## ثانياً: دراسة الجدران القصية:

### بدء التصميم

التصميم يشمل إظهار كافة قيم التسليح لكافة المقاطع (تسليح طولي وتسليح عرضي) وفق الكود الذي تم تحديده في مراحل سابقة، والعناصر التي لا تحقق شروط الكود من ناحية الانعطاف أو القص فيتم تلوين العنصر بالون الأحمر كدلالة على ذلك.

نفك التحليل ونعيد تكبير هذه المقاطع بشكل تدريجي حتى تحقق شرود الكود.

بعد أن يتم تصميم كافة العناصر على الطريقة الستاتيكية الثانية ندخل تراكيب الطريقة الديناميكية ونصمم فنجد عدم تحقق بعض العناصر وهذا منطقي لأن الطريقة الديناميكية تأخذ بالاعتبار عزوم العطالات للعناصر الإنشائية المقاومة.

### ***تصميم الجدران القصية***

***تعريف جدار القص :***

إذا تعرض الجدار لأحمال أفقية موازية لعمق القطاع العرضي للجدار بحيث كانت هذه الأحمال أساسية في تصميم الجدار، سمي هذا الجدار جدار قص. يمكن أن يتعرض جدار القص أيضا لأحمال أفقية بسيطة موازية لسمك القطاع العرضي للجدار.

***الاشتراطات البعدية لجدران القص :***

- ✓ لا يقل سمك الجدران القصية في المباني عن 150 ملم.
- ✓ إذا كان البناء من طابقين فقط فيمكن الاكتفاء بالسمك 150 ملم على كامل الارتفاع للبناء.
- ✓ إذا كان البناء مؤلفاً من عدة أدوار فيكون السمك الأدنى للجدران المسلحة الحاملة كما يلي:

150 ملم لأعلى 5 أمتار من الارتفاع.

50 ملم تزاد لكل 15 متراً من الارتفاع التالية للخمسة أمتار السابقة أو جزء منها باتجاه الأسفل ويمكن الاستغناء عن تحقيق هذا الشرط في جدران النواة الصندوقية.

- ✓ لا يقل سمك الجدران الحاملة من الخرسانة المسلحة عن 25/1 من الطول الفعال للتحنيب المعرف بالبند 7-4-3 من الكود العربي السوري وهو الطول الفعال لتحنيب الجدران الحاملة:
- ✓ يؤخذ الطول الفعال للتحنيب في الجدران الحاملة القيمة الصغرى من القيمتين التاليتين وذلك بالنسبة للجدران المقواة ضد الانزياح الجانبي:

المسافة الشاقولية بين طابقين متتاليين.

المسافة الأفقية بين عنصرين شاقوليين ساندين للجدار الحامل.

- ✓ أما بالنسبة للجدران غير المقواة ضد الانزياح الجانبي، فتضرب المسافة الشاقولية بين دورين (المذكورة أعلاه) بالمعامل a لتشكل طول التحنيب وذلك كما في حالة الأعمدة تماماً.

- ✓ لا يقل السمك الأدنى للجدران الحاملة المستعملة في الأقبية (جدران خارجية)، وجدران الأساسات، و جدران مقاومة الحريق عن 250 ملم.
- ✓ لا يقل السمك الأدنى للجدران الحاملة بشكل ألواح خرسانية سابقة الصب عن 100 مم، كما لا يقل عن 30/1 من المسافة الدنيا بين العناصر الحاملة (التي هي عملياً طول التحنيب).
- ✓ يفضل ألا يقل عمق القطاع العرضي الأفقي لجدار القص بدون أو مع فتحات بشكل كابولي عن 12/1 الارتفاع الكلي للجدار إلا إذا تحققت السهم.

إذا سمح التصميم المعماري يمكن تدعيم نهايات جدران القص التي ستتعرض لإجهادات مركزة كبيرة بأجنحة عرضانية من الخرسانة المسلحة طبقاً للمتطلبات الحسابية الإنشائية وبما يتلاءم مع التصميم المعماري.

**مساحات التسليح الدنيا والقصوى لجدران القص :**

في جدران القص المعرضة لإجهادات ضاغطة على كامل القطاع العرضي تطبق مساحات التسليح الدنيا والقصوى للجدران الحاملة الواردة في البند 7-4-5 من الكود العربي السوري وهي:

لا تقل مساحة التسليح الدنيا في الجدران الحاملة، في كل من الاتجاهين الأفقي والشاقولي، عن $0.0025\ A'_c$ للتسليح العادي، و عن $0.002\ A'_c$ للتسليح عالي المقاومة ولتسليح الشبكات، وذلك عندما لا تزيد القوة الحدية المعرض لها الجدار عن نصف القوة العظمى Nu المحسوبة

طبقاً للعلاقة رقم (9-1). $N_u = 0.8\Omega(0.85f'_c + f_y A'_s)$

أو عندما تصل القوة الاستثمارية المطبقة إلى القوة السابقة مقسومة على$(2 * 1.6)$

تزاد مساحة التسليح الدنيا الشاقولية فقط بشكل خطي إلى $0.006\ A'_c$، و ذلك عندما تصل القوة الحدية القصوى المعرض لها الجدار إلى قيمة القوة العظمى Nu المحسوبة طبقاً للعلاقة رقم (9-1)، أو عندما تصل القوة الاستثمارية المطبقة إلى القوة السابقة مقسومة على 1.6.

