عنوان تأثير عدم انتظام توزيع صلابة العناصر الشاقولية على مقاومة المنشأ للزلازل من واقع آثار زلزال 6 شباط 2023

أ. د. أحمد عبود [1]

الملخص:

لقد فاجأ الزلزال المدمر الذي ضرب جنوبي تركيا وشمالي سوريا في يوم 06.02.2023 السكان في المناطق التي تعرضت للزلزال والممتدة من وسط تركيا شمالاً الى وسط سوريا جنوبا. لقد ضرب الزلزال على شكل ثلاث هزات أولها في الساعة 04.19 من صباح يوم الإثنين الواقع في 06.02.2023 مركزها في محافظة غازي عنتاب التركية شدتها 7.8 حسب مقياس ريختر. والثانية في الساعة 01.25 من بعد ظهر يوم الإثنين الواقع في 06.02.2023 مركزها في محافظة قهرمان مرعش التركية شدتها 7.5 حسب مقياس ريختر. والثالثة في الساعة 08.25 من مساء يوم الإثنين الواقع في 20.02.2023 مركزها في محافظة هاتاي التركية شدتها 6.8 حسب مقياس ريختر.

رافق الباحث جميع اجراءات التصدي لآثاره التدميرية في محافظتي حماه واللاذقية. يقدم الباحث خلاصة خبرته كمهندس خبير في الهندسة الإنشائية وتصميم وتحقيق المنشآت لمقاومة الزلازل، وكمهندس استشاري في ترميم وتدعيم وتقوية المنشآت الهندسية، وخلاصة تجربته على مدى الأيام الماضية في معالجة آثار الزلزال. كما يقدم الباحث بحثا علمياً عن مجموعة من المنشآت التي تأثرت بالزلزال ويتعرض لنقاط الضعف في المنشأ التي أدت الى التضرر ووصف للتضرر وملخص اقتراحاته لطريقة المعالجة. وأهم الحالات التي يقدمها هي:

1. التوزع غير المنتظم للعناصر الحاملة الشاقولية، الذي يجعل الجملة الإنشائية غير متناظرة انشائياً على الرغم من أن المبنى متناظر معمارياً، والذي يؤدي الى فتل أفقي كبير.
2. الجائز ذو الصلابة الكبيرة بالمقارنة مع صلابة العمود المرتبط به.
3. العناصر الشاقولية غير المحققة لمقاومة القوى الأفقية.
4. العناصر الشاقولية غير المحققة لمقاومة القوى الشاقولية.

أخيراً يقدم الباحث مجموعة من التوصيات لتفادي التضرر في الأبنية والمنشآت تحت تأثير الزلازل المشابهة، والتي يمكن أن تحدث مستقبلاً.

الكلمات المفتاحية: زلازل، تصدعات، ترميم، تدعيم.

1 أستاذ، الهندسة الإنشائية، كلية الهندسة المدنية، الجامعة الوطنية الخاصة

The effect of the regular distribution of stiffness of vertical elements on the structure's resistance to earthquakes From the effects of the earthquake February 6, 2023

Prof. Dr. Ahmed Abboud [1]

ABSTRACT:

The earthquake that struck southern Turkey and northern Syria, 06.02.2023, surprised the residents in the earthquake-affected areas, which extend from central Turkey to central Syria.

The earthquake has hit three shakes, the first was at 04.19 am on Monday 06.02.2023 in the Turkish province of Gaziantep. Its intensity was 7.8 according to the Richter scale. and the second at 01.25 pm on Monday 06.02.2023 in the Turkish province of Kahramanmaraş, its intensity was 7.5 according to the Richter scale. And the third at 08.25 pm on Monday, 20.02.2023 in the Turkish province of Hatay, its intensity was 6.8 according to the Richter scale.

The researcher contributed to all measures to confront its effects in the governorates of Hama and Lattakia - Syria.

The researcher presents a summary of his experience as an expert engineer in structural engineering and the design of facilities to resist earthquakes, and as a consultant engineer in the strengthening of structural constructions, and a summary of his experience in the past days in dealing with the effects of earthquakes.

The researcher also presents scientific research on Some structures affected by the earthquake, explains the weaknesses in the structure that led to the damage, describes damage, and offers suggestions for maintenance method. The cases it provides are:

1. The irregular distribution of the vertical elements, which makes the structural whole structurally asymmetrical even though the building is architecturally symmetrical, which leads to horizontal torsion.
2. The beam with greater stiffness compared to the stiffness of the column to which it is based.
3. The vertical elements are unable to bear the horizontal loads.
4. The vertical elements are unable to bear the vertical loads.

