



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### فهرست مطالب

- ① کلیات
- ② ترکیب بارها
- ③ بارهای مرده
- ④ بارهای زنده
- ⑤ بارهای ناشی از برف
- ⑥ بارهای ناشی از باد
- ⑦ بارهای لرزه‌ای
- ⑧ بارهای ناشی از باران

۲ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

# مرجع تخصصی مهندسی عمران

[www.Mcivil.ir](http://www.Mcivil.ir)

دانلود انواع پروژه های دانشجویی مهندسی عمران

فیلم های آموزشی نرم افزار

آگهی های استخدامی عمران به صورت روزانه



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

Version: 1.0      نسخه انتشار: زمستان ۹۵

این جزوه برای استفاده در کلاس‌های بارگذاری و مباحث مرتبط تهیه شده است و استفاده تنها از آن ممکن است چندان گویا نباشد.

این جزوه به مرور تکمیل خواهد شد.

کاربرد اصلی این جزوه برای کلاس‌های آمادگی آزمون محاسبات است. لیکن در موارد مشابه نیز قابل استفاده است.

سعی شده در این جزوه مباحث مهم بارگذاری مبحث ششم پوشش داده شود. در صورت وجود خطا در این نوشتار، لطفاً با اطلاع رسانی، بنده را در بهبود کیفیت آموزشی آن همراهی نمایید.

**انتشار غیرتجاری این جزوه با ذکر منبع بلامانع است.**

برای دریافت آخرین نسخه از این جزوه و سایر آموزش‌ها می‌توانید عضو کانال تلگرامی [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel) شوید.

Version: 1.0      This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission      صفحه ۳

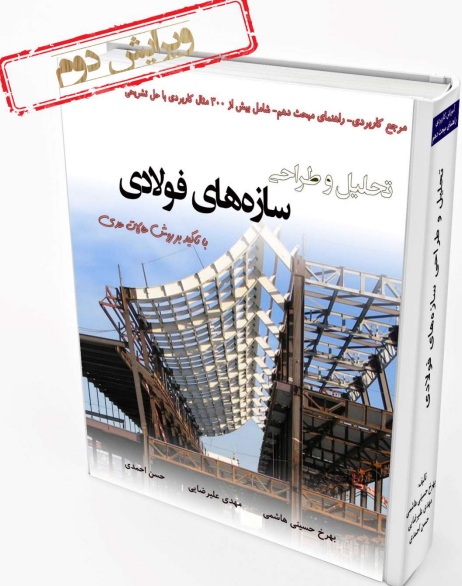
WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

معرفی کتاب:

**عنوان: تحلیل و طراحی سازه‌های فولاد**  
با تاکید بر روش حالات حدی  
راهنمای مبحث دهم - شامل بیش از ۳۰۰ مثال حل شده

تالیف:  
دکتر بهرخ حسینی هاشمی  
دکتر مهدی علیرضایی  
مهندس حسن احمدی

**ویرایش دوم**



Version: 1.0      This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission      صفحه ۴



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

Subject 6

American Society of Civil Engineers,  
 Minimum Design Loads for Buildings and  
 Other Structures (ASCE7-10)

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

## کلیات

حالت حدی: شرایطی که فراتر از آن سازه یا عضو مورد نظر برای سرویس دهی نامناسب بوده و انتظار می‌رود بعد از آن قابلیت استفاده بیشتر را نداشته باشد.

سیستم باربر جانبی: قسمتی از کل سازه است که تحمیل بارهای جانبی به کار گرفته می‌شود.

ضریب بار: ضریبی که برای در نظر گرفتن بار واقعی نسبت به بار اسمی استفاده می‌شود.

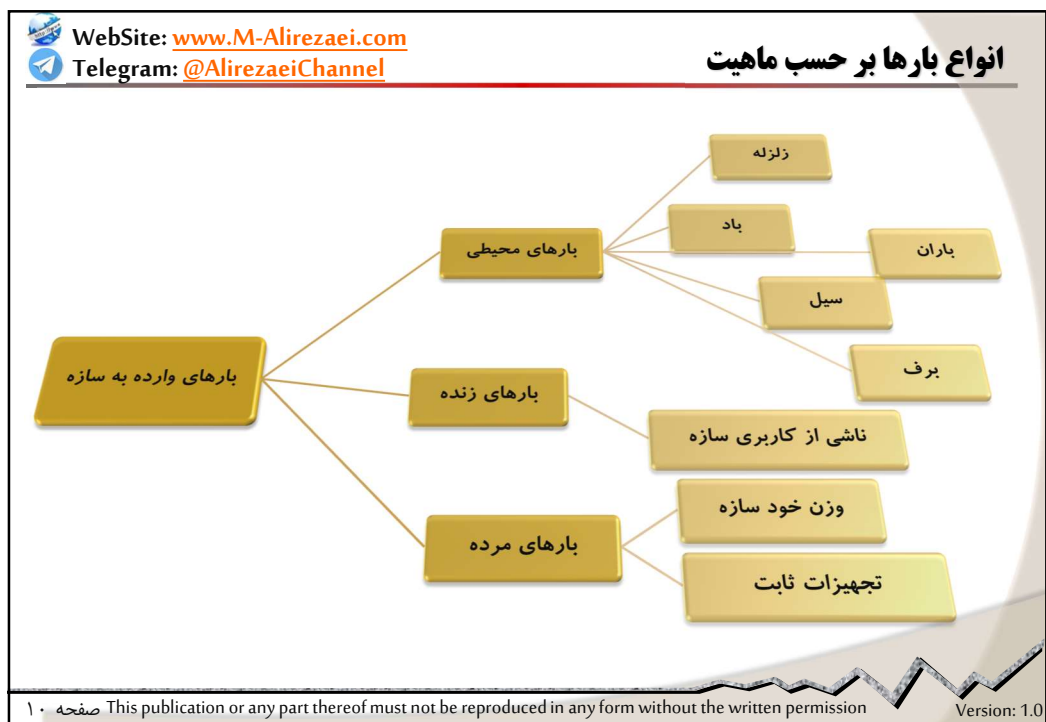
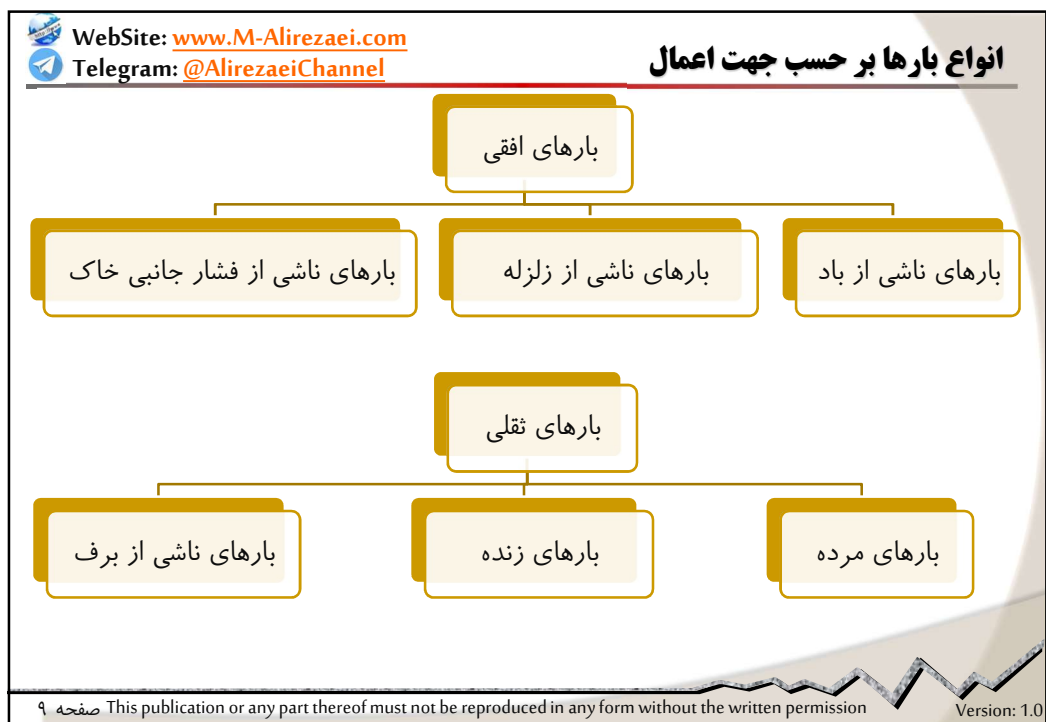
ضریب مقاومت: ضریبی که اختلاف مقاومت واقعی مصالح را از مقاومت اسمی و نیز نحوه و تبعات شکست را در نظر می‌گیرد.

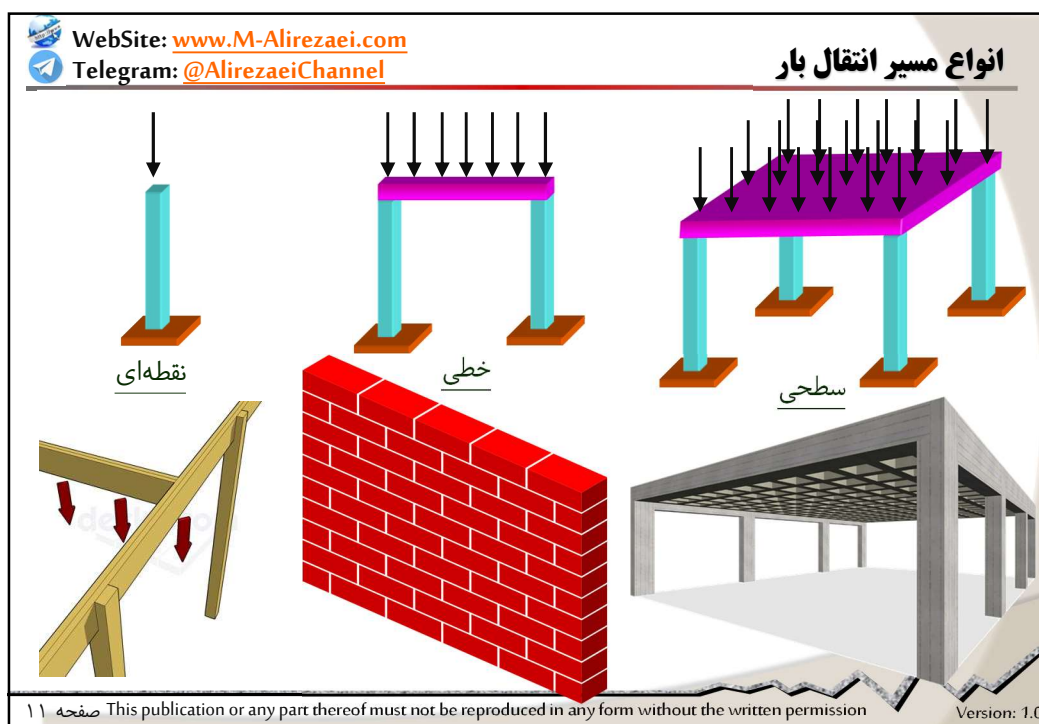
مقاومت اسمی: ظرفیت سازه یا اعضای سازه‌ای

مقاومت طراحی: به حاصلضرب مقاومت اسمی در ضریب مقاومت اطلاق می‌گردد.

$$\left\{ \begin{matrix} P_n \\ V_n \\ M_n \\ T_n \end{matrix} \right\} \times \phi$$

Version: 1.0





WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### گروه بندی ساختمان‌ها

✱ ۱-۵-۶-۱- ساختمان‌ها باید بر میزان خطر پذیری جانی، سلامت و رفاهی که براساس میزان آسیب یا خرابی و با توجه به کاربری آن‌ها مطابق جدول ۱-۶-۱ (ص ۹) تعیین شوند.

✱ این دسته بندی برای بارهای زلزله، باد، سیل، برف و یخ در نظر گرفته شده است.

✱ نیروهای بدست آمده در سایر فصول بایستی متناسب با نوع بار در ضرایب اهمیت داده شده در جدول ۲-۱-۶ ضرب شوند.

✱ ۲-۵-۶-۱- در صورتی که ساختمان یا سایر سیستم‌های سازه‌ای به قسمت‌هایی با سیستم‌های مستقل تقسیم شده‌اند، گروه بندی هر قسمت می‌تواند به صورت مستقل از هم انجام شود. در غیر این‌طور بایستی برای کل سازه بیشترین درجه اهمیت در نظر گرفته شود.

مدرسه  $I_e=1.2$   
 سرایداری  $I_e=1.0$   
 درز انقطاع

۱۲ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: @AlirezaeiChannel

خلاصه جدول ۶-۱-۱ ص ۹ مبث ششم

گروه خطر پذیری	نوع کاربری ساختمان
۱	<p>- سازه‌هایی که به عنوان تاسیسات ضروری طراحی می‌شوند و وقفه در بهره‌برداری از آنها به طور غیرمستقیم موجب افزایش تلفات و خسارات می‌شود. مانند بیمارستان و درمانگاه‌ها، مراکز مخابراتی، رادیویی و تلویزیونی، تاسیسات انتظامی، مراکز کمک رسانی.</p> <p>- ساختمان‌ها و تاسیسات صنعتی که خرابی آنها موجب گسترش مواد سمی و مضر برای محیط زیست در کوتاه مدت و یا دراز مدت خواهد گردید.</p> <p>- سایر ساختمان‌ها و سیستم‌های سازه‌ای که برای حفظ عملکرد ساختمان‌های گروه خطر پذیری ۱ مورد نیاز می‌باشند.</p>
۲	<p>- ساختمان‌هایی که خرابی آنها موجب تلفات جانبی قابل توجه شود. مانند مدارس، مساجد، استادیوم‌ها، سینما و تئاترها، سالن‌های اجتماعات، فروشگاه‌های بزرگ، ترمینال‌های مسافری، یا هر فضای سرپوشیده که بیش از ۳۰۰ نفر زیر یک سقف قرار می‌گیرند.</p> <p>- ساختمان‌هایی که جزو گروه خطر پذیری ۱ نیست لیکن خرابی آنها خسارات اقتصادی قابل توجه داشته باشد و یا باعث از بین رفتن ثروت ملی شود. مانند موزه‌ها، کتابخانه‌ها و یا مراکزی که در آنها مدارک ملی و پرازش نگهداری می‌شود.</p> <p>- ساختمان‌هایی که جزو گروه خطر پذیری ۱ نیست لیکن خرابی آنها موجب آتش سوزی وسیع یا آلودگی محیط زیست شود. مانند مراکز گازرسانی، پالایشگاه‌ها، انبارهای سوخت.</p>
۳	<p>- ساختمان‌هایی که جزو سه گروه گفته شده نباشند، مانند ساختمان‌های مسکونی، اداری، هتل، پارکینگ‌های طبقاتی، انبارها، کارگاه‌ها، ساختمان‌های صنعتی و غیره.</p>
۴	<p>- ساختمان‌هایی که خرابی آنها موجب خسارات جانی و مالی نسبتاً کم خواهد شد مثل انبارهای کشاورزی.</p> <p>- ساختمان‌ها و یا سایر سازه‌های موقتی که مدت بهره‌برداری از آنها کمتر از ۲ سال است.</p>

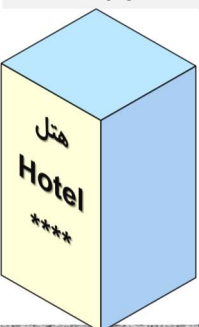
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۱۳ Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: @AlirezaeiChannel

جدول ۶-۱-۲ ص ۱۰ مبث ششم:

گروه خطر پذیری طبق جدول ۶-۱-۱	ضریب اهمیت بار لرزه‌ای، $I_e$	ضریب اهمیت بار باد، $I_w$	ضریب اهمیت بار یخ، $I_i$	ضریب اهمیت بار برف، $I_s$
۱	۱.۴	۱.۲۵	۱.۲۵	۱.۲
۲	۱.۲	۱.۱۵	۱.۲۵	۱.۱
۳	۱	۱	۱	۱
۴	۰.۸	۰.۸	۰.۸	۰.۸

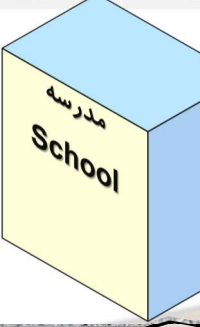
مثال:



هتل  
Hotel  
\*\*\*\*

→

$$\begin{cases} I_e = 1.0 \\ I_w = 1.0 \\ I_i = 1.0 \\ I_s = 1.0 \end{cases}$$



مدرسه  
School

→

$$\begin{cases} I_e = 1.2 \\ I_w = 1.15 \\ I_i = 1.25 \\ I_s = 1.1 \end{cases}$$

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۱۴ Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال- (سال ۹۳)- ضریب اهمیت بار برف برای مساجد . . . . . و برای درمانگاهها . . . . . است.

(۱) 1.25 و 1.15	(۲) 1.2 و 1.4
(۳) 1.25 و 1.25	(۴) 1.1 و 1.2 ✓

---

مثال- ضریب اهمیت بار زلزله برای مساجد . . . . . و برای درمانگاهها . . . . . است.

(۱) 1.25 و 1.15	(۲) 1.2 و 1.4 ✓
(۳) 1.25 و 1.25	(۴) 1.1 و 1.2

گروه خطر پذیری طبق جدول ۶-۱-۱	ضریب اهمیت بار لرزه‌ای، $I_E$	ضریب اهمیت بار باد، $I_W$	ضریب اهمیت بار یخ، $I_I$	ضریب اهمیت بار برف، $I_S$
1 درمانگاهها	1.4	1.25	1.25	1.2
2 مساجد	1.2	1.15	1.25	1.1
3	1	1	1	1
4	0.8	0.8	0.8	0.8

Version: 1.0  
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۱۵

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: @AlirezaeiChannel

## ترکیب بارها

\* ۶-۲-۱- در طراحی سازه‌ها برای در نظر گرفتن اثر همزمانی بارهای مختلف، بایستی سازه یا عضو مورد نظر برای ترکیبی از نیروهای احتمالی، طراحی شود. این ترکیب بارها بایستی براساس نوع طراحی (روش مقاومت مجاز یا روش حالات حدی) تعیین شوند.

ترکیب بارها

- غیرعادی
  - حالات حدی
  - بهره‌برداری
- طراحی به روش تنش مجاز
  - طراحی به روش حالات حدی
    - فولادی
    - بتنی

بار زنده، بار برف، بار مرده، بار زلزله

Version: 1.0  
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۱۶

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

Dead load (D): Diagram of a building frame structure.

Live load (L): Diagram showing people on a floor, with dimensions 4 m and 6 m. Text: "People result in live load".

Wind load (W): Diagram showing wind direction and pressure distribution on a building. Text: "Positive pressure" and "Negative pressure (suction)".

Snow load (S): Diagram showing a person on a roof covered in snow.

Bar ya اثر ناشی از حادثه غیر عادی  $A_k$

بار مرده D

بار زنده طبقات L

بار باد W

بار برف S

۱۷ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

Ice load ( $D_i$ ): Photograph of a tree heavily covered in ice.

Wind load (F): Diagram showing wind direction and pressure distribution on a building. Text: "Bar ناشی از سیال با فشار و ارتفاع حداکثر مشخص F".

Snow load ( $F_a$ ): Photograph of a building heavily covered in snow.


وزن یخ  $D_i$

بار زلزله طرح E


بار سیل  $F_a$

۱۸ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

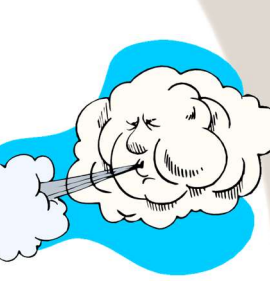
WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel



$L_r$  بار زنده بام



$R$  بار باران



$W_i$  بار باد وارد بر یخ

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel



بار خود کرنشی از قبیل اثرات دما  
و نشست تکیه گاهی  $T$



بار ناشی از فشار جانبی خاک یا مواد انباشته شده  $H$

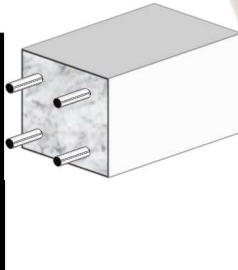
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

ترکیب بارهای حالت‌های حدی نهایی در طراحی سازه‌های بتن آرمه:

- $1.25D + 1.5L + 1.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
- $D + 1.2L + 1.2(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + 1.2(W \text{ or } 0.7E)$
- $0.85D + 1.2(W \text{ or } 0.7E)$
- $1.25D + 1.5L + 1.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + 1.5(H \text{ or } 0.84F)$
- $0.85D + 1.5(H \text{ or } 0.84F)$
- $D + 1.2L + 1.2(L_r \text{ or } S) + T$
- $1.25D + 1.5T$



\* برای کاربری‌هایی که بار  $L_0$  آنها کمتر از ۵ کیلونیوتن بر متر مربع است، به استثناء بام، کف پارکینگ یا محل‌های اجتماع عمومی، ضریب بار مربوط به  $L$  را می‌توان برابر  $0.6$  برای ترکیب بار شماره ۲ و  $0.75$  برای ترکیب بار شماره ۴ منظور نمود.

\* در شرایطی که با زنده در هر یک از ترکیب بارها کاهش دهنده باشد، این اثر باید صفر منظور شود.


این عمل با اعمال بار زنده و سازه‌خیزی نیست.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

ترکیب بارهای حالت‌های حدی نهایی در طراحی سازه‌های بتن آرمه:

- $1.25D + 1.5L + 1.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
- $D + 1.2L + 1.2(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + 1.2(W \text{ or } 0.7E)$
- $0.85D + 1.2(W \text{ or } 0.7E)$
- $1.25D + 1.5L + 1.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + 1.5(H \text{ or } 0.84F)$
- $0.85D + 1.5(H \text{ or } 0.84F)$
- $D + 1.2L + 1.2(L_r \text{ or } S) + T$
- $1.25D + 1.5T$
- $D + 1.2L + 1.2(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + 1.2((W + 1.67F_a) \text{ or } 0.7E)$
- $0.85D + 1.2((W + 1.67F_a) \text{ or } 0.7E)$



\* در طراحی سازه‌های پیش‌تندیده، اثر پیش‌تندگی بایستی به مانند اثر بار مرده در ترکیب بارها وارد شود.

\* اگر در محل با احتمال وقوع سیل واقع شود، علاوه بر ترکیب‌های ارائه شده، باید دو ترکیب بار اضافی با جایگزینی  $1.2W + 2F_a$  به جای  $1.2W$  در ترکیب بارهای ۲ و ۳ نیز در نظر گرفته شود.

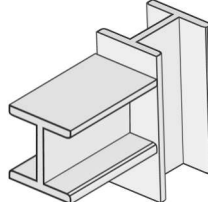
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

ترکیب بارهای حالت‌های حدی مقاومت در طراحی سازه‌های فولادی:

1.  $1.4D$
2.  $1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
3.  $1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (L \text{ or } 0.5(1.4W))$
4.  $1.2D + 1.0(1.4W) + L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
5.  $1.2D + 1.0E + L + 0.2S$
6.  $0.9D + 1.0(1.4W)$
7.  $0.9D + 1.0E$
8.  $1.2D + 0.5L + 0.5(L_r \text{ or } S) + 1.2T$
9.  $1.2D + 1.6L + 1.6(L_r \text{ or } S) + 1.0T$



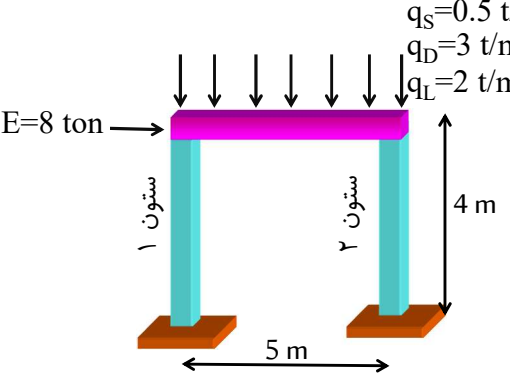
\* برای کاربری‌هایی که بار  $L_0$  آنها کمتر از ۵ کیلونیوتن بر متر مربع است، به استثناء بام، کف پارکینگ یا محل‌های اجتماع عمومی، ضریب بار مربوط به  $L$  را می‌توان برابر ۰/۵ برای ترکیب بار شماره ۳، ۴ و ۵ منظور نمود.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال - بیشترین و کمترین نیروی مورد نیاز در ستون شماره ۱ چقدر است؟ سازه فولادی بوده و روش طراحی، حالات حدی است. پای ستون‌ها مفصلی در نظر گرفته شود.

(۱) 0.55 , 18.25 ton      (۲) 0.35 , 18.25 ton  
 (۳) 0.55 , 20.65 ton      (۴) 0.35 , 20.65 ton



Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

ترکیب بارهای حالت‌های حدی مقاومت در طراحی سازه‌های فولادی:

1.  $1.4D$
2.  $1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
3.  $1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (L \text{ or } 0.5(1.4W))$
4.  $1.2D + 1.0(1.4W) + L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
5.  $1.2D + 1.0E + L + 0.2S$
6.  $0.9D + 1.0(1.4W)$
7.  $0.9D + 1.0E$
8.  $1.2D + 0.5L + 0.5(L_r \text{ or } S) + 1.2T$
9.  $1.2D + 1.6L + 1.6(L_r \text{ or } S) + 1.0T$
10.  $1.2D + 1.0(1.4W + 2F_a) + L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
11.  $0.9D + 1.0(1.4W + 2F_a)$

\* اگر در محل با احتمال وقوع سیل واقع شود، علاوه بر ترکیب‌های ارائه شده، باید دو ترکیب بار اضافی با جایگزینی  $1.4W + 2F_a$  به جای  $1.4W$  در ترکیب بارهای ۴ و ۶ نیز در نظر گرفته شود.

۲۵ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

\* در طراحی سازه‌های پیش‌تنیده، اثر پیش‌تنیدگی بایستی به مانند اثر بار مرده در ترکیب بارها وارد شود.

\* در شرایطی که با زنده در هر یک از ترکیب بارها کاهش دهنده باشد، این اثر باید صفر منظور شود.

\* اعمال توام بار زلزله و باد نیازی نیست.