لا تزيد مساحة التسليح الشاقولي القصوى عن $0.025\ A'_c$، وذلك عند حساب الجدار الحامل بصفة عمود و أخذ مساهمة التسليح الشاقولي في مقاومة الأحمال طبقاً للعلاقة رقم (9-1).

**ترتيبات التسليح في جدران القص :**

تطبق في جدران القص نفس ترتيبات التسليح الواردة في البند 7-4-6 للجدران المسلحة الحاملة وهي على النحو التالي:

يرتب تسليح الجدران الحاملة الخارجية التي لا يقل سمكها عن 200 ملم (عدا جدران الأقبية) على شبكتين مع سطحي الجدار يرتب تسليح الجدران. الشبكة الأولى ولا تقل كميتها عن نصف كمية التسليح الكلية ولا تزيد عن 3/2 كمية التسليح الكلية، وتوضع مسافة لا تقل عن 20 ملم من السطح الخارجي للجدار.

يرتب تسليح الجدران الحاملة الداخلية التي لا يقل سمكها عن 200 ملم على شبكتين مع سطحي الجدار تكون كمية التسليح في كل شبكة مساوية لـ ½ كمية التسليح الكلية، وتوضع مسافة لا تقل عن 20 ملم من سطح الجدار.

لا يقل القطر الأدنى لأسياخ التسليح المستخدمة عن 10 ملم للتسليح الشاقولي وعن 6 ملم للتسليح الأفقي، أما في حال استعمال الشبكات الملحومة فيمكن استعمال شبكات بأقطار تقل عما ذكر في هذه الفقرة، وفي هذه الحالة تستعمل شناكل أفقية لربط الشبكتين لمنع تحنيب القضبان الشاقولية كما في حالة الأعمدة.

لا يزيد تباعد قضبان التسليح الشاقولي عن ضعف سمك الجدار ولا عن 300 ملم، ولا يزيد تباعد القضبان الأفقية عن300 ملم، أو عن 15 مرة أصغر قطر للتسليح الشاقولي إذا اعتمد هذا التسليح مساهماً في مقاومة القطاع للأحمال الضاغطة.

يجب ربط الجدران الخرسانية المسلحة مع الأسقف أو الأعمدة أو الدعامات أو الجدران المتقاطعة بواسطة تسليح لا تقل كميته عن قضيب بقطر 10 ملم كل مسافة 300 ملم لكل شبكة تسليح. ويعد تسليح البلاطة العلوي الموثوق في الجدار جزءاً من هذا التسليح.

إضافة لما سبق ونظراً لأن جدران القص ستقاوم قوى أفقية بالاتجاه الأفقي الطويل للجدار فإنها ستتعرض لتركيز اجهادات في نهايتي مقطعها الأفقي.

من أجل معالجة هذا الأمر ينصح بوضع تسليح إضافي في كل نهاية يتم ربطه بأساور عرضية كما في حالة الأعمدة (أي عمود مخفي)، يوضع هذا التسليح الإضافي بمنطقة ذات طول يساوي ضعف سمك الجدار على الأقل وتكون نسبة التسليح في هذه المنطقة من 1% إلى 2.5% من مساحة العمود المخفي أما إذا اتضح بالحسابات أن الاجهادات المركزة في النهايات ستكون كبيرة فتوضع أعمدة مخفية بالأبعاد والتسليح المناسبين طبقاً للحسابات على ألا يزيد طول العمود المخفي على 5/1 من طول الجدار من كل طرف وفي هذه الحالة يلحظ تخفيض عمق الجدار الفعال في تصميم المقاطع لحالتي العزم والقص.

يمكن الاستغناء عن وضع الأعمدة المخفية في نهايات جدران القص المذكورة في الفقرة –ب- أعلاه إذا ثبت بالتحليل الإنشائي أن الاجهادات التي سيتعرض لها الجدار في النهايات ستكون صغيرة (مثلا إذا لم تتعدى القوى التي سيتعرض لها الجدار مقدار 2/1 طاقة تحمل الجدار لهذه القوى).

