

دراسة في تأثير الأغشية الأفقية على عمل الجمل الإنشائية (بلاطة وأعمدة بدون جوائز) في الأبنية الخرسانية المسلحة العالية

أ.د.م. عبد الحميد كيخيا 1

م. تسنيم الوز 2

الملخص

في عملية التصميم الحالية للأبنية الخرسانية المسلحة العالية تُهمل قساوة الغشاء لمقاومة الأحمال الجانبية، وتُؤخذ بعين الاعتبار قساوة العناصر الشاقولية فقط، وهذا الافتراض يؤدي لنتائج غير دقيقة؛ لأن الغشاء يلعب دورًا في مقاومة هذه الأحمال، لذلك لا بدّ من إدخال قساوة الغشاء في مستويته للحصول على السلوك الفعلي للبناء، لأنّ إدخال قساوة الغشاء في مستويته يؤدي لتغيير في قساوة المبنى ككل وبالتالي يؤدي لتغيير في الإجهادات الداخلية والانتقالات الجانبية التي تُعدّ أهم معايير التصميم الزلزالي للمنشآت.

تم دراسة جملة إطارية (بلاطة وأعمدة بدون جوائز) لبناء خرساني مسلح مؤلف من 15 طابق، المسقط الأفقي يحتوي على سبع فتحات في الاتجاه الطولي وفتحتين في الاتجاه العرضي، تم نمذجة البلاطات كأغشية صلبة، وتم دراسة مجموعتين من النماذج حيث كانت سماكة البلاطة ثابتة لجميع الطوابق في المجموعة الأولى بينما في المجموعة الثانية تم تكبير سماكة البلاطة لطوابق محددة عبر ارتفاع البناء عن بقية الطوابق، وتم مقارنة النتائج للنماذج من حيث عزوم الانعطاف في العناصر الإنشائية والانتقال الأعظمي للطابق الأخير والقص القاعدي.

الكلمات المفتاحية: الأغشية الأفقية، قساوة الغشاء، الأحمال الجانبية، الإجهادات الداخلية، الانتقالات الجانبية.

1 أستاذ - قسم الهندسة الإنشائية - كلية الهندسة المدنية - جامعة دمشق - سورية

2 طالبة دراسات عليا (ماجستير) - قسم الهندسة الإنشائية - كلية الهندسة المدنية - جامعة دمشق - سورية

Study in the effect of the horizontal diaphragms on action of the structural systems (slab and columns without beams) for high-rise reinforced concrete buildings

Dr. Eng. Abd Alhamed Kikhea 1

Eng. Tasneem Alwaz 2

Abstract

In the current design process for high-reinforced concrete buildings, the stiffness of the diaphragm in resisting Lateral Loads is neglected, and only the strength of the vertical elements is taken into account, and this assumption leads to inaccurate results. The diaphragm plays a role in resisting these loads, so it is necessary to include the stiffness of the diaphragm in its plane which will help understand the actual behavior of the building, as well as the stiffness of the building as a whole. This inclusion leads to a change in the values of Internal Stresses and Lateral Displacements, which are the most important criteria for Seismic Design of structures.

A framework system (slabs and columns without beams) was studied for a reinforced concrete building with 15 stories. The horizontal plan contains 7 openings in the longitudinal direction and two openings in the in the transverse direction. The slabs were modeled as rigid diaphragms. The research was based on comparison between two groups of models; where the thickness of slab was constant in all building floors in the First group of models, while in the Second group of models the thickness of the slab was increased in specific floors through the height of the building from the rest of the floors. The results of the models in terms of the Bending Moments in the structural elements, the Maximum Displacement for the last floor and the Base Shear were defined.

Keywords: Horizontal Diaphragms, Diaphragm Stiffness, Lateral Loads, Internal Stresses, Lateral Displacements.

1 Professor, Department of Structural Engineering, Faculty of Civil Engineering, Damascus University, Damascus, Syria.

2 Master student, Department of Structural Engineering, Faculty of Civil Engineering, Damascus University, Damascus, Syria.

1- مقدمة (Introduction):

1-1 الأغشية الأفقية (Diaphragms):

الغشاء هو عنصر إنشائي أفقي، يؤثر في عملية نقل وتوزيع الحملات الجانبية المطبقة على المنشأ للعناصر الشاقولية المقاومة للحملات الجانبية كقوى القص الطابقي وعزوم الفتل وغيرها.

ولهذا الأمر أهمية كبيرة في تحليل المنشآت المقاومة للقوى الأفقية كالزلازل، حيث يُفترض إلغاء ثلاث درجات من الحرية للكتلة المجمعة في منسوب كل طابق وكل عقدة يتم ربطها إلى الغشاء، ويُفترض أن تكون كل العقد المرتبطة بنفس الغشاء واقعة في نفس مستوي الطابق، أي تُعتبر البلاطة صلدة في مستويها ويكون لها انسحابان وفق المحورين X و Y، ودوران حول المحور Z (فتل).

1-2 سلوك الغشاء:

تؤثر مرونة الأغشية في توزيع الأحمال الجانبية للعناصر الشاقولية المقاومة للقوى الجانبية في المنشأ، ويتم تصنيف الأغشية حسب سلوكها ل:

- ❖ **أغشية صلبة (Rigid Diaphragms):** يتم توزيع الأحمال الجانبية إلى عناصر الجملة الإنشائية المقاومة للأحمال الجانبية بشكلٍ متناسب مع قساوة عناصر المنشأ، ويكون السهم الشاقولي في الغشاء صغيراً مقارنةً مع السهم في عناصر الجملة الإنشائية.
- ❖ **أغشية مرنة (Flexible Diaphragms):** يكون توزيع الأحمال الجانبية في الأغشية المرنة لعناصر الجملة الإنشائية المقاومة للأحمال الجانبية مستقلاً عن قساواتها، ويعتمد على مساحة التحميل التابعة لهذه العناصر، ويكون السهم في الغشاء كبيراً مقارنةً مع السهم في عناصر الجملة الإنشائية.
- ❖ **أغشية شبه صلبة (Semi Rigid Diaphragms):** في الحالات العامة لا يوجد غشاء قاسٍ كلياً أو مرناً كلياً وإنما يكون بين هاتين الحالتين، وهو الغشاء شبه الصلب، ويكون في هذه الحالة سهم الغشاء مساوياً تقريباً لسهم عناصر الجملة الإنشائية المقاومة للأحمال الجانبية.

2-الهدف من البحث:

إن إدخال قساوة الغشاء في مستويه يؤدي لتغيير في قساوة المبنى ككل وبالتالي يؤدي لتغيير في الإجهادات الداخلية والانتقالات الجانبية التي تُعد أهم معايير التصميم الزلزالي للمنشآت. سيتم دراسة تأثير قساوة الغشاء على عمل الجملة الإنشائية المدروسة (بلاطة وأعمدة بدون جوائز) وذلك من خلال تغيير سماكة البلاطة لجميع طوابق البناء, ومن ثم تغيير سماكة البلاطة في طوابق محددة عبر ارتفاع المبنى عن بقية الطوابق ومقارنة النتائج من حيث: عزوم الانعطاف في العناصر الإنشائية - الانتقال الأعظمي للطابق الأخير - القص القاعدي.

3-الدراسات المرجعية:

1-3 متطلبات تصميم الأغشية في بعض الكودات:

نستعرض فيما يلي ما ورد في بعض الكودات والتي تطرقت لموضوع نمذجة الغشاء وسلوكه على الأحمال الزلزالية:

1-1-3 اللجنة الأوروبية لتوحيد المقياس (Euro Code8) [1] أفاد أنه يمكننا اعتبار المبنى مؤلفاً من عدد من الجمل المقاومة للأحمال الشاقولية والجانبية، ترتبط ببعضها البعض من خلال الأغشية، ويمكننا اعتبار الأغشية الطابقية في المبنى صلبة في مستويها، ويمكننا عندئذٍ تجميع الكتل وعزوم العطالة لكل طابق في مركز الكتلة. حيث تُعتبر الأغشية صلبة إذا مُدجت مع أخذ تأثير قساوتها الفعلية في المستوي، ونتج عن ذلك انتقالات أفقية لا تزيد عن 10% عن تلك الناتجة عن افتراض الغشاء صلباً وذلك في حالة التصميم الزلزالي.

2-1-3 مجلس التقنية التطبيقية (ATC40) [2] نجد فيه بالنسبة للأغشية الخرسانية أن النموذج التحليلي للغشاء يجب أن يمثل خواص المقاومة والقساوة وطاقة التشوه عند تحميل الغشاء في مستويه. والنموذج التحليلي للأغشية يُمثلُ جزءاً أفقياً وحيد الفتحة أو مستمراً، ويستند الى العناصر الشاقولية المختلفة القساوات.

3-1-3 الجمعية الأمريكية للمهندسين المدنيين (ASCE7-02) [3] يفيد الكود أنّ التحليل الإنشائي يجب أن يأخذ في الحسبان المساواة النسبية للأغشية والعناصر الشاقولية في الجملة المقاومة لأحمال الزلازل، ما لم يكن الغشاء صلبًا أو مرئًا.

يمكننا عدّ الأغشية التي تتكون من ألواح خشبية أو بلاطات معدنية أغشية مرنة في المنشآت التي تكون عناصرها الشاقولية معدنية أو مختلطة، أما الأغشية الخرسانية أو المعدنية المملوءة بالخرسانة مع نسبة فتحة للعمق أصغر من $1/3$ أو تساويها والتي لا تحوي على عدم انتظام في المسقط، فيمكننا عدّها أغشية صلبة.

