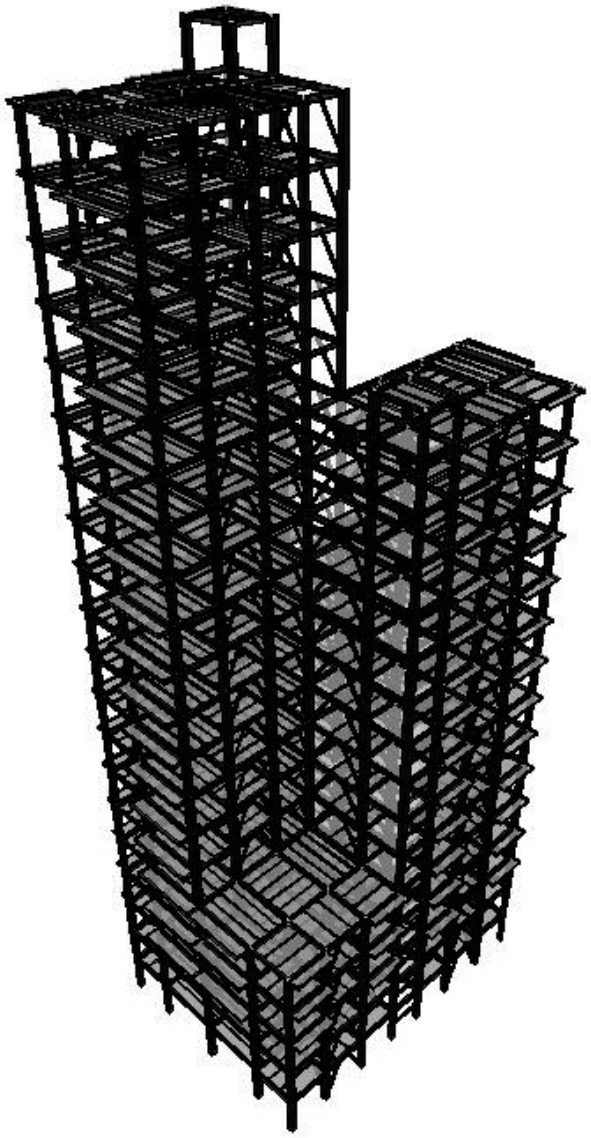
دانشگاه آزاد اسلامی (واحد کرمان)
دانشکده تحصیلات تکمیلی
کارشناسی ارشد عمران- سازه

بررسی نتایج آنالیز یک ساختمان ۲۰ طبقه نامنظم به روش استاتیکی، دینامیکی طیفی و تاریخچه زمانی



استاد راهنما :
پروفسور عیسی سلاجقه

دانشجو :
سبحان رستمی
۸۵۰۰۰۲۱۵۳

زمستان ۸۷

❁ به نام خدا ❁

عنوان صفحه

- **معرفی سازه**
  - پلان های معماری ۲
  - خلاصه جدول میزان بارهای ثقلی وارده به سازه ۶
  - دیتایل بارهای مرده ۷
  - پلان موقعیت و بادبندهای بکار رفته در سازه ۱۱
  - لیست مقاطع ستونهای بکار رفته در سازه ۱۲
  - لیست مقاطع تیرورقهای بکار رفته در سازه ۱۳
  - نمایش پلان های تیرریزی ۱۴
  - نمایش قابهای طولی و عرضی ۱۷
- **تحلیل به روش استاتیکی معادل**
  - محاسبه ضریب زلزله ۲۹
  - نحوه توزیع نیروی زلزله در طبقات با در نظر گرفتن اثر شلاقی ۳۰
  - نتایج آنالیز استاتیکی (جدول و گراف) ۳۱
- **تحلیل به روش دینامیکی طیفی (شبه دینامیکی)**
  - محاسبه ضریب طیف استاندارد آئین نامه برای ساختمان موجود ۳۷
  - بررسی کفایت مد های در نظر گرفته شده در تحلیل ۳۹
  - نتایج آنالیز طیفی – قبل از همپایه سازی برش ها (جدول و گراف) ۴۲
  - تعیین ضرائب همپایه سازی برش ها ۴۳
  - نتایج آنالیز طیفی – پس از همپایه سازی برش ها (جدول و گراف) ۴۴
- **تحلیل به روش دینامیکی تاریخچه زمانی (لحظه به لحظه)**
  - انتخاب شتاب نگاشت ها ۵۱
  - ترسیم شتابنگاشت ها قبل از مقیاس بندی ۵۳
  - ترسیم شتابنگاشت ها پس از مقیاس بندی ۵۴
  - طیف های پاسخ شتابنگاشتها ۵۶
  - ایجاد طیف میانگین ۵۷
  - مقایسه طیف میانگین با ۱.۴ برابر شده طیف استاندارد ۵۸
  - تعیین ضریب اصلاح شتابنگاشت ها ۵۹
  - نتایج آنالیز لحظه به لحظه – قبل از همپایه سازی برش ها (جدول و گراف) ۶۱
  - تعیین ضرائب همپایه سازی برش ها ۶۵
  - نتایج آنالیز لحظه به لحظه – پس از همپایه سازی برش ها (جدول و گراف) ۶۶
- **مقایسه نتایج بدست آمده از تحلیل های استاتیکی، طیفی و تاریخچه زمانی**
  - مقایسه مقادیر برش ایجاد شده در طبقات – قبل از همپایه سازی ۸۰
  - مقایسه مقادیر برش ایجاد شده در طبقات – پس از همپایه سازی ۸۱
  - مقایسه جابجائی حداکثر مرکز جرم طبقات – پس از همپایه سازی ۸۲
  - مقایسه حداکثر جابجائی نسبی طبقات – پس از همپایه سازی ۸۳
  - مقایسه مقادیر لنگر، برش و نیروی محوری در بعضی از اعضای سازه – پس از همپایه سازی ۸۴
  - بررسی نتایج آنالیز ۹۰
- **پیوست**

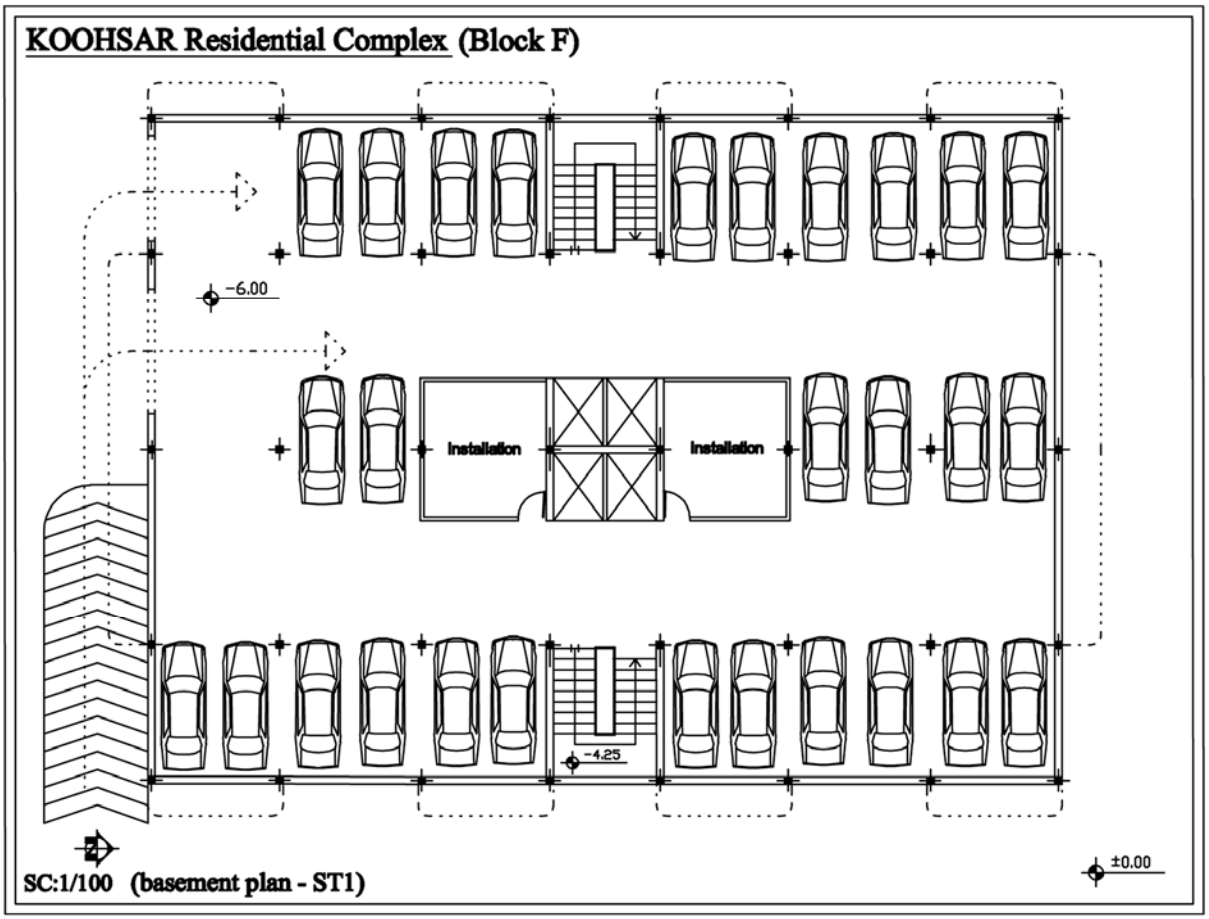
معرفی سازه :

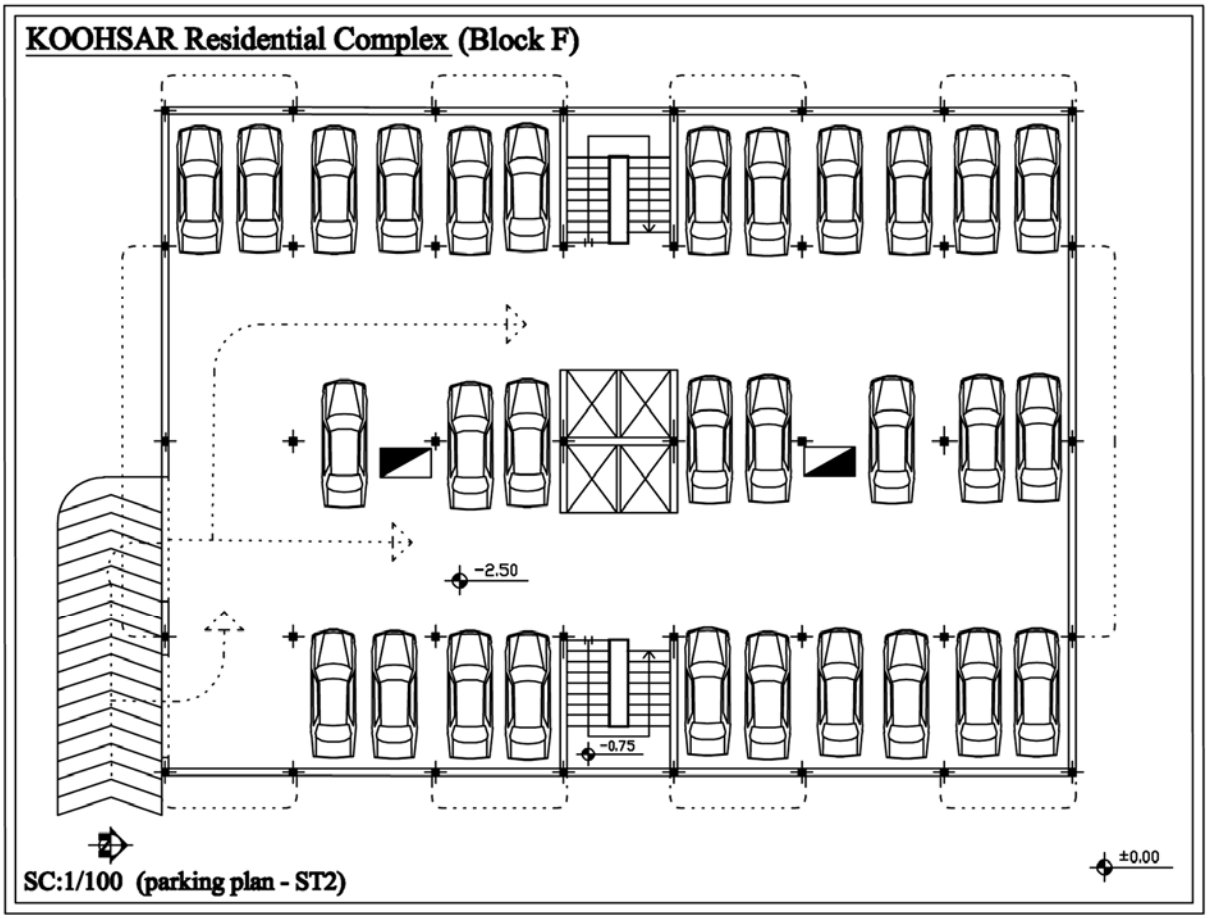
- سازه مورد نظر یک ساختمان مسکونی ۲۰ طبقه می باشد بطوری که شکل کلی پلان آن در طبقات متغییر است. ارتفاع هر طبقه ۳/۵ متر و در نتیجه ارتفاع کل ساختمان ۷۰ متر می باشد. سیستم سازه ای ساختمان مذکور در هر دو جهت اصلی سازه قاب خمشی فولادی ویژه همراه با مهاربند برون محور فولادی انتخاب شده (بنا بر الزام بند ۲-۳-۸-۴ آئین نامه ۲۸۰۰) و سقف آن نیز از نوع سقف مرکب (کامپوزیت) است. محل احداث بنا شهر کرمان می باشد .

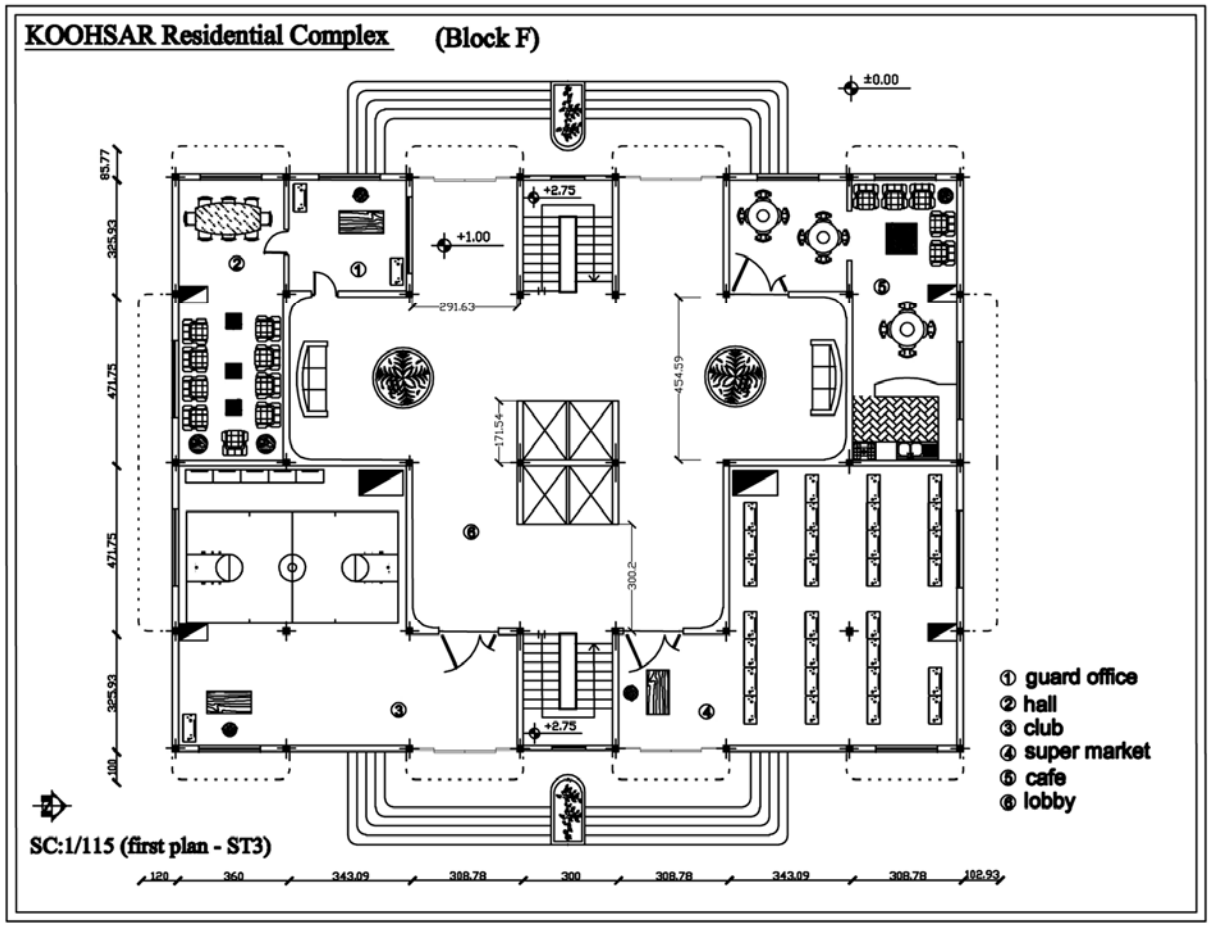
این ساختمان در برابر زلزله طرح (با احتمال وقوع ۱۰ ٪ در ۵۰ سال) به صورت استاتیکی معادل ، دینامیکی طیفی و دینامیکی تاریخچه زمانی با نرم افزار ETABS تحلیل و پس از اصلاح مقادیر بازتابها (همپایه کردن برش های پایه) نتایج بدست آمده از هر سه روش مقایسه خواهد شد .

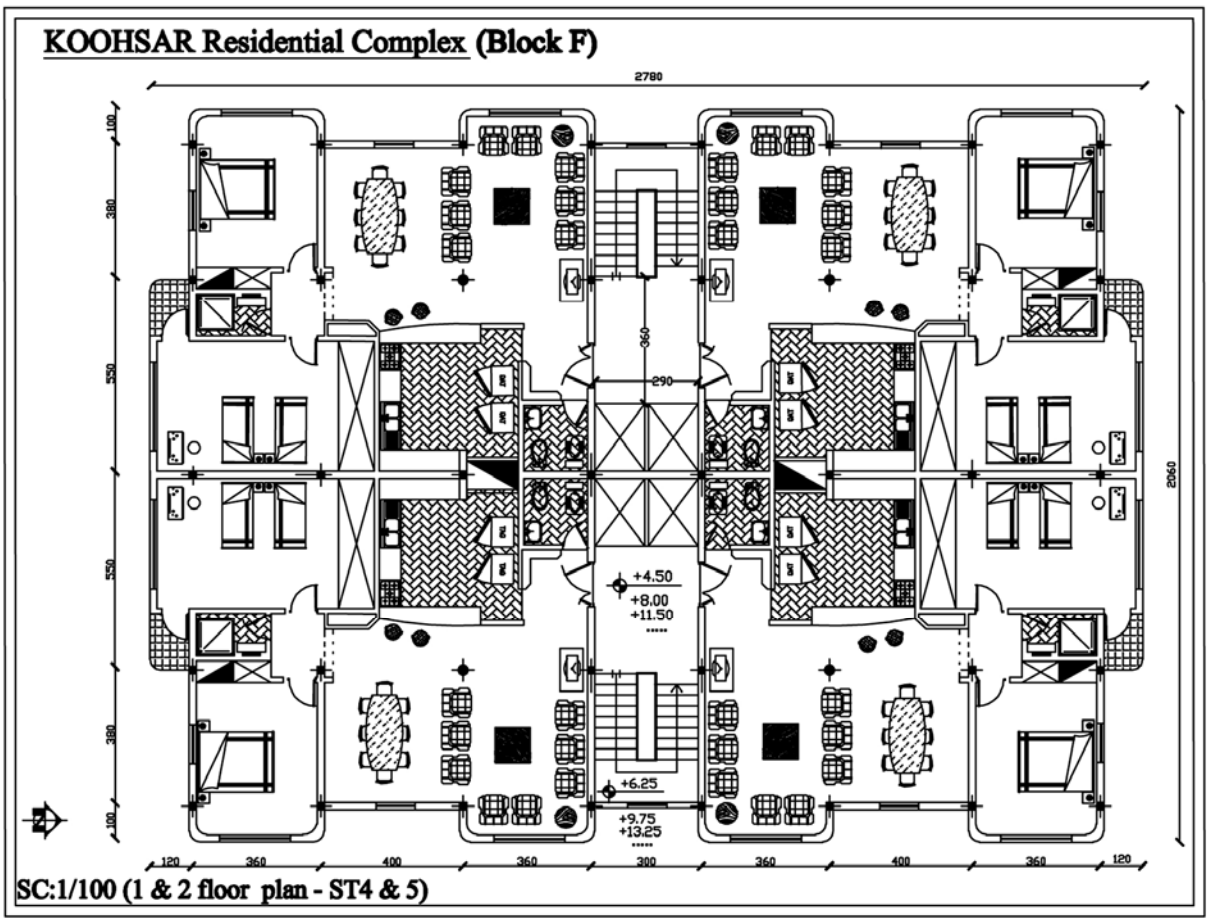
ضمناً ساختمان مورد نظر قبلاً در یک پروسه آنالیز و طراحی استاتیکی و دینامیکی طیفی قرار گرفته بوده و بر طبق ضوابط آئین نامه ۲۸۰۰ و مبحث دهم مقررات ملی ساختمان یک رنج نرمال و مورد قبول برای مقاطع آن اختیار شده است و سپس بر طبق روند گفته شده در این نوشتار به بررسی و استخراج نتایج آنالیز و مقایسه نتایج با هم پرداخته شده است.

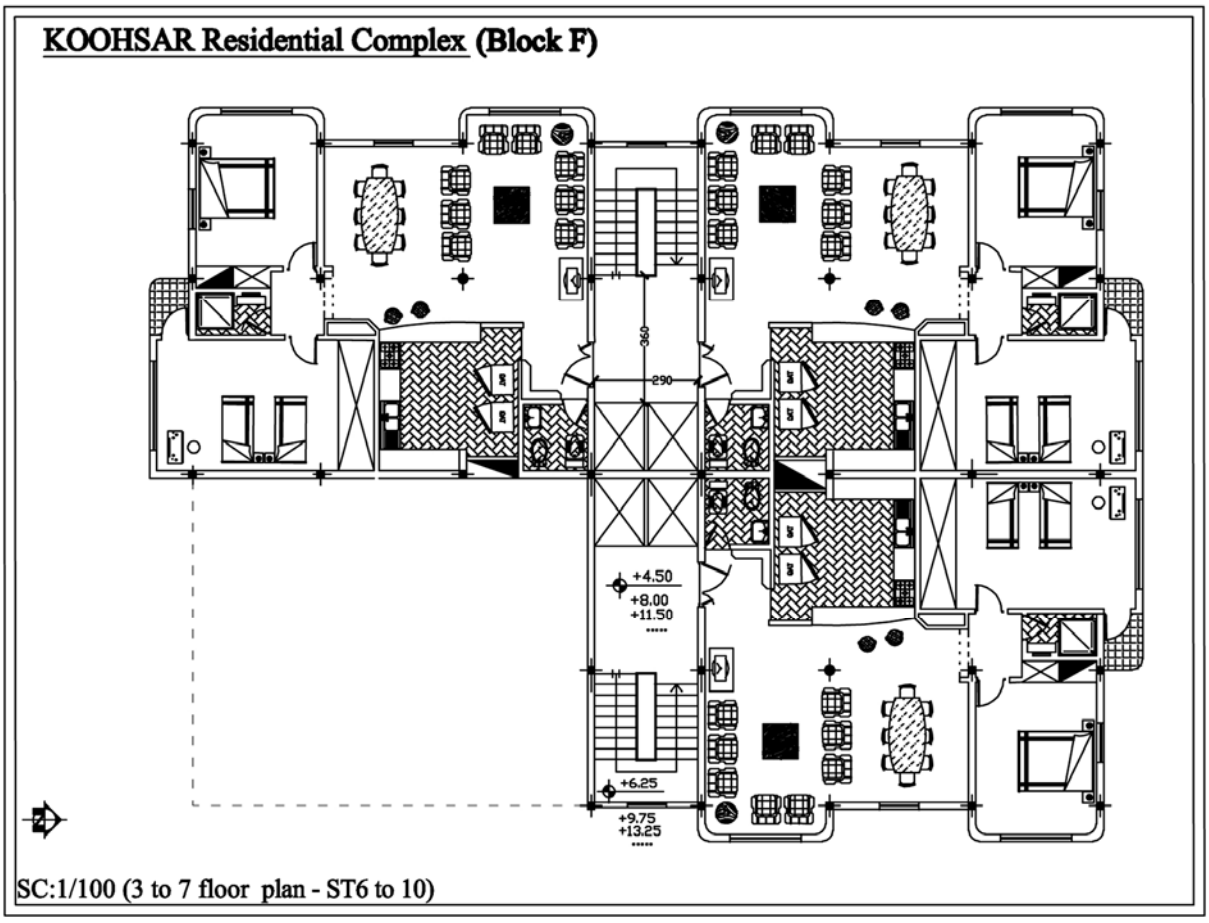
پلان های معماری :



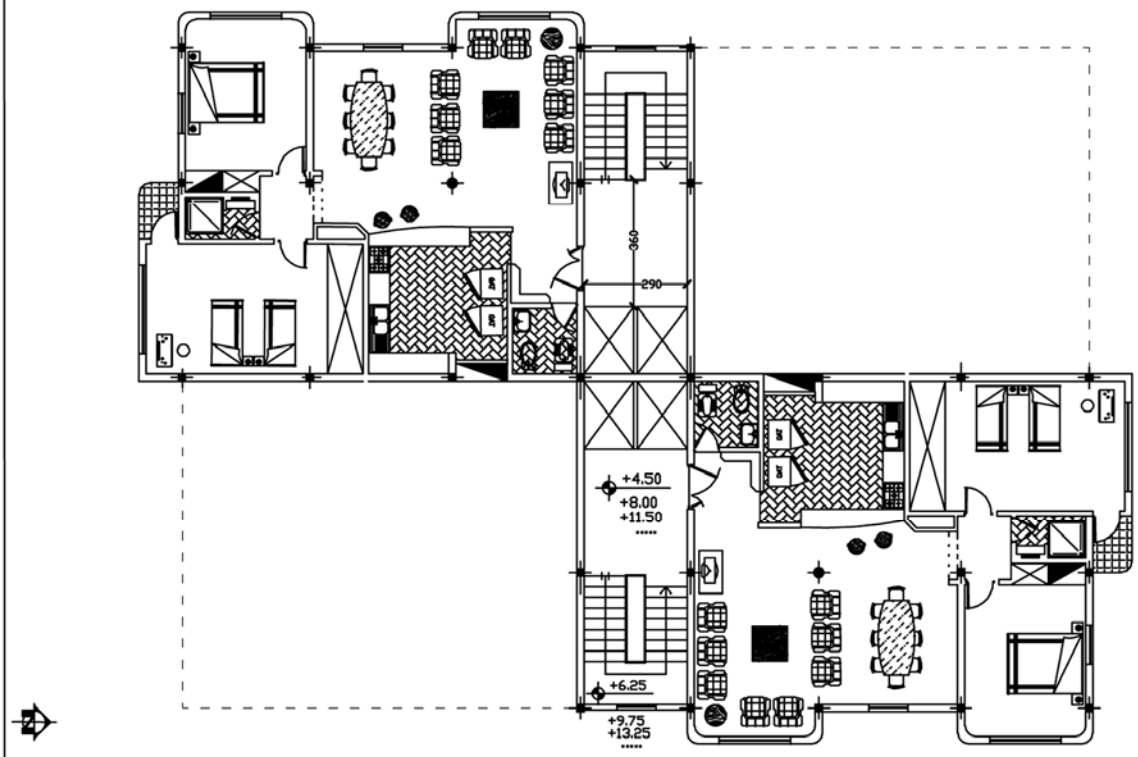

KOOHSAR Residential Complex (Block F)
-2.50
-0.75
±0.00
SC:1/100 (parking plan - ST2)


KOOHSAR Residential Complex (Block F)
±0.00
+2.75
+1.00
291.63
454.59
171.54
300.2
85.77
325.93
471.75
471.75
325.93
100
120
360
343.09
308.78
300
308.78
343.09
308.78
102.93
① guard office
② hall
③ club
④ super market
⑤ cafe
⑥ lobby
SC:1/115 (first plan - ST3)


KOOHSAR Residential Complex (Block F)
2780
2060
360
290
+4.50
+8.00
+11.50
+6.25
+9.75
+13.25
120
360
400
360
300
360
400
360
120
SC:1/100 (1 & 2 floor plan - ST4 & 5)

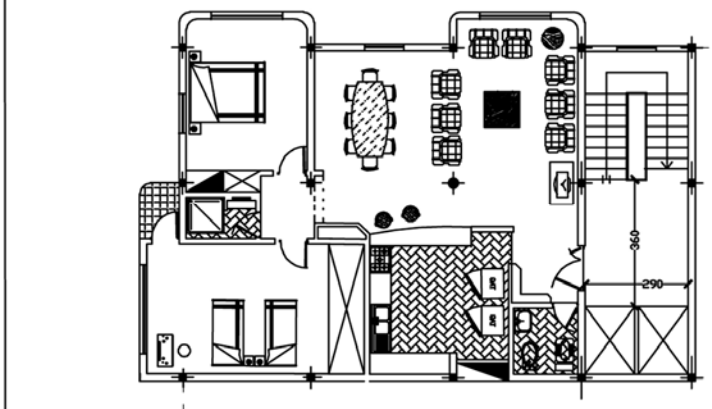

KOOHSAR Residential Complex (Block F)
360
290
+4.50
+8.00
+11.50
+6.25
+9.75
+13.25
SC:1/100 (3 to 7 floor plan - ST6 to 10)

KOOHSAR Residential Complex (Block F)



SC:1/100 (8 to 12 floor plan - ST 11 to 15)

KOOHSAR Residential Complex (Block F)



SC:1/100 (13 to 17 floor plan - ST16 to 20)

خلاصه جدول میزان بارهای ثقلی وارده به سازه

بارهای مرده :

تیپ	نوع	واحد	مقدار
۱	بار کف طبقات	Kg/m^2	440
۲	بار کف بام	Kg/m^2	480
۳	بار دیوار خارجی بدون نما	Kg/m^2	130
۴	بار دیوار خارجی نما دار	Kg/m^2	170
۵	بارتیغه های داخلی	Kg/m^2	150
۶	بار پلکان	Kg/m^2	660
۷	بار دست انداز بام	Kg/m	140

بارهای زنده :

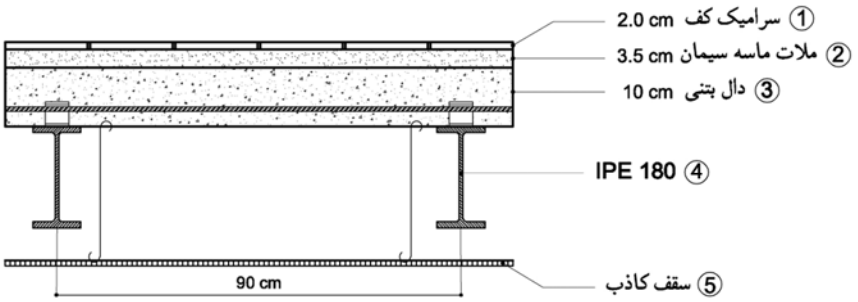
مطابق آئین نامه مبحث۶ (بارگذاری) با توجه با اینکه کاربری طبقات ساختمان مسکونی می باشد، لذا بارهای زنده در نظر گرفته شده به ترتیب زیر می باشد .

- بار زنده پارکینگ : ۵۰۰ کیلوگرم بر مترمربع
- بار زنده طبقات : ۲۰۰ کیلوگرم بر مترمربع
- بار زنده راه پله : ۳۵۰ کیلوگرم بر مترمربع
- بار زنده بالکن ها وتراس ها : ۳۰۰ کیلوگرم بر مترمربع
- بار زنده بام : ۱۵۰ کیلوگرم بر مترمربع
- بار زنده دست انداز بام : ۵۰ کیلوگرم بر متر

بدلیل اینکه کاربری ساختمان مسکونی است، درصد میزان بار زنده که در محاسبه نیروی جانبی زلزله در نظر گرفته می شود برای ساختمان مذکور و بر طبق آئین نامه ۲۸۰۰ برابر ۲۰% می باشد .

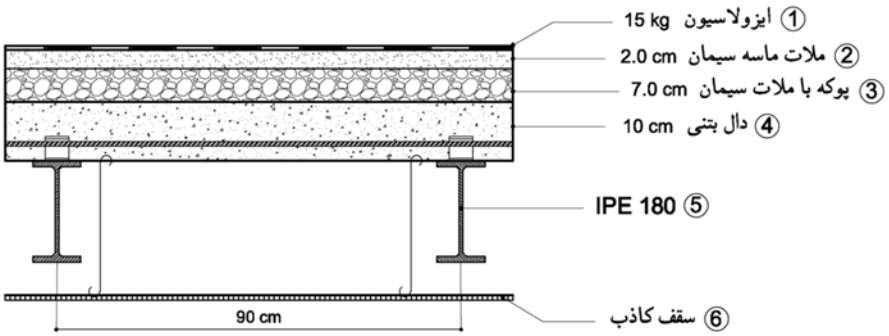
دیتایل بارهای ثقلی مرده :

جزئیات سقف طبقات



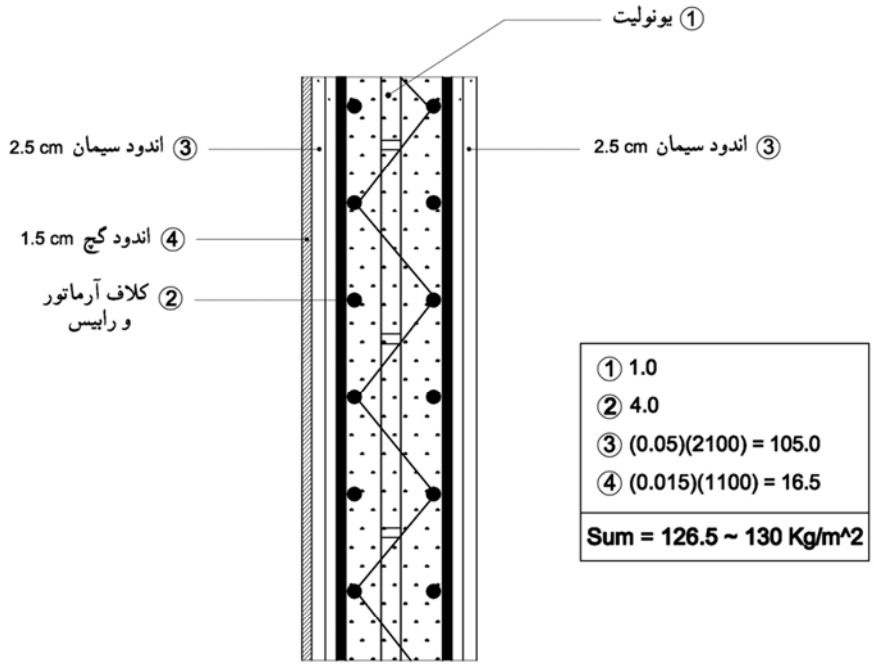
① (0.02)(2100) = 42.00
② (0.035)(2100) = 73.50
③ (0.10)(2500) = 250
④ (1/0.9)(18.8) = 20.88
⑤ 55.00
Sum = 441.38 ~ 440 Kg/m^2

جزئیات سقف بام

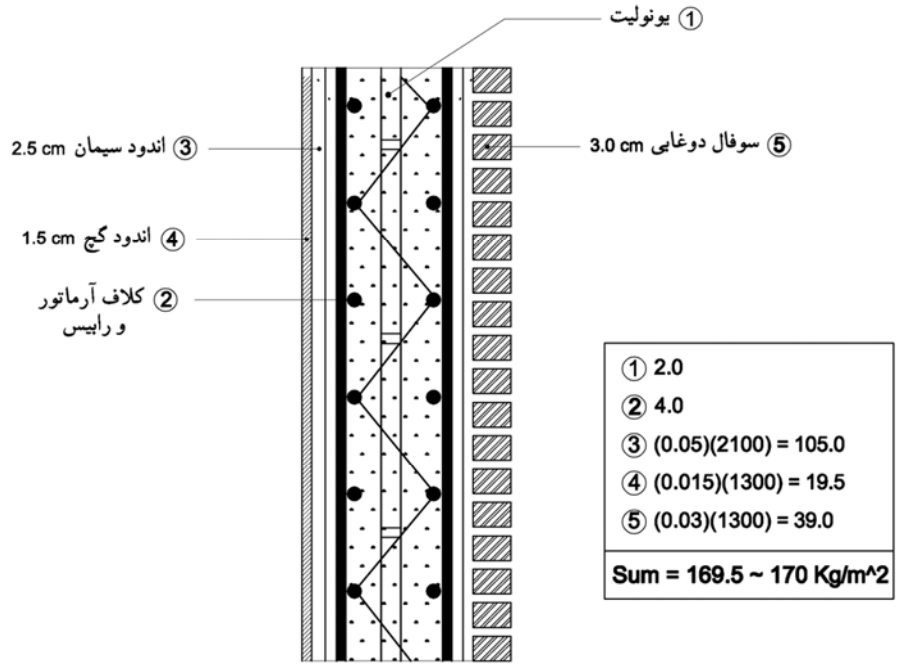


① 15.00
② (0.025)(2100) = 52.50
③ (0.07)(1300) = 91.00
④ (0.10)(2500) = 250
⑤ (1/0.9)(18.8) = 20.88
⑥ 55.00
Sum = 483.38 ~ 480 Kg/m^2

جزئیات دیوارهای خارجی

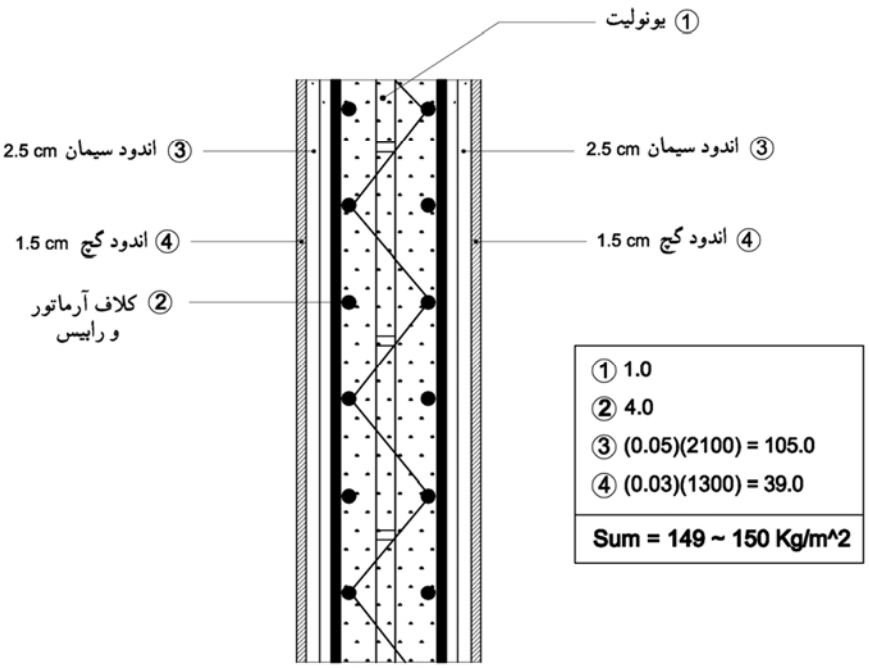


الف) دیوار بدون نما



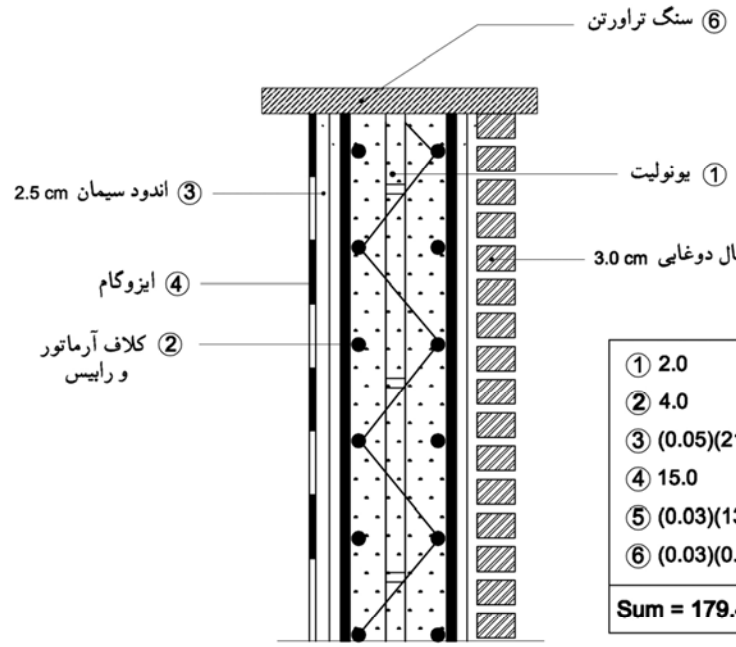
ب) دیوار نمادار

جزئیات دیوارهای داخلی



① 1.0
② 4.0
③ (0.05)(2100) = 105.0
④ (0.03)(1300) = 39.0
Sum = 149 ~ 150 Kg/m^2

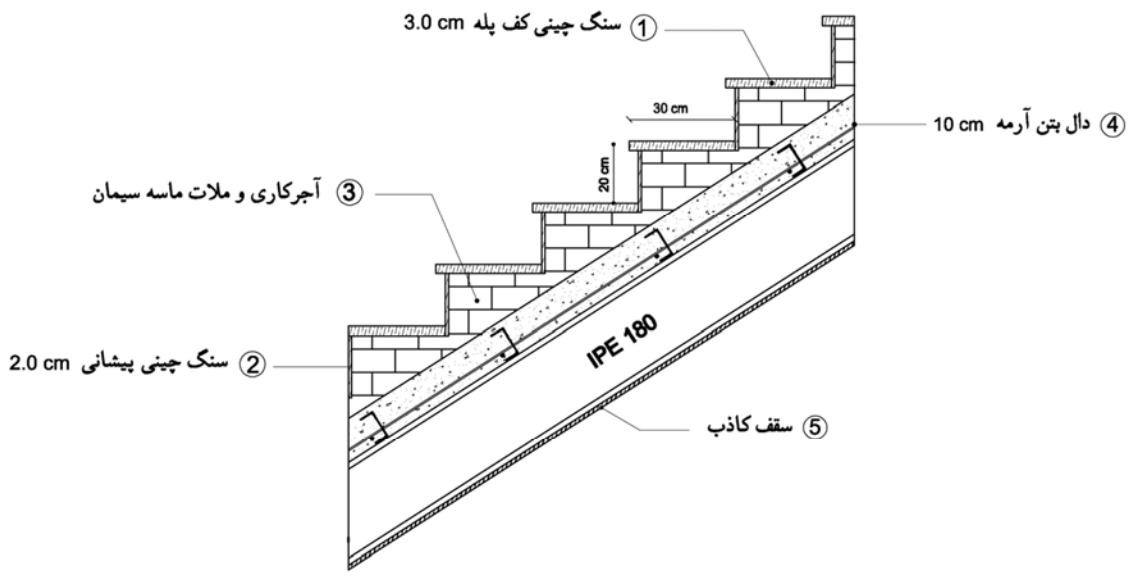
جزئیات دست انداز بام



① 2.0
② 4.0
③ (0.05)(2100) = 105.0
④ 15.0
⑤ (0.03)(1300) = 39.0
⑥ (0.03)(0.2)(2400) = 14.4
Sum = 179.4 ~ 180 Kg/m^2

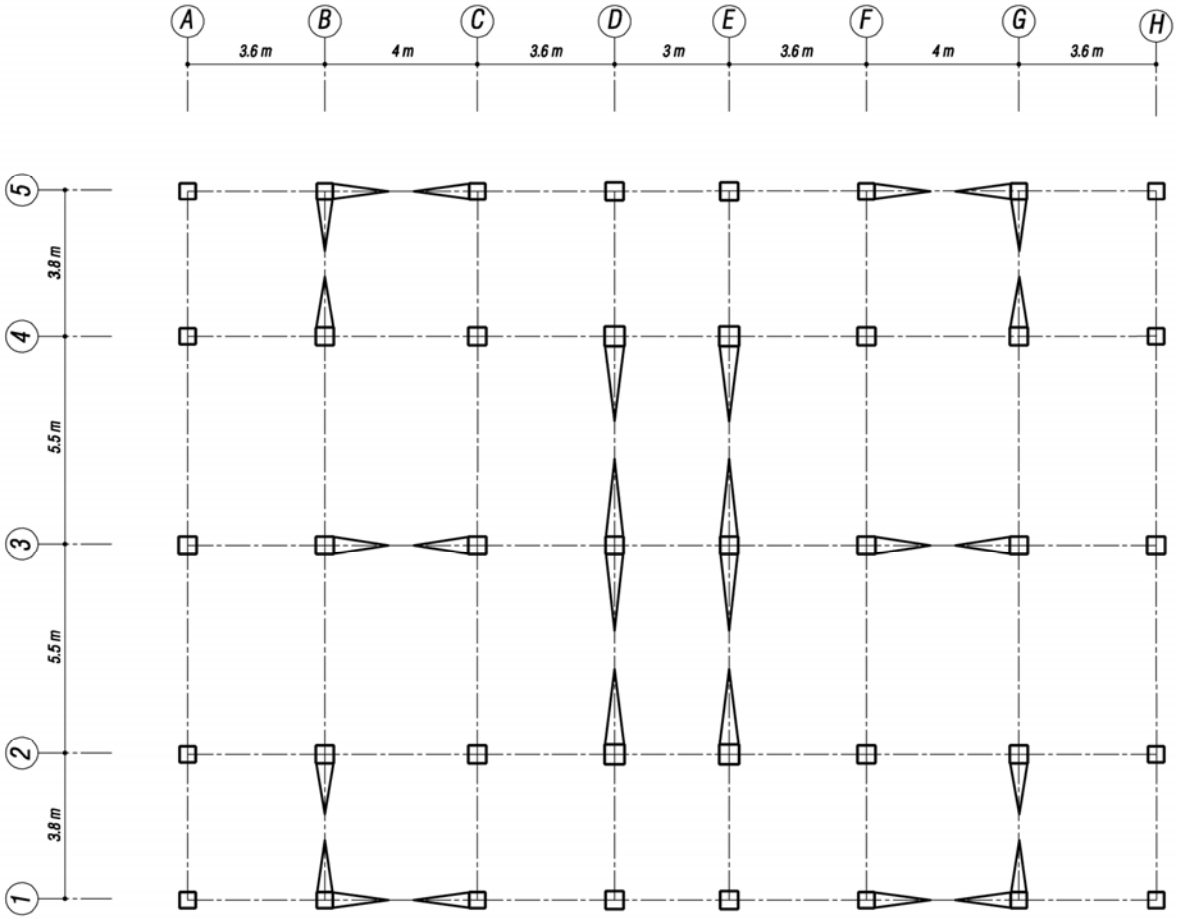
180×0.8=144 ~ 140 Kg/m

جزئیات پلکان



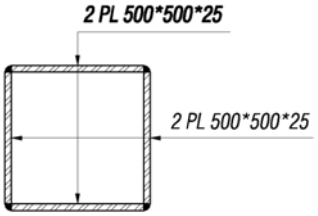
① (0.03)(2000) = 72.0
② (4)(0.18)(0.02)(2000) = 28.8
③ (0.25)(850) = 212.5
④ (0.1)(2400) = 240.0
⑤ 55.00
⑥ IPE 160 : (2)(18.8) = 37.6
Sum = 645.9 ~ 660 Kg/m^2

پلان موقعیت و تیپ بادبندهای بکار رفته در سازه

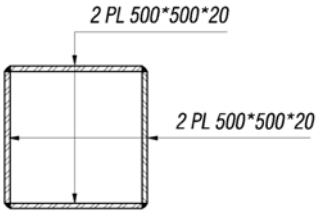


تیپ	موقعیت	عرض دهانه	تیر موجود	مهاربند موجود	طبقات
TYPE - 1	محور ۵ و ۱ دهانه F-G , B-C	4 m	B2	2 UNP 20	1 - 4
	محور ۳ دهانه B-C , F-G				
TYPE - 2	محور ۵ و ۱ دهانه F-G , B-C	4 m	B5	2 UNP 18	5 - 12
TYPE - 3	محور ۵ و ۱ دهانه F-G , B-C	4 m	B6	2 UNP 16	13 - 15
	محور ۳ دهانه B-C , F-G				5 - 15
TYPE - 4	محور ۵ و ۱ دهانه B-C , F-G محور ۳ دهانه B-C , F-G	4 m	B9	2 UNP 14	16 -20
TYPE - 5	محور B و G دهانه ۵-۴ , ۲-۱	3.8 m	B2	2 UNP 20	1 - 4
TYPE - 6	محور B و G دهانه ۵-۴ , ۲-۱	3.8 m	B6	2 UNP 16	5 - 15
TYPE - 7	محور B و G دهانه ۵-۴ , ۲-۱	3.8 m	B9	2 UNP 14	16 - 20
TYPE - 8	محور D و E دهانه ۴-۳ , ۳-۲	5.5 m	B1	2 UNP 22	1 - 4
TYPE - 9	محور D و E دهانه ۴-۳ , ۳-۲	5.5 m	B4	2 UNP 20	5 - 12
TYPE -10	محور D و E دهانه ۴-۳ , ۳-۲	5.5 m	B5	2 UNP 18	13 - 15
TYPE -11	محور D و E دهانه ۴-۳ , ۳-۲	5.5 m	B8	2 UNP 16	16 - 20

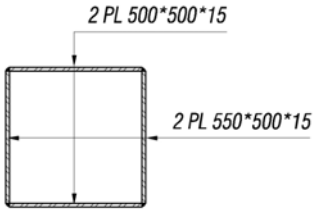
لیست مقاطع ستونهای بکار رفته در سازه



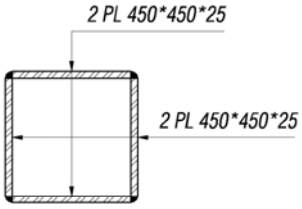
SECTION C 1
sc : 1/40



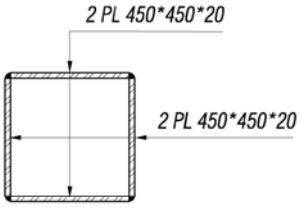
SECTION C 2
sc : 1/40



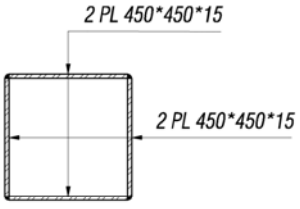
SECTION C 3
sc : 1/40



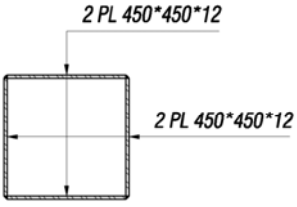
SECTION C 4
sc : 1/40



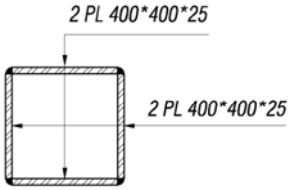
SECTION C 5
sc : 1/40



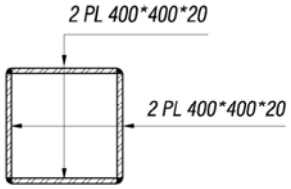
SECTION C 6
sc : 1/40



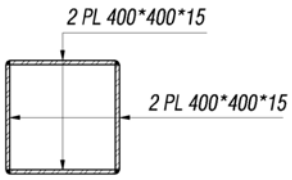
SECTION C 7
sc : 1/40



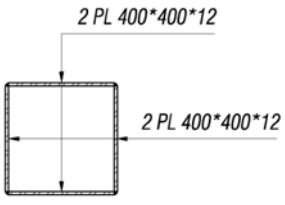
SECTION C 8
sc : 1/40



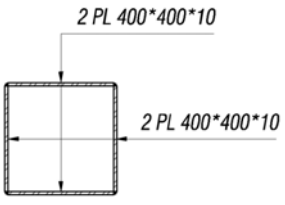
SECTION C 9
sc : 1/40



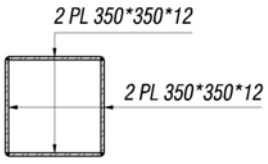
SECTION C 10
sc : 1/40



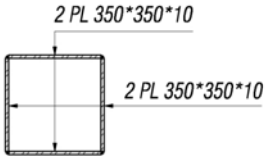
SECTION C 11
sc : 1/40



SECTION C 12
sc : 1/40

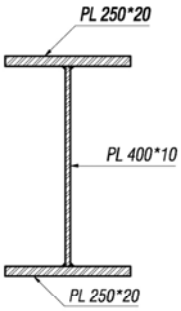


SECTION C 13
sc : 1/40

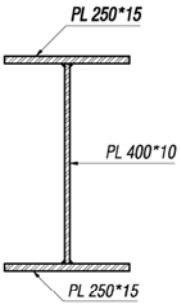


SECTION C 14
sc : 1/40

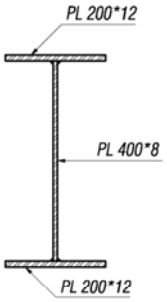
لیست مقاطع تیرورقهای بکار رفته در سازه



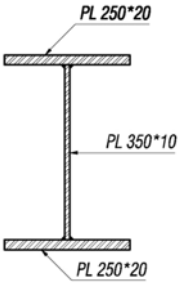
section of B-1
SC: 1/10



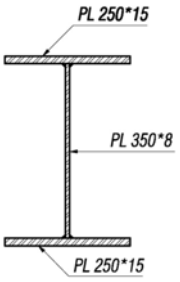
section of B-2
SC: 1/10



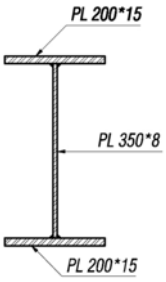
section of B-3
SC: 1/10



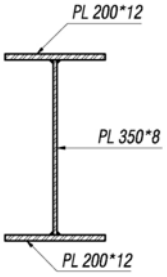
section of B-4
SC: 1/10



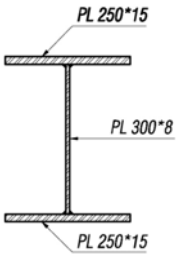
section of B-5
SC: 1/10



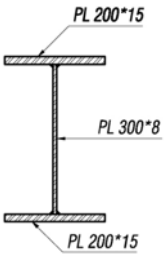
section of B-6
SC: 1/10



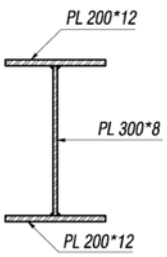
section of B-7
SC: 1/10



section of B-8
SC: 1/10

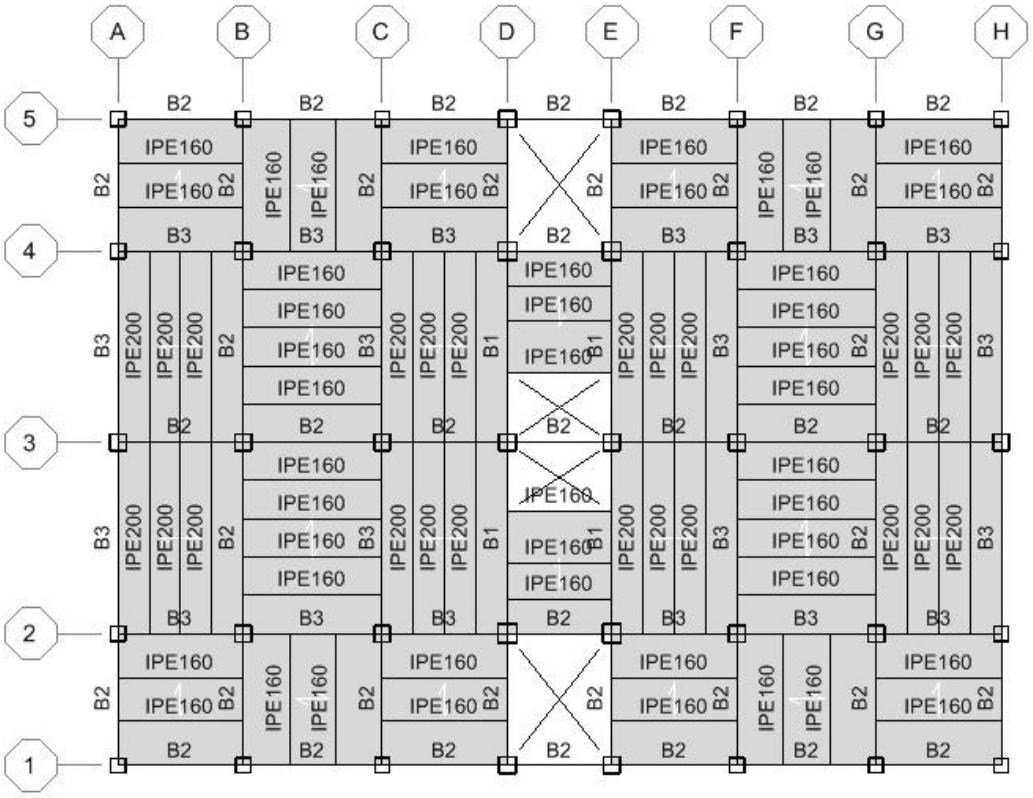


section of B-9
SC: 1/10

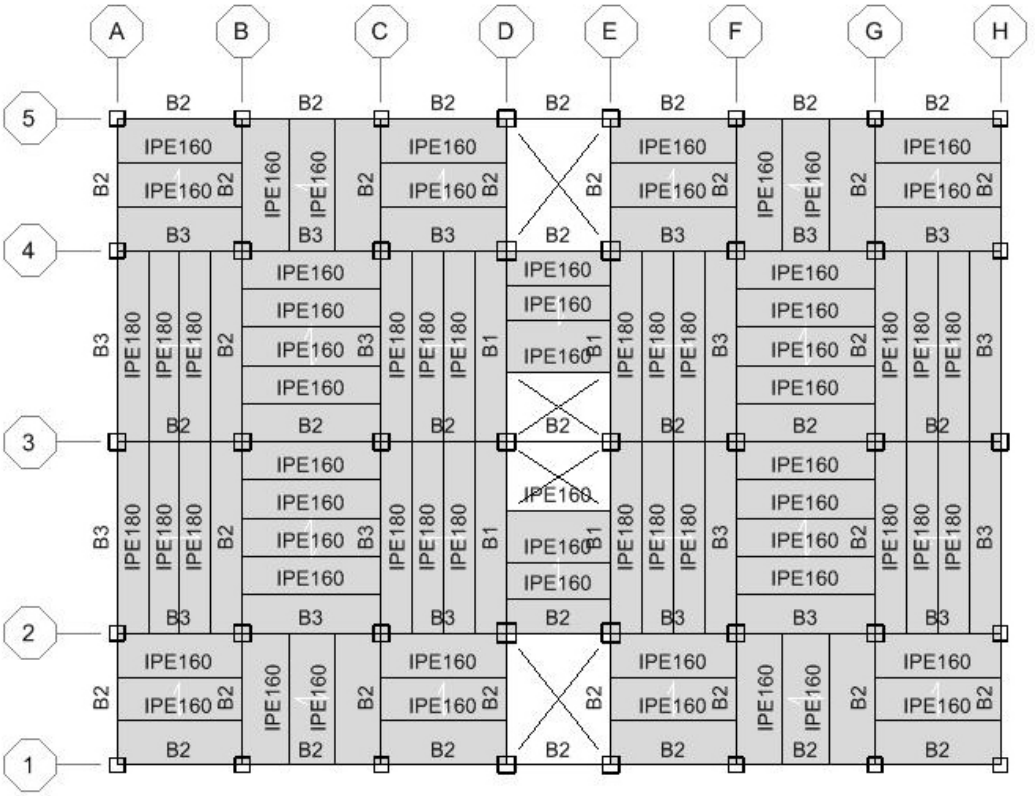


section of B-10
SC: 1/10

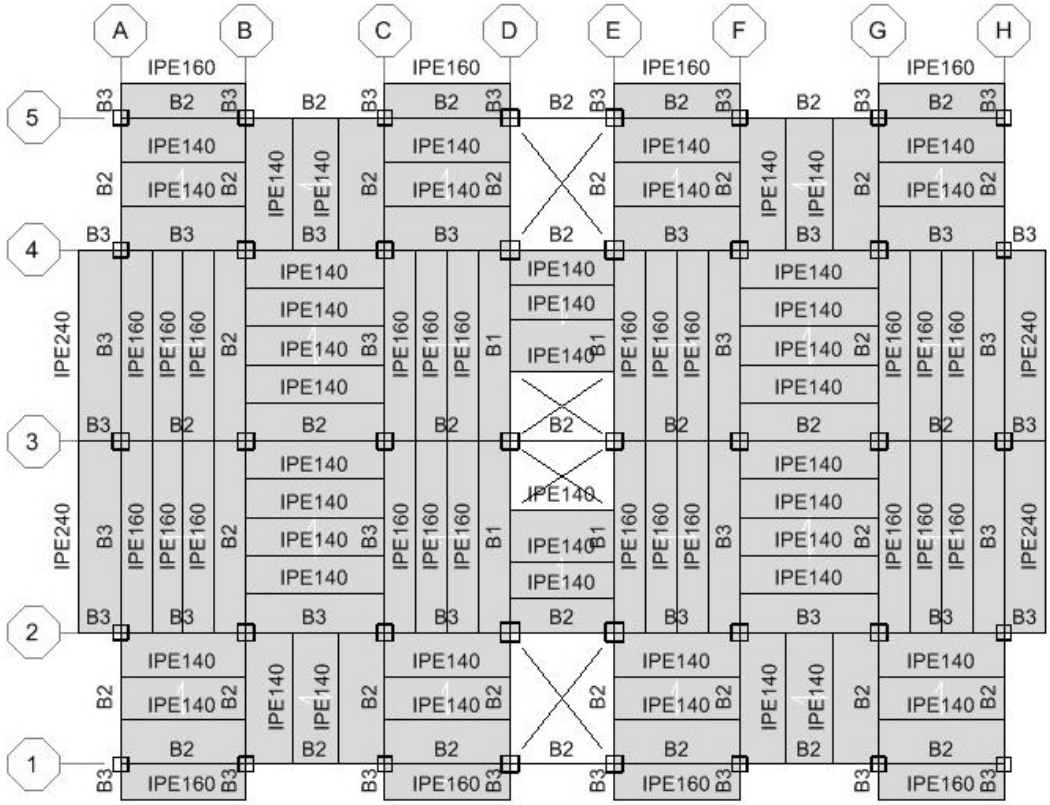
B1	W 40×1 F 25×2	B6	W 35×0.8 F 20×1.5
B2	W 40×1 F 25×1.5	B7	W 35×0.8 F 20×1.2
B3	W 40×0.8 F 20×1.2	B8	W 30×0.8 F 25×1.5
B4	W 35×1 F 25×2	B9	W 30×0.8 F 20×1.5
B5	W 35×0.8 F 25×1.5	B10	W 30×0.8 F 20×1.2