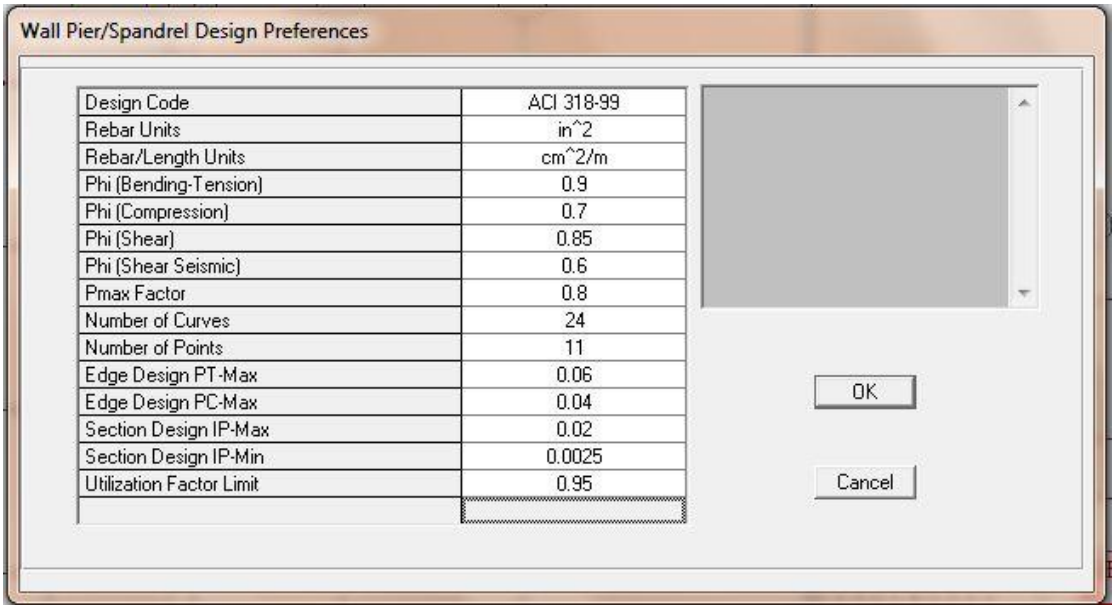
***تصميم الجدران القصية***

سوف نعتمد لدراسة الجدران القصية على أساس توزيع التسليح بشكل منتظم.

مع اضافة أعمدة مخفية عند النهايات بحيث لا تقل عن ضعف السماكة ولا تزيد عن 20% من طول الجدار وبنسبة تسليح تتراوح بين 1% الى 2.5%.

**تخصيص كود تصميم الجدران :**

$$Options \rightarrow Preferences \rightarrow Shear\ Wall\ Design$$




نغير ضمن صفحة الكود الموضحة قيم النسبة الأعظمية و الأصغرية للتسليح بما يتوافق مع الكود العربي السوري.

نخصص للجدران طريقة التصميم المعتبرة حيث نقوم بتحديد الجدران أولاً ثم نقوم بتخصيص الجدران على التصميم بطريقة توزيع التسليح بشكل منتظم

Design → Shear Wall Design → Assign Pier Sections for checking
→ Uniform Reinforcing Pier Section

ثم نقوم بالتصميم ...

بالنسبة لعرض النتائج يكفي النقر على الجدار المطلوب معرفة تسليحه بزر الماوس الأيمن .

فتظهر النتائج كما يلي:

Design → Shear Wall Design → *Interactive Wall Design*

Uniform Reinforcing Pier Section - Check (ACI 318-99)

Story ID: STORY2 Pier ID: P4 X Loc: 11.575 Y Loc: 10.425 Units: Ton-m

**Flexural Check for P-M2-M3 (RLLF = 0.795)**

| Station Location | D/C Ratio | Flexural Combo | Pu | M2u | M3u |
|---|---|---|---|---|---|
| Top | 0.345 | U32QY1N | -520.219 | 1.370 | -34.395 |
| Bottom | 0.513 | U32QY2N | -700.223 | -11.144 | -19.736 |

**Shear Design**

| Station Location | Rebar cm^2/m | Shear Combo | Pu | Mu | Vu | Capacity phi Vc | Capacity phi Vn |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Top Leg 1 | 16.052 | U32QX1N | 11.912 | -433.159 | -244.624 | 90.526 | 244.624 |
| Bot Leg 1 | 14.446 | U32QX1N | 0.219 | -705.807 | -227.803 | 89.123 | 227.803 |

