



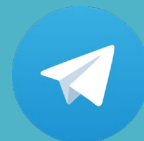
مروری بر ضوابط مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۱۴۰۱

ضوابط طراحی دیافراگم های فلزی و بتنی

اعضای کارگروه ارائه مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمان

دکتر محمد رضا جوانمردی، مهندس علیرضا حکمت آرا، دکتر داود صفری، دکتر روح اله گندمکار

ارائه دهنده: دکتر محمد رضا جوانمردی



[@rjavanmardi](https://t.me/rjavanmardi)

مراجع:

- مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ویرایش سال ۱۴۰۱

- ACI-318-2019

- NEHRP Seismic Design Technical Brief No. 3

- NEHRP Seismic Design Technical Brief No. 5

- SDI diaphragm design manual 4th edition 2015

- Seismic Provision for Steel Structural Buildings AISC-341-22

- Design Guide for Reinforced Concrete Diaphragms CRSI 2019



ANSI/AISC 341-22
An American National Standard

Seismic Provisions for Structural Steel Buildings

September 26, 2022

Supersedes the Seismic Provisions for Structural Steel Buildings, dated July 12, 2016, and all previous versions.

Approved by the Committee on Specifications



Smarter.
Stronger.
Steel.

SI International System of Units

An ACI Standard

Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19)

Commentary on Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318R-19)

Reported by ACI Committee 318

ACI 318-19



American Concrete Institute
Always Reinforcing

NIST GCR 10-917-4



NEHRP Seismic Design Technical Brief No. 3



Seismic Design of Cast-in-Place Concrete Diaphragms, Chords, and Collectors

A Guide for Practicing Engineers

Jack P. Moehle
John D. Hooper
Dominic J. Kelly
Thomas R. Meyer



NIST
National Institute of Standards and Technology
U.S. Department of Commerce

NIST GCR 11-917-10



NEHRP Seismic Design Technical Brief No. 5



Seismic Design of Composite Steel Deck and Concrete-filled Diaphragms

A Guide for Practicing Engineers

Rafael Sabelli
Thomas A. Sabol
W. Samuel Easterling



NIST
National Institute of Standards and Technology
U.S. Department of Commerce

engineering manual



DIAPHRAGM
DESIGN
EDITION

4

Design Guide for Reinforced Concrete Diaphragms



A guide to assist design professionals in efficiently designing and detailing reinforced concrete diaphragms.

First Edition



Concrete Reinforcing Steel Institute

2019

اجزای تشکیل دهنده دیافراگم

طبقاتی که اهمیت بیشتری در طراحی دیافراگم دارند

ترکیبات بارگذاری طراحی دیافراگم

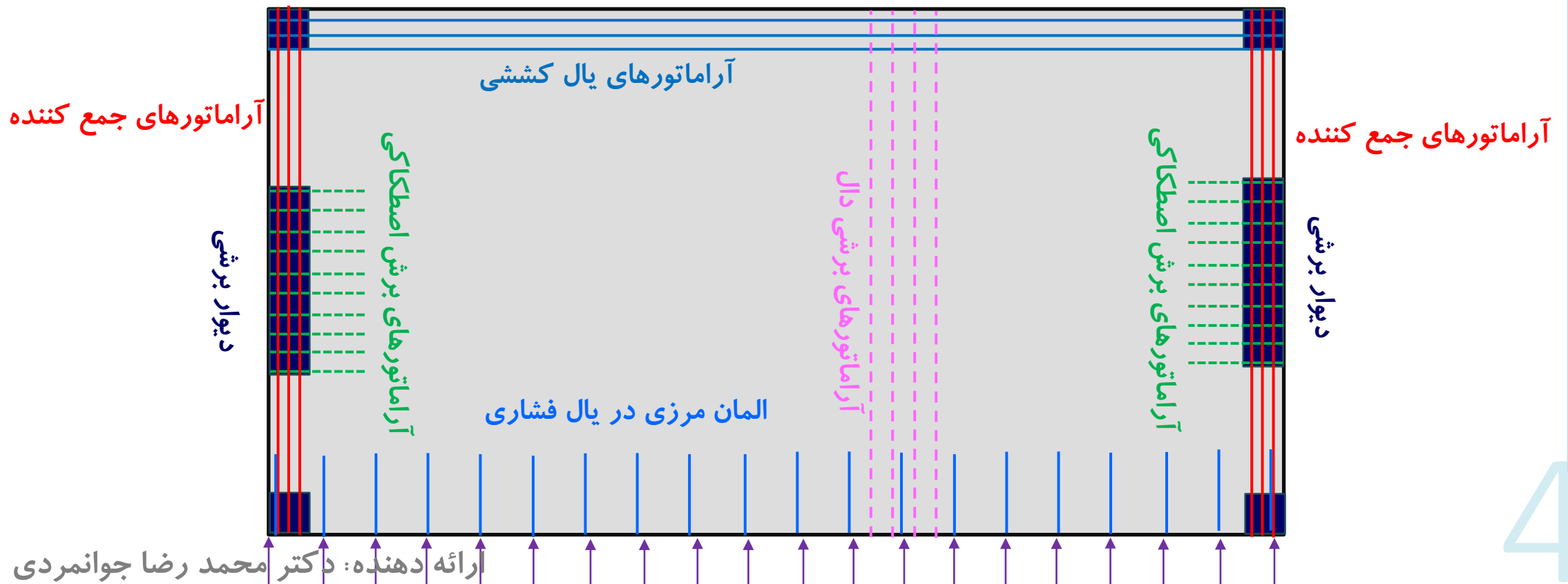
اعمال نیروی موثر وارد بر دیافراگم در ارتفاع سازه

مشاهده نتایج خروجی نرم افزار و طراحی اجزای دیافراگم



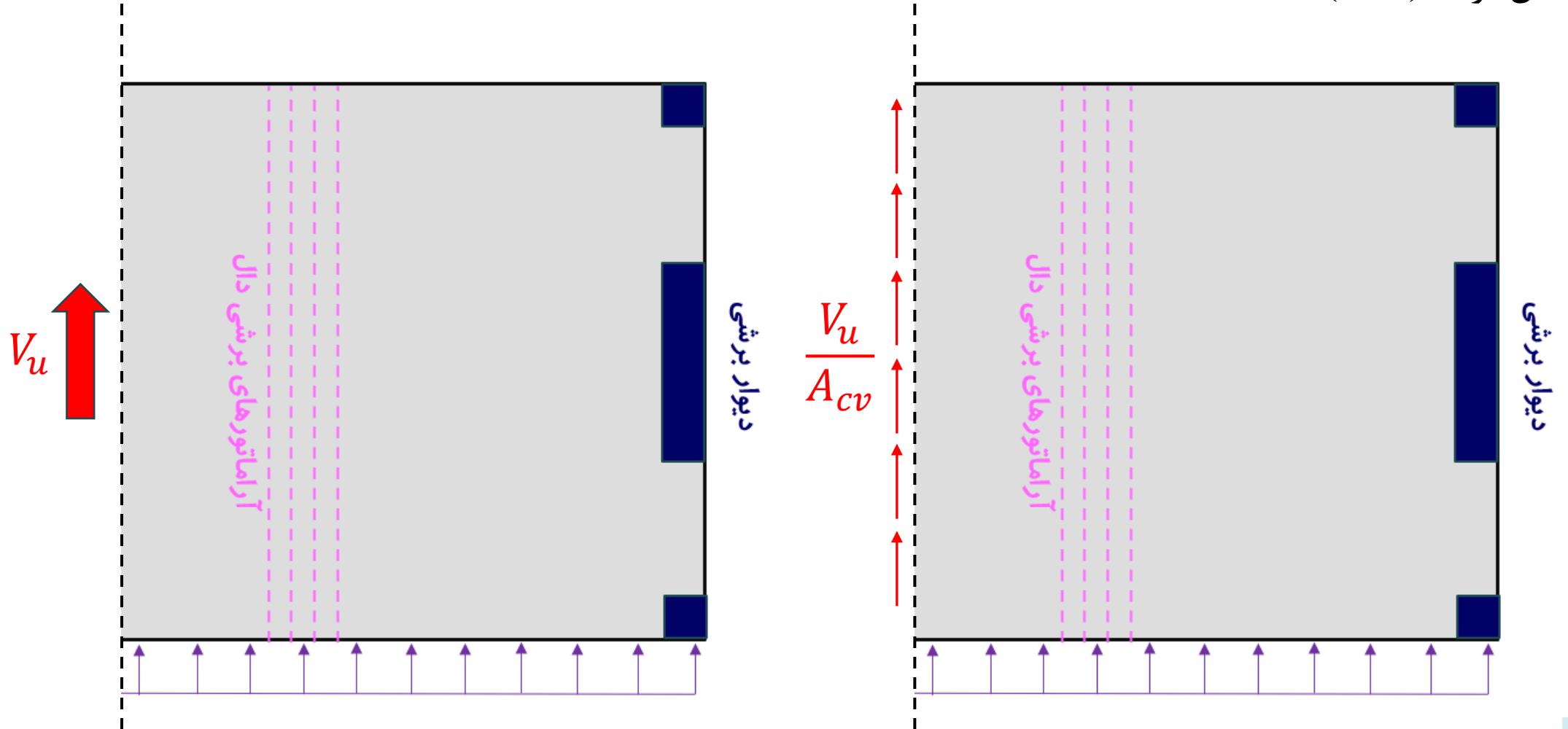
اجزای تشکیل دهنده دیافراگم:

1. دال عرشه (Slab)
2. یال‌ها یا اجزای لبه‌ای (Chords)
3. جمع‌کننده (Collectors)
4. توزیع‌کننده‌ها (Distributors)
5. اتصالات به سیستم باربر جانبی قائم (Connections to the vertical elements)



اجزای تشکیل دهنده دیافراگم:

دال عرشه (Slab)



@riavannmardi

اجزای تشکیل دهنده دیافراگم:

یال‌ها یا اجزای لبه‌ای (Chords)

کنترل نیاز یا عدم نیاز به آرماتور
کششی در دیافراگم

دیوار برشی

یال کششی دیافراگم

دیوار برشی

کنترل نیاز یا عدم نیاز به المان
مرزی در یال فشاری دیافراگم

یال فشاری دیافراگم



اجزای تشکیل دهنده دیافراگم:

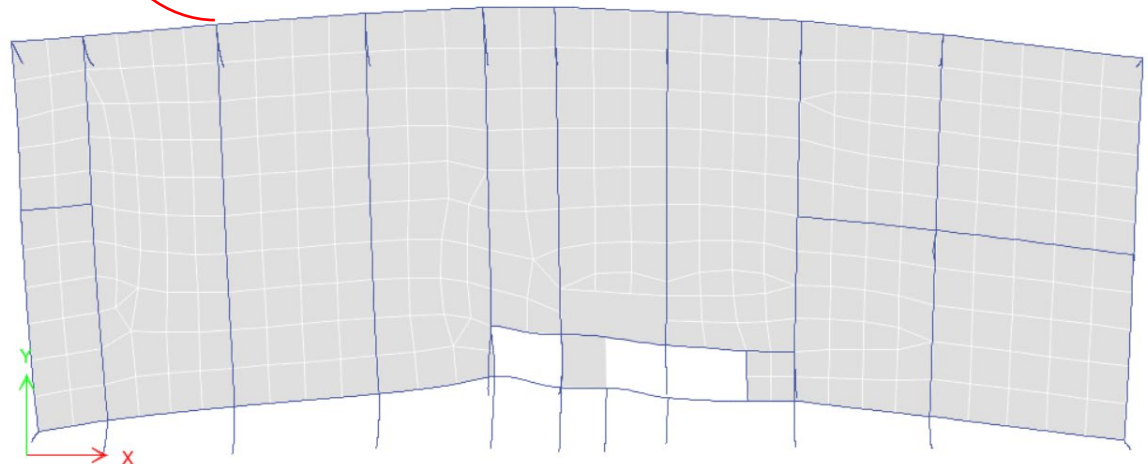
مثال موردی، پلان یک سازه در طبقه Podium



@riavannardi

یال کششی دیافراگم

Tensile Forces



Compression Forces



یال فشاری دیافراگم

اجزای تشکیل دهنده دیافراگم:

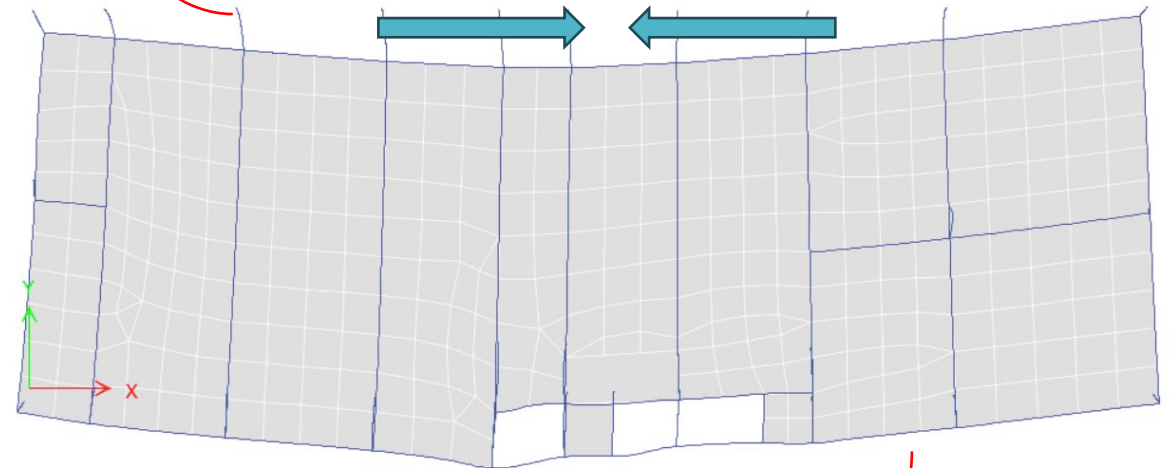
مثال موردی، پلان یک سازه در طبقه Podium



@riavannardi

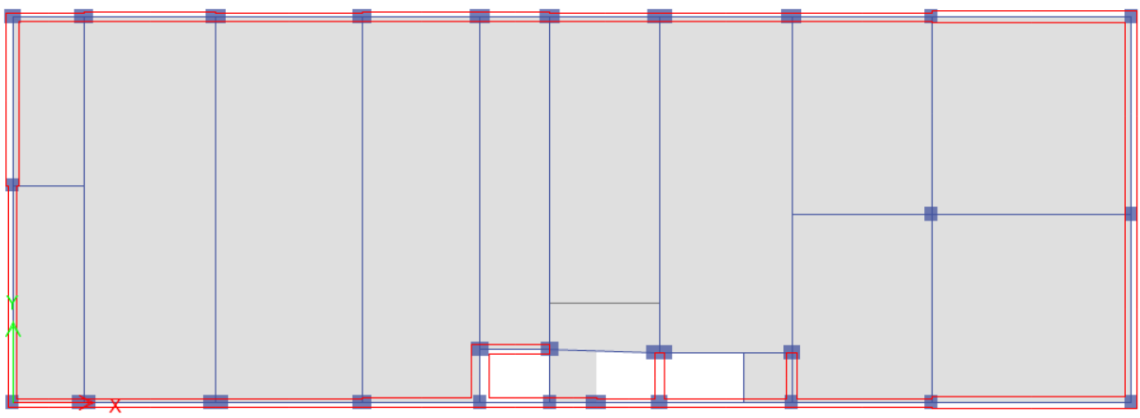
یال فشاری دیافراگم

Compression Forces



Tensile Forces

یال کششی دیافراگم



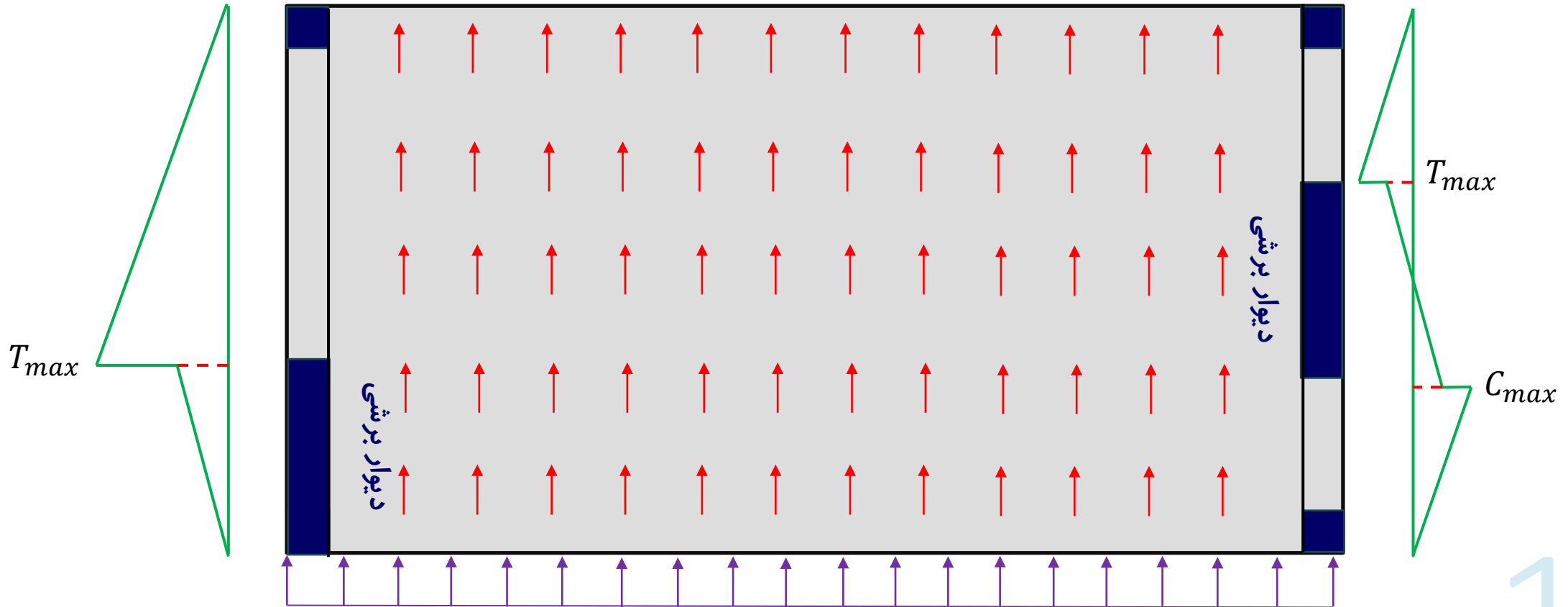
اجزای تشکیل دهنده دیافراگم:

جمع کننده‌ها (Collectors)



اجزای تشکیل دهنده دیافراگم:

جمع کننده ها (Collectors)



ارائه دهنده: دکتر محمد رضا جوانمردی



@riavannmardi

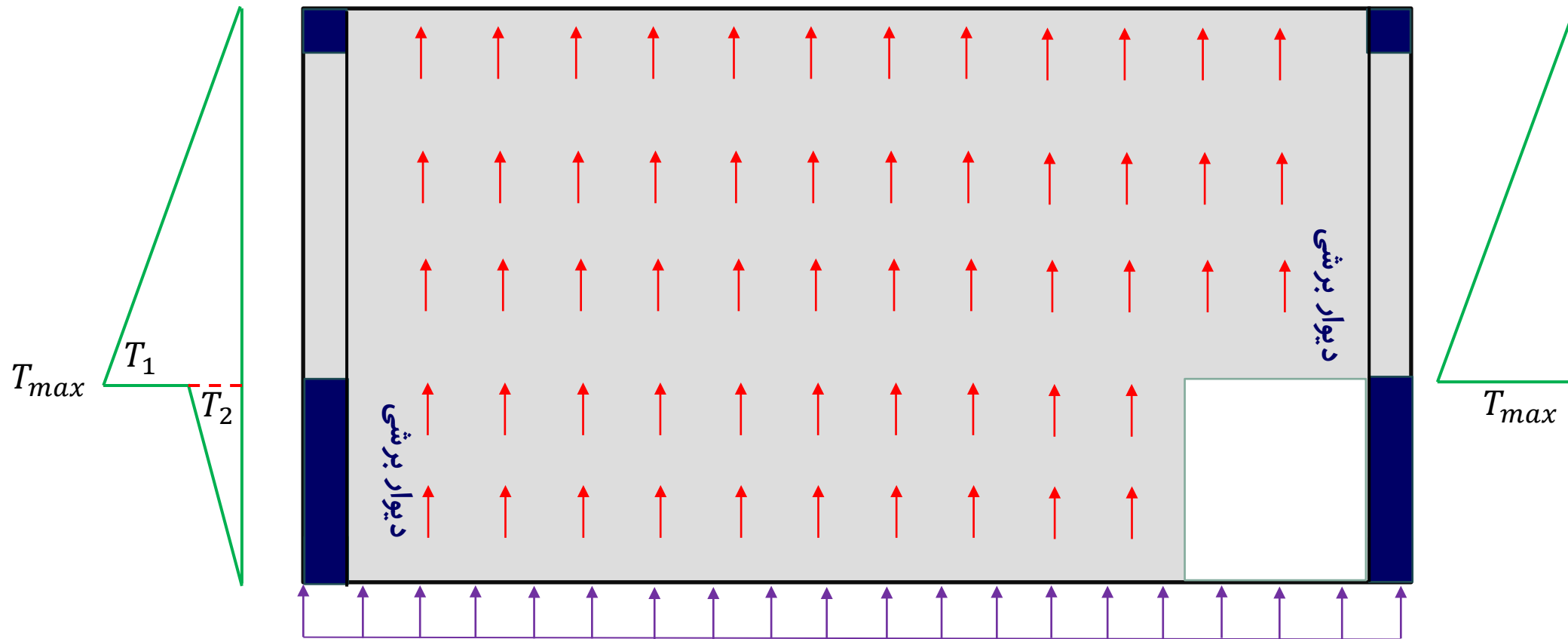
اجزای تشکیل دهنده دیافراگم:

جمع کننده‌ها (Collectors)