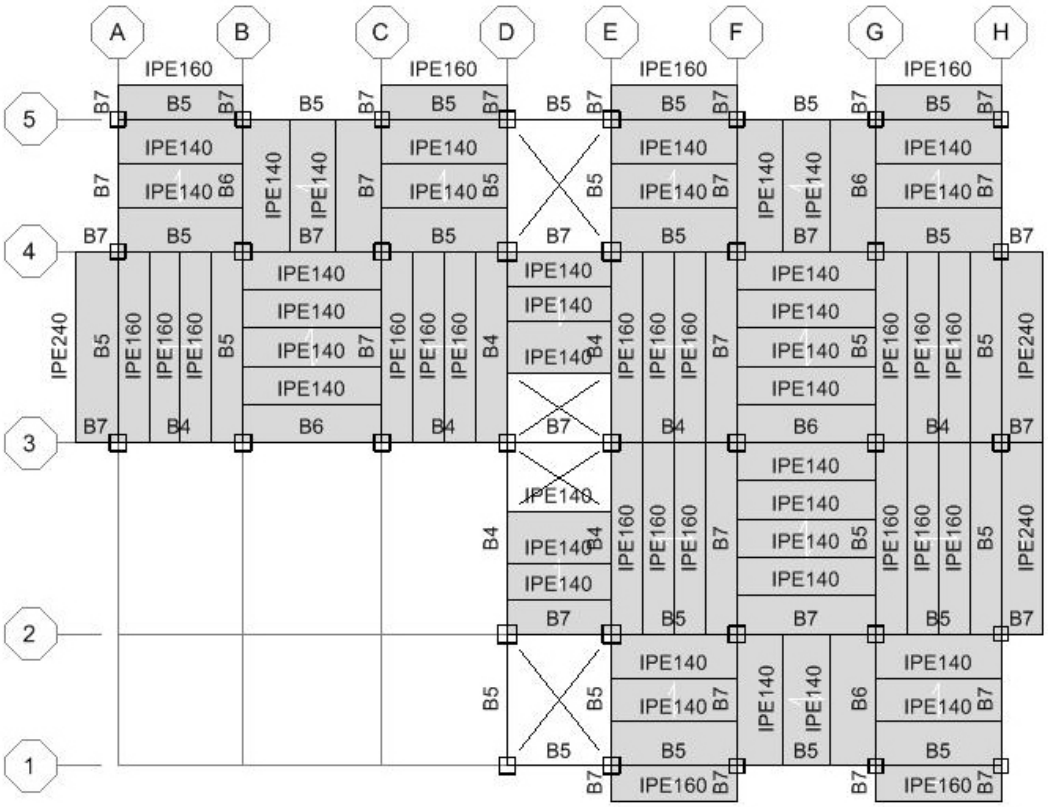
STORY 1



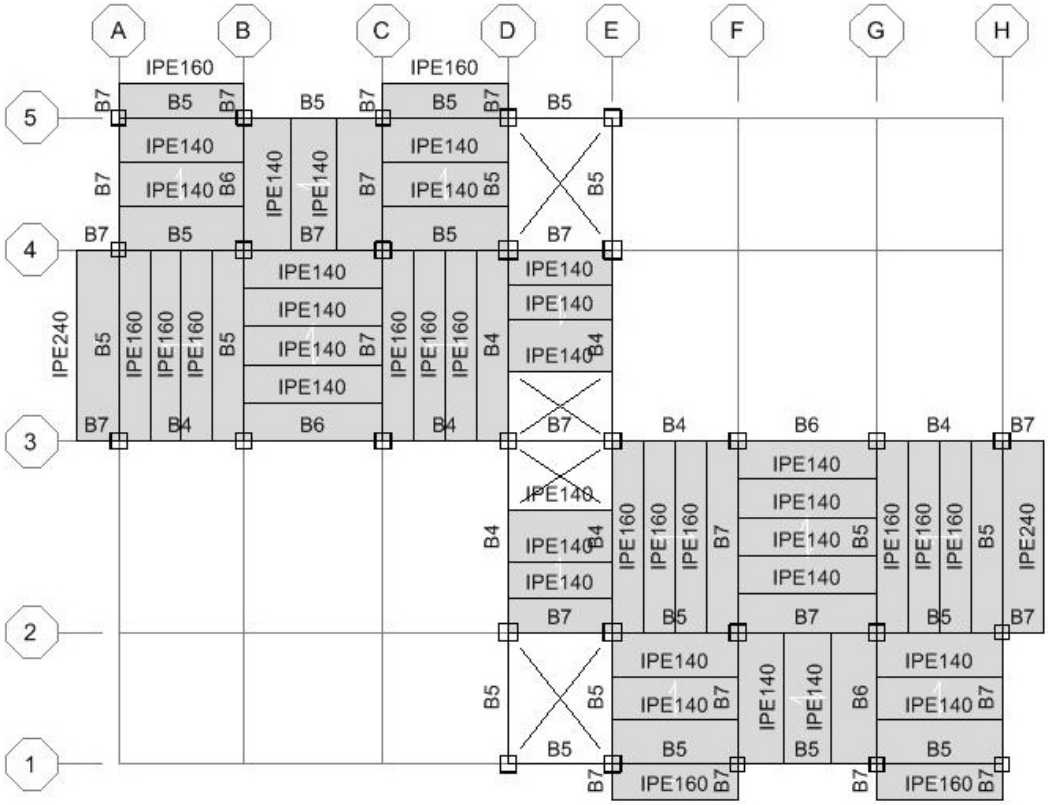
STORY 2



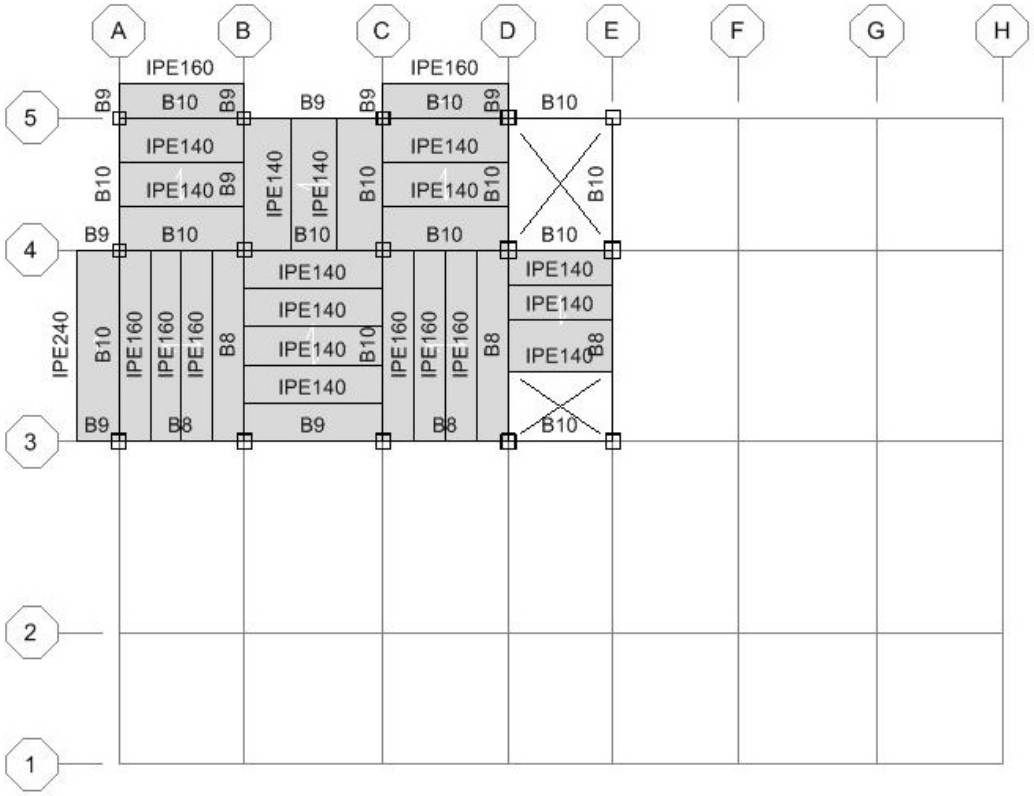
STORY 4



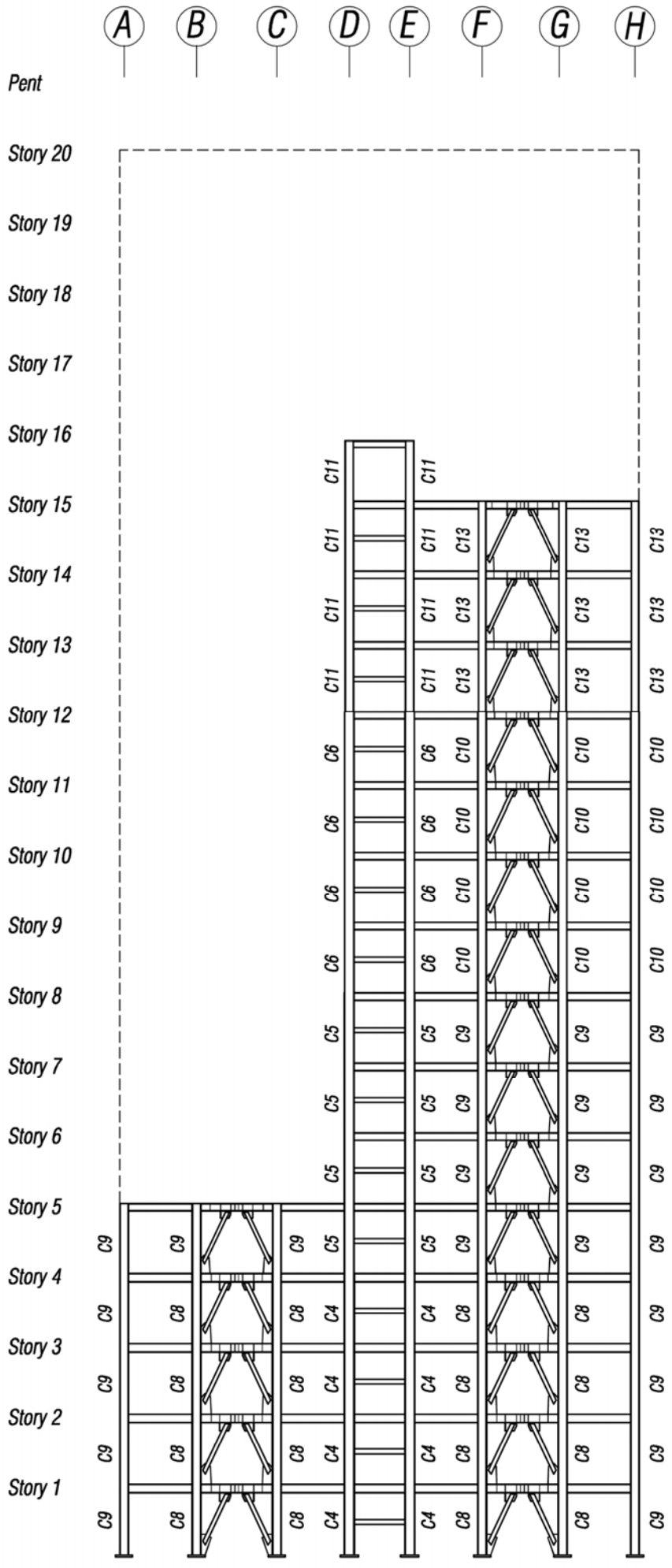
STORY 6



STORY 11



STORY 17



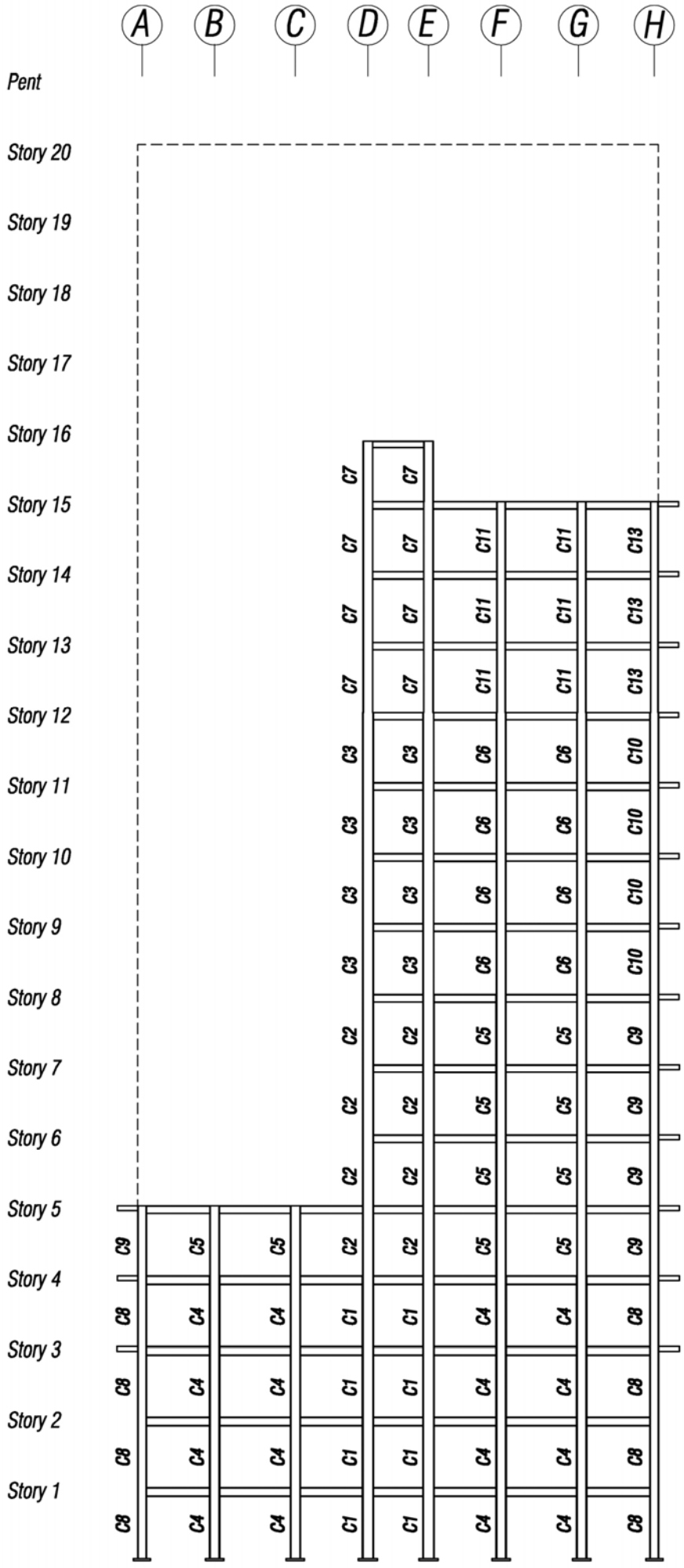
مکان تیپ بادبندهای به کاررفته در این قاب :

Story 1 to story 4 = TYPE 1

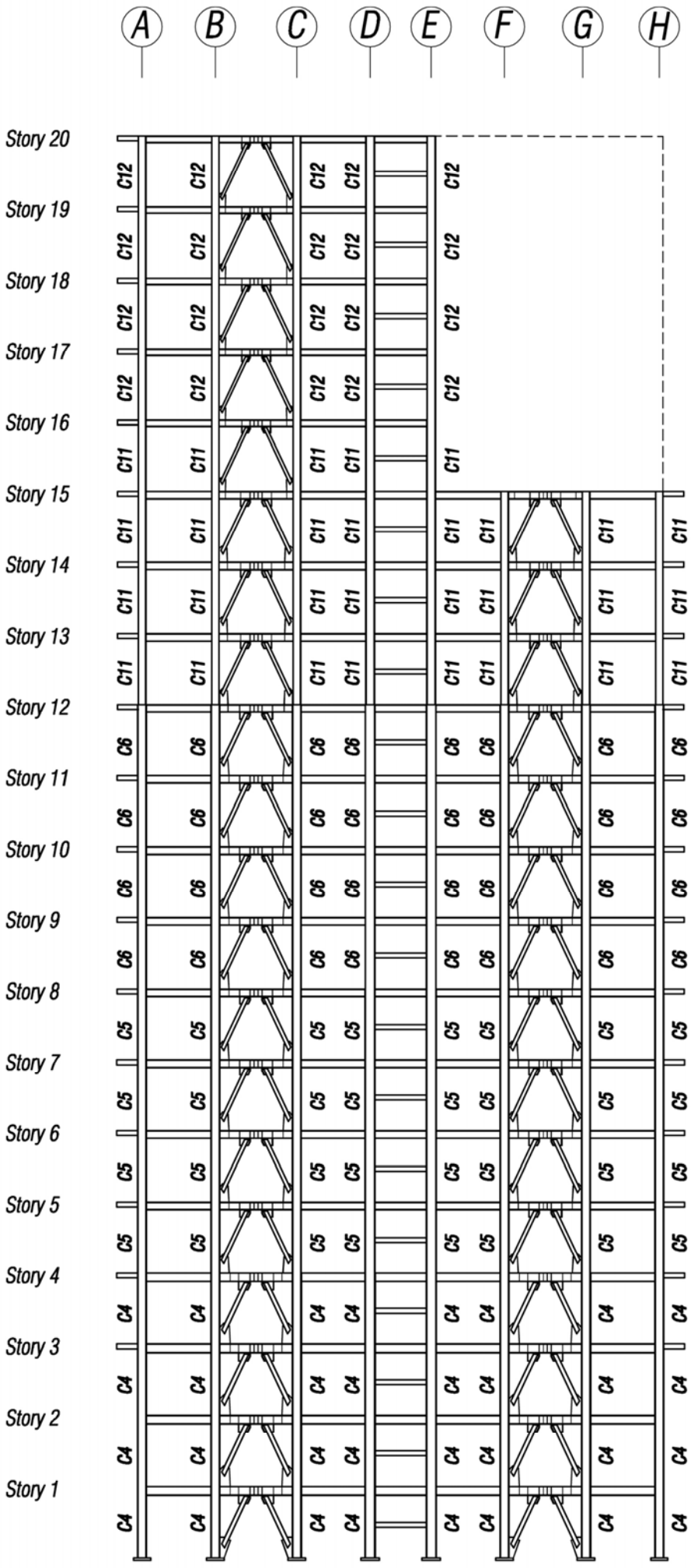
Story 5 to story 12 = TYPE 2

Story 13 to story 15 = TYPE 3

(قاب محور 1)


A
B
C
D
E
F
G
H
Pent
Story 20
Story 19
Story 18
Story 17
Story 16
Story 15
Story 14
Story 13
Story 12
Story 11
Story 10
Story 9
Story 8
Story 7
Story 6
Story 5
Story 4
Story 3
Story 2
Story 1

(قاب محور 2)



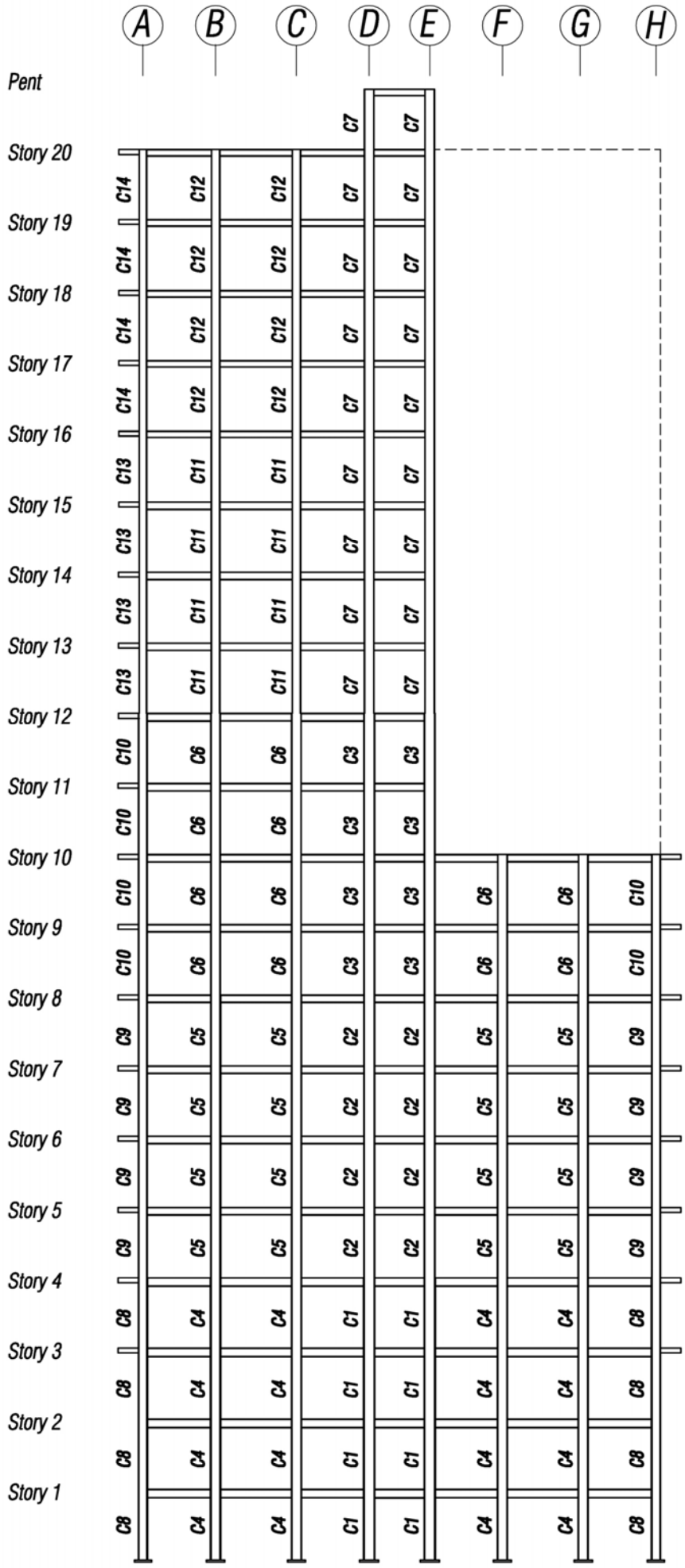
مکان تیپ بادبندهای به کاررفته در این قاب :

Story 1 to story 4 = TYPE 1

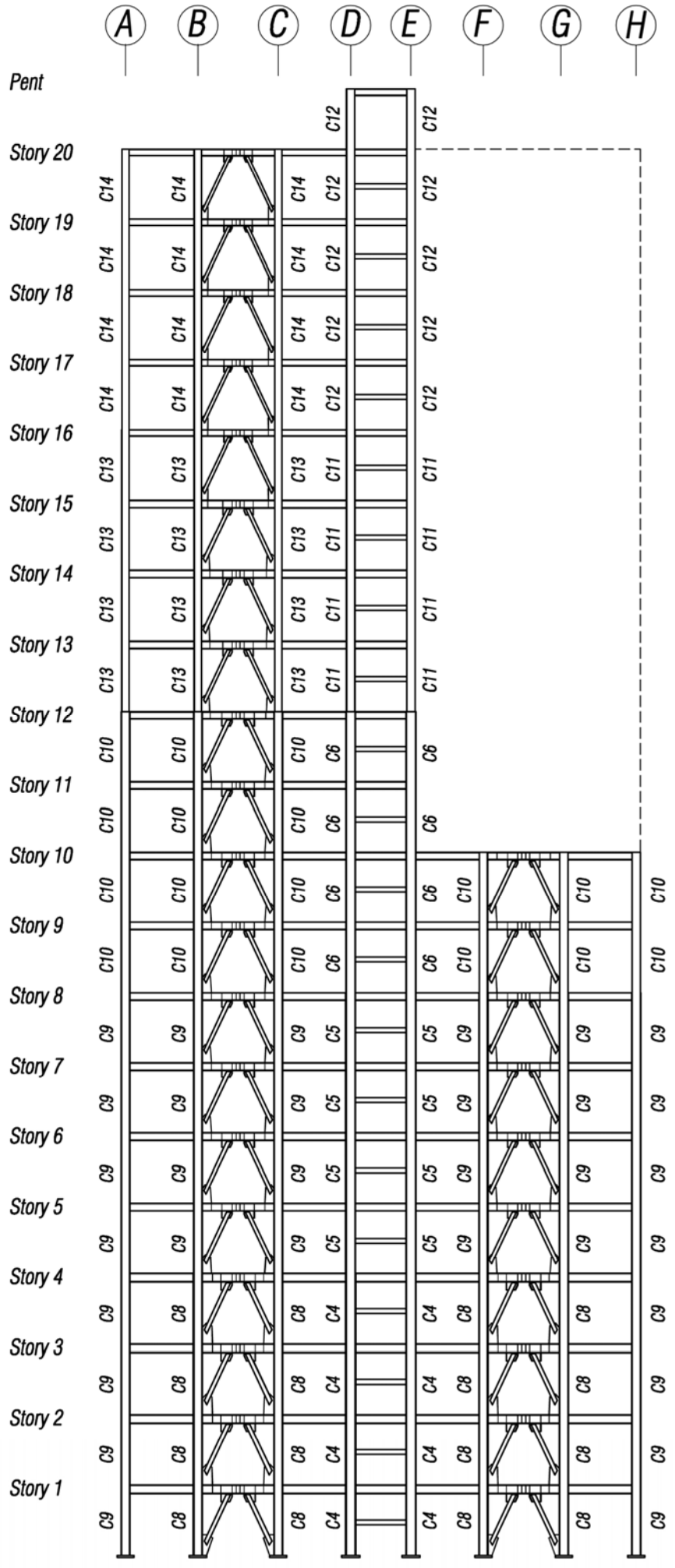
Story 5 to story 15 = TYPE 3

Story 16 to story 20 = TYPE 4

(قاب محور 3)


A
B
C
D
E
F
G
H
Pent
Story 20
Story 19
Story 18
Story 17
Story 16
Story 15
Story 14
Story 13
Story 12
Story 11
Story 10
Story 9
Story 8
Story 7
Story 6
Story 5
Story 4
Story 3
Story 2
Story 1

(قاب محور 4)



مکان تیپ بادبندهای به کاررفته در این قاب :

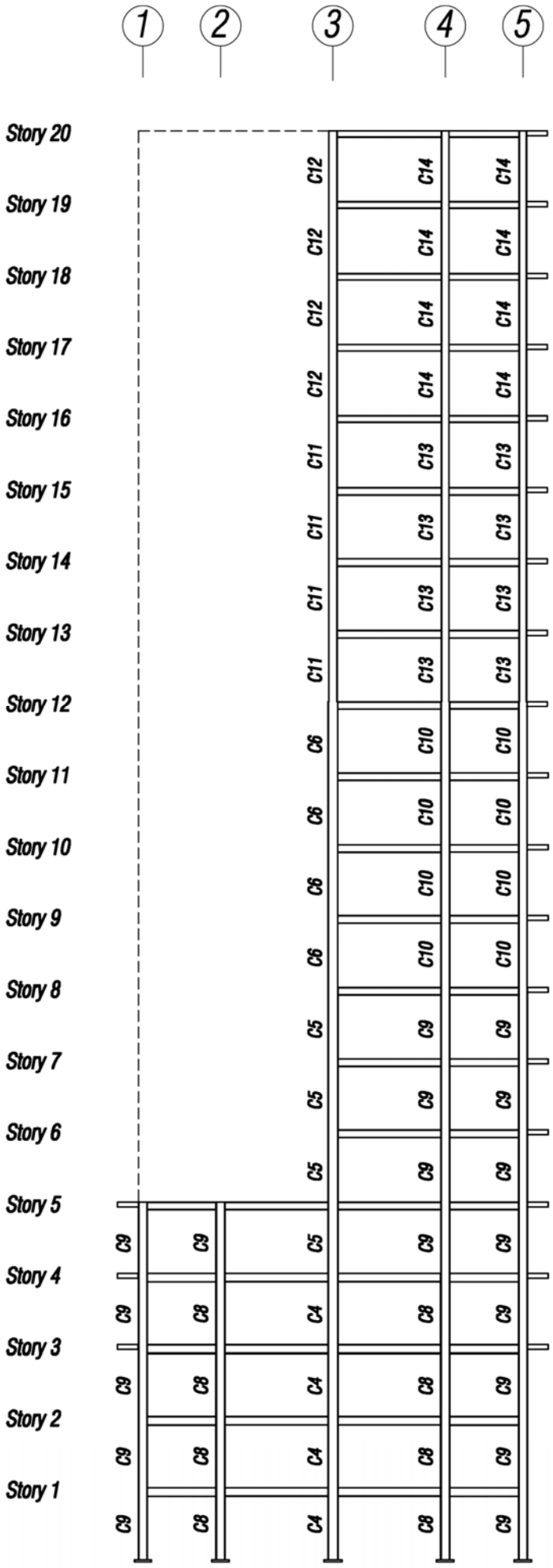
Story 1 to story 4 = TYPE 1

Story 5 to story 12 = TYPE 2

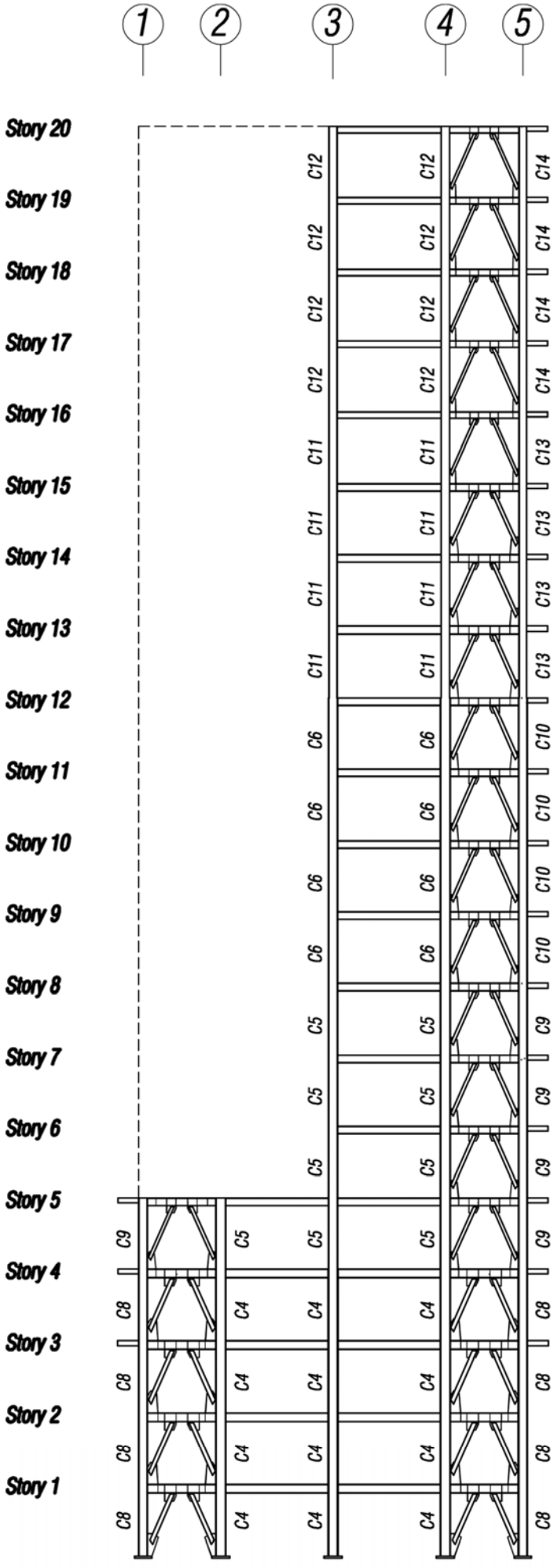
Story 13 to story 15 = TYPE 3

Story 16 to story 20 = TYPE 4

(قاب محور 5)


1
2
3
4
5
Story 20
Story 19
Story 18
Story 17
Story 16
Story 15
Story 14
Story 13
Story 12
Story 11
Story 10
Story 9
Story 8
Story 7
Story 6
Story 5
Story 4
Story 3
Story 2
Story 1
C12
C14
C11
C13
C6
C10
C5
C9
C4
C8

(قاب محور A)



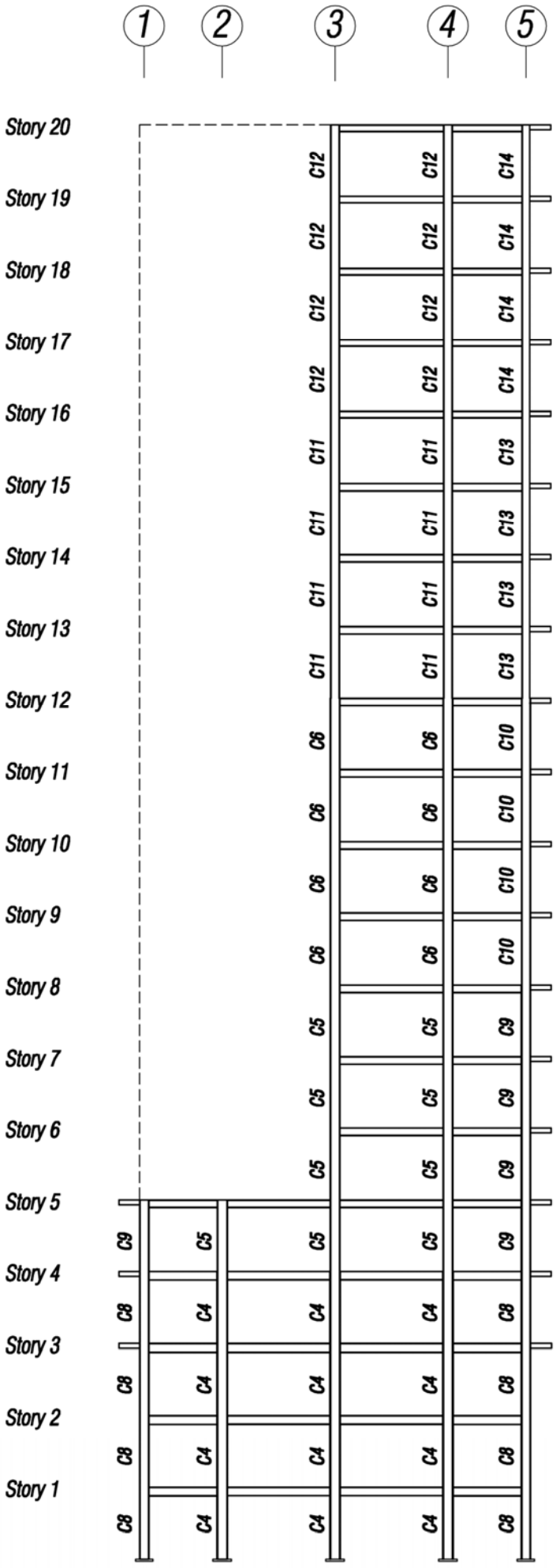
مکان تیپ بادبندهای به کاررفته در این قاب :

Story 1 to story 4 = TYPE 5

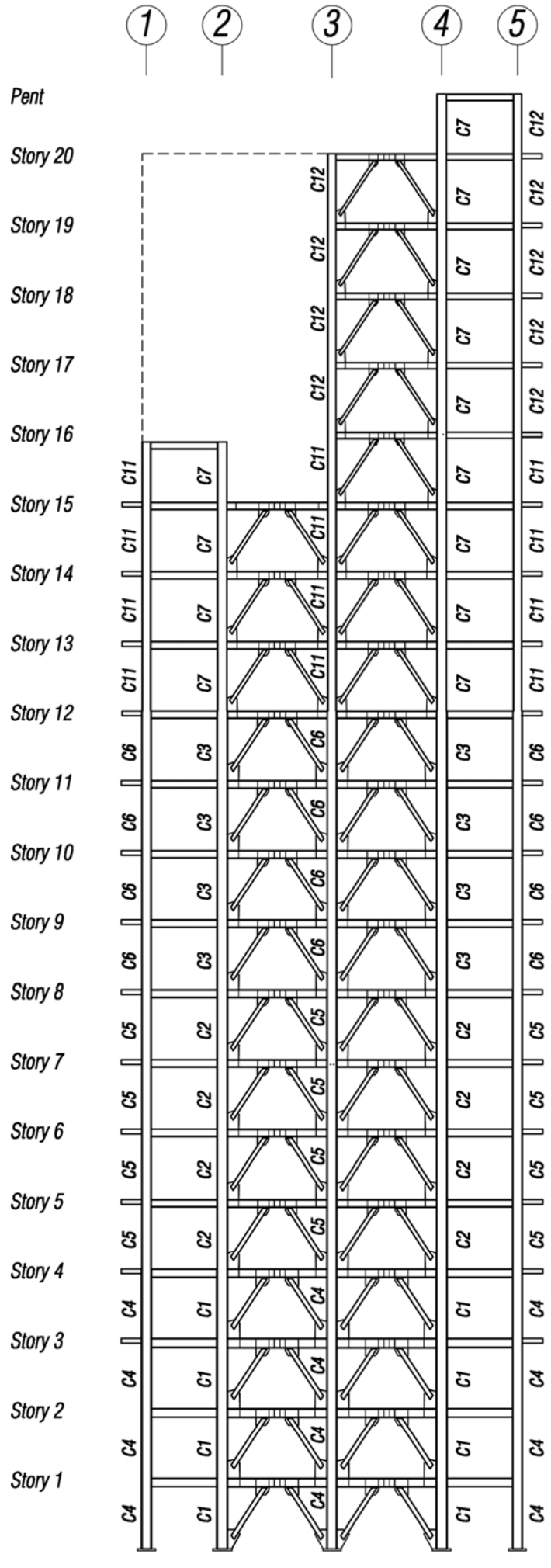
Story 5 to story 15 = TYPE 6

Story 16 to story 20 = TYPE 7

(قاب محور B)


1
2
3
4
5
Story 20
Story 19
Story 18
Story 17
Story 16
Story 15
Story 14
Story 13
Story 12
Story 11
Story 10
Story 9
Story 8
Story 7
Story 6
Story 5
Story 4
Story 3
Story 2
Story 1
C12
C11
C6
C5
C4
C9
C8
C10
C13
C14

(قاب محور C)



(قاب محور D و E)

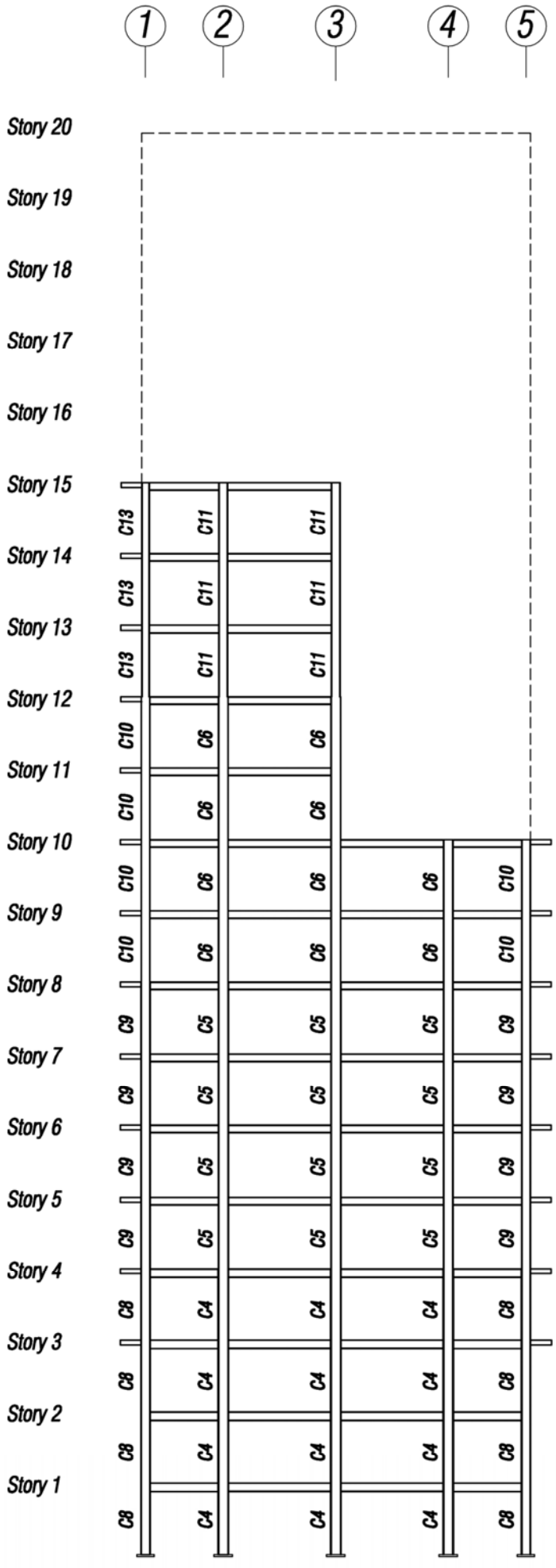
مکان تیپ بادبندهای به کاررفته در این قاب :

Story 1 to story 4 = TYPE 8

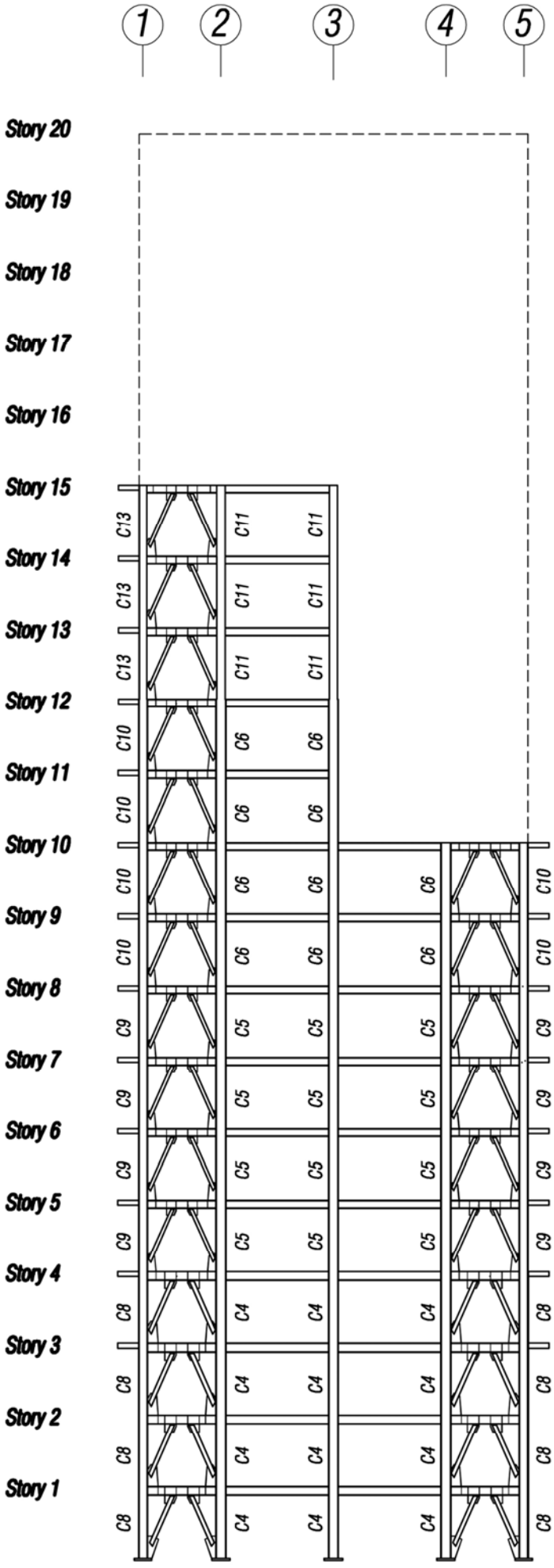
Story 5 to story 12 = TYPE 9

Story 13 to story 15 = TYPE 10

Story 16 to story 20 = TYPE 11


1
2
3
4
5
Story 20
Story 19
Story 18
Story 17
Story 16
Story 15
Story 14
Story 13
Story 12
Story 11
Story 10
Story 9
Story 8
Story 7
Story 6
Story 5
Story 4
Story 3
Story 2
Story 1
C13
C11
C10
C6
C9
C5
C8
C4

(قاب محور F)

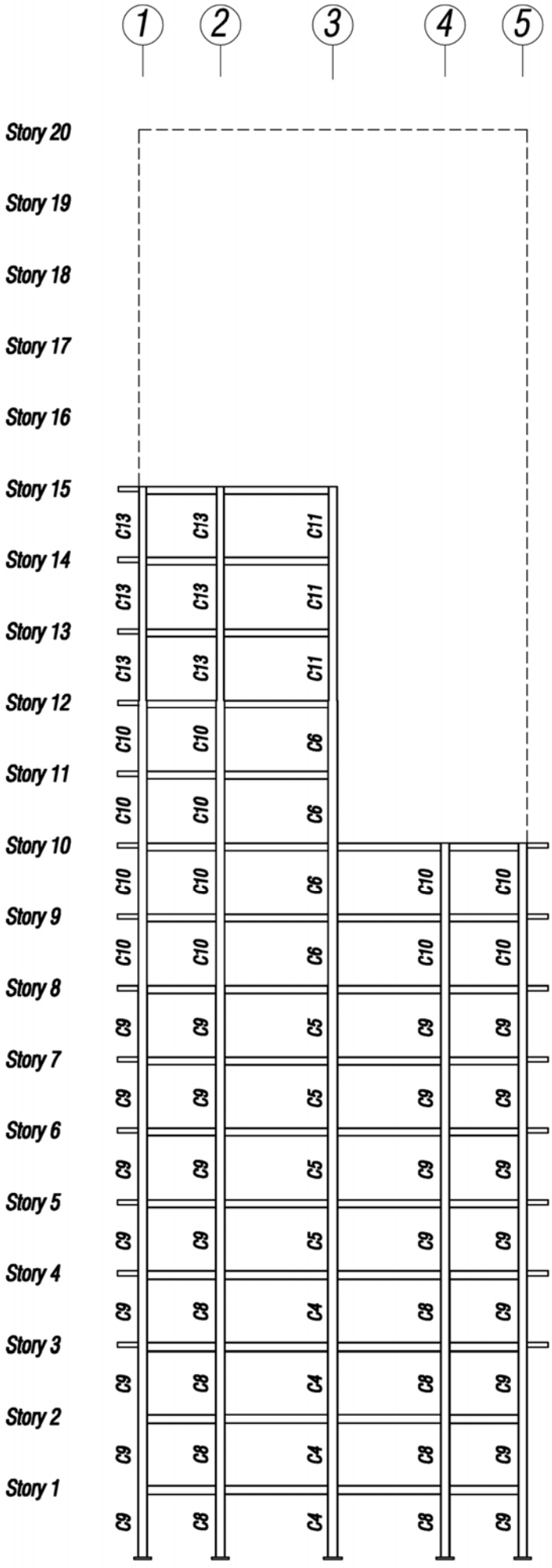


مکان تیپ بادبندهای به کاررفته در این قاب :

Story 1 to story 4 = TYPE 5

Story 5 to story 15 = TYPE 6

(قاب محور G)


1
2
3
4
5
Story 20
Story 19
Story 18
Story 17
Story 16
Story 15
Story 14
Story 13
Story 12
Story 11
Story 10
Story 9
Story 8
Story 7
Story 6
Story 5
Story 4
Story 3
Story 2
Story 1
C13
C11
C10
C6
C9
C5
C8
C4

(قاب محور H)

تحلیل به روش استاتیک معادل

- محاسبه ضریب زلزله : $C = \frac{ABI}{R}$ $V = C.W$

شهر کرمان ← پهنه با خطر نسبی زیاد ← شتاب مبنای طرح : $A = 0.3$

کرمان $\rightarrow$ زمین نوع $III \rightarrow \left\{ \begin{array}{c} T_0=0.15 \\ T_s=0.7 \\ S=1.75 \end{array} \right\}$

زمان تناوب اصلی نوسان :

سیستم ساختمان در جهت x , y قاب خمشی فولادی ویژه + مهاربند برون محور فولادی (دوگانه) می باشد.

$T = 0.05 \times H^{(3/4)} \rightarrow T = 0.05 \times 70^{(3/4)} = 1.21$

$\rightarrow T_s = 0.7 \leq T = 1.21 \rightarrow B = (S+1) \times (T_s / T)^{(2/3)}$

$\rightarrow B = 2.75 \times (0.7/1.21)^{(2/3)} = 1.91$ ضریب بازتاب ساختمان

ساختمان مسکونی ← با اهمیت متوسط (گروه۳) ← ضریب اهمیت ساختمان : $I = 1$

جهت x , y ← سیستم قاب خمشی فولادی ویژه + مهاربند برون محور فولادی

$R = 10$ ضریب رفتار

x , y ضریب زلزله درجهت $\rightarrow C = \frac{0.3 \times 1.91 \times 1}{10} = 0.0573 > C_{min} = 0.1 \times A \times I = 0.03$

تخصیص نیروی برش پایه در ارتفاع سازه بر طبق فرمول $F_i = (V - F_t) \frac{W_i.H_i}{\sum_1^n W_j.H_j}$ صورت می گیرد.

F_t : نیروی جانبی اضافی در تراز بام (نیروی شلاقی)

درهر دو راستای ساختمان $T = 1.21 > 0.7 \rightarrow F_t = 0.07 \times T \times V < 0.25 \times V$

در نرم افزار ETABS برای توزیع نیروی زلزله می توان ضریب زلزله را به برنامه معرفی کرد. در این صورت هنگام توزیع نیروی زلزله توسط برنامه اثر نیروی شلاقی دیده نمی شود. بنا براین دراین پروژه در هر دو جهت x و y (سیستم دوگانه) به علت زمان تناوب بیشتر از ۰/۷ ثانیه در نظر گرفتن نیروی شلاقی الزامی است لذا برای توزیع خودکار نیروی زلزله ومحاسبه نیروی شلاقی از آئین نامه UBC94 استفاده می کنیم که آئین نامه ۲۸۰۰ ایران نیز برگرفته از این آئین نامه است.