**Boundary Element Check**

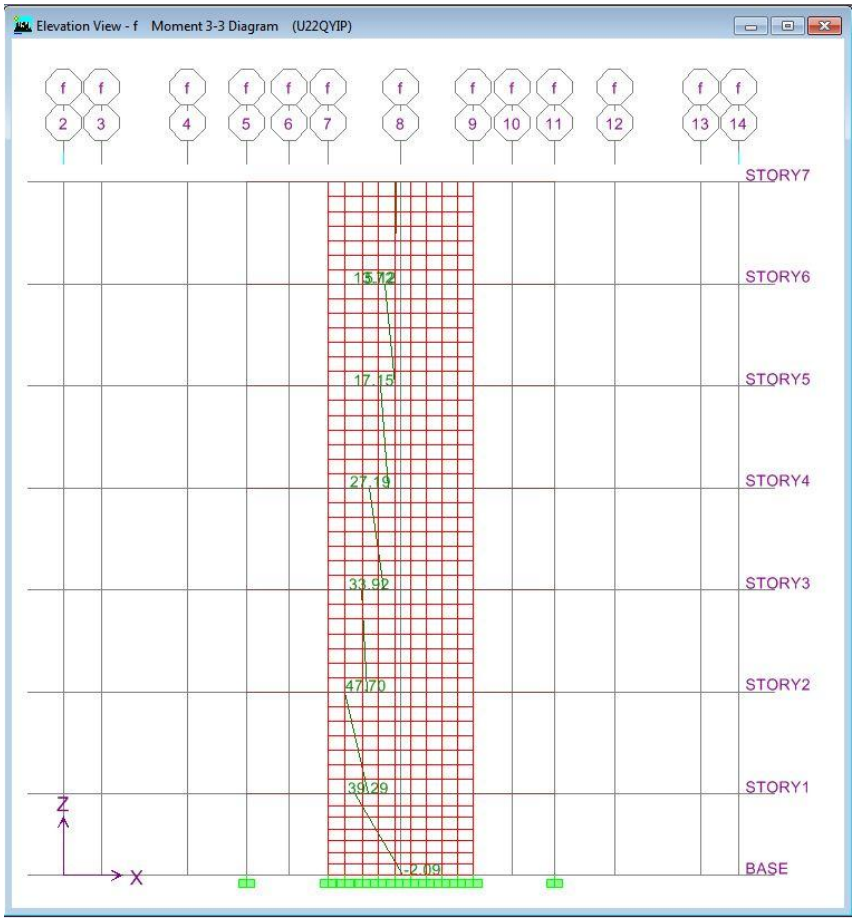
| Station Location | B-Zone Length | B-Zone Combo | Pu | Mu | Vu | Pu/Po |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Top Leg 1 | 1.051 | U21QY2P | 795.401 | 41.284 | -6.190 | 0.2704 |
| Bot Leg 1 | 1.230 | U21QY2P | 1006.335 | 35.285 | 0.878 | 0.3422 |