۲۶ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

ترکیب بارهای حالت‌های حدی مقاومت در طراحی سازه‌های فولادی:

- $1.4D + 1.4F \leftarrow$
- $1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + 1.2F \leftarrow$
- $1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (L \text{ or } 0.5(1.4W)) + 1.2F \leftarrow$
- $1.2D + 1.0(1.4W) + L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + 1.2F \leftarrow$
- $1.2D + 1.0E + L + 0.2S + 1.2F \leftarrow$
- $0.9D + 1.0(1.4W)$
- $0.9D + 1.0E + 1.2F \leftarrow$
- $1.2D + 0.5L + 0.5(L_r \text{ or } S) + 1.2T$
- $1.2D + 1.6L + 1.6(L_r \text{ or } S) + 1.0T$

\* در مواردی که بار سیال F بر سازه وارد می‌شود، اثر این بار باید با ضریب باری همانند بار مرده D در ترکیب بارهای ۱ تا ۵ و ۷ منظور شوند.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

ترکیب بارهای حالت‌های حدی مقاومت در طراحی سازه‌های فولادی:

- $1.4D + 1.6H \leftarrow$
- $1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + 1.6H \leftarrow$
- $1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (L \text{ or } 0.5(1.4W)) + 1.6H \leftarrow$
- $1.2D + 1.0(1.4W) + L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + 1.6H \leftarrow$
- $1.2D + 1.0E + L + 0.2S + 1.6H \leftarrow$
- $0.9D + 1.0(1.4W) + 1.6H \leftarrow$
- $0.9D + 1.0E + 1.6H \leftarrow$
- $1.2D + 0.5L + 0.5(L_r \text{ or } S) + 1.2T + 1.6H \leftarrow$
- $1.2D + 1.6L + 1.6(L_r \text{ or } S) + 1.0T + 1.6H \leftarrow$

\* در صورت وجود فشار جانبی خاک، فشار زیرزمینی و یا مواد انباشته شده، H، اثر آنها را باید بصورت زیر منظور نمود:

\* اگر اثر این بارها در جهت افزودن به اثرات دیگر متغیرهای اصلی بارگذاری باشد، اثر بار H باید با ضریب ۱/۶ در ترکیب بارها منظور گردد.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

ترکیب بارهای حالت‌های حدی مقاومت در طراحی سازه‌های فولادی:

- $1.4D + 0.9H \leftarrow$
- $1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + 0.9H \leftarrow$
- $1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (L \text{ or } 0.5(1.4W)) + 0.9H \leftarrow$
- $1.2D + 1.0(1.4W) + L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + 0.9H \leftarrow$
- $1.2D + 1.0E + L + 0.2S + 0.9H \leftarrow$
- $0.9D + 1.0(1.4W) + 0.9H \leftarrow$
- $0.9D + 1.0E + 0.9H \leftarrow$
- $1.2D + 0.5L + 0.5(L_r \text{ or } S) + 1.2T + 0.9H \leftarrow$
- $1.2D + 1.6L + 1.6(L_r \text{ or } S) + 1.0T + 0.9H \leftarrow$

※ در صورت وجود فشار جانبی خاک، فشار زیرزمینی و یا مواد انباشته شده،  $H$  اثر آنها را باید بصورت زیر منظور نمود:

※ اگر اثر این بارها در جهت کاهش به اثرات دیگر متغیرهای اصلی بارگذاری باشد، اثر بار  $H$  باید با ضریب ۰/۹ در ترکیب بارها منظور گردد.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

ترکیب بارهای حالت‌های حدی مقاومت در طراحی سازه‌های فولادی:

- $1.4D$
- $1.2D + 1.6L + 0.2D_i + 0.5S \leftarrow$
- $1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (L \text{ or } 0.5(1.4W))$
- $1.2D + 1.0(1.4W_i) + L + D_i + 0.5S \leftarrow$
- $1.2D + 1.0E + L + 0.2S$
- $0.9D + D_i + 1.0(1.4W_i) \leftarrow$
- $0.9D + 1.0E$
- $1.2D + 0.5L + 0.5(L_r \text{ or } S) + 1.2T$
- $1.2D + 1.6L + 1.6(L_r \text{ or } S) + 1.0T$

※ در صورتی که سازه تحت اثر بار یخ جوی و بار باد بر یخ قرار گیرد:

۱- عبارت  $0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$  در ترکیب بار شماره ۲ باید با عبارت  $0.2D_i + 0.5S$  جایگزین شود.

۲- عبارت  $1.0(1.4W) + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$  در ترکیب بار ۴ باید با  $D_i + 1.0(1.4W_i) + 0.5S$  جایگزین شود.

۳- عبارت  $1.0(1.4W)$  در ترکیب بار شماره ۶ باید با عبارت  $D_i + 1.0(1.4W_i)$  جایگزین شود.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

ترکیب بارها در طراحی به روش تنش مجاز:

1.  $D$
2.  $D + L$
3.  $D + (L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
4.  $D + 0.75L + 0.75(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
5.  $D + (0.6(1.4W) \text{ or } 0.7E)$
6.  $D + 0.75L + 0.75(0.6(1.4W)) + 0.75(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
7.  $D + 0.75L + 0.75(0.7E) + 0.75S$
8.  $0.6D + 0.6(1.4W)$
9.  $0.6D + 0.7E$
10.  $D + T$
11.  $D + 0.75(L + (L_r \text{ or } S) + T)$

\* در طراحی سازه‌های پیش‌تنیده، اثر پیش‌تنیدگی بایستی به مانند اثر بار مرده در ترکیب بارها وارد شود.  
 \* اعمال توام بار زلزله و باد نیازی نیست.  
 \* افزایش تنش مجاز در ترکیب بارهای ارائه شده نبایستی صورت گیرد.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

ترکیب بارها در طراحی به روش تنش مجاز:

1.  $D + F \leftarrow$
2.  $D + L + F \leftarrow$
3.  $D + (L_r \text{ or } S \text{ or } R) + F \leftarrow$
4.  $D + 0.75L + 0.75(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + F \leftarrow$
5.  $D + (0.6(1.4W) \text{ or } 0.7E) + F \leftarrow$
6.  $D + 0.75L + 0.75(0.6(1.4W)) + 0.75(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
7.  $D + 0.75L + 0.75(0.7E) + 0.75S$
8.  $0.6D + 0.6(1.4W)$
9.  $0.6D + 0.7E + F \leftarrow$
10.  $D + T$
11.  $D + 0.75(L + (L_r \text{ or } S) + T)$

\* در مواردی که بار سیال  $F$  بر سازه وارد می‌شود، اثر این بار باید با ضریب باری همانند بار مرده  $D$  در ترکیب بارهای ۱ تا ۵ و ۷ منظور شوند.

Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

ترکیب بارها در طراحی به روش تنش مجاز:

1.  $D + H \leftarrow$
2.  $D + L + H \leftarrow$
3.  $D + (L_r \text{ or } S \text{ or } R) + H \leftarrow$
4.  $D + 0.75L + 0.75(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + H \leftarrow$
5.  $D + (0.6(1.4W) \text{ or } 0.7E) + H \leftarrow$
6.  $D + 0.75L + 0.75(0.6(1.4W)) + 0.75(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + H \leftarrow$
7.  $D + 0.75L + 0.75(0.7E) + 0.75S + H \leftarrow$
8.  $0.6D + 0.6(1.4W) + H \leftarrow$
9.  $0.6D + 0.7E + H \leftarrow$
10.  $D + T + H \leftarrow$
11.  $D + 0.75(L + (L_r \text{ or } S) + T) + H \leftarrow$

\* در صورت وجود فشار جانبی خاک، فشار زیرزمینی و یا مواد انباشته شده،  $H$ ، اثر آنها را باید بصورت زیر منظور نمود:

\* اگر اثر این بارها در جهت افزودن به اثرات دیگر متغیرهای اصلی بارگذاری باشد، اثر بار  $H$  باید با ضریب ۱/۶ در ترکیب بارها منظور گردد.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

ترکیب بارها در طراحی به روش تنش مجاز:

1.  $D + 0.6H \leftarrow$
2.  $D + L + 0.6H \leftarrow$
3.  $D + (L_r \text{ or } S \text{ or } R) + 0.6H \leftarrow$
4.  $D + 0.75L + 0.75(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + 0.6H \leftarrow$
5.  $D + (0.6(1.4W) \text{ or } 0.7E) + 0.6H \leftarrow$
6.  $D + 0.75L + 0.75(0.6(1.4W)) + 0.75(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + 0.6H \leftarrow$
7.  $D + 0.75L + 0.75(0.7E) + 0.75S + 0.6H \leftarrow$
8.  $0.6D + 0.6(1.4W) + 0.6H \leftarrow$
9.  $0.6D + 0.7E + 0.6H \leftarrow$
10.  $D + T + 0.6H \leftarrow$
11.  $D + 0.75(L + (L_r \text{ or } S) + T) + 0.6H \leftarrow$

\* در صورت وجود فشار جانبی خاک، فشار زیرزمینی و یا مواد انباشته شده،  $H$ ، اثر آنها را باید بصورت زیر منظور نمود:

\* اگر اثر این بارها در جهت کاهش به اثرات دیگر متغیرهای اصلی بارگذاری باشد، اثر بار  $H$  باید با ضریب ۱/۶ در ترکیب بارها منظور گردد.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

ترکیب بارها در طراحی به روش تنش مجاز:

1.  $D$
2.  $D + L$
3.  $D + (L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
4.  $D + 0.75L + 0.75(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
5.  $D + (0.6(1.4W) \text{ or } 0.7E) + 1.5F_a$
6.  $D + 0.75L + 0.75(0.6(1.4W)) + 0.75(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + 1.5F_a$
7.  $D + 0.75L + 0.75(0.7E) + 0.75S + 1.5F_a$
8.  $0.6D + 0.6(1.4W) + 1.5F_a$
9.  $0.6D + 0.7E$
10.  $D + T$
11.  $D + 0.75(L + (L_r \text{ or } S) + T)$

※ زمانی که سازه در محدوده سیل واقع شده، علاوه بر ترکیب بارهای ارائه شده، عبارت  $1.5F_a$  به ترکیب بارهای ۵ تا ۸ اضافه شده و ضریب بار  $E$  در ترکیب بارهای ۵ و ۷ برابر صفر منظور شود.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

ترکیب بارها در طراحی به روش تنش مجاز:

1.  $D$
2.  $D + L + 0.7D_i$
3.  $D + 0.7D_i + 0.7(1.4W_i) + S$
4.  $D + 0.75L + 0.75(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
5.  $D + (0.6(1.4W) \text{ or } 0.7E)$
6.  $D + 0.75L + 0.75(0.6(1.4W)) + 0.75(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
7.  $D + 0.75L + 0.75(0.7E) + 0.75S$
8.  $0.6D + 0.7D_i + 0.7(1.4W_i)$
9.  $0.6D + 0.7E$
10.  $D + T$
11.  $D + 0.75(L + (L_r \text{ or } S) + T)$

※ در صورتی که سازه تحت اثر بار یخ جوی و بار باد بر یخ قرار گیرد:

۱- عبارت  $0.7D_i$  به ترکیب بار ۲ اضافه شود.

۲- عبارت  $(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$  در ترکیب بار ۳ باید با  $0.7D_i + 0.7(1.4W_i) + S$  جایگزین شود.

۳- عبارت  $0.6(1.4W)$  در ترکیب بار شماره ۸ باید با عبارت  $0.7D_i + 0.7(1.4W_i)$  جایگزین شود.


Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### ترکیب بارهای حالت حدی بهره‌برداری:

1. D
2. D + L
3. D + (L<sub>r</sub> or S or R)
4. D + L + (L<sub>r</sub> or S or R)
5. D + T
6. D + L + T + (L<sub>r</sub> or S)

\* در این ترکیب بارها، اثر بارهای کوتاه مدت نظیر زلزله طرح، باد، سیل، یخ جوی و ... در نظر گرفته نمی‌شود.



Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### ترکیب بارها برای حوادث غیرعادی:

\* در صورت درخواست کارفرما یا لزوم مقررات ملی، سازه باید برای اطمینان از توانایی در تحمل اثرات بارهای غیرعادی مانند آتش سوزی، انفجار و ضربه وسایل نقلیه، بررسی شود.

**ظرفیت:** به منظور کنترل ظرفیت یک سازه، یا عضو سازه‌ای در تحمل یک حادثه غیرعادی، ترکیب بار ثقیلی زیر باید منظور شود:

$$(0.9 \text{ or } 1.2)D + A_k + 0.5L + 0.2S$$

**ظرفیت باقی مانده:** به منظور کنترل ظرفیت باقی مانده یک سازه، یا عضو سازه‌ای بعد از وقوع حادثه خسارت‌زا، اعضای منتخب باربر (به انتخاب مهندس) حذف شده و ظرفیت باقی مانده با استفاده از ترکیب بار ثقیلی زیر ارزیابی می‌شود:

$$(0.9 \text{ or } 1.2)D + 0.5L + 0.2(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$$



Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال - لنگر طراحی دیوار ناشی از انفجار ایجاد شده را تعیین نمایید.

70 kN.m (۲)	80 kN.m (۱) ✓
60 kN.m (۴)	90 kN.m (۳)

$(0.9 \text{ or } 1.2)D + A_k + 0.5L + 0.2S$

صفحه ۳۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### بارهای مرده

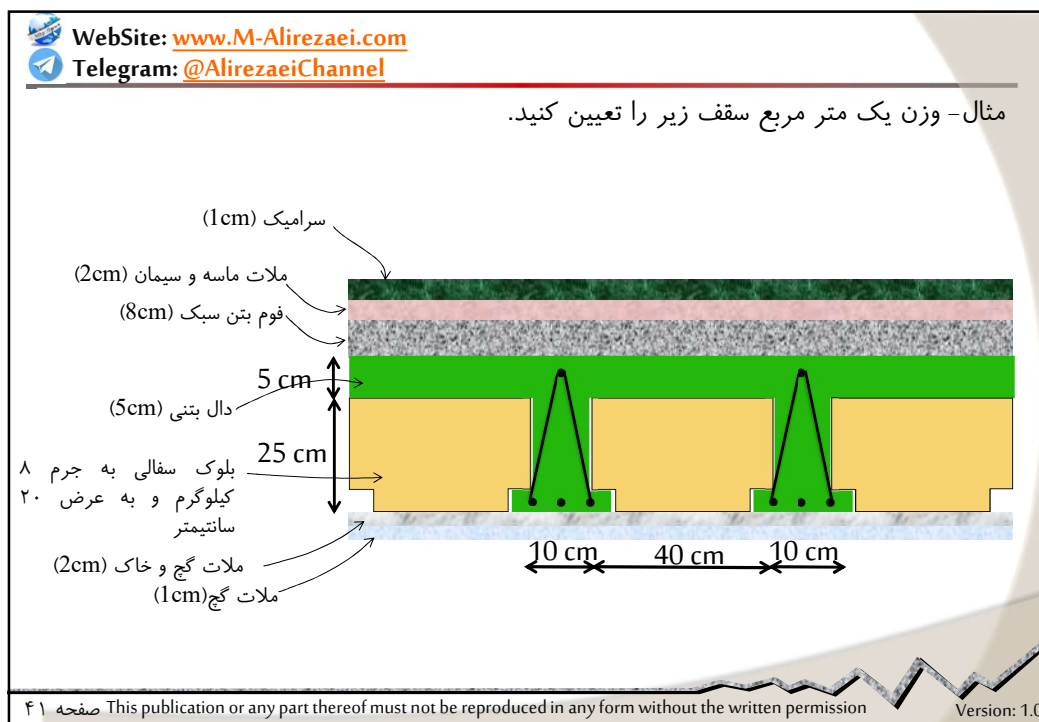
بارهای مرده عبارتند از وزن اجزای دائمی مانند: تیر و ستون‌ها، دیوارها، کف‌ها، بام‌ها، سقف‌ها، راه پله، نازک کاری‌ها، پوشش‌ها و دیگر بخش‌هایی در اجزاء سازه و معماری وجود دارد. وزن تاسیسات و تجهیزات ثابت شامل وزن جراثقال ثابت نیز در ردیف این بارها محسوب می‌شود.

\* بار مرده یک قطعه = حجم آن قطعه × وزن مخصوص مصالح آن  
 برای تعیین جرم مخصوص مصالح و مواد باید از صفحه ۱۱۹ تا ۱۳۰ مبحث ششم استفاده شود.

مثال - یک دیوار خارجی مطابق شکل روبرو، از آجر فشاری به همراه ملات ماسه و سیمان به ضخامت ۲۰ سانتیمتر ساخته شده است، همچنین سمت داخلی دیوار توسط پانل‌های چوبی که وزن هر متر مربع آنها برابر ۶۰ کیلوگرم می‌باشد، کار شده است. مقدار شدت بار خطی ناشی از این دیوار، در پای آن را حساب نمایید.

$$D = 1850 \times 0.2 \times 3 + 60 \times 3 = 1290 \frac{kg}{m}$$

صفحه ۴۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

واحد	وزن	محاسبات	شرح
Kg/m <sup>2</sup>	21	0.01×2100	کاشی سرامیک کفی
Kg/m <sup>2</sup>	42	0.02×2100	ملات ماسه و سیمان
Kg/m <sup>2</sup>	48	0.08×600	فوم بتن
Kg/m <sup>2</sup>	120	0.05×2400	بتن روی بلوک
Kg/m <sup>2</sup>	120	0.25×2400×0.2	بتن بین بلوکها
Kg/m <sup>2</sup>	32	0.02×1600	ملات گچ و خاک
Kg/m <sup>2</sup>	13	0.01×1300	ملات گچ
Kg/m <sup>2</sup>	80	8×10	بلوک
Kg/m <sup>2</sup>	<b>476</b>		<b>مجموع</b>

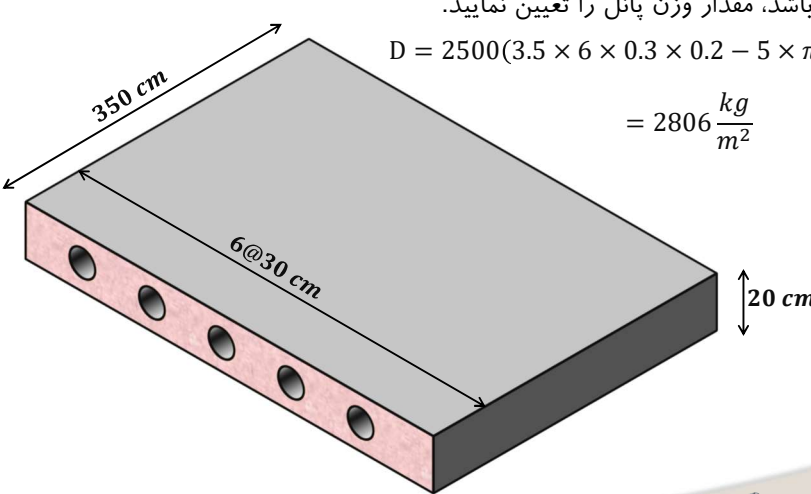
۴۲ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال- پانل بتنی ساخته شده در شکل زیر را در نظر بگیرید. در صورتی که وزن مخصوص بتن استفاده شده، برابر ۲۵۰۰ کیلوگرم بر متر مربع باشد، همچنین سوراخ‌هایی به قطر ۱۰ سانتیمتر در پانل وجود داشته باشد، مقدار وزن پانل را تعیین نمایید.

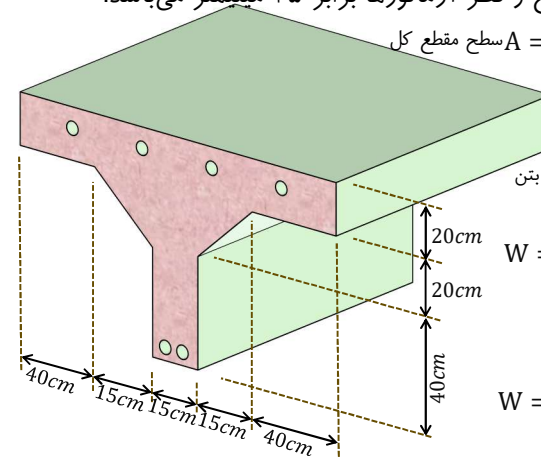
$$D = 2500(3.5 \times 6 \times 0.3 \times 0.2 - 5 \times \pi \times 0.05^2 \times 3.5)$$

$$= 2806 \frac{kg}{m^2}$$


۴۳ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال- یک تیر T شکل ساخته شده از بتن مسلح را مطابق شکل زیر را در نظر بگیرید. وزن هر متر طول این تیر را تعیین نمایید. وزن مخصوص بتن غیر مسلح (مسلح) و فولاد به ترتیب برابر ۲۴۰۰ (۲۵۰۰) و ۷۸۵۰ کیلوگرم بر متر مربع و قطر آرماتورها برابر ۲۵ میلیمتر می‌باشد.



$$A = 0.2 \times 1.25 + 0.15 \times 0.6 + \frac{2 \times 0.2 \times 0.15}{2} = 0.37 m^2$$

مساحت فولاد

$$A_s = 6 \times \frac{\pi \times 0.025^2}{4} = 0.0294 m^2$$

مساحت بتن

$$A_{conc} = 0.37 - 0.0294 = 0.34056 m^2$$

روش اول (دقیق):

$$W = 0.34056 \times 2400 + 0.0294 \times 7850 =$$

$$= 1048.14 \frac{kg}{m}$$

روش دوم (تقریبی):

$$W = 0.37 \times 2500 = 925 \frac{kg}{m}$$

۴۴ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

## بارهای زنده

\* **بارهای زنده:** به بارهایی گفته می‌شود که به لحاظ مقدار و محل اثر، وضعیت مشخصی نداشته باشند و محل اثر آنها نیز می‌تواند تغییر کند.

\* بارهای شامل بارهای حین ساخت، بارهای محیطی مانند بار باد، بار برف، بار باران، بار زلزله و بار سیل جزو این بارها محسوب نمی‌شوند.

\* **بار زنده بام:** باری بر روی بام که توسط کارگران، تجهیزات و مصالح در حین انجام تعمیرات بر روی آن بدان وارد شده و یا توسط اشیاء متحرکی چون گلدان و یا لوازم تزئینی کوچک که ارتباطی با استفاده از ساختمان در طول عمر بهره‌برداری آن نداشته باشند، به آن اعمال شود.



۴۵ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

\* **فضابندی:** یک ساختمان و یا قسمتی از آن که بصورت کامل یا موضعی خود ایستا بوده و شامل دیوار و سقفی برای جلوگیری از نفوذ حشرات یا نور آفتاب باشد. فضابندی از جنس فایبرگلاس، آلومینیوم، پلاستیک و یا سایر مصالح سبک توری تشکیل شده که یک محل در دست استفاده مانند استخر شنا و یا سکوی برگزاری مراسم و تاسیسات مرتبط با تولیدات باغی و یا کشاورزی را میپوشاند.



۴۶ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezai.com](http://www.M-Alirezai.com)  
 Telegram: [@AlirezaiChannel](https://t.me/AlirezaiChannel)

✱ **سیستم دستگیره:** یک میله به همراه میله‌های مربوطه و ادوات آن به سیستم سازه‌ای که برای تحمل وزن در مکان‌هایی مانند توالت، دوش و وان به کار می‌رود.

صفحه ۴۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezai.com](http://www.M-Alirezai.com)  
 Telegram: [@AlirezaiChannel](https://t.me/AlirezaiChannel)

✱ **سیستم حفاظ پارکینگ:** سیستمی از قطعات شامل مهارها و ادوات اتصال به سیستم سازه‌ای که مانع حرکت وسائل نقلیه به سمت لبه‌های بدون حفاظ پارکینگ و یا برخورد آن به دیواره‌های پارکینگ و یا راه عبور وسایل نقلیه می‌شوند.

صفحه ۴۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

✱ **سیستم نرده حفاظ:** مجموعه‌ای از قطعات شامل مهارها و قطعات اتصال به سیستم سازه‌ای که در نزدیکی لبه‌ها باز سطوح برآمده با هدف به حداقل رساندن امکان سقوط مردم و یا تجهیزات و یا مصالح از آن نقاط به کار می‌رود.



۴۹ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

✱ **سیستم نرده:** نرده‌ای که توسط دست برای حفظ تعادل و یا طی مسیر مورد استفاده قرار گرفته و شامل مهارها و اتصالات آن به سیستم سازه‌ای می‌باشد.

✱ **نرده بان ثابت:** نرده بانی که بطور دائمی به یک سازه، ساختمان و یا تجهیزات متصل شده باشد.




07/22/2009

۵۰ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0





WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: @AlirezaeiChannel

ادامه جدول ۶-۵-۱ حداقل بارهای زنده گسترده یکپوخت II و بار زنده شمرکز کفها

ردیف	نوع کاربری	بار گسترده کیلونیون بر مترمربع	بار شمرکز کیلونیون
۴	ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی	۲	—
۱-۴	اتاق‌ها و سایر فضاهای خصوصی شامل (سرویس‌ها- آشپزخانه- راهروها)	۵	—
۲-۴	اتاق‌های محل تجمع و راهروهای مرتبط با آن	—	—
۵	اتاق‌ها- فرستگاهها	۲	—
۱-۵	اتاق‌ها و سایر فضاهای هتل‌ها، مهمانسراها و خورگاهها	۵	۴.۵
۲-۵	فرستگاههای کوچک و خردفروشی- طبقه همکف (ورودی)	۳.۵	—
۳-۵	فرستگاههای کوچک و خردفروشی- کف سایر طبقات	۳.۵	—
۴-۵	فرستگاههای خردفروشی- همه طبقات	۳.۵	۳.۵
۶	ساختمان‌های آموزشی- فرهنگی و کتابخانهها	۲.۵	—
۱-۶	کلاس‌های درس، آزمایشگاههای سبک	۲.۵	—
۳-۶	اتاق‌های مطالعه	۲	—
۳-۶	مخازن کتاب یا اتاق بایگانی یا قفسه‌های ثابت	۲.۵	۲.۵ <sup>(۱)</sup> به ازای هر متر ارتفاع حداقل ۲.۵
۴-۶	مخازن کتاب یا محل بایگانی یا قفسه‌های متحرک	۴	۴ به ازای هر متر ارتفاع حداقل ۱۰
۵-۶	راهروهای طبقه همکف (ورودی)	۵	۴.۵
۶-۶	راهروهای سایر طبقات	۴	۴.۵
۷	ساختمان‌های آذری	—	—
۱-۷	دفتر کار معمولی	۲.۵	۹
۲-۷	سالن انتظار و ملاقات- راهروهای طبقه همکف (ورودی)	۴.۵	۹
۳-۷	راهروهای سایر طبقات	۳.۵	۹
۸	ساختمان‌های صنعتی	—	—
۱-۸	کارگاههای صنعتی سبک	۳ (۱) (۲) (۳)	۹
۲-۸	کارگاههای صنعتی متوسط	۱۰ (۱) (۲) (۳)	۱۱
۳-۸	کارگاههای صنعتی سنگین	۱۳ (۱) (۲) (۳)	۱۴
۹	ورزشگاهها و تأسیسات تفریحی	—	—
۱-۹	سالن‌های ورزشی سبک مانند تنیس روی میز- بلیارد و ...	۳.۵ (۲)	—
۲-۹	سالن‌های ورزشی و تفریحی با تیرهای بتنی	۵ (۲)	—
۳-۹	ورزشگاههای دارای سازه بتنی ثابت	۵ (۲)	—
۴-۹	ورزشگاههای فاقد سازه بتنی ثابت یا دارای نیمکت	۵ (۲)	—

❖ کاهش سربار زنده برای این کاربری‌ها مجاز نیست  
مگر استثنای خاصی اعمال شده باشد.