توزیع نیروی زلزله براساس آئین نامه UBC94 :

برش پایه براساس معادلات زیر حساب می شود.

$$V=KW \qquad K=\frac{ZIC}{R}$$

در معادلات فوق،

$C=1.25\ S/T^{(2/3)} \le 2.75$ ضریب بازتاب

I ضریب اهمیت

Z ضریب منطقه ای

S شاخص خاک

R ضریب رفتار

با درنظر گرفتن $S=1$ و$R=10$ و$Z=0.3$ و با معادل قرار دادن ضریب زلزله برابربا 0.0573 ، مقدار ضریب رفتار را بصورت زیر تعیین می کنیم :

$$C=1.25\ S/T^{(2/3)}=1.25\times 1/1.21^{(2/3)}=1.101$$

$$K=\frac{0.3\times I\times 1.101}{10}=0.0573 \rightarrow I=1.735$$

$$\text{ضریب زلزله در هر دو جهت} \rightarrow K=\frac{0.3\times 1.735\times 1.101}{10}=0.0573$$

با استفاده از این روش نیروی جانبی اضافی در تراز بام (نیروی شلاقی) بصورت خودکار توسط برنامه محاسبه و در تراز بام اعمال می شود.

$$F_t=0.07\times T\times V<0.25\times V$$

نتایج آنالیز استاتیکی

Story	Load	Vx	Vy	T	Mx	My
PENT	EX	0	0	0	0	0
PENT	EY	0	0	0	0	0
ROOF	EX	-38.01	0	543.767	0	-133.039
ROOF	EY	0	-38.01	-259.914	133.039	0
STORY19	EX	-51.35	0	733.193	0	-312.747
STORY19	EY	0	-51.35	-349.759	312.747	0
STORY18	EX	-63.98	0	912.65	0	-536.67
STORY18	EY	0	-63.98	-434.876	536.67	0
STORY17	EX	-75.91	0	1082.136	0	-802.351
STORY17	EY	0	-75.91	-515.264	802.351	0
STORY16	EX	-87.19	0	1242.439	0	-1108.72
STORY16	EY	0	-87.19	-591.296	1108.723	0
STORY15	EX	-108.64	0	1438.066	0	-1488.97
STORY15	EY	0	-108.64	-860.65	1488.972	0
STORY14	EX	-128.42	0	1622	0	-1938.44
STORY14	EY	0	-128.42	-1111.83	1938.442	0
STORY13	EX	-146.79	0	1792.796	0	-2452.19
STORY13	EY	0	-146.79	-1345.068	2452.191	0
STORY12	EX	-164.09	0	1953.736	0	-3026.51
STORY12	EY	0	-164.09	-1564.846	3026.509	0
STORY11	EX	-180.18	0	2103.328	0	-3657.13
STORY11	EY	0	-180.18	-1769.127	3657.125	0
STORY10	EX	-199.69	0	2310.894	0	-4356.04
STORY10	EY	0	-199.69	-2055.103	4356.042	0
STORY9	EX	-217.48	0	2500.447	0	-5117.21
STORY9	EY	0	-217.48	-2317.003	5117.207	0
STORY8	EX	-233.49	0	2671.135	0	-5934.43
STORY8	EY	0	-233.49	-2552.766	5934.432	0
STORY7	EX	-247.69	0	2822.433	0	-6801.36
STORY7	EY	0	-247.69	-2761.68	6801.357	0
STORY6	EX	-259.86	0	2952.116	0	-7710.88
STORY6	EY	0	-259.86	-2940.749	7710.883	0
STORY5	EX	-272.48	0	3069.937	0	-8664.55
STORY5	EY	0	-272.48	-3102.051	8664.546	0
STORY4	EX	-282.84	0	3166.344	0	-9654.49
STORY4	EY	0	-282.84	-3233.704	9654.492	0
STORY3	EX	-290.71	0	3239.528	0	-10672
STORY3	EY	0	-290.71	-3333.643	10671.98	0
STORY2	EX	-295.67	0	3285.873	0	-11706.8
STORY2	EY	0	-295.67	-3396.634	11706.83	0
STORY1	EX	**-298.45**	0	3311.698	0	-12751.4
STORY1	EY	0	**-298.45**	-3431.901	12751.39	0

مقادیر برش و لنگر ایجاد شده در طبقات بر اساس آنالیز استاتیکی (واحد Ton-m)

Story	Diaphragm	Load	Ux	Uy	Rz
ROOF	D4	EX	10.3463	1.2997	-0.00139
STORY19	D4	EX	9.8323	1.2722	-0.00137
STORY18	D4	EX	9.229	1.227	-0.00135
STORY17	D4	EX	8.5494	1.1798	-0.00132
STORY16	D4	EX	7.8106	1.1277	-0.00129
STORY15	D3	EX	6.5086	0.2901	-0.00122
STORY14	D3	EX	6.0294	0.2367	-0.00104
STORY13	D3	EX	5.5114	0.202	-0.00086
STORY12	D3	EX	4.9729	0.1706	-0.0007
STORY11	D3	EX	4.4671	0.1406	-0.00056
STORY10	D2	EX	4.0263	0.0238	-0.00045
STORY9	D2	EX	3.5544	0.0034	-0.0004
STORY8	D2	EX	3.0673	0.0117	-0.00037
STORY7	D2	EX	2.5831	0.0242	-0.00034
STORY6	D2	EX	2.0915	0.0337	-0.00031
STORY5	D1	EX	1.5761	0.0161	-0.00027
STORY4	D1	EX	1.1701	0.0109	-0.0002
STORY3	D1	EX	0.8159	0.0055	-0.00014
STORY2	D1	EX	0.4814	0.0019	-0.00008
STORY1	D1	EX	0.1795	0.0002	-0.00003

مقادیر جابجائی مرکز جرم طبقات تحت بار Ex بر اساس آنالیز استاتیکی (واحد Cm)

Story	Diaphragm	Load	Ux	Uy	Rz
ROOF	D4	EY	1.4509	10.7781	-0.00357
STORY19	D4	EY	1.3457	10.1985	-0.00335
STORY18	D4	EY	1.2822	9.4784	-0.00306
STORY17	D4	EY	1.218	8.6928	-0.00273
STORY16	D4	EY	1.1501	7.8615	-0.00235
STORY15	D3	EY	0.0862	5.8369	-0.002
STORY14	D3	EY	0.0572	5.3843	-0.00175
STORY13	D3	EY	0.0216	4.9466	-0.00151
STORY12	D3	EY	0.0115	4.4912	-0.00129
STORY11	D3	EY	0.0424	4.0516	-0.0011
STORY10	D2	EY	0.076	3.4218	-0.00092
STORY9	D2	EY	0.0636	3.0066	-0.00075
STORY8	D2	EY	0.0535	2.5881	-0.00059
STORY7	D2	EY	0.045	2.1687	-0.00044
STORY6	D2	EY	0.0378	1.7469	-0.00031
STORY5	D1	EY	0.0028	1.3788	-0.00019
STORY4	D1	EY	0.0021	1.0158	-0.00014
STORY3	D1	EY	0.0011	0.7037	-0.00009
STORY2	D1	EY	0.0006	0.4141	-0.00006
STORY1	D1	EY	0	0.1557	-0.00002

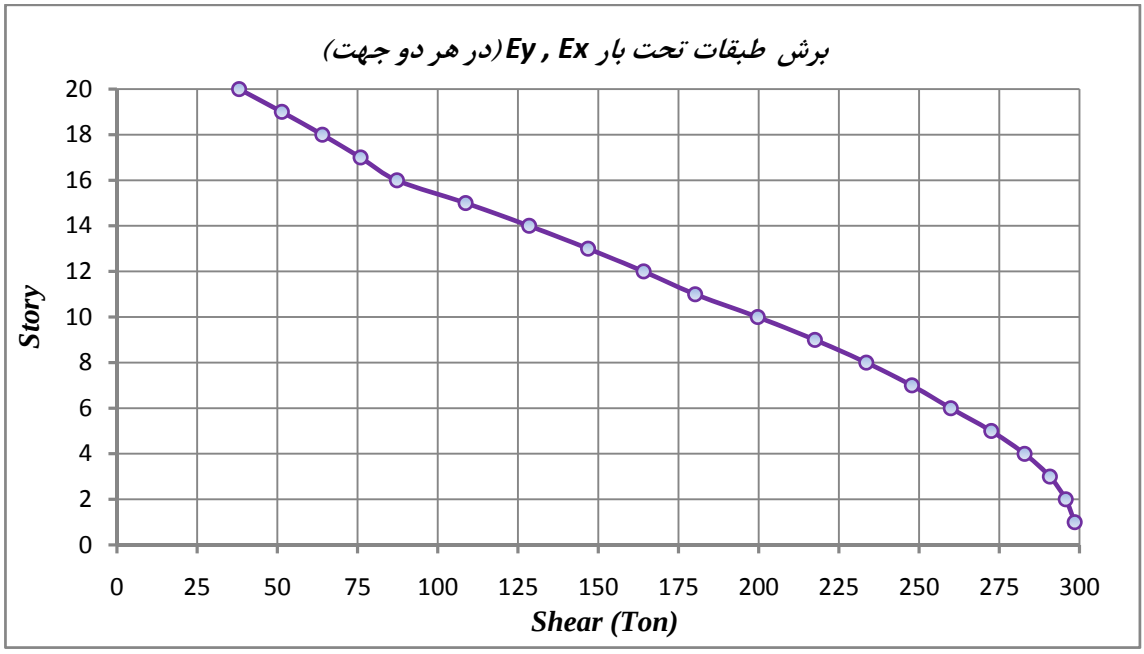
مقادیر جابجائی مرکز جرم طبقات تحت بار Ey بر اساس آنالیز استاتیکی (واحد Cm)

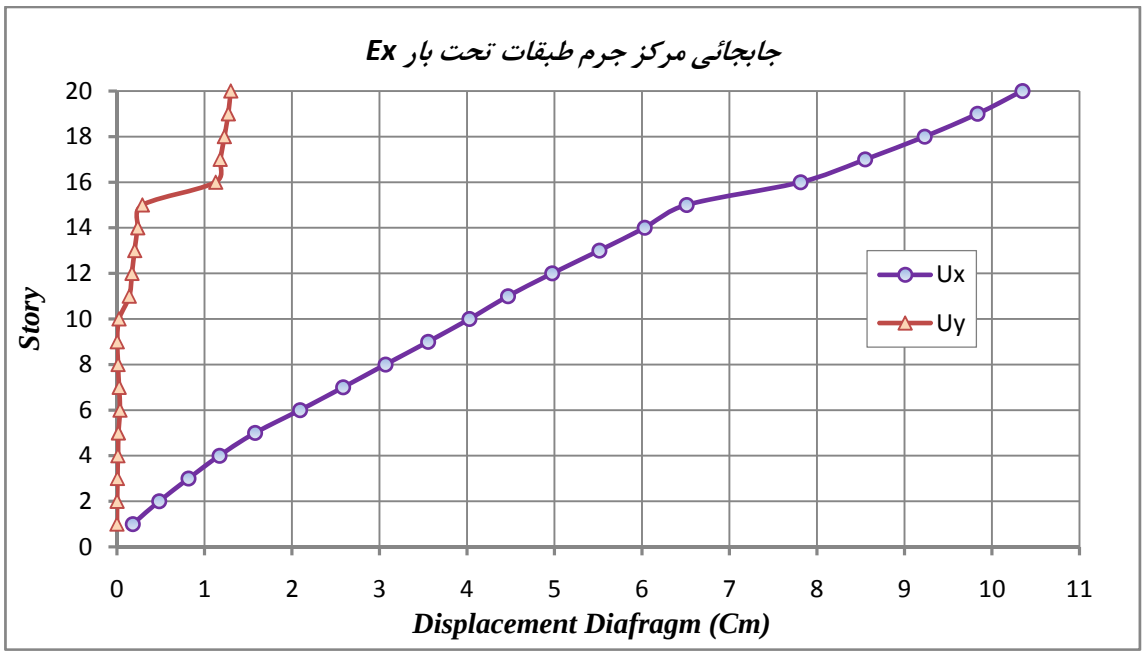
Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	Drift X	Drift Y
PENT	Max Drift X	EX	24	1420	1480	7300	0.00093	
PENT	Max Drift Y	EX	24	1420	1480	7300		0.00018
ROOF	Max Drift X	EX	20-1	1120	1860	6825	0.00163	
ROOF	Max Drift Y	EX	47	-120	1480	7000		0.00017
STORY19	Max Drift X	EX	25-1	1420	1860	6475	0.00187	
STORY19	Max Drift Y	EX	47	-120	1480	6650		0.00018
STORY18	Max Drift X	EX	25-1	1420	1860	6125	0.00207	
STORY18	Max Drift Y	EX	46	-120	930	6300		0.0002
STORY17	Max Drift X	EX	20-1	1120	1860	5775	**0.00219**	
STORY17	Max Drift Y	EX	47	-120	1480	5950		0.00022
STORY16	Max Drift X	EX	62	1120	1960	5600	0.00212	
STORY16	Max Drift Y	EX	47	-120	1480	5600		0.00037
STORY15	Max Drift X	EX	62	1120	1960	5250	0.00192	
STORY15	Max Drift Y	EX	47	-120	1480	5250		**0.00082**
STORY14	Max Drift X	EX	62	1120	1960	4900	0.00199	
STORY14	Max Drift Y	EX	47	-120	1480	4900		0.00079
STORY13	Max Drift X	EX	62	1120	1960	4550	0.00202	
STORY13	Max Drift Y	EX	47	-120	1480	4550		0.00075
STORY12	Max Drift X	EX	62	1120	1960	4200	0.00186	
STORY12	Max Drift Y	EX	47	-120	1480	4200		0.00064
STORY11	Max Drift X	EX	62	1120	1960	3850	0.00178	
STORY11	Max Drift Y	EX	47	-120	1480	3850		0.00052
STORY10	Max Drift X	EX	66	2540	1960	3500	0.00146	
STORY10	Max Drift Y	EX	47	-120	1480	3500		0.00025
STORY9	Max Drift X	EX	66	2540	1960	3150	0.00148	
STORY9	Max Drift Y	EX	46	-120	930	3150		0.0002
STORY8	Max Drift X	EX	25-1	1420	1860	2625	0.00147	
STORY8	Max Drift Y	EX	47	-120	1480	2800		0.00017
STORY7	Max Drift X	EX	66	2540	1960	2450	0.00148	
STORY7	Max Drift Y	EX	47	-120	1480	2450		0.00017
STORY6	Max Drift X	EX	66	2540	1960	2100	0.00147	
STORY6	Max Drift Y	EX	46	-120	930	2100		0.0002
STORY5	Max Drift X	EX	66	2540	1960	1750	0.00136	
STORY5	Max Drift Y	EX	47	-120	1480	1750		0.0003
STORY4	Max Drift X	EX	66	2540	1960	1400	0.00119	
STORY4	Max Drift Y	EX	45	-120	380	1400		0.00026
STORY3	Max Drift X	EX	6153	595	1860	1050	0.00111	
STORY3	Max Drift Y	EX	422	0	253.333	1050		0.00022
STORY2	Max Drift X	EX	6153	595	1860	700	0.001	
STORY2	Max Drift Y	EX	422	0	253.333	700		0.00019
STORY1	Max Drift X	EX	40	2540	1860	350	0.00059	
STORY1	Max Drift Y	EX	5	0	1860	350		0.00011

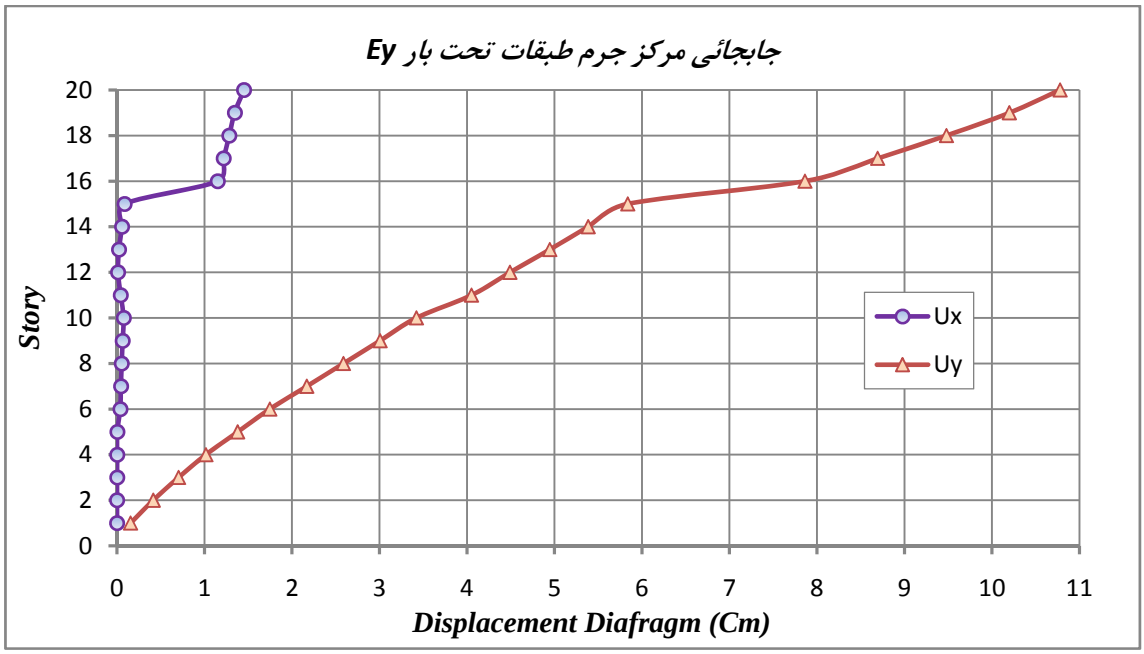
مقادیر جابجائی نسبی حداکثر طبقات تحت بار Ex بر اساس آنالیز استاتیکی

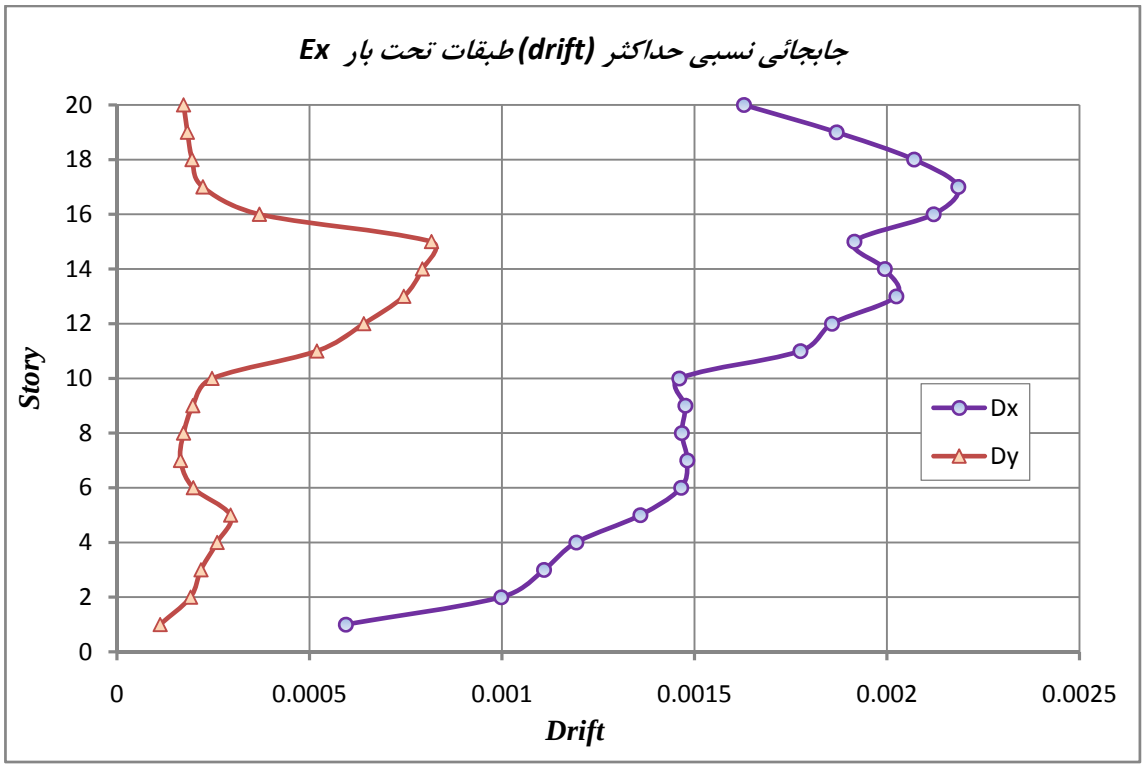
Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	Drift X	Drift Y
PENT	Max Drift X	EY	25	14.2	18.6	73	0.00025	
PENT	Max Drift Y	EY	19	11.2	14.8	73		0.0009
ROOF	Max Drift X	EY	62	11.2	19.6	70	0.00053	
ROOF	Max Drift Y	EY	47	-1.2	14.8	70		0.00227
STORY19	Max Drift X	EY	62	11.2	19.6	66.5	0.00063	
STORY19	Max Drift Y	EY	47	-1.2	14.8	66.5		0.00267
STORY18	Max Drift X	EY	62	11.2	19.6	63	0.00071	
STORY18	Max Drift Y	EY	47	-1.2	14.8	63		0.00297
STORY17	Max Drift X	EY	62	11.2	19.6	59.5	**0.00078**	
STORY17	Max Drift Y	EY	47	-1.2	14.8	59.5		**0.00319**
STORY16	Max Drift X	EY	62	11.2	19.6	56	0.0008	
STORY16	Max Drift Y	EY	47	-1.2	14.8	56		0.00299
STORY15	Max Drift X	EY	62	11.2	19.6	52.5	0.00083	
STORY15	Max Drift Y	EY	47	-1.2	14.8	52.5		0.00219
STORY14	Max Drift X	EY	62	11.2	19.6	49	0.00079	
STORY14	Max Drift Y	EY	47	-1.2	14.8	49		0.00218
STORY13	Max Drift X	EY	62	11.2	19.6	45.5	0.00074	
STORY13	Max Drift Y	EY	47	-1.2	14.8	45.5		0.00218
STORY12	Max Drift X	EY	62	11.2	19.6	42	0.00065	
STORY12	Max Drift Y	EY	47	-1.2	14.8	42		0.00202
STORY11	Max Drift X	EY	62	11.2	19.6	38.5	0.00059	
STORY11	Max Drift Y	EY	47	-1.2	14.8	38.5		0.002
STORY10	Max Drift X	EY	74	25.4	-1	35	0.00053	
STORY10	Max Drift Y	EY	47	-1.2	14.8	35		0.00194
STORY9	Max Drift X	EY	74	25.4	-1	31.5	0.00051	
STORY9	Max Drift Y	EY	47	-1.2	14.8	31.5		0.00192
STORY8	Max Drift X	EY	74	25.4	-1	28	0.00047	
STORY8	Max Drift Y	EY	47	-1.2	14.8	28		0.00187
STORY7	Max Drift X	EY	74	25.4	-1	24.5	0.00044	
STORY7	Max Drift Y	EY	47	-1.2	14.8	24.5		0.00183
STORY6	Max Drift X	EY	74	25.4	-1	21	0.00036	
STORY6	Max Drift Y	EY	47	-1.2	14.8	21		0.00167
STORY5	Max Drift X	EY	74	25.4	-1	17.5	0.00017	
STORY5	Max Drift Y	EY	47	-1.2	14.8	17.5		0.00127
STORY4	Max Drift X	EY	66	25.4	19.6	14	0.00013	
STORY4	Max Drift Y	EY	47	-1.2	14.8	14		0.00106
STORY3	Max Drift X	EY	6153	5.95	18.6	10.5	0.00011	
STORY3	Max Drift Y	EY	422	0	2.533	10.5		0.00097
STORY2	Max Drift X	EY	6153	5.95	18.6	7	9.3E-05	
STORY2	Max Drift Y	EY	422	0	2.533	7		0.00086
STORY1	Max Drift X	EY	40	25.4	18.6	3.5	5.5E-05	
STORY1	Max Drift Y	EY	5	0	18.6	3.5		0.00052

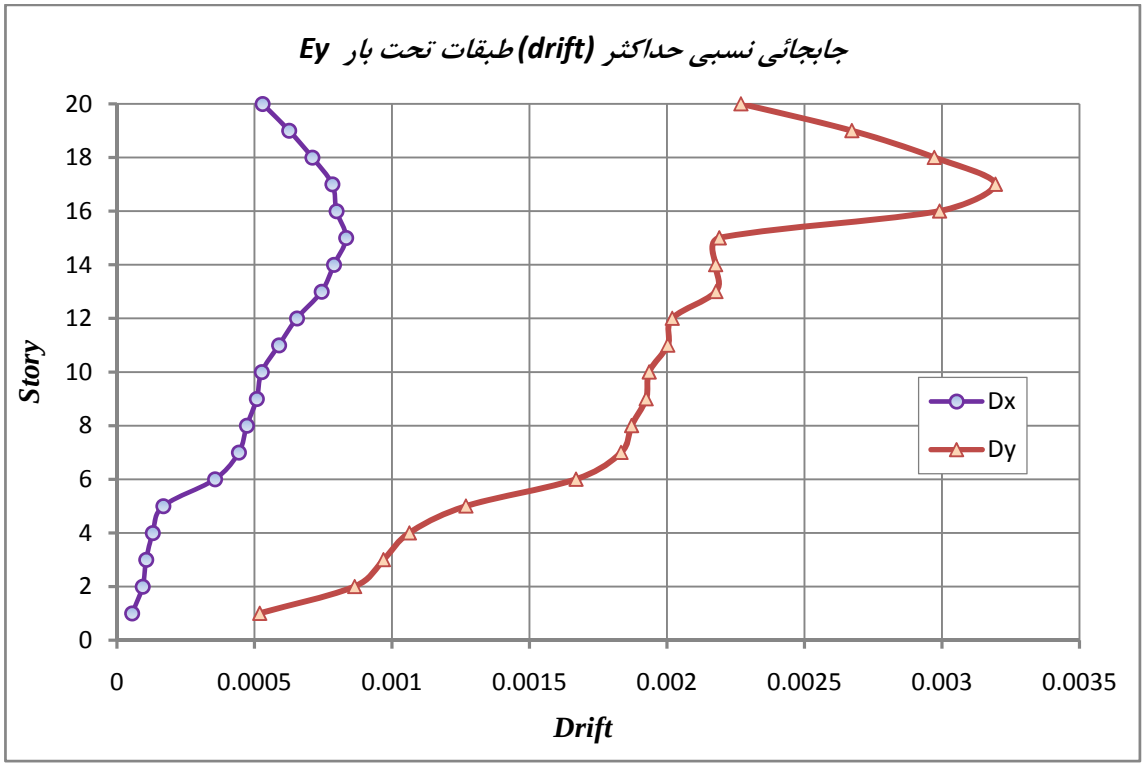
مقادیر جابجائی نسبی حداکثر طبقات تحت بار Ey بر اساس آنالیز استاتیکی


برش طبقات تحت بار Ex , Ey(در هر دو جهت)
Story
Shear (Ton)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
25
50
75
100
125
150
175
200
225
250
275
300


جابجائی مرکز جرم طبقات تحت بار Ex
Story
Displacement Diafragm (Cm)
Ux
Uy
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11


جابجائی مرکز جرم طبقات تحت بار Ey
Story
Displacement Diafragm (Cm)
Ux
Uy
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11


جابجائی نسبی حداکثر (drift) طبقات تحت بار Ex
Story
Drift
Dx
Dy
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
0.0005
0.001
0.0015
0.002
0.0025


جابجائی نسبی حداکثر (drift) طبقات تحت بار Ey
Story
Drift
Dx
Dy
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
0.0005
0.001
0.0015
0.002
0.0025
0.003
0.0035

با توجه به اینکه ساختمان مورد نظر درپلان نامنظم است لذا برای اعمال بار زلزله نمی توان فقط به بارگذاری استاتیک پرداخت. لذا بر طبق آئین نامه ۲۸۰۰ لازم است بارگذاری جانبی سازه باید به دو روش استاتیک معادل و طیفی (شبه دینامیکی) و یا به دو روش استاتیک معادل و تاریخچه زمانی انجام شود. لیکن در این پروژه جهت تحلیل دینامیکی از هر دو روش طیفی و تاریخچه زمانی استفاده می شود و در نهایت نتایج حاصل از سه روش استاتیک معادل، طیفی و تاریخچه زمانی با هم مقایسه می گردد.

تحلیل به روش دینامیکی طیفی (شبه دینامیکی)

در بارگذاری طیفی به علت در دست نبودن طیف ویژه ساختگاه و درجه اهمیت ساختمان (۳)، استفاده از طیف استاندارد آئین نامه ۲۸۰۰ کفایت می کند و فقط کافی است این طیف برای ساختمان مورد نظر مقیاس شود. در نهایت بر طبق بند ۲-۴-۲-۴ آئین نامه ۲۸۰۰ برای ساختمانهای نامنظم باید برش پایه استاتیکی و دینامیکی معادل سازی شوند یعنی اگر برش پایه دینامیکی از برش پایه استاتیکی کمتر باشد باید طیف بازتاب طرح در نسبت برش پایه استاتیکی به دینامیکی ضرب شود .

بارگذاری طیفی بنابر آئین نامه۲۸۰۰ انجام می شود.طیف متناظر با پریود ارتعاش خاک از رابطه زیر محاسبه می شود :

$$\mathrm{B}=\begin{cases} 1+S\left(\frac{T}{T_0}\right) & ,\ 0\le T\le T_0 \\ S+1 & ,\ T_0\le T\le T_s \\ (S+1)\left(\frac{T_s}{T}\right)^{2/3} & ,\ T\ge T_s \end{cases}$$

$$\text{کرمان} \rightarrow \text{زمین نوع } III \rightarrow \begin{cases} T_0=0.15 \\ T_s=0.7 \\ S=1.75 \end{cases}$$

تابع طیف بازتاب (الاستیک)

$$B(T)=\begin{cases} 1+1.75\left(\frac{T}{0.15}\right) & ,\ 0\le T\le 0.15 \\ 2.75 & ,\ 0.15\le T\le 0.7 \\ 2.75\left(\frac{0.7}{T}\right)^{2/3} & ,\ T\ge 0.7 \end{cases}$$

*برای ایجاد **طیف طرح استاندارد** لازم است که ضریب طیف که همان $\frac{AI}{R}$ می باشد در مقادیر طیف بازتاب ساختمان (B) ضرب شود. که در این ضریب $A=0.3g$ می باشد و g شتاب ثقل زمین است.*

ضریب ذکر شده به صورت زیر بدست می آید :

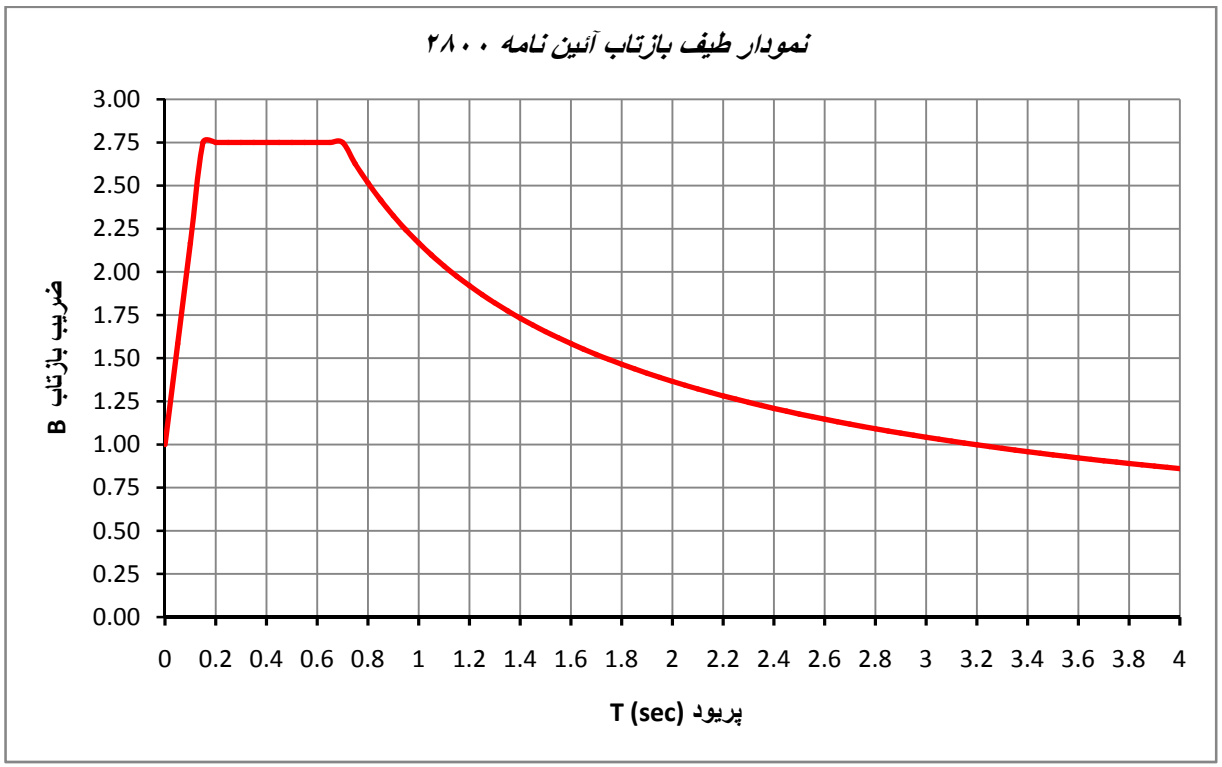
$(Sa/g)=ABI/R$

Sa : شتاب طیفی

$$\frac{A.g.I}{R}=\frac{0.3\times 9.81\times 1}{10}=0.294\ \frac{m}{sec^2} \quad \text{یا} \quad 29.4\ \frac{cm}{sec^2}$$

ضریب فوق به عنوان ضریب مقیاس طیف معرفی می شود. بر طبق بند ۲-۴-۲-۴ آئین نامه ۲۸۰۰ (اصلاح مقادیر بازتابها) لازم است که برای ساختمانهای نامنظم (ساختمان موجود) مقادیر برش پایه بدست آمده از تحلیل طیفی با برش پایه بدست آمده از تحلیل استاتیکی برابر باشد. برای این منظور بعد از انجام هر عملیات تحلیل، لازم است که نسبت برش پایه استاتیکی به برش پایه دینامیکی نیز در این ضریب مقیاس ضرب می شود.

طیف بازتاب مربوطه برای آنالیز شبه دینامیکی ساختمان موجود



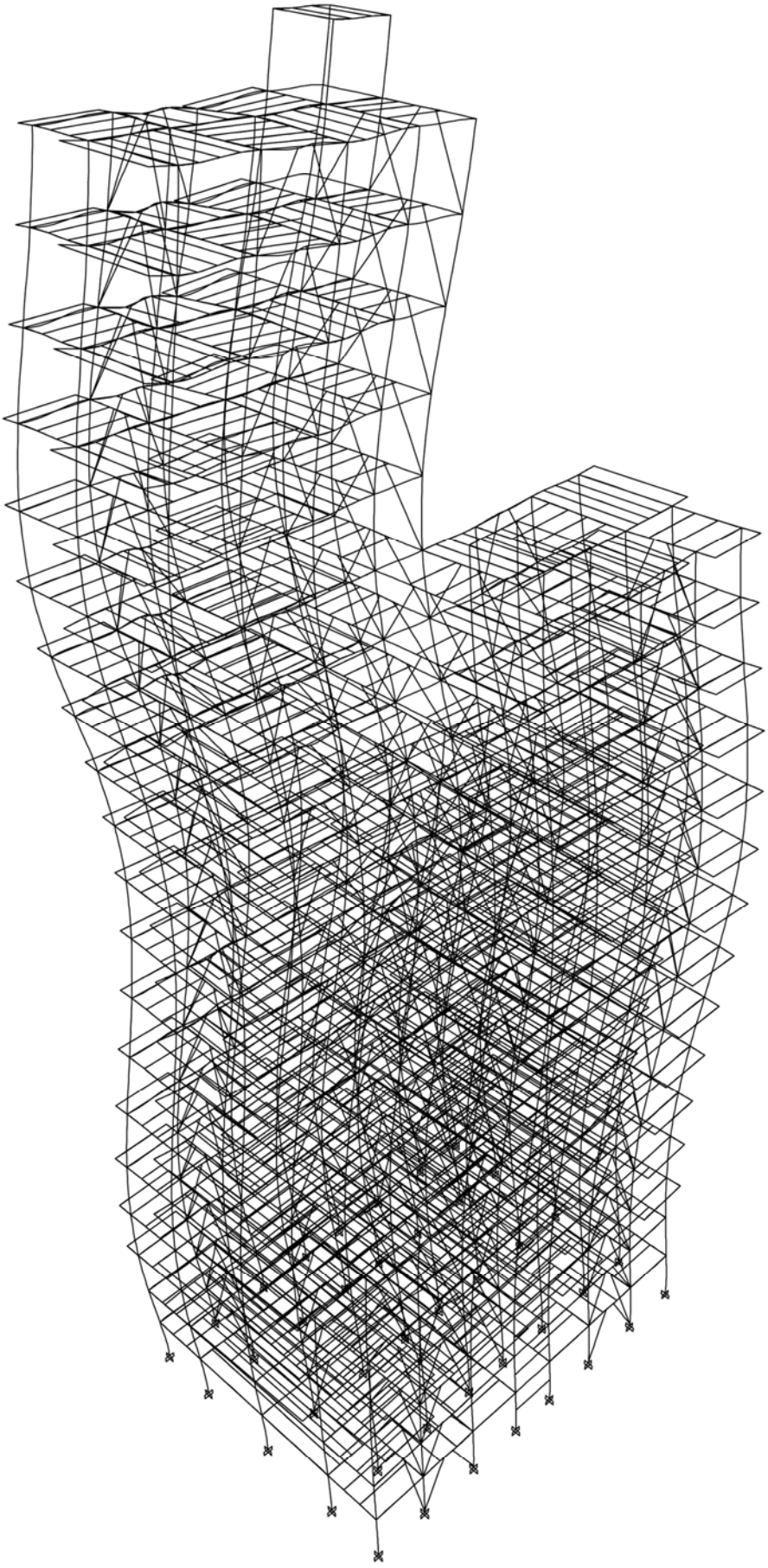
در تعیین این طیف نسبت میرایی ۵ درصد در نظر گرفته شده است.

بررسی کفایت مدهای در نظرگرفته شده در تحلیل :

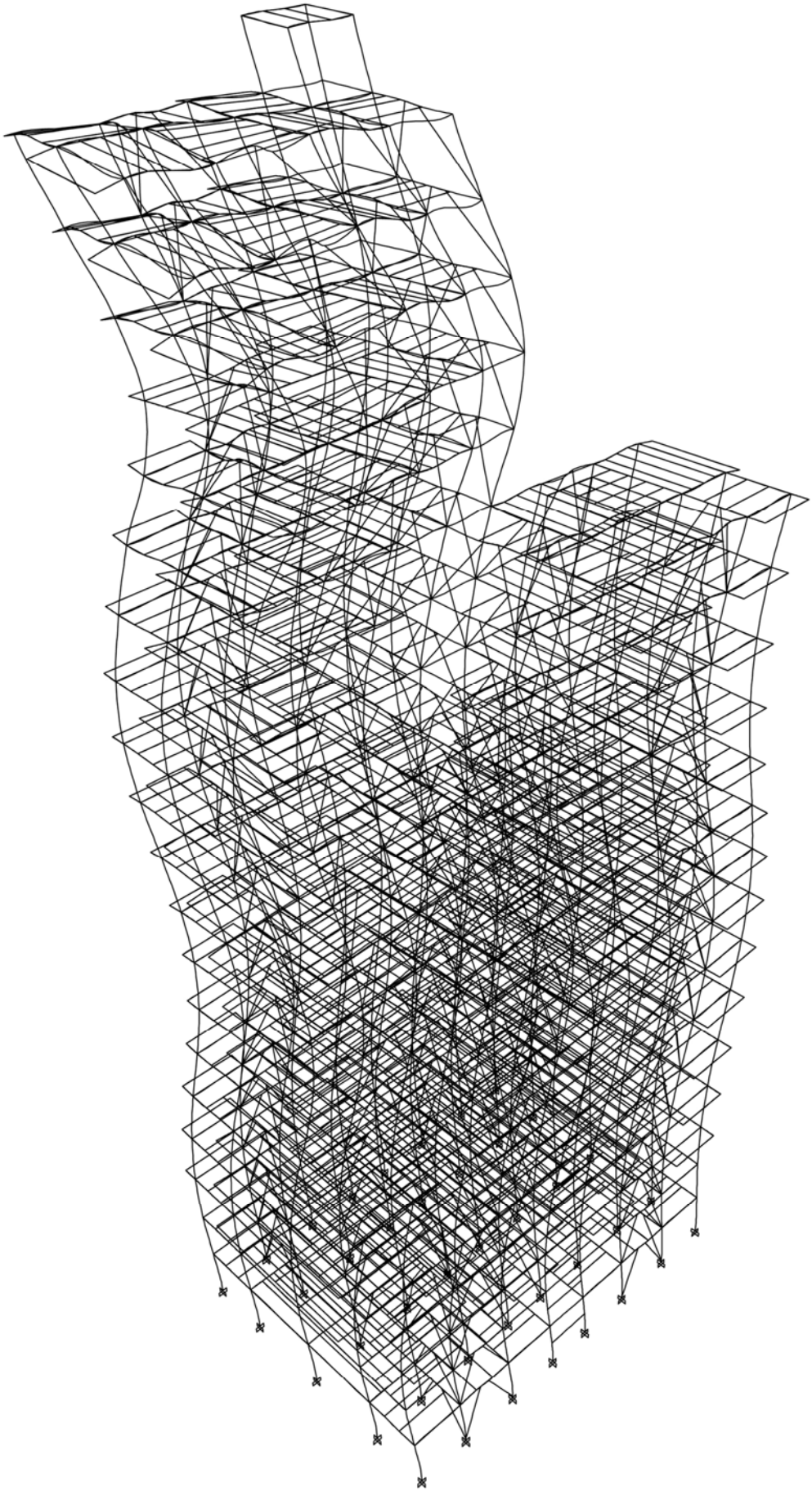
بر طبق بند ۲-۴-۲-۲ آئین نامه ۲۸۰۰ (تعداد مدهای نوسان) در هر یک از دو امتداد اصلی ساختمان باید حداقل سه مد اول نوسان یا تمام مدهای نوسان با زمان تناوب بیشتر از ۰/۴ ثانیه و یا تمام مدهای نوسان که مجموع جرم موثر در آنها بیشتر از ۹۰ درصد جرم کل سازه است، هر کدام که تعدادشان بیشتر است، در نظر گرفته شود. که در این پروژه تعداد ۱۲ مد نوسان شرایط فوق را ارضا می کند. با این وجود ۲۰ مد نوسان در نظر گرفته شده. ضمنا برای ترکیب اثر مدهای نوسان به دلیل نزدیکی مقادیر پریودها به هم (برهم کنش مدها) از روش CQC یا همان ترکیب مربعی کامل استفاده شده است.

Mode	Period	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
1	1.6903	15.49	17.00	0	15.49	17.00	0	34.72	28.28	27.16	34.72	28.28	27.16
2	1.4883	44.69	14.73	0	60.17	31.73	0	25.84	67.99	2.50	60.55	**96.27**	29.66
3	1.2610	2.71	32.02	0	62.89	63.76	0	38.21	2.82	33.05	**98.76**	99.09	62.71
4	0.6935	11.84	0.74	0	74.73	64.49	0	0.29	0.50	6.39	99.05	99.59	69.09
5	0.6499	2.67	8.06	0	77.39	72.55	0	0.63	0.06	4.14	99.68	99.66	73.23
6	0.5248	1.49	7.00	0	78.88	79.55	0	0.02	0.04	4.49	99.70	99.69	77.73
7	0.4196	4.86	1.05	0	83.74	80.60	0	0.02	0.11	5.26	99.73	99.80	82.99
8	**0.3912**	3.36	0.03	0	87.10	80.63	0	0.01	0.07	2.75	99.74	99.88	85.73
9	0.3575	0.05	7.15	0	87.15	87.78	0	0.16	0.00	0.05	99.90	99.88	85.78
10	0.2828	0.65	0.00	0	87.80	87.78	0	0.00	0.06	5.06	99.90	99.93	**90.84**
11	0.2733	4.03	0.01	0	**91.83**	87.79	0	0.00	0.03	0.38	99.90	99.97	91.22
12	0.2462	0.01	4.24	0	91.84	**92.03**	0	0.07	0.00	0.08	99.97	99.97	91.30
13	0.2022	0.23	0.23	0	92.07	92.26	0	0.01	0.01	1.01	99.98	99.97	92.31
14	0.1963	1.21	0.17	0	93.28	92.43	0	0.00	0.01	0.15	99.98	99.99	92.46
15	0.1786	0.16	0.76	0	93.44	93.19	0	0.01	0.00	0.91	99.99	99.99	93.37
16	0.1640	1.04	0.03	0	94.48	93.22	0	0.00	0.00	0.24	99.99	99.99	93.61
17	0.1580	0.00	1.28	0	94.48	94.50	0	0.00	0.00	0.16	99.99	99.99	93.77
18	0.1411	0.14	0.12	0	94.62	94.62	0	0.00	0.00	1.12	99.99	99.99	94.89
19	0.1353	1.05	0.00	0	95.67	94.62	0	0.00	0.01	0.01	99.99	99.99	94.90
20	0.1309	0.05	0.61	0	95.72	95.23	0	0.00	0.00	0.25	99.99	99.99	95.15

مشخصات مدها و نسبت جرم جذب شده مدی (ضرائب شرکت)



Mode 11 (period :0.2733)



Mode 14 (period :0.1963)

نتایج آنالیز طیفی (قبل از همپایه سازی برش ها)

Story	Load	Vx	Vy	T	Mx	My
PENT	SPX	1.17	0.49	21.671	1.467	3.514
PENT	SPY	0.42	1.34	21.399	4.019	1.271
ROOF	SPX	13.21	5.62	203.847	20.749	49.713
ROOF	SPY	4.56	11.89	127.968	45.081	17.01
STORY19	SPX	24.45	10.96	374.543	59.027	135.024
STORY19	SPY	8.9	21.45	229.381	119.874	48.126
STORY18	SPX	33.57	15.7	515.932	113.862	251.551
STORY18	SPY	12.81	28.68	314.805	219.394	92.879
STORY17	SPX	40.8	19.87	631.063	183.094	392.246
STORY17	SPY	16.25	33.96	385.301	336.109	149.576
STORY16	SPX	46.47	23.57	722.999	264.966	551.182
STORY16	SPY	19.25	37.83	444.075	464.366	216.621
STORY15	SPX	55.78	28.21	842.178	362.544	735.498
STORY15	SPY	23.3	45.43	605.036	610.512	296.079
STORY14	SPX	65.12	32.55	951.872	474.596	946.406
STORY14	SPY	27.59	53.89	776.509	778.601	388.303
STORY13	SPX	73.61	36.52	1047.96	599.934	1183.368
STORY13	SPY	31.74	61.93	933.872	970.811	493.396
STORY12	SPX	81.32	40.16	1132.399	737.474	1444.666
STORY12	SPY	35.68	69.28	1074.3	1186.886	611.138
STORY11	SPX	88.43	43.48	1208.151	886.098	1728.453
STORY11	SPY	39.39	76.06	1199.695	1425.405	741.016
STORY10	SPX	97.15	46.9	1314.707	1045.455	2035.927
STORY10	SPY	43.73	85.15	1390.585	1690.923	885.69
STORY9	SPX	105.9	50.08	1429.55	1214.546	2367.416
STORY9	SPY	47.68	93.91	1572.406	1983.174	1043.917
STORY8	SPX	114.3	53.04	1547.09	1392.555	2723.048
STORY8	SPY	51.23	102.05	1739.655	2301.171	1214.321
STORY7	SPX	122.12	55.76	1663.568	1578.716	3102.282
STORY7	SPY	54.39	109.57	1891.013	2643.357	1395.512
STORY6	SPX	129.16	58.16	1773.684	1772.136	3503.679
STORY6	SPY	57.08	116.33	2022.904	3007.622	1585.928
STORY5	SPX	136.91	60.78	1879.187	1973.622	3927.83
STORY5	SPY	60.01	123.48	2137.971	3392.757	1785.265
STORY4	SPX	144.1	62.93	1971.149	2182.074	4373.693
STORY4	SPY	62.46	130.31	2236.522	3797.67	1992.365
STORY3	SPX	150.48	64.55	2047.268	2396.236	4839.845
STORY3	SPY	64.34	136.59	2319.646	4221.375	2205.882
STORY2	SPX	154.94	65.51	2096.884	2614.506	5323.363
STORY2	SPY	65.45	141.04	2374.581	4661.503	2424.002
STORY1	SPX	**157.14**	65.94	2120.56	2835.465	5820.352
STORY1	SPY	65.94	**143.27**	2401.548	5114.509	2645.08

مقادیر برش و لنگر ایجاد شده در طبقات بر اساس آنالیز طیفی (واحد Ton-m)

همانطور که از نتایج بالا مشخص است نتایج برش پایه طیفی در هر دو جهت کمتر از مقادیر حاصل از تحلیل استاتیکی است ، لذا بر طبق بند ۲-۴-۲-۴ آئین نامه ۲۸۰۰ (اصلاح مقادیر بازتابها) لازم است که برای ساختمان موجود مقادیر برش پایه طیفی در هر دو جهت به مقادیر استاتیکی در آن جهات برسد. بنابر این ضرائب همپایه سازی بصورت زیر تعیین می گردد:

$$\text{ضریب همپایه سازی در جهت } x = \frac{298.45}{157.14} \times 0.294 = 0.5584 \ \frac{m}{sec^2} \quad \text{یا} \quad 55.84 \ \frac{cm}{sec^2}$$

$$\text{ضریب همپایه سازی در جهت } y = \frac{298.45}{143.27} \times 0.294 = 0.6125 \ \frac{m}{sec^2} \quad \text{یا} \quad 61.25 \ \frac{cm}{sec^2}$$

نتایج آنالیز طیفی (پس از همپایه سازی برش ها)

Story	Load	Vx	Vy	T	Mx	My
PENT	SPX	2.22	0.93	41.158	2.787	6.674
PENT	SPY	0.88	2.79	44.578	8.372	2.648
ROOF	SPX	25.1	10.68	387.155	39.408	94.417
ROOF	SPY	9.51	24.77	266.584	93.912	35.435
STORY19	SPX	46.43	20.81	711.351	112.106	256.444
STORY19	SPY	18.54	44.68	477.849	249.723	100.257
STORY18	SPX	63.76	29.82	979.883	216.253	477.759
STORY18	SPY	26.68	59.76	655.805	457.045	193.486
STORY17	SPX	77.49	37.73	1198.545	347.741	744.972
STORY17	SPY	33.85	70.75	802.663	700.186	311.598
STORY16	SPX	87.97	44.62	1371.405	503.237	1046.831
STORY16	SPY	40.05	78.58	922.362	967.373	451.268
STORY15	SPX	105.93	53.59	1599.506	688.562	1396.894
STORY15	SPY	48.53	94.63	1260.418	1271.826	616.794
STORY14	SPX	123.68	61.82	1807.841	901.376	1797.46
STORY14	SPY	57.47	112.26	1617.633	1621.989	808.918
STORY13	SPX	139.8	69.35	1990.337	1139.424	2247.51
STORY13	SPY	66.12	129.02	1945.453	2022.404	1027.849
STORY12	SPX	154.45	76.27	2150.707	1400.647	2743.781
STORY12	SPY	74.34	144.33	2237.993	2472.534	1273.129
STORY11	SPX	167.94	82.58	2294.579	1682.92	3282.762
STORY11	SPY	82.05	158.46	2499.217	2969.419	1543.692
STORY10	SPX	184.5	89.07	2496.954	1985.578	3866.732
STORY10	SPY	91.09	177.4	2896.883	3522.549	1845.079
STORY9	SPX	201.13	95.11	2715.071	2306.724	4496.311
STORY9	SPY	99.32	195.64	3275.654	4131.371	2174.699
STORY8	SPX	217.09	100.73	2938.309	2644.808	5171.745
STORY8	SPY	106.73	212.6	3624.069	4793.824	2529.687
STORY7	SPX	231.94	105.91	3159.53	2998.374	5892.005
STORY7	SPY	113.32	228.26	3939.38	5506.671	2907.146
STORY6	SPX	245.31	110.46	3368.666	3365.726	6654.356
STORY6	SPY	118.91	242.34	4214.137	6265.512	3303.823
STORY5	SPX	260.02	115.43	3569.042	3748.398	7459.925
STORY5	SPY	125.01	257.24	4453.846	7067.829	3719.083
STORY4	SPX	273.68	119.52	3743.701	4144.301	8306.73
STORY4	SPY	130.12	271.46	4659.147	7911.349	4150.516
STORY3	SPX	285.8	122.6	3888.27	4551.047	9192.068
STORY3	SPY	134.03	284.54	4832.313	8794.016	4595.317
STORY2	SPX	294.27	124.42	3982.503	4965.597	10110.39
STORY2	SPY	136.34	293.82	4946.754	9710.896	5049.709
STORY1	SPX	**298.45**	125.23	4027.47	5385.253	11054.29
STORY1	SPY	137.36	**298.45**	5002.932	10654.6	5510.26

مقادیر برش و لنگر ایجاد شده در طبقات بر اساس آنالیز طیفی (واحد Ton-m)

Story	Diaphragm	Load	Ux	Uy	Rz
ROOF	D4	SPX	8.1844	5.3998	0.00369
STORY19	D4	SPX	7.8489	5.1905	0.00355
STORY18	D4	SPX	7.4221	4.8787	0.00335
STORY17	D4	SPX	6.9173	4.5152	0.0031
STORY16	D4	SPX	6.3599	4.1143	0.00281
STORY15	D3	SPX	5.7184	2.4762	0.00254
STORY14	D3	SPX	5.3394	2.2743	0.00234
STORY13	D3	SPX	4.9253	2.0918	0.00213
STORY12	D3	SPX	4.4888	1.9009	0.00192
STORY11	D3	SPX	4.0749	1.7176	0.00172
STORY10	D2	SPX	3.6324	1.3542	0.00153
STORY9	D2	SPX	3.2332	1.1906	0.00134
STORY8	D2	SPX	2.8135	1.0287	0.00115
STORY7	D2	SPX	2.3895	0.866	0.00096
STORY6	D2	SPX	1.9529	0.7015	0.00076
STORY5	D1	SPX	1.504	0.5708	0.00058
STORY4	D1	SPX	1.1293	0.4218	0.00044
STORY3	D1	SPX	0.7962	0.293	0.00031
STORY2	D1	SPX	0.4744	0.173	0.00019
STORY1	D1	SPX	0.1785	0.0652	0.00007

مقادیر جابجائی مرکز جرم طبقات تحت بار SPx بر اساس آنالیز طیفی (واحد Cm)

Story	Diaphragm	Load	Ux	Uy	Rz
ROOF	D4	SPY	4.6119	7.8494	0.00598
STORY19	D4	SPY	4.4091	7.4948	0.00576
STORY18	D4	SPY	4.1884	7.0167	0.00546
STORY17	D4	SPY	3.9239	6.4768	0.00509
STORY16	D4	SPY	3.6236	5.9011	0.00468
STORY15	D3	SPY	2.9187	4.7483	0.0043
STORY14	D3	SPY	2.7269	4.4468	0.00403
STORY13	D3	SPY	2.5173	4.1209	0.00372
STORY12	D3	SPY	2.2936	3.7745	0.00338
STORY11	D3	SPY	2.0788	3.4352	0.00305
STORY10	D2	SPY	1.7832	3.2215	0.00272
STORY9	D2	SPY	1.5747	2.8809	0.00241
STORY8	D2	SPY	1.3585	2.5161	0.00208
STORY7	D2	SPY	1.1428	2.1429	0.00174
STORY6	D2	SPY	0.9239	1.7603	0.0014
STORY5	D1	SPY	0.7191	1.2965	0.00106
STORY4	D1	SPY	0.5352	0.9666	0.00079
STORY3	D1	SPY	0.3739	0.6799	0.00056
STORY2	D1	SPY	0.2206	0.406	0.00033
STORY1	D1	SPY	0.0825	0.1547	0.00013

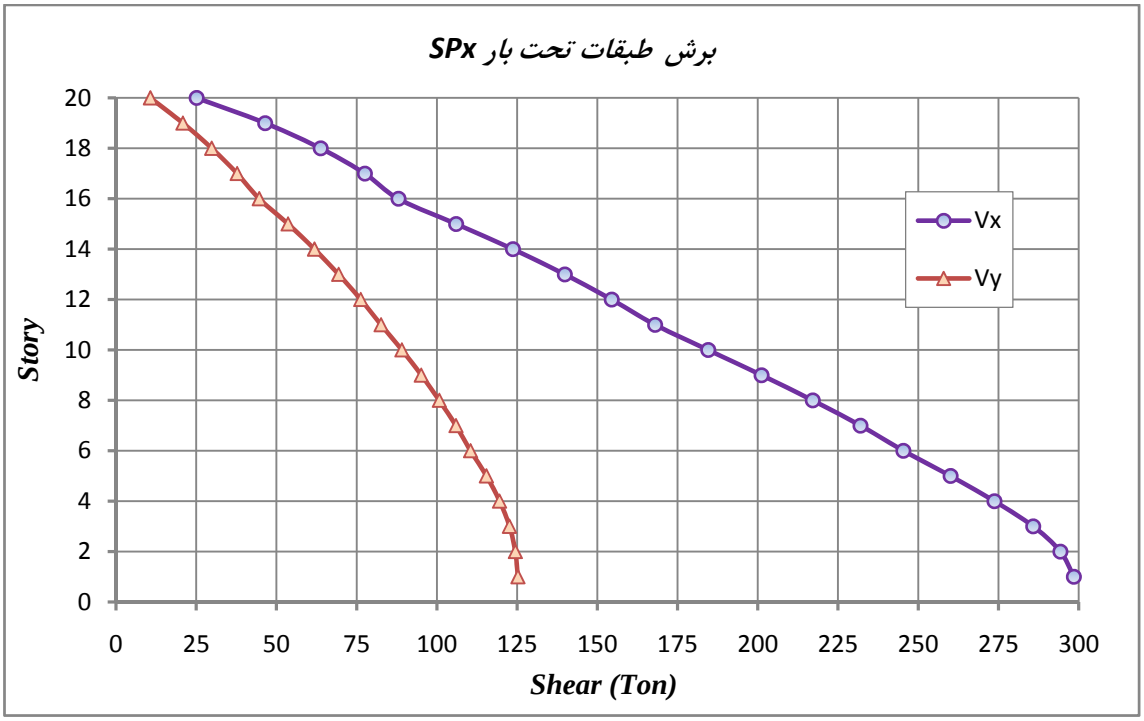
مقادیر جابجائی مرکز جرم طبقات تحت بار SPy بر اساس آنالیز طیفی (واحد Cm)

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	Drift X	Drift Y
PENT	Max Drift X	SPX	24	1420	1480	7300	0.00082	
PENT	Max Drift Y	SPX	19	1120	1480	7300		0.00039
ROOF	Max Drift X	SPX	20-1	1120	1860	6825	0.00127	
ROOF	Max Drift Y	SPX	47	-120	1480	7000		0.00105
STORY19	Max Drift X	SPX	25-1	1420	1860	6475	0.0016	
STORY19	Max Drift Y	SPX	47	-120	1480	6650		0.0014
STORY18	Max Drift X	SPX	25-1	1420	1860	6125	0.00186	
STORY18	Max Drift Y	SPX	47	-120	1480	6300		0.0017
STORY17	Max Drift X	SPX	23	1420	930	5950	**0.00208**	
STORY17	Max Drift Y	SPX	47	-120	1480	5950		**0.00192**
STORY16	Max Drift X	SPX	62	1120	1960	5600	0.00193	
STORY16	Max Drift Y	SPX	47	-120	1480	5600		0.00179
STORY15	Max Drift X	SPX	62	1120	1960	5250	0.00169	
STORY15	Max Drift Y	SPX	46	-120	930	5250		0.00133
STORY14	Max Drift X	SPX	62	1120	1960	4900	0.00175	
STORY14	Max Drift Y	SPX	47	-120	1480	4900		0.00137
STORY13	Max Drift X	SPX	62	1120	1960	4550	0.00175	
STORY13	Max Drift Y	SPX	47	-120	1480	4550		0.00141
STORY12	Max Drift X	SPX	62	1120	1960	4200	0.00158	
STORY12	Max Drift Y	SPX	47	-120	1480	4200		0.00132
STORY11	Max Drift X	SPX	62	1120	1960	3850	0.00149	
STORY11	Max Drift Y	SPX	47	-120	1480	3850		0.00132
STORY10	Max Drift X	SPX	74	2540	-100	3500	0.00152	
STORY10	Max Drift Y	SPX	47	-120	1480	3500		0.00129
STORY9	Max Drift X	SPX	74	2540	-100	3150	0.0016	
STORY9	Max Drift Y	SPX	47	-120	1480	3150		0.00132
STORY8	Max Drift X	SPX	74	2540	-100	2800	0.00159	
STORY8	Max Drift Y	SPX	46	-120	930	2800		0.0013
STORY7	Max Drift X	SPX	74	2540	-100	2450	0.0016	
STORY7	Max Drift Y	SPX	47	-120	1480	2450		0.0013
STORY6	Max Drift X	SPX	74	2540	-100	2100	0.00147	
STORY6	Max Drift Y	SPX	47	-120	1480	2100		0.00118
STORY5	Max Drift X	SPX	66	2540	1960	1750	0.00123	
STORY5	Max Drift Y	SPX	47	-120	1480	1750		0.00086
STORY4	Max Drift X	SPX	66	2540	1960	1400	0.0011	
STORY4	Max Drift Y	SPX	47	-120	1480	1400		0.00073
STORY3	Max Drift X	SPX	6153	595	1860	1050	0.00105	
STORY3	Max Drift Y	SPX	422	0	253.333	1050		0.00065
STORY2	Max Drift X	SPX	6153	595	1860	700	0.00096	
STORY2	Max Drift Y	SPX	422	0	253.333	700		0.00059
STORY1	Max Drift X	SPX	40	2540	1860	350	0.00058	
STORY1	Max Drift Y	SPX	5	0	1860	350		0.00036

