



الجمهورية العربية السورية

جامعة البعث

كلية الهندسة المدنية

قسم الهندسة الإنشائية

دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة الإنشائية بعنوان:

دراسة سلوك الجمل المختلطة ذات جدران القص غير المستمرة باستخدام تحليل
ستاتيكي لا خطي

**Studying the behavior of Wall-Frame Structures with
Curtailed Shear Walls using Non-linear Static Analysis
(Pushover analysis)**

إعداد المهندس:

حيدر الخضور

إشراف

الدكتور المهندس: إحسان الطرشة

أستاذ في قسم الهندسة الإنشائية – كلية الهندسة المدنية – جامعة البعث

1441 هـ – 2020 م

Syrian Arab Republic

Al Baath University

Faculty: Civil Engineering

Department: Structural Engineering



**A study submitted for Master Research in Structural
Engineering titled**

**Studying the behavior of Wall-Frame Structures with
Curtailed Shear Walls using Non-linear Static Analysis
(Pushover analysis)**

Prepared By

Eng. Hayder Al Khador

Supervised By

Professor: Ihssan Al Tarsha

**Professor in Structural Engineering – Faculty of Civil Engineering -
Al Baath University**

2020

كلمة شكر

أشكر الدكتور المهندس إحسان الطرشة لتكّرمه بالإشراف على هذا البحث، والذي لم يدّخر جهداً في إنجاحه، كما أشكر أعضاء لجنة الحكم الذين تفضلوا بتحكيم الأطروحة، وإغنائها بملاحظاتهم القيمة، فكلّ الشكر لكل من الدكتور المهندس عصام ملحم رئيس المركز السوري البيلاوسي المدرّس في جامعة البعث ، والدكتور المهندس منير الأطرش المدرّس في جامعة دمشق.

الملخص

يهدف هذا البحث إلى دراسة سلوك الجمل المختلطة ذات جدران القص غير المستمرة باستخدام تحليل ستاتيكيّ لاختي (طريقة الدّفع المُتتالي Pushover Analysis)، والمقارنة مع سلوك الجمل المختلطة بجدران قص على كامل الارتفاع، وتحديد المنسوب الأمثل لإيقاف الجدران القصية تبعاً لتقييم أداء المبنى عند التعرض للزلازل.

تم في هذا البحث دراسة أربع مجموعات من الجمل الإنشائية؛ حيث استخدم برنامج ETABS 2016 في تحليل جميع الجمل الإنشائية. وقد تمّ إيقاف جدران القص في هذه النماذج في مستويات معينة، ومقارنة النتائج مع النماذج بجدران قص على كامل الارتفاع وتحديد المنسوب الأمثل للإيقاف.

المجموعة **الأولى** جمل إنشائية بارتفاع 20 طابقاً ونسبة مساهمة الجدران في مقاومة القص القاعدي 63% والباقي تقاومه الإطارات، المجموعة **الثانية** جمل إنشائية بارتفاع 15 طابقاً ونسبة مساهمة الجدران في مقاومة القص القاعدي 68.7% والباقي تقاومه الإطارات، المجموعة **الثالثة** جمل إنشائية بارتفاع 10 طوابق، ونسبة مساهمة الجدران في مقاومة القص القاعدي 79.85% والباقي تقاومه الإطارات، المجموعة **الرابعة** جمل إنشائية بارتفاع 10 طوابق، ونسبة مساهمة الجدران في مقاومة القص القاعدي 88% والباقي تقاومه الإطارات.

نتيجة البحث: من المفيد إيقاف جدران القص بحيث تصل إلى 70% من كامل الارتفاع، مما ينعكس إيجابياً في تخفيض كلفة البناء وتطوير أدائه الزلزالي.

الكلمات المفتاحية: جدران قص غير مستمرة، جدران قص على كامل الارتفاع، جمل إنشائية مختلطة، تحليل الدفع المتتالي، الأداء الزلزالي.

Abstract

This research aims to Study the behavior of Wall-Frame Structures with Curtailed Shear Walls using Non-linear Static Analysis (Pushover Analysis).

Comparison with the behavior of Wall-Frame Structures with Shear walls at full height, and determine the optimum level of curtailment according to the evaluation of the performance of the building when exposed to earthquakes.

Four groups of structures have been studied using ETABS 2016. The shear walls were Curtailed in these models at certain levels and the results were compared with the models with full-height shear walls and determine the optimum level of curtailment.

The first group has a 20 floors and the participation ratio of the walls was 63% and the rest resist the frames, the second group has a 15 floors and the participation ratio of the walls was 68.7% and the rest resist the frames, the third group has a 10-storey and the participation ratio of the walls was 79.85% and the rest resist the frames, the fourth group has a 10-storey and the participation ratio of the walls was 88% and the rest resist the frames.

The result of the research: It is useful to stop the shear walls up to 70% of the entire height, which is reflected positively in reducing the construction cost and developing its seismic performance.

Key words: Curtailed walls, Full-Height-walls, Wall-Frame Structures, Pushover Analysis, Seismic Performance

الفهرس

I	كلمة شكر
II	الملخص باللغة العربية
III	الملخص باللغة الانكليزية
IV	الفهرس
VIII	قائمة الجداول
XIII	قائمة الأشكال والرسومات
XVI	قائمة المختصرات ودلالاتها باللغة الانكليزية
XVII	قائمة المصطلحات باللغتين العربية والانكليزية
XIX	قائمة الرموز المستخدمة
1	1- الفصل الأول المقدمة
1	1-1 مقدمة
2	1-2 فكرة إيقاف الجدران القصية
3	1-3 أهمية البحث
3	1-4 الهدف من البحث
4	1-5 فرضيات البحث
4	1-6 منهج البحث
5	2- الفصل الثاني الدراسة المرجعية
	1-2 دراسات سابقة تناولت موضوع إيقاف جدران القص وتحديد المنسوب الأمثل للإيقاف ولمحة عن طريقة التحليل الستاتيكي اللاخطي (Pushover Analysis)
5	3- الفصل الثالث دراسة نماذج المجموعة الأولى
19	1-3 شكل المسقط وأبعاده
21	2-3 التحليل الزلزالي باستخدام الطريقة الستاتيكية المكافئة
22	3-3 النمذجة اللاخطية للعناصر
23	4-3 التحليل الستاتيكي اللاخطي
27	5-3 حساب الانتقال الهدف
31	6-3 النموذج الأول جدران القص تصل لكامل ارتفاع المبنى (النموذج M20)
34	7-3 النموذج الثاني جدران القص تصل لـ 95% من ارتفاع المبنى (النموذج M19)
37	8-3 النموذج الثالث جدران القص تصل لـ 90% من ارتفاع المبنى (النموذج M18)
40	9-3 النموذج الرابع جدران القص تصل لـ 85% من ارتفاع المبنى (النموذج M17)
43	10-3 النموذج الخامس جدران القص تصل لـ 80% من ارتفاع المبنى (النموذج M16)

46	11-3 النموذج السادس جدران القص تصل ل 75% من ارتفاع المبنى (النموذج M15)
49	12-3 النموذج السابع جدران القص تصل ل 70% من ارتفاع المبنى (النموذج M14)
52	13-3 النموذج الثامن جدران القص تصل ل 65% من ارتفاع المبنى (النموذج M13)
55	14-3 النموذج التاسع جدران القص تصل ل 60% من ارتفاع المبنى (النموذج M12)
58	15-3 النموذج العاشر جدران القص تصل ل 55% من ارتفاع المبنى (النموذج M11)
61	16-3 النموذج الحادي عشر جدران القص تصل ل 50% من ارتفاع المبنى (النموذج M10)
65	17-3 مقارنة النتائج لجميع النماذج
65	1-17-3 إنتقال ديافرام الطابق العلوي
65	2-17-3 الازاحة الطابقية النسبية
66	3-17-3 الانتقالات الأفقية
66	4-17-3 قوى القص في الطوابق
67	5-17-3 قوة القص القاعدية
68	6-17-3 مخطط الدفع المتتالي
69	7-17-3 مقارنة العزم في العمود الركني D7 لكافة الطوابق
70	8-17-3 مقارنة العزوم في أسفل أعمدة مستوى الإيقاف
71	9-17-3 مقارنة قوى القص في أسفل أعمدة مستوى الإيقاف
72	10-17-3 عدد المفاصل اللدنة
73	4- الفصل الرابع دراسة نماذج المجموعة الثانية
73	1-4 شكل المسقط وأبعاده
75	2-4 التحليل الستاتيكيّ اللاخطي
78	3-4 حساب الانتقال الهدف
79	4-4 النموذج الأول جدران القص تصل لكامل ارتفاع المبنى (النموذج M15)
82	5-4 النموذج الثاني جدران القص تصل ل 93.33% من ارتفاع المبنى (النموذج M14)
85	6-4 النموذج الثالث جدران القص تصل ل 86.67% من ارتفاع المبنى (النموذج M13)
88	7-4 النموذج الرابع جدران القص تصل ل 80% من ارتفاع المبنى (النموذج M12)
91	8-4 النموذج الخامس جدران القص تصل ل 73.33% من ارتفاع المبنى (النموذج M11)
94	9-4 النموذج السادس جدران القص تصل ل 66.67% من ارتفاع المبنى (النموذج M10)
97	10-4 النموذج السابع جدران القص تصل ل 60% من ارتفاع المبنى (النموذج M9)
100	11-4 النموذج الثامن جدران القص تصل ل 53.33% من ارتفاع المبنى (النموذج M8)
103	12-4 النموذج التاسع جدران القص تصل ل 46.67% من ارتفاع المبنى (النموذج M7)
107	13-4 مقارنة النتائج لجميع النماذج
107	1-13-4 إنتقال ديافرام الطابق العلوي
107	2-13-4 الازاحة الطابقية النسبية

108	3-13-4 الانتقالات الأفقية
109	4-13-4 قوى القص في الطوابق
110	5-13-4 قوة القص القاعدية
111	6-13-4 مخطط الدفع المتتالي
112	7-13-4 مقارنة العزم في العمود الركني D7 لكافة الطوابق
113	8-13-4 مقارنة العزوم في أسفل أعمدة مستوى الإيقاف
114	9-13-4 مقارنة قوى القص في أسفل أعمدة مستوى الإيقاف
115	10-13-4 عدد المفاصل للدنة
116	5- الفصل الخامس دراسة نماذج المجموعة الثالثة
116	1-5 شكل المسقط وأبعاده
118	2-5 التحليل الستاتيكيّ اللاخطي
121	3-5 حساب الانتقال الهدف
122	4-5 النموذج الأول جدران القص تصل لكامل ارتفاع المبنى (النموذج M10)
124	5-5 النموذج الثاني جدران القص تصل لـ 90% من ارتفاع المبنى (النموذج M9)
126	6-5 النموذج الثالث جدران القص تصل لـ 80% من ارتفاع المبنى (النموذج M8)
128	7-5 النموذج الرابع جدران القص تصل لـ 70% من ارتفاع المبنى (النموذج M7)
130	8-5 النموذج الخامس جدران القص تصل لـ 60% من ارتفاع المبنى (النموذج M6)
132	9-5 النموذج السادس جدران القص تصل لـ 50% من ارتفاع المبنى (النموذج M5)
135	10-5 مقارنة النتائج لجميع النماذج
135	1-10-5 إنتقال ديافرام الطابق العلوي
135	2-10-5 الازاحة الطابقية النسبية
136	3-10-5 الانتقالات الأفقية
136	4-10-5 قوى القص في الطوابق
137	5-10-5 قوة القص القاعدية
138	6-10-5 مخطط الدفع المتتالي
139	7-10-5 مقارنة العزم في العمود الركني D7 لكافة الطوابق
140	8-10-5 مقارنة العزوم في أسفل أعمدة مستوى الإيقاف
141	9-10-5 مقارنة قوى القص في أسفل أعمدة مستوى الإيقاف
142	10-10-5 عدد المفاصل للدنة
144	6- الفصل السادس دراسة نماذج المجموعة الرابعة
144	1-6 شكل المسقط وأبعاده

146	2-6 النموذج الأول جدران القص تصل لكامل ارتفاع المبنى (النموذج M10)
148	3-6 النموذج الثاني جدران القص تصل لـ 90% من ارتفاع المبنى (النموذج M9)
150	4-6 النموذج الثالث جدران القص تصل لـ 80% من ارتفاع المبنى (النموذج M8)
152	5-6 النموذج الرابع جدران القص تصل لـ 70% من ارتفاع المبنى (النموذج M7)
154	6-6 النموذج الخامس جدران القص تصل لـ 60% من ارتفاع المبنى (النموذج M6)
156	7-6 النموذج السادس جدران القص تصل لـ 50% من ارتفاع المبنى (النموذج M5)
158	8-6 مقارنة النتائج لجميع النماذج
158	1-8-6 إنتقال ديافرام الطابق العلوي
158	2-8-6 الازاحة الطابقية النسبية
159	3-8-6 الانتقالات الأفقية
159	4-8-6 قوى القص في الطوابق
160	5-8-6 قوة القص القاعدية
161	6-8-6 مخطط الدفع المتتالي
162	7-8-6 مقارنة العزم في العمود الركني D7 لكافة الطوابق
163	8-8-6 عدد المفاصل اللدنة
164	7- الفصل السابع النتائج والتوصيات
164	1-7 النتائج
165	2-7 التوصيات
166	المراجع

قائمة الجداول

الصفحة	رقم الجدول وعنوانه
21	الجدول (1-3) أبعاد العناصر الإنشائية للنماذج المدروسة في المجموعة الأولى
21	الجدول (2-3) عطالة العناصر على الانعطاف
27	الجدول (3-3) قيم المعامل C_0
28	الجدول (4-3) قيم المعامل C_2
29	الجدول (5-3) قيم المعامل C_m
29	الجدول (6-3) قيم F_a
30	الجدول (7-3) قيم F_v
31	الجدول (8-3) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M20
32	الجدول (9-3) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M20
33	الجدول (10-3) قوى القص في الطوابق للنموذج M20
34	الجدول (11-3) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M19
35	الجدول (12-3) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M19
36	الجدول (13-3) قوى القص في الطوابق للنموذج M19
37	الجدول (14-3) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M18
38	الجدول (15-3) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M18
39	الجدول (16-3) قوى القص في الطوابق للنموذج M18
40	الجدول (17-3) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M17
41	الجدول (18-3) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M17
42	الجدول (19-3) قوى القص في الطوابق للنموذج M17
43	الجدول (20-3) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M16
44	الجدول (21-3) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M16
45	الجدول (22-3) قوى القص في الطوابق للنموذج M16
46	الجدول (23-3) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M15
47	الجدول (24-3) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M15
48	الجدول (25-3) قوى القص في الطوابق للنموذج M15
49	الجدول (26-3) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M14
50	الجدول (27-3) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M14
51	الجدول (28-3) قوى القص في الطوابق للنموذج M14
52	الجدول (29-3) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M13

53	الجدول (30-3) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M13
54	الجدول (31-3) قوى القص في الطوابق للنموذج M13
55	الجدول (32-3) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M12
56	الجدول (33-3) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M12
57	الجدول (34-3) قوى القص في الطوابق للنموذج M12
58	الجدول (35-3) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M11
59	الجدول (36-3) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M11
60	الجدول (37-3) قوى القص في الطوابق للنموذج M11
61	الجدول (38-3) التحقق من قيم الانتقالات والانزياحات
62	الجدول (39-3) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M10
63	الجدول (40-3) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M10
64	الجدول (41-3) قوى القص في الطوابق للنموذج M10
67	الجدول (42-3) قيم قوة القص القاعدي عند الخطوة الأخيرة للنماذج من M10 إلى M20
69	الجدول (43-3) قيم العزم في العمود D7 لكافة الطوابق للنماذج من M10 إلى M20
70	الجدول (44-3) نسبة القوة المطبقة على العمود إلى القوة التي يتحملها العمود للنموذج M10
71	الجدول (45-3) قيم العزوم في أسفل أعمدة الطابق 11 للنموذج M10 على المحاور 1,4,7
71	الجدول (46-3) قيم العزوم في أسفل أعمدة الطابق 11 للنموذج M20 على المحاور 1,4,7
71	الجدول (47-3) قيم قوى القص في أسفل أعمدة الطابق 11 للنموذج M10 على المحاور 1,4,7
72	الجدول (48-3) قيم قوى القص في أسفل أعمدة الطابق 11 للنموذج M20 على المحاور 1,4,7
75	الجدول (1-4) أبعاد العناصر الإنشائية للنماذج المدروسة في المجموعة الثانية
79	الجدول (2-4) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M15
80	الجدول (3-4) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M15
81	الجدول (4-4) قوى القص في الطوابق للنموذج M15
82	الجدول (5-4) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M14
83	الجدول (6-4) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M14
84	الجدول (7-4) قوى القص في الطوابق للنموذج M14
85	الجدول (8-4) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M13
86	الجدول (9-4) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M13
87	الجدول (10-4) قوى القص في الطوابق للنموذج M13
88	الجدول (11-4) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M12
89	الجدول (12-4) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M12
90	الجدول (13-4) قوى القص في الطوابق للنموذج M12

91	الجدول (14-4) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M11
92	الجدول (15-4) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M11
93	الجدول (16-4) قوى القص في الطوابق للنموذج M11
94	الجدول (17-4) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M10
95	الجدول (18-4) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M10
96	الجدول (19-4) قوى القص في الطوابق للنموذج M10
97	الجدول (20-4) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M9
98	الجدول (21-4) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M9
99	الجدول (22-4) قوى القص في الطوابق للنموذج M9
100	الجدول (23-4) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M8
101	الجدول (24-4) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M8
102	الجدول (25-4) قوى القص في الطوابق للنموذج M8
103	الجدول (26-4) التحقق من قيم الانتقالات والانزياحات
104	الجدول (27-4) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M7
105	الجدول (28-4) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M7
106	الجدول (29-4) قوى القص في الطوابق للنموذج M7
110	الجدول (30-4) قيم قوة القص القاعدي عند الخطوة الأخيرة للنماذج من M7 إلى M15
112	الجدول (31-4) قيم العزم في العمود D7 لكافة الطوابق للنماذج من M7 إلى M15
113	الجدول (32-4) نسبة القوة المطبقة على العمود إلى القوة التي يتحملها العمود للنموذج M7
114	الجدول (33-4) قيم العزوم في أسفل أعمدة الطابق 8 للنموذج M7 على المحاور 1,4,7
114	الجدول (34-4) قيم العزوم في أسفل أعمدة الطابق 8 للنموذج M15 على المحاور 1,4,7
114	الجدول (35-4) قيم قوى القص في أسفل أعمدة الطابق 8 للنموذج M7 على المحاور 1,4,7
115	الجدول (36-4) قيم قوى القص في أسفل أعمدة الطابق 8 للنموذج M15 على المحاور 1,4,7
118	الجدول (1-5) أبعاد العناصر الإنشائية للنماذج المدروسة في المجموعة الثالثة
122	الجدول (2-5) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M10
123	الجدول (3-5) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M10
123	الجدول (4-5) قوى القص في الطوابق للنموذج M10
124	الجدول (5-5) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M9
125	الجدول (6-5) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M9
125	الجدول (7-5) قوى القص في الطوابق للنموذج M9
126	الجدول (8-5) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M8
127	الجدول (9-5) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M8

127	الجدول (10-5) قوى القص في الطوابق للنموذج M8
128	الجدول (11-5) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M7
129	الجدول (12-5) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M7
129	الجدول (13-5) قوى القص في الطوابق للنموذج M7
130	الجدول (14-5) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M6
131	الجدول (15-5) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M6
131	الجدول (16-5) قوى القص في الطوابق للنموذج M6
132	الجدول (17-5) التحقق من قيم الانتقالات والانزياحات
133	الجدول (18-5) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M5
134	الجدول (19-5) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M5
134	الجدول (20-5) قوى القص في الطوابق للنموذج M5
137	الجدول (21-5) قيم قوة القص القاعدي عند الخطوة الأخيرة للنماذج من M5 إلى M10
139	الجدول (22-5) قيم العزم في العمود D7 لكافة الطوابق للنماذج من M5 إلى M10
140	الجدول (23-5) نسبة القوة المطبقة على العمود إلى القوة التي يتحملها العمود للنموذج M5
141	الجدول (24-5) قيم العزم في أسفل أعمدة الطابق 6 للنموذج M5 على المحاور 1,4,7
141	الجدول (25-5) قيم العزم في أسفل أعمدة الطابق 6 للنموذج M10 على المحاور 1,4,7
141	الجدول (26-5) قيم قوى القص في أسفل أعمدة الطابق 6 للنموذج M5 على المحاور 1,4,7
142	الجدول (27-5) قيم قوى القص في أسفل أعمدة الطابق 6 للنموذج M10 على المحاور 1,4,7
146	الجدول (1-6) أبعاد العناصر الإنشائية للنماذج المدروسة في المجموعة الرابعة
146	الجدول (2-6) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M10
147	الجدول (3-6) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M10
147	الجدول (4-6) قوى القص في الطوابق للنموذج M10
148	الجدول (5-6) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M9
149	الجدول (6-6) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M9
149	الجدول (7-6) قوى القص في الطوابق للنموذج M9
150	الجدول (8-6) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M8
151	الجدول (9-6) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M8
151	الجدول (10-6) قوى القص في الطوابق للنموذج M8
152	الجدول (11-6) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M7
153	الجدول (12-6) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M7
153	الجدول (13-6) قوى القص في الطوابق للنموذج M7
154	الجدول (14-6) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M6

155	الجدول (15-6) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M6
155	الجدول (16-6) قوى القص في الطوابق للنموذج M6
156	الجدول (17-6) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة للنموذج M5
157	الجدول (18-6) انتقالات الديافرام والازاحة الطابقية والازاحة الطابقية النسبية للنموذج M5
157	الجدول (19-6) قوى القص في الطوابق للنموذج M5
160	الجدول (20-6) قيم قوة القص القاعدي عند الخطوة الأخيرة للنماذج من M5 إلى M10
162	الجدول (21-6) قيم العزم في العمود D7 لكافة الطوابق للنماذج من M5 إلى M10

قائمة الأشكال والرسومات

الصفحة	رَقْمُ الشَّكْلِ وعنوانه
1	الشَّكْل (1-1) سلوك الإطارات وجدران القص تحت تأثير القوى الجانبية
2	الشَّكْل (2-1) مخططات العزوم وقوى القص للإطارات والجدران
3	الشَّكْل (3-1) سلوك الإطار الحر والجدار الحر وترابط (تفاعل) سلوك الجدار مع الإطار
5	الشَّكْل (1-2) دراسة وتقسيم المنشأ إلى جزئين علوي وسفلي
6	الشَّكْل (2-2) مخطط تحديد المنسوب الأمثل لإيقاف الجدران القصية
7	الشَّكْل (3-2) المخططات المصححة لتحديد المنسوب الأمثل لإيقاف الجدران القصية
8	الشَّكْل (4-2) مسقط المبنى المدروس في الدراسة المرجعية 2
9	الشَّكْل (5-2) مسقط المبنى المدروس في الدراسة المرجعية 3
10	الشَّكْل (6-2) تمثيل ثلاثي الأبعاد للمبنى في الدراسة المرجعية 3
11	الشَّكْل (7-2) مسقط المبنى المدروس في الدراسة المرجعية 4
12	الشَّكْل (8-2) تمثيل ثلاثي الأبعاد للمبنى في الدراسة المرجعية 4
13	الشَّكْل (9-2) مسقط المبنى المدروس في الدراسة المرجعية 5
14	الشَّكْل (10-2) تمثيل ثلاثي الأبعاد للمبنى في الدراسة المرجعية 5
16	الشَّكْل (11-2) منحنى التسعة
17	الشَّكْل (12-2) منحنى القوة - الانتقال مع مستويات الأداء
19	الشَّكْل (1-3) شكل المسقط المدروس مع الأبعاد للمجموعة الأولى
20	الشَّكْل (2-3) تمثيل ثلاثي الأبعاد للنموذج باستخدام برنامج ETABS 2016
22	الشَّكْل (3-3) المفصل اللدن المعروف للجائز
23	الشَّكْل (4-3) المفصل اللدن المعروف لجدار القص
23	الشَّكْل (5-3) كيفية تعريف حمولات Gravity
24	الشَّكْل (6-3) تطبيق الحمولة الأفقية
25	الشَّكْل (7-3) تحديد نقطة المراقبة ومقدار الانتقال الذي يتم دفع الجملة للوصول له
26	الشَّكْل (8-3) قيم بارامترات التحليل اللاخطي
65	الشَّكْل (9-3) قيم إنتقال الديافرام للطابق العلوي للنماذج من M10 إلى M20
65	الشَّكْل (10-3) قيم الازاحة الطابقية النسبية لكافة الطوابق للنماذج من M10 إلى M20
66	الشَّكْل (11-3) قيم الانتقالات الأفقية لكافة الطوابق للنماذج من M10 إلى M20
67	الشَّكْل (12-3) قيم قوى القص في كافة الطوابق للنماذج من M10 إلى M20
68	الشَّكْل (13-3) قيم قوة القص القاعدي عند الخطوة الأخيرة للنماذج من M10 إلى M20
68	الشَّكْل (14-3) مخطط الدفع المتتالي للنماذج من M10 إلى M20

69	الشكل (15-3) قيم العزم في العمود D7 لكافة الطوابق للنماذج من M10 إلى M20
72	الشكل (16-3) عدد المفاصل اللدنة المتشكلة للنماذج من M10 إلى M20
73	الشكل (1-4) شكل المسقط المدرس مع الأبعاد للمجموعة الثانية
74	الشكل (2-4) تمثيل ثلاثي الأبعاد للنموذج باستخدام برنامج ETABS 2016
75	الشكل (3-4) كيفية تعريف حمولات Gravity
76	الشكل (4-4) تطبيق الحمولة الأفقية
77	الشكل (5-4) تحديد نقطة المراقبة ومقدار الانتقال الذي يتم دفع الجملة للوصول له
107	الشكل (6-4) قيم إنتقال الديافرام للطابق العلوي للنماذج من M7 إلى M15
108	الشكل (7-4) قيم الازاحة الطابقية النسبية لكافة الطوابق للنماذج من M7 إلى M15
109	الشكل (8-4) قيم الانتقالات الأفقية لكافة الطوابق للنماذج من M7 إلى M15
110	الشكل (9-4) قيم قوى القص في كافة الطوابق للنماذج من M7 إلى M15
111	الشكل (10-4) قيم قوة القص القاعدي للنماذج من M7 إلى M15
111	الشكل (11-4) مخطط الدفع المتتالي للنماذج من M7 إلى M15
112	الشكل (12-4) قيم العزم في العمود D7 لكافة الطوابق للنماذج من M7 إلى M15
115	الشكل (13-4) عدد المفاصل اللدنة المتشكلة للنماذج من M7 إلى M15
116	الشكل (1-5) شكل المسقط المدرس مع الأبعاد للمجموعة الثالثة
117	الشكل (2-5) تمثيل ثلاثي الأبعاد للنموذج باستخدام برنامج ETABS 2016
118	الشكل (3-5) كيفية تعريف حمولات Gravity
119	الشكل (4-5) تطبيق الحمولة الأفقية
120	الشكل (5-5) تحديد نقطة المراقبة ومقدار الانتقال الذي يتم دفع الجملة للوصول له
135	الشكل (6-5) قيم انتقال الديافرام للطابق العلوي للنماذج من M5 إلى M10
135	الشكل (7-5) قيم الازاحة الطابقية النسبية لكافة الطوابق للنماذج من M5 إلى M10
136	الشكل (8-5) قيم الانتقالات الأفقية لكافة الطوابق للنماذج من M5 إلى M10
137	الشكل (9-5) قيم قوى القص في كافة الطوابق للنماذج من M5 إلى M10
138	الشكل (10-5) قيم قوة القص القاعدي للنماذج من M5 إلى M10
138	الشكل (11-5) مخطط الدفع المتتالي للنماذج من M5 إلى M10
139	الشكل (12-5) قيم العزم في العمود D7 لكافة الطوابق للنماذج من M5 إلى M10
142	الشكل (13-5) عدد المفاصل اللدنة المتشكلة للنماذج من M5 إلى M10
143	الشكل (14-5) المفاصل اللدنة المتشكلة وأماكن تشكلها للنموذج M10
143	الشكل (15-5) المفاصل اللدنة المتشكلة وأماكن تشكلها للنموذج M5
144	الشكل (1-6) شكل المسقط المدرس مع الأبعاد للمجموعة الرابعة
145	الشكل (2-6) تمثيل ثلاثي الأبعاد للنموذج باستخدام برنامج ETABS 2016

158	الشَّكْل (3-6) قيم إنتقال الديافرام للطابق العلوي للنماذج من M5 إلى M10
158	الشَّكْل (4-6) قيم الازاحة الطابقية النسبية لكافة الطوابق للنماذج من M5 إلى M10
159	الشَّكْل (5-6) قيم الانتقالات الأفقية لكافة الطوابق للنماذج من M5 إلى M10
160	الشَّكْل (6-6) قيم قوى القص في كافة الطوابق للنماذج من M5 إلى M10
161	الشَّكْل (7-6) قيم قوة القص القاعدي للنماذج من M5 إلى M10
161	الشَّكْل (8-6) مخطط الدفع المتتالي للنماذج من M5 إلى M10
162	الشَّكْل (9-6) قيم العزم في العمود D7 لكافة الطوابق للنماذج من M5 إلى M10
163	الشَّكْل (10-6) عدد المفاصل اللدنة المتشكلة للنماذج من M5 إلى M10

المختصرات ودلالاتها باللغة الانكليزية

ATC	Applied Technology Council
SDOF	Single Degree of Freedom
FEMA	Federal Emergency Management Agency
MDOF	Multi-Degrees of Freedom
MPA	Modal Pushover Analysis
POA	Pushover Analysis
CSM	Capacity Spectrum Method
W	Weight
V	Base Shear
Δ_{roof}	Roof Displacement
T	Period
CM	Coefficient Method
DMM	Displacement Modification Method
h	Story Height
IO	Immediate Occupancy
LS	Life Safety
SS	Structural Stability
CP	Collapse Prevention
UBC 97	Uniform Building Code

المصطلحات باللغتين العربية والانكليزية

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الانكليزية
قص قاعدي	Base Shear
منحني السعة	Capacity Curve
طيف السعة	Capacity Spectrum
إطار بيتوني مقاوم للعزوم	Concrete Moment Frame
جدار قص بيتوني	Concrete Shear Wall
تحكم بالانتقال	Damage Control
الطلب	Demand
تعديل الانتقال	Displacement Modification
ليف	Fiber
حمولات الثقالة	Gravity Loads
التشغيل الفوري	Immediate Occupancy
المحافظة على الحياة	Life Safety
نموذج الحمولة	Load Pattern
الإزاحة اللامرنة الأعظمية	Maximum inelastic drift
الإزاحة الكلية الأعظمية	Maximum total drift
عزم - انحناء	Moment – Curvature
التحليل الستاتيكي اللاخطي	Nonlinear Static Analysis
نقطة الأداء	Performance Point
تحليل الدفع المتتالي	Pushover Analysis

Roof Displacement	انتقال السقف الأخير
Stress	إجهاد
Structural Stability	استقرار انشائي
Target Displacement	الانتقال الهدف
Moment-resisting frame	إطار مقاوم للعزم
Full-Height-walls	جدران بارتفاع كامل
Curtailed walls	جدران موقفة
Wall-Frame Structures	جمل مختلطة
Seismic Performance	الأداء الزلزالي
Mass Source	مصدر الكتلة
Importance Factor	عامل الأهمية

قائمة الرموز المستخدمة

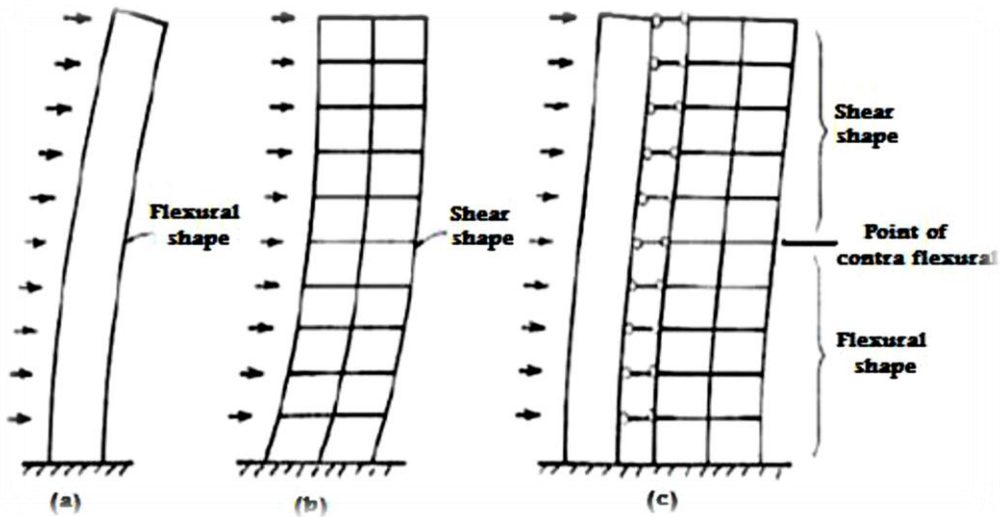
- GA: الصلابة القصية للإطارات.
- EI: الصلابة الإنعطافية للإطارات.
- R: معامل مطاوعة المنشأ.
- Ca, Cv: المعاملات الزلزالية.
- W: الحمولات الداخلة في حساب قوة القص القاعدي (Kn).
- V: قوة القص القاعدي بالطريقة الستاتيكية المكافئة (Kn).
- q_a: قدرة تحمل التربة (Kg/cm²).
- δ_t: الانتقال الهدف (mm).
- C₀: معامل تعديل يتعلق بالعلاقة بين الانتقال الطيفي للجملة SDOF المكافئة وانتقال السقف المحتمل لجملة MDOF.
- C₁: معامل تعديل يتعلق بالعلاقة بين الانتقال اللاخطي الأعظمي المتوقع والانتقال المحسوب الناتج عن الاستجابة الخطية المرنة.
- T_s: الدور المحدد من طيف الاستجابة وهو الدور المقابل للانتقال من قسم ذي التسارع الثابت من الطيف إلى القسم ذي السرعة الثابتة من الطيف (sec).
- C₂: معامل تعديل؛ لتمثيل تأثير شكل الحلقة الهستيرية وانخفاض الصلابة والمقاومة المحتملة على انتقال الاستجابة الأعظمي.
- C₃: معامل تعديل؛ لتمثيل الزيادة في الانتقال نتيجة أضرار التأثير من الدرجة الثانية أو ما يعرف بتأثيرات P – Δ.
- C_m: عامل الكتلة الفعالة.
- S₁ , S_s: متغيرات تسارع الاستجابة الطيفي عند الأدوار القصيرة وعند الدور 1sec على التوالي.
- S_{x1} , S_{xs}: تسارع الاستجابة الطيفي عند الأدوار القصيرة وعند الدور 1sec على التوالي (sec).
- S_a: تسارع طيف الاستجابة عند الدور الأساسي الفعّال باعتبار نسبة التخميد للمبنى.
- F_a, F_v: معاملات تتعلق بالتربة.

الفصل الأول

المقدمة

1-1 مقدمة:

- الجمل الإنشائية المقاومة للقوى الجانبية (والتي لا يزيد عدد الطوابق فيها عن 50 طابقاً)، تتألف بشكل عام من إطارات وجدران قص، وبسبب اختلاف الشكل المتشوه الحر لكل من الإطارات وجدران القص تحت تأثير القوى الجانبية حيث يأخذ الإطار طابع تشوه قصي الشكل (b-1-1)، بينما يأخذ الجدار القصي طابع تشوه انعطافي الشكل (a-1-1) وبسبب وجود الرابط الصلب (البلاطة) يكون الانتقال الأفقي متساوياً لكل من الإطارات والجدران القصية عند كل مستوى من مستويات الطوابق وبالتالي تنشأ قوى أفقية متبادلة بين الإطارات والجدران القصية.
- وبالتالي فإن التوزيع الحقيقي للقوى الأفقية بين الإطارات وجدران القص يختلف اختلافاً كبيراً عن توزيعها عليهما تبعاً لنسب صلابة كل منهما على حده.



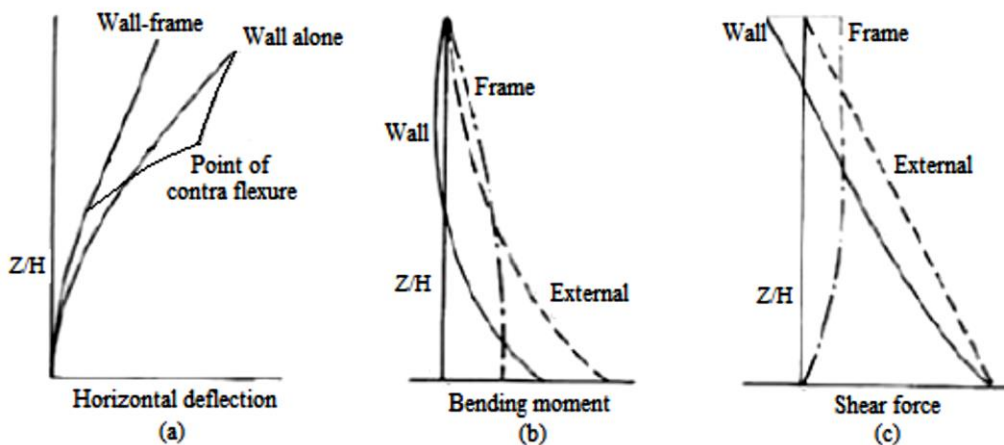
تشوه إنعطافي Flexural shape - تشوه قصي Shear shape - نقطة إنقلاب الانعطاف Point of contra flexural

الشكل (1-1) سلوك الإطارات وجدران القص تحت تأثير القوى الجانبية [1]

2-1 فكرة إيقاف الجدران القصية:

يظهر من الشكل السابق الشكل (c-1-1) أن جهة تقعر الجدار القصي في الجزء العلوي من الجملة المختلطة هو بعكس جهة الحمولة الخارجية، وبالتالي فإن الإطار في هذا الجزء - فوق نقطة الانعطاف (inflection point) - يتحمل بالإضافة إلى العزم الخارجي المطبق العزم العكسي المتولد في الجدار القصي، وبالتالي فإن الجدار القصي في هذا الجزء من الجملة المختلطة يؤثر بشكل سلبي في مقاومة العزم الشكل (b-2-1).

وكذلك الأمر بالنسبة للقوة القصية حيث نلاحظ أن الإطار في الجزء العلوي، فوق نقطة إنعدام القص في الجدار (zero wall shear) الشكل (c-1-2) يتحمل قوة قاصة أكبر من القوة القاصة الناتجة عن الحمولة الخارجية وهي ناتجة عن القص السلبي في الجدار وبالتالي فإن الجدار القصي في هذا الجزء من الجملة المختلطة يؤثر بشكل سلبي في مقاومة القوة القاصة والعزم.



إطار Frame - جدار Wall - خارجي External - قوى القص Shear force - عزم الانعطاف Bending moment

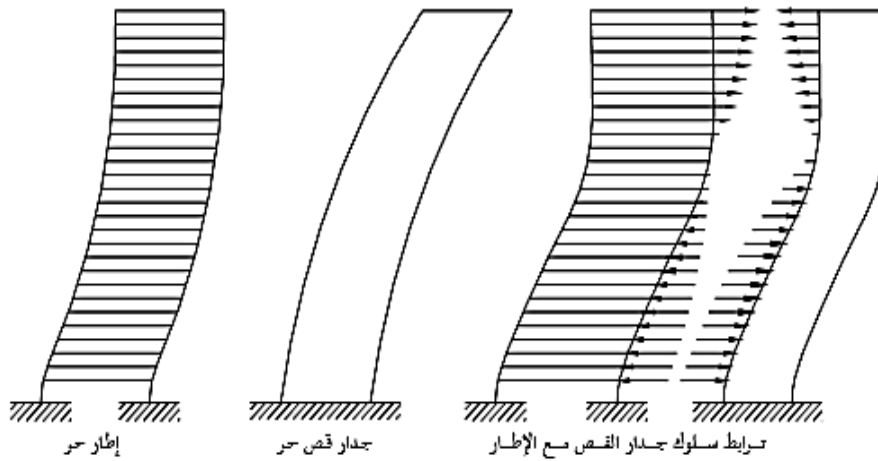
تشوه عرضي Horizontal deflection - جدار لوحده Wall alone - جملة مختاطة (جدار وإطار) Wall frame

الشكل (2-1) مخططات العزوم وقوى القص للإطارات والجدران [1]

- هذا وقد أشار الكود العربي السوري (2012) لكيفية العمل الإنشائي المشترك بين جدران القص والإطارات العزمية في الملحق (2) وهذا ما ذكره:

" من المفيد الإشارة لكيفية العمل الإنشائي المشترك بين جدارن القص والإطارات العزمية، والموضح بالشكل التالي (1-3)، حيث إن هناك اختلافاً في خواص السهم الأفقي بين الإطارات العزمية وجدارن القص، لذلك فالإطارات ستحاول شد جدارن القص في أعلى المبنى بينما ستحاول دفعها في أسفله اعتماداً على ذلك، فسيساهم الإطار في مقاومة القص في الجزء العلوي من المبنى (مما يعني ضرورة

زيادة أبعاد المقاطع العرضية للأعمدة في هذا الجزء عما تتطلبه الأحمال الرأسية)، بينما ستحمل جدران القص معظم قوى القص في الجزء الأسفل من المبنى لأن الإطارات لا تستطيع تحمل قوى أفقية كبيرة". [22]



الشكل (3-1) سلوك الإطار الحر والجدار الحر وترابط (تفاعل) سلوك الجدار مع الإطار [22]

3-1 أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث في إلغاء الاعتقاد الشائع بأن إيقاف جدران القص في الطوابق العليا من البناء ضار وله تأثير كبير على الأداء الزلزالي للمبنى، لكن على العكس ربما يكون تقنية تصميم إيجابية للمباني.

4-1 الهدف من البحث:

الهدف من البحث دراسة سلوك الجمل المختلطة ذات جدران القص غير المستمرة عن طريق إجراء تحليل ستاتيكي لا خطي (Pushover analysis) والمقارنة مع سلوك الجمل المختلطة بجدران قص على كامل الارتفاع باستخدام البرنامج الإنشائي (ETABS 2016) وتحديد المنسوب الأمثل لإيقاف الجدران القصية تبعاً لتقييم أداء المبنى عند التعرض للزلازل باستخدام التحليل الستاتيكي اللاخطي. علماً أن المقارنة سوف تتم عبر المتغيرات التالية (الانتقال الجانبي، الازاحة الطابقية، الازاحة الطابقية النسبية، القص القاعدي، المفاصل اللدنة المتشكلة،).

1-5 فرضيات البحث:

تم تقسيم النماذج الإنشائية المدروسة إلى أربع مجموعات، وهي:

- **المجموعة الأولى:** تضم عدداً من الجمل الإنشائية المختلطة بارتفاع 20 طابقاً، ونسبة مساهمة الجدران في مقاومة القص القاعدي 63% والباقي تقاومه الإطارات في الاتجاه المدروس.
- **المجموعة الثانية:** تضم عدداً من الجمل الإنشائية المختلطة بارتفاع 15 طابقاً، ونسبة مساهمة الجدران في مقاومة القص القاعدي 68.7% والباقي تقاومه الإطارات في الاتجاه المدروس.
- **المجموعة الثالثة:** تضم عدداً من الجمل الإنشائية المختلطة بارتفاع 10 طوابق، ونسبة مساهمة الجدران في مقاومة القص القاعدي 79.85% والباقي تقاومه الإطارات في الاتجاه المدروس.
- **المجموعة الرابعة:** تضم عدداً من الجمل الإنشائية المختلطة بارتفاع 10 طوابق، ونسبة مساهمة الجدران في مقاومة القص القاعدي 88% والباقي تقاومه الإطارات في الاتجاه المدروس.

علماً أن نسب مساهمة الجدران في هذه المجموعات محسوبة في التحليل الستاتيكي الخطي.

1-6 منهج البحث:

منهج البحث هو المنهج التحليلي؛ حيث استخدم البرنامج الإنشائي (ETABS 2016) في تحليل الجمل الإنشائية؛ لسهولة النمذجة والتحليل والتصميم فيه، أضف إلى ذلك قدرته على إنجاز التحليل الستاتيكي الزلزالي اللاخطي.

في المجموعة الأولى: تمت دراسة عدد من الجمل الإنشائية المختلطة بارتفاع 20 طابقاً، حيث تم إيقاف جدران القص في كل جملة في مستوي معين وإستبدالها بإطارات متوسطة مقاومة للعزم، وذلك بدءاً من أعلى ارتفاع إلى ما يقارب نصف الارتفاع الكلي ومقارنة النتائج مع الجملة ذات جدران القص التي تصل إلى كامل الارتفاع، علماً أنه تم تثبيت أبعاد الأعمدة من أسفل البناء إلى أعلاه في جميع النماذج المدروسة. حيث رمزنا لكل نموذج بحرف (M) وبجانبه رقم يدل على الطابق الذي تصل إليه جدران القص فمثلاً الرمز M20 يدل على النموذج الذي تصل فيه جدران القص إلى الطابق رقم 20 والرمز M19 يدل على النموذج الذي تصل فيه جدران القص إلى الطابق رقم 19 وهكذا لبقية النماذج، والنماذج المدروسة في المجموعة الأولى هي من M10 إلى M20.

في المجموعة الثانية: تمت دراسة عدد من الجمل الإنشائية المختلطة بارتفاع 15 طابقاً، والنماذج المدروسة في هذه المجموعة هي من M7 إلى M15.

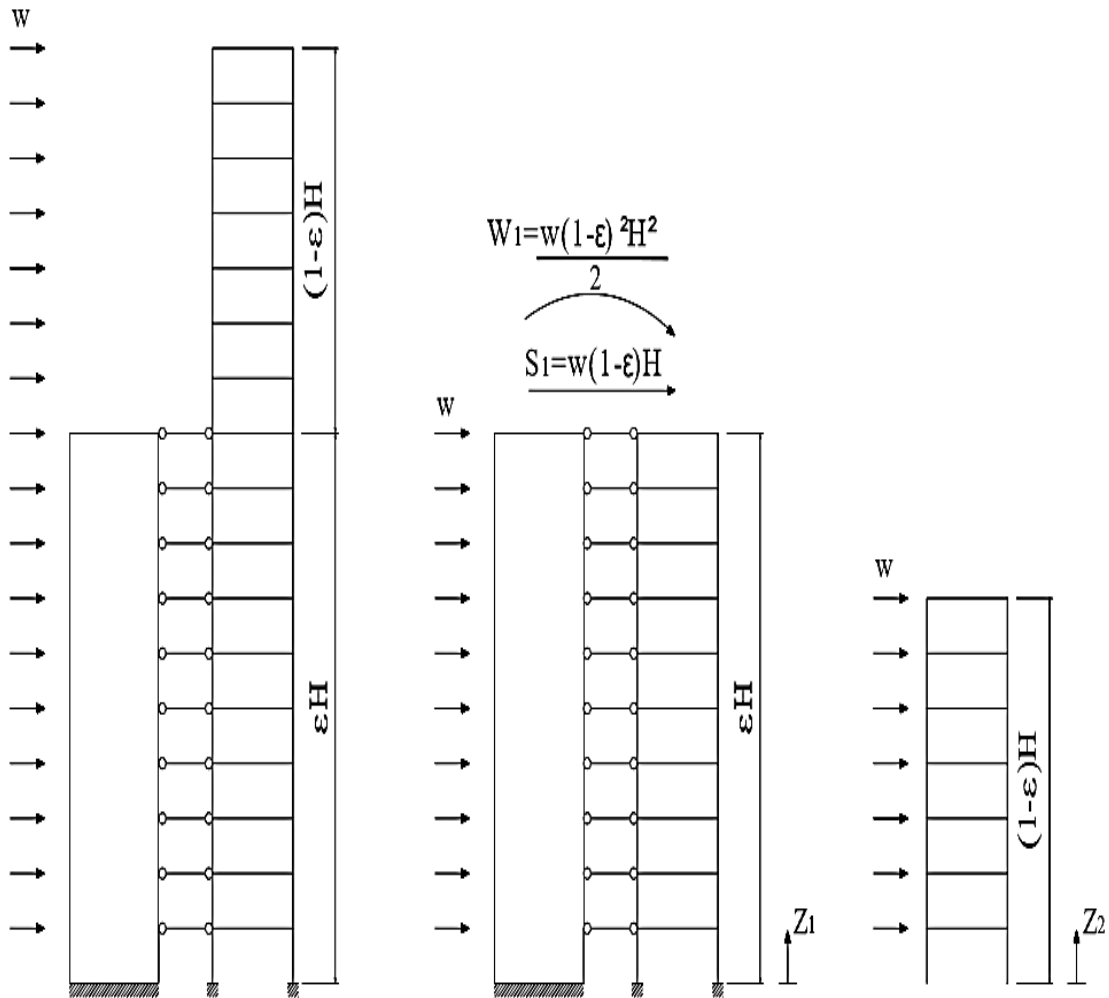
في المجموعتين الثالثة والرابعة: تمت دراسة عدد من الجمل الإنشائية المختلطة بارتفاع 10 طوابق، والنماذج المدروسة في هاتين المجموعتين هي : M5 – M6 – M7 – M8 – M9 – M10.

الفصل الثاني

الدراسة المرجعية

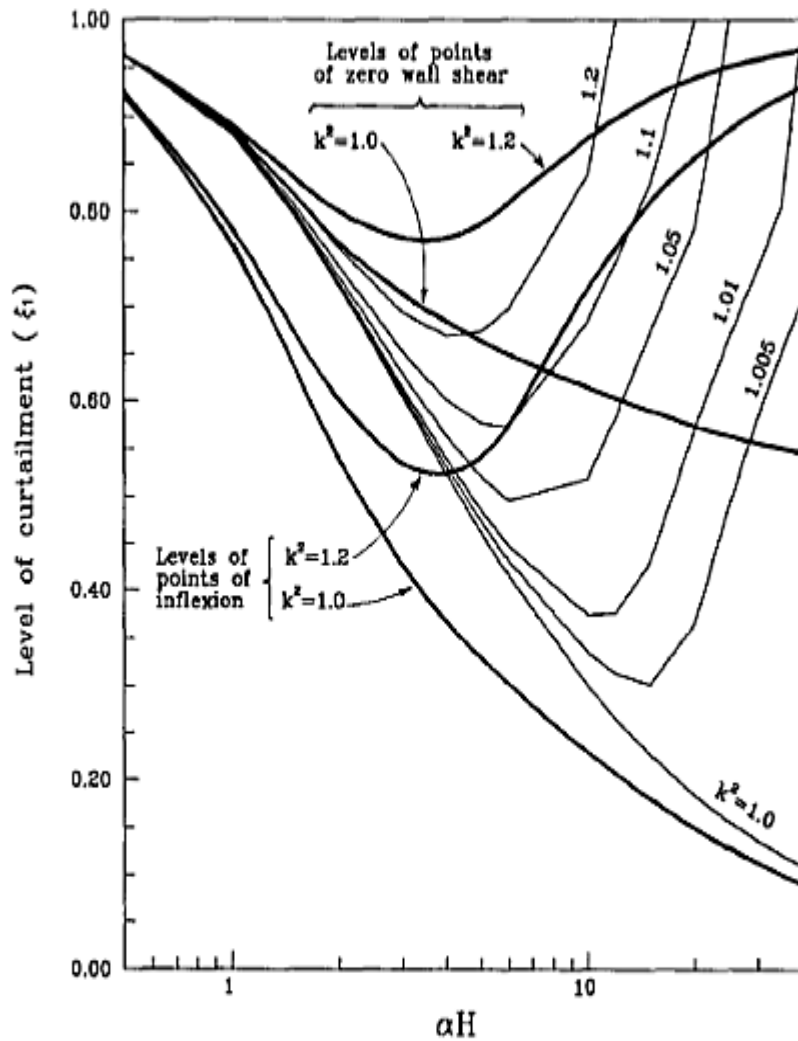
1-2 لقد قام الباحثان [1][Nollet.M.J and Stafford Smith.B] عام (1993) بدراسة سلوك الجمل المختلطة ذات جدران القص غير المستمرة وذلك بإدخال التشوهات المحورية في الأعمدة وبتقسيم المنشأ إلى جزأين:

- الجزء العلوي الذي يمثل إطاراً مقاوماً للعزم (Moment Resisting Frame).
- الجزء السفلي الذي يمثل جملة الإطار - الجدار (Wall-Frame Structure). كما هو موضح في الشكل التالي الشكل (1-2).