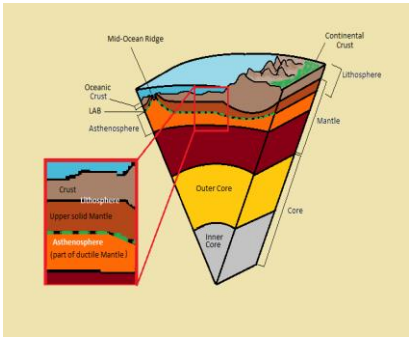
Finally, the researcher presents some recommendations to avoid damage to buildings under the influence of similar earthquakes. Which may occur in the future

KEYWORDS: earthquakes, fractures, restoration, consolidation.

1 Professor, Structural Engineering, Faculty of Civil Engineering, Al-Wataniya Private University.

1. مقدمة

تتألف الكرة الأرضية كما هو مبين في الشكل (1) من مجموعة من الطبقات، تختلف بين بعضها حسب حرارتها وكثافتها وقوامها. النواة الداخلية الصلبة، والنواة الخارجية السائلة. الوشاح الداخلي الصلب، والوشاح الخارجي اللدن، والوشاح الأعلى الداخلي الصلب. القشرة الأرضية الصلبة.



الشكل (1): بنية الكرة الأرضية

2. منشأ الزلازل

تتألف القشرة الأرضية من مجموعة من الصفائح الصلبة العائمة على الوشاح الداخلي اللدن. ويوضح الشكل (2) التوزع العام لهذه الصفائح على كامل مساحة القشرة الأرضية. تقع منطقتنا على الصفيحة العربية، ويحدها من الشرق الصفيحة الفارسية والصفيحة الهندية، ومن الغرب الصفيحة الإفريقية، ومن الشمال صفيحة الأناضول.

الشكل (2): توزع الصفائح التكتونية

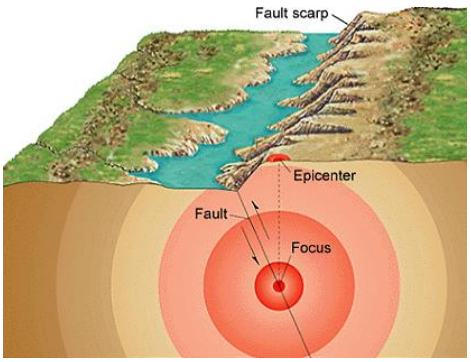
نتيجة لعوم هذه الصفائح على الوشاح الداخلي اللدن، فإنها تتحرك بشكل دائم وتتدافع مع بعضها، مما يؤدي الى حدوث الزلازل مختلفة الشدة بشكل دائم.

تتحرك الصفيحة العربية بحركة اهتزازية شبه دورانية حول نقطة بالقرب من جزيرة مالطة، وباتجاه عكس عقارب الساعة، مما يؤدي الى نشوء قوى شد بينها وبين الصفيحة الإفريقية، وضغط على الصفيحتين الفارسية التركية. الشكل (3).

الشكل (3) :حركة الصفيحة العربية

يعتبر اتصال الصفيحة العربية مع صفيحة الأناضول هو الصدع الأنشط زلزالياً في العصر الحديث. ويعرف الزلزال بأنه اهتزاز في القشرة الأرضية ذي تسارع كبير ناتج عن انفراغ كمية كبيرة من الطاقة في باطن الأرض، تسمى بؤرة الزلزال. يكون انفراغ الطاقة على شكل تهشم وتحطم كمية كبيرة من الصخور.

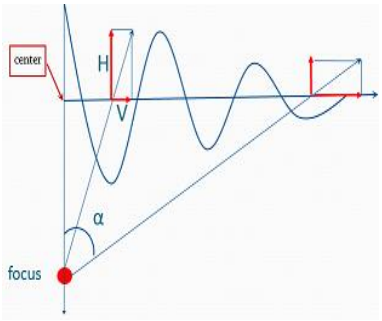
تكون هذه الاهتزازات متخامدة، أي يتناقص تسارعها بالبعد عن بؤرة الزلزال. بالشكل (4).



الشكل (4) :محور الاهتزاز هو الخط الواصل بين بؤرة الزلزال والنقطة المدروسة على سطح الأرض.