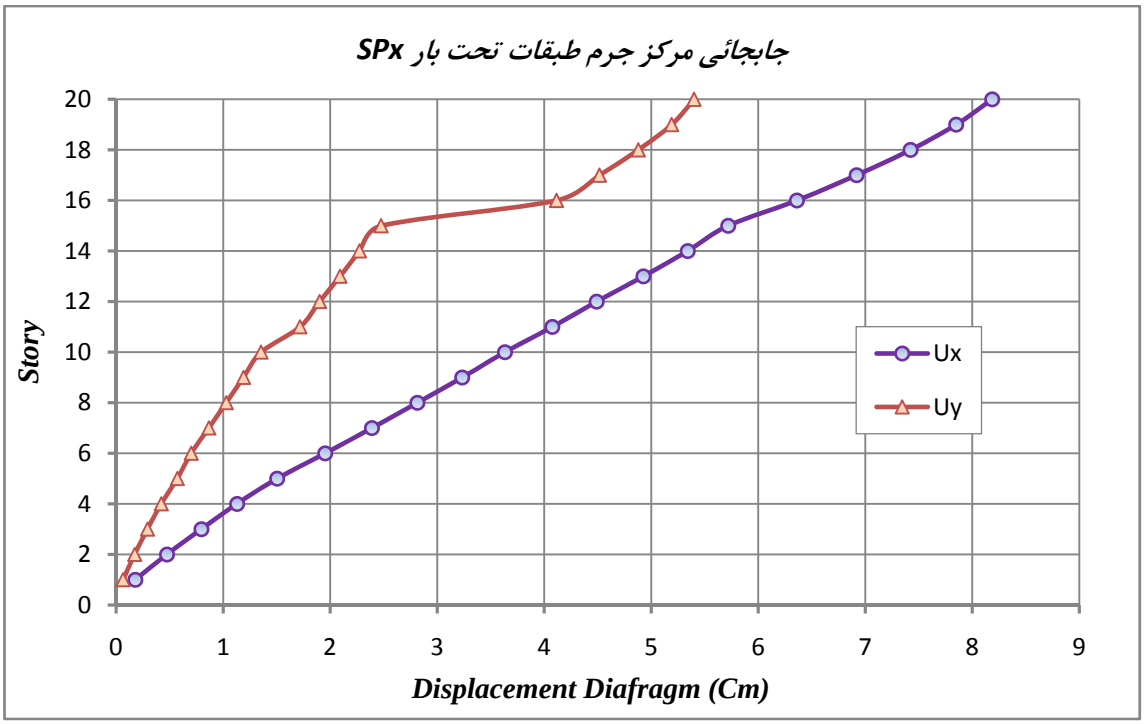
مقادیر جابجائی نسبی حداکثر طبقات تحت بار SPx بر اساس آنالیز طیفی

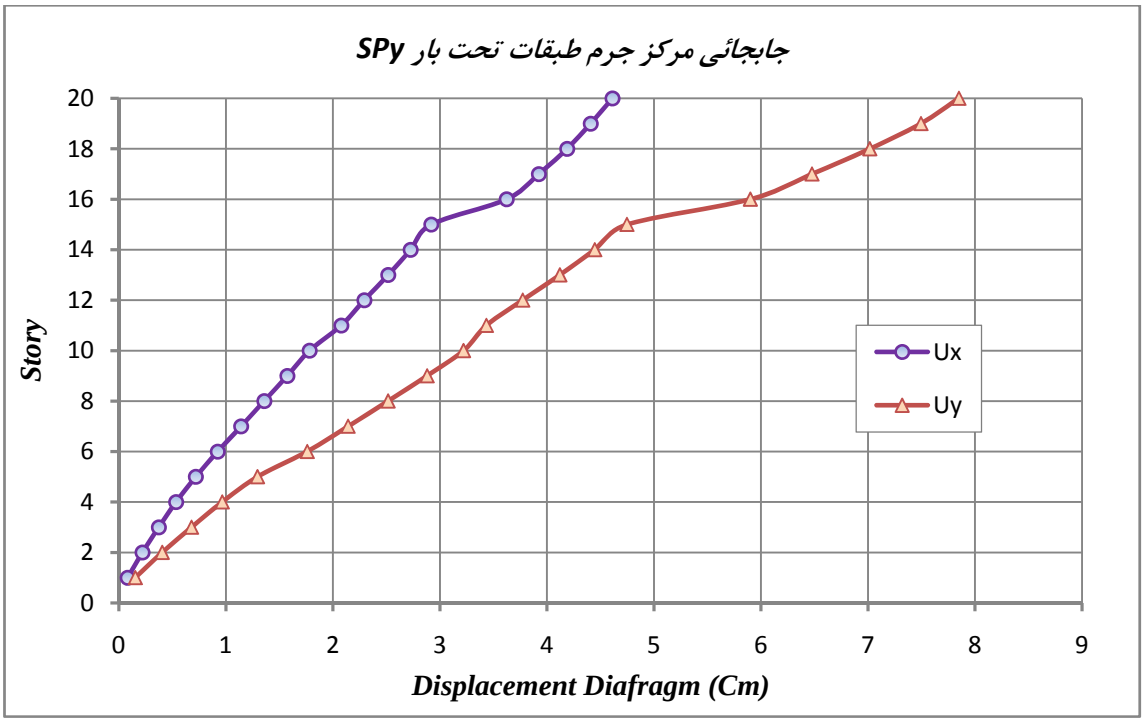
Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	Drift X	Drift Y
PENT	Max Drift X	SPY	25	1420	1860	7300	0.00039	
PENT	Max Drift Y	SPY	24	1420	1480	7300		0.00077
ROOF	Max Drift X	SPY	20-1	1120	1860	6825	0.00074	
ROOF	Max Drift Y	SPY	47	-120	1480	7000		0.0017
STORY19	Max Drift X	SPY	25-1	1420	1860	6475	0.00093	
STORY19	Max Drift Y	SPY	47	-120	1480	6650		0.00225
STORY18	Max Drift X	SPY	62	1120	1960	6300	0.00112	
STORY18	Max Drift Y	SPY	47	-120	1480	6300		0.0027
STORY17	Max Drift X	SPY	62	1120	1960	5950	0.0013	
STORY17	Max Drift Y	SPY	47	-120	1480	5950		**0.003**
STORY16	Max Drift X	SPY	62	1120	1960	5600	**0.00132**	
STORY16	Max Drift Y	SPY	47	-120	1480	5600		0.00277
STORY15	Max Drift X	SPY	62	1120	1960	5250	0.00119	
STORY15	Max Drift Y	SPY	46	-120	930	5250		0.00189
STORY14	Max Drift X	SPY	62	1120	1960	4900	0.00126	
STORY14	Max Drift Y	SPY	47	-120	1480	4900		0.00191
STORY13	Max Drift X	SPY	62	1120	1960	4550	0.00131	
STORY13	Max Drift Y	SPY	47	-120	1480	4550		0.00193
STORY12	Max Drift X	SPY	74	2540	-100	4200	0.00125	
STORY12	Max Drift Y	SPY	47	-120	1480	4200		0.0018
STORY11	Max Drift X	SPY	74	2540	-100	3850	0.00131	
STORY11	Max Drift Y	SPY	47	-120	1480	3850		0.00179
STORY10	Max Drift X	SPY	74	2540	-100	3500	0.00133	
STORY10	Max Drift Y	SPY	47	-120	1480	3500		0.00171
STORY9	Max Drift X	SPY	74	2540	-100	3150	0.0014	
STORY9	Max Drift Y	SPY	47	-120	1480	3150		0.00173
STORY8	Max Drift X	SPY	74	2540	-100	2800	0.00142	
STORY8	Max Drift Y	SPY	50	2660	1480	2800		0.00177
STORY7	Max Drift X	SPY	74	2540	-100	2450	0.00146	
STORY7	Max Drift Y	SPY	50	2660	1480	2450		0.00184
STORY6	Max Drift X	SPY	74	2540	-100	2100	0.00136	
STORY6	Max Drift Y	SPY	50	2660	1480	2100		0.00183
STORY5	Max Drift X	SPY	74	2540	-100	1750	0.00103	
STORY5	Max Drift Y	SPY	50	2660	1480	1750		0.00165
STORY4	Max Drift X	SPY	74	2540	-100	1400	0.00088	
STORY4	Max Drift Y	SPY	50	2660	1480	1400		0.00143
STORY3	Max Drift X	SPY	6177	595	0	1050	0.00079	
STORY3	Max Drift Y	SPY	405	2540	253.333	1050		0.0013
STORY2	Max Drift X	SPY	6177	595	0	700	0.00073	
STORY2	Max Drift Y	SPY	405	2540	253.333	700		0.0012
STORY1	Max Drift X	SPY	36	2540	0	350	0.00044	
STORY1	Max Drift Y	SPY	40	2540	1860	350		0.00073

مقادیر جابجائی نسبی حداکثر طبقات تحت بار SPy بر اساس آنالیز طیفی

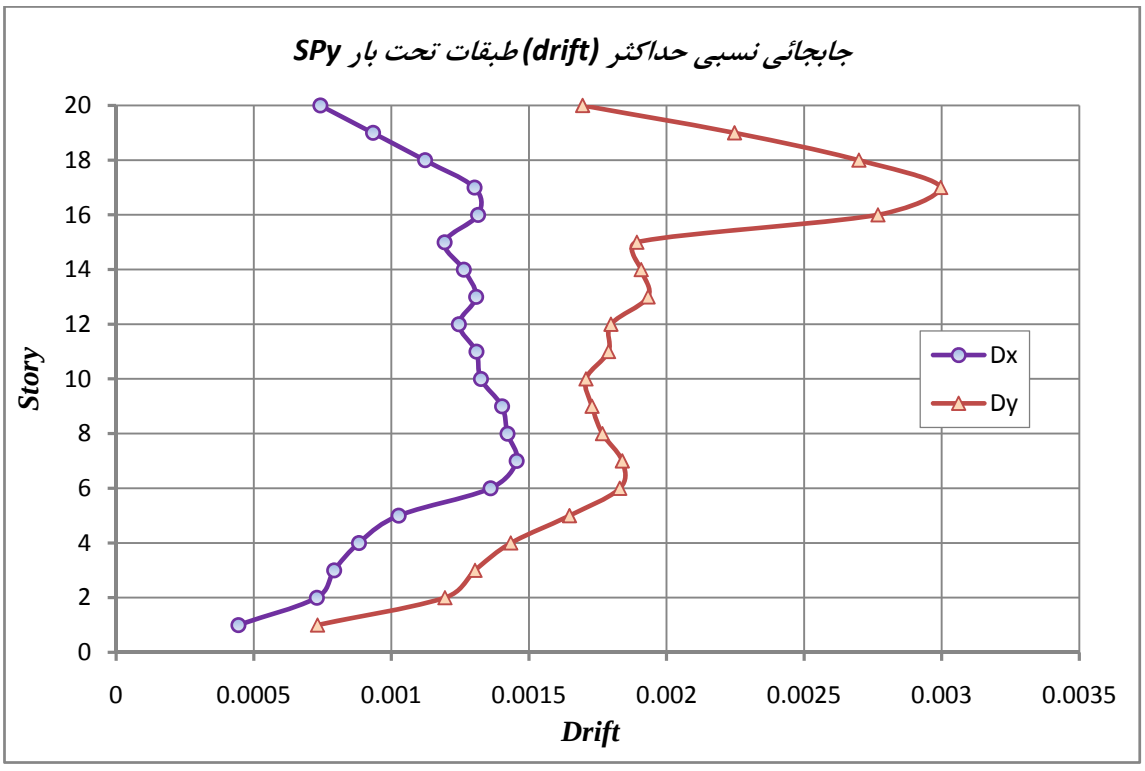

برش طبقات تحت بار SPx
Story
Shear (Ton)
Vx
Vy
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
25
50
75
100
125
150
175
200
225
250
275
300

برش طبقات تحت بار SPy
Story
Shear (Ton)
Vx
Vy
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
25
50
75
100
125
150
175
200
225
250
275
300


جابجائی مرکز جرم طبقات تحت بار SPx
Story
Displacement Diafragm (Cm)
Ux
Uy
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9


جابجائی مرکز جرم طبقات تحت بار SPy
Story
Displacement Diafragm (Cm)
Ux
Uy
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9

جابجائی نسبی حداکثر (drift) طبقات تحت بار SPx
Story
Drift
Dx
Dy
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
0.0005
0.001
0.0015
0.002
0.0025


جابجائی نسبی حداکثر (drift) طبقات تحت بار SPy
Story
Drift
Dx
Dy
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
0.0005
0.001
0.0015
0.002
0.0025
0.003
0.0035

تحلیل به روش دینامیکی تاریخچه زمانی (لحظه به لحظه)

انتخاب شتاب نگاشتها:

ضوابط مربوط به انتخاب شتاب نگاشتها برای استفاده از تحلیل تاریخچه زمانی در بند ۲-۴-۱-۴ آئین نامه ۲۸۰۰ ارائه شده است بدین منظور شتاب نگاشتهائی که در تعیین حرکت زمین مورد استفاده قرار می گیرند بایستی تا حد امکان نمایان گر حرکت واقعی زمین در محل احداث بنا باشند.

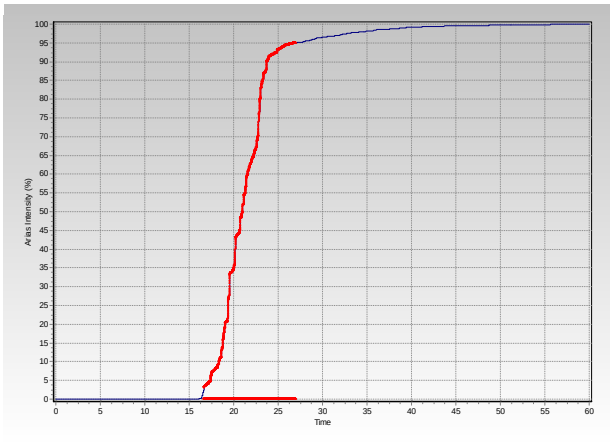
در این راه ابتدا شتاب نگاشتهای مذکور (شتاب نگاشتهای خام) را مورد پردازش قرار داده و تصحیحاتی از قبیل اصلاح خط پایه و اصلاح باند فرکانس مناسب روی آنها صورت می گیرد. که در اینجا این کارها توسط برنامه SWS انجام شده است.

با توجه به نوع خاک و محل احداث ساختمان و بنا بر الزامات بند ۲-۴-۱-۴ آئین نامه ۲۸۰۰، سه زوج شتابنگاشت متعلق به مولفه های افقی سه زلزله روی داده در استان کرمان (بم ، گلباف و زرند) در نظر گرفته شده است سپس با استفاده از برنامه SWS تصحیحات لازم روی آنها انجام شده و پس از تصحیح با استفاده از نرم افزار Seismo Signal مدت زمان حرکت شدید زمین در آنها مورد بررسی قرار گرفته است. در اینجا برای تعیین دوره شدید لرزه برای نگاشتهای مذکور از روش پیشنهادی آئین نامه ۲۸۰۰ موسوم به روش توزیع تجمعی انرژی استفاده شده است. در این روش دوره، حرکت شدید زمین مدت زمانی است که طی آن سهم زیادی از انتگرال مربع شتاب که به شدت شتاب نگاشت نیز موسوم است وجود داشته باشد.

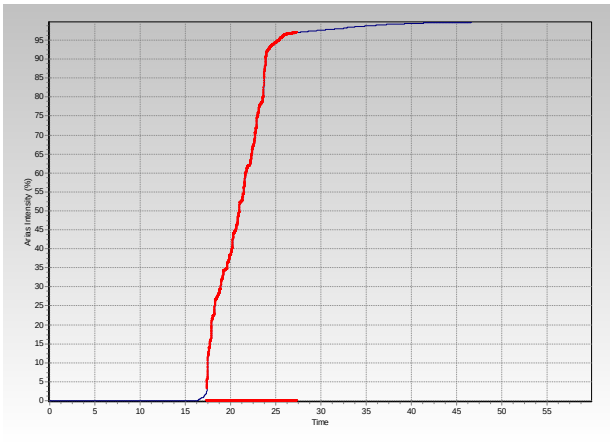
$$I_a = \frac{\Pi}{2g}\int_0^{\infty}[a(t)]^2\,dt$$ انتگرال مربع شتاب

به صورت کمی فاصله زمانی بین سهم های ۵٪ و ۹۵٪ ، دوره حرکت شدید زمین در نظر گرفته می شود. بدین منظور در زیر برای نگاشت های مذکور زمان حرکت زمین به صورت گراف ترسیم شده است.

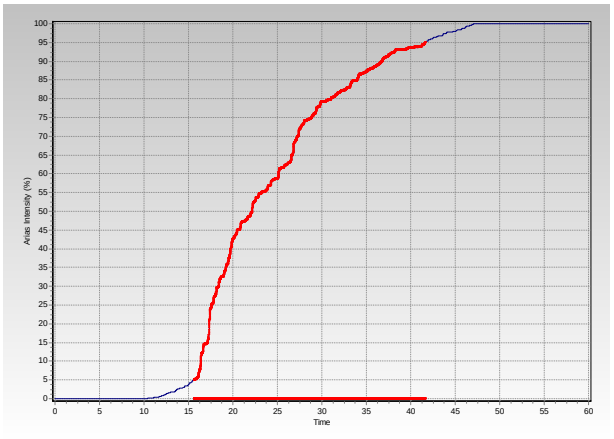
نمودارهای زیر نمایانگر مدت زمان حرکت شدید زمین (بنا بر روش توزیع تجمعی انرژی) در رکوردهای مورد نظر است.



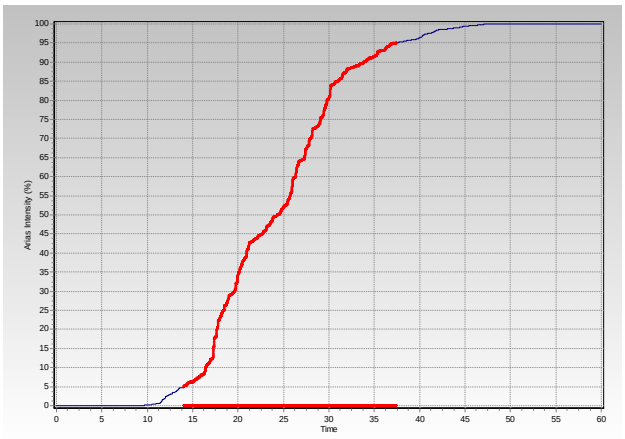
Bam(T)



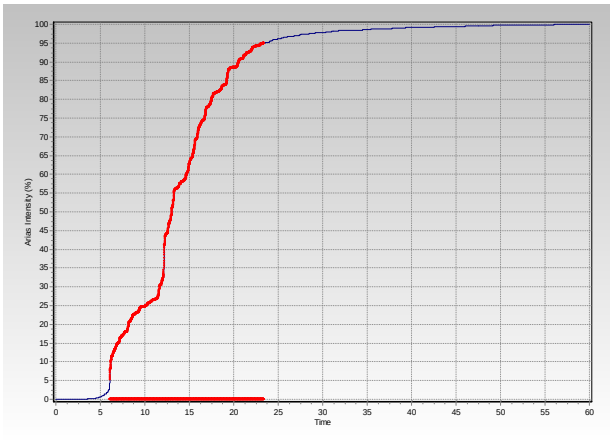
Bam(L)



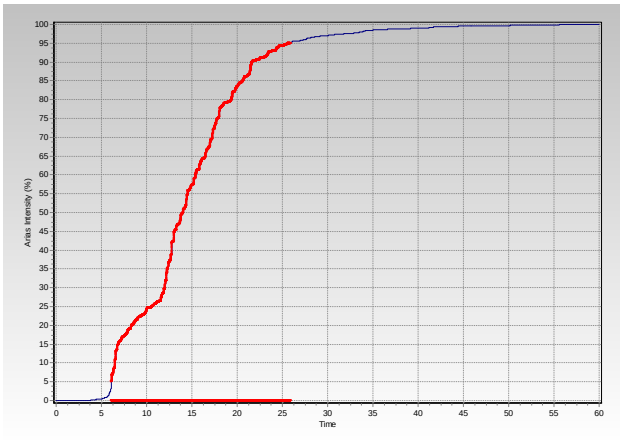
Golbaf (L)



Golbaf (T)



Zarand (L)

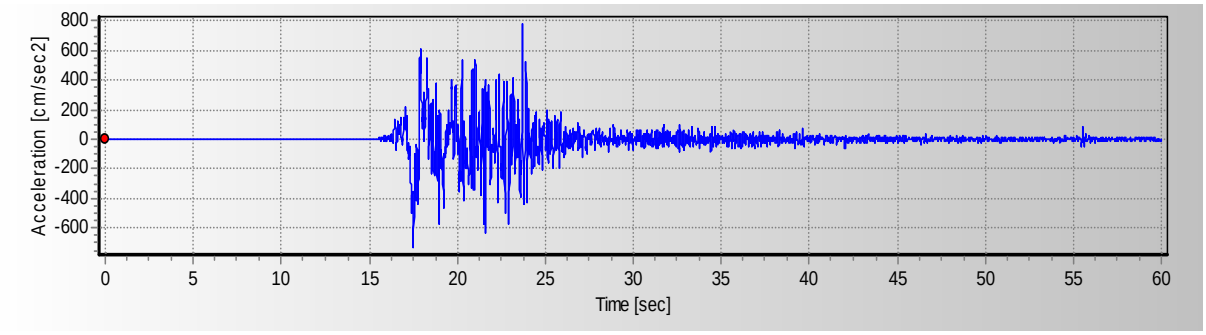


Zarand (T)

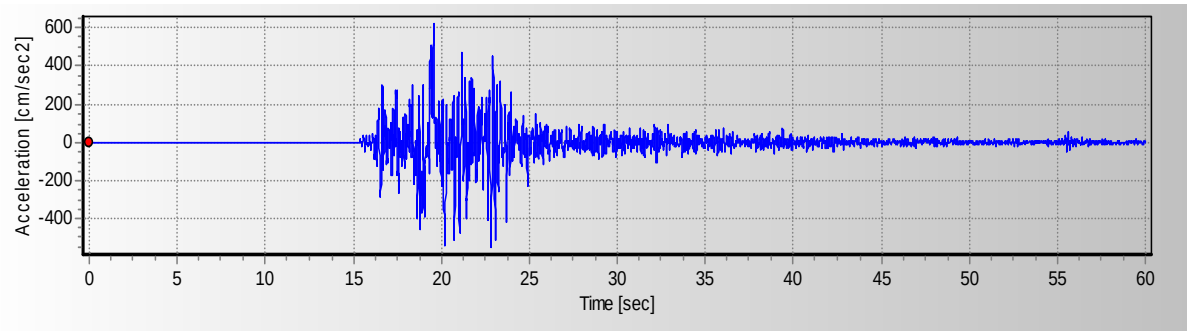
بنا براین شتابنگاشت های مورد نظر شرایط زلزله طرح را ارضا می نمایند. به طوریکه اولاً به لحاظ ویژگیهای زمین شناسی و مشخصات لایه های خاک با زمین محل احداث بنا مشابهت دارد و ثانیاً مدت زمان حرکت شدید زمین درآنها از سه برابر زمان تناوب اصلی سازه (۳/۶۳ ثانیه) و یا حداقل ۱۰ ثانیه، بیشتر می باشد. (البته مدت زمان حرکت شدید زمین در زلزله بم کمی کمتر از ۱۰ ثانیه است لیکن به دلیل خاص بودن این زلزله، در اینجا پذیرفته می شود).

لازم به ذکر است که شتابنگاشتهای ارائه شده برای زلزله بم و زرند ثبت شده توسط ایستگاهای محل وقوع زلزله می باشند ولی شتابنگاشت ارائه شده برای زلزله گلباف توسط ایستگاه کرمان ثبت شده است. یعنی رکوردهای بم و زرند، نزدیک گسل (near fault) و رکورد گلباف دور از گسل (far fault) می باشد.

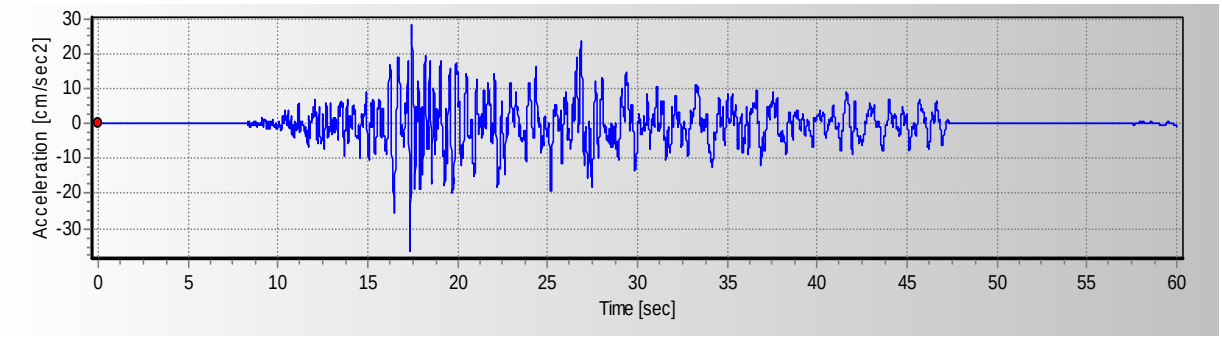
بر اساس رقوم مربوطه ، شتابنگاشت های زلزله های فوق (بم ،گلباف و زرند) قبل از مقیاس بندی به صورت زیر ترسیم می گردند :



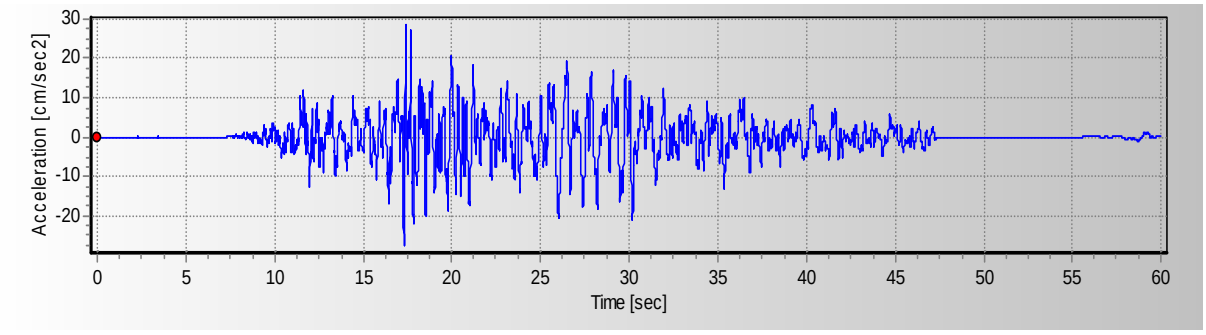
شتاب نگاشت مربوط به مولفه افقی (L) زلزله بم



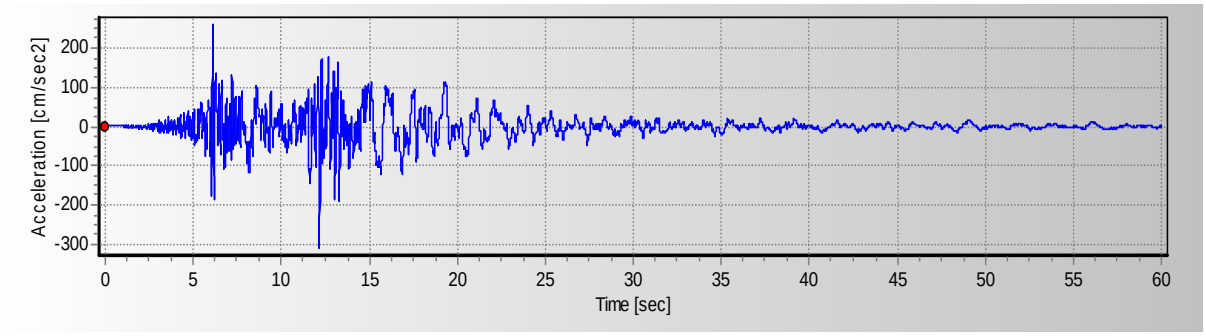
شتاب نگاشت مربوط به مولفه افقی (T) زلزله بم



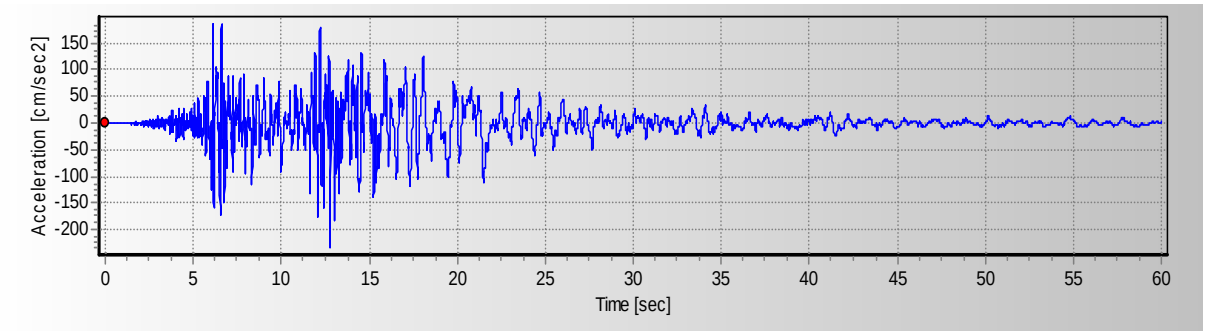
شتاب نگاشت مربوط به مولفه افقی (L) زلزله گلباف



شتاب نگاشت مربوط به مولفه افقی (T) زلزله گلباف

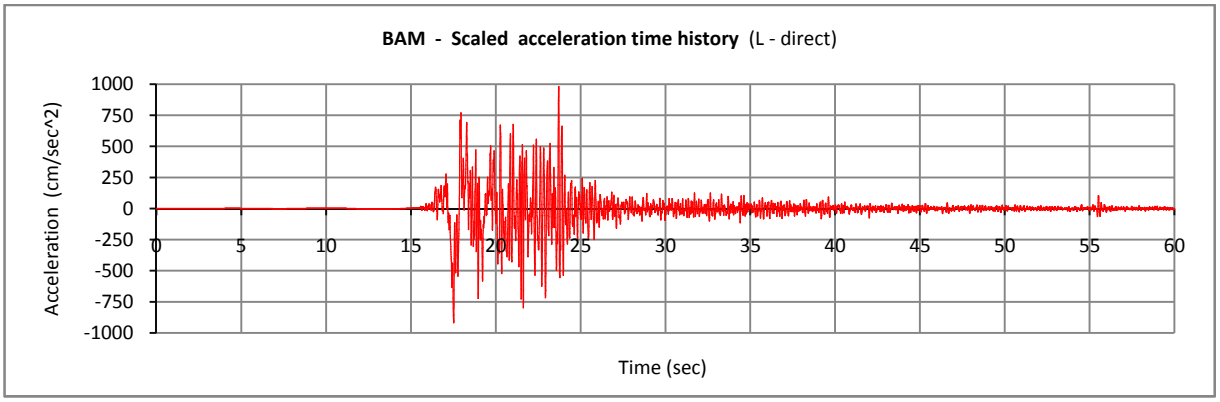


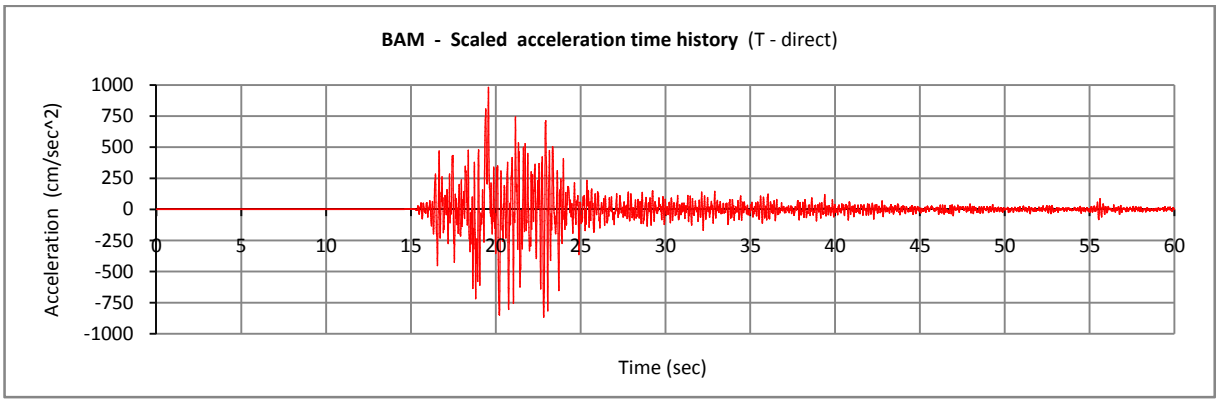
شتاب نگاشت مربوط به مولفه افقی (L) زلزله زرند

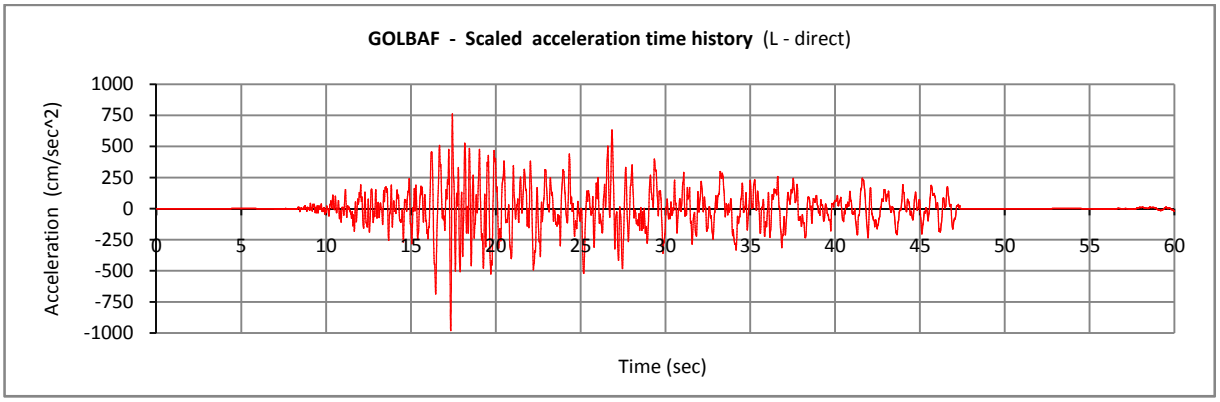


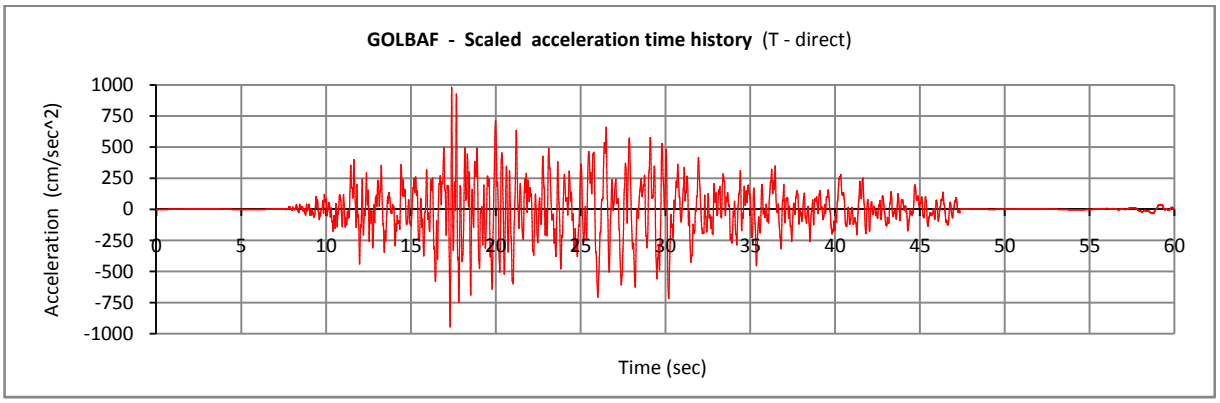
شتاب نگاشت مربوط به مولفه افقی (T) زلزله زرند

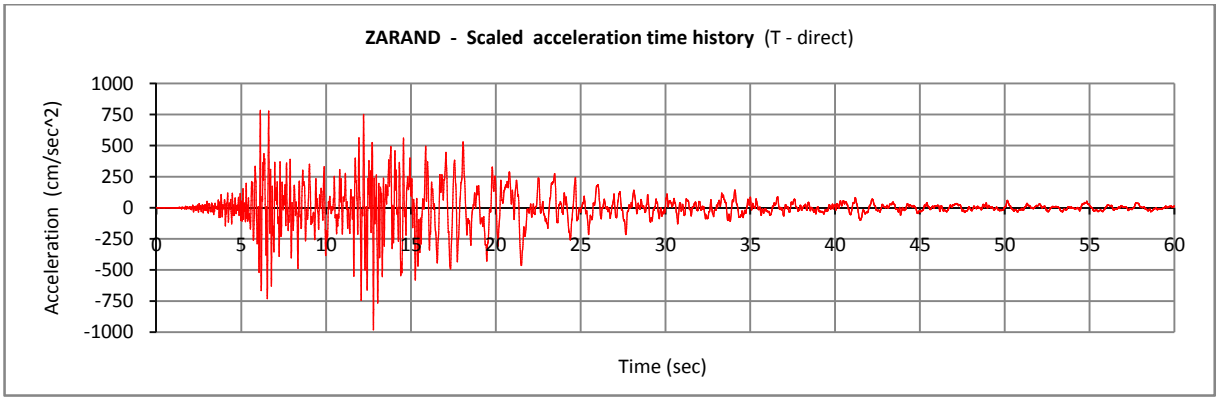
بر طبق بند ۲-۴-۱-۴-۲ آئین نامه ۲۸۰۰ مبنی بر کنترل کفایت شتابنگاشتها (تعیین ضریب مقیاس برای شتابنگاشتها) در اولین گام بایستی کلیه شتاب نگاشت ها به مقدار حداکثر خود مقیاس شده بدین معنی که حداکثر شتاب همه آنها برابر با شتاب ثقل g (981 cm/s^2) می گردد.

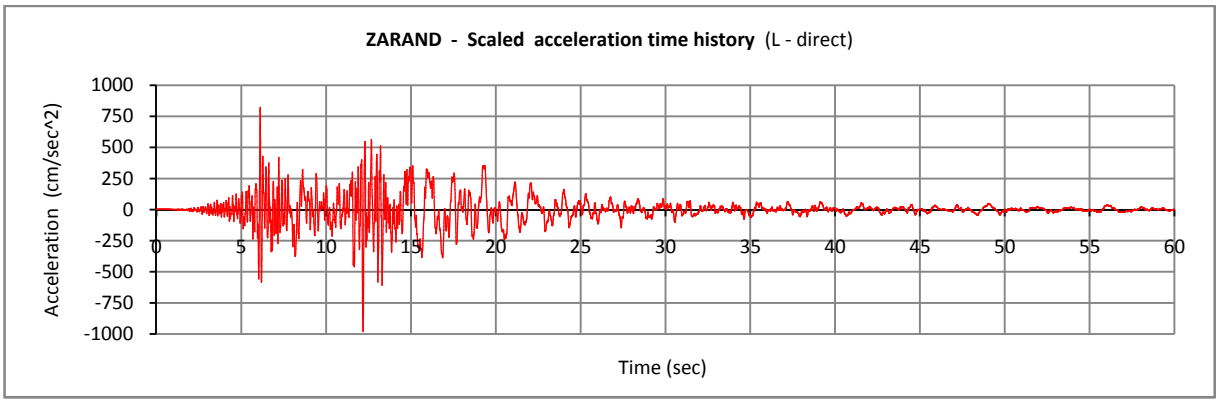




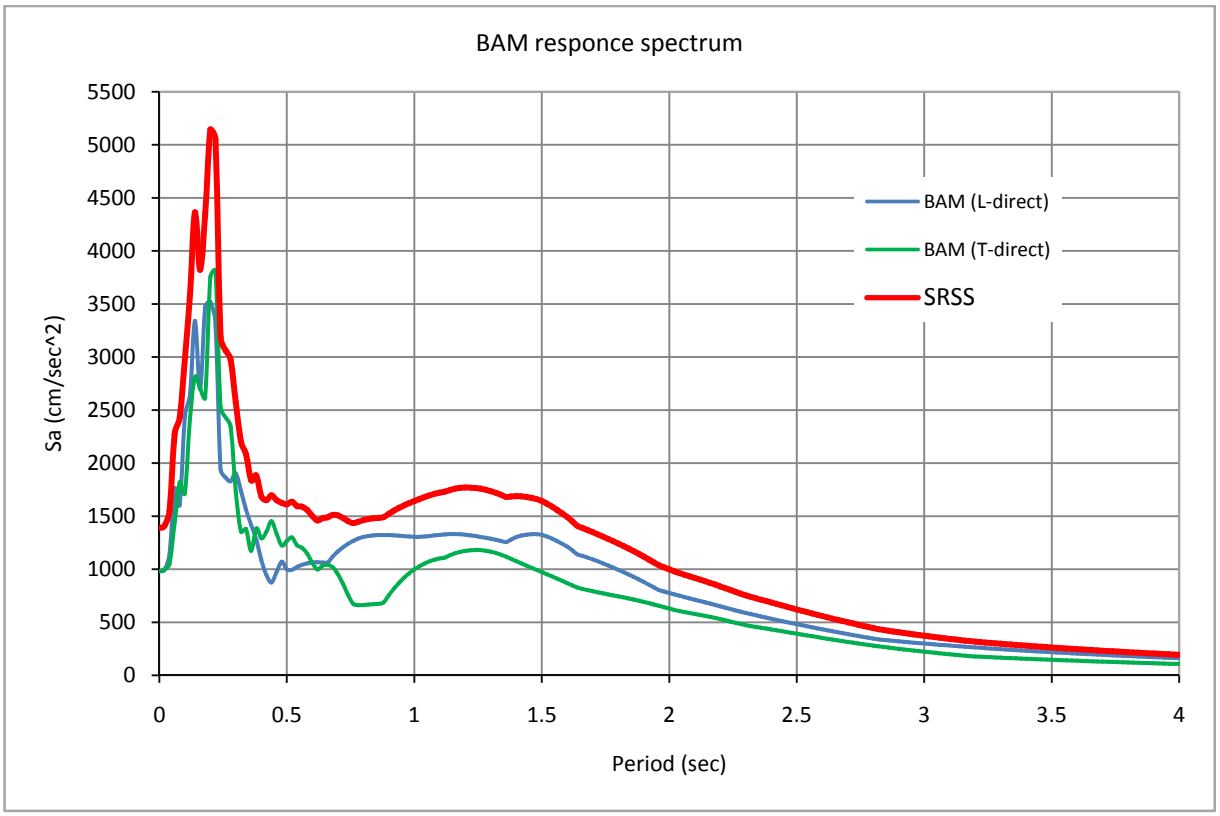


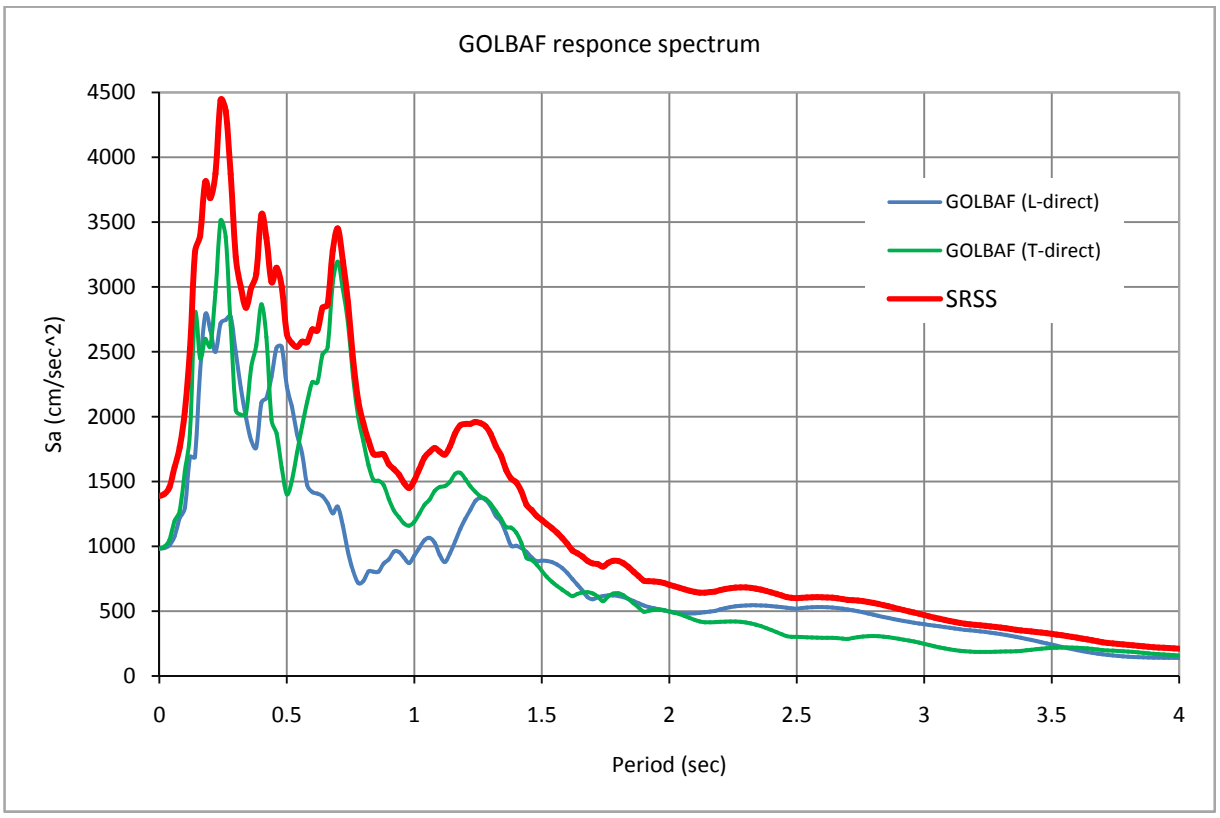


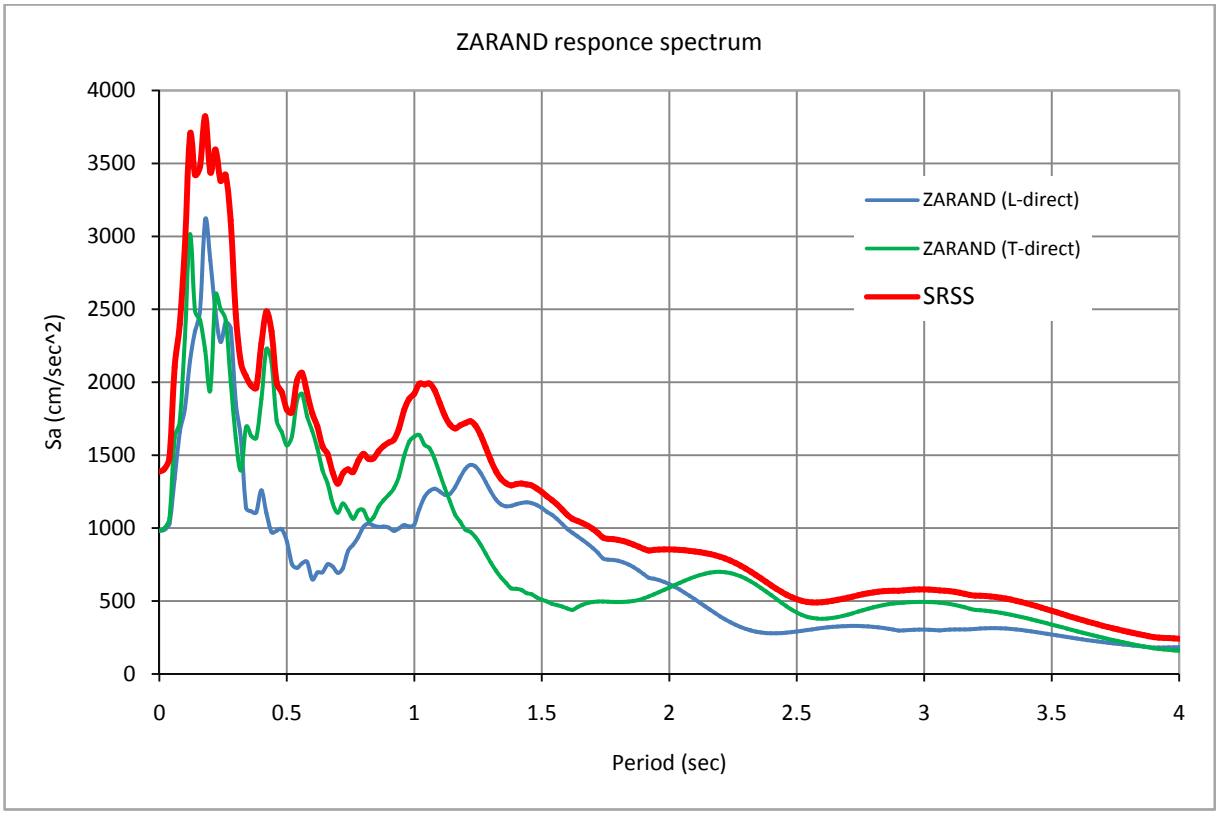




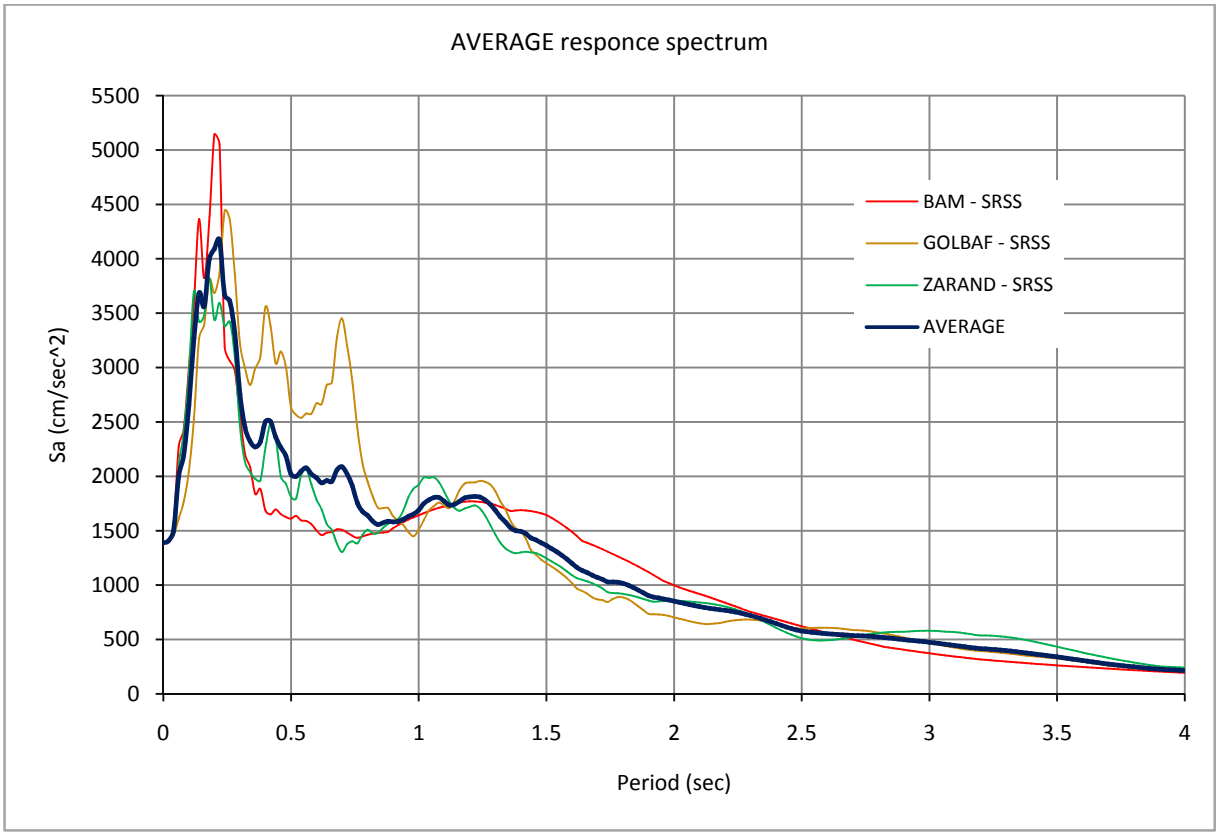
در ادامه طیف پاسخ شتاب هر یک از زوج شتابنگاشت های مقیاس شده را با در نظر گرفتن میرائی ۵ درصد ترسیم شده است. ضمنا طیف های پاسخ هر زوج شتابنگاشت با استفاده از روش SRSS یا همان جذر مجموع مربعات با یکدیگر ترکیب شده و طیف ترکیبی واحد برای هر زوج ساخته شده است.


BAM responce spectrum
Sa (cm/sec^2)
Period (sec)
BAM (L-direct)
BAM (T-direct)
SRSS
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
4000
4500
5500
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4


GOLBAF responce spectrum
Sa (cm/sec^2)
Period (sec)
GOLBAF (L-direct)
GOLBAF (T-direct)
SRSS
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
4000
4500
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4



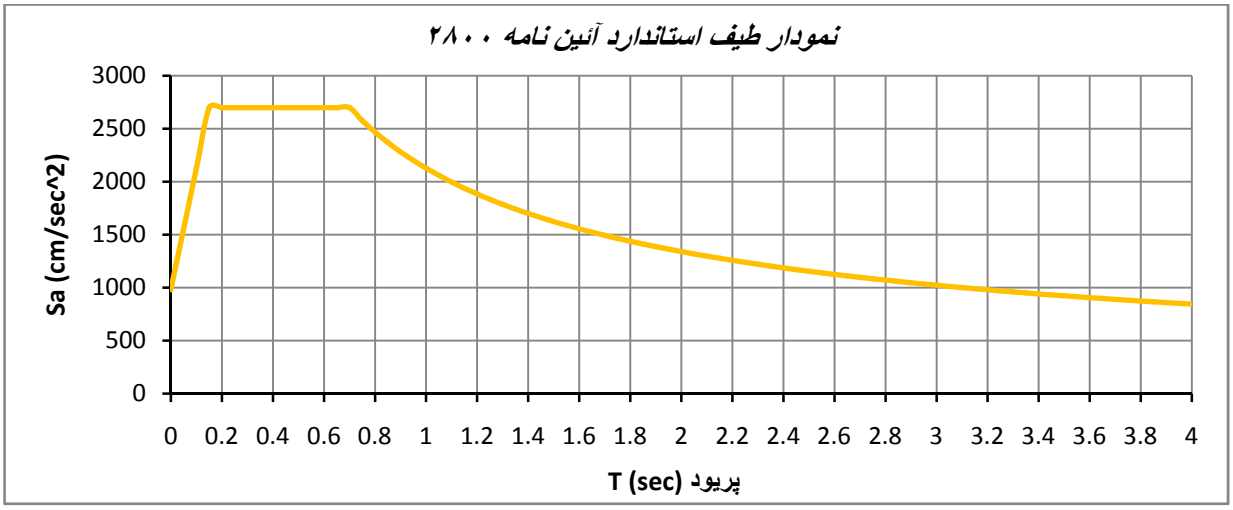
طیف های پاسخ ترکیبی هر سه زوج شتابنگاشت متوسط گیری شده و یک طیف کلی (طیف میانگین) که صرفا" برای مقایسه با طیف استاندارد می باشد به دست می آید.