❖ کاهش سربار زنده برای این کاربری‌ها مجاز نیست  
مگر استثنای خاصی اعمال شده باشد.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: @AlirezaeiChannel

ادامه جدول ۶-۵-۱ حداقل بارهای زنده گسترده یکپوخت II و بار زنده شمرکز کفها

ردیف	نوع کاربری	بار گسترده کیلونیون بر مترمربع	بار شمرکز کیلونیون
۱۰	بیمارستان‌ها و مراکز درمانی	۲	۴.۵
۱-۱۰	اتاق‌های بیمار	۳	۴.۵
۲-۱۰	اتاق‌های عمل، آزمایشگاهها	۵	۴.۵
۳-۱۰	راهروهای طبقه اول	۴	۴.۵
۴-۱۰	راهروهای سایر طبقات	—	—
۱۱	محل عبور و پارک خودروها	—	—
۱-۱۱	محل عبور و پارک خودروهای با وزن حداکثر تا ۴۰ کیلونیون	۳ (۱) (۲) (۳)	۳۰
۲-۱۱	محل عبور و پارک خودروهای با وزن ۴۰ تا ۹۰ کیلونیون	۶	۳۰
۳-۱۱	معابر و بخش‌هایی از مجموعه با امکان عبور کامیون	۱۳ (۲)	۳۰
۱۲	سایر موارد	—	—
۱-۱۲	سردخانهها	۵ به ازای هر متر ارتفاع معمول حداقل ۱۵	—
۲-۱۲	آشپزخانههای صنعتی و رستوران‌ها	۵	—
۳-۱۲	تعمیه انبار سبک فر فضایی داخل سقف کاذب	۱	—
۴-۱۲	انبارهای سبک	۳ (۲)	—
۵-۱۲	انبارهای سنگین	۱۳ (۲) (۳)	—
۶-۱۲	موتورخانهها	۷.۵	—
۷-۱۲	اتاق‌های هواشش- پمپ و نظایر آن	۴	—
۸-۱۲	محل فرود بالگرد	۳ (۱) (۲) (۳)	—
۹-۱۲	کف کاذب در فضاهای آذری	۲.۵	۹
۱۰-۱۲	کف کاذب برای اتاق‌های کامپیوتر	۵	۹
۱۱-۱۲	اتاق آستور	۳.۶	۱.۳ (بر روی سطحی برابر با ۵۰۰۰ میلی‌متر وارد شده)
۱۲-۱۲	هرگونه ساختمان دیگر	۱	—

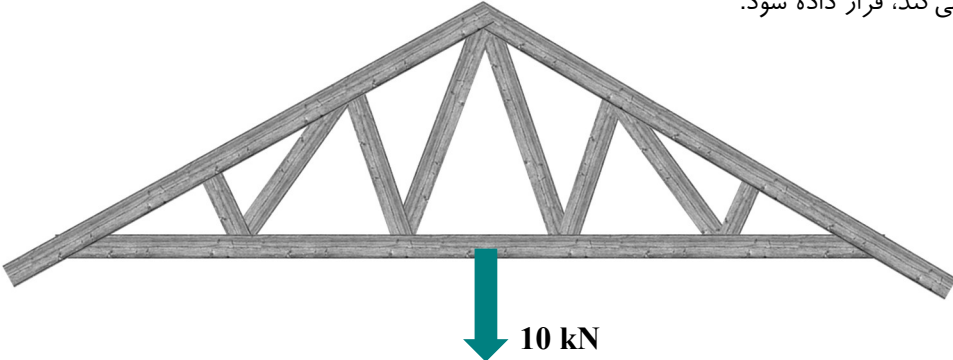
❖ کاهش سربار زنده برای این کاربری‌ها مجاز نیست  
مگر استثنای خاصی اعمال شده باشد.

Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

\* اجزاء خریاها و تیرها (اجزای اصلی) که برای پوشش سالن‌های صنعتی، پارکینگ‌های تعمیراتی، انبارها ... بکار می‌روند باید علاوه بر بارهای زنده وارد بر سقف، یک بار متمرکز برابر با ۱۰ کیلونیوتن را بطور موضعی تحمل نمایند. این بار باید در هر نقطه‌ای که بیشترین اثر را ایجاد می‌کند، قرار داده شود.



10 kN

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

\* در راه پله‌هایی که در آنها کف پله‌ها بصورت طره مجزا در نظر گرفته شده‌اند، کف پله‌ها باید برای یک بار متمرکز ۲ کیلونیوتنی که انتهای طره اعمال می‌شود، طراحی گردد. این بار لزومی ندارد با بارهای گسترده یکنواخت همزمان اعمال شود.



2 kN

2 kN

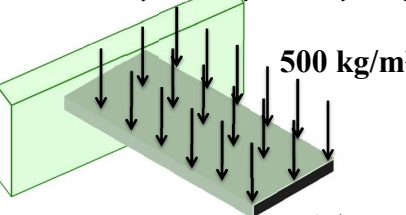
Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

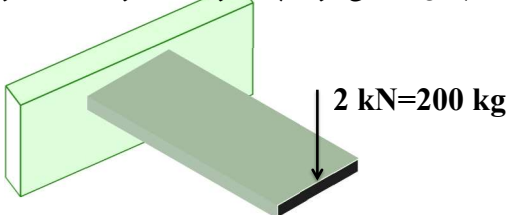
مثال - پ ۳-۸۴ - پله‌های منتهی به درب خروجی در یک فروشگاه بزرگ به صورت پله مارپیچی بوده و هر کدام از آنها به صورت طره‌ای مجزایی هستند که به یک ستون بصورت گیردار متصل شده‌اند. ابعاد کف پله  $150 \times 30$  سانتیمتر است. لنگر خمشی ناشی از بارهای زنده در محل اتصال پله به ستون چقدر است؟

۱)  $168 \text{ kg.m}$       ۲)  $69 \text{ kg.m}$       ۳)  $300 \text{ kg.m}$  ✓      ۴)  $9 \text{ kg.m}$

طبق ردیف ۳-۳ جدول ۱-۵-۶ مبحث ششم صفحه ۳۷، مقدار بار زنده  $500$  کیلوگرم بر متر مربع است. همچنین بایستی برای پله طره، یک نیروی  $20$  کیلوگرمی در نوک آن قرار داده شود.



$$M_1 = (500 \times 0.3 \times 1.5) \times \frac{1.5}{2} = 168 \text{ kg.m}$$



$$M_1 = (200 \times 1.5) = 300 \text{ kg.m}$$

۵۷ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

\* کف پارکینگ‌هایی که برای پارک وسایل نقلیه مورد استفاده قرار می‌گیرند، براساس بار زنده گسترده یکنواخت ارائه شده در جدول ۱-۵-۶ و بارهای متمرکز زیر طراحی می‌شوند. اما لازم نیست این دو همزمان اعمال شوند:

- الف) در خصوص پارکینگ‌هایی برای خودروهای با ظرفیت کمتر از  $9$  نفر، براساس یک نیروی متمرکز  $13.5 \text{ kN}$  اعمال شده بر روی یک سطح  $120 \times 120 \text{ mm}$ .




۵۸ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

 WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

ب) برای پارکینگ‌های مکانیزه بدون دال یا سقف که جهت پارک خودروهای سبک (شخصی) به کار می‌روند، براساس بار 10 kN به ازای هر چرخ.



صفحه ۵۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

 WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

\* بارگذاری کف‌ها برای عبود کامیونت‌ها یا اتوبوس با وزن بیش از ۹۰ کیلونیوتن باید طبق آیین‌نامه بارگذاری پل‌ها، نشریه ۱۳۹ دفتر امور فنی و تدوین معیارها، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور طراحی شوند.



صفحه ۶۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

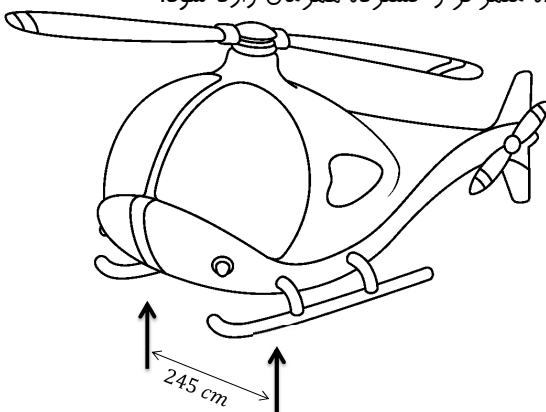
\* بار زنده کف جایگاه بالگردهایی با وزن کمتر از ۱۴ کیلونیوتن (در هنگام برخاستن)، ۲ کیلونیوتن بر متر مربع در نظر گرفته شود. این بار قابل کاهش نیست. وزن و ظرفیت بالگرد باید توسط مرجع ذیصلاح اعلام گردد.



Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

\* در جایگاه فرود بالگرد، دو بار متمرکز به فاصله 2.45 m باید به کف جایگاه (محل قرار گیری چرخها) اعمال گردد. مقدار هر یک از این بارها برابر ۷۵٪ وزن بالگرد در هنگام برخاستن می باشد. محل قرار گیری این دو بار طوری باشد که بیشترین اثر ایجاد شده و در سطحی به ابعاد 200×200 mm وارد شوند و نباید با سایر بارهای زنده متمرکز و گسترده همزمان وارد شود.



مثال) اگر وزن بالگرد ۲ تن باشد، مقدار بار متمرکز متمرکز زیر بالگرد چقدر است؟

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

\* در محل فرود بالگرد، یک بار متمرکز منفرد با مقدار 13.5 kN در سطحی به ابعاد 120×120 mm در محلی که بیشترین اثر را در عضو ایجاد کند، اعمال گردد. نیازی به در نظر گرفتن همزمان این بار با سایر بارهای زنده گسترده و متمرکز نیست.



Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

\* **بار زنده نامشخص:** برای کاربری‌هایی که در مبحث ششم مشخص نشده‌اند، بار زنده نباید از ۱/۵ کیلونیوتن بر متر مربع کمتر در نظر گرفته شود. الف) وزن افرادی که احتمالاً در آنجا تجمع خواهند شد ب) وزن تجهیزات و دستگاه‌ها پ) وزن موادی که احتمالاً در آنجا انبار خواهد شد.

مثال- در یک کف ساختمان، با مساحت ۲۰ در ۱۵ متر، مجموع وزن افراد برابر ۲۳۰ کیلو نیوتن است. بار زنده طراح این کف برابر چند کیلونیوتن بر متر مربع باید در نظر گرفته شود؟

۱) 0.833      ۲) 1.0      ۳) 2.0      ۴) 1.5 ✓

$$q = \frac{W}{A} = \frac{250}{20 \times 15} = 0.833 \frac{kN}{m^2} < 1.5 \frac{kN}{m^2} \Rightarrow q = 1.5 \frac{kN}{m^2}$$

Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

✱ بارهای وارد بر سیستم نرده و نرده حفاظ: این سیستم باید طوری طراحی شود که یک بار متمرکز ۱ کیلو نیوتن وارد بر هر نقطه و هر جهتی از آن را به نحوی که سبب ایجاد حداکثر اثر بار بر روی اجزای سازه‌ای مربوطه شوند، تحمل کرده و آن را توسط تکیه‌گاه‌های خود به سازه منتقل کند. همچنین نرده یا نرده حفاظ باید طوری طراحی شود که یک بار گسترده  $0.75 \text{ kN/m}$  را در هر جهتی در امتداد نرده یا نرده حفاظ تحمل کند. این بار نیاز نیست همزمان با بار متمرکز وارد شود.

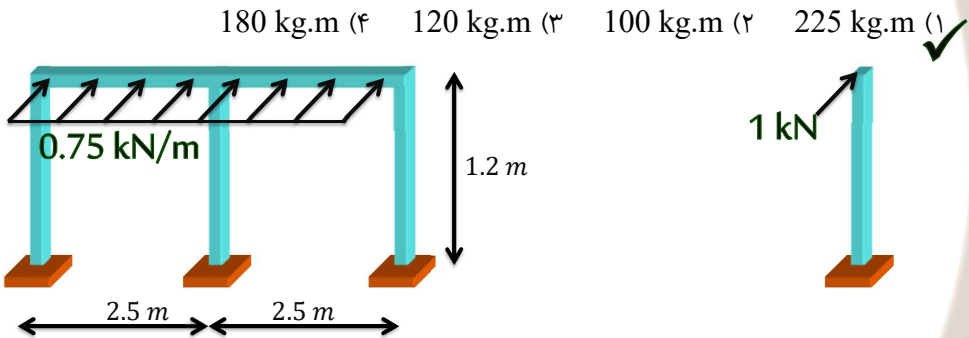


۶۵ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال-پایه ۳-۸۳- در یک ساختمان مسکونی سه طبقه، نرده حفاظ اطراف بام از پروفیل‌هایی به فاصله  $2.5 \text{ m}$  از یکدیگر و به ارتفاع  $1.2 \text{ m}$  تشکیل شده است. پایین پروفیل‌ها در تیر حمل کف گیردار است. در طراحی به روش تنش مجاز، پروفیل‌ها باید برای چه لنگر خمشی ناشی از بارهای زنده طراحی شوند؟

۱)  $225 \text{ kg.m}$  ✓  
 ۲)  $100 \text{ kg.m}$   
 ۳)  $120 \text{ kg.m}$   
 ۴)  $180 \text{ kg.m}$



۶۶ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel



✱ بارهای وارد بر دست انداز (دستگیره): باید به نحوی طراحی شود که یک بار متمرکز  $1.2 \text{ kN}$  وارد بر هر نقطه و در هر جهتی از دست انداز به نحوی که حداکثر اثرات ناشی از بار را ایجاد کند، تحمل نماید.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

✱ بارهای وارد بر سیستم حفاظ پارکینگ: این سیستم باید طوری طراحی شود که یک بار متمرکز  $30 \text{ kN}$  کیلونیوتن بصورت افقی و در هر جهتی تحمل نماید. بار بنا به فرض در ارتفاعی بین  $45$  تا  $70$  سانتیمتر از کف پارکینگ و یا رمپ به نحوی که بیشترین اثر را ایجاد نماید، وارد شود.



Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel



✱ بارهای وارد بر سیستم نردبان ثابت: حداقل بار زنده روی نردبان ثابت برابر یک بار متمرکز  $1.35 \text{ kN}$  بوده که در هر نقطه ای که بیشترین اثر بار را بر روی عضو مورد نظر ایجاد کند، وارد می گردد. هر  $3$  متر از طول نردبان بایستی یک بار  $1.35 \text{ kN}$  اضافی قرار داده شده و در صورتی که انتهای بالایی پایه های نردبان ثابت به بالاتر از سقف طبقه یا محل اتکا امتداد یابد، بخش امتداد یافته هر پایه به نحوی طراحی خواهد شد که یک بار متمرکز  $0.45 \text{ kN}$  در هر جهتی و در هر ارتفاعی تا بالای پایه را تحمل نماید.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

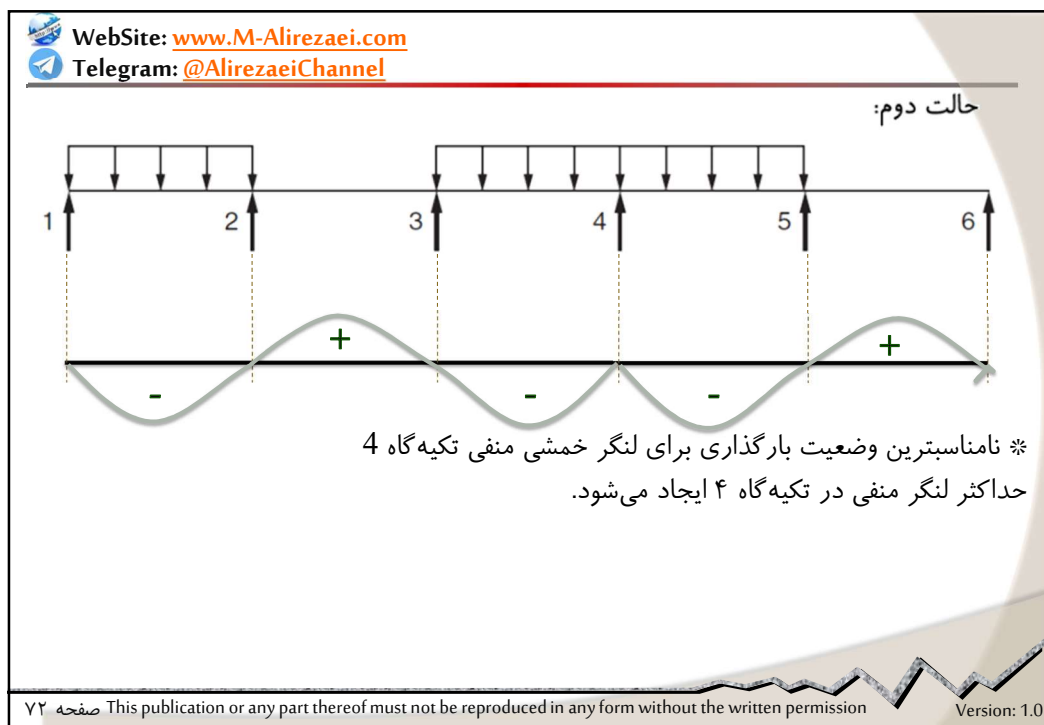
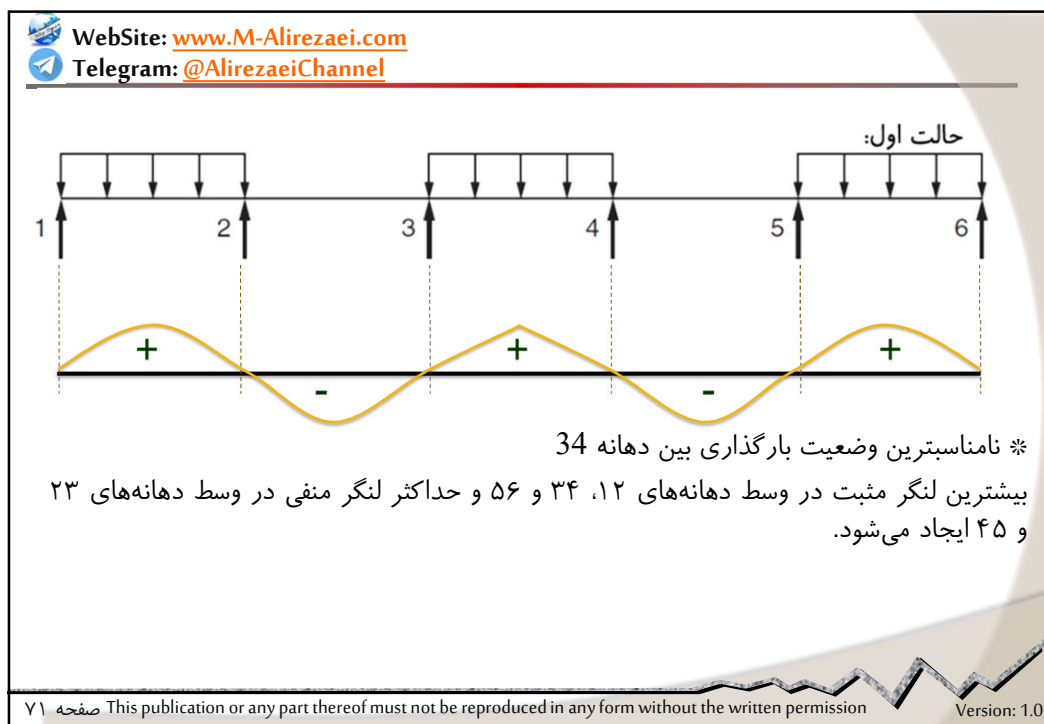
✱ نامناسب ترین وضعیت بار گذاری: با توجه به متغیر بودن مکان بار زنده، بایستی بحرانی ترین حالت ممکن برای اعمال آن در نظر گرفته شود.

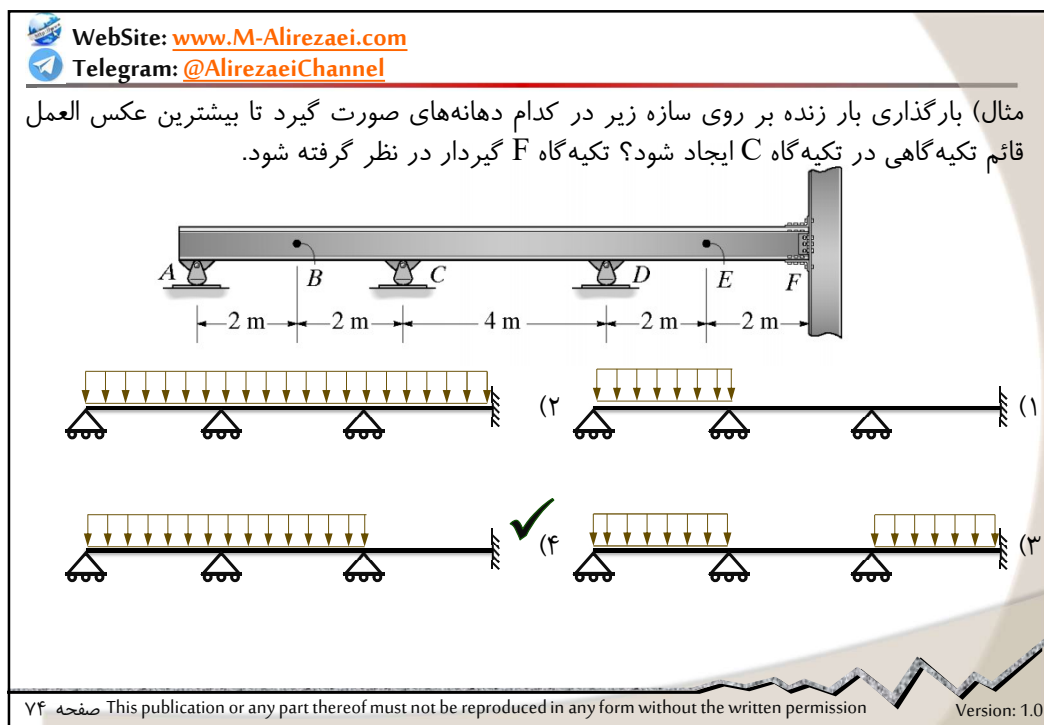
**سوال) در چه مواردی بایستی نامناسب ترین وضعیت بار گذاری در نظر گرفته شود؟**

طبق بند ۶-۵-۲-۳ مبحث ششم، در تیرهای یکسره و در قاب های نامعین در مواردی که بار زنده بیشتر از  $4$  کیلونیوتن بر متر مربع و یا بیشتر از یک و نیم برابر بار مرده باشد ( $L > 1.5D$ ) موقعیت بار زنده در دهانه های مختلف باید طوری در نظر گرفته شود که بیشترین اثر مورد نظر را ایجاد کند. برای این منظور کافی است، علاوه بر قرار دادن بار زنده در تمام دهانه ها، حالت های بار گذاری زیر نیز در نظر گرفته شود.

الف) قرار دادن بار زنده در دو دهانه مجاور هم.  
 ب) قرار دادن بار زنده در دهانه های یک در میان.

Version: 1.0





WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

برای پاسخ به سوال بایستی خط تاثیر تیر برای عکس العمل قائم تکیه گاهی C ترسیم شود.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) بارگذاری بار زنده بر روی سازه زیر در کدام دهانه‌های صورت گیرد تا بیشترین لنگر مثبت در نقطه B ایجاد شود؟ تکیه گاه F گیردار در نظر گرفته شود.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

برای پاسخ به سوال بایستی خط تاثیر تیر برای لنگر در نقطه B ترسیم شود.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال بارگذاری بار زنده بر روی سازه زیر در کدام دهانه‌های صورت گیرد تا بیشترین برش مثبت در نقطه E ایجاد شود؟ تکیه‌گاه F گیردار در نظر گرفته شود.

Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

برای پاسخ به سوال بایستی خط تاثیر تیر برای برش در نقطه E ترسیم شود.


Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

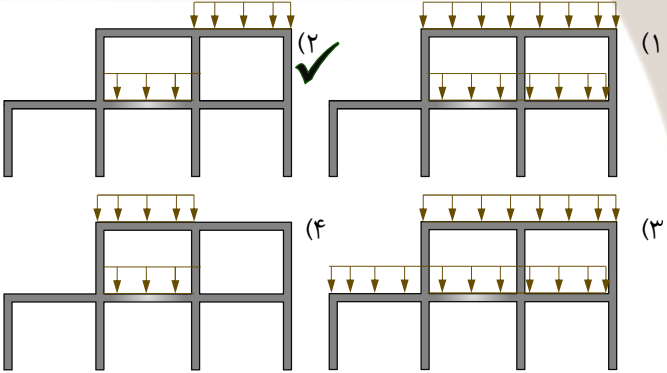
مثال) بارگذاری بار زنده بر روی سازه زیر در کدام دهانه‌های صورت گیرد تا بیشترین لنگر مثبت در نقطه A ایجاد شود؟

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel



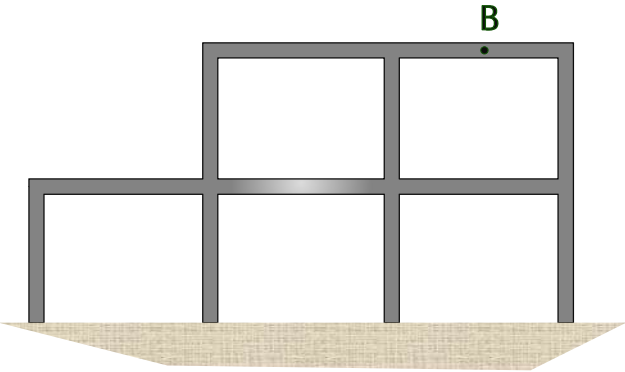
حل: بایستی خط تاثیر لنگر در  
 نقطه A را ترسیم نماییم.



Version: 1.0

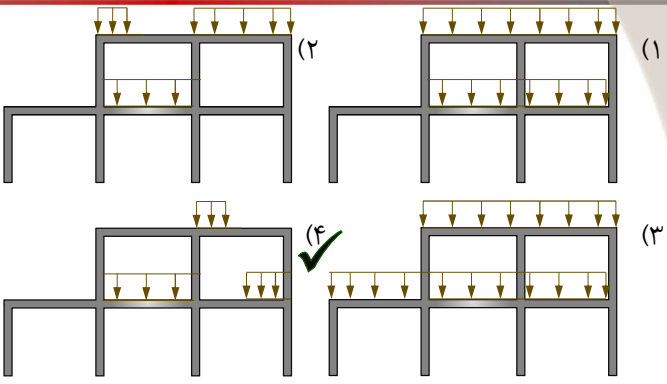
WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) بارگذاری بار زنده بر روی سازه زیر در کدام دهانه‌های صورت گیرد تا بیشترین برش منفی در نقطه B ایجاد شود؟

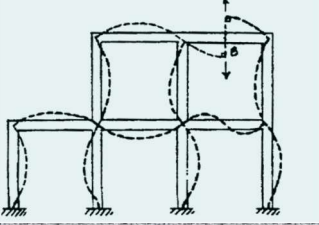


Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel



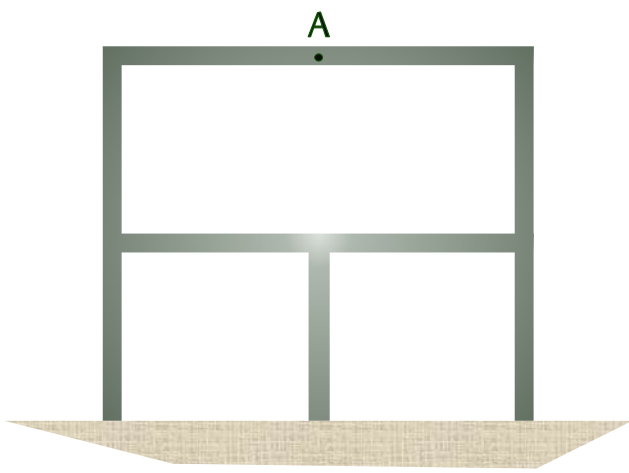
حل: بایستی خط تاثیر برش در نقطه B را ترسیم نماییم.



Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) بارگذاری بار زنده بر روی سازه زیر در کدام دهانه‌های صورت گیرد تا بیشترین لنگر مثبت در نقطه A ایجاد شد؟



Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

حل: بایستی خط تاثیر لنگر در نقطه A را ترسیم نماییم.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) بارگذاری بار زنده بر روی سازه زیر در کدام دهانه‌های صورت گیرد تا بیشترین برش مثبت در نقطه B ایجاد شد؟

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

حل: بایستی خط تاثیر برش در نقطه B را ترسیم نماییم.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال محاسبات پایه ۳-۸۴- نامناسبترین وضعیت بارگذاری برای لنگر تکیه گاه B در تیر زیر کدام است؟

حل: بایستی خط تاثیر لنگر در تکیه گاه B را ترسیم نماییم.


بنابراین بدترین وضعیت حالتی است که بار گسترده روی تمام دهانه ها به غیر از دهانه CD قرار گیرد.

Version: 1.0

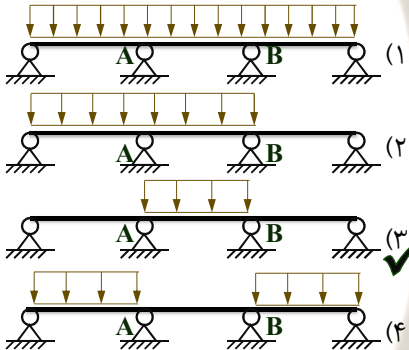
WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) محاسبات پایه ۳-۸۲ در یک تیر یکسره شدت بار مرده  $w_D = 400 \text{ kg/m}$  و شدت بار زنده  $w_L = 800 \text{ kg/m}$  است. در تعیین لنگر خمشی مثبت در وسط دهانه AB ناشی از بار زنده کدامیک از وضعیت های بارگذاری شده زیر لازم است در نظر گرفته شود؟

حل: بایستی خط تاثیر لنگر در وسط AB را ترسیم نماییم.



بنابراین بدترین وضعیت حالتی است که بار گسترده روی دهانه AB قرار گیرد.



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

\* **ضوابط مربوط به دیوارهای تقسیم کننده:** در ساختمان های اداری و یا سایر ساختمان هایی که در آنها احتمال استفاده از دیوارهای تقسیم کننده و یا جابجایی آنها وجود دارد، باید ضوابطی برای وزن دیوارهای تقسیم کننده بدون توجه به اینکه در پلان نشان داده شده اند یا خیر، اقدام گردد. حداقل وزن آنها ۱ کیلونیوتن بر متر مربع در نظر گرفته می شود. اگر وزن یک متر مربع این دیوارها کمتر از ۰/۴ کیلونیوتن بر متر مربع باشد، می توان وزن آنها را برابر ۰/۵ کیلونیوتن بر متر مربع بصورت گسترده فرض نمود. اگر وزن هر متر مربع سطح دیوارهای جداکننده از ۲ کیلونیوتن بیشتر باشد، وزن آن به عنوان بار مرده در نظر گرفته شده و در محل واقعی خود اثر داده می شود.

**استثناء:** اگر حداقل بار زنده کف از ۴ کیلونیوتن بر متر مربع بیشتر باشد، نیازی به در نظر گرفتن بار زنده دیوار تقسیم کننده نیست.



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

---

وزن کل تیغه‌ها  
 بار گسترده یکنواخت تیغه‌بندی  $q = \frac{\text{مساحت کف}}{\text{وزن کل تیغه‌ها}}$

\* اگر وزن یک متر مربع از تیغه‌ها کمتر از  $0.4 \text{ kN/m}^2$  باشد، بار تیغه بصورت یک بار گسترده معادل و یکنواخت در نظر گرفته می‌شود. حداقل بار معادل در این حالت  $0.5 \text{ kN/m}^2$  است.

\* اگر وزن یک متر مربع از تیغه‌ها بین  $0.4$  تا  $2$  کیلونیوتن بر متر مربع باشد، در این حالت

$$\text{بار تیغه} = \max \left\{ 0.5 \frac{\text{وزن کل تیغه}}{\text{مساحت کف}}, \frac{\text{وزن کل تیغه}}{\text{مساحت کف}} \right\}$$

حداقل بار معادل باید  $1 \text{ kN/m}^2$  در نظر گرفته شود.

\* اگر وزن یک متر مربع از تیغه‌ها از  $2 \text{ kN/m}^2$  بیشتر باشد، در این حالت وزن تیغه‌ها به عنوان بار مرده و در مکان خودش در نظر گرفته می‌شود.

\* اگر وزن یک متر مربع از تیغه‌ها از  $4 \text{ kN/m}^2$  بیشتر باشد، بار زنده به اندازه کافی زیاد بوده و نیازی به در نظر گرفتن بار زنده برای تیغه‌ها نیست.

۹۱ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

---

مثال) پایه ۳-۸۷ فرض کنید کف یک ساختمان اداری که یک دفتر کار معمولی است، از دو قسمت مساوی A و B تشکیل شده و سطح هر قسمت ۲۰۰ متر مربع باشد. چنانچه مساحت کل تیغه‌های قسمت A برابر ۲۰۰ متر مربع و مساحت کل تیغه‌های قسمت B برابر ۱۰۰ متر مربع و وزن هر متر مربع سطح تیغه برابر ۱۴۰ کیلوگرم باشد، بار زنده معادل تیغه‌بندی کدام یک از مقادیر زیر است؟

- (۱) ۱۰۰ کیلوگرم بر متر مربع برای هر دو قسمت A و B.
- (۲) ۱۰۰ کیلوگرم بر متر مربع برای قسمت A و ۷۰ کیلوگرم بر متر مربع برای قسمت B.
- (۳) ۱۴۰ کیلوگرم بر متر مربع برای A و ۱۰۰ کیلوگرم بر متر مربع برای قسمت B. ✓
- (۴) ۱۴۰ کیلوگرم بر متر مربع برای هر دو قسمت A و B.

وزن هر متر مربع سطح تیغه برابر ۱۴۰ کیلوگرم بوده از  $0.4$  کیلونیوتن بیشتر اما از  $2$  کیلونیوتن کمتر است

$$\text{بار تیغه} = ma \left\{ 1.0 \frac{\text{وزن کل تیغه}}{\text{مساحت کف}}, \frac{\text{وزن کل تیغه}}{\text{مساحت کف}} \right\}$$

۹۲ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

بار معادل تیغه برای قسمت A:

$$\frac{\text{وزن کل تیغه}}{\text{مساحت کف}} = \frac{200 \times 140}{200} = 140 \frac{kg}{m^2} = 1.4 \frac{kN}{m^2}$$

→ بار تیغه =  $\max \left\{ 1.0 \frac{kN}{m^2}, 1.4 \frac{kN}{m^2} \right\} = 1.4 \frac{kN}{m^2} = 140 \frac{kg}{m^2}$

بار معادل تیغه برای قسمت B:

$$\frac{\text{وزن کل تیغه}}{\text{مساحت کف}} = \frac{100 \times 140}{200} = 70 \frac{kg}{m^2} = 0.7 \frac{kN}{m^2}$$

→ بار تیغه =  $\max \left\{ 1.0 \frac{kN}{m^2}, 0.7 \frac{kN}{m^2} \right\} = 1.0 \frac{kN}{m^2} = 100 \frac{kg}{m^2}$

۹۳ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) پایه ۳- ۸۴- برای تیغه‌های داخل یک ساختمان اداری از پانل‌های گچی با وزن ۱۸۰ کیلوگرم بر متر مربع استفاده می‌شود. طول این تیغه‌ها در پلان ۲۰۰ متر و مساحت کف طبقه ۱۴۰۰ متر مربع و ارتفاع تیغه‌ها ۳ متر است. کدامیک از الزامات زیر بایستی در نظر گرفته شود.

(۱) تیغه‌ها سنگین هستند و باید در محل خود اثر داده شوند.

(۲) ✓ کف برای بار گسترده یکنواخت معادل ۱۰۰ کیلوگرم بر متر مربع محاسبه می‌شوند.

(۳) کف برای بار گسترده یکنواخت معادل ۵۰ کیلوگرم بر متر مربع محاسبه شده ولی باید اثر موضعی تیغه‌ها در نظر گرفته شود.

(۴) کف برای بار گسترده یکنواخت معادل ۷۷ کیلوگرم بر متر مربع محاسبه شده ولی باید اثر موضعی تیغه‌ها در نظر گرفته شود.

$$\frac{\text{وزن کل تیغه}}{\text{مساحت کف}} = \frac{180 \times 3 \times 200}{1400} = 77 \frac{kg}{m^2}$$

بار تیغه =  $\max \left\{ 100 \frac{kg}{m^2}, 77 \frac{kg}{m^2} \right\} = 100 \frac{kg}{m^2}$

→ بار تیغه =  $\max \left\{ 100 \frac{kg}{m^2}, 77 \frac{kg}{m^2} \right\} = 100 \frac{kg}{m^2}$

۹۴ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) پایه ۳-۸۹- در یک ساختمان تجاری با کاربری فروشگاه، برای جداسازی فضاها از تیغه‌هایی استفاده شده که وزن یک متر مربع از آنها ۱ کیلونیوتن است. چنانچه سطح پلان ساختمان ۳۰۰ متر مربع و طول کل تیغه‌ها برابر ۵۲.۵ m و ارتفاع آنها ۴ m باشد، بار معادل تیغه‌بندی بر حسب کیلونیوتن بر متر مربع به کدامیک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟

(۱) ۰.۷  
(۲) ۱.۰  
(۳) ۱.۲  
(۴) با توجه به کاربری ساختمان، می‌توان از بار معادل تیغه‌بندی صرف نظر نمود. ✓

چون بار زنده فروشگاه از  $4 \text{ kN/m}^2$  بیشتر است، می‌توان از اثر دادن بارهای تیغه‌بندی صرف نظر نمود.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) پایه ۳-۸۹- در بخشی از یک ساختمان که بار زنده آن  $2 \text{ kN/m}^2$  و مساحت طبقه ۲۰۰ متر مربع می‌باشد، طول دیوارهای داخلی ۳۰ متر و ارتفاع آنها ۲.۸ m و وزن یک متر مربع دیوار ۱.۸ kN است. بار معادل دیوارها بر حسب کیلونیوتن بر متر مربع که می‌توان بطور یکنواخت در کف اثر داد، چقدر است؟

(۱) ۰.۶  
(۲) ۱.۰ ✓  
(۳) ۰.۷۶  
(۴) ۲.۰

$$\text{وزن کل تیغه} = \max \left\{ 1.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}, \frac{\text{مساحت کف}}{\text{وزن کل تیغه}} \right\}$$

$$\frac{\text{وزن کل تیغه}}{\text{مساحت کف}} = \frac{30 \times 2.8 \times 1.8}{250} = 0.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{بار تیغه} = \max \left\{ 1.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}, 0.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right\} = 1.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) پایه ۳- ۹۰- در یک ساختمان مسکونی برای جداسازی فضاها از تیغه‌هایی استفاده شده که وزن یک مرت مربع آنها ۳ کیلونیوتن است. چنانچه سطح پلان ساختمان در هر طبقه ۳۰۰ متر مربع و طول تیغه‌ها در هر طبقه ۶۰ متر و ارتفاع آنها ۳ متر باشد، کدامیک از عبارات زیر در خصوص بار معادل تیغه‌ها درست است؟

(۱) بار معادل تیغه‌ها را می‌توان  $1.8 \text{ kN/m}^2$  در نظر گرفت.  
 (۲) بار تیغه‌ها بایستی در مکان دقیق خود اعمال شوند. ✓  
 (۳) بار معادل تیغه‌ها را می‌توان  $1.8 \text{ N/m}^2$  در نظر گرفت.  
 (۴) بار معادل تیغه‌بندی را می‌توان  $3 \text{ kN/m}^2$  در نظر گرفت.

\* اگر وزن یک متر مربع از تیغه‌ها از  $2 \text{ kN/m}^2$  بیشتر باشد، در این حالت وزن تیغه‌ها به عنوان بار مرده و در مکان خودش در نظر گرفته می‌شود.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0 صفحه ۹۷

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) پایه ۳- ۹۱- تیغه‌های غیر باربر داخلی یک ساختمان به صورت آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان به ضخامت ۲۰ سانتیمتر و در دو طرف اندود گچ به ضخامت متوسط ۲ سانتیمتر در هر طرف دیوار خواهد بود، اگر ارتفاع تیغه‌ها برابر  $2.8 \text{ m}$  باشد، نیروی وارد بر واحد طول از طرف تیغه بر کف بر حسب کیلونیوتن بر متر مربع حدوداً چقدر است؟ (شتاب ثقل برابر ۱۰ در نظر گرفته شود)

(۱) 6.2 ✓ (۲) 2.2 (۳) 5.8 (۴) 7.3

طبق جدول پ ۶-۱-۲ مبحث ششم داریم:

$$850 \times 0.2 + 1300 \times 0.04 = 222 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$w = 222 \times 2.8 \times 10 = 620 \frac{\text{N}}{\text{m}} = 6.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0 صفحه ۹۸

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) پایه ۳-۸۱- در یک ساختمان اداری برای تیغه بندی از پانل های گچی به ضخامت ۱۰ سانتیمتر استفاده شده است. مساحت طبقه ۲۰۰ متر، ارتفاع خالص طبقه ۳ متر و طول تیغه ها ۶۰ متر است. بار معادل تیغه بندی به کدام مورد نزدیکتر است؟

۱)  $100 \text{ kg/m}^2$  ✓ ۲)  $120 \text{ kg/m}^2$  ۳)  $150 \text{ kg/m}^2$  ۴)  $160 \text{ kg/m}^2$

طبق جدول پ ۶-۱-۲ مبحث ششم برای وزن یک متر مربع دیوار گچی داریم:

$$1300 \times 0.1 = 130 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{وزن کل تیغه} = \frac{130 \times 3 \times 60}{200} = 117 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

بار تیغه =  $m \left\{ 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}, \frac{\text{وزن کل تیغه}}{\text{مساحت کف}} \right\}$

➡ بار تیغه =  $\max \left\{ 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}, 117 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right\} = 117 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

\* انتقال بار قائم در کف های یکطرفه و دو طرفه: در کف های یکطرفه، جهت پخش بار، در یک امتداد بوده و بارهای بر دو لبه از کف منتقل شده و در نهایت از طریق تیر به ستون ها می رسند. در کف های دو طرفه، توزیع در دو جهت عمود بر هم صورت می گیرد.

توزیع بار یکطرفه

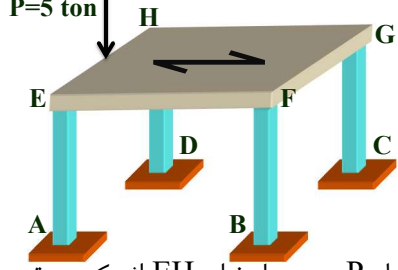
توزیع بار دوطرفه

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0



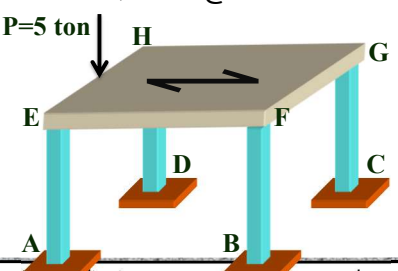
WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) نیروی رسیده به صفحه ستون B، در صورتی که بار P در وسط ضلع EH کند، چقدر است؟  
 کف سازه بصورت یکطرفه عمل می کند.



(۱) ۵ تن  
 (۲) ۲/۵ تن  
 (۳) ۱ تن  
 (۴) صفر ✓

مثال) نیروی رسیده به صفحه ستون A، در صورتی که بار P در وسط ضلع EH کند، چقدر است؟  
 کف سازه بصورت یکطرفه عمل می کند.

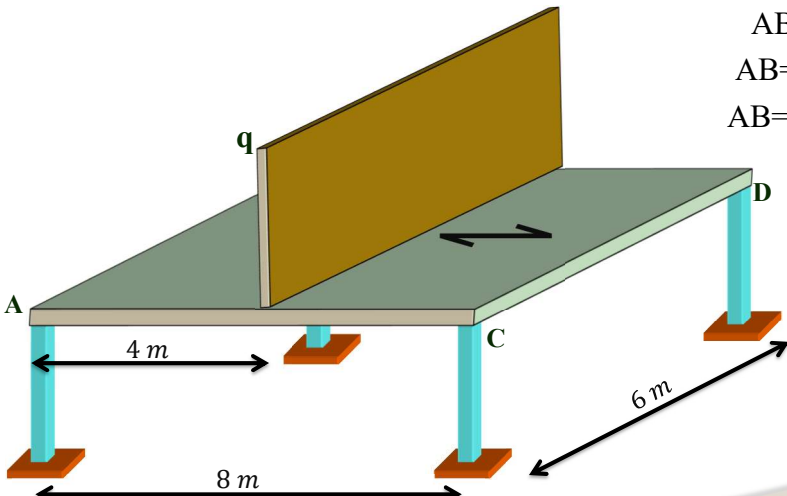


(۱) ۵ تن  
 (۲) ۲/۵ تن ✓  
 (۳) ۱ تن  
 (۴) صفر

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) در صورتی که شدت بار دیوار بر واحد طول آن برابر q باشد و سقف بصورت یکطرفه عمل کند، بار ناشی از دیوار بر روی لبه AB و CD چقدر است؟



(۱)  $AB=q/2$  ,  $CD=q/2$  ✓  
 (۲)  $AB=2q/3$  ,  $CD=q/3$   
 (۳)  $AB=4q/5$  ,  $CD=q/5$   
 (۴)  $AB=0$  ,  $CD=0$

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) در صورتی که شدت بار دیوار بر واحد طول آن برابر  $q$  باشد و سقف بصورت یکطرفه عمل کند، بار ناشی از دیوار بر روی لبه  $AB$  و  $CD$  چقدر است؟

(۱)  $AB=q/2$  ,  $CD=q/2$   
 (۲)  $AB=0.25q$  ,  $CD=0.75q$   
 (۳)  $AB=0.75$  ,  $CD=0.25q$  ✓  
 (۴)  $AB=0$  ,  $CD=0$

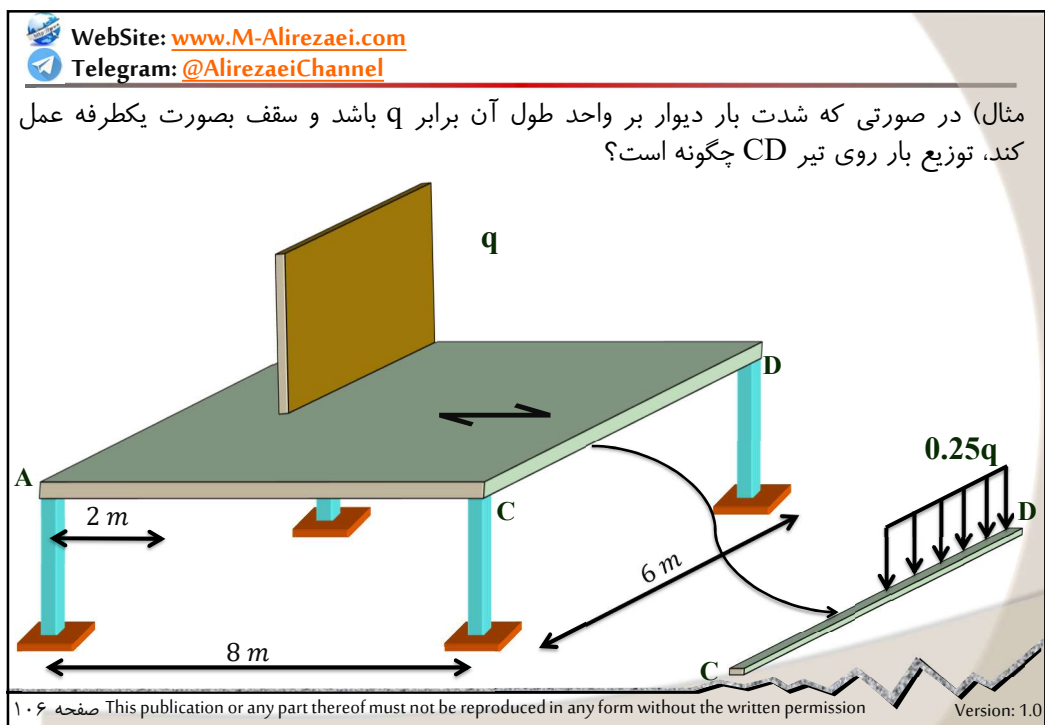
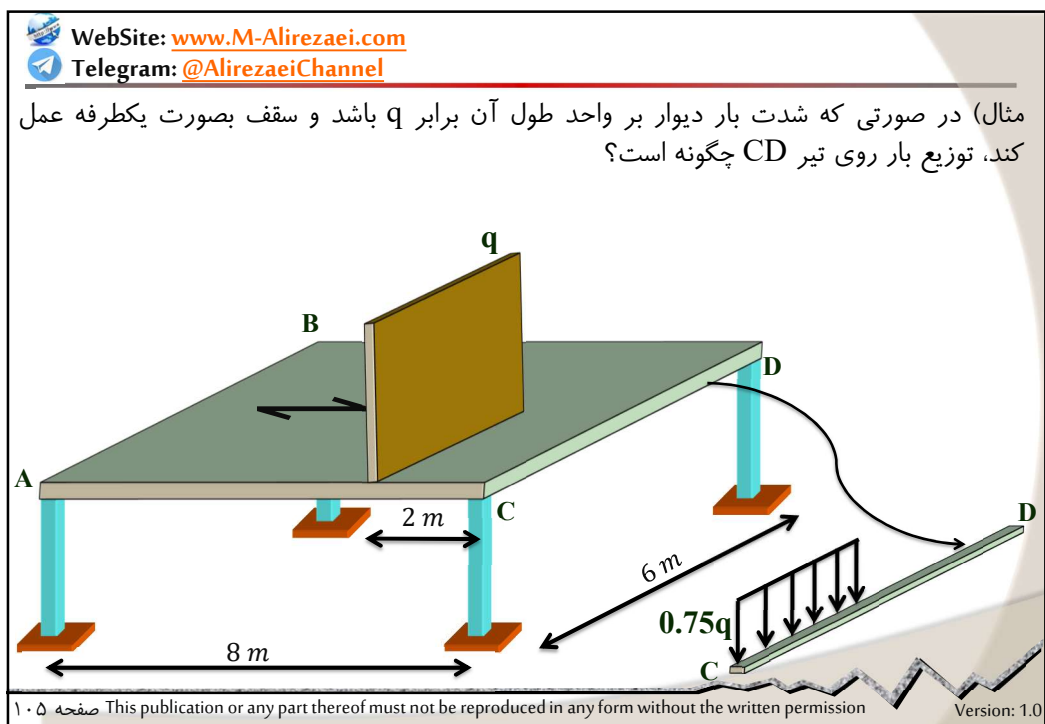
۱۰۳ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) در صورتی که شدت بار دیوار بر واحد طول آن برابر  $q$  باشد و سقف بصورت یکطرفه عمل کند، بار ناشی از دیوار بر روی لبه  $AB$  و  $CD$  چقدر است؟

(۱)  $AB=q/2$  ,  $CD=q/2$   
 (۲)  $AB=0.25q$  ,  $CD=0.75q$  ✓  
 (۳)  $AB=0.75$  ,  $CD=0.25q$   
 (۴)  $AB=0$  ,  $CD=0$

۱۰۴ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) در صورتی که شدت بار دیوار بر واحد طول آن برابر  $q$  باشد و سقف بصورت یکطرفه عمل کند، بار ناشی از دیوار بر روی لبه  $AB$  و  $CD$  چقدر است؟

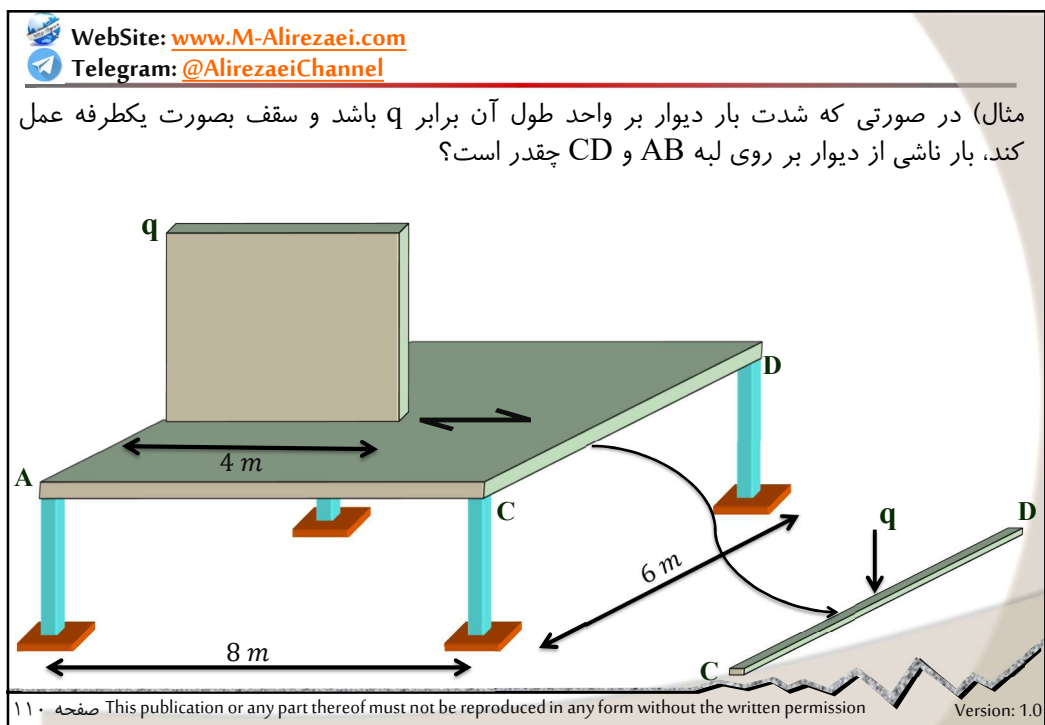
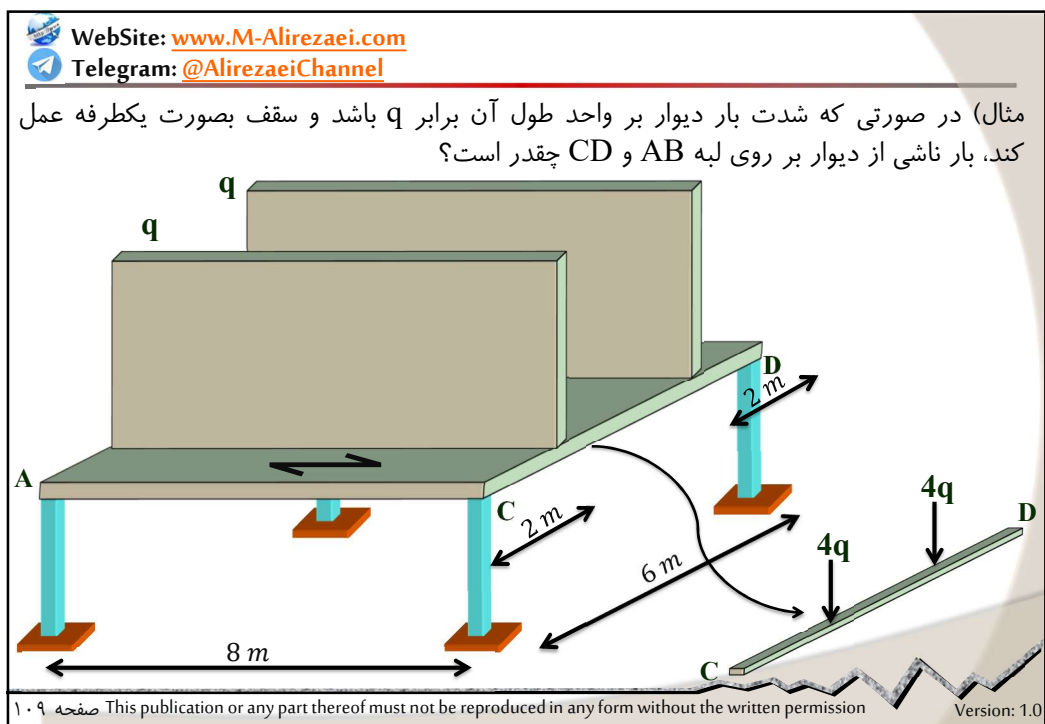
(۱)  $AB=q/2$  ,  $CD=q/2$   
 (۲)  $AB=0.25q$  ,  $CD=0.75q$   
 (۳)  $AB=0.75q$  ,  $CD=0.25q$   
 (۴)  $AB=0$  ,  $CD=0$  ✓