3. انتشار الموجات الزلزالية

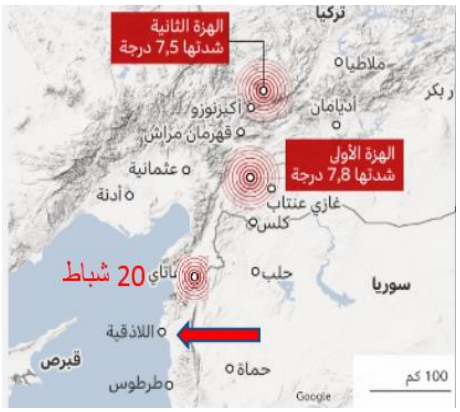
تنطلق الاهتزازات من بؤرة الزلزال Focus وتنطلق في جميع الاتجاهات وفق حامل معين هو الخط الواصل بين البؤرة والنقطة المدروسة. ولها مركبتان (أفقية H وشاقولية V). وتكبر المركبة الأفقية بزيادة قياس زاوية ميل الحامل عن الشاقول α. أي بنقصان عمق البؤرة أو بزيادة بعد النقطة المدروسة عن المركز. والمركبة الشاقولية بالعكس. الشكل (5).



الشكل (5) :الشكل التخطيطي لمحور الاهتزاز

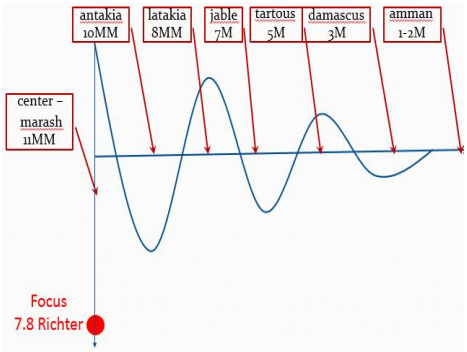
4. زلزال شباط 2023

لقد ضرب الزلزال على ثلاث هزات أولها في الساعة 04.19 من صباح يوم الإثنين في 06.02.2023 مركزها في محافظة غازي عنتاب التركية شدتها 7.8 بمقياس ريختر. والثانية في الساعة 13.25 يوم الإثنين في 06.02.2023 مركزها في محافظة قهرمان مرعش التركية شدتها 7.5 بمقياس ريختر. والثالثة في الساعة 20.25 من يوم الإثنين في 20.02.2023 مركزها في محافظة هاتاي التركية شدتها 6.8 بمقياس ريختر.



الشكل (6) :مركز زلزال 6 شباط 2023

انتشرت الهزة الأولى للزلزال من مركزها في محافظة غازي عنتاب في تركيا باتجاه الجنوب بشكل متخامد. أي أن شدته كانت حوالي 11 درجة بمقياس مركالي في المركز، وكان مدمراً. وانتشر ليصل الى مدينة اللاذقية وجبلة السوريتين بشدة حوالي 7–8 درجات بمقياس مركالي، وكان عنيفاً وأدى الى الكثير من الأضرار الكبيرة التي سنراها لاحقاً.



الشكل (7): تخامد شدة الزلزال مع البعد عن المركز

ووصل الى دمشق بشدة مقدارها حوالي 3 درجات حسب ميركالي وكان محسوساً بشكل ملحوظ. ووصل الى عمان بشدة 1–2، وكان ملحوظاً بشكل غير واضح للجميع. الشكل (7).

5. آثار زلزال شباط 2023 في سوريا

من الشكل (6)، نلاحظ أن الهزتين الأولى والثانية كانتا في مقاطعتي غازي عنتاب وقهرمان مرعش، وهما تبعدان عن اللاذقية أكثر من km300، أما الهزة الثالثة فقد كانت في مقاطعة هاتاي التي تبعد عن اللاذقية أقل من km90. لذلك فمن المتوقع أن تكون المركبة الأفقية للهزتين الأولى والثانية هي الغالبة، والمركبة الشاقولية للهزة الثالثة هي الغالبة.

تم البحث والاستقصاء للتحقق من صحة هذا الفرض، أولاً من سؤال المواطنين عن شعورهم، فكان جواب أغلب المواطنين أنهم شعروا أن الأرض تهتز بسعة ملحوظة بتأثير الهزتين الأولى والثانية، أما بتأثير الهزة الثالثة فقد شعروا بأن الأرض ترتج. وكان هذا أول وأبسط مؤشر على صحة الفرض.

أما الدليل القاطع على صحة الفرض فسوف يبدو واضحاً جدا أثناء مناقشة تأثير الهزتين على مستودع البضائع العامة التي سترد لاحقاً.