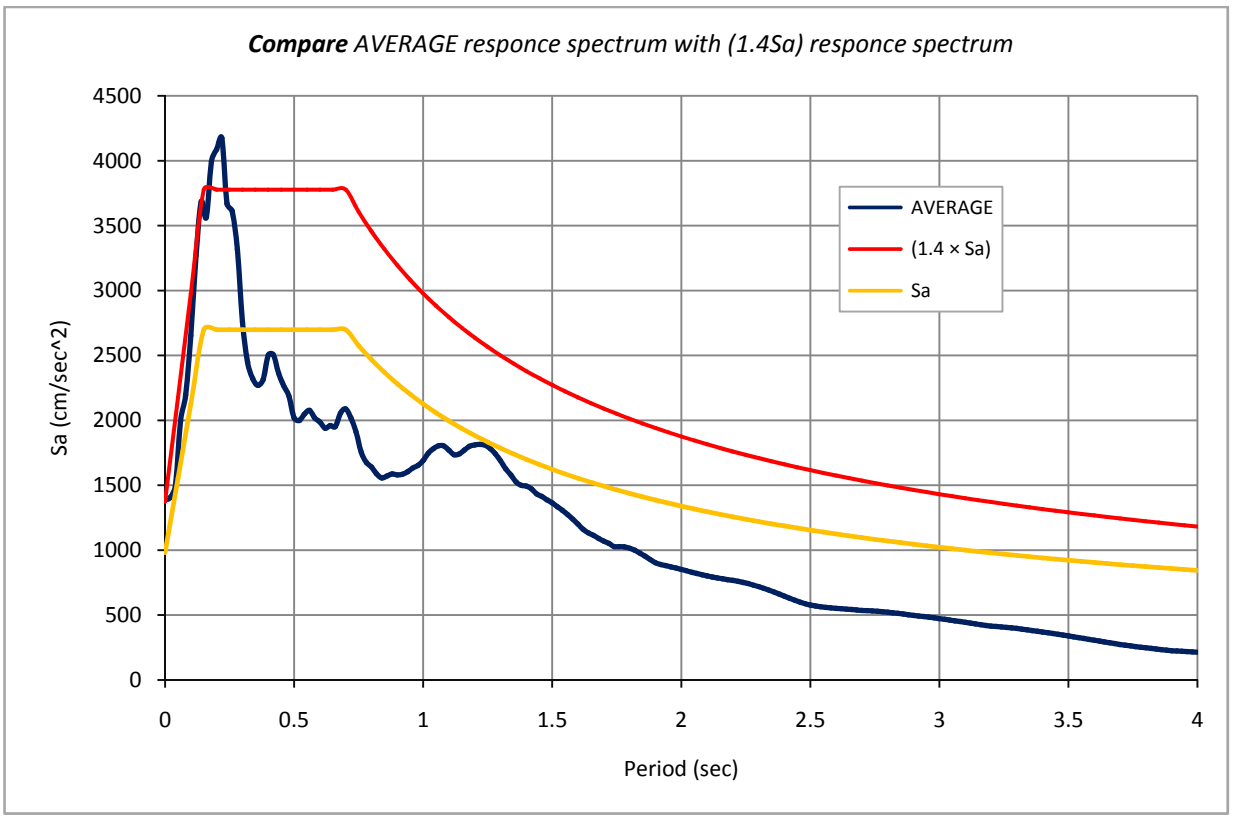
با توجه به اینکه طیف استاندارد ۲۸۰۰ بر حسب B (ضریب بازتاب) ترسیم شده است در اینجا برای مقایسه با طیف میانگین که بر حسب Sa (cm/sec^2) می باشد لازم است که طیف استاندارد۲۸۰۰ (طیف بازتاب) در g ضرب شود.($g=981$ cm/sec^2 شتاب ثقل می باشد)

$$S_a = g.B = 981 \times B \quad \frac{cm}{sec^2}$$

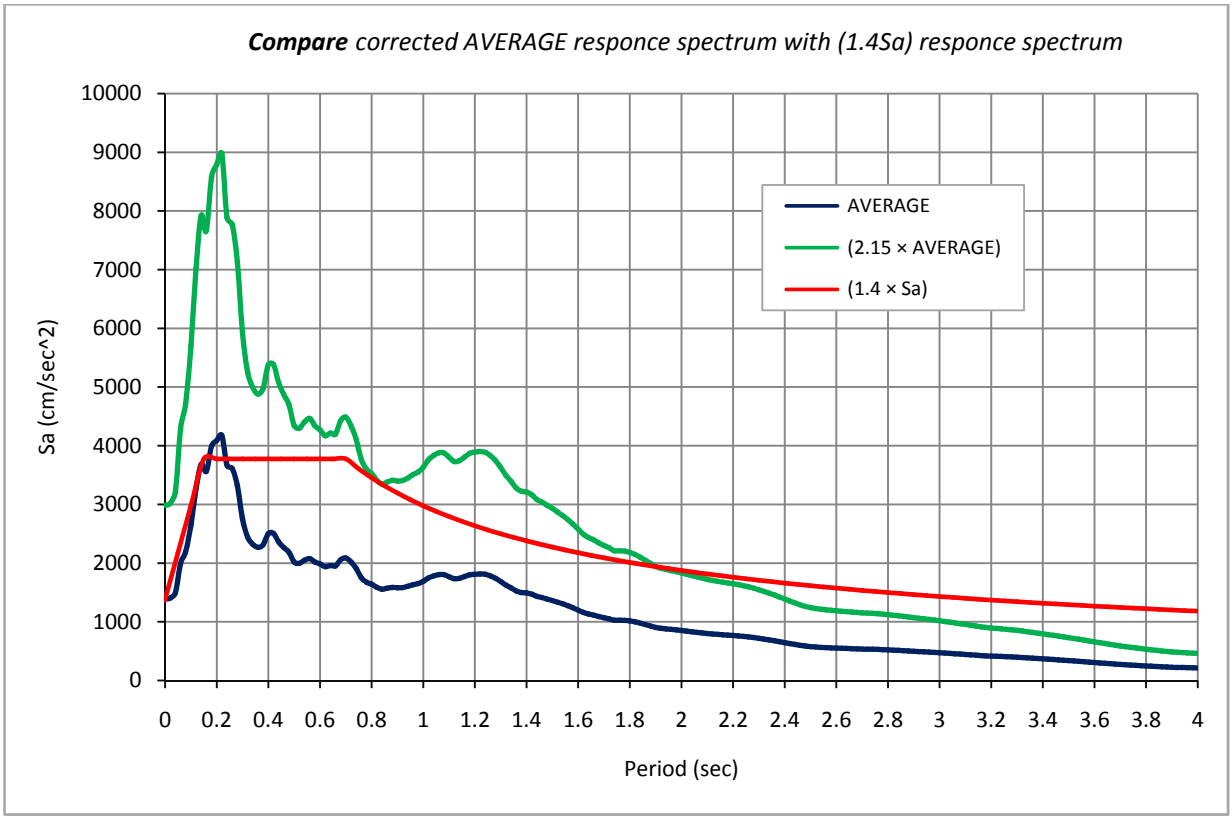
مقدار Sa بدون در نظر گرفتن (AI/R) می باشد زیرا در اینجا برای مقایسه، طیف طرح مد نظر نیست.



طیف میانگین با ۱/۴ برابر طیف استاندارد (نه طیف طرح استاندارد) مقایسه می شود. و ضریب مقیاس چنان تعیین می گردد که مقادیر متوسط ها (طیف میانگین) در هیچ حالت در محدوده زمان تناوب $0.2T$ و $1.5T$ ، $(T$ زمان تناوب اصلی نوسان است) از ۱/۴ برابر طیف استاندارد کمتر نباشد . (علت ضرب عدد ۱/۴ در طیف استاندارد به نوعی در نظر گرفتن یا پوشش دادن اثرات $SRSS$ است که در ایجاد طیف میانگین تاثیر داشتند: $[\sqrt{2}=1.4]$ ، بدیهی است که با ضرب این عدد در طیف استاندارد، مقدار شتاب در نقطه شروع طیفها $[T=0]$ در هر دو طیف استاندارد و میانگین یکی خواهد شد)



با توجه به شکل فوق و مقایسه بین طیف استاندارد ۱/۴برابر شده و میانگین SRSS های شتاب نگاشتها (طیف میانگین) در بازه 0.2T و1.5T یعنی 0.24 و 1.8 ثانیه مشهود است که در این بازه طیف میانگین زیر طیف استاندارد قرار دارد. لذا با در نظر گرفتن ضریب اصلاح ۲/۱۵ برای شتاب نگاشت های در نظر گرفته شده همانطور که از گراف پائین نیز مشخص است طیف میانگین روی طیف استاندارد آئین نامه قرار می گیرد و با این اصلاح می توان از آنها برای آنالیز دینامیکی لحظه به لحظه (تاریخچه زمانی) استفاده کرد.



برای تحلیل دینامیکی لحظه به لحظه، در صورتیکه شتابنگاشتهای مورد نظر از تحلیل خطر (Risk Analyse) ساختگاه بدست آمده بودند، در اینجا کافی بود با ضرب ضریب اصلاح مربوطه، آنها را اصلاح کرد و هر سه جفت شتابنگاشت را به نرم افزار ETABS برده (البته باید ضریب اهمیت و ضریب رفتار را نیز اعمال کرد) و تحلیل را انجام داد ، لیکن در اینجا به علت در دست نبودن اینگونه شتابنگاشت ها و با توجه به اینکه هر کدام از شتابنگاشت های در نظر گرفته شده در این پروژه مر بوط به رکورد های نزدیک و یا دور از گسل می باشند پس از اینکه همه شتابنگاشتها را به مقدار حداکثر g (g=981 cm/sec^2) رساندیم بایستی آنها را در ضریب منطقه (A) و ضریب اهمیت ساختمان (I) ضرب کرد و برای ایجاد شتابنگاشت های طرح آنها را بر ضریب رفتار (R) تقسیم کرد و در نهایت آنها را در ضریب اصلاح بدست آمده از فوق ضرب کرده و سپس به نرم افزار ETABS معرفی کرد. در اینجا ضریبی را که باید در شتابنگاشت های مقیاس شده (به g رسیده) ضرب کرد و سپس آنها با به نرم افزا معرفی نمود به صورت زیر است :

$$\text{ضریب} = \frac{A \times I}{R} \times (\text{ضریب اصلاح}) = \frac{0.3 \times 1}{10} \times (2.15) = 0.0645 \quad \frac{cm}{sec^2}$$

- نکته ای خارج از بحث آنالیز لحظه به لحظه:

در صورتی که بخواهیم از طیف طرح ویژه ساختگاه (این طیف برگرفته از شتاب نگاشتهای ناشی از زلزله های حادث شده در محدوده ساختگاه می باشد که اثرات مربوط به ویژگی های لرزه شناسی، میزان خطرپذیری و مشخصات خاک در لایه های مختلف ساختگاه در آن لحاظ شده می باشد) بجای استفاده از طیف طرح استاندارد، در آنالیز شبه دینامیکی (طیفی) استفاده کنیم لازم است که ضریب مقیاس $\left(\frac{I}{R}\right)$ یعنی 0.1 در مقادیر طیف ضرب شود. ضمنا مقادیر این طیف نباید کمتر از دو سوم مقادیر طیف طرح استاندارد اختیار شود.

از برابر قرار دادن برش های پایه استاتیکی و برش پایه دینامیکی (طیف طرح) نیز می توان ضریب مقیاس های گفته شده در فوق (آنالیز طیفی) را نتیجه گرفت :

$V = C.W$ برش پایه استاتیک

$V = S_a.M \rightarrow V = S_a \frac{W}{g} \Rightarrow V = \frac{S_a}{g} W$ برش پایه دینامیک

$\Rightarrow \frac{S_a}{g} = A.B \cdot \left(\frac{I}{R}\right) \Rightarrow S_a = Ag.B. \left(\frac{I}{R}\right)$

در ادامه پروسه آنالیز لحظه به لحظه، ضریب ۰/۰۶۴۵ را در هر یک از دو مولفه L و T سه جفت شتابنگاشت بم، گلباف و زرند مقیاس شده (به g رسیده) ضرب می کنیم و پس از معرفی آنها (۶ شتابنگاشت اصلاح شده) به نرم افزار $ETABS$ آنالیز دینامیکی لحظه به لحظه (تاریخچه زمانی) را انجام می دهیم .

در نهایت برای تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی سازه بر طبق بند ۲-۴-۳-۱ آئین نامه ۲۸۰۰ لازم است که هر زوج شتاب نگاشت اصلاح شده مربوط به هر یک از سه زلزله در نظر گرفته شده را به طور هم زمان در دو جهت عمود برهم (راستای X و Y) ساختمان به آن اثر داده شوند.

برای این منظور رقوم مربوط به مولفه های L و T هر یک از سه زلزله هم زمان و به ترتیب در راستا های x و y به سازه اعمال و سه حالت تحلیل لحظه به لحظه به نام های BAM , $GOLBAF$, $ZARAND$ ایجاد شده که در هر سه حالت حداکثر مقادیر برش طبقات هر دو راستای x و y را به صورت زیر استخراج می کنیم:

نتایج آنالیز لحظه به لحظه (تاریخچه زمانی) - قبل از همپایه سازی برش ها

Story	Load	VX	VY	T	MX	MY
PENT	BAM MAX	1.15	0.53	23.85	2.305	3.439
PENT	BAM MIN	-1.2	-0.77	-12.084	-1.597	-3.596
ROOF	BAM MAX	11.66	9.41	239.854	16.579	44.248
ROOF	BAM MIN	-14.19	-4.47	-145.428	-34.173	-53.27
STORY19	BAM MAX	18.22	16.32	506.999	39.979	108.016
STORY19	BAM MIN	-29.87	-6.7	-233.982	-91.277	-157.83
STORY18	BAM MAX	21.29	20.01	792.329	79.677	181.464
STORY18	BAM MIN	-46.3	-12.73	-279.432	-161.327	-319.871
STORY17	BAM MAX	30.95	21.92	1059.568	146.1	265.823
STORY17	BAM MIN	-61.61	-18.98	-332.321	-238.056	-535.496
STORY16	BAM MAX	41.9	23.74	1279.005	229.043	398.666
STORY16	BAM MIN	-74.33	-23.72	-448.994	-321.058	-795.65
STORY15	BAM MAX	65.11	31.3	1643.149	341.39	626.565
STORY15	BAM MIN	-86.73	-32.1	-560.034	-430.621	-1099.211
STORY14	BAM MAX	84.56	36.93	1975.997	487.06	922.518
STORY14	BAM MIN	-99.07	-41.62	-681.738	-559.877	-1445.969
STORY13	BAM MAX	98.74	39.39	2293.833	674.911	1268.114
STORY13	BAM MIN	-112.1	-53.67	-826.941	-697.74	-1838.304
STORY12	BAM MAX	108.29	38.95	2607.363	916.759	1647.127
STORY12	BAM MIN	-124.76	-69.1	-991.671	-834.063	-2274.981
STORY11	BAM MAX	115.13	46.24	2897.934	1221.997	2050.09
STORY11	BAM MIN	-134.72	-87.21	-1183.71	-964.344	-2746.512
STORY10	BAM MAX	121.64	56.8	3305.574	1617.548	2475.823
STORY10	BAM MIN	-143.87	-113.01	-1520.184	-1096.444	-3250.043
STORY9	BAM MAX	129.76	67.89	3631.698	2102.059	2929.993
STORY9	BAM MIN	-147.98	-138.43	-1887.324	-1239.419	-3767.965
STORY8	BAM MAX	140.75	75.78	3880.694	2663.727	3422.604
STORY8	BAM MIN	-149.65	-160.48	-2244.669	-1403.382	-4291.725
STORY7	BAM MAX	154.1	81.11	4096.797	3280.122	3961.971
STORY7	BAM MIN	-152.94	-176.11	-2527.071	-1593.162	-4827.029
STORY6	BAM MAX	168.2	85.71	4333.27	3920.505	4550.659
STORY6	BAM MIN	-161.21	-182.97	-2664.846	-1883.031	-5391.259
STORY5	BAM MAX	184.73	91.57	4640.444	4551.288	5197.202
STORY5	BAM MIN	-177.77	-180.22	-2618.986	-2203.533	-6013.442
STORY4	BAM MAX	198.57	100.25	5006.367	5145.764	5892.21
STORY4	BAM MIN	-199.04	-169.85	-2411.672	-2554.397	-6710.092
STORY3	BAM MAX	208.76	109.99	5363.777	5694.93	6622.865
STORY3	BAM MIN	-219.92	-156.9	-2139.264	-2939.356	-7479.809
STORY2	BAM MAX	214.52	117.5	5614.562	6208.757	7373.699
STORY2	BAM MIN	-234.46	-146.81	-2008.358	-3350.598	-8300.41
STORY1	BAM MAX	216.96	121.4	5737.856	6704.244	8133.045
STORY1	BAM MIN	**-241.46**	**-141.57**	-2049.354	-3775.513	-9145.537

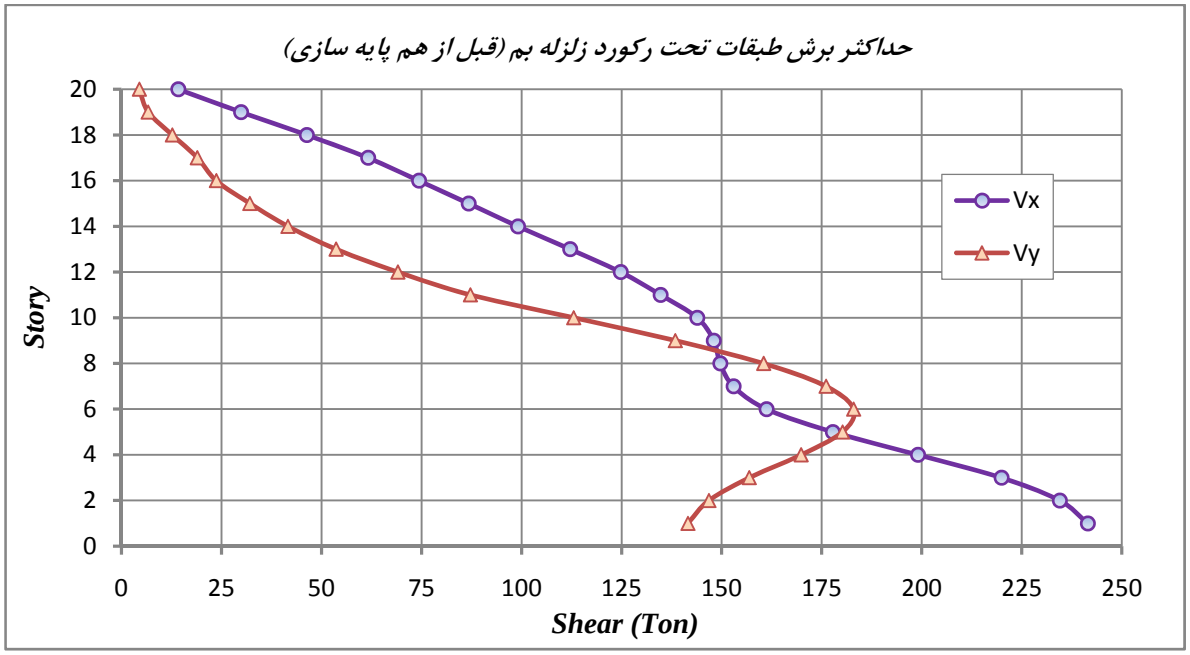
مقادیر برش و لنگر ایجاد شده در طبقات بر اساس آنالیز لحظه به لحظه رکورد زلزله **بم** (واحد Ton-m)

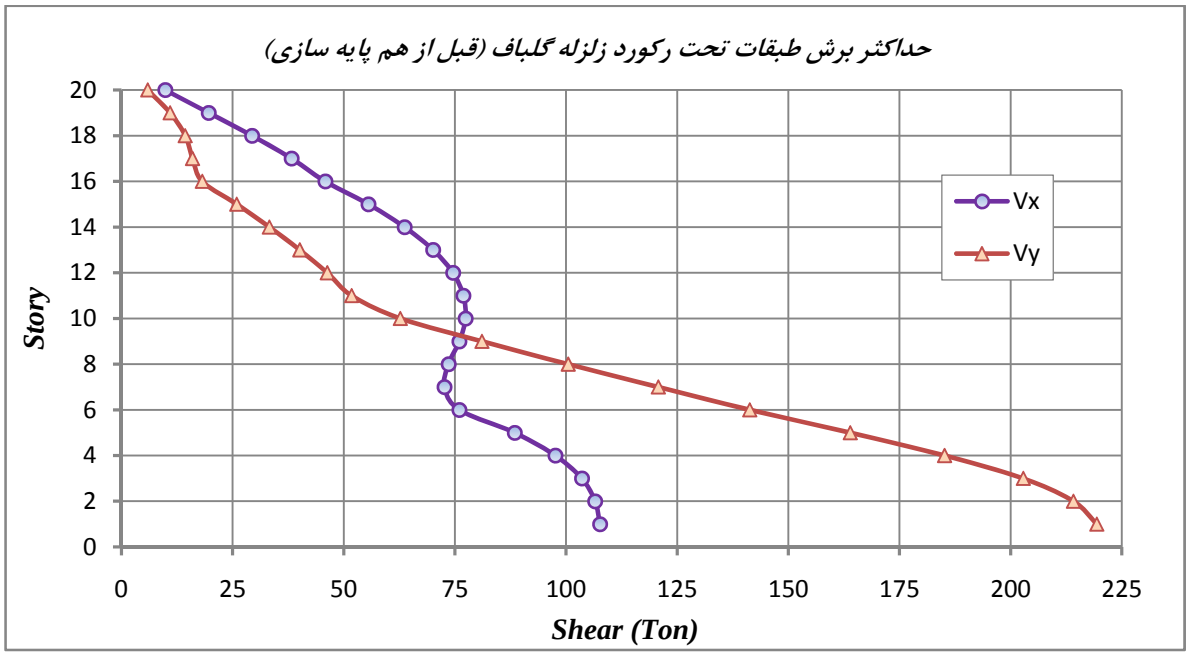
Story	Load	VX	VY	T	MX	MY
PENT	GOLBAF MAX	1.1	1.46	21.884	2.496	3.313
PENT	GOLBAF MIN	-1.11	-0.83	-27.961	-4.385	-3.323
ROOF	GOLBAF MAX	9.85	10.77	160.527	21.314	37.784
ROOF	GOLBAF MIN	-10.94	-5.9	-188.111	-42.073	-41.605
STORY19	GOLBAF MAX	19.62	19.08	289.264	59.625	105.428
STORY19	GOLBAF MIN	-19.9	-10.95	-301.832	-108.851	-111.257
STORY18	GOLBAF MAX	29.37	25.35	384.056	109.802	208.212
STORY18	GOLBAF MIN	-26.36	-14.34	-352.669	-197.568	-203.516
STORY17	GOLBAF MAX	38.27	29.91	438.354	165.808	342.168
STORY17	GOLBAF MIN	-29.79	-16	-442.214	-302.236	-307.765
STORY16	GOLBAF MAX	45.84	33.63	450.326	222.015	502.557
STORY16	GOLBAF MIN	-29.81	-18.18	-526.865	-419.834	-412.183
STORY15	GOLBAF MAX	55.54	44.81	625.309	309.24	696.962
STORY15	GOLBAF MIN	-34.37	-25.92	-586.437	-576.666	-494.96
STORY14	GOLBAF MAX	63.67	55.99	840.401	425.77	919.803
STORY14	GOLBAF MIN	-37.29	-33.29	-711.016	-772.614	-583.229
STORY13	GOLBAF MAX	70.09	67.48	1034.974	566.164	1165.131
STORY13	GOLBAF MIN	-42.78	-40.11	-860.892	-1008.791	-716.958
STORY12	GOLBAF MAX	74.57	79.81	1211.275	728.273	1426.142
STORY12	GOLBAF MIN	-52.74	-46.32	-991.836	-1288.114	-849.278
STORY11	GOLBAF MAX	76.9	92.81	1367.471	909.457	1695.291
STORY11	GOLBAF MIN	-61.6	-51.77	-1102.147	-1612.964	-979.12
STORY10	GOLBAF MAX	77.39	111.37	1611.526	1116.17	1966.156
STORY10	GOLBAF MIN	-71.41	-62.72	-1255.673	-2002.75	-1223.934
STORY9	GOLBAF MAX	76	129.58	1823.241	1345.83	2232.156
STORY9	GOLBAF MIN	-78.21	-81.09	-1546.756	-2456.295	-1497.679
STORY8	GOLBAF MAX	73.56	146.57	1997.517	1597.795	2489.601
STORY8	GOLBAF MIN	-82.14	-100.49	-1950.473	-2969.306	-1785.178
STORY7	GOLBAF MAX	72.64	161.4	2133.256	1960.418	2737.092
STORY7	GOLBAF MIN	-83.28	-120.77	-2351.338	-3534.213	-2076.655
STORY6	GOLBAF MAX	76	173.07	2229.407	2455.063	2974.256
STORY6	GOLBAF MIN	-81.31	-141.33	-2724.515	-4139.962	-2361.231
STORY5	GOLBAF MAX	88.43	183.3	2288.858	3028.798	3198.205
STORY5	GOLBAF MIN	-84.41	-163.92	-3054.665	-4781.516	-2622.365
STORY4	GOLBAF MAX	97.6	189.85	2321.317	3676.775	3408.51
STORY4	GOLBAF MIN	-82.71	-185.14	-3322.552	-5446.003	-2850.249
STORY3	GOLBAF MAX	103.55	193.57	2336.432	4386.664	3606.206
STORY3	GOLBAF MIN	-88.54	-202.83	-3521.228	-6123.486	-3043.3
STORY2	GOLBAF MAX	106.51	195.17	2340.734	5136.042	3795.162
STORY2	GOLBAF MIN	-95.27	-214.11	-3634.308	-6806.578	-3210.907
STORY1	GOLBAF MAX	**107.62**	195.69	2341.516	5903.807	3979.859
STORY1	GOLBAF MIN	-98.54	**-219.36**	-3685.327	-7491.483	-3365.818

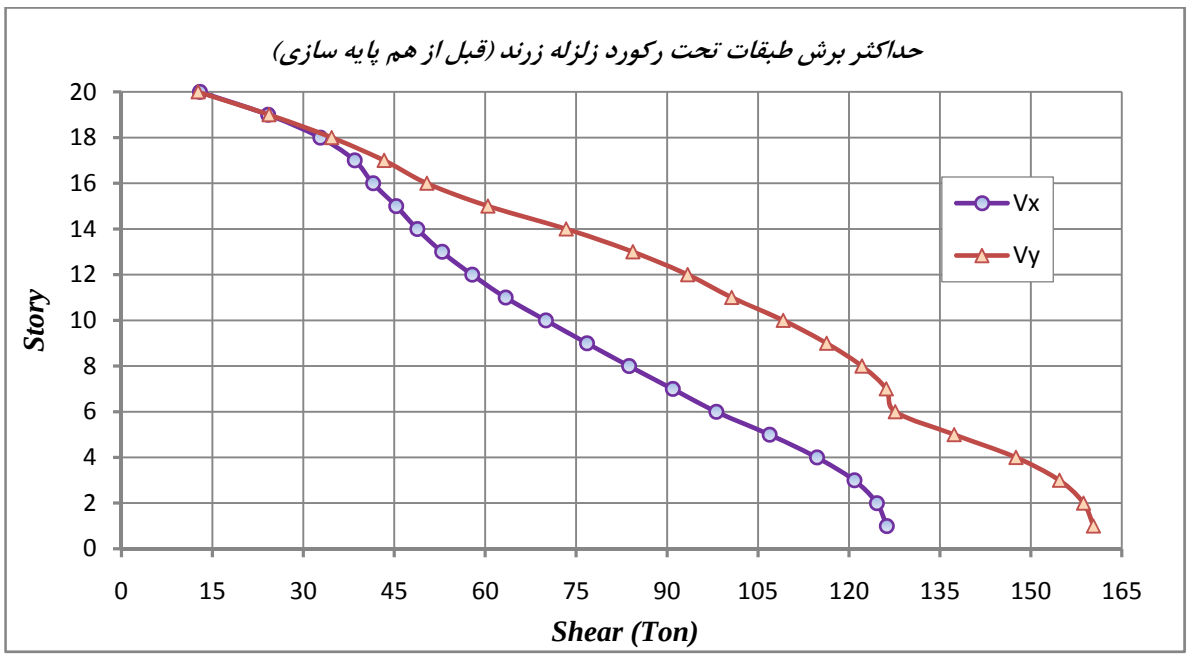
مقادیر برش و لنگر ایجاد شده در طبقات بر اساس آنالیز لحظه به لحظه رکورد زلزله **گلباف** (واحد Ton-m)

Story	Load	VX	VY	T	MX	MY
PENT	ZARAND MAX	1.1	0.68	25.096	3.222	3.298
PENT	ZARAND MIN	-0.97	-1.07	-15.461	-2.037	-2.922
ROOF	ZARAND MAX	12.93	5.74	176.542	47.455	48.537
ROOF	ZARAND MIN	-9.03	-12.64	-150.479	-20.314	-33.967
STORY19	ZARAND MAX	24.16	12.27	333.337	132.647	133.083
STORY19	ZARAND MIN	-18.54	-24.34	-284.067	-63.246	-98.573
STORY18	ZARAND MAX	32.79	19.05	481.732	254.025	247.86
STORY18	ZARAND MIN	-28.28	-34.68	-389.106	-129.935	-197.567
STORY17	ZARAND MAX	38.45	26.04	619.127	405.644	382.446
STORY17	ZARAND MIN	-37.85	-43.32	-459.065	-221.086	-330.028
STORY16	ZARAND MAX	41.48	33.22	743.84	581.859	527.576
STORY16	ZARAND MIN	-47.18	-50.37	-494.673	-337.296	-494.983
STORY15	ZARAND MAX	45.3	40.4	1002.023	791.812	686.144
STORY15	ZARAND MIN	-64.16	-60.44	-593.215	-478.685	-719.551
STORY14	ZARAND MAX	48.78	47.09	1244.018	1031.31	856.89
STORY14	ZARAND MIN	-79.77	-73.36	-890.423	-643.513	-998.759
STORY13	ZARAND MAX	52.86	53.1	1462.23	1297.053	1041.905
STORY13	ZARAND MIN	-93.32	-84.35	-1166.689	-829.355	-1325.375
STORY12	ZARAND MAX	57.84	58.33	1660.479	1607.04	1244.333
STORY12	ZARAND MIN	-104.41	-93.39	-1417.783	-1033.51	-1690.818
STORY11	ZARAND MAX	63.34	62.82	1839.213	1959.317	1466.018
STORY11	ZARAND MIN	-112.96	-100.65	-1638.45	-1253.384	-2086.183
STORY10	ZARAND MAX	69.98	66.27	2122.27	2341.327	1710.944
STORY10	ZARAND MIN	-120.72	-109.15	-1977.92	-1485.326	-2508.703
STORY9	ZARAND MAX	76.76	69.42	2379.791	2748.39	1979.595
STORY9	ZARAND MIN	-126.68	-116.3	-2277.474	-1728.287	-2952.096
STORY8	ZARAND MAX	83.72	72.64	2608.342	3175.872	2272.615
STORY8	ZARAND MIN	-131.24	-122.14	-2536.85	-1982.51	-3411.447
STORY7	ZARAND MAX	90.91	76.04	2806.601	3617.434	2590.783
STORY7	ZARAND MIN	-133.88	-126.16	-2759.665	-2248.65	-3880.029
STORY6	ZARAND MAX	98.09	79.49	2970.55	4064.116	2934.084
STORY6	ZARAND MIN	-133.45	-127.62	-2945.303	-2526.861	-4347.116
STORY5	ZARAND MAX	106.88	83.98	3101.875	4501.498	3308.164
STORY5	ZARAND MIN	-128.97	-137.36	-3095.345	-2820.791	-4798.496
STORY4	ZARAND MAX	114.71	87.8	3201.235	4920.161	3709.657
STORY4	ZARAND MIN	-120.8	-147.54	-3213.716	-3128.107	-5221.303
STORY3	ZARAND MAX	120.87	90.68	3271.047	5317.228	4132.703
STORY3	ZARAND MIN	-111.44	-154.72	-3301.541	-3445.503	-5611.346
STORY2	ZARAND MAX	124.58	94.89	3308.895	5697.768	4568.719
STORY2	ZARAND MIN	-104.29	-158.68	-3351.28	-3768.775	-5976.361
STORY1	ZARAND MAX	**126.21**	98.16	3325.208	6069.764	5010.451
STORY1	ZARAND MIN	-100.65	**-160.33**	-3374.04	-4094.6	-6328.651

مقادیر برش و لنگر ایجاد شده در طبقات بر اساس آنالیز لحظه به لحظه رکورد زلزله **زرند** (واحد Ton-m)


حداکثر برش طبقات تحت رکورد زلزله بم (قبل از هم پایه سازی)
Story
Shear (Ton)
Vx
Vy
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20
0 25 50 75 100 125 150 175 200 225 250


حداکثر برش طبقات تحت رکورد زلزله گلباف (قبل از هم پایه سازی)
Story
Shear (Ton)
Vx
Vy
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20
0 25 50 75 100 125 150 175 200 225


حداکثر برش طبقات تحت رکورد زلزله زرند (قبل از هم پایه سازی)
Story
Shear (Ton)
Vx
Vy
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20
0 15 30 45 60 75 90 105 120 135 150 165

همانطور که از نتایج بالا مشخص است نتایج حداکثر برش پایه تحلیل لحظه به لحظه (تاریخچه زمانی) در هر دو جهت کمتر از مقادیر حاصل از تحلیل استاتیکی است ، لذا بر طبق بند ۲-۴-۳-۲-۲ آئین نامه ۲۸۰۰ برای اصلاح مقادیر بازتابها لازم است که برای ساختمان موجود مقادیر برش پایه طیفی در هر دو جهت به مقادیر استاتیکی در آن جهات برسد. بنابر این ضرائب همپایه سازی بصورت زیر تعیین می گردد :

- رکورد بم :

$$\text{ضریب همپایه سازی در جهت (L) x} = \frac{298.45}{241.46} = 1.236 \ \frac{cm}{sec^2} \quad \text{یا} \quad 0.01236 \ \frac{m}{sec^2}$$

$$\text{ضریب همپایه سازی در جهت (T) y} = \frac{298.45}{141.57} = 2.108 \ \frac{cm}{sec^2} \quad \text{یا} \quad 0.02108 \ \frac{m}{sec^2}$$

- رکورد گلباف :

$$\text{ضریب همپایه سازی در جهت (L) x} = \frac{298.45}{107.62} = 2.773 \ \frac{cm}{sec^2} \quad \text{یا} \quad 0.02773 \ \frac{m}{sec^2}$$

$$\text{ضریب همپایه سازی در جهت (T) y} = \frac{298.45}{219.36} = 1.361 \ \frac{cm}{sec^2} \quad \text{یا} \quad 0.01361 \ \frac{m}{sec^2}$$

- رکورد زرند :

$$\text{ضریب همپایه سازی در جهت (L) x} = \frac{298.45}{126.21} = 2.365 \ \frac{cm}{sec^2} \quad \text{یا} \quad 0.02365 \ \frac{m}{sec^2}$$

$$\text{ضریب همپایه سازی در جهت (T) y} = \frac{298.45}{160.33} = 1.861 \ \frac{cm}{sec^2} \quad \text{یا} \quad 0.01861 \ \frac{m}{sec^2}$$

در هنگام اعمال ضرائب اصلاح (همپایه سازی) در نرم افزار ETABS باید به واحد ها توجه شود. واحد های گذاشته شده در جلوی مقادیر ضرائب در فوق، مربوط به واحد شتاب سیستم می باشد. بطوریکه ضریب مربوطه متناسب با واحد سیستم (cm یا m) انتخاب می شوند.

نتایج آنالیز لحظه به لحظه (تاریخچه زمانی) -پس از هم پایه سازی برش ها

Story	Load	Vx	Vy	T	Mx	My
PENT	BAM MAX	1.87	2.24	42.451	6.356	5.599
PENT	BAM MIN	-2.12	-2.12	-21.673	-6.707	-6.363
ROOF	BAM MAX	25.5	42.09	388.251	53.801	94.852
ROOF	BAM MIN	-21.6	-14.5	-315.369	-154.016	-81.977
STORY19	BAM MAX	44.41	75.92	840.89	128.772	250.277
STORY19	BAM MIN	-45.34	-21.42	-595.068	-419.724	-240.674
STORY18	BAM MAX	56.61	98.95	1346.247	198.533	448.426
STORY18	BAM MIN	-70.73	-26.46	-815.643	-766.035	-488.238
STORY17	BAM MAX	67.12	115.61	1831.537	290.108	683.345
STORY17	BAM MIN	-95.09	-38.2	-1019.381	-1170.67	-821.053
STORY16	BAM MAX	80.14	130.8	2223.746	436.944	964.89
STORY16	BAM MIN	-115.99	-41.82	-1229.087	-1630.58	-1225.1
STORY15	BAM MAX	103.02	166.64	3014.214	610.349	1325.46
STORY15	BAM MIN	-122.28	-49.54	-1489.148	-2213.82	-1653.09
STORY14	BAM MAX	117.54	194.42	3691.87	803.037	1736.87
STORY14	BAM MIN	-129.76	-56.5	-1685.723	-2894.31	-2107.23
STORY13	BAM MAX	121.58	210.87	4289.716	1020	2162.38
STORY13	BAM MIN	-139.11	-66.09	-1856.804	-3632.36	-2594.12
STORY12	BAM MAX	121.24	216.95	4862.4	1274.45	2586.72
STORY12	BAM MIN	-149.11	-73.41	-2102.828	-4391.69	-3116
STORY11	BAM MAX	128.05	217.93	5412.428	1579.15	3024.22
STORY11	BAM MIN	-156.77	-117.53	-2475.21	-5154.45	-3664.71
STORY10	BAM MAX	144.4	225.4	6263.815	1968.37	3529.63
STORY10	BAM MIN	-165.65	-186.58	-3267.739	-5943.36	-4244.48
STORY9	BAM MAX	170.2	240.41	6984.656	2445.52	4125.33
STORY9	BAM MIN	-169.7	-255.6	-4001.358	-6784.78	-4838.41
STORY8	BAM MAX	193.99	264.06	7541.906	3479.7	4804.28
STORY8	BAM MIN	-172.12	-314.34	-4704.445	-7709.01	-5440.82
STORY7	BAM MAX	208.82	291.56	7987.523	4715.82	5535.17
STORY7	BAM MIN	-177.74	-353.18	-5322.087	-8729.46	-6062.89
STORY6	BAM MAX	213.19	314.77	8416.513	5994.59	6281.33
STORY6	BAM MIN	-190.32	-365.36	-5544.624	-9831.14	-6729
STORY5	BAM MAX	208.69	328.76	8935.751	7207.71	7011.76
STORY5	BAM MIN	-213.13	-346.61	-5314.216	-10981.8	-7474.94
STORY4	BAM MAX	219.06	327.56	9562.924	8279.38	7729.32
STORY4	BAM MIN	-241.84	-306.19	-5080.437	-12128.3	-8321.4
STORY3	BAM MAX	229.91	316.72	10191.09	9189.97	8448.24
STORY3	BAM MIN	-269.75	-260.17	-5363.372	-13236.8	-9265.53
STORY2	BAM MAX	236.27	305.02	10643.139	9979.55	9177
STORY2	BAM MIN	-289.08	-232.51	-5616.573	-14304.4	-10277.3
STORY1	BAM MAX	239.04	**298.09**	10868.37	10707.5	9913.52
STORY1	BAM MIN	**-298.39**	-234.14	-5760.563	-15347.7	-11321.7

مقادیر برش و لنگر ایجاد شده در طبقات بر اساس آنالیز لحظه به لحظه رکورد زلزله **بم** (واحد Ton-m)

Story	Diaphragm	Load	Ux	Uy	Rz	Point	X	Y	Z
ROOF	D4	BAM MAX	13.952	5.4952	0.0058	9878	645.98	1426.8	7000
ROOF	D4	BAM MIN	-9.723	-13.52	-0.014	9878	645.98	1426.8	7000
STORY19	D4	BAM MAX	13.311	5.4693	0.0055	9879	632.96	1415.1	6650
STORY19	D4	BAM MIN	-9.2772	-12.681	-0.013	9879	632.96	1415.1	6650
STORY18	D4	BAM MAX	12.674	5.2281	0.0052	9880	632.96	1415.1	6300
STORY18	D4	BAM MIN	-8.7559	-11.584	-0.013	9880	632.96	1415.1	6300
STORY17	D4	BAM MAX	11.882	4.9685	0.0048	9881	632.96	1415.1	5950
STORY17	D4	BAM MIN	-8.1563	-10.354	-0.012	9881	632.96	1415.1	5950
STORY16	D4	BAM MAX	10.955	4.695	0.0044	9882	632.46	1415.1	5600
STORY16	D4	BAM MIN	-7.4998	-9.0631	-0.011	9882	632.46	1415.1	5600
STORY15	D3	BAM MAX	4.849	4.6	0.0042	9883	1255.1	925.92	5250
STORY15	D3	BAM MIN	-4.8899	-7.2462	-0.011	9883	1255.1	925.92	5250
STORY14	D3	BAM MAX	4.4176	4.5223	0.004	9884	1270	930	4900
STORY14	D3	BAM MIN	-4.5523	-6.6063	-0.01	9884	1270	930	4900
STORY13	D3	BAM MAX	3.9406	4.3578	0.0038	9885	1270	930	4550
STORY13	D3	BAM MIN	-4.1596	-5.968	-0.009	9885	1270	930	4550
STORY12	D3	BAM MAX	3.4666	4.1552	0.0035	9886	1270	930	4200
STORY12	D3	BAM MIN	-3.7413	-5.3257	-0.008	9886	1270	930	4200
STORY11	D3	BAM MAX	3.0419	3.9121	0.0033	9887	1270	930	3850
STORY11	D3	BAM MIN	-3.3456	-4.7346	-0.007	9887	1270	930	3850
STORY10	D2	BAM MAX	3.5793	4.1245	0.0029	9888	1470	1077.7	3500
STORY10	D2	BAM MIN	-3.2484	-4.2478	-0.006	9888	1470	1077.7	3500
STORY9	D2	BAM MAX	3.2078	3.7345	0.0026	9889	1477.2	1079.7	3150
STORY9	D2	BAM MIN	-2.9023	-3.7332	-0.006	9889	1477.2	1079.7	3150
STORY8	D2	BAM MAX	2.837	3.2439	0.0023	9890	1476.6	1079.8	2800
STORY8	D2	BAM MIN	-2.5258	-3.2121	-0.005	9890	1476.6	1079.8	2800
STORY7	D2	BAM MAX	2.4825	2.6992	0.002	9891	1476	1079.9	2450
STORY7	D2	BAM MIN	-2.1374	-2.6876	-0.004	9891	1476	1079.9	2450
STORY6	D2	BAM MAX	2.1235	2.1217	0.0017	9892	1476	1079.9	2100
STORY6	D2	BAM MIN	-1.7366	-2.153	-0.003	9892	1476	1079.9	2100
STORY5	D1	BAM MAX	1.3899	1.3583	0.0013	9893	1279.1	934.29	1750
STORY5	D1	BAM MIN	-1.2184	-1.5702	-0.002	9893	1279.1	934.29	1750
STORY4	D1	BAM MAX	1.0698	0.9176	0.001	9894	1270	930	1400
STORY4	D1	BAM MIN	-0.9161	-1.1247	-0.002	9894	1270	930	1400
STORY3	D1	BAM MAX	0.7704	0.587	0.0007	9895	1270	930	1050
STORY3	D1	BAM MIN	-0.6445	-0.7568	-0.001	9895	1270	930	1050
STORY2	D1	BAM MAX	0.4694	0.3227	0.0004	9896	1270	934.39	700
STORY2	D1	BAM MIN	-0.3819	-0.4322	-7E-04	9896	1270	934.39	700
STORY1	D1	BAM MAX	0.1773	0.122	0.0002	9897	1270	930	350
STORY1	D1	BAM MIN	-0.1433	-0.1581	-3E-04	9897	1270	930	350

مقادیر جابجائی مرکز جرم طبقات تحت رکورد زلزله **بم** بر اساس آنالیز لحضه به لحظه (واحد Cm)

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	Drift X	Drift Y
PENT	Max Drift X	BAM	25	1420	1860	7300	0.00108	
PENT	Max Drift Y	BAM	19	1120	1480	7300		0.00138
ROOF	Max Drift X	BAM	20-1	1120	1860	6825	0.00218	
ROOF	Max Drift Y	BAM	47	-120	1480	7000		0.00347
STORY19	Max Drift X	BAM	25-1	1420	1860	6475	0.00277	
STORY19	Max Drift Y	BAM	47	-120	1480	6650		0.00447
STORY18	Max Drift X	BAM	25-1	1420	1860	6125	0.00333	
STORY18	Max Drift Y	BAM	47	-120	1480	6300		0.00509
STORY17	Max Drift X	BAM	62	1120	1960	5950	0.0038	
STORY17	Max Drift Y	BAM	47	-120	1480	5950		**0.00536**
STORY16	Max Drift X	BAM	62	1120	1960	5600	**0.0039**	
STORY16	Max Drift Y	BAM	47	-120	1480	5600		0.00487
STORY15	Max Drift X	BAM	62	1120	1960	5250	0.00352	
STORY15	Max Drift Y	BAM	47	-120	1480	5250		0.00343
STORY14	Max Drift X	BAM	62	1120	1960	4900	0.00388	
STORY14	Max Drift Y	BAM	49	2660	930	4900		0.0037
STORY13	Max Drift X	BAM	62	1120	1960	4550	0.0041	
STORY13	Max Drift Y	BAM	49	2660	930	4550		0.00407
STORY12	Max Drift X	BAM	62	1120	1960	4200	0.00385	
STORY12	Max Drift Y	BAM	49	2660	930	4200		0.00394
STORY11	Max Drift X	BAM	62	1120	1960	3850	0.00368	
STORY11	Max Drift Y	BAM	48	2660	380	3850		0.00387
STORY10	Max Drift X	BAM	66	2540	1960	3500	0.00295	
STORY10	Max Drift Y	BAM	49	2660	930	3500		0.00328
STORY9	Max Drift X	BAM	66	2540	1960	3150	0.00298	
STORY9	Max Drift Y	BAM	50	2660	1480	3150		0.00346
STORY8	Max Drift X	BAM	66	2540	1960	2800	0.00296	
STORY8	Max Drift Y	BAM	50	2660	1480	2800		0.00353
STORY7	Max Drift X	BAM	66	2540	1960	2450	0.00302	
STORY7	Max Drift Y	BAM	50	2660	1480	2450		0.00364
STORY6	Max Drift X	BAM	66	2540	1960	2100	0.00301	
STORY6	Max Drift Y	BAM	49	2660	930	2100		0.00358
STORY5	Max Drift X	BAM	66	2540	1960	1750	0.00278	
STORY5	Max Drift Y	BAM	50	2660	1480	1750		0.00318
STORY4	Max Drift X	BAM	66	2540	1960	1400	0.00246	
STORY4	Max Drift Y	BAM	50	2660	1480	1400		0.00276
STORY3	Max Drift X	BAM	6153	595	1860	1050	0.00223	
STORY3	Max Drift Y	BAM	405	2540	253.33	1050		0.00245
STORY2	Max Drift X	BAM	6153	595	1860	700	0.00206	
STORY2	Max Drift Y	BAM	405	2540	253.33	700		0.00226
STORY1	Max Drift X	BAM	40	2540	1860	350	0.00125	
STORY1	Max Drift Y	BAM	40	2540	1860	350		0.00138

مقادیر جابجائی نسبی حداکثر طبقات تحت رکورد زلزله **بم** بر اساس آنالیز لحظه به لحظه

Story	Load	Vx	Vy	T	Mx	My
PENT	GOLBAF MAX	2.91	2.23	43.614	4.29	8.725
PENT	GOLBAF MIN	-2.91	-1.43	-53.128	-6.697	-8.728
ROOF	GOLBAF MAX	31.84	20.82	487.263	60.196	119.193
ROOF	GOLBAF MIN	-34.93	-15.99	-508.175	-79.573	-130.971
STORY19	GOLBAF MAX	64.41	38.3	893.718	166.067	344.631
STORY19	GOLBAF MIN	-64.32	-30.25	-1011.702	-213.61	-356.101
STORY18	GOLBAF MAX	96.36	52.42	1182.111	313.894	681.9
STORY18	GOLBAF MIN	-85.17	-42.24	-1502.643	-397.089	-654.195
STORY17	GOLBAF MAX	125.37	63.57	1320.823	495.511	1120.69
STORY17	GOLBAF MIN	-95.45	-51.89	-1946.221	-619.585	-988.273
STORY16	GOLBAF MAX	149.35	72.64	1481.755	705.261	1645.17
STORY16	GOLBAF MIN	-94.26	-59.66	-2311.717	-874.868	-1316.64
STORY15	GOLBAF MAX	184.4	92.48	1855.889	976.625	2290.57
STORY15	GOLBAF MIN	-112.17	-77.53	-2760.587	-1198.53	-1557.59
STORY14	GOLBAF MAX	212.96	111.06	2147.246	1307.25	3035.94
STORY14	GOLBAF MIN	-128.24	-94.47	-3138.033	-1587.23	-1852.22
STORY13	GOLBAF MAX	235.29	129	2341.759	1694.1	3859.44
STORY13	GOLBAF MIN	-143.07	-110.53	-3456.004	-2038.73	-2333.66
STORY12	GOLBAF MAX	251.01	146.83	2658.638	2134.88	4737.96
STORY12	GOLBAF MIN	-178.96	-125.94	-3725.964	-2552.64	-2830.59
STORY11	GOLBAF MAX	259.95	164.3	3085.148	2627.06	5647.8
STORY11	GOLBAF MIN	-209.07	-140.63	-3946.997	-3127.68	-3336.36
STORY10	GOLBAF MAX	264.14	187.79	3604.31	3186.6	6572.3
STORY10	GOLBAF MIN	-238.19	-159.87	-4222.026	-3784.96	-3986
STORY9	GOLBAF MAX	262.72	209.82	4185.411	3809.63	7491.83
STORY9	GOLBAF MIN	-261.45	-178.01	-4430.949	-4519.34	-4901.06
STORY8	GOLBAF MAX	258.13	229.81	4696.296	4491.48	8395.28
STORY8	GOLBAF MIN	-290.09	-194.82	-4569.411	-5323.67	-5916.39
STORY7	GOLBAF MAX	269.2	247.37	5092.315	5225.8	9277.86
STORY7	GOLBAF MIN	-308.06	-209.8	-4635.4	-6189.47	-6994.61
STORY6	GOLBAF MAX	283.44	262.05	5381.513	6003.26	10137.1
STORY6	GOLBAF MIN	-315.38	-222.13	-4736.72	-7106.65	-8098.46
STORY5	GOLBAF MAX	290.56	275.51	5605.584	6825.23	10962.5
STORY5	GOLBAF MIN	-314.39	-234.85	-4872.123	-8070.96	-9198.84
STORY4	GOLBAF MAX	290.88	285.89	5782.544	7679	11750.7
STORY4	GOLBAF MIN	-309.42	-243.93	-4941.467	-9071.58	-10281.8
STORY3	GOLBAF MAX	287.35	293.33	5923.813	8552.98	12503
STORY3	GOLBAF MIN	-304.15	-249.71	-5046.427	-10098.2	-11346.3
STORY2	GOLBAF MAX	283.44	297.56	6013.261	9436.95	13230
STORY2	GOLBAF MIN	-300.69	-252.56	-5090.54	-11139.7	-12398.7
STORY1	GOLBAF MAX	281.13	**299.37**	6056.78	10324.7	13944.5
STORY1	GOLBAF MIN	**-299.12**	-253.63	-5106.698	-12187.5	-13445.7

مقادیر برش و لنگر ایجاد شده در طبقات بر اساس آنالیز لحظه به لحظه رکورد زلزله **گلباف** (واحد Ton-m)

Story	Diaphragm	Load	UX	UY	RZ	Point	X	Y	Z
ROOF	D4	GOLBAF MAX	9.431	6.3514	0.0065	9878	645.98	1426.8	7000
ROOF	D4	GOLBAF MIN	-13.827	-7.7629	-0.006	9878	645.98	1426.8	7000
STORY19	D4	GOLBAF MAX	9.1017	6.0219	0.0063	9879	632.96	1415.1	6650
STORY19	D4	GOLBAF MIN	-13.179	-7.3497	-0.006	9879	632.96	1415.1	6650
STORY18	D4	GOLBAF MAX	8.7742	5.6095	0.006	9880	632.96	1415.1	6300
STORY18	D4	GOLBAF MIN	-12.37	-6.8533	-0.005	9880	632.96	1415.1	6300
STORY17	D4	GOLBAF MAX	8.3766	5.1355	0.0055	9881	632.96	1415.1	5950
STORY17	D4	GOLBAF MIN	-11.371	-6.295	-0.005	9881	632.96	1415.1	5950
STORY16	D4	GOLBAF MAX	7.9079	4.6912	0.005	9882	632.46	1415.1	5600
STORY16	D4	GOLBAF MIN	-10.217	-5.6983	-0.004	9882	632.46	1415.1	5600
STORY15	D3	GOLBAF MAX	6.8935	4.4295	0.0046	9883	1255.1	925.92	5250
STORY15	D3	GOLBAF MIN	-7.6715	-5.3662	-0.004	9883	1255.1	925.92	5250
STORY14	D3	GOLBAF MAX	6.4879	4.1484	0.0043	9884	1270	930	4900
STORY14	D3	GOLBAF MIN	-6.9331	-5.0088	-0.004	9884	1270	930	4900
STORY13	D3	GOLBAF MAX	6.0471	3.8439	0.0041	9885	1270	930	4550
STORY13	D3	GOLBAF MIN	-6.1385	-4.6279	-0.003	9885	1270	930	4550
STORY12	D3	GOLBAF MAX	5.5702	3.519	0.0037	9886	1270	930	4200
STORY12	D3	GOLBAF MIN	-5.3302	-4.2269	-0.003	9886	1270	930	4200
STORY11	D3	GOLBAF MAX	5.0966	3.201	0.0034	9887	1270	930	3850
STORY11	D3	GOLBAF MIN	-4.5991	-3.8353	-0.003	9887	1270	930	3850
STORY10	D2	GOLBAF MAX	4.5046	2.9141	0.0031	9888	1470	1077.7	3500
STORY10	D2	GOLBAF MIN	-4.1084	-3.5216	-0.003	9888	1470	1077.7	3500
STORY9	D2	GOLBAF MAX	3.9907	2.5894	0.0027	9889	1477.2	1079.7	3150
STORY9	D2	GOLBAF MIN	-3.6549	-3.1276	-0.002	9889	1477.2	1079.7	3150
STORY8	D2	GOLBAF MAX	3.4298	2.2485	0.0023	9890	1476.6	1079.8	2800
STORY8	D2	GOLBAF MIN	-3.1659	-2.7128	-0.002	9890	1476.6	1079.8	2800
STORY7	D2	GOLBAF MAX	2.855	1.901	0.0019	9891	1476	1079.9	2450
STORY7	D2	GOLBAF MIN	-2.665	-2.2905	-0.002	9891	1476	1079.9	2450
STORY6	D2	GOLBAF MAX	2.2677	1.546	0.0015	9892	1476	1079.9	2100
STORY6	D2	GOLBAF MIN	-2.1467	-1.8604	-0.001	9892	1476	1079.9	2100
STORY5	D1	GOLBAF MAX	1.6975	1.1649	0.0011	9893	1279.1	934.29	1750
STORY5	D1	GOLBAF MIN	-1.579	-1.3822	-0.001	9893	1279.1	934.29	1750
STORY4	D1	GOLBAF MAX	1.2328	0.8586	0.0008	9894	1270	930	1400
STORY4	D1	GOLBAF MIN	-1.1536	-1.017	-8E-04	9894	1270	930	1400
STORY3	D1	GOLBAF MAX	0.8445	0.5961	0.0006	9895	1270	930	1050
STORY3	D1	GOLBAF MIN	-0.7926	-0.7053	-5E-04	9895	1270	930	1050
STORY2	D1	GOLBAF MAX	0.4909	0.3514	0.0003	9896	1270	934.39	700
STORY2	D1	GOLBAF MIN	-0.4618	-0.4154	-3E-04	9896	1270	934.39	700
STORY1	D1	GOLBAF MAX	0.1812	0.1323	0.0001	9897	1270	930	350
STORY1	D1	GOLBAF MIN	-0.1703	-0.1562	-1E-04	9897	1270	930	350

مقادیر جابجائی مرکز جرم طبقات تحت رکورد زلزله **گلباف** بر اساس آنالیز لحضه به لحظه (واحد Cm)

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	Drift X	Drift Y
PENT	Max Drift X	GOLBAF	24	1420	1480	7300	0.00129	
PENT	Max Drift Y	GOLBAF	24	1420	1480	7300		0.00079
ROOF	Max Drift X	GOLBAF	20-1	1120	1860	6825	0.0021	
ROOF	Max Drift Y	GOLBAF	47	-120	1480	7000		0.0014
STORY19	Max Drift X	GOLBAF	25-1	1420	1860	6475	0.00268	
STORY19	Max Drift Y	GOLBAF	47	-120	1480	6650		0.00188
STORY18	Max Drift X	GOLBAF	25-1	1420	1860	6125	0.0032	
STORY18	Max Drift Y	GOLBAF	47	-120	1480	6300		0.00233
STORY17	Max Drift X	GOLBAF	20-1	1120	1860	5775	0.00353	
STORY17	Max Drift Y	GOLBAF	47	-120	1480	5950		0.00269
STORY16	Max Drift X	GOLBAF	62	1120	1960	5600	0.00347	
STORY16	Max Drift Y	GOLBAF	47	-120	1480	5600		0.00252
STORY15	Max Drift X	GOLBAF	62	1120	1960	5250	0.0031	
STORY15	Max Drift Y	GOLBAF	47	-120	1480	5250		0.00183
STORY14	Max Drift X	GOLBAF	62	1120	1960	4900	0.00324	
STORY14	Max Drift Y	GOLBAF	47	-120	1480	4900		0.00198
STORY13	Max Drift X	GOLBAF	62	1120	1960	4550	0.00326	
STORY13	Max Drift Y	GOLBAF	47	-120	1480	4550		0.00208
STORY12	Max Drift X	GOLBAF	62	1120	1960	4200	0.00293	
STORY12	Max Drift Y	GOLBAF	47	-120	1480	4200		0.00194
STORY11	Max Drift X	GOLBAF	62	1120	1960	3850	0.00273	
STORY11	Max Drift Y	GOLBAF	47	-120	1480	3850		0.00193
STORY10	Max Drift X	GOLBAF	66	2540	1960	3500	0.00211	
STORY10	Max Drift Y	GOLBAF	47	-120	1480	3500		0.00201
STORY9	Max Drift X	GOLBAF	74	2540	-100	3150	0.00225	
STORY9	Max Drift Y	GOLBAF	47	-120	1480	3150		0.0021
STORY8	Max Drift X	GOLBAF	74	2540	-100	2800	0.00232	
STORY8	Max Drift Y	GOLBAF	46	-120	930	2800		0.00212
STORY7	Max Drift X	GOLBAF	74	2540	-100	2450	0.00239	
STORY7	Max Drift Y	GOLBAF	47	-120	1480	2450		0.00216
STORY6	Max Drift X	GOLBAF	74	2540	-100	2100	0.00223	
STORY6	Max Drift Y	GOLBAF	47	-120	1480	2100		0.00198
STORY5	Max Drift X	GOLBAF	66	2540	1960	1750	0.00164	
STORY5	Max Drift Y	GOLBAF	50	2660	1480	1750		0.00146
STORY4	Max Drift X	GOLBAF	74	2540	-100	1400	0.00137	
STORY4	Max Drift Y	GOLBAF	50	2660	1480	1400		0.00131
STORY3	Max Drift X	GOLBAF	6177	595	0	1050	0.00124	
STORY3	Max Drift Y	GOLBAF	405	2540	253.33	1050		0.0012
STORY2	Max Drift X	GOLBAF	6177	595	0	700	0.00115	
STORY2	Max Drift Y	GOLBAF	405	2540	253.33	700		0.00111
STORY1	Max Drift X	GOLBAF	36	2540	0	350	0.00071	
STORY1	Max Drift Y	GOLBAF	40	2540	1860	350		0.00068

مقادیر جابجائی نسبی حداکثر طبقات تحت رکورد زلزله **گلباف** بر اساس آنالیز لحظه به لحظه