107 صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) در صورتی که شدت بار دیوار بر واحد طول آن برابر  $q$  باشد و سقف بصورت یکطرفه عمل کند، بار ناشی از دیوار بر روی لبه  $AB$  و  $CD$  چقدر است؟

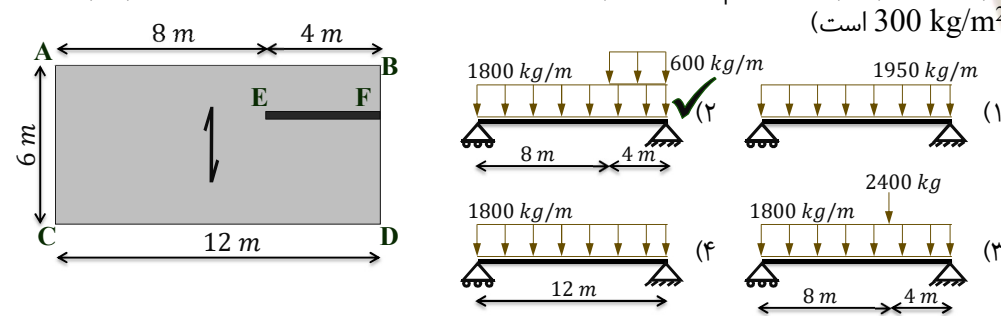
108 صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0





WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال - پایه ۳ شهریور ۹۱- در ساختمان مسکونی، بار مرده کف ۶۰۰ کیلوگرم بر متر مربع و وزن واحد سطح تیغه در چشمه ABCD، برابر ۳۰۰ کیلوگرم بر متر مربع و ارتفاع تیغه‌ها ۳ متر است. بار مرده وارد بر تیر AB کدام است؟ (طول تیغه EF=4 m، بار زنده کف بدون در نظر گرفتن تیغه 300 kg/m<sup>2</sup> است)

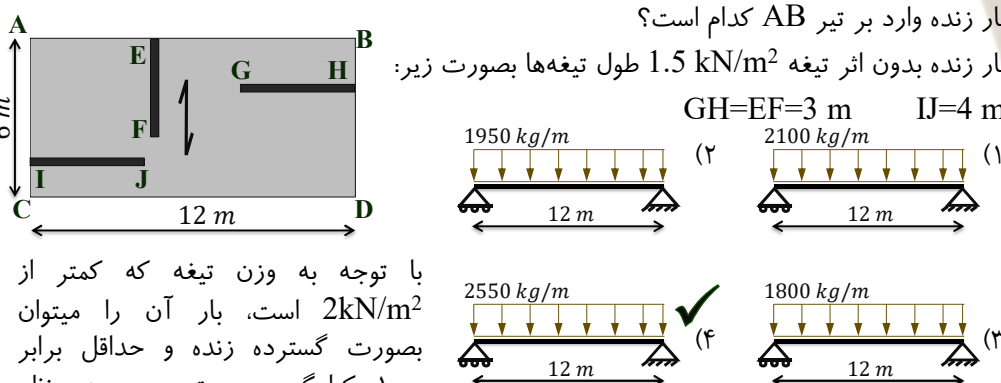


با توجه به وزن تیغه که بیشتر از 2kN/m<sup>2</sup> است، بار آن بایستی بصورت بار مرده و در مکان خود اعمال شود.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

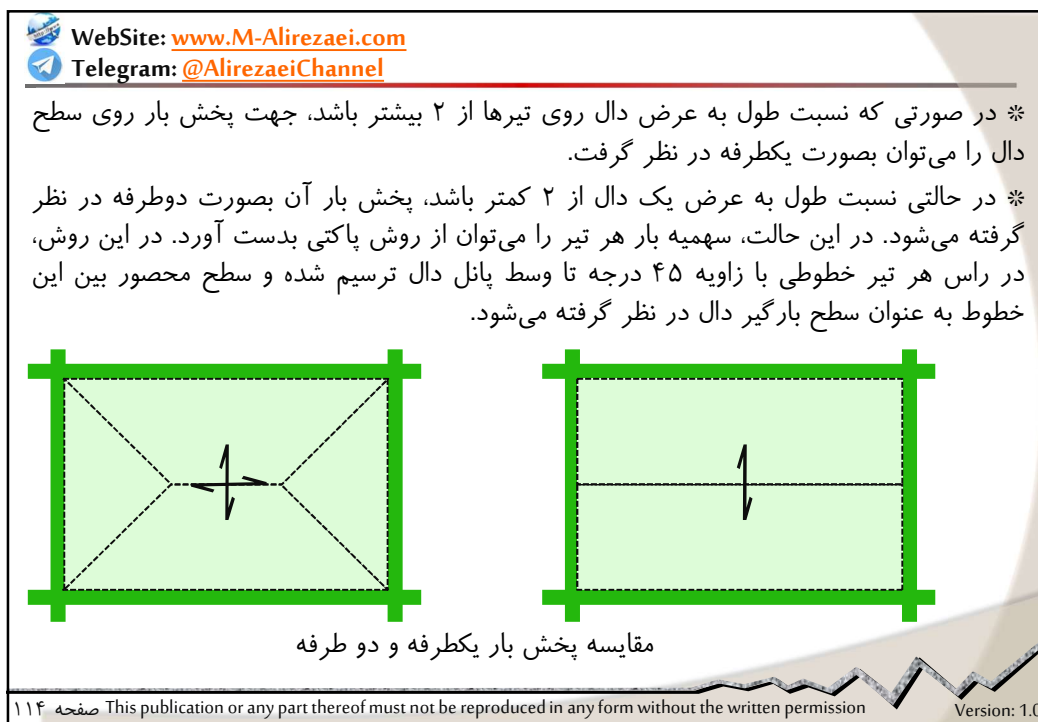
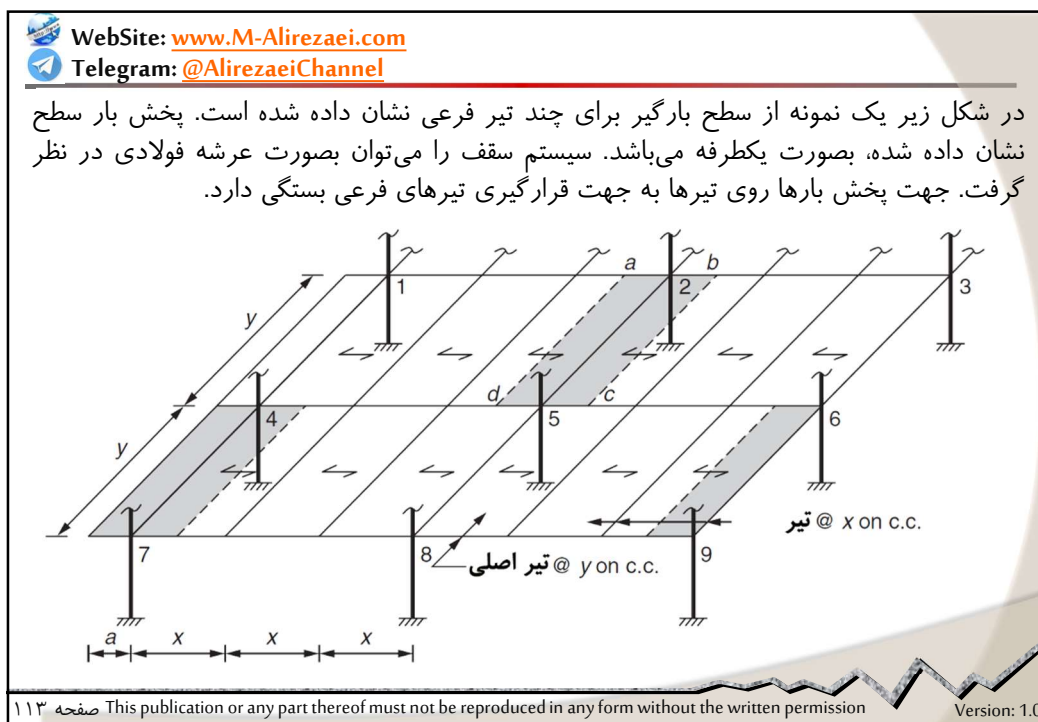
مثال - نظارت - شهریور ۹۱- در ساختمان مسکونی، بار کف ۶۰۰ کیلوگرم بر متر مربع و وزن تیغه‌ها در چشمه ABCD برابر ۱۲۰ کیلوگرم بر متر مربع و ارتفاع تیغه‌ها ۳ متر است. مجموع بار مرده و بار زنده وارد بر تیر AB کدام است؟ بار زنده بدون اثر تیغه 1.5 kN/m<sup>2</sup> طول تیغه‌ها بصورت زیر:



GH=EF=3 m IJ=4 m

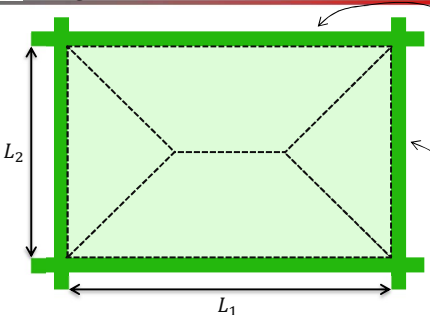
با توجه به وزن تیغه که کمتر از 2kN/m<sup>2</sup> است، بار آن را میتوان بصورت گسترده زنده و حداقل برابر ۱۰۰ کیلوگرم بر متر مربع در نظر گرفت.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0





WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel



بار کل وارد بر تکیه‌گاه در جهت  $L_1$ :  
 بار واحد سطح کف  $\left[ (2L_1 - L_2) + \frac{L_2}{4} \right]$   
 بار کل وارد بر تکیه‌گاه در جهت  $L_2$ :  
 بار واحد سطح کف  $\frac{L_2^2}{4}$

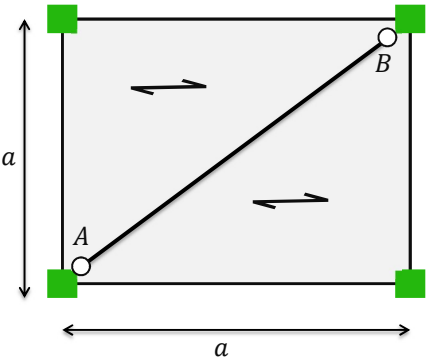
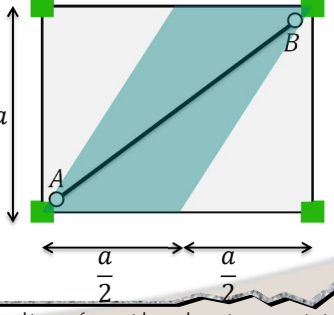
مثال) در شکل بالا، اگر  $L_1 = 6 \text{ m}$  و  $L_2 = 3 \text{ m}$  و همچنین شدت بار روی کف برابر  $300 \text{ کیلوگرم بر متر مربع}$  در نظر گرفته شود، مقدار شدت بار روی لبه  $L_1$  چقدر است؟

$$q = \left[ (2 \times 6 - 3) + \frac{3}{4} \right] \times 300 = 2925 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال- پایه ۳-آذر ۹۲- در صورتی که مجموع شدت بارهای مرده و زنده در واحد سطح برابر  $q$  فرض شود، در طراحی به روش تنش مجاز تیر دو سر مفصل AB باید برای حداقل چه لنگر خمشی طراحی شود.

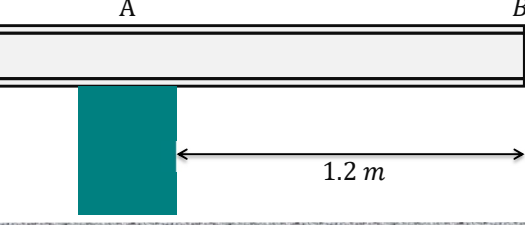
$\frac{\sqrt{2}}{8} qa^3$  (۲)  
 $\frac{\sqrt{2}}{4} qa^3$  (۴)  
 $\frac{1}{8} qa^3$  (۳) ✓

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال - پایه ۱-۸۲ - در پوشش بالکن یک ساختمان مسکونی، از تیرهای طره شده فولادی و طاق ضربی بین آنها استفاده شده است. لنگر خمشی ناشی از بار زنده در تکیه گاه تیر AB چقدر است؟ فاصله بین تیرها 0.7 m و طول طره ها 1.2 m است.

$M_A = 2.1 \text{ kN.m}$  (۲)                       $M_A = 1.51 \text{ kN.m}$  (✓)  
 $M_A = 3.612 \text{ kN.m}$  (۴)                       $M_A = 3.0 \text{ kN.m}$  (۳)

$$M_A = 1.5 \times 2 \times 1.2 \times 0.7 \times \frac{1.2}{2} = 1.51 \text{ kN.m}$$


۱۱۹ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال - پایه ۳-۸۹ - مجاور راهرو یک ساختمان مسکونی به صورت طره به ابعاد 1×1 m است. لنگر خمشی ناشی بارهای زنده در تکیه گاه چقدر است؟

$M = 200 \text{ kg.m}$  (۲)                       $M = 150 \text{ kg.m}$  (✓)  
 $M = 300 \text{ kg.m}$  (۴)                       $M = 250 \text{ kg.m}$  (۳)

$$M_A = 1.5 \times 200 \times 1 \times 1 \times 0.5 = 150 \text{ kg.m}$$

مثال - پایه ۳-اسفند ۹۱ - اگر در طول زمان اجرای ساختمان در محدوده ای کف طبقه سوم به مساحت ۴ متر مربع کاشی های سرامیکی کفی به ارتفاع نیم متر چیده شده باشد بار ضمن اجرای وارد بر کف حاصل از سرامیک بر حسب کیلونیوتن حدوداً چقدر خواهد بود؟

۳۴ (۴)                      ۲۱ (۳)                      ۴۲ (✓)                      ۸۴ (۱)

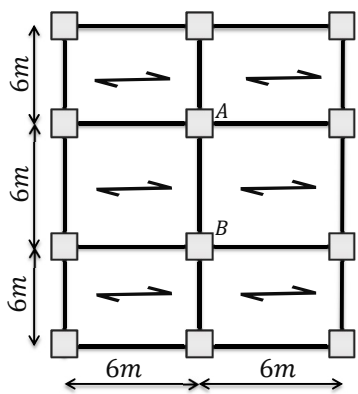
با مراجعه به جدول پ ۶-۱-۲ مبحث ششم:

$$w = 2100 \times 0.5 \times 4 = 4200 \text{ kg} = 42 \text{ kN}$$

۱۲۰ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال- پایه ۱-۸۴- پلان روبرو قسمتی از یک پارکینگ عمومی است که ماشین ۴ تن، امکان رفت و آمد در آن را دارد. اگر ماشین آتش نشانی بتواند به این پارکینگ وارد شود، تیر AB برای چه لنگر خمشی باید طراحی نمود؟ دو انتهای تیر ساده فرض شود. کف یکطرفه است.



طبق ردیف ۱۱-۲ مبحث ششم، در محل عبور و پارک خودروهایی با وزن ۴۰ تا ۹۰ کیلونیوتن باید بار گسترده  $600 \text{ kg/m}^2$  و بار متمرکز  $3000 \text{ kg}$  در نظر گرفته شود.

$$M_{AB} = \max \left\{ \begin{aligned} \frac{600 \times 6 \times 6^2}{8} &= 16200 \text{ kg.m} \\ \frac{3000 \times 6}{4} &= 4500 \text{ kg.m} \end{aligned} \right\}$$

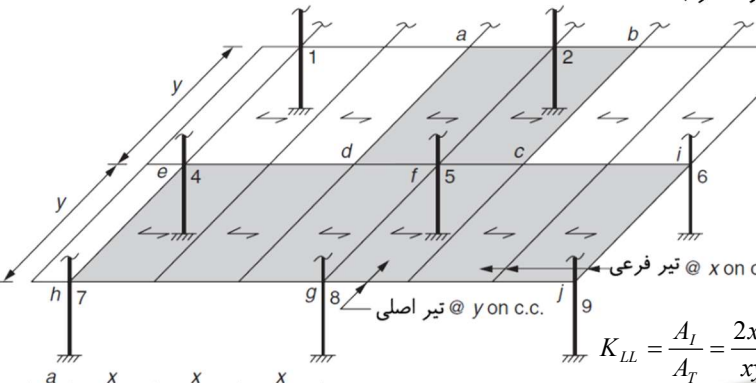
۱) ۱۲.۹ ton.m  
 ۲) ۱۶.۲ ton.m  
 ۳) ۱۸.۹ ton.m  
 ۴) ۲۱.۶ ton.m

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

**سطح موثر:**

در بارگذاری سقف‌های مختلف، مفهوم سطح موثر ( $A_I$ ) در مبحث ششم مورد استفاده قرار گرفته است. ضریب بار زنده  $K_{LL}$  که در جدول ۶-۵-۲ مبحث ششم معرفی شده است، از تقسیم سطح موثر بر سطح بارگیر ( $A_T$ ) بدست می‌آید. سطح موثر یک عضو، به سطحی گفته می‌شود که فرای آن سطح، اثر بار روی عضو صفر باشد.



برای تیر نشان داده شده بین دو گره ② و ⑤، سطح موثر با هاشور نشان abcd داده شده است. برای این حالت، ضریب بار زنده  $K_{LL}$  بصورت زیر محاسبه می‌شود:

$$K_{LL} = \frac{A_I}{A_T} = \frac{2xy}{xy} = 2$$

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

**سطح موثر:**

برای تیر اصلی بین دو گره ⑦ و ⑧، این سطح موثر که با هاشور efgh نشان داده شده است و برای این حالت، ضریب بار زنده  $K_{LL}$  بصورت زیر محاسبه می‌شود:

$$K_{LL} = \frac{A_I}{A_T} = \frac{3xy}{1.5xy} = 2$$

برای ستون واقع بر روی گره ⑨، نیز ضریب بار زنده  $K_{LL}$  بصورت زیر محاسبه می‌شود:

$$K_{LL} = \frac{A_I}{A_T} = \frac{3xy}{0.75xy} = 4$$

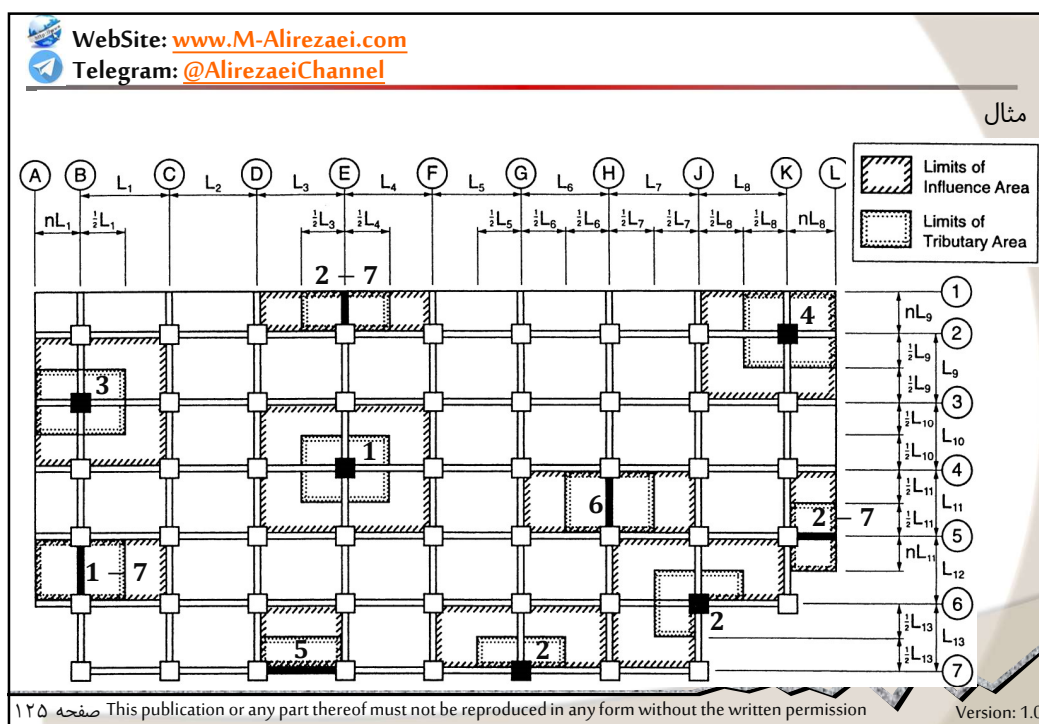
تیر فرعی @ x on c.c.  
 تیر اصلی @ y on c.c.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

$K_{LL}$	جزء سازه‌ای	ردیف
۴	ستون‌های داخلی	۱
۴	ستون‌های خارجی بدون دال‌های طره‌ای	۲
۳	ستون‌های کناری با دال طره‌ای	۳
۲	ستون‌های گوشه با دال طره‌ای	۴
۲	تیرهای کناری بدون دال طره‌ای	۵
۲	تیر داخلی	۶
	بقیه اعضای ذکر نشده شامل:	۷
۱	۱-۷ تیر کناری با دال طره‌ای	
۱	۲-۷ تیر طره‌ای	
۱	۳-۷ دال یکطرفه	
۱	۴-۷ دال دو طرفه	
۱	۵-۷ اعضای که فاقد ضابطه انتقال پیوسته برش در جهت عمود بر دهانه خود باشند.	

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

**کاهش بار زنده طبقات:**

با استفاده از رابطه زیر می توان بار زنده طبقات را کاهش داد:

$$L = L_0 \left[ 0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{K_{LL} A_T}} \right]$$

که در آن  $L_0$  بار زنده کاهش نیافته و  $L$  بار زنده کاهش یافته است که مقدار آن باید در رابطه زیر برقرار باشد:

$L \geq 0.4L_0$  → عضو بار زنده دو طبقه را تحمل کند

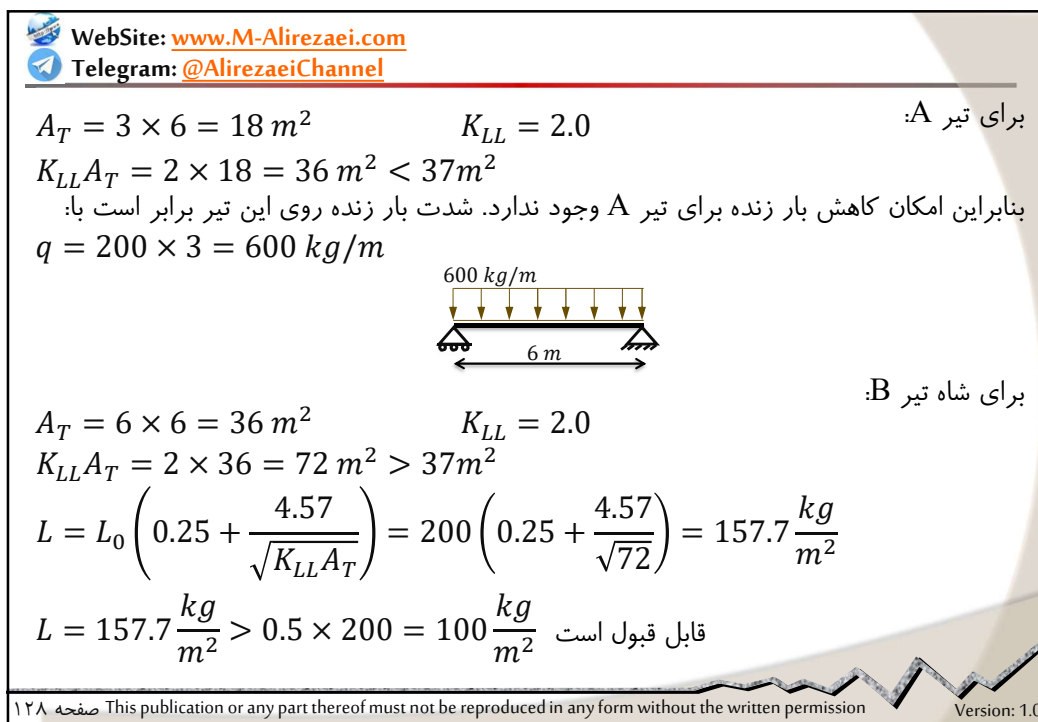
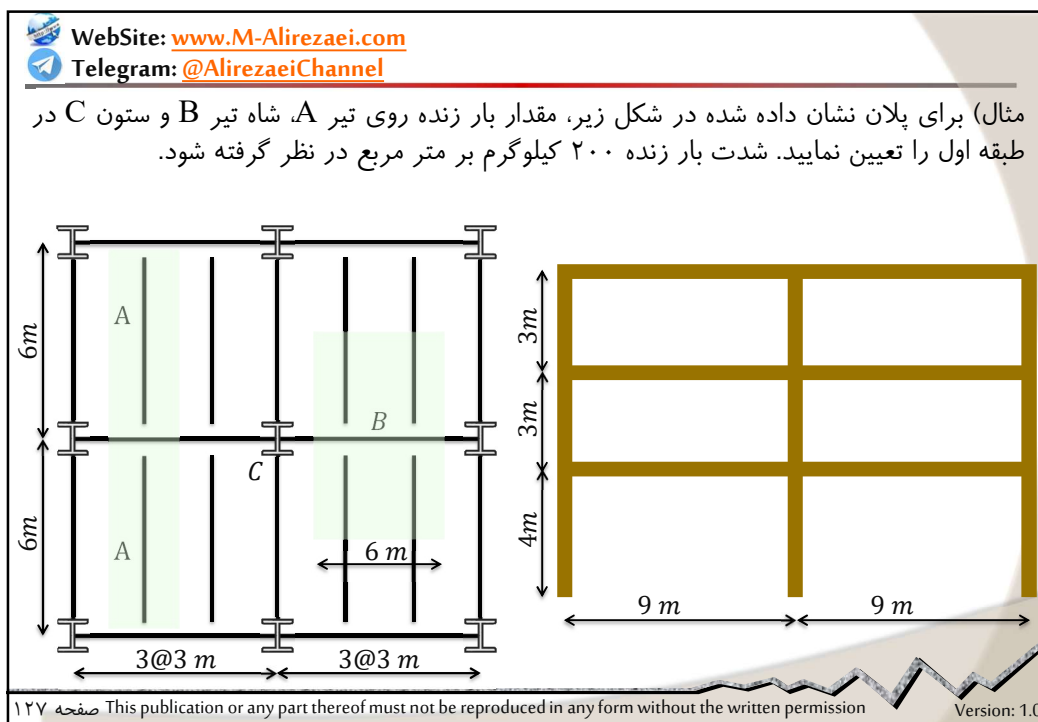
$L \geq 0.5L_0$  → عضو بار زنده یک طبقه را تحمل کند

\* در این رابطه  $A_T$  سطح بارگیر تیر یا ستون بوده و در ستون ها که بار چند طبقه را تحمل می کنند، مساحت بام، پارکینگ و سطوحی که در قسمت شرایط خاص بیان می شود، نباید در نظر گرفته شوند.