T_1 نیروی انتقال یافته توسط جمع کننده

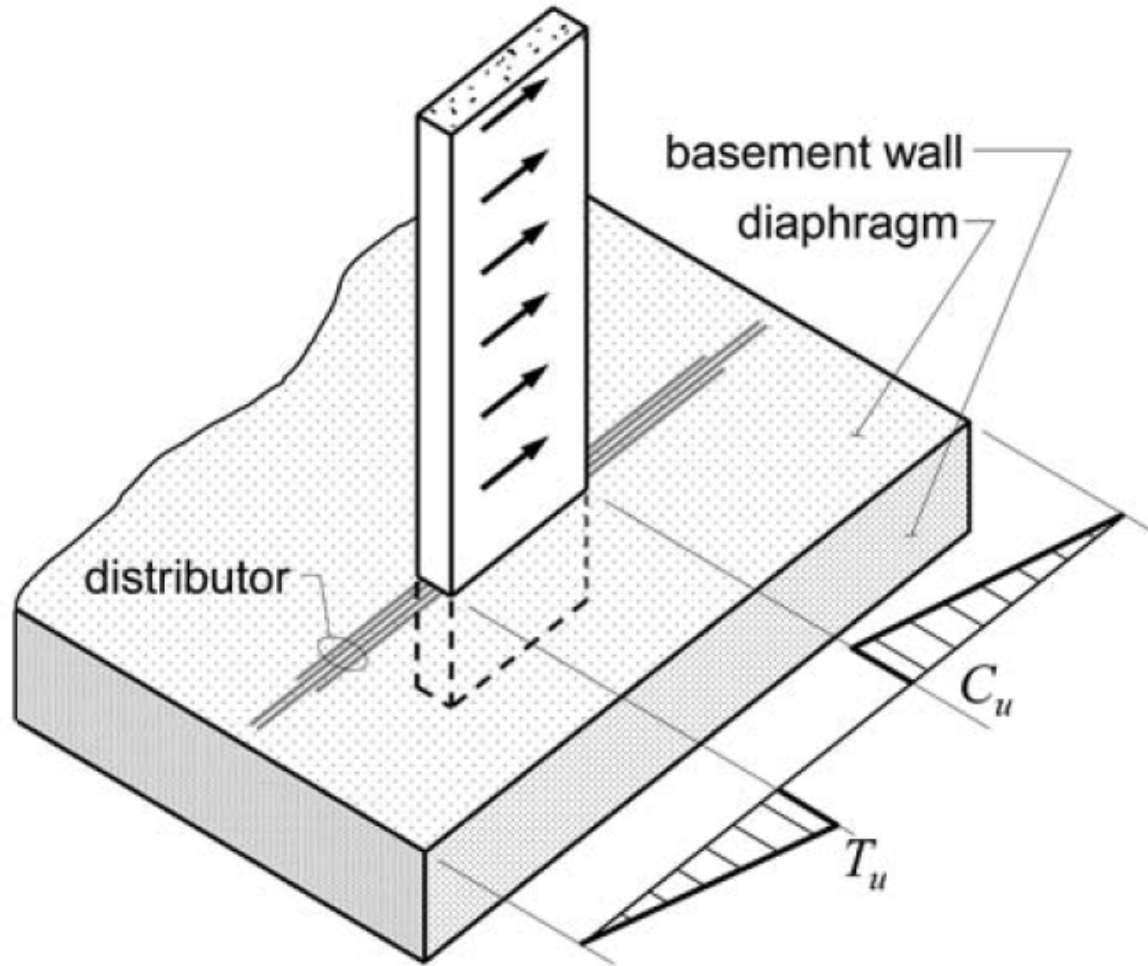
T_2 نیروی انتقال یافته توسط مکانیزم برش اصطکاکی

نیروی انتقال یافته توسط جمع کننده T_{max}



اجزای تشکیل دهنده دیافراگم:

توزیع کننده ها (Distributors)



@riavannardi

اجزای تشکیل دهنده دیافراگم:

اتصالات به سیستم باربر جانبی قائم (Connections to the vertical elements)



ارائه دهنده: دکتر محمد رضا جوانمردی



فهرست مطالب

اجزای تشکیل دهنده دیافراگم

طبقاتی که اهمیت بیشتری در طراحی دیافراگم دارند

ترکیبات بارگذاری طراحی دیافراگم

اعمال نیروی موثر وارد بر دیافراگم در ارتفاع سازه

مشاهده نتایج خروجی نرم افزار و طراحی اجزای دیافراگم

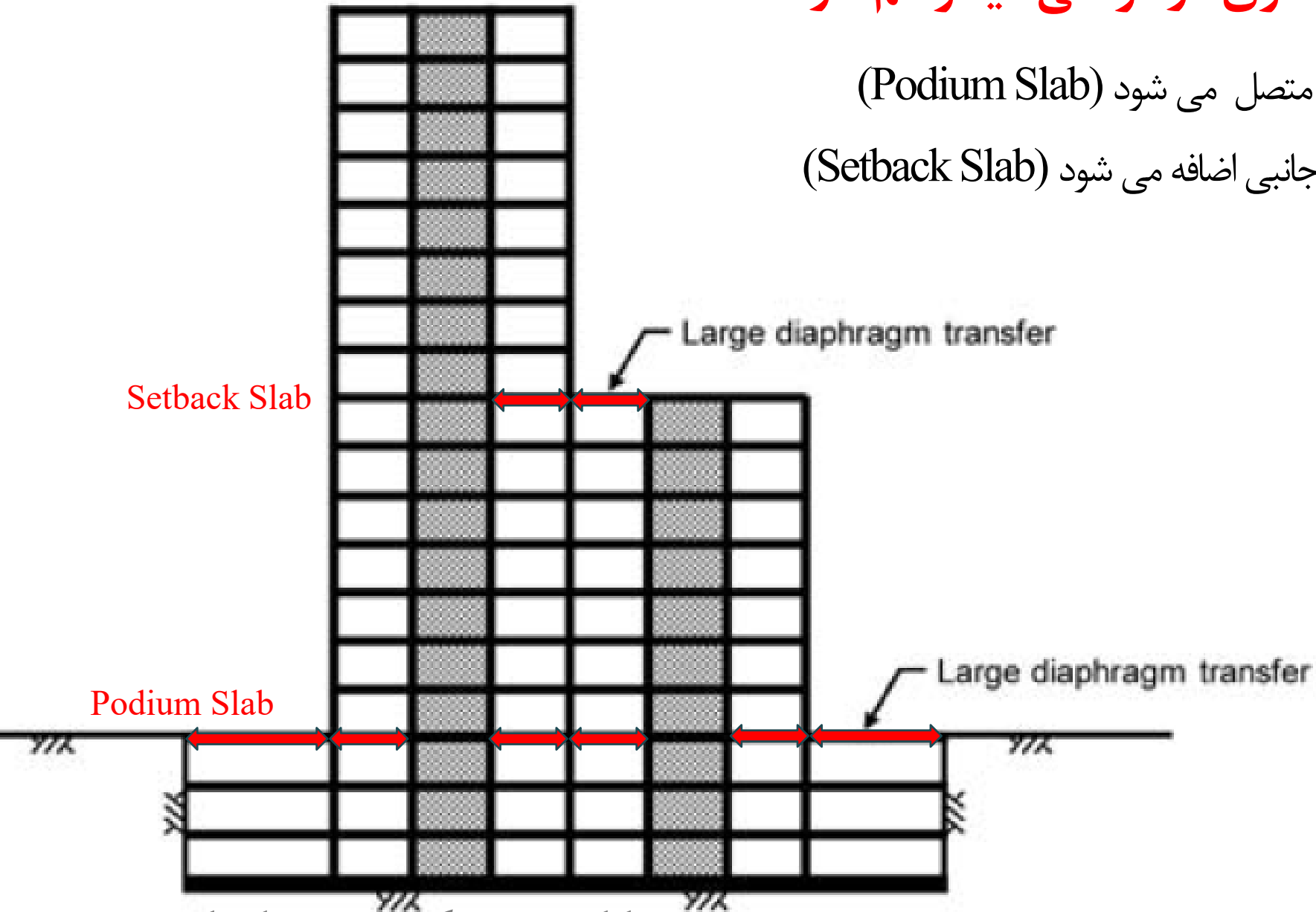


[@riavannardi](#)

طبقاتی که اهمیت بیشتری در طراحی دیافراگم دارند:

۱- طبقه‌ای که سازه به دیوار حائل متصل می‌شود (Podium Slab)

۲- طبقه‌ای که ابعاد سیستم باربر جانبی اضافه می‌شود (Setback Slab)



طبقاتی که اهمیت بیشتری در طراحی دیافراگم دارند:

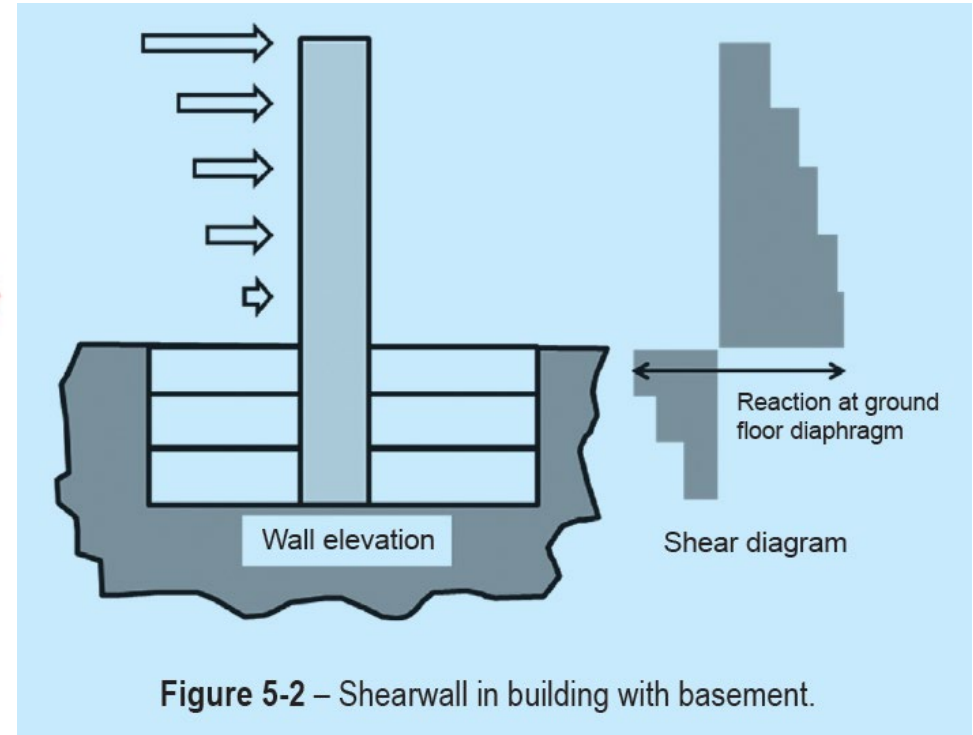
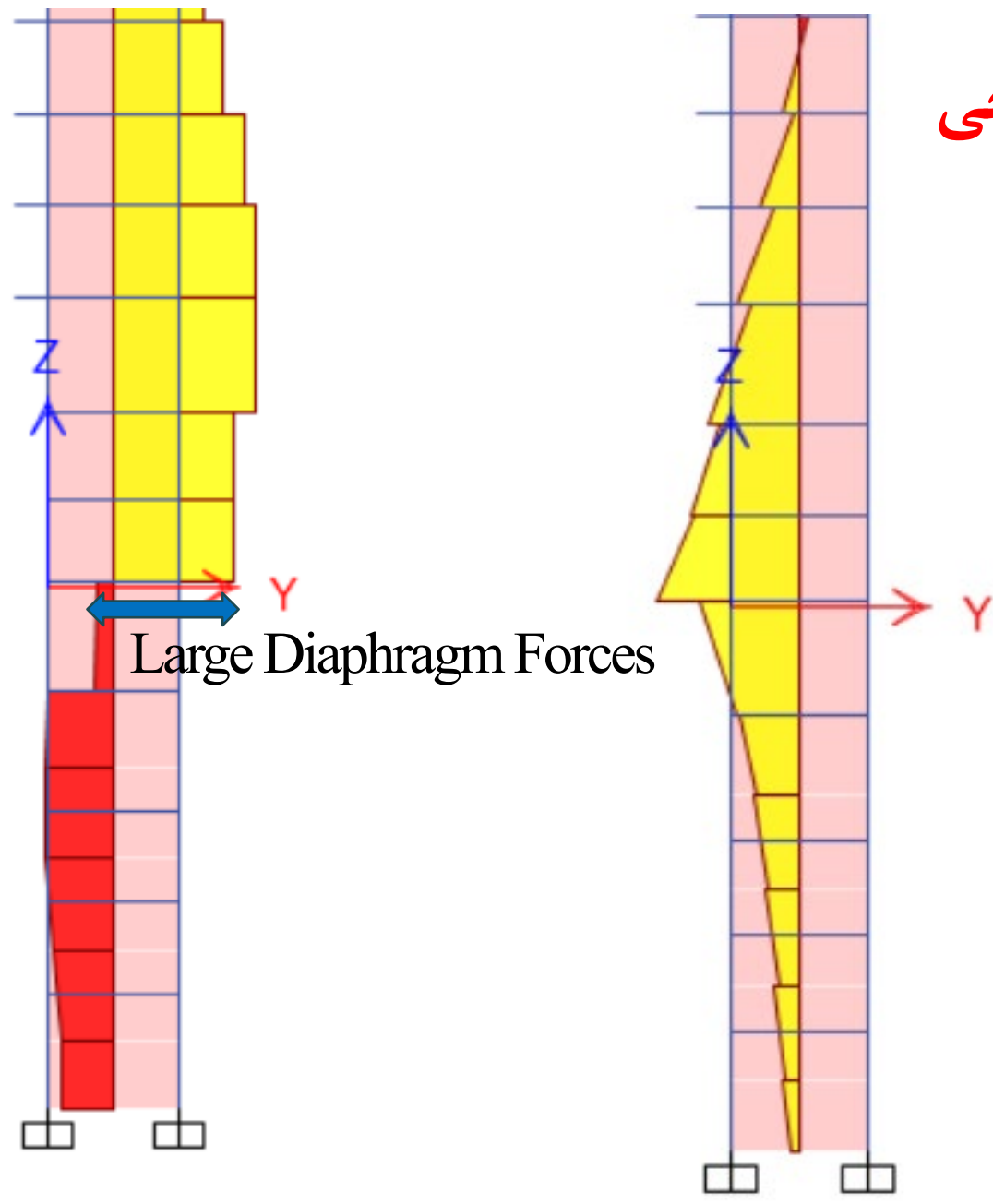


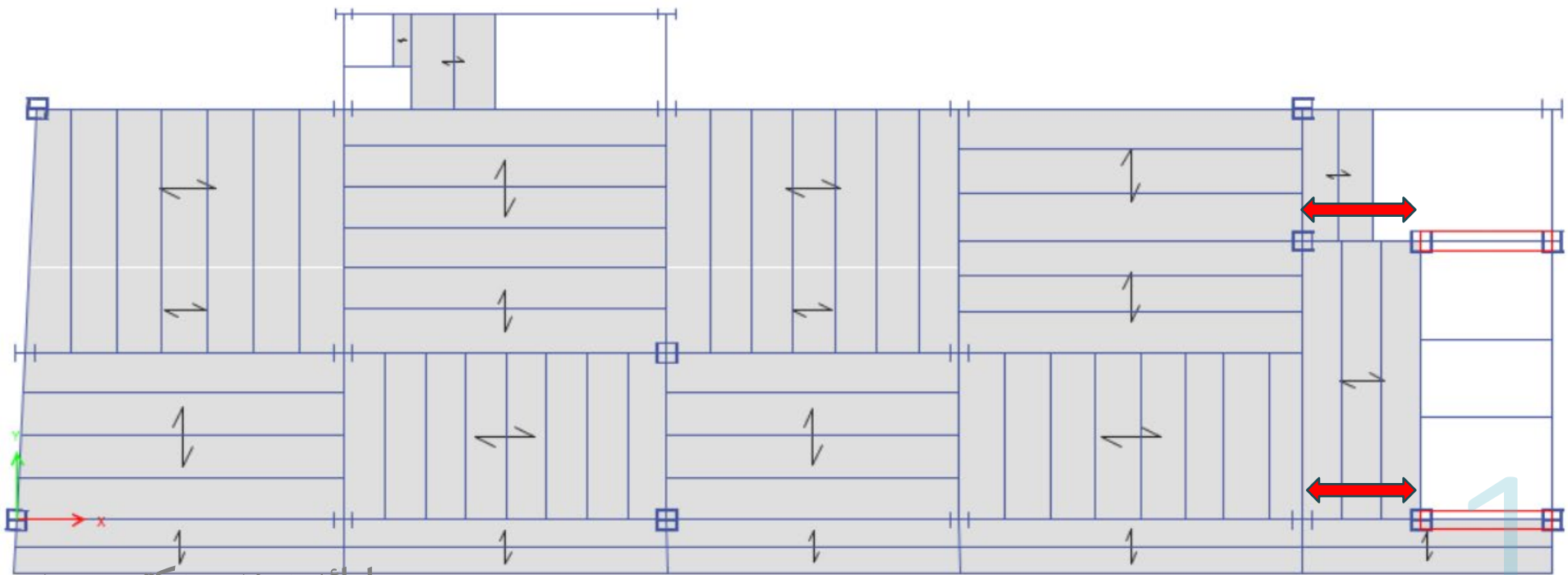
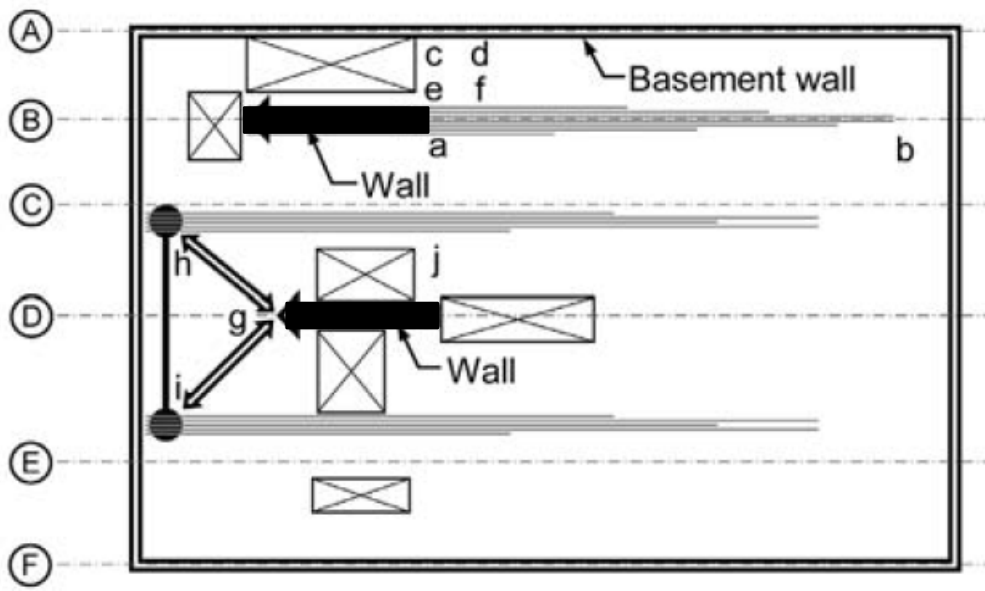
Figure 5-2 – Shearwall in building with basement.





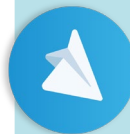
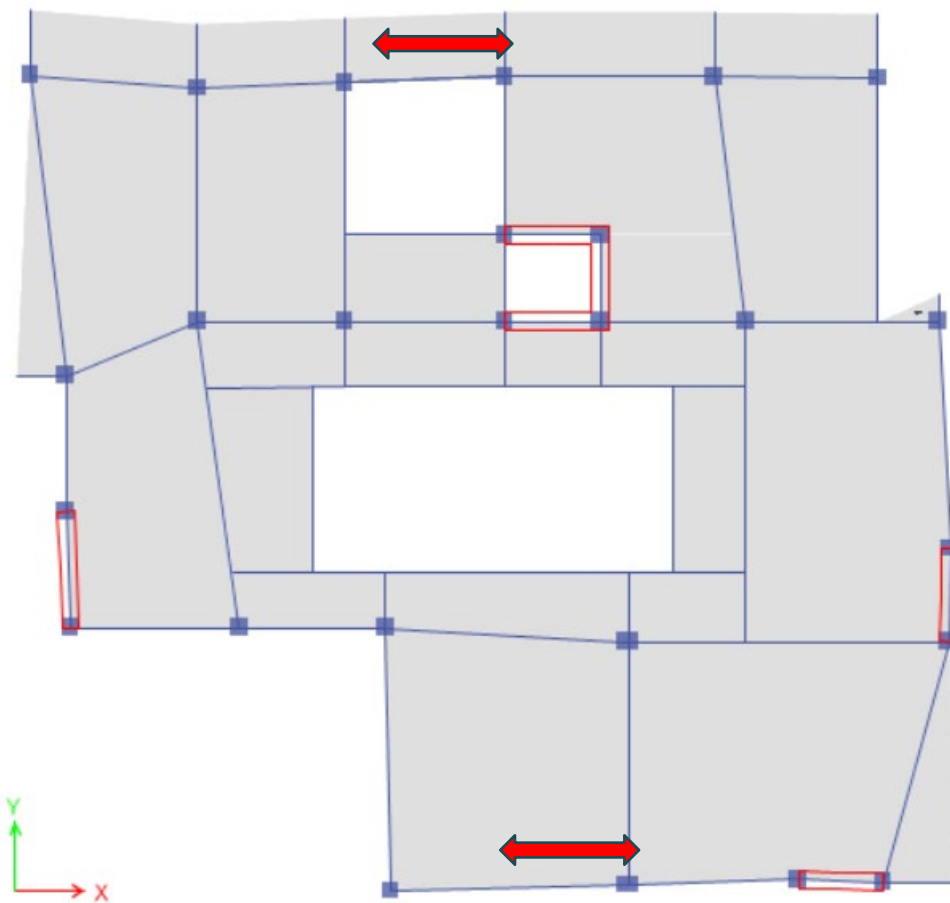
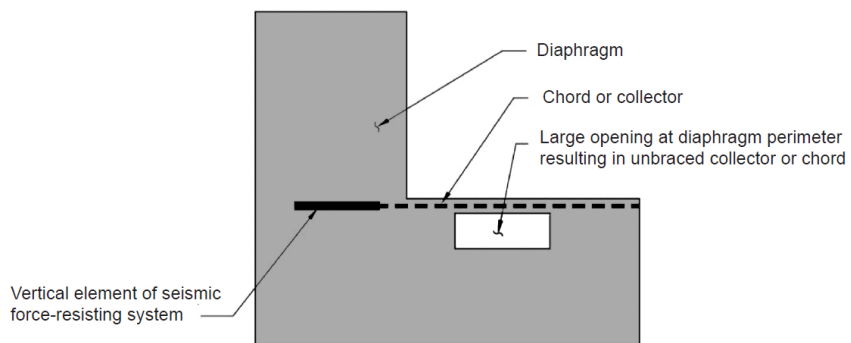
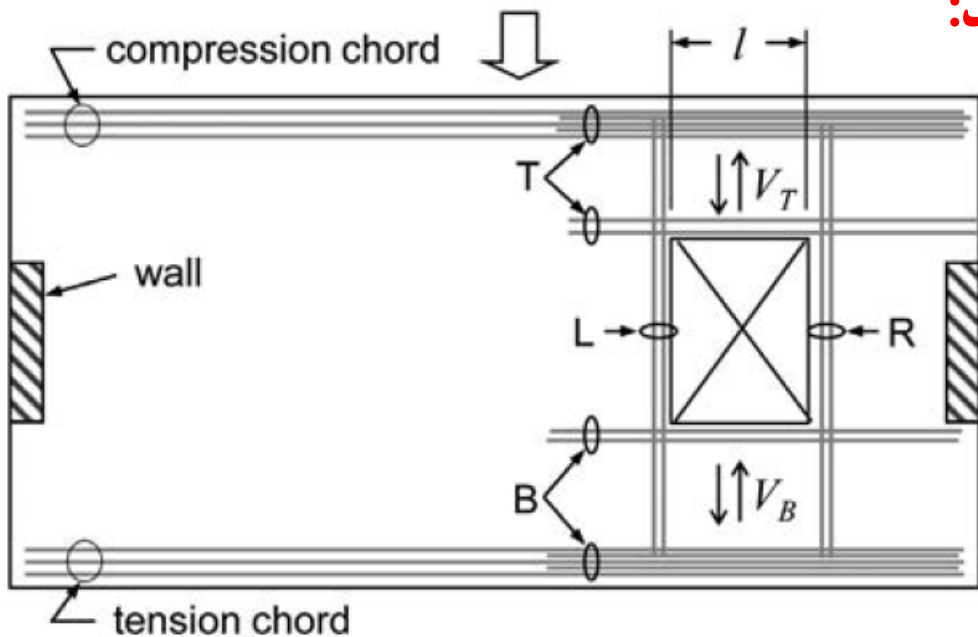
طبقاتی که اهمیت بیشتری در طراحی دیافراگم دارند:

۳- دیافراگم هایی که دیوار برشی یا مهاربند در مجاورت باز شو قرار دارد



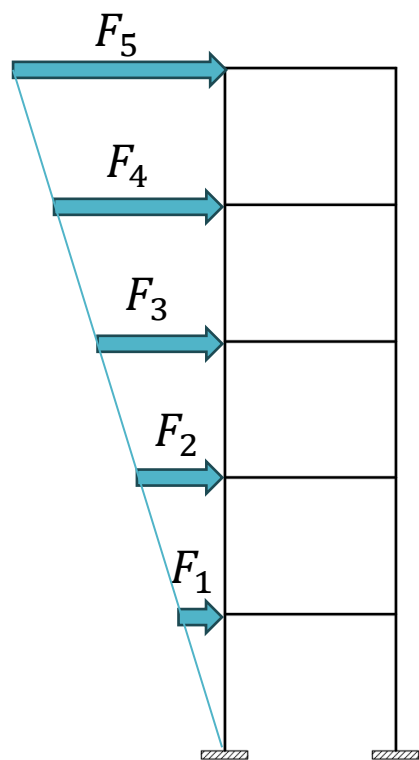
طبقاتی که اهمیت بیشتری در طراحی دیافراگم دارند:

۴- دیافراگم هایی با بازشوهای بزرگ



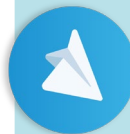
طبقاتی که اهمیت بیشتری در طراحی دیافراگم دارند:

۵- طبقه بام سازه: در طبقه بام حداکثر F_p وجود دارد



توزیع بارهای جانبی
برای طراحی سازه

$$F_{pi} = \frac{\sum_{i=x}^n F_i}{\sum_{i=x}^n W_i} W_p$$



اجزای تشکیل دهنده دیافراگم

طبقاتی که اهمیت بیشتری در طراحی دیافراگم دارند

ترکیبات بارگذاری طراحی دیافراگم

اعمال نیروی موثر وارد بر دیافراگم در ارتفاع سازه

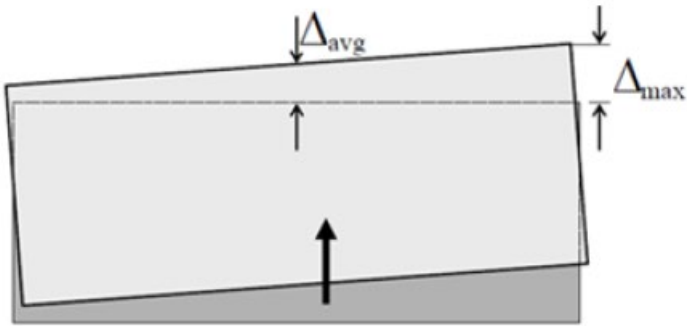
مشاهده نتایج خروجی نرم افزار و طراحی اجزای دیافراگم



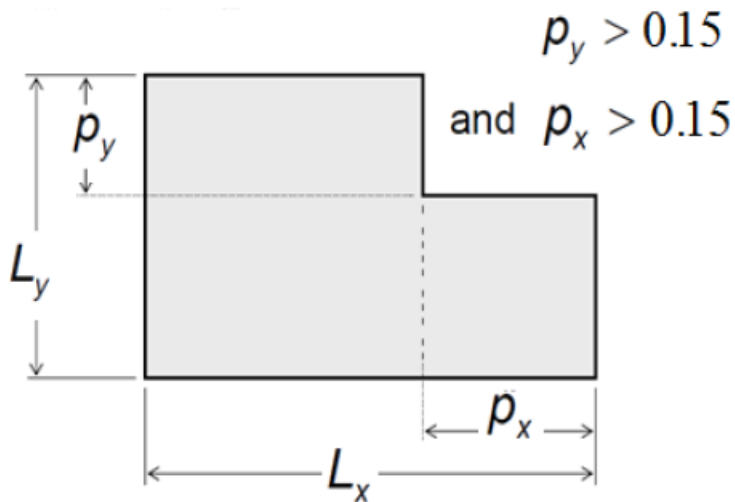
ترکیبات بارگذاری طراحی دیافراگم

- $\Delta_{max} < 1.2\Delta_{avg}$ No irregularity
- $1.2\Delta_{avg} \leq \Delta_{max} \leq 1.4\Delta_{avg}$ Irregularity
- $\Delta_{max} > 1.4\Delta_{avg}$ Extreme irregularity

در سازه‌های زیر لازم است نیروهای طراحی اتصالات دیافراگم به سیستم باربر حابی و اتصالات دیافراگم به جمع کننده‌ها به مقدار 25% افزایش یابد



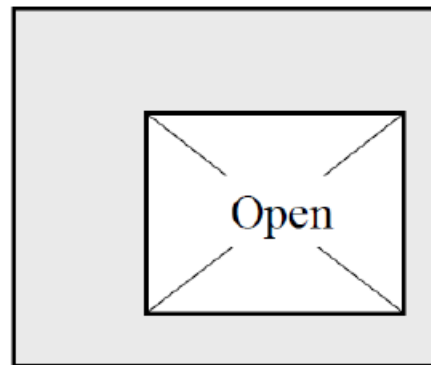
نامنظمی پیچشی



نامنظمی هندسی

ارائه دهنده: دکتر محمد رضا جوانمردی

$$A_{open} > 50\% A_{story}$$



نامنظمی دیافراگم

۱- نامنظمی پیچشی در پلان

۲- نامنظمی هندسی در پلان

۳- نامنظمی دیافراگم

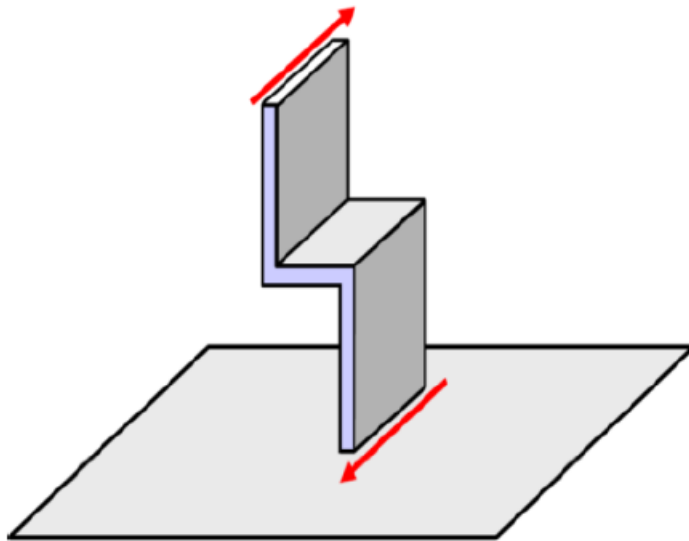


ترکیبات بارگذاری طراحی دیفراگم

در سازه‌های زیر لازم است نیروهای طراحی اتصالات دیفراگم به سیستم باربر جانبی و اتصالات دیفراگم به جمع کننده‌ها به مقدار 25% افزایش یابد

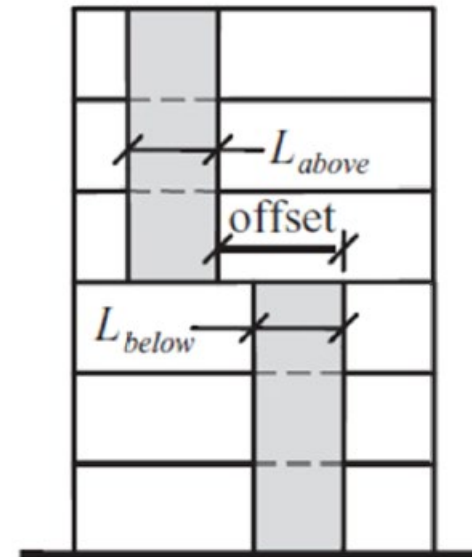
۴- نامنظمی خارج از صفحه در پلان

۵- نامنظمی قطع سیستم باربر جانبی در ارتفاع



نامنظمی خارج صفحه

Irregular:
 $\text{offset} > L_{\text{below}}$
or
 $\text{offset} > L_{\text{above}}$



نامنظمی قطع سیستم باربر جانبی در ارتفاع



ترکیبات بارگذاری طراحی دیافراگم

برای المان های زیر طراحی باید برای زلزله تشدید یافته $\Omega_0 E$ انجام شود:

۱- طراحی جمع کننده ها

۲- طراحی اتصالات جمع کننده ها به سیستم باربر جانبی

۳- نیروی انتقالی در دیافراگم هایی که برش قابل توجهی را منتقل می کنند (مانند Podium Slab یا طبقه ای که سیستم باربر بر روی آن قطع شده است)

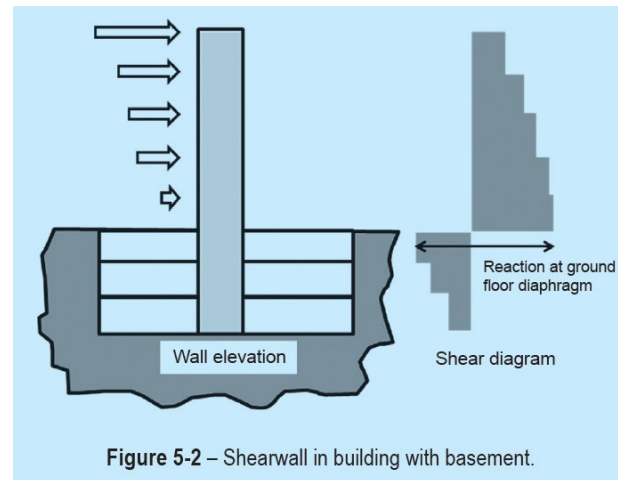
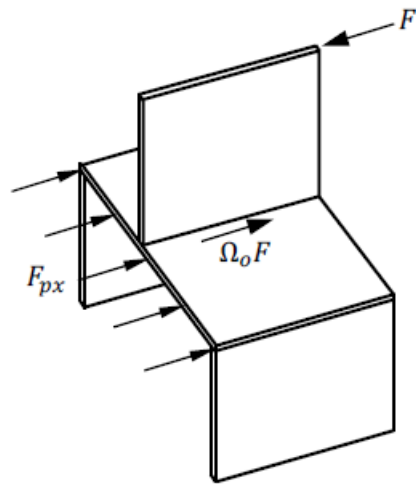


Figure 5-2 - Shearwall in building with basement.

سایر المان ها مانند یال ها و ... باید برای زلزله معمولی با اعمال ضریب نامعینی (ρ) طراحی شوند



ترکیبات بارگذاری طراحی دیافراگم

چند نکته در بارگذاری دیافراگم ها:

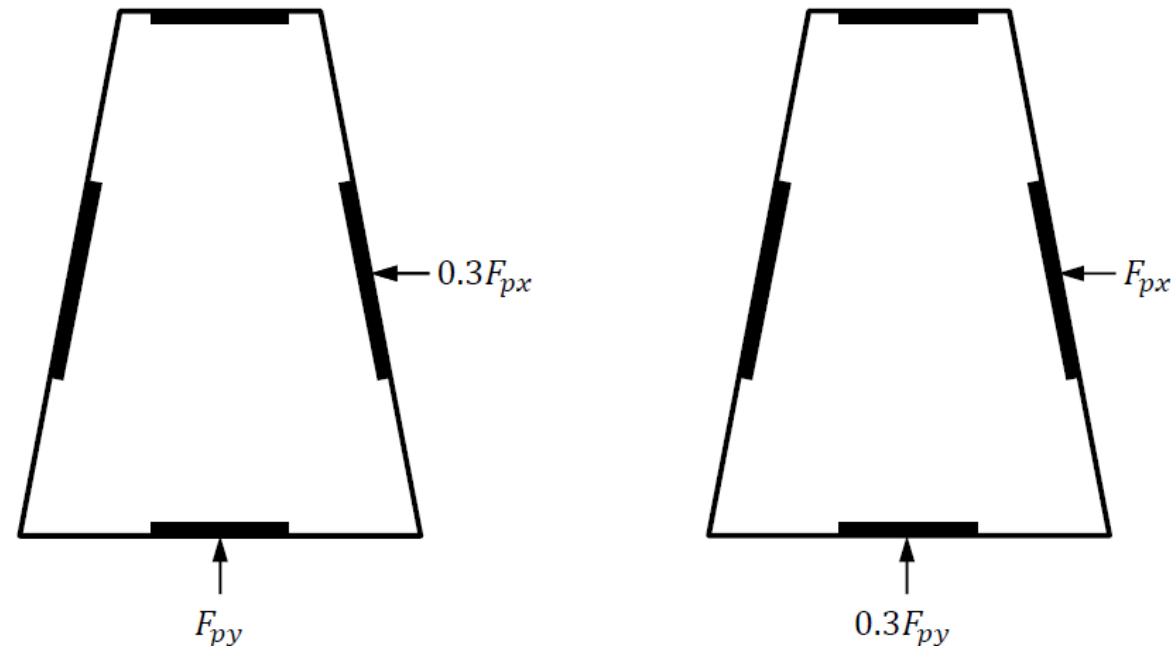
- ۱- اثر ۳۰-۱۰۰ باید در طراحی دیافراگم دیده شود (هم برای به F_i و هم F_{pi})
- ۲- در نظر گرفتن پیش تصادفی برای طراحی دیافراگم لازم می باشد
- ۳- در صورت الزام به طراحی سازه بصورت دینامیکی، می توان نیروهای دیافراگمی را از تحلیل استاتیکی بدست آورد



@riavannardi

Modal Response Spectrum Analysis

One procedure commonly used is to design the vertical elements of the lateral load-resisting system for Modal Response Spectrum Analysis forces and perform a separate static analysis only for the purposes of obtaining diaphragm design forces. In theory, there could be significant differences in the load paths determined in the two procedures, but this is not a concern for most regular buildings.



اجزای تشکیل دهنده دیافراگم

طبقاتی که اهمیت بیشتری در طراحی دیافراگم دارند

ترکیبات بارگذاری طراحی دیافراگم

اعمال نیروی موثر وارد بر دیافراگم در ارتفاع سازه

مشاهده نتایج خروجی نرم افزار و طراحی اجزای دیافراگم

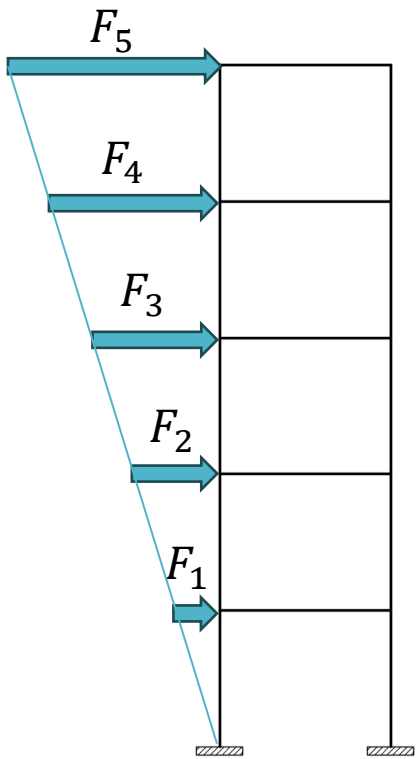


نیروی موثر وارد بر دیافراگم در ارتفاع سازه

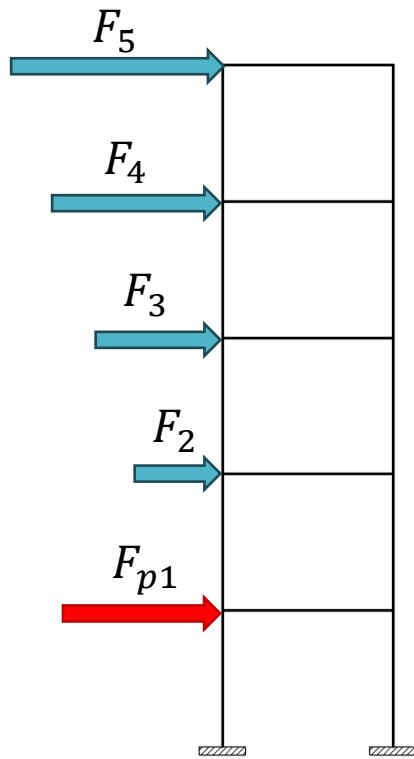
$$F_{pi} = \frac{\sum_{i=x}^n F_i}{\sum_{i=x}^n W_i} W_p$$

$$(F_{pi})_{min} = 0.5AIW_i$$

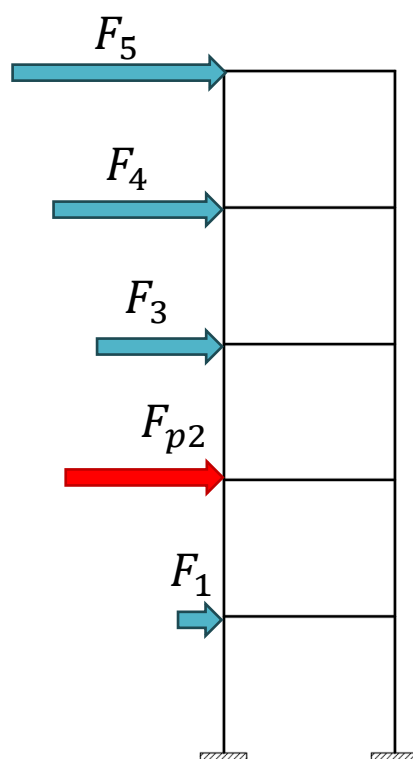
$$(F_{pi})_{max} = AIW_i$$



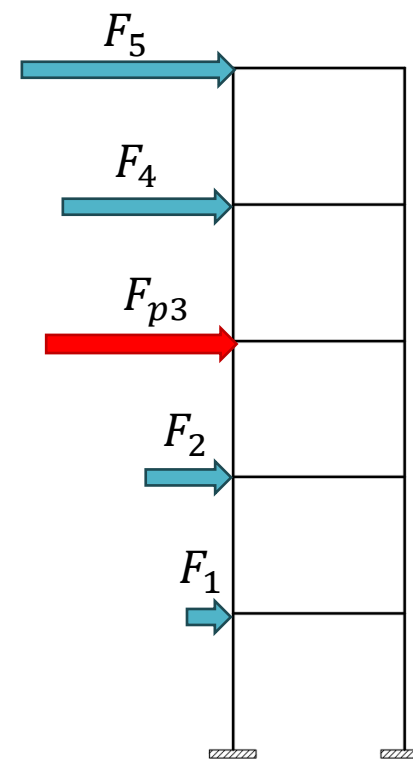
توزیع ۱- بارهای جانبی برای طراحی سازه و کل دیافراگم ها



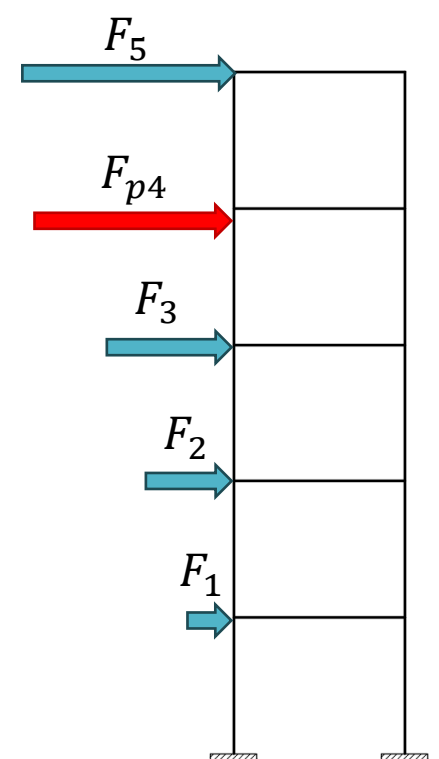
توزیع ۲- بارهای جانبی برای طراحی دیافراگم طبقه اول



توزیع ۲- بارهای جانبی برای طراحی دیافراگم طبقه دوم



توزیع ۲- بارهای جانبی برای طراحی دیافراگم طبقه سوم



توزیع ۲- بارهای جانبی برای طراحی دیافراگم طبقه چهارم



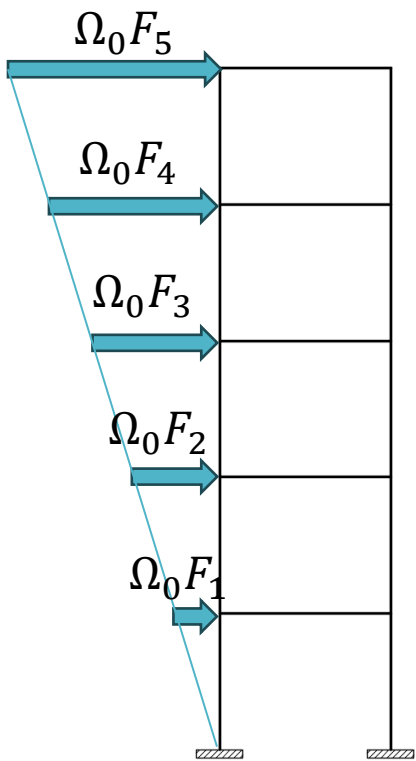
نیروی موثر وارد بر دیافراگم در ارتفاع سازه برای طراحی جمع کننده ها و اتصالات آن ها

$$F_{pi} = \frac{\sum_{i=x}^n F_i}{\sum_{i=x}^n W_i} W_p$$

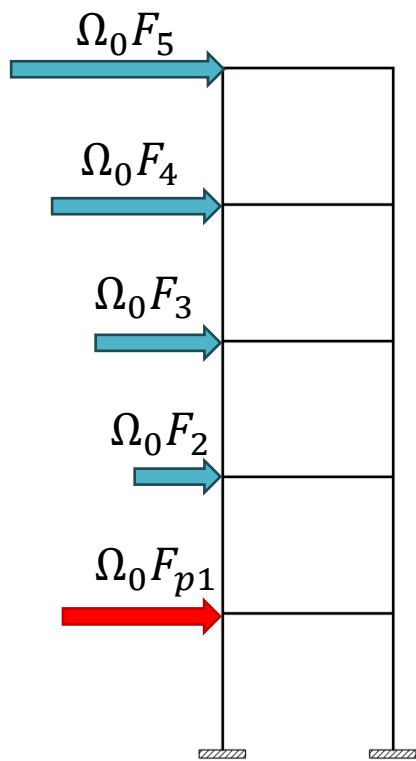
$$(F_{pi})_{min} = 0.5AIW_i$$

$$(F_{pi})_{max} = AIW_i$$

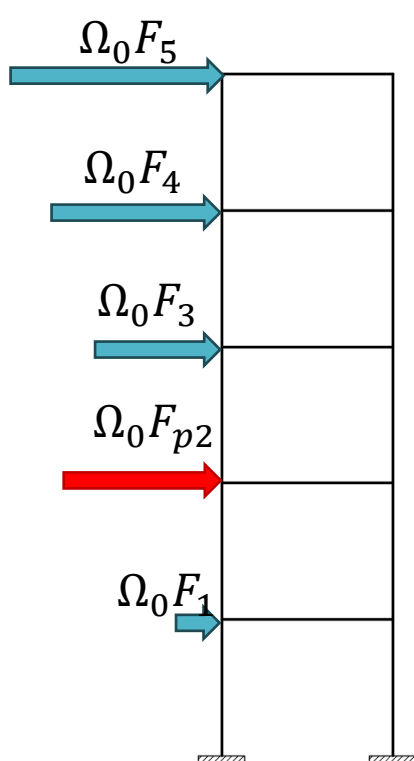
$(F_{pi})_{min}$ و $(F_{pi})_{max}$ در Ω_0 ضرب نمی شوند