Story	Load	Vx	Vy	T	Mx	My
PENT	ZARAND MAX	1.72	2.09	50.445	14.136	5.164
PENT	ZARAND MIN	-1.36	-4.71	-67.41	-6.284	-4.089
ROOF	ZARAND MAX	21.62	19.58	327.434	129.761	80.85
ROOF	ZARAND MIN	-10.54	-33.04	-321.72	-69.977	-40.975
STORY19	ZARAND MAX	41.18	37.5	609.836	324.407	224.963
STORY19	ZARAND MIN	-21.34	-55.61	-539.655	-201.221	-110.417
STORY18	ZARAND MAX	57.13	51.33	870.267	565.528	424.906
STORY18	ZARAND MIN	-32.86	-68.89	-703.584	-380.877	-225.414
STORY17	ZARAND MAX	68.91	61.37	1102.989	824.301	666.092
STORY17	ZARAND MIN	-43.63	-79.52	-820.507	-595.682	-378.108
STORY16	ZARAND MAX	77.31	68.54	1308.173	1092.96	936.492
STORY16	ZARAND MIN	-53.74	-89.59	-903.698	-835.581	-565.87
STORY15	ZARAND MAX	92.07	75.56	1811.037	1492.2	1258.75
STORY15	ZARAND MIN	-77.35	-114.07	-1334.77	-1070.65	-836.605
STORY14	ZARAND MAX	106.39	107.58	2231.771	1963.32	1631.13
STORY14	ZARAND MIN	-98.39	-134.61	-1799.319	-1299.65	-1180.98
STORY13	ZARAND MAX	121.45	137.39	2542.752	2490.89	2056.19
STORY13	ZARAND MIN	-116.17	-150.73	-2269.139	-1522.81	-1587.59
STORY12	ZARAND MAX	137.67	163.65	2933.137	3060.87	2538.05
STORY12	ZARAND MIN	-130.49	-162.85	-2743.907	-2052.1	-2044.3
STORY11	ZARAND MAX	154.2	184.67	3334.539	3660.62	3077.75
STORY11	ZARAND MIN	-141.39	-171.36	-3212.266	-2698.44	-2539.15
STORY10	ZARAND MAX	174.12	206.81	3885.468	4297.94	3687.16
STORY10	ZARAND MIN	-148.9	-182.09	-3879.292	-3422.28	-3060.28
STORY9	ZARAND MAX	192.9	220.52	4318.47	4960.48	4362.29
STORY9	ZARAND MIN	-154.75	-215.73	-4528.998	-4194.11	-3598.78
STORY8	ZARAND MAX	210.42	226.57	4614.386	5638.6	5098.76
STORY8	ZARAND MIN	-161.15	-245.44	-5139.834	-4987.1	-4147.02
STORY7	ZARAND MAX	226.98	227.64	4793.622	6326.44	5893.19
STORY7	ZARAND MIN	-163.93	-268.92	-5676.469	-5783.82	-4695.58
STORY6	ZARAND MAX	242.54	226.96	4900.728	7021.5	6742.1
STORY6	ZARAND MIN	-175.32	-283.64	-6090.704	-6578.18	-5231.78
STORY5	ZARAND MAX	259.76	227.59	4999.594	7723.28	7651.24
STORY5	ZARAND MIN	-186.37	-289.22	-6371.043	-7374.74	-5739.56
STORY4	ZARAND MAX	275.17	230.09	5106.902	8433.48	8614.32
STORY4	ZARAND MIN	-202.46	-290.09	-6506.78	-8180.06	-6208.43
STORY3	ZARAND MAX	287.51	233.43	5213.224	9152.11	9620.61
STORY3	ZARAND MIN	-217.13	-295.49	-6544.957	-8997.06	-6637.64
STORY2	ZARAND MAX	295.1	236.11	5287.966	10007.4	10653.5
STORY2	ZARAND MIN	-225.38	-297.56	-6534.966	-9823.45	-7038.32
STORY1	ZARAND MAX	**298.49**	237.5	5326.723	11050.7	11698.2
STORY1	ZARAND MIN	-228.86	**-298.1**	-6519.886	-10654.7	-7425.08

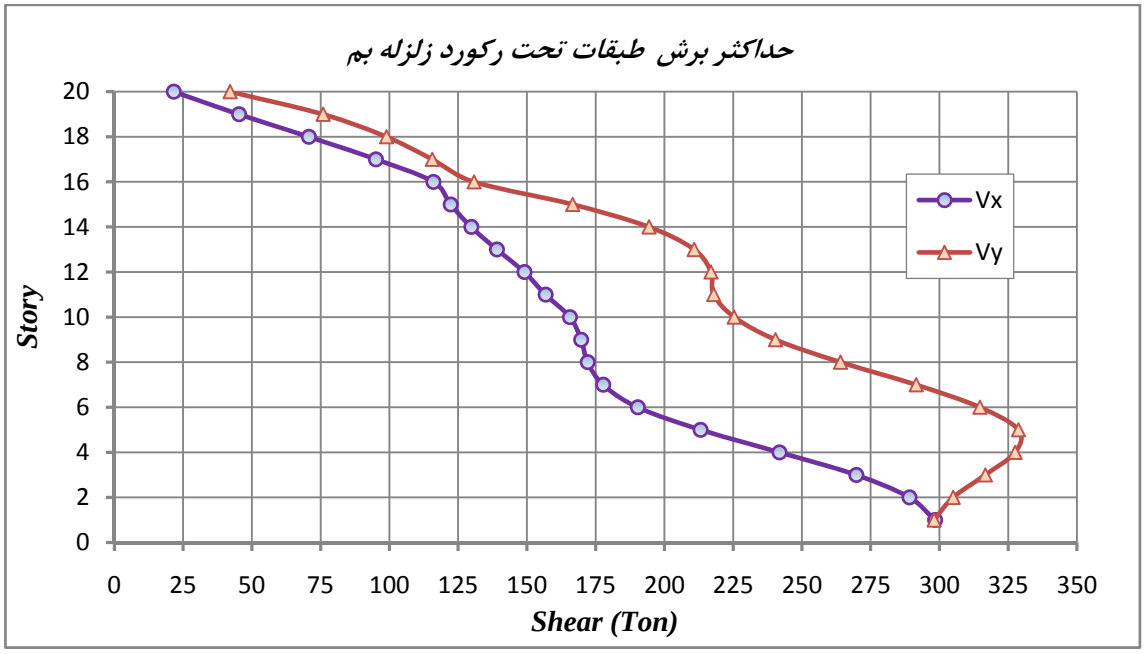
مقادیر برش و لنگر ایجاد شده در طبقات بر اساس آنالیز لحظه به لحظه رکورد زلزله **زرند** (واحد Ton-m)

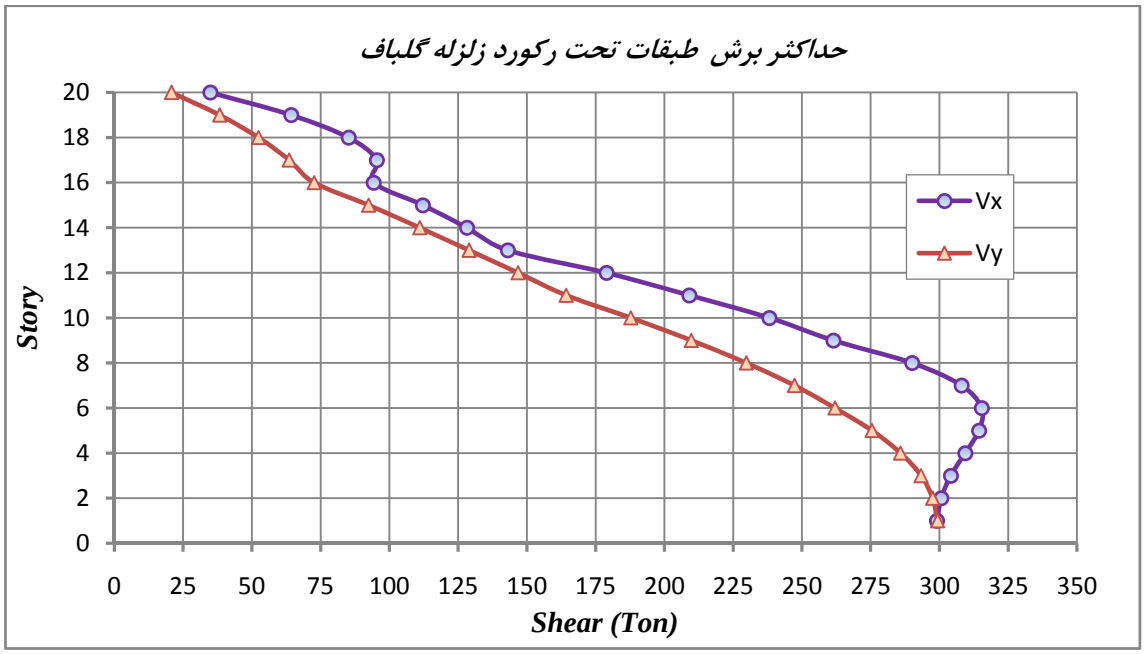
Story	Diaphragm	Load	UX	UY	RZ	Point	X	Y	Z
ROOF	D4	ZARAND MAX	5.4918	7.3245	0.0082	9878	645.98	1426.8	7000
ROOF	D4	ZARAND MIN	-8.3187	-8.2002	-0.005	9878	645.98	1426.8	7000
STORY19	D4	ZARAND MAX	5.2716	6.8098	0.0078	9879	632.96	1415.1	6650
STORY19	D4	ZARAND MIN	-7.9869	-7.8178	-0.005	9879	632.96	1415.1	6650
STORY18	D4	ZARAND MAX	4.9552	6.2018	0.0072	9880	632.96	1415.1	6300
STORY18	D4	ZARAND MIN	-7.5401	-7.1958	-0.005	9880	632.96	1415.1	6300
STORY17	D4	ZARAND MAX	4.5709	5.5176	0.0065	9881	632.96	1415.1	5950
STORY17	D4	ZARAND MIN	-6.998	-6.4678	-0.005	9881	632.96	1415.1	5950
STORY16	D4	ZARAND MAX	4.3248	4.792	0.0061	9882	632.46	1415.1	5600
STORY16	D4	ZARAND MIN	-6.3928	-5.6775	-0.004	9882	632.46	1415.1	5600
STORY15	D3	ZARAND MAX	4.5754	5.0044	0.0057	9883	1255.1	925.92	5250
STORY15	D3	ZARAND MIN	-5.8338	-4.8548	-0.004	9883	1255.1	925.92	5250
STORY14	D3	ZARAND MAX	4.198	4.589	0.0054	9884	1270	930	4900
STORY14	D3	ZARAND MIN	-5.4428	-4.5813	-0.004	9884	1270	930	4900
STORY13	D3	ZARAND MAX	3.8189	4.2282	0.0051	9885	1270	930	4550
STORY13	D3	ZARAND MIN	-5.0253	-4.2354	-0.004	9885	1270	930	4550
STORY12	D3	ZARAND MAX	3.5416	3.9104	0.0046	9886	1270	930	4200
STORY12	D3	ZARAND MIN	-4.5884	-3.8457	-0.003	9886	1270	930	4200
STORY11	D3	ZARAND MAX	3.2576	3.5865	0.0042	9887	1270	930	3850
STORY11	D3	ZARAND MIN	-4.1734	-3.4524	-0.003	9887	1270	930	3850
STORY10	D2	ZARAND MAX	2.436	3.5341	0.0037	9888	1470	1077.7	3500
STORY10	D2	ZARAND MIN	-3.7012	-3.2598	-0.003	9888	1470	1077.7	3500
STORY9	D2	ZARAND MAX	2.119	3.177	0.0032	9889	1477.2	1079.7	3150
STORY9	D2	ZARAND MIN	-3.2947	-2.8539	-0.002	9889	1477.2	1079.7	3150
STORY8	D2	ZARAND MAX	1.8475	2.7819	0.0027	9890	1476.6	1079.8	2800
STORY8	D2	ZARAND MIN	-2.8675	-2.4316	-0.002	9890	1476.6	1079.8	2800
STORY7	D2	ZARAND MAX	1.6119	2.3702	0.0022	9891	1476	1079.9	2450
STORY7	D2	ZARAND MIN	-2.436	-2.0183	-0.002	9891	1476	1079.9	2450
STORY6	D2	ZARAND MAX	1.3498	1.9418	0.0017	9892	1476	1079.9	2100
STORY6	D2	ZARAND MIN	-1.9907	-1.6152	-0.001	9892	1476	1079.9	2100
STORY5	D1	ZARAND MAX	1.1023	1.3786	0.0012	9893	1279.1	934.29	1750
STORY5	D1	ZARAND MIN	-1.5302	-1.1334	-0.001	9893	1279.1	934.29	1750
STORY4	D1	ZARAND MAX	0.8439	1.0129	0.0009	9894	1270	930	1400
STORY4	D1	ZARAND MIN	-1.146	-0.8231	-8E-04	9894	1270	930	1400
STORY3	D1	ZARAND MAX	0.6019	0.7025	0.0006	9895	1270	930	1050
STORY3	D1	ZARAND MIN	-0.8052	-0.5665	-5E-04	9895	1270	930	1050
STORY2	D1	ZARAND MAX	0.3607	0.4136	0.0004	9896	1270	934.39	700
STORY2	D1	ZARAND MIN	-0.4779	-0.3317	-3E-04	9896	1270	934.39	700
STORY1	D1	ZARAND MAX	0.1366	0.1556	0.0001	9897	1270	930	350
STORY1	D1	ZARAND MIN	-0.1791	-0.1242	-1E-04	9897	1270	930	350

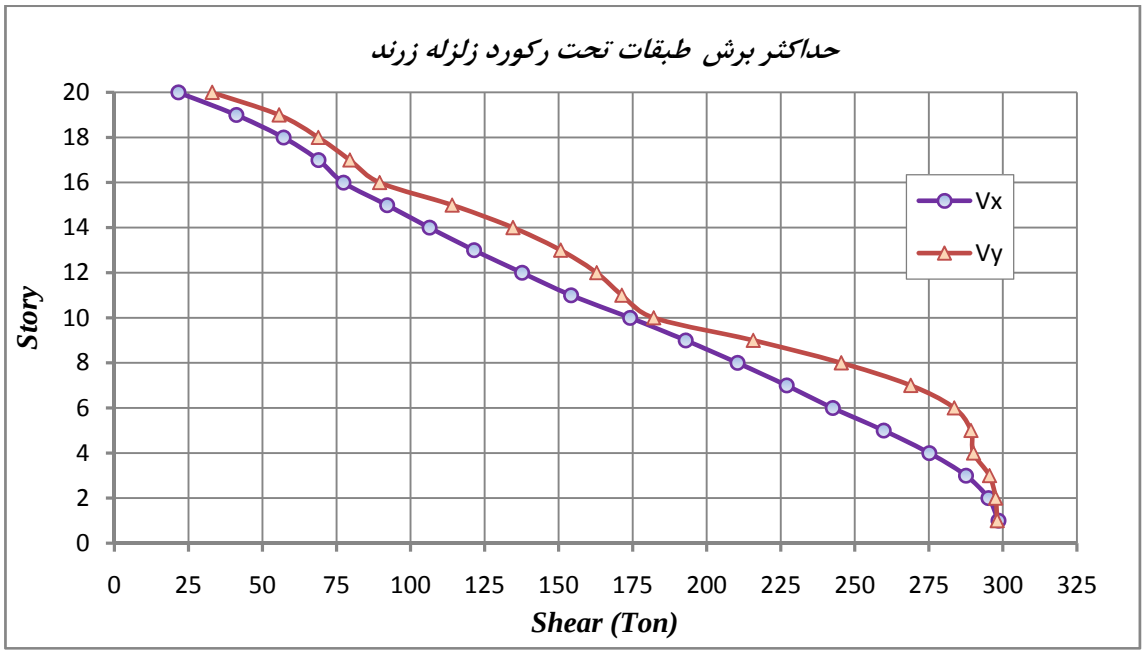
مقادیر جابجائی مرکز جرم طبقات تحت رکورد زلزله **زرند** بر اساس آنالیز لحضه به لحظه (واحد Cm)

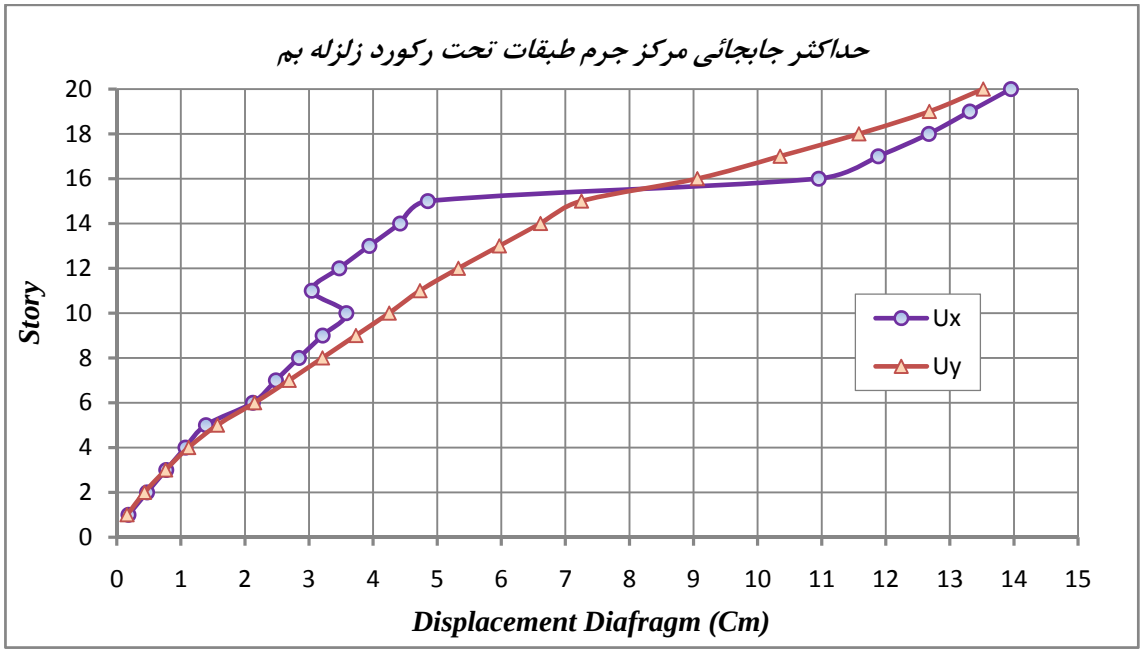
Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	Drift X	Drift Y
PENT	Max Drift X	ZARAND	24	1420	1480	7300	0.0007	
PENT	Max Drift Y	ZARAND	24	1420	1480	7300		0.00104
ROOF	Max Drift X	ZARAND	20-1	1120	1860	6825	0.00115	
ROOF	Max Drift Y	ZARAND	47	-120	1480	7000		0.00219
STORY19	Max Drift X	ZARAND	25-1	1420	1860	6475	0.00147	
STORY19	Max Drift Y	ZARAND	47	-120	1480	6650		0.00295
STORY18	Max Drift X	ZARAND	62	1120	1960	6300	0.00171	
STORY18	Max Drift Y	ZARAND	47	-120	1480	6300		0.00358
STORY17	Max Drift X	ZARAND	62	1120	1960	5950	0.00198	
STORY17	Max Drift Y	ZARAND	47	-120	1480	5950		0.00398
STORY16	Max Drift X	ZARAND	62	1120	1960	5600	0.00195	
STORY16	Max Drift Y	ZARAND	47	-120	1480	5600		0.0037
STORY15	Max Drift X	ZARAND	62	1120	1960	5250	0.00164	
STORY15	Max Drift Y	ZARAND	46	-120	930	5250		0.00251
STORY14	Max Drift X	ZARAND	16-1	1120	0	4725	0.0018	
STORY14	Max Drift Y	ZARAND	47	-120	1480	4900		0.00256
STORY13	Max Drift X	ZARAND	74	2540	-100	4550	0.00208	
STORY13	Max Drift Y	ZARAND	49	2660	930	4550		0.00275
STORY12	Max Drift X	ZARAND	74	2540	-100	4200	0.00218	
STORY12	Max Drift Y	ZARAND	49	2660	930	4200		0.00278
STORY11	Max Drift X	ZARAND	74	2540	-100	3850	0.00235	
STORY11	Max Drift Y	ZARAND	49	2660	930	3850		0.00283
STORY10	Max Drift X	ZARAND	74	2540	-100	3500	0.00238	
STORY10	Max Drift Y	ZARAND	50	2660	1480	3500		0.0026
STORY9	Max Drift X	ZARAND	74	2540	-100	3150	0.00255	
STORY9	Max Drift Y	ZARAND	50	2660	1480	3150		0.00268
STORY8	Max Drift X	ZARAND	74	2540	-100	2800	0.00259	
STORY8	Max Drift Y	ZARAND	49	2660	930	2800		0.00267
STORY7	Max Drift X	ZARAND	74	2540	-100	2450	0.00263	
STORY7	Max Drift Y	ZARAND	50	2660	1480	2450		0.00266
STORY6	Max Drift X	ZARAND	74	2540	-100	2100	0.00242	
STORY6	Max Drift Y	ZARAND	50	2660	1480	2100		0.00246
STORY5	Max Drift X	ZARAND	74	2540	-100	1750	0.0018	
STORY5	Max Drift Y	ZARAND	50	2660	1480	1750		0.00195
STORY4	Max Drift X	ZARAND	74	2540	-100	1400	0.0015	
STORY4	Max Drift Y	ZARAND	50	2660	1480	1400		0.00157
STORY3	Max Drift X	ZARAND	6177	595	0	1050	0.00131	
STORY3	Max Drift Y	ZARAND	405	2540	253.33	1050		0.00135
STORY2	Max Drift X	ZARAND	6177	595	0	700	0.00118	
STORY2	Max Drift Y	ZARAND	405	2540	253.33	700		0.00122
STORY1	Max Drift X	ZARAND	36	2540	0	350	0.0007	
STORY1	Max Drift Y	ZARAND	40	2540	1860	350		0.00074

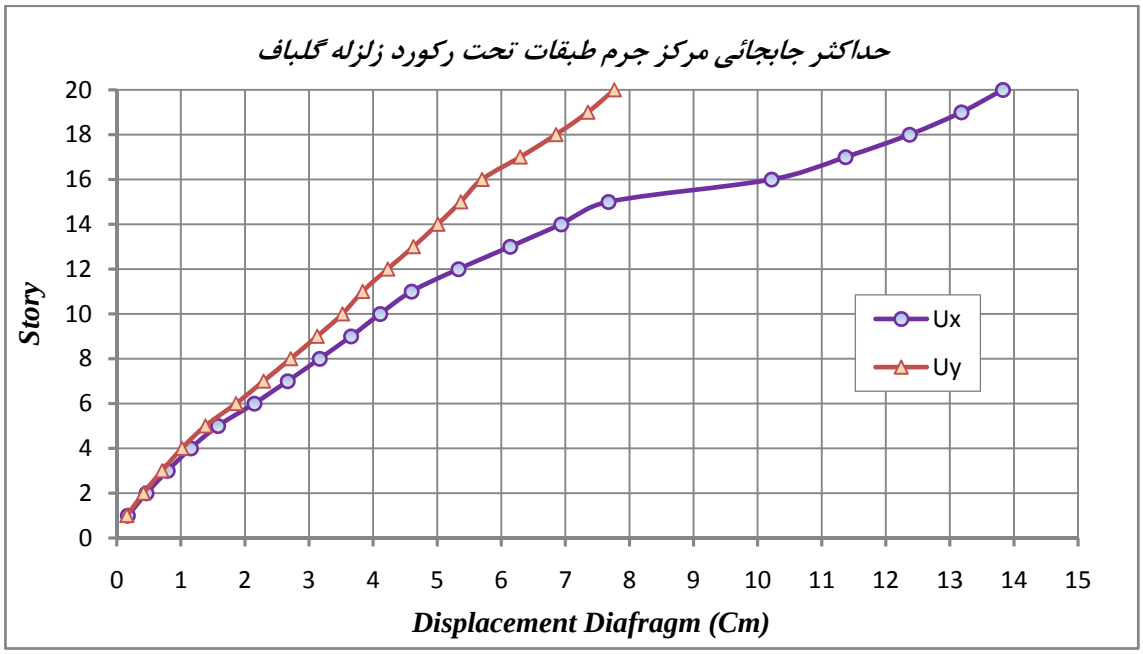
مقادیر جابجائی نسبی حداکثر طبقات تحت رکورد زلزله **زرند** بر اساس آنالیز لحظه به لحظه

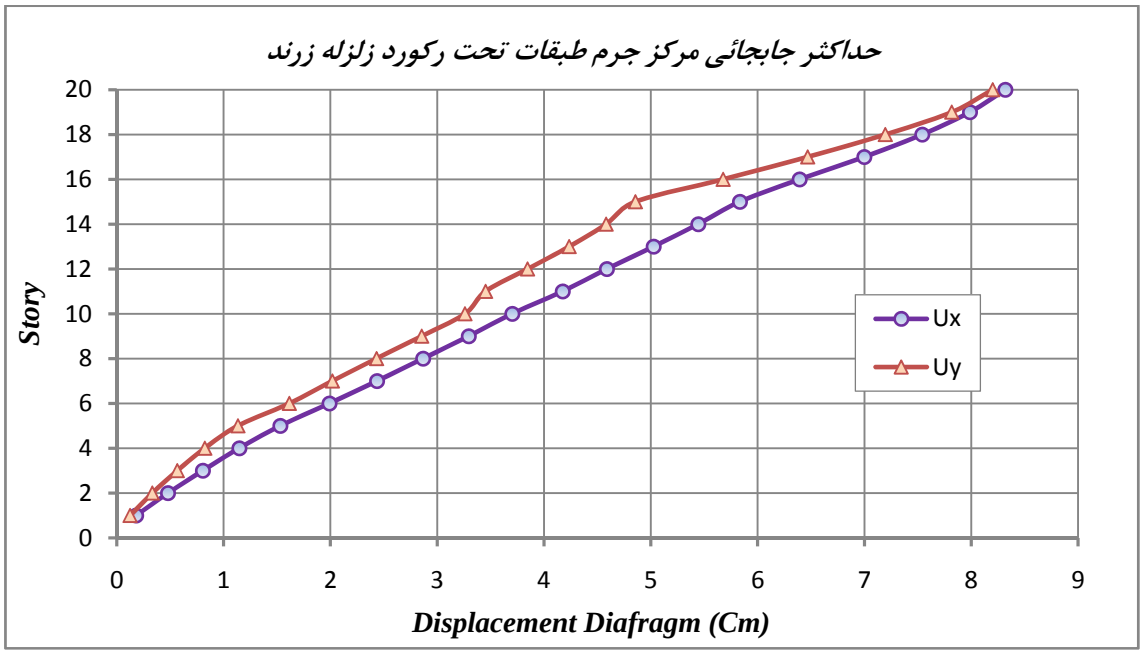

حداکثر برش طبقات تحت رکورد زلزله بم
Story
Shear (Ton)
Vx
Vy
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
25
50
75
100
125
150
175
200
225
250
275
300
325
350

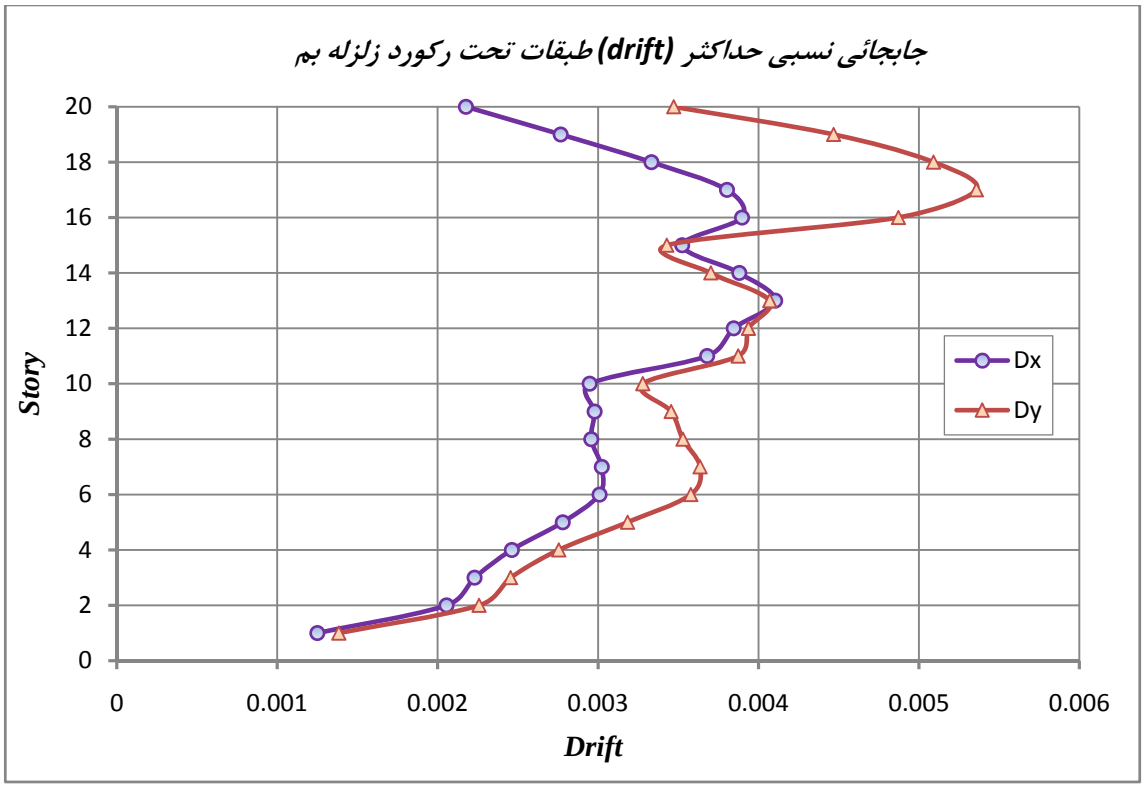

حداکثر برش طبقات تحت رکورد زلزله گلباف
Story
Shear (Ton)
Vx
Vy
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
25
50
75
100
125
150
175
200
225
250
275
300
325
350

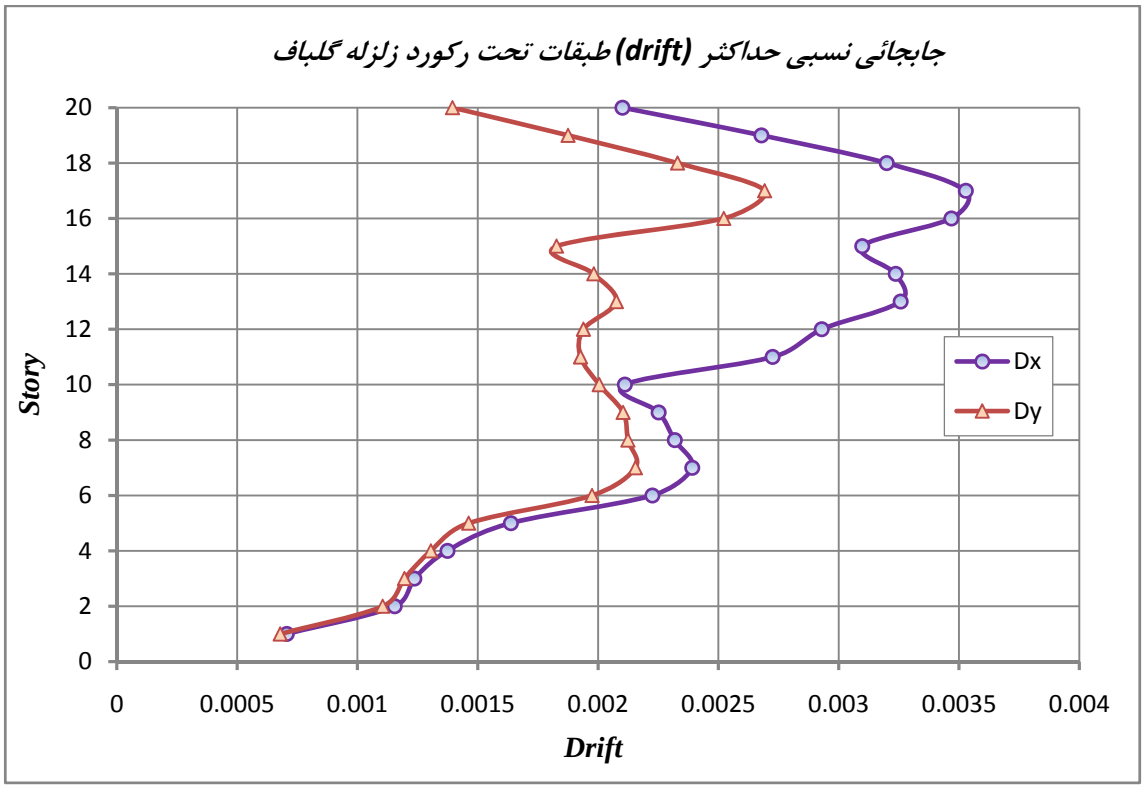

حداکثر برش طبقات تحت رکورد زلزله زرند
Story
Shear (Ton)
Vx
Vy
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
25
50
75
100
125
150
175
200
225
250
275
300
325

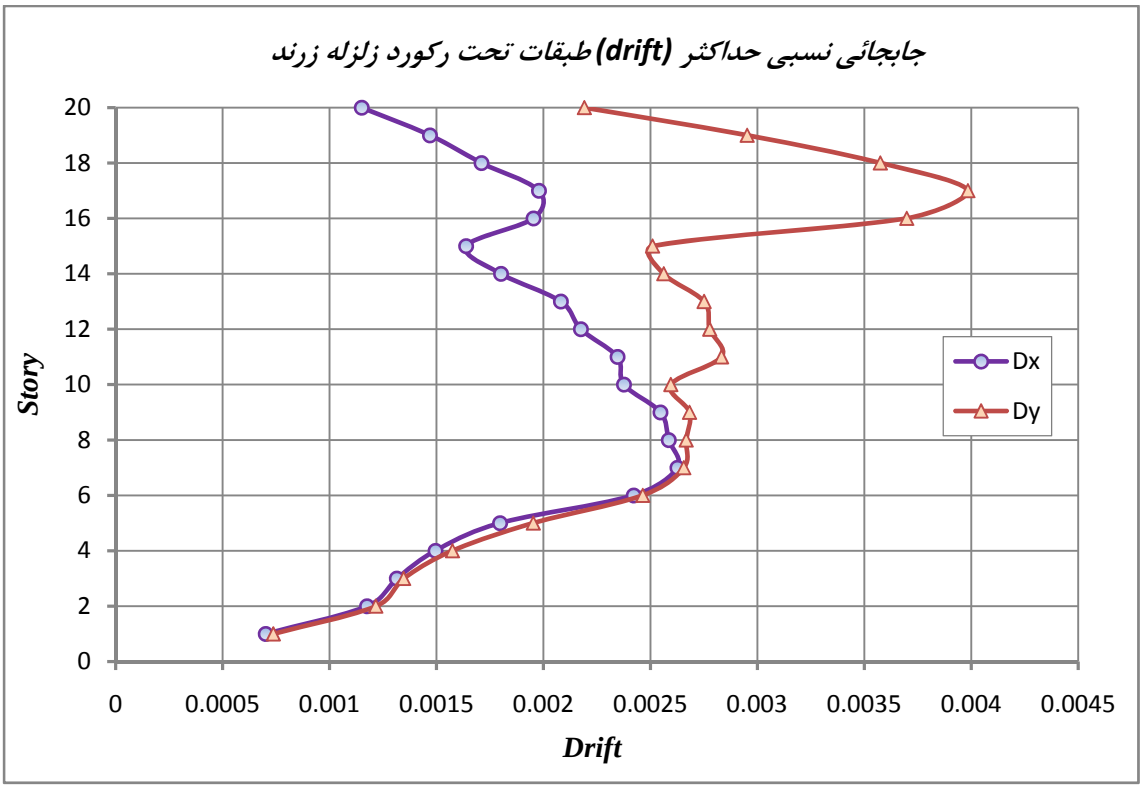

حداکثر جابجائی مرکز جرم طبقات تحت رکورد زلزله بم
Story
Displacement Diafragm (Cm)
Ux
Uy


حداکثر جابجائی مرکز جرم طبقات تحت رکورد زلزله گلباف
Story
Displacement Diafragm (Cm)
Ux
Uy


حداکثر جابجائی مرکز جرم طبقات تحت رکورد زلزله زرند
Story
Displacement Diafragm (Cm)
Ux
Uy


جابجائی نسبی حداکثر (drift) طبقات تحت رکورد زلزله بم
Story
Drift
Dx
Dy
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
0.001
0.002
0.003
0.004
0.005
0.006

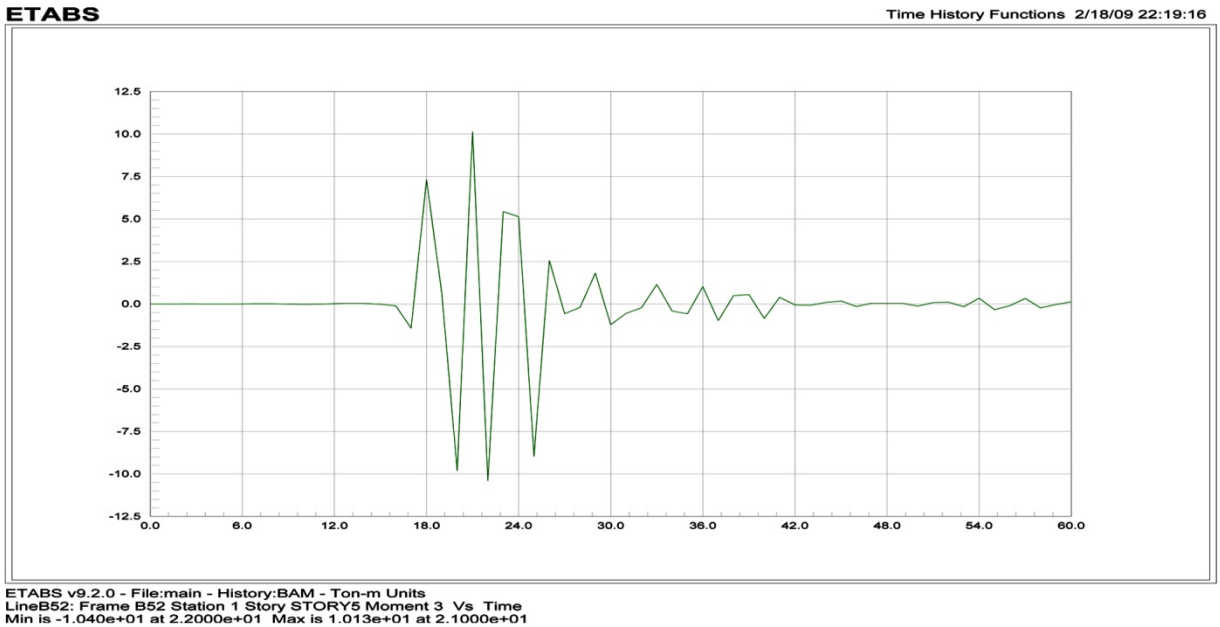

جابجائی نسبی حداکثر (drift) طبقات تحت رکورد زلزله گلباف
Story
Drift
Dx
Dy
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
0.0005
0.001
0.0015
0.002
0.0025
0.003
0.0035
0.004

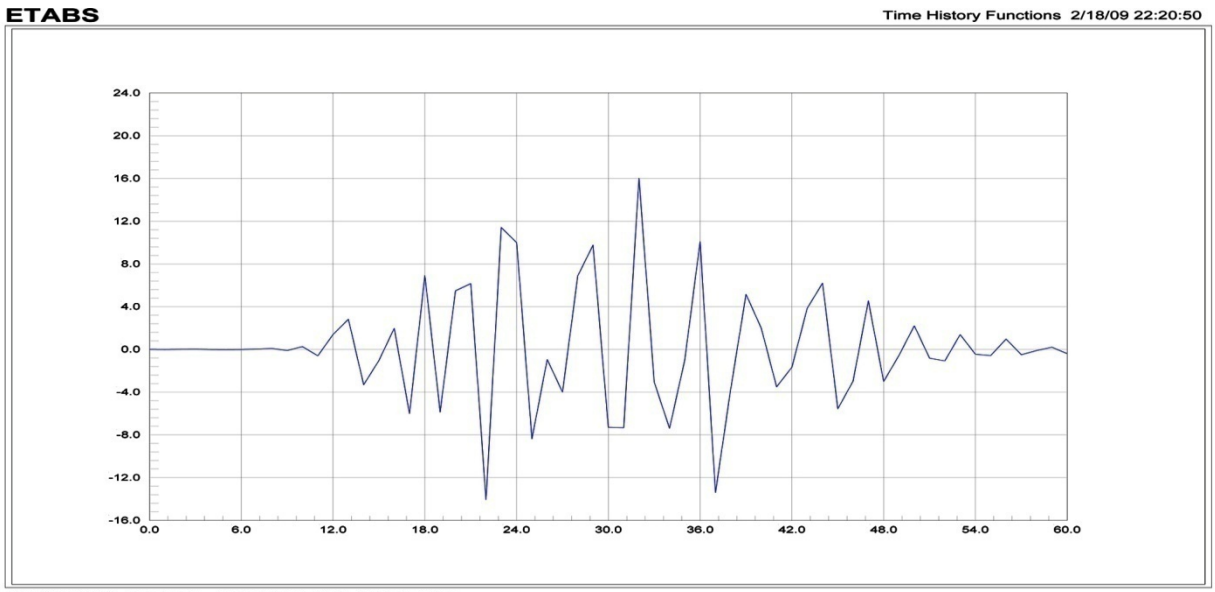


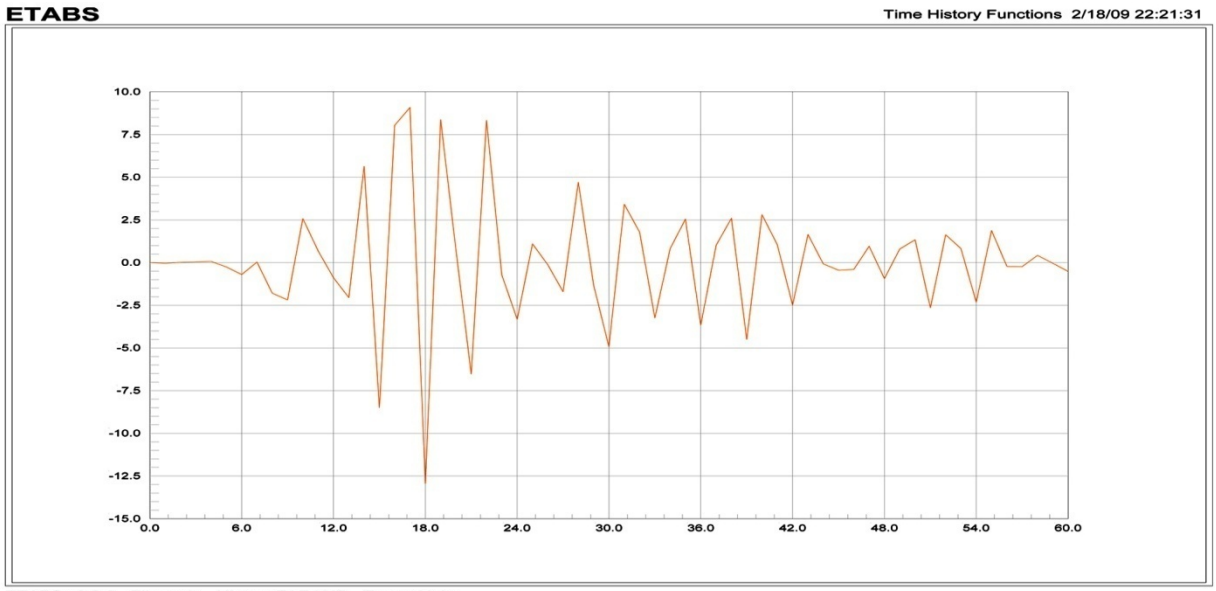
تذکر : باتوجه به خروجی نرم افزار ETABS منظـور از مقـادیر Drift در جـداول و گرافهـای فـوق اخـتلاف جابجائی هر طبقه از طبقه پائین است $(\delta_n - \delta_{n-1})$ که به ارتفاع آن طبقه تقسیم شده .

$$Drift = \frac{\Delta w}{h} = \frac{(\delta_n - \delta_{n-1})}{h}$$

نمونه ای از خروجی تاریخچه زمانی لنگر یک تیر (در ایستگاه ۱ – ابتدای عضو) در آنالیز لحظه به لحظه :



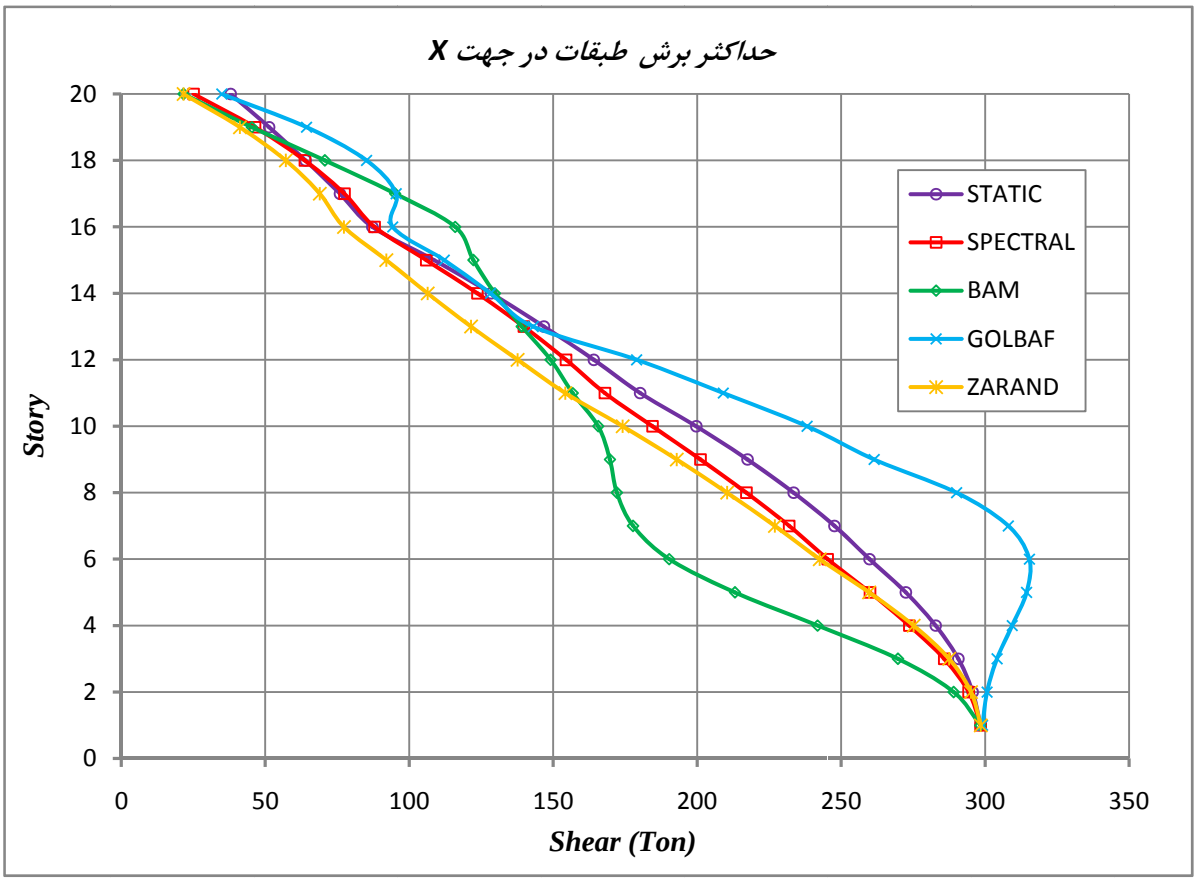


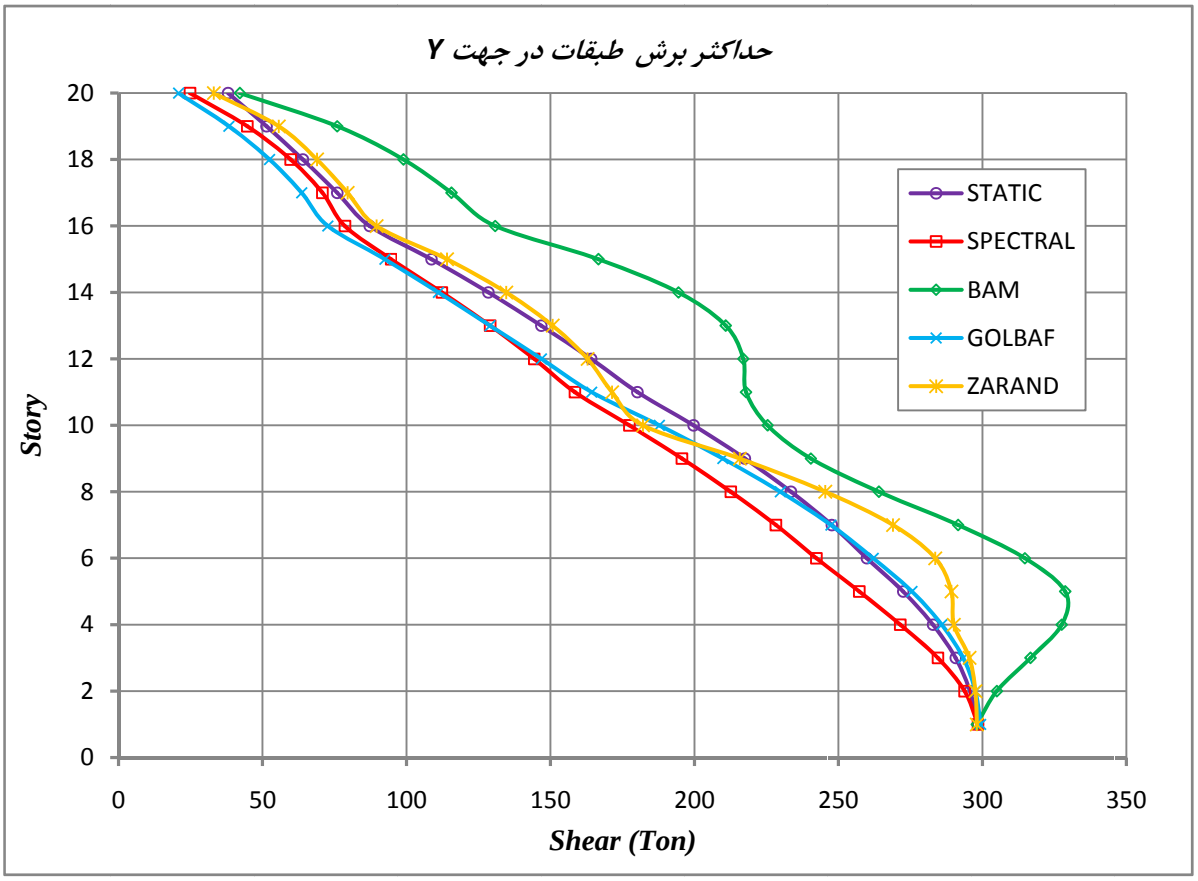


در زیر ابتدا به مقایسه مقادیر برش ، جابجائی حداکثر مرکز جرم و حداکثر جابجائی نسبی طبقات براساس آنالیز استاتیکی ، دینامیکی طیفی و لحظه به لحظه (بر مبنای رکوردهای زلزله بم ، گلباف و زرند) به صورت ترسیمی (گراف) پرداخته شده و پس از آن دو نمونه از هر یک از المانهای تیر ، ستون و بادبند به صورت کاملاً اختیاری انتخاب شده و نتایج حاصل از مقادیر نیروهای داخلی آن (لنگر ، برش و یا نیروی محوری) بر اساس هر سه نوع آنالیز با هم مقایسه شده است. به طوری که تاریخچه زمانی مربوط به مقادیر نیروهای داخلی مربوط به یک نقطه از المان در مدت زمان اعمال زلزله (۶۰ ثانیه) برای هر سه رکورد زلزله (بم ، گلباف و زرند) بصورت گراف ترسیم شده و با مقادیر ثابت نیروهای مر بوط به همان نقطه از المان که بر اساس تحلیل استاتیکی و طیفی بدست آمده اند مقایسه شده است. ضمناً در تمامی المانهای اختیار شده مقادیر نیروهای داخلی یاد شده، مربوط به ایستگاه ۱ المان، یعنی ابتدای عضو می باشد.

