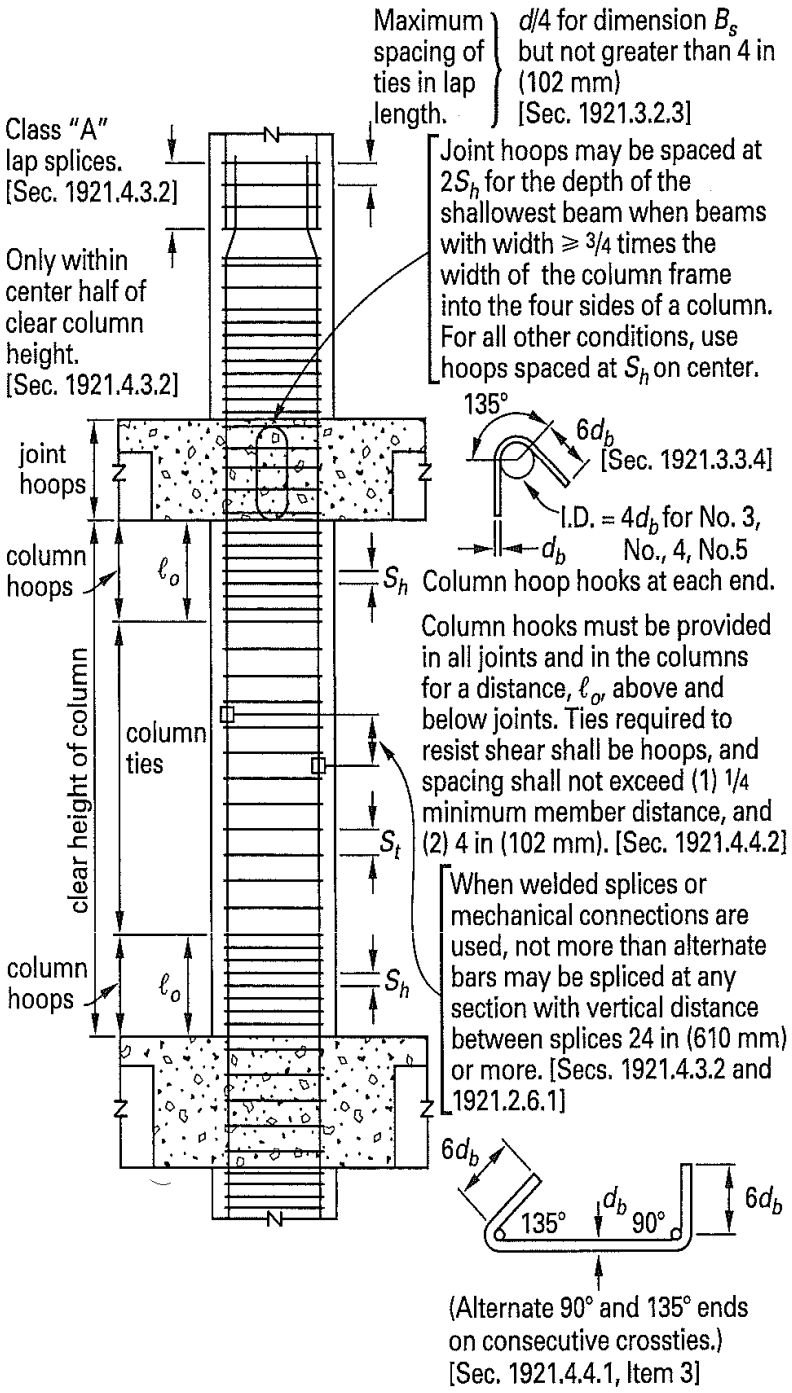
نسب التسليح للحديد الطولي

يحدد الكود السوري نسب التسليح للحديد الطولي بـــين 1% و 5% ، تخفض الى 2.5% في المناطق الزلزالية ٢ و ٣ و ٤.

بينما في الكود الأمريكي تكون:

بين 1% و 8% في المناطق الزلزالية ٠ و ١ و ٢، تخفّـــض الى 6% في المناطق الزلزالية ٣ و ٤.

- **بالمقارنة نجد أن نسبة التسليح العظمى المسموحة فـــي الملحق أقل بكثير مما هو مسموح به في الكود الأمريكـــي وخصوصاً في المناطق المتوسطة والخفيفة الشدة زلزالياً**



S_h = Hoop and supplementary crosstie spacing, not to exceed (1) 1/4 minimum member distance, and (2) 4 in (102 mm) [Sec. 1921.4.4.2], $8d_b$ of verticals, $24d_b$ of ties, or $1/2B_s$ [Sec. 1907.10.5.2]

S_t = Column tie spacing, not to exceed $16d_b$ of verticals, $48d_b$ of ties, or B_s [Sec. 1907.10.5.2]

B_s = Smaller dimension of column cross section.