3-1-4 كود البناء الموحد (UBC 1997) [4] يعتبر الغشاء مرئًا لأغراض توزيع القص الطابقي وعزم القتل عندما يكون الانتقال الجانبي الأعظمي للغشاء أكبر بمرتين من الانتقال الطابقي الوسطي للطابق المجاور.

ويعتبر الغشاء صلبًا إذا كان الانتقال الجانبي الأعظمي للغشاء أصغر تمامًا من ضعفي الانتقال الطابقي الوسطي للطابق المجاور.

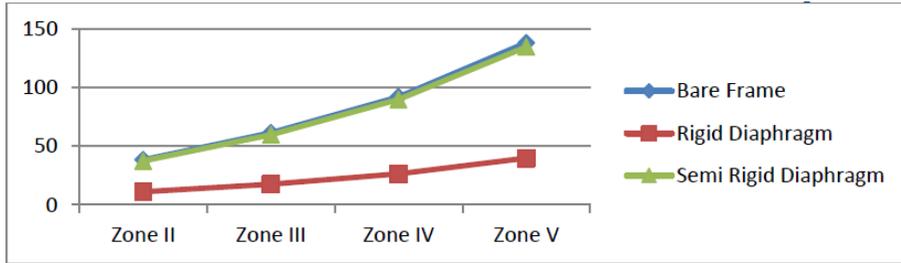
3-2 تجارب الباحثين وآرائهم:

معظم الدراسات والأبحاث السابقة ركزت على موضوع سلوك الغشاء تحت تأثير الأحمال الزلزالية، باختلاف الجمل الإنشائية، وعدد الطوابق، ونسبة الشكل للمبنى، ونستعرض فيما يلي أهمها:

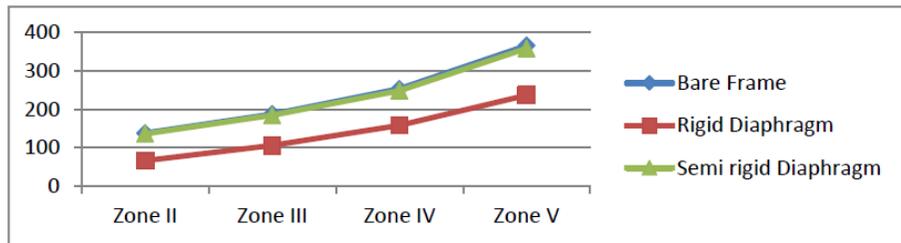
2-2-1 PRADEEP, Y., KHUSWAHA, S. S., 2016 [5] تمّ في هذه الدراسة تنفيذ التحليل الزلزالي لبناء إطارى مع أنواع مختلفة للغشاء (بناء إطارى بإهمال عمل الغشاء - بناء إطارى مع غشاء شبه صلب - بناء إطارى مع غشاء صلب)، حيث تم استخدام برنامج STAAD.Pro لتحليل هذه الأبنية المؤلفة من ثمانية طوابق بمسقط أفقى مربع الشكل يحتوي على أربع فتحات في كل اتجاه، وتمت الدراسة باعتبار الأبنية واقعة في كل من المناطق الزلزالية (II, III, IV and V) ومن أجل 13 تركيب للأحمال.

نبين فيما يلي بعض المخططات التحليلية لهذه الدراسة:

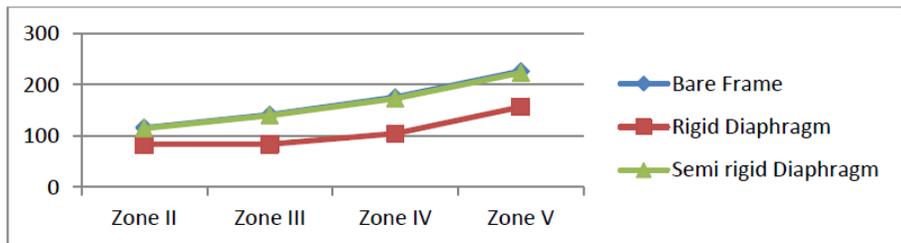
دراسة في تأثير الأغشية الأفقية على عمل الجمل الإنشائية (بلاطة وأعمدة بدون جوائز) في الأبنية الخرسانية المسلحة العالية



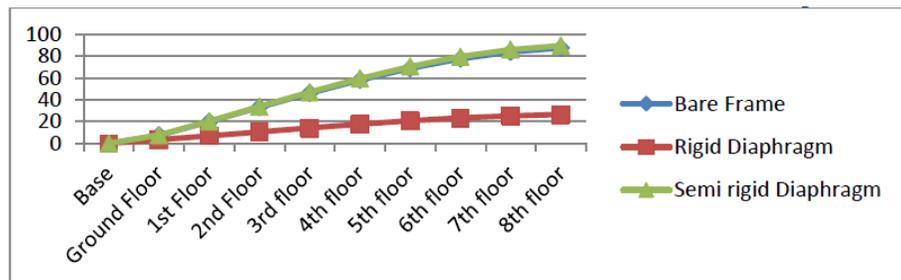
الشكل (1): الانتقال الأعظمي في الاتجاه X (mm).



الشكل (2): عزم الانعطاف الأعظمي مع اختلاف الغشاء (KN.m).



الشكل (3): قوة القص الأعظمية مع اختلاف الغشاء (KN).

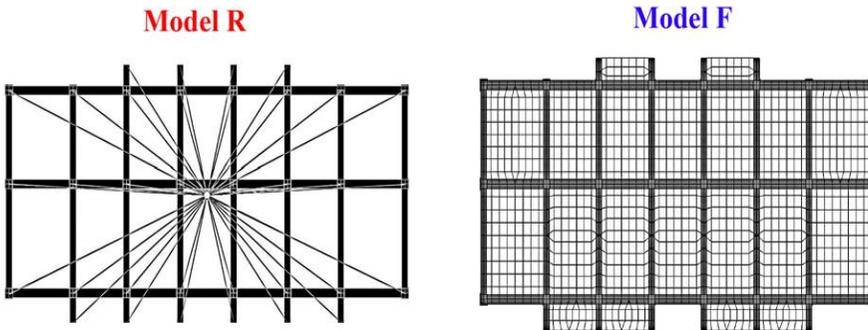


الشكل (4): الانتقال الطائفي الأعظمي في الاتجاه X واعتبار البناء واقع في المنطقة الزلزالية V (mm).

من خلال هذه الدراسة توصل الباحثين لـ:

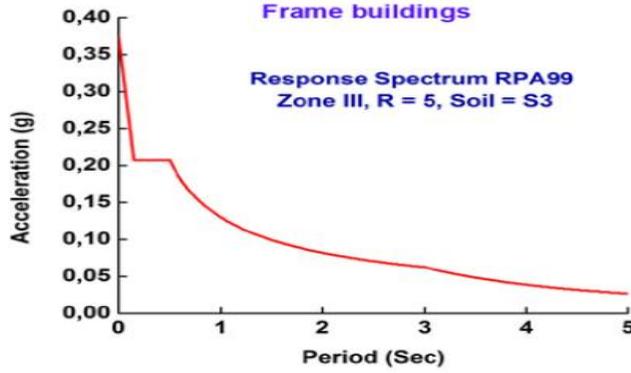
طبيعة المنشآت بإهمال عمل الأغشية والمنشآت بأغشية شبه صلبة متشابهة تقريباً. يخفض الغشاء الصلب العزوم وقوى القص والانتقالات الطابقية بالمقارنة مع الأغشية الأخرى، حيث يخفض الانتقال بمقدار ثلاث مرات والعزم بمقدار مرتين وقوة القص بمقدار مرة ونصف تقريباً من أجل المنطقة الزلزالية II. الغشاء الصلب أكثر فعالية واقتصادي إنشائياً، حيث يساعد في تخفيض مقاطع عناصر الإطار ومساحات التسليح.

2-2-2 KEHILA, F., ZERZOUR, A., REMKI, M., 2012 [6] أجرى الباحثون دراسة لجملة إطارية لبناء خرساني مسلح بعدد طوابق مختلف (5-10-15) طابق، المسقط الأفقي يحتوي على سبع فتحات في الاتجاه الطولي وفتحتين في الاتجاه العرضي، سماكة البلاطات 20cm، وأبعاد الجوائز 35cm*45cm، أبعاد الأعمدة للنموذج المكون من خمسة طوابق هي 45cm*45cm للطوابق الثلاثة الأولى و35cm*45cm للطابق الرابع والخامس، وللنموذج المكون من عشر طوابق هي 60cm*60cm للطوابق الثلاثة الأولى و50cm*50cm للطابق الرابع حتى الطابق السابع و40cm*40cm لباقي الطوابق، وللنموذج المكون من خمسة عشر طابق هي 70cm*70cm للطوابق الأربعة الأولى و60cm*60cm للطابق الخامس حتى الطابق الثامن و50cm*50cm للطابق التاسع حتى الطابق الثاني عشر و40cm*40cm لباقي الطوابق، وتم إجراء تحليل ستاتيكي مكافئ وتحليل طيف الاستجابة من أجل نموذجين للمنشأ: نموذج غشاء صلب (Rigid) R لم يتضمن قساوة الانعطاف، ونموذج غشاء مرن (Flexible) F من عنصر صفيحة لإدخال قساوة الانعطاف.



الشكل (5): الغشاء الصلب والمرن للبناء الإطار.

يبين الشكل طيف الاستجابة وفق كود الزلازل الجزائري (RPA 99 version 2003) [7] المستخدم في هذه الدراسة، وفُرض خلال التصميم أنّ البناء يقع في المنطقة الزلزالية III وصنف التربة S3 وعامل المطاوعة 5.