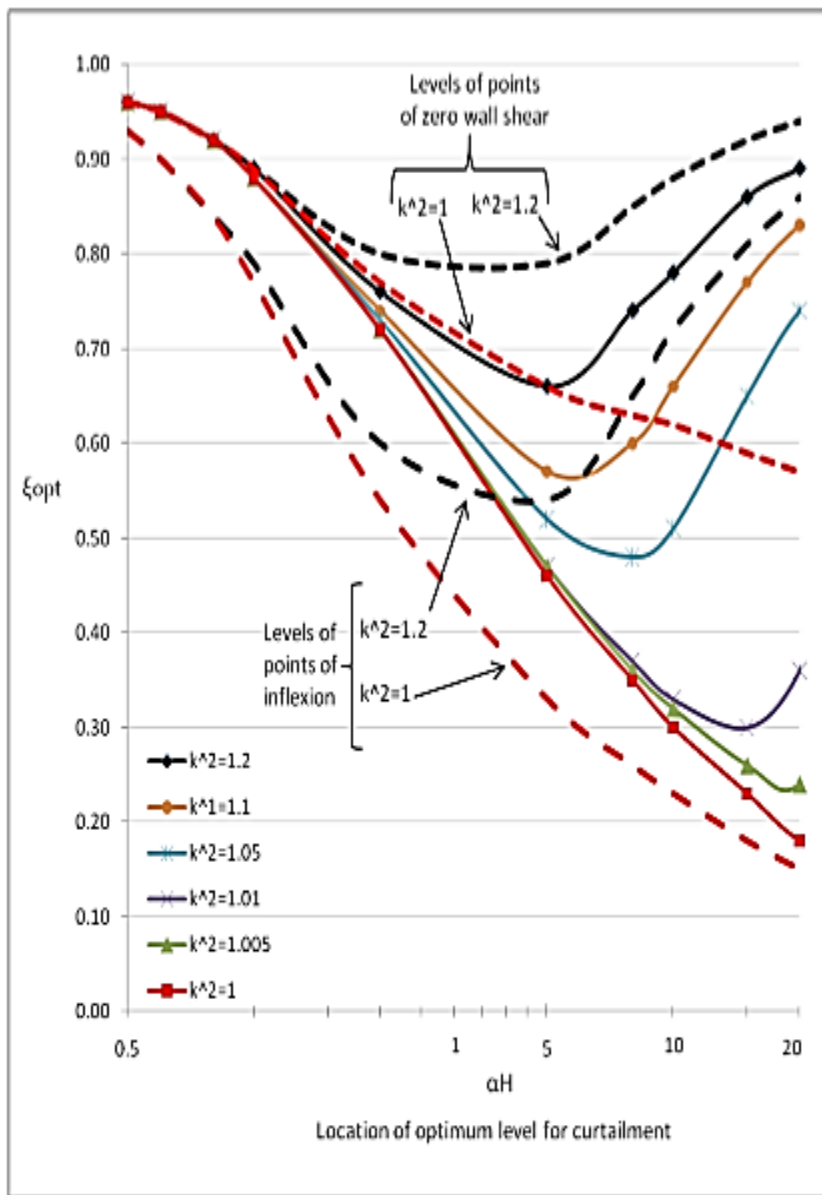
الشكل (1-2) دراسة وتقسيم المنشأ إلى جزأين علوي وسفلي [1]

وقد قاما بإيجاد المنسوب الأمثل لإيقاف الجدران القصية اعتماداً على فكرة أنه عند إيقاف الجدران عند هذا المنسوب من شأنه أن يلغي وبشكلٍ كامل الدفع العكسي الذي يطبقه الجدار على الإطار وبالتالي يكون الانتقال الأفقي في أعلى الجملة الإنشائية أقل ما يمكن ولذلك فإنه يكفي لتحديد المنسوب الأمثل تحديد منسوب إيقاف الجدران القصية الذي يؤدي للحصول على أقل سهم في أعلى الجملة الإنشائية. وقد قاما بإعطاء مخطط لتحديد المنسوب الأمثل لإيقاف الجدران القصية في الجمل الإنشائية ذات الخواص الثابتة على كامل الارتفاع والخاضعة لحمولة موزعة بانتظام الشكل (2-2)، وتبين أن المنسوب الأمثل يقع دائماً بين نقطة إنعدام القص في الجدار ونقطة إنعدام العزم فيه.



الشكل (2-2) مخطط تحديد المنسوب الأمثل لإيقاف الجدران القصية [1]

2-2 لقد قام كلاً من [2]المهندس مالك عتيق والدكتور محمد ملهم بدوي وغيرهم] من جامعة حلب في عام (2011) بدراسة أثر إيقاف الجدران القصية في الجمل المختلطة لمقاومة القوى الجانبية وقاموا بإعادة اشتقاق العلاقات الناتجة عن Nolllet.M.J and Stafford Smith.B عام (1993) وتبين وجود خطأ فيها وقاموا بتصحيحها وإعطاء مخططات مصححة لتحديد المنسوب الأمثل لإيقاف الجدران القصية الشكل (3-2).



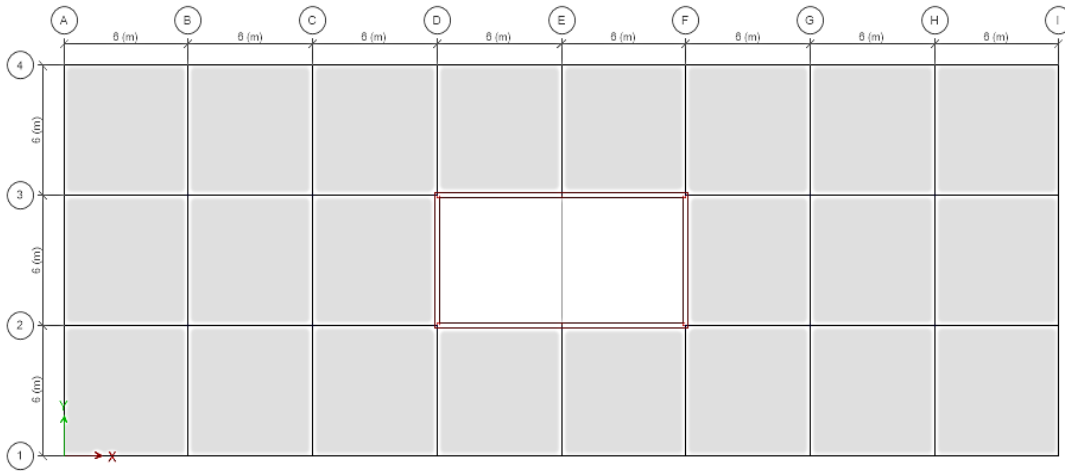
الشكل (3-2) المخططات المصححة لتحديد المنسوب الأمثل لإيقاف الجدران القصية [2]

ومن خلال هذه المنحنيات توصلوا إلى ما يلي:

- إن المنسوب الأمثل لإيقاف الجدران القصية في الجمل المختلطة يقع بين نقطة إنعدام القص في الجدار ونقطة إنعدام العزم فيه.

- من أجل مبنى ذي جملة مختلطة يتعلق المنسوب الأمثل لإيقاف الجدران القصية فيه بنسبة الصلابة القصية للإطارات على الصلابة الانعطافية ($\alpha^2 = GA/EI$) فمن أجل قيمة معينة ل (α) يكون المنسوب الأمثل للإيقاف أقل ما يمكن وبزيادة هذه النسبة أو نقصانها يرتفع المنسوب الأمثل للإيقاف أي تقل أهمية إيقاف الجدران القصية، وبالتالي فإن زيادة صلابة الإطارات في الجمل المختلطة لا يعني بالضرورة إنخفاض المنسوب الأمثل لإيقاف الجدران القصية.

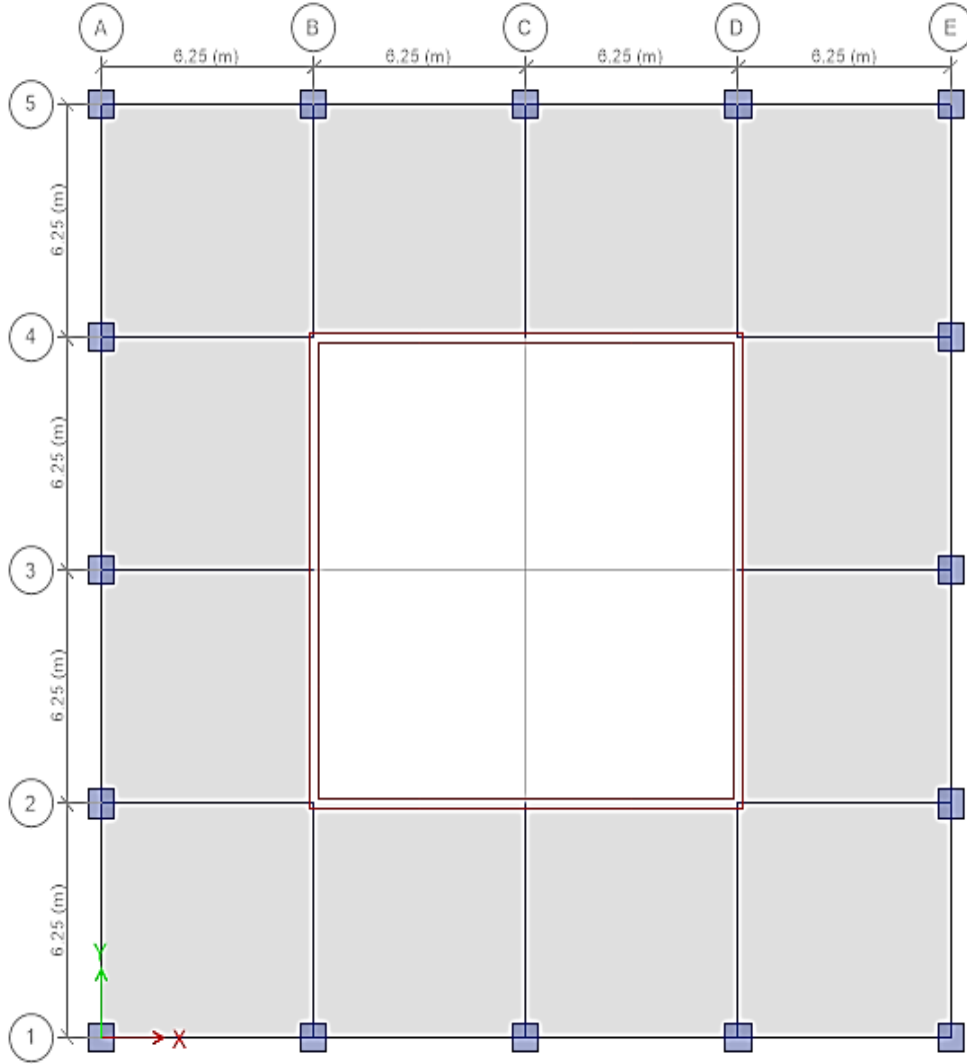
وقد قاموا أيضاً بإنشاء مثال تطبيقي لمبنى ذي جملة مختلطة مؤلف من 20 طابقاً باستخدام برنامج ETABS حيث تتألف الجملة الإنشائية للمبنى من نواة صندوقية وإطارات مقاومة للعزم الشكل (4-2). ومارنوا النتائج وتأكدوا من العلاقات التي قاموا بتصحيحها فالعلاقات السابقة التي أعطاها Nollet.M.J and Stafford Smith.B أظهرت فروقاً كبيرة نسبياً بالنسبة للانتقالات وخصوصاً مع زيادة ارتفاع المبنى.



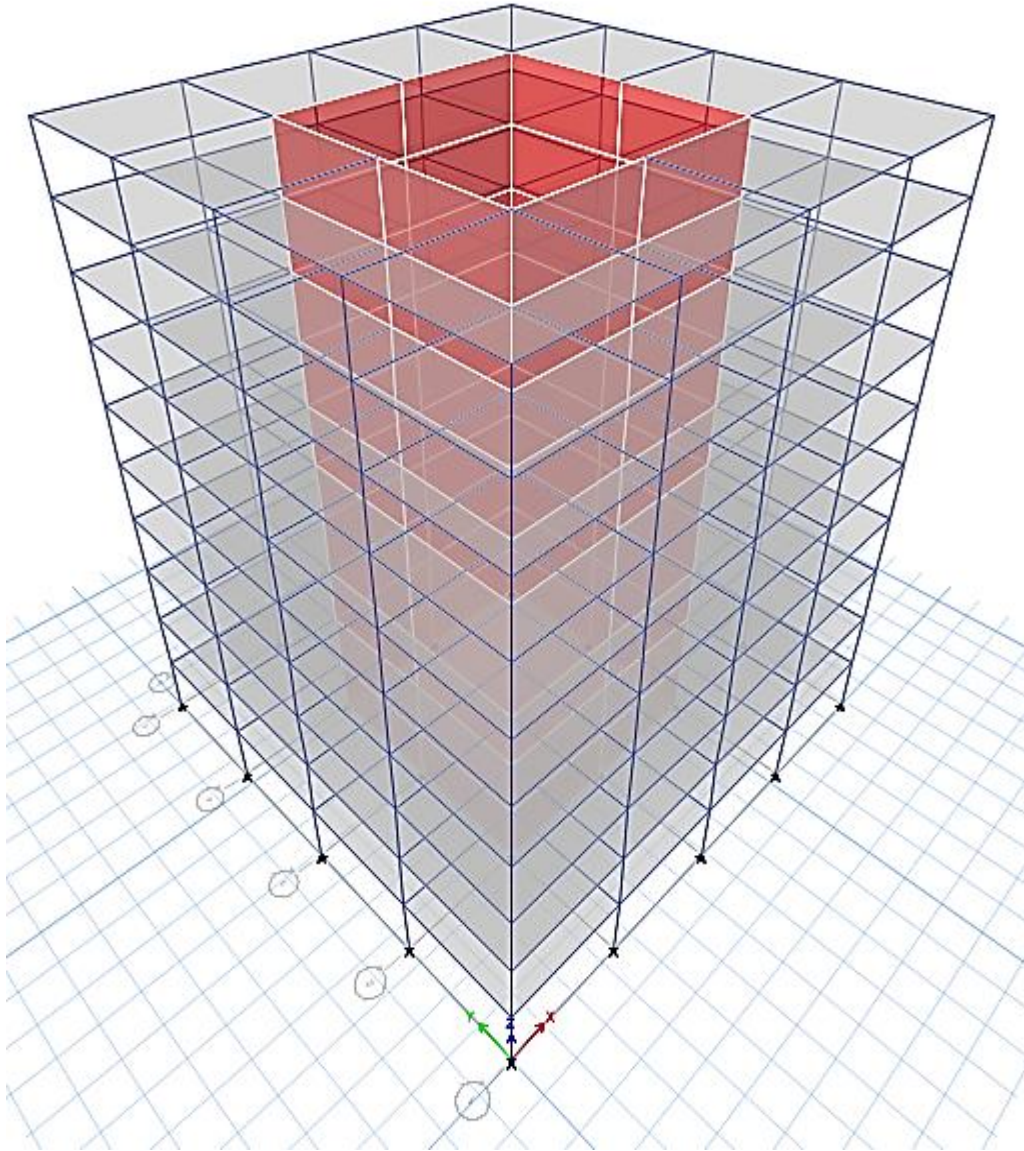
الشكل (4-2) مسقط المبنى المدروس [2]

3-2 لقد قام الباحثان الهنديان [3] [Abhyuday Titiksh Dr. Govardhan Bhat]

بدراسة تأثير إيقاف الجدران القصية على الأبنية متوسطة الارتفاع وذلك باستخدام تحليل طيف الاستجابة (Response Spectrum Analysis) فقد قاما بدراسة عدة نماذج وتم إيقاف جدران القص فيها في مستويات مختلفة وتمت مقارنة نتائج تحليل هذه النماذج مع الهيكل المطابق ولكن بارتفاع كامل لجدران القص فقد كان المبنى المدروس مؤلف من عشرة طوابق والجملة الإنشائية مكونة من نواة وإطارات مقاومة للعزم كما هو موضح في الشكلين (5-2) و(6-2).



الشكل (5-2) مسقط المبنى المدروس [3]

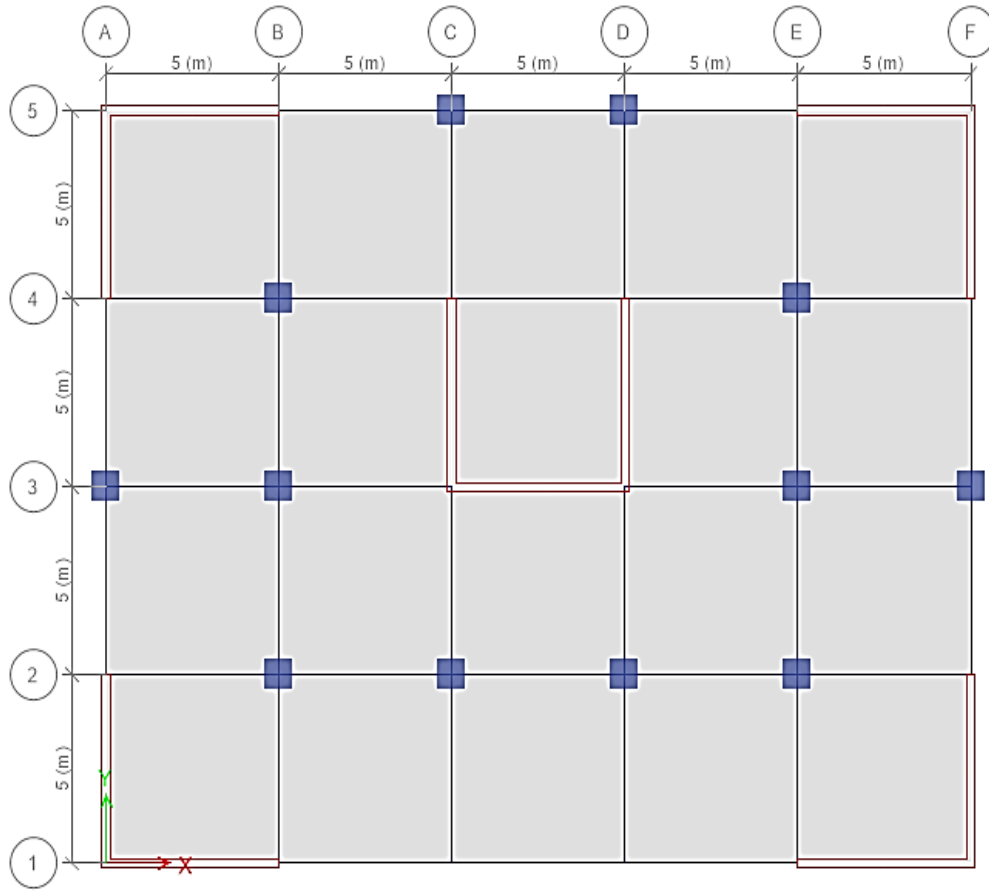


الشكل (6-2) تمثيل ثلاثي الأبعاد للمبنى المدروس [3]

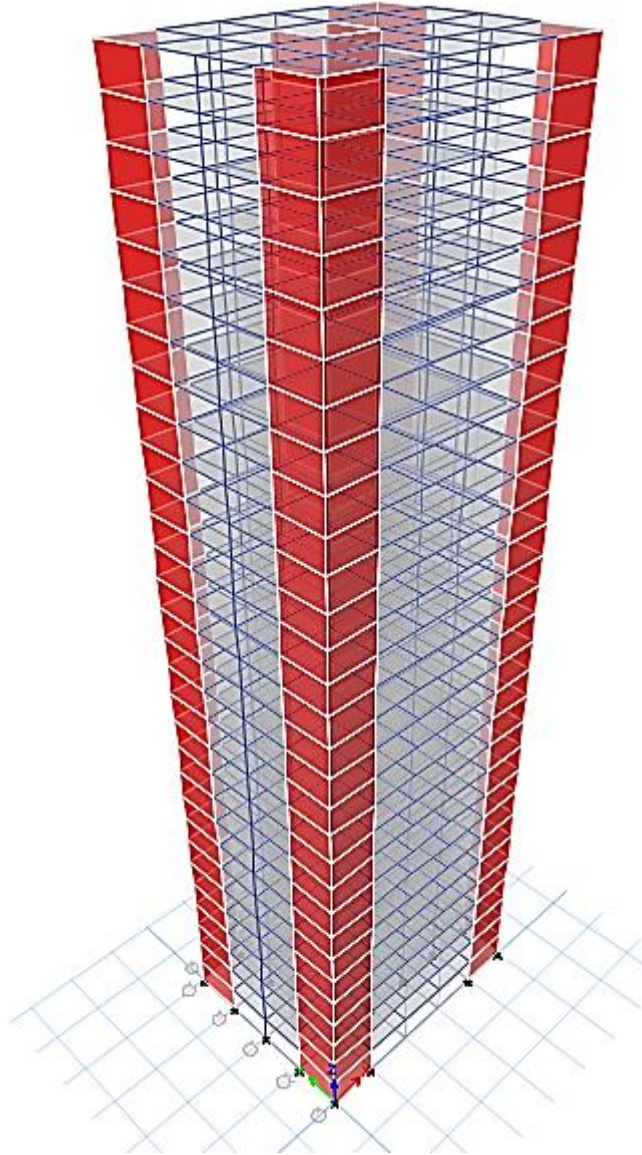
وقد توصلنا إلى ما يلي: عندما يتم إيقاف جدران القص حتى نصف ارتفاع المبنى الأصلي فإن الانتقال الأفقي للطابق العلوي يزداد بمقدار 2 mm فقط أما في مستوى الإيقاف فتزداد الإزاحة الطابقية النسبية بنسبة 40% تقريباً ويزداد الانتقال الأفقي لهذا الطابق بنسبة 15% وتتنخفض قوى القص في الطوابق السفلية بنسبة 25%. وأيدت النتائج أن إيقاف جدران القص في بعض المستويات المتوسطة هي تقنية تصميم إيجابية للمباني المتوسطة والمنخفضة الارتفاع بدلاً من أن تكون ضارة.

4-2 لقد قام كلاً من [Birat Dev Bhatt][4] و [Vimalanandan]

[Dr.S.Senthilselvan] بدراسة تأثير إيقاف الجدران القصية على الأبنية عالية الارتفاع وذلك باستخدام التحليل الديناميكي (طيف الاستجابة) حيث قاموا بدراسة عدة نماذج لمبنى مؤلف من 30 طابقاً كما هو موضح في الشكلين (7-2) و (8-2). وتم إيقاف جدران القص فيها في مستويات مختلفة وتمت مقارنة نتائج تحليل هذه النماذج مع الهيكل المطابق ولكن بارتفاع كامل لجدران القص.



الشكل (7-2) مسقط المبنى المدروس [4]



الشكل (8-2) تمثيل ثلاثي الأبعاد للمبنى المدروس [4]

وبنتيجة التحليل والمقارنة ظهر ما يلي:

- 1- الانتقال الأفقي للبناء في الطابق العلوي بالمقارنة مع جدران تصل لـ 100% كانت تقل بمقدار 2.1% في المبنى ذي جدران القص التي تصل لـ 90% وتقل بمقدار 3.4% في المبنى ذي جدران القص التي تصل لـ 80% وتقل بمقدار 2.2% في المبنى ذي جدران القص التي تصل لـ 70% بينما تزيد بمقدار 1.7% في المبنى ذي جدران القص التي تصل لـ 60% وتزيد بمقدار 8.1% في المبنى ذي جدران القص التي تصل لـ 50% وهذا يؤكد بأن إيقاف جدران القص في المستوي الأمثل يزيل القوى العكسية.

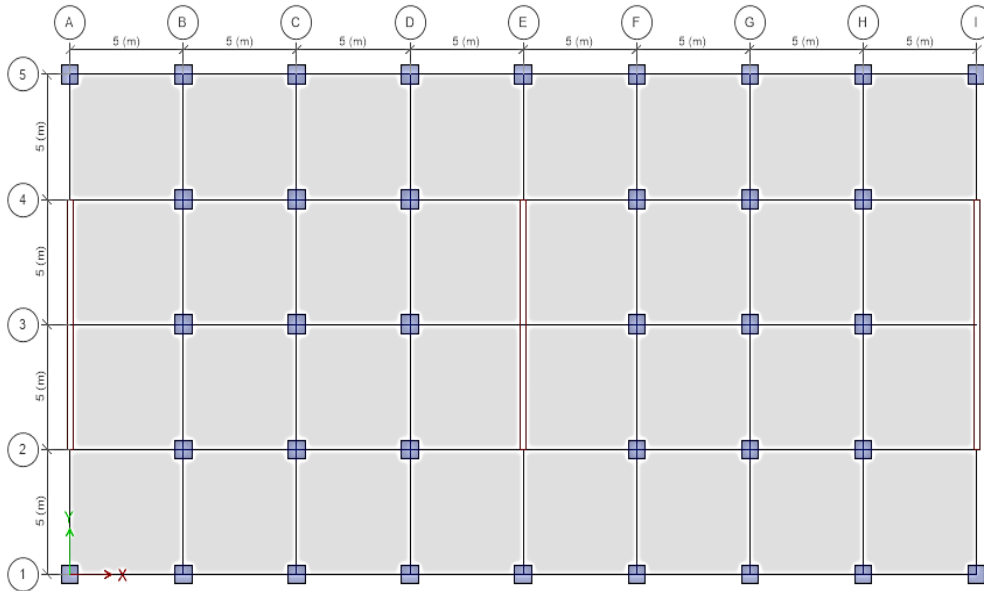
2- الإزاحة الطابقية في المبنى ذي جدران القص التي تصل لـ 80% من الارتفاع الإجمالي أقل من الإزاحة الطابقية في المبنيين ذي جدران القص التي تصل لـ 100% و 90% بينما تكون كبيرة في المباني ذات جدران القص التي تصل إلى 70% و 60% و 50% .

3- القص القاعدي يقاوم بنسبة 70% تقريباً من قبل جدران القص والباقي يقاوم من قبل الإطارات في النماذج الستة المدروسة.

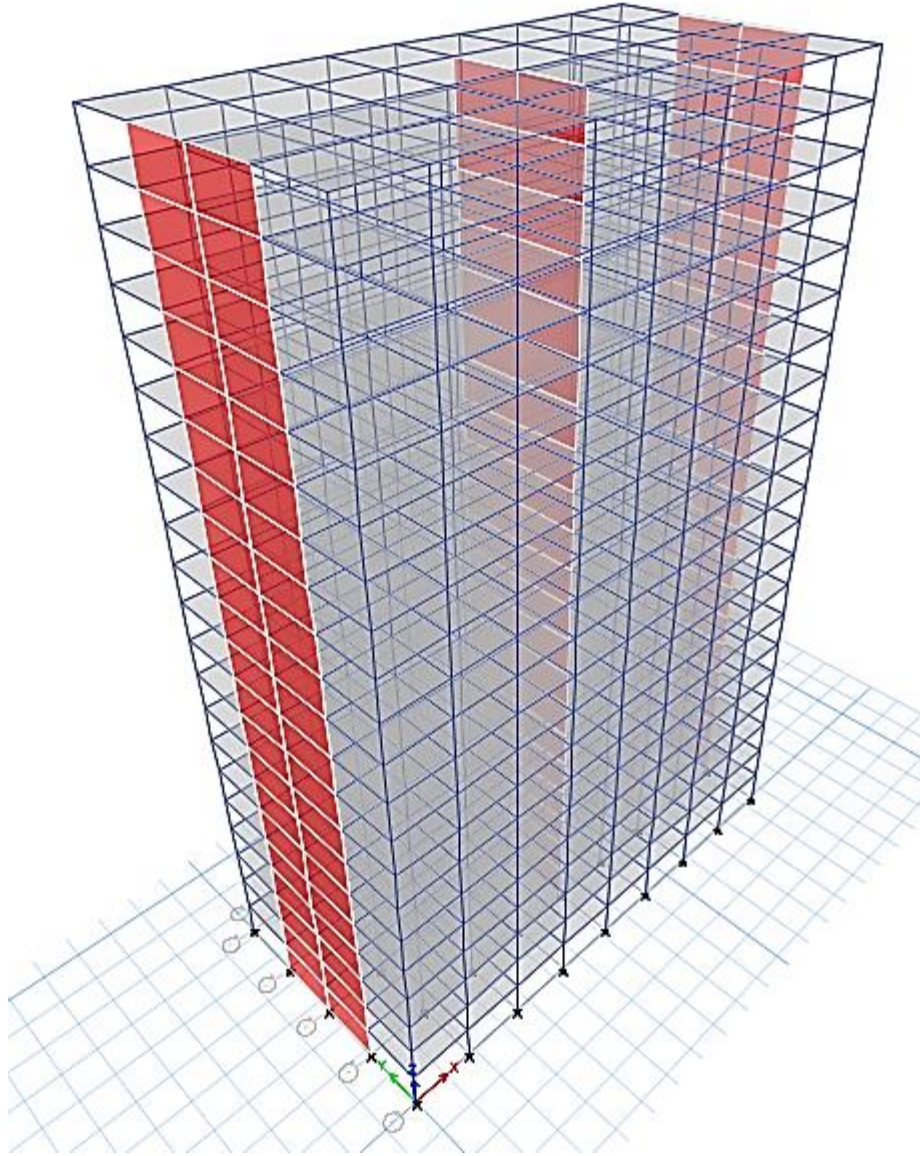
وقد خلصوا إلى أنه إذا تم إيقاف جدران القص بحيث تصل لـ 75% من كامل ارتفاع البناء تتخفف الإزاحة والانتقال الجانبي في الطابق العلوي، وبأن عزم الانعطاف في الجوائز في الطابق العلوي ينخفض مع زيادة مستوى الإيقاف ولكن يزداد في مستوى الإيقاف وأنه ليس هناك تغييراً هاماً في القوة المحورية في الأعمدة. وبالتالي فإن إيقاف جدران القص بحيث تصل لـ 75% من كامل الارتفاع في المباني العالية يخفف كلفة البناء ويطور الأداء الزلزالي.

5-2 لقد قام كلاً من [Dr. Mohd Humraz],[Juveria Fatima][5] ,

[Kiranmayeeyuyuru] . بدراسة لتقييم الأداء الزلزالي للجمال المختلطة مع الإيقاف الأمثل لجدران القص وذلك باستخدام التحليل الديناميكي التاريخ الزمني اللاخطي (Non Linear time History) بواسطة برنامج SAP 2000 حيث قاموا بدراسة عدة نماذج لمبنى مؤلف من 21 طابقاً كما هو موضح في الشكلين (9-2) و (10-2)، وتم إيقاف جدران القص في مستويات مختلفة وتمت مقارنة نتائج تحليل هذه النماذج مع الهيكل المطابق ولكن بارتفاع كامل لجدران القص.



الشكل (9-2) مسقط المبنى المدروس [5]



الشكل (10-2) تمثيل ثلاثي الأبعاد للمبنى المدروس [5]

وبنتيجة التحليل والمقارنة ظهر ما يلي:

- 1- إذا تم إيقاف جدران القص لستة طوابق من الأعلى يكون الانخفاض في قيم القص القاعدي 0.17% من قيم القص القاعدي للبناء مع جدران قص على كامل الارتفاع.
 - 2- إذا تم إيقاف جدران القص لستة طوابق من الأعلى يكون الازدياد في قيم الانتقال الأفقي للطابق الأخير 0.16% من قيم الانتقال الأفقي للطابق الأخير للبناء مع جدران قص على كامل الارتفاع.
- وخلصوا إلى أنه إذا تم إيقاف جدران القص بحيث تصل إلى ثلثي ارتفاع البناء يكون له تأثيراً هامشياً على قيم القص القاعدي والانتقالات الأفقية.

6-2 لقد قام الباحثان [6][U.L. Salve] و [R.S. Londhe] بدراسة تأثير إيقاف

جدران القص على الإزاحة الطابقية في المباني عالية الارتفاع المعرضة لحمولات الزلازل باستخدام برنامج STAAD لنموذجين من الأبنية البناء الأول مؤلف من 15 طابقاً والثاني مؤلف من 21 طابقاً، وقد تم إيقاف جدران القص في مستويات مختلفة في كلا البناءين وقد توصلنا إلى ما يلي :

1- إن الزيادة الإجمالية في قيمة الانتقال الجانبي هي 0.5% فقط بين جدران القص التي تصل إلى كامل الارتفاع أو جدران قص تصل حتى 60% من كامل ارتفاع البناء .

2- لا توجد زيادة ملحوظة في قيم القوى المحورية وقوى القص وعزوم الانعطاف حين تصل جدران القص إلى 60% من كامل ارتفاع البناء . وبالتالي فإن إيقاف جدران القص بحيث تصل لـ 60% من كامل الارتفاع في المباني العالية يخفض كلفة البناء وتبقى الانتقالات والإزاحة الطابقية ضمن الحدود المسموحة.

7-2 لمحة عن طريقة التحليل الستاتيكي اللاخطي (Pushover Analysis) :

1-7-2 مقدمة: يُعدّ التحليل الزلزالي الستاتيكي اللاخطي، أو طريقة الدفع المتتالي Pushover Analysis من الطرق الحديثة التي تم تطويرها لتصبح من الطرق المفضلة في التحليل والتصميم الزلزالي، بالإضافة لتقييم أداء الجمل الإنشائية.

2-7-2 التحليل الستاتيكي الزلزالي اللاخطي: هو تحليل ستاتيكي تزايدِي يُستعمل؛ لتحديد علاقة القوة - الانتقال أو ما يُعرف بمنحني السعة للمنشأة، وذلك عن طريق تطبيق قوى أفقية متزايدة على المنشأة ورسم المخطط الذي يربط بين قوة القص القاعدي والانتقال الموافق لها من أجل كل زيادة في القوة الأفقية حتى يحصل الانهيار أو الوصول إلى حالة محددة.

2-7-3 من أسباب استخدام التحليل الستاتيكي اللاخطي:

1. الزلازل التصميمية تسبب سلوكاً لا خطياً في العناصر الإنشائية.
2. دراسة الاستجابة اللاخطية للمنشآت وتحديد آلية الانهيار والمفاصل اللدنة.
3. طرق التحليل الديناميكي اللاخطي رغم دقتها إلا أنها معقدة وغير عملية تتطلب وقتاً طويلاً لإنجازها.
4. تقييم وإصلاح منشآت قائمة.

حيث أشارت كثير من الأبحاث [17] [18] [23] إلى أنه في طريقة التحليل الستاتيكي اللاخطي:

- يوجد اختلاف في النتائج مرتبط باختلاف الإجراءات المستخدمة في تحديد مستوى أداء الجملة الواحدة.
- إن الطريقة تعتمد على مكافئة الجملة الإنشائية مهما تعددت درجات حرّيتها بجملة وحيدة درجة الحرية SDOF وتعتمد على الطور الأساسي مهمة باقي الأطوار.

2-7-4 طرق تحديد الأداء باستخدام التحليل الستاتيكي اللاخطي:

نذكر من طرق تحديد أداء الجملة الإنشائية:

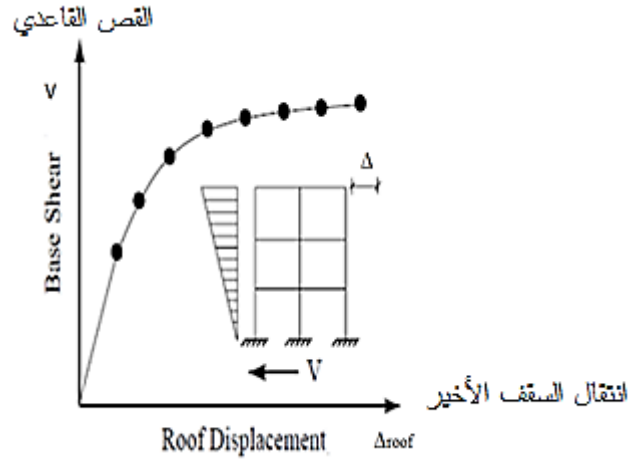
- 1- طريقة طيف السعة (CSM): [7] ATC 40 Capacity Spectrum Method
- 2- الطريقة الخطية المكافئة (ELM): [8] FEMA 440 Equivalent Linearization Method
- 3- طريقة المعامل (DCM): [9] FEMA 356 Displacement Coefficient Method
- 4- طريقة تعديل الانتقال (DMM): [8] FEMA 440 & [10] ASCE 41 Displacement Modification

أول خطوة في عملية التحليل الستاتيكي اللاخطي هي رسم منحنى السعة، ثم تحديد الطلب وبعدها نحدد كلاً من نقطة الأداء والانتقال الهدف.

• منحنى السعة Capacity Curve:

هو منحنى يمثل العلاقة بين قوة القص القاعدي Base Shear والانتقال في السقف الأخير Roof Displacement، وغالباً ما يُشار إليه بمنحنى الدفع المتتالي أو منحنى Pushover و يظهر الشكل (11-2) هذا المنحنى.

يتم إيجاد منحنى السعة باستخدام البرامج الحاسوبية اللاخطية، ومبدأ حسابه عموماً هو دفع الجملة عن طريق تطبيق حمولة أفقية ستاتيكية متزايدة حتى الانهيار أو الوصول إلى حالة محددة ورسم العلاقة بين قوة القص والانتقال الناتج عنه.



الشكل (11-2) منحنى السعة

ومن أشكال الحمولات الأفقية المستخدمة في الدفع:

- 1- القوة المركزة وتستخدم في حالة الطابق الواحد.
- 2- نموذج القوى الأفقية المتناسب مع توزيع الكود (97 UBC)، لكن بدون إضافة القوة المركزة في الطابق الأخير F_t .
- 3- نموذج القوى المتناسب مع جداء كتل الطوابق مع شكل الطور الأول.
- 4- نموذج مشابه للنموذج السابق (النموذج رقم 3) ويستعمل حتى الخضوع، ومن بعدها يُعدل ليتناسب مع شكل التشوه.
- 5- نموذج مشابه للنموذجين السابقين (الرقم 3 والرقم 4) ولكنه يتم بأخذ مساهمة الأطوار ذات المرتبة الأعلى لتقدير الخضوع في العناصر، ويُرسم منحنى السعة بالاعتماد على الطور الأول فقط.

• الطَّلَب Demand:

هو تمثيل للزلازل الذي سيخضع له المبنى، وفي الطرق اللاخطية غالباً ما يعبر عنه بالانتقال أو التشوه الذي يتوقع أن يخضع له المبنى من هذا الزلزال، وهذا يختلف عن التحليل الخطي؛ حيث الطَّلَب هو القوة الأفقية المطبقة.

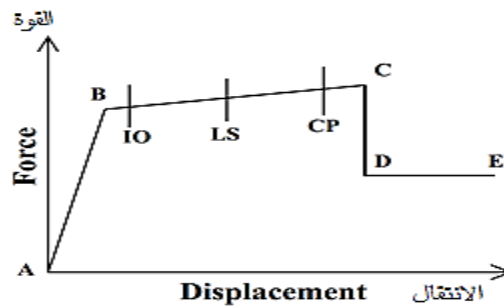
• نقطة الأداء Performance Point:

هي نقطة تقاطع كل من طيف السعة وطيف الطَّلَب المخفض بالاعتماد على التخميد الفعَّال في كل من طريقة طيف السعة CSM والطريقة الخطية المكافئة ELM.

• الانتقال الهدف Target Displacement:

هو الانتقال اللامرن الناتج عن طريق ضرب الانتقال المرن لجملة وحيدة درجة الحرية مكافئة بسلسلة من العوامل في طريقتي المعامل CM وتعديل الانتقال DMM.

أما تقييم الضرر الزلزالي المتوقع في العناصر حسب برنامج (ETABS) فيتم عن طريق حساب الانتقال اللاخطي والقوة باستعمال التحليل الستاتيكي اللاخطي، وتقارن مع قيم النقاط الممثلة لمستويات الأداء الموضحة على منحنى القوة - الانتقال في الشكل (12-2).



الشَّكْل (12-2) منحنى القوة - الانتقال مع مستويات الأداء [9]

- النّقطة A: تقابل حالة التفريغ أو نقطة المبدأ.
- النّقطة B : تقابل نقطة الخضوع، أمّا ميل الخط من B إلى C فيقدر بـ 10% من ميل الخط من A إلى B.
- النّقطة C: تقابل الحمولة القصوى الإسمية مع تشوه كبير وظهور تدهور في المقاومة.
- الهبوط من النّقطة C إلى النّقطة D: يمثّل الفشل الأولي للعنصر المدروس في مقاومة الأحمال الجانبية بعد النّقطة C.
- المقاومة المتبقية من النّقطة D إلى النّقطة E: يسمح في هذا المجال بالاستمرار بمقاومة الأحمال الجانبية على العنصر المدروس.
- النّقطة E: بعد الوصول إلى هذه النّقطة يصبح العنصر غير قادر على الاستمرار بمقاومة الأحمال الجانبية.
- وبين النّقطة B والنّقطة C هناك ثلاثة مستويات لتوضيح حالة الضرر في المبنى ومدى قابليته للتأهيل هي:
- النّقطة IO: حالة الإشغال الفوري التي تقابل في المبنى حالة أضرار خفيفة؛ بحيث تحدث تشققات خفيفة في الأعمدة وتشطّ محدود في الجوائز بالإضافة إلى شقوق صغيرة جداً في جدران القصّ، وتصنّف كأضرارٍ تحتاج إلى إصلاحات شكلية تجميلية فقط ويمكن أن يتمّ الإصلاح دون توقف المنشأة عن الاستثمار، وتبقى مقاومة المبنى للحمولات الأفقية والشاقولية على حالها مثلما كانت قبل الزلزال تقريباً.
- النّقطة LS: حالة المحافظة على الحياة والتي تقابل في المبنى حالة أضرار متوسطة حيث تظهر تشققات متوسطة وتشطّ في الأعمدة والجوائز والعقد، وجدران القصّ ويتوقف استثمار المنشأة مدة قصيرة إلى حين إصلاحها.
- النّقطة CP: تجنب الانهيار، المنشأة على وشك الانهيار بسبب خروج عدد من العناصر عن الاستثمار وخسارتها لجزء كبير من قدرة تحملها للحمولات الأفقية مع بقائها قادرة على تحمل الحمولات الشاقولية.
- علماً أن مستوى أداء الجملة المفروض في دراستنا لكافة النماذج المدروسة هو حالة المحافظة على الحياة (LS) Life Safety.

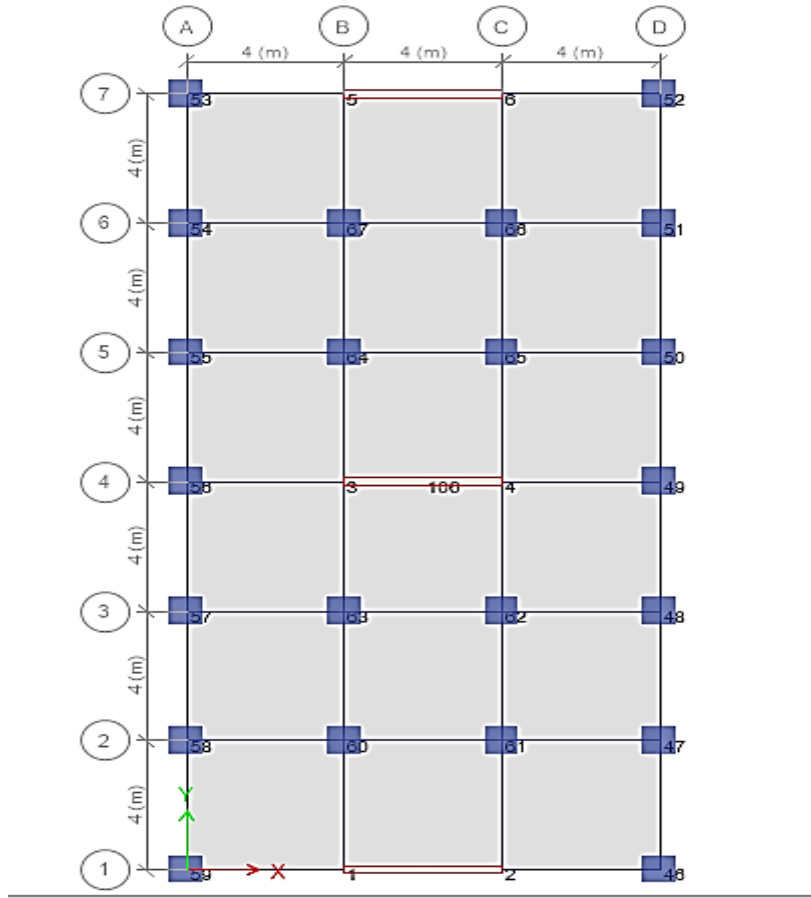
الفصل الثالث

دراسة نماذج المجموعة الأولى

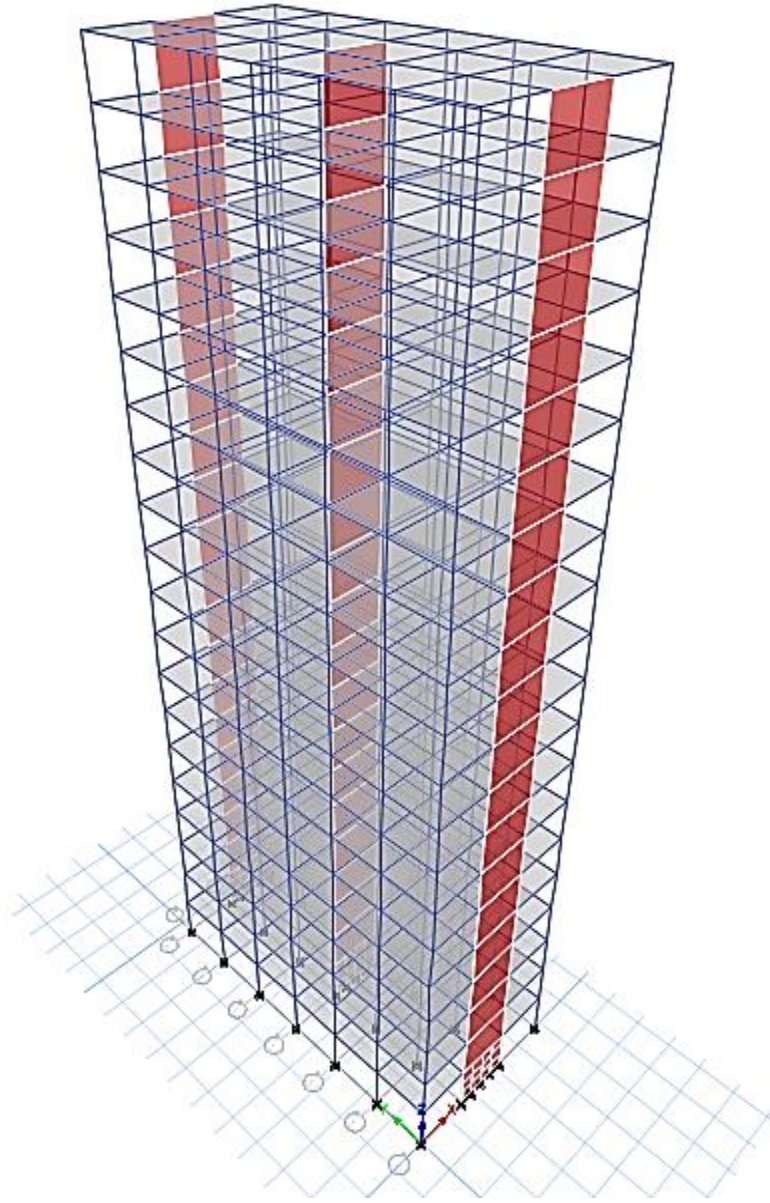
عدد الطوابق في هذا النموذج 20 طابقاً، والارتفاع الطائقي لجميع الطوابق 3 m ونسبة مساهمة الجدران (63%). في هذه المجموعة تمت دراسة عددٍ من الجمل الإنشائية المختلطة بارتفاع 20 طابقاً، والنماذج المدروسة هي من M10 إلى M20.

3-1 شكل المسقط وأبعاده:

إنّ نموذج المبنى المختار للدراسة لكافة الجمل الإنشائية المدروسة على شكل مستطيل منتظم يتألف من ثلاث فتحات بالاتجاه X وست فتحات بالاتجاه Y أبعاد المسقط الأفقي (24*12) m طول الفتحة الواحدة (4) m كما في الشكلين (1-3) و (2-3) ؛ حيث يظهر النموذج الذي سندرسه بشكلٍ تفصيلي .



الشكل (1-3) شكل المسقط المدروس مع الأبعاد.



الشكل (2-3) تمثيل ثلاثي الأبعاد للنموذج باستخدام برنامج ETABS 2016

يوضح الجدول (1-3) أبعاد العناصر الإنشائية للنموذج المدروس.

الجدول (1-3) أبعاد العناصر الإنشائية للنموذج المدروس

سمكة البلاطة المصمتة Cm	أبعاد الجدران cm		أبعاد الأعمدة cm		أبعاد الجوائز cm	
	سمكة	طول	عرض	طول	عرض	ارتفاع
20	25	400	85	85	30	60

علماً أن هذه الأبعاد المستخدمة للعناصر الإنشائية لأغراض بحثية فقط.

2-3 التحليل الزلزالي باستخدام الطريقة الستاتيكية المكافئة:

يتعرض المبنى لحمولاتٍ موزعةٍ مطبقة على البلاطات دائمة $g = 3 \text{ KN/m}^2$ وحيّة $P = 2 \text{ KN/m}^2$ بالإضافة للوزن الذاتي للعناصر حيث يُحسب تلقائياً في البرنامج ، والمنطقة الزلزالية هي 2C ونموذج مقطع التربة هو SD ومنه $C_v = 0.47$, $C_a = 0.32$ ، والجملة الإنشائية المقاومة للقوى هي جملة مختلطة جدران قص وإطارات متوسطة مقاومة للعزوم وبالتالي معامل مطاوعة المنشأ $R = 6.5$ ، معامل أهمية المنشأ $I = 1$ ، ويتم التحليل الزلزالي حسب كود البناء الموحد [11] UBC 97. تم إعتبار مصدر الكتل هو الحمولة الميتة فقط ، ولأخذ التشققات بعين الاعتبار تم اعتبار العطالة على الانعطاف وفق الجدول (2-3) حسب الكود الموحد للبناء [11] UBC 97.

الجدول (2-3) عطالة العناصر على الانعطاف

العطالة	العنصر
$0.35 I_g$	جائز
$0.7 I_g$	عمود
$0.8 I_g$	جدار

تحتسب قوة القص القاعدي بالطريقة الستاتيكية المكافئة من العلاقة:

$$V = \frac{C_v \times I}{R \times T} \times W \quad (1-3)$$

بحيث تكون القوة المحسوبة أكبر من:

$$V_{\min} = 0.11 C_a \times I \times W \quad (2-3)$$

وإذا تزيد القوة المحسوبة عن:

$$V_{\max} = \frac{2.5 C_a \times I}{R} \times W \quad (3-3)$$

وفي المنطقة الرابعة يجب ألا تقل قوة القص القاعدي عن:

$$V_{\min 4} = \frac{0.8 \times Z \times N_v \times I}{R} \times W \quad (4-3)$$

حيث:

W - وزن المبنى ويشمل الوزن الذاتي والحمولات الميتة.

$R=6.5$ - باعتبار ظروف التنفيذ مثالية.

$q_a=2.5 \text{ Kg/cm}^2$, $f'_c = 20 \text{ MPa}$, $f_y=360 \text{ MPa}$, $f_{ys}=240 \text{ MPa}$ (قدرة تحمل التربة).