ℓ_o = Largest column dimension, but not less than one-sixth clear height, or 18 in (457 mm). [Sec. 1921.4.4.4]

Figure 9.6 Special Beam-Column Reinforcement [UBC-97 Sec. 1921.4]

C- تراكبات التسليح:

وفق الكود السوري يتم تراكب التسليح مباشرةً فوق منسوب البلاطة

في الكود الأمريكي:

من أجل SMRF يسمح بتراكب التسليح فقط ضمن النصف الوسطي للعمود ويجب أن تكون وصلات تراكب شد وتزوّد بتسليح عرضي على طول منطقة التراكب.

أما من أجل IMRF و OMRF فلا توجد قيود على مكان وصل قضبان التسليح والتي تكون عادةً مباشرة فوق البلاطة لسهولة التنفيذ، مع انه يفضل من أجل IMRF أن يتم التراكب في المنطقة الوسطية كما هو الحال في SMRF ويجب أن تزوّد الوصلات بتسليح عرضي.

- اذاً لا تحقق اشتراطات ملحق الكود الخاصة بتراكبات التسليح الطولي الاطارات من النوع SMRF

D- التسليح العرضي(الأساور):

في ملحق الكود:

١- يتم وضع أساور ضمن مسافة L_0 بدءاً من وجه كل عقدة بحيث لا يزيد التباعد بين الأساور عن:

- **نصف البعد الأصغر لمقطع العمود**
- **أو ٨ مرات القطر الأصغر للقضيب الطولي**
- **أو ٢٠ مرة قطر الاسوارة**
- **أو ١٥ سم**

أما في الكود الأساس فيحدد التباعد الأعظمي بين الأساور بالأصغر من: ثلثي البعد الأصغر لمقطع العمود أو ١٠ مرات القطر الأصغر للقضيب الطولي أو ٢٥ مرة قطر الاسوارة أو ٢٥ سم

تكون المسافة L_o الأكبر من:

- **البعد الأكبر لمقطع العمود**
- **أو سدس الارتفاع الحر للعمود**
- **أو ٤٥ سم**

٢- لا تزيد المسافة بين الأساور في بقية ارتفاع العمود عن ٢٥ سم

في الكود UBC97 في المناطق الزلزالية ٣ و ٤ :

١- يتم وضع أساور ضمن نفس المسافة L_0 بدءاً من وجه كل عقدة وعلى طرفي أي مقطع من المحتمل أن يحدث فيه مفصل لدن بحيث لا يزيد التباعد بين الأساور عن:

- ربع البعد الأصغر لمقطع العمود
- أو 10 سم

٢- لا تقل مساحة المقطع الكلي لتسليح الأساور عمّا تعطيه المعادلتين:

$$A_{sh} = 0.3\,(s.h_c.f'_c / f_{yh})\,[(A_g/A_{ch}) - 1]$$

$$A_{sh} = 0.09\,(s.h_c.f'_c / f_{yh})$$

٣- لا تزيد المسافة بين الأساور في بقية ارتفاع العمود عن:

- ٦ مرات قطر القضيب الطولي
- أو ١٥٠ سم

في المناطق الزلزالية ٠ و ١ و ٢:

١- يتم وضع أساور ضمن نفس المسافة L_0 بحيث لا يزيد التباعد بين الأساور عن:

- **نصف البعد الأصغر لمقطع العمود**
- **أو ٨ مرات القطر الأصغر للقضيب الطولي**
- **أو ٢٤ مرة قطر الاسوارة**
- **أو ٣٠سم**

٢- لا تزيد المسافة بين الأساور في بقية ارتفاع العمود عن ضعف ما هو ضمن L_0

من أجل المقارنة نأخذ أبعاد مختلفة للأعمدة مع أقطار متغيرة للقضبان الطولية والاساور، فنجد أنه في جميع الحالات اشتراطات الملحق لا تحقق ال SMRF ولكنها في اغلب الحالات تكون أكثر صرامة من ال IMRF.

بينما اشتراطات الكود الأساس فلا تحقق حتى ال OMRF.

EXCEL

II- جـــــدران القص:

A- اشتراطات بعدية:

ورد في ملحق الكود:

- **سماكة الجدار t:**

١- اذا كان المبنى طابقين t_{min}=15.0 cm، أما اذا زاد عدد الطوابق فان t_{min}=15.0 cm لأعلى ٥ أمتار ثم تـــزاد ٥سـم لكل ٢٠ متر في الأسفل، ويمكن الاستغناء عن هذا الشرط في النواة

٢- t_{min} تساوي طول التحنيب مقسومة على ٢٥

٣- في الأقبية t_{min} = 25.0 cm

مناقشة: في حالة الأبنية العادية بارتفاع أكثر مـــن طـــابقين حيث يتراوح ارتفاع الطابق المتكرر بـــين ٢.٨ و٣.٣ متـــر والأرضي قد يزيد عن ٤.٠ متر، فان الشرط الأول أعلاه هـــو الذي يحكم التصميم دائماً، بينما يحكم الشرط الثالث الســـماكة في القبو في حالة الأبنية بارتفاع أقل من ٨ طوابق.
أما الشرط الثاني فانه يحكم التصميم فقط في حالـــة الأبنيـــة بطابقين أو أقل (بدون وجود قبو) وبارتفاع للطابق لا يقل عن ٣.٨ متر.