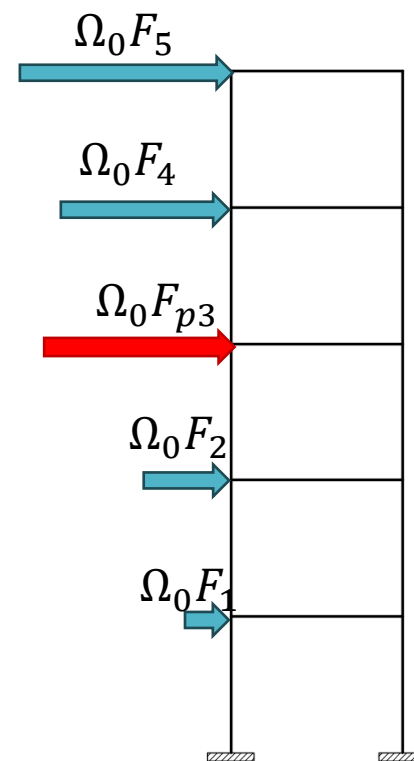
توزیع ۱- بارهای جانبی
برای طراحی جمع
کننده و اتصالات آن ها



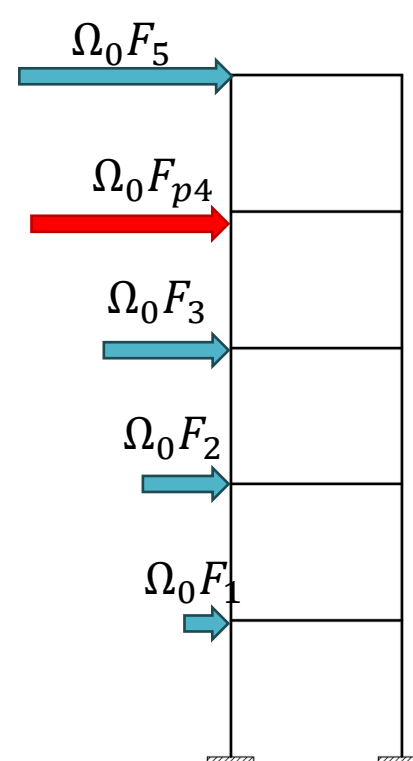
توزیع ۲- بارهای جانبی
برای طراحی جمع کننده و
اتصالات آن در طبقه اول



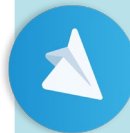
توزیع ۲- بارهای جانبی
برای طراحی جمع کننده و
اتصالات آن در طبقه دوم



توزیع ۲- بارهای جانبی
برای طراحی جمع کننده و
اتصالات آن در طبقه سوم

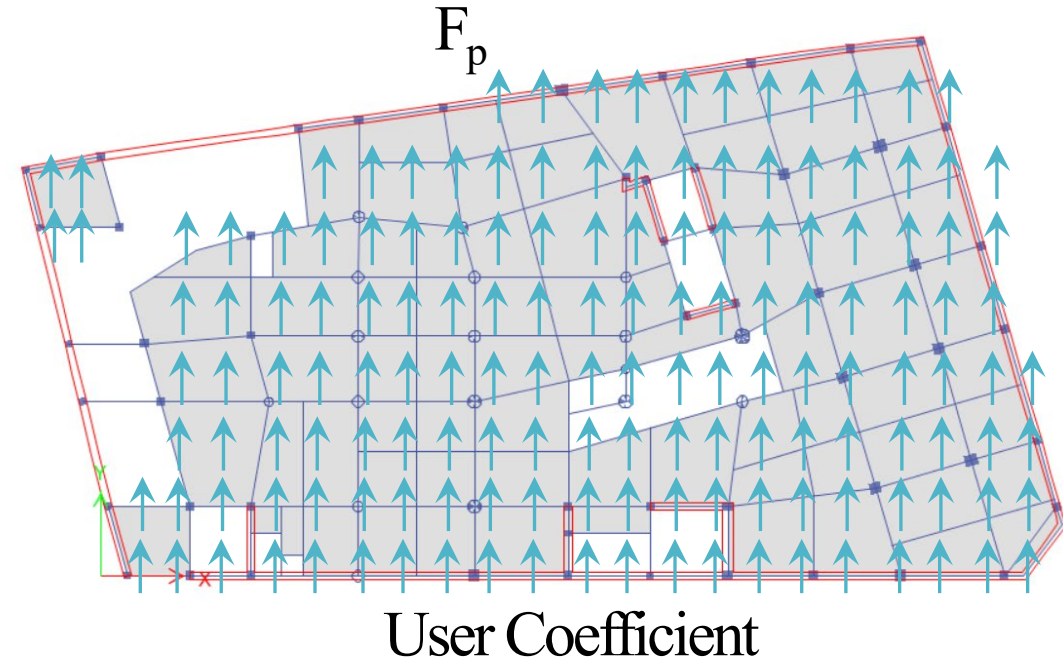
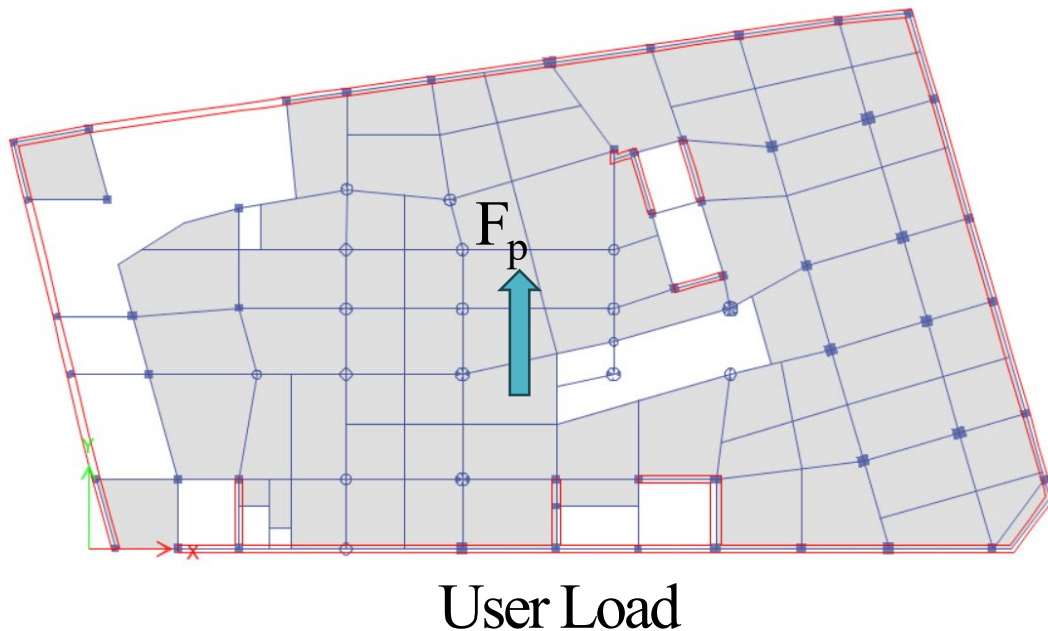


توزیع ۲- بارهای جانبی
برای طراحی جمع کننده و
اتصالات آن در طبقه چهارم



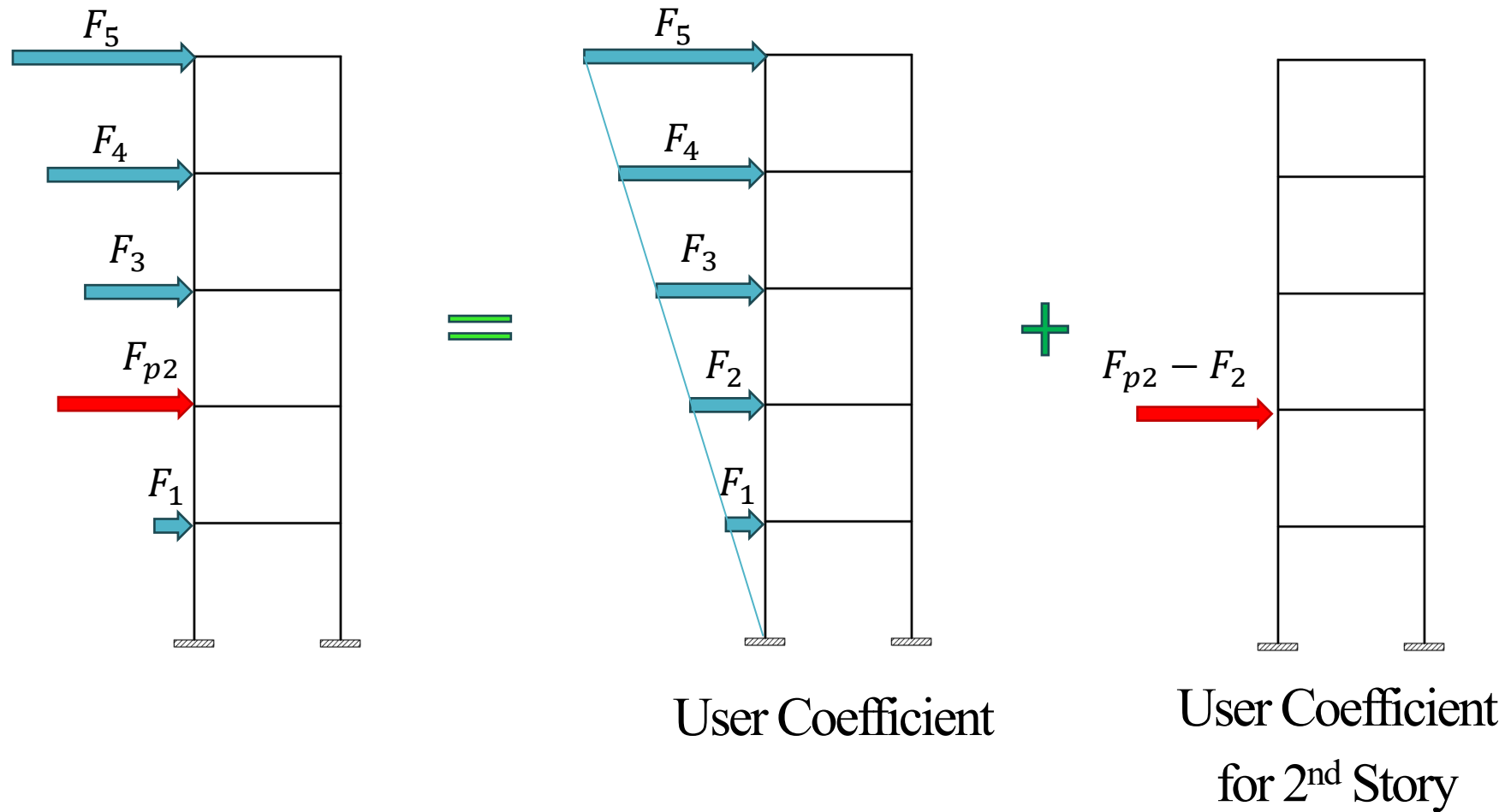
نحوه اعمال نیروی موثر وارد بر دیافراگم در ارتفاع سازه

زلزله همواره در حالت User Coefficient اعمال شود، اعمال بارها بصورت User Load صحیح نیست چون نحوه اعمال بار در User Load بصورت متمرکز می باشد که صحیح نمی باشد.



نحوه اعمال نیروی موثر وارد بر دیافراگم در ارتفاع سازه

اگر طراحی دیافراگم طبقه دوم را بخواهیم، راحت ترین راه این است که نیروی زلزله F_i در کلیه طبقات اضافه شده و نیروی اضافه $F_p - F_i$ به صورت یک زلزله اضافه صرفاً در همان طبقه در مدل اعمال شود.



نحوه اعمال نیروی موثر وارد بر دیافراگم در ارتفاع سازه

Story	W _i (ton)	F _i (ton)	F _{pi} (ton)	F _{pmax} (ton)	F _{pmin} (ton)	F _{pi} (ton)	F _{pi} -F _i (ton)	C _{pi}
15	149.1	25.5	25.5	44.7	22.4	25.5	0.0	0.000
14	692.4	108.7	110.4	207.7	103.9	110.4	1.7	0.002
13	786.8	111.3	118.7	236.1	118.0	118.7	7.3	0.009
12	776.9	98.2	111.0	233.1	116.5	116.5	18.3	0.024
11	871.0	97.4	117.3	261.3	130.6	130.6	33.3	0.038
10	863.9	84.3	109.6	259.2	129.6	129.6	45.3	0.052
9	872.7	73.3	104.2	261.8	130.9	130.9	57.6	0.066
8	784.2	55.6	88.5	235.3	117.6	117.6	62.1	0.079
7	862.2	50.3	91.2	258.7	129.3	129.3	79.0	0.092
6	909.0	42.3	89.7	272.7	136.4	136.4	94.0	0.103
5	381.4	14.6	36.5	114.4	57.2	57.2	42.6	0.112
4	1859.8	56.2	155.0	557.9	279.0	279.0	222.8	0.120
3	1605.7	31.6	119.5	481.7	240.8	240.8	209.2	0.130
2	1668.0	19.2	110.7	500.4	250.2	250.2	231.0	0.138
1	1671.8	7.8	99.3	501.5	250.8	250.8	242.9	0.145

$$C_{pi} = \frac{F_{pi} - F_i}{W_i}$$



@riavannardi

اجزای تشکیل دهنده دیافراگم

طبقاتی که اهمیت بیشتری در طراحی دیافراگم دارند

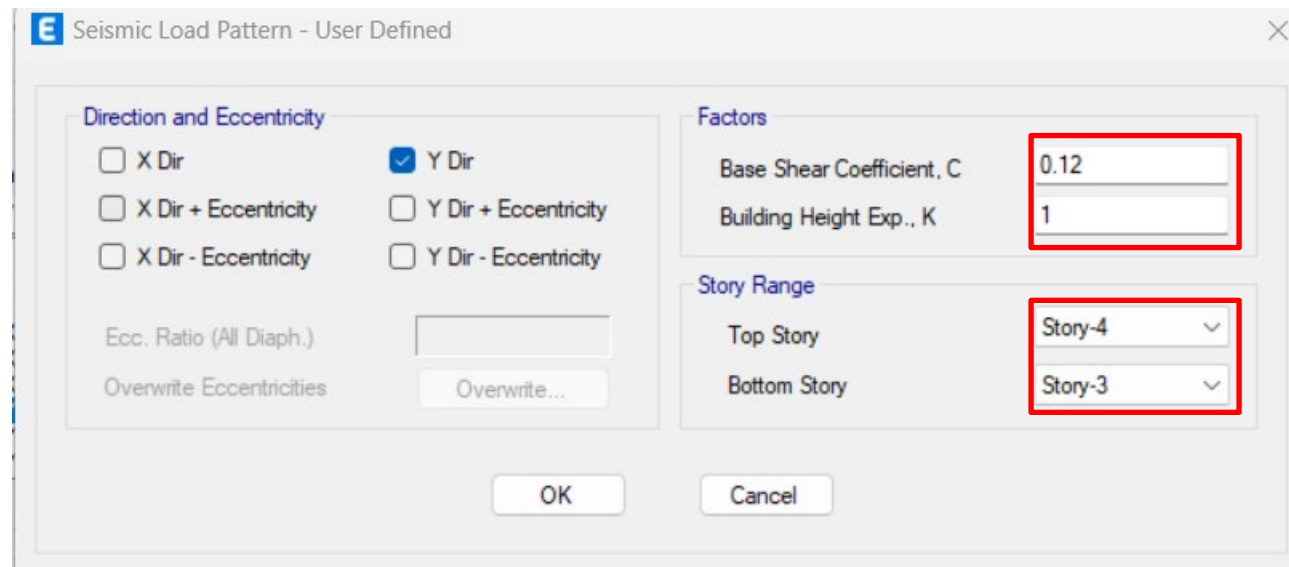
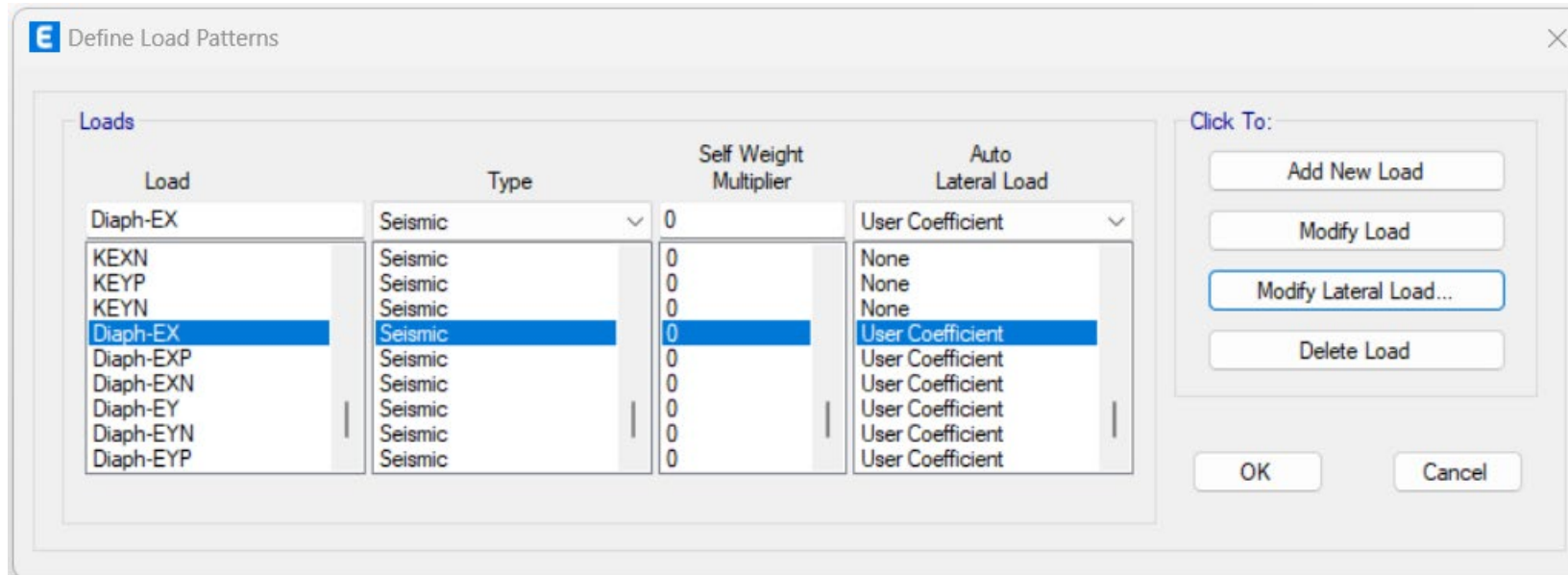
ترکیبات بارگذاری طراحی دیافراگم

اعمال نیروی موثر وارد بر دیافراگم در ارتفاع سازه

مشاهده نتایج خروجی نرم افزار و طراحی اجزای دیافراگم



نحوه اعمال نیروی موثر وارد بر دیافراگم در ارتفاع سازه



نحوه اعمال نیروی موثر وارد بر دیافراگم در ارتفاع سازه

E Load Case Data

General

Load Case Name: EY Design...

Load Case Type: Linear Static Notes...

Mass Source: MsSrc1

Analysis Model: Default

P-Delta/Nonlinear Stiffness

Use Preset P-Delta Settings Iterative based on loads Modify/Show...

Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)

Nonlinear Case:

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	EY	1
Load Pattern	Diaph-EY	1

Info Add Delete

OK Cancel



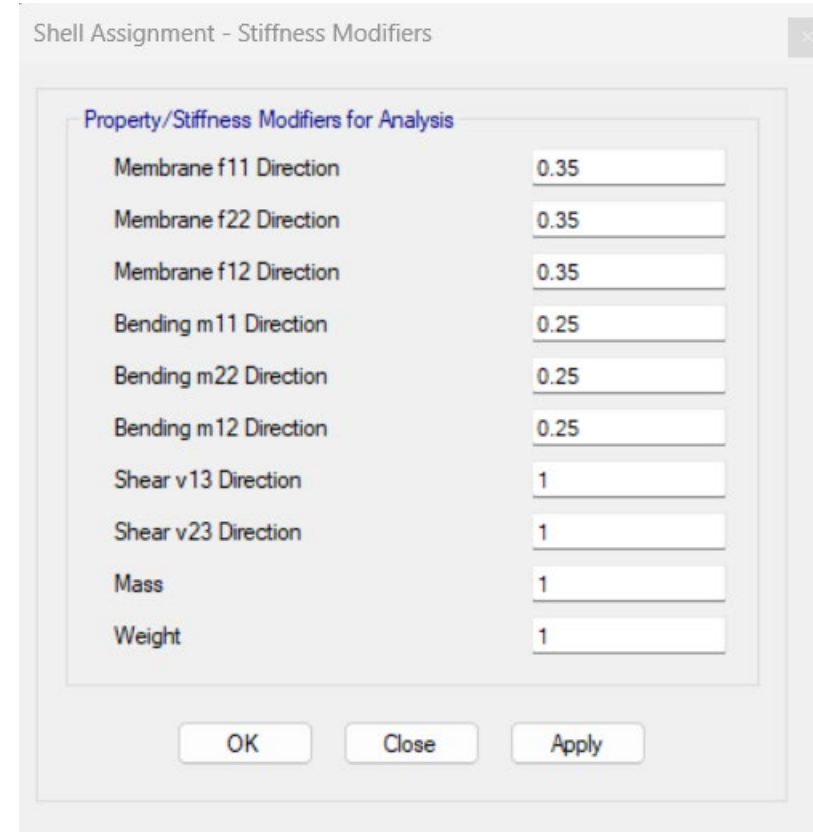
@riavannmardi

اعمال ضریب ترک خوردگی به دیافراگم

برای طراحی دیافراگم حتما باید در حالت نیمه صلب (Semi Rigid) قرار داشته باشد

The stiffness assumptions used for diaphragm modeling affect not only the forces within the diaphragm, but also the distribution of forces among the vertical elements. This is particularly true at levels with significant changes in mass or stiffness of the vertical elements, such as at podium levels or the initial below-grade levels of a high-rise structure. Stiffness reduction associated with diaphragm cracking commonly is approximated by applying a stiffness modifier to the diaphragm in-plane gross-section stiffness properties. Stiffness modifiers for reinforced concrete diaphragms commonly fall in the range of 0.15 to 0.50 when analyzing the building for design-level earthquake demands. See Nakaki (2000). In cases where the analysis results are sensitive to diaphragm stiffness assumptions, it may be prudent to “bound” the solution by analyzing the structure using both the lower and upper range of diaphragm stiffnesses, and selecting the design values as the largest forces from the two analyses.