مقایسه برش بدست آمده از تحلیل های استاتیکی ، طیفی و تاریخچه زمانی در طبقات قبل از همپایه سازی

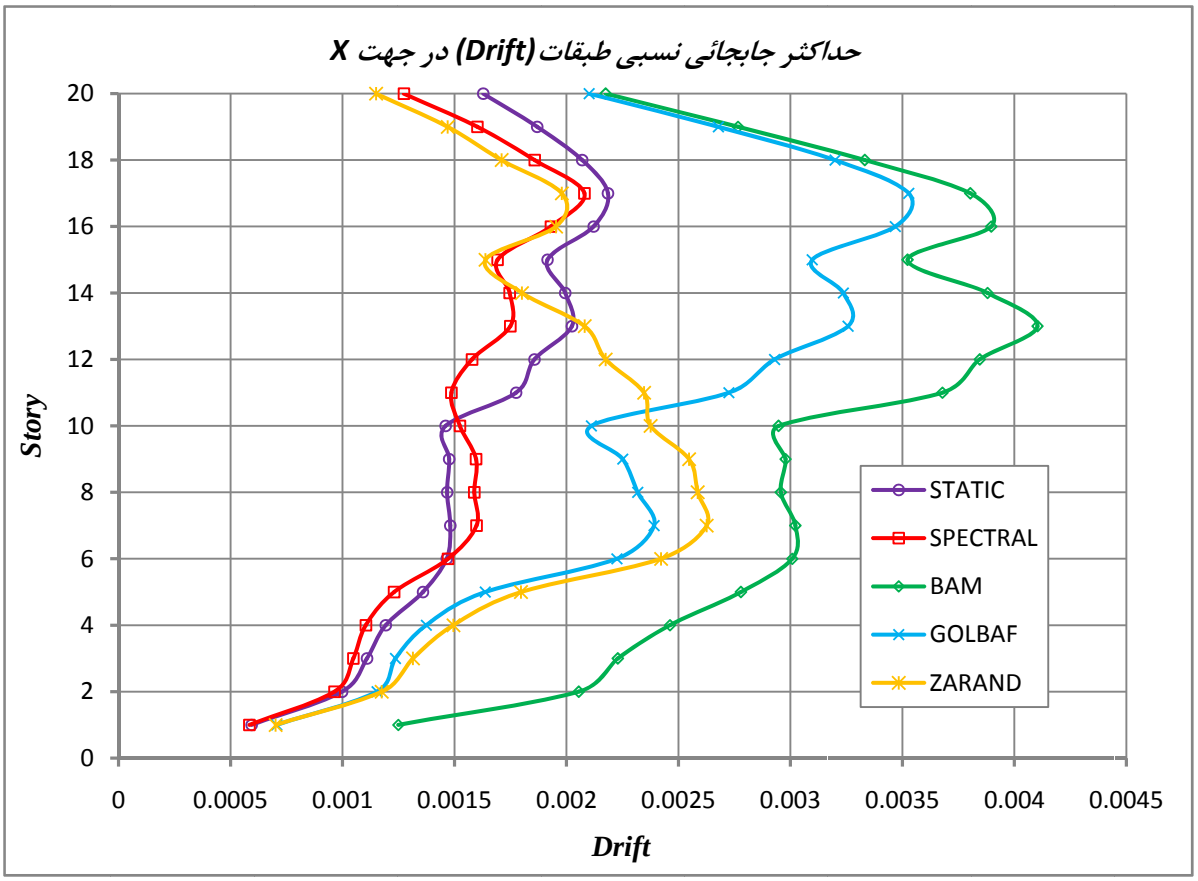
مقایسه نتایج بدست آمده از تحلیل های استاتیکی ، طیفی و تاریخچه زمانی پس از همپایه سازی برش های پایه

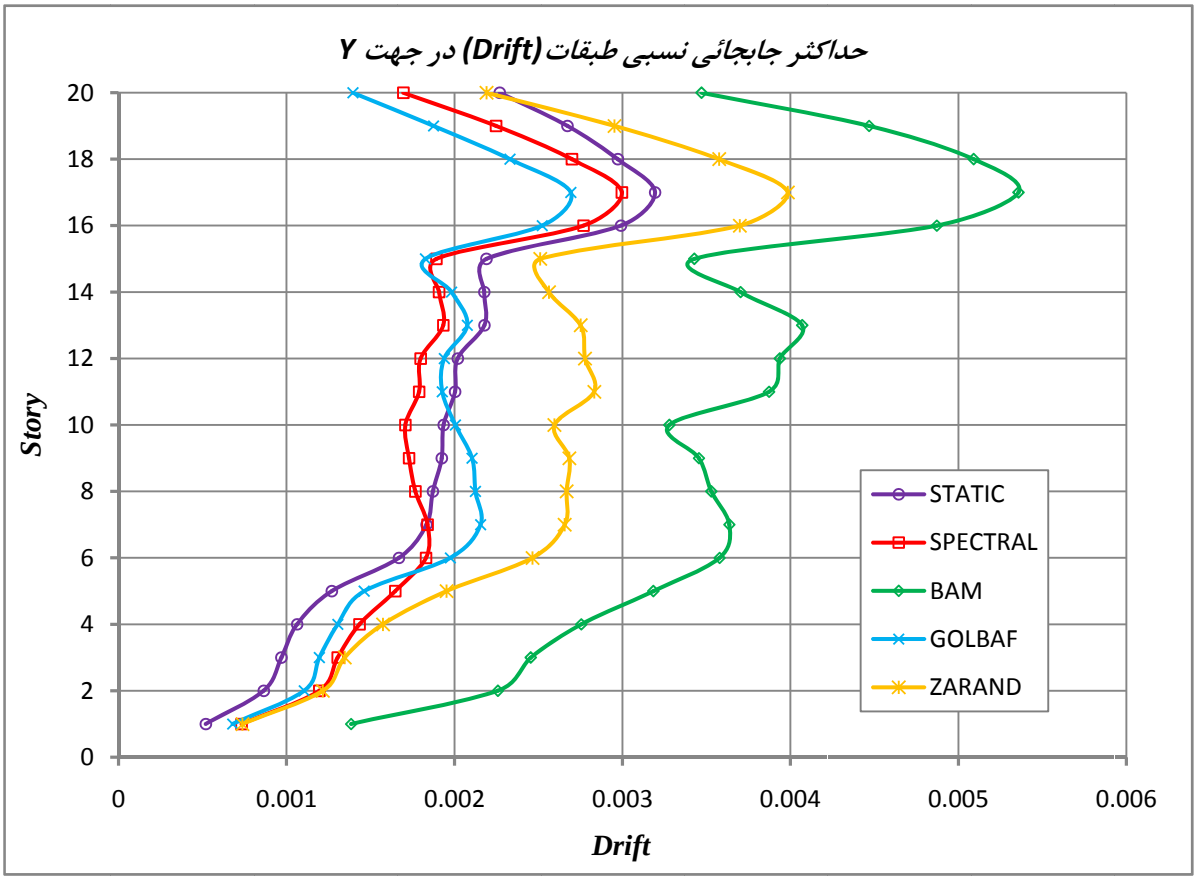




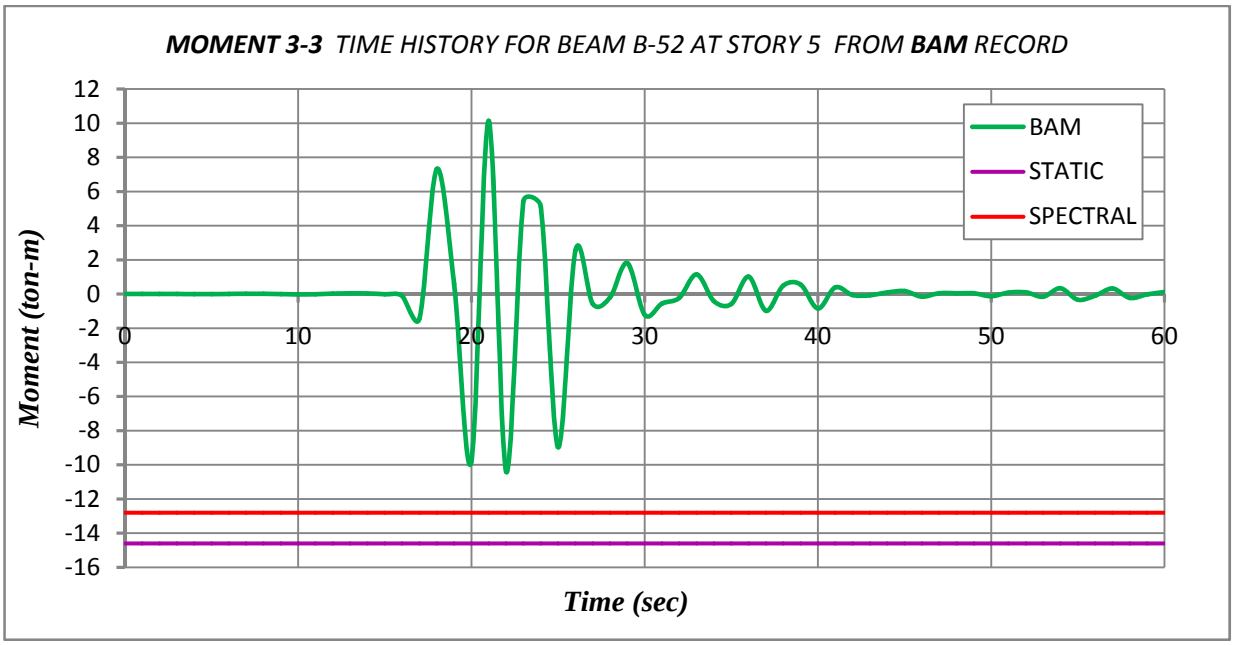
حداکثر جابجائی مرکز جرم طبقات در جهت X
Story
Displacement Diafragm (Cm)
STATIC
SPECTRAL
BAM
GOLBAF
ZARAND
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

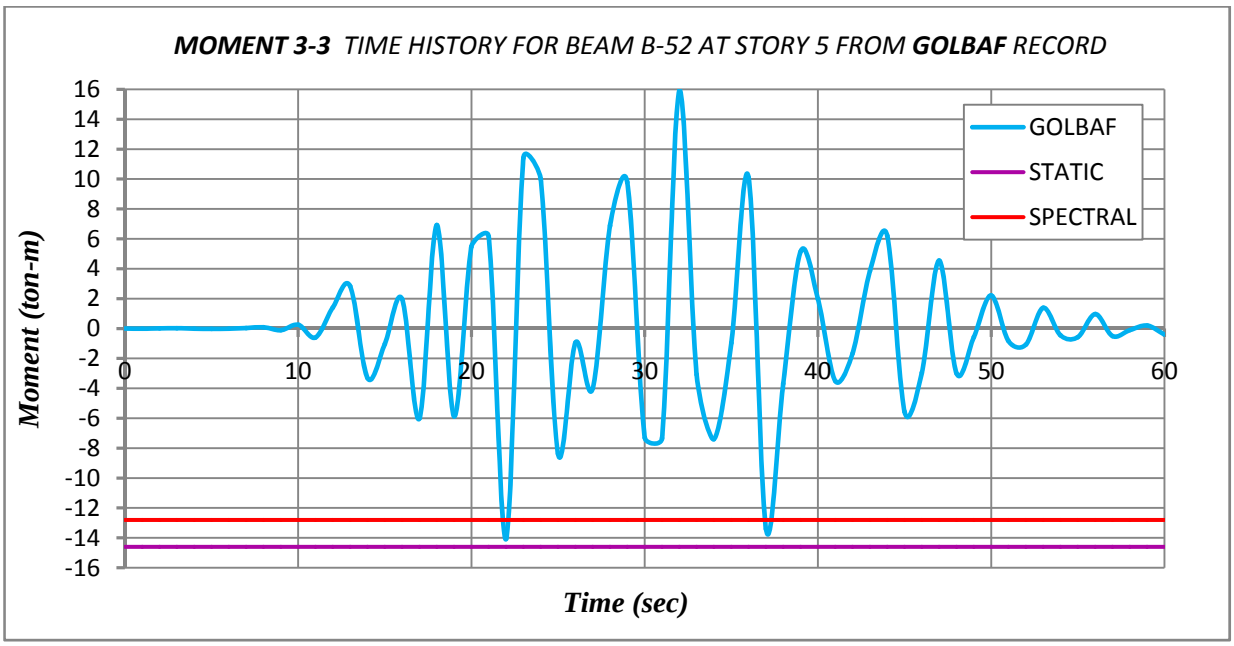
حداکثر جابجائی مرکز جرم طبقات در جهت Y
Story
Displacement Diafragm (Cm)
STATIC
SPECTRAL
BAM
GOLBAF
ZARAND
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

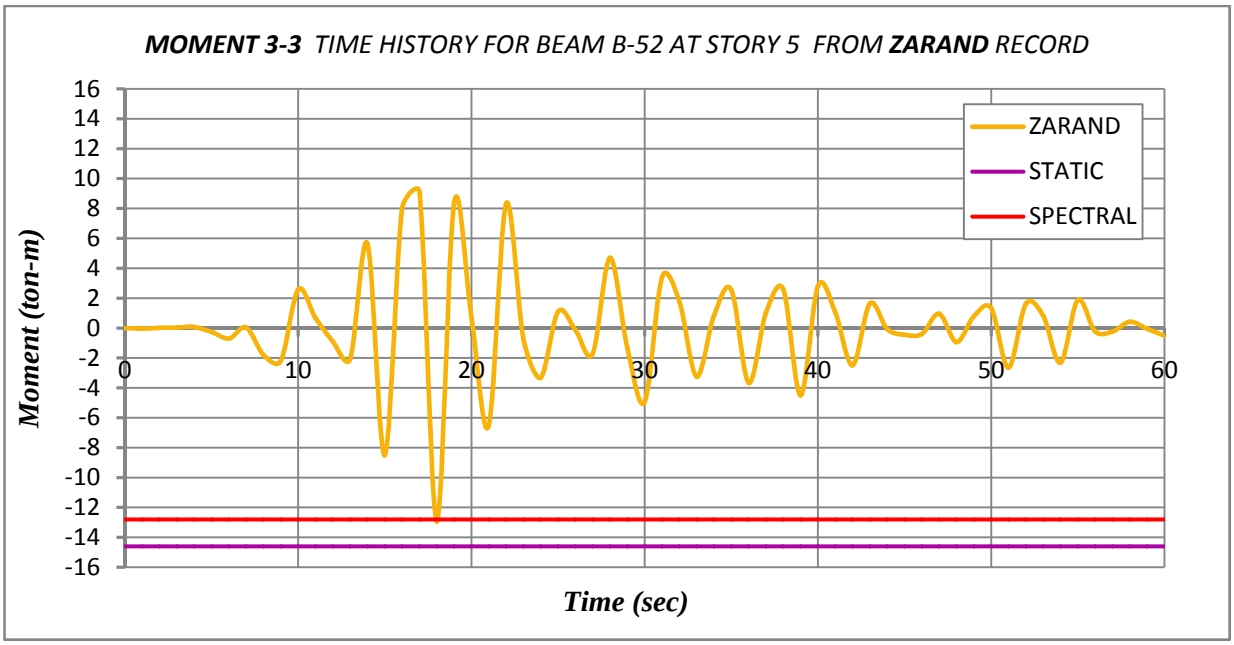

حداکثر جابجائی نسبی طبقات (Drift) در جهت X
Story
Drift
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
0.0005
0.001
0.0015
0.002
0.0025
0.003
0.0035
0.004
0.0045
STATIC
SPECTRAL
BAM
GOLBAF
ZARAND


حداکثر جابجائی نسبی طبقات (Drift) در جهت Y
Story
Drift
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
0.001
0.002
0.003
0.004
0.005
0.006
STATIC
SPECTRAL
BAM
GOLBAF
ZARAND

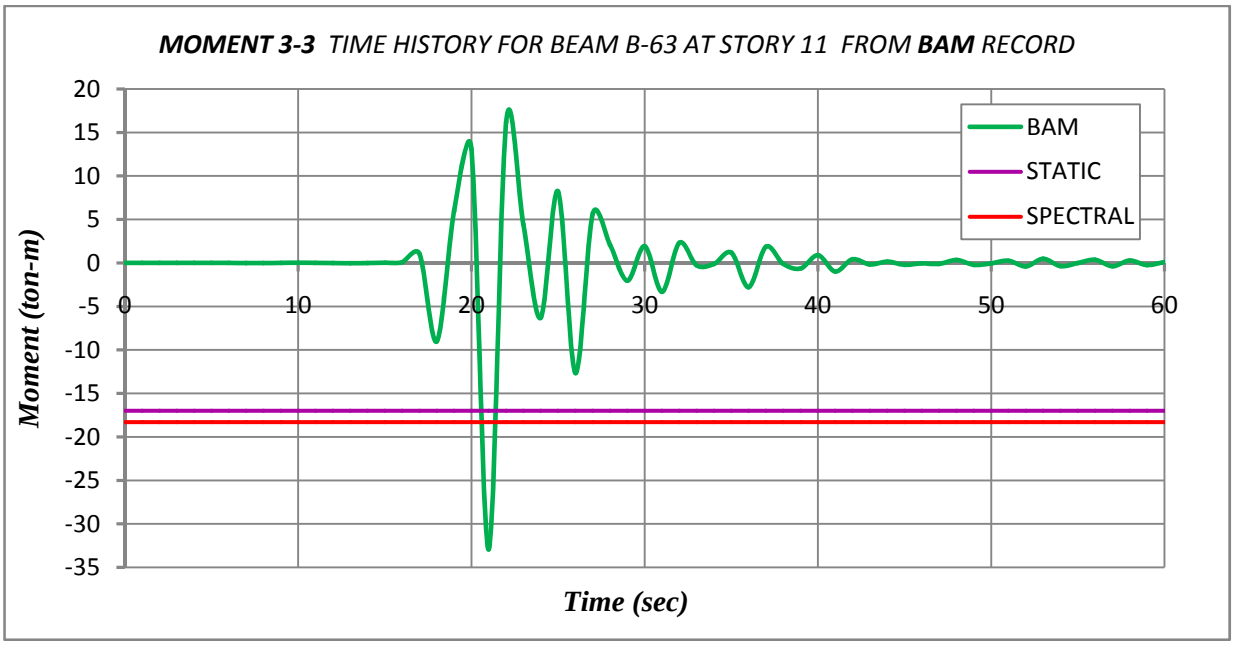
مقایسه تاریخچه زمانی لنگر ۳-۳ ایستگاه۱ تیر B-52 در طبقه پنجم با مقادیر لنگر در آنالیز استاتیکی و طیفی :

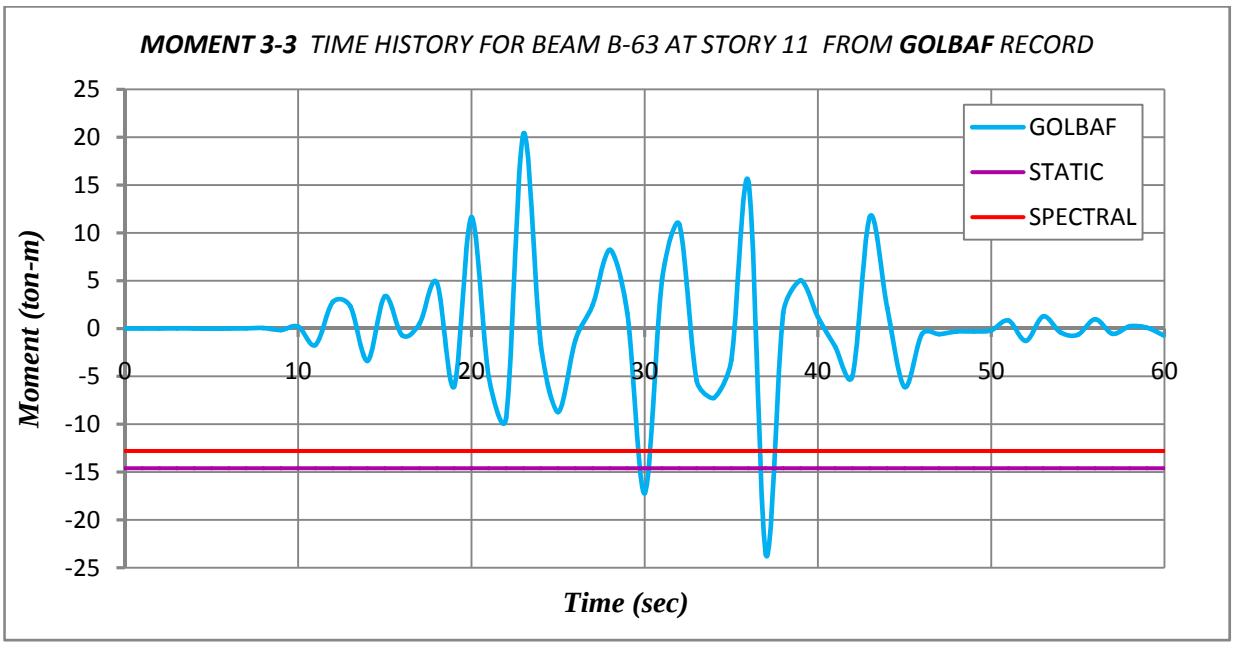


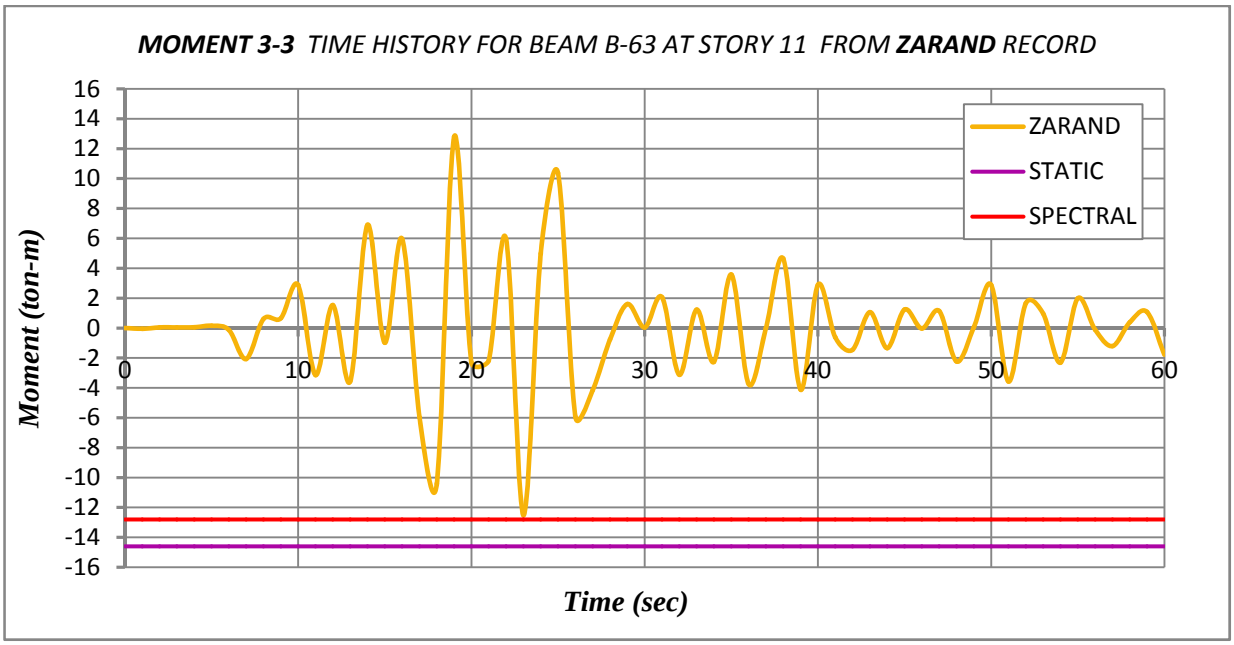




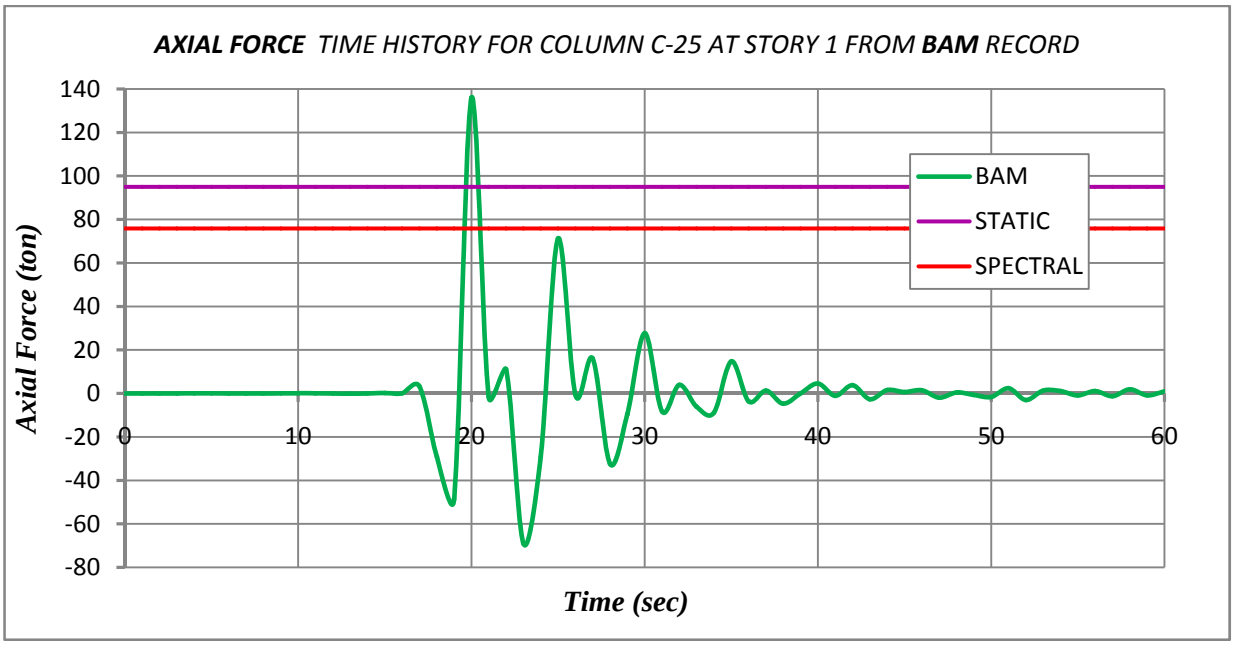
مقایسه تاریخچه زمانی لنگر ۳-۳ ایستگاه۱ تیر B-63 در طبقه یازدهم با مقادیر لنگر در آنالیز استاتیکی و طیفی :

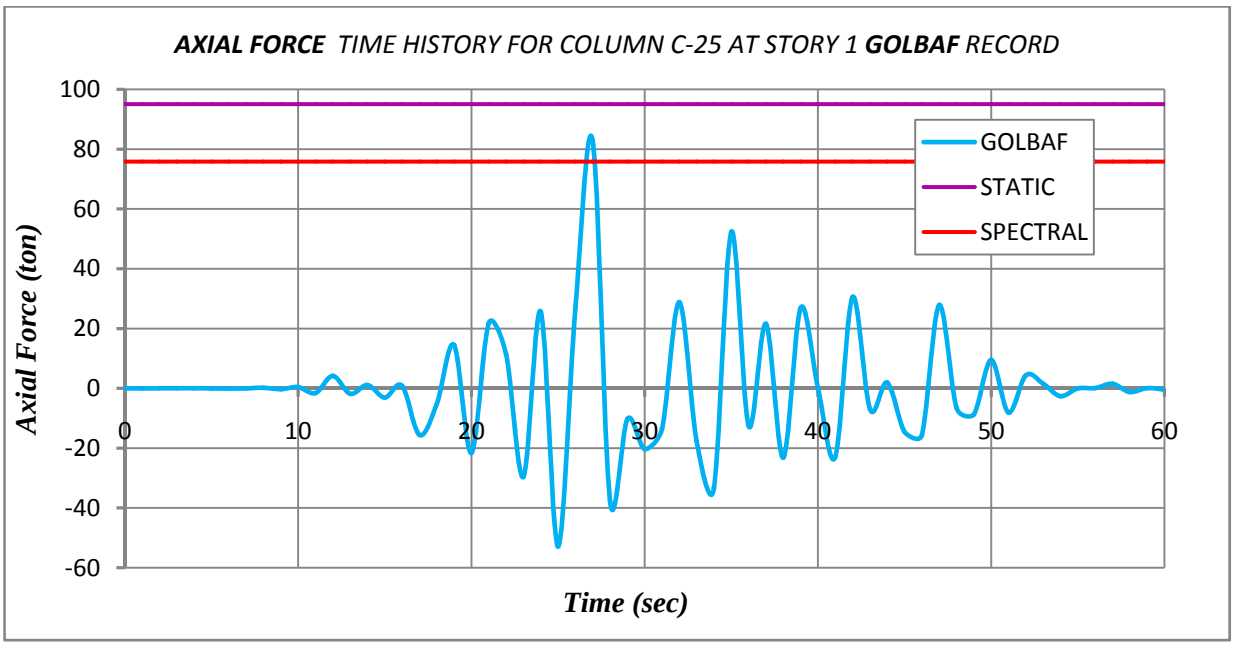


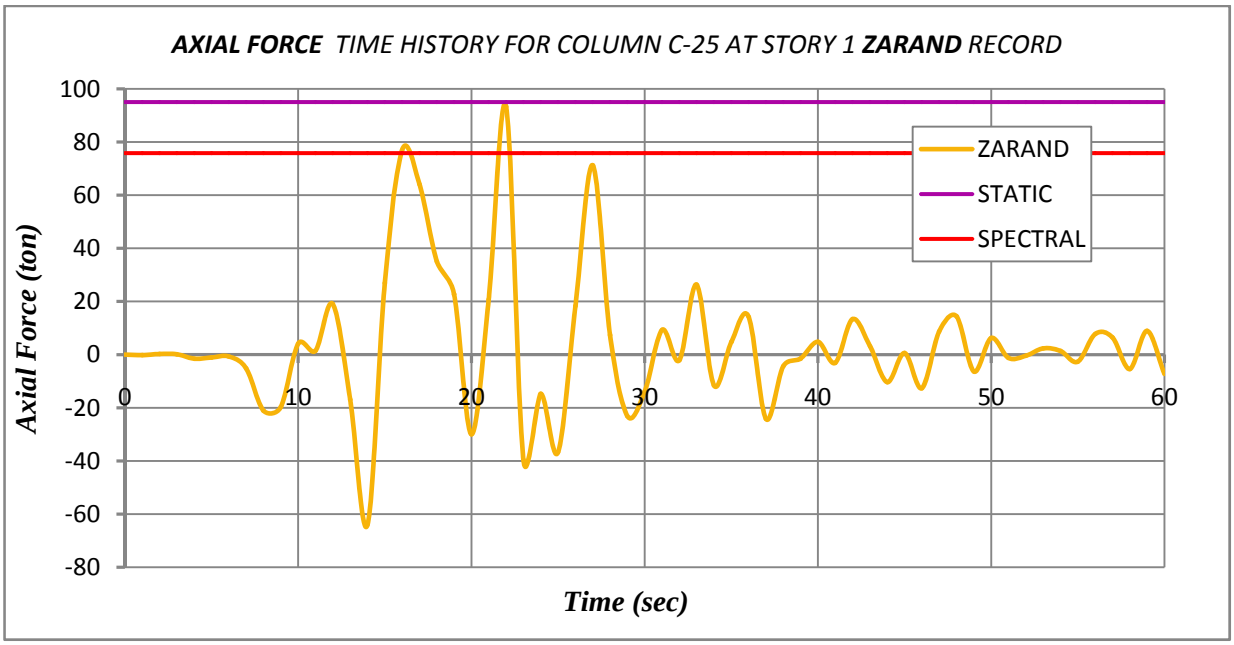




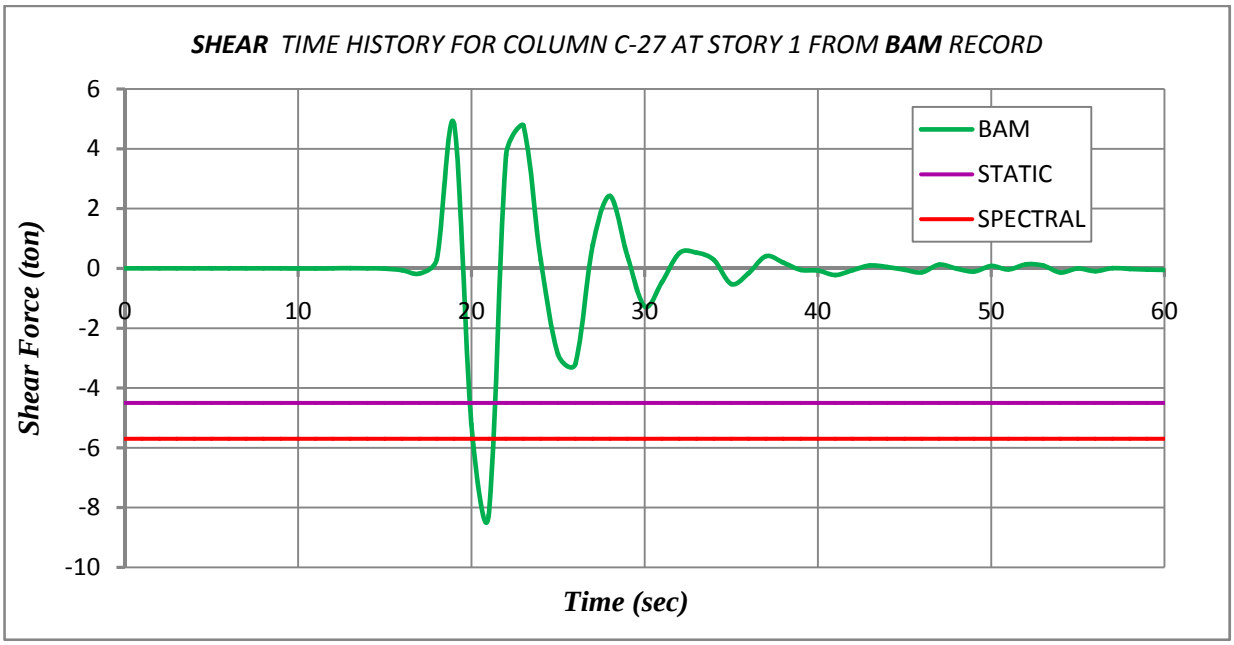
مقایسه تاریخچه زمانی نیروی محوری ستون C-25 در طبقه اول با مقادیر نیرو در آنالیز استاتیکی و طیفی :

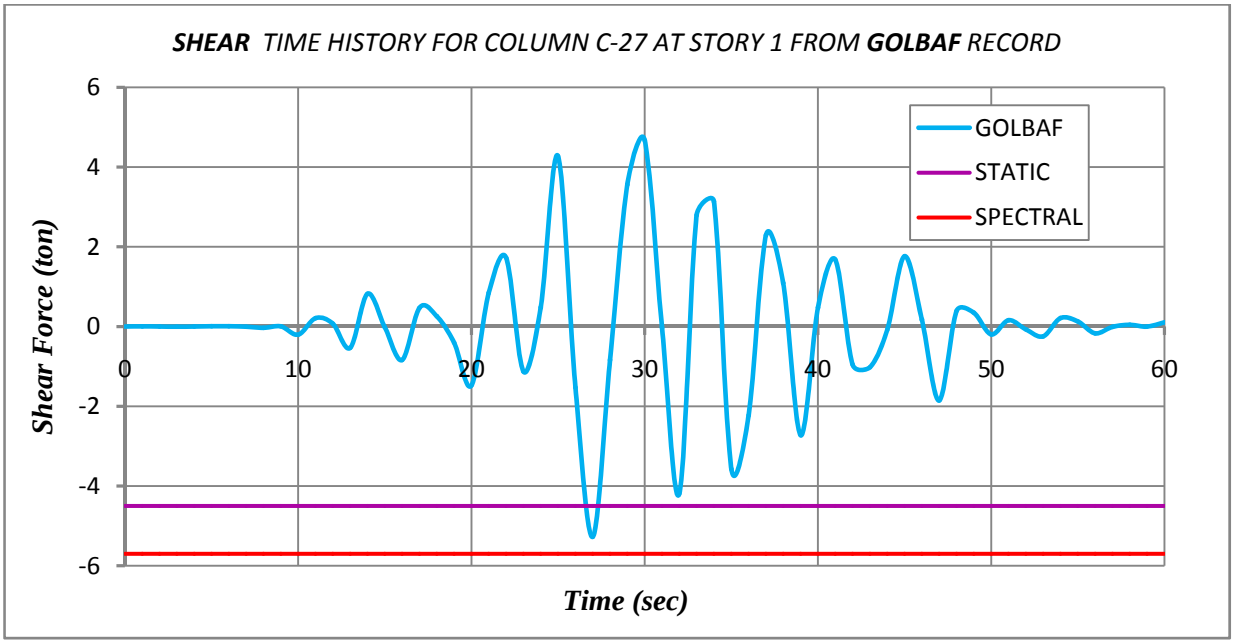


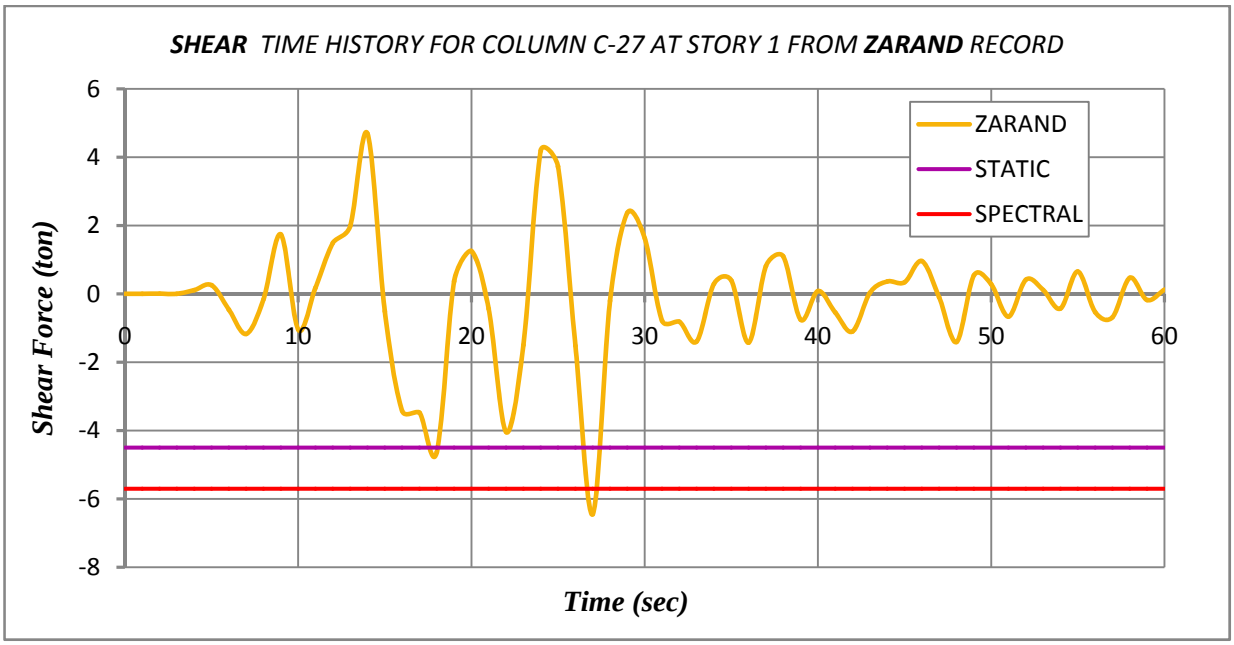




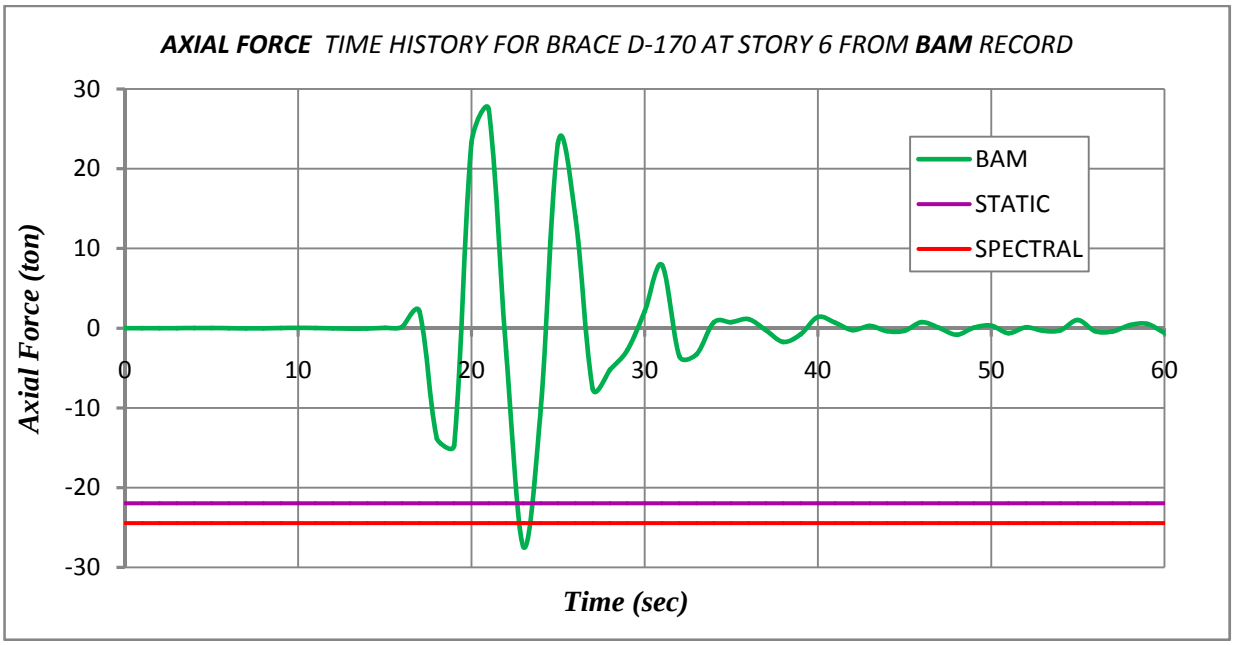
مقایسه تاریخچه زمانی نیروی برشی ستون C-27 در طبقه اول با مقادیر برش در آنالیز استاتیکی و طیفی :

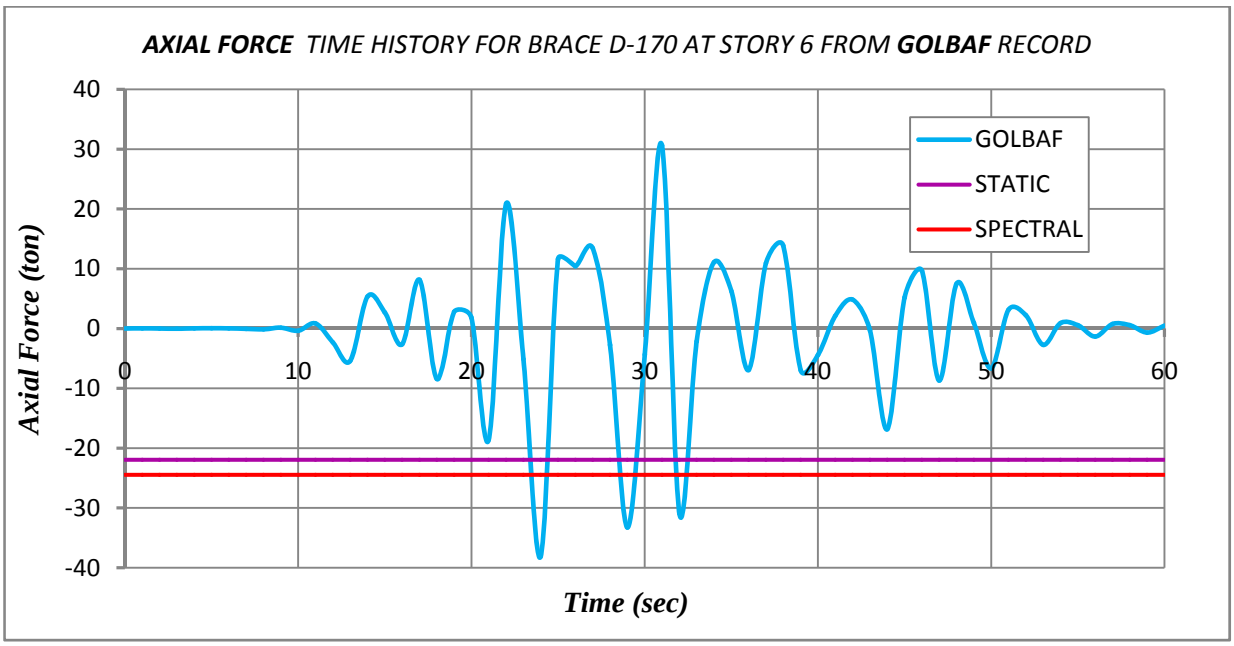


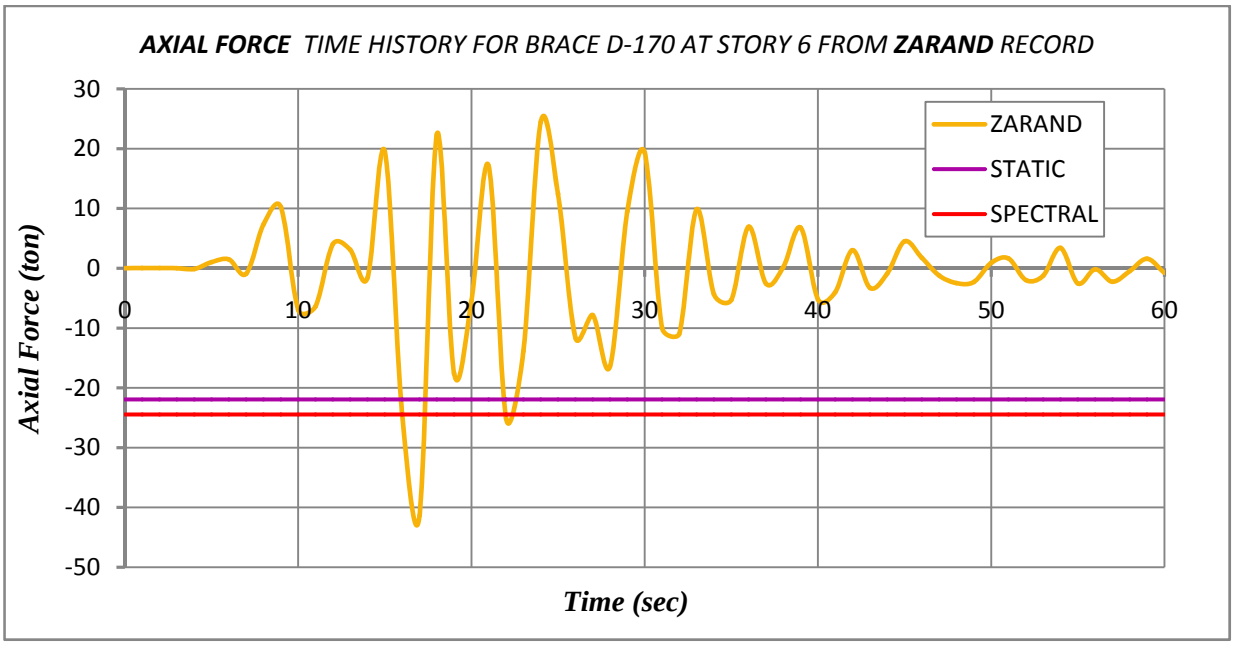




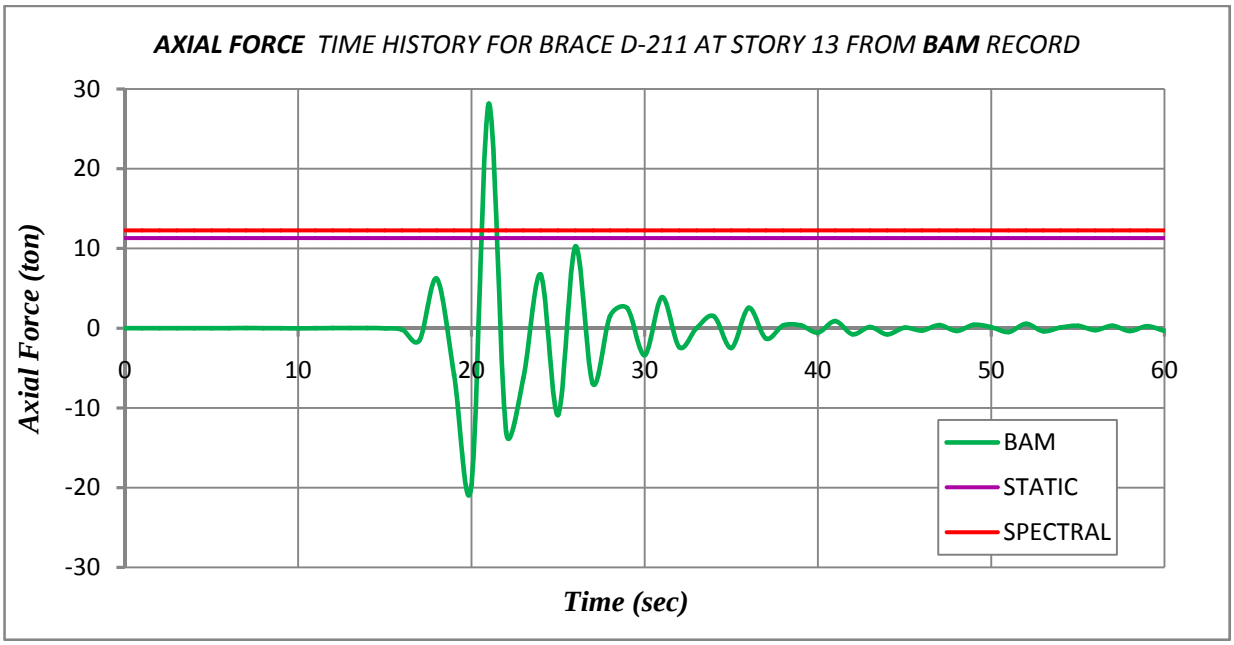
مقایسه تاریخچه زمانی نیروی محوری بادبند D-170 در طبقه ششم با مقادیر نیرو در آنالیز استاتیکی و طیفی :

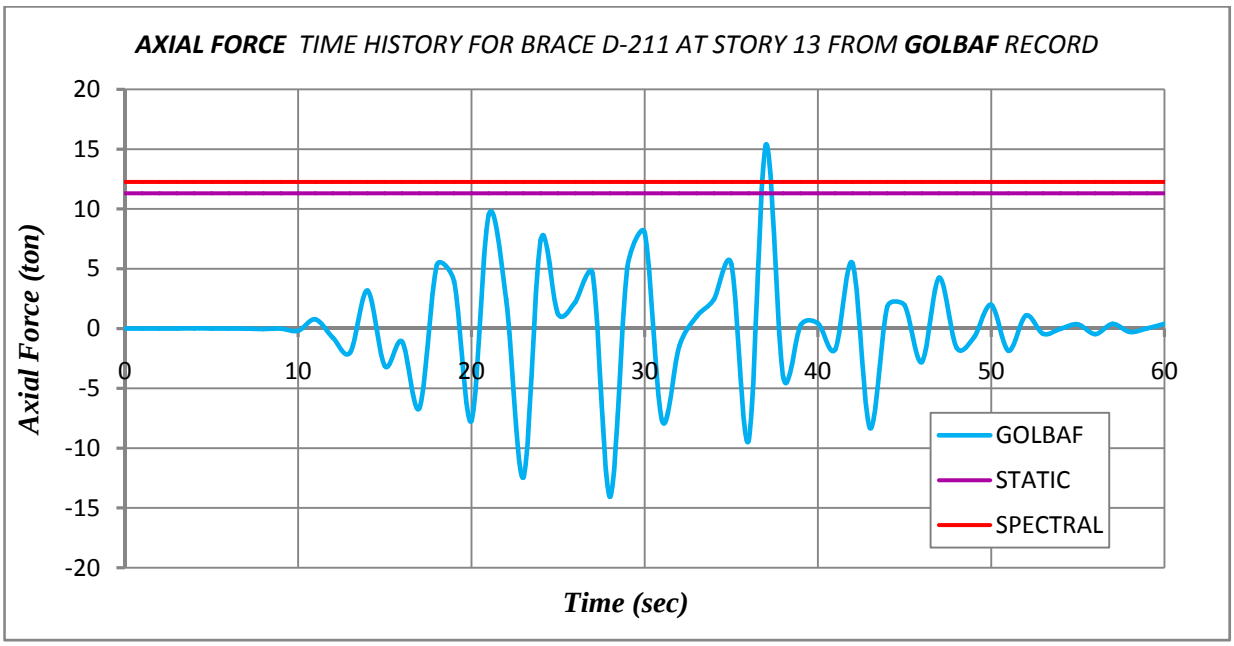


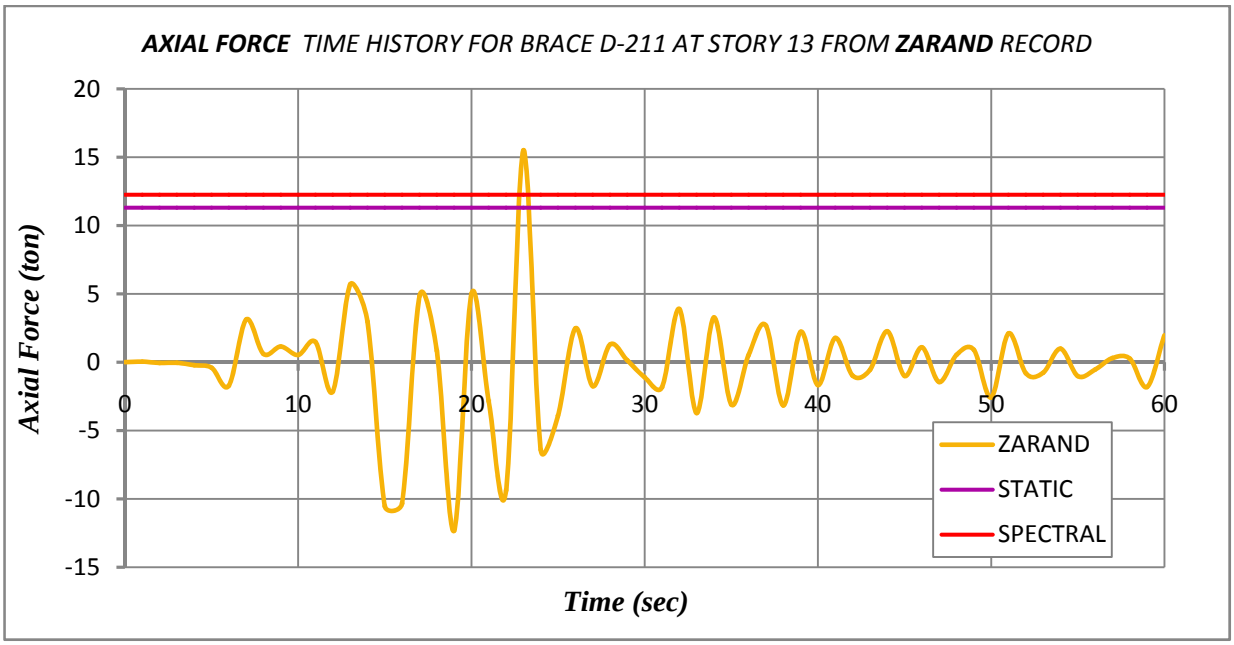




مقایسه تاریخچه زمانی نیروی محوری بادبند D-211 در طبقه سیزدهم با مقادیر نیرو در آنالیز استاتیکی و طیفی:







- بررسی نتایج آنالیز

از بررسی نتایج قبل از همپایه سازی برش های پایه مشخص است که روش تحلیل استاتیکی معادل همواره نسبت به سایر روش ها مقادیر محافظه کارانه و تا حدودی هم غیر اقتصادی را ارائه می دهد. لیکن اگر ملاک مقایسه را پس از همپایه سازی برش های پایه قرار دهیم اینجاست که توزیع خاص نیروی زلزله در طبقات، خصوصا" در تحلیل های دینامیکی این نوع تحلیل را نسبت به نوع استاتیکی خود متمایز می کند :

با توجه به گرافهای ترسیم شده در فوق جهت مقاسیه نتایج آنالیز این ساختمان تحت تحلیل های استاتیکی، دینامیکی طیفی (شبه دینامیکی) و دینامیکی تاریخچه زمانی (لحظه به لحظه) در بررسی برش طبقات مشهود است که توزیع برش در طبقات این ساختمان در حالات تحلیل استاتیکی و طیفی به هم شبیه است. لیکن تا حدی مقادیر توزیع شده برش ناشی از تحلیل دینامیکی لحظه به لحظه خصوصآ برای رکورد بم و گلباف با تحلیل های استاتیکی و طیفی تا حدودی مغایرت دارد.

از مقایسه گرافهای رسم شده برای جابجائی مرکز جرم طبقات مشخص شده است که فرم تغییر شکل (جابجائی) طبقات در تحلیل طیفی به استاتیکی نزدیک است ولی تحلیل استاتیکی نسبت به طیفی مقادیر کمتری را برای جابجائی حداکثر طبقات (خصوصآ در طبقات بالاتر) نشان می دهد. و در تحلیل لحظه به لحظه در میان رکوردهای مذکور، رکورد زلزله بم به طور محسوسی مقادیر زیادی را برای جابجائی نشان می دهد. که این جابجائی در در طبقه پانزدهم به طور ناگهانی افزایش چشمگیری را نسبت به طبقه پائین خود نشان می دهد (زیرا که در طبقه پانزدهم یک تغییر اساسی در پلان ساختمان رخ داده و ناگهان نیمی از سازه از این طبقه به بعد حذف شده است.)

مقایسه گرافهای مربوط به حداکثر جابجائی نسبی طبقات بیانگر این است که از تحلیل استاتیکی و طیفی مقادیری نزدیک به هم برای جابجائی نسبی هر طبقه نتیجه شده است. اما در تحلیل دینامیکی لحظه به لحظه خصوصآ برای رکورد زلزله بم مقادیر دریفت زیادی را برای طبقات نشان می دهد به طوریکه این مقادیر در طبقات پنجم، دهم و پانزدهم (خصوصآ طبقه پانزدهم) دارای تغییر ناگهانی زیادی است. که این نیز به علت تغییر در پلان ساختمان در این طبقات است.

از بررسی نتایج آنالیز برای نمونه ای از اعضا در سازه نیز مشهود است که مقادیر نیروی بدست آمده (لنگر، برش و نیروی محوری) از تحلیل استاتیکی و طیفی بسیار به هم نزدیک می باشد و تا حدودی هم به نسبت، تحلیل طیفی مقادیر بیشتری را نشان می دهد. لیکن برای طیف وسیعی از اعضا (خصوصآ اعضای قرار گرفته در محل شکست طبقات) نتایج حاصل از آنالیز دینامیکی لحظه به لحظه غالب بوده به طوریکه در یک لحظه زمانی مقدار بیشتری از نیرو را نسبت به تحلیل های استاتیکی و یا طیفی را در عضو نشان می دهد.

از بررسی های انجام گرفته در بالا می توان نتیجه گرفت که برای ساختمان هایی با چنین نامنظمی در پلان و تعداد طبقات بالا، به جوابهای آنالیز استاتیکی و حتی دینامیکی طیفی هم نمی توان چندان اعتماد کرد و آنالیز دینامیکی لحظه به لحظه با در نظر گرفتن رکوردهای مناسب (بدست آمده از تحلیل خطر ساختگاه) به نوعی الزامی است خصوصآ زمانی که اثرات رفتار غیر خطی در تحلیل سازه مطرح باشد. در چنین ساختمان هایی (ساختمان موجود) اثرات مد های ارتعاشی بالاتر نسبت به مد اول نیز حاکم است و تحلیل های دینامیکی که بر خلاف تحلیل استاتیکی که فقط اثر مد اول (آن هم با پریودی تجربی) را در نظر می گیرد، اثرات اکثریت مدهای غالب بالاتر را نیز در نظر می گیرند.

پیوست :

" بررسی توزیع برش در طبقات برای ساختمان های ۵ ، ۱۰ ، ۱۵ و ۲۰ طبقه "

برای این منظور ساختمان ۲۰ طبقه معرفی شده در فوق را با حذف طبقات آن از بالا، به سه ساختمان ۱۵، ۱۰ و ۵ طبقه (در همان ساختگاه – کرمان) تبدیل کردیم و مقادیر برش ایجاد شده در طبقات را در سه حالت تحلیل استاتیکی، دینامیکی طیفی و تاریخچه زمانی (با استفاده از همان رکوردهای قبلی در نظر گرفته شده – بم ، گلباف و زرند) قبل و بعد از همپایه شدن برش پایه به صورت گراف مقایسه شده است.