مقارنة: لا يوجد شرط في الـ UBC97 يحكم السماكة الدنيا لجدار القص وانما تم وضع شرط للسماكة الدنيا للعمود المخفي في الجدار في حال الحاجة اليه

المقترح: نقترح استبدال الشروط الثلاثة بما يلي: "لا تقل سماكة جدار القص عن ٢٠ سم، واذا تبين بالحساب ضرورة وجود عمود مخفي فلا تقل سماكة الجدار عن سماكة العمود المخفي".

- **طول الجدار l_w:**

$l_w \geq h_w/10$ الّا اذا تحقق السهم

نقترح الغاء هذا الشرط لأنه يلزم دوماً تحقيق السهم في الطريقة الستاتيكية الثانية

B- التسليح:

١- التسليح الأدنى:

ورد في ملحق الكود:

الجدار معرض للامركزية صغيرة:

"لا تقل نسبة التسليح الشاقولي والأفقي عن ٠.٠٠٢٥ (للتسليح الأملس) و ٠.٠٠٢ (للتسليح العالي المقاومة) (مجموع التسليح للوجهين معاً)، وذلك عندما لا تزيد القوة الحدية المعرّض لها الجدار عن نصف القوة المحورية العظمى N_u التي يستطيع الجدار تحملها، تزاد النسبة للتسليح الشاقولي بشكل خطي الى أن تصل الى ٠.٠٠٦ وذلك عندما تصل القوة الحدية المعرّض لها الجدار الى القوة العظمى N_u التي يستطيع الجدار تحملها".

الجدار معرض للامركزية كبيرة:

"تطبق على الجدران مساحات التسليح الدنيا والقصوى للجوائز"

في الكود UBC97

أ- في المناطق الزلزالية ٠، ١، ٢:

للتسليح العالي المقاومة المحلزن $f_y \geq 400MPa$

التسليح الشاقولي:

نسبة التسليح الدنيا = ٠.٠٠١٢ للأقطار 16mm فما دون
تزاد لـ ٠.٠٠١٥ للأقطار 18mm وأكبر

التسليح الأفقي:

نسبة التسليح الدنيا = ٠.٠٠٢ للأقطار 16mm فما دون
تزاد لـ ٠.٠٠٢٥ للأقطار 18mm وأكبر

ب- في المناطق الزلزالية ٣، ٤:

لا تقل نسبة التسليح الأفقي ρ_n والشاقولي ρ_v عن 0.0025 ، تخفض هذه النسبة لتصبح كما في حالة المناطق 0,1,2 اذا كان:

$$V_u \leq \frac{1}{12} A_{cv} \sqrt{f'_c}$$

حيث: V_u قوة القص المصعّدة المطبقة

A_{cv} المساحة الصافية لمقطع الجدار مأخوذة باعتبار سماكة الجذع أي : $A_{cv} = t_w . l_w$

مقارنة: بالمقارنة نجد أنه في المناطق الزلزالية ٠، ١، ٢ يفرض الكود السوري استخدام نسبة تسليح شاقولية دنيا كبيرة جداً قد تصل الى خمسة أضعاف ما هو محدد في الـ UBC97، وهذا يؤدي الى زيادة في التكلفة خصوصاً اذا ما علمنا ان معظم المدن الرئيسية في سوريا تقع ضمن المنطقة ٢.

المقترح: نقترح تخفيض هذه النسبة في الكود السوري لتصبح كما هي معطاة في الـ UBC97

٢- "يرتب تسليح الجدار على شبكتين تبعد كل واحدة على الأقل ٢٠.٠سم عن السطح الخارجي للجدار"

في الكود UBC97:

- في المناطق الزلزالية ٠، ١، ٢: عندما تزيد سماكة الجدار عن ٢٥سم يلزم وضع شبكتي تسليح في الجدار

-في المناطق الزلزالية ٣، ٤: اذا كانت $V_u \geq \frac{1}{6} A_{cw} \sqrt{f'_c}$ يلزم وضع شبكتي تسليح في الجدار

-**المقترح**: نقترح تعديل هذا الشرط في الكود ليصبح:

"اذا كانت سماكة الجدار أكبر أو تساوي ٢٠ سم يلزم وضع شبكتي تسليح في الجدار"

٣- "عندما تزيد قوة الضغط القصوى المطبقة على الجدار على نصف مقاومة الضغط القصوى للجدار:

لا يزيد التباعد بين القضبان الشاقولية عن:

٢٠ سم (ذكرت ٢٥ سم في الكود الأساس)

أو 2t أيهما أقل،

ولا يزيد التباعد بين القضبان الأفقية عن ٣٠ سم (ذكرت ٢٥ سم في الكود الأساس) أو ١٥ مرة أصغر قطر قضيب رأسي"

في الكود UBC97: لا يزيد التباعد بين القضبان (في الاتجاهين) عن: ٤٥.٠ سم أو 3t أيهما أقل،

وقد تم الغاء الشرط 3t في المناطق الزلزالية ٣ و ٤.

مناقشة:

-وضع الكود الشرط وذلك عندما تزيد قوة الضغط... ولكن لـــم يذكر كيف يصبح الشرط عندما لا تزيد هذه القوة...