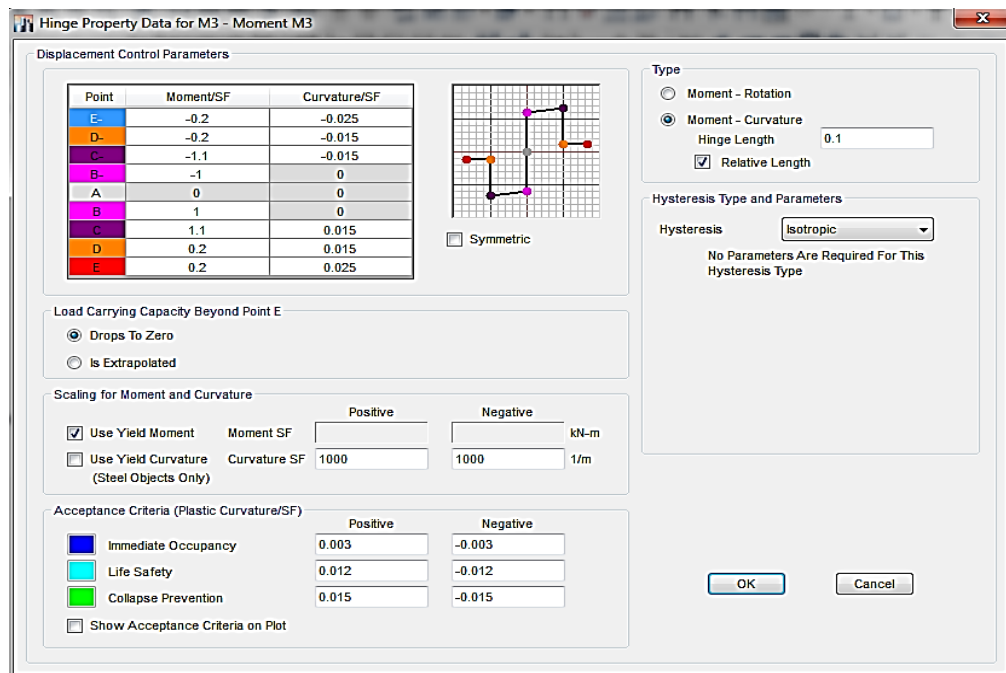
وقد اقتصررت كافة التحليلات الخطية واللاخطية على الاتجاه X ، كون الدراسة نظرية وتتوضع جدران القص بهذا الاتجاه.

3-3 النمذجة اللاخطية للعناصر:

نعرف العناصر الإطارية بأبعادها وتسليحها باستخدام خاصية Section Designer المرفقة بالبرنامج؛ حيث نستخدم للجوائز مفاصل لدنة تتشكل من عزم الانعطاف $M3$ ، أما الأعمدة فتتشكل المفاصل اللدنة من القوة المحورية وعزمي انعطاف، أو كما يُرمز لها PMM وتكون هذه المفاصل من نوع Fiber $P-M2-M3$ ، وتُعرف الألياف بشكل افتراضي من تصميم الأعمدة المدخل بالبرنامج.

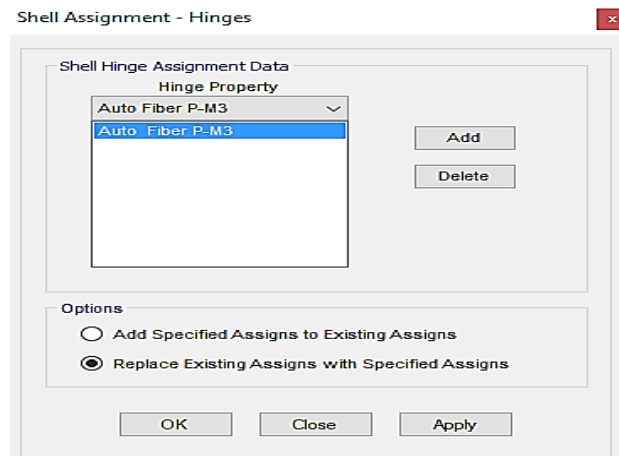
ينصح دليل برنامج ETABS 2016 بأن يكون طول المفصل اللدن 10% من طول الجائز ويقع على بعد 5% من نهايتي العنصر.

يظهر الشكل (3-3) المفصل اللدن المعروف للجائز مع القيم الخاصة به، وهو من النوع عزم - انحناء (Moment - Curvature)؛ لأنه يُمكننا من تحديد طول المفصل كقيمة مطلقة أو نسبة من طول الجائز.



الشكل (3-3) المفصل اللدن المعروف للجائز

نعرف مفصل لدن لجدار القصّ من نوع ألياف Fiber P-M3 (وهي ميزة جديدة ضمن البرنامج)، ويُظهر الشّكل (4-3) طريقة تعريف المفصل اللدن .

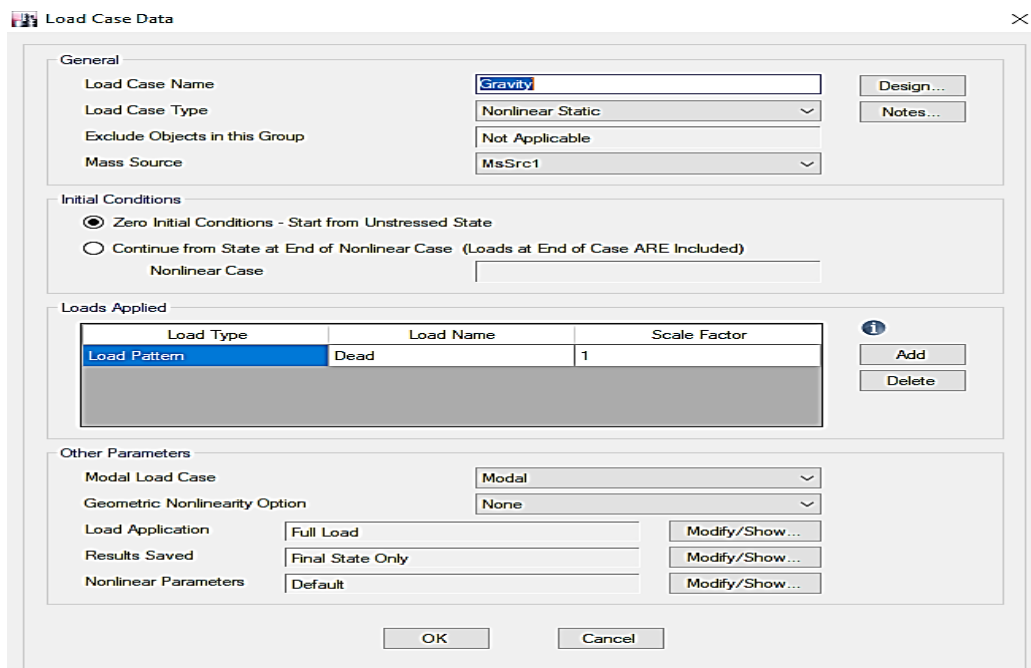


الشّكل (4-3) المفصل اللدن المعروف لجدار القصّ

4-3 التحليل الستاتيكيّ اللاخطي:

قبل البدء بتحليل الدفع المتتالي يجب تعريف الحمولات اللازمة لهذا التحليل وهي:

أولاً: حمولات تؤثر على الجملة قبل تطبيق القوى الجانبية الزلزالية. نعرف قوى الثقالة Gravity Loads وهي الحمولة الميتة . تُحلل هذه الحمولات بطريقة ستاتيكية لاخطية يكون التحكم فيها بالقوة؛ لأن القوة معلومة وتحفظ النتيجة النهائية، يوضّح الشّكل (5-3) كيفية تعريف هذه الحمولات التي أسميناها Gravity.



الشّكل (5-3) كيفية تعريف حمولات Gravity

ثانياً: حمولات جانبية أفقية متزايدة تستعمل في دفع الجملة ورسم منحنى السعة. نستخدم نموذج حمولات EX وهذه الحمولات هي نفسها الحمولات الزلزالية المستخدمة في التحليل الستاتيكي حسب الكود الموحد للبناء [11] UBC 97 ، وتطبق هذه الحمولات بالاتجاه X انطلاقاً من نتائج التحليل اللاخطي الخاصة بحمولات الثقالة Gravity كما هو موضح بالشكل (3-6)، ويكون التحكم بالانتقال؛ لأن الحمولات غير معروفة، ويتم دفع الجملة في هذه المجموعة من النماذج (20 طابقاً) حتى يصل الانتقال في نقطة المراقبة إلى قيمة $\delta_t = 171\text{mm}$ ؛ حيث δ_t هو قيمة الانتقال الهدف المحسوب لاحقاً في العلاقة (3-5) حسب FEMA 356 [9] حيث يقوم البرنامج بزيادة قوة القص وتوزيعها كما عرفناها، أما نقطة المراقبة فهي النقطة رقم 52 الموضحة على المسقط بالشكل (3-1)، وقد تم اختيارها؛ لأنها تعطي أكبر انتقال مقارنةً بباقي العقد.

نستخدم خيار Conjugate Displacement؛ لأنه يساعدنا في الحصول على نتائج عندما يعاني التحليل من مشاكل في التقريب، ويعتمد هذا الخيار على قياس عمل القوة المطبقة. يظهر الشكل (3-7) كيفية تحديد هذه الخصائص.

Load Case Data

General

Load Case Name: Pushover X [Design...]

Load Case Type: Nonlinear Static [Notes...]

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous

Initial Conditions

☐ Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

☒ Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: Gravity

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	EX1	1

[Add] [Delete]

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Geometric Nonlinearity Option: None

Load Application: Displacement Control [Modify/Show...]

Results Saved: Multiple States [Modify/Show...]

Nonlinear Parameters: User Defined [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

الشكل (3-6) تطبيق الحمولة الأفقية

يلخص الشكل (6-3) خيارات التحليل الستاتيكيّ اللاخطي كلّها فمن هذه النافذة يمكن اختيار كيفية بدء التحليل انطلاقاً من نتائج تحليل لاخطي سابق وهو في حالتنا Gravity، أو يبدأ من شروط صفرية (حالة غير مجهد)، ويُمكننا أيضاً تحديد نموذج الحمولة المستخدمة في الدفع في Load Type. البارامترات الأخرى مثل حالة التحليل النمطي وتأثير اللاخطية الهندسية ك P-Delta وعدد النتائج المحفوظة والبارامترات اللاخطية التي سيتم شرحها لاحقاً.

الشكل (7-3) تحديد نقطة المراقبة، ومقدار الانتقال الذي يتم دفع الجملة للوصول له أما بارامترات التحليل اللاخطي فقيمها موضحة بالشكل (8-3)، وفيما يأتي شرح مفصل لهذه المتغيرات.

▼ Solution Control	
Maximum Total Steps	200
Maximum Null Steps	100
Maximum Constant-Stiffness Iterations	20
Maximum Newton-Raphson Iterations	40
Iteration Convergence Tolerance (Relative)	0.0001
Use Event-To-Event Stepping	Yes
Event Lumping Tolerance (Relative)	0.1
Maximum Line Searches per Iteration	30
Line Search Acceptance Tolerance (Relative)	0.1
Line Search Step Factor	1.618
▼ Hinge Unloading	
Hinge Unloading Method	Unload Entire Structure
> Material Nonlinearity Parameters	

الشكل (8-3) قيم بارامترات التحليل اللاخطي

Maximum Total Steps: عدد الخطوات الكلية الأعظمية المسموحة أو المستعملة في التحليل ويمثل الخطوات المحفوظة وغير المحفوظة ويستخدم هذا العدد للتحكم بطول مدة التحليل.

Maximum Null (Zero) Steps: العدد الأعظمي للخطوات الصفرية، وتحدث الخطوات الصفرية عند محاولة تفريغ حمولة مفصل أو حالة تلدن أو أن تكرر الحل لا يتقارب وإذا وصل عدد الخطوات الصفرية للعدد الأعظمي المفروض يتوقف حينذاك التحليل.

Maximum Iterations Per Step: عدد التكرارات الأعظمي في كل خطوة. ويتم تجربة طريقة تكرار القساوة الثابتة constant-stiffness من أجل كل خطوة أولاً ومن ثم طريقة نيوتن رافسون، وفي حال فشل الطريقتين في إيجاد تقارب يتم تصغير الخطوة. الطريقة الأولى أسرع لكن الثانية أكثر فعالية.

Iteration Convergence Tolerance: التفاوت المسموح للتقارب ويستخدم؛ لمقارنة قيمة الخطأ في القوة مع قيمة القوة المطبقة على الجملة.

Event-to-Event Iteration Control: يستخدم هذا الخيار؛ لدمج النتائج وتجميعها في حال وجود عدد كبير من النتائج من أجل تقليل وقت التحليل، وتحديد قيمة التفاوت المسموح بين النتائج؛ لتجميعها في الخيار event-lumping tolerance. لكن إنقاص قيمة هذا المعامل تعطي حلاً أكثر دقة لكنه يحتاج إلى وقت أطول، لكن في حال وجود عدد كبير من المفاصل المعروفة فإن إلغاء هذا الخيار يُعدّ مساعداً في التحليل لكن لا ينصح به في حال توقع خسارة المقاومة في المفاصل اللدنة.

تُحفظ النتائج عند عدد من الخطوات وليست النتيجة النهائية فقط. إن عدد الخطوات المحفوظة هو العدد الافتراضي للبرنامج وهو 1 للحد الأصغر و5000 للحد الأعظمي مع اختيار حفظ الخطوات الموجبة فقط من أجل تجاهل القيم السالبة الناتجة من إعادة توزيع القوى، كما أن عدد الخطوات المحفوظة يسهل إخراج المنحني النهائي.

5-3 حساب الانتقال الهدف:

حساب الانتقال الهدف δ_t حسب FEMA 356 [9] من العلاقة:

$$\delta_t = C_0 \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot S_a \cdot \frac{T_e^2}{4\pi^2} g \quad (5-3)$$

C_0 - معامل تعديل يتعلق بالعلاقة بين الانتقال الطيفي للجملة SDOF المكافئة وانتقال السقف المحتمل لجملة MDOF ويحسب بعدة طرق، لكن يفضل أخذ القيم الموجودة في الجدول (3-3).

الجدول (3-3) قيم المعامل C_0

عدد الطوابق	C_0
1	1.0
2	1.2
3	1.3
5	1.4
10+	1.5

C_1 - معامل تعديل يتعلق بالعلاقة بين الانتقال اللاخطي الأعظمي المتوقع والانتقال المحسوب الناتج عن الاستجابة الخطية المرنة ويحسب كما يأتي:

$$\text{FOR } T_e \geq T_s \rightarrow C_1 = 1$$

$$\text{FOR } T_e < T_s \rightarrow C_1 = \frac{1 + \frac{(R-1)T_s}{T_e}}{R} \quad (6-3)$$

حيث:

T_s - الدور المحدد من طيف الاستجابة وهو الدور المقابل للانتقال من قسم ذي التسارع الثابت من الطيف إلى القسم ذي السرعة الثابتة من الطيف (sec).

C_2 - معامل تعديل؛ لتمثيل تأثير شكل الحلقة الهستيرية وانخفاض الصلابة والمقاومة المحتملة على انتقال الاستجابة الأعظمي، تؤخذ قيم المعامل من الجدول (4-3).

الجدول (4-3) قيم المعامل C_2

مستويات الأداء	قيم C_2		
مستويات الأداء غير العالية	$C_2 = 1$		
مستويات الأداء العالي	حالة الإشغال الفوري IO	$C_2 = 1$	
	المحافظة على الحياة LS	$FOR T \leq 0.1$	$C_2 = 1.3$
		$FOR T \geq T_s$	$C_2 = 1.1$
	تجنب الانهيار CP	$FOR T \leq 0.1$	$C_2 = 1.5$
		$FOR T \geq T_s$	$C_2 = 1.2$

C_3 - معامل تعديل؛ لتمثيل الزيادة في الانتقال نتيجة أضرار التأثير من الدرجة الثانية أو ما يعرف بتأثيرات $P - \Delta$ ويحسب من العلاقة الآتية:

$$C_3 = 1 + \frac{|\alpha|(R-1)^{3/2}}{T_e} \quad (7-3)$$

$|\alpha|$ - نسبة صلابة ما بعد الخضوع إلى الصلابة المرنة الفعالة.

R - نسبة مقاومة الطلّب اللامرن إلى معامل مقاومة الخضوع المحسوب وتحسب كما يأتي:

$$R = \frac{S_a}{v_y/W} \cdot C_m \quad (8-3)$$

S_a - تسارع طيف الاستجابة عند الدور الأساسي الفعّال باعتبار نسبة التخميد للمبنى.

V_y - قوة الخضوع (Kn).

W - وزن المبنى (Kn).

C_m - عامل الكتلة الفعّالة ويؤخذ 1 إذا كان الدور أكبر من 1 ثانية، وإذا كان غير ذلك يؤخذ من الجدول (5-3).

الجدول (5-3) قيم المعامل C_m

دعائم أو جوائز رابطة	جدران قص بيتونية	إطارات بيتونية مقاومة للعزوم	عدد الطوابق
1.0	1.0	1.0	1-2
0.8	0.8	0.9	أكثر 3

وبالتالي لدينا: $T_e = T = 1.052 \text{ sec}$ $g = 10 \text{ m/sec}^2$

$$S_{XS} = F_a \cdot S_S, \quad S_{XI} = F_V \cdot S_I, \quad S_a = S_{XS} / (B_1 \cdot T)$$

لحساب قيمة S_I, S_S :

من الكود العربي السوري مدينة دمشق: $PGA \cdot \frac{10\%}{50 \text{ years}} = \frac{250 \text{ cm}}{\text{Sec}^2} = 2.5 \text{ m/Sec}^2$ وهذا ما يناسب المنطقة الزلزالية الواقعة ما بين (3-2B) من الكود الأمريكي UBC-97.

$PGA \cdot \frac{10\%}{50 \text{ years}}$	S_S	S_I
3 m/Sec^2	0.489	0.219
2 m/Sec^2	0.269	0.129
القيمة الوسطية	0.379	0.179

قيمة F_a تتعلق بالتربة وتعطى من الجدول (6-3)

الجدول (6-3) قيم F_a

Site Class	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.50$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.00$	$S_s \geq 1.25$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1	1	1	1	1
C	1.2	1.2	1.1	1	1
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1
E	2.5	1.7	1.2	0.9	-
F	-	-	-	-	-

قيمة F_V تتعلق بالتربة وتعطى من الجدول (7-3)

الجدول (7-3) قيم F_v

Site Class	$S_1 \leq 0.1$	$S_1 = 0.2$	$S_1 = 0.3$	$S_1 = 0.4$	$S_1 \geq 0.50$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1	1	1	1	1
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	-
F	-	-	-	-	-

صنف التربة لدينا C ومنه $F_v = 1.65$ $F_a = 1.2$ (المعاملات المتعلقة بالتربة)

$$S_{XS} = 1.2 * 0.37 = 0.444 \text{ sec} \quad S_{X1} = 1.65 * 0.179 = 0.30 \text{ sec}$$

حساب قيمة T_s (الزمن الذي يتقاطع عنده التسارع والسرعة في طيف الاستجابة)

$$B_1 = B_S = 1 : 5\% \text{ حالة التخامد} \quad T_s = (S_{X1} * B_S) / (S_{XS} * B_1)$$

$$T_s = 0.30 / 0.444 = 0.676 \text{ sec}$$

$$S_a = 0.37 \text{ و } C_0 = 1.5 \text{ (حسب عدد الطوابق الجدول (3-3)) و } C_1 = 1 \text{ (} T_e \geq T_s \text{)}$$

$$C_2 = 1.1 \text{ (المحافظة على الحياة LS الجدول (4-3)) و } C_3 = 1 \text{ (الدور أكبر من واحد ثنائية)}$$

وبالتالي قيمة الانتقال الهدف δ_t :

$$\delta_t = C_0 \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot S_a \cdot \frac{T_e^2}{4\pi^2} \text{ g} = 171 \text{ mm}$$

6-3 النموذج الأول جدران القص تصل لكامل ارتفاع المبنى (النموذج M20):

تم تصميم مقاطع الأعمدة والجوائز والجدران بالطريقة الستاتيكية المكافئة وإسنادها للعناصر بأبعادها وتسليحها باستخدام مصمم المقاطع **Section Designer** المرفق بالبرنامج.

- نتائج التحليل الستاتيكي اللاخطي:

• منحنى السعة:

يظهر الجدول (8-3) قوى القص القاعدي، والانتقالات المقابلة لها، وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total)، وعدد المفاصل المتشكلة، وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (8-3) قيم الانتقالات، وقوى القص القاعدي، وحالة المفاصل اللدنة

Total	>CP	LS-CP	IO-LS	A-IO	>E	D-E	C-D	B-C	A-B	Base Force	Monitor Displ	Step
										kN	mm	
2653	0	0	0	2653	0	0	0	0	2653	0	0	0
2653	0	0	0	2653	0	0	0	0	2653	1265.6	17.1	1
2653	0	0	0	2653	0	0	0	0	2653	2514.9	34.2	2
2653	0	0	0	2653	0	0	0	0	2653	3148.1	42.9	3
2653	0	0	0	2653	0	0	0	0	2653	4390.9	60	4
2653	0	0	0	2653	0	0	0	0	2653	5617.6	77.1	5
2653	0	0	0	2653	0	0	0	7	2646	7283.9	100.8	6
2653	0	0	0	2653	0	0	0	17	2636	8529.8	119.2	7
2653	0	0	0	2653	0	0	0	36	2617	9650.4	136.8	8
2653	0	0	0	2653	0	0	0	64	2589	10680.2	154.1	9
2653	0	0	0	2653	0	0	0	86	2567	11598.8	171.1	10

أما الجدول (9-3) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية لكافة الطوابق، و يظهر الجدول (10-3) قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (9-3) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية والإزاحة الطابقية النسبية

الإزاحة الطابقية النسبية	الإزاحة الطابقية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm	mm			
0.001833	5.4	149.9	Pushover X Max	D20	Story20
0.001989	5.4	144.5	Pushover X Max	D19	Story19
0.002162	5.8	139.1	Pushover X Max	D18	Story18
0.00235	6.3	133.3	Pushover X Max	D17	Story17
0.002538	6.8	127	Pushover X Max	D16	Story16
0.002719	7.3	120.2	Pushover X Max	D15	Story15
0.002888	7.6	112.9	Pushover X Max	D14	Story14
0.003041	8.1	105.3	Pushover X Max	D13	Story13
0.003177	8.4	97.2	Pushover X Max	D12	Story12
0.003293	8.7	88.8	Pushover X Max	D11	Story11
0.003388	8.9	80.1	Pushover X Max	D10	Story10
0.003459	9.1	71.2	Pushover X Max	D9	Story9
0.003504	9.1	62.1	Pushover X Max	D8	Story8
0.003519	9.2	53	Pushover X Max	D7	Story7
0.003494	9.1	43.8	Pushover X Max	D6	Story6
0.003414	8.9	34.7	Pushover X Max	D5	Story5
0.003253	8.3	25.8	Pushover X Max	D4	Story4
0.002972	7.6	17.5	Pushover X Max	D3	Story3
0.002501	6.3	9.9	Pushover X Max	D2	Story2
0.001476	3.6	3.6	Pushover X Max	D1	Story1

الجدول (10-3) قوى القص في الطوابق

X-Dir	Location	Elevation	Story
kN		m	
-2071.21	Top	60	Story20
-2071.21	Bottom		
-3051.35	Top	57	Story19
-3051.35	Bottom		
-3977.32	Top	54	Story18
-3977.32	Bottom		
-4832.67	Top	51	Story17
-4832.67	Bottom		
-5628.26	Top	48	Story16
-5628.26	Bottom		
-6374.91	Top	45	Story15
-6374.91	Bottom		
-7070.67	Top	42	Story14
-7070.67	Bottom		
-7718.35	Top	39	Story13
-7718.35	Bottom		
-8315.41	Top	36	Story12
-8315.41	Bottom		
-8864.26	Top	33	Story11
-8864.26	Bottom		
-9359.96	Top	30	Story10
-9359.96	Bottom		
-9797.32	Top	27	Story9
-9797.32	Bottom		
-10206.1	Top	24	Story8
-10206.1	Bottom		
-10554.2	Top	21	Story7
-10554.2	Bottom		
-10853.2	Top	18	Story6
-10853.2	Bottom		
-11101.4	Top	15	Story5
-11101.4	Bottom		
-11300.1	Top	12	Story4
-11300.1	Bottom		
-11449.5	Top	9	Story3
-11449.5	Bottom		
-11548.6	Top	6	Story2
-11548.6	Bottom		
-11598.8	Top	3	Story1
-11598.8	Bottom		

7-3 النموذج الثاني جدران القص تصل لـ 95% من ارتفاع المبنى (النموذج M19):

- نتائج التحليل الستاتيكيّ اللاخطي:

• منحنى السعة:

يظهر الجدول (11-3) قوى القصّ القاعديّ والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (11-3) قيم الانتقالات وقوى القصّ القاعديّ وحالة المفاصل اللدنة

Total	>CP	LS-CP	IO-LS	A-IO	>E	D-E	C-D	B-C	A-B	Base Force	Monitor Displ	Step
										kN	mm	
2668	0	0	0	2668	0	0	0	0	2668	0	0	0
2668	0	0	0	2668	0	0	0	0	2668	1261.3	17.1	1
2668	0	0	0	2668	0	0	0	0	2668	2510.6	34.2	2
2668	0	0	0	2668	0	0	0	0	2668	3143.7	42.9	3
2668	0	0	0	2668	0	0	0	0	2668	4386.6	60	4
2668	0	0	0	2668	0	0	0	0	2668	5613.3	77.1	5
2668	0	0	0	2668	0	0	0	6	2662	7279.6	100.8	6
2668	0	0	0	2668	0	0	0	16	2652	8525.5	119.2	7
2668	0	0	0	2668	0	0	0	35	2633	9646.1	136.8	8
2668	0	0	0	2668	0	0	0	63	2605	10675.9	154.1	9
2668	0	0	0	2668	0	0	0	85	2583	11594.5	171.1	10

أما الجدول (12-3) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية لكل الطوابق، والجدول (13-3) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (12-3) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية والإزاحة الطابقية النسبية

الإزاحة الطابقية النسبية	الإزاحة الطابقية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm	mm			
0.001783	4.9	149.8	Pushover X Max	D20	Story20
0.002048	5.5	144.9	Pushover X Max	D19	Story19
0.002223	6.1	139.4	Pushover X Max	D18	Story18
0.002401	6.4	133.3	Pushover X Max	D17	Story17
0.00258	7	126.9	Pushover X Max	D16	Story16
0.002749	7.3	119.9	Pushover X Max	D15	Story15
0.002906	7.8	112.6	Pushover X Max	D14	Story14
0.003047	8.1	104.8	Pushover X Max	D13	Story13
0.003171	8.4	96.7	Pushover X Max	D12	Story12
0.003277	8.7	88.3	Pushover X Max	D11	Story11
0.003364	8.8	79.6	Pushover X Max	D10	Story10
0.003429	9	70.8	Pushover X Max	D9	Story9
0.00347	9.1	61.8	Pushover X Max	D8	Story8
0.003483	9.1	52.7	Pushover X Max	D7	Story7
0.00346	9	43.6	Pushover X Max	D6	Story6
0.003385	8.7	34.6	Pushover X Max	D5	Story5
0.003234	8.3	25.9	Pushover X Max	D4	Story4
0.002966	7.6	17.6	Pushover X Max	D3	Story3
0.002517	6.3	10	Pushover X Max	D2	Story2
0.001527	3.7	3.7	Pushover X Max	D1	Story1

الجدول (13-3) قوى القص في الطوابق

X-Dir kN	Location	Elevation m	Story
-2066.9	Top	60	Story20
-2066.9	Bottom		
-3047.04	Top	57	Story19
-3047.04	Bottom		
-3973.01	Top	54	Story18
-3973.01	Bottom		
-4828.36	Top	51	Story17
-4828.36	Bottom		
-5623.95	Top	48	Story16
-5623.95	Bottom		
-6370.6	Top	45	Story15
-6370.6	Bottom		
-7066.36	Top	42	Story14
-7066.36	Bottom		
-7714.04	Top	39	Story13
-7714.04	Bottom		
-8311.1	Top	36	Story12
-8311.1	Bottom		
-8859.95	Top	33	Story11
-8859.95	Bottom		
-9355.65	Top	30	Story10
-9355.65	Bottom		
-9793.01	Top	27	Story9
-9793.01	Bottom		
-10201.8	Top	24	Story8
-10201.8	Bottom		
-10549.9	Top	21	Story7
-10549.9	Bottom		
-10848.9	Top	18	Story6
-10848.9	Bottom		
-11097.1	Top	15	Story5
-11097.1	Bottom		
-11295.8	Top	12	Story4
-11295.8	Bottom		
-11445.2	Top	9	Story3
-11445.2	Bottom		
-11544.3	Top	6	Story2
-11544.3	Bottom		
-11594.5	Top	3	Story1
-11594.5	Bottom		

8-3 النموذج الثالث جدران القص تصل لـ 90% من ارتفاع المبنى (النموذج M18):

- نتائج التحليل الستاتيكيّ اللاخطي:

• منحنى السعة:

يظهر الجدول (14-3) قوى القص القاعديّ والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (14-3) قيم الانتقالات وقوى القص القاعديّ وحالة المفاصل اللدنة

Total	>CP	LS-CP	IO-LS	A-IO	>E	D-E	C-D	B-C	A-B	Base Force	Monitor Displ	Step
										kN	mm	
2683	0	0	0	2683	0	0	0	0	2683	0	0	0
2683	0	0	0	2683	0	0	0	0	2683	1258.6	17.1	1
2683	0	0	0	2683	0	0	0	0	2683	2507.9	34.2	2
2683	0	0	0	2683	0	0	0	0	2683	3141.1	42.9	3
2683	0	0	0	2683	0	0	0	0	2683	4383.9	60	4
2683	0	0	0	2683	0	0	0	0	2683	5610.6	77.1	5
2683	0	0	0	2683	0	0	0	4	2679	7276.9	100.8	6
2683	0	0	0	2683	0	0	0	14	2669	8522.8	119.2	7
2683	0	0	0	2683	0	0	0	33	2650	9643.4	136.8	8
2683	0	0	0	2683	0	0	0	61	2622	10673.2	154.1	9
2683	0	0	0	2683	0	0	0	83	2600	11591.7	171.1	10

أما الجدول (15-3) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية لكل الطوابق، والجدول (16-3) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع.

الجدول (15-3) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية والإزاحة الطابقية النسبية

الإزاحة الطابقية النسبية	الإزاحة الطابقية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm	mm			
0.001696	4.7	149.6	Pushover X Max	D20	Story20
0.001968	5.3	144.9	Pushover X Max	D19	Story19
0.002164	5.8	139.6	Pushover X Max	D18	Story18
0.002359	6.4	133.8	Pushover X Max	D17	Story17
0.002551	6.8	127.4	Pushover X Max	D16	Story16
0.002734	7.3	120.6	Pushover X Max	D15	Story15
0.002904	7.7	113.3	Pushover X Max	D14	Story14
0.003058	8.1	105.6	Pushover X Max	D13	Story13
0.003193	8.4	97.5	Pushover X Max	D12	Story12
0.003308	8.7	89.1	Pushover X Max	D11	Story11
0.003402	9	80.4	Pushover X Max	D10	Story10
0.003471	9.1	71.4	Pushover X Max	D9	Story9
0.003515	9.2	62.3	Pushover X Max	D8	Story8
0.003527	9.2	53.1	Pushover X Max	D7	Story7
0.003501	9.1	43.9	Pushover X Max	D6	Story6
0.00342	8.9	34.8	Pushover X Max	D5	Story5
0.003259	8.4	25.9	Pushover X Max	D4	Story4
0.002977	7.6	17.5	Pushover X Max	D3	Story3
0.002505	6.3	9.9	Pushover X Max	D2	Story2
0.001476	3.6	3.6	Pushover X Max	D1	Story1

الجدول (16-3) قوى القص في الطوابق

X-Dir kN	Location	Elevation m	Story
-2064.21	Top	60	Story20
-2064.21	Bottom		
-3044.35	Top	57	Story19
-3044.35	Bottom		
-3970.32	Top	54	Story18
-3970.32	Bottom		
-4825.67	Top	51	Story17
-4825.67	Bottom		
-5621.26	Top	48	Story16
-5621.26	Bottom		
-6367.91	Top	45	Story15
-6367.91	Bottom		
-7063.67	Top	42	Story14
-7063.67	Bottom		
-7711.35	Top	39	Story13
-7711.35	Bottom		
-8308.41	Top	36	Story12
-8308.41	Bottom		
-8857.26	Top	33	Story11
-8857.26	Bottom		
-9352.96	Top	30	Story10
-9352.96	Bottom		
-9790.32	Top	27	Story9
-9790.32	Bottom		
-10199.1	Top	24	Story8
-10199.1	Bottom		
-10547.2	Top	21	Story7
-10547.2	Bottom		
-10846.2	Top	18	Story6
-10846.2	Bottom		
-11094.4	Top	15	Story5
-11094.4	Bottom		
-11293.1	Top	12	Story4
-11293.1	Bottom		
-11442.5	Top	9	Story3
-11442.5	Bottom		
-11541.6	Top	6	Story2
-11541.6	Bottom		
-11591.8	Top	3	Story1
-11591.8	Bottom		

9-3 النموذج الرابع جدران القص تصل لـ 85% من ارتفاع المبنى (النموذج M17):

- نتائج التحليل الستاتيكيّ اللاخطي:

• منحنى السعة:

يظهر الجدول (17-3) قوى القص القاعديّ والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (17-3) قيم الانتقالات وقوى القص القاعديّ وحالة المفاصل اللدنة

Total	>CP	LS-CP	IO-LS	A-IO	>E	D-E	C-D	B-C	A-B	Base Force	Monitor Displ	Step
										kN	mm	
2698	0	0	0	2698	0	0	0	0	2698	0	0	0
2698	0	0	0	2698	0	0	0	0	2698	1256.3	17.1	1
2698	0	0	0	2698	0	0	0	0	2698	2505.6	34.2	2
2698	0	0	0	2698	0	0	0	0	2698	3138.7	42.9	3
2698	0	0	0	2698	0	0	0	0	2698	4381.6	60	4
2698	0	0	0	2698	0	0	0	0	2698	5608.3	77.1	5
2698	0	0	0	2698	0	0	0	2	2696	7274.6	100.8	6
2698	0	0	0	2698	0	0	0	12	2686	8520.5	119.2	7
2698	0	0	0	2698	0	0	0	31	2667	9641.1	136.8	8
2698	0	0	0	2698	0	0	0	59	2639	10670.9	154.1	9
2698	0	0	0	2698	0	0	0	81	2617	11589.5	171.1	10

أما الجدول (18-3) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية لكل الطوابق، والجدول (19-3) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع.

الجدول (18-3) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية والإزاحة الطابقية النسبية

الإزاحة الطابقية النسبية	الإزاحة الطابقية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm	mm			
0.001897	5.3	149.4	Pushover X Max	D20	Story20
0.002143	5.9	144.1	Pushover X Max	D19	Story19
0.002302	6.3	138.2	Pushover X Max	D18	Story18
0.002358	6.4	131.9	Pushover X Max	D17	Story17
0.002556	6.9	125.5	Pushover X Max	D16	Story16
0.002737	7.4	118.6	Pushover X Max	D15	Story15
0.002895	7.8	111.2	Pushover X Max	D14	Story14
0.003035	8.1	103.4	Pushover X Max	D13	Story13
0.003158	8.3	95.3	Pushover X Max	D12	Story12
0.003264	8.6	87	Pushover X Max	D11	Story11
0.003351	8.8	78.4	Pushover X Max	D10	Story10
0.003417	8.9	69.6	Pushover X Max	D9	Story9
0.003458	9	60.7	Pushover X Max	D8	Story8
0.003469	8.9	51.7	Pushover X Max	D7	Story7
0.003445	8.8	42.8	Pushover X Max	D6	Story6
0.003369	8.6	34	Pushover X Max	D5	Story5
0.003216	8.2	25.4	Pushover X Max	D4	Story4
0.002948	7.4	17.2	Pushover X Max	D3	Story3
0.002496	6.2	9.8	Pushover X Max	D2	Story2
0.00151	3.6	3.6	Pushover X Max	D1	Story1

الجدول (19-3) قوى القص في الطوابق

X-Dir kN	Location	Elevation m	Story
-3041.71	Top	60	Story20
-2063.64	Bottom		
-3041.71	Top	57	Story19
-3041.71	Bottom		
-3968.31	Top	54	Story18
-3968.31	Bottom		
-4823.07	Top	51	Story17
-4823.07	Bottom		
-5619.12	Top	48	Story16
-5619.12	Bottom		
-6365.41	Top	45	Story15
-6365.41	Bottom		
-7061.95	Top	42	Story14
-7061.95	Bottom		
-7708.74	Top	39	Story13
-7708.74	Bottom		
-8305.77	Top	36	Story12
-8305.77	Bottom		
-8853.05	Top	33	Story11
-8853.05	Bottom		
-9350.58	Top	30	Story10
-9350.58	Bottom		
-9798.36	Top	27	Story9
-9798.36	Bottom		
-10196.4	Top	24	Story8
-10196.4	Bottom		
-10544.7	Top	21	Story7
-10544.7	Bottom		
-10843.2	Top	18	Story6
-10843.2	Bottom		
-11091.9	Top	15	Story5
-11091.9	Bottom		
-11290.9	Top	12	Story4
-11290.9	Bottom		
-11440.2	Top	9	Story3
-11440.2	Bottom		
-11539.7	Top	6	Story2
-11539.7	Bottom		
-11589.5	Top	3	Story1
-11589.5	Bottom		

10-3 النموذج الخامس جدران القص تصل لـ 80% من ارتفاع المبنى (النموذج M16):

- نتائج التحليل الستاتيكيّ اللاخطي:

• منحنى السعة:

يظهر الجدول (20-3) قوى القص القاعديّ والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (20-3) قيم الانتقالات وقوى القص القاعديّ وحالة المفاصل اللدنة

Total	>CP	LS-CP	IO-LS	A-IO	>E	D-E	C-D	B-C	A-B	Base Force	Monitor ed Displ	Step
										kN	mm	
2713	0	0	0	2713	0	0	0	0	2713	0	0	0
2713	0	0	0	2713	0	0	0	0	2713	1254.8	17.1	1
2713	0	0	0	2713	0	0	0	0	2713	2502.6	34.2	2
2713	0	0	0	2713	0	0	0	0	2713	3153.3	43.2	3
2713	0	0	0	2713	0	0	0	0	2713	4394.7	60.3	4
2713	0	0	0	2713	0	0	0	0	2713	5620.1	77.4	5
2713	0	0	0	2713	0	0	0	0	2713	6898.6	95.5	6
2713	0	0	0	2713	0	0	0	7	2706	8103.2	113	7
2713	0	0	0	2713	0	0	0	23	2690	9249.5	130.6	8
2713	0	0	0	2713	0	0	0	53	2660	10443.5	150.3	9
2713	0	0	0	2713	0	0	0	79	2634	11510.3	169.7	10
2713	0	0	0	2713	0	0	0	80	2633	11581.6	171.1	11

أما الجدول (21-3) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية لكل الطوابق، والجدول (22-3) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع.

الجدول (21-3) انتقالات الديافرام الإزاحة الطابقية والإزاحة الطابقية النسبية

الإزاحة الطابقية النسبية	الإزاحة الطابقية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm	mm			
0.001906	5.3	149.5	Pushover X	D20	Story20
0.002169	6	144.2	Pushover X	D19	Story19
0.00239	6.6	138.2	Pushover X	D18	Story18
0.00249	6.8	131.6	Pushover X	D17	Story17
0.002459	6.6	124.8	Pushover X	D16	Story16
0.002675	7.3	118.2	Pushover X	D15	Story15
0.002864	7.6	110.9	Pushover X	D14	Story14
0.003017	8.1	103.3	Pushover X	D13	Story13
0.003148	8.3	95.2	Pushover X	D12	Story12
0.003258	8.6	86.9	Pushover X	D11	Story11
0.003347	8.8	78.3	Pushover X	D10	Story10
0.003414	8.9	69.5	Pushover X	D9	Story9
0.003455	8.9	60.6	Pushover X	D8	Story8
0.003466	9	51.7	Pushover X	D7	Story7
0.003442	8.8	42.7	Pushover X	D6	Story6
0.003365	8.5	33.9	Pushover X	D5	Story5
0.003213	8.2	25.4	Pushover X	D4	Story4
0.002944	7.4	17.2	Pushover X	D3	Story3
0.002492	6.2	9.8	Pushover X	D2	Story2
0.001507	3.6	3.6	Pushover X	D1	Story1

الجدول (22-3) قوى القص في الطوابق

X-Dir kN	Location	Elevation m	Story
-2059.84	Top	60	Story20
-2059.84	Bottom		
-3034.55	Top	57	Story19
-3034.55	Bottom		
-3957.97	Top	54	Story18
-3957.97	Bottom		
-4830.08	Top	51	Story17
-4830.08	Bottom		
-5631.79	Top	48	Story16
-5631.79	Bottom		
-6375.52	Top	45	Story15
-6375.52	Bottom		
-7069.66	Top	42	Story14
-7069.66	Bottom		
-7714.23	Top	39	Story13
-7714.23	Bottom		
-8309.21	Top	36	Story12
-8309.21	Bottom		
-8854.61	Top	33	Story11
-8854.61	Bottom		
-9350.43	Top	30	Story10
-9350.43	Bottom		
-9796.67	Top	27	Story9
-9796.67	Bottom		
-10193.3	Top	24	Story8
-10193.3	Bottom		
-10540.4	Top	21	Story7
-10540.4	Bottom		
-10837.9	Top	18	Story6
-10837.9	Bottom		
-11085.8	Top	15	Story5
-11085.8	Bottom		
-11284.1	Top	12	Story4
-11284.1	Bottom		
-11432.9	Top	9	Story3
-11432.9	Bottom		
-11532	Top	6	Story2
-11532	Bottom		
-11581.6	Top	3	Story1
-11581.6	Bottom		

11-3 النموذج السادس جدران القص تصل لـ 75% من ارتفاع المبنى (النموذج M15):

- نتائج التحليل الستاتيكيّ اللاخطي:

• منحنى السعة:

يظهر الجدول (23-3) قوى القصّ القاعديّ والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (23-3) قيم الانتقالات وقوى القصّ القاعديّ وحالة المفاصل اللدنة

Total	>CP	LS-CP	IO-LS	A-IO	>E	D-E	C-D	B-C	A-B	Base Force	Monitor Displ	Step
										kN	mm	
2728	0	0	0	2728	0	0	0	0	2728	0	0	0
2728	0	0	0	2728	0	0	0	0	2728	1251.8	17.1	1
2728	0	0	0	2728	0	0	0	0	2728	2496.6	34.2	2
2728	0	0	0	2728	0	0	0	0	2728	3169.1	43.5	3
2728	0	0	0	2728	0	0	0	0	2728	4407.7	60.6	4
2728	0	0	0	2728	0	0	0	0	2728	5630.2	77.7	5
2728	0	0	0	2728	0	0	0	0	2728	6878.7	95.4	6
2728	0	0	0	2728	0	0	0	7	2721	8093.8	113.2	7
2728	0	0	0	2728	0	0	0	23	2705	9243.2	130.8	8
2728	0	0	0	2728	0	0	0	50	2678	10394.7	149.8	9
2728	0	0	0	2728	0	0	0	75	2653	11369.1	167.3	10
2728	0	0	0	2728	0	0	0	79	2649	11564.5	171.1	11

أما الجدول (24-3) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية لكل الطوابق، والجدول (25-3) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع.

الجدول (24-3) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية والإزاحة الطابقية النسبية

الإزاحة الطابقية النسبية	الإزاحة الطابقية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm	mm			
0.00191	5.4	149.6	Pushover X Max	D20	Story20
0.00218	6	144.2	Pushover X Max	D19	Story19
0.002427	6.6	138.2	Pushover X Max	D18	Story18
0.002619	7.2	131.6	Pushover X Max	D17	Story17
0.002662	7.2	124.4	Pushover X Max	D16	Story16
0.002545	6.9	117.2	Pushover X Max	D15	Story15
0.00278	7.5	110.3	Pushover X Max	D14	Story14
0.002973	7.9	102.8	Pushover X Max	D13	Story13
0.003121	8.3	94.9	Pushover X Max	D12	Story12
0.00324	8.5	86.6	Pushover X Max	D11	Story11
0.003335	8.7	78.1	Pushover X Max	D10	Story10
0.003404	8.9	69.4	Pushover X Max	D9	Story9
0.003446	8.9	60.5	Pushover X Max	D8	Story8
0.003459	9	51.6	Pushover X Max	D7	Story7
0.003434	8.8	42.6	Pushover X Max	D6	Story6
0.003358	8.5	33.8	Pushover X Max	D5	Story5
0.003205	8.1	25.3	Pushover X Max	D4	Story4
0.002937	7.4	17.2	Pushover X Max	D3	Story3
0.002485	6.2	9.8	Pushover X Max	D2	Story2
0.001501	3.6	3.6	Pushover X Max	D1	Story1

الجدول (25-3) قوى القص في الطوابق

X-Dir kN	Location	Elevation m	Story
-2054.55	Top	60	Story20
-2054.55	Bottom		
-3025.3	Top	57	Story19
-3025.3	Bottom		
-3944.95	Top	54	Story18
-3944.95	Bottom		
-4813.52	Top	51	Story17
-4813.52	Bottom		
-5630.99	Top	48	Story16
-5630.99	Bottom		
-6379.54	Top	45	Story15
-6379.54	Bottom		
-7070.86	Top	42	Story14
-7070.86	Bottom		
-7712.8	Top	39	Story13
-7712.8	Bottom		
-8305.37	Top	36	Story12
-8305.37	Bottom		
-8848.55	Top	33	Story11
-8848.55	Bottom		
-9342.35	Top	30	Story10
-9342.35	Bottom		
-9786.77	Top	27	Story9
-9786.77	Bottom		
-10181.8	Top	24	Story8
-10181.8	Bottom		
-10527.5	Top	21	Story7
-10527.5	Bottom		
-10823.8	Top	18	Story6
-10823.8	Bottom		
-11070.7	Top	15	Story5
-11070.7	Bottom		
-11268.2	Top	12	Story4
-11268.2	Bottom		
-11416.3	Top	9	Story3
-11416.3	Bottom		
-11515.1	Top	6	Story2
-11515.1	Bottom		
-11564.5	Top	3	Story1
-11564.5	Bottom		

12-3 النموذج السابع جدران القص تصل لـ 70% من ارتفاع المبنى (النموذج M14):

- نتائج التحليل الستاتيكيّ اللاخطي:

• منحنى السعة:

يظهر الجدول (26-3) قوى القص القاعديّ والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (26-3) قيم الانتقالات وقوى القص القاعديّ وحالة المفاصل اللدنة

Total	>CP	LS-CP	IO-LS	A-IO	>E	D-E	C-D	B-C	A-B	Base Force	Monitor Displ	Step
										kN	mm	
2743	0	0	0	2743	0	0	0	0	2743	0	0	0
2743	0	0	0	2743	0	0	0	0	2743	1247.3	17.1	1
2743	0	0	0	2743	0	0	0	0	2743	2487.7	34.2	2
2743	0	0	0	2743	0	0	0	0	2743	3724.7	51.3	3
2743	0	0	0	2743	0	0	0	0	2743	4356.6	60.1	4
2743	0	0	0	2743	0	0	0	0	2743	5575.3	77.2	5
2743	0	0	0	2743	0	0	0	0	2743	6915.5	96.3	6
2743	0	0	0	2743	0	0	0	7	2736	8105.1	113.7	7
2743	0	0	0	2743	0	0	0	23	2720	9240.9	131.2	8
2743	0	0	0	2743	0	0	0	48	2695	10286.1	148.4	9
2743	0	0	0	2743	0	0	0	70	2673	11267.3	165.9	10
2743	0	0	0	2743	0	0	0	78	2665	11539.1	171.1	11

أما الجدول (27-3) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية لكل الطوابق، والجدول (28-3) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع.

الجدول (27-3) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية والإزاحة الطابقية النسبية

الإزاحة الطابقية النسبية	الإزاحة الطابقية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm	mm			
0.00191	5.4	149.7	Pushover X	D20	Story20
0.002183	6	144.3	Pushover X	D19	Story19
0.00244	6.7	138.3	Pushover X	D18	Story18
0.002665	7.2	131.6	Pushover X	D17	Story17
0.002827	7.7	124.4	Pushover X	D16	Story16
0.002816	7.6	116.7	Pushover X	D15	Story15
0.002615	7.1	109.1	Pushover X	D14	Story14
0.002867	7.6	102	Pushover X	D13	Story13
0.003063	8.2	94.4	Pushover X	D12	Story12
0.003203	8.4	86.2	Pushover X	D11	Story11
0.00331	8.7	77.8	Pushover X	D10	Story10
0.003385	8.8	69.1	Pushover X	D9	Story9
0.003431	8.9	60.3	Pushover X	D8	Story8
0.003446	8.9	51.4	Pushover X	D7	Story7
0.003423	8.8	42.5	Pushover X	D6	Story6
0.003347	8.5	33.7	Pushover X	D5	Story5
0.003194	8.1	25.2	Pushover X	D4	Story4
0.002926	7.4	17.1	Pushover X	D3	Story3
0.002475	6.1	9.7	Pushover X	D2	Story2
0.001494	3.6	3.6	Pushover X	D1	Story1

الجدول (28-3) قوى القص في الطوابق

X-Dir kN	Location	Elevation m	Story
-2047.96	Top	60	Story20
-2047.96	Bottom		
-3014.24	Top	57	Story19
-3014.24	Bottom		
-3929.66	Top	54	Story18
-3929.66	Bottom		
-4794.22	Top	51	Story17
-4794.22	Bottom		
-5607.93	Top	48	Story16
-5607.93	Bottom		
-6370.78	Top	45	Story15
-6370.78	Bottom		
-7066.21	Top	42	Story14
-7066.21	Bottom		
-7705.19	Top	39	Story13
-7705.19	Bottom		
-8295.03	Top	36	Story12
-8295.03	Bottom		
-8835.71	Top	33	Story11
-8835.71	Bottom		
-9327.23	Top	30	Story10
-9327.23	Bottom		
-9769.61	Top	27	Story9
-9769.61	Bottom		
-10162.8	Top	24	Story8
-10162.8	Bottom		
-10506.9	Top	21	Story7
-10506.9	Bottom		
-10801.8	Top	18	Story6
-10801.8	Bottom		
-11047.6	Top	15	Story5
-11047.6	Bottom		
-11244.2	Top	12	Story4
-11244.2	Bottom		
-11391.7	Top	9	Story3
-11391.7	Bottom		
-11490	Top	6	Story2
-11490	Bottom		
-11539.1	Top	3	Story1
-11539.1	Bottom		

13-3 النموذج الثامن جدران القص تصل لـ 65% من ارتفاع المبنى (النموذج M13):

- نتائج التحليل الستاتيكيّ اللاخطي:

• منحنى السعة:

يظهر الجدول (29-3) قوى القص القاعديّ والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (29-3) قيم الانتقالات وقوى القص القاعديّ وحالة المفاصل اللدنة

Total	>CP	LS-CP	IO-LS	A-IO	>E	D-E	C-D	B-C	A-B	Base Force	Monitor Displ	Step
										kN	mm	
2758	0	0	0	2758	0	0	0	0	2758	0	0	0
2758	0	0	0	2758	0	0	0	0	2758	1241.3	17.1	1
2758	0	0	0	2758	0	0	0	0	2758	2475.7	34.2	2
2758	0	0	0	2758	0	0	0	0	2758	3706.8	51.3	3
2758	0	0	0	2758	0	0	0	0	2758	4368.6	60.6	4
2758	0	0	0	2758	0	0	0	0	2758	5581.2	77.7	5
2758	0	0	0	2758	0	0	0	0	2758	6917.5	96.8	6
2758	0	0	0	2758	0	0	0	7	2751	8101.9	114.2	7
2758	0	0	0	2758	0	0	0	22	2736	9250.3	132	8
2758	0	0	0	2758	0	0	0	47	2711	10383.9	150.7	9
2758	0	0	0	2758	0	0	0	72	2686	11423.2	169.5	10
2758	0	0	0	2758	0	0	0	75	2683	11506.0	171.1	11

أما الجدول (30-3) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية لكل الطوابق، والجدول (31-3) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع.