\* برای اعضای که برای آنها،  $K_{LL} A_T$  برابر یا بیشتر از ۳۷ متر مربع باشد، می توان از رابطه فوق، بارهای زنده را کاهش داد.

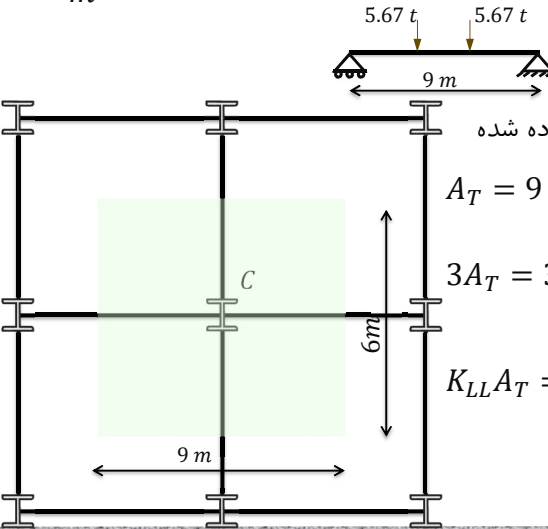
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

بار متمرکز روی تیر B ناشی از بارهای زنده:  $157.7 \frac{kg}{m^2} \times 6 \times 6 \times 10^{-3} = 5.67 \text{ ton}$



برای ستون C در طبقه اول:  
 در شکل زیر، سطح بارگیر ستون C نشان داده شده  
 $A_T = 9 \times 6 = 54 \text{ m}^2$  سطح بارگیر هر طبقه  
 $3A_T = 3 \times 54 = 162 \text{ m}^2$  سطح بارگیر تمام طبقات  
 $K_{LL}A_T = 4 \times 162 = 648 \text{ m}^2 < 37 \text{ m}^2$


صفحه ۱۲۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

$$L = L_0 \left( 0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{K_{LL}A_T}} \right) = 200 \left( 0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{648}} \right) = 85.9 \frac{kg}{m^2}$$

قابل قبول است  $L = 85.9 \frac{kg}{m^2} > 0.4 \times 200 = 80 \frac{kg}{m^2}$

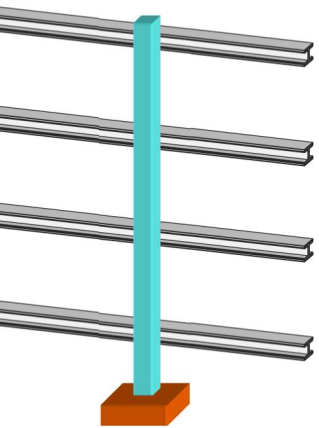
بار محوری ستون  $P = 85.9 \frac{kg}{m^2} \times 162 \text{ m}^2 \times 10^{-3} = 13.9 \text{ ton}$



صفحه ۱۳۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال - پایه ۳ - سال ۸۳ - در یک ساختمان مسکونی ۴ طبقه سطح بارگیر یکی از ستونهای میانی در هر طبقه ۱۶ متر مربع است. درصد مجاز کاهش بار زنده ناشی از سه طبقه اول به جز بام را برای این ستون در طبقه پایین (اولین طبقه) محاسبه کنید.



26.7% (۱)	50% (۲)	32.5% (۳)	42% (۴) ✓
-----------	---------	-----------	-----------

$$A_T = 3 \times 16 = 48 \text{ m}^2 \quad K_{LL} = 4$$

$$K_{LL} A_T = 4 \times 48 = 192 \text{ m}^2 > 37 \text{ m}^2 \text{ Ok}$$

$$\frac{L}{L_0} = \left( 0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{K_{LL} A_T}} \right) = \left( 0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{192}} \right) = 0.58$$

$$100 - 0.58 = 42\%$$

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال - پایه ۳ - سال ۹۱ - تیرهای اصلی طبقات یک ساختمان اداری با دفتر کارهای معمولی، دارای طول دهانه ۸ متری بوده که فاصله آنها از هم ۶ متر است. تیرچه‌های کف بر روی تیرهای ۸ متری قرار دارند. مقدار حداقل بارهای زنده در واحد طول (بر حسب کیلونیوتن بر متر) برای طراحی تیرهای اصلی باربر داخلی در طبقه پنجم در چه حدودی است؟ (وزن تیغه‌ها جداگانه به همراه بارهای مرده در نظر گرفته می‌شود.)

۹ (۱)	۱۵ (۲)	۸ (۳)	۱۱ (۴) ✓
-------	--------	-------	----------

$$A_T = 8 \times 6 = 48 \text{ m}^2 \quad K_{LL} = 2$$

$$K_{LL} A_T = 2 \times 48 = 96 \text{ m}^2 > 37 \text{ m}^2 \text{ Ok}$$

$$L = L_0 \left( 0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{K_{LL} A_T}} \right) = 2.5 \left( 0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{96}} \right) = 1.79 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$1.79 \times 6 = 10.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال - پایه ۳ - سال ۹۱ - در پلان شکل زیر، در مورد سربار کاهش یافته کدام گزینه صحیح است؟

Diagram (1) shows a beam with a uniform load of  $912 \text{ kg/m}$ .  
 Diagram (2) shows a beam with a uniform load of  $1167 \text{ kg/m}$ .  
 Diagram (3) shows a beam with a uniform load of  $1165 \text{ kg/m}$ .  
 Diagram (4) shows a beam with a uniform load of  $849 \text{ kg/m}$ .

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

**استثنائات:** در برخی موارد قادر به کاهش بار زنده نیستیم:

- \* بارهای سنگین: بارهای زنده بیش از  $5$  کیلونیوتن بر متر مربع، را نمی‌توان کاهش داد. لیکن در حالتی که اعضا بار دو طبقه و یا بیشتر را تحمل می‌کنند را می‌توان به میزان  $20\%$  کاهش داد.
- \* محل عبور و پارک خودروهای سواری: در کف‌هایی که محل عبور و یا پارک خودروهای سواری باشد، کاهش بار زنده مجاز نیست. لیکن در حالتی که اعضا بار دو طبقه و یا بیشتر را تحمل می‌کنند را می‌توان به میزان  $20\%$  کاهش داد.
- \* محل اجتماع و ازدحام: بار زنده محل‌های اجتماع و ازدحام مردم را نمی‌توان کاهش داد.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

**کاهش بار زنده در بام‌های تخت، شیبدار و قوسی:** برای کاهش بار زنده بام می‌توان از رابطه زیر استفاده نمود:

$$L_r = L_0 R_1 R_2 \quad 0.6 \frac{kN}{m^2} \leq L_r \leq 1.5 \frac{kN}{m^2}$$

که در آن  $L_r$  بار زنده طراحی کاهش یافته در هر متر مربع تصویر افقی سطح نگهداری شده توسط عضو،  $L_0$  بار زنده کاهش نیافته در هر متر مربع،  $R_1$  ضریب کاهش ناشی از افزایش سطح بارگیر و  $R_2$  ضریب کاهشی ناشی از تاثیر شیبدار بودن بام را در نظر می‌گیرد.

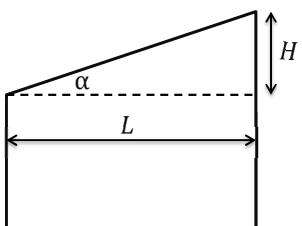
$$R_1 = \begin{cases} 1 & A_T \leq 18m^2 \\ 1.2 - 0.0111A_T & 18m^2 < A_T < 54m^2 \\ 0.6 & A_T \geq 54m^2 \end{cases}$$

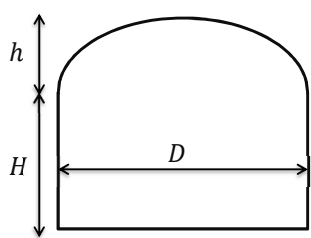
که در آن  $A_T$  سطح بارگیر عضو در بام است.

$$R_2 = \begin{cases} 1 & S \leq 33\% \\ 1.2 - 0.006S & 33\% < S < 100\% \\ 0.6 & S \geq 100\% \end{cases}$$

۱۳۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel



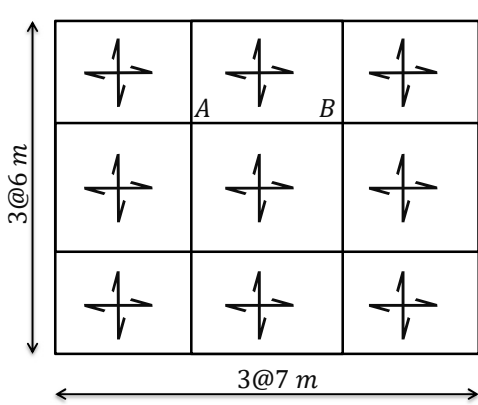
$$S: \tan \alpha = \frac{H}{L} \rightarrow S = \frac{H}{L} \times 100$$


$$S = 266.6 \frac{h}{D}$$

۱۳۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال - پایه ۳ - سال ۹۰ - یک ساختمان مسکونی از نوع قاب ساختمانی ساده توام با مهاربندی همگرا فولادی در شهر تهران مفروض است. این ساختمان پنج طبقه با دال بتنی است. پلان تیر ریزی طبقه چهارم به همراه طول دهانه‌ها در شکل زیر نشان داده شده است. اگر بار زنده طبقات ۲۰۰ کیلوگرم بر متر مربع باشد، درصد کاهش بار زنده برای طراحی تیر AB به کدامیک از موارد زیر نزدیکتر است؟



43.3% (۱)	10% (۲) ✓
23.7% (۳)	40% (۴)

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال - پایه ۳ - سال ۸۹ - در یک ساختمان ۱۰ طبقه اداری، درصد کاهش نیروی ناشی از بار زنده در ستون داخلی طبقه ۳ عبارت است از: (سطح بارگیر ستون در هر طبقه  $16 \text{ m}^2$  و بار زنده طبقات  $2.5 \text{ kN/m}^2$  فرض شود).

(۱) در ساختمان اداری امکان کاهش بار زنده وجود ندارد.

(۲) ۷۰

(۳) ۳۰

(۴) ۵۰ ✓

برای بام چون مسطح بوده و سطح آن کمتر از ۱۸ متر مربع است،  $R_1=R_2=1.0$  است.

$$L_r = L_0 R_1 R_2 = 150 \times 1.0 \times 1.0 = 150$$

برای طبقات داریم:

$$A_T = 7 \times 16 = 112 \text{ m}^2 \quad K_{LL} = 4$$

$$L = L_0 \left( 0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{K_{LL} A_T}} \right) = 2.5 \left( 0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{4 \times 112}} \right) = 1.16 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} > 0.4 L_0 = 0.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\% = \frac{16 \times (7 \times 1.16 + 1.5)}{16 \times (7 \times 2.5 + 1.5)} = 0.49$$

درصد کاهش یافته به کاهش نیافته: ۰.۴۹

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال- پایه ۳- سال ۸۷- سطح باگیری تیری در کف یک انبار  $36 \text{ m}^2$  میباشد. چنانچه شدت بار مرده و زنده ۶ و ۸ کیلونیوتن بر متر مربع باشد، شدت بار زنده کاهش یافته چقدر خواهد بود؟

(۱) علاوه بر سطح بارگیری، به تعداد طبقات ساختمان بستگی دارد.

(۲) ۴ کیلونیوتن بر متر مربع

(۳) ۶/۴ کیلونیوتن بر متر مربع

(۴) ۸ کیلونیوتن بر متر مربع ✓

در برخی موارد قادر به کاهش بار زنده نیستیم:

\* بارهای سنگین: بارهای زنده بیش از ۵ کیلونیوتن بر متر مربع، را نمیتوان کاهش داد. لیکن در حالتی که اعضا بار دو طبقه و یا بیشتر را تحمل میکنند را میتوان به میزان ۲۰٪ کاهش داد.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال- پایه ۳- سال ۸۴- شکل زیر پلان اسکلت بتن آرمه یک ساختمان مسکونی ۵ طبقه را نشان میدهد که دارای دال بتن آرمه دو طرفه است. مقدار کاهش بار زنده برای طرح تیر AB در پایینترین طبقه عبارت است از:

(۱) ۹.۷٪ کاهش ✓

(۲) ۲۷.۱٪ کاهش

(۳) ۷۰.۵٪ کاهش

(۴) کاهش بار زنده برای AB مجاز نیست.

$A_T = 7 \times 3.5 = 24.5 \text{ m}^2$        $K_{LL} = 2$

$\% = \frac{16 \times (7 \times 1.16 + 1.5)}{16 \times (7 \times 2.5 + 1.5)} = 0.49$

$\frac{L}{L_0} = \left( 0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{K_{LL} A_T}} \right) = \left( 0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{2 \times 24.5}} \right) = 0.902$        $1 - 0.902 = 9.7\%$

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال- پایه ۲- سال ۸۴- ستون میانی مقابل متعلق به یک ساختمان مسکونی است که دو طبقه پارکینگ دارد. سطح بارگیر ستون در هر طبقه ۳۶ متر مربع است. ستون روی شالوده با منظور نمودن تخفیف مربوط به بار زنده بایستی برای چه نیرویی طراحی شود؟ بار زنده بام، طبقات و پارکینگ به ترتیب ۱۵۰، ۲۰۰ و ۵۰۰ در نظر گرفته شود)

بام  
 مسکونی  
 مسکونی  
 پارکینگ  
 پارکینگ

31.2 ton (۱)  
 39.3 ton (۲)  
 40.7 ton (۳) ✓  
 52.2 ton (۴)

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

بارهای زنده دینامیکی:

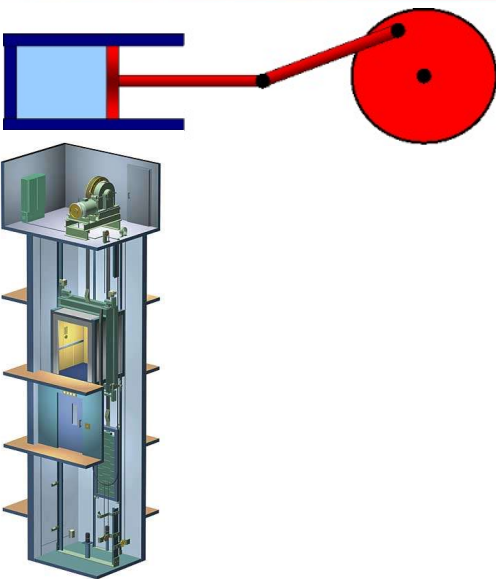
اغلب بارهای وارد بر سازه تدریجی و با وابستگی کم نسبت به زمان اعمال می‌شوند.

\* بار زنده بالکن ها و کف‌هایی که توسط آویزهای کششی نگهداری می‌شوند، بایستی ۳۳٪ افزایش داده شود.

\* وزن ماشین آلات، ملحقات و بارهای متحرک آنها در صورتی که ماشین آلاتی که دارای محور دورانی می‌باشند در ضربه 1.2 ضرب شوند.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel



\* وزن ماشین آلات، ملحقات و بارهای متحرک آنها در صورتی که ماشین آلاتی که دارای حرکت رفت و برگشتی می باشند در ضریب 1.5 ضرب شوند.

\* وزن اتاقک، ماشین آلات، وزن تعادل و بار زنده ناشی از وزن مسافران و وسایل باید در ضریب 2 ضرب شوند.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

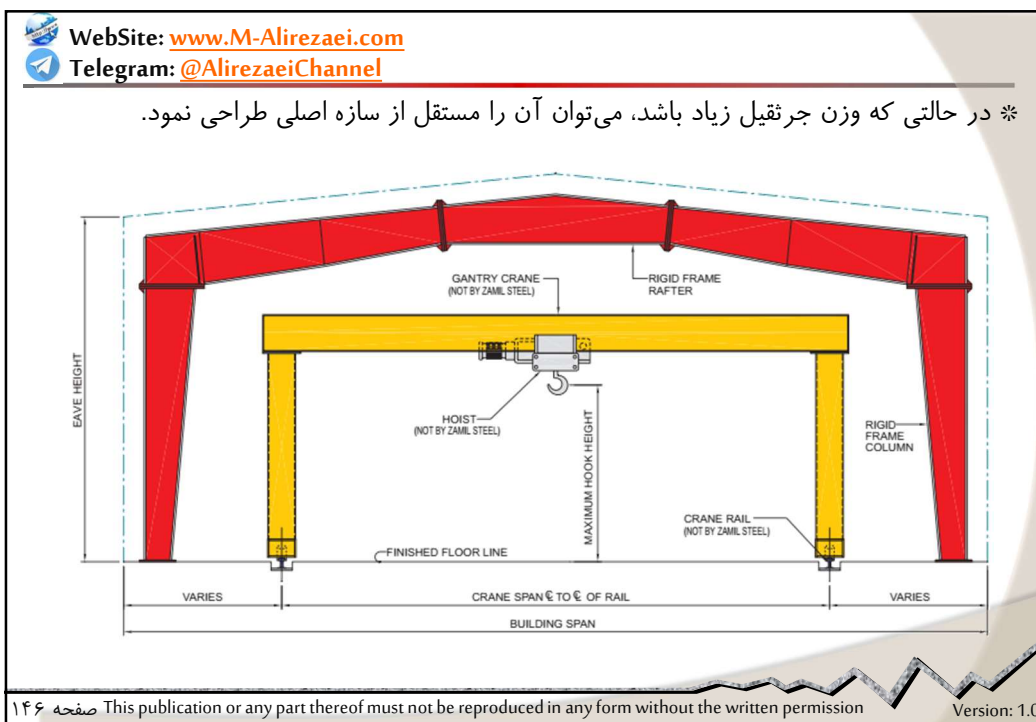
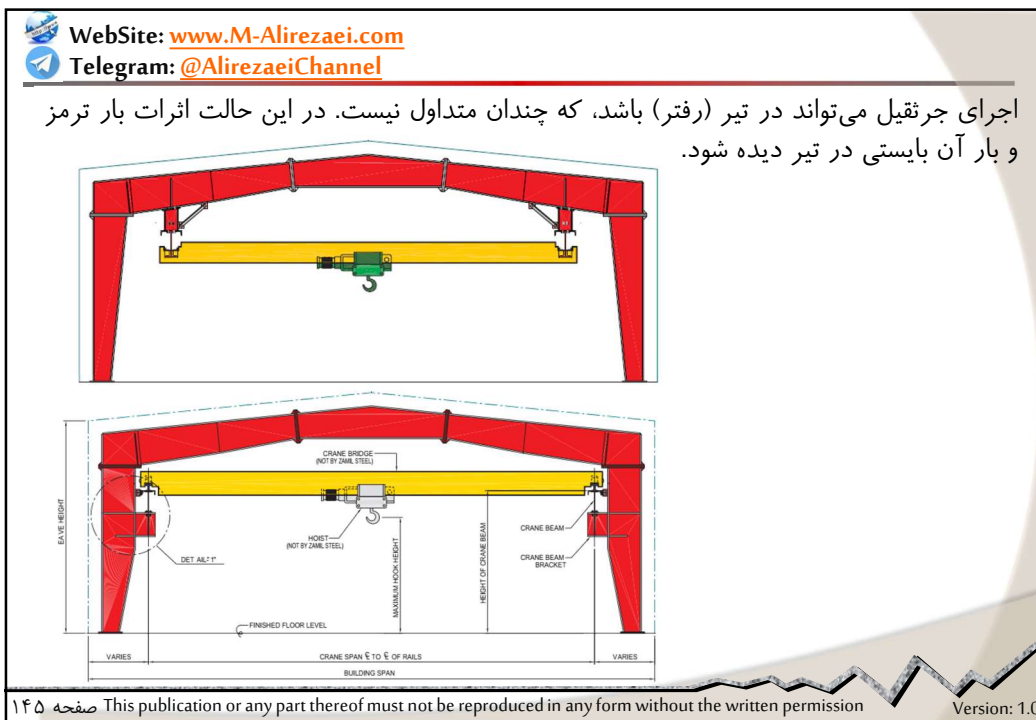
### بار جرثقیل

\* در صورتی که سوله دارای جرثقیل است، براکت جرثقیل برای اثرات ضربه دینامیکی طراحی شود. همچنین ستون بالاتر از براکت منشوری باشد.



CRANE BEAM

Version: 1.0





WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

\* **حداکثر بار چرخ جرثقیل:** حداکثر بار چرخ در جرثقیل‌های پلدار شامل، بار ناشی از وزن پل به علاوه مجموع بار بهره برداری جرثقیل و وزن ارابه، در موقعیتی از قرار گیری ارابه بر روی زیر سری که بیشترین اثر را در آن ایجاد کند.

\* **نیروی ضربه قائم:** این بار برابر حداکثر واکنش چرخ‌های جرثقیل است. برای در نظر گرفتن اثرات مربوط به ارتعاش آن بایستی مطابق زیر افزایش داده شوند:

جرثقیل‌های تک ریلی موتوردار ۲۵٪



Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

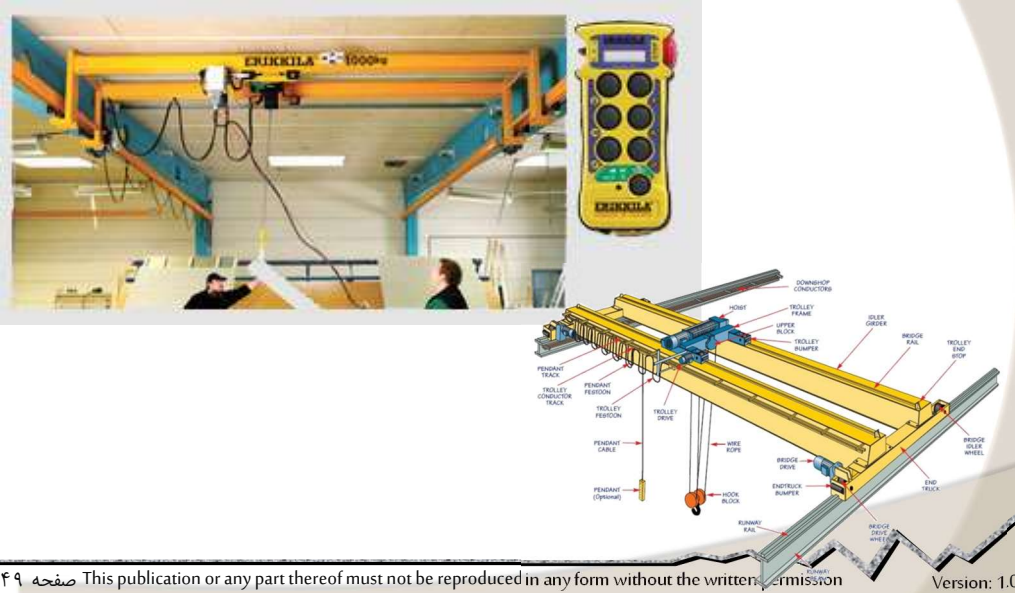
جرثقیل‌های دارای پل موتوری کابیندار یا دارای کنترل از راه دور ۲۵٪



Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

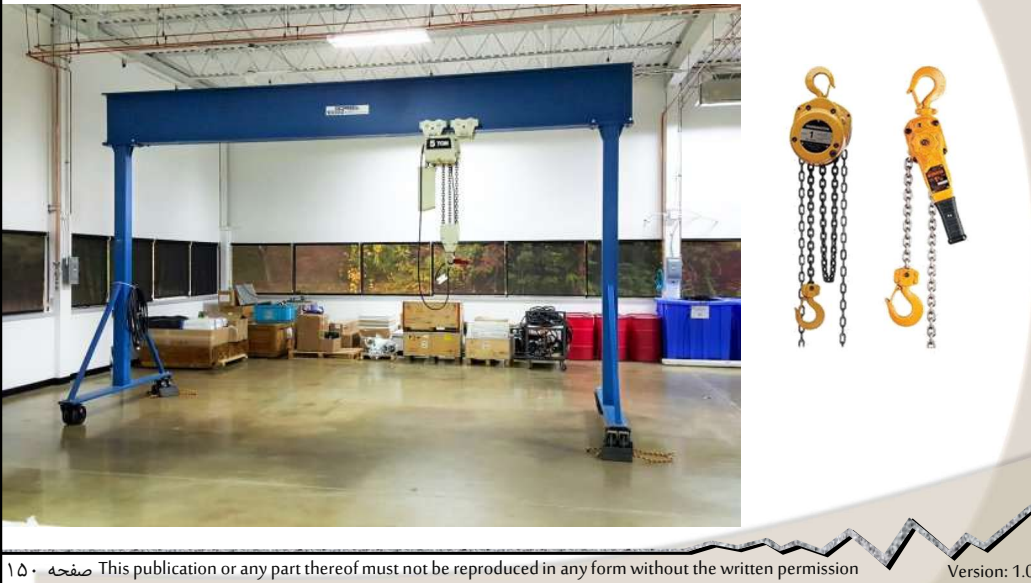
جرثقیل دارای پل دارای موتور با کنترل آویزی ۱۰٪



Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

جرثقیل دارای پل یا تک ریلی بدون موتور با اربه و بالابر دستی ۰٪



Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

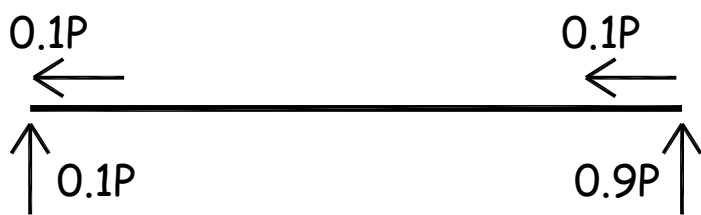
✱ **بار افقی جانبی:** بار جانبی تیر زیر سری دارای ارا به های برقی باید برابر ۲۰٪ مجموع بار ضریب دار جراثقال و وزن ارا به و بالابر در نظر گرفته شود. این بار بصورت افقی و در امتداد عمود بر محور تیر زیر سری (به سمت تیر زیر سری و یا خلاف آن) و در سطح تماس چرخ با تیر زیرسری در نظر گرفته شده و به نسبت سختی جانبی تیرهای زیرسری طرفین و سازه نگهدارنده آنها توزیع می شود. این بار ناشی از ترمز جرثقیل در هنگام ایستادن است.