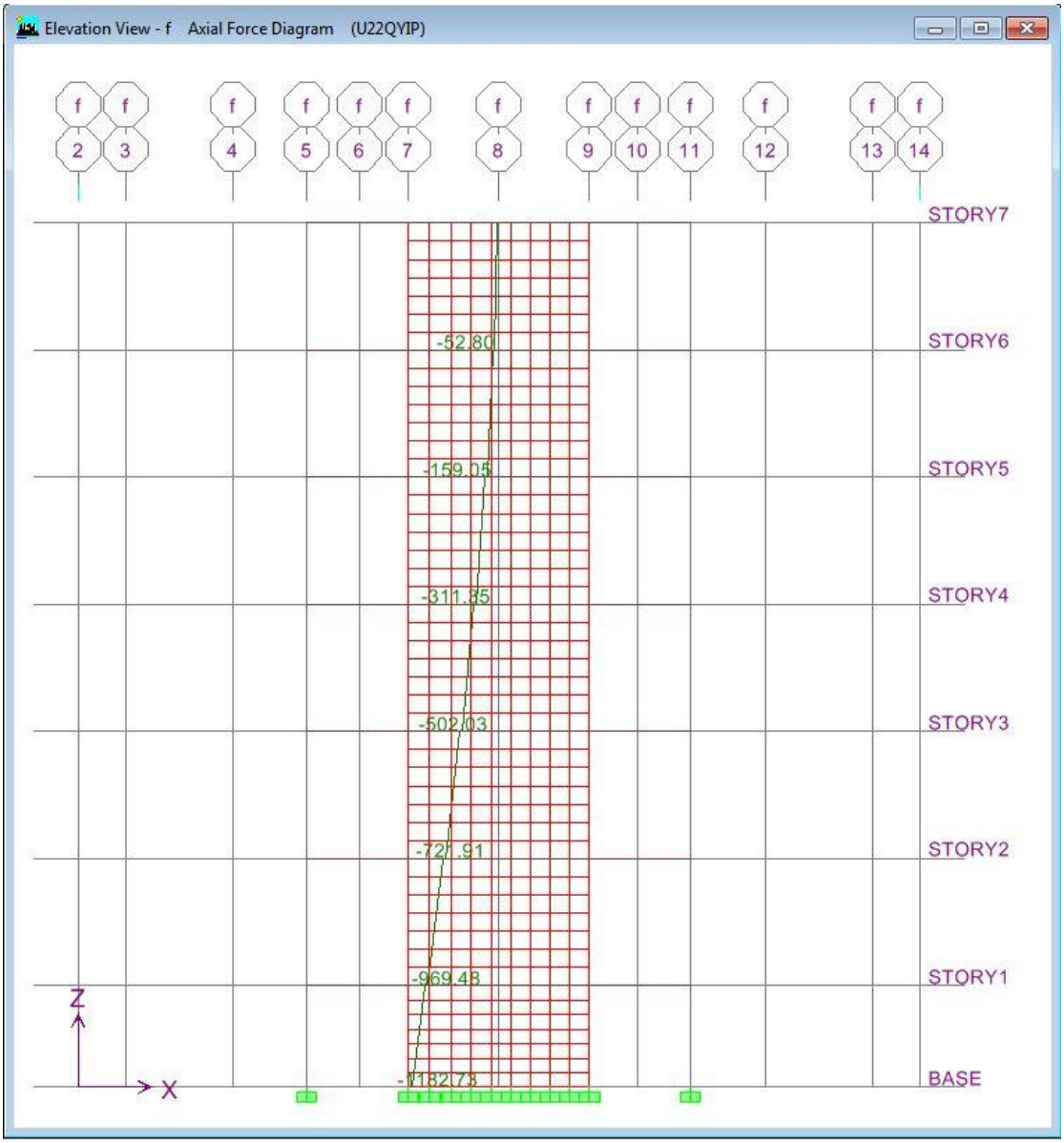
Combos... Overwrites... OK Cancel

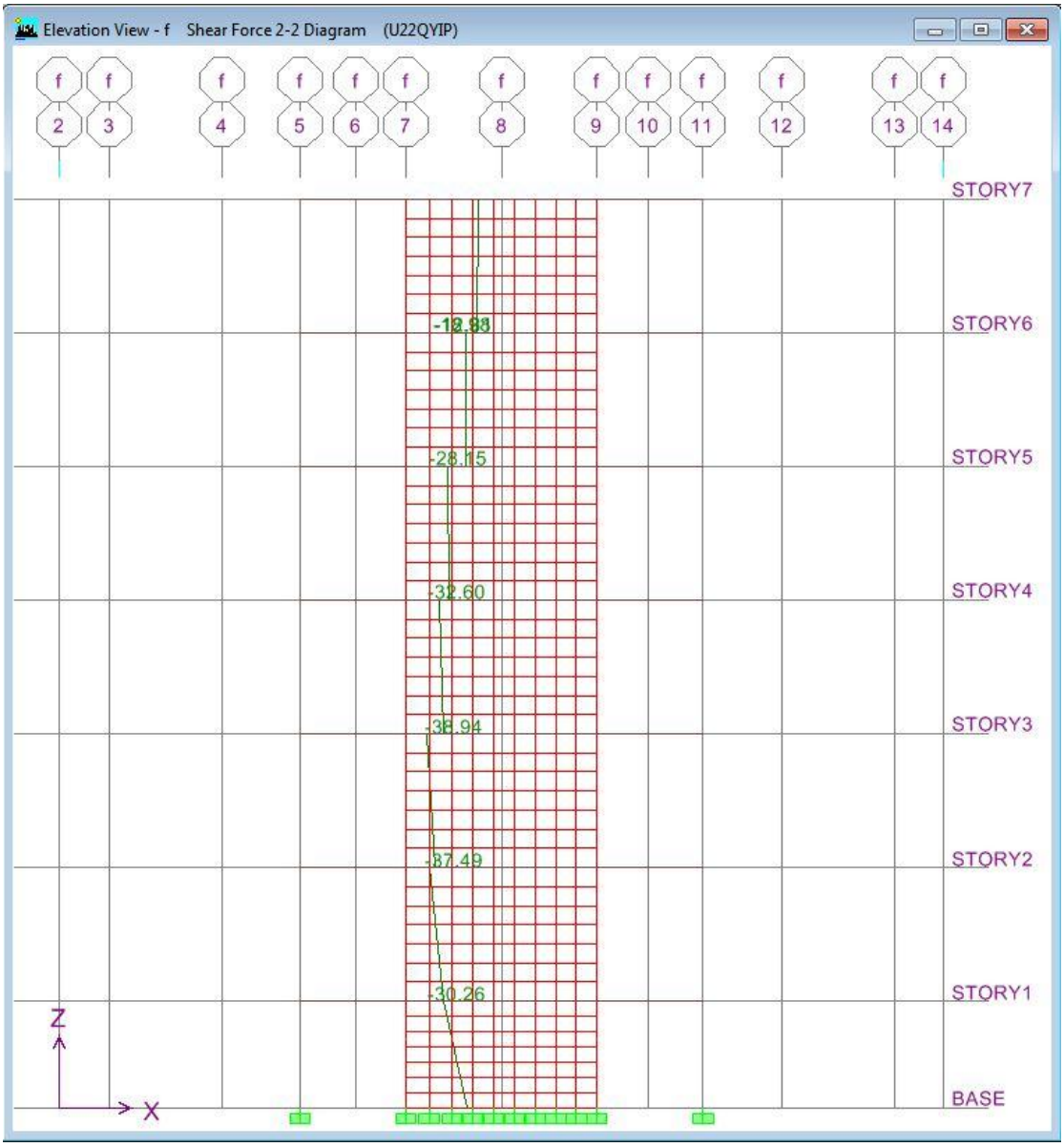
و يتم توزيع التسليح بناءً على النسب المعطية.