ارائه دهنده: دکتر محمد رضا جوانمردی



توصیه می شود ضرایب ترک خوردگی درون صفحه دیافراگم (f) برابر با 0.35 و سختی خمشی دال (m) برابر با 0.25 اعمال شود

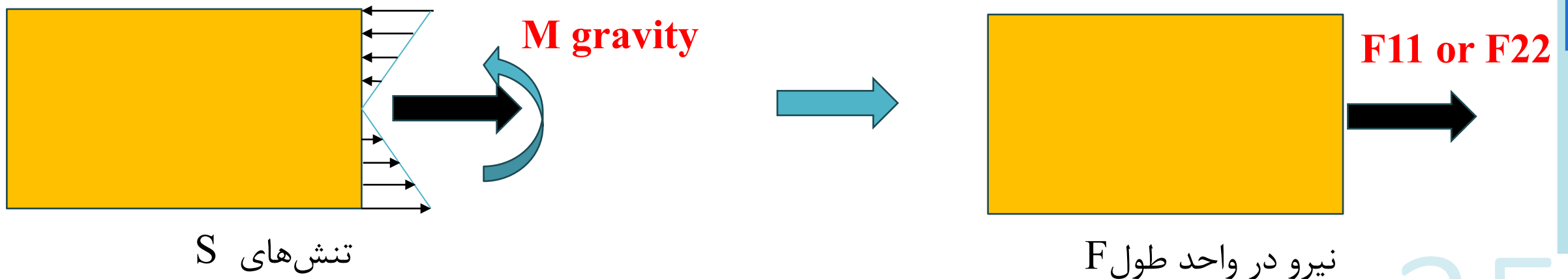
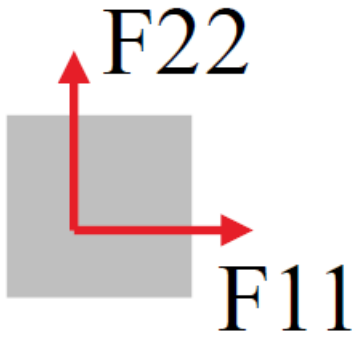


مشاهده نتایج خروجی نرم افزار

از تنش S با توجه به وجود همزمان بارهای ثقلی نمی توان نتایج صحیحی را بدست آورد

بنابراین بهتر است نیرو در واحد طول (F) بررسی انجام شود

F_{11} برای زلزله Y و F_{22} برای زلزله X بررسی می شود و F_{12} برای کنترل برش استفاده می شود



Tensile in-plane diaphragm force



مشاهده نتایج خروجی نرم افزار

۱- نتایج طراحی یال ها (Chord)

در صورت بالا تر رفتن تنش فشاری در دیافراگم از $0.2f'_c$ لازم است المان مرزی در یال فشاری تعبیه شود
در صورت بالا تر رفتن تنش کششی از تنش کششی قابل تحمل توسط یک لایه آرماتور دال، آرماتور کششی باید در یال کششی تعبیه شود

در نرم افزار تنش های فشاری - و تنش های کششی + می باشد

$$-0.2f'_c \times thickness = 0.2 \times 300 \times 20 = -1200 \frac{kg}{cm}$$

حد نیروهای فشاری

$$0.0018 \times f_y \times thickness = 0.0018 \times 400 \times 20 = 144 \frac{kg}{cm}$$

حد نیروهای کششی



Load Case/Load Combination/Modal Case

Case Combo Mode

ECOMB33

Component Type

Resultant Forces

Component

F11 FMax V13 M11 MMax
 F22 FMin V23 M22 MMin
 F12 FVM VMax M12

Contour Appearance

Contour Option: Display on Undeformed Shape
 Show Lines
 Show Fill
 Show Values
 Show Arrows

Contour Values

Min/Max Range: -1200 144 kgf/cm
 Contour Averaging at Nodes: By Selected Groups

Scaling

Automatic User Scale Factor

OK

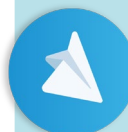
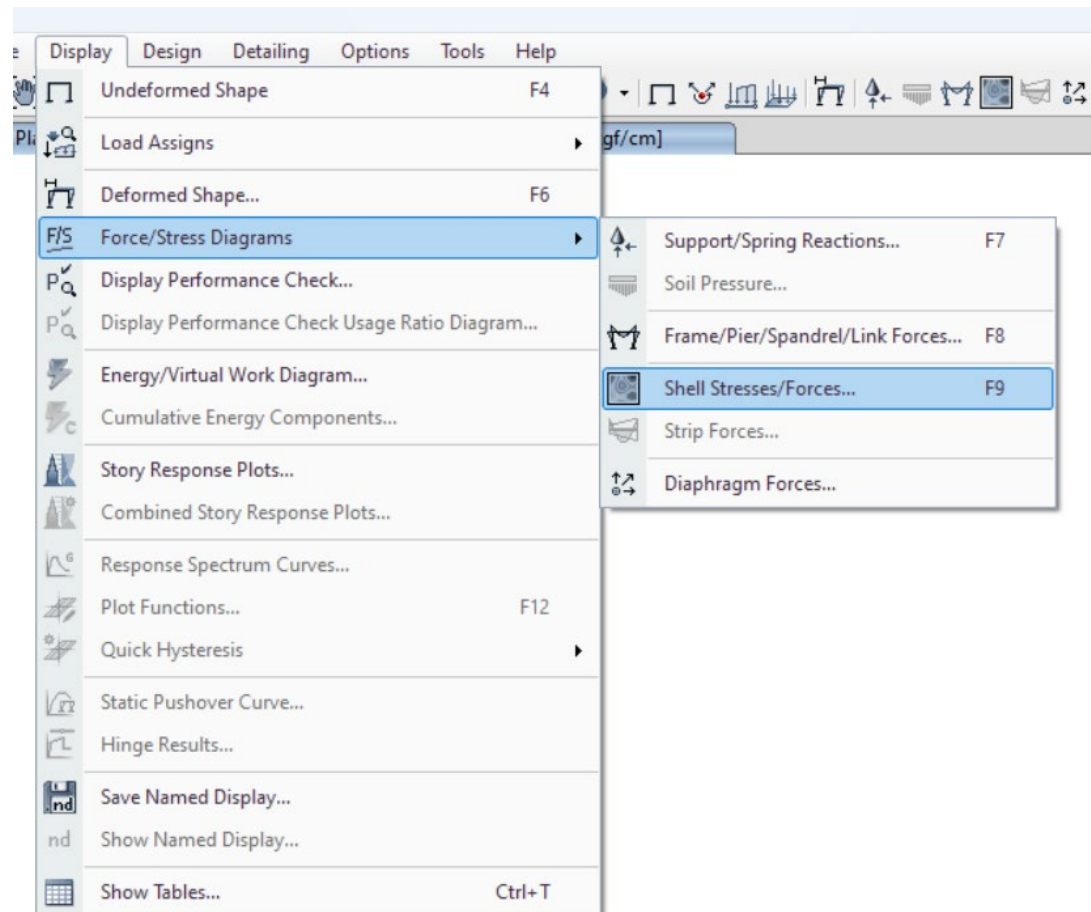
Close

Apply

مشاهده نتایج خروجی نرم افزار ۱- نتایج طراحی یال ها (Chord)

تنش های فشاری +

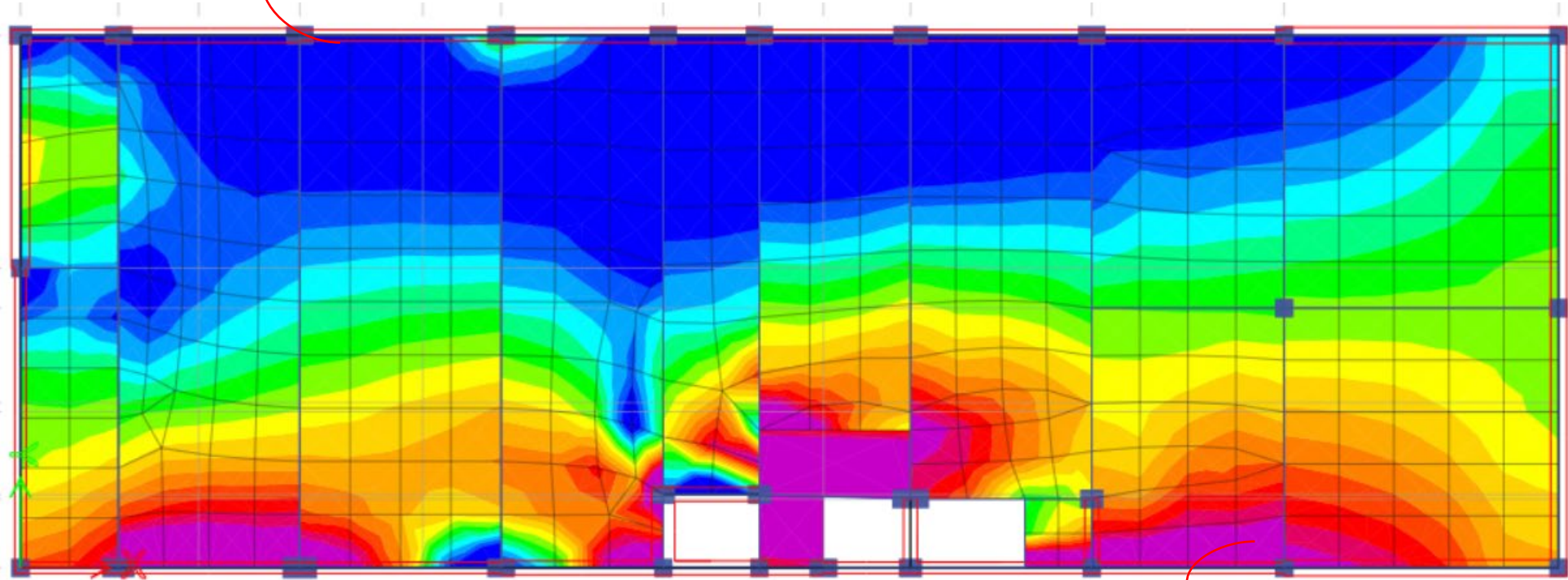
تنش های کششی -



مشاهده نتایج خروجی نرم افزار

۱- نتایج طراحی یال ها (Chord) سازه بتنی

یال کششی دیافراگم
نیاز به تعبیه آرماتورهای یال کششی



F11 Contour

یال فشاری دیافراگم
نیاز به تعبیه المان مرزی در دیافراگم

F22
F11

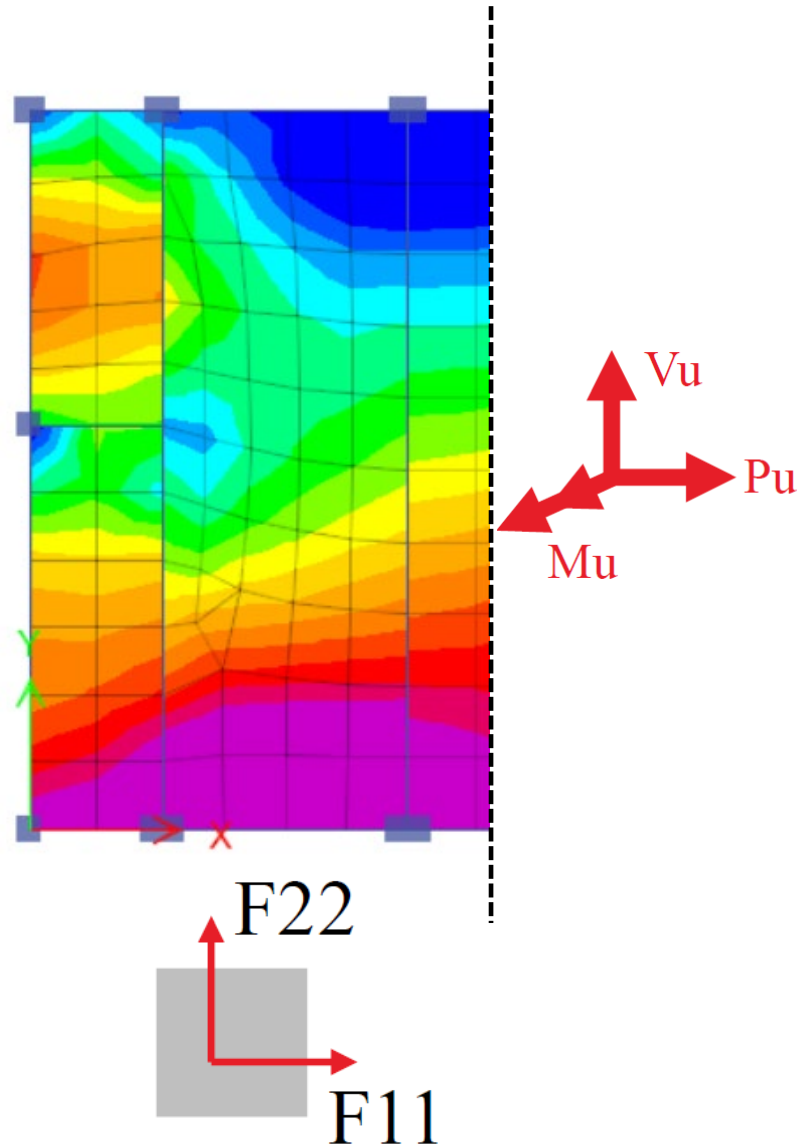
EY



مشاهده نتایج خروجی نرم افزار

۱- نتایج طراحی یال ها (Chord) در سازه بتنی

Section Cut



Section Cut Forces

Transparency —

Section Cutting Line

	Start Point	End Point	
Global X	4.7	4.7367	m
Global Y	12.5	-1.1363	m
Global Z	1	1	m

Load Case: ECOMB58

Objects to Include:

- Columns
- Beams
- Braces
- Floors
- Walls
- Links

Resultant Force Location and Angle

Global X	4.7184	m
Global Y	5.6818	m
Global Z	1	m
Angle	270.154	deg

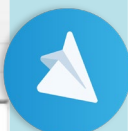
Integrated Forces

	Vu_1	Right Side Pu	Z	1	2	Z	
Force	-236.0672	111.3558	92.4775	236.0672	-111.3558	-73.8738	tonf
Moment	69.2747	-602.5729	-1163.6829	-70.447	856.6892	1163.6842	tonf-m

Save Right Side Cut Mu Save Left Side Cut

Auto Refresh Result

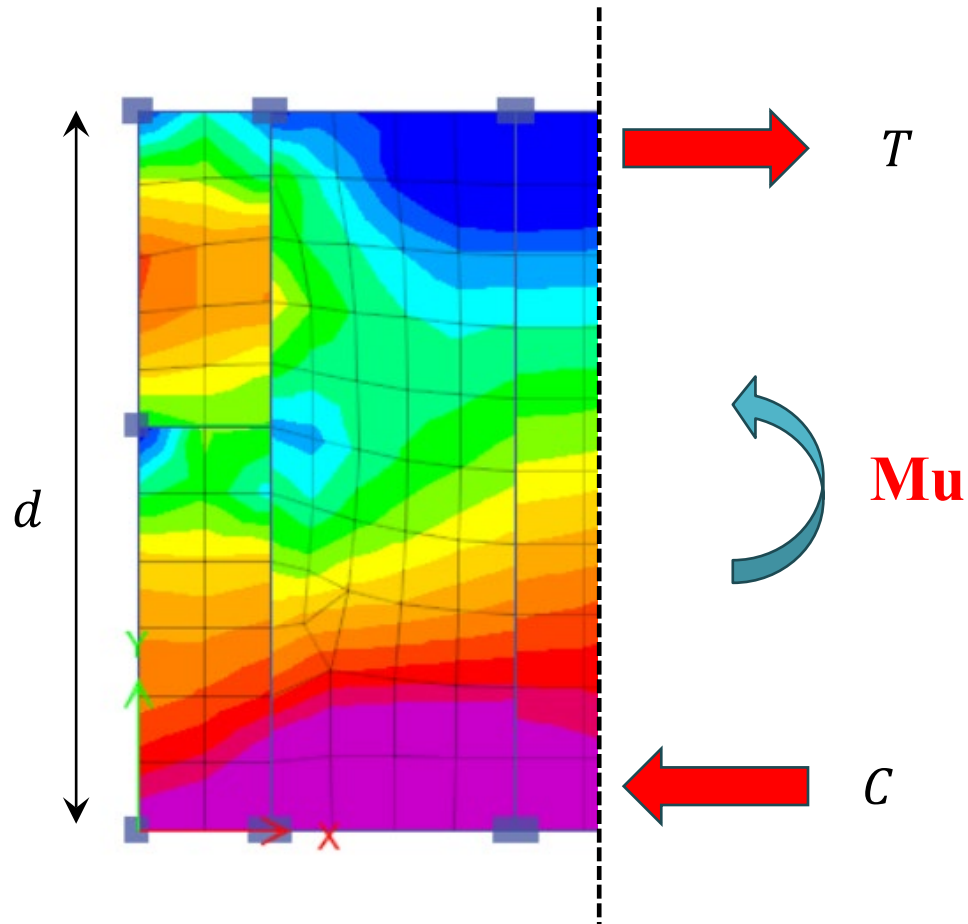
OK Cancel Refresh



@riavannmardi

مشاهده نتایج خروجی نرم افزار

۱- نتایج طراحی یال ها (Chord) در سازه بتنی



آرماتور کششی لازم در یال کششی

$$T = C = \frac{M_u}{d} = \frac{1163}{12} = 96 \text{ tonf}$$

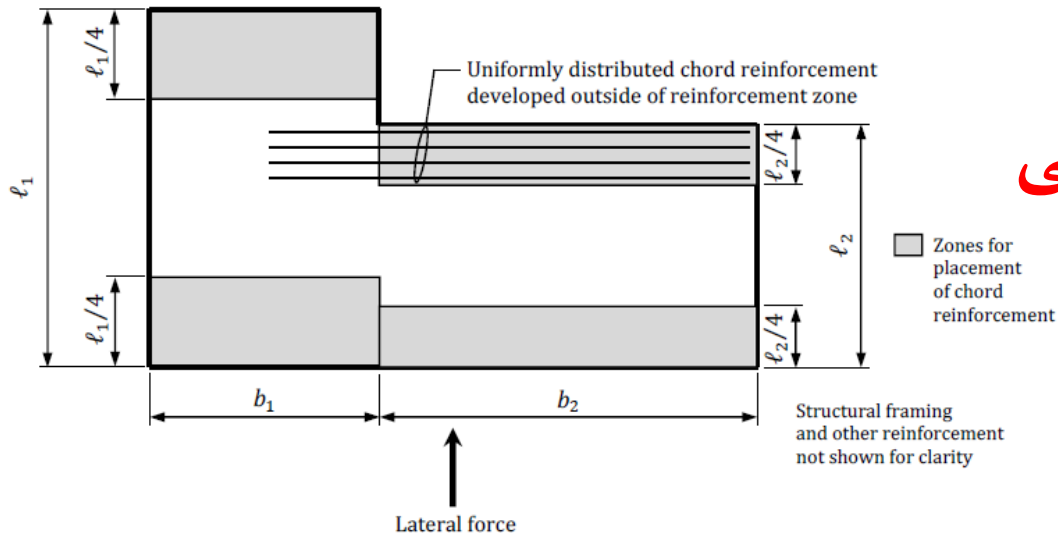
$$A_s = \frac{T}{\phi f_y}, \phi = 0.9, A_s = 26 \text{ cm}^2$$