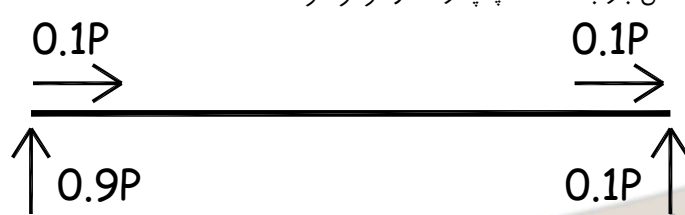
۱۵۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

بنابراین میتوان بار افقی جانبی را به دو حالت جداگانه زیر تقسیم کرد:  
 ✱ حالت اول: کل بار به سمت راست رفته و ترمز گرفته شده است:



✱ حالت دوم: کل بار به سمت چپ رفته و ترمز گرفته شده است:



۱۵۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

 WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

**\* بار افقی طولی:** نیروی طولی وارد بر تیر زیرسری جرثقیل به جز جرثقیل‌های پلی با چرخ دنده دستی باید برابر ۱۰٪ حداکثر بار چرخ جرثقیل محاسبه شود. بار طولی باید بصورت افقی، در امتداد محور تیر زیر سری و در هر یک از جهات در سطح تماس چرخ با تیر زیر سری اثر داده شود.



صفحه ۱۵۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

 WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

**بار برف**  
 فصل هفتم آیین‌نامه ASCE7 و همچنین بند ۶-۷ بحث ششم، به بارهای ناشی از برف اختصاص دارد.



صفحه ۱۵۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0





WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

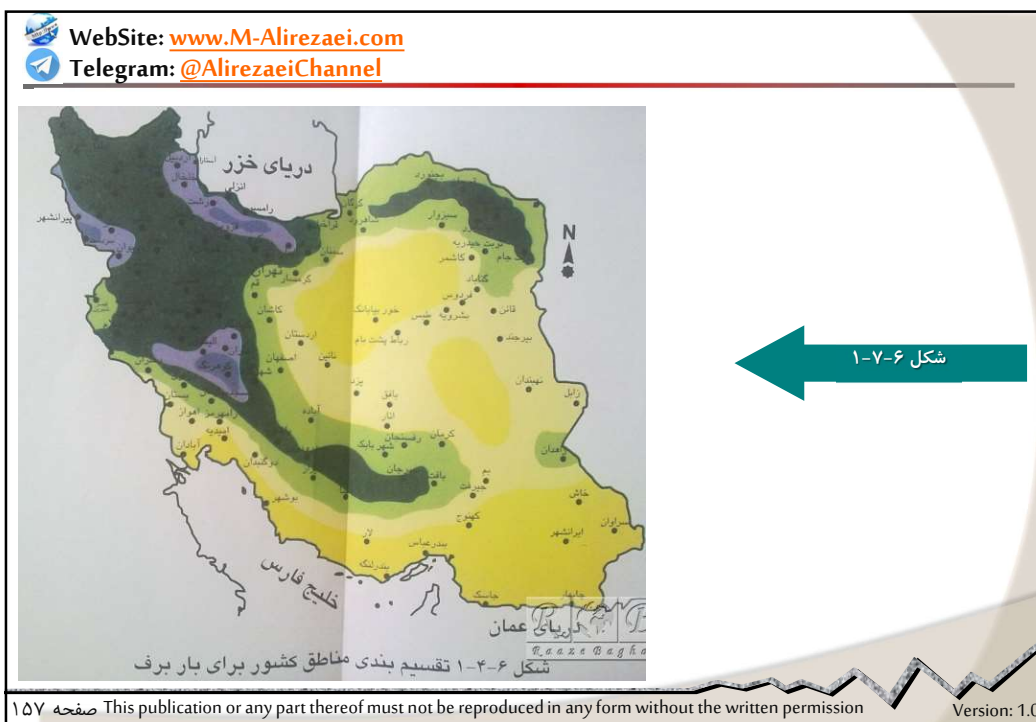
بار برف زمین: طبق مبحث ششم، بار برف زمین،  $P_g$ ، وزن لایه برف بر روی سطح افقی زمین است که، براساس آمار موجود در منطقه احتمال تجاوز از آن در سال، دو درصد باشد (دوره بازگشت ۵۰ سال). ایران به ۶ منطقه برفگیر تقسیم شده است:

مناطق	بار برف زمین
۱) منطقه با برف بسیار کم (نادر)	0.25 kN/m <sup>2</sup>
۲) منطقه با برف کم	0.50 kN/m <sup>2</sup>
۳) منطقه با برف متوسط	1.0 kN/m <sup>2</sup>
۴) منطقه با برف زیاد	1.5 kN/m <sup>2</sup>
۵) منطقه با برف سنگین	2 kN/m <sup>2</sup>
۶) منطقه با برف فوق سنگین	3 kN/m <sup>2</sup>

مقدار  $P_g$  برای مناطق مختلف

برای تعیین منطقه بایستی به جدول ۶-۷-۱ یا شکل ۶-۷-۱ مبحث ششم مراجعه نمایید

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: @AlirezaeiChannel

جدول ۶-۷-۱ تقسیم‌بندی شهرهای کشور از نظر بار برف

منطقه	شهر	ردیف	منطقه	شهر	ردیف
۱	استارا	۳۱	۵	بوشهر	۶۱
۲	اراک	۳۲	۴	بیجان	۶۲
۳	اردبیل	۳۳	۵	بیرجند	۶۳
۴	اردستان	۳۴	۴	بیرشهر	۶۴
۵	ارومیه	۳۵	۴	تبریز	۶۵
۶	اسلام آباد غرب	۳۶	۴	تربت جام	۶۶
۷	اصفهان	۳۷	۳	تربت حیدریه	۶۷
۸	الیکوتور	۳۸	۵	تکاب	۶۸
۹	امیدیه	۳۹	۱	تهران جنوب	۶۹
۱۰	انار	۴۰	۲	تهران شمال	۷۰
۱۱	اهر	۴۱	۴	جاسک	۷۱
۱۲	اهواز	۴۲	۲	جلفا	۷۲
۱۳	ایرانشهر	۴۳	۱	جیرفت	۷۳
۱۴	ایلام	۴۴	۴	چابهار	۷۴
۱۵	ایوان غرب	۴۵	۳	خاش	۷۵
۱۶	آبادان	۴۶	۲	خدابنده	۷۶
۱۷	آبادیه	۴۷	۳	خرم آباد	۷۷
۱۸	آمل	۴۸	۵	خرم دره	۷۸
۱۹	استانه اشرفیه	۴۹	۵	خلخال	۷۹
۲۰	انزلی	۵۰	۴	خور بیابانک	۸۰
۲۱	بافت	۵۱	۳	خور بیرجند	۸۱
۲۲	باغی	۵۲	۲	خوی	۸۲
۲۳	بانه	۵۳	۵	دازان	۸۳
۲۴	بجنورد	۵۴	۴	درود	۸۴
۲۵	بروجرد	۵۵	۴	درافول	۸۵
۲۶	پستک	۵۶	۲	دهران	۸۶
۲۷	شازویه	۵۷	۲	دوگبدان	۸۷
۲۸	یم	۵۸	۲	رامسر	۸۸
۲۹	بندرعباس	۵۹	۱	رامهرمز	۸۹
۳۰	بندر لنگه	۶۰	۱	رباط پشت بام	۹۰

شکل ۶-۷-۱

نسخه: ۱.۰

Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

\* بار برف بام: بصورت زیر تعریف می شود:

$$P_r = 0.7 C_s C_t C_e I_s P_g$$

ضریب شیب طبق بخش ۶-۷-۶

ضریب شرایط دمایی طبق بخش ۵-۷-۶

ضریب برفگیری طبق بخش ۳-۷-۶

بار برف زمین

ضریب اهمیت طبق بخش ۳-۷-۶

برای دیدن ضریب اهمیت بار برف اینجا کلیک شود.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۱۵۹ Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

\* بار برف حداقل برای بامهای با شیب کم: برای بامهای شیبدار با شیب کمتر از ۱۵ درجه و برای بامهای قوسی با زاویه قائم بین تاج و پای قوس، کمتر از ۱۰ درجه، باید بار حداقل  $P_m$  طبق رابطه زیر در نظر گرفته شود:

$$P_r = P_m = \begin{cases} I_s P_g & P_g \leq 1 \text{ kN/m}^2 \\ I_s & P_g > 1 \text{ kN/m}^2 \end{cases}$$

$\beta < 10^\circ$

$\alpha < 15^\circ$

برای بامهای شیبدار با شیب بیشتر از ۱۵ درجه و برای بامهای قوسی با زاویه قائم بین تاج و پای قوس، بیشتر از ۱۰ درجه، نیازی به کنترل بار حداقل نیست

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۱۶۰ Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

\* **ضریب برف گیری ( $C_e$ ):** اثر ناهمواری محیط و ساخت و ساز اطراف و میزان برف گیری بام ساختمان به کمک ضریب برف گیری  $C_e$  حاصل از جدول ۶-۷-۲ مبحث ششم در نظر گرفته می شود (این ضریب عددی بین ۰/۸ تا ۱/۲ است). در این جدول ناهمواری محیط به سه دسته بام برف ریز، بام نیمه برف گیر و بام برف گیر تقسیم می شود.

در حالت برف ریز، بام، بالاتر از محیط اطراف ساختمان می باشد و برای آن محافظتی از اطراف وجود ندارد. اگر وزش بادی صورت گیرد، برف بر روی سطوح پایین تر سقوط می کند و از هیچ ساختمانی برف نمی گیرد.

صفحه ۱۶۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

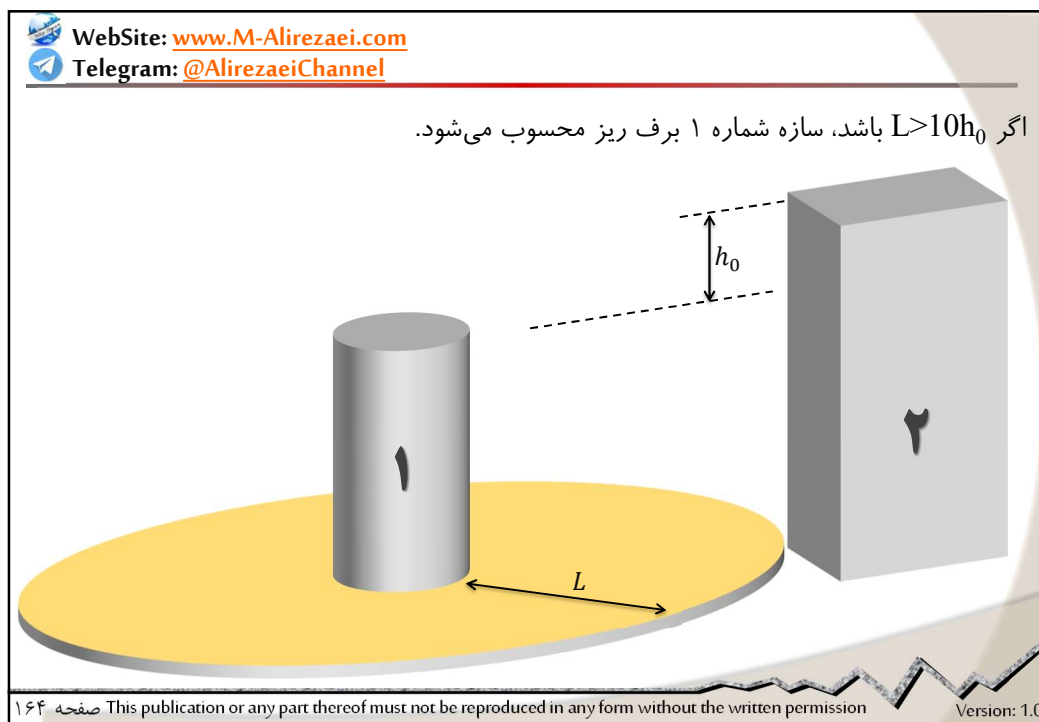
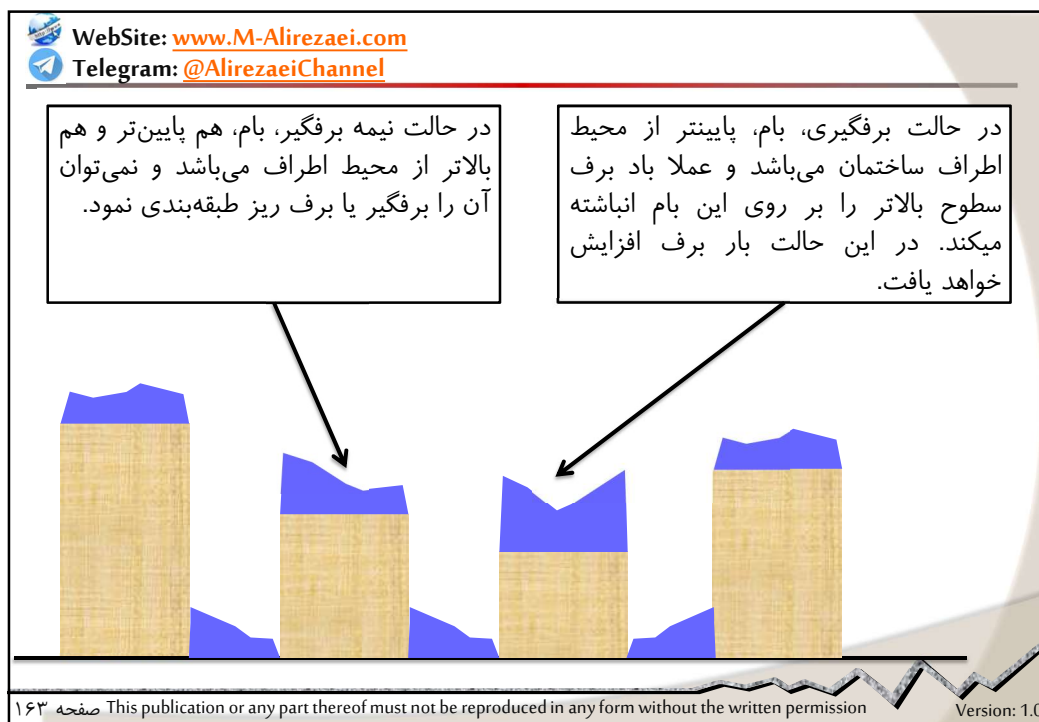
WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

اگر بر روی بام تاسیساتی وجود داشته باشد، و یا ارتفاع دست انداز بام و سایر برجستگی ها، از روی بام بیشتر از ارتفاع برف متوازن،  $h_b = P_g / \gamma$  باشد، آن بام نمی تواند در گروه برف ریز قرار گیرد. موانع اطراف ساختمان تا فاصله  $10h_0$  می توانند برای برف بام آن ساختمان محافظت ایجاد کنند و در آن صورت بام نمی تواند برف ریز باشد. که  $h_0$  فاصله قائم از روی مانع بالاتر تا روی بام می باشد. بام برف گیر از تمام جوانب پایین تر از موانع متصل به آن و یا موانع اطراف است. وزن مخصوص برف از رابطه زیر تعیین می شود:

$$\gamma = 0.43P_g + 2.2 \leq 4.7 \text{ kN/m}^2$$

در شکل روبرو اگر  $L > 10h_0$  باشد، سازه شماره ۱ برف ریز محسوب می شود.

صفحه ۱۶۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

✱ **گروه ناهمواری محیط:** این مورد در تعیین  $C_e$  دخیل بوده و آن را متأثر میکند. ناهمواری محیط اطراف ساختمان، مانند وجود درختان بلند در اطراف ساختمان است. در بند ۶-۷-۴-۱ مبحث ششم، سه گروه ناهمواری محیط تعریف شده است:

لکه گروه ناهمواری زیاد: محیط شهر و حومه شهری، محیط باغ، جنگل و سایر محیط‌های ناهمواری و دارای موانع متعدد و متراکم با ارتفاع ۹ متر و بیشتر.

لکه گروه ناهمواری متوسط: محیط با موانع پراکنده با ارتفاع عموماً کمتر از ۹ متر.

لکه گروه ناهمواری کم: محیط مستوی بدون موانع از قبیل دریا، باتلاق و نم‌زار.

بعد از تعیین گروه ناهمواری و نوع بام، ضریب  $C_e$  از جدول زیر تعیین می‌شود.

گروه ناهموار	بام برف ریز	بام نیمه برفگیر	بام برفگیر
زیاد	0.9	1.0	1.2
متوسط	0.9	1.0	1.1
کم	0.8	0.9	1.0

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال- یک سازه که در مجاورت جنگل قرار دارد را در نظر بگیرید. در صورتی که ارتفاع خط دید را ۱۸۰ سانتیمتر و زاویه دید تا نوک درخت را ۲۴ درجه در نظر بگیریم، گروه ناهمواری محیط کدام است؟

از مثلثات، ارتفاع نوک درخت تا سطح دید برابر  $10.7 \text{ m} = 24 \times \tan(24)$  می‌باشد. در صورتی که ارتفاع سطح دید را  $1/8$  متر در نظر بگیریم، ارتفاع درخت برابر  $12/5$  متر خواهد بود. با توجه به ارتفاع ساختمان (۵ متر) فاصله بین تراز بام تا نوک درخت برابر  $7/5$  متر خواهد شد. طبق ASCE7 در صورتی که مرکز بام ساختمان تا موانع کمتر از ۱۰ برابر اختلاف ارتفاع ساختمان و موانع باشد، در رده گروه ناهمواری زیاد قرار می‌گیرد:

ناهمواری زیاد  $\Rightarrow 40 \text{ m} < 10h_0 = 10 \times 7.5 \text{ m} = 75 \text{ m}$

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

✱ **ضریب شرایط دمایی ( $C_t$ ):** اثر درجه حرارت ساختمان بر روی برف انباشته شده بر روی بام با استفاده از این ضریب در نظر گرفته می‌شود.

ضریب $C_t$	مورد
1.0	تمام ساختمان‌ها به جز موارد زیر
1.1	سازه‌هایی که همیشه در دمای کمی بالاتر از صفر درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌شوند.
1.2	سازه‌های با زیر بام باز و سازه‌های بدون گرمایش
1.3	سازه‌هایی که همیشه دمای آنها زیر صفر درجه نگهداری می‌شود.

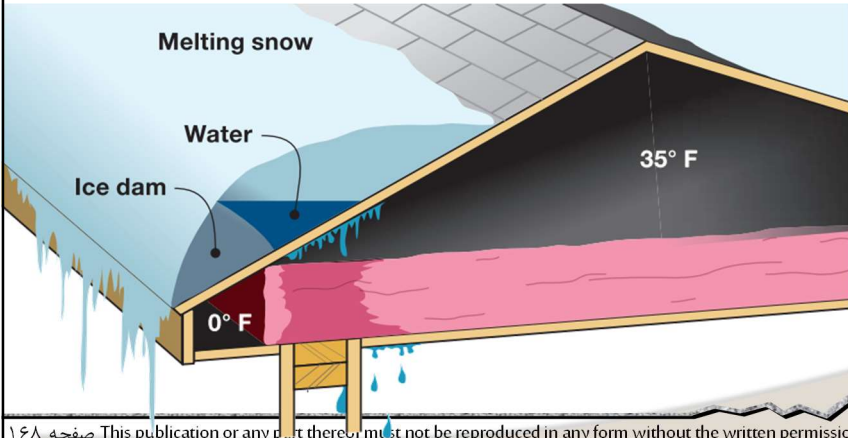


صفحه ۱۶۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

✱ **ضریب شیب ( $C_s$ ):** هرچه بام دارای شیب بیشتری باشد، برف از روی آن بیشتر لغزیده و بار برف روی بام کم می‌شود. میزان لغزش برف به سه عامل: دمای فضای داخلی، لغزنده بودن سطح بام و مانع دار بودن بام وابسته است.

**پدیده سد یخی:** در سازه‌های شیب‌دار ایجاد شده و یخ زدن پایین بام باعث تجمع برف بر روی آن می‌شود.



صفحه ۱۶۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

ضریب شیب:

$$C_s = \begin{cases} 1.0 & \alpha \leq \alpha_0 \\ 1 - \frac{\alpha - \alpha_0}{70 - \alpha_0} & \alpha_0 < \alpha < 70^\circ \\ 0 & \alpha \geq 70^\circ \end{cases}$$

- اگر سطح بام لغزنده بوده و لغزش برف بر روی سطح بدون مانع باشد و همچنین فضای کافی پایین‌تر از لبه بام برای پذیرش برف موجود باشد، مقدار  $\alpha_0$  برای  $C_t=1.0$  برابر پنج درجه، برای  $C_t=1.1$  برابر ده درجه و برای مقادیر بیشتر  $C_t$  برابر پانزده درجه خواهد شد.

- در صورت عدم وجود شرایط لغزنده و مانع‌دار بودن بام، مقدار  $\alpha_0$  برای  $C_t=1.0$  برابر ۳۰ درجه و برای  $C_t$ های بیشتر، برابر ۴۵ درجه است.

- بام‌های لغزنده مانند: پوشش‌های فلزی، سنگ برگ، شیشه‌ای و پوشش‌های لاستیکی، پلاستیکی و قیراندود با سطح صاف و هموار می‌باشد. ورقه‌های پوشش آسفالتی و چوبی لغزنده محسوب نمی‌شوند.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

سطوح غیرلغزنده:



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

سطوح لغزنده:



صفحه ۱۷۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

برای بام‌های کنگره‌ای و شیب‌دار دندان‌های ضریب شیب برای کلیه سطح برابر یک خواهد بود



صفحه ۱۷۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

بطور خلاصه:

$$C_t = 1.0 \begin{cases} \text{سطح بام لغزنده و بدون مانع} & \alpha_0 = 5 \rightarrow \\ \text{سایر بامها} & \alpha_0 = 30 \rightarrow \end{cases}, C_s = \begin{cases} 1.0 & \alpha \leq \alpha_0 \\ 1 - \frac{\alpha - \alpha_0}{70 - \alpha_0} & \alpha_0 < \alpha < 70^\circ \\ 0 & \alpha \geq 70^\circ \end{cases}$$

$$C_t = 1.1 \begin{cases} \text{سطح بام لغزنده و بدون مانع} & \alpha_0 = 10 \rightarrow \\ \text{سایر بامها} & \alpha_0 = 45 \rightarrow \end{cases}, C_s = \begin{cases} 1.0 & \alpha \leq \alpha_0 \\ 1 - \frac{\alpha - \alpha_0}{70 - \alpha_0} & \alpha_0 < \alpha < 70^\circ \\ 0 & \alpha \geq 70^\circ \end{cases}$$

$$C_t > 1.1 \begin{cases} \text{سطح بام لغزنده و بدون مانع} & \alpha_0 = 15 \rightarrow \\ \text{سایر بامها} & \alpha_0 = 45 \rightarrow \end{cases}, C_s = \begin{cases} 1.0 & \alpha \leq \alpha_0 \\ 1 - \frac{\alpha - \alpha_0}{70 - \alpha_0} & \alpha_0 < \alpha < 70^\circ \\ 0 & \alpha \geq 70^\circ \end{cases}$$

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

بر روی طره لبه پایین بام، که امکان تجمع برف وجود دارد، از ضریب یک برای  $C_s$  و  $C_t$  استفاده شده ولی مقدار  $P_r$  در ناحیه تجمع برف دو برابر می‌شود. ناحیه عرض تجمع برف برابر طول طره خواهد بود ولی مقدار آن از بر دیوار زیر سقف به سمت بیرون لازم نیست بیشتر از 1.5 m در نظر گرفته شود.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

\* بار متوازن و نامتوازن برف در بام‌های با شیب دو طرفه: بار متوازن به مانند قبل تعیین می‌شود. در مبحث ششم، بام‌های با شیب دوطرفه به چند دسته زیر تقسیم می‌شوند:

(۱) در بام‌های با شیب کمتر از ۴٪ یا بیشتر از ۶۰٪ نیازی به در نظر گرفتن بارگذاری نامتوازن نیست.

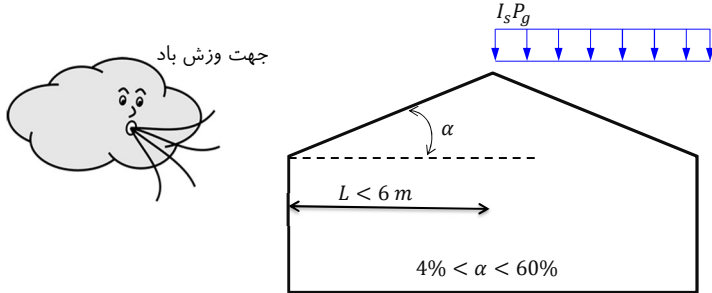


This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

(۲) در بام‌های با فاصله افقی کمتر از ۶ متر بین تاج و پای شیب با تیرهای تکیه‌گاهی ساده بین تاج و پای شیب، بارگذاری نامتوازن به صورت زیر است:

- برای سمت رو به باد، بار برف برابر صفر.
- برای سمت پشت به باد، بار برف برابر  $I_s P_g$ .

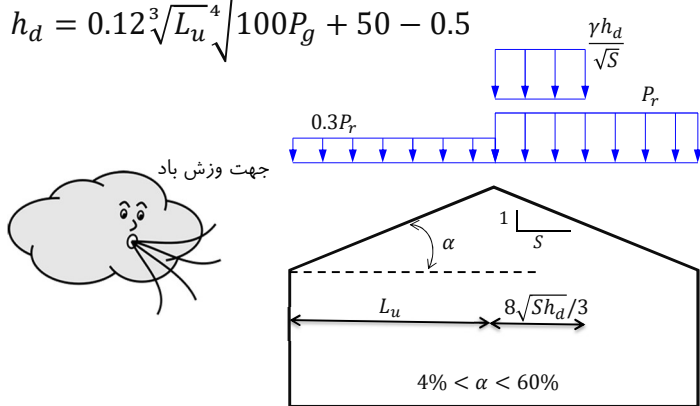



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: @AlirezaeiChannel

۳) در سایر بام‌های دوطرفه، بار نامتوازن در سمت رو به باد، و پشت به باد مطابق شکل زیر بارگذاری شود. اگر  $L_u$  کمتر از ۶ متر بود، از مقدار ۶ متر برای آن استفاده شود.

$$\gamma = 0.43P_g + 2.2 \leq 4.7 \text{ kN/m}^2$$

$$h_d = 0.12\sqrt[3]{L_u}^4 \sqrt{100P_g + 50} - 0.5$$



جهت وزش باد

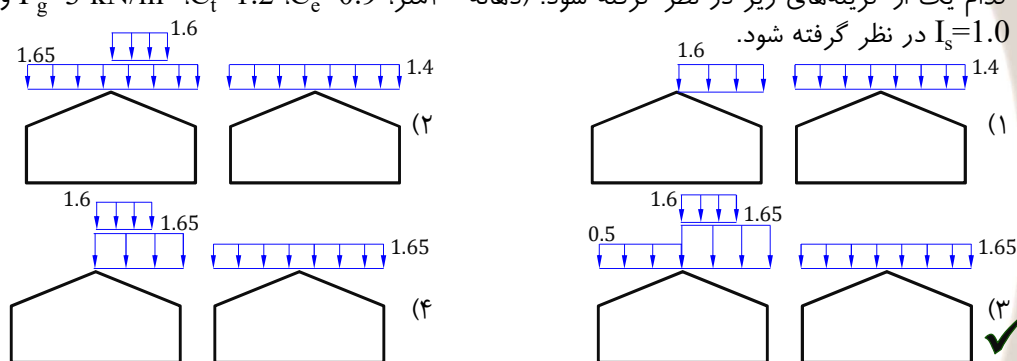
4% <  $\alpha$  < 60%

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال- پایه ۳ آذر ۹۲- یک سالن صنعتی با سقف شیبدار دوطرفه با زاویه ۳۰ درجه را در نظر بگیرید. بارگذاری متوازن و نامتوازن برف برای سقف این سالن بر حسب کیلونیوتن بر مترمربع باید مطابق کدام یک از گزینه‌های زیر در نظر گرفته شود. (دهانه ۲۰ متر،  $C_t=1.2$ ,  $C_e=0.9$ ,  $P_g=3 \text{ kN/m}^2$  و  $I_s=1.0$  در نظر گرفته شود).