الشكل (6): مخطط طيف الاستجابة وفق الكود الجزائري (RPA 99 version 2003) [7].

يُظهر مخطط طيف الاستجابة أنه في الأدوار القصيرة يكون الاختلاف في الأدوار صغيراً بينما الاختلاف في التسارعات الطيفية يكون كبيراً، وذلك لأن ميل منحنى طيف الاستجابة يكون حاداً في هذه المنطقة.

وتوصل الباحثين من هذه الدراسة لما يلي:

النموذج الصلب R يملك دوراً طبيعياً أكبر، وبالتالي تسارع طيفي أقل بالمقارنة مع النموذج المرن F، لذلك فإنّ إهمال صلابة الانعطاف للبلاطة يؤدي إلى تخفيض الأحمال الزلزالية (القص القاعدي) المحسوبة من الكود، أي القص القاعدي في النموذج R أقل من النموذج F، لذلك للحصول على نتائج أكثر دقة لابدّ من إدخال صلابة الانعطاف الفعلية للبلاطة لتمثيل السلوك الفعلي للمبنى.

الجدول (1): القص القاعدي المحسوب من طيف الاستجابة (KN).

Model	Rigid	Flexible
5-Story	1352.27	1433.36
10-Story	1853.54	2210.52
15-Story	2452.85	3128.71

(تكون نسبة الاختلاف في قيمة القص القاعدي بين النموذجين الصلب والمرن 6% للنموذج 5 Stories و 19.3% للنموذج 10 Stories و 27.6% للنموذج 15 Stories).

برسم الانتقال الجانبي باستخدام التحليل الستاتيكي المكافئ للمنشأ، لاحظ الباحثون من المخططات أنّ تأثير البلاطة متشابه من أجل عدد الطوابق المختلفة، حيث انخفض الانتقال الجانبي عند إدخال صلابة الانعطاف في التحليل، وكان مقدار الانخفاض 13% فقط من أجل البناء المؤلف من 15 طابق. أدوار الاهتزاز الطبيعية كانت في جميع الحالات أقصر عند إدخال صلابة الانعطاف للبلاطة، الاختلاف في الأدوار الطبيعية كان أكثر أهمية في النمط الأول وهو النمط الأساسي في الاستجابة الزلزالية للمنشأ.

2-2-3 ELSA, T., JESSYMOL, G., DONY, P., 2017 [8] قاموا بنمذجة بناء مكثبي متناظر بأنواع مختلفة للبلاطة (معصبة - هوردي - مصمتة) ومن أجل عدد طوابق مختلف (4-7-10) ونسبة جانبية مختلفة لمسقط البناء (3-2-1)، وتم فرض البناء يقع في المنطقة الزلزالية الرابعة، والارتفاع الطابقي للطابق الأرضي والطابق المتكرر 3.5m، والأحمال الحية على بلاطة الطابق المتكرر مساوية لـ 3 KN/m² وللطابق الأخير مساوية لـ 1.5 KN/m²، درجة الخرسانة M25 والوزن الحجمي لها 25 KN/m³، ودرجة حديد التسليح Fe415، سماكة جدران القواطع 230mm، عامل تخفيض الاستجابة 3، وعامل الأهمية 1، أبعاد الجوائز 350mm*600mm، لتحديد سلوك الغشاء حسب المتغيرات، حيث تم نمذجة الغشاء بحالتين (صلبًا ومرنًا) وتم إجراء التحليل الستاتيكي والديناميكي الخطي، ومقارنة النتائج لجميع الحالات من حيث (الانتقال الجانبي والقص القاعدي).

حيث تمّ تقييم سلوك الغشاء حسب مؤشر المرونة R الذي وُضع من قبل الباحثين Ju و Lin عام (1999)، ويُحسب كالتالي:

$$R = (\Delta_{\text{صلب}} - \Delta_{\text{مرن}}) / \Delta_{\text{مرن}}$$

مرن Δ : الانتقال الجانبي الأعظمي للبلاطة باعتبار الغشاء مرّنًا.

صلب Δ : الانتقال الجانبي الأعظمي للبلاطة باعتبار الغشاء صلبًا.

تبعاً لقيم مؤشر المرونة يتم تصنيف سلوك الغشاء إلى:

غشاء صلب: $R \leq 0.25$, غشاء شبه صلب: $0.25 < R \leq 0.35$, غشاء شبه مرن:
 $0.35 < R \leq 0.45$, غشاء مرن: $R > 0.45$.

وكانت النتائج من هذه الدراسة:

نمط الزيادة في الانتقال الطابقي هو نفسه لكل من التحليلين الستاتيكي والديناميكي، لكن قيم الانتقال في التحليل الديناميكي تكون أكبر من القيم في التحليل الستاتيكي. يزداد الانتقال الطابقي مع ازدياد كل من عدد الطوابق، والنسبة الجانبية للبناء، وذلك لكل نوع للبلاطة. قيم الانتقال الطابقي من أجل جملة بلاطة مصممة هي أكبر من جملة بلاطة هوردي وأصغر من جملة بلاطة معصبة، لذلك يكون الأداء الزلزالي لجملة البلاطة الهوردي والمصممة أفضل من جملة البلاطة المعصبة. من أجل الحالات المدروسة لجملة بلاطة معصبة تتغير حالة الغشاء من صلبة إلى شبه مرنة مع زيادة عدد الطوابق وزيادة النسبة الجانبية، أما من أجل الحالات المدروسة لجملة بلاطة هوردي تتغير حالة الغشاء من صلبة إلى شبه صلبة فقط مع زيادة عدد الطوابق وزيادة النسبة الجانبية. القص القاعدي يزداد مع ازدياد كل من عدد الطوابق والنسبة الجانبية للبناء وذلك لكل نوع للبلاطة. وقيم القص القاعدي لجملة بلاطة معصبة أكبر من القيم لجملة بلاطة هوردي.

نلاحظ من الدراسات المرجعية السابقة أنّ دراسة تأثير الأغشية له دور كبير على عمل الجملة الإنشائية.

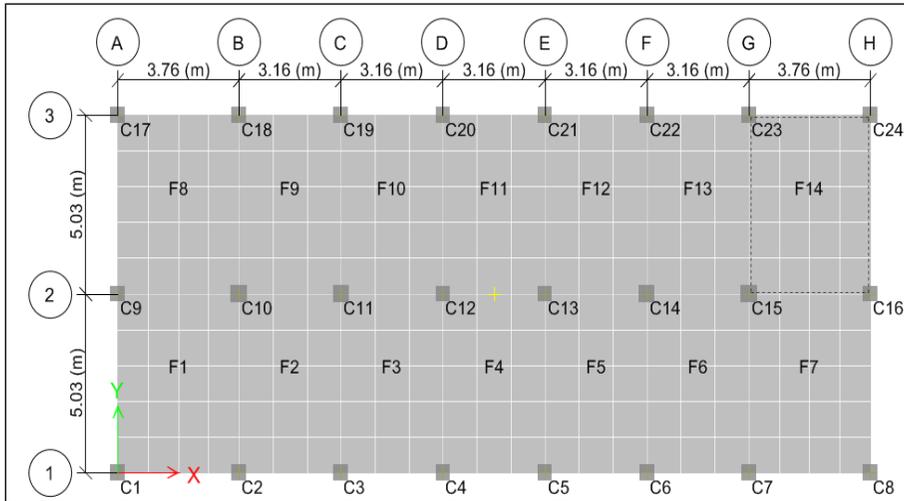
4- الدراسة التحليلية:

تمت نمذجة بناء خرساني مسلح مؤلف من 15 طابق بجملة إنشائية عبارة عن بلاطة وأعمدة بدون جوائز، المسقط الأفقي للبناء يحتوي على سبع فتحات في الاتجاه الطولي وفتحتين في الاتجاه العرضي، أبعاد المسقط $23.32\text{m} \times 10.06\text{m}$ ، والارتفاع الطائقي 3.06m ، تمت نمذجة البلاطات كأغشية صلبة فقط وفقاً لـ [3] (يمكن اعتبار الأغشية الخرسانية أو المعدنية المملوءة بالخرسانة مع نسبة فتحة للعمق أصغر من $1/3$ أو تساويها والتي لا تحوي على عدم انتظام في المسقط على أنها أغشية صلبة).

بتقسيم البعد الكبير للمسقط على البعد الصغير:

$$23.32/10.06=2.32 < 3$$

وبالتالي يمكن اعتبار الأغشية صلبة.



الشكل (7): المسقط الأفقي للنماذج المدروسة.

الجدول (2): أبعاد مقاطع عناصر المنشأ.

Floor	Column size (cm)	slab (cm)
1,2,3,4	70*70	Variable thickness
5,6,7,8	60*60	Variable thickness
9,10,11,12	50*50	Variable thickness
13,14,15	40*40	Variable thickness

الجدول (3): مواصفات المواد.

دراسة في تأثير الأغشية الأفقية على عمل الجمل الإنشائية (بلاطة وأعمدة بدون جوائز) في الأبنية
الخرسانية المسلحة العالية

معامل مرونة حديد التسليح	إجهاد الانقطاع لحديد التسليح	إجهاد السيلا ن لحديد التسليح	معامل مرونة الخرسانة	المقاومة المميزة الاسطوانية للخرسانة
Es	fu	fy	Ec	f'c
200000 mpa	440 mpa	400 mpa	31220 mpa	30 mpa

الجدول (4): الحمولات الشاقولية المطبقة.