Use 7Φ22

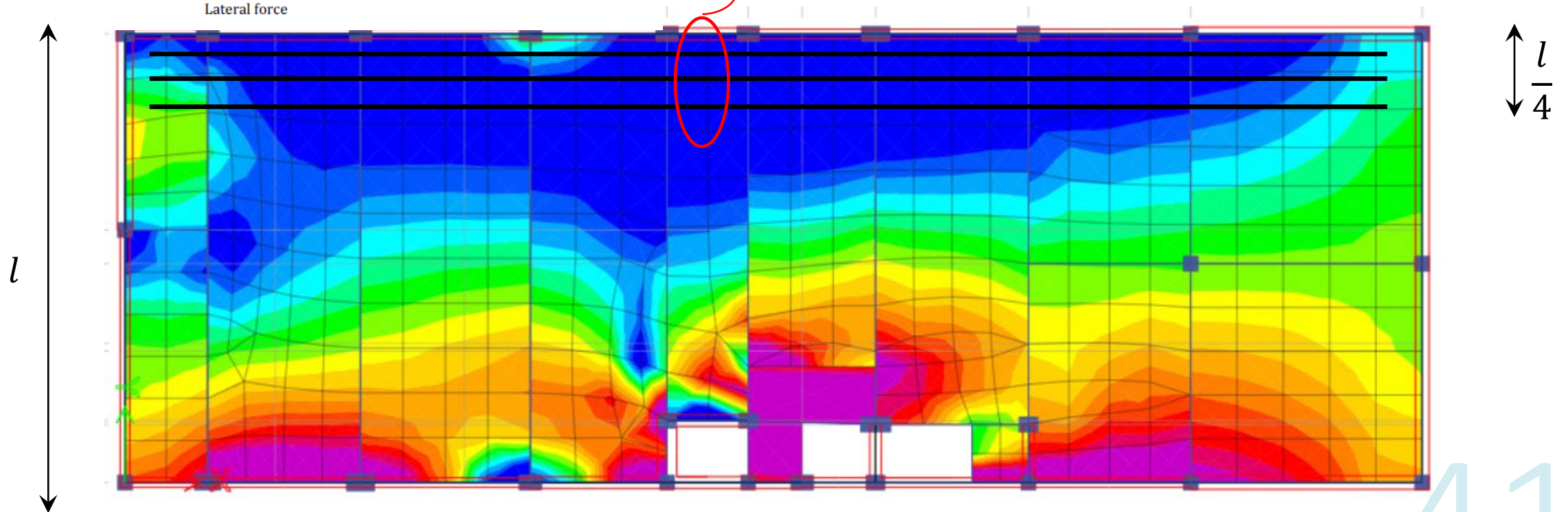


مشاهده نتایج خروجی نرم افزار

۱- نتایج طراحی یال ها (Chord) در سازه بتنی

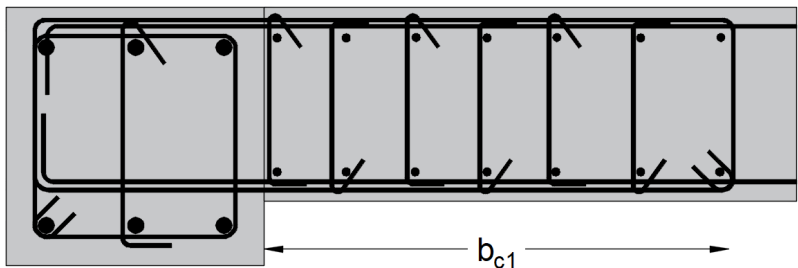
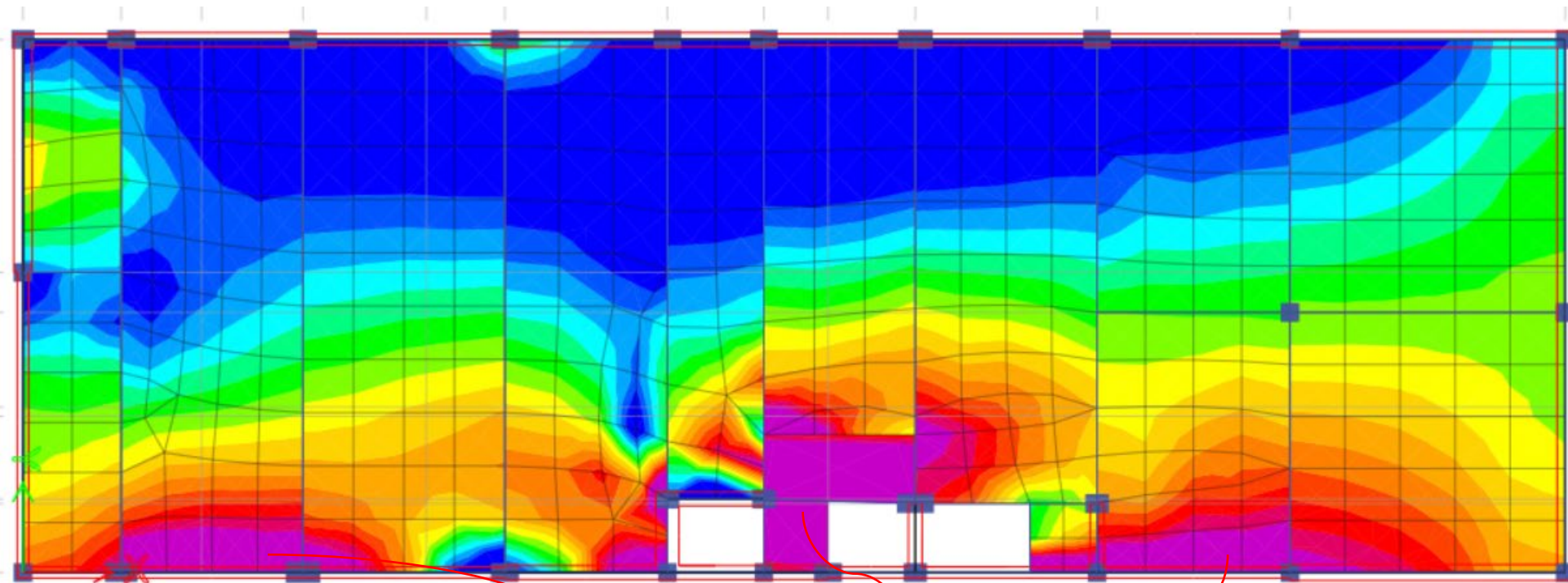


آرماتورها ترجیحا در یک سوم میانی تیر یا دال تعبیه شوند $7\Phi 22$



مشاهده نتایج خروجی نرم افزار

۱- نتایج طراحی یال ها (Chord) در سازه بتنی



نیاز به تعبیه المان مرزی در دیافراگم

$$A_{sh} \geq 0.9sb_c \frac{f'_c}{f_{yt}}$$

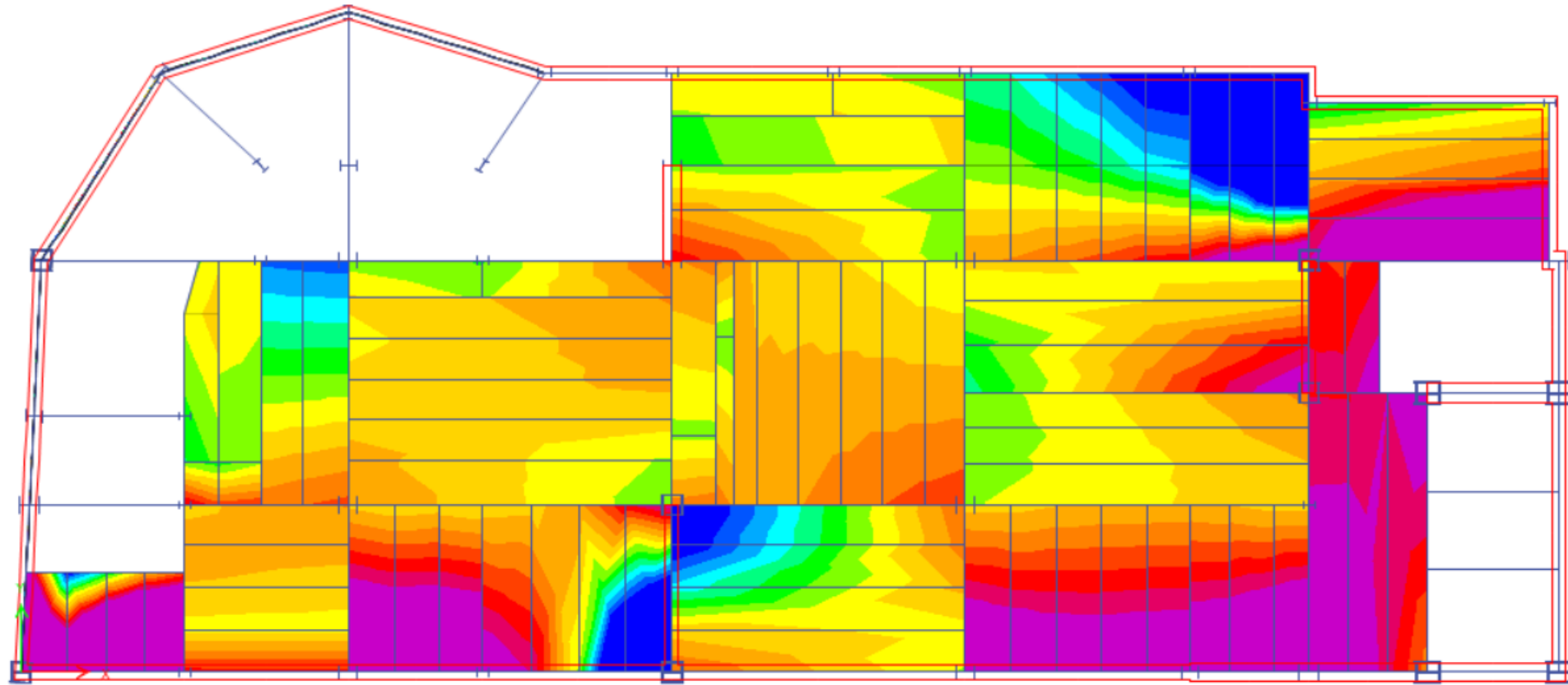
ارائه دهنده: دکتر محمد رضا جوانمردی



@riavannmardi

مشاهده نتایج خروجی نرم افزار

۱- نتایج طراحی یال ها (Chord) سازه فلزی



F11 Contour

F22

F11

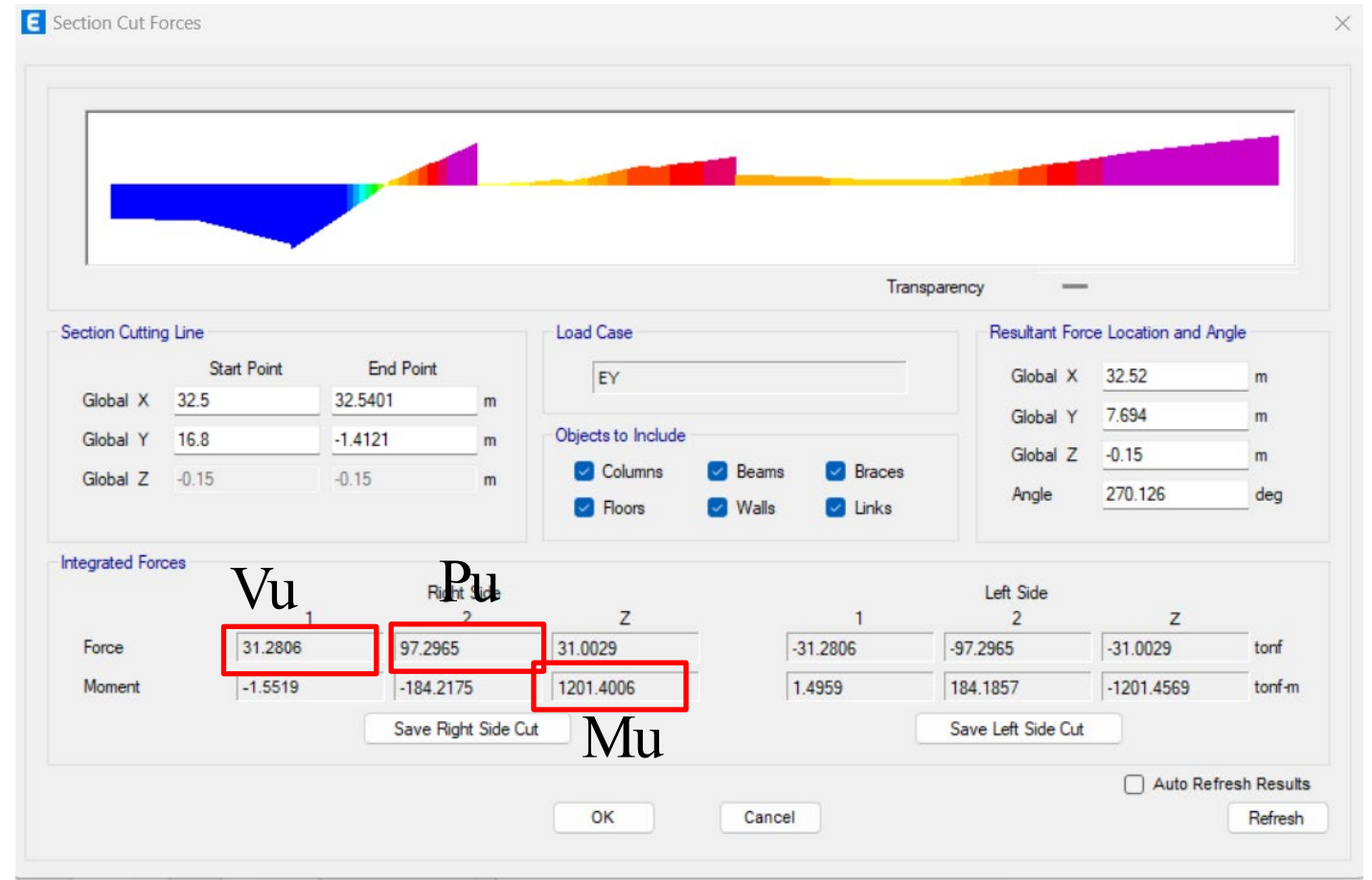
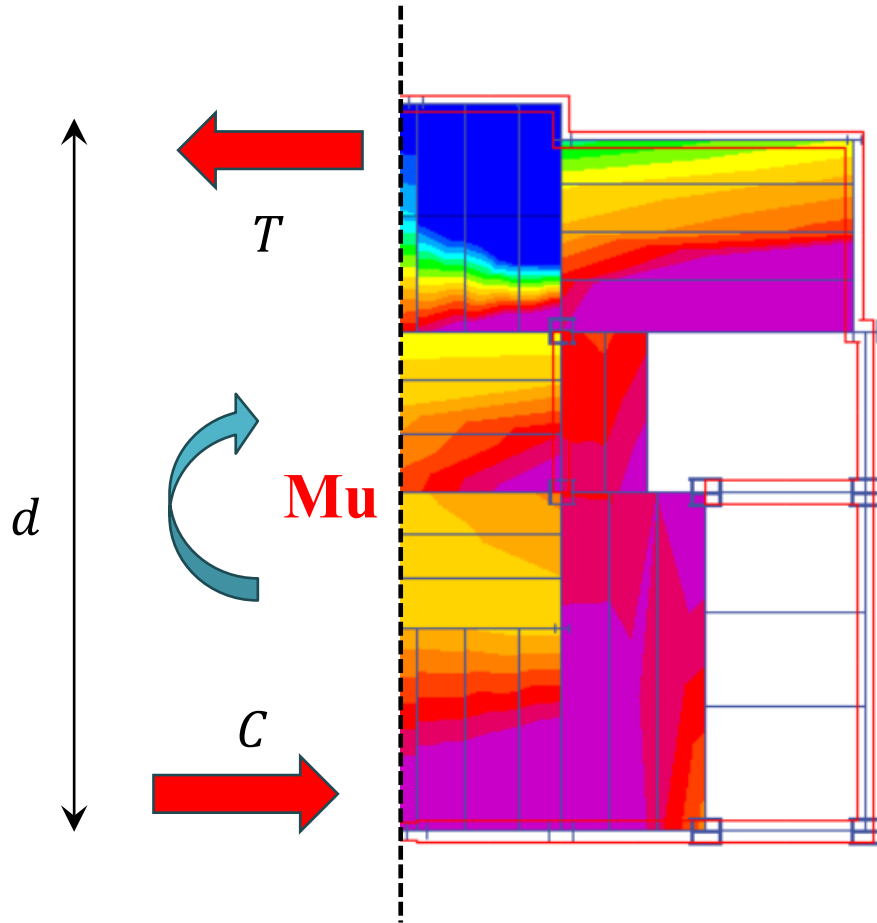
ارائه دهنده: دکتر محمد رضا جوانمردی



@riavannardi

مشاهده نتایج خروجی نرم افزار

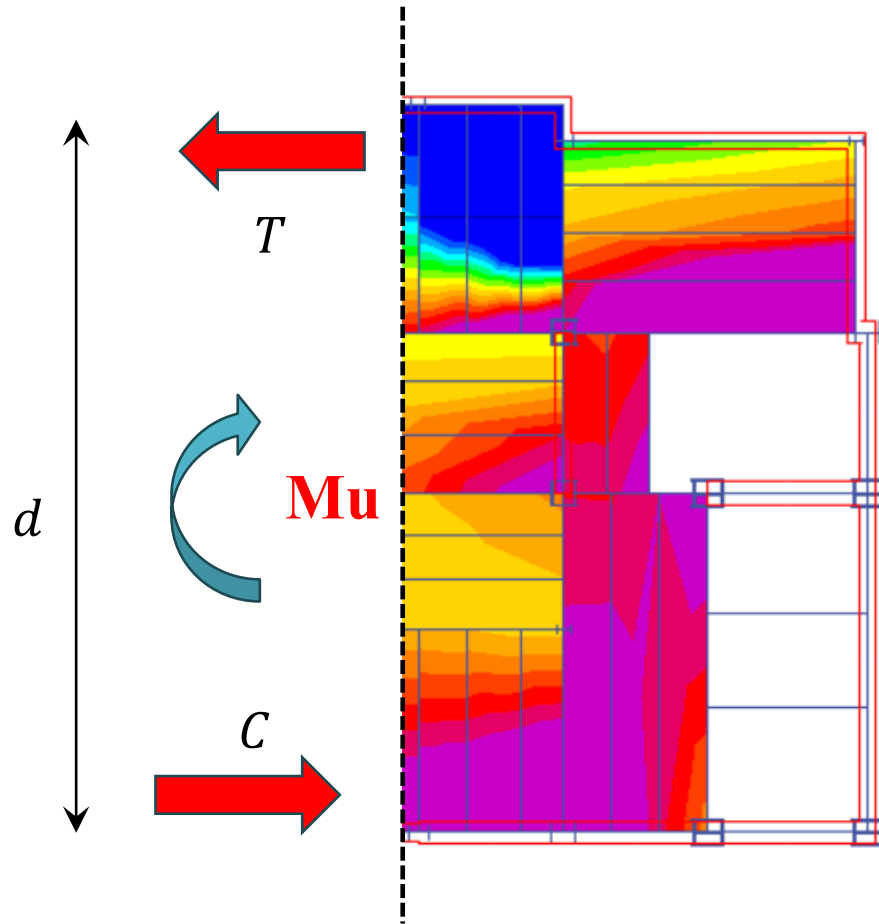
۱- نتایج طراحی یال ها (Chord) در سازه فلزی



@riavannmardi

مشاهده نتایج خروجی نرم افزار

۱- نتایج طراحی یال ها (Chord) در سازه فلزی



در صورت نیاز به آرماتور کششی در یال کششی

$$T = C = \frac{M_u}{d} = \frac{1201}{16} = 75 \text{ tonf}$$

$$A_s = \frac{T}{\phi F_y}, \phi = 0.9, A_s = 35 \text{ cm}^2$$

2400kg/cm²



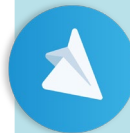
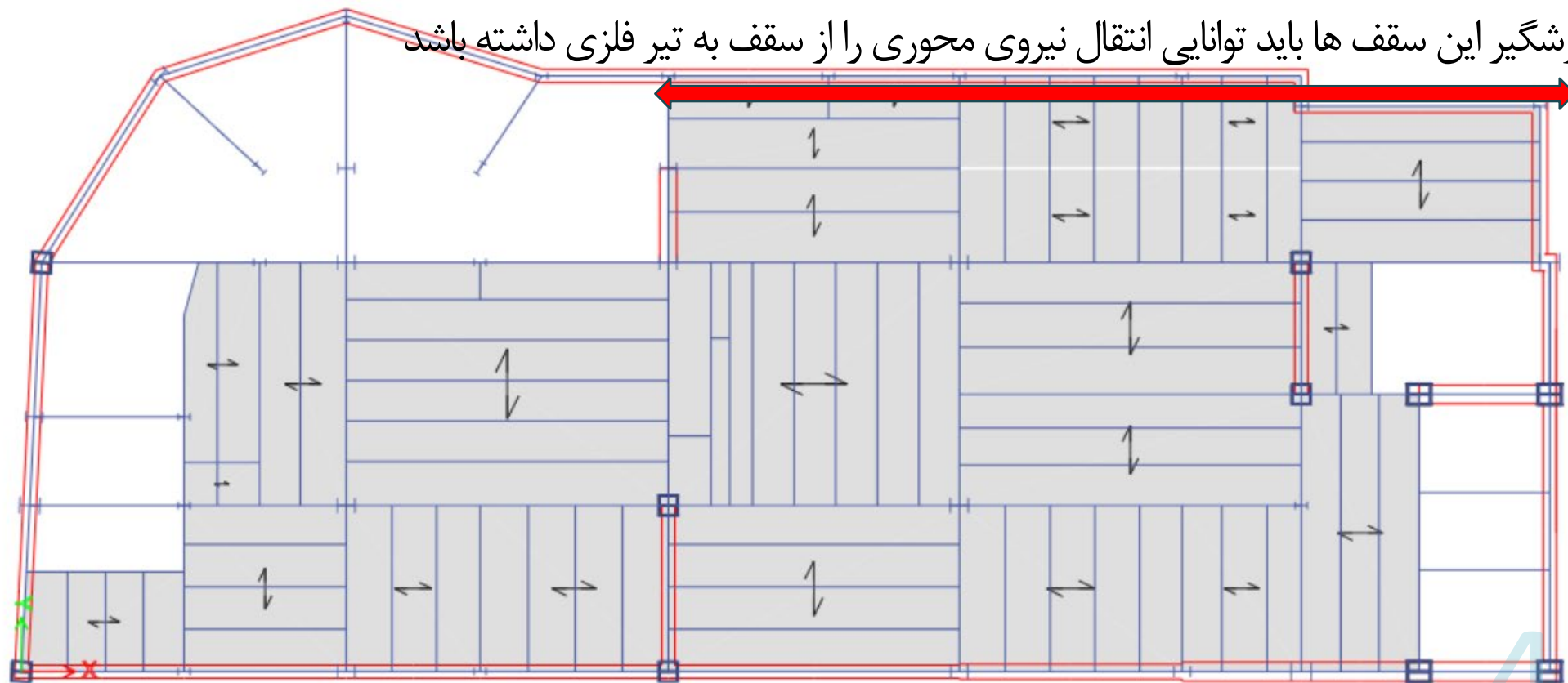
مشاهده نتایج خروجی نرم افزار

۱- نتایج طراحی یال ها (Chord) در سازه فلزی

تیرهای واقع در این محور باید حداقل 35cm^2 مساحت داشته باشند

این تیرها باید توانایی انتقال نیروی محوری را داشته باشند

برشگیر این سقف ها باید توانایی انتقال نیروی محوری را از سقف به تیر فلزی داشته باشد



۲- طراحی برشی دیافراگم (Shear Diaphragm)

Nominal Shear Strength

The nominal in-plane shear strength of composite slab diaphragms shall be taken as the nominal shear strength of the reinforced concrete above the top of the steel deck ribs in accordance with ACI 318, excluding Chapter 14. Alternatively, the composite diaphragm nominal shear strength is permitted to be calculated according to AISI S310 or determined by in-plane shear tests of concrete-filled diaphragms.