و سنورد مخططات العزوم والقوى الناظمية ومخطط القص للجدران المعممة.

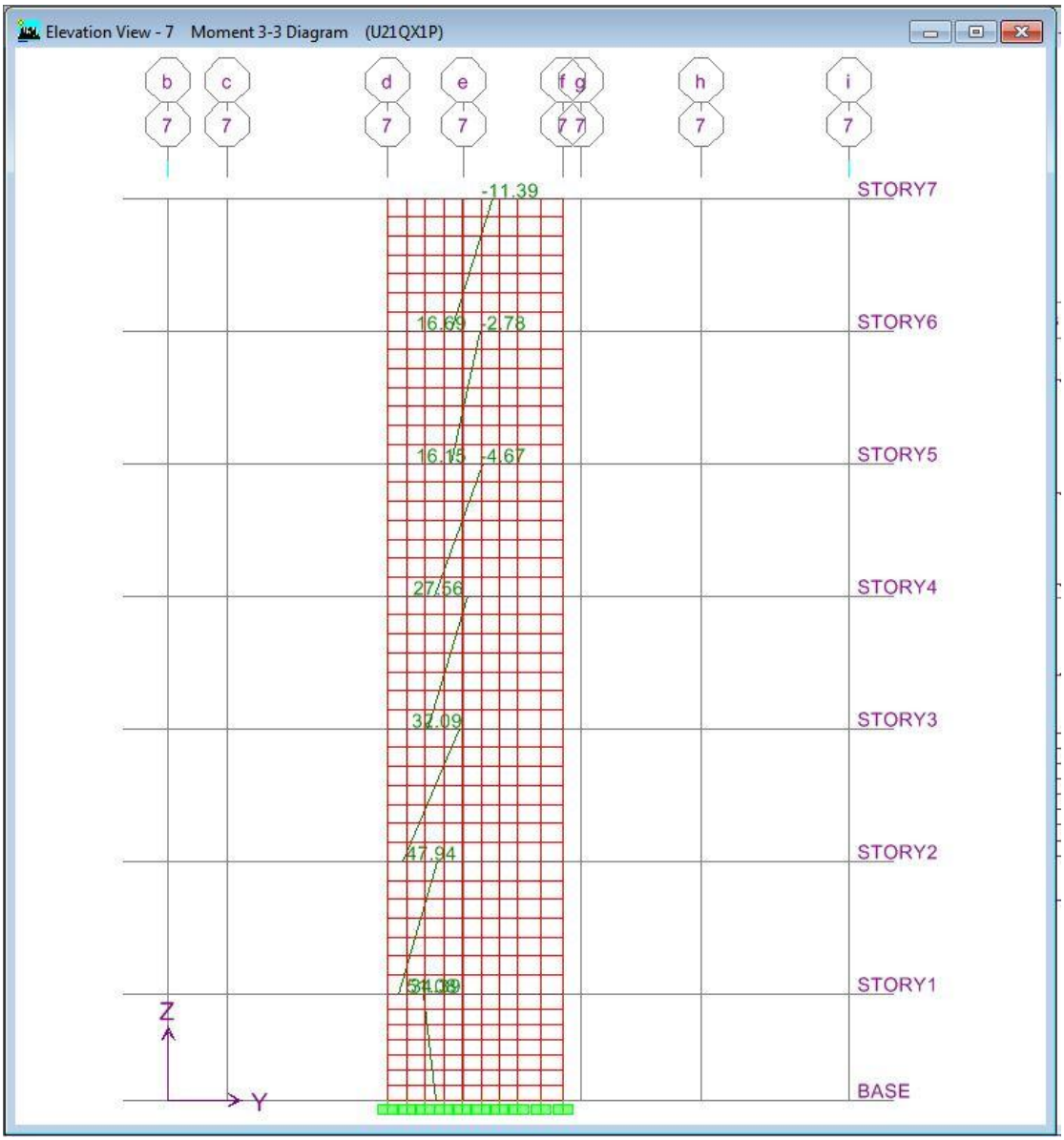
**الجدار P6 و P4 :**

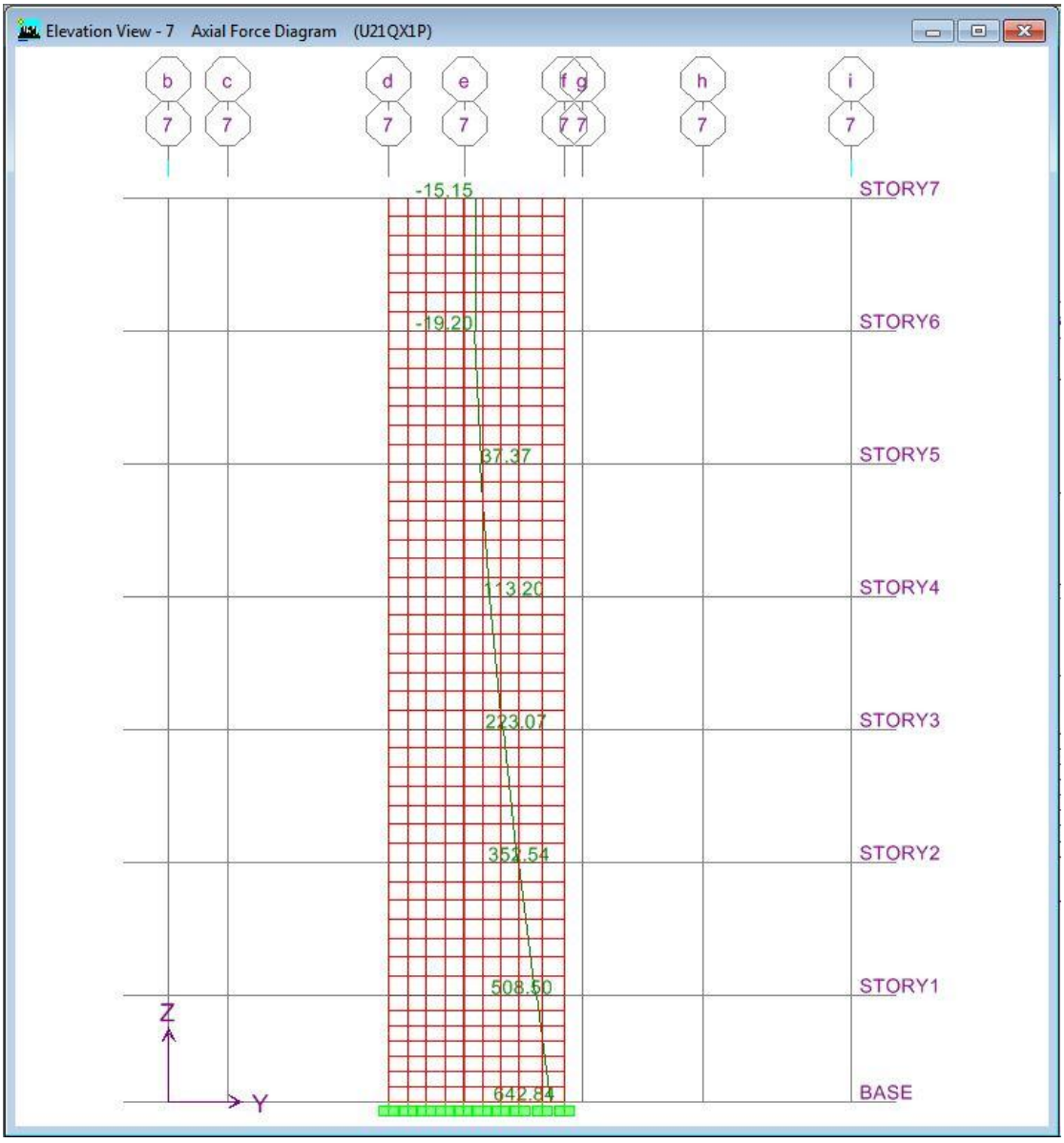


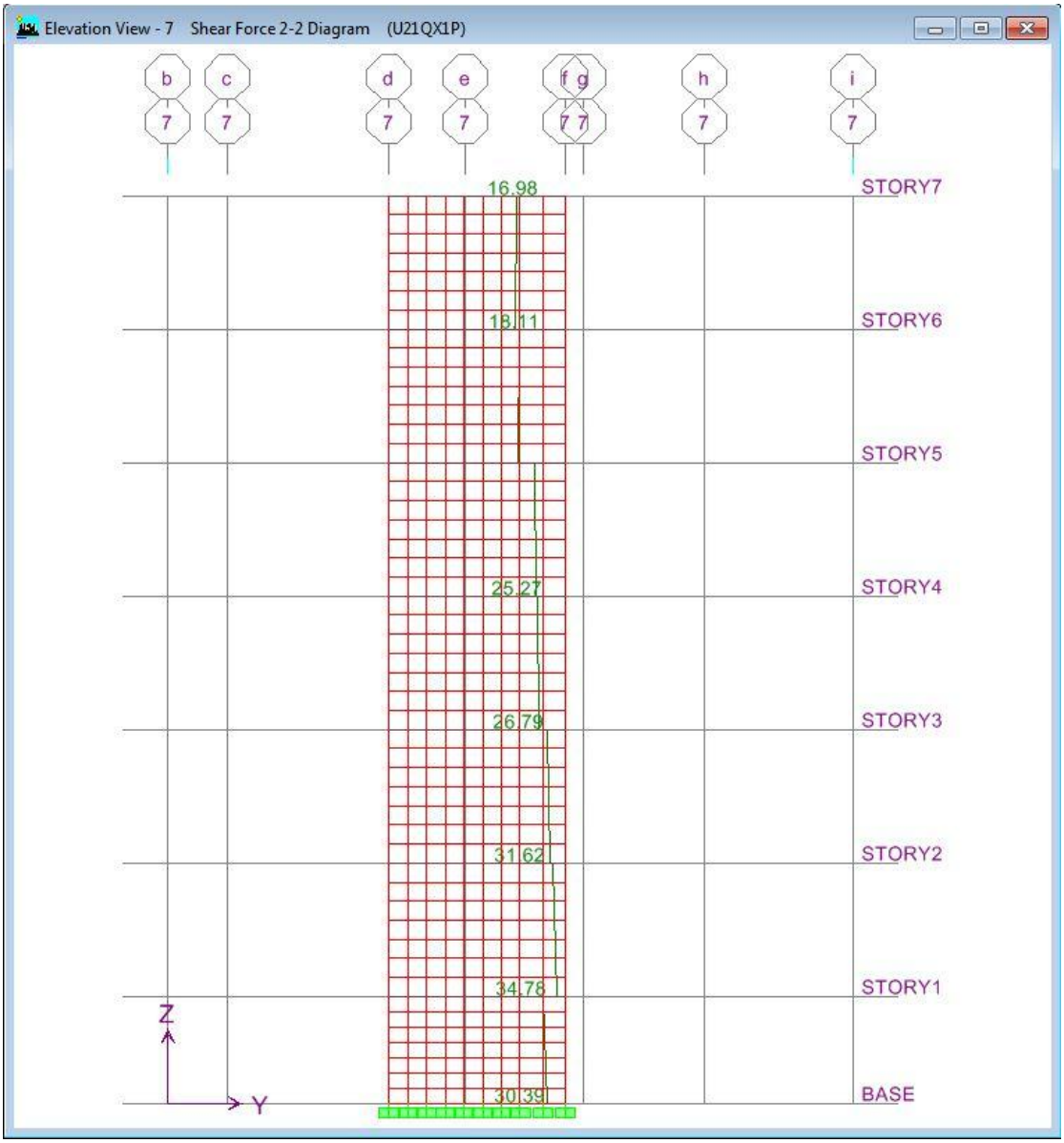

Elevation View - f Axial Force Diagram (U22QYIP)
f 2
f 3
f 4
f 5
f 6
f 7
f 8
f 9
f 10
f 11
f 12
f 13
f 14
STORY7
STORY6
STORY5
STORY4
STORY3
STORY2
STORY1
BASE
-52.80
-159.05
-311.35
-502.03
-727.91
-969.48
-1182.73
Z
X


Elevation View - f Shear Force 2-2 Diagram (U22QYIP)
f
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
STORY7