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

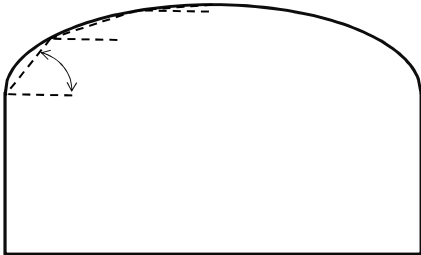
Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

✱ **بار متوازن و نامتوازن برف در بام‌های قوسی:** بار متوازن به مانند بام‌های شیب‌دار است. اما نکته مهم آنکه با توجه به تغییر شیب در هر نقطه از منحنی محاسبه آن اندکی متفاوت است. ابتدا بایستی قوس را به چند وتر تقسیم نموده و شیب هر یک را جداگانه بدست آوریم.

- تعداد قوس در هر نیمه نباید از ۳ عدد کمتر باشد.

- وترهایی که دارای شیب بیشتر از ۷۰٪ هستند، جزو تقسیم بندی لحاظ نمی‌شوند و نیازی به اعمال بار برف ندارند.

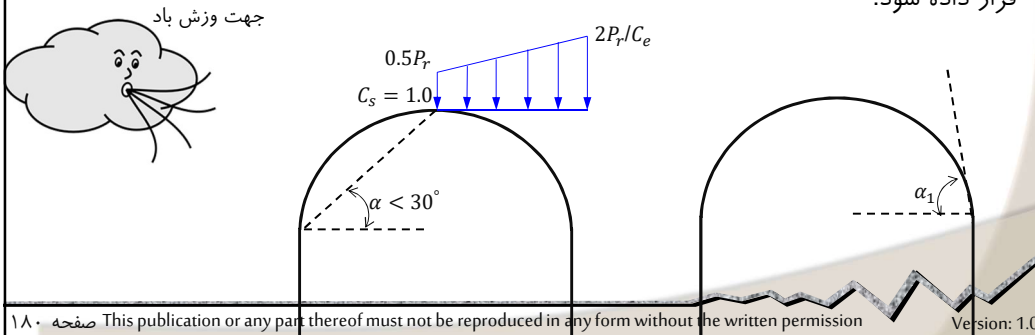


This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

بار نامتوازن در بام‌های قوسی، براساس شیب خط رابط بین تاج و پای قوس تعیین می‌شود. اگر این شیب بیش از ۶۰ درجه باشد، برف تحت تاثیر وزن خود از روی بام به پایین می‌لغزد و در این حالت در نظر گرفتن بار نامتوازن لازم نیست. از طرفی در شیب‌های کمتر از ۱۰ درجه نیز نیازی به لحاظ کردن بار نامتوازن برف نیست. سه حالت کلی ایجاد می‌شود:

۱) اگر  $\alpha < 30^\circ$  باشد: باری معادل  $2P_r/C_e$  در پای شیب که بصورت خطی به  $0.5P_r$  (که مقدار  $C_s$  در تاج برابر ۱ در نظر گرفته شده) در تاج ختم می‌شود. برای محاسبه  $P_r$  در سمت راست قوس ابتدا شیب در سمت راست یعنی  $\alpha_1$  تعیین شده و با کمک آن  $C_s$  و سپس  $P_r$  را در رابطه  $2P_r/C_e$  قرار داده شود.



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

۲) اگر  $30^\circ < \alpha < 70^\circ$  باشد: مقدار  $0.5P_r$  (که مقدار  $C_s$  در تاج برابر ۱ در نظر گرفته شده) در تاج بصورت خطی تا مقدار  $2P_r/C_e$  در محلی از قوس که شیب  $30^\circ$  درجه خواهد داشت افزایش یافته و سپس به مقدار  $2P_r/C_e$  محاسبه شده برای شیب پای قوس بطور خطی کاهش می یابد.

جهت وزش باد

$2P_r/C_e$

$0.5P_r$

$C_s = 1.0$

$30^\circ$

$30^\circ < \alpha < 70^\circ$

۱۸۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

۳) اگر  $\alpha > 70^\circ$  باشد: در این حالت برای ناحیه با شیب بیش از  $70^\circ$  درجه (یعنی زاویه مماس با افق بیشتر از  $70^\circ$  درجه) بار برف صفر در نظر گرفته شده و برای بقیه بام مانند حالت دوم عمل خواهد کرد.

جهت وزش باد

$2P_r/C_e$

$0.5P_r$

$C_s = 1.0$

$30^\circ$

$70^\circ$

$\alpha > 70^\circ$

۱۸۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

- اگر در کمتر از یک متری پای بام، زمین و یا بام دیگری قرار بگیرد، مقدار شدت بار برف برای ناحیه با شیب بیشتر از ۳۰ درجه کاهش داده نشده و برابر مقدار محاسبه شده در شیب ۳۰ درجه تا لبه بام در نظر گرفته خواهد شد:

جهت وزش باد

$0.5P_r$

$C_s = 1.0$

$2P_r/C_e$

$30^\circ$

$30^\circ < \alpha < 70^\circ$

$h < 1\text{ m}$

۱۸۳ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

\* بار متوازن و نامتوازن برف در بام‌های دندانه‌دار و کنگره‌ای: برف در این بام‌ها در بخش‌های فرورفته جمع می‌شود. مقدار  $C_s=1.0$  در نظر گرفته می‌شود. در این بام‌ها، در صورتی که شیب بیش از ۳٪ باشد، اثر بارگذاری نامتقارن بایستی در نظر گرفته شود

بارگذاری متقارن

0

$p_f$

بارگذاری نامتقارن

0

$2p_f/C_e$

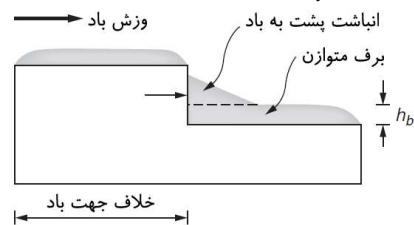
$0.5p_r$

۱۸۴ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

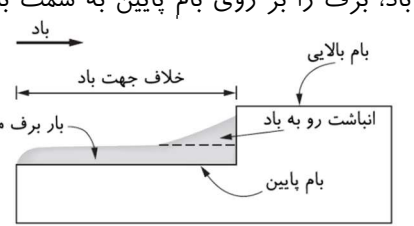
WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

✱ **انباشتگی برف در بام پایین تر:** چند نوع بار برف انباشتگی در نظر گرفته می شود:

(۱) انباشتگی پشت به باد: برف ممکن است در اثر وزش باد از قسمت های بالایی بام به قسمت های پایینی ریزش نماید. مقدار انباشت بار برف به بار متوازن اضافه خواهد شد.



(۲) انباشتگی رو به باد: ممکن است در بام پایین، وزش باد، برف را بر روی بام پایین به سمت بام بالاتر متمایل کند.



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

اگر شرط  $h_c/h_b < 0.2$  برقرار باشد، در نظر گرفتن انباشتگی الزامی نیست. که  $h_b = P_f/\gamma$  برابر ارتفاع بار برف متوازن می باشد و  $h_c$  برابر ارتفاع نزدیک ترین نقطه بام مجاور بالاتر از روی برف متوازن روی بام پایین می باشد. هر دو امکان انباشت پشت به باد و رو به باد باید در نظر گرفته شود.

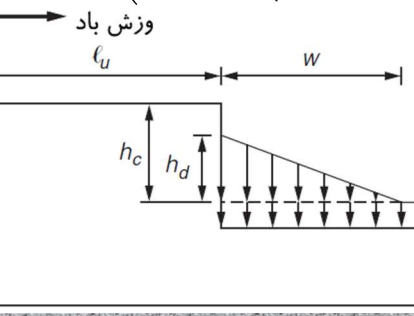
انباشتگی پشت به باد

$$h_d = 0.12 \sqrt[3]{L_u^4} \sqrt{100P_g + 50} - 0.5$$

انباشتگی پشت رو به باد

$$h_d = 0.75 \left( 0.12 \sqrt[3]{L_u^4} \sqrt{100P_g + 50} - 0.5 \right)$$

در انباشتگی پشت رو به باد  $L_u$  عرض بام پایین و در انباشتگی پشت به باد  $L_u$  عرض بام بالا است.



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

\* بار انباشگی برف در بام پایین تر: در امکان پشت به باد، شدت بار برف انباشت برابر  $P_d = \gamma h_d$  در پای دیوار قسمت بلندتر خواهد بود. اگر  $h_d < h_c$  باشد، عرض توزیع مثلی برابر  $w = 4h_d$  و اگر مقدار  $h_d > h_c$  باشد، مقدار عرض انباشگی برابر  $w = (4h_d^2/h_c)$  است.

مقدار  $w$  از مقدار  $8h_c$  بیشتر در نظر گرفته نخواهد شد. اگر  $w$  از عرض بام مورد نظر  $l_r$  بیشتر باشد، مقدار ارتفاع برف در لبه انتهایی بام برابر  $h_d(w-l_r)/w$  بوده و انباشت توزیع دوزنقه‌ای خواهد بود.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

\* بار انباشگی برف در ساختمان مجاور هم: اگر فاصله افقی دو سازه مجاور هم،  $S$ ، کمتر از ۶ متر و کمتر از ۶ برابر فاصله قائم آنها باشد بار انباشگی بر روی بام پایین تر براساس قسمت الف، بخش قبل برای حالت پشت به باد با اختیار ارتفاع انباشت برف برابر کمترین  $h_d$  (براساس طول ساختمان بلندتر) و یا  $(6h-S)/6$  محاسبه می‌شود. عرض ناحیه مثلی برابر مقدار کمتر  $6h_d$  و  $(6h-S)$  در نظر گرفته می‌شود.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

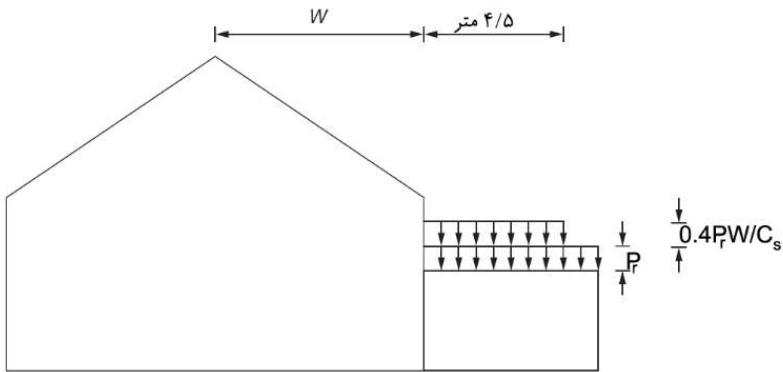
✱ بار برف لغزش: طبق بند ۶-۷-۱۱ مبحث ششم، این بار حاصل از لغزش برف از بام شیبدار و ریختن آن به سقف پایین‌تر بوده و بایستی برای بام‌های لغزنده با شیب بیشتر از ۲٪ و برای سایر بام‌ها با شیب بیشتر از ۱۵٪ محاسبه شود.



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

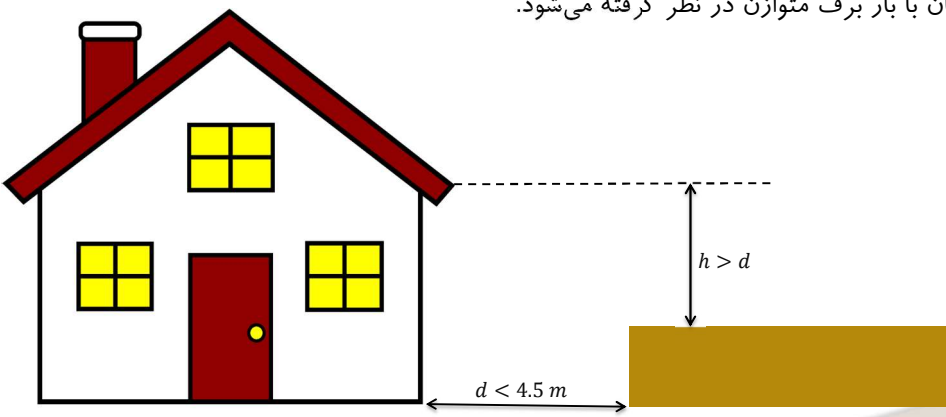
مقدار کل بار بر واحد طول در مجاورت لبه پایین بام بالاتر برابر  $P_{sliding} = 0.4P_r W / C_s$  بر روی بام پایین در نظر گرفته می‌شود. که مقدار  $W$  فاصله افقی لبه پایین تا خط الراس سقف شیبدار بالاتر است. این بار بایستی مطابق شکل زیر بطور یکنواخت از لبه پایین بام بالاتر تا فاصله ۴/۵ متر از آن بر روی بام پایین به صورت نواری توزیع شود. در صورتی که عرض بام پایین از ۴/۵ متر کمتر باشد، مقدار بار به نسبت عرض بام بر ۴/۵ متر کاهش می‌یابد.



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

در صورتی که دو سازه از هم، بار برف لغزنده در صورتی در نظر گرفته می‌شود که  $h/d=1.0$  و  $d < 4.5 \text{ m}$  باشد. در این حالت عرض این بار به مقدار  $4.5-d$  متر کاهش یافته و مقدار آن نیز متناسب با کاهش عرض برابر  $0.4P_w((4.5-d)/(4.5C_s))$  کاهش می‌یابد. بار برف لغزنده بطور همزمان با بار برف متوازن در نظر گرفته می‌شود.



۱۹۱ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

\* **سربار باران بر برف:** برای در نظر گرفتن طوفان های برفی همراه با بارن، طبق بند ۶-۷-۱۲ مبحث ششم، در مناطق با برف زمین ۱ کیلونیوتن بر متر مربع و کمتر، ولی بیشتر از ۰/۲۵ کیلونیوتن بر متر مربع (مناطق ۲ و ۳) برای بام با شیب کمتر از  $W/15$  درجه (که  $W$  بر حسب متر است) سربار باران به مقدار ۰/۲۵ کیلونیوتن بر متر مربع به بار برف متوازن اضافه خواهد شد. که  $W$  فاصله افقی لبه پایین تا خط الراس سقف شیبدار بالاتر است.



۱۹۲ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

✱ **بارگذاری جزئی برف:** در برخی موارد به دلایلی در بخش هایی از بام، مقدار برف کم شده و بار برف در آن قسمت ها کم می شود. اثر لحاظ بار برف متوازن  $P_r$  فقط بر روی برخی از دهانه ها و نصف این مقدار برای سایر دهانه ها باید بررسی شود. برای تیرهای پیوسته، سه حالت زیر بایستی در نظر گرفته شود:

- بار کامل متوازن برف روی هر یک از دهانه های انتهایی و نیم بار متوازن بر روی سایر دهانه ها.
- نیم بار متوازن برف بر روی هر یک از دهانه های انتهایی و بار کامل متوازن بر روی سایر دهانه ها.
- تمام ترکیب های ممکن بار کامل متوازن بر روی دو دهانه مجاور و نیم بار متوازن بر روی سایر دهانه ها.

هر دو دهانه در هر سه حالت دهانه آخر می توانید طره در نظر گرفته شود

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال- پایه ۳-۸۲- کل بار برف متوازن مربوط به بام نشان داده شده در شکل زیر حدوداً چند تن است؟ این بام متعلق به یک کارخانه صنعتی بدون گرمایش داخلی بوده که در فضایی باز در داخل شهر شهر کرد قرار گرفته و دارای پوشش فلزی در سقف است. طول سالن ۴۰ متر فرض شود.

149 ton (۴)    120 ton (۳)    104 ton (۲)    66.4 ton (۱) ✓

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال- پایه ۲-۸۴- یک سالن صنعتی در حومه یک شهر سردسیر ساخته می‌شود و در آن از قاب های شیبدار استفاده شده است. بار برف وارد بر هر کدام از قاب ها مطابق کدام یک از حالات زیر خواهد بود؟ ( $b < a < 6 \text{ m}$ )

(۱) از بین این دو حالت هر کدام که اثر بیشتری ایجاد کند

(۲) هیچکدام

(۳)

(۴)

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال- پایه ۳-۸۷- برای انباری صنعتی با بام شیبدار ۳۰ درجه، دهانه ۸ متری و طول ۱۰ متر واقع در شهر تبریز، کل بار برف نامتوازن وارد بر بام چقدر است؟

(۱) ۶۰ کیلونیوتن ✓  
 (۲) ۴۵ کیلونیوتن  
 (۳) ۱۰۸ کیلونیوتن  
 (۴) ۹۰ کیلونیوتن

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال- پایه ۳-۸۷- یک ساختمان صنعتی با قاب شیبدار دو دهانه، مطابق شکل با برف سنگین ساخته خواهد شد. اگر فاصله قاب ها از یکدیگر برابر ۶ متر باشد، توزیع برف وارد به یک قاب میانی در بارگذاری نامتوازن مطابق کدام یک از گزینه ها است؟ ( مقدار  $I_s=C_e=C_t=1.0$  و واحدهای روی گزینه ها بر حسب  $kg/m$  است)

گزینه ها بر حسب  $kg/m$  است

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

## بار باد

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

ساختمان و سایر اجزای آن باید برای اثر ناشی از باد، براساس ضوابط بخش ۶-۱۰ مبحث ششم طراحی شوند. این اثر به عوامل زیاد از جمله میانگین سرعت باد، ارتفاع، شکل هندسی و ... بستگی دارد. ضوابط مبحث ششم در این بخش عمدتاً از آیین‌نامه کانادا می‌باشد. در هنگام برخورد باد به دیواره رو به باد، تولید فشار شده و در دیواره پشت به باد به سبب اغتشاشات ایجاد شده در آن مکش ایجاد می‌شود. همچنین بسته به زاویه سقف، ممکن است بر روی سقف و در لبه رو به باد تولید کشش یا مکش شود. در صورتی که زاویه بام سمت رو به باد زیاد باشد، تولید فشار و در صورتی که این زاویه کم باشد تولید مکش خواهد شد.

پلان ساختمان

نمای ساختمان

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

**\* فشار یا مکش خارجی:** تاثیر فشار باد بر روی سطح خارجی به دو صورت زیر است:

(۱) فشار مستقیم در سمت بادگیر: سطوحی از ساختمان که مستقیماً در مقابل باد قرار دارند، تحت تاثیر فشار خارجی قرار می‌گیرند.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

۲) مکش در سمت پشت به باد و سطوح موازی باد: بطور کلی پشت به باد و یا موازی با آن می‌باشند، معمولاً تحت جریان باد تمایل به بیرون زدگی دارند و تحت مکش قرار می‌گیرند. مکش به عنوان یک فشار منفی در نظر گرفته می‌شود.

سطح موازی باد  
 مکش  
 نما  
 پلان

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

**\*روش‌های محاسبه بار باد:**

- **روش استاتیکی:** این روش برای ساختمان‌های کوتاه و متوسط و نیز نما و پوسته خارجی مناسب است. سازه‌هایی که با این روش مورد بررسی قرار می‌گیرند بایستی نسبتاً صلب باشند و به جزئیات دینامیکی این سازه‌ها یا اجزای آن نیازی نیست.
- **روش دینامیکی:** برای تعیین اثرات کلی باد شامل پاسخ تشدید شده و عمدتاً برای ساختمان‌های بلند و سازه‌های لاغر (بجز نما و پوسته خارجی و اعضای ثانویه) بکار می‌رود.
- **روش تجربی:** شامل روش تونل باد یا سایر روش‌های تجربی می‌باشد. این روش می‌تواند به عنوان یک جایگزین برای روش‌های استاتیکی و دینامیکی بکار رود.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

✱ **فشار یا مکش داخلی:** ورود باد به داخل ساختمان در اثر وجود بازشوها میتواند سبب ایجاد مکش و یا فشار در جداره‌ها گردد:

(۱) فشار مثبت: وقتی که مساحت بازشو رو به باد از مساحت بازشو پشت به باد بیشتر باشد، رخ خواهد داد.

(۲) فشار منفی داخلی و یا مکش: فشار منفی داخلی زمانی بوجود می‌آید که مساحت بازشدگی در سمت پشت به باد نسبت به سمت رو به باد بیشتر باشد.

✱ **فشار مبنای باد:** فشار مبنای باد فشاری است که براساس سرعت مبنای باد تعیین شده و عملاً فشار است که در ارتفاع ۱۰ متری از سطح زمین به ساختمان وارد می‌شود.

$q = 0.000613V^3$

سرعت یکی از مشخصات اساسی باد است که در ارتفاع متغیر بوده و با افزایش ارتفاع از سطح زمین، زیاد می‌شود. در رابطه روبرو  $q$  فشار مبنای باد بر حسب کیلو نیوتن بر متر مربع و  $V$  سرعت مبنای باد بر حسب متر بر ثانیه است.

V (km/h)	q (kN/m <sup>2</sup> )
80	0.303
90	0.383
100	0.473
110	0.572
120	0.681
130	0.799



صفحه ۲۰۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

✱ **فشار یا مکش خارجی ساختمان:**

$p = I_w q C_e C_g C_p$

✱ **فشار و مکش داخلی ساختمان:**

$p_i = I_w q C_e C_{gi} C_{pi}$

که در آن  $p$  و  $p_i$  به ترتیب فشار خارجی و داخلی که بصورت استاتیکی در جهت عمود بر سطح چه در حالت فشار وارد بر سطح یا مکش به سمت خارج از سطح عمل می‌کند،  $I_w$  ضریب اهمیت بار باد طبق جدول ۶-۱،  $q$  فشار مبنای باد با استفاده از بخش ۶-۱۰-۳،  $C_e$  ضریب بادگیری سازه که اثر ارتفاع و پوشش محیط پیرامونی بر سرعت باد را مشخص می‌کند،  $C_g$  و  $C_{gi}$  ضریب اثر جهشی خارجی و داخلی باد بوده که اثر بیشینه باد را در نظر می‌گیرد. همچنین  $C_p$  و  $C_{pi}$  ضریب فشار خارجی و داخلی باد است که در بیشتر مواقع با استفاده از نتایج آزمایش تونل باد بدست می‌آید.

صفحه ۲۰۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel


※ ارتفاع میناء: یا ارتفاع متوسط یکی از متغیرهای بسیار مهم برای محاسبه ضریب بادگیری است. برای محاسبه این ارتفاع ساختمان‌ها به دو دسته کوتاه مرتبه و بلند مرتبه تقسیم می‌شوند.

(۱) ساختمان‌های کوتاه مرتبه:

الف) شیب بام کمتر از ۷ درجه،  $\alpha < 7^\circ$ :

$$h = \max\{6m, a\}$$

ب) شیب بام کمتر از ۷ درجه،  $\alpha \geq 7^\circ$ :

$$h = \max\left\{6m, \frac{a+b}{2}\right\}$$


This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

(۲) ساختمان‌های بلند مرتبه: در قسمت‌های مختلف ساختمان‌های بلند مرتبه ارتفاع مینا بصورت زیر محاسبه می‌شود:

- وجه رو به باد: ارتفاع واقعی آن نقطه از روی زمین
- وجه پشت به باد: نصف ارتفاع ساختمان
- بام و دیوارهای جانبی: ارتفاع ساختمان

(۳) اجزا و المان‌های سازه‌ای: در این اجزا و المان‌ها اگر بخواهیم نیروی باد را بصورت جداگانه بدست آوریم،  $h$  ارتفاع المان در بالای زمین است.

نکته: مقادیر  $h$  معرفی شده در قبل، برای محاسبه فشار خارجی باد بوده و برای محاسبه فشار داخلی  $p_i$  ارتفاع  $h$  به اندازه نصف ارتفاع ساختمان تعریف می‌شود.

ساختمان کوتاه مرتبه: سازه‌ای که ارتفاع مبنای آن کمتر از ۲۰ متر و یا نسبت ارتفاع به عرض آن کمتر از ۰/۵ باشد.



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

✱ **ضریب بادگیری  $C_e$ :** که تغییرات سرعت باد با ارتفاع و نیز اثرات ناشی از تغییر در زمین اطراف و توپوگرافی را نشان می‌دهد. این ضریب براساس توزیع سرعت باد در ارتفاع روی دو نوع زمین اطراف، باز و یا با پرتراکم، بشرح زیر تعیین می‌شود.

الف) برای زمین‌های باز شامل: اطراف دریا، دریاچه، ساحل باز، زمین با ساختمان و درختان پراکنده

$$C_e = \max \left\{ 0.9, \left( \frac{h}{10} \right)^{0.2} \right\}$$

ب) زمین پرتراکم شامل: زمین‌های حومه شهری، شهری، جنگل پرتراکم (جنگلی که تا یک کیلومتر و یا ۲۰ برابر ارتفاع ساختمان در بالادست، هر کدام که بیشتر باشد، امتداد یابد)

$$C_e = \max \left\{ 0.7, 0.7 \left( \frac{h}{12} \right)^{0.3} \right\}$$

تذکر: برای بادهای جهشی (بادی که حدوداً ۳ تا ۵ ثانیه ادامه دارد و نمایانگر حجمی از باد است که بر روی کل سازه اثر می‌کند). توان ۰.۲ در رابطه اول به ۰.۱ و توان ۰.۳ در رابطه دوم به ۰.۱۵ تبدیل می‌شود.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

✱ در صورتی که ناهمواری زمین (درختان و یا ساختمان‌ها) کمتر از یک کیلومتر امتداد یابد کوتاه‌تر از ۵۰ متر باشد، مقدار  $C_e$  را می‌توان بین زمین باز و پرتراکم با استفاده از رابطه زیر محاسبه نمود:

(۱) در صورتی که ناهمواری در فاصله ۵۰ تا ۱۰۰۰ متری ادامه داشته باشد ( $0.05 \text{ km} < x_r < 1 \text{ km}$ )

$$C_e = C_{er} \left[ 0.816 + 0.184 \log_{10} \left( \frac{10}{x_r - 0.05} \right) \right] \leq C_{eo}$$

که در رابطه فوق  $x_r$  بر حسب کیلومتر است.

(۲) در صورتی که ناهمواری در فاصله کمتر از ۵