AISC 341-22

$$\Phi V_n(N) = \Phi \times A_{CV} \times (0.17\sqrt{f_c} + \rho_t F_y) \quad , \Phi = 0.75$$

درصد آرماتور طولی دیافراگم (یک شبکه)



مشاهده نتایج خروجی نرم افزار

۲- طراحی برشی دیافراگم (Shear Diaphragm)

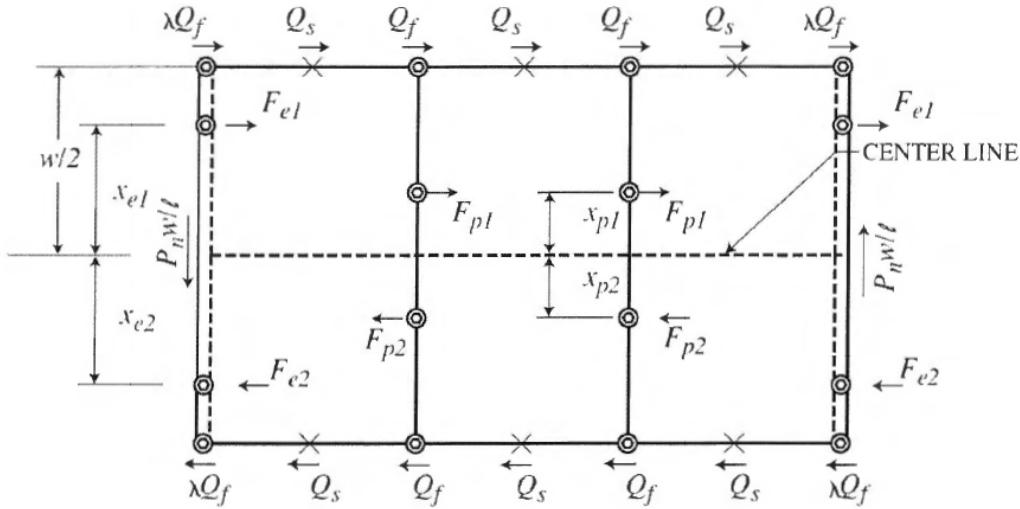


Figure 2.2-3 – Interior Panel Force Distribution

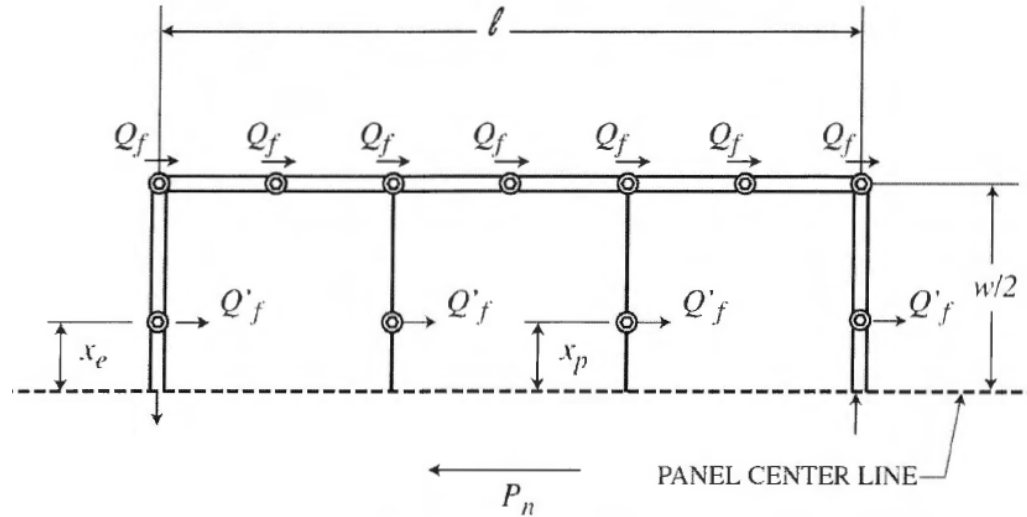


Figure 2.2-2 – Outer Edge Panel

AISI S310, SDI Diaphragm Design

$$S_n = BQ_f/L + kbd_c\sqrt{f'_c} \quad (\text{SDI DDM03 Eq. 5.1-1}) \quad \text{Equation 7-3}$$

مقاومت برشی قابل انتقال توسط برشگیرها

مقاومت برشی بتن سقف

ارائه دهنده: دکتر محمد رضا جوانمردی



@riavannmardi

Load Case/Load Combination/Modal Case

Case Combo Mode

ECOMB34

Component Type

Resultant Forces

Component

F11 FMax V13 M11 MMax

F22 FMin V23 M22 MMin

F12 FVM VMax M12

Contour Appearance

Contour Option: Display on Undeformed Shape

Show Lines Line Width

Show Fill Transparency: 0.0

Show Values

Show Arrows

Contour Values

Min/Max Range: -247 247 kgf/cm

Contour Averaging at Nodes: By Selected Groups

Scaling

Automatic User Scale Factor

OK Close Apply

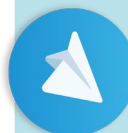
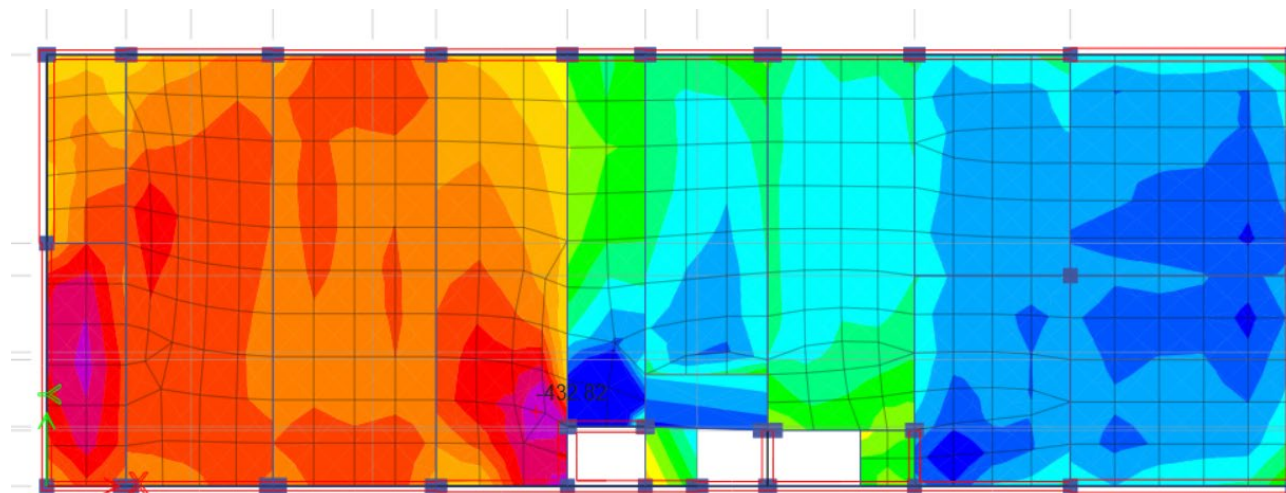
مشاهده نتایج خروجی نرم افزار

۲- طراحی برشی دیافراگم (Shear Diaphragm)

راه اول مشاهده F12 در دال و مشخص شدن محدوده هایی که تنش برشی در دال بالاتر از حد مجاز رفته است

حد نیروهای برشی

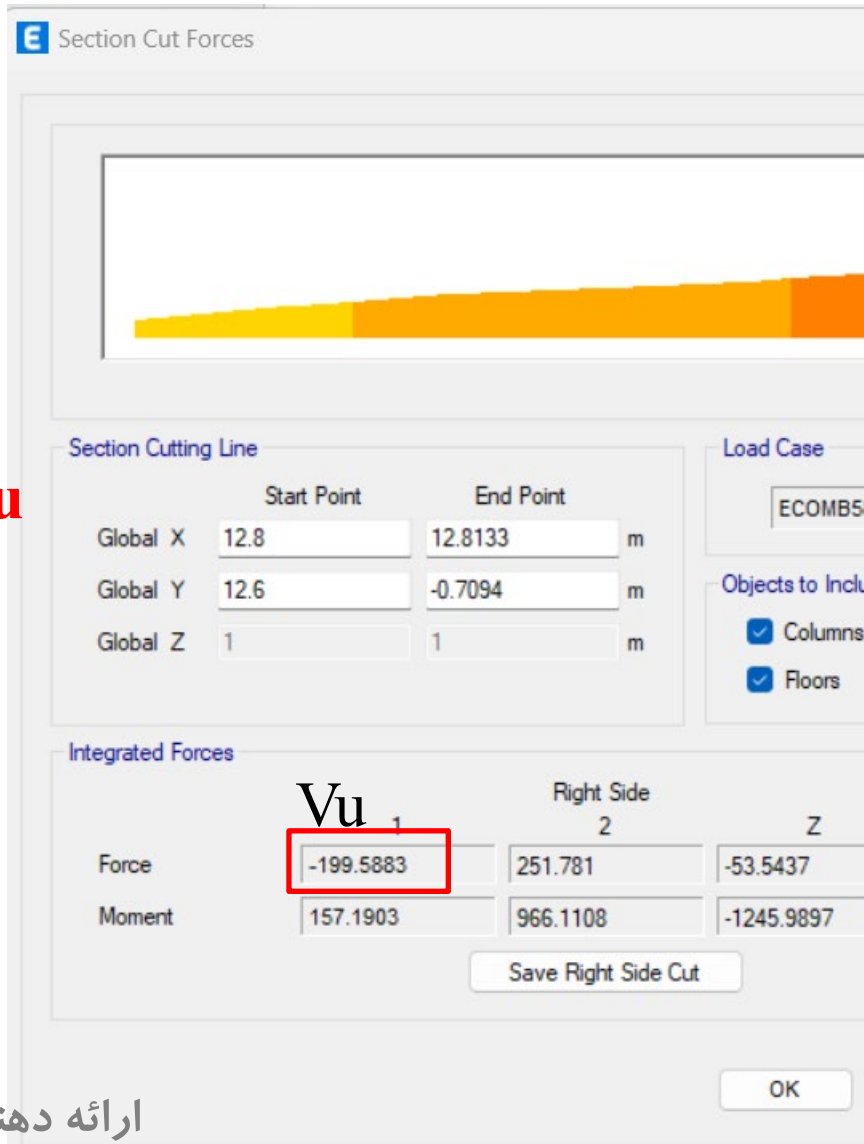
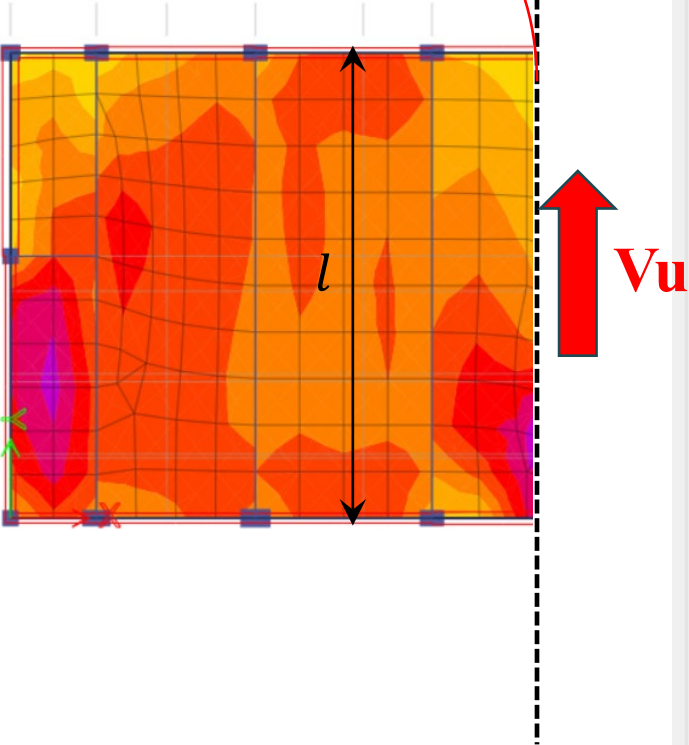
$$\phi \times thickness \times (0.17\sqrt{f_c} + \rho_t F_y) = 24.7 \frac{N}{mm} = 247 \frac{kg}{m}$$



مشاهده نتایج خروجی نرم افزار

۲- طراحی برشی دیافراگم (Shear Diaphragm) در سازه بتنی

$$A_{CV} = l \times t$$



راه دوم، استفاده از Section Cut بر روی مقطع بحرانی

$$\begin{aligned} \phi V_n &= \Phi \times A_{CV} \times (0.17\sqrt{f_c} + \rho_t F_y) \\ &= 0.75 \times 12000 \times 200 \\ &\quad \times (0.17\sqrt{30} + 0.0018 \times 400) \\ \phi V_n &= 2970 \text{KN} = 297 \text{ tonf} \end{aligned}$$

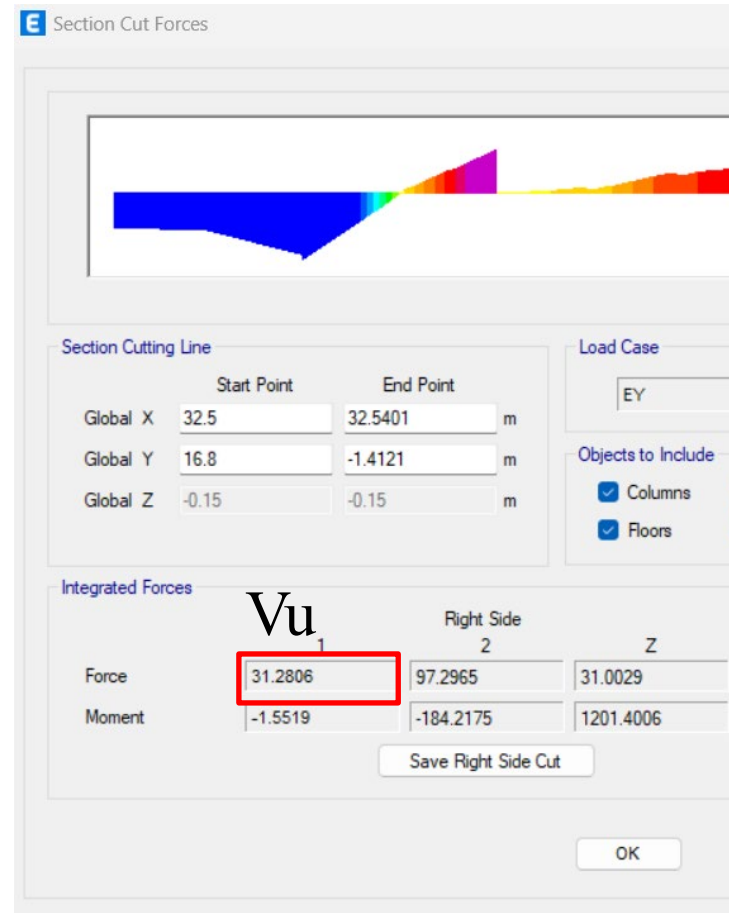
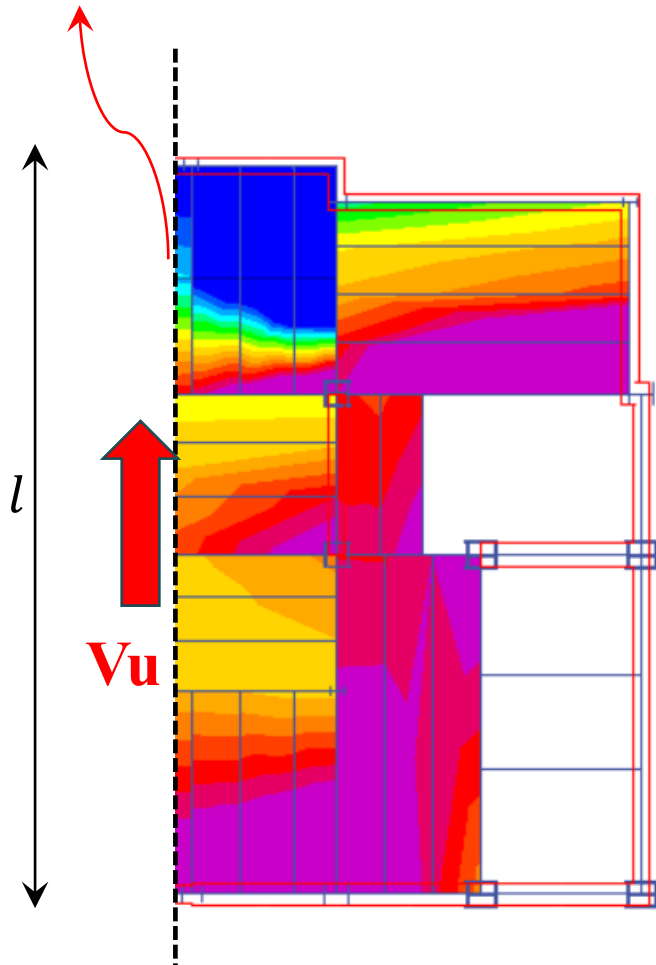
$$Vu = 199.5 \text{ tonf} \leq \phi V_n \checkmark$$



مشاهده نتایج خروجی نرم افزار

۲- طراحی برشی دیافراگم (Shear Diaphragm) در سازه فلزی

$$A_{CV} = l \times t$$

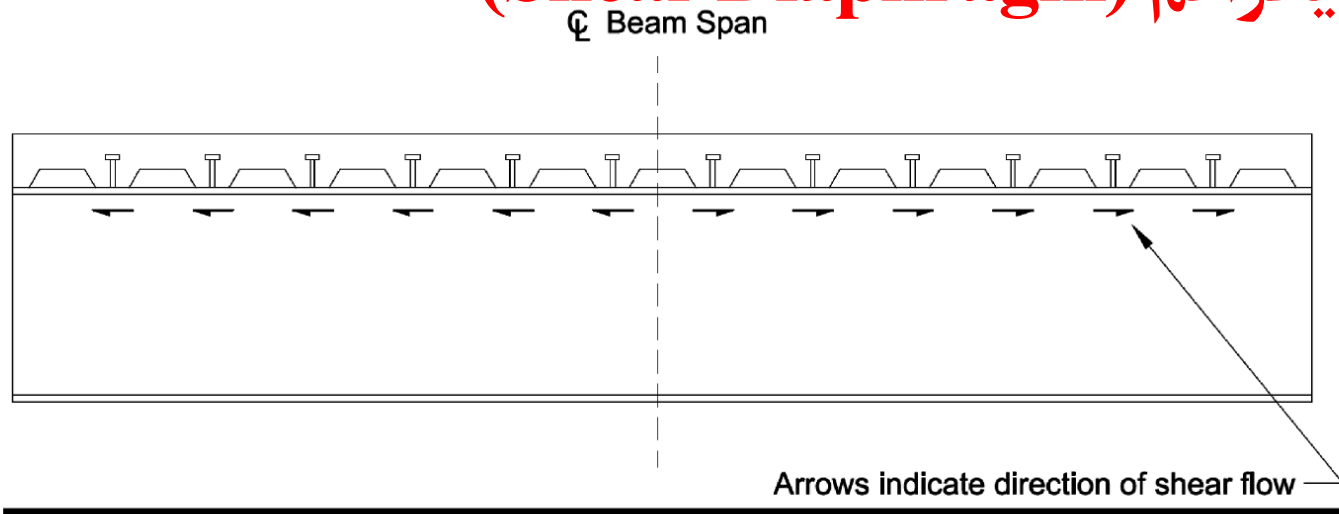


$$\begin{aligned} \phi V_n &= \Phi \times A_{CV} \times (0.17\sqrt{f_c} + \rho_t F_y) \\ &= 0.75 \times 16000 \times 80 \\ &\quad \times (0.17\sqrt{30} + 0.0018 \times 400) \\ \phi V_n &= 1585 \text{KN} = 158 \text{ tonf} \\ V_u &= 31.2 \text{ tonf} \leq \phi V_n \quad \checkmark \end{aligned}$$

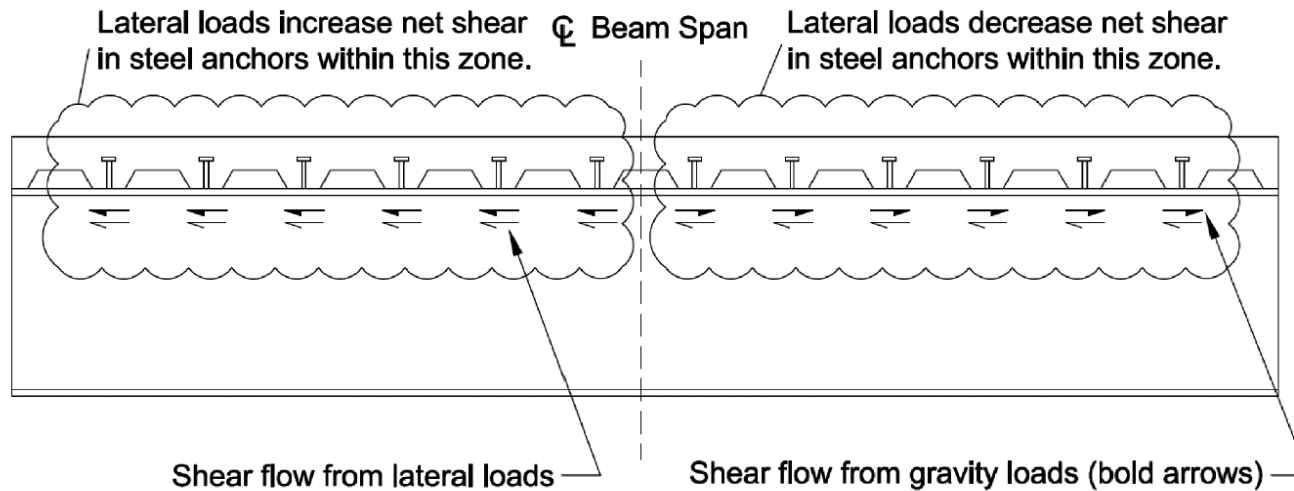


مشاهده نتایج خروجی نرم افزار

۲- طراحی برشی دیافراگم (Shear Diaphragm)



(a) Shear flow due to gravity loads only



(b) Shear flow due to gravity and lateral loads in combination



مشاهده نتایج خروجی نرم افزار

۲- طراحی برشی دیافراگم (Shear Diaphragm)

Diagonal Bracing

In some cases it may not be possible to utilize composite deck or steel deck diaphragms to transfer lateral loads around large openings. At other times, the demands in the diaphragm exceed its capacity, and additional reinforcement, additional concrete thickness, or heavier-gage steel deck are not practical methods to increase the capacity of the diaphragm. Diagonal bracing within the plane of the diaphragm may be a practical way of solving these problems. The seismic provisions in AISC 341 do not contain explicit requirements for dealing with this type of diaphragm. However, the underlying design intent for diaphragm behavior, i.e., essentially elastic behavior, as well as the design philosophy for concentrically braced frames in AISC 341, may provide some guidance to the designer. The members in this diagonally braced diaphragm should be capable of resisting the amplified seismic demand, i.e., using Ω_0 , because out-of-plane bracing of the nodes cannot be provided, and the connections should be capable of developing the tensile strength of the brace member.