الجدول (30-3) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية والإزاحة الطابقية النسبية

الإزاحة الطابقية النسبية	الإزاحة الطابقية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm	mm			
0.001909	5.3	149.8	Pushover X Max	D20	Story20
0.002181	6	144.5	Pushover X Max	D19	Story19
0.002442	6.7	138.5	Pushover X Max	D18	Story18
0.002679	7.3	131.8	Pushover X Max	D17	Story17
0.002881	7.9	124.5	Pushover X Max	D16	Story16
0.003013	8.1	116.6	Pushover X Max	D15	Story15
0.00295	7.9	108.5	Pushover X Max	D14	Story14
0.002672	7.2	100.6	Pushover X Max	D13	Story13
0.002937	7.8	93.4	Pushover X Max	D12	Story12
0.003134	8.3	85.6	Pushover X Max	D11	Story11
0.003265	8.6	77.3	Pushover X Max	D10	Story10
0.003354	8.7	68.7	Pushover X Max	D9	Story9
0.003408	8.9	60	Pushover X Max	D8	Story8
0.003426	8.8	51.1	Pushover X Max	D7	Story7
0.003405	8.7	42.3	Pushover X Max	D6	Story6
0.00333	8.5	33.6	Pushover X Max	D5	Story5
0.003179	8.1	25.1	Pushover X Max	D4	Story4
0.002911	7.3	17	Pushover X Max	D3	Story3
0.002462	6.1	9.7	Pushover X Max	D2	Story2
0.001484	3.6	3.6	Pushover X Max	D1	Story1

الجدول (31-3) قوى القص في الطوابق

X-Dir kN	Location	Elevation m	Story
-2040.16	Top	60	Story20
-2040.16	Bottom		
-3001.51	Top	57	Story19
-3001.51	Bottom		
-3912.25	Top	54	Story18
-3912.25	Bottom		
-4772.4	Top	51	Story17
-4772.4	Bottom		
-5581.95	Top	48	Story16
-5581.95	Bottom		
-6340.9	Top	45	Story15
-6340.9	Bottom		
-7049.26	Top	42	Story14
-7049.26	Bottom		
-7691.72	Top	39	Story13
-7691.72	Bottom		
-8278.54	Top	36	Story12
-8278.54	Bottom		
-8816.45	Top	33	Story11
-8816.45	Bottom		
-9305.47	Top	30	Story10
-9305.47	Bottom		
-9745.59	Top	27	Story9
-9745.59	Bottom		
-10136.8	Top	24	Story8
-10136.8	Bottom		
-10479.1	Top	21	Story7
-10479.1	Bottom		
-10772.5	Top	18	Story6
-10772.5	Bottom		
-11017	Top	15	Story5
-11017	Bottom		
-11212.6	Top	12	Story4
-11212.6	Bottom		
-11359.3	Top	9	Story3
-11359.3	Bottom		
-11457.1	Top	6	Story2
-11457.1	Bottom		
-11506	Top	3	Story1
-11506	Bottom		

14-3 النموذج التاسع جدران القص تصل لـ 60% من ارتفاع المبنى (النموذج M12):

- نتائج التحليل الستاتيكيّ اللاخطي:

• منحنى السعة:

يظهر الجدول (32-3) قوى القصّ القاعديّ والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (32-3) قيم الانتقالات وقوى القصّ القاعديّ وحالة المفاصل اللدنة

Total	>CP	LS-CP	IO-LS	A-IO	>E	D-E	C-D	B-C	A-B	Base Force	Monitor Displ	Step
										kN	mm	
2773	0	0	0	2773	0	0	0	0	2773	0	0	0
2773	0	0	0	2773	0	0	0	0	2773	1233.8	17.1	1
2773	0	0	0	2773	0	0	0	0	2773	2460.7	34.2	2
2773	0	0	0	2773	0	0	0	0	2773	3684.4	51.3	3
2773	0	0	0	2773	0	0	0	0	2773	4231.4	59	4
2773	0	0	0	2773	0	0	0	0	2773	5653.1	79.2	5
2773	0	0	0	2773	0	0	0	1	2772	7215.5	101.7	6
2773	0	0	0	2773	0	0	0	8	2765	8413.3	119.6	7
2773	0	0	0	2773	0	0	0	28	2745	9606.5	138.5	8
2773	0	0	0	2773	0	0	0	52	2721	10681.4	156.7	9
2773	0	0	0	2773	0	0	0	69	2704	11464.1	171.1	10

أما الجدول (33-3) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية لكل الطوابق، والجدول (34-3) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع.

الجدول (33-3) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية والإزاحة الطابقية النسبية

الإزاحة الطابقية النسبية	الإزاحة الطابقية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm	mm			
0.001905	5.3	149.9	Pushover X Max	D20	Story20
0.002177	6	144.6	Pushover X Max	D19	Story19
0.002439	6.7	138.6	Pushover X Max	D18	Story18
0.002679	7.3	131.9	Pushover X Max	D17	Story17
0.002894	7.8	124.6	Pushover X Max	D16	Story16
0.003074	8.3	116.8	Pushover X Max	D15	Story15
0.003177	8.6	108.5	Pushover X Max	D14	Story14
0.003066	8.2	99.9	Pushover X Max	D13	Story13
0.002713	7.3	91.7	Pushover X Max	D12	Story12
0.002987	7.9	84.4	Pushover X Max	D11	Story11
0.003181	8.3	76.5	Pushover X Max	D10	Story10
0.003299	8.7	68.2	Pushover X Max	D9	Story9
0.003369	8.7	59.5	Pushover X Max	D8	Story8
0.003396	8.8	50.8	Pushover X Max	D7	Story7
0.00338	8.6	42	Pushover X Max	D6	Story6
0.003309	8.5	33.4	Pushover X Max	D5	Story5
0.00316	8	24.9	Pushover X Max	D4	Story4
0.002894	7.3	16.9	Pushover X Max	D3	Story3
0.002446	6	9.6	Pushover X Max	D2	Story2
0.001473	3.6	3.6	Pushover X Max	D1	Story1

الجدول (34-3) قوى القص في الطوابق

X-Dir kN	Location	Elevation m	Story
-2030.96	Top	60	Story20
-2030.96	Bottom		
-2986.8	Top	57	Story19
-2986.8	Bottom		
-3892.34	Top	54	Story18
-3892.34	Bottom		
-4747.56	Top	51	Story17
-4747.56	Bottom		
-5552.49	Top	48	Story16
-5552.49	Bottom		
-6307.1	Top	45	Story15
-6307.1	Bottom		
-7011.41	Top	42	Story14
-7011.41	Bottom		
-7665.4	Top	39	Story13
-7665.4	Bottom		
-8255.05	Top	36	Story12
-8255.05	Bottom		
-8789.89	Top	33	Story11
-8789.89	Bottom		
-9276.11	Top	30	Story10
-9276.11	Bottom		
-9713.71	Top	27	Story9
-9713.71	Bottom		
-10102.7	Top	24	Story8
-10102.7	Bottom		
-10443	Top	21	Story7
-10443	Bottom		
-10734.8	Top	18	Story6
-10734.8	Bottom		
-10977.9	Top	15	Story5
-10977.9	Bottom		
-11172.4	Top	12	Story4
-11172.4	Bottom		
-11318.2	Top	9	Story3
-11318.2	Bottom		
-11415.5	Top	6	Story2
-11415.5	Bottom		
-11464.1	Top	3	Story1
-11464.1	Bottom		

15-3 النموذج العاشر جدران القص تصل لـ 55% من ارتفاع المبنى (النموذج M11):

- نتائج التحليل الستاتيكيّ اللاخطي:

• منحنى السعة:

يظهر الجدول (35-3) قوى القصّ القاعديّ والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (35-3) قيم الانتقالات وقوى القصّ القاعديّ وحالة المفاصل اللدنة

Total	>CP	LS-CP	IO-LS	A-IO	>E	D-E	C-D	B-C	A-B	Base Force	Monitor Displ	Step
										kN	mm	
2788	0	0	0	2788	0	0	0	0	2788	0	0	0
2788	0	0	0	2788	0	0	0	0	2788	1224.9	17.1	1
2788	0	0	0	2788	0	0	0	0	2788	2442.9	34.2	2
2788	0	0	0	2788	0	0	0	0	2788	3657.5	51.3	3
2788	0	0	0	2788	0	0	0	0	2788	4161.7	58.5	4
2788	0	0	0	2788	0	0	0	0	2788	5772.5	81.5	5
2788	0	0	0	2788	0	0	0	2	2786	7216.1	102.4	6
2788	0	0	0	2788	0	0	0	8	2780	8524.9	122.2	7
2788	0	0	0	2788	0	0	0	26	2762	9652.2	140.1	8
2788	0	0	0	2788	0	0	0	49	2739	10669.2	157.4	9
2788	0	0	0	2788	0	0	0	66	2722	11416.2	171.1	10

أما الجدول (36-3) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية لكل الطوابق، والجدول (37-3) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع.

الجدول (36-3) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية والإزاحة الطابقية النسبية

الإزاحة الطابقية النسبية	الإزاحة الطابقية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm	mm			
0.001899	5.3	150.1	Pushover X Max	D20	Story20
0.002171	6	144.8	Pushover X Max	D19	Story19
0.002433	6.6	138.8	Pushover X Max	D18	Story18
0.002674	7.3	132.2	Pushover X Max	D17	Story17
0.002893	7.9	124.9	Pushover X Max	D16	Story16
0.003087	8.3	117	Pushover X Max	D15	Story15
0.003243	8.7	108.7	Pushover X Max	D14	Story14
0.00332	8.9	100	Pushover X Max	D13	Story13
0.003163	8.5	91.1	Pushover X Max	D12	Story12
0.002739	7.3	82.6	Pushover X Max	D11	Story11
0.003016	7.9	75.3	Pushover X Max	D10	Story10
0.003205	8.4	67.4	Pushover X Max	D9	Story9
0.003307	8.6	59	Pushover X Max	D8	Story8
0.003353	8.7	50.4	Pushover X Max	D7	Story7
0.003347	8.6	41.7	Pushover X Max	D6	Story6
0.003282	8.4	33.1	Pushover X Max	D5	Story5
0.003136	7.9	24.7	Pushover X Max	D4	Story4
0.002872	7.2	16.8	Pushover X Max	D3	Story3
0.002427	6.1	9.6	Pushover X Max	D2	Story2
0.00146	3.5	3.5	Pushover X Max	D1	Story1

الجدول (37-3) قوى القص في الطوابق

X-Dir kN	Location	Elevation m	Story
-2020.85	Top	60	Story20
-2020.85	Bottom		
-2970.89	Top	57	Story19
-2970.89	Bottom		
-3870.91	Top	54	Story18
-3870.91	Bottom		
-4720.94	Top	51	Story17
-4720.94	Bottom		
-5520.97	Top	48	Story16
-5520.97	Bottom		
-6270.99	Top	45	Story15
-6270.99	Bottom		
-6971.02	Top	42	Story14
-6971.02	Bottom		
-7621.04	Top	39	Story13
-7621.04	Bottom		
-8221.06	Top	36	Story12
-8221.06	Bottom		
-8758.28	Top	33	Story11
-8758.28	Bottom		
-9241.54	Top	30	Story10
-9241.54	Bottom		
-9676.48	Top	27	Story9
-9676.48	Bottom		
-10063.1	Top	24	Story8
-10063.1	Bottom		
-10401.4	Top	21	Story7
-10401.4	Bottom		
-10691.3	Top	18	Story6
-10691.3	Bottom		
-10933	Top	15	Story5
-10933	Bottom		
-11126.3	Top	12	Story4
-11126.3	Bottom		
-11271.2	Top	9	Story3
-11271.2	Bottom		
-11367.9	Top	6	Story2
-11367.9	Bottom		
-11416.2	Top	3	Story1
-11416.2	Bottom		

3-16 النموذج الحادي عشر جدران القص تصل لـ 50% من ارتفاع المبنى (النموذج M10):

قبل التحليل تم التأكد من أن قيم الانتقالات والانزياحات بقيت ضمن الحدود المسموحة في الكود العربي

السوري كما يلي: 1- تحقيق السهم الإنشائي: الانزياح اللامرن $\Delta m = 0.7 \cdot R \cdot \Delta s \leq 0.02 \cdot h$

2- تحقيق السهم المعماري: إكساءات عادية $0.7 \cdot \Delta s \leq h/240$ (وذلك لضمان سلامة الواجهة المعمارية)، وكانت النتائج كما هي موضحة في الجدول (38-3).

الجدول (38-3) قيم الانتقالات والانزياحات

الطابق	الديافرام	الارتفاع الطابق (h)	الحمولة الزلزالية	الانتقال (مم)	الانزياح الطابق (Δs)	الانزياح اللامرن (Δm)	0.02*h	0.7*Δs	h/240	تحقيق السهم الإنشائي	تحقيق السهم المعماري
Story20	D20	3000	EXd1	94.2	3.1	9.765	60	2.17	12.5	ok	ok
Story19	D19	3000	EXd1	91.1	3.7	11.655	60	2.59	12.5	ok	ok
Story18	D18	3000	EXd1	87.4	4.1	12.915	60	2.87	12.5	ok	ok
Story17	D17	3000	EXd1	83.3	4.7	14.805	60	3.29	12.5	ok	ok
Story16	D16	3000	EXd1	78.6	5.1	16.065	60	3.57	12.5	ok	ok
Story15	D15	3000	EXd1	73.5	5.5	17.325	60	3.85	12.5	ok	ok
Story14	D14	3000	EXd1	68	5.8	18.27	60	4.06	12.5	ok	ok
Story13	D13	3000	EXd1	62.2	6.1	19.215	60	4.27	12.5	ok	ok
Story12	D12	3000	EXd1	56.1	6.1	19.215	60	4.27	12.5	ok	ok
Story11	D11	3000	EXd1	50	5.7	17.955	60	3.99	12.5	ok	ok
Story10	D10	3000	EXd1	44.3	4.6	14.49	60	3.22	12.5	ok	ok
Story9	D9	3000	EXd1	39.7	5	15.75	60	3.5	12.5	ok	ok
Story8	D8	3000	EXd1	34.7	5.3	16.695	60	3.71	12.5	ok	ok
Story7	D7	3000	EXd1	29.4	5.4	17.01	60	3.78	12.5	ok	ok
Story6	D6	3000	EXd1	24	5.4	17.01	60	3.78	12.5	ok	ok
Story5	D5	3000	EXd1	18.6	5.1	16.065	60	3.57	12.5	ok	ok
Story4	D4	3000	EXd1	13.5	4.8	15.12	60	3.36	12.5	ok	ok
Story3	D3	3000	EXd1	8.7	4.1	12.915	60	2.87	12.5	ok	ok
Story2	D2	3000	EXd1	4.6	3.1	9.765	60	2.17	12.5	ok	ok
Story1	D1	3000	EXd1	1.5	1.5	4.725	60	1.05	12.5	ok	ok
Story20	D20	3000	EXd2	94.2	3.1	9.765	60	2.17	12.5	ok	ok
Story19	D19	3000	EXd2	91.1	3.7	11.655	60	2.59	12.5	ok	ok
Story18	D18	3000	EXd2	87.4	4.1	12.915	60	2.87	12.5	ok	ok
Story17	D17	3000	EXd2	83.3	4.7	14.805	60	3.29	12.5	ok	ok
Story16	D16	3000	EXd2	78.6	5.1	16.065	60	3.57	12.5	ok	ok
Story15	D15	3000	EXd2	73.5	5.5	17.325	60	3.85	12.5	ok	ok
Story14	D14	3000	EXd2	68	5.8	18.27	60	4.06	12.5	ok	ok
Story13	D13	3000	EXd2	62.2	6.1	19.215	60	4.27	12.5	ok	ok
Story12	D12	3000	EXd2	56.1	6.1	19.215	60	4.27	12.5	ok	ok
Story11	D11	3000	EXd2	50	5.7	17.955	60	3.99	12.5	ok	ok
Story10	D10	3000	EXd2	44.3	4.6	14.49	60	3.22	12.5	ok	ok
Story9	D9	3000	EXd2	39.7	5	15.75	60	3.5	12.5	ok	ok
Story8	D8	3000	EXd2	34.7	5.3	16.695	60	3.71	12.5	ok	ok
Story7	D7	3000	EXd2	29.4	5.4	17.01	60	3.78	12.5	ok	ok
Story6	D6	3000	EXd2	24	5.4	17.01	60	3.78	12.5	ok	ok
Story5	D5	3000	EXd2	18.6	5.1	16.065	60	3.57	12.5	ok	ok
Story4	D4	3000	EXd2	13.5	4.8	15.12	60	3.36	12.5	ok	ok
Story3	D3	3000	EXd2	8.7	4.1	12.915	60	2.87	12.5	ok	ok
Story2	D2	3000	EXd2	4.6	3.1	9.765	60	2.17	12.5	ok	ok
Story1	D1	3000	EXd2	1.5	1.5	4.725	60	1.05	12.5	ok	ok

- نتائج التحليل الستاتيكيّ اللاخطي:

• منحني السّعة:

يظهر الجدول (3-39) قوى القصّ القاعديّ والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (3-39) قيم الانتقالات وقوى القصّ القاعديّ وحالة المفاصل اللدنة

Step	Monitor Displ	Base Force	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
	mm	kN										
0	0	0	2803	0	0	0	0	2803	0	0	0	2803
1	17.13939	1214.8	2803	0	0	0	0	2803	0	0	0	2803
2	34.2416	2422.6	2803	0	0	0	0	2803	0	0	0	2803
3	51.33982	3627.0	2803	0	0	0	0	2803	0	0	0	2803
4	56.22642	3969.9	2803	0	0	0	0	2803	0	0	0	2803
5	73.33819	5163.7	2803	0	0	0	0	2803	0	0	0	2803
6	90.43086	6343.5	2803	0	0	0	0	2803	0	0	0	2803
7	109.6229	7638.9	2798	5	0	0	0	2803	0	0	0	2803
8	127.0831	8777.9	2789	14	0	0	0	2803	0	0	0	2803
9	145.5896	9920.8	2774	29	0	0	0	2803	0	0	0	2803
10	165.1066	11039.6	2752	51	0	0	0	2803	0	0	0	2803
11	171.0655	11361.5	2741	62	0	0	0	2803	0	0	0	2803

أما الجدول (3-40) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية لكل الطوابق، والجدول (3-41) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع.

الجدول (40-3) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية والإزاحة الطابقية النسبية

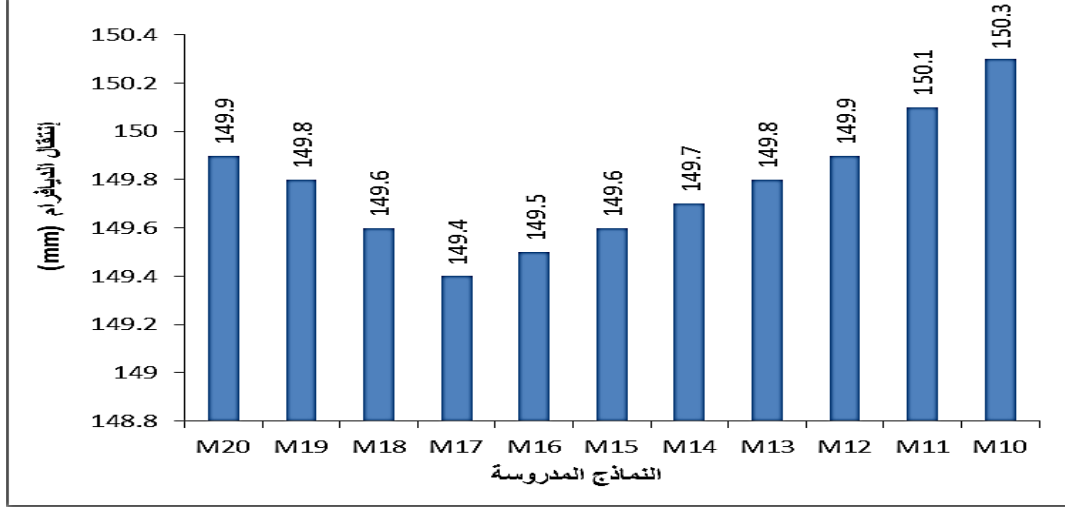
الإزاحة الطابقية النسبية	الإزاحة الطابقية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm	mm			
0.001892	5.2	150.3	Pushover X Max	D20	Story20
0.002163	6	145.1	Pushover X Max	D19	Story19
0.002424	6.7	139.1	Pushover X Max	D18	Story18
0.002665	7.2	132.4	Pushover X Max	D17	Story17
0.002885	7.9	125.2	Pushover X Max	D16	Story16
0.003083	8.3	117.3	Pushover X Max	D15	Story15
0.003255	8.7	109	Pushover X Max	D14	Story14
0.00339	9.1	100.3	Pushover X Max	D13	Story13
0.00344	9.2	91.2	Pushover X Max	D12	Story12
0.003239	8.6	82	Pushover X Max	D11	Story11
0.002746	7.3	73.4	Pushover X Max	D10	Story10
0.003021	8	66.1	Pushover X Max	D9	Story9
0.003201	8.3	58.1	Pushover X Max	D8	Story8
0.003282	8.5	49.8	Pushover X Max	D7	Story7
0.003296	8.5	41.3	Pushover X Max	D6	Story6
0.003243	8.3	32.8	Pushover X Max	D5	Story5
0.003104	7.9	24.5	Pushover X Max	D4	Story4
0.002845	7.1	16.6	Pushover X Max	D3	Story3
0.002404	6	9.5	Pushover X Max	D2	Story2
0.001443	3.5	3.5	Pushover X Max	D1	Story1

الجدول (3-41) قوى القص في الطوابق

X-Dir kN	Location	Elevation m	Story
-2009.7	Top	60	Story20
-2009.7	Bottom		
-2953.53	Top	57	Story19
-2953.53	Bottom		
-3847.69	Top	54	Story18
-3847.69	Bottom		
-4692.16	Top	51	Story17
-4692.16	Bottom		
-5486.97	Top	48	Story16
-5486.97	Bottom		
-6232.1	Top	45	Story15
-6232.1	Bottom		
-6927.55	Top	42	Story14
-6927.55	Bottom		
-7573.33	Top	39	Story13
-7573.33	Bottom		
-8169.43	Top	36	Story12
-8169.43	Bottom		
-8715.85	Top	33	Story11
-8715.85	Bottom		
-9201.05	Top	30	Story10
-9201.05	Bottom		
-9633.15	Top	27	Story9
-9633.15	Bottom		
-10017.2	Top	24	Story8
-10017.2	Bottom		
-10353.3	Top	21	Story7
-10353.3	Bottom		
-10641.4	Top	18	Story6
-10641.4	Bottom		
-10881.4	Top	15	Story5
-10881.4	Bottom		
-11073.5	Top	12	Story4
-11073.5	Bottom		
-11217.5	Top	9	Story3
-11217.5	Bottom		
-11313.5	Top	6	Story2
-11313.5	Bottom		
-11361.5	Top	3	Story1
-11361.5	Bottom		

17-3 مقارنة النتائج لجميع النماذج:

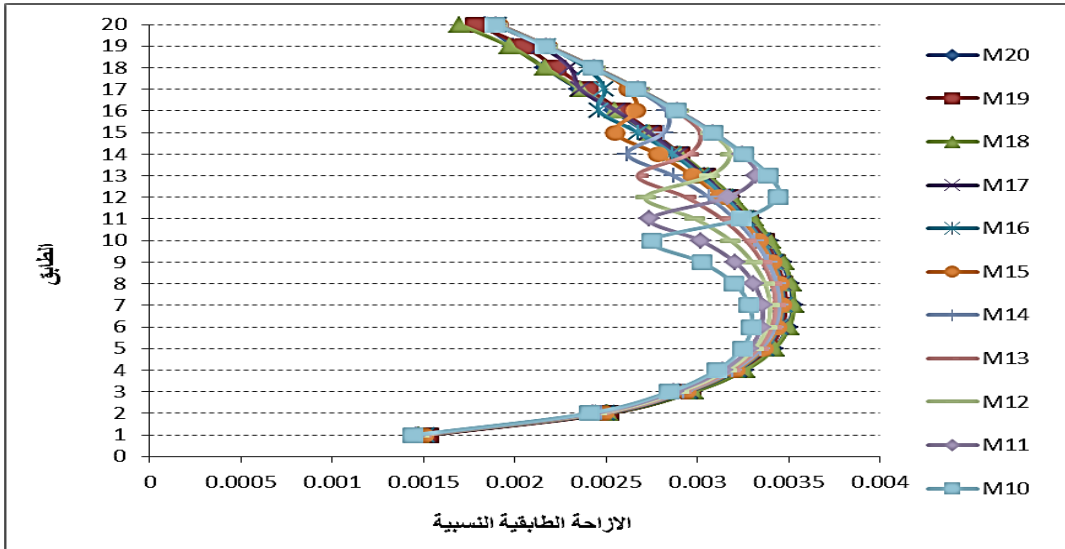
1-17-3 انتقال ديافرام الطابق العلوي: يبين الشكل (9-3) قيم انتقال الديافرام للطابق العلوي لكافة النماذج.



الشكل (9-3) قيم انتقال الديافرام للطابق العلوي للنماذج من M10 إلى M20

من الواضح أن أقل قيمة للانتقال في الطابق الأخير تكون في النموذج (M17) أي عندما تصل جدران القص إلى 85% من كامل ارتفاع المبنى، حيث تتناقص تدريجياً حتى النموذج M17 وبعده تبدأ القيم بالتزايد، وهذا يدل على الفعل العكسي الذي تطبقه الجدران في الطوابق العليا من البناء.

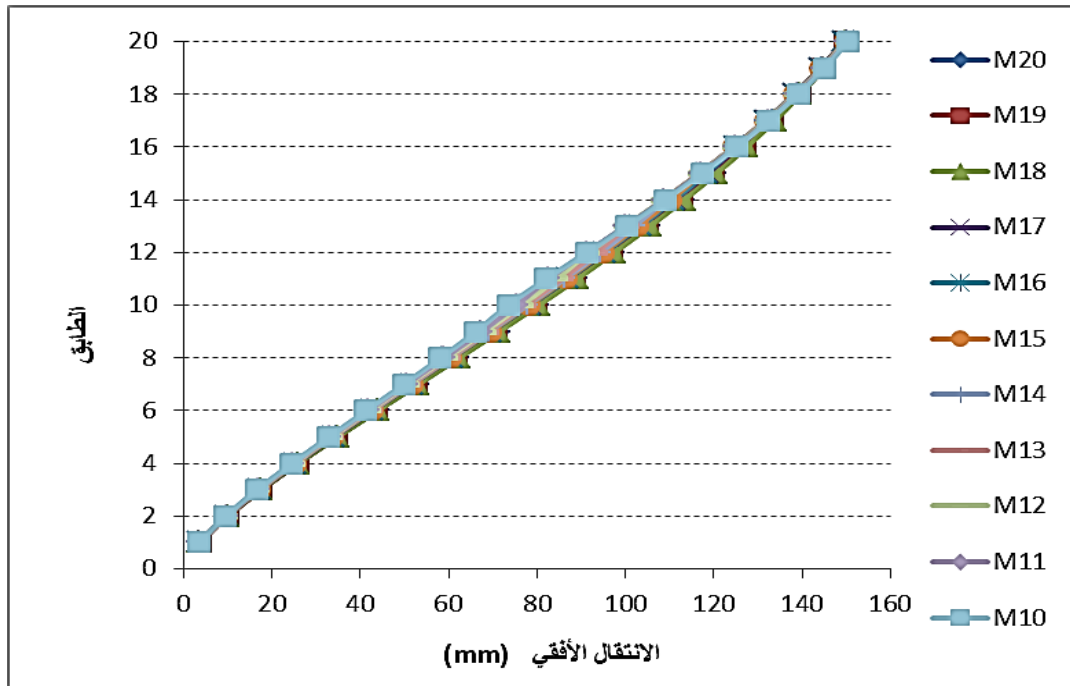
2-17-3 الإزاحة الطابقية النسبية: يبين الشكل (10-3) قيم الإزاحة الطابقية النسبية لكافة الطوابق عند الخطوة الأخيرة من خطوات الدفع لجميع النماذج.



الشكل (10-3) قيم الإزاحة الطابقية النسبية لكافة الطوابق للنماذج من M10 إلى M20

من الشكل يظهر لدينا وجود قفزة في المخطط عند مستوى الإيقاف لكل النماذج علماً أنها تخف في النماذج الأولى ويمكن تفسير هذه القفزة بانخفاض الصلابة الجانبية للبناء عند مستوى الإيقاف، وقد أظهر النموذج M10 (من بين جميع النماذج المدروسة) أقصى إزاحة طابقية نسبية عند الطابق الثاني عشر، أما قيم الإزاحة بعد هذه القفزة فإنها تميل إلى الانخفاض في الطوابق العليا. وقد تم التأكد أيضاً من أن قيم الإزاحة الطابقية النسبية لم تتجاوز الحدود المسموحة المحددة في الكود العربي السوري.

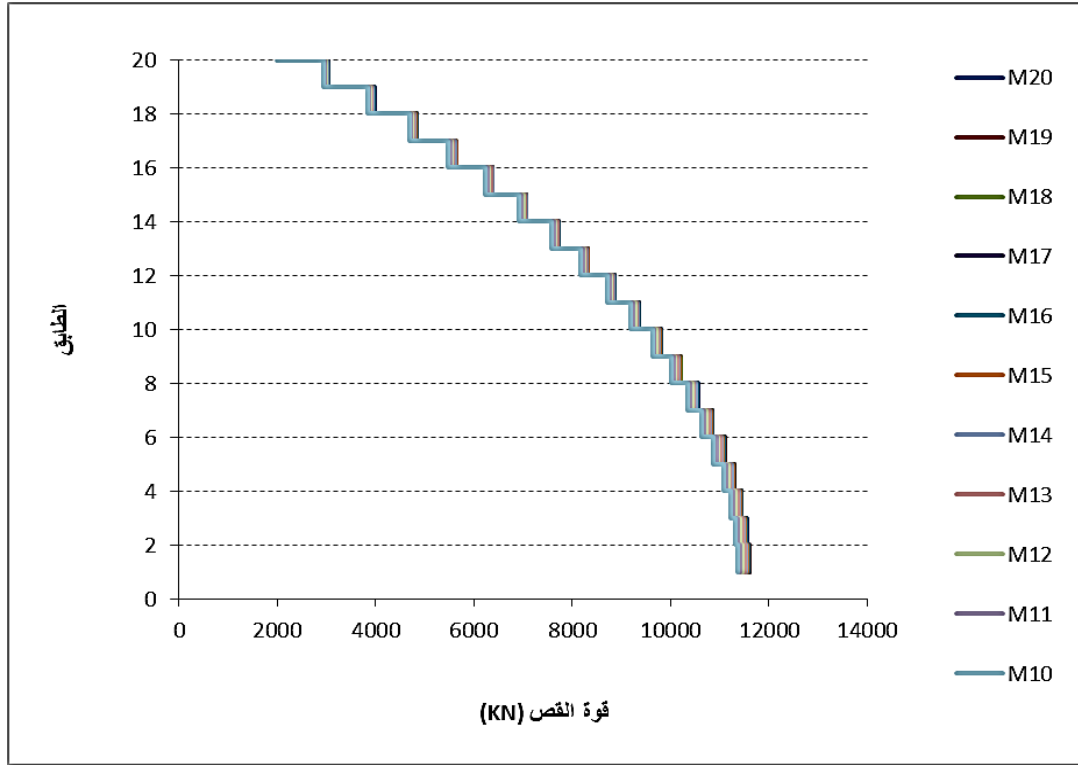
3-17-3 الانتقالات الأفقية: يبين الشكل (11-3) قيم الانتقالات الأفقية لكافة الطوابق عند الخطوة الأخيرة من خطوات الدفع لجميع النماذج.



الشكل (11-3) قيم الانتقالات الأفقية لكافة الطوابق للنماذج من M10 إلى M20

من الشكل يظهر أن قيم الانتقالات الأفقية لم تتأثر كثيراً ولا يوجد فرق كبير في القيم بين جميع النماذج فنلاحظ زيادة في قيمة الانتقال بمقدار 7.7% بين النموذج M10 والنموذج M20 عند الطابق الحادي عشر.

3-17-4 قوى القص في الطوابق: يبين الشكل (12-3) قيم قوى القص في كافة الطوابق عند الخطوة الأخيرة من خطوات الدفع لجميع النماذج.



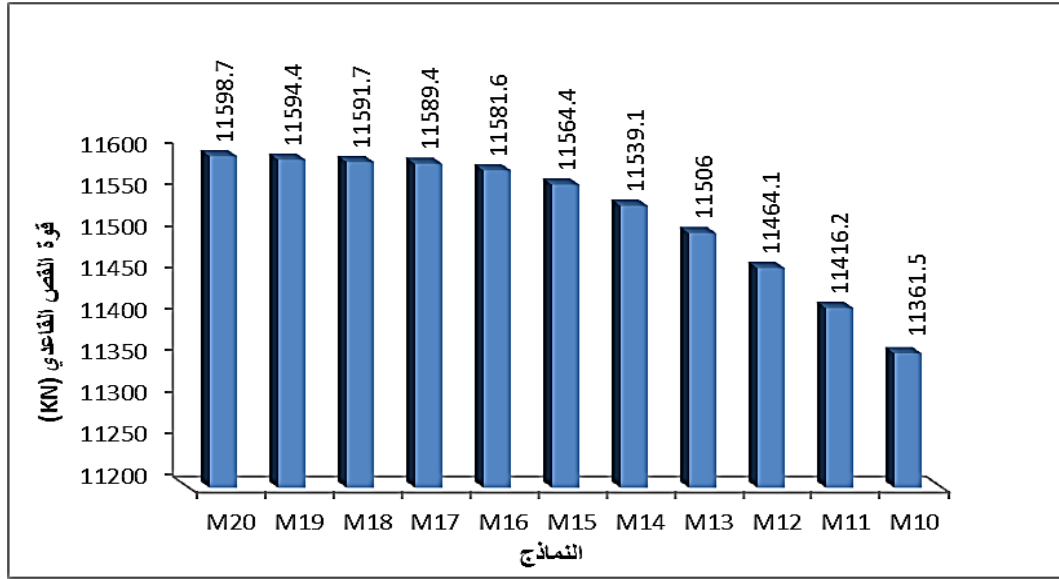
الشكل (12-3) قيم قوى القص في كافة الطوابق للنماذج من M10 إلى M20

نلاحظ وجود اختلافٍ صغيرٍ في قيم قوى القص في الطوابق السفلية أما في الطوابق العليا يقل هذا الاختلاف حيث تصبح القيم متقاربة في جميع النماذج، ونلاحظ انخفاضاً في قيمة قوى القص بمقدار 2% بين النموذج M10 والنموذج M20 عند الطابق الحادي عشر.

3-17-5 قوة القص القاعدية: يبين الشكل (13-3) قيم قوة القص القاعدي عند الخطوة الأخيرة من خطوات الدفع لجميع النماذج. حيث كانت النتائج كما في الجدول (3-42).

الجدول (3-42) قيم قوة القص القاعدي عند الخطوة الأخيرة للنماذج من M10 إلى M20

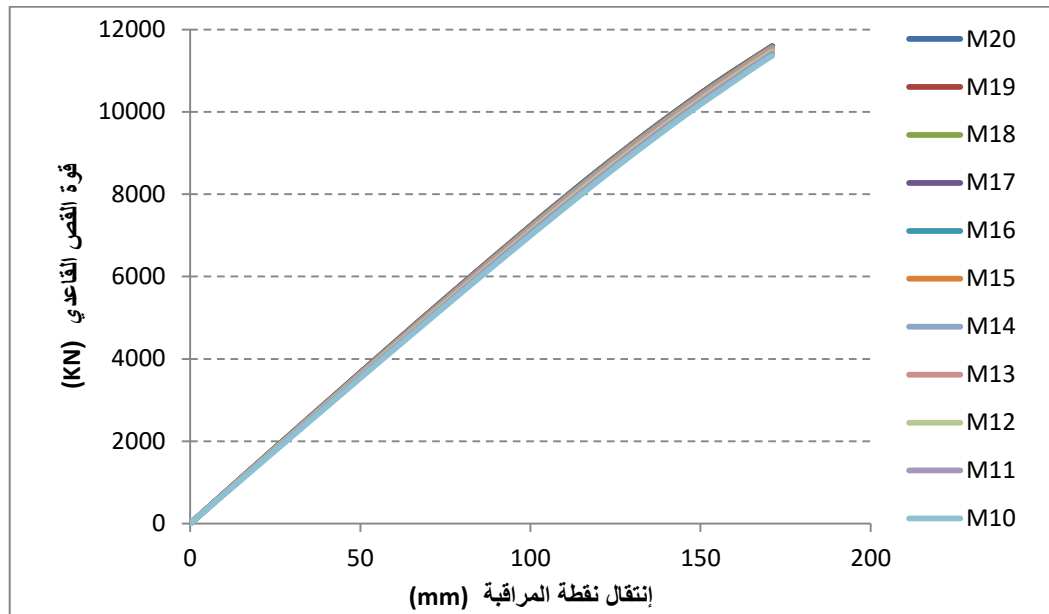
النماذج	نسبة إرتفاع الجدران	قوة القص القاعدي (KN)
M20	100%	11598.77
M19	95%	11594.46
M18	90%	11591.77
M17	85%	11589.46
M16	80%	11581.62
M15	75%	11564.46
M14	70%	11539.11
M13	65%	11506.05
M12	60%	11464.1
M11	55%	11416.23
M10	50%	11361.54



الشكل (13-3) قيم قوة القص القاعدي عند الخطوة الأخيرة للنماذج من M10 إلى M20

ونلاحظ أن قيم القص القاعدي عند آخر خطوة من خطوات الدفع متقاربة ولا يوجد فروقات كبيرة بين جميع النماذج ، حيث تتناقص تدريجياً فنلاحظ إنخفاضاً في قيمة قوة القص القاعدي بمقدار 2.1% بين النموذج M10 والنموذج M20.

3-17-6 مخطط الدفع المتتالي: يبين الشكل (14-3) مخطط الدفع المتتالي لجميع النماذج.



الشكل (14-3) مخطط الدفع المتتالي للنماذج من M10 إلى M20

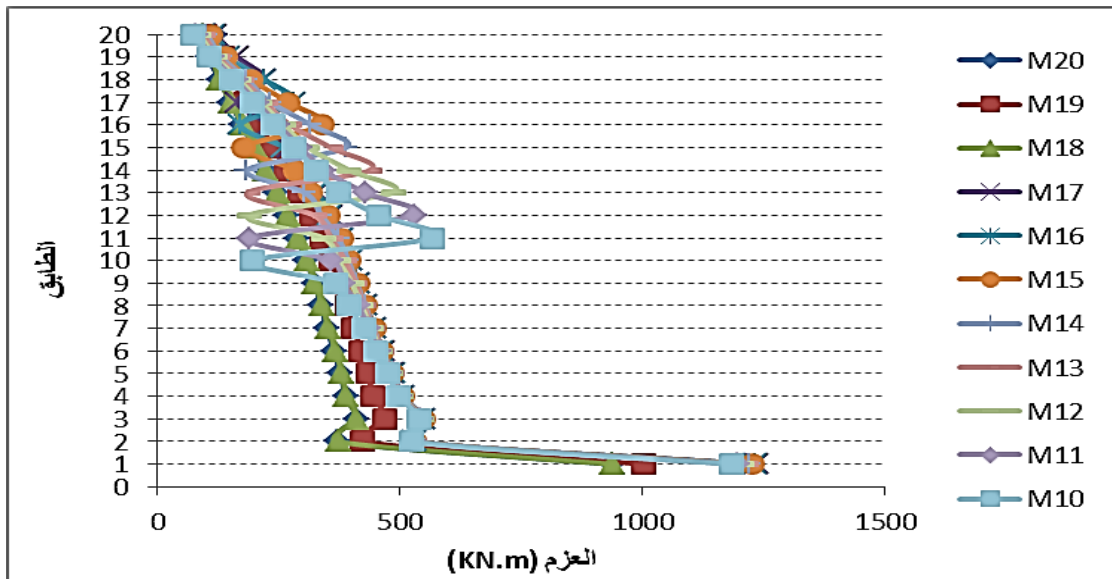
ونلاحظ أن مخطط الدفع المتتالي لجميع النماذج متقارب ولا يوجد فروقات كبيرة بينها، فنلاحظ إنخفاضاً في قيم مخطط الدفع بمقدار 2% بين النموذج M10 والنموذج M20.

7-17-3 مقارنة العزم في العمود الركني D7 لكافة الطوابق: يبين الجدول (3-43) والشكل

(3-15) قيم العزم في العمود D7 لكافة الطوابق عند الخطوة الأخيرة من خطوات الدفع لجميع النماذج.

الجدول (3-43) قيم العزم في العمود D7 لكافة الطوابق للنماذج من M10 إلى M20

M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	الطابق
العزم	العزم	العزم	العزم	العزم	العزم	العزم	العزم	العزم	العزم	العزم	
72.4598	79.4396	86.9168	94.6567	101.9481	108.6299	115.0087	117.9046	95.4302	96.5424	119.0805	20
107.0747	113.0006	119.3203	125.9732	132.2787	139.7556	145.3523	165.057	113.274	133.6032	106.1948	19
154.0781	160.6756	167.8263	175.3734	184.3997	192.7792	221.6242	221.2988	128.1689	154.1876	129.5984	18
196.7013	204.2073	212.3531	222.9056	233.4632	269.9511	281.0469	165.2315	152.2578	181.6554	150.5756	17
239.4111	248.2118	259.9101	273.2219	316.4065	338.6172	171.0035	231.1215	176.4929	210.2599	174.6102	16
282.8131	295.1511	309.6484	357.1334	389.6693	177.6546	261.224	270.9644	201.0083	238.9464	198.7617	15
327.1998	343.0261	395.0442	438.6913	184.4265	283.6679	294.3835	302.2375	224.9313	267.0391	222.6324	14
373.0145	428.1127	485.802	186.0552	304.2487	316.521	326.6227	329.9238	247.7719	293.1845	245.6711	13
456.0635	528.9845	188.3848	323.5546	337.6664	351.0635	356.0109	357.5249	269.2053	319.0629	267.1708	12
567.6454	191.0396	342.0542	357.2828	372.1393	378.5682	379.7714	380.7092	289.4988	340.1911	287.6536	11
196.6523	357.7614	372.1229	387.2986	393.0705	396.1994	397.8162	397.6641	308.3072	359.4589	306.5833	10
367.6191	382.6714	400.8109	408.0013	410.6729	412.9409	413.3459	414.7436	325.1598	374.401	323.8902	9
393.9993	413.7222	420.3407	425.4652	428.3122	429.6403	429.8793	429.7741	339.9857	392.0174	337.4373	8
426.919	435.2601	440.1496	443.5329	445.2581	446.0612	446.497	446.9545	353.2746	404.7883	349.8075	7
450.7704	456.9306	459.6524	462.4787	463.5775	464.0191	463.9808	464.5306	367.5007	420.3854	363.97	6
474.3109	478.3429	482.4224	483.6482	483.8075	484.3524	485.5886	484.4734	380.6946	434.5458	377.8827	5
497.491	499.8506	501.249	503.0111	504.4408	504.234	504.932	504.8299	388.9326	444.8666	388.4627	4
539.9657	542.0955	544.0122	546.0665	547.5881	548.0412	548.4841	548.8747	409.1383	469.8812	409.358	3
524.1541	525.8003	527.8829	529.4191	529.7893	530.9073	530.8789	530.4716	372.156	424.0591	371.1495	2
1182.481	1194.722	1204.702	1213.261	1220.449	1226.535	1230.917	1233.64	936.2185	1000.988	936.1738	1



الشكل (3-15) قيم العزم في العمود D7 لكافة الطوابق للنماذج من M10 إلى M20

ونلاحظ أنه لا يوجد اختلاف كبير بين النماذج في قيمة العزم للعمود في الطوابق السفلية، بينما في الطابق العلوي نلاحظ أن العزم ينقص قليلاً في النماذج التي يتم فيها إيقاف الجدران، وهذا يدل على الفعل العكسي الذي يطبقه الجدار على الإطارات في الطابق العلوي، أما في مستوى الإيقاف فنلاحظ زيادة في قيمة العزم بمقدار 49.35% بين النموذج M10 والنموذج M20 عند الطابق الحادي عشر. هذا وقد تم التأكد أيضاً من أن مقطع العمود يتحمل هذه الزيادة في مستوى الإيقاف، لذلك قمنا بحساب نسبة القوة المطبقة على العمود إلى القوة التي يتحملها العمود عند جميع الطوابق في النموذج الأخير (M10). وكانت القيم كما هي موضحة في الجدول (3-44).

الجدول (3-44) نسبة القوة المطبقة على العمود إلى القوة التي يتحملها العمود للنموذج M10

M10	الطابق
النسبة	
0.065	20
0.095	19
0.127	18
0.164	17
0.206	16
0.266	15
0.334	14
0.41	13
0.513	12
0.617	11
0.494	10
0.623	9
0.704	8
0.788	7
0.869	6
0.949	5
0.991	4
0.994	3
0.996	2
0.943	1

نلاحظ أن جميع النسب قيمتها أقل من واحد وبالتالي المقطع محقق ولا نحتاج إلى إعادة تصميم المقطع.

8-17-3 مقارنة العزوم في أسفل أعمدة مستوى الإيقاف: يبين الجدولان (3-45) و

(3-46) قيم العزوم في أسفل أعمدة الطابق 11 (مستوى الإيقاف) للنموذجين M10 و M20 على المحاور 1,4,7 (المحاور التي يوجد بها جدران قص).

الجدول (45-3) قيم العزوم في أسفل أعمدة الطابق 11 للنموذج M10 على المحاور 7,4,1

النموذج M10

أسفل الطابق 11				المحور 4				المحور 1			
المحور 7				المحور 4				المحور 1			
C7D	C7C	C7B	C7A	C4D	C4C	C4B	C4A	C1D	C1C	C1B	C1A
567.65	647.7	787.7	460	537.9	687.2	722.6	412.6	431.9	595.5	561.3	343.2

الجدول (46-3) قيم العزوم في أسفل أعمدة الطابق 11 للنموذج M20 على المحاور 7,4,1

النموذج M20

أسفل الطابق 11				المحور 4				المحور 1			
المحور 7				المحور 4				المحور 1			
C7D	الجدار	C7A	C4D	الجدار	C4A	C1D	الجدار	C1A			
287.7	161.3087	228.1	315.1	696.6548	210.6	223	232.0508	158.7			

نلاحظ أن مجموع عزوم الأعمدة الطرفية في النموذج M10 تزداد بمقدار 50% عن مجموع عزوم الأعمدة الطرفية في النموذج M20 وذلك على المحور 7.

9-17-3 مقارنة قوى القص في أسفل أعمدة مستوي الإيقاف: يبين الجدولان (47-3) و

(48-3) قيم قوى القص في أسفل أعمدة الطابق 11 (مستوي الإيقاف) للنموذجين M10 و M20 على المحاور 7,4,1 (المحاور التي يوجد بها جدران قص).

الجدول (47-3) قيم قوى القص في أسفل أعمدة الطابق 11 للنموذج M10 على المحاور 7,4,1

النموذج M10

أسفل الطابق 11				المحور 4				المحور 1			
المحور 7				المحور 4				المحور 1			
C7D	C7C	C7B	C7A	C4D	C4C	C4B	C4A	C1D	C1C	C1B	C1A
311.4	374.3	412.8	242	301.7	390.6	381	213.9	236.9	320.6	290.7	174.2

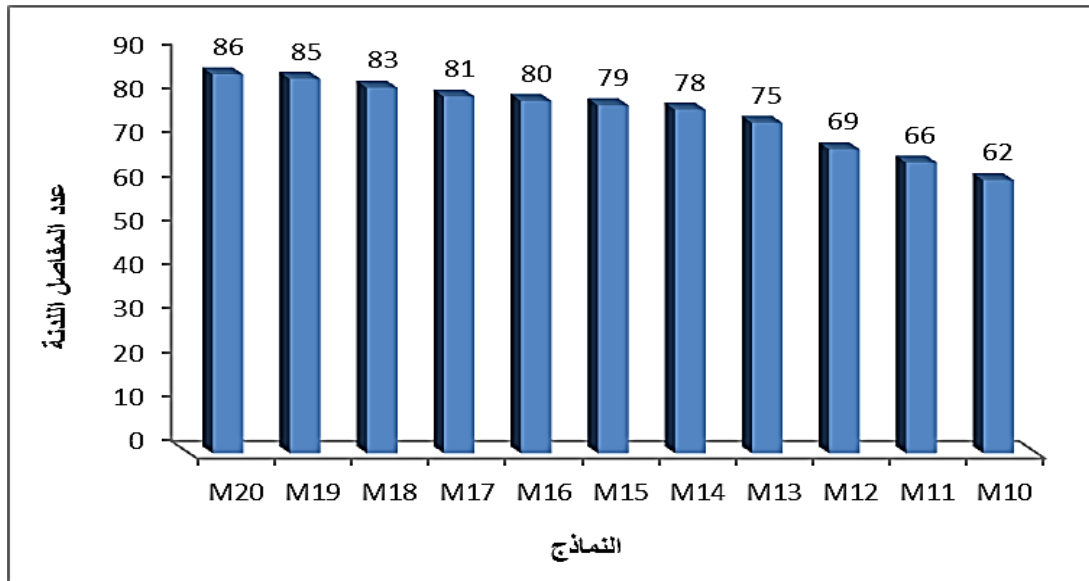
الجدول (3-48) قيم قوى القص في أسفل أعمدة الطابق 11 للنموذج M20 على المحاور 1,4,7

النموذج M20

المحور 7			أسفل الطابق 11			المحور 1		
المحور 4			المحور 4			المحور 1		
C7D	الجدار	C7A	C4D	الجدار	C4A	C1D	الجدار	C1A
202.7	873.2418	162.9	218.2	1069.9797	148.6	155.2	634.2456	112.4

نلاحظ أن مجموع قوى القص في الأعمدة الطرفية في النموذج M10 تزداد بمقدار 35% عن مجموع قوى القص في الأعمدة الطرفية في النموذج M20 وذلك على المحور 7.

3-17-10 عدد المفاصل اللدنة: يبين الشكل (3-16) عدد المفاصل اللدنة المتشكلة عند آخر خطوة من خطوات الدفع لجميع النماذج المدروسة.



الشكل (3-16) عدد المفاصل اللدنة المتشكلة للنماذج من M10 إلى M20

ونلاحظ أن عدد المفاصل اللدنة يتناقص تدريجياً في النماذج.