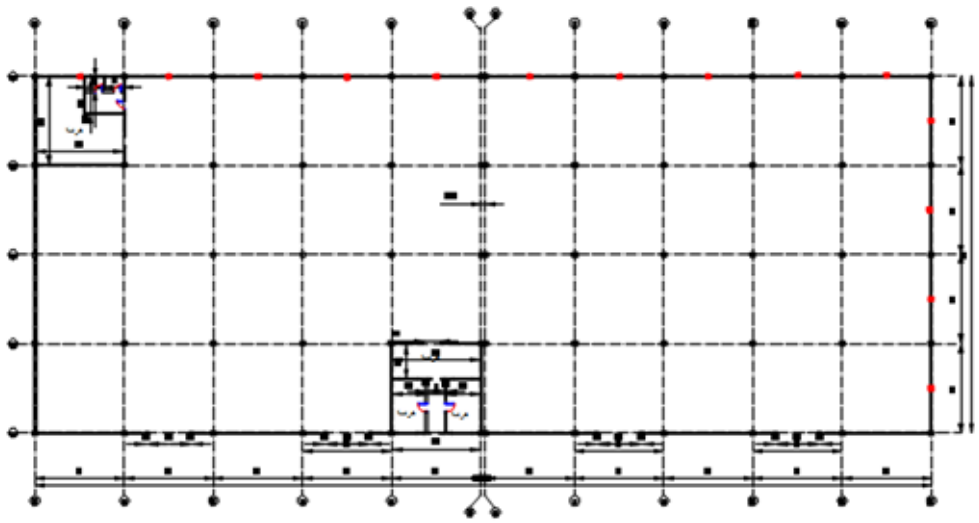
سوف يتم استعراض الآثار التدميرية للزلزال على مجموعة من المنشآت التي تعرضت للتضرر في محافظتي حماة واللاذقية السوريتين، ومناقشة الجملة الإنشائية الأصلية لكل مبنى، ونقاط الضعف فيها، والتضرر الذي تعرض له، وأسباب التضرر.

1.5 دراسة حالة مستودع عام.

المبنى هو مستودع بضائع عامة مسقطه مستطيل أبعاده 100 40×m بعشرة مجازات وكل مجاز 10 m. جملته الإنشائية عبارة عن قواعد منفردة وشبكة أعمدة منتظمة بمجازات m10 وأبعاد مقطعها 4545×Cm. الجوائز متصالبة ومتدلية أبعاد مقطعها 45 100× Cm والبلاطات مصمتة بسماكة 12Cm. وبذلك يكون المبنى متناظراً في المسقط من الناحية المعمارية.

يستخدم المستودع للتخزين المؤقت لبضائع عامة، ويسمح تصميمه المعماري بدخول وخروج السيارات الشـــاحنة من الواجهتين الأماميتين، الجنوبية والغربية، لكنه ملاصـــق للحدود العقارية من الواجهتين الخلفيتين الشمالية والشرقية.

اجتهد المهندس المنفذ في حينها (في سبعينيات القرن الماضـي) بزرع أعمدة اضـافية على الواجهتين الخلفيتين لتصبح المجازات على هاتين الواجهتين 5 m . الشكل (8).



الشكل (8): المسقط الأفقي للمستودع

1.1.5 الكشف الأول

تم الكشف الأول على المستودع بتاريخ 08.02.2023، بعد الهزتين الأولى والثانية، بسبب وجود تصدعات في الأعمدة عند نقاط تلاقيها مع الجوائز. وذلك نتيجة لتشكل قوى قص كبيرة في هذه العقد ناتجة عن الحمولات الزلزالية. وكان لافتاً للنظر ما يلي:

- تضرر كبير عند نقاط تلاقي الأعمدة مع الجوائز (من الأعلى) ولا يوجد أي تضرر عند نقاط تلاقي الأعمدة مع الشيناجات (من الأسفل).
- تضرر أكبر كان في عمود الزاوية الجنوبية الغربية. الشكلين (9,10).
- في جميع الأحوال كان التضرر في الأعمدة وكانت الجوائز سليمة تماماً. **وكانت قضبان التسليح في مناطق التأثر ماتزال مستقيمة.**
- وكان التضرر يتناقص باتجاه الشمال الشرقي كما هو موضح بالأشكال (11,12,13,14).
- أما الأعمدة القريبة من الزاوية الشمالية الشرقية فقد كانت سليمة تماما ولم تتعرض لأي ضرر. الشكل (15).

الشكل (9): العمود الزاوي من الخارج

الشكل (10): العمود الزاوي من الداخل

الشكل (11): العمود الوسطي من الداخل

الشكل (12): عمود وسطي آخر من الداخل

الشكل (13): انهراس العمود

الشكل (14): انهيار القص

- لم يقم فاصل التمدد بأي دور بسبب عدم صيانته وامتلائه بالأتربة والأوساخ ما جعله يفقد دوره كفاصل. الشكل (16)

الشكل (15): الأعمدة القريبة من الزاوية الشمالية الشرقية سليمة

الشكل (16): فاصل التمدد غير صالح

التفسير العلمي لتركز الأضرار في الزاوية الجنوبية الغربية، وتناقصها باتجاه الشمال الشرقي يكمن في أنه، نتيجة تكثيف الأعمدة على الواجهتين الشمالية والشرقية انتقل مركز الصلابة (مركز الثقل الإنشائي) من مركز الثقل المعماري نحو الشمال الشرقي، وأدى إلى تحول المبنى المتناظر معمارياً إلى مبنى غير متناظر إنشائياً.