الوزن الذاتي SW	محسوب ضمناً من الأوزان الحجمية لمادة الخرسانة المسلحة من برنامج ETABS
أحمال التغطية على البلاطات DL	2 KN/m ²
الأحمال الحية على البلاطات LL	3 KN/m ²

تبعاً للملحق (2) للكود العربي السوري الخاص بالزلازل [9]:

الجدول (5): معاملات القوى الزلزالية الأفقية.

الاتجاه	الطريقة	الكود المستخدم	المنطقة الزلزالية	معامل الموقع Z	صنف التربة	عامل المطاوعة R	عامل الأهمية I	اللامركزية الطارئة	Ct (hn in ft)
Ex,Ey	الستاتيكية المكافئة	UBC97	III	0.3	Sc	5	1	5%	0.03

$$Ca = 0.3 \quad \leftarrow \begin{cases} Z=0.3 \\ \text{صنف التربة Sc} \end{cases}$$

$$Cv = 0.4$$

العوامل الزلزالية Ca , Cv

النماذج المستخدمة بالدراسة:

المجموعة الأولى من النماذج:

تم دراسة تأثير قساوة الغشاء على الجملة الإنشائية عن طريق تغيير سماكة البلاطة في جميع طوابق البناء إلى سماكة ثابتة مساوية أحد السماكات التالية:

$$t = 12 , 14 , 16 , 20 , 25 \text{ cm}$$

المجموعة الثانية من النماذج:

تم فيها دراسة تأثير قساوة الغشاء من خلال تكبير سماكة البلاطة في طوابق محددة عبر ارتفاع البناء عن سماكتها في بقية الطوابق, حيث تم دراسة الحالات الثمانية التالية للنماذج:

- بدايةً تم تكبير سماكة البلاطة في الحالات الأربعة الأولى في الطوابق الخمسة الأولى عن سماكتها في الطوابق الأعلى:

الجدول (6): الحالات الأربعة الأولى لنماذج المجموعة الثانية.

سماكة البلاطة t	النموذج
mm	
ST1-5 : t=140 , ST6-15 : t=120	N1 1
ST1-5 : t=160 , ST6-15 : t=140	N2 1
ST1-5 : t=200 , ST6-15 : t=160	N3 1
ST1-5 : t=250 , ST6-15 : t=200	N4 1

- ثم تم تكبير السماكة في الحالات الأربعة الثانية في الطوابق العشرة الأولى عن سماكتها في الطوابق الأعلى:

الجدول (7): الحالات الأربعة الثانية لنماذج المجموعة الثانية.

سماكة البلاطة t	النموذج
mm	
ST1-10 : t=140 , ST11-15 : t=120	N1 2
ST1-10 : t=160 , ST11-15 : t=140	N2 2
ST1-10 : t=200 , ST11-15 : t=160	N3 2
ST1-10 : t=250 , ST11-15 : t=200	N4 2

عزم الانعطاف في العمود المدروس:

تم دراسة قيم عزم الانعطاف حول المحور المحلي 3 للعمود C23 في نماذج المجموعتين حيث أنّ القيم الأعظمية للعزم كانت لهذا العمود, (العمود مبين في المسقط الأفقي للبناء).

تم أخذ قيم عزوم الانعطاف M3 عند بداية العمود المدروس في كل طابق, وذلك من أجل تركيب الحمل الزلزالي المتحكم بالضغط (-EXA):

$$EXA- = 1.5 SW + 1.5 DL + 0.55 LL - 1.43 EXA$$

EXA: القوة الزلزالية باتجاه المحور X مع لامركزية طارئة 5% بالاتجاه الموجب للمحور Y.

الجدول(8): عزوم الانعطاف M3 في العمود C23 للمجموعة الأولى من النماذج.

SS25	SS20	SS16	SS14	SS12	الطابق
------	------	------	------	------	--------

دراسة في تأثير الأغشية الأفقية على عمل الجمل الإنشائية (بلاطة وأعمدة بدون جوانز) في الأبنية الخرسانية المسلحة العالية

M3	M3	M3	M3	M3	
kN.m	kN.m	kN.m	kN.m	KN.m	
-905.32	-1049.65	-1203.49	-1295.86	-1399.35	Story 1
-648.57	-799.55	-963.55	-1062.86	-1174.69	Story 2
-463.25	-599.38	-756.93	-855.62	-968.98	Story 3
-328.52	-439.42	-580.39	-673.21	-783.03	Story 4
-233.54	-313.61	-431.06	-514.01	-616.17	Story 5
-162.89	-214.89	-306.78	-377.4	-468.73	Story 6
-119.17	-145.58	-210.37	-266.47	-343.93	Story 7
-88.63	-94.52	-134.32	-175.82	-238.47	Story 8
-77.15	-65.17	-80.89	-107.4	-154.07	Story 9
-57.65	-36.42	-35.78	-50.56	-83.58	Story 10
-45.22	-19.38	-7.09	-12.15	-32.7	Story 11
-36.33	-10.49	11.11	13.08	2.65	Story 12
-34.54	-7.9	12.68	20.2	18.71	Story 13
-23.16	-2.18	16.4	22.03	24.44	Story 14
-10.4	3.22	18.05	26.09	28.12	Story 15

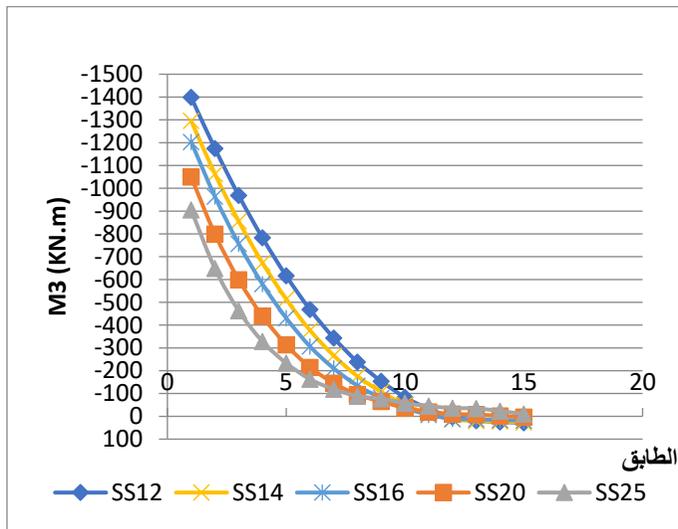
الجدول(9): عزوم الانعطاف M3 في العمود C23 في الحالات الأربعة الأولى للمجموعة الثانية من النماذج.

N4 1	N3 1	N2 1	N1 1	SS12	الطابق
M3	M3	M3	M3	M3	
kN.m	kN.m	kN.m	kN.m	KN.m	
-871.42	-1047.97	-1223.21	-1333.52	-1399.35	Story 1
-639.63	-820.49	-995.1	-1112.47	-1174.69	Story 2
-479.56	-645.01	-801.61	-918.47	-968.98	Story 3
-374.43	-513.98	-640.11	-751.06	-783.03	Story 4
-316.27	-422.58	-507.99	-608.72	-616.17	Story 5
-310.49	-376.7	-407.72	-494.67	-468.73	Story 6
-218.13	-268.74	-292.9	-367.41	-343.93	Story 7
-140.15	-174.6	-194.83	-255.96	-238.47	Story 8
-92.83	-108.41	-121.08	-167.26	-154.07	Story 9
-52.89	-54.09	-60.11	-93.17	-83.58	Story 10
-28.97	-18.87	-18.58	-39.42	-32.7	Story 11
-13.22	3.96	8.99	-1.8	2.65	Story 12
-13.18	8.86	17.89	16.05	18.71	Story 13
-3.38	16.25	24.94	26.74	24.44	Story 14
2.87	15.83	21.64	23.93	28.12	Story 15

الجدول(10): عزوم الانعطاف M3 في العمود C23 في الحالات الأربعة الثانية للمجموعة الثانية من النماذج.

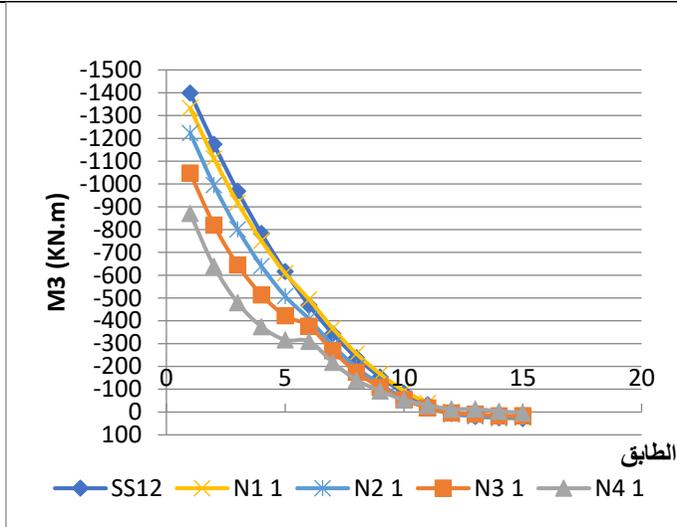
N4 2	N3 2	N2 2	N1 2	SS12	الطابق
M3	M3	M3	M3	M3	
kN.m	kN.m	kN.m	kN.m	KN.m	
-868.39	-1013.19	-1185.22	-1281.62	-1399.35	Story 1
-621.58	-772.07	-950.25	-1053.85	-1174.69	Story 2
-443.24	-579.23	-748.2	-851.67	-968.98	Story 3
-313.75	-425.64	-576.04	-674.33	-783.03	Story 4
-222.79	-305.63	-431.08	-520.35	-616.17	Story 5
-155.93	-212.93	-311.58	-389.57	-468.73	Story 6
-115.98	-150.24	-220.58	-285.3	-343.93	Story 7
-90.66	-107.54	-150.99	-202.45	-238.47	Story 8
-87	-89.45	-105.66	-143.53	-154.07	Story 9
-84.71	-80.02	-72.31	-99.58	-83.58	Story 10
-110.71	-98.68	-62.5	-80.6	-32.7	Story 11
-63.42	-51.7	-23.54	-34.16	2.65	Story 12
-35.14	-20.84	-1.04	-4.23	18.71	Story 13
-13.61	0.09	13.93	14.25	24.44	Story 14
-1.17	8.64	16.48	17.83	28.12	Story 15