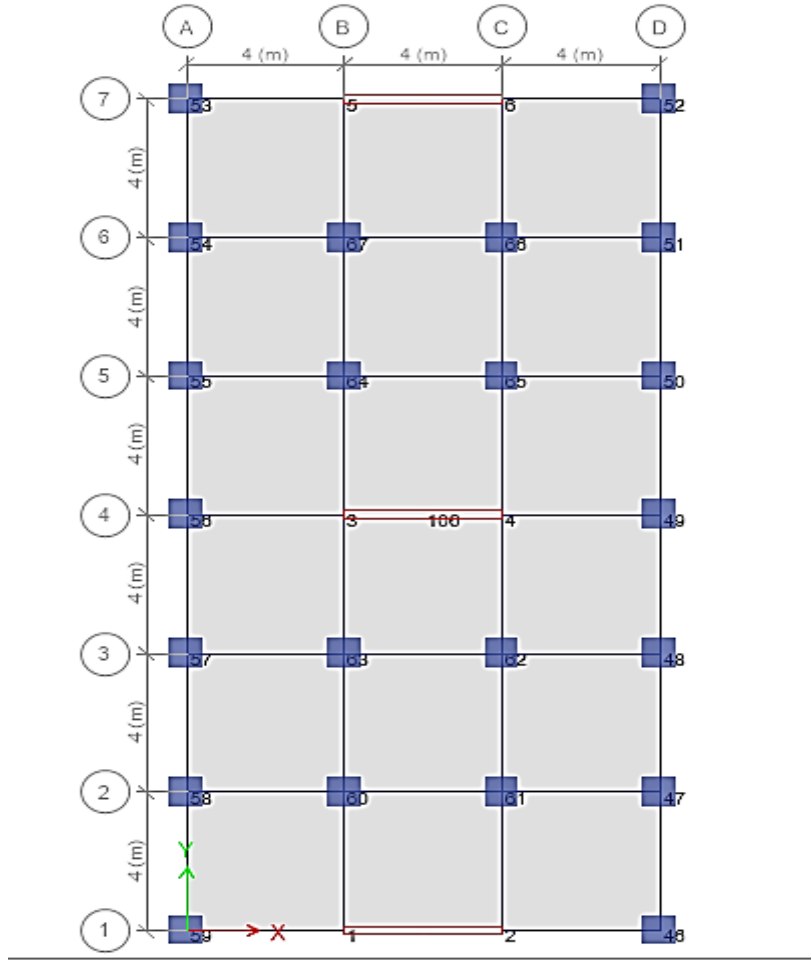
الفصل الرابع

دراسة نماذج المجموعة الثانية

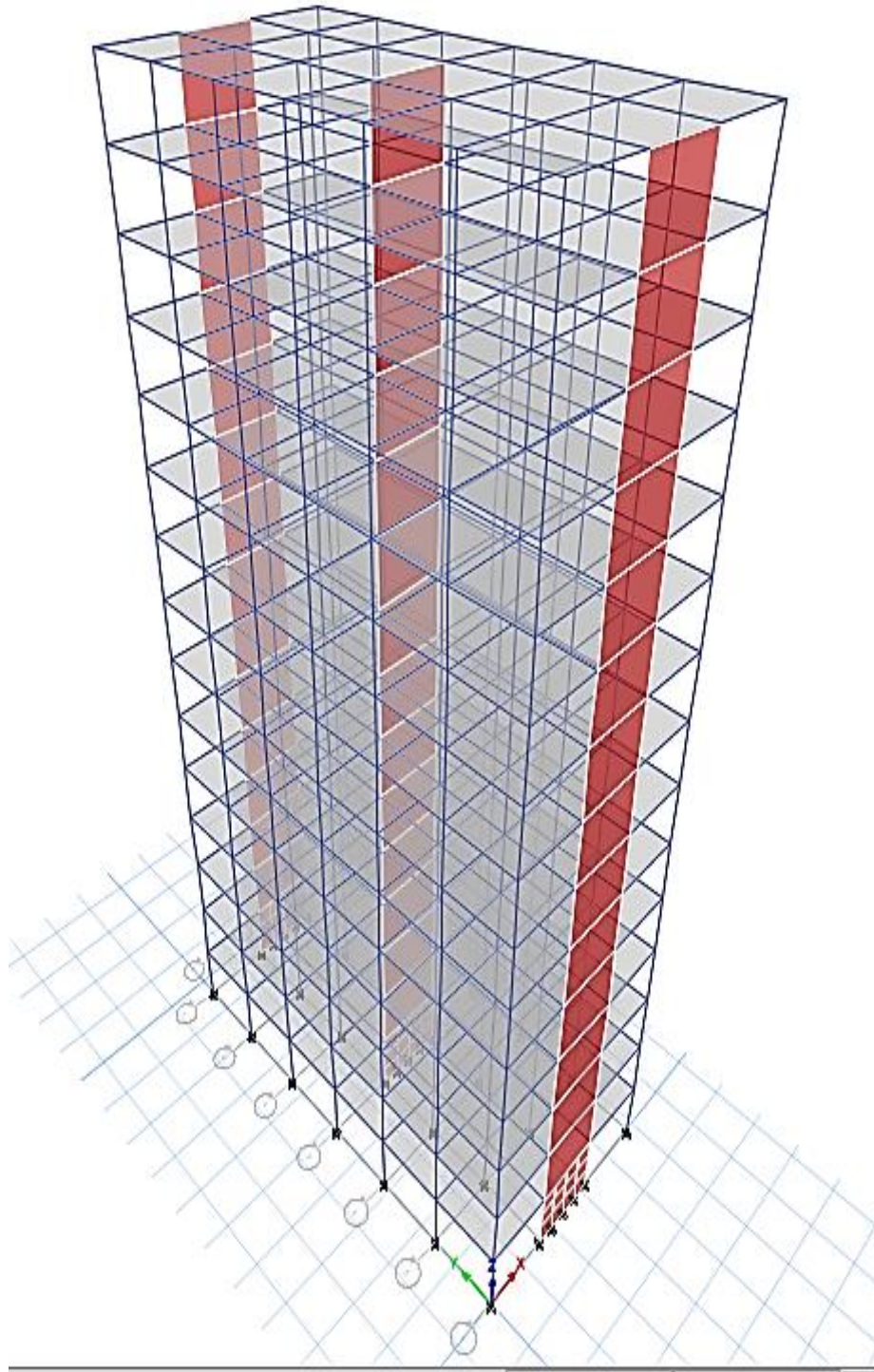
عدد الطوابق في هذا النموذج 15 طابقاً، والارتفاع الطّابقى لجميع الطّوابق 3 m ونسبة مساهمة الجدران (68.7%)، في هذه المجموعة تمت دراسة عددٍ من الجمل الإنشائية المختلفة بارتفاع 15 طابقاً، والنماذج المدروسة هي من M7 إلى M15.

1-4 شكل المسقط وأبعاده:

إنّ نموذج المبنى المختار للدراسة لكافة الجمل الإنشائية المدروسة على شكل مستطيل منتظم يتألف من ثلاث فتحات بالاتجاه X وست فتحات بالاتجاه Y أبعاده في المسقط الأفقي (12*24) m طول الفتحة الواحدة 4 m (كما في الشكلين (1-4) و (2-4) ؛ حيث يظهر النموذج الذي سندرسه بشكلٍ تفصيلي.



الشكل (1-4) شكل المسقط المدروس مع الأبعاد.



الشكل (2-4) تمثيل ثلاثي الأبعاد للنموذج، باستخدام برنامج ETABS 2016

يوضح الجدول (1-4) أبعاد العناصر الإنشائية للنموذج المدروس.

الجدول (1-4) أبعاد العناصر الإنشائية للنموذج المدروس

سماعة البلاطة المصمتة Cm	أبعاد الجدران cm		أبعاد الأعمدة cm		أبعاد الجوائز cm	
	سماعة	طول	عرض	طول	عرض	ارتفاع
20	25	400	75	75	30	60

علماً أن هذه الأبعاد المستخدمة للعناصر الإنشائية لأغراض بحثية فقط.

التحليل الزلزالي باستخدام الطريقة الستاتيكية المكافئة و النمذجة اللاخطية للعناصر كما هي موضحة في الفقرتين (2-3 و 3-3) في الفصل الثالث.

2-4 التحليل الستاتيكي اللاخطي:

قبل البدء بتحليل الدفع المتتالي يجب تعريف الحملات اللازمة لهذا التحليل وهي:

- أولاً: حملات تؤثر على الجملة قبل تطبيق القوى الجانبية الزلزالية. نعرف قوى الثقالة Gravity Loads وهي الحمولة الميتة . تُحلل هذه الحملات بطريقة ستاتيكية لاخطية يكون التحكم فيها بالقوة؛ لأن القوة معلومة وتحفظ النتيجة النهائية، يوضح الشكل (3-4) كيفية تعريف هذه الحملات التي أسميناها Gravity.

الشكل (3-4) كيفية تعريف حملات Gravity

- ثانياً: حمولات جانبية أفقية متزايدة تستعمل في دفع الجملة ورسم منحنى السعة. نستخدم نموذج حمولات EX وهذه الحمولات هي نفسها المستخدمة في التحليل الستاتيكي حسب الكود الموحد للبناء [11] UBC 97 ، وتطبق هذه الحمولات بالاتجاه X انطلاقاً من نتائج التحليل اللاخطي الخاصة بحمولات الثقالة Gravity كما هو موضح بالشكل (4-4)، ويكون التحكم بالانتقال؛ لأن الحمولات غير معروفة، ويتم دفع الجملة في هذه المجموعة من النماذج (15 طابق) حتى يصل الانتقال في نقطة المراقبة إلى قيمة $\delta_t = 135\text{mm}$ ؛ حيث δ_t هو قيمة الانتقال الهدف المحسوب لاحقاً في العلاقة (1-4) حسب [9] FEMA 356 حيث يقوم البرنامج بزيادة قوة القص وتوزيعها كما عرفناها، أما نقطة المراقبة فهي النقطة رقم 52 الموضحة على المسقط بالشكل (1-4)، وقد تم اختيارها؛ لأنها تعطي أكبر انتقال مقارنةً بباقي العقد.

نستخدم خيار Conjugate Displacement؛ لأنه يساعدنا في الحصول على نتائج عندما يعاني التحليل من مشاكل في التقريب، ويعتمد هذا الخيار على قياس عمل القوة المطبقة. يظهر الشكل (4-5) كيفية تحديد هذه الخصائص.

Load Case Data

General

Load Case Name: Pushover X [Design...]

Load Case Type: Nonlinear Static [Notes...]

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous

Initial Conditions

☐ Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

☒ Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: Gravity

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	EX1	1

[Add] [Delete]

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Geometric Nonlinearity Option: None

Load Application: Displacement Control [Modify/Show...]

Results Saved: Multiple States [Modify/Show...]

Nonlinear Parameters: User Defined [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

الشكل (4-4) تطبيق الحمولة الأفقية

يلخص الشكل (4-4) خيارات التحليل الستاتيكيّ اللاخطيّ كلّها فمن هذه النافذة يمكن اختيار كيفية بدء التحليل انطلاقاً من نتائج تحليل لاخطيّ سابق وهو في حالتنا Gravity، أو يبدأ من شروط صفرية (حالة غير مجهد)، ويُمكننا أيضاً تحديد نموذج الحمولة المستخدمة في الدفع في Load Type. البارامترات الأخرى مثل حالة التحليل النمطيّ وتأثير اللاخطيّة الهندسية كـ P-Delta وعدد النتائج المحفوظة والبارامترات اللاخطيّة التي سيتمّ شرحها لاحقاً.

Load Application Control for Nonlinear Static Analysis

Load Application Control

☐ Full Load

☒ Displacement Control

☐ Quasi-Static (run as time history)

Control Displacement

☒ Use Conjugate Displacement

☐ Use Monitored Displacement

Load to a Monitored Displacement Magnitude of mm

Monitored Displacement

☒ DOF/Joint

☐ Generalized Displacement

Quasi-static Parameters

Time History Type

Output Time Step Size sec

Mass Proportional Damping 1/sec

Hilber-Hughes-Taylor Time Integration Parameter, Alpha

الشكل (4-5) تحديد نقطة المراقبة ومقدار الانتقال الذي يتم دفع الجملة للوصول له

أما بارامترات التحليل اللاخطيّ فقيمها كما هي موضّحة بالشكل (3-8) في الفصل الثالث.

3-4 حساب الانتقال الهدف:

حساب الانتقال الهدف δ_t حسب [9] FEM 356 من العلاقة:

$$\delta_t = C_0 \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot Sa \cdot \frac{T_e^2}{4\pi^2} g \quad (1-4)$$

المعاملات كما هي موجودة في الفقرة (5-3) في الفصل الثالث.

وبالتالي لدينا: $Te=T=0.848 \text{ sec}$ $g=10 \text{ m/sec}^2$

$S_{XS}=Fa \cdot S_S$, $S_{XI}=F_v \cdot S_1$, $Sa=S_{XS}/(B_1 \cdot T)$

$S_{XS}=1.2 \cdot 0.37=0.444 \text{ sec}$ $S_{XI}=1.65 \cdot 0.179=0.30 \text{ sec}$

حساب قيمة T_S (الزمن الذي يتقاطع عنده التسارع و السرعة في طيف الاستجابة)

$B_1=B_S=1 : 5\%$ حالة التخميد $T_S=(S_{XI} \cdot B_S)/(S_{XS} \cdot B_1)$

$T_S=0.30/0.444=0.676 \text{ sec}$

$Sa=0.45$ و $C_0=1.5$ (حسب عدد الطوابق الجدول (2-4)) و $C_1=1$ ($Te \geq TS$)

$C_2=1.1$ (المحافظة على الحياة LS الجدول (3-4)) و $C_3=1$

وبالتالي قيمة الانتقال الهدف δ_t :

$$\delta_t = C_0 \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot Sa \cdot \frac{T_e^2}{4\pi^2} g = 135 \text{ mm}$$

4-4 النموذج الأول جدران القص تصل لكامل ارتفاع المبنى (النموذج M15):

تم تصميم مقاطع الأعمدة والجوائز والجدران بالطريقة الستاتيكية المكافئة وإسنادها للعناصر بأبعادها وتسليحها باستخدام مصمم المقاطع **Section Designer** المرفق بالبرنامج.

- نتائج التحليل الستاتيكي اللاخطي:

• منحنى السعة:

يظهر الجدول (2-4) قوى القص القاعدي والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (2-4) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة

Step	Monitor Displ mm	Base Force kN	A-B	B-C	C-D	D-E	E	A-IO	IO-LS	LS-CP	CP	Total
0	0	0	1998	0	0	0	0	1998	0	0	0	1998
1	13.5	1475.5	1998	0	0	0	0	1998	0	0	0	1998
2	27	2930.6	1998	0	0	0	0	1998	0	0	0	1998
3	34.5	3726.9	1998	0	0	0	0	1998	0	0	0	1998
4	48	5138.4	1998	0	0	0	0	1998	0	0	0	1998
5	63	6657.1	1998	0	0	0	0	1998	0	0	0	1998
6	78.3	8074.1	1998	0	0	0	0	1998	0	0	0	1998
7	93.5	9477.7	1991	7	0	0	0	1998	0	0	0	1998
8	107.8	10567.7	1961	37	0	0	0	1998	0	0	0	1998
9	121.5	11612.9	1935	63	0	0	0	1998	0	0	0	1998
10	135	12368.4	1901	97	0	0	0	1998	0	0	0	1998

أما الجدول (3-4) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية لكل الطوابق، والجدول (4-4) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (3-4) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية والإزاحة الطابقية النسبية

الإزاحة الطابقية النسبية	الإزاحة الطابقية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm	mm			
0.001942	5.3	114.9	Pushover X Max	D15	Story15
0.002145	5.7	109.6	Pushover X Max	D14	Story14
0.002373	6.3	103.9	Pushover X Max	D13	Story13
0.002611	6.9	97.6	Pushover X Max	D12	Story12
0.002847	7.5	90.7	Pushover X Max	D11	Story11
0.00307	8	83.2	Pushover X Max	D10	Story10
0.003276	8.4	75.2	Pushover X Max	D9	Story9
0.003455	8.9	66.8	Pushover X Max	D8	Story8
0.003596	9.1	57.9	Pushover X Max	D7	Story7
0.00369	9.4	48.8	Pushover X Max	D6	Story6
0.003723	9.3	39.4	Pushover X Max	D5	Story5
0.00367	9.2	30.1	Pushover X Max	D4	Story4
0.003484	8.6	20.9	Pushover X Max	D3	Story3
0.003083	7.5	12.3	Pushover X Max	D2	Story2
0.002045	4.8	4.8	Pushover X Max	D1	Story1

الجدول (4-4) قوى القص في الطوابق

X-Dir kN	Location	Elevation m	Story
-2217.02	Top	45	Story15
-2217.02	Bottom		
-3595.17	Top	42	Story14
-3595.17	Bottom		
-4851.85	Top	39	Story13
-4851.85	Bottom		
-6008.24	Top	36	Story12
-6008.24	Bottom		
-7068.26	Top	33	Story11
-7068.26	Bottom		
-8031.92	Top	30	Story10
-8031.92	Bottom		
-8899.2	Top	27	Story9
-8899.2	Bottom		
-9670.13	Top	24	Story8
-9670.13	Bottom		
-10344.7	Top	21	Story7
-10344.7	Bottom		
-10922.9	Top	18	Story6
-10922.9	Bottom		
-11404.7	Top	15	Story5
-11404.7	Bottom		
-11790.2	Top	12	Story4
-11790.2	Bottom		
-12079.3	Top	9	Story3
-12079.3	Bottom		
-12272	Top	6	Story2
-12272	Bottom		
-12368.4	Top	3	Story1
-12368.4	Bottom		

5-4 النموذج الثاني جدران القص تصل لـ 93.33% من ارتفاع المبنى (النموذج M14):

- نتائج التحليل الستاتيكي اللاحظي:

• منحنى السعة:

يظهر الجدول (5-4) قوى القص القاعدي والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (5-4) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة

Total	>CP	LS-CP	IO-LS	A-IO	>E	D-E	C-D	B-C	A-B	Base Force	Monitor Displ	Step
										kN	mm	
2013	0	0	0	2013	0	0	0	0	2013	0	0	0
2013	0	0	0	2013	0	0	0	0	2013	1471.9	13.5	1
2013	0	0	0	2013	0	0	0	0	2013	2927.1	27	2
2013	0	0	0	2013	0	0	0	0	2013	3723.3	34.5	3
2013	0	0	0	2013	0	0	0	0	2013	5134.8	48	4
2013	0	0	0	2013	0	0	0	0	2013	6653.4	63	5
2013	0	0	0	2013	0	0	0	2	2011	8070.5	78.3	6
2013	0	0	0	2013	0	0	0	6	2007	9474.1	93.5	7
2013	0	0	0	2013	0	0	0	20	1993	10564.2	107.8	8
2013	0	0	0	2013	0	0	0	52	1961	11609.3	121.5	9
2013	0	0	0	2013	0	0	0	96	1917	12364.7	135	10

أما الجدول (6-4) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية لكل الطوابق، والجدول (7-4) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (6-4) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية والإزاحة الطابقية النسبية

الإزاحة الطابقية النسبية	الإزاحة الطابقية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm	mm			
0.001804	4.9	114.6	Pushover X Max	D15	Story15
0.002137	5.7	109.7	Pushover X Max	D14	Story14
0.002369	6.3	104	Pushover X Max	D13	Story13
0.002608	6.8	97.7	Pushover X Max	D12	Story12
0.002849	7.5	90.9	Pushover X Max	D11	Story11
0.00308	8	83.4	Pushover X Max	D10	Story10
0.003292	8.5	75.4	Pushover X Max	D9	Story9
0.003473	8.9	66.9	Pushover X Max	D8	Story8
0.003614	9.1	58	Pushover X Max	D7	Story7
0.003708	9.4	48.9	Pushover X Max	D6	Story6
0.003741	9.4	39.5	Pushover X Max	D5	Story5
0.003687	9.2	30.1	Pushover X Max	D4	Story4
0.003496	8.6	20.9	Pushover X Max	D3	Story3
0.00309	7.5	12.3	Pushover X Max	D2	Story2
0.002044	4.8	4.8	Pushover X Max	D1	Story1

الجدول (7-4) قوى القص في الطوابق

X-Dir	Location	Elevation	Story
kN		m	
-2213.42	Top	45	Story15
-2213.42	Bottom		
-3591.57	Top	42	Story14
-3591.57	Bottom		
-4848.25	Top	39	Story13
-4848.25	Bottom		
-6004.64	Top	36	Story12
-6004.64	Bottom		
-7064.66	Top	33	Story11
-7064.66	Bottom		
-8028.32	Top	30	Story10
-8028.32	Bottom		
-8895.6	Top	27	Story9
-8895.6	Bottom		
-9666.53	Top	24	Story8
-9666.53	Bottom		
-10341.1	Top	21	Story7
-10341.1	Bottom		
-10919.3	Top	18	Story6
-10919.3	Bottom		
-11401.1	Top	15	Story5
-11401.1	Bottom		
-11786.6	Top	12	Story4
-11786.6	Bottom		
-12075.7	Top	9	Story3
-12075.7	Bottom		
-12268.4	Top	6	Story2
-12268.4	Bottom		
-12364.8	Top	3	Story1
-12364.8	Bottom		

6-4 النموذج الثالث جدران القص تصل لـ 86.67% من ارتفاع المبنى (النموذج M13):

- نتائج التحليل الستاتيكي اللاحظي:

• منحنى السعة:

يظهر الجدول (8-4) قوى القص القاعدي والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (8-4) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة

Total	>CP	LS-CP	IO-LS	A-IO	>E	D-E	C-D	B-C	A-B	Base Force	Monitor Displ	Step
										kN	mm	
2028	0	0	0	2028	0	0	0	0	2028	0	0	0
2028	0	0	0	2028	0	0	0	0	2028	1468.7	13.5	1
2028	0	0	0	2028	0	0	0	0	2028	2923.8	27	2
2028	0	0	0	2028	0	0	0	0	2028	3720.1	34.5	3
2028	0	0	0	2028	0	0	0	0	2028	5131.6	48	4
2028	0	0	0	2028	0	0	0	0	2028	6650.2	63	5
2028	0	0	0	2028	0	0	0	5	2023	8067.3	77.6	6
2028	0	0	0	2028	0	0	0	22	2006	9470.9	93.5	7
2028	0	0	0	2028	0	0	0	43	1985	10560.9	107.3	8
2028	0	0	0	2028	0	0	0	71	1957	11606.1	122.6	9
2028	0	0	0	2028	0	0	0	96	1932	12361.8	135.1	10

أما الجدول (9-4) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية لكل الطوابق، والجدول (10-4) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (9-4) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية والإزاحة الطابقية النسبية

الإزاحة الطابقية النسبية	الإزاحة الطابقية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm	mm			
0.001823	4.9	114.9	Pushover X Max	D15	Story15
0.002145	5.8	110	Pushover X Max	D14	Story14
0.002358	6.2	104.2	Pushover X Max	D13	Story13
0.002611	6.9	98	Pushover X Max	D12	Story12
0.002855	7.5	91.1	Pushover X Max	D11	Story11
0.003084	8.1	83.6	Pushover X Max	D10	Story10
0.003292	8.5	75.5	Pushover X Max	D9	Story9
0.003472	8.9	67	Pushover X Max	D8	Story8
0.003613	9.2	58.1	Pushover X Max	D7	Story7
0.003707	9.3	48.9	Pushover X Max	D6	Story6
0.003739	9.4	39.6	Pushover X Max	D5	Story5
0.003684	9.2	30.2	Pushover X Max	D4	Story4
0.003496	8.7	21	Pushover X Max	D3	Story3
0.003092	7.5	12.3	Pushover X Max	D2	Story2
0.00205	4.8	4.8	Pushover X Max	D1	Story1

الجدول (10-4) قوى القص في الطوابق

X-Dir	Location	Elevation	Story
kN		m	
-2207.59	Top	45	Story15
-2207.59	Bottom		
-3582.52	Top	42	Story14
-3582.52	Bottom		
-4859.24	Top	39	Story13
-4859.24	Bottom		
-6016.55	Top	36	Story12
-6016.55	Bottom		
-7074.09	Top	33	Story11
-7074.09	Bottom		
-8035.5	Top	30	Story10
-8035.5	Bottom		
-8900.77	Top	27	Story9
-8900.77	Bottom		
-9669.89	Top	24	Story8
-9669.89	Bottom		
-10342.9	Top	21	Story7
-10342.9	Bottom		
-10919.7	Top	18	Story6
-10919.7	Bottom		
-11400.4	Top	15	Story5
-11400.4	Bottom		
-11785	Top	12	Story4
-11785	Bottom		
-12073.4	Top	9	Story3
-12073.4	Bottom		
-12265.7	Top	6	Story2
-12265.7	Bottom		
-12361.8	Top	3	Story1
-12361.8	Bottom		

7-4 النموذج الرابع جدران القص تصل لـ 80% من ارتفاع المبنى (النموذج M12):

- نتائج التحليل الستاتيكي اللاحظي:

• منحنى السعة:

يظهر الجدول (4-11) قوى القص القاعدي والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (4-11) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة

Total	>CP	LS-CP	IO-LS	A-IO	>E	D-E	C-D	B-C	A-B	Base Force	Monitor Displ	Step
										kN	mm	
2043	0	0	0	2043	0	0	0	0	2043	0	0	0
2043	0	0	0	2043	0	0	0	0	2043	1468.6	13.5	1
2043	0	0	0	2043	0	0	0	0	2043	2923.7	27	2
2043	0	0	0	2043	0	0	0	0	2043	3726.9	34.5	3
2043	0	0	0	2043	0	0	0	0	2043	5138.8	48	4
2043	0	0	0	2043	0	0	0	1	2042	7164.2	68.2	5
2043	0	0	0	2043	0	0	0	8	2035	8484.5	82.1	6
2043	0	0	0	2043	0	0	0	30	2013	9918.9	98.9	7
2043	0	0	0	2043	0	0	0	56	1987	10977.5	113.1	8
2043	0	0	0	2043	0	0	0	84	1959	11969.1	128.4	9
2043	0	0	0	2043	0	0	0	96	1947	12361.6	135	10

أما الجدول (4-12) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية لكل الطوابق، والجدول (4-13) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (12-4) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية والإزاحة الطابقية النسبية

الإزاحة الطابقية النسبية	الإزاحة الطابقية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm	mm			
0.00184	5	114.9	Pushover X Max	D15	Story15
0.0022	5.9	109.9	Pushover X Max	D14	Story14
0.002453	6.5	104	Pushover X Max	D13	Story13
0.002526	6.7	97.5	Pushover X Max	D12	Story12
0.002808	7.4	90.8	Pushover X Max	D11	Story11
0.00306	7.9	83.4	Pushover X Max	D10	Story10
0.003279	8.5	75.5	Pushover X Max	D9	Story9
0.003465	8.9	67	Pushover X Max	D8	Story8
0.00361	9.2	58.1	Pushover X Max	D7	Story7
0.003705	9.4	48.9	Pushover X Max	D6	Story6
0.003738	9.4	39.5	Pushover X Max	D5	Story5
0.003683	9.1	30.1	Pushover X Max	D4	Story4
0.003495	8.7	21	Pushover X Max	D3	Story3
0.00309	7.5	12.3	Pushover X Max	D2	Story2
0.002048	4.8	4.8	Pushover X Max	D1	Story1

الجدول (4-13) قوى القص في الطوابق

X-Dir	Location	Elevation	Story
kN		m	
-2210.22	Top	45	Story15
-2210.22	Bottom		
-3588.37	Top	42	Story14
-3588.37	Bottom		
-4845.05	Top	39	Story13
-4845.05	Bottom		
-6001.44	Top	36	Story12
-6001.44	Bottom		
-7061.46	Top	33	Story11
-7061.46	Bottom		
-8025.12	Top	30	Story10
-8025.12	Bottom		
-8892.4	Top	27	Story9
-8892.4	Bottom		
-9663.33	Top	24	Story8
-9663.33	Bottom		
-10337.9	Top	21	Story7
-10337.9	Bottom		
-10916.1	Top	18	Story6
-10916.1	Bottom		
-11397.9	Top	15	Story5
-11397.9	Bottom		
-11783.4	Top	12	Story4
-11783.4	Bottom		
-12072.5	Top	9	Story3
-12072.5	Bottom		
-12265.2	Top	6	Story2
-12265.2	Bottom		
-12361.6	Top	3	Story1
-12361.6	Bottom		

8-4 النموذج الخامس جدران القص تصل لـ 73.33% من ارتفاع المبنى (النموذج M11):

- نتائج التحليل الستاتيكيّ اللاخطي:

• منحني السّعة:

يظهر الجدول (14-4) قوى القصّ القاعديّ والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (14-4) قيم الانتقالات وقوى القصّ القاعديّ وحالة المفاصل اللدنة

Step	Monitor Displ	Base Force	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
	mm	kN										
0	0	0	2058	0	0	0	0	2058	0	0	0	2058
1	13.5	1464.7	2058	0	0	0	0	2058	0	0	0	2058
2	27	2916.1	2058	0	0	0	0	2058	0	0	0	2058
3	40.6	4350.2	2058	0	0	0	0	2058	0	0	0	2058
4	54	5739.3	2058	0	0	0	0	2058	0	0	0	2058
5	67.5	7080.8	2058	0	0	0	0	2058	0	0	0	2058
6	77.5	8030.1	2054	4	0	0	0	2058	0	0	0	2058
7	103.1	10183.1	2036	22	0	0	0	2058	0	0	0	2058
8	117.1	11173.2	2008	50	0	0	0	2058	0	0	0	2058
9	130.7	12033.6	1976	82	0	0	0	2058	0	0	0	2058
10	135	12342.5	1964	94	0	0	0	2058	0	0	0	2058

أما الجدول (15-4) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية لكل الطوابق، والجدول (16-4) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (15-4) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية والإزاحة الطابقية النسبية

الإزاحة الطابقية النسبية	الإزاحة الطابقية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm	mm			
0.001833	5	114.9	Pushover X Max	D15	Story15
0.002211	5.9	109.9	Pushover X Max	D14	Story14
0.002545	6.8	104	Pushover X Max	D13	Story13
0.002723	7.3	97.2	Pushover X Max	D12	Story12
0.002659	7	89.9	Pushover X Max	D11	Story11
0.002978	7.7	82.9	Pushover X Max	D10	Story10
0.003239	8.4	75.2	Pushover X Max	D9	Story9
0.003447	8.8	66.8	Pushover X Max	D8	Story8
0.003603	9.1	58	Pushover X Max	D7	Story7
0.003707	9.4	48.9	Pushover X Max	D6	Story6
0.003744	9.4	39.5	Pushover X Max	D5	Story5
0.003691	9.2	30.1	Pushover X Max	D4	Story4
0.003499	8.6	20.9	Pushover X Max	D3	Story3
0.00309	7.5	12.3	Pushover X Max	D2	Story2
0.002042	4.8	4.8	Pushover X Max	D1	Story1

الجدول (16-4) قوى القص في الطوابق

X-Dir	Location	Elevation	Story
kN		m	
-2217.73	Top	45	Story15
-2217.73	Bottom		
-3582.35	Top	42	Story14
-3582.35	Bottom		
-4849.5	Top	39	Story13
-4849.5	Bottom		
-6019.17	Top	36	Story12
-6019.17	Bottom		
-7091.38	Top	33	Story11
-7091.38	Bottom		
-8048.57	Top	30	Story10
-8048.57	Bottom		
-8907.35	Top	27	Story9
-8907.35	Bottom		
-9670.71	Top	24	Story8
-9670.71	Bottom		
-10338.6	Top	21	Story7
-10338.6	Bottom		
-10911.2	Top	18	Story6
-10911.2	Bottom		
-11388.3	Top	15	Story5
-11388.3	Bottom		
-11769.9	Top	12	Story4
-11769.9	Bottom		
-12056.2	Top	9	Story3
-12056.2	Bottom		
-12247	Top	6	Story2
-12247	Bottom		
-12342.5	Top	3	Story1
-12342.5	Bottom		

9-4 النموذج السادس جدران القص تصل لـ 66.67% من ارتفاع المبنى (النموذج M10):

- نتائج التحليل الستاتيكي الالخطي:

• منحنى السعة:

يظهر الجدول (4-17) قوى القص القاعدي والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (4-17) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة

Total	>CP	LS-CP	IO-LS	A-IO	>E	D-E	C-D	B-C	A-B	Base Force	Monitor Displ	Step
										kN	mm	
2073	0	0	0	2073	0	0	0	0	2073	0	0	0
2073	0	0	0	2073	0	0	0	0	2073	1456.4	13.5	1
2073	0	0	0	2073	0	0	0	0	2073	2899.8	27	2
2073	0	0	0	2073	0	0	0	0	2073	4326.5	40.5	3
2073	0	0	0	2073	0	0	0	0	2073	5015.6	47.2	4
2073	0	0	0	2073	0	0	0	0	2073	6376.3	60.7	5
2073	0	0	0	2073	0	0	0	4	2069	7796.2	75.3	6
2073	0	0	0	2073	0	0	0	13	2060	9081.8	89.5	7
2073	0	0	0	2073	0	0	0	35	2038	10199.1	103.2	8
2073	0	0	0	2073	0	0	0	59	2014	11289.3	118.4	9
2073	0	0	0	2073	0	0	0	83	1990	12140.7	132	10
2073	0	0	0	2073	0	0	0	92	1981	12321.1	135.1	11

أما الجدول (4-18) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية لكل الطوابق، والجدول (4-19) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (18-4) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية والإزاحة الطابقية النسبية

الإزاحة الطابقية النسبية	الإزاحة الطابقية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm	mm			
0.001851	5	115.2	Pushover X Max	D15	Story15
0.002237	6.1	110.2	Pushover X Max	D14	Story14
0.002604	6.9	104.1	Pushover X Max	D13	Story13
0.002911	7.7	97.2	Pushover X Max	D12	Story12
0.003019	8	89.5	Pushover X Max	D11	Story11
0.002785	7.3	81.5	Pushover X Max	D10	Story10
0.003122	8.1	74.2	Pushover X Max	D9	Story9
0.003371	8.6	66.1	Pushover X Max	D8	Story8
0.003547	9	57.5	Pushover X Max	D7	Story7
0.00366	9.3	48.5	Pushover X Max	D6	Story6
0.003702	9.3	39.2	Pushover X Max	D5	Story5
0.003653	9.1	29.9	Pushover X Max	D4	Story4
0.003467	8.6	20.8	Pushover X Max	D3	Story3
0.003063	7.4	12.2	Pushover X Max	D2	Story2
0.002026	4.8	4.8	Pushover X Max	D1	Story1

الجدول (19-4) قوى القص في الطوابق

X-Dir	Location	Elevation	Story
kN		m	
-2196.39	Top	45	Story15
-2196.39	Bottom		
-3561.01	Top	42	Story14
-3561.01	Bottom		
-4828.16	Top	39	Story13
-4828.16	Bottom		
-5997.83	Top	36	Story12
-5997.83	Bottom		
-7070.04	Top	33	Story11
-7070.04	Bottom		
-8027.23	Top	30	Story10
-8027.23	Bottom		
-8886.01	Top	27	Story9
-8886.01	Bottom		
-9649.37	Top	24	Story8
-9649.37	Bottom		
-10317.3	Top	21	Story7
-10317.3	Bottom		
-10889.8	Top	18	Story6
-10889.8	Bottom		
-11366.9	Top	15	Story5
-11366.9	Bottom		
-11748.6	Top	12	Story4
-11748.6	Bottom		
-12034.9	Top	9	Story3
-12034.9	Bottom		
-12225.7	Top	6	Story2
-12225.7	Bottom		
-12321.1	Top	3	Story1
-12321.1	Bottom		

10-4 النموذج السابع جدران القص تصل لـ 60% من ارتفاع المبنى (النموذج M9):

- نتائج التحليل الستاتيكيّ اللاحطي:

• منحنى السّعة:

يظهر الجدول (20-4) قوى القصّ القاعديّ والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (20-4) قيم الانتقالات وقوى القصّ القاعديّ وحالة المفاصل اللدنة

Total	>CP	LS-CP	IO-LS	A-IO	>E	D-E	C-D	B-C	A-B	Base Force	Monitor Displ	Step
										kN	mm	
2088	0	0	0	2088	0	0	0	0	2088	0	0	0
2088	0	0	0	2088	0	0	0	0	2088	1443.7	13.5	1
2088	0	0	0	2088	0	0	0	0	2088	2875.1	27	2
2088	0	0	0	2088	0	0	0	0	2088	4290.3	40.5	3
2088	0	0	0	2088	0	0	0	0	2088	5666.1	54.1	4
2088	0	0	0	2088	0	0	0	0	2088	6992.7	67.6	5
2088	0	0	0	2088	0	0	0	2	2086	7694.1	74.9	6
2088	0	0	0	2088	0	0	0	12	2076	8984.1	89.1	7
2088	0	0	0	2088	0	0	0	30	2058	10145.9	103.2	8
2088	0	0	0	2088	0	0	0	54	2034	11292.3	119.2	9
2088	0	0	0	2088	0	0	0	79	2009	12139.8	132.8	10
2088	0	0	0	2088	0	0	0	85	2003	12275.5	135.1	11

أما الجدول (21-4) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية لكل الطوابق، والجدول (22-4) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (21-4) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية والإزاحة الطابقية النسبية

الإزاحة الطابقية النسبية	الإزاحة الطابقية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm	mm			
0.001848	5	115.4	Pushover X Max	D15	Story15
0.002234	6	110.4	Pushover X Max	D14	Story14
0.00261	7	104.4	Pushover X Max	D13	Story13
0.002956	7.9	97.4	Pushover X Max	D12	Story12
0.003229	8.5	89.5	Pushover X Max	D11	Story11
0.003258	8.5	81	Pushover X Max	D10	Story10
0.002869	7.5	72.5	Pushover X Max	D9	Story9
0.003222	8.3	65	Pushover X Max	D8	Story8
0.003457	8.8	56.7	Pushover X Max	D7	Story7
0.003598	9.1	47.9	Pushover X Max	D6	Story6
0.003655	9.2	38.8	Pushover X Max	D5	Story5
0.003614	9	29.6	Pushover X Max	D4	Story4
0.003433	8.5	20.6	Pushover X Max	D3	Story3
0.003033	7.4	12.1	Pushover X Max	D2	Story2
0.002004	4.7	4.7	Pushover X Max	D1	Story1

الجدول (22-4) قوى القص في الطوابق

X-Dir	Location	Elevation	Story
kN		m	
-2188.17	Top	45	Story15
-2188.17	Bottom		
-3545.04	Top	42	Story14
-3545.04	Bottom		
-4805	Top	39	Story13
-4805	Bottom		
-5968.03	Top	36	Story12
-5968.03	Bottom		
-7034.15	Top	33	Story11
-7034.15	Bottom		
-8003.35	Top	30	Story10
-8003.35	Bottom		
-8859.93	Top	27	Story9
-8859.93	Bottom		
-9618.95	Top	24	Story8
-9618.95	Bottom		
-10283.1	Top	21	Story7
-10283.1	Bottom		
-10852.4	Top	18	Story6
-10852.4	Bottom		
-11326.8	Top	15	Story5
-11326.8	Bottom		
-11706.3	Top	12	Story4
-11706.3	Bottom		
-11990.9	Top	9	Story3
-11990.9	Bottom		
-12180.7	Top	6	Story2
-12180.7	Bottom		
-12275.5	Top	3	Story1
-12275.5	Bottom		

11-4 النموذج الثامن جدران القص تصل لـ 53.33% من ارتفاع المبنى (النموذج M8):

- نتائج التحليل الستاتيكيّ اللاخطي:

• منحنى السّعة:

يظهر الجدول (4-23) قوى القصّ القاعديّ والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (4-23) قيم الانتقالات وقوى القصّ القاعديّ وحالة المفاصل اللدنة

Total	>CP	LS-CP	IO-LS	A-IO	>E	D-E	C-D	B-C	A-B	Base Force	Monitor Displ	Step
										kN	mm	
2103	0	0	0	2103	0	0	0	0	2103	0	0	0
2103	0	0	0	2103	0	0	0	0	2103	1426.8	13.5	1
2103	0	0	0	2103	0	0	0	0	2103	2841.7	27	2
2103	0	0	0	2103	0	0	0	0	2103	3494.9	33.3	3
2103	0	0	0	2103	0	0	0	0	2103	5203.9	50	4
2103	0	0	0	2103	0	0	0	0	2103	7180.1	70.3	5
2103	0	0	0	2103	0	0	0	6	2097	8514.1	84.6	6
2103	0	0	0	2103	0	0	0	20	2083	9790.7	99.7	7
2103	0	0	0	2103	0	0	0	40	2063	10834.1	113.6	8
2103	0	0	0	2103	0	0	0	67	2036	11766.6	127.7	9
2103	0	0	0	2103	0	0	0	79	2024	12211.4	135	10

أما الجدول (4-24) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية لكل الطوابق، والجدول (4-25) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (24-4) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية والإزاحة الطابقية النسبية

الإزاحة الطابقية النسبية	الإزاحة الطابقية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm	mm			
0.001841	5	115.6	Pushover X Max	D15	Story15
0.002225	6	110.6	Pushover X Max	D14	Story14
0.002602	6.9	104.6	Pushover X Max	D13	Story13
0.002958	7.9	97.7	Pushover X Max	D12	Story12
0.003279	8.7	89.8	Pushover X Max	D11	Story11
0.003512	9.2	81.1	Pushover X Max	D10	Story10
0.00346	9	71.9	Pushover X Max	D9	Story9
0.002919	7.5	62.9	Pushover X Max	D8	Story8
0.003271	8.4	55.4	Pushover X Max	D7	Story7
0.003483	8.8	47	Pushover X Max	D6	Story6
0.003573	9	38.2	Pushover X Max	D5	Story5
0.003552	8.9	29.2	Pushover X Max	D4	Story4
0.003381	8.4	20.3	Pushover X Max	D3	Story3
0.002989	7.2	11.9	Pushover X Max	D2	Story2
0.001972	4.7	4.7	Pushover X Max	D1	Story1

الجدول (25-4) قوى القص في الطوابق

X-Dir	Location	Elevation	Story
kN		m	
-2178.54	Top	45	Story15
-2178.54	Bottom		
-3525.66	Top	42	Story14
-3525.66	Bottom		
-4776.57	Top	39	Story13
-4776.57	Bottom		
-5931.25	Top	36	Story12
-5931.25	Bottom		
-6989.7	Top	33	Story11
-6989.7	Bottom		
-7951.94	Top	30	Story10
-7951.94	Bottom		
-8817.95	Top	27	Story9
-8817.95	Bottom		
-9573.88	Top	24	Story8
-9573.88	Bottom		
-10233.3	Top	21	Story7
-10233.3	Bottom		
-10798.4	Top	18	Story6
-10798.4	Bottom		
-11269.4	Top	15	Story5
-11269.4	Bottom		
-11646.2	Top	12	Story4
-11646.2	Bottom		
-11928.8	Top	9	Story3
-11928.8	Bottom		
-12117.2	Top	6	Story2
-12117.2	Bottom		
-12211.4	Top	3	Story1
-12211.4	Bottom		

12-4 النموذج التاسع جدران القص تصل لـ 46.67% من ارتفاع المبنى (النموذج M7):

قبل التصميم تم التأكد من أن قيم الانتقالات والانزياحات بقيت ضمن الحدود المسموحة في الكود العربي

السوري كما يلي: 1- تحقيق السهم الإنشائي: الانزياح اللامرن $\Delta m = 0.7 * R * \Delta s \leq 0.02 * h$

2- تحقيق السهم المعماري: إكساءات عادية $0.7 * \Delta s \leq h/240$ (وذلك لضمان سلامة الواجهة المعمارية)، وكانت النتائج كما هي موضحة في الجدول (26-4).

الجدول (26-4) قيم الانتقالات والانزياحات

تحقيق السهم المعماري	تحقيق السهم الإنشائي	h/240	0.7*Δs	0.02*h	الانزياح اللامرن (Δm)	الانزياح الطائفي (Δs)	الانتقال (مم)	الحمولة الزلزالية	الارتفاع الطائفي (h)	الديافرام	الطابق
ok	ok	12.5	1.89	60	8.505	2.7	63.9	EXd1	3000	D15	Story15
ok	ok	12.5	2.38	60	10.71	3.4	61.2	EXd1	3000	D14	Story14
ok	ok	12.5	2.87	60	12.915	4.1	57.8	EXd1	3000	D13	Story13
ok	ok	12.5	3.36	60	15.12	4.8	53.7	EXd1	3000	D12	Story12
ok	ok	12.5	3.71	60	16.695	5.3	48.9	EXd1	3000	D11	Story11
ok	ok	12.5	4.06	60	18.27	5.8	43.6	EXd1	3000	D10	Story10
ok	ok	12.5	4.2	60	18.9	6	37.8	EXd1	3000	D9	Story9
ok	ok	12.5	3.92	60	17.64	5.6	31.8	EXd1	3000	D8	Story8
ok	ok	12.5	3.01	60	13.545	4.3	26.2	EXd1	3000	D7	Story7
ok	ok	12.5	3.22	60	14.49	4.6	21.9	EXd1	3000	D6	Story6
ok	ok	12.5	3.29	60	14.805	4.7	17.3	EXd1	3000	D5	Story5
ok	ok	12.5	3.15	60	14.175	4.5	12.6	EXd1	3000	D4	Story4
ok	ok	12.5	2.66	60	11.97	3.8	8.1	EXd1	3000	D3	Story3
ok	ok	12.5	2.03	60	9.135	2.9	4.3	EXd1	3000	D2	Story2
ok	ok	12.5	1.05	60	4.725	1.5	1.4	EXd1	3000	D1	Story1
ok	ok	12.5	1.89	60	8.505	2.7	63.9	EXd2	3000	D15	Story15
ok	ok	12.5	2.38	60	10.71	3.4	61.2	EXd2	3000	D14	Story14
ok	ok	12.5	2.87	60	12.915	4.1	57.8	EXd2	3000	D13	Story13
ok	ok	12.5	3.36	60	15.12	4.8	53.7	EXd2	3000	D12	Story12
ok	ok	12.5	3.71	60	16.695	5.3	48.9	EXd2	3000	D11	Story11
ok	ok	12.5	4.06	60	18.27	5.8	43.6	EXd2	3000	D10	Story10
ok	ok	12.5	4.2	60	18.9	6	37.8	EXd2	3000	D9	Story9
ok	ok	12.5	3.92	60	17.64	5.6	31.8	EXd2	3000	D8	Story8
ok	ok	12.5	3.01	60	13.545	4.3	26.2	EXd2	3000	D7	Story7
ok	ok	12.5	3.22	60	14.49	4.6	21.9	EXd2	3000	D6	Story6
ok	ok	12.5	3.29	60	14.805	4.7	17.3	EXd2	3000	D5	Story5
ok	ok	12.5	3.15	60	14.175	4.5	12.6	EXd2	3000	D4	Story4
ok	ok	12.5	2.66	60	11.97	3.8	8.1	EXd2	3000	D3	Story3
ok	ok	12.5	2.03	60	9.135	2.9	4.3	EXd2	3000	D2	Story2
ok	ok	12.5	0.98	60	4.41	1.4	1.4	EXd2	3000	D1	Story1

- نتائج التحليل الستاتيكيّ اللاخطي:

• منحني السّعة:

يظهر الجدول (27-4) قوى القصّ القاعديّ والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (27-4) قيم الانتقالات وقوى القصّ القاعديّ وحالة المفاصل اللدنة

Total	>CP	LS-CP	IO-LS	A-IO	>E	D-E	C-D	B-C	A-B	Base Force	Monitor Displ	Step
										kN	mm	
2118	0	0	0	2118	0	0	0	0	2118	0	0	0
2118	0	0	0	2118	0	0	0	0	2118	1405.6	13.5	1
2118	0	0	0	2118	0	0	0	0	2118	2799.7	27	2
2118	0	0	0	2118	0	0	0	0	2118	4180.1	40.5	3
2118	0	0	0	2118	0	0	0	0	2118	4762.7	46.3	4
2118	0	0	0	2118	0	0	0	0	2118	7191.1	71.4	5
2118	0	0	0	2118	0	0	0	5	2113	8567.7	86.4	6
2118	0	0	0	2118	0	0	0	16	2102	9716.3	100.1	7
2118	0	0	0	2118	0	0	0	36	2082	10762.9	113.8	8
2118	0	0	0	2118	0	0	0	61	2057	11746.3	128.7	9
2118	0	0	0	2118	0	0	0	74	2044	12128.3	135.1	10

أما الجدول (28-4) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية لكل الطوابق، والجدول (29-4) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (28-4) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية والإزاحة الطابقية النسبية

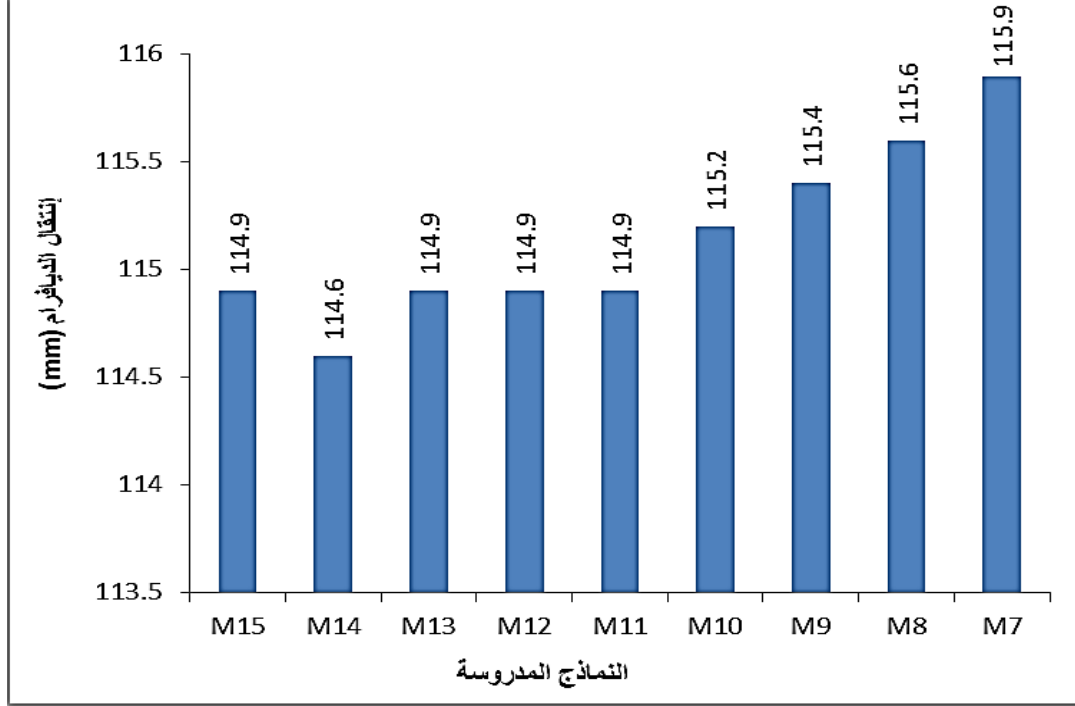
الإزاحة الطابقية النسبية	الإزاحة الطابقية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm	mm			
0.001831	5	115.9	Pushover X Max	D15	Story15
0.002212	6	110.9	Pushover X Max	D14	Story14
0.002587	6.9	104.9	Pushover X Max	D13	Story13
0.002944	7.8	98	Pushover X Max	D12	Story12
0.003275	8.7	90.2	Pushover X Max	D11	Story11
0.003561	9.3	81.5	Pushover X Max	D10	Story10
0.00376	9.8	72.2	Pushover X Max	D9	Story9
0.003636	9.4	62.4	Pushover X Max	D8	Story8
0.002925	7.5	53	Pushover X Max	D7	Story7
0.003261	8.3	45.5	Pushover X Max	D6	Story6
0.003433	8.7	37.2	Pushover X Max	D5	Story5
0.00345	8.6	28.5	Pushover X Max	D4	Story4
0.003303	8.2	19.9	Pushover X Max	D3	Story3
0.002927	7.1	11.7	Pushover X Max	D2	Story2
0.001928	4.6	4.6	Pushover X Max	D1	Story1

الجدول (29-4) قوى القص في الطوابق

X-Dir	Location	Elevation	Story
kN		m	
-2167.77	Top	45	Story15
-2167.77	Bottom		
-3503.07	Top	42	Story14
-3503.07	Bottom		
-4742.99	Top	39	Story13
-4742.99	Bottom		
-5887.53	Top	36	Story12
-5887.53	Bottom		
-6936.69	Top	33	Story11
-6936.69	Bottom		
-7890.48	Top	30	Story10
-7890.48	Bottom		
-8748.88	Top	27	Story9
-8748.88	Bottom		
-9511.91	Top	24	Story8
-9511.91	Bottom		
-10167.5	Top	21	Story7
-10167.5	Bottom		
-10727.8	Top	18	Story6
-10727.8	Bottom		
-11194.6	Top	15	Story5
-11194.6	Bottom		
-11568.1	Top	12	Story4
-11568.1	Bottom		
-11848.2	Top	9	Story3
-11848.2	Bottom		
-12034.9	Top	6	Story2
-12034.9	Bottom		
-12128.3	Top	3	Story1
-12128.3	Bottom		

13-4 مقارنة النتائج لجميع النماذج:

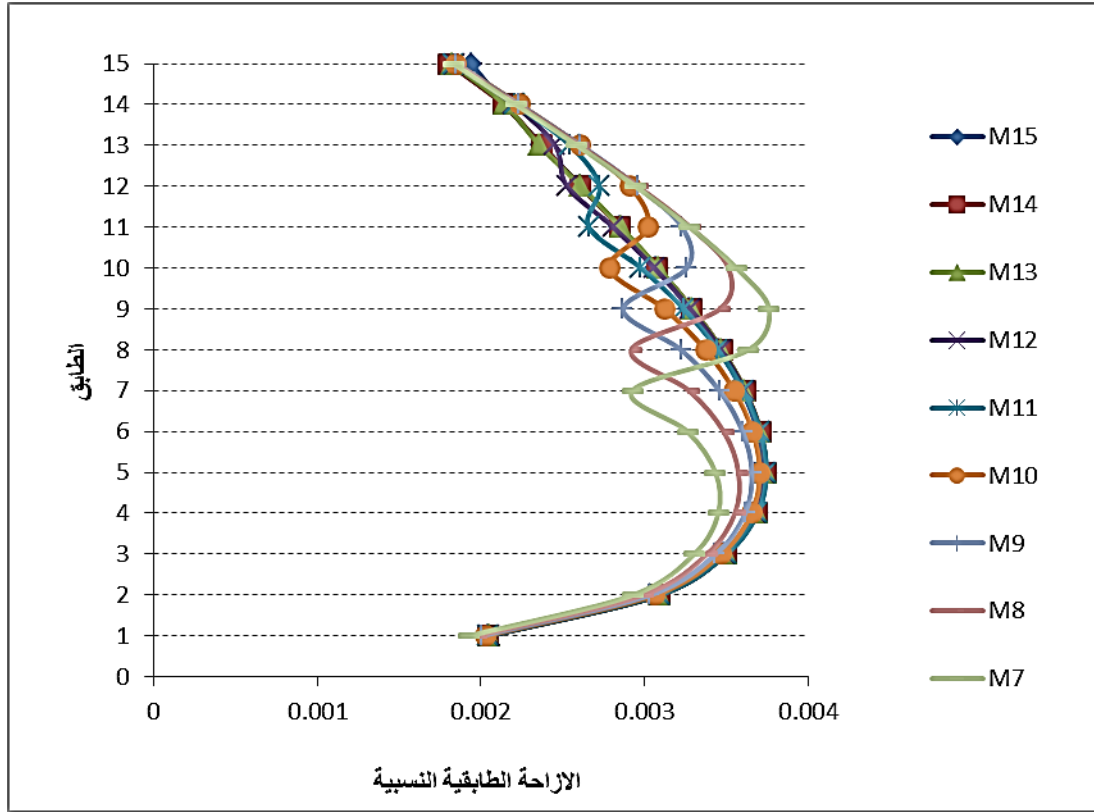
1-13-4 انتقال ديافرام الطابق العلوي: يبين الشكل (4-6) قيم انتقال الديافرام للطابق العلوي لكافة النماذج.