-يوجد اختلاف غير مبرر بالتباعد بين القضبان بـــين ملحـــق الكود والكود الأساس، ففي حين يحدد التباعد بـــين القضـــبان الشاقولية بـــ ٢٥سم في الكود الأساس ينقص الى ٢٠سم فـــي الملحق، بينما على العكس فان التباعد بين القضـــبان الأفقيـــة يكون ٢٥سم في الكود الأساس يزيد الى ٣٠سم في الملحق

-بما انه تم تحديد السماكة الدنيا للجدران بـــ ١٥سم فانه من غير المنطقي أن يكون التباعد بين القضبان هو الأصغر من 2t أو ٢٠سم لأنه في جميع الحالات ٢٠سم أصغر من 2t

المقترح: نقترح تعديل هذا الشرط في الكود ليصبح: "لا يزيـــد التباعد بين القضبان في الاتجاهين عن ٣٥سم أو 2t"

C- عناصر النهايات (الأعمدة المخفية)

١- الجدار معرض للامركزية صغيرة

- "عندما لا تزيد قوة الضغط المصعّدة المطبقة في المقطع الحرج للجدار عن نصف المقاومة القصوى على الضغط للجدار، عندها نستغني عن الأعمدة المخفية ويكتفى باضافة أساور مفتوحة لا يقل قطرها عن ٨مم لتثبيت تسليح الجدار، بينما عندما تزيد هذه القوة الضاغطة عن نصف المقاومة القصوى على الضغط للجدار، عندها توضع أعمدة مخفية عند النهايات بطول بين 2t و $0.20l_w$ وبتسليح في هذه الأعمدة بين 1% و 2.5% مع وضع أساور كما في حالة الأعمدة"

٢- الجدار معرض للامركزية كبيرة

"يحسب التسليح اللازم للشد ويركّز في عمود مخفي بِنفس الأبعاد المذكورة أعلاه، أما بقية المقطع فيسلّح انشائيا"

في الكود UBC97

لا توجد متطلبات مماثلة في المناطق الزلزالية ٠، ١، ٢، بينما في المناطق ٣ و ٤ فانه:

- يتم الاستغناء عن وضع الأعمدة المخفية اذا كان:

(جدار بمقطع متناظر) $P_u \le 0.10 A_g . f'_c$

(جدار بمقطع غير متناظر) $P_u \le 0.05 A_g . f'_c$

واما:

$$\frac{M_u}{V_u . l_w} \le 1.0$$

أو:

$$V_u \le 0.25 A_{cv} \sqrt{f'_c} \quad \& \quad \frac{M_u}{V_u . l_w} \le 3.0$$

حيث: P_u القوة المحورية المصعّدة المطبقة على الجدار

M_u عزم الانعطاف المصعّد المطبق على الجدار

A_g مساحة المقطع الكلي للجدار

–يمكن بطريقة أخرى بديلة اذا تجاوزت الاجهادات في أبعد ليف مضغوط القيمة $0.2f'_c$ يجب وضع أعمدة مخفية عند نهايتي الجدار ويجب أن يستمر عنصر النهاية شاقولياً للمكان حيث اجهاد الضغط يصل الى $0.15f'_c$

– أو يتم وضع أعمدة مخفية في الأجزاء من الجدار حيث $\varepsilon'_c \ge 0.003$، وذلك باعتماد خصائص المقاطع المتشققة للجدران

يتم تحديد طول العمود المخفي باحدى الطريقتين:

١-طريقة أكثر تحفظاً: يتم وضع العمود المخفي على مسافة تتراوح بين $0.15l_w$ و$0.25l_w$ عند كل نهاية للجدار وذلك عندما تتراوح قيمة P_u بين $0.15P_o$ و $0.35P_o$

٢- يتم وضع العمود المخفي في الأجزاء من الجدار حيث $\varepsilon'_c \geq 0.003$، أو في الأماكن التي تكون فيها الاجهادات في أبعد ليف مضغوط لا تقل عن $0.15f'_c$

-في جميع الحالات، جدران القص التي تتعرض لـ $P_u > 0.35P_o$ لا يسمح لها مقاومة القوى الناتجة عن الزلازل، حيث P_o مقاومة الجدار الاسمية للقوى المحورية عند لا مركزية تساوي الصفر $P_o = [0.85f'_c(A_g - A_s) + f_y A_s]$

- لا تقل سماكة العمود المخفي t_{BZ} عن طول التحنيب الفعّال مقسومة على ١٦

- لا يقل طول العمود المخفي L_{BZ} عن ٤٥سم

-نسبة التسليح ضمن العمود المخفي كما هي في حالة الأعمدة تتراوح بين 1% و 6%

-يتم استمرار العمود المخفي للأعلى (فوق المنسوب المطلوب) لمسافة تساوي طول التماسك لأكبر قضيب تسليح شاقولي موجود ضمن العمود

مقارنـــــة:

في الكود السوري: تعطى المقاومة القصـــوى علـــى الضـــغط للجدار في المقطع الحرج:

$$N_c = 0.8x0.7\,[0.85f'_cA'_c + f_y A_s]$$

$$N_u \le 0.5N_c \rightarrow N_u \le 0.238\,f'_cA'_c + 0.28\,f_y A_s$$

$$\rightarrow N_u \le A'_c\,[0.238\,f'_c + 0.28\,f_y\,\mu_s]$$

بتعويض μ_s بين ٠.٠٠٢٥ و ٠.٠٠٠٦ و f_y بين ٢٤٠ و ٤٢٠ نجد:

$$\rightarrow \sigma'_c \le 0.238\,f'_c + (0.0084\,f'_c \rightarrow 0.07\,f'_c)$$

$$\rightarrow \sigma'_c > (0.246\,f'_c \rightarrow 0.308\,f'_c)$$

عندها يجب وضع اعمدة مخفية.