در زیر به طور خلاصه به پارامترهای موثر در آنالیز اشاره شده :

۱) ساختمان ۱۵ طبقه :

در تحلیل استاتیکی پریود اصلی سازه (تجربی) $T=0.975$

ضریب زلزله در دو راستای اصلی سازه $C=0.0663$

در تحلیل طیفی $0.294 \frac{m}{sec^2}$ یا $29.4 \frac{cm}{sec^2}$ = ضریب مقیاس طیف

در تحلیل تارخچه زمانی 2.15 = ضریب اصلاح شتاب نگاشتها

۱) ساختمان ۱۰ طبقه :

در تحلیل استاتیکی پریود اصلی سازه (تجربی) $T=0.727$

ضریب زلزله در دو راستای اصلی سازه $C=0.0805$

در تحلیل طیفی $0.294 \frac{m}{sec^2}$ یا $29.4 \frac{cm}{sec^2}$ = ضریب مقیاس طیف

در تحلیل تارخچه زمانی 2.15 = ضریب اصلاح شتاب نگاشتها

۱) ساختمان ۵ طبقه :

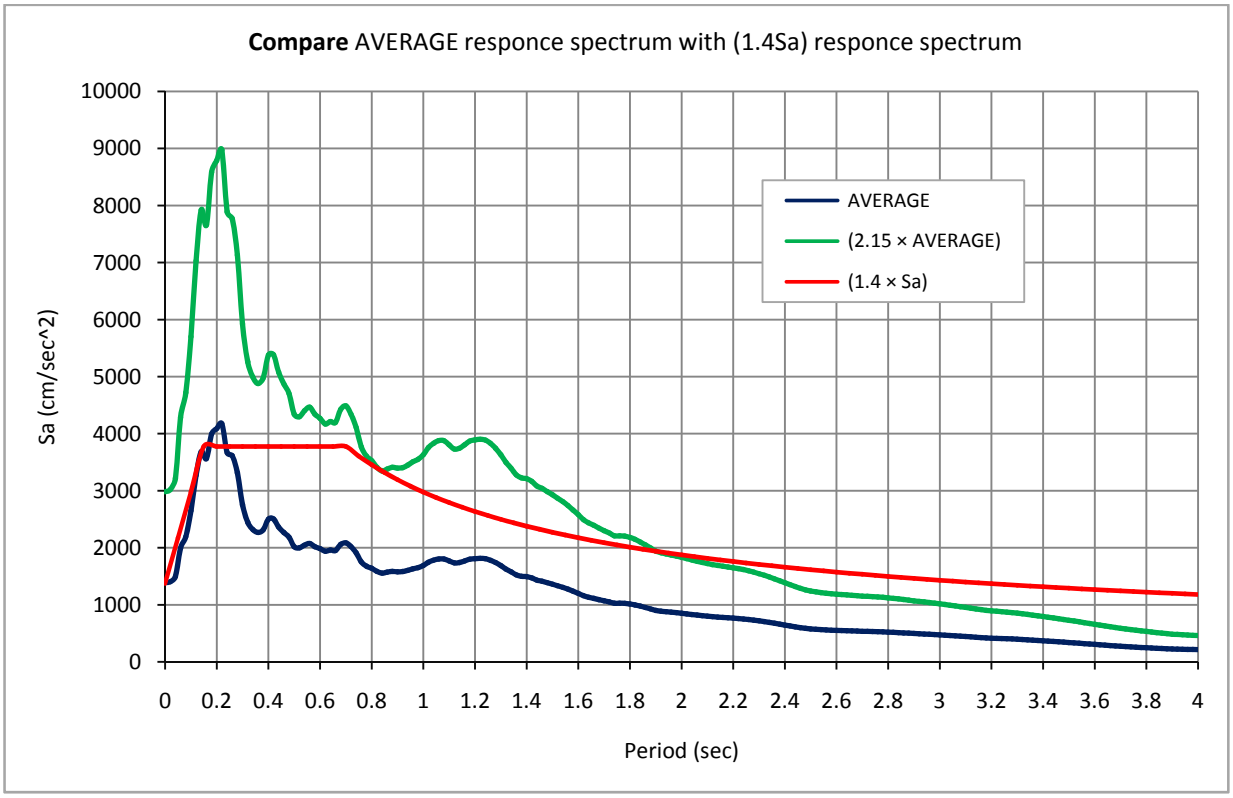
در تحلیل استاتیکی پریود اصلی سازه (تجربی) $T = 0.43$

ضریب زلزله در دو راستای اصلی سازه $C=0.0825$

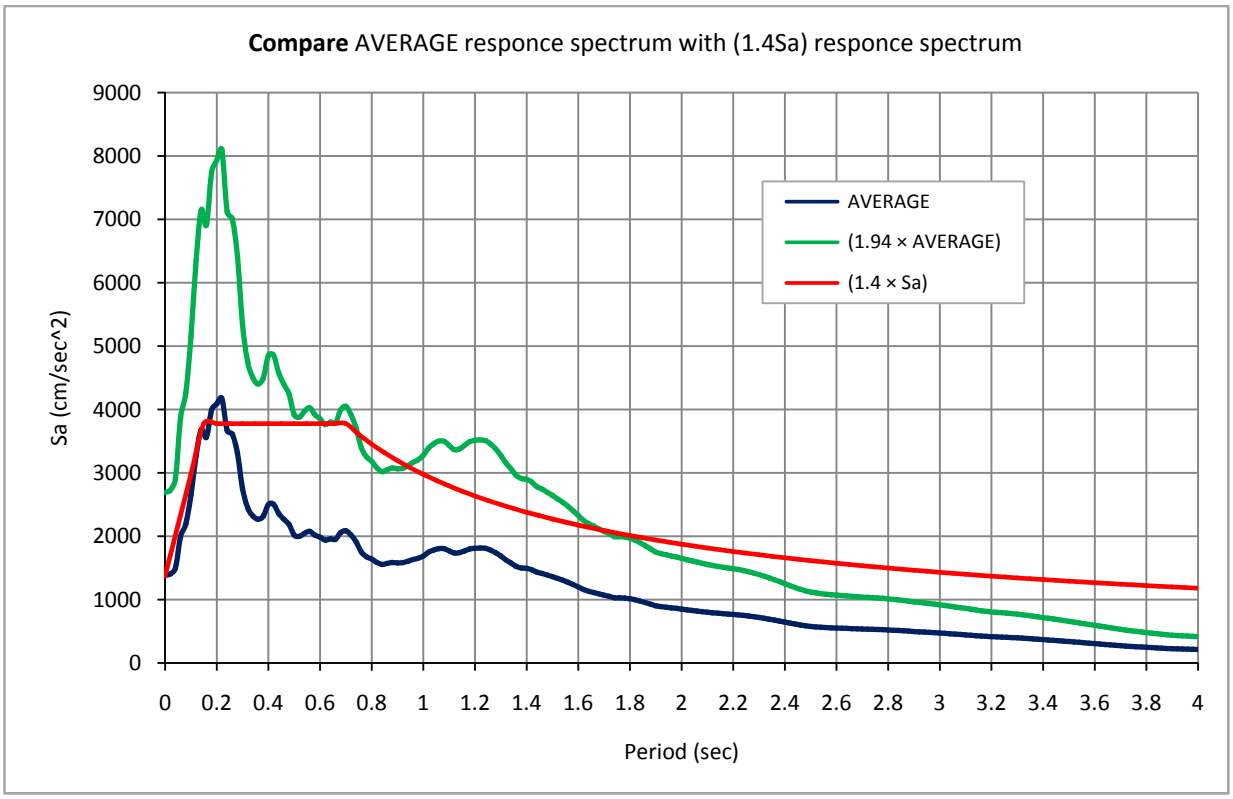
در تحلیل طیفی $0.294 \frac{m}{sec^2}$ یا $29.4 \frac{cm}{sec^2}$ = ضریب مقیاس طیف

در تحلیل تارخچه زمانی 1.94 = ضریب اصلاح شتاب نگاشتها

با توجه به اینکه ضریب اصلاح مذکور در آنالیز تاریخچه زمانی بستگی به پریود ساختمان دارد ضریب اصلاح برای ساختمان ها متفاوت است. [طیف میانگین با ۱/۴ برابر طیف استاندارد (نه طیف طرح استاندارد) مقایسه می شود. و ضریب مقیاس چنان تعیین می گردد که مقادیر متوسط ها (طیف میانگین) در هیچ حالت در محدوده زمان تناوب $0.2T$ و $1.5T$ ، (T زمان تناوب اصلی نوسان است) از ۱/۴ برابر طیف استاندارد کمتر نباشد.]



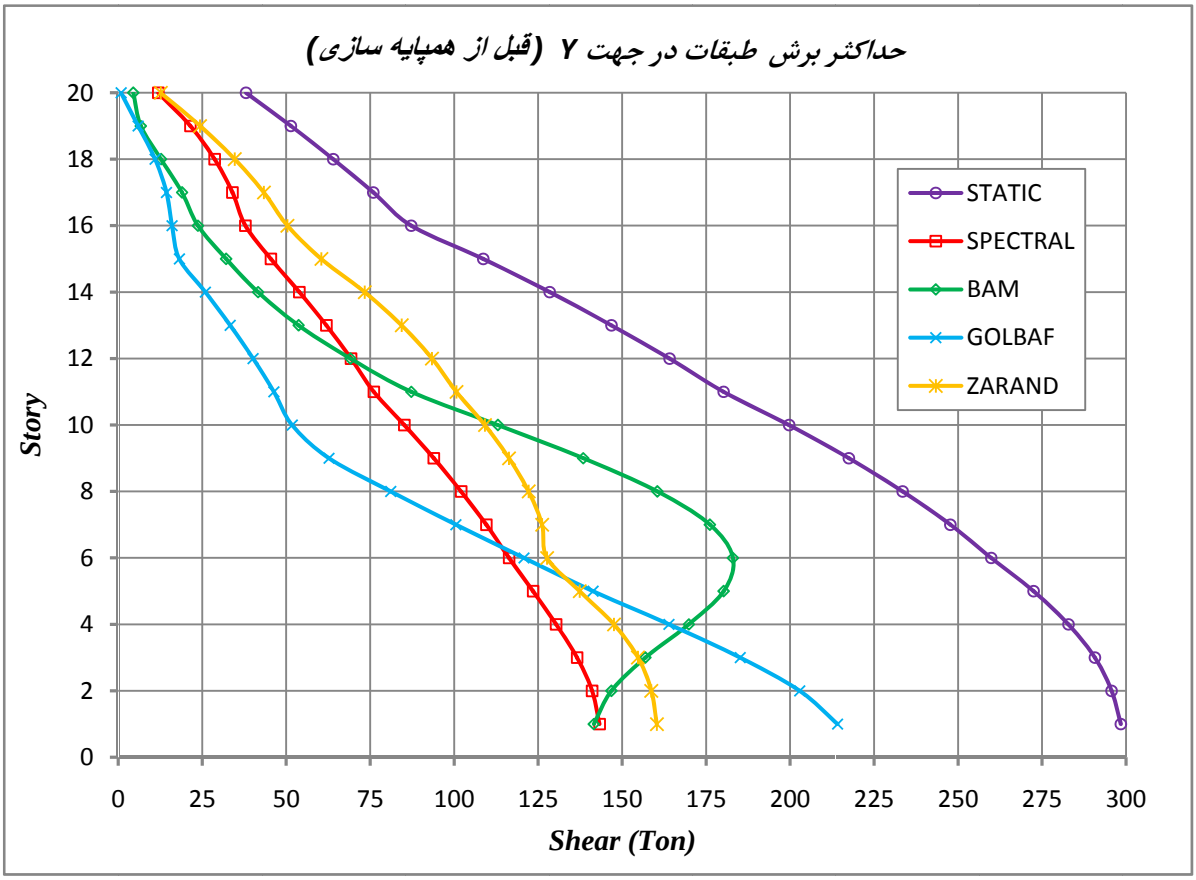
نمودار های مقایسه ای ساختمان ۱۰ و ۱۵ طبقه



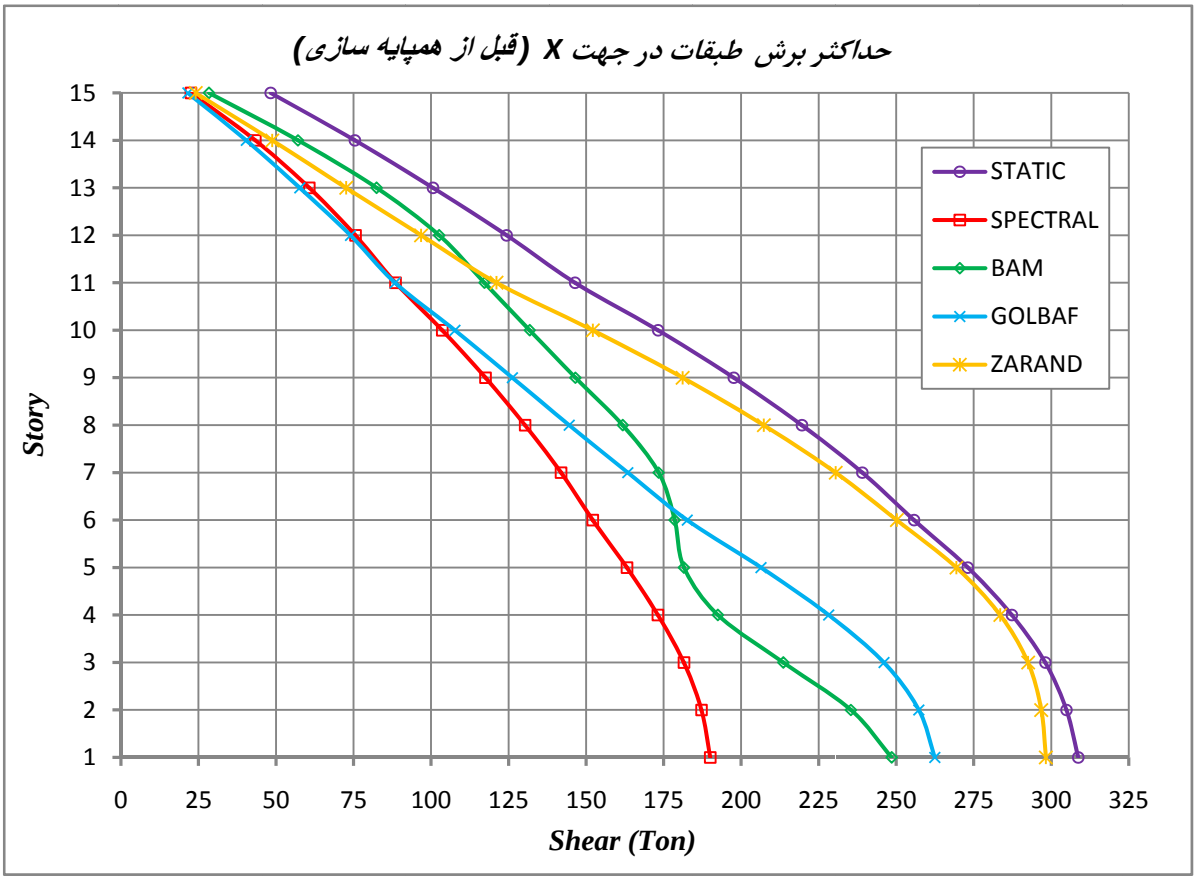
نمودار های مقایسه ای ساختمان ۵ طبقه

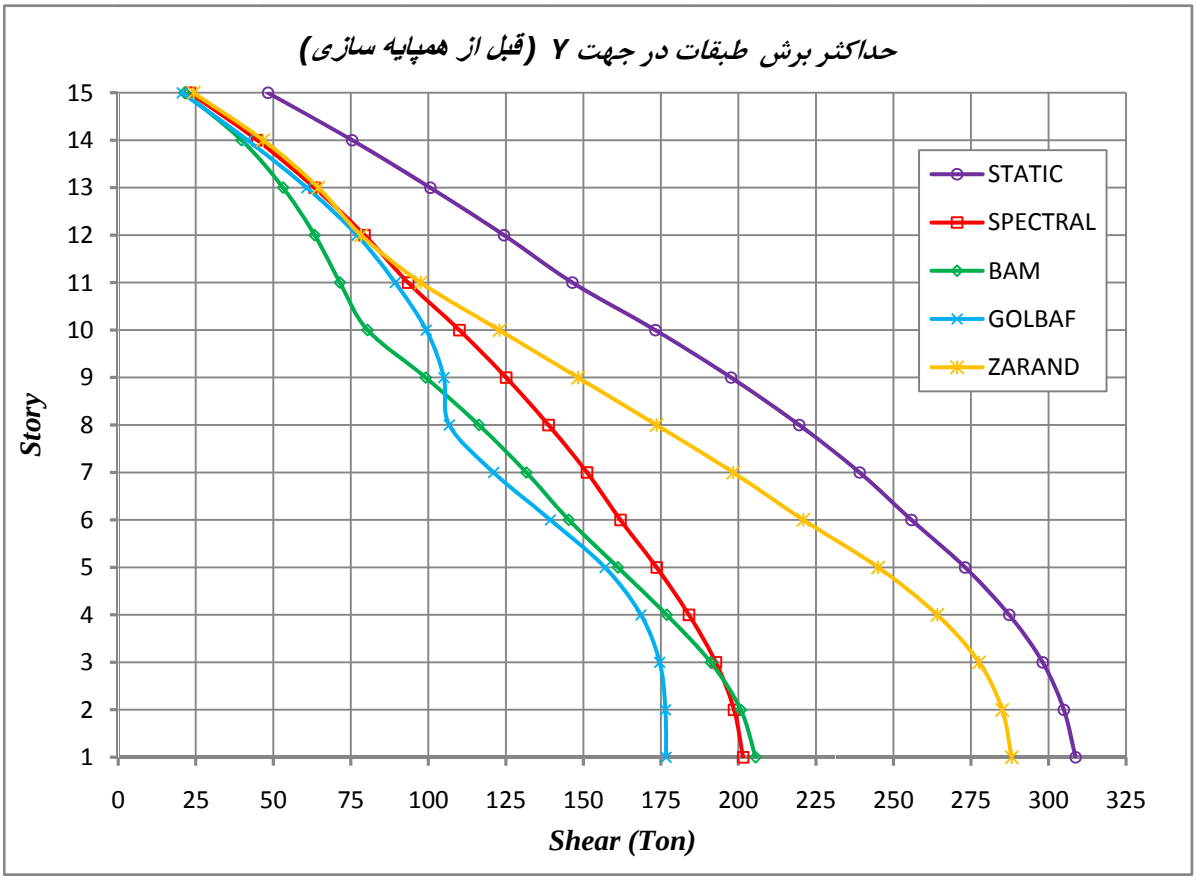
مقایسه برش بدست آمده از تحلیل های استاتیکی ، طیفی و تاریخچه زمانی در طبقات قبل از همپایه سازی

ساختمان ۲۰ طبقه

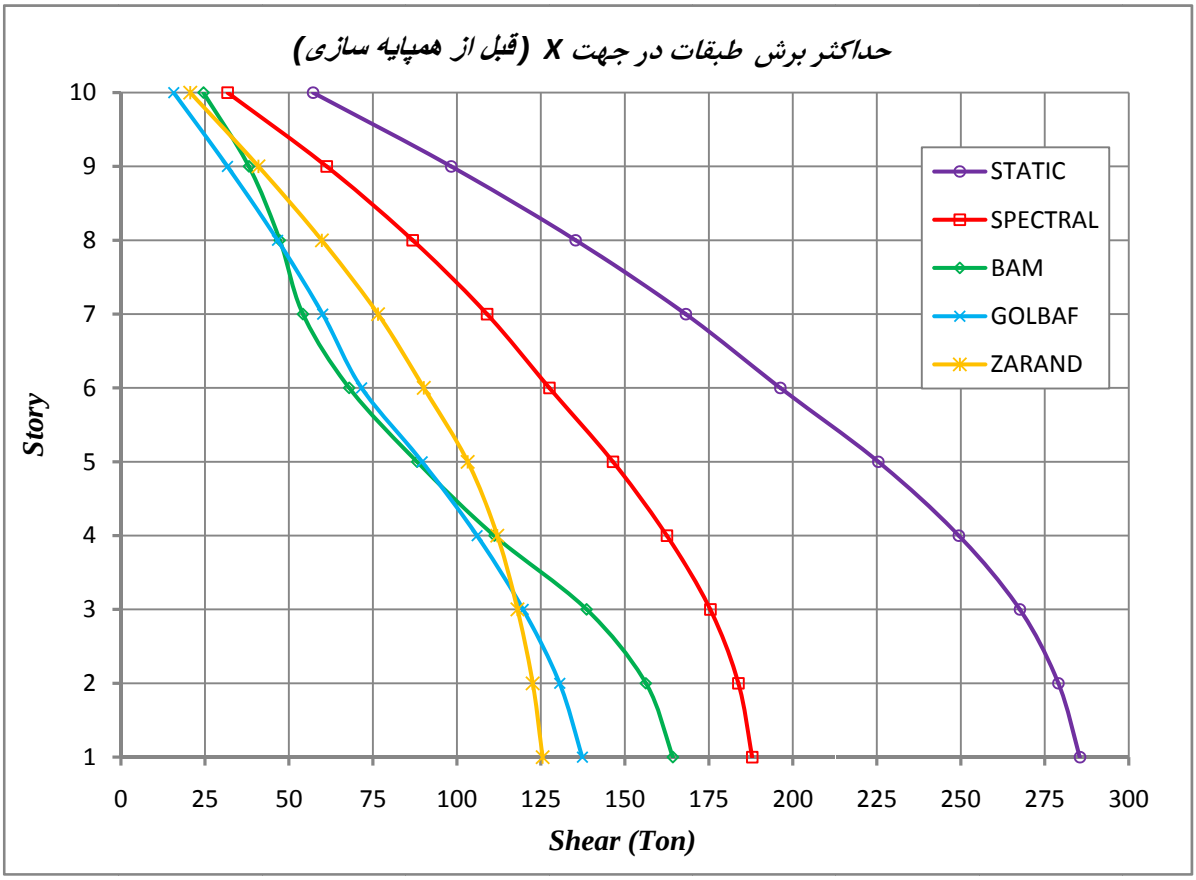


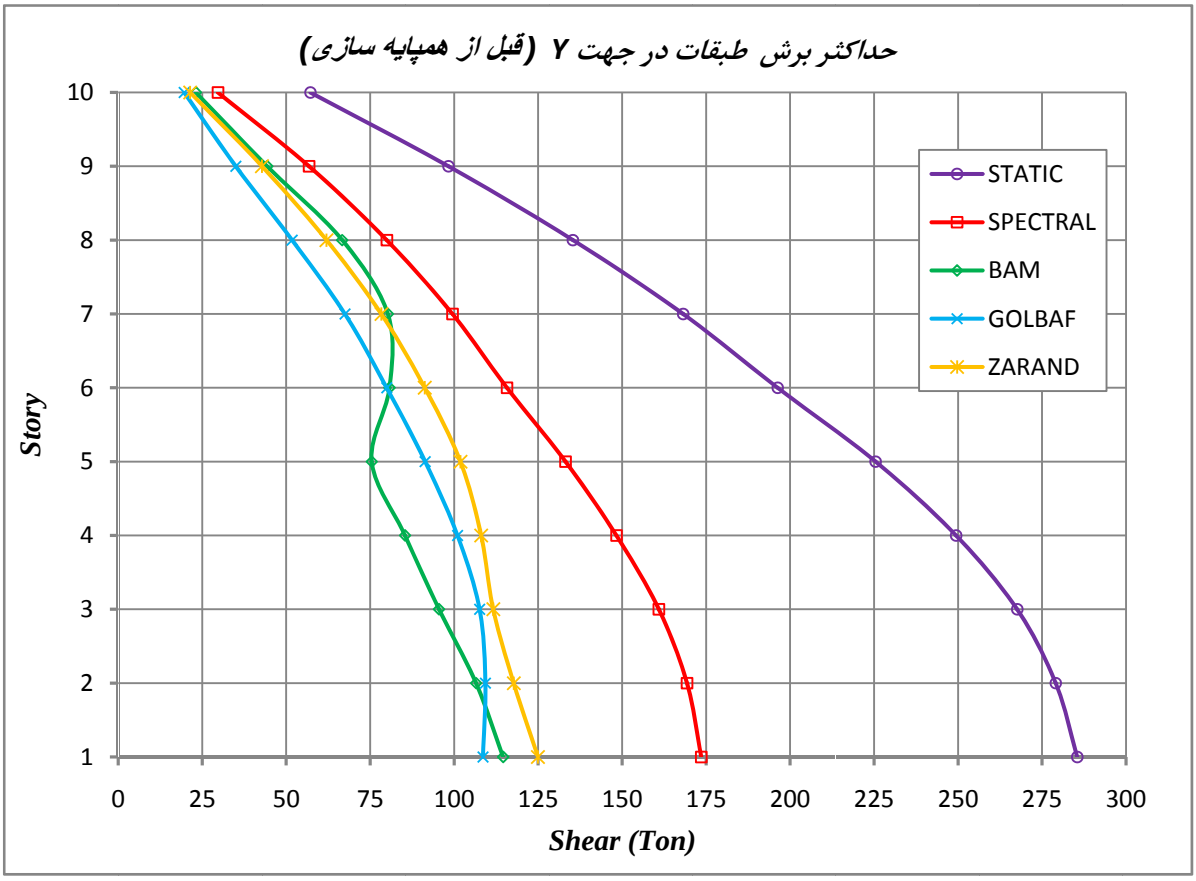
ساختمان ۱۵ طبقه



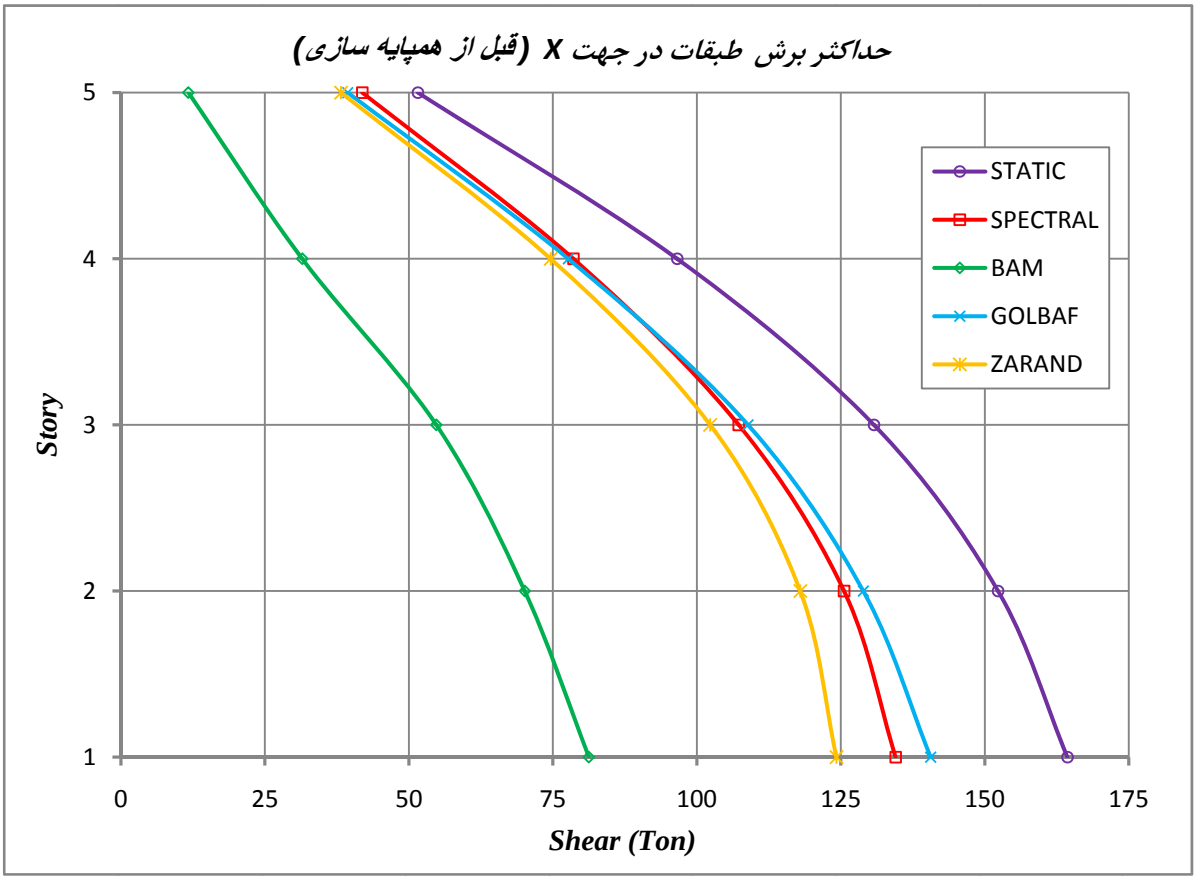


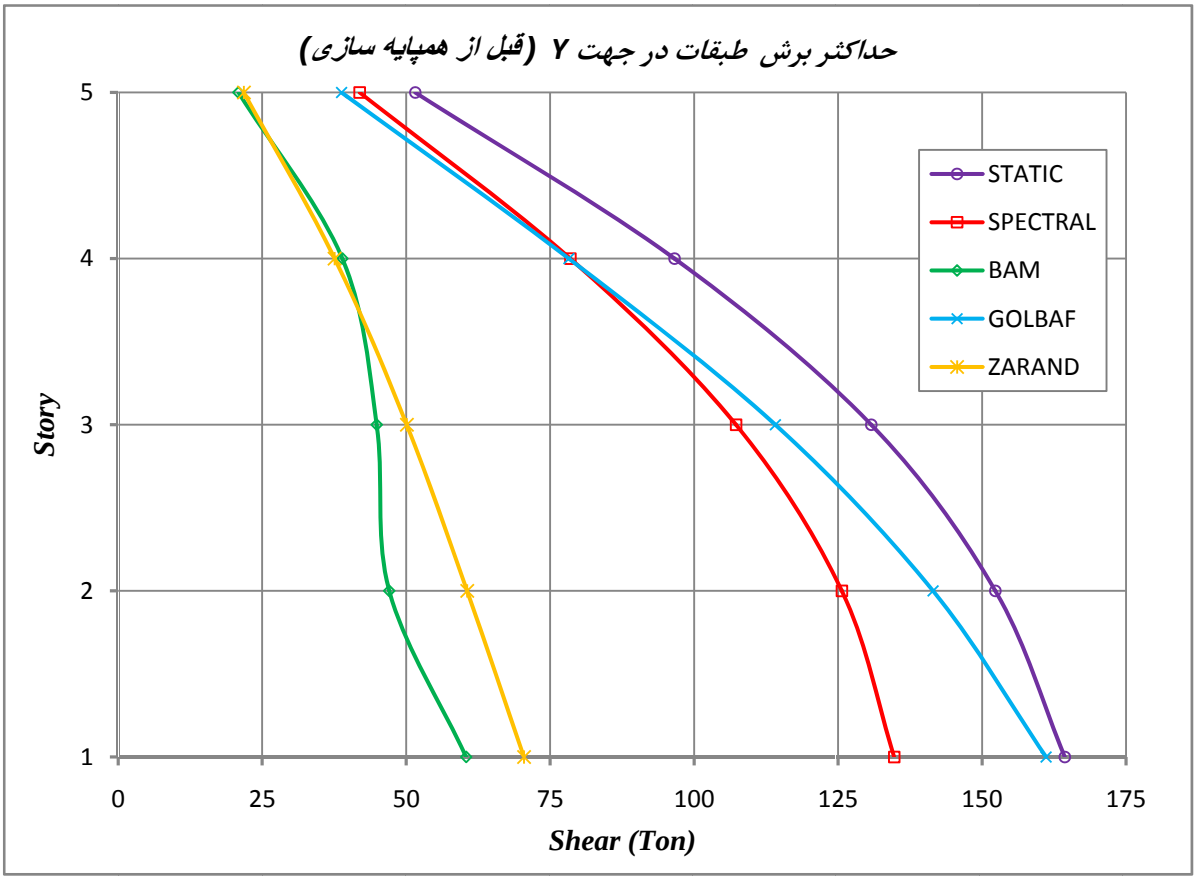
ساختمان ۱۰ طبقه





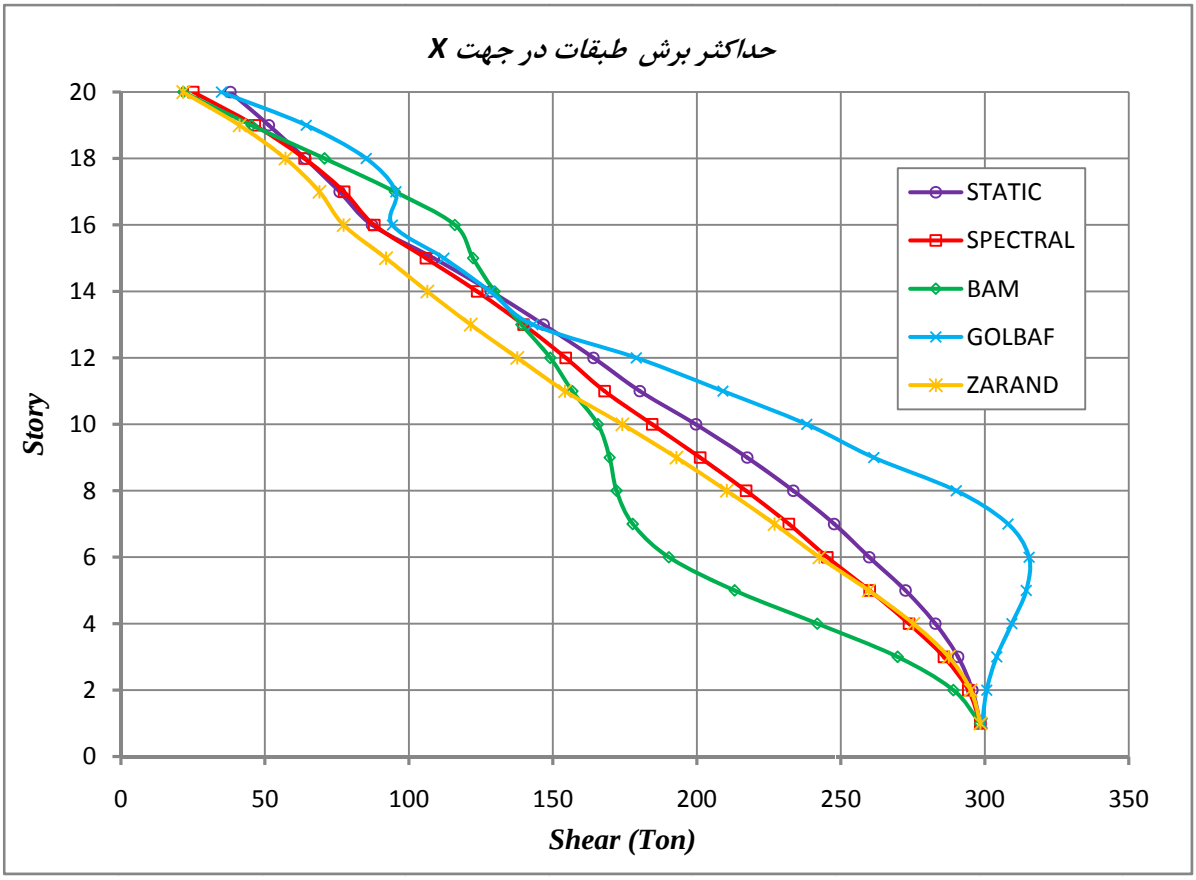
ساختمان ۵ طبقه

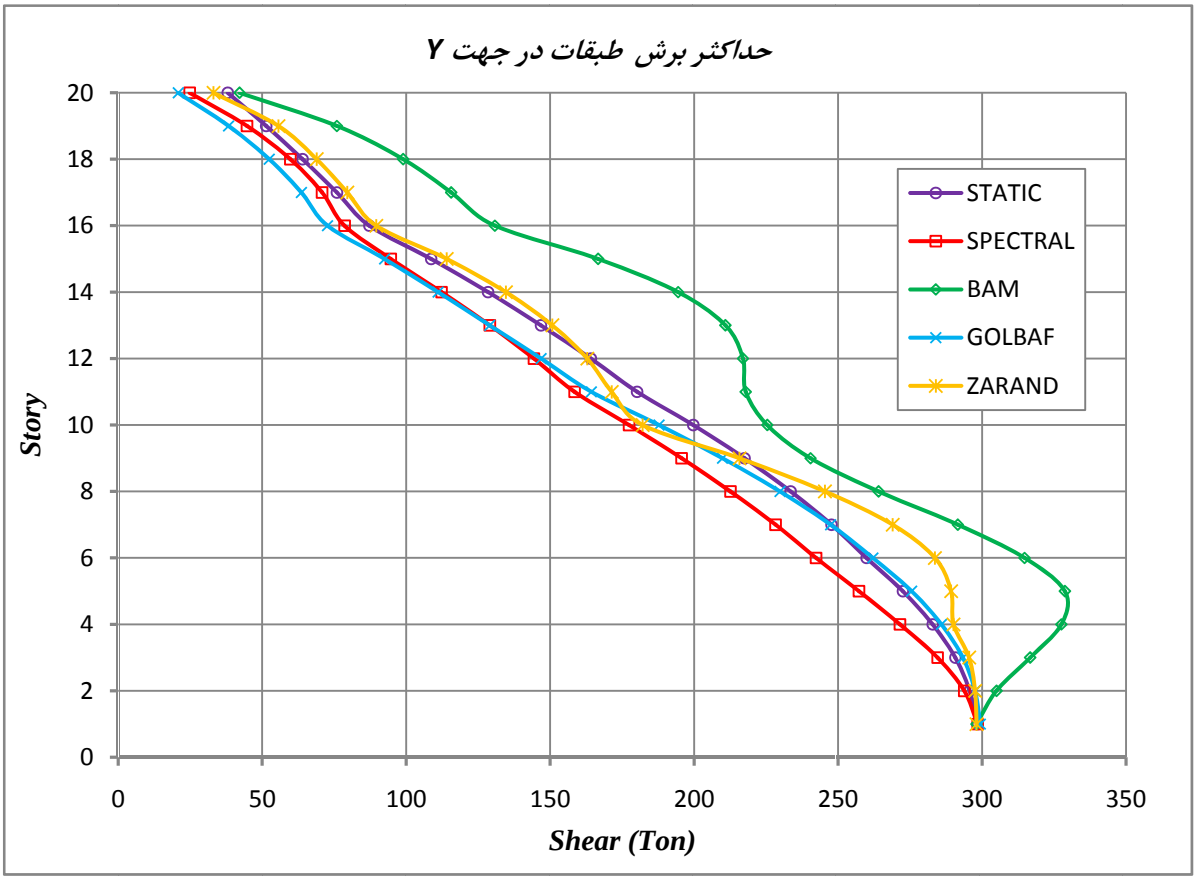




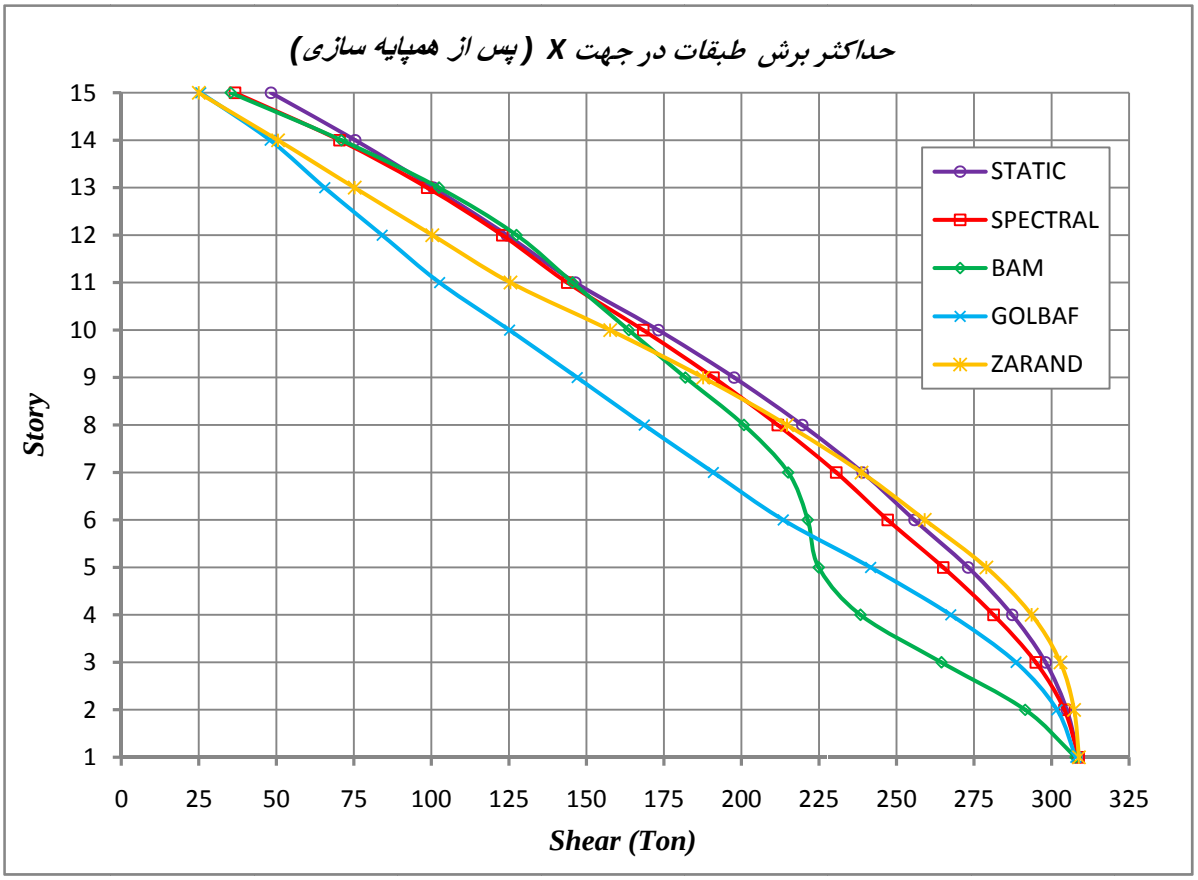
مقایسه برش بدست آمده از تحلیل های استاتیکی ، طیفی و تاریخچه زمانی در طبقات پس از همپایه سازی

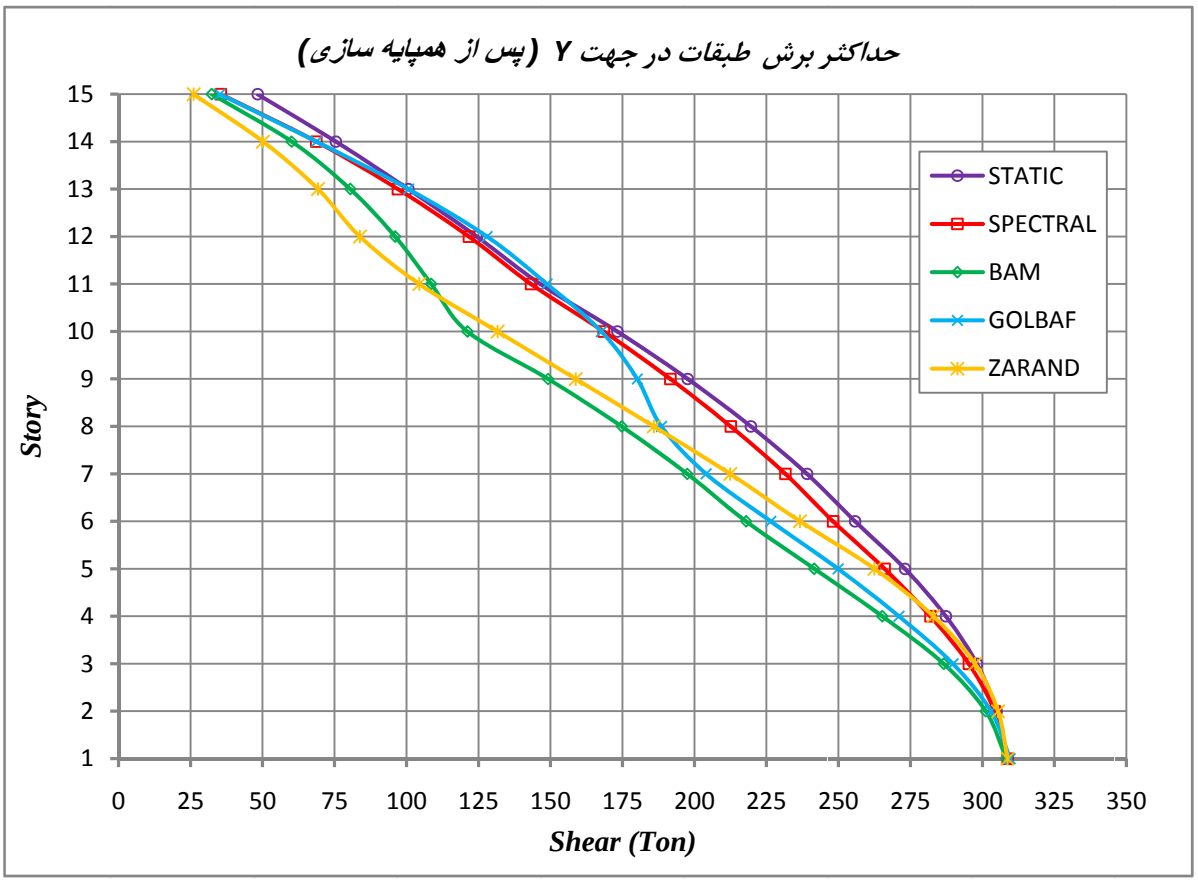
ساختمان ۲۰ طبقه



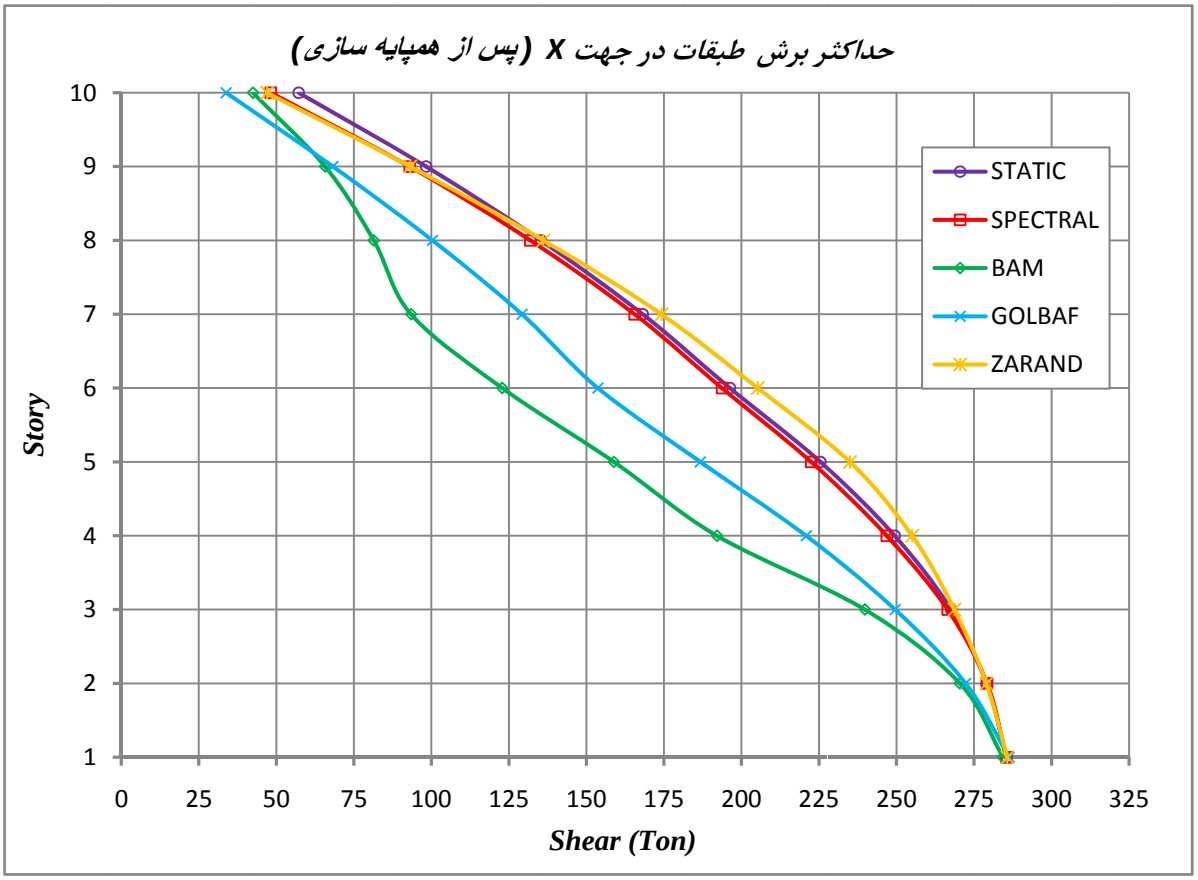


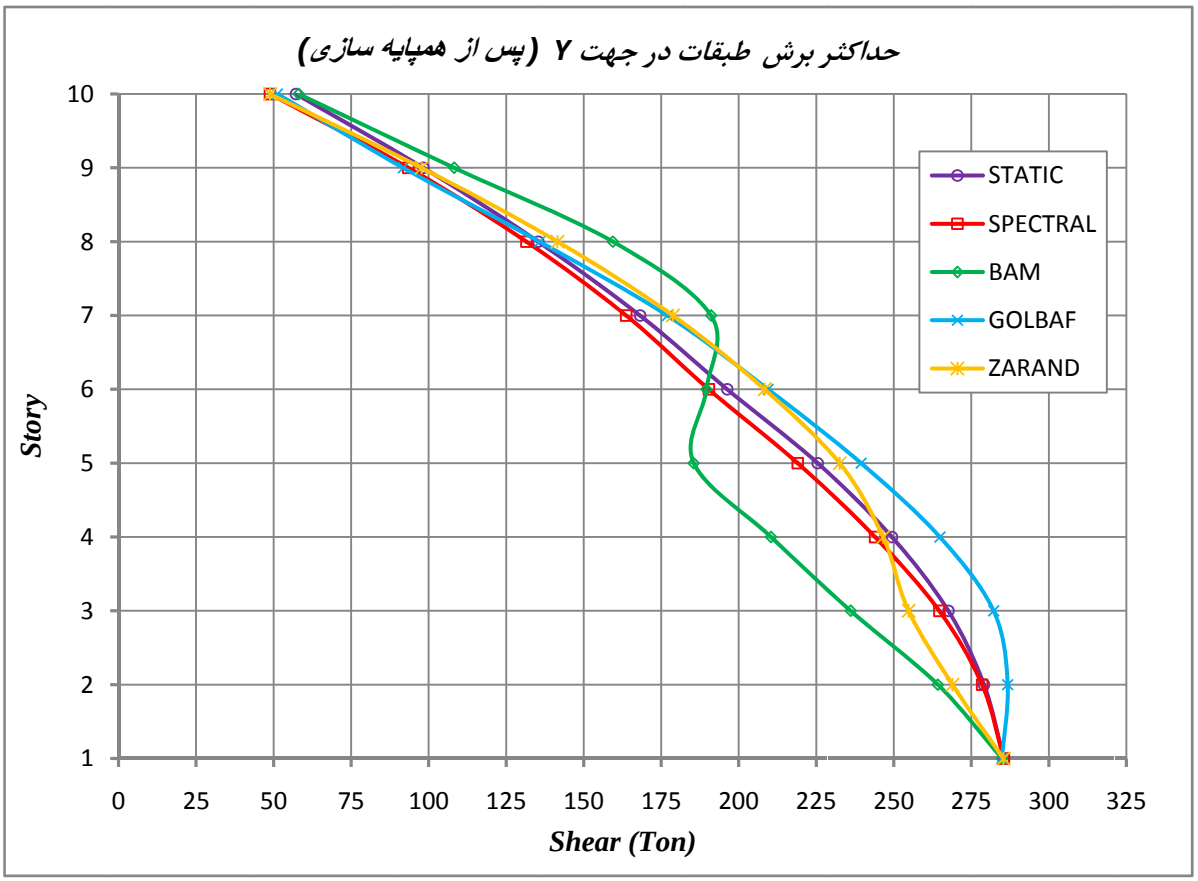
ساختمان ۱۵ طبقه



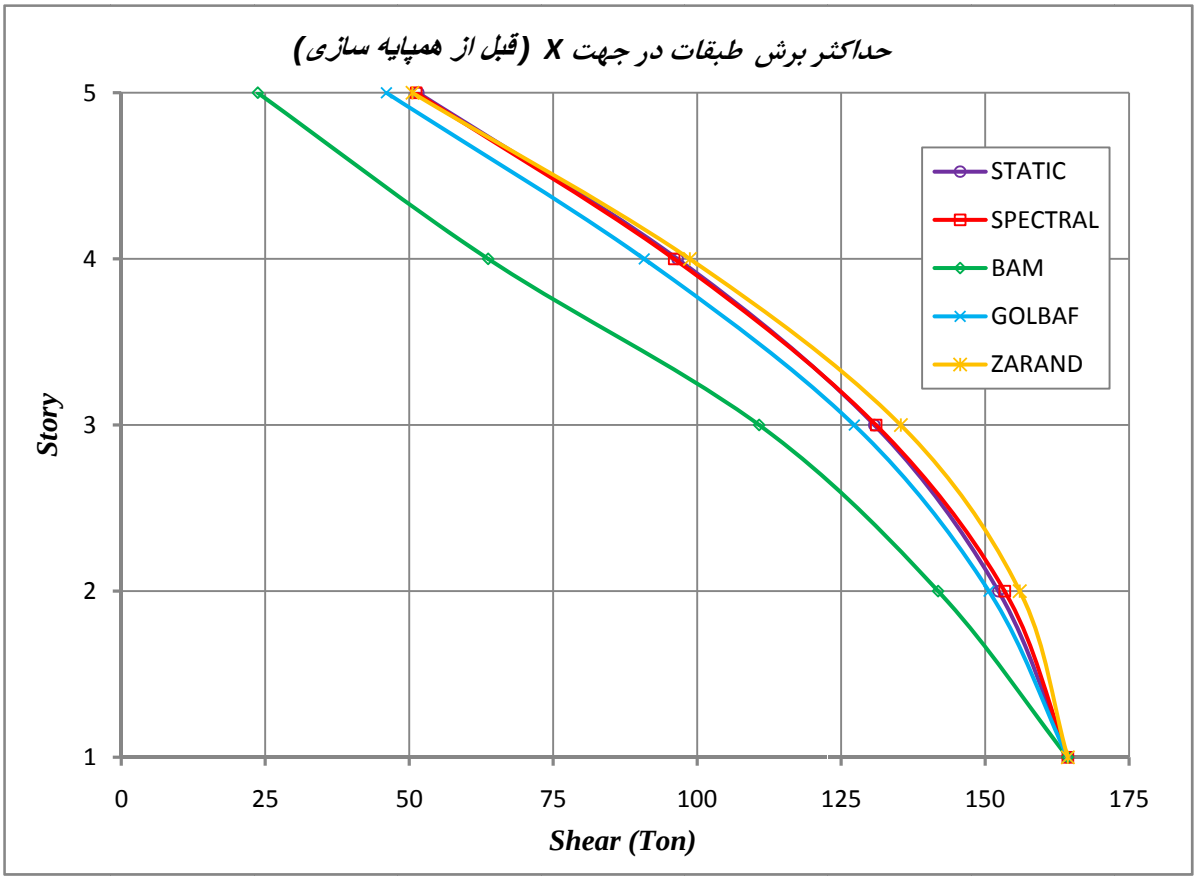


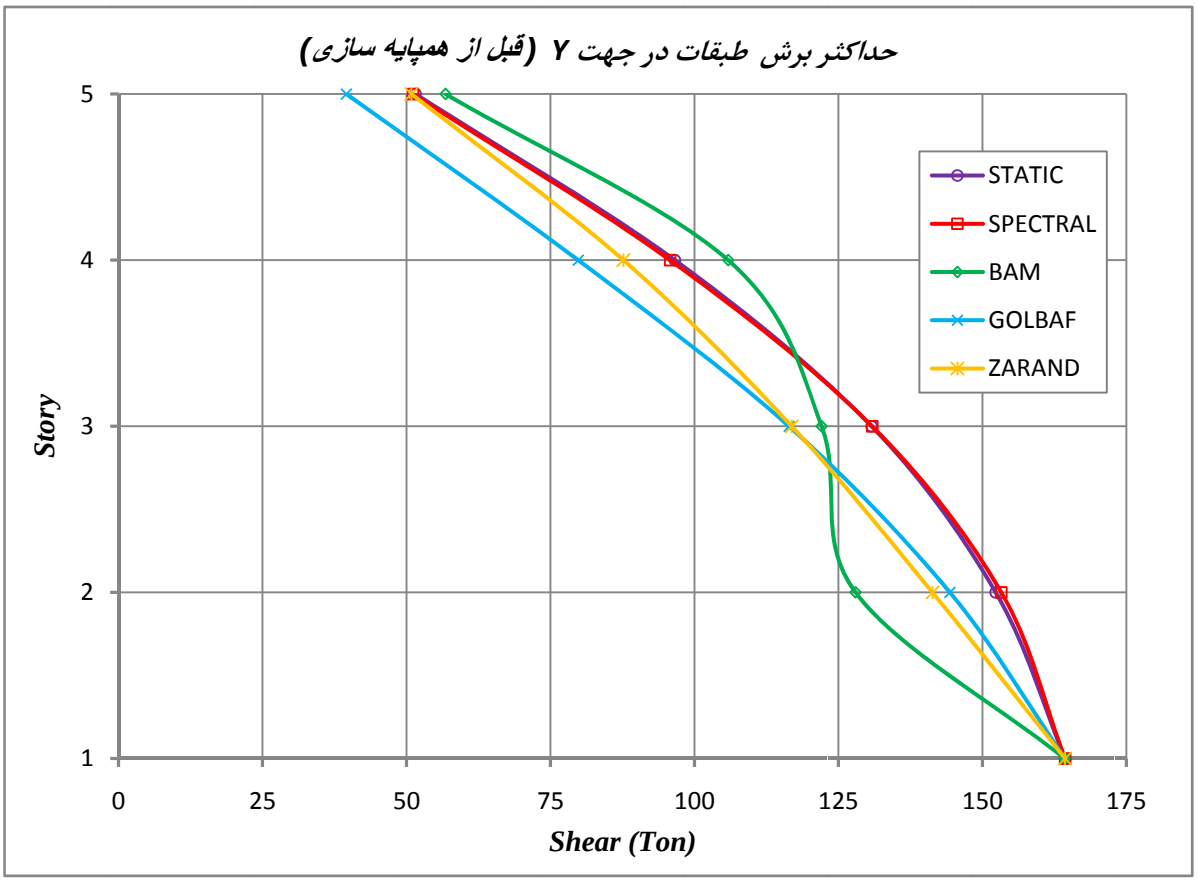
ساختمان ۱۰ طبقه





ساختمان ۵ طبقه





- بررسی نتایج آنالیز

از بررسی نتایج قبل از همپایه سازی برش های پایه برای ساختمان های ۵ ، ۱۰ و ۱۵طبقه نیز به مانند ساختمان ۲۰ طبقه مشخص است که روش تحلیل استاتیکی معادل در تمامی این ساختمان ها همواره نسبت به سایر روش ها مقادیر محافظه کارانه تری را ارائه می دهد. از گرافهای بالا (قبل از همپایه سازی) نیز نتیجه می شود که هر چه ارتفاع ساختمان کمتر شود، درصد اختلاف بین تحلیل طیفی و استاتیکی نیز کمتر می شود .

لیکن اگر ملاک مقایسه را پس از همپایه سازی برش های پایه قرار دهیم اینجاست که توزیع خاص نیروی زلزله در طبقات، خصوصا" در تحلیل های دینامیکی این نوع تحلیل را نسبت به نوع استاتیکی خود متمایز می کند. از گرافهای بالا (پس از همپایه سازی) نیز نتیجه می شود که هر چه ارتفاع ساختمان کمتر شود توزیع برش در طبقات به توزیع نوع استاتیکی نزدیک می شود یعنی اینکه در ساختمان های کوتاه توزیع برش در آنالیزهای طیفی و تاریخچه زمانی به نوعی توزیعی خطی است که این نکته در تحلیل طیفی بیشتر مشهود است .

نتیجه گیری :

اگر از ضوابط آئین نامه ۲۸۰۰ برای طراحی یک ساختمان استفاده شود از محاسبات انجام گرفته در این تحقیق می توان نتیجه گرفت که برای ساختمان های کوتاه (۶ - ۵ طبقه) می توان با اطمینان کامل به نتایج آنالیز استاتیکی اعتماد کرد. اما برای ساختمان بلند تر نمی توان صرفا" به نتایج آنالیز استاتیکی اعتماد کرد و بایستی حتما" از یک آنالیز دینامیکی (به علت توزیع خاص و غیر خطی نیرو در طبقات) در کنار آنالیز استاتیکی استفاده شود و با توجه به اینکه آنالیز دینامیکی تاریخچه زمانی (Time History) نسبت به نوع طیفی، نمایانگر بهتر رفتار سازه در هنگام وقوع زلزله می باشد بهتر است که از این روش استفاده شود البته به شرطی که اولا" تعداد شتابنگاشت های مورد استفاده به تعداد کافی باشد ثانیا" شتابنگاشتهای در نظر گرفته شده تمامی ضوابط آئین نامه را ارضا کند. در غیر اینصورت به نوعی ریسک است که از این روش به تنهایی استفاده شود و بهتر است که در کنار آن از تحلیل طیفی (خصوصا" طیف ویژه ساختگاه که برگرفته از تعداد بسیاری از شتابنگاشت های اصلاح شده محلی و یا مصنوعی است) استفاده شود تا پوشی برای طراحی تمامی اعضا در سازه باشد.