في المبنى غير المتناظر انشائياً يتشكل عزم فتل أفقي ناتج عن القوى الزلزالية يؤدي إلى توزع غير منتظم للحمولات الأفقية على العناصر الشاقولية. وتتناسب حصة العنصر الشاقولي من القوة الأفقية طرداً مع بعد العنصر الشاقولي عن مركز الصلابة.

وهذا ما حصل لحظة تلقي المبنى للهزتين الأولى والثانية. حيث:

- بسبب تشكل عزم الفتل الأفقي، كان تعرض العنصر الأكثر بعداً عن مركز الصلابة، وهو العمود الواقع في أقصى الجنوب الغربي، لأكبر قوة أفقية، وبالتالي كان تأثره هو الأكبر. وتناقصت حصة الأعمدة الأخرى من القوة الأفقية بالاقتراب من مركز الصلابة، وبالتالي تناقص الضرر بالاقتراب من مركز الصلابة.
- لم تتضرر نقاط التقاء الأعمدة مع الشيناجات بسبب وجود جدران البلوك التي تساهم بشكل أو بآخر بتحمل قوى القص، بل تضررت نقاط التقاء الأعمدة مع الجوائز بسبب عدم وجود الجدران وبسبب وجود النوافذ العلوية، وتركز القوى الأفقية فيها لأنها كانت تعمل كأعمدة قصيرة جداً.

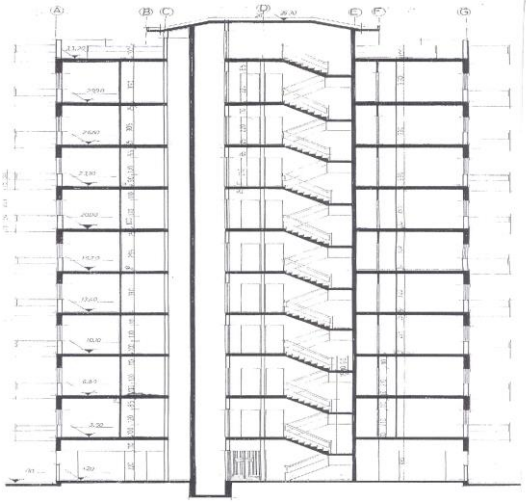
- مما سبق نستنتج أن التأثير الأكبر للهزتين الأولى والثانية كان ناتجاً عن قوى القص وعزوم الانعطاف، أي أن التأثير الأكبر، والملحوظ كان للمركبة الأفقية. أي أن المركبة الأفقية للهزتين كانت هي الغالبة.

الشكل (17): انكسار الأعمدة البعيدة بتشققات بسيطة.

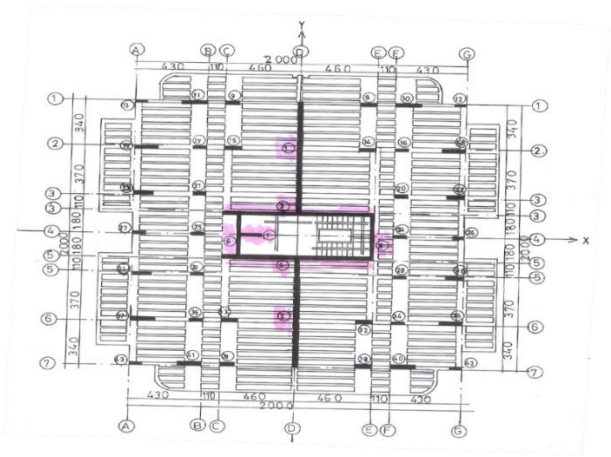
5.2. دراسة حالة مبنى طابقي

1.2.5. واقع المبنى

الحالة الثانية التي سنقوم بدراستها هي حالة مبنى طابقي مؤلف من عشرة طوابق. الطابق الأول مخصص لخدمات سكان المبنى وسكن الحارس، والطوابق التسعة الباقية مخصصة للسكن. ويبين الشكل (18) مقطعاً شاقولياً في المبنى والشكل (19) مسقط للجملة الإنشائية للمبنى.



الشكل (18): مقطع شاقولي للمبنى



الشكل (19): مسقط أفقي للمبنى

نتيجة الزلزال تم انهيار جدران القص رقم (1) و(2). الشكلان (20) و (21) يوضحان شكل الانهيار. وجميع العناصر الشاقولية الحاملة الأخرى سليمة. الشكلان (22) و (23).