STORY6
STORY5
STORY4
STORY3
STORY2
STORY1
BASE
-28.15
-32.60
-36.94
-37.49
-30.26
Z
X

**الجدار P1 و P3 :**




Elevation View - 7 Axial Force Diagram (U21QX1P)
b
c
d
e
f g
h
i
7
7
7
7
7 7
7
7
-15.15
-19.20
37.37
113.20
223.07
352.54
508.50
642.84
STORY7
STORY6
STORY5
STORY4
STORY3
STORY2
STORY1
BASE
Z
Y




| Shear Wall | P4 & P6 | | | P1 & P3 | | | W7 & W8 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Story | $t(cm$ | As | Ast | $t(cm$ | As | Ast | $t(cm$ | As | Ast |
| 6 | 20 | $6Ø10/m'$ | $6Ø8/m'$ | 20 | $6Ø10/m'$ | $5Ø8/m'$ | 20 | $6Ø10/m'$ | $5Ø8/m'$ |
| 5 | | $6Ø14/m'$ | $8Ø8/m'$ | | $6Ø12/m'$ | $5Ø8/m'$ | | $6Ø10/m'$ | $5Ø8/m'$ |
| 4 | 25 | $6Ø16/m'$ | $5Ø12/m'$ | 25 | $6Ø16/m'$ | $5Ø10/m'$ | 25 | $6Ø12/m'$ | $6Ø8/m'$ |
| 3 | | $6Ø18/m'$ | $6Ø12/m'$ | | $6Ø18/m'$ | $5Ø12/m'$ | | $6Ø12/m'$ | $6Ø8/m'$ |
| 2 | 30 | $6Ø20/m'$ | $7Ø12/m'$ | 30 | $6Ø20/m'$ | $6Ø12/m'$ | 30 | $6Ø16/m'$ | $5Ø10/m'$ |
| 1 | | $7Ø28/m'$ | $8Ø12/m'$ | | $7Ø25/m'$ | $7Ø12/m'$ | | $6Ø20/m'$ | $5Ø10/m'$ |
| Base | 40 | $7Ø28/m'$ | $6Ø16/m'$ | 40 | $7Ø25/m'$ | $5Ø12/m'$ | 40 | $6Ø25/m'$ | $5Ø12/m'$ |