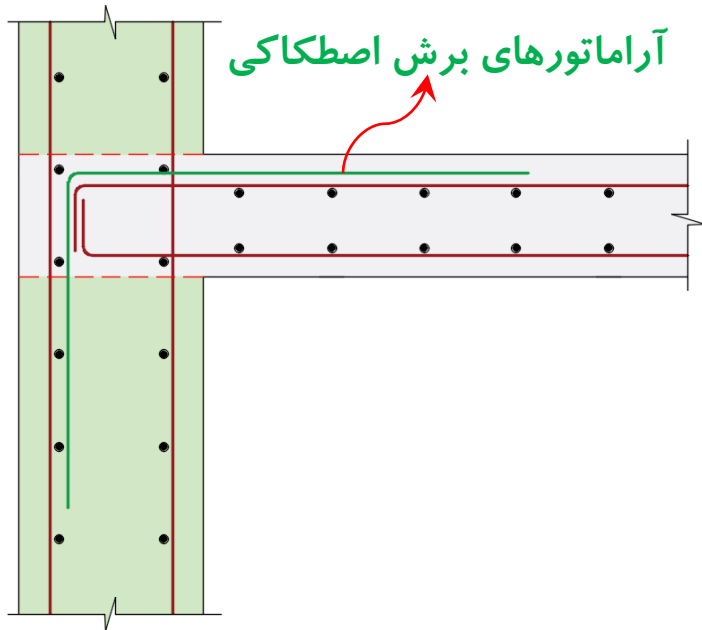
ارائه دهنده: دکتر محمد رضا جوانمردی



@riavannardi

مشاهده نتایج خروجی نرم افزار

۳- کنترل اتصال به سیستم باربر جانبی (Shear Friction)

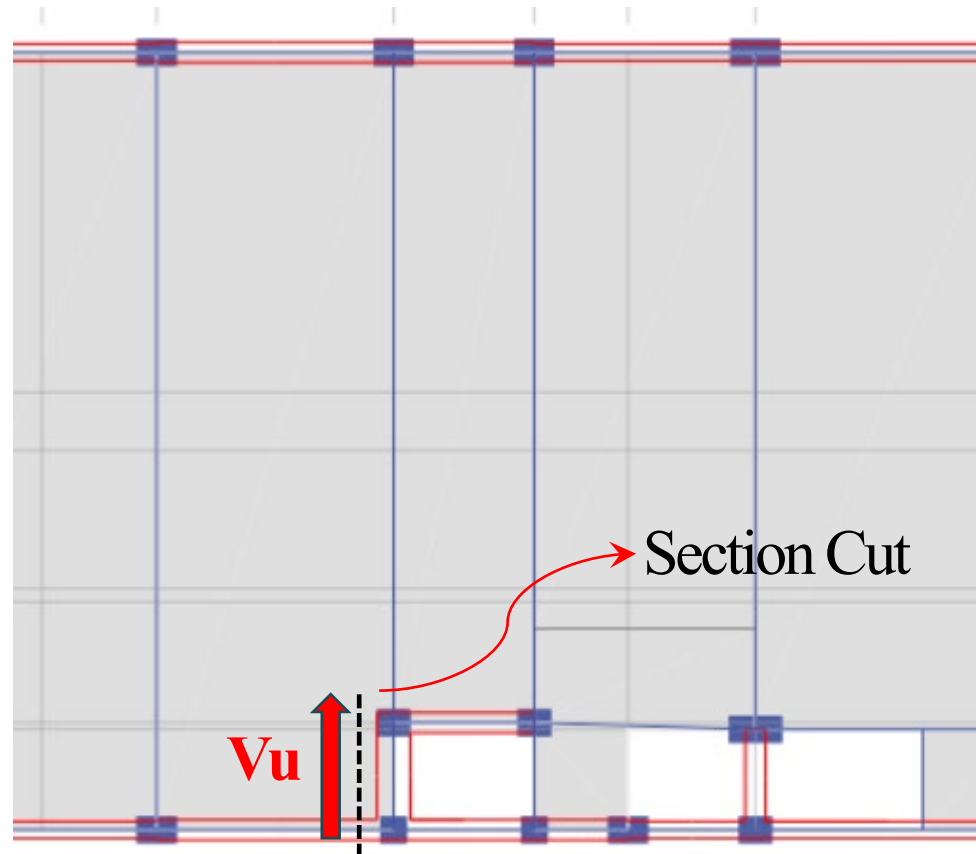


$$V_u \leq \phi V_n = \phi \mu A_{vf} F_y \quad \phi = 0.75$$

مساحت آرماتورهای برش اصطکاکی

ارائه دهنده: دکتر محمد رضا جوانمردی

در سازه فولادی Shear Stud و در سازه بتنی Shear Friction
Reinforcement وظیفه انتقال بار به سیستم لرزه بر را دارد



@riavannmardi

مشاهده نتایج خروجی نرم افزار

۳- کنترل اتصال به سیستم باربر جانبی (Shear Friction)

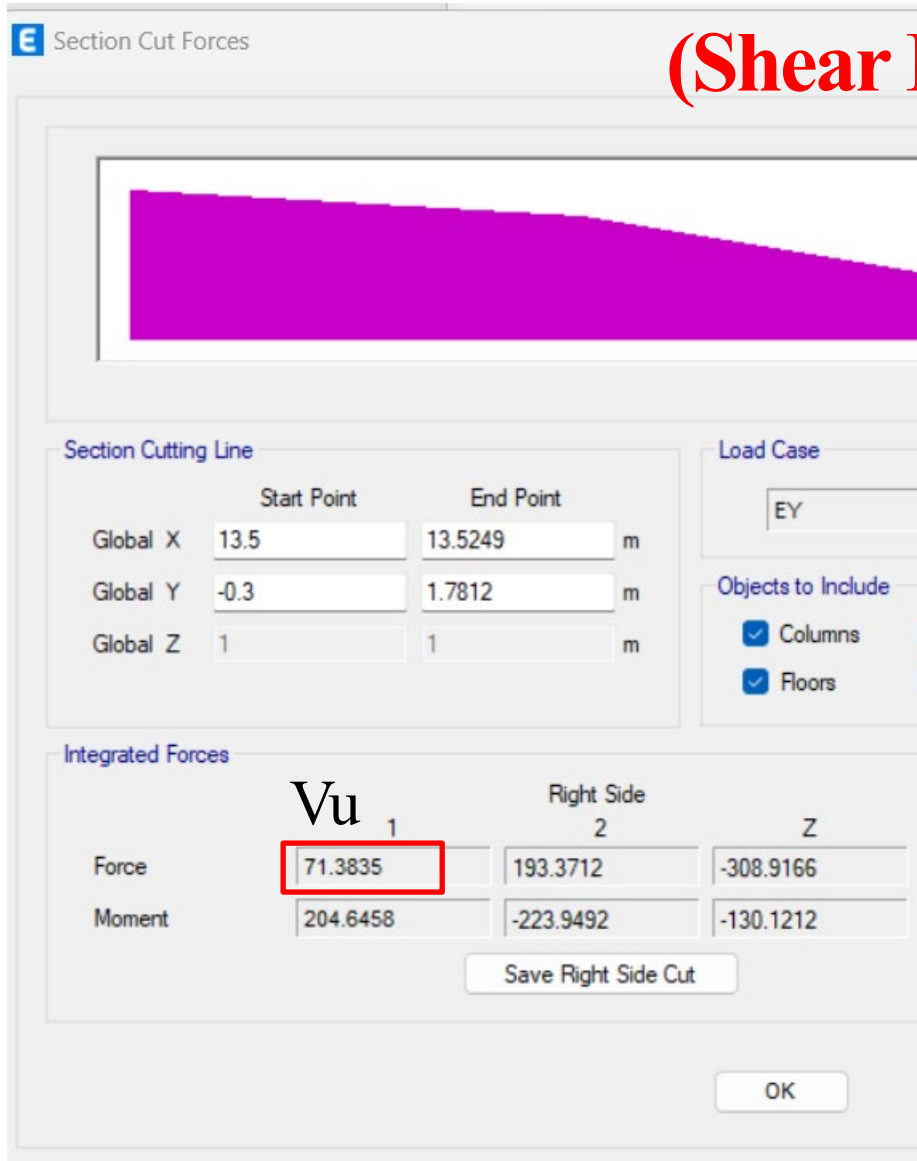


Table 22.9.4.2—Coefficients of friction

Contact surface condition	Coefficient of friction $\mu^{[1]}$	
Concrete placed monolithically	1.4 λ	(a)
Concrete placed against hardened concrete that is clean, free of laitance, and intentionally roughened to a full amplitude of approximately 6 mm	1.0 λ	(b)
Concrete placed against hardened concrete that is clean, free of laitance, and not intentionally roughened	0.6 λ	(c)
Concrete placed against as-rolled structural steel that is clean, free of paint, and with shear transferred across the contact surface by headed studs or by welded deformed bars or wires.	0.7 λ	(d)

^[1] $\lambda = 1.0$ for normalweight concrete. For lightweight concrete, λ is calculated as given in 19.2.4, but shall not exceed 0.85.

$$V_u \leq \phi V_n = \phi \mu A_{vf} F_y \quad \phi = 0.75$$

$$71 \text{ tonf} \leq 0.75 \times 1 \times A_{vf} \times 4000 \quad A_{vf} = 23 \text{ cm}^2$$

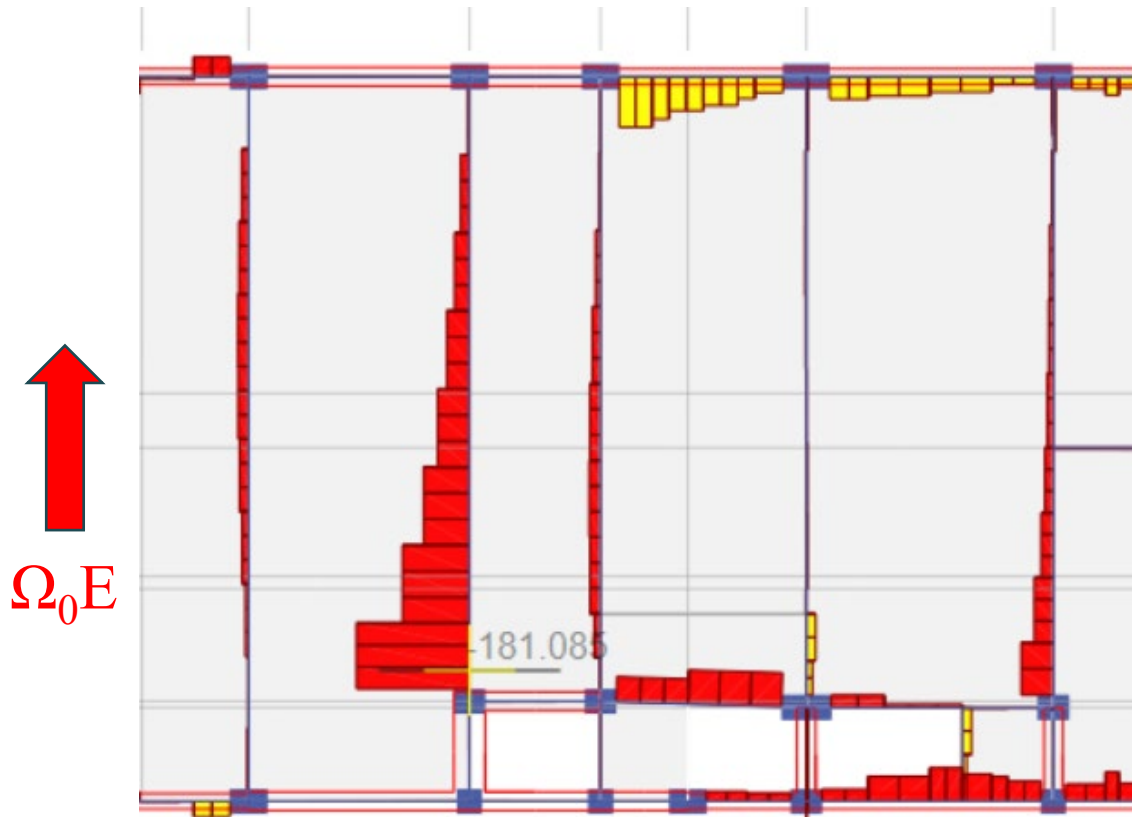
مساحت کل آرماتورهای برش اصطکاکی

$$L = 1.8 \text{ m} \rightarrow A_{vf} = 13 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow \text{use } \Phi 18 @ 20 \text{ cm}$$

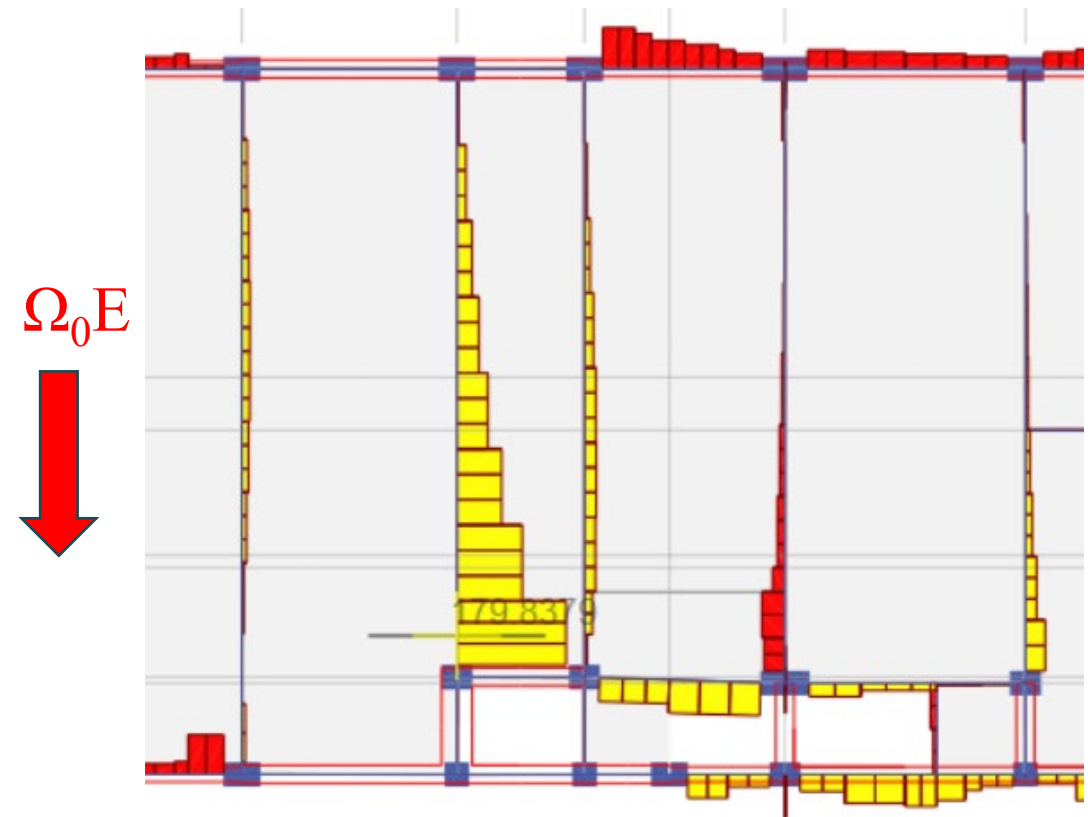


مشاهده نتایج خروجی نرم افزار

۴- طراحی جمع کننده (Collector) در سازه بتنی



Beam Axial Force
Pu Tensile=181 tonf



Beam Axial Force
Pu Compression=179 tonf



مشاهده نتایج خروجی نرم افزار

۴- طراحی جمع کننده (Collector) در سازه بتنی

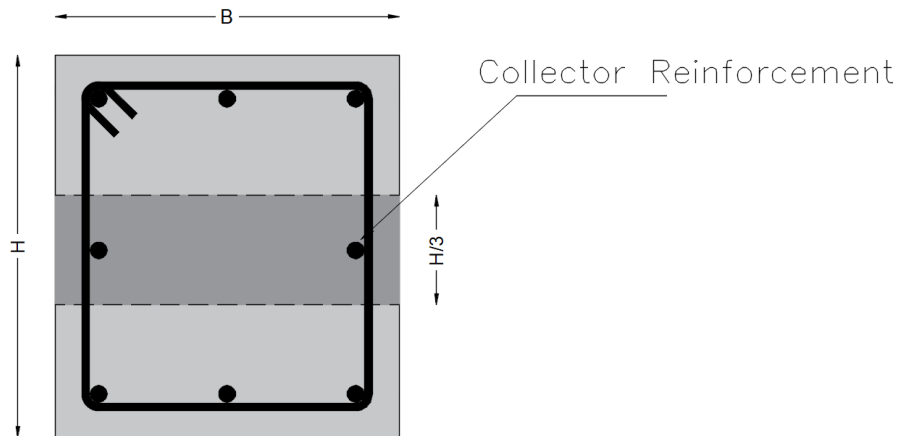
Pu Tensile=181 tonf

$$A_s = \frac{T}{\phi F_y}, \phi = 0.9, A_s = 50 \text{ cm}^2$$

آرماتورهای جمع کننده باید حداقل به اندازه L_d در درون دیوار و جایی که دیگر نیاز به آن ها وجود ندارد ادامه یابند

این آرماتورها باید به آرماتورهای خمشی تیر اضافه شوند

ترجیحا آرماتورها در یک سوم میانی تیر تعبیه شوند



Pu Compression=179 tonf check for Boundary Zone if needed

$$0.5 f'_c b d = 0.5 \times 300 \times 50 \times 65 = 487 \text{ tonf} \geq \text{Pu Compression} \checkmark$$

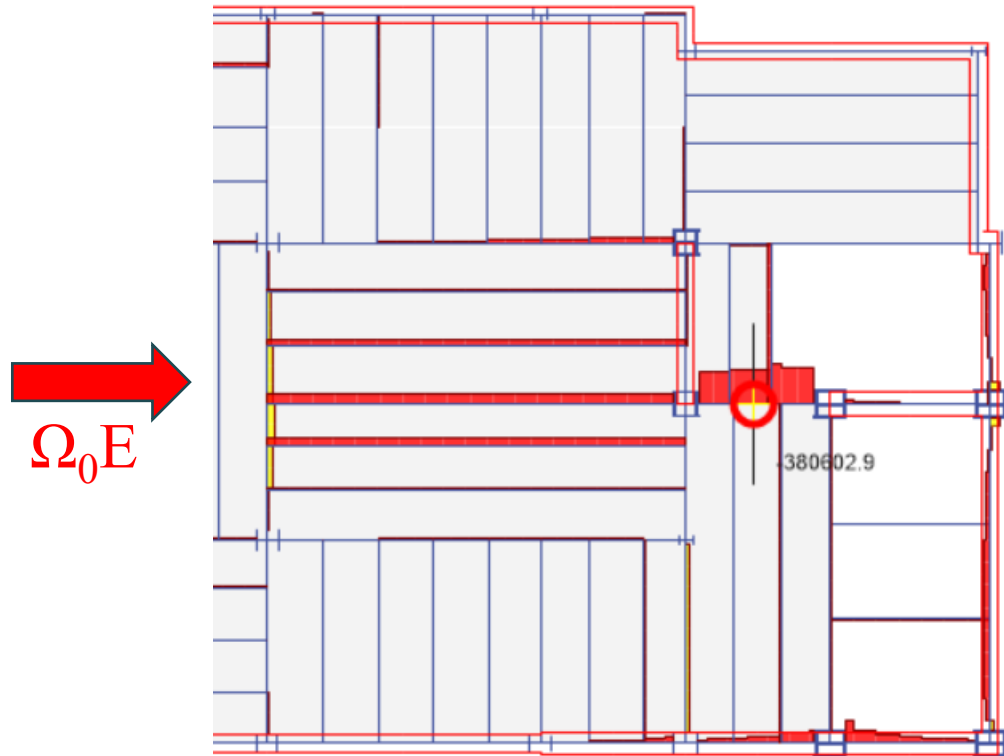


مشاهده نتایج خروجی نرم افزار

۴- طراحی جمع کننده (Collector) در سازه فلزی

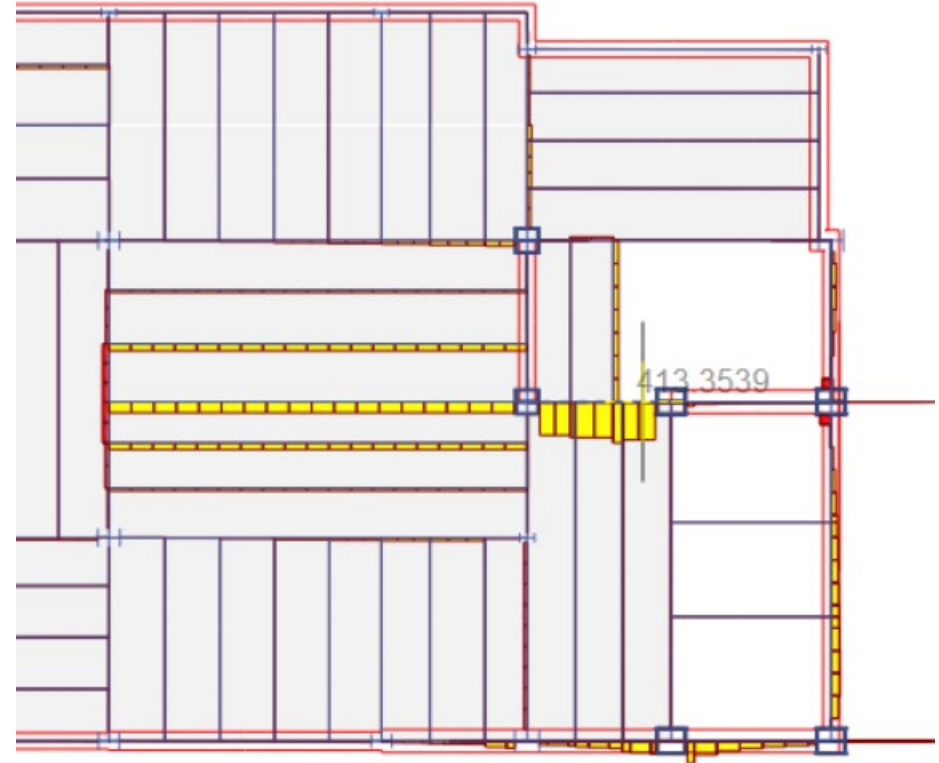


@riavannardi



Beam Axial Force

Pu Compression = 380 tonf



Beam Axial Force

Pu Tensile = 413 tonf

مشاهده نتایج خروجی نرم افزار

۴- طراحی جمع کننده (Collector) در سازه فلزی

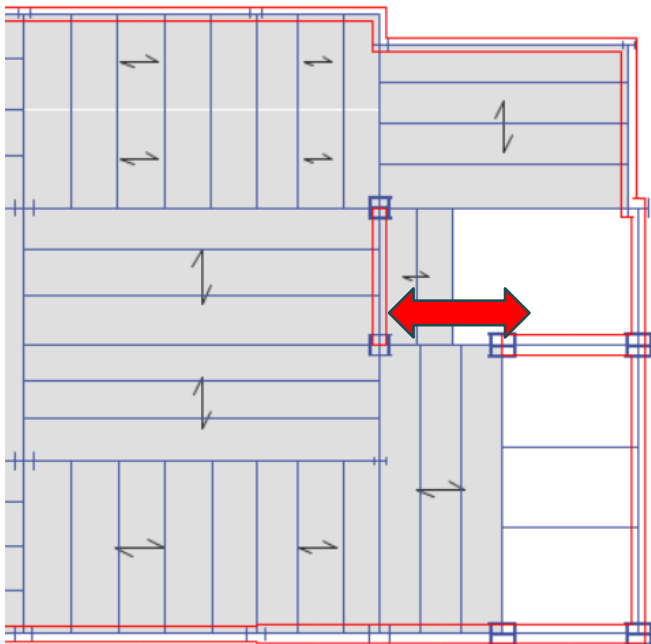
Pu Tensile=413 tonf

$$A_s = \frac{T}{\phi F_y}, \phi = 0.9, A_s = 191cm^2$$

$A_s = 191cm^2$ باید به مقطع تیرهای این محور اضافه گردد

این تیرها باید توانایی انتقال نیروی محوری را داشته باشند

برشگیر این سقف ها باید توانایی انتقال نیروی محوری را از سقف به تیر فلزی داشته باشد



با تشکر از توجه شما