الشكل (4-6) قيم انتقال الديافرام للطابق العلوي للنماذج من M7 إلى M15

من الواضح أن قيمة الانتقال في الطابق الأخير تتناقص في النموذج M14 ثم تتزايد في بقية النماذج لكنها تكون ثابتة في النماذج M13-M12-M11 أي عندما تصل جدران القص من 70% إلى 88% من كامل ارتفاع المبنى، وهذا يدل على الفعل العكسي الذي تطبقه الجدران في الطوابق العليا من البناء.

2-13-4 الإزاحة الطابقية النسبية: يبين الشكل (4-7) الإزاحة الطابقية النسبية لكافة الطوابق عند الخطوة الأخيرة من خطوات الدفع لجميع النماذج.

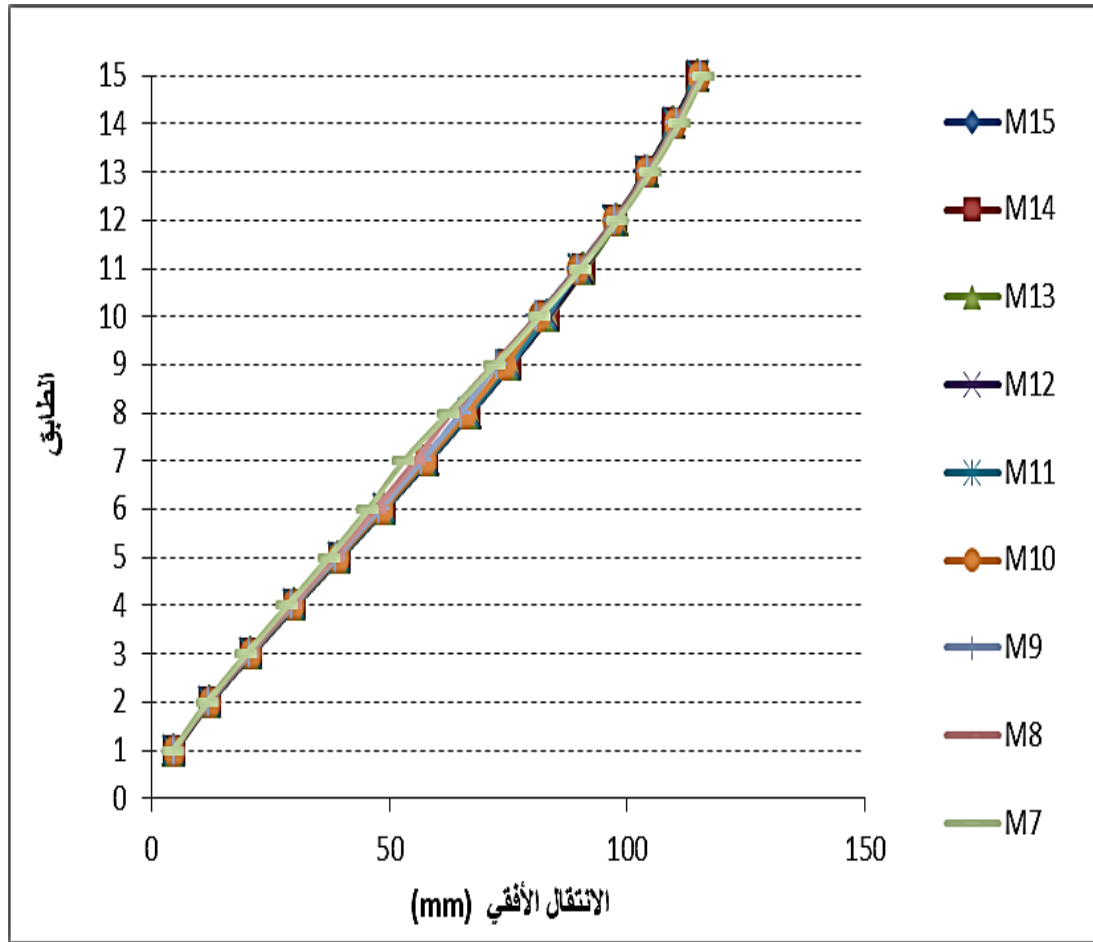


الشكل (7-4) قيم الإزاحة الطابقية النسبية لكافة الطوابق للنماذج من M7 إلى M15

من الشكل (7-4) يظهر لدينا وجود قفزة في المخطط عند مستوى الإيقاف لكل النماذج، علماً أنها تخف في النماذج الأولى ويمكن تفسير هذه القفزة بانخفاض الصلابة الجانبية للبناء عند مستوى الإيقاف، وقد أظهر النموذج M7 (من بين جميع النماذج المدروسة) أقصى إزاحة طابقية نسبية عند الطابق التاسع، أما قيم الإزاحة بعد هذه القفزة فإنها تميل إلى الانخفاض في الطوابق العليا. وقد تم التأكد أيضاً من أن قيم الإزاحة الطابقية النسبية لم تتجاوز الحدود المسموحة المحددة في الكود العربي السوري.

3-13-4 الانتقالات الأفقية: يبين الشكل (8-4) قيم الانتقالات الأفقية لكافة الطوابق عند الخطوة

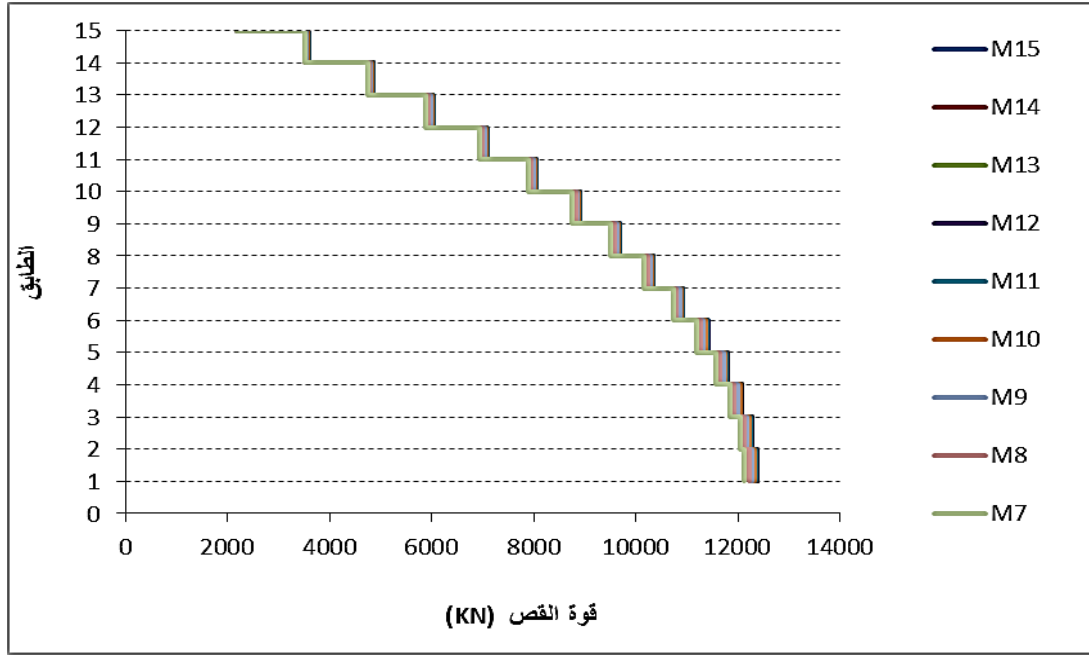
الأخيرة من خطوات الدفع لجميع النماذج.



الشكل (8-4) قيم الانتقالات الأفقية لكافة الطوابق للنماذج من M7 إلى M15

من الشكل يظهر أن قيم الانتقالات الأفقية لم تتأثر كثيراً ولا يوجد فروقات كبيرة في القيم بين جميع النماذج فنلاحظ زيادة في قيمة الانتقال بمقدار 7.5% بين النموذج M7 والنموذج M15 عند الطابق الثامن.

4-13-4 قوى القص في الطوابق: يبين الشكل (9-4) قيم قوى القص في كافة الطوابق عند الخطوة الأخيرة من خطوات الدفع لجميع النماذج.



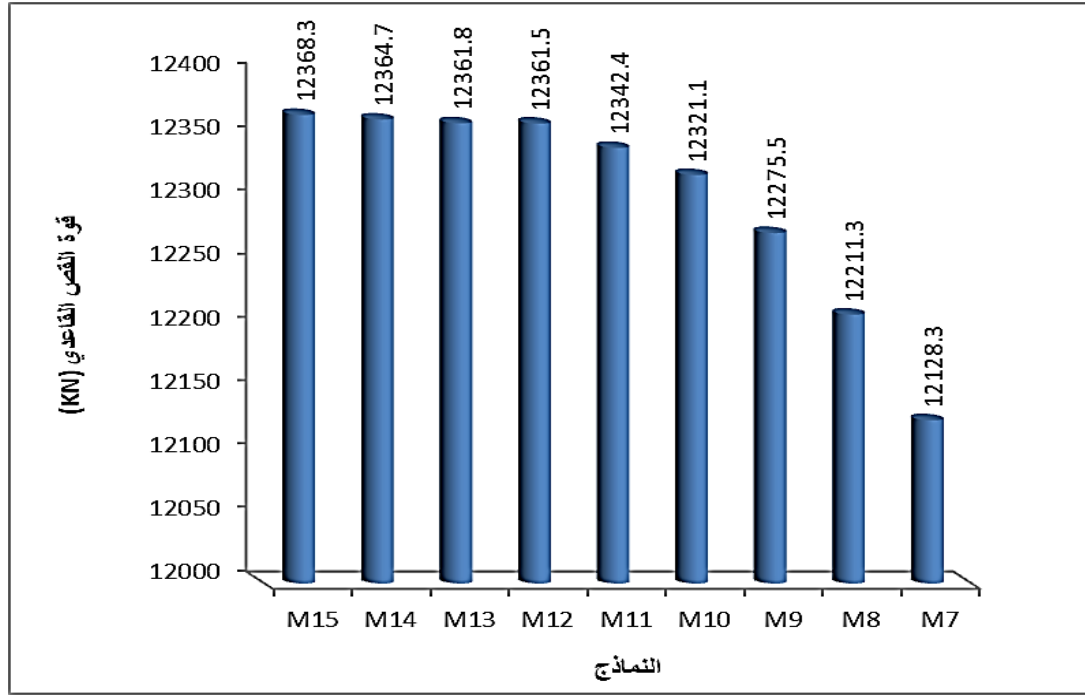
الشكل (9-4) قيم قوى القص في كافة الطوابق للنماذج من M7 إلى M15

من الشكل يظهر أن قيم قوى القص في الطوابق لم تتأثر كثيراً ولا يوجد فروقات كبيرة في القيم بين جميع النماذج، ونلاحظ انخفاضاً في قيمة قوى القص بمقدار 2% بين النموذج M7 والنموذج M15 عند الطابق الثامن.

4-13-5 قوة القص القاعدية: يبين الشكل (10-4) قيم قوة القص القاعدي عند الخطوة الأخيرة من خطوات الدفع لجميع النماذج. حيث كانت النتائج كما في الجدول (4-30).

الجدول (4-30) قيم قوة القص القاعدي عند الخطوة الأخيرة للنماذج من M7 إلى M15

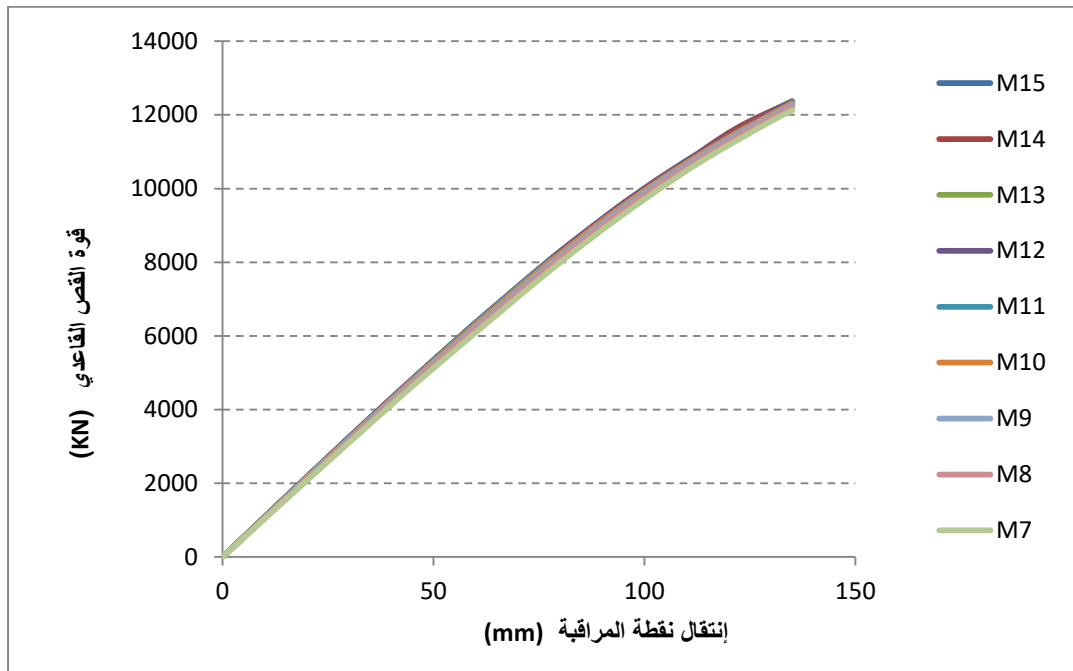
النماذج	نسبة إرتفاع الجدران	قوة القص القاعدي (KN)
M15	100%	12368.36
M14	93.33%	12364.76
M13	86.67%	12361.83
M12	80%	12361.56
M11	73.33%	12342.46
M10	66.67%	12321.12
M9	60%	12275.54
M8	53.33%	12211.39
M7	46.67%	12128.31



الشكل (10-4) قيم قوة القص القاعدي للنماذج من M7 إلى M15

ونلاحظ أن قيم القص القاعدي عند آخر خطوة من خطوات الدفع متقاربة ولا يوجد فروقات كبيرة بين جميع النماذج، وتتناقص تدريجياً في النماذج فنلاحظ انخفاضاً في قيمة قوة القص بمقدار 2.3% بين النموذج M7 والنموذج M15.

6-13-4 مخطط الدفع المتتالي: يبين الشكل (11-4) مخطط الدفع المتتالي لجميع النماذج.



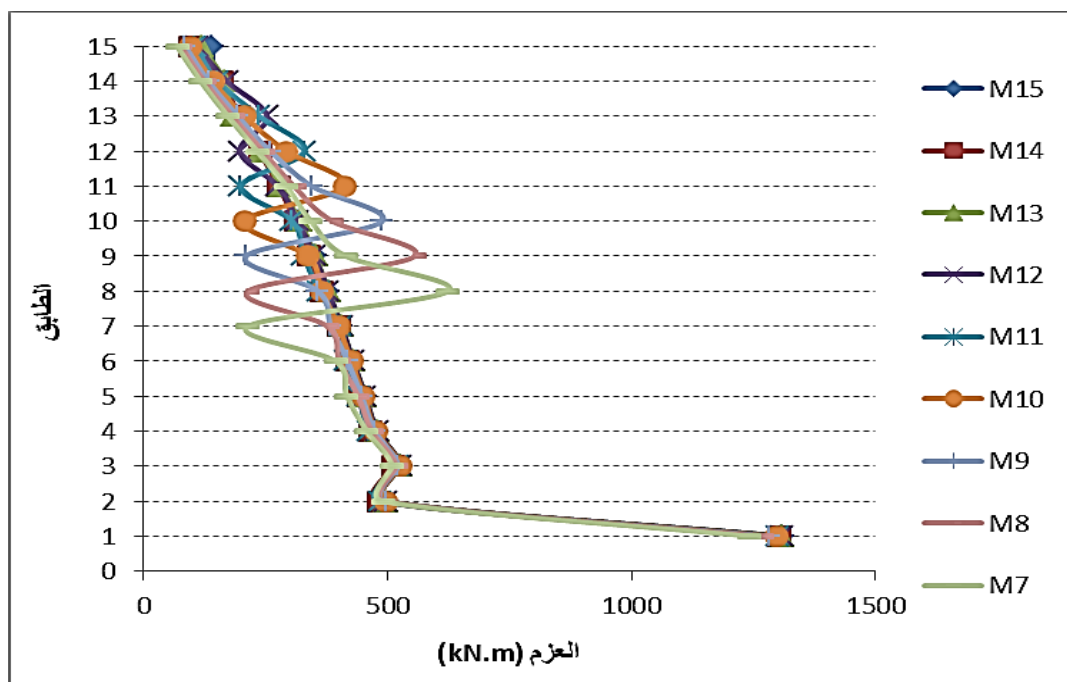
الشكل (11-4) مخطط الدفع المتتالي للنماذج من M7 إلى M15

ونلاحظ أن مخطط الدفع المتتالي لجميع النماذج متقارب ولا يوجد فروقات كبيرة بينها ونلاحظ إنخفاضاً في قيم مخطط الدفع بمقدار 1.95% بين النموذج M7 والنموذج M15.

7-13-4 مقارنة العزم في العمود الركني D7 لكافة الطوابق: يبين الجدول (4-31) والشكل (4-12) قيم العزم في العمود D7 لكافة الطوابق عند الخطوة الأخيرة من خطوات الدفع لجميع النماذج.

الجدول (4-31) قيم العزم في العمود D7 لكافة الطوابق للنماذج من M7 إلى M15

M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	الطابق
العزم	العزم	العزم	العزم	العزم	العزم	العزم	العزم	العزم	
68.6719	76.9274	85.6608	94.7425	105.018	109.4685	118.2203	97.0882	141.0601	15
116.9265	124.5206	132.7408	141.9555	151.9136	171.1619	166.8956	160.6215	147.0731	14
172.8175	182.4198	193.1583	206.4703	237.4201	253.2649	182.4922	196.0627	191.4851	13
232.804	244.6094	259.9188	292.7363	330.504	197.4199	240.5584	238.394	239.3141	12
293.3456	308.5364	345.241	412.3269	199.9303	274.9445	280.632	276.8273	279.5495	11
342.9848	387.2526	488.8819	206.5234	304.9696	315.7567	320.4435	311.5781	318.4294	10
414.972	555.3391	209.6367	337.0675	328.6438	350.3269	352.5506	337.6908	350.6433	9
623.5076	213.9256	357.6727	364.8435	359.9468	378.3561	378.6184	364.68	378.1502	8
214.3381	376.4226	383.487	399.1708	403.5972	405.3115	405.3733	399.554	403.0818	7
393.3812	401.2135	418.0502	425.5768	415.637	429.0599	429.2623	417.0671	427.4867	6
416.554	439.5476	446.5271	451.6483	441.3078	454.5115	454.2806	440.0774	452.226	5
457.374	467.2558	473.8996	475.5675	462.077	478.5299	478.1733	463.9624	475.9407	4
509.2302	517.5323	521.82	525.3565	519.7472	526.3272	527.2166	513.0074	525.2795	3
489.9831	494.4793	496.5337	497.4892	484.4381	497.4674	497.4157	481.4366	495.3987	2
1241.228	1265.91	1283.412	1295.192	1299.007	1307.357	1308.874	1302.118	1307.233	1



الشكل (4-12) قيم العزم في العمود D7 لكافة الطوابق للنماذج من M7 إلى M15

ونلاحظ أنه لا يوجد اختلاف كبير بين النماذج في قيمة العزم للعمود في الطوابق السفلية، بينما في الطابق العلوي نلاحظ أن العزم ينقص قليلاً في النماذج التي يتم فيها إيقاف الجدران، وهذا يدل على الفعل العكسي الذي يطبقه الجدار على الإطارات في الطابق العلوي، أما في مستوى الإيقاف فنلاحظ زيادة في قيمة العزم بمقدار 39.35% بين النموذج M7 والنموذج M15 عند الطابق الثامن. هذا وقد تم التأكد أيضاً من أن مقطع العمود يتحمل هذه الزيادة في مستوى الإيقاف، لذلك قمنا بحساب نسبة القوة المطبقة على العمود إلى القوة التي يتحملها العمود عند جميع الطوابق في النموذج الأخير (M7). وكانت القيم كما هي موضحة في الجدول (4-32).

الجدول (4-32) نسبة القوة المطبقة على العمود إلى القوة التي يتحملها العمود للنموذج M7

M7	الطابق
النسبة	
0.106	15
0.155	14
0.209	13
0.271	12
0.352	11
0.459	10
0.602	9
0.761	8
0.597	7
0.772	6
0.88	5
0.986	4
0.991	3
0.994	2
0.875	1

نلاحظ أن جميع النسب قيمتها أقل من واحد وبالتالي المقطع محقق ولا نحتاج إلى إعادة تصميم المقطع.

4-13-8 مقارنة العزوم في أسفل أعمدة مستوى الإيقاف: يبين الجدول (4-33) والجدول

(4-34) قيم العزوم في أسفل أعمدة الطابق 8 (مستوى الإيقاف) للنموذجين M7 و M15 على المحاور 1,4,7 (المحاور التي يوجد بها جدران قص).

الجدول (33-4) قيم العزوم في أسفل أعمدة الطابق 8 للنموذج M7 على المحاور 7,4,1

النموذج M7

المحور 7				أسفل الطابق 8				المحور 1			
المحور 4				المحور 4				المحور 1			
C7D	C7C	C7B	C7A	C4D	C4C	C4B	C4A	C1D	C1C	C1B	C1A
623.5	480.2	829.3	385.2	588.96	525.7	780.8	417.1	454.1	495.2	588.9	354

الجدول (34-4) قيم العزوم في أسفل أعمدة الطابق 8 للنموذج M15 على المحاور 7,4,1

النموذج M15

المحور 7			أسفل الطابق 8			المحور 1		
المحور 4			المحور 4			المحور 1		
C7D	الجدار	C7A	C4D	الجدار	C4A	C1D	الجدار	C1A
378.2	51.6013	312.4	413.98	1079.6373	317	304.4	646.366	252.6

نلاحظ أن مجموع عزوم الأعمدة الطرفية في النموذج M7 تزداد بمقدار 31.5% عن مجموع عزوم الأعمدة الطرفية في النموذج M15 وذلك على المحور 7.

9-13-4 مقارنة قوى القص في أسفل أعمدة مستوي الإيقاف: يبين الجدول (35-4) والجدول

(36-4) قيم قوى القص في أسفل أعمدة الطابق 8 (مستوي الإيقاف) للنموذجين M7 و M15 على المحاور 7,4,1 (المحاور التي يوجد بها جدران قص).

الجدول (35-4) قيم قوى القص في أسفل أعمدة الطابق 8 للنموذج M7 على المحاور 7,4,1

النموذج M7

المحور 7				أسفل الطابق 8				المحور 1			
المحور 4				المحور 4				المحور 1			
C7D	C7C	C7B	C7A	C4D	C4C	C4B	C4A	C1D	C1C	C1B	C1A
350.2	346.9	459.5	246.2	342	361.2	434.9	247.1	258.8	300	323.7	200.6

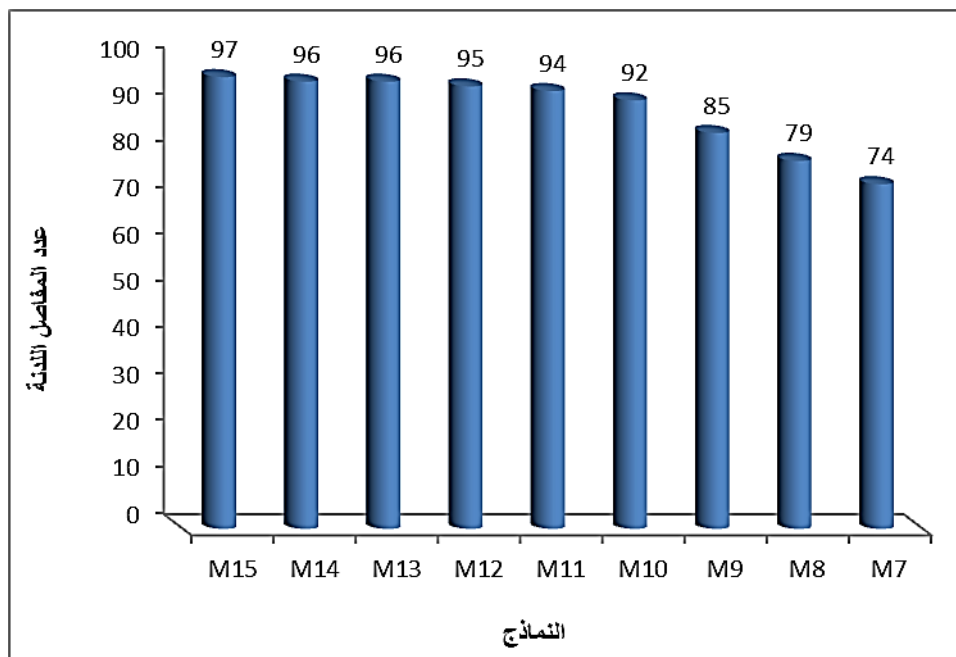
الجدول (4-36) قيم قوى القص في أسفل أعمدة الطابق 8 للنموذج M15 على المحاور 1,4,7

النموذج M15

المحور 7			أسفل الطابق 8			المحور 1		
C7D	الجدار	C7A	C4D	الجدار	C4A	C1D	الجدار	C1A
277.7	1189.4707	236.3	293.9	1507.7777	228.77	214.3	914.9035	177.9

نلاحظ أن مجموع قوى القص في الأعمدة الطرفية في النموذج M7 تزيد بمقدار 14% عن مجموع قوى القص في الأعمدة الطرفية في النموذج M15 وذلك على المحور 7.

4-13-10 عدد المفاصل اللدنة: يبين الشكل (4-13) عدد المفاصل اللدنة المتشكلة عند آخر خطوة من خطوات الدفع لجميع النماذج المدروسة.



الشكل (4-13) عدد المفاصل اللدنة المتشكلة للنماذج من M7 إلى M15

ونلاحظ أن عدد المفاصل اللدنة يتناقص تدريجياً في النماذج المدروسة.

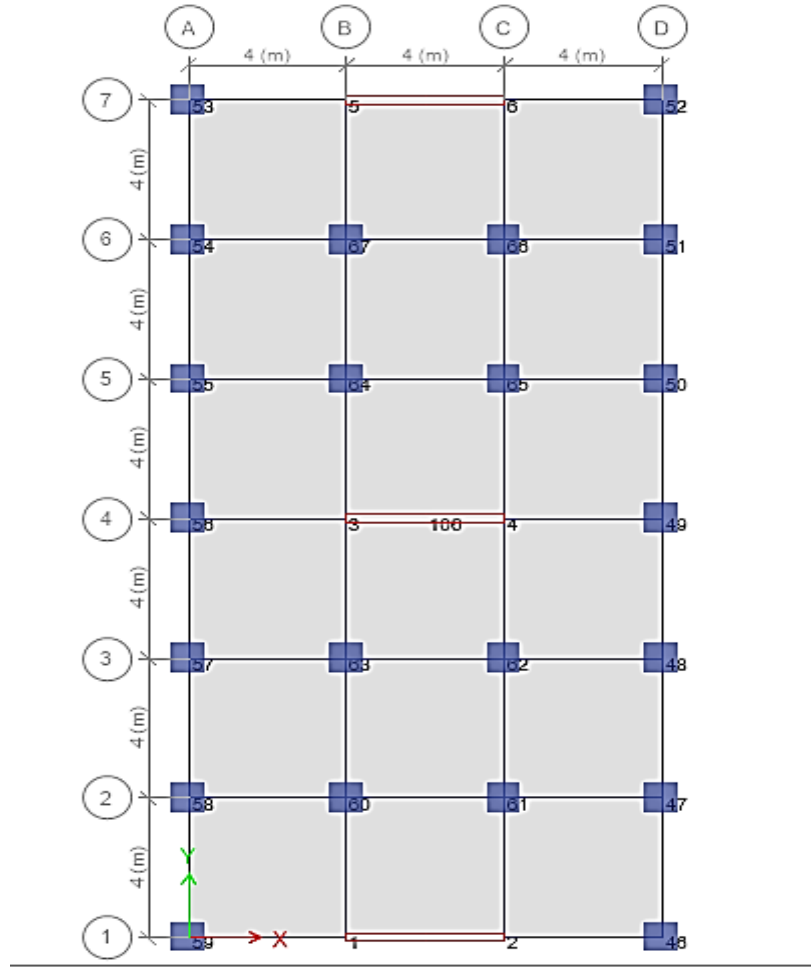
الفصل الخامس

دراسة نماذج المجموعة الثالثة

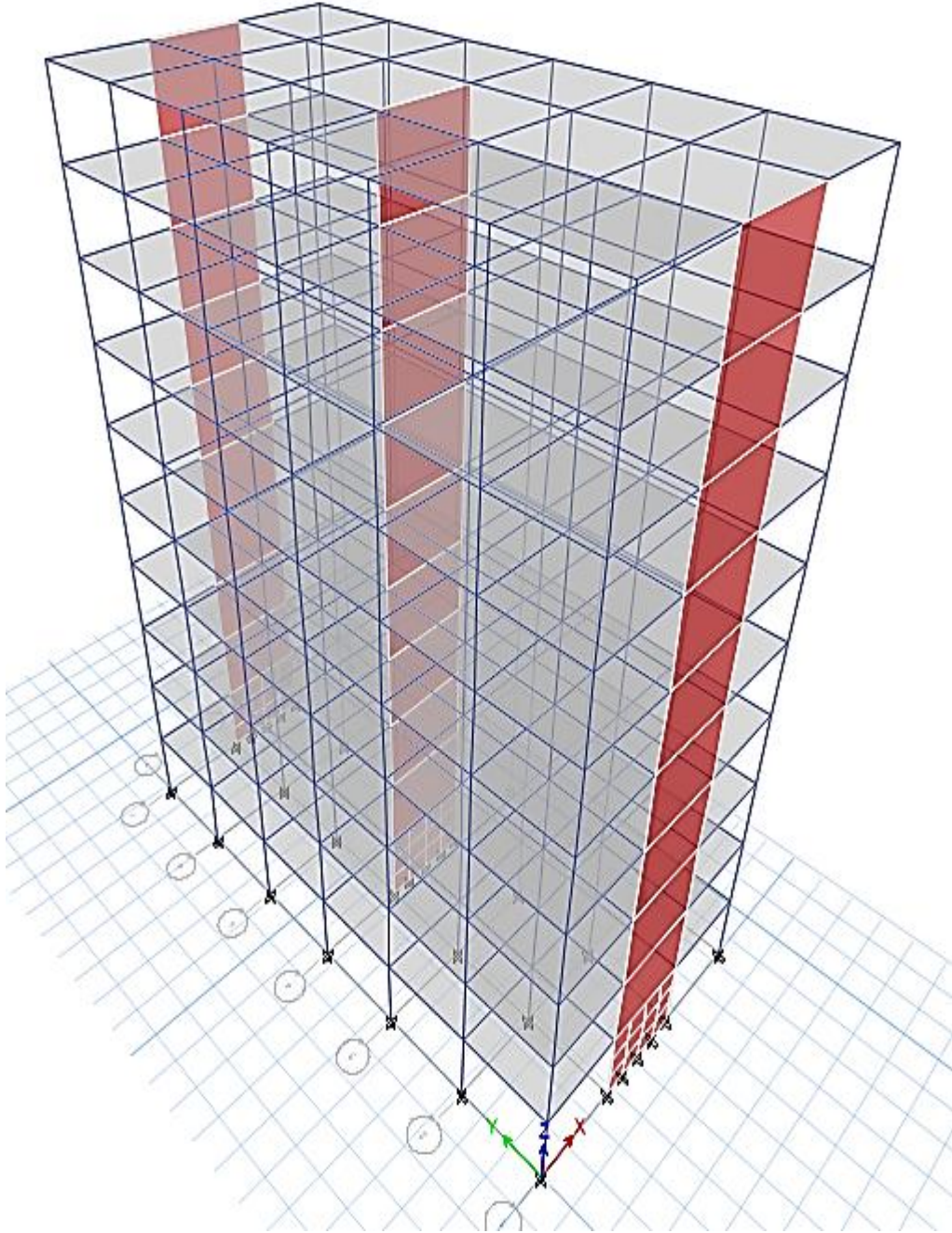
عدد الطوابق في هذا النموذج 10 طوابق والارتفاع الطائقي لجميع الطوابق 3 m ونسبة مساهمة الجدران (79.85%). في هذه المجموعة تمت دراسة عددٍ من الجمل الإنشائية المختلطة بارتفاع 10 طوابق، والنماذج المدروسة هي : M10 – M9 – M8 – M7 – M6 – M5.

1-5 شكل المسقط وأبعاده:

إنّ نموذج المبنى المُختار للدراسة لكافة الجمل الإنشائية المدروسة على شكل مستطيل منتظم يتألف من ثلاث فتحات بالاتجاه X وست فتحات بالاتجاه Y أبعاده في المسقط الأفقي (12*24) m طول الفتحة الواحدة 4 m كما في الشكلين (1-5) و (2-5) ؛ حيث يظهر النموذج الذي سندرسه بشكلٍ تفصيلي.



الشكل (1-5) شكل المسقط المدروس مع الأبعاد.



الشكل (2-5) تمثيل ثلاثي الأبعاد للنموذج باستخدام برنامج ETABS 2016

يوضح الجدول (1-5) أبعاد العناصر الإنشائية للنموذج المدروس.

الجدول (5-1) أبعاد العناصر الإنشائية للنموذج المدروس

سماعة البلاطة المصمتة Cm	أبعاد الجدران cm		أبعاد الأعمدة cm		أبعاد الجوائز cm	
	سماعة	طول	عرض	طول	عرض	ارتفاع
20	25	400	60	60	30	60

علماً أن هذه الأبعاد المستخدمة للعناصر الإنشائية لأغراض بحثية فقط.

التحليل الزلزالي باستخدام الطريقة الستاتيكية المكافئة والنمذجة اللاحقة للعناصر كما هي موضحة في الفقرتين (3-2 و 3-3) في الفصل الثالث.

2-5 التحليل الستاتيكي اللاحق:

قبل البدء بتحليل الدفع المتتالي يجب تعريف الحمولات اللازمة لهذا التحليل وهي:

أولاً: حمولات تؤثر على الجملة قبل تطبيق القوى الجانبية الزلزالية. نعرف قوى الثقالة Gravity Loads وهي الحمولة الميتة. تُحل هذه الحمولات بطريقة ستاتيكية لاحقة يكون التحكم فيها بالقوة؛ لأن القوة معلومة وتحفظ النتيجة النهائية، يوضح الشكل (5-3) كيفية تعريف هذه الحمولات التي أسميناها Gravity.

الشكل (5-3) كيفية تعريف حمولات Gravity

ثانياً: حمولات جانبية أفقية متزايدة تستعمل في دفع الجملة ورسم منحنى السعة. نستخدم نموذج حمولات EX وهذه الحمولات هي نفسها المستخدمة في التحليل الستاتيكي حسب الكود الموحد للبناء [11] UBC 97 ، وتطبق هذه الحمولات بالاتجاه X انطلاقاً من نتائج التحليل اللاخطي الخاصة بحمولات الثقالة Gravity كما هو موضح بالشكل (4-5)، ويكون التحكم بالانتقال؛ لأن الحمولات غير معروفة، ويتم دفع الجملة في هذه المجموعة من النماذج (10 طوابق) حتى يصل الانتقال في نقطة المراقبة إلى قيمة $\delta_t=80\text{mm}$ ؛ حيث δ_t هو قيمة الانتقال الهدف المحسوب لاحقاً في العلاقة (1-5) حسب [9] FEMA 356 حيث يقوم البرنامج بزيادة قوة القص وتوزيعها كما عرفناها، أما نقطة المراقبة فهي النقطة رقم 52 الموضحة على المسقط بالشكل (1-5)، وقد تم اختيارها؛ لأنها تعطي أكبر انتقال مقارنةً بباقي العقد.

نستخدم خيار Conjugate Displacement؛ لأنه يساعدنا في الحصول على نتائج عندما يعاني التحليل من مشاكل في التقريب، ويعتمد هذا الخيار على قياس عمل القوة المطبقة. يظهر الشكل (5-5) كيفية تحديد هذه الخصائص.

Load Case Data

General

Load Case Name: Pushover X [Design...]

Load Case Type: Nonlinear Static [Notes...]

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous

Initial Conditions

☐ Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

☒ Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: Gravity

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	EX1	1

[Add] [Delete]

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Geometric Nonlinearity Option: None

Load Application: Displacement Control [Modify/Show...]

Results Saved: Multiple States [Modify/Show...]

Nonlinear Parameters: User Defined [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

الشكل (4-5) تطبيق الحمولة الأفقية

يلخص الشكل (4-5) خيارات التحليل الستاتيكيّ اللاخطيّ كلّها فمن هذه النافذة يمكن اختيار كيفية بدء التحليل انطلاقاً من نتائج تحليل لاخطي سابق وهو في حالتنا Gravity، أو يبدأ من شروط صفرية (حالة غير مجهدة)، ويُمكننا أيضاً تحديد نموذج الحمولة المستخدمة في الدفع في Load Type. البارامترات الأخرى مثل حالة التحليل النمطي وتأثير اللاخطية الهندسية ك P-Delta وعدد النتائج المحفوظة والبارامترات اللاخطية التي سيتم شرحها لاحقاً.

Load Application Control for Nonlinear Static Analysis

Load Application Control

☐ Full Load

☒ Displacement Control

☐ Quasi-Static (run as time history)

Control Displacement

☒ Use Conjugate Displacement

☐ Use Monitored Displacement

Load to a Monitored Displacement Magnitude of mm

Monitored Displacement

☒ DOF/Joint

☐ Generalized Displacement

Quasi-static Parameters

Time History Type

Output Time Step Size sec

Mass Proportional Damping 1/sec

Hilber-Hughes-Taylor Time Integration Parameter, Alpha

الشكل (5-5) تحديد نقطة المراقبة ومقدار الانتقال الذي يتم دفع الجملة للوصول له

أما بارامترات التحليل اللاخطي فقيمها كما هي موضحة بالشكل (8-3) في الفصل الثالث.

3-5 حساب الانتقال الهدف:

حساب الانتقال الهدف δ_t حسب [9] FEM 356 من العلاقة:

$$\delta_t = C_0 \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot Sa \cdot \frac{T_e^2}{4\pi^2} g \quad (1-5)$$

المعاملات كما هي موجودة في الفقرة (5-3) في الفصل الثالث.

$$g=10 \text{ m/sec}^2 \quad T_e=T=0.626 \text{ sec}$$

$$S_{XS}=F_a.S_s, \quad S_{X1}=F_v.S_1, \quad Sa=S_{XS}/(B_1.T)$$

$$S_{XS}=1.2*0.37=0.444 \text{ sec} \quad S_{X1}=1.65*0.179=0.30 \text{ sec}$$

حساب قيمة T_s (الزمن الذي يتقاطع عنده التسارع و السرعة في طيف الاستجابة)

$$B_1=B_s=1 : 5\% \text{ حالة التخامد} \quad T_s=(S_{X1}*B_s)/(S_{XS}*B_1)$$

$$T_s=0.30/0.444=0.676 \text{ sec}$$

$$C_1=1 \text{ و } Sa=0.5 \text{ و } C_0=1.5 \text{ (حسب عدد الطوابق الجدول (2-4))}$$

$$C_2=1.1 \text{ (المحافظة على الحياة LS الجدول (3-4)) و } C_3=1$$

وبالتالي قيمة الانتقال الهدف δ_t :

$$\delta_t = C_0 \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot Sa \cdot \frac{T_e^2}{4\pi^2} g = 80 \text{ mm}$$

4-5 النموذج الأول جدران القص تصل لكامل ارتفاع المبنى (النموذج M10):

تم تصميم مقاطع الأعمدة والجوائز والجدران بالطريقة الستاتيكية المكافئة وإسنادها للعناصر بأبعادها وتسليحها باستخدام مصمم المقاطع **Section Designer** المرفق بالبرنامج.

- نتائج التحليل الستاتيكي اللاخطي:

• منحنى السعة:

يظهر الجدول (2-5) قوى القص القاعدي والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (2-5) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة

Total	>CP	LS-CP	IO-LS	A-IO	>E	D-E	C-D	B-C	A-B	Base Force	Monitor Disp	Step
										kN	mm	
1343	0	0	0	1343	0	0	0	0	1343	0	0	0
1343	0	0	0	1343	0	0	0	0	1343	1335.7	8	1
1343	0	0	0	1343	0	0	0	0	1343	2647.5	16	2
1343	0	0	0	1343	0	0	0	0	1343	3876.3	24	3
1343	0	0	0	1343	0	0	0	0	1343	4991.7	32	4
1343	0	0	0	1343	0	0	0	1	1342	6065.9	39.9	5
1343	0	0	0	1343	0	0	0	2	1341	6363.9	42.1	6
1343	0	0	0	1343	0	0	0	15	1328	7442.4	51.1	7
1343	0	0	0	1343	0	0	0	31	1312	8372.4	59.6	8
1343	0	0	0	1343	0	0	0	48	1295	9213.4	68.2	9
1343	0	0	0	1343	0	0	0	65	1278	9932.3	76.3	10
1343	0	0	0	1343	0	0	0	75	1268	10236.3	79.9	11

أما الجدول (3-5) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية لكل الطوابق، والجدول (4-5) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (3-5) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية والإزاحة الطابقية النسبية

الإزاحة الطابقية النسبية	الإزاحة الطابقية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm	mm			
0.001677	4.3	66.1	Pushover X Max	D10	Story10
0.001941	5	61.6	Pushover X Max	D9	Story9
0.002271	5.8	56.6	Pushover X Max	D8	Story8
0.002619	6.6	50.8	Pushover X Max	D7	Story7
0.002931	7.3	44.2	Pushover X Max	D6	Story6
0.003172	7.8	36.9	Pushover X Max	D5	Story5
0.003312	8.2	29.1	Pushover X Max	D4	Story4
0.003314	8.1	20.9	Pushover X Max	D3	Story3
0.003116	7.4	12.8	Pushover X Max	D2	Story2
0.002291	5.4	5.4	Pushover X Max	D1	Story1

الجدول (4-5) قوى القص في الطوابق

X-Dir	Location	Elevation	Story
kN		m	
-1708.84	Top	30	Story10
-1708.84	Bottom		
-3414.34	Top	27	Story9
-3414.34	Bottom		
-4930.34	Top	24	Story8
-4930.34	Bottom		
-6256.84	Top	21	Story7
-6256.84	Bottom		
-7393.84	Top	18	Story6
-7393.84	Bottom		
-8341.34	Top	15	Story5
-8341.34	Bottom		
-9099.34	Top	12	Story4
-9099.34	Bottom		
-9667.84	Top	9	Story3
-9667.84	Bottom		
-10046.8	Top	6	Story2
-10046.8	Bottom		
-10236.3	Top	3	Story1
-10236.3	Bottom		

5-5 النموذج الثاني جدران القص تصل لـ 90% من ارتفاع المبنى (النموذج M9):

- نتائج التحليل الستاتيكيّ اللاخطي:

• منحنى السعة:

يظهر الجدول (5-5) قوى القص القاعديّ والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (5-5) قيم الانتقالات وقوى القص القاعديّ وحالة المفاصل اللدنة

Total	>CP	LS-CP	IO-LS	A-IO	>E	D-E	C-D	B-C	A-B	Base Force	Monitor Displ	Step
										kN	mm	
1358	0	0	0	1358	0	0	0	0	1358	0	0	0
1358	0	0	0	1358	0	0	0	0	1358	1343.8	8	1
1358	0	0	0	1358	0	0	0	0	1358	2663.7	16	2
1358	0	0	0	1358	0	0	0	0	1358	3900.4	24	3
1358	0	0	0	1358	0	0	0	0	1358	5022.5	32	4
1358	0	0	0	1358	0	0	0	1	1357	6103.3	39.9	5
1358	0	0	0	1358	0	0	0	2	1356	6345.4	41.7	6
1358	0	0	0	1358	0	0	0	13	1345	7321.8	49.8	7
1358	0	0	0	1358	0	0	0	28	1330	8208.6	57.8	8
1358	0	0	0	1358	0	0	0	44	1314	9089.8	66.8	9
1358	0	0	0	1358	0	0	0	62	1296	9825.7	75	10
1358	0	0	0	1358	0	0	0	73	1285	10233.4	79.9	11

أما الجدول (6-5) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية لكل الطوابق، والجدول (7-5) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (6-5) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية والإزاحة الطابقية النسبية

الإزاحة الطابقية النسبية	الإزاحة الطابقية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm	mm			
0.001435	3.8	66	Pushover X	D10	Story10
0.002013	5.2	62.2	Pushover X	D9	Story9
0.002317	5.8	57	Pushover X	D8	Story8
0.002648	6.7	51.2	Pushover X	D7	Story7
0.002954	7.4	44.5	Pushover X	D6	Story6
0.003193	7.9	37.1	Pushover X	D5	Story5
0.003331	8.2	29.2	Pushover X	D4	Story4
0.003331	8.1	21	Pushover X	D3	Story3
0.003127	7.5	12.9	Pushover X	D2	Story2
0.002293	5.4	5.4	Pushover X	D1	Story1

الجدول (7-5) قوى القص في الطوابق

X-Dir	Location	Elevation	Story
kN		m	
-1726.96	Top	30	Story10
-1726.96	Bottom		
-3417.95	Top	27	Story9
-3417.95	Bottom		
-4932.49	Top	24	Story8
-4932.49	Bottom		
-6257.72	Top	21	Story7
-6257.72	Bottom		
-7393.63	Top	18	Story6
-7393.63	Bottom		
-8340.22	Top	15	Story5
-8340.22	Bottom		
-9097.49	Top	12	Story4
-9097.49	Bottom		
-9665.45	Top	9	Story3
-9665.45	Bottom		
-10044.1	Top	6	Story2
-10044.1	Bottom		
-10233.4	Top	3	Story1
-10233.4	Bottom		

5-6 النموذج الثالث جدران القص تصل لـ 80% من ارتفاع المبنى (النموذج M8):

- نتائج التحليل الستاتيكيّ اللاخطي:

• منحنى السعة:

يظهر الجدول (5-8) قوى القص القاعديّ والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (5-8) قيم الانتقالات وقوى القص القاعديّ وحالة المفاصل اللدنة

Total	>CP	LS-CP	IO-LS	A-IO	>E	D-E	C-D	B-C	A-B	Base Force	Monitor Dis	Step
										kN	mm	
1373	0	0	0	1373	0	0	0	0	1373	0	0	0
1373	0	0	0	1373	0	0	0	0	1373	1344.8	8	1
1373	0	0	0	1373	0	0	0	0	1373	2665.9	16	2
1373	0	0	0	1373	0	0	0	0	1373	3904.3	24	3
1373	0	0	0	1373	0	0	0	0	1373	5028.5	32	4
1373	0	0	0	1373	0	0	0	1	1372	6111.5	39.9	5
1373	0	0	0	1373	0	0	0	2	1371	6348.1	41.7	6
1373	0	0	0	1373	0	0	0	15	1358	7434.5	50.7	7
1373	0	0	0	1373	0	0	0	33	1340	8507.5	60.6	8
1373	0	0	0	1373	0	0	0	49	1324	9302.7	68.9	9
1373	0	0	0	1373	0	0	0	66	1307	10005.5	77	10
1373	0	0	0	1373	0	0	0	73	1300	10230.6	79.9	11

أما الجدول (5-9) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية لكل الطوابق، والجدول (5-10) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (9-5) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية والإزاحة الطابقية النسبية

الإزاحة الطابقية النسبية	الإزاحة الطابقية	الانتقال mm	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm				
0.001408	3.8	66.1	Pushover X	D10	Story10
0.002049	5.3	62.3	Pushover X	D9	Story9
0.002292	5.9	57	Pushover X	D8	Story8
0.002638	6.6	51.1	Pushover X	D7	Story7
0.002953	7.4	44.5	Pushover X	D6	Story6
0.003196	7.9	37.1	Pushover X	D5	Story5
0.003336	8.2	29.2	Pushover X	D4	Story4
0.003337	8.1	21	Pushover X	D3	Story3
0.003133	7.5	12.9	Pushover X	D2	Story2
0.002297	5.4	5.4	Pushover X	D1	Story1

الجدول (10-5) قوى القص في الطوابق

X-Dir kN	Location	Elevation m	Story
-1728.53	Top	30	Story10
-1728.53	Bottom		
-3438.85	Top	27	Story9
-3438.85	Bottom		
-4943.31	Top	24	Story8
-4943.31	Bottom		
-6269.74	Top	21	Story7
-6269.74	Bottom		
-7406.68	Top	18	Story6
-7406.68	Bottom		
-8354.13	Top	15	Story5
-8354.13	Bottom		
-9112.09	Top	12	Story4
-9112.09	Bottom		
-9680.56	Top	9	Story3
-9680.56	Bottom		
-10059.5	Top	6	Story2
-10059.5	Bottom		
-10230.6	Top	3	Story1
-10230.6	Bottom		

7-5 النموذج الرابع جدران القص تصل لـ 70% من ارتفاع المبنى (النموذج M7):

- نتائج التحليل الستاتيكيّ اللاخطي:

• منحنى السعة:

يظهر الجدول (11-5) قوى القصّ القاعديّ والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (11-5) قيم الانتقالات وقوى القصّ القاعديّ وحالة المفاصل اللدنة

Total	>CP	LS-CP	IO-LS	A-IO	>E	D-E	C-D	B-C	A-B	Base Force	Monitor Displ	Step
										kN	mm	
1388	0	0	0	1388	0	0	0	0	1388	0	0	0
1388	0	0	0	1388	0	0	0	0	1388	1329.5	8	1
1388	0	0	0	1388	0	0	0	0	1388	2637.1	16	2
1388	0	0	0	1388	0	0	0	0	1388	3867.1	24	3
1388	0	0	0	1388	0	0	0	0	1388	4992.4	32	4
1388	0	0	0	1388	0	0	0	1	1387	6063.9	39.9	5
1388	0	0	0	1388	0	0	0	1	1387	6227.8	41.1	6
1388	0	0	0	1388	0	0	0	11	1377	7218.1	49.2	7
1388	0	0	0	1388	0	0	0	25	1363	8195.8	58	8
1388	0	0	0	1388	0	0	0	43	1345	9114.1	67.3	9
1388	0	0	0	1388	0	0	0	58	1330	9865.7	75.8	10
1388	0	0	0	1388	0	0	0	71	1317	10205.2	79.9	11

أما الجدول (12-5) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية لكل الطوابق، والجدول (13-5) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (12-5) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية والإزاحة الطابقية النسبية

الإزاحة الطابقية النسبية	الإزاحة الطابقية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm	mm			
0.001416	3.7	66.1	Pushover X Max	D10	Story10
0.002117	5.5	62.4	Pushover X Max	D9	Story9
0.002696	6.9	56.9	Pushover X Max	D8	Story8
0.002476	6.3	50	Pushover X Max	D7	Story7
0.002859	7.1	43.7	Pushover X Max	D6	Story6
0.00313	7.8	36.6	Pushover X Max	D5	Story5
0.003286	8	28.8	Pushover X Max	D4	Story4
0.003294	8.1	20.8	Pushover X Max	D3	Story3
0.003095	7.4	12.7	Pushover X Max	D2	Story2
0.002268	5.3	5.3	Pushover X Max	D1	Story1

الجدول (13-5) قوى القص في الطوابق

X-Dir	Location	Elevation	Story
kN		m	
-1720.16	Top	30	Story10
-1720.16	Bottom		
-3422.2	Top	27	Story9
-3422.2	Bottom		
-4935.12	Top	24	Story8
-4935.12	Bottom		
-6245.16	Top	21	Story7
-6245.16	Bottom		
-7376.6	Top	18	Story6
-7376.6	Bottom		
-8319.46	Top	15	Story5
-8319.46	Bottom		
-9073.75	Top	12	Story4
-9073.75	Bottom		
-9639.47	Top	9	Story3
-9639.47	Bottom		
-10016.6	Top	6	Story2
-10016.6	Bottom		
-10205.2	Top	3	Story1
-10205.2	Bottom		

5-8 النموذج الخامس جدران القص تصل لـ 60% من ارتفاع المبنى (النموذج M6):

- نتائج التحليل الستاتيكيّ اللاخطي:

• منحنى السعة:

يظهر الجدول (5-14) قوى القصّ القاعديّ والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (5-14) قيم الانتقالات وقوى القصّ القاعديّ وحالة المفاصل اللدنة

Total	>CP	LS-CP	IO-LS	A-IO	>E	D-E	C-D	B-C	A-B	Base Force	Monitor Dis	Step
										kN	mm	
1403	0	0	0	1403	0	0	0	0	1403	0	0	0
1403	0	0	0	1403	0	0	0	0	1403	1295.8	8	1
1403	0	0	0	1403	0	0	0	0	1403	2572.4	16	2
1403	0	0	0	1403	0	0	0	0	1403	3784.5	24	3
1403	0	0	0	1403	0	0	0	0	1403	4893.9	32.1	4
1403	0	0	0	1403	0	0	0	1	1402	5948.7	39.9	5
1403	0	0	0	1403	0	0	0	1	1402	6241.7	42.2	6
1403	0	0	0	1403	0	0	0	10	1393	7258.9	50.7	7
1403	0	0	0	1403	0	0	0	25	1378	8463.4	61.9	8
1403	0	0	0	1403	0	0	0	43	1360	9261.6	70.4	9
1403	0	0	0	1403	0	0	0	59	1344	10017.3	79.2	10
1403	0	0	0	1403	0	0	0	60	1343	10078.5	80	11

أما الجدول (5-15) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية لكل الطوابق، والجدول (5-16) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (15-5) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية والإزاحة الطابقية النسبية

الازاحة الطابقية النسبية	الازاحة الطابقية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm	mm			
0.001411	3.7	66.4	Pushover X Max	D10	Story10
0.002114	5.6	62.7	Pushover X Max	D9	Story9
0.002831	7.2	57.1	Pushover X Max	D8	Story8
0.003296	8.4	49.9	Pushover X Max	D7	Story7
0.002569	6.4	41.5	Pushover X Max	D6	Story6
0.002944	7.3	35.1	Pushover X Max	D5	Story5
0.003143	7.7	27.8	Pushover X Max	D4	Story4
0.003173	7.8	20.1	Pushover X Max	D3	Story3
0.002989	7.2	12.3	Pushover X Max	D2	Story2
0.002188	5.1	5.1	Pushover X Max	D1	Story1

الجدول (16-5) قوى القص في الطوابق

X-Dir	Location	Elevation	Story
kN		m	
-1697.94	Top	30	Story10
-1697.94	Bottom		
-3378	Top	27	Story9
-3378	Bottom		
-4871.39	Top	24	Story8
-4871.39	Bottom		
-6178.1	Top	21	Story7
-6178.1	Bottom		
-7286.49	Top	18	Story6
-7286.49	Bottom		
-8217.18	Top	15	Story5
-8217.18	Bottom		
-8961.73	Top	12	Story4
-8961.73	Bottom		
-9520.14	Top	9	Story3
-9520.14	Bottom		
-9892.42	Top	6	Story2
-9892.42	Bottom		
-10078.6	Top	3	Story1
-10078.6	Bottom		

5-9 النموذج السادس جدران القص تصل لـ 50% من ارتفاع المبنى (النموذج M5):

قبل التحليل تم التأكد من أن قيم الانتقالات والإنزياحات بقيت ضمن الحدود المسموحة في الكود العربي

السوري كما يلي: 1- تحقيق السهم الإنشائي: الإنزياح اللامرن $\Delta m = 0.7 \cdot R \cdot \Delta s \leq 0.02 \cdot h$

2- تحقيق السهم المعماري: إكساءات عادية $0.7 \cdot \Delta s \leq h/240$ (وذلك لضمان سلامة الواجهة المعمارية)، وكانت النتائج كما هي موضحة في الجدول (17-5) .