بينما في الـــ UBC97، عنـــدما $\sigma'_c > 0.2\,f'_c$ يجـــب وضـــع اعمدة مخفية.

اذاً بالمقارنة بين الكودين نجد ان الكود السوري غيـــر أمـــين هنا، لذلك نقترح تعديل هذه الفقرة في الكود لتصبح كما هـــي معطاة في الـــ UBC97. مع العلم بـــان معظـــم المهندســـين المصممين في بلدنا يعتمدون في تصميم جدران القـــص علـــى البرنامج ETABS وفق الكود الأمريكي وهذا البرنامج معتمـــد للتصميم من قبل نقابة المهندسين السوريين.

المقترح:

الأعمدة المخفية:

نقترح تعديل الفقرة الخاصة بها في الكود لتصبح كما يلي:

- سماكة العمود المخفي t_{BZ} لا تقل عن طول التحنيب الفعّال مقسومة على ١٦
- لا يقل طول العمود المخفي L_{BZ} عن ٤٥ سم
- يتغير طول العمود المخفي خطياً من $0.15l_w$ الى $0.25l_w$ وذلك بتغير قوة الضغط المصعّدة المطبقة على الجدار من $0.15P_o$ الى $0.35P_o$، واذا كانت P_u شد نأخذ الطول $0.15l_w$

يمكن استنتاج معادلة طول العمود المخفي لتكون:

$$L_{BZ} = [P_u/2P_o + 0.075]\, l_w$$

- أما نسبة التسليح العظمى في العمود المخفي فنقترح تعديلها لتصبح تتراوح بين 1% و 5%

بعض الأخطاء والنواقص الموجودة في ملحق الكود رقم (٢)

١- في الصفحة ٩ في الفقرتين ٢-١-١١ و ٢-١-١٢ (السطر الأخير من كل فقرة):

تم تحديد في أي من المناطق الزلزالية لا يُسمح باستعمال OMRFو IMRFوهذا التحديد غير صحيح ولا يتوافق مع الجدول (٣-٦) للأسباب التي سيتم شرحها فيما يلي، لذلك يجب حذف من هذه الفقرات العبارات الخاصة بهذا التحديد.

قد يجوز استعمال نوع من الاطار في جملة معينة ضمن منطقة زلزالية ما ولكن لا يجوز استعمال نفس النوع من الاطار في جملة أخرى ضمن نفس المنطقة، كما يلي:

أ- يسمح باستخدام OMRFفي جملة البناء الهيكلي ضمن جميع المناطق الزلزالية ولكن بشرط تحقيق متطلبات شرط توافق التشوهات في المناطق الزلزالية ٢ و ٣ و ٤ (يجب اعتبار تأثير P-D)

ب- يسمح باستخدام OMRFفي جملة الاطار المقاوم للعزوم MRF، ولكن فقط في المنطقتين الزلزاليتين ٠ و ١ وغير مسموح استعماله في باقي المناطق.

ج- في الجملة الثنائية Dual System يسمح باستعمال OMRFمن الفولاذ فقط ولا يسمح أن يكون من الخرسانة

د- في الجملة التفاعلية بين الاطار وجدران القص Shear wall- frame interaction systemتستعمل هذه الجملة فقط في المناطق ٠ و ١ ويكون الاطار من النوع OMRF.

٢- في الصفحة ١٧:

في الفقرتين ٢-١-٦٩ و ٢-١-٧٢:

ورد بأنه "في المنطقتين الزلزاليتين ٣ و ٤ يجب أن تحقق جدران القص شروط المطاوعة".ولكن لم يحدد ملحق الكود ما هي الاشتراطات الواجب توفرها في جدران القص لتكون مطاوعة، وما هي الاشتراطات الأخف التي يمكن الاكتفاء بها لهذه الجدران وذلك عندما يكون المنشأ في المناطق الزلزالية الأخف، مع العلم بأن شروط المطاوعة لجدران القص يجب أن يتحقق في جميع الجمل الإنشائية عند استخدامها في المنطقتين الزلزاليتين ٣ و ٤، وليس فقط في الجملتين المذكورتين في الفقرتين أعلاه.

كما ورد "في الجملة الثنائية وفي المنطقتين الزلزاليتين ٣ و ٤ يجب أن تكون الإطارات من النوع الخاص SMRF، أما في المناطق الزلزالية 2(A, B, C)فيسمح أن يكون الإطار من النوع المتوسط IMRF". ولكن لم يحدد الكود ما هي الاشتراطات الصارمة ليكون الإطار من النوع الخاص SMRF لإستخدامه في المناطق الزلزالية ٣ و ٤، وما هي الإشتراطات الأقل صرامة التي يمكن الإكتفاء بها للحصول على إطارات من النوع العادي IMRFواستخدامها في المناطق الزلزالية ٢،

أيضاً يجب تحديد الإشتراطات المتعلقة بالإطارات العادية OMRF.

لقد تم في الملحق الإحتفاظ بتفصيلة لعقدة إطار وردت في الملحق الأول للكود عام ١٩٩٦ (أي قبل اعتماد الـ UBC97) مع إجراء تعديل لبعض القيم فيها، ومن مراجعة هذه التفصيلة يُتبين بأنها لا تحقق لا الإطار الخاص ولا الإطار المتوسط. لذلك نقترح العودة لنفس الكود الأمريكي التي أخذت منه طريقة التصميم وأخذ جميع الإشتراطات الزلزالية الخاصة بجدران القص والأنواع المختلفة من الإطارات وإضافتها للملحق.

في الفقرة ٢-١-٧٠:

ورد خطأً بأنه "لا يسمح باستعمال هذه الجمل في المنطقتين الزلزاليتين (٣) و (٤)". والصح هو لا يسمح باستعمال هذه الجمل في المناطق الزلزالية (٢) و (٣) و (٤)، (راجع الجدول (٣-٦)).

٣- في الصفحة ٢٧ في الفقرة ٣-٦-٣-أ:

تم الإشارة الى أنواع الاشغالات (٤) و (٥) مع أن هذه الأنـــواع غير موجودة في جدول أنواع الإشغالات (جـــدول٣-٣). لـــذلك يجب تعديل الجدول ٣-٣ باضافة هذه الإشغالات كما هو مبـــين بالجدول (2).

٤- في الصفحة ٢٨ في الفقرة ٣-٧-٥-ب:

الإطارات العادية في الجملة الثنائية يجب أن تكون معدنية، لذلك يجب إضافة الكلمة "المعدنية" بعد كلمة العادية وبعد OMRF.

٥- في الصفحة ٣٠ في الفقرتين ٣-٩-٢ و ٣-٩-٣-أ:

حدّد ملحق الكود استعمال الطريقة الاستاتيكية المبسطة والثانية لبعض الأنواع من المنشآت الواقعة ضمن أنواع الإشغالات (٣)، وهذا لا يعتبر لصالح الأمان، حيث انه تستخدم هـــذه الطريقـــة للإشغالات من النوع (٤) و (٥) (لا يسمح باستخدامها للأبنيـــة ذات الكثافة السكانية الكبيرة والمدارس وغيرها..)

٦- في الصفحة ٣٢ في الفقرة ٣-١٢-٢-أ:

ورد العبارة "*عند استعمال إحـــدى الطـــريقتين الســـابقتين فـــي التصميم*،..." ، مع انه لم تذكر الطريقتين لا سابقاً ولا لاحقـــاً!. والطريقتان هما طريقـــة حـــد المقاومـــة (الطريقـــة الحديـــة) وطريقة LRFD (تستخدم لتصميم المنشآت المعدنية). وبمـــا ان الكود اختص بالخرسانة المسلحة لذلك يمكن حذف هذه العبارة.

٧- في الصفحة ٤٠ الجدول (٣-٦)-تابع:

- في السطر ٧ ورد كخطأ مطبعي في الـ UBC97:

"ب- من الخرسانة(٧) " التصحيح هو "ب- من الخرسانة(٨) "، أي محظور استعمال الجملة الإطارية من النوع OMRF من الخرسانة في المناطق ٢ و ٣ و ٤.

- في السطر ١٢ من الجدول ورد " ج- من الخرسانة مع IMRF من الخرسانة" أي استعمال الجملة الثنائية المكونة من جدران قص من الخرسانة مع إطارات من النوع IMRF من الخرسانة، وهذا النوع من الإطارات محظور استعماله في المناطق الزلزالية ٣ و ٤ لذلك يجب التنويه لذلك فتصبح العبارة: " ج- من الخرسانة مع IMRFمن الخرسانة(٥) "

٨- في الصفحة ٦٣ الفقرة ٤-١٠-٢ :

لا علاقة للجملة "ويجب أن يأخذ التحليل المستعمل لتحديد الإزاحة العظمى..." بالاستثناء، لذلك يجب البدء بها بسطر جديد ليتم اخراجها من الاستثناء.

٩- في الصفحة ٦٨ الجدول (٤-١):

العامل E يمثل في الطريقة الاستاتيكية الثانية أي تأثير من الزلازل تحسب من E_h و E_v لحالة الحد الأقصى، وليس كما ورد من V.

١٠- في الصفحة ٩٣ الفقرة (هـ):

تم أخذ البندين ١ و ٢ في هذ الفقرة من الكودات الزلزالية القديمة ولكن في الطريقة الاستاتيكية الثانية يتم تحقيق الإزاحات في الحالة اللامرنة، ويعطي الملحق حدود الإزاحة في الفقرة ٤-١١، وهي مختلفة عما معطى في هذه الفقرة، لذلك نقترح الغاء البندين ١ و ٢ من الفقرة هـ.