الشكل (20): انهيار جدران القص

الشكل (21): انهيار جدران القص

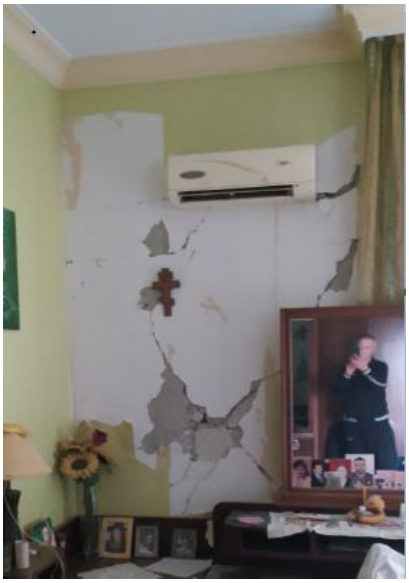
الشكل (22): الأعمدة سليمة

الشكل (23): الأعمدة سليمة

2.2.5. التفسير العلمي

التفسير العلمي لما رأيناه هو أن الحمولات الأفقية تركزت في البداية على جدران القص بسبب صلابتها الكبيرة نسبيا بالمقارنة مع صلابة العناصر الحاملة الأخرى (الأعمدة). وبعد انهيار جدران القص توزعت الحمولات الأفقية على بقية العناصر الحاملة الشاقولية، التي أبدت كفاءة عالية في مقاومة هذه الحمولات، وقاومت الحمولات الزلزالية بجدارة. وذلك بسبب التوافق بين توزع صلابة العناصر الحاملة الشاقولية وبين توزع الحمولات الشاقولية والأفقية التي تتوزع بنفس الطريقة.

ان الصلابة الصغيرة للأعمدة بعد انهيار جدران القص أعطت الجملة الإنشائية للمبنى ليونة ومطاوعة كبيرة نسبياً (أكبر من المسموحة) أدت لتهشم العديد من جدران البلوك. الشكلان (24) و (25).



الشكل (24): الانكسار القطري لجدران البلوك

الشكل (25): انفصال جدران البلوك عن الأعمدة

من الشكلين نلاحظ أن الجملة الإنشائية (الأعمدة والجوائز والبلاطات) سليمة تماماً بالرغم من تهشم جدران البلوك. وهذه نتيجة طبيعية لجملة مقاومة للزلازل، لكن الانتقالات فيها أكبر من المسموح.

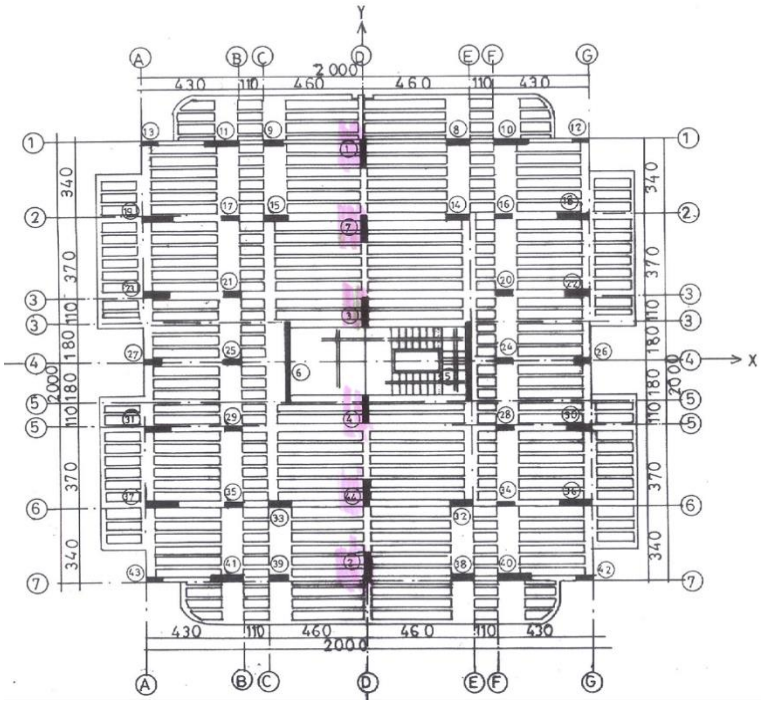
بدراسة إضبارة المشروع التي تم اعدادها في أواخر ثمانينات القرن الماضي، اكتشفنا أن سجالاً حصل في حينها (أثناء تصميم المبنى). تم حساب المبنى يدوياً وفق الجملة الإنشائية الحالية، وتبين أن العناصر 1,2,5,6 غير محققة. الشكل (26).