الجدول (17-5) قيم الانتقالات والإنزياحات

الطابق	الديافرام	الارتفاع الطابق (h)	الحمولة الزلزالية	الانتقال (مم)	الانزياح الطابق (Δs)	الانزياح اللامرن (Δm)	$0.02 \cdot h$	$0.7 \cdot \Delta s$	$h/240$	تحقيق السهم الإنشائي	تحقيق السهم المعماري
Story10	D10	3000	EXd1	40.1	2.8	8.82	60	1.96	12.5	ok	ok
Story9	D9	3000	EXd1	37.3	4	12.6	60	2.8	12.5	ok	ok
Story8	D8	3000	EXd1	33.3	5.2	16.38	60	3.64	12.5	ok	ok
Story7	D7	3000	EXd1	28.1	6.1	19.215	60	4.27	12.5	ok	ok
Story6	D6	3000	EXd1	22	6.1	19.215	60	4.27	12.5	ok	ok
Story5	D5	3000	EXd1	15.9	3.9	12.285	60	2.73	12.5	ok	ok
Story4	D4	3000	EXd1	12	4	12.6	60	2.8	12.5	ok	ok
Story3	D3	3000	EXd1	8	3.7	11.655	60	2.59	12.5	ok	ok
Story2	D2	3000	EXd1	4.3	2.9	9.135	60	2.03	12.5	ok	ok
Story1	D1	3000	EXd1	1.4	1.5	4.725	60	1.05	12.5	ok	ok
Story10	D10	3000	EXd2	40.1	2.8	8.82	60	1.96	12.5	ok	ok
Story9	D9	3000	EXd2	37.3	4	12.6	60	2.8	12.5	ok	ok
Story8	D8	3000	EXd2	33.3	5.2	16.38	60	3.64	12.5	ok	ok
Story7	D7	3000	EXd2	28.1	6.1	19.215	60	4.27	12.5	ok	ok
Story6	D6	3000	EXd2	22	6.1	19.215	60	4.27	12.5	ok	ok
Story5	D5	3000	EXd2	15.9	3.9	12.285	60	2.73	12.5	ok	ok
Story4	D4	3000	EXd2	12	4	12.6	60	2.8	12.5	ok	ok
Story3	D3	3000	EXd2	8	3.7	11.655	60	2.59	12.5	ok	ok
Story2	D2	3000	EXd2	4.3	2.9	9.135	60	2.03	12.5	ok	ok
Story1	D1	3000	EXd2	1.4	1.4	4.41	60	0.98	12.5	ok	ok

- نتائج التحليل الستاتيكي اللاحظي:

• منحني السعة:

يظهر الجدول (5-18) قوى القص القاعدي والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (5-18) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة

Total	>CP	LS-CP	IO-LS	A-IO	>E	D-E	C-D	B-C	A-B	Base Force	Monitor Dis	Step
										kN	mm	
1418	0	0	0	1418	0	0	0	0	1418	0	0	0
1418	0	0	0	1418	0	0	0	0	1418	1204.7	8	1
1418	0	0	0	1418	0	0	0	0	1418	2394.2	16	2
1418	0	0	0	1418	0	0	0	0	1418	3541.8	24	3
1418	0	0	0	1418	0	0	0	0	1418	4606.8	32.1	4
1418	0	0	0	1418	0	0	0	1	1417	5603.6	40	5
1418	0	0	0	1418	0	0	0	1	1417	6554.7	47.9	6
1418	0	0	0	1418	0	0	0	2	1416	6656.4	48.8	7
1418	0	0	0	1418	0	0	0	13	1405	7671.2	58.2	8
1418	0	0	0	1418	0	0	0	25	1393	8486.6	66.6	9
1418	0	0	0	1418	0	0	0	43	1375	9280.4	75.8	10
1418	0	0	0	1418	0	0	0	52	1366	9616.3	80	11

أما الجدول (5-19) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية لكل الطوابق، والجدول (5-20) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (19-5) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية والإزاحة الطابقية النسبية

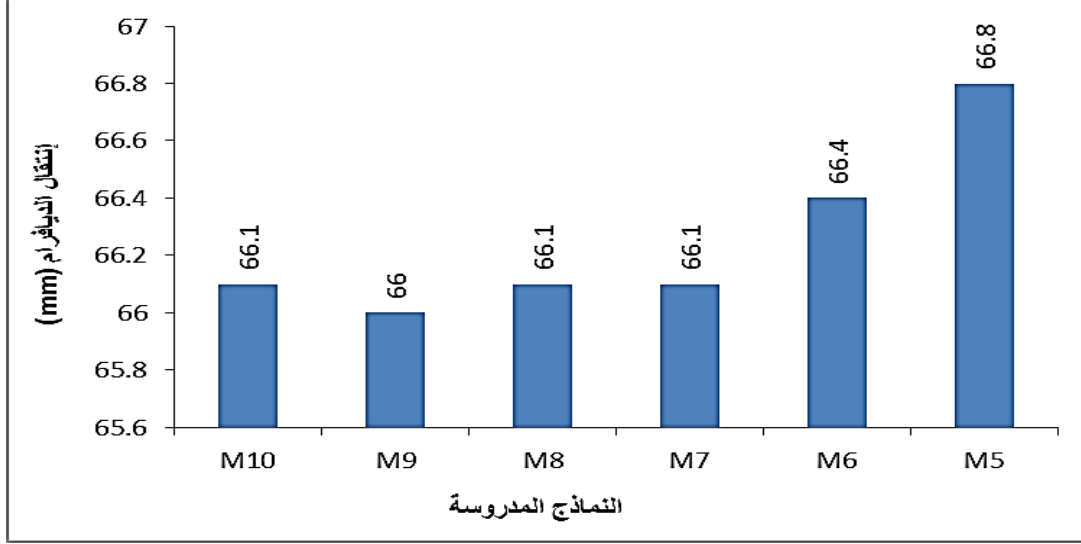
الإزاحة الطابقية النسبية	الإزاحة الطابقية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm	mm			
0.001523	4	66.8	Pushover X Max	D10	Story10
0.002195	5.8	62.8	Pushover X Max	D9	Story9
0.002856	7.3	57	Pushover X Max	D8	Story8
0.003485	8.9	49.7	Pushover X Max	D7	Story7
0.003757	9.4	40.8	Pushover X Max	D6	Story6
0.002499	6.3	31.4	Pushover X Max	D5	Story5
0.002786	6.9	25.1	Pushover X Max	D4	Story4
0.002867	7	18.2	Pushover X Max	D3	Story3
0.002712	6.5	11.2	Pushover X Max	D2	Story2
0.001978	4.7	4.7	Pushover X Max	D1	Story1

الجدول (20-5) قوى القص في الطوابق

X-Dir	Location	Elevation	Story
kN		m	
-2017.06	Top	30	Story10
-2017.06	Bottom		
-3539.64	Top	27	Story9
-3539.64	Bottom		
-4893.04	Top	24	Story8
-4893.04	Bottom		
-6077.26	Top	21	Story7
-6077.26	Bottom		
-7092.31	Top	18	Story6
-7092.31	Bottom		
-7929.39	Top	15	Story5
-7929.39	Bottom		
-8604.14	Top	12	Story4
-8604.14	Bottom		
-9110.21	Top	9	Story3
-9110.21	Bottom		
-9447.59	Top	6	Story2
-9447.59	Bottom		
-9616.28	Top	3	Story1
-9616.28	Bottom		

10-5 مقارنة النتائج لجميع النماذج:

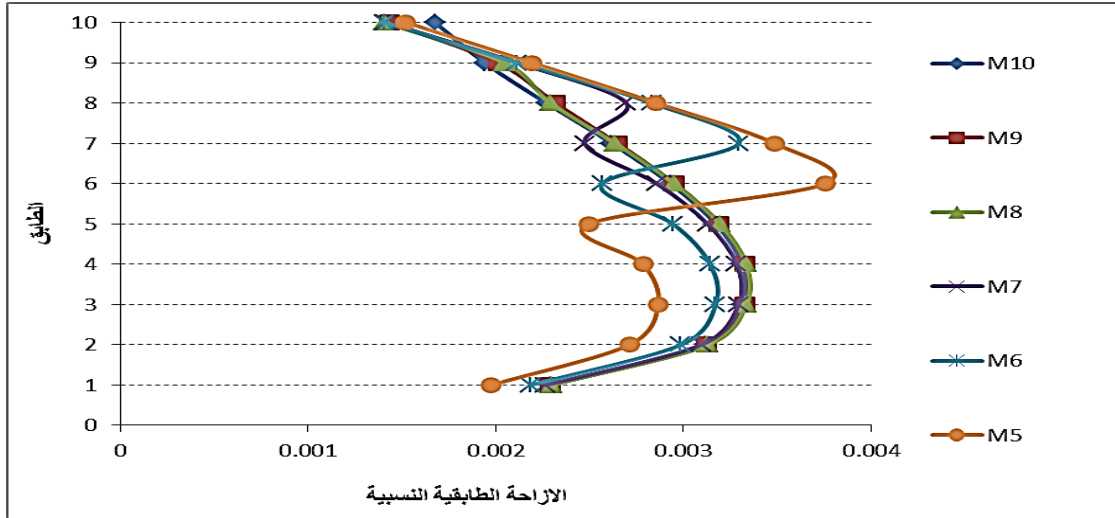
1-10-5 انتقال ديافرام الطابق العلوي: يبين الشكل (5-6) قيم انتقال الديافرام للطابق العلوي لكافة النماذج.



الشكل (5-6) قيم انتقال الديافرام للطابق العلوي للنماذج من M5 إلى M10

من الواضح أن قيمة الانتقال في الطابق الأخير تتناقص في النموذج M9 ثم تتزايد في بقية النماذج لكنها تكون ثابتة في النماذج M8 - M7 أي عندما تصل جدران القص من 70% إلى 80% من كامل ارتفاع المبنى، وهذا يدل على الفعل العكسي الذي تطبقه الجدران في الطوابق العليا من البناء.

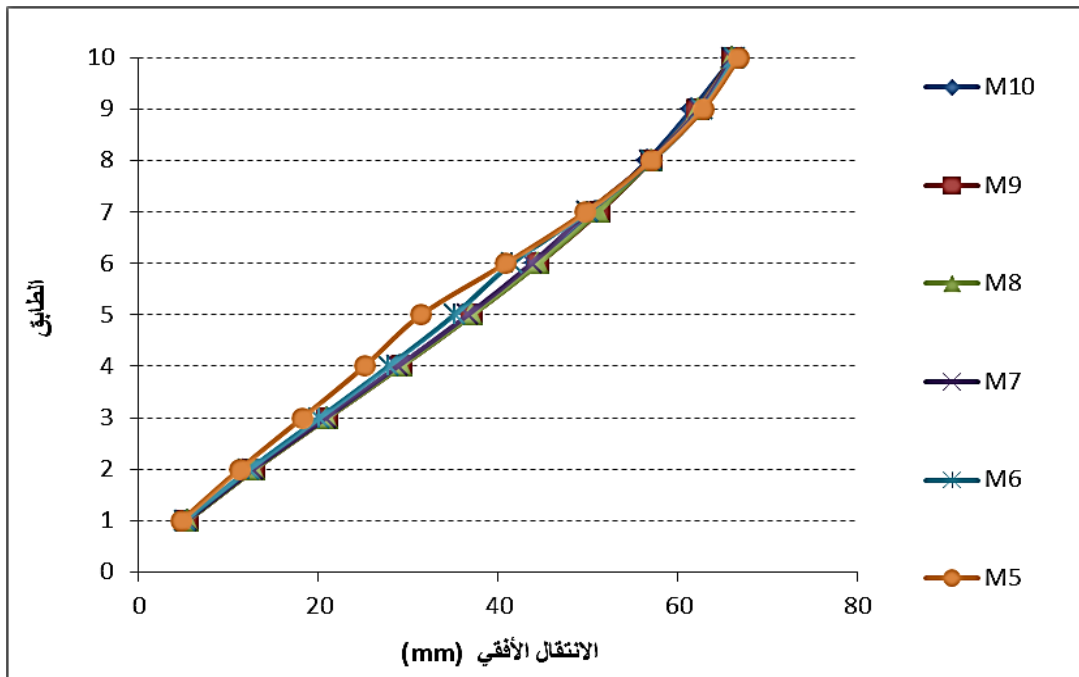
2-10-5 الإزاحة الطابقية النسبية: يبين الشكل (5-7) قيم الإزاحة الطابقية النسبية لكافة الطوابق عند الخطوة الأخيرة من خطوات الدفع لجميع النماذج.



الشكل (5-7) قيم الإزاحة الطابقية النسبية لكافة الطوابق للنماذج من M5 إلى M10

من الشكل يظهر لدينا وجود قفزة في المخطط عند مستوى الإيقاف لكل النماذج، علماً أنها تخف في النماذج الأولى، ويكن تفسير هذه القفزة بانخفاض الصلابة الجانبية للبناء عند مستوى الإيقاف، وقد أظهر النموذج M5 (من بين جميع النماذج المدروسة) أقصى إزاحة طابقية نسبية عند الطابق السادس، أما قيم الإزاحة الطابقية النسبية بعد هذه القفزة فإنها تميل إلى الانخفاض في الطوابق العليا. وقد تم التأكد أيضاً من أن قيم الإزاحة الطابقية النسبية لم تتجاوز الحدود المسموحة المحددة في الكود العربي السوري.

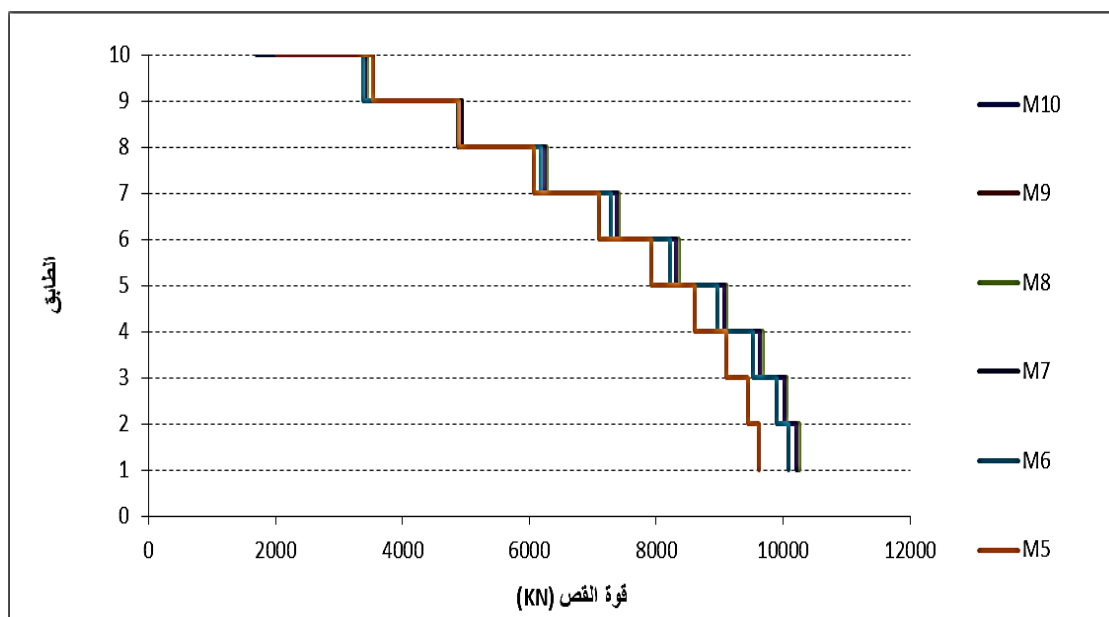
3-10-5 الانتقالات الأفقية: يبين الشكل (8-5) قيم الانتقالات الأفقية لكافة الطوابق عند الخطوة الأخيرة من خطوات الدفع لجميع النماذج.



الشكل (8-5) قيم الانتقالات الأفقية لكافة الطوابق للنماذج من M5 إلى M10

من الشكل يظهر أن قيم الانتقالات الأفقية لم تتأثر كثيراً ولا يوجد فرقاً كبيراً في القيم بين جميع النماذج فنلاحظ زيادة في قيمة الانتقال بمقدار 8% بين النموذج M5 والنموذج M10 عند الطابق السادس.

4-10-5 قوى القص في الطوابق: يبين الشكل (9-5) قيم قوى القص في كافة الطوابق عند الخطوة الأخيرة من خطوات الدفع لجميع النماذج.



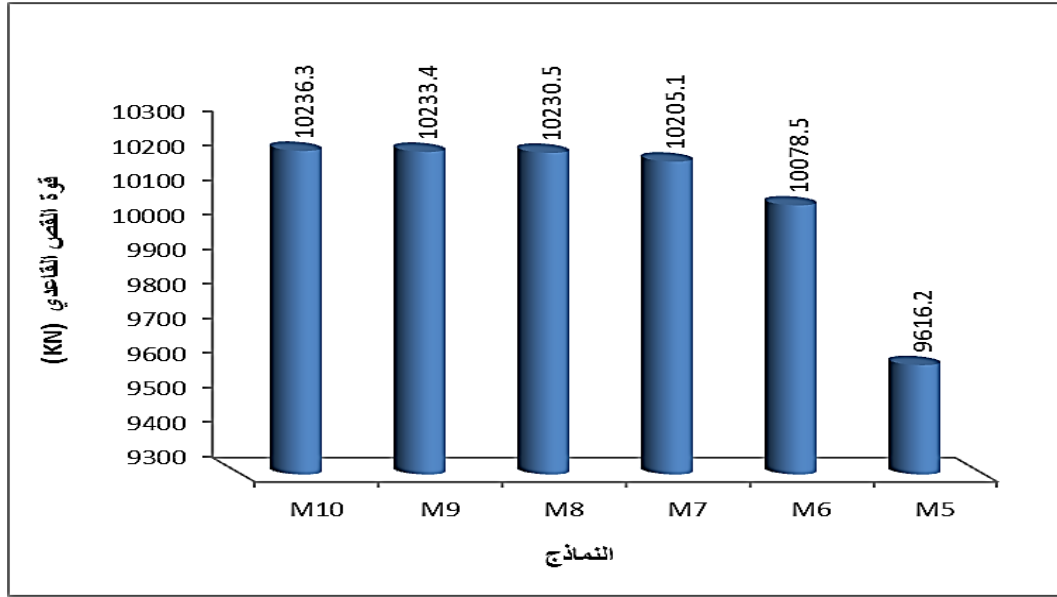
الشكل (5-9) قيم قوى القص في كافة الطوابق للنماذج من M5 إلى M10

من الشكل يظهر أن قيم قوى القص في الطوابق لم تتأثر كثيراً ولا يوجد فروقات كبيرة في القيم بين جميع النماذج فنلاحظ إنخفاضاً في قيمة قوى القص بمقدار 4% بين النموذج M5 والنموذج M10 عند الطابق السادس.

5-10-5 قوة القص القاعدية: يبين الشكل (5-10) قيم قوة القص القاعدي عند الخطوة الأخيرة من خطوات الدفع لجميع النماذج. حيث كانت النتائج كما في الجدول (5-21).

الجدول (5-21) قيم قوة القص القاعدي عند الخطوة الأخيرة للنماذج من M5 إلى M10

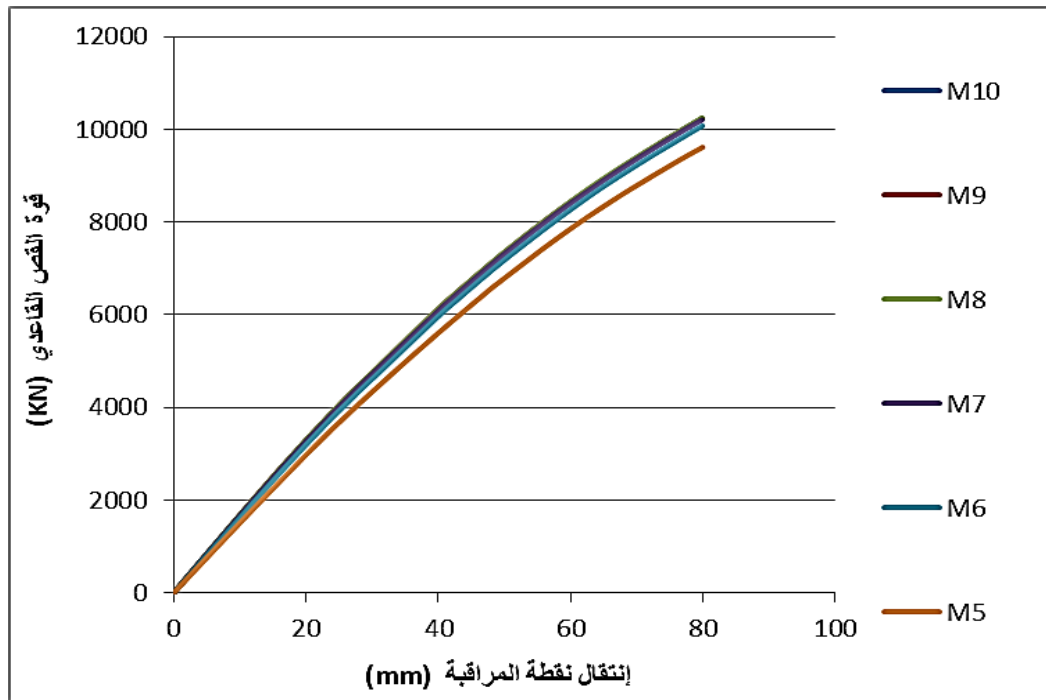
النماذج	نسبة إرتفاع الجدران	قوة القص القاعدي (KN)
M10	100%	10236.34
M9	90%	10233.4
M8	80%	10230.57
M7	70%	10205.19
M6	60%	10078.55
M5	50%	9616.281



الشكل (10-5) قيم قوة القص القاعدي للنماذج من M5 إلى M10

ونلاحظ أن قيم القص القاعدي عند آخر خطوة من خطوات الدفع متقاربة، ولا يوجد فروقات كبيرة في جميع النماذج ، وتتناقص تدريجياً ونلاحظ إنخفاضاً في قيمة قوة القص بمقدار 6% بين النموذج M5 والنموذج M10.

5-10-6 مخطط الدفع المتتالي: يبين الشكل (11-5) مخطط الدفع المتتالي لجميع النماذج.



الشكل (11-5) مخطط الدفع المتتالي للنماذج من M5 إلى M10

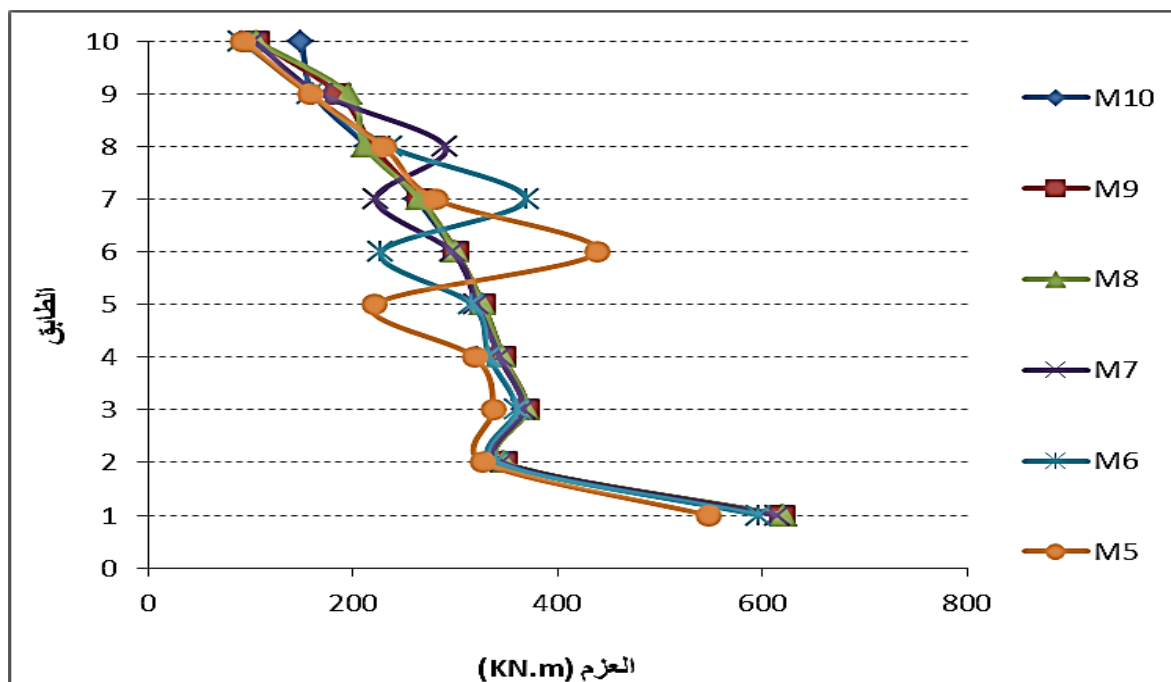
ونلاحظ أن مخطط الدفع المتتالي متشابه لجميع النماذج ولا يوجد فروقات كبيرة بينها ونلاحظ إنخفاضاً في قيم مخطط الدفع بمقدار 6% بين النموذج M5 والنموذج M10 .

7-10-5 مقارنة العزم في العمود الركني D7 لكافة الطوابق: يبين الجدول (5-22) والشكل

(5-12) قيم العزم في العمود D7 لكافة الطوابق عند الخطوة الأخيرة من خطوات الدفع لجميع النماذج.

الجدول (5-22) قيم العزم في العمود D7 لكافة الطوابق للنماذج من M5 إلى M10

M5		M6		M7		M8		M9		M10	
العزم	الطابق	العزم	الطابق	العزم	الطابق	العزم	الطابق	العزم	الطابق	العزم	الطابق
93.1475	10	91.754	10	104.0059	10	106.3805	10	106.1679	10	149.7567	10
157.7836	9	158.6767	9	169.1369	9	196.345	9	186.6819	9	161.9993	9
230.1705	8	236.1493	8	290.4011	8	212.2471	8	219.6244	8	214.7206	8
281.7267	7	369.3156	7	222.485	7	265.8532	7	266.326	7	262.2294	7
438.2066	6	227.8017	6	297.2152	6	300.647	6	301.0385	6	299.0159	6
221.6461	5	316.7748	5	321.5408	5	327.4299	5	327.2077	5	325.7154	5
319.5013	4	333.3977	4	343.4363	4	346.7803	4	347.2066	4	346.0496	4
337.2343	3	360.134	3	367.0593	3	370.5197	3	370.3064	3	369.0313	3
327.6252	2	340.7466	2	346.3732	2	348.2286	2	347.7071	2	347.1852	2
547.1527	1	597.3393	1	614.6594	1	620.9247	1	620.0451	1	619.3475	1



الشكل (5-12) قيم العزم في العمود D7 لكافة الطوابق للنماذج من M5 إلى M10

ونلاحظ أنه لا يوجد اختلاف كبير بين النماذج في قيمة العزم للعمود في الطوابق السفلية، بينما في الطابق العلوي نلاحظ أن العزم ينقص قليلاً في النماذج التي يتم فيها إيقاف الجدران وهذا يدل على الفعل العكسي الذي يطبقه الجدار على الإطارات في الطابق العلوي، أما في مستوى الإيقاف فنلاحظ زيادة في

قيمة العزم بمقدار 31.8% بين النموذج M5 والنموذج M10 عند الطابق السادس. هذا وقد تم التأكد أيضاً من أن مقطع العمود يتحمل هذه الزيادة في مستوى الإيقاف، لذلك قمنا بحساب نسبة القوة المطبقة على العمود إلى القوة التي يتحملها العمود عند جميع الطوابق في النموذج الأخير (M5). وكانت القيم كما هي موضحة في الجدول (5-23).

الجدول (5-23) نسبة القوة المطبقة على العمود إلى القوة التي يتحملها العمود للنموذج M5

M5	
النسبة	الطابق
0.179	10
0.279	9
0.433	8
0.612	7
0.853	6
0.658	5
0.863	4
0.957	3
0.993	2
0.586	1

نلاحظ أن جميع النسب قيمتها أقل من واحد وبالتالي المقطع محقق ولا نحتاج إلى إعادة تصميم المقطع.

5-10-8 مقارنة العزوم في أسفل أعمدة مستوى الإيقاف: يبين الجدول (5-24) والجدول

(5-25) قيم العزوم في أسفل أعمدة الطابق 6 (مستوى الإيقاف) للنموذجين M5 و M10 على المحاور 1,4,7 (المحاور التي يوجد بها جدران قص).

الجدول (24-5) قيم العزوم في أسفل أعمدة الطابق 6 للنموذج M5 على المحاور 7,4,1

النموذج M5

المحور 7				أسفل الطابق 6				المحور 1			
C7D	C7C	C7B	C7A	C4D	C4C	C4B	C4A	C1D	C1C	C1B	C1A
438.2	287.1	505.3	287	428.1	319.5	496.4	288.7	327.7	276.9	365.6	229.25

الجدول (25-5) قيم العزوم في أسفل أعمدة الطابق 6 للنموذج M10 على المحاور 7,4,1

النموذج M10

المحور 7			أسفل الطابق 6			المحور 1		
C7D	الجدار	C7A	C4D	الجدار	C4A	C1D	الجدار	C1A
299	1216.1211	244.8	315.2	74.3841	250.5	247.1	288.3181	198.27

نلاحظ أن مجموع عزوم الأعمدة الطرفية في النموذج M5 تزداد بمقدار 25% عن مجموع عزوم الأعمدة الطرفية في النموذج M10 وذلك على المحور 7.

9-10-5 مقارنة قوى القص في أسفل أعمدة مستوي الإيقاف: يبين الجدول (26-5) والجدول

(27-5) قيم قوى القص في أسفل أعمدة الطابق 6 (مستوي الإيقاف) للنموذجين M5 و M10 على المحاور 7,4,1 (المحاور التي يوجد بها جدران قص).

الجدول (26-5) قيم قوى القص في أسفل أعمدة الطابق 6 للنموذج M5 على المحاور 7,4,1

النموذج M5

المحور 7				أسفل الطابق 6				المحور 1			
C7D	C7C	C7B	C7A	C4D	C4C	C4B	C4A	C1D	C1C	C1B	C1A
274.3	218.9	321.6	206.2	271.3	236.6	312.8	203.2	204.2	194.9	230.5	158.4

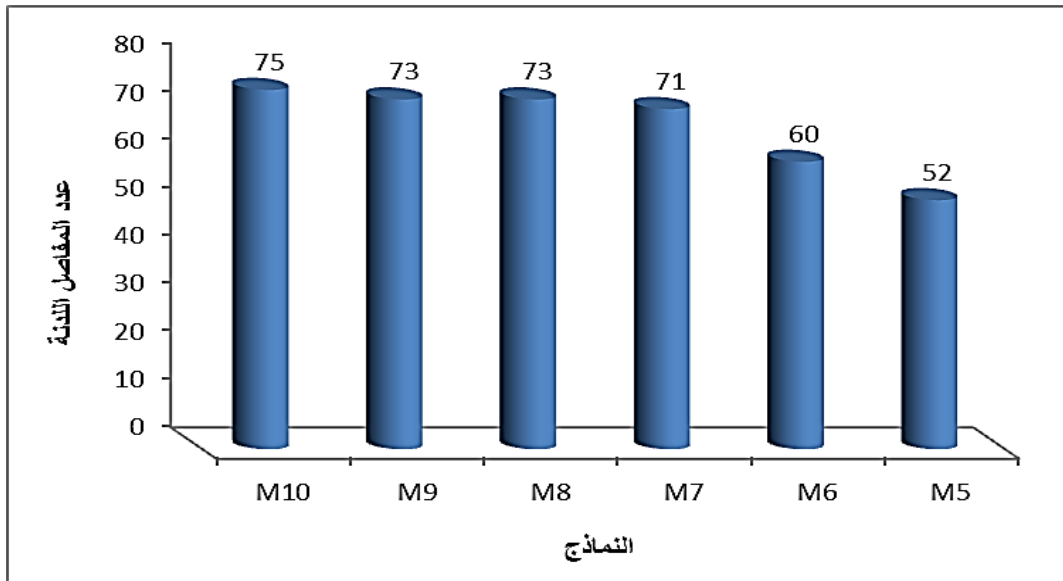
الجدول (5-27) قيم قوى القص في أسفل أعمدة الطابق 6 للنموذج M10 على المحاور 1,4,7

النموذج M10

المحور 7			أسفل الطابق 6			المحور 1		
C7D	الجدار	C7A	C4D	الجدار	C4A	C1D	الجدار	C1A
209.8	1093.0544	182.48	216.5	1368.6043	178.2	153.4	833.4832	138.5

نلاحظ أن مجموع قوى القص في الأعمدة الطرفية في النموذج M5 تزداد بمقدار 18.5% عن مجموع قوى القص في الأعمدة الطرفية في النموذج M10 وذلك على المحور 7.

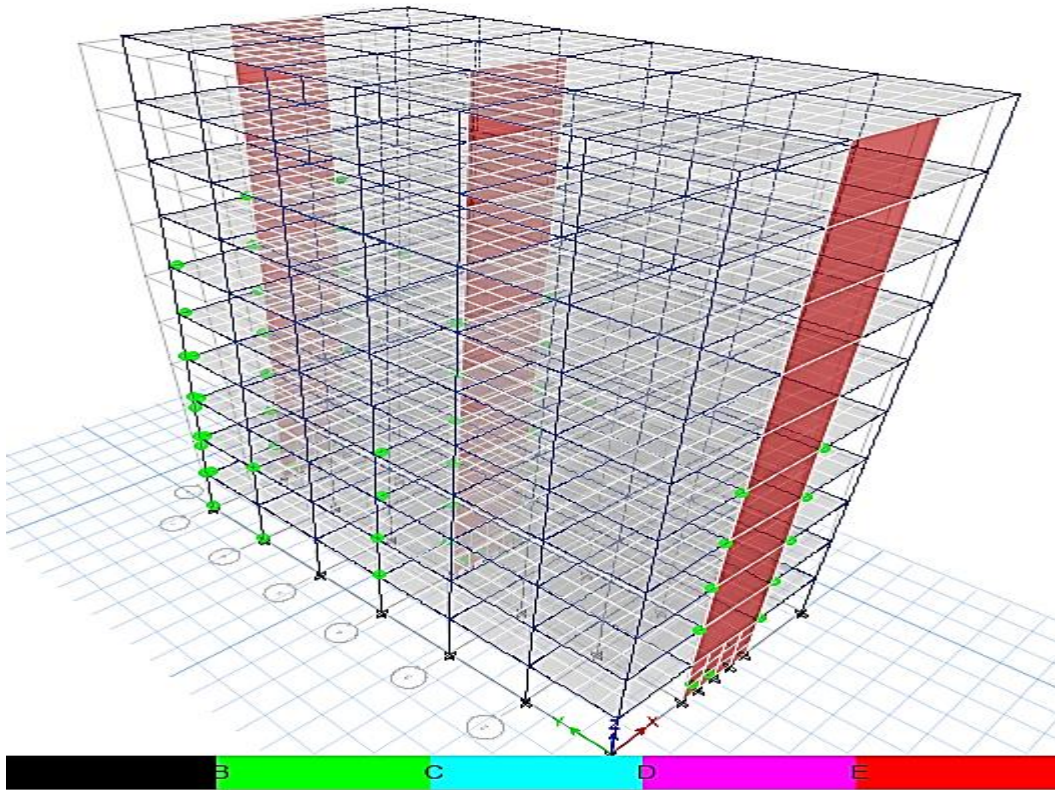
5-10-10 عدد المفاصل اللدنة: يبين الشكل (5-13) عدد المفاصل اللدنة المتشكلة عند آخر خطوة من خطوات الدفع لجميع النماذج المدروسة.



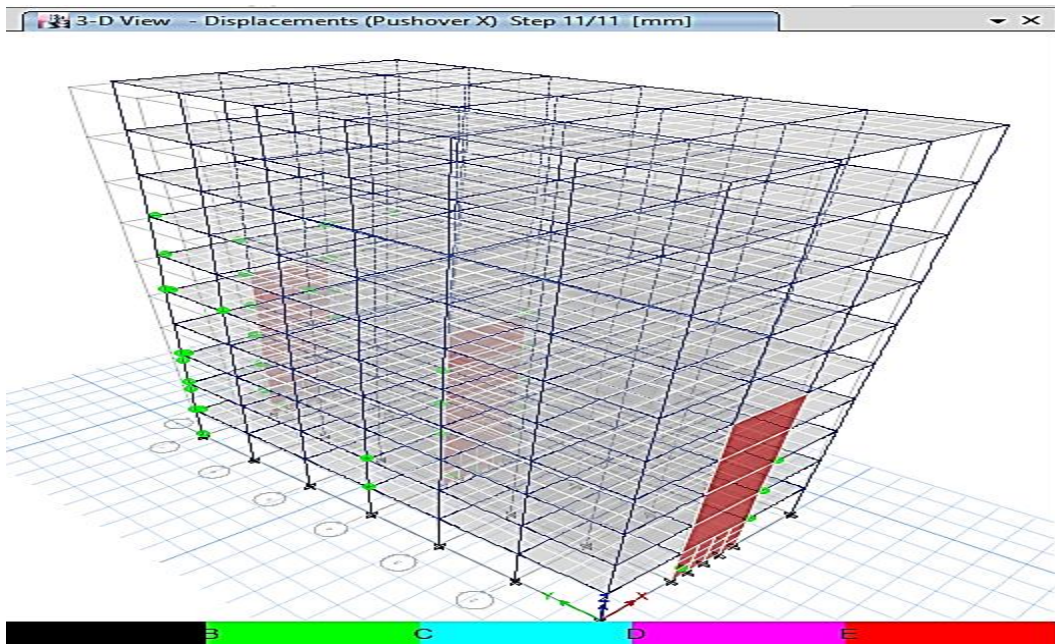
الشكل (5-13) عدد المفاصل اللدنة المتشكلة للنماذج من M5 إلى M10

ونلاحظ أن عدد المفاصل اللدنة يتناقص تدريجياً في النماذج المدروسة.

يبين الشكلان التاليان الشكل (5-14) المفاصل اللدنة المتشكلة وأماكن تشكلها للنموذج M10 (جدران القص على كامل ارتفاع البناء) عند آخر خطوة من خطوات الدفع، والشكل (5-15) المفاصل اللدنة المتشكلة وأماكن تشكلها للنموذج M5 (جدران القص تصل إلى نصف الارتفاع الكلي للبناء) عند آخر خطوة من خطوات الدفع.



الشكل (5-14) المفاصل اللدنة المتشكلة وأماكن تشكلها للنموذج M10



الشكل (5-15) المفاصل اللدنة المتشكلة وأماكن تشكلها للنموذج M5

ونلاحظ أن جميع المفاصل اللدنة المتشكلة في النماذج مستوى تلدها بين B و C.

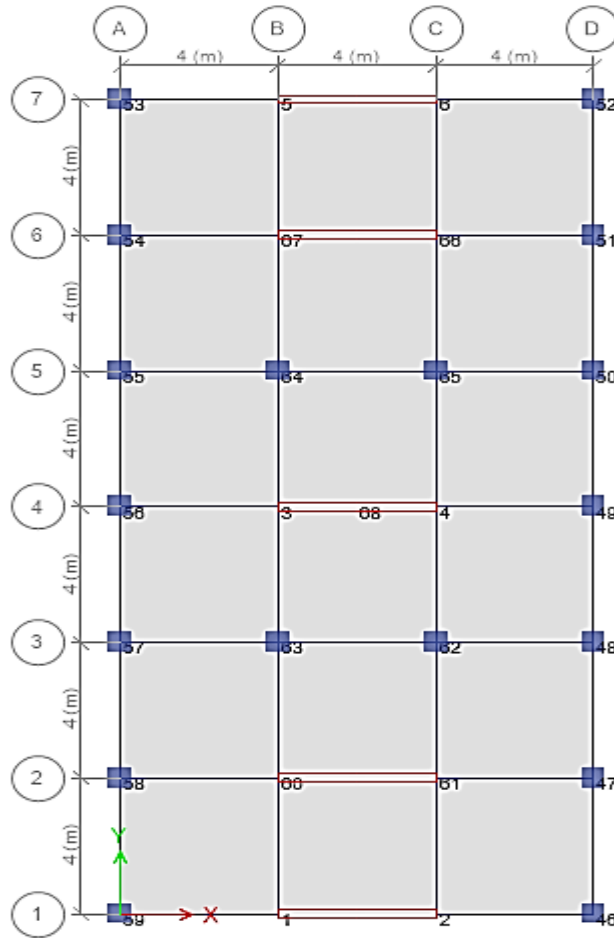
الفصل السادس

دراسة نماذج المجموعة الرابعة

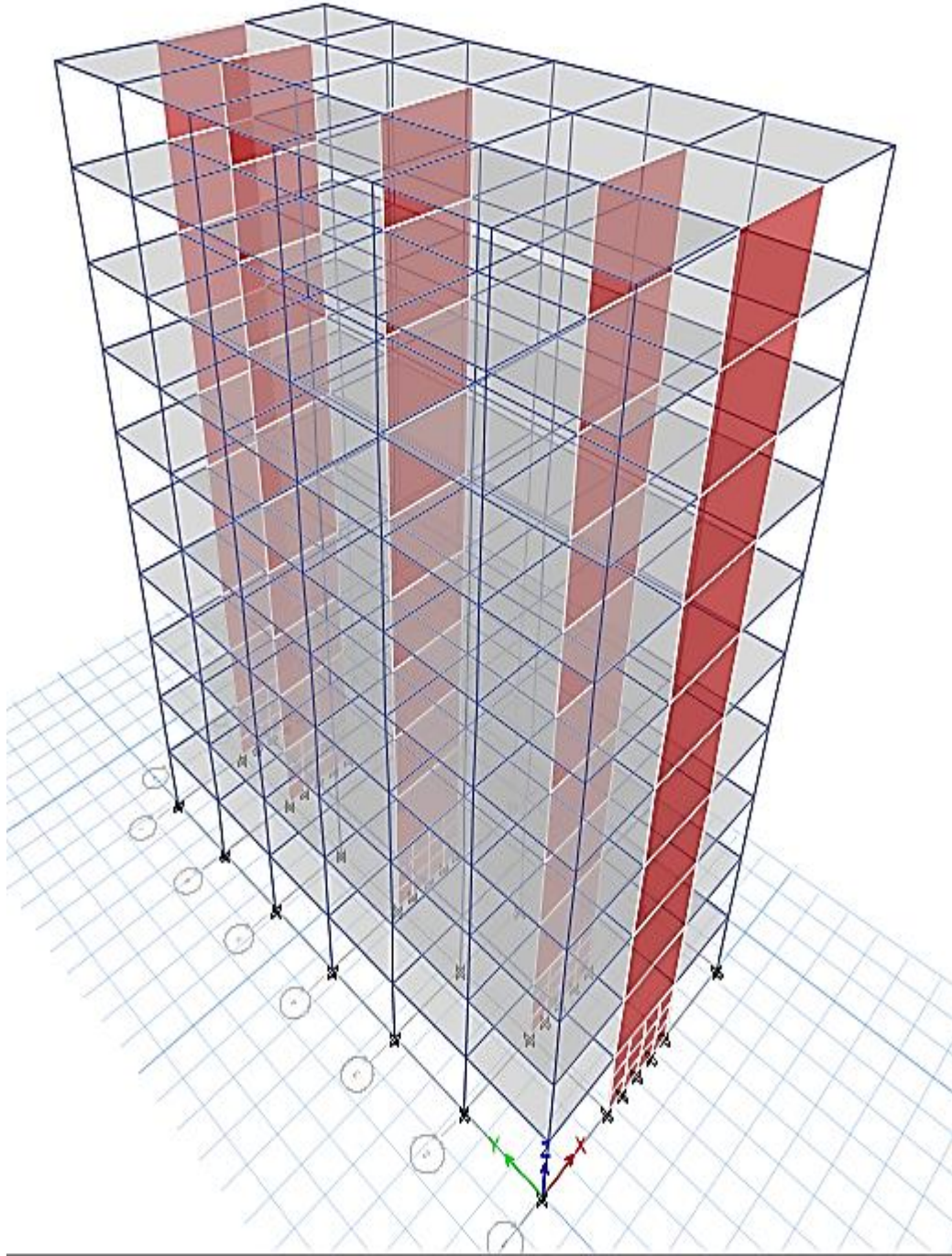
عدد الطوابق في هذا النموذج 10 طوابق والارتفاع الطائقي لجميع الطوابق 3 m ولكن نسبة مساهمة الجدران (88%)، في هذه المجموعة تمت دراسة عددٍ من الجمل الإنشائية المختلفة بارتفاع 10 طوابق، والنماذج المدروسة هي : M10 – M9 – M8 – M7 – M6 – M5.

1-6 شكل المسقط وأبعاده:

إنّ نموذج المبنى المختار للدراسة لكافة الجمل الإنشائية المدروسة على شكل مستطيل منتظم يتألف من ثلاث فتحات بالاتجاه X وست فتحات بالاتجاه Y أبعاده في المسقط الأفقي (12*24) m طول الفتحة الواحدة 4 m كما في الشكلين (1-6) و (2-6) ؛ حيث يظهر النموذج الذي سندرسه بشكلٍ تفصيلي.



الشكل (1-6) شكل المسقط المدروس مع الأبعاد.



الشكل (2-6) تمثيل ثلاثي الأبعاد للنموذج باستخدام برنامج ETABS 2016

يوضح الجدول (1-6) أبعاد العناصر الإنشائية للنموذج المدروس.