تم تمثيل الجداول السابقة بالمنحنيات البيانية التالية:

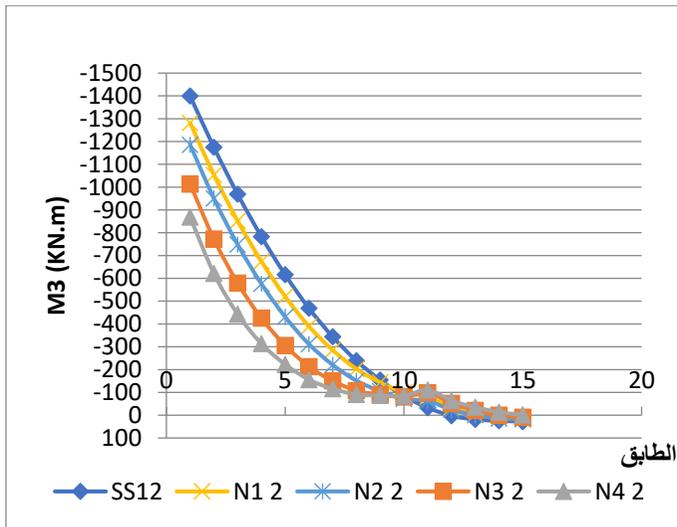


الشكل (8): العزم M3 عند بداية العمود C23 في كل طابق في المجموعة الأولى من النماذج.

دراسة في تأثير الأغشية الأفقية على عمل الجمل الإنشائية (بلاطة وأعمدة بدون جوانز) في الأبنية
الخرسانية المسلحة العالية



الشكل (9): العزم M3 عند بداية العمود C23 في كل طابق في الحالات الأربعة الأولى للمجموعة الثانية من النماذج.



الشكل (10): العزم M3 عند بداية العمود C23 في كل طابق في الحالات الأربعة الثانية للمجموعة الثانية من النماذج.

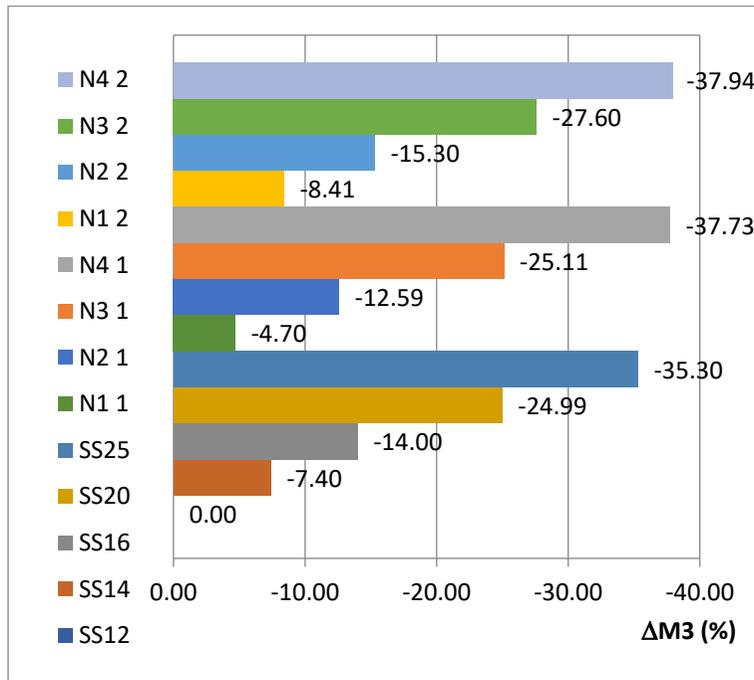
نلاحظ من الجداول والمخططات البيانية السابقة أنّ قيم العزم M3 في العمود المدروس تكون أكبر في الطابق الأول وتتناقص في الطوابق الأعلى, كما نلاحظ أنّ قيم العزوم هذه تتخفف مع زيادة سماكة البلاطة في نماذج المجموعة الأولى ومع زيادة سماكة البلاطة وزيادة عدد الطوابق التي يتم فيها تكبير سماكة البلاطة عن بقية الطوابق العلوية لنماذج المجموعة الثانية.

وتمت مقارنة قيم عزم الانعطاف M3 في الطابق الأول للعمود المدروس لجميع النماذج في المجموعتين مع الحالة SS12 (تبعاً للكود السوري [10] وحسب أبعاد البلاطة وشروط استنادها يكفي أن تكون سماكة البلاطة 12 cm), وتم توضيح ذلك في الجدول التالي:

الجدول(11): النسبة المئوية لتغير العزم في العمود عن الحالة SS12.

SS25	SS20	SS16	SS14	SS12	ΔM3 (%)
-35.30	-24.99	-14.00	-7.40	0.00	
N4 1	N3 1	N2 1	N1 1	SS12	
-37.73	-25.11	-12.59	-4.70	0.00	
N4 2	N3 2	N2 2	N1 2	SS12	
-37.94	-27.60	-15.30	-8.41	0.00	

ΔM3: النسبة المئوية لتغير العزم في الطابق الأول في العمود المدروس عن قيمته في الحالة SS12 (%).



الشكل(11): النسبة المئوية لتغير العزم في العمود عن الحالة SS12.

دراسة في تأثير الأغشية الأفقية على عمل الجمل الإنشائية (بلاطة وأعمدة بدون جوائز) في الأبنية الخرسانية المسلحة العالية

ينخفض العزم M3 في الطابق الأول للعمود المدروس في الحالة SS25 لنماذج المجموعة الأولى عن الحالة SS12 بنسبة تصل لـ 35.3%، بينما ينخفض في الحالة 2 N4 لنماذج المجموعة الثانية عن الحالة SS12 بالنسبة 37.94%

عزم الانعطاف في البلاطة المدروسة:

تم دراسة البلاطة F14 المبينة في المسقط الأفقي للنماذج، وتم تقسيم البلاطة وفق برنامج ETABS تبعاً لنظرية العناصر المحدودة إلى 4 بلاطات بالاتجاه X و 5 بلاطات بالاتجاه Y، وتم تقسيم البلاطة F14 إلى 20 عنصراً مساحياً، ولمقارنة قيم عزوم الانعطاف في البلاطة تم اعتماد قيم العزم M11 في العنصر المساحي الأول المجاور للعمود C15 للعقدة اليسارية السفلية للعنصر (حيث أن القيم الأعظمية للعزم كانت في البلاطة F14 وعند العقدة التي تم ذكرها)، وذلك من أجل تركيب الحمل الزلزالي المتحكم بالضغط (-EXA).

الجدول (12): عزوم الانعطاف M11 في العقدة المدروسة من البلاطة F14 للمجموعة الأولى من النماذج.

SS25	SS20	SS16	SS14	SS12	الطابق
t=250mm	t=200mm	t=160mm	t=140mm	t=120mm	
M11	M11	M11	M11	M11	
KN.m/m	KN.m/m	KN.m/m	KN.m/m	KN.m/m	
-209.994	-150.728	-109.491	-91.449	-75.39	Story 1
-299.374	-213.878	-151.306	-123.272	-98.117	Story 2
-355.211	-258.039	-182.929	-148.2	-116.509	Story 3
-385.756	-286.624	-205.673	-166.96	-130.929	Story 4
-410.957	-317.603	-234.211	-191.934	-151.15	Story 5
-418.021	-333.438	-252.209	-208.929	-165.827	Story 6
-412.861	-338.151	-261.828	-219.335	-175.76	Story 7
-398.492	-334.273	-264.644	-224.238	-181.622	Story 8
-366.267	-317.95	-261.361	-226.252	-187.27	Story 9
-335.571	-298.234	-252.661	-222.87	-188.217	Story 10
-303.885	-275.939	-240.254	-215.675	-185.687	Story 11
-271.125	-252.239	-225.68	-206.076	-180.783	Story 12
-215.012	-206.396	-193.753	-183.115	-167.172	Story 13
-171.387	-171.131	-168.546	-164.38	-155.352	Story 14
-125.377	-136.662	-145.393	-147.373	-144.399	Story 15

الجدول (13): عزوم الانعطاف M11 في العقدة المدروسة من البلاطة F14 في الحالات الأربعة الأولى للمجموعة الثانية من النماذج.

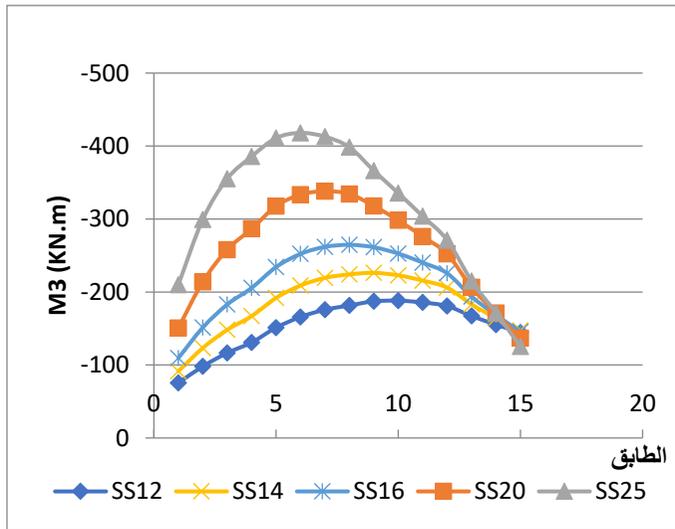
N4 1	N3 1	N2 1	N1 1	SS12	الطابق
M3	M3	M3	M3	M3	
KN.m/m	KN.m/m	KN.m/m	KN.m/m	KN.m/m	
-206.403	-151.917	-110.889	-93.025	-75.39	Story 1
-296.95	-218.504	-154.71	-126.834	-98.117	Story 2
-358.831	-268.582	-189.015	-154.208	-116.509	Story 3
-401.495	-306.115	-215.248	-175.951	-130.929	Story 4
-461.192	-359.53	-251.76	-207.451	-151.15	Story 5
-298.446	-233.159	-202.455	-161.847	-165.827	Story 6
-314.604	-247.573	-214.317	-172.593	-175.76	Story 7
-318.634	-254.036	-220.376	-179.125	-181.622	Story 8
-311.456	-255.618	-224.022	-185.764	-187.27	Story 9
-296.829	-250.037	-221.745	-187.417	-188.217	Story 10
-277.211	-239.538	-215.267	-185.363	-185.687	Story 11
-254.706	-226.023	-206.092	-180.759	-180.783	Story 12
-209.595	-195.197	-183.631	-167.536	-167.172	Story 13
-174.187	-170.309	-165.08	-155.88	-155.352	Story 14
-138.988	-146.978	-148.047	-144.934	-144.399	Story 15

الجدول (14): عزوم الانعطاف M11 في العقدة المدروسة من البلاطة F14 في الحالات الأربعة الثانية للمجموعة الثانية من النماذج.

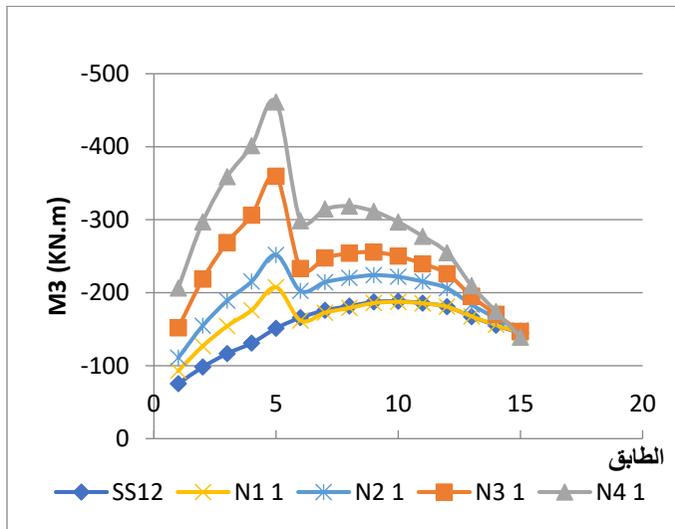
N4 2	N3 2	N2 2	N1 2	SS12	الطابق
M3	M3	M3	M3	M3	
KN.m/m	KN.m/m	KN.m/m	KN.m/m	KN.m/m	
-204.268	-147.697	-108.718	-91.076	-75.39	Story 1
-289.755	-208.683	-150.01	-122.702	-98.117	Story 2
-343.009	-251.402	-181.343	-147.609	-116.509	Story 3
-372.016	-279.195	-204.027	-166.526	-130.929	Story 4
-395.904	-309.81	-232.876	-192.128	-151.15	Story 5
-402.872	-326.369	-251.644	-210.13	-165.827	Story 6
-399.064	-333.088	-262.568	-221.984	-175.76	Story 7
-388.059	-332.817	-267.316	-228.843	-181.622	Story 8
-369.227	-328.544	-269.703	-236.213	-187.27	Story 9
-363.622	-327.855	-268.888	-239.833	-188.217	Story 10
-227.149	-198.256	-194.757	-168.234	-185.687	Story 11
-221.422	-194.606	-189.504	-166.104	-180.783	Story 12
-195.577	-177.648	-173.057	-156.979	-167.172	Story 13
-168.048	-159.611	-157.713	-147.646	-155.352	Story 14
-135.853	-139.433	-142.256	-137.899	-144.399	Story 15

تم تمثيل الجداول السابقة بالمنحنيات البيانية التالية:

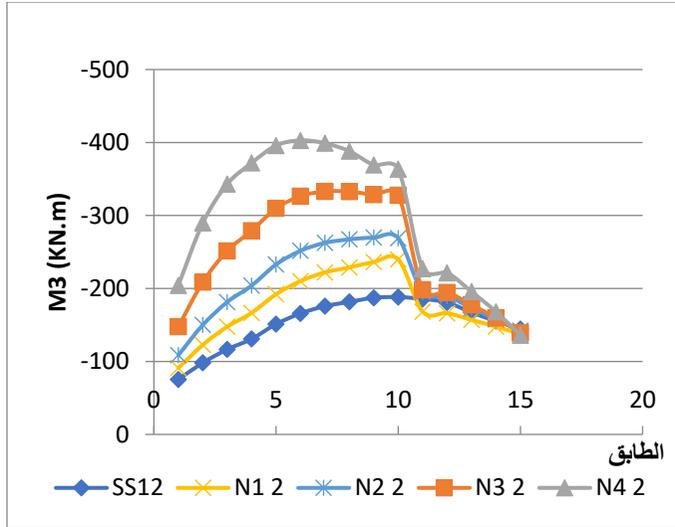
دراسة في تأثير الأغشية الأفقية على عمل الجمل الإنشائية (بلاطة وأعمدة بدون جوائز) في الأبنية
الخرسانية المسلحة العالية



الشكل (12): تغير العزم M11 في العقدة المدروسة من البلاطة F14 في جميع الطوابق في المجموعة الأولى من النماذج.



الشكل (13): تغير العزم M11 في العقدة المدروسة من البلاطة F14 في جميع الطوابق في الحالات الأربعة الأولى للمجموعة الثانية من النماذج.



الشكل (14): تغير العزم M11 في العقدة المدروسة من البلاطة F14 في جميع الطوابق في الحالات الأربعة الثانية للمجموعة الثانية من النماذج.

نلاحظ من الجداول والمخططات السابقة ازدياد قيمة عزم الانعطاف M11 في العقدة المدروسة من البلاطة F14 بازدياد سماكة البلاطات, كما نلاحظ اختلاف الطابق الذي يحوي على قيمة عزم الانعطاف الأعظمية بين النماذج للمجموعتين حيث تكون القيمة أعظمية في نماذج المجموعة الأولى في الطوابق الوسطية أي أن أكبر مساهمة للبلاطة تكون في هذه الطوابق, وتكون القيمة الأعظمية للعزم لنماذج المجموعة الثانية غالباً عند الطابق الذي يتم بعده تغيير سماكة البلاطة عن سماكتها في الطوابق السفلية أي أن أكبر مساهمة للبلاطة تكون غالباً في هذا الطابق, وينخفض العزم بشكل ملحوظ في الطابق الذي يليه, بينما تكون قيم العزم صغيرة ومقاربة في الطوابق العلوية لجميع نماذج المجموعتين أي أن زيادة قساوة البلاطة لا تؤثر بزيادة مساهمتها في الطوابق العلوية.

يعود الهبوط في منحنيات المجموعة الثانية نتيجة لتخفيض سماكة البلاطة في الطوابق العلوية عن سماكتها في الطوابق السفلية, بينما كانت المنحنيات للمجموعة الأولى مستمرة دون هبوط لأن سماكة البلاطة ثابتة في جميع طوابق البناء.

تمت مقارنة قيم عزم الانعطاف M11 في العقدة المدروسة من البلاطة في الطابق العاشر (الذي يحوي على أكبر قيمة للعزم في الحالة SS12) لجميع النماذج مع الحالة SS12:

دراسة في تأثير الأغشية الأفقية على عمل الجمل الإنشائية (بلاطة وأعمدة بدون جوانز) في الأبنية
الخرسانية المسلحة العالية

الجدول (15): النسبة المئوية لتغير العزم في البلاطة عن الحالة SS12.

SS25	SS20	SS16	SS14	SS12	ΔM11 (%)
78.29	58.45	34.24	18.41	0.00	
N4 1	N3 1	N2 1	N1 1	SS12	
57.71	32.85	17.81	-0.43	0.00	
N4 2	N3 2	N2 2	N1 2	SS12	
93.19	74.19	42.86	27.42	0.00	

ΔM11: النسبة المئوية لتغير العزم في البلاطة عن الحالة SS12 وذلك في الطابق العاشر (%).

يزداد العزم M11 في الطابق العاشر في العقدة المدروسة في الحالة SS25 في نماذج المجموعة الأولى عن الحالة SS12 بنسبة تصل لـ 78.29%، بينما يزداد في الحالة N4 2 لنماذج المجموعة الثانية عن الحالة SS12 بالنسبة 93.19%.

مجموع عزمي العمود والبلاطة:

نتيجة لتغير قيم العزوم الأعظمية في البلاطة بين الطوابق في الحالات المدروسة للنماذج وبتغية الوصول إلى معيار لمقارنة تخفيض العزوم في المنشأ، تم جمع قيم العزوم في العمود والبلاطة ذات القيم الأعظمية ومقارنة هذه القيمة لمجموع العزمين بين النماذج:

الجدول (16): مجموع عزمي العمود والبلاطة في المجموعة الأولى من النماذج.

SS25	SS20	SS16	SS14	SS12	الطابق
M3+M11	M3+M11	M3+M11	M3+M11	M3+M11	
-1115.31	-1200.38	-1312.98	-1387.31	-1474.74	Story 1
-947.944	-1013.43	-1114.86	-1186.13	-1272.81	Story 2
-818.461	-857.419	-939.859	-1003.82	-1085.49	Story 3
-714.276	-726.044	-786.063	-840.17	-913.959	Story 4
-644.497	-631.213	-665.271	-705.944	-767.32	Story 5
-580.911	-548.328	-558.989	-586.329	-634.557	Story 6
-532.031	-483.731	-472.198	-485.805	-519.69	Story 7
-487.122	-428.793	-398.964	-400.058	-420.092	Story 8
-443.417	-383.12	-342.251	-333.652	-341.34	Story 9
-393.221	-334.654	-288.441	-273.43	-271.797	Story 10
-349.105	-295.319	-247.344	-227.825	-218.387	Story 11
-307.455	-262.729	-214.57	-192.996	-178.133	Story 12
-249.552	-214.296	-181.073	-162.915	-148.462	Story 13
-194.547	-173.311	-152.146	-142.35	-130.912	Story 14
-135.777	-133.442	-127.343	-121.283	-116.279	Story 15

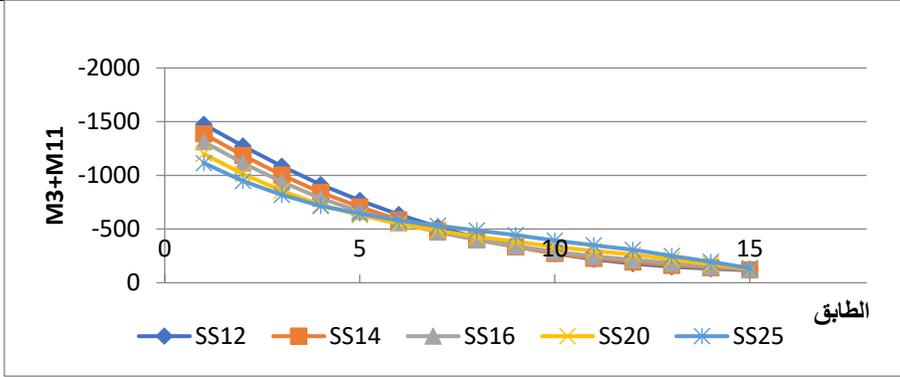
الجدول (17): مجموع عزمي العمود والبلاطة في الحالات الأربعة الأولى في المجموعة الثانية من النماذج.

N4 1	N3 1	N2 1	N1 1	SS12	الطابق
M3+M11	M3+M11	M3+M11	M3+M11	M3+M11	
-1077.82	-1199.89	-1334.1	-1426.55	-1474.74	Story 1
-936.58	-1038.99	-1149.81	-1239.3	-1272.81	Story 2
-838.391	-913.592	-990.625	-1072.68	-1085.49	Story 3
-775.925	-820.095	-855.358	-927.011	-913.959	Story 4
-777.462	-782.11	-759.75	-816.171	-767.32	Story 5
-608.936	-609.859	-610.175	-656.517	-634.557	Story 6
-532.734	-516.313	-507.217	-540.003	-519.69	Story 7
-458.784	-428.636	-415.206	-435.085	-420.092	Story 8
-404.286	-364.028	-345.102	-353.024	-341.34	Story 9
-349.719	-304.127	-281.855	-280.587	-271.797	Story 10
-306.181	-258.408	-233.847	-224.783	-218.387	Story 11
-267.926	-222.063	-197.102	-182.559	-178.133	Story 12
-222.775	-186.337	-165.741	-151.486	-148.462	Story 13
-177.567	-154.059	-140.14	-129.14	-130.912	Story 14
-136.118	-131.148	-126.407	-121.004	-116.279	Story 15

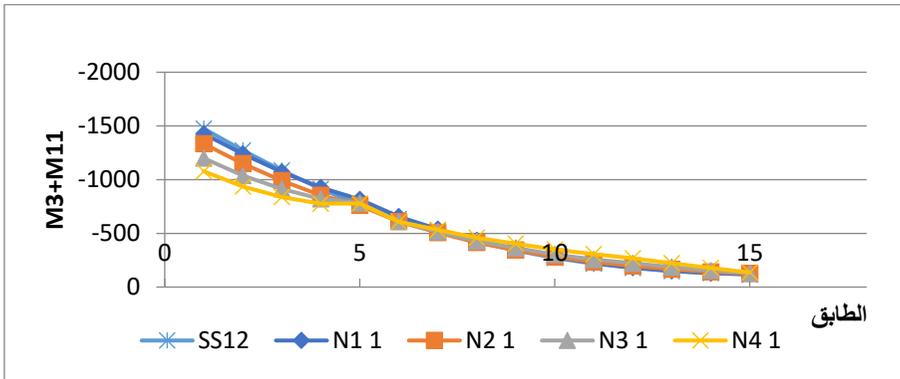
الجدول (18): مجموع عزمي العمود والبلاطة في الحالات الأربعة الثانية في المجموعة الثانية من النماذج.

N4 2	N3 2	N2 2	N1 2	SS12	الطابق
M3+M11	M3+M11	M3+M11	M3+M11	M3+M11	
-1072.66	-1160.89	-1293.94	-1372.7	-1474.74	Story 1
-911.335	-980.753	-1100.26	-1176.55	-1272.81	Story 2
-786.249	-830.632	-929.543	-999.279	-1085.49	Story 3
-685.766	-704.835	-780.067	-840.856	-913.959	Story 4
-618.694	-615.44	-663.956	-712.478	-767.32	Story 5
-558.802	-539.299	-563.224	-599.7	-634.557	Story 6
-515.044	-483.328	-483.148	-507.284	-519.69	Story 7
-478.719	-440.357	-418.306	-431.293	-420.092	Story 8
-456.227	-417.994	-375.363	-379.743	-341.34	Story 9
-448.332	-407.875	-341.198	-339.413	-271.797	Story 10
-337.859	-296.936	-257.257	-248.834	-218.387	Story 11
-284.842	-246.306	-213.044	-200.264	-178.133	Story 12
-230.717	-198.488	-174.097	-161.209	-148.462	Story 13
-181.658	-159.521	-143.783	-133.396	-130.912	Story 14
-137.023	-130.793	-125.776	-120.069	-116.279	Story 15

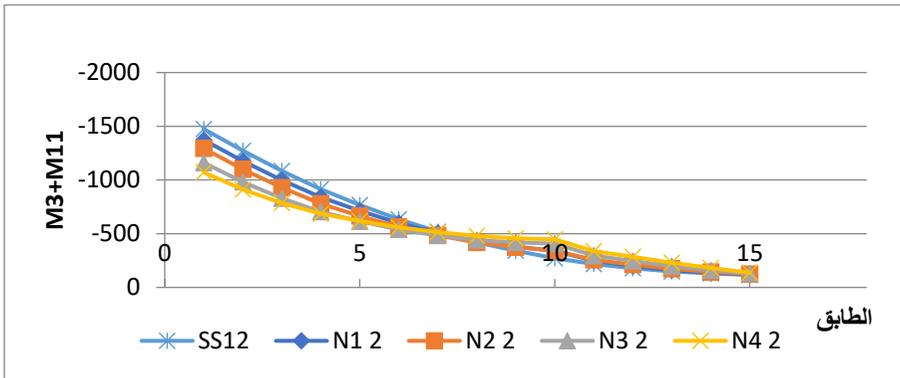
دراسة في تأثير الأغشية الأفقية على عمل الجمل الإنشائية (بلاطة وأعمدة بدون جوانز) في الأبنية الخرسانية المسلحة العالية



الشكل (15): مجموع عزمي العمود والبلاطة في المجموعة الأولى من النماذج.



الشكل (16): مجموع عزمي العمود والبلاطة في الحالة SS12 والحالات الأربعة الأولى في المجموعة الثانية من النماذج.



الشكل (17): مجموع عزمي العمود والبلاطة في الحالة SS12 والحالات الأربعة الثانية في المجموعة الثانية من النماذج.

الجدول (19): النسبة المتوقعة لتغير مجموع عزمي العمود والبلاطة عن الحالة SS12.

SS25	SS20	SS16	SS14	SS12	($\Delta M3 + \Delta M11$)

-24.37	-18.60	-10.97	-5.93	0.00	(%)
N4 1	N3 1	N2 1	N1 1	SS12	
-26.91	-18.64	-9.54	-3.27	0.00	
N4 2	N3 2	N2 2	N1 2	SS12	
-27.26	-21.28	-12.26	-6.92	0.00	

$\Delta M3 + \Delta M11$: النسبة المئوية لتغير مجموع عزمي العمود والبلاطة المدروسين في الطابق الأول لجميع النماذج عن الحالة SS12 (%).

نلاحظ أن القيمة الأعظمية لمجموع عزمي العمود والبلاطة تكون في الطابق الأول وأقل قيمة لمجموع العزمين من أجل نماذج المجموعة الأولى هي الحالة SS25 حيث ينخفض مجموع العزمين عن الحالة SS12 بنسبة مساوية إلى 24.37% ونماذج المجموعة الثانية هي الحالة N4 2 حيث ينخفض مجموع العزمين بالنسبة 27.26%.

الانتقال الأعظمي للطابق الأخير :

تم إيجاد قيم الانتقال الأعظمي للطابق الأخير في الاتجاه Y لجميع الحالات المدروسة للنماذج من أجل تركيب الحمل -EYA (الذي يعطي أكبر قيم للانتقال) ومقارنتها مع القيم للنموذج SS12:

الجدول (20): الانتقال الأعظمي للطابق الأخير للمجموعة الأولى من النماذج.

SS25	SS20	SS16	SS14	SS12	النموذج
575.30	833.60	1185.40	1442.50	1777.1	δy_{15max} (mm)
-67.63	-53.09	-33.30	-18.83	0.00	$\Delta \delta y_{15max}$ (%)

الجدول (21): الانتقال الأعظمي للطابق الأخير للحالات الأربعة الأولى للمجموعة الثانية من النماذج.

N4 1	N3 1	N2 1	N1 1	SS12	النموذج
772.7	1127.1	1415.20	1752.6	1777.1	δy_{15max} (mm)
-56.52	-36.58	-20.36	-1.38	0.00	$\Delta \delta y_{15max}$ (%)

الجدول (22): الانتقال الأعظمي للطابق الأخير للحالات الأربعة الثانية للمجموعة الثانية من النماذج.

N4 2	N3 2	N2 2	N1 2	SS12	النموذج
627.5	927.2	1276.2	1580.2	1777.1	δy_{15max} (mm)
-64.69	-47.83	-28.19	-11.08	0.00	$\Delta \delta y_{15max}$ (%)

دراسة في تأثير الأغشية الأفقية على عمل الجمل الإنشائية (بلاطة وأعمدة بدون جوانز) في الأبنية
الخرسانية المسلحة العالية

نلاحظ من الجداول السابقة أنّ الانتقال الأعظمي بالاتجاه Y للطابق الأخير يتناقص بازدياد سماكة البلاطة في نماذج المجموعة الأولى حيث ينخفض من أجل الحالة SS25 عن الحالة SS12 بنسبة تصل إلى 67.63%, كما ينخفض الانتقال الطائقي الأعظمي في الاتجاه Y للطابق الأخير في جميع الحالات لنماذج المجموعة الثانية مع زيادة سماكة البلاطات وزيادة عدد الطوابق التي يتم تكبير سماكة البلاطة فيها عن بقية الطوابق, ويكون مقدار الانخفاض من أجل الحالة N4 2 بالمقارنة مع الحالة SS12 مساوياً إلى 64.69%.

القص القاعدي :

تم إيجاد قيم القص القاعدي لنماذج المجموعتين ومقارنة القيم مع الحالة SS12:

الجدول (23): القص القاعدي للمجموعة الأولى من النماذج.

النموذج	SS12	SS14	SS16	SS20	SS25
V (KN)	1301.26	1388.97	1476.68	1652.09	1871.36
ΔV %	0.00	6.74	13.48	26.96	43.81

الجدول (24): القص القاعدي في الحالات الأربعة الأولى للمجموعة الثانية من النماذج.

النموذج	SS12	N1 1	N2 1	N3 1	N4 1
V (KN)	1301.26	1330.5	1418.21	1535.15	1725.18
ΔV %	0.00	2.25	8.99	17.97	32.58

الجدول (25): القص القاعدي في الحالات الأربعة الثانية للمجموعة الثانية من النماذج.

النموذج	SS12	N1 2	N2 2	N3 2	N4 2
V (KN)	1301.26	1359.74	1447.44	1593.62	1798.27
ΔV %	0.00	4.49	11.23	22.47	38.19

من الطبيعي أنه عند زيادة سماكة البلاطة يزداد القص القاعدي نتيجة زيادة الوزن للبناء, حيث يزداد القص القاعدي في الحالة SS25 مقارنةً مع الحالة SS12 بالنسبة 43.81% وللحالة N4 2 عن الحالة SS12 بالنسبة 38.19%.

- 1- إنَّ القيم الأعظمية للعزم M3 في العمود المدروس تكون في الطابق الأول وتتناقص في الطوابق الأعلى، وتنخفض هذه القيم مع زيادة سماكة البلاطة وزيادة عدد الطوابق التي يتم فيها تكبير سماكة البلاطة عن بقية الطوابق العلوية، حيث ينخفض في الحالة SS25 من نماذج المجموعة الأولى عن الحالة SS12 بنسبة تصل إلى 35.3%، بينما ينخفض في الحالة 2 N4 لنماذج المجموعة الثانية عن الحالة SS12 بالنسبة 37.94%.
- 2- تزداد قيمة عزم الانعطاف M11 في العقدة المدروسة من البلاطة F14 بازدياد سماكة البلاطات، ويختلف الطابق الذي يحوي على قيمة عزم الانعطاف الأعظمية بين النماذج للمجموعتين.
- 3- إنَّ القيمة الأعظمية لمجموع عزمي العمود والبلاطة تكون في الطابق الأول، وأقل قيمة لمجموع العزمين لنماذج المجموعة الأولى تكون في الحالة SS25 التي تنخفض القيمة فيها عن الحالة SS12 بنسبة مساوية إلى 24.37%، ولنماذج المجموعة الثانية هي الحالة 2 N4 حيث تنخفض القيمة عن الحالة SS12 بالنسبة 27.26%.
- 4- ينخفض الانتقال الأعظمي بالاتجاه Y للطابق الأخير مع زيادة سماكة البلاطات وزيادة عدد الطوابق التي يتم تكبير سماكة البلاطة فيها عن بقية الطوابق، حيث ينخفض من أجل الحالة SS25 عن الحالة SS12 بنسبة تصل إلى 67.63%، ويكون مقدار الانخفاض من أجل الحالة 2 N4 بالمقارنة مع الحالة SS12 مساوياً إلى 64.69%.
- 5- يزداد القص القاعدي في الحالة SS25 مقارنةً مع الحالة SS12 بالنسبة 43.81% وللحالة 2 N4 عن الحالة SS12 بالنسبة 38.19%.

6-المراجع:

- 1) Eurocode 8, 2004- Design of structures for earthquake resistance, European Committee for Standardization, Part 1, Brussels , 229p.
- 2) ATC 40, 1996 - Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings, Applied Technology Council, Vol. 1, California, 334p.
- 3) ASCE-7-02, 2002 - Seismic Rehabilitation of Existing Buildings, American Society of Civil Engineers, USA, 404p.
- 4) Uniform Building Code, 1997 - Structural Engineering Provisions, International Conference of Building Officials, Whittier, California, 431p.
- 5) PRADEEP, Y., KHUSWAHA, S. S., 2016 - Influence of floor diaphragm building while considering seismic forces, **International journal of engineering sciences & research technology**, 5(6) , 178-191.
- 6) KEHILA, F., ZERZOUR, A., REMKI, M., 2012 - Structural Analyses with Flexibility Effect of The Floor Slabs. **15 WCEE LISBOA**, Vol. 2, 1223-1230.
- 7) RPA 99, 2003 - Algerian Earthquake Resistant Regulations, Ministry of Housing and Town Planning, Algeria, 156p.
- 8) ELSA, T., JESSYMOL, G., DONY, P., 2017 - Assessment of the Diaphragm Condition For The Floor Systems, **International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)**, 4(6), 836- 843.
- 9) Appendix (2) of the Syrian Arab Code, 2013 - Design and Realization of Earthquake-Resistant Buildings and Facilities, Engineers Syndicate Publications, No. 2, Damascus, 271p.
- 10) The Syrian Arab Code, 2012 - Design and implementation of reinforced concrete structures, Engineers Syndicate Publications, No. 4, Damascus, 404p.

الرموز المستخدمة:

Ca معامل زلزالي يؤخذ من الملحق الثاني للكود العربي السوري الجدول (3-9).

Cv معامل زلزالي يؤخذ من الملحق الثاني للكود العربي السوري الجدول (3-10).

f_c المقاومة المميزة للخرسانة على الضغط.

f_y إجهاد السيلان لحديد التسليح.

f_u إجهاد الانقطاع لحديد التسليح.

E_c معامل مرونة الخرسانة.

E_s معامل مرونة حديد التسليح.

C_t معامل لحساب الدور الأساسي التقريبي تبعاً لنوع الجملة الإنشائية.

I عامل الأهمية.

R عامل تخفيض الاستجابة (عامل المطاوعة).

Z معامل الموقع.

E_x القوة الزلزالية بالاتجاه X.

E_y القوة الزلزالية بالاتجاه Y.

ST الطابق (اختصار Story).

SS12,SS14,...,SS25 نماذج البناء ذات سماكة بلاطة ثابتة في جميع الطوابق مساوية

t=12,14,...,25 cm

N_i حالات نماذج البناء عند دراسة تكبير سماكة البلاطة في الطوابق السفلية عبر ارتفاع البناء

عن السماكة في الطوابق العلوية، حيث *i* هي الحالات الأربع لكل سماكتين متتاليتين من السماكات

المستخدمة في الدراسة من أجل الطوابق السفلية والعلوية للبناء و*j* هي الحالتان المستخدمتان لعدد

طوابق البناء التي تُكَبَّرُ سماكة البلاطة فيها عن السماكة التالية المستخدمة في الطوابق الأعلى منها

M3 عزم الانعطاف للعمود المدروس حول المحور المحلي 3 (حول المحور العام Y).

M11 عزم الانعطاف للبلاطة المدروسة حول المحور المحلي 1 (حول المحور العام X).

$\delta_{y\max}$ الانتقال الأعظمي بالاتجاه Y للطابق المدروس.

V القص القاعدي.

دراسة في تأثير الأغشية الأفقية على عمل الجمل الإنشائية (بلاطة وأعمدة بدون جوائز) في الأبنية
الخرسانية المسلحة العالية