رقم الطابق	رقم العمود	عزم عطالة المقطع Cm^2	قوة القص Kg	إجهاد القص Kg/Cm^2	إجهاد القص المسموح	النتيجة
1	1	3.76E10	590130	33.8	6.22	غير محقق
	2	3.76E10	88853	50.24	6.22	غير محقق
	3	13 333	0.24	2.35E-2	6.22	محقق
	4	13 333	0.27	2.64E-2	6.22	محقق
	5	8.74E8	17146	6.4	6.22	غير محقق
	6	8.74E8	17146	6.4	6.22	غير محقق
	7	67500	0.88	2.64E-2	6.22	محقق
	بقية الأعمدة	–	–		6.22	محقق
بقية الطوابق	جميع الأعمدة	تم الحصول على نتائج مشابهة من حيث المبدأ لنتائج الطابق الأول				

الشكل (26): نتائج تحقيق العناصر الحاملة للجملة الإنشائية الأولى

وتم اقتراح جملة إنشائية أخرى أكثر انتظاما وأقل صلابة من الجملة السابقة. الشكل (27) وتم حسابها أيضا يدويا، وكانت النتائج أن جميع العناصر محققة. الشكل (28).

لكن القرار اتخذ باعتماد الجملة الإنشائية الأولى. وبعد أن تعرض المنشأ لهذا الزلزال، تم اختباره، وأصبح مادة علمية تستحق الدراسة.



الشكل (27): المسقط الجديد للمبنى

رقم الطابق	رقم العمود	عزم عطالة المقطع	قوة القص	إجهاد القص	إجهاد القص المسموح	النتيجة
1	1	3.66E6	25445	3.2	6.22	محقق
	2	3.66E6	42833	6.1	6.22	محقق
	3	3.66E6	32388	5.3	6.22	محقق
	4	3.66E6	36440	6.0	6.22	محقق
	5	7.8E7	73 831	4.2	6.22	محقق
	6	7.8E7	73 831	4.2	6.22	محقق
	7	3.66E6	29056	4.4	6.22	محقق
	44	3.66E6	39771	5.9	6.22	محقق
	بقية الأعمدة	–	–	–	6.22	محقق
	جميع الأعمدة	تم الحصول على نتائج مشابهة من حيث المبدأ لنتائج الطابق الأول				

الشكل (28): نتائج تحقيق العناصر الحاملة للجملة الإنشائية الأولى

3.5 دراسة حالة مبنى غير محقق أصلاً

المبنى مؤلف من أحد عشر طابقاً. مسكون بالكامل. تم انهيار أحد الأعمدة الزاوية أدى الى انهيار جزئي في زاوية المبنى. الشكل (29)

الشكل (29): أبعاد العمود الزاوي

الشكل (30): انهيار العمود الزاوي

بدراسة الحالة تم الوصول الى أن أبعاد مقطع العمود الركني هي 25Cm x50 . الشكل (30) وهي غير كافية لتحمل الحمولات الشاقولية وحدها. أي أن المبنى غير محقق لإشتراطات الأمان أصلاً قبل حدوث الزلزال.

4.5 دراسة عقدة عمود – جائز

يبين الشكلان (31) و (32) سلوك العقدة جائز عمود في الحالتين:

1. الجائز القوي والعمود الضعيف. الشكل (31).
2. العمود القوي والجائز الضعيف. الشكل (32).

ولابد هنا من الإشارة إلى أن المصممين عادة يفضلون التصميم بالحالة الثانية، بحيث يتم الانهيار في الجائز بدلا من العمود، لأن انهيار العمود أخطر من انهيار الجائز.

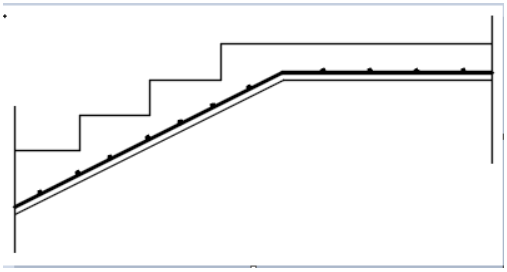
الشكل (31): الجائز قوي والعمود ضعيف

الشكل (32): العمود قوي والجائز ضعف

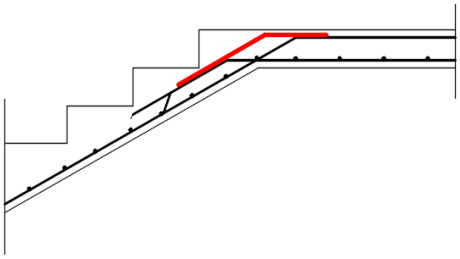
5.5 دراسة تفصيلة الدرج

يبين الشكل (33) انهيار في عقدة الدرج (بعد الهزتين الأولى والثانية) نتيجة تنفيذ تفصيلة التسليح للعقدة بشكل غير صحيح. فالشكل (35) يبين التفصيلة الصحيحة لتوزيع التسليح في العقدة، في حين أن التوزيع منفذ في الواقع كما هو مبين في الشكل (34).

الشكل (33): التفصيلة الحقيقية لتسليح الدرج



الشكل (34): تفصيلة خاطئة لتسليح الدرج



الشكل (35): تفصيلة خاطئة لتسليح الدرج

ويبين الشكل (36) شكل الدرج بعد الهزة الثالثة.

يفسر الانكسار البسيط نسبيا بعد الهزة الأولى والثانية بأن المركبة الغالبة للهزة كانت أفقية أدت إلى زيادة قوى الشد في قضبان التسليح بشكل بسيط مما أدى لانهيار طبقة التغطية للقضبان فقط.

أما الانهيار الشامل بعد الهزة الثالثة فيمكن تفسيره بأن المركبة الغالبة للهزة كانت شاقولية أدت لزيادة الحمولات الشاقولية، وبالتالي عزوم الانعطاف وقوى القص، على جملة انشائية مضعضعة بالأصل نتيجة الهزتين الأولى والثانية.

الشكل (36): الانهيار الكامل للدرج

يفسر الانكسار البسيط نسبيا بعد الهزة الأولى والثانية بأن المركبة الغالبة للهزة كانت أفقية أدت إلى زيادة قوى الشد في قضبان التسليح بشكل بسيط مما أدى لانهيار طبقة التغطية للقضبان فقط.

أما الانهيار الشامل بعد الهزة الثالثة فيمكن تفسيره بأن المركبة الغالبة للهزة كانت شاقولية أدت لزيادة الحمولات الشاقولية، وبالتالي عزوم الانعطاف وقوى القص، على جملة انشائية مضعضعة بالأصل نتيجة الهزتين الأولى والثانية. الشكل (36)

6. النتائج والتوصيات

1. يفضل أن يتطابق مركز ثقل مسقط المبنى مع مركز الصلابة للعناصر الحاملة لكي تتوزع قوى القص الأفقية بنفس طريقة توزع الحمولات الشاقولية.
2. إذا كان المبنى متناظر معماريا فلا داعي لجعله غير متناظر إنشائيا لأن ذلك سيؤدي لنشوء قوى قص اضافية ناتجة عن الفتل.
3. ان زيادة عدد العناصر الحاملة بشكل عشوائي لا يؤدي بالضرورة الى زيادة عامل الأمان. (مستودع المرفأ).

4. ان زيادة أبعاد العناصر الحاملة بشكل كبير لايؤدي بالضرورة الى زيادة عامل الأمان. (مبنى جمعية الصنوبرة).
5. في حال اختيار جملة جدران قص لمقاومة الزلازل، يفضل استخدام عدد أكبر من الجدران ذات الصلابة الصغيرة نسبياً، بدلاً من عدد أقل من الجدران ذات الصلابة الكبيرة نسبياً.
6. لابد من الإلتزام الصارم بالحدود الدنيا والقصوى التي يفرضها الكود المعتمد على أبعاد العناصر الحاملة.
7. لابد من الإلتزام الصارم بالتفصيلات التي يفرضها الكود المعتمد على العناصر الحاملة، وخاصة الأدراج لأنها ذات جملة معقدة نسبياً.
8. لابد من الإلتزام الصارم بقاعدة العمود القوي والجائز القوي أيضا. ولكن لايجب أن تزيد صلابة الجائز عن صلابة العمود بأي حال من الأحوال.

المراجع

[1] الكود العربي السوري لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة. نقابة المهندسين السوريين – رئاسة مجلس الوزراء السورية، دمشق، 2018.

[2] الملحق رقم (1) للكود العربي السوري لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة، الأحمال على المنشآت.

[3] الملحق رقم (2) للكود العربي السوري لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة، الحمولات الزلزالية.

[4] الملحق رقم (4) للكود العربي السوري لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة، تقييم وتأهيل المنشآت القائمة.

[5] مجموعة من المحاضرات مقدمة من قبل الباحث في نقابة المهندسين السوريين – فرع اللاذقية.

[6] أرشيف الاضبارة التنفيذية للمستودع 23 التابع للشركة العامة لمرفأ اللاذقية.

[7] أرشيف الاضبарة التنفيذية للعقار 618 التابع لجمعية الصنوبرة التعاونية السكنية.

[8] أرشيف الاضبارة التنفيذية للعقار 1894 منطقة دمسرخو العقارية.

[9] Каррыев Б. С. Вот прншло землетрясение, SIBIS 2009-2016.

Эркинбеков У. Э. Устойчивость зданий и сооружений при землетрясениях, 2015, Изд-во ТП