١١- في الصفحة ١٢٠ الفقرة ٧-٩-٤-أ:

تم ذكر بانه في الجملة الثنائية يجب أن تصمم الإطارات كإطارات خاصة لمقاومة ما لا يقل عن 25%...، وهذا يتناقض مع العديد من الفقرات في الملحق والتي حدّدت بأن الإطارات في الجملة الثنائية قد تكون خاصة أو متوسطة.

١٢- في الصفحة ١٣٨ الفقرة ٧-١١-٦:

يتبين في هذه الفقرة أن الإطارات المحققة لإشتراطات الملحق هي من النوع المتوسط IMRF بينما التي تحقق اشتراطات الكود الأساس هي من النوع العادي OMRF، بينما لم تحدد ما هي الإشتراطات الخاصة بالإطارات الخاصة SMRF. وهذا يتناقض مع العديد من فقرات الكود وعلى الأخص الفقرة ٧-٩-٤ والجدول ٤-٢.

جدول(٣): الأخطاء والنواقص في ملحق الكود السوري الخاص بالزلازل					
مسلسل	رقم الصفحة	رقم الفقرة	رقم السطر	العبارة كما وردت في الكود	العبارة بعد التصحيح
١	٩	٢-١-١١	٢٠	...ولا يسمح باستعماله في المنطقتين الزلزاليتين (٣) و (٤).	تحذف هذه العبارة
٢		٢-١-١٢	٢٥	...ولا يسمح باستعماله في المنطقة الزلزالية (٤).	تحذف هذه العبارة
٣	١٧	٢-١-٧٠	١٢ و ١٣	...في المنطقتين الزلزاليتين (٣) و (٤)...	...في المناطق الزلزالية (٢) و(٣) و (٤)...
٤		٢-١-٧٢	١٩	...للزلازل عندما تستعمل...	...للزلازل. عندما تستعمل...
٥			٢٠	...(٣) و (٤)، و أن يكون...	...(٣) و (٤)، يجب أن يكون...
٦	٢٢	٣-١-٣	٢٣	...الاجهادات عند منسوب التأسيس،...	... الاجهادات عند منسوب التأسيس باستخدام طريقة اجهادات التشغيل (دون تصعيد الأحمال)،...
٧	٢٧	٣-٦-٣-أ	١٣	...وأنواع الإشغالات (٤) و (٥) من...	العبارة تبقى كما هي ولكن يجب تعديل الجدول (راجع الجدول ٢)
٨	٢٨	٣-٧-٢	٧	... الجدران الحاملة أو الجمل المكتفة..	... الجدران الحاملة (أو الإطارات المكتفة)...
٩			٨	...جدران القص أوالإطارات المكتفة.	...جدران القص (أو الإطارات المكتفة).
١٠		٣-٧-٣	١٠	... بشكل يقاوم الأحمال الرأسية،...	... يقاوم كافة الأحمال الرأسية،...
١١			١١	...جدران القص أو الإطارات المربّطة (المكتفة)...	...جدران القص (أو الإطارات المربّطة (المكتفة))...
١٢		٣-٧-٥-ب	٢١	...والعادية والحجرية..	...والعادية المعدنية والحجرية..
١٣			٢٢	...,OMRF,...	OMRF, ... المعدنية,...
١٤	٢٩	٣-٧-٦	١	الجملة المختلطة (إطارات + جدران قص) :	الجملة ذات الفعل المتبادل بين الإطار وجدران القص:

مسلسل	رقم الصفحة	رقم الفقرة	رقم السطر	العبارة كما وردت في الكود	العبارة بعد التصحيح
١٥	٣٠	٣-٩-٢	٣	...الإشغالات (٣):	...الإشغالات (٤) أو (٥):
١٦		٣-٩-٣-أ	١١	...الإاشغالات (٣)...	...الإشغالات (٤) و (٥)...
١٧	٣١	٣-٩-٤-د	٦	...المادة (٥-٢-٤).	...المادة (٥-٢-٤).
١٨	٣٢	٣-١١-١	٤	...المعتادة...	...المعتمدة على أسس منطقية...
١٩		٣-١٢-٢-أ	٢٠	عند استعمال احدى الطريقتين السابقتين في التصميم، فان المنشآت...	ان المنشآت...
20	٣٣	٣-١٢-٢-أ	٧	١) تراكيب الأحمال المصعّدة (المضروبة بعواملها المحددة...	١) تراكيب الأحمال المصعّدة (المضروبة بعواملها المحددة)...
21	٣٦	الجدول(٣-٣)		تعديل الجدول ليصبح كما في الجدول (٢)	
٢٢		السطر قبل الأخير		(٢) لإرساء الماكينات...	(٢) لتثبيت الماكينات...
٢٣	٣٧	الجدول (٣-٤)	البند (٥)	...هي مجموع مساهمات العناصر المقاومة للزلازل على القص لهذا الطابق...	...هي مجموع مقاومات العناصر المساهمة في تحمل القص لهذا الطابق...
٢٤	٣٨	الجدول (٣-٥)	البند (٤)	تغيرات مفاجئة خارج المستوي:	ازاحات خارج المستوي
٢٥	٤٠	الجدول (٣-٦)-تابع	-	٣-الجمل الانشائية العامة المقاومة للعزم	٣- الجمل الاطارية
٢٦			٩	ب- من الخرسانة [٧].	ب- من الخرسانة [٨].
٢٧			١٤	ج- من الخرسانة مع IMRF من الخرسانة.	ج- من الخرسانة مع IMRF من الخرسانة[٥].

مسلسل	رقم الصفحة	رقم الفقرة	رقم السطر	العبارة كما وردت في الكود	العبارة بعد التصحيح
٢٨	٥١	٤-٢-١	الأخير	...الحد الأقصى.	...الحد الأقصى، أما في حالة التصميم بطريقة الاجهادات المسموحة فان $E_v=0$.
٢٩	٥٢	-	١	...الزلزالية المطلوبة في الحساب لأخذ ...	...الزلزالية من أجل أخذ بالحسبان...
٣٠	٥٣	٤-٢-٢	٢٣	...التوزيع الأساسي للكتل...	...التوزيع الفراغي للكتل...
٣١	٥٤	٤-٢-٣	٩	يمكن إهمال تأثير...	في المناطق الزلزالية ٣ و ٤ يمكن إهمال تأثير...
٣٢	٥٨	٤-٥-٢-ب	٨	..للمنشآت المدروسة والمطابقة لمحتوى...	...للمنشآت المتوافقة مع محتوى...
٣٣	٦٣	٤-١٠-٢	٩	استثناء: ...الخامس. ويجب أن يأخذ التحليل المستعمل...	يجب اخراج العبارة التالية خارج الاستثناء لتصبح: "ويجب أن يأخذ التحليل المستعمل...(P-Δ)."
٣٤	٦٨	الجدول (٤-١)		E أي تأثير من الزلازل (قوة، عزم،...إلخ) تحسب من V لحالة الحد الأقصى.	E أي تأثير من الزلازل (قوة، عزم،...إلخ) تحسب من E_h و E_v لحالة الحد الأقصى.
٣٥	٦٩	الجدول (٤-٢)		نقترح الغاء هذا الجدول ويمكن وضع الجدول (١) أعلاه بدلاً عنه	
٣٦	٧٩	٧-١-١	٧	...بالتحليل الديناميكي وفق ما...	...بالتحليل وفق ما...
٣٧	٩٣	(هـ)		حذف البندين ١) و ٢) لأنهما يتناقضا مع الفقرة ٤-١١ التي تحدد حدود الازاحة الطابقية	
٣٨	١٢٠	٧-٩-٤-	١٦	...كإطارات خاصة مقاومة للعزوم...	...كإطارات مقاومة للعزوم...

المراجـــع: REFERENCES

١- الكود العربي السوري لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة – الطبعة الثانية- دمشق ١٩٩٥

٢- الكود العربي السوري لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة–الملحق رقم(٢)- تصميم وتحقيق المباني والمنشآت لمقاومة الزلازل- دمشق ٢٠٠٥

٣- د.م. أحمد الحسن، "التعديلات في الكود العربي السوري الجديد (الطبعة الثالثة ٢٠٠٤)"، محاضرات الدورة التدريبية حول الكود العربي السوري المطوّر وملحق الكود رقم (٢) لمقاومة الزلازل".

٤- د. نديم الأحمد، "أسباب الزلازل والنشاط الزلزالي في سورية"، محاضرة في الدورة التأهيلية في مجال الأبنية المقاومة للزلازل، نقابة المهندسين – فرع دمشق

٥- م. حسام الدين زينة، "الشبكة الوطنية للرصد الزلزالي نقطة انطلاق نحو التصميم الزلزالي للمنشآت"، محاضرات ورشة عمل الجديد في الكود العربي السوري وملحقه الثاني – المعهد العالي للبحوث والدراسات الزلزالية & نقابة المهندسين السوريين، ٢٢-٢٩ حزيران ٢٠٠٥

6- Uniform Building Code, International Conference of Building Officials, Whittier, CA, 1997

7- Michael, R.L., Baradar, M., ”Seismic Design of Building Structures”, Professional Pubs. Inc., Belmont, CA, Eighth Ed., 2006.

8- Fanella, D.A., Munshi, J.A.,”Design of Concrete Buildings for Earthquake and Wind Forces”, PCA Portland Cement Association,1998

9- Jordanian National Building Council, Jordanian Code for Earthquake-Resistant Buildings, Jordan, 2005

10- Jimenez, M.J., Al-Nimry, H.S., Khasawneh, A.S., Al-Hadid, T.N. and Kahhaleh, Kh.Z. (2006),”Assessment of Seismic Hazard in Jordan”, First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, Geneve, Switzerland, 3-8 Sept 2006

11- Grunthal, G., et al., “Compilation of the GSHAP Regional Seismic Hazard for Europe, Africa and the Middle East”, Annali Di Geofisica, Vol. 42, No. 6, Dec. 1999