الجدول (1-6) أبعاد العناصر الإنشائية للنموذج المدروس

سماعة البلاطة المصمتة Cm	أبعاد الجدران cm		أبعاد الأعمدة cm		أبعاد الجوائز cm	
	سماعة	طول	عرض	طول	عرض	ارتفاع
20	25	400	60	60	30	60

علماً أن هذه الأبعاد المستخدمة للعناصر الإنشائية لأغراض بحثية فقط.

وقد تمت الدراسة كما في الفصل السابق تماماً (الفصل الخامس البناء بارتفاع 10 طوابق ونسبة مساهمة لجدران القص %79.32 في مقاومة القص القاعدي)، وكانت النتائج كما يلي:

2-6 النموذج الأول جدران القص تصل لكامل ارتفاع المبنى (النموذج M10):

- نتائج التحليل الستاتيكيّ اللاحطي:

• منحنى السعة:

يظهر الجدول (2-6) قوى القصّ القاعديّ والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (2-6) قيم الانتقالات وقوى القصّ القاعديّ وحالة المفاصل اللدنة

Step	Monitor Disp	Base Force	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
	mm	kN										
0	0	0	1265	0	0	0	0	1265	0	0	0	1265
1	8	1465.5	1265	0	0	0	0	1265	0	0	0	1265
2	16	2710.2	1265	0	0	0	0	1265	0	0	0	1265
3	24	3920.8	1265	0	0	0	0	1265	0	0	0	1265
4	32	5061.6	1265	0	0	0	0	1265	0	0	0	1265
5	38.3	5916.1	1264	1	0	0	0	1265	0	0	0	1265
6	46.6	6979.5	1250	15	0	0	0	1265	0	0	0	1265
7	54.8	7946.4	1223	42	0	0	0	1265	0	0	0	1265
8	63.2	8805.4	1199	66	0	0	0	1265	0	0	0	1265
9	71.4	9587.8	1174	91	0	0	0	1265	0	0	0	1265
10	80	10329.6	1133	132	0	0	0	1265	0	0	0	1265

أما الجدول (3-6) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية النسبية لكل الطوابق، والجدول (4-6) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (3-6) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية النسبية

الإزاحة الطابقية النسبية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm			
0.002075	64.6	push x Max	D10	Story10
0.002302	59.5	push x Max	D9	Story9
0.002576	53.8	push x Max	D8	Story8
0.002852	47.4	push x Max	D7	Story7
0.003079	40.4	push x Max	D6	Story6
0.003219	32.8	push x Max	D5	Story5
0.003239	25	push x Max	D4	Story4
0.003087	17.2	push x Max	D3	Story3
0.00264	9.8	push x Max	D2	Story2
0.00161	3.7	push x Max	D1	Story1

الجدول (4-6) قوى القص في الطوابق

X-Dir	Location	Elevation	Story
kN		m	
-1882.97	Top	30	Story10
-1882.97	Bottom		
-3572.29	Top	27	Story9
-3572.29	Bottom		
-5073.9	Top	24	Story8
-5073.9	Bottom		
-6387.82	Top	21	Story7
-6387.82	Bottom		
-7514.03	Top	18	Story6
-7514.03	Bottom		
-8452.54	Top	15	Story5
-8452.54	Bottom		
-9203.35	Top	12	Story4
-9203.35	Bottom		
-9766.46	Top	9	Story3
-9766.46	Bottom		
-10141.9	Top	6	Story2
-10141.9	Bottom		
-10329.6	Top	3	Story1
-10329.6	Bottom		

3-6 النموذج الثاني جدران القص تصل لـ 90% من ارتفاع المبنى (النموذج M9):

- نتائج التحليل الستاتيكيّ اللاخطي:

• منحنى السعة:

يظهر الجدول (5-6) قوى القصّ القاعديّ والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (5-6) قيم الانتقالات وقوى القصّ القاعديّ وحالة المفاصل اللدنة

Step	Monitor Displ	Base Force	A-B	B-C	C-D	D-E	E	A-IO	IO-LS	LS-CP	CP	Total
	mm	kN										
0	0	0	1290	0	0	0	0	1290	0	0	0	1290
1	8	1379.2	1290	0	0	0	0	1290	0	0	0	1290
2	16	2539.7	1290	0	0	0	0	1290	0	0	0	1290
3	24.1	3673.5	1290	0	0	0	0	1290	0	0	0	1290
4	32	4743.8	1290	0	0	0	0	1290	0	0	0	1290
5	37.8	5474.1	1289	1	0	0	0	1290	0	0	0	1290
6	46.5	6525.2	1271	19	0	0	0	1290	0	0	0	1290
7	55.8	7523.5	1241	49	0	0	0	1290	0	0	0	1290
8	63.8	8287.6	1215	75	0	0	0	1290	0	0	0	1290
9	73	9084.5	1184	106	0	0	0	1290	0	0	0	1290
10	80.1	9679.9	1160	130	0	0	0	1290	0	0	0	1290

أما الجدول (6-6) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية النسبية لكل الطوابق، والجدول (7-6) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (6-6) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية النسبية

الإزاحة الطابقية النسبية	الانتقال	Load Case/Comb	Diaphragm	Story
	mm			
0.001858	64.4	push x Max	D10	Story10
0.00246	59.7	push x Max	D9	Story9
0.0027	53.7	push x Max	D8	Story8
0.002936	47.1	push x Max	D7	Story7
0.003127	39.9	push x Max	D6	Story6
0.003236	32.3	push x Max	D5	Story5
0.003227	24.4	push x Max	D4	Story4
0.003046	16.7	push x Max	D3	Story3
0.002568	9.5	push x Max	D2	Story2
0.001527	3.5	push x Max	D1	Story1

الجدول (7-6) قوى القص في الطوابق

X-Dir	Location	Elevation	Story
kN		m	
-2190.46	Top	30	Story10
-2190.46	Bottom		
-3696.46	Top	27	Story9
-3696.46	Bottom		
-5013.05	Top	24	Story8
-5013.05	Bottom		
-6179.79	Top	21	Story7
-6179.79	Bottom		
-7179.84	Top	18	Story6
-7179.84	Bottom		
-8013.22	Top	15	Story5
-8013.22	Bottom		
-8679.93	Top	12	Story4
-8679.93	Bottom		
-9179.95	Top	9	Story3
-9179.95	Bottom		
-9513.31	Top	6	Story2
-9513.31	Bottom		
-9679.98	Top	3	Story1
-9679.98	Bottom		

4-6 النموذج الثالث جدران القص تصل لـ 80% من ارتفاع المبنى (النموذج M8):

- نتائج التحليل الستاتيكيّ اللاخطي:

• منحنى السعة:

يظهر الجدول (8-6) قوى القصّ القاعديّ والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (8-6) قيم الانتقالات وقوى القصّ القاعديّ وحالة المفاصل اللدنة

Step	Monitor Dis	Base Force	A-B	B-C	C-D	D-E	E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
	mm	kN										
0	0	0	1315	0	0	0	0	1315	0	0	0	1315
1	8	1374.8	1315	0	0	0	0	1315	0	0	0	1315
2	16	2531.3	1315	0	0	0	0	1315	0	0	0	1315
3	24	3662.8	1315	0	0	0	0	1315	0	0	0	1315
4	32	4730.7	1315	0	0	0	0	1315	0	0	0	1315
5	38	5495.5	1314	1	0	0	0	1315	0	0	0	1315
6	46.3	6495.1	1299	16	0	0	0	1315	0	0	0	1315
7	54.8	7421.5	1271	44	0	0	0	1315	0	0	0	1315
8	63.8	8289.8	1241	74	0	0	0	1315	0	0	0	1315
9	72.2	9031.6	1215	100	0	0	0	1315	0	0	0	1315
10	80	9661.5	1189	126	0	0	0	1315	0	0	0	1315

أما الجدول (9-6) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية النسبية لكل الطوابق، والجدول (10-6) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (9-6) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية النسبية

الإزاحة الطابقية النسبية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm			
0.001818	64.6	push x Max	D10	Story10
0.002583	59.9	push x Max	D9	Story9
0.002662	53.4	push x Max	D8	Story8
0.002911	46.9	push x Max	D7	Story7
0.003112	39.8	push x Max	D6	Story6
0.003227	32.2	push x Max	D5	Story5
0.003223	24.4	push x Max	D4	Story4
0.003045	16.7	push x Max	D3	Story3
0.002569	9.5	push x Max	D2	Story2
0.001529	3.5	push x Max	D1	Story1

الجدول (10-6) قوى القص في الطوابق

X-Dir	Location	Elevation	Story
kN		m	
-2187.98	Top	30	Story10
-2187.98	Bottom		
-3667.58	Top	27	Story9
-3667.58	Bottom		
-4999.58	Top	24	Story8
-4999.58	Bottom		
-6165.07	Top	21	Story7
-6165.07	Bottom		
-7164.07	Top	18	Story6
-7164.07	Bottom		
-7996.56	Top	15	Story5
-7996.56	Bottom		
-8662.56	Top	12	Story4
-8662.56	Bottom		
-9162.06	Top	9	Story3
-9162.06	Bottom		
-9495.06	Top	6	Story2
-9495.06	Bottom		
-9661.55	Top	3	Story1
-9661.55	Bottom		

5-6 النموذج الرابع جدران القص تصل لـ 70% من ارتفاع المبنى (النموذج M7):

- نتائج التحليل الستاتيكيّ اللاخطي:

• منحنى السعة:

يظهر الجدول (11-6) قوى القصّ القاعديّ والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (11-6) قيم الانتقالات وقوى القصّ القاعديّ وحالة المفاصل اللدنة

Step	Monitor Displ	Base Force	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
	mm	kN										
0	0	0	1340	0	0	0	0	1340	0	0	0	1340
1	8	1344.7	1340	0	0	0	0	1340	0	0	0	1340
2	16	2472.5	1340	0	0	0	0	1340	0	0	0	1340
3	24	3579.3	1340	0	0	0	0	1340	0	0	0	1340
4	32	4634.3	1340	0	0	0	0	1340	0	0	0	1340
5	39.9	5617.7	1339	1	0	0	0	1340	0	0	0	1340
6	48.4	6623.7	1322	18	0	0	0	1340	0	0	0	1340
7	57.2	7558.9	1296	44	0	0	0	1340	0	0	0	1340
8	65.9	8379.2	1267	73	0	0	0	1340	0	0	0	1340
9	74	9071.4	1245	95	0	0	0	1340	0	0	0	1340
10	80	9563.1	1217	123	0	0	0	1340	0	0	0	1340

أما الجدول (12-6) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية النسبية لكل الطوابق، والجدول (13-6) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع.

الجدول (12-6) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية النسبية

الإزاحة الطابقية النسبية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm			
0.001842	64.9	push x Max	D10	Story10
0.002763	60.1	push x Max	D9	Story9
0.003334	53.1	push x Max	D8	Story8
0.00271	44.8	push x Max	D7	Story7
0.002945	38.2	push x Max	D6	Story6
0.003088	31.1	push x Max	D5	Story5
0.003101	23.6	push x Max	D4	Story4
0.002937	16.1	push x Max	D3	Story3
0.00248	9.2	push x Max	D2	Story2
0.001474	3.4	push x Max	D1	Story1

الجدول (13-6) قوى القص في الطوابق

X-Dir	Location	Elevation	Story
kN		m	
-2166.82	Top	30	Story10
-2166.82	Bottom		
-3652.59	Top	27	Story9
-3652.59	Bottom		
-4973.28	Top	24	Story8
-4973.28	Bottom		
-6109.83	Top	21	Story7
-6109.83	Bottom		
-7096.46	Top	18	Story6
-7096.46	Bottom		
-7918.65	Top	15	Story5
-7918.65	Bottom		
-8576.4	Top	12	Story4
-8576.4	Bottom		
-9069.72	Top	9	Story3
-9069.72	Bottom		
-9398.59	Top	6	Story2
-9398.59	Bottom		
-9563.03	Top	3	Story1
-9563.03	Bottom		

6-6 النموذج الخامس جدران القص تصل لـ 60% من ارتفاع المبنى (النموذج M6):

- نتائج التحليل الستاتيكيّ اللاخطي:

• منحنى السّعة:

يظهر الجدول (14-6) قوى القصّ القاعديّ والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (14-6) قيم الانتقالات وقوى القصّ القاعديّ وحالة المفاصل اللدنة

Step	Monitor Dis	Base Force	A-B	B-C	C-D	D-E	E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
	mm	kN										
0	0	0	1365	0	0	0	0	1365	0	0	0	1365
1	8	1288.2	1365	0	0	0	0	1365	0	0	0	1365
2	16	2361.8	1365	0	0	0	0	1365	0	0	0	1365
3	24	3421.6	1365	0	0	0	0	1365	0	0	0	1365
4	32	4438.4	1365	0	0	0	0	1365	0	0	0	1365
5	40	5403.7	1365	0	0	0	0	1365	0	0	0	1365
6	40.9	5510.8	1363	2	0	0	0	1365	0	0	0	1365
7	49.6	6500.8	1353	12	0	0	0	1365	0	0	0	1365
8	57.8	7354.5	1327	38	0	0	0	1365	0	0	0	1365
9	66.4	8153.5	1298	67	0	0	0	1365	0	0	0	1365
10	75.6	8923.9	1269	96	0	0	0	1365	0	0	0	1365
11	80	9270.5	1255	110	0	0	0	1365	0	0	0	1365

أما الجدول (15-6) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية النسبية لكل الطوابق، والجدول (16-6) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع.

الجدول (15-6) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية النسبية

الإزاحة الطابقية النسبية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm			
0.00181	65.4	push x Max	D10	Story10
0.002748	60.7	push x Max	D9	Story9
0.003639	53.7	push x Max	D8	Story8
0.003935	44.6	push x Max	D7	Story7
0.002593	34.8	push x Max	D6	Story6
0.002779	28.5	push x Max	D5	Story5
0.002832	21.8	push x Max	D4	Story4
0.002698	14.9	push x Max	D3	Story3
0.002281	8.5	push x Max	D2	Story2
0.001354	3.1	push x Max	D1	Story1

الجدول (16-6) قوى القص في الطوابق

X-Dir kN	Location	Elevation	Story
		m	
-2112	Top	30	Story10
-2112	Bottom		
-3548.74	Top	27	Story9
-3548.74	Bottom		
-4825.85	Top	24	Story8
-4825.85	Bottom		
-5943.31	Top	21	Story7
-5943.31	Bottom		
-6885.36	Top	18	Story6
-6885.36	Bottom		
-7680.42	Top	15	Story5
-7680.42	Bottom		
-8316.46	Top	12	Story4
-8316.46	Bottom		
-8793.5	Top	9	Story3
-8793.5	Bottom		
-9111.52	Top	6	Story2
-9111.52	Bottom		
-9270.53	Top	3	Story1
-9270.53	Bottom		

7-6 النموذج السادس جدران القص تصل لـ 50% من ارتفاع المبنى (النموذج M5):

- نتائج التحليل الستاتيكي اللاحظي:

• منحنى السعة:

يظهر الجدول (17-6) قوى القص القاعدي والانتقالات المقابلة لها وعدد المفاصل اللدنة المفروضة (Total) وعدد المفاصل المتشكلة وحالتها في كل خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (17-6) قيم الانتقالات وقوى القص القاعدي وحالة المفاصل اللدنة

Step	Monitor Dis	Base Force	A-B	B-C	C-D	D-E	E	A-IO	IO-LS	LS-CP	CP	Total
	mm	kN										
0	0	0	1390	0	0	0	0	1390	0	0	0	1390
1	8	1210.1	1390	0	0	0	0	1390	0	0	0	1390
2	16	2207.4	1390	0	0	0	0	1390	0	0	0	1390
3	24	3196.3	1390	0	0	0	0	1390	0	0	0	1390
4	32	4161.4	1390	0	0	0	0	1390	0	0	0	1390
5	38.4	4899.3	1388	2	0	0	0	1390	0	0	0	1390
6	46.9	5827.6	1383	7	0	0	0	1390	0	0	0	1390
7	55.4	6703.7	1369	21	0	0	0	1390	0	0	0	1390
8	63.6	7474.3	1342	48	0	0	0	1390	0	0	0	1390
9	72.8	8269.4	1303	87	0	0	0	1390	0	0	0	1390
10	80	8830.4	1282	108	0	0	0	1390	0	0	0	1390

أما الجدول (19-6) فيظهر انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية النسبية لكل الطوابق، والجدول (20-6) يظهر قوى القص في الطوابق، الناتجة عن حمولة الدفع بالاتجاه X (Pushover X) عند آخر خطوة من خطوات الدفع المتتالي.

الجدول (18-6) انتقالات الديافرام والإزاحة الطابقية النسبية

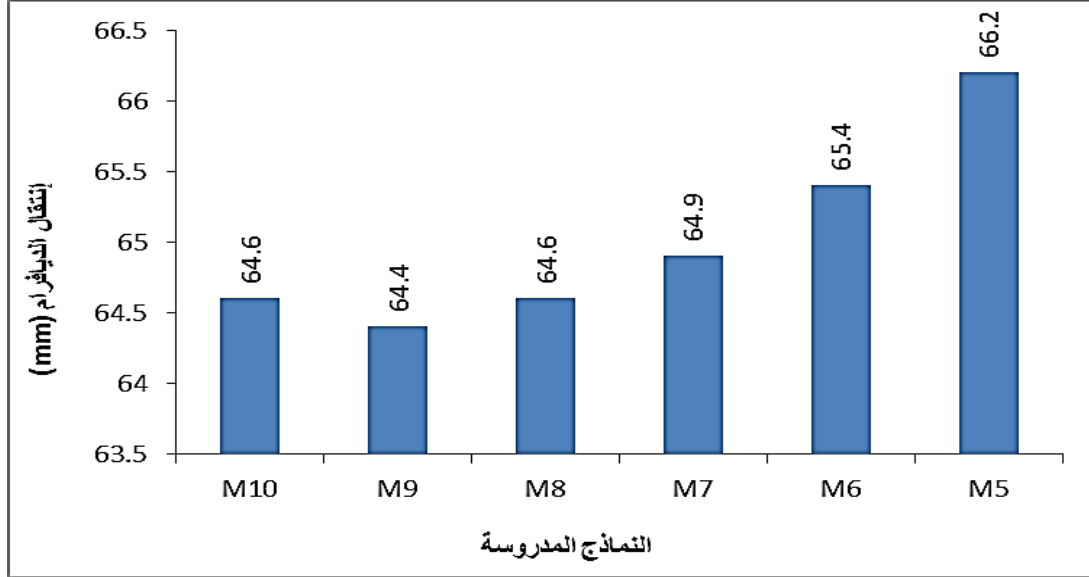
الإزاحة الطابقية النسبية	الانتقال	Load Case/Combo	Diaphragm	Story
	mm			
0.001738	66.2	push x Max	D10	Story10
0.002623	61.6	push x Max	D9	Story9
0.003525	54.9	push x Max	D8	Story8
0.004288	46	push x Max	D7	Story7
0.004264	35.3	push x Max	D6	Story6
0.002315	24.7	push x Max	D5	Story5
0.002416	19	push x Max	D4	Story4
0.002336	13.1	push x Max	D3	Story3
0.001984	7.5	push x Max	D2	Story2
0.001183	2.8	push x Max	D1	Story1

الجدول (19-6) قوى القص في الطوابق

X-Dir	Location	Elevation	Story
kN		m	
-2033.14	Top	30	Story10
-2033.14	Bottom		
-3396.29	Top	27	Story9
-3396.29	Bottom		
-4607.97	Top	24	Story8
-4607.97	Bottom		
-5668.2	Top	21	Story7
-5668.2	Bottom		
-6576.96	Top	18	Story6
-6576.96	Bottom		
-7321.78	Top	15	Story5
-7321.78	Bottom		
-7925.25	Top	12	Story4
-7925.25	Bottom		
-8377.85	Top	9	Story3
-8377.85	Bottom		
-8679.58	Top	6	Story2
-8679.58	Bottom		
-8830.45	Top	3	Story1
-8830.45	Bottom		

8-6 مقارنة النتائج لجميع النماذج:

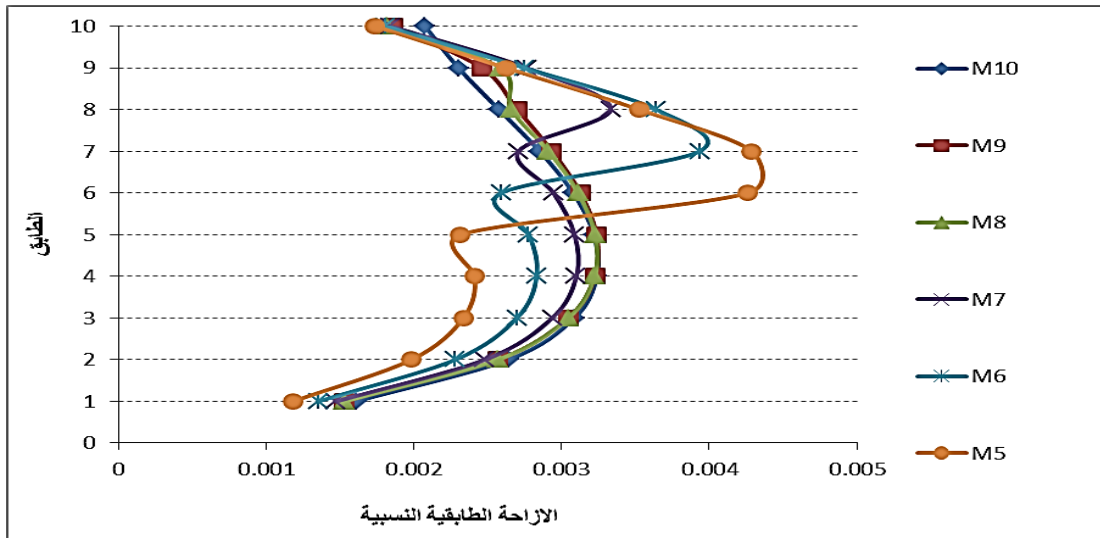
1-8-6 انتقال ديافرام الطابق العلوي: يبين الشكل (3-6) قيم انتقال الديافرام للطابق العلوي لكافة النماذج.



الشكل (3-6) قيم انتقال الديافرام للطابق العلوي للنماذج من M5 إلى M10

من الواضح أن قيمة الانتقال في الطابق الأخير تتناقص في النموذج M9 ثم تتزايد تدريجياً في بقية النماذج، وهذا يدل على الفعل العكسي الذي تطبقه الجدران في الطابق العلوي.

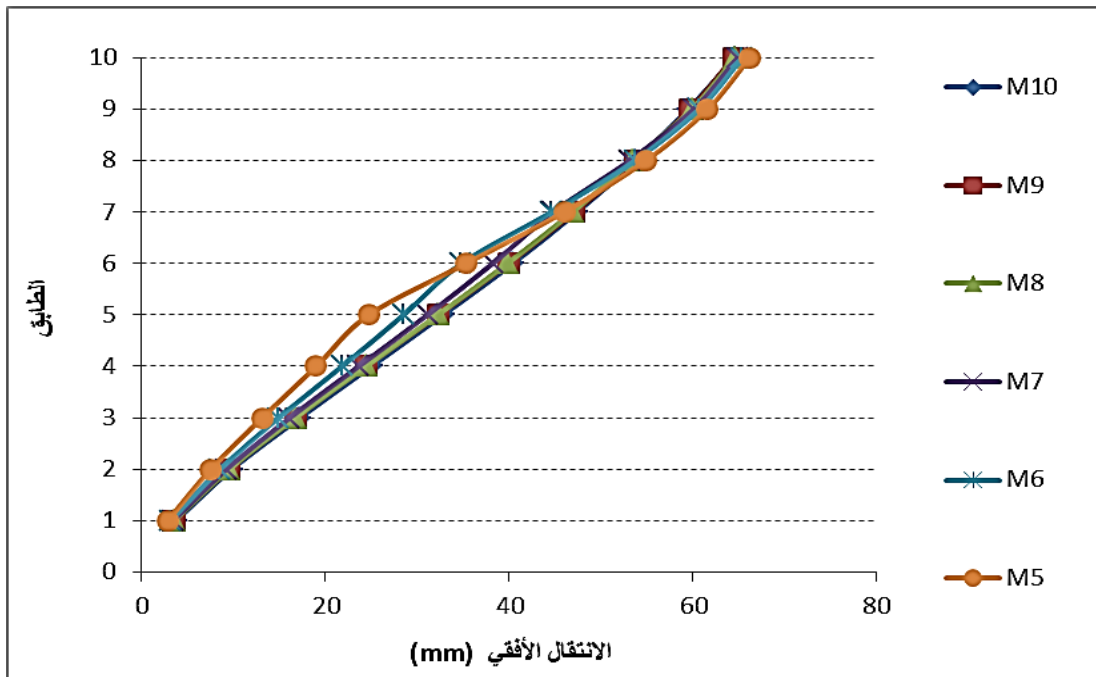
2-8-6 الإزاحة الطابقية النسبية: يبين الشكل (4-6) قيم الإزاحة الطابقية النسبية لكافة الطوابق عند الخطوة الأخيرة من خطوات الدفع لجميع النماذج.



الشكل (4-6) قيم الإزاحة الطابقية النسبية لكافة الطوابق للنماذج من M5 إلى M10

من الشكل يظهر لدينا وجود قفزة في المخطط عند مستوى الإيقاف لكل النماذج، علماً أنها تخف في النماذج الأولى، ويمكن تفسير هذه القفزة بانخفاض الصلابة الجانبية للبناء عند مستوى الإيقاف، وقد أظهر النموذج M5 (من بين جميع النماذج المدروسة) أقصى إزاحة طابقية نسبية عند الطابق السادس، أما قيم الإزاحة الطابقية النسبية بعد هذه القفزة فإنها تميل إلى الانخفاض في الطوابق العليا. وقد تم التأكد أيضاً من أن قيم الإزاحة الطابقية النسبية لم تتجاوز الحدود المسموحة المحددة في الكود العربي السوري.

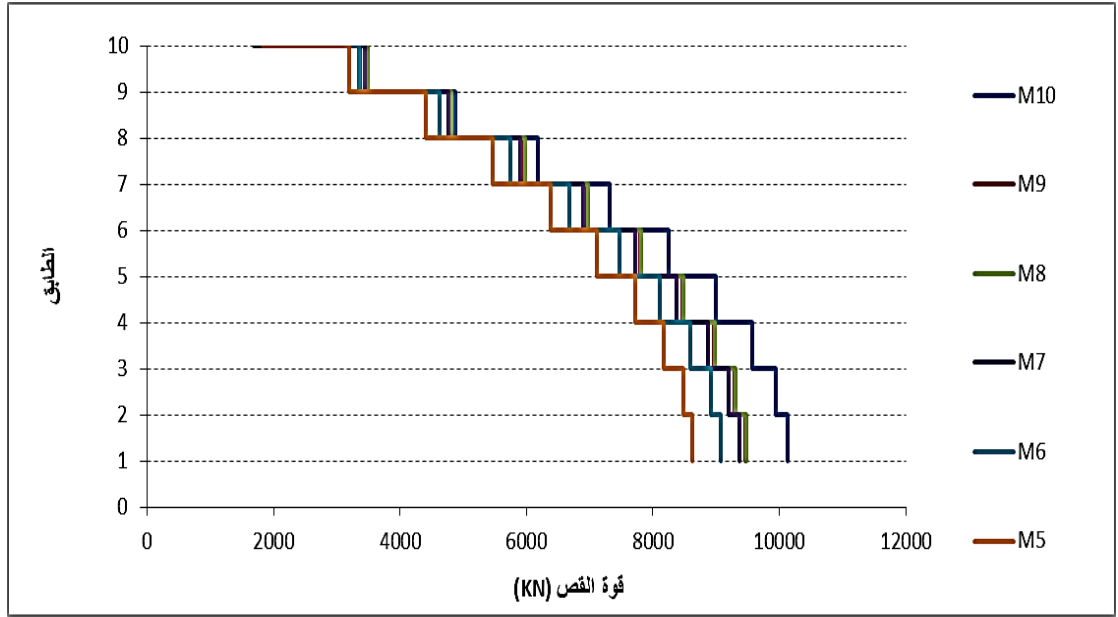
3-8-6 الانتقالات الأفقية: يبين الشكل (5-6) قيم الانتقالات الأفقية لكافة الطوابق عند الخطوة الأخيرة من خطوات الدفع لجميع النماذج.



الشكل (5-6) قيم الانتقالات الأفقية لكافة الطوابق للنماذج من M5 إلى M10

من الشكل يظهر أن قيم الانتقالات الأفقية لم تتأثر كثيراً ولا يوجد فروقات كبيرة في القيم بين جميع النماذج، ونلاحظ زيادة في قيمة الانتقال بمقدار 13% بين النموذج M5 والنموذج M10 عند الطابق السادس.

4-8-6 قوى القص في الطوابق: يبين الشكل (6-6) قيم قوى القص في كافة الطوابق عند الخطوة الأخيرة من خطوات الدفع لجميع النماذج.



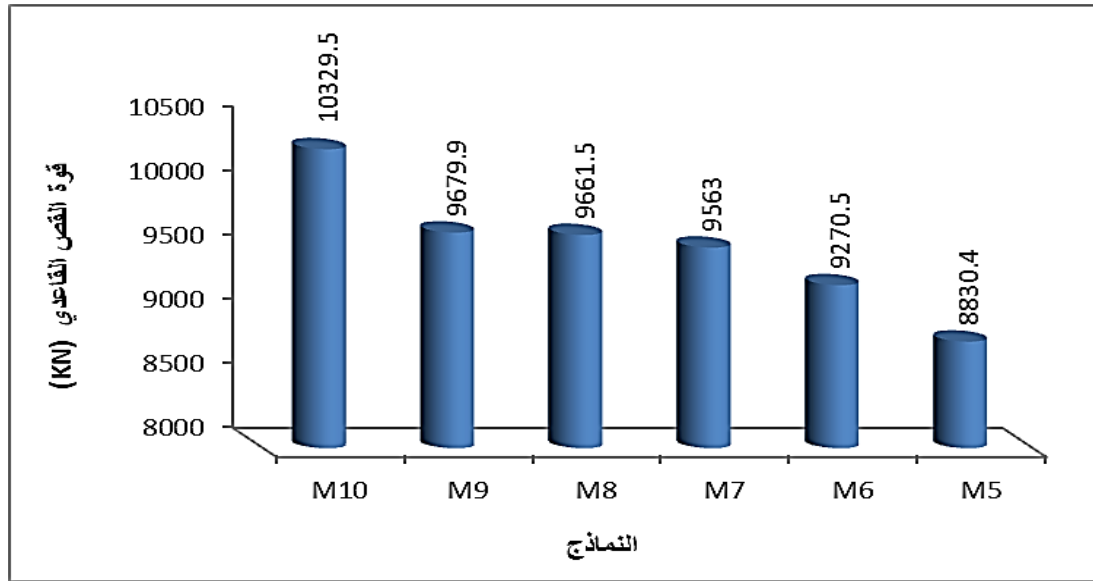
الشكل (6-6) قيم قوى القص في كافة الطوابق للنماذج من M5 إلى M10

من الشكل يظهر أن قيم قوى القص في الطوابق لم تتأثر كثيراً ولا يوجد فروقات كبيرة في القيم بين جميع النماذج فنلاحظ انخفاضاً في قيمة قوى القص بمقدار 14% بين النموذج M5 والنموذج M10 عند الطابق السادس.

6-8-5 قوة القص القاعدية: يبين الشكل (6-7) قيم قوة القص القاعدي عند الخطوة الأخيرة من خطوات الدفع لجميع النماذج. حيث كانت النتائج كالتالي:

الجدول (6-20) قيم قوة القص القاعدي عند الخطوة الأخيرة للنماذج من M5 إلى M10

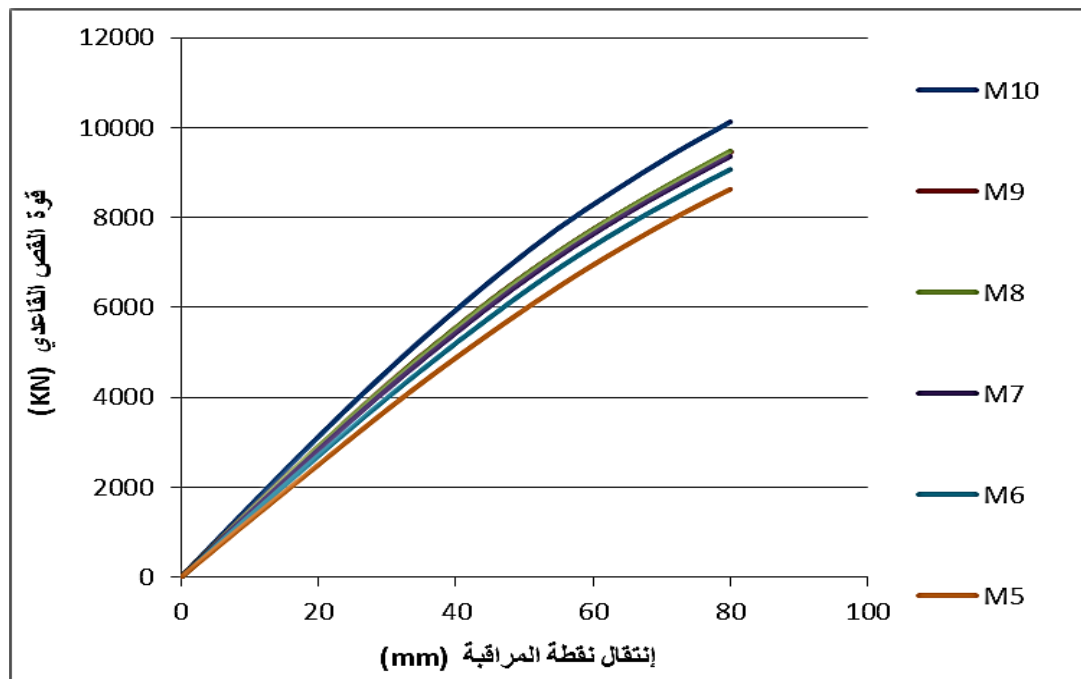
النماذج	نسبة إرتفاع الجدران	قوة القص القاعدي (KN)
M10	100%	10329.57
M9	90%	9679.983
M8	80%	9661.555
M7	70%	9563.032
M6	60%	9270.533
M5	50%	8830.45



الشكل (7-6) قيم قوة القص القاعدي للنماذج من M5 إلى M10

ونلاحظ أن قيم القص القاعدي عند آخر خطوة من خطوات الدفع متقاربة ولا يوجد فروقات كبيرة بين جميع النماذج ، وتتناقص تدريجياً في النماذج ونلاحظ انخفاضاً في قيمة قوة القص بمقدار 15% بين النموذج M5 والنموذج M10.

6-8-6 مخطط الدفع المتتالي: يبين الشكل (8-6) مخطط الدفع المتتالي لجميع النماذج.



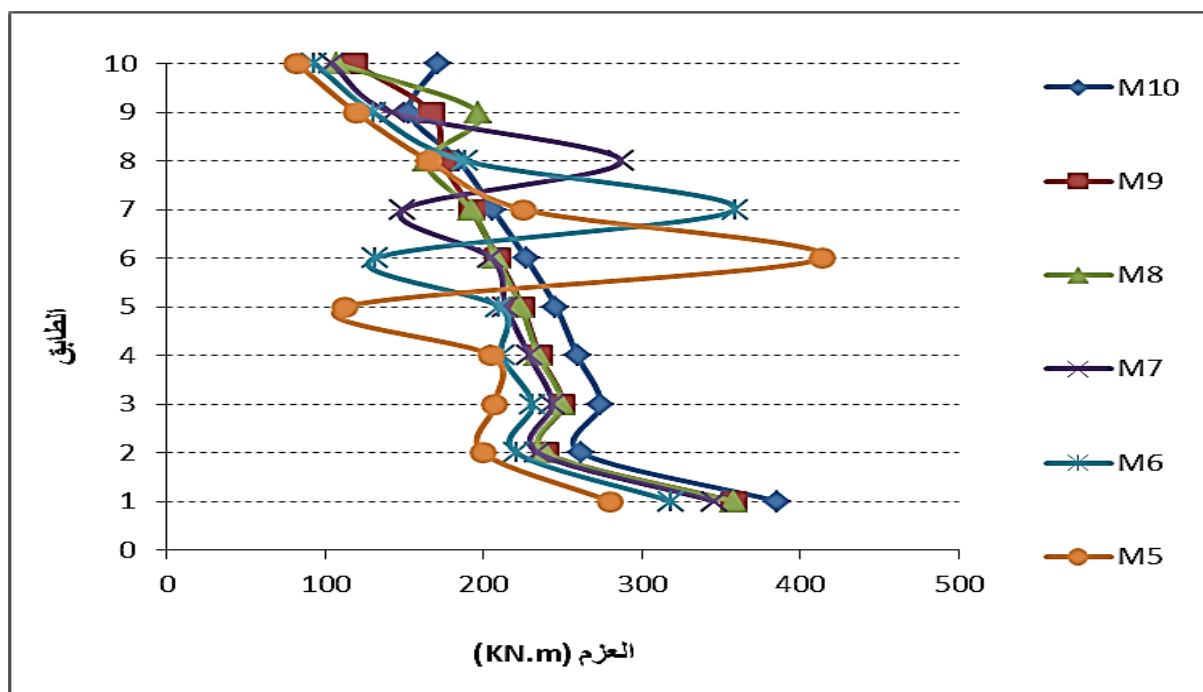
الشكل (8-6) مخطط الدفع المتتالي للنماذج من M5 إلى M10

ونلاحظ أن مخطط الدفع المتتالي لجميع النماذج متقارب ولا يوجد فروقات كبيرة بينها ونلاحظ انخفاضاً في قيم مخطط الدفع بمقدار 15.2% بين النموذج M5 والنموذج M10 .

7-8-6 مقارنة العزم في العمود الركني D7 لكافة الطوابق: يبين كلاً من الجدول (6-21) والشكل (6-9) قيم العزم في العمود D7 لكافة الطوابق عند الخطوة الأخيرة من خطوات الدفع لجميع النماذج.

الجدول (6-21) قيم العزم في العمود D7 لكافة الطوابق للنماذج من M5 إلى M10

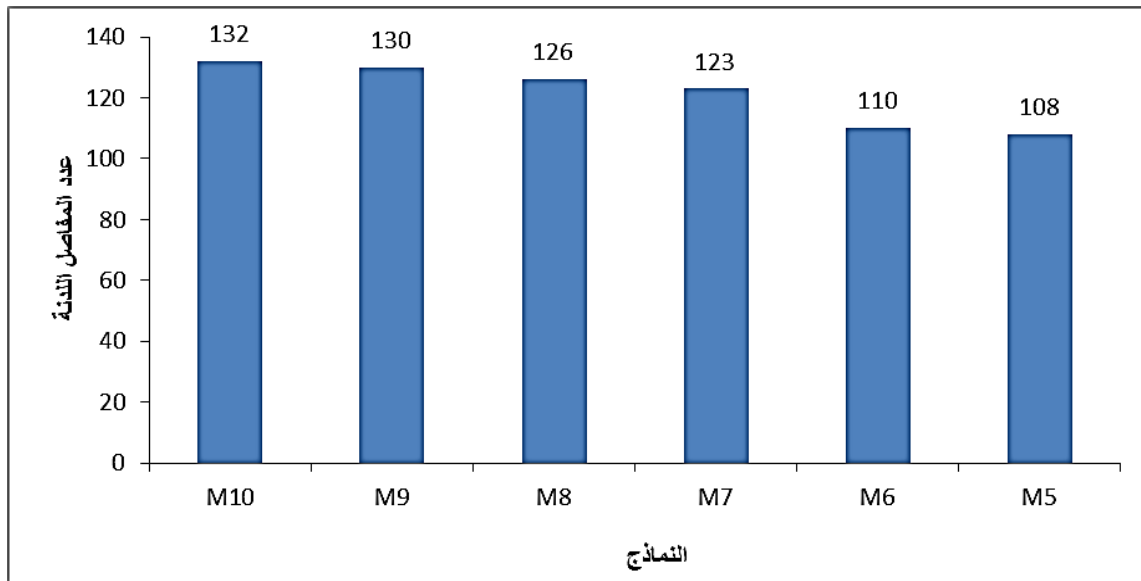
M5		M6		M7		M8		M9		M10	
العزم	الطابق	العزم	الطابق	العزم	الطابق	العزم	الطابق	العزم	الطابق	العزم	الطابق
82.1351	10	93.3317	10	104.2219	10	107.404	10	118.1758	10	171.6604	10
119.3981	9	130.4576	9	142.3053	9	196.4393	9	167.2142	9	153.1473	9
165.5203	8	188.4531	8	286.6049	8	163.8502	8	174.1034	8	184.4953	8
225.3733	7	358.4858	7	148.9832	7	192.0628	7	192.2677	7	205.7332	7
413.2982	6	131.3007	6	204.7561	6	207.6183	6	209.0226	6	226.8315	6
112.0557	5	209.8716	5	214.0489	5	223.436	5	224.2867	5	245.546	5
204.7598	4	211.3331	4	228.7249	4	234.2791	4	235.149	4	259.0216	4
206.8219	3	230.6131	3	243.1622	3	249.548	3	249.8008	3	273.9411	3
199.5963	2	220.6234	2	234.15	2	239.0208	2	238.9724	2	261.5977	2
280.0261	1	318.7541	1	345.9606	1	357.9275	1	357.5591	1	385.6584	1



الشكل (6-9) قيم العزم في العمود D7 لكافة الطوابق للنماذج من M5 إلى M10

ونلاحظ أنه لا يوجد اختلاف كبير بين النماذج في قيمة العزم للعمود في الطوابق السفلية، بينما في الطابق العلوي نلاحظ أن العزم ينقص قليلاً في النماذج التي يتم فيها إيقاف الجدران، وهذا يدل على الفعل العكسي الذي يطبقه الجدار على الإطارات في الطابق العلوي، أما في مستوى الإيقاف فنلاحظ زيادة في قيمة العزم بمقدار 45.2% بين النموذج M5 والنموذج M10 عند الطابق السادس.

8-8-6 عدد المفاصل اللدنة: يبين الشكل (6-10) عدد المفاصل اللدنة المتشكلة عند آخر خطوة من خطوات الدفع لجميع النماذج المدروسة.



الشكل (6-10) عدد المفاصل اللدنة المتشكلة للنماذج من M5 إلى M10

ونلاحظ أن عدد المفاصل اللدنة يتناقص تدريجياً في النماذج المدروسة.

الفصل السابع

النتائج والتوصيات

1-7 النتائج:

1. تُعدّ طريقة التحليل الستاتيكيّ اللاخطيّ أو الدّفع المُتتالي (**Pushover**) من الطرق السريعة والعملية في تحديد أداء الجملة وتوقع أماكن تشكل المفاصل اللدنة ومستوى تلدها، فهي لا تتطلب وقتاً كثيراً مثل طريقة التحليل الديناميكيّ اللاخطيّ (التكامل المباشر).
2. من الممكن إيقاف جدران القص بحيث تصل إلى 70% من كامل ارتفاع البناء حيث تبقى الازاحات والانتقالات الجانبية ضمن الحدود المسموحة و يكون له تأثير هامشي على قيم القص القاعدي ومخطط الدفع المتتالي، مما ينعكس إيجابياً في تخفيض كلفة البناء وتطوير أدائه الزلزالي.
3. في جميع النماذج المدروسة كانت قيمة الانتقال في الطابق الأخير تتناقص أولاً ثم تعود لارتفاع تدريجياً وذلك مع زيادة مستوى الإيقاف، وهذا يدل على الفعل العكسي الذي يطبقه الجدار على الإطارات في الطوابق العليا، فقد كانت أقل قيمة للانتقال في الطابق الأخير في نماذج البناء بارتفاع 20 طابقاً عندما تصل جدران القص إلى 85% من كامل ارتفاع المبنى ، أما في نماذج البناء بارتفاع 15 طابقاً فقد كانت قيم الانتقال في الطابق الأخير ثابتة عندما تصل جدران القص من 70% إلى 88% من كامل ارتفاع المبنى، وفي نماذج البناء بارتفاع 10 طوابق كانت قيم الانتقال في الطابق الأخير ثابتة عندما تصل جدران القص من 70% إلى 80% من كامل ارتفاع المبنى.
4. في جميع النماذج المدروسة ظهر لدينا وجود قفزة في مخطط الإزاحة الطابقية النسبية عند مستوى الإيقاف، أما قيم الانتقالات الأفقية فلم تظهر فروقات كبيرة حيث كانت تزداد الانتقالات الأفقية في مستوي الإيقاف بمقدار 7.7% للبناء بارتفاع 20 طابقاً و 7.5% للبناء بارتفاع 15 طابقاً و 8% للبناء بارتفاع 10 طوابق، أما قوة القص القاعدي فكانت تتناقص تدريجياً في النماذج كلما زدنا مستوي الإيقاف فقد كانت تتناقص بمقدار 2.1% للبناء بارتفاع 20 طابقاً و 2.3% للبناء بارتفاع 15 طابقاً و 6% للبناء بارتفاع 10 طوابق وذلك عندما تصل جدران القص إلى نصف الارتفاع الكلي للمبنى.
5. في جميع النماذج المدروسة وعند مقارنة العزم في أحد الأعمدة الركنية نلاحظ أنه لا يوجد اختلافاً كبيراً في قيمة العزم للعمود في الطوابق السفلية بينما في الطابق العلوي نلاحظ أن العزم ينقص قليلاً في النماذج التي يتم إيقاف الجدران بها وهذا يدل على الفعل العكسي الذي يطبقه

الجدار على الإطارات في الطابق العلوي، أما في مستوى الإيقاف فنلاحظ زيادة في قيمة العزم بمقدار 49.35% للبناء بارتفاع 20 طابقاً و 39.35% للبناء بارتفاع 15 طابقاً و 31.8% للبناء بارتفاع 10 طوابق. علماً أنه تم التحقق من أن مقطع العمود قادر على تحمل هذه الزيادة ولا داعي لإعادة تصميم المقاطع من جديد.

6. نلاحظ أن جميع النماذج لم تظهر فرقاً كبيراً بالمقارنة مع النماذج التي تصل فيها جدران القص إلى كامل ارتفاع المبنى ويعود السبب في ذلك إلى أننا استبدلنا الجدران بإطارات صلابتها كبيرة نسبياً فلم نحدث فرقاً كبيراً في الصلابة، وأننا لم نصل في الإيقاف إلى المستوى الذي ينعدم عنده العزم في الجدار (نقطة انقلاب العزم)، فالبناء بارتفاع 20 طابقاً كانت نقطة انعدام العزم فيه بين الطابقين السابع والثامن، والبناء بارتفاع 15 طابقاً كانت نقطة انعدام العزم فيه بين الطابقين السادس والسابع، والبناء بارتفاع 10 طوابق كانت نقطة انعدام العزم فيه بين الطابقين الرابع والخامس.

2-7 التوصيات:

- 1- ننصح بإجراء تحليل ديناميكي لدراسة سلوك الجمل المختلطة ذات جدران القص غير المستمرة.
- 2- ننصح بدراسة نماذج أبنية مختلفة بحيث يكون فيها توزيع وعدد جدران القص مختلفاً عن هذه الدراسة وأثر ذلك على سلوك الأبنية ومستوى الإيقاف.
- 3- ننصح بإجراء دراسات معمقة حول تأثير الإيقاف المتدرج لجدران القص على النتائج، بحيث لا يتم إيقاف جميع الجدران دفعة واحدة بل جزء منها ومدى تأثير ذلك على النتائج.
- 4- ننصح بإجراء دراسات معمقة حول تأثير أشكال نماذج قوى الدفع المستخدمة في التحليل على النتائج.

المراجع

- [1] Nollet, Marie-Jose, and Bryan Stafford Smith. "Behavior of curtailed wall-frame structures." *Journal of Structural Engineering* 119.10 (1993): 2835-2854.
- [2] ATIK, Malik, M. Mulham BADAWI, and Isam SHAHROUR. "The Optimum Level for Wall Curtailment in Wall-Frame Structures to Resist Lateral Loads." *J. Struct. Eng* (2011): 1-7.
- [3] Bhatt, Govardhan, Abhyuday Titiksh, and Palash Rajepandhare. "Effect of Curtailment of Shear Walls for Medium Rise Structures." 2nd International Conference on Sustainable Computing Techniques in Engineering, Science and Management (SCESM-2017)-27-28 January 2017. 2017.
- [4] Bhatt, B. D., G. Vimalanandan, and S. Senthilselvan. "Analytical Study on Effect of Curtailed Shear Wall On Seismic Performance of High Rise Building." *International Journal of Civil Engineering and Technology* 8.2 (2017).
- [5] Juveria Fatima, Dr. Mohd Humraz, Kiranmayeevuyyuru. " Seismic Performance Evaluation of RCC Structures with Optimum Curtailment in Shear Walls." *International Journal of Science, Engineering and Technology*. (2017).
- [6] U. L. Salve and R. S. Londhe. " Effect of Curtailed Shear Wall on Storey Drift of High Rise Buildings Subjected To Seismic Loads." *Journal of Mechanical and Civil Engineering* (Jul- Aug. 2014), PP 45-49.
- [7] ATC-40, 1996, Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, Applied Technology Council, Redwood City, California, Volume 1-2.
- [8] FEMA 440, 2005 Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures, Federal Emergency Management Agency Washington, D.C. p 5-1 – 6-10.
- [9] FEMA 356, 2000 Prestandard and Commentary for the Rehabilitation of Buildings, Federal Emergency Management Agency.
- [10] ASCE 41-13, 2013 Publication Anticipated Seismic Evaluation and Upgrade of Existing Buildings, American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia.
- [11] UBC 97 - Uniform Building Code 1997 , International Conference of Building Officials, California FL.
- [12] CSI Analysis Reference Manual For SAP2000®, ETABS®, SAFE® and CSi Bridge®. Berkeley, California, USA.

[13] Govalkar, Vikas, P. J. Salunke, and N. G. Gore. "Effect of Curtailment of Shear Wall in Bare Frame and Infilled Frame." *Int. J. Emerg. Sci. Eng* 2.9 (2014): 35-42.

[14] Choudhary, Nitin, and Mahendra Wadia. "Pushover analysis of RC frame building with shear wall." *Journal of Mechanical and Civil Engineering* 11.2 (2014): 09-13.

[15] Miao, Zhiwei, et al. "Evaluation of modal and traditional pushover analyses in frame-shear-wall structures." *Advances in Structural Engineering* 14.5 (2011): 815-836.

[16] Goel, Rakesh K., and Anil K. Chopra. "Evaluation of modal and FEMA pushover analyses: SAC buildings." *Earthquake spectra* 20.1 (2004): 225-254.

[17] Fuentes F.S., Sakai Y., Kabeyasawa T., (2001) 'Nonlinear Static Analysis Considering Effects of Higher Mode', The Eighth East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction, Paper No. 1472, 5-7 December, Nanyang Technological University, Singapore.

[18] Lew, H. S., and Sashi K. Kunnath. "Evaluation of nonlinear static procedures for seismic design of buildings." 33rd joint meeting of the UJNR panel on wind and seismic effects. 2001.

[19] Bracci, Joseph M., Sashi K. Kunnath, and Andrei M. Reinhorn. "Seismic performance and retrofit evaluation of reinforced concrete structures." *Journal of Structural Engineering* 123.1 (1997): 3-10.

[20] Nolle, M. "Behaviour of wall-frame structures: A study of the interactive behaviour of continuous and discontinuous wall-frame structures." (1993): 1518-1518.

[21] الكود العربي السوري لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة، الطبعة الرابعة، نقابة المهندسين، سورية دمشق (2012).

[22] الكود العربي السوري لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة، الملحق الثاني (تصميم وتحقيق المباني والمنشآت لمقاومة الزلازل)، نقابة المهندسين، سورية دمشق (2012).

[23] الطرشة إحسان و فطوم شادي، "استخدام التحليل الزلزالي الستاتيكي اللاخطي في الجمل الثنائية (جدران قص + اطارات)"، (مجلة جامعة البعث)، مجلد 38 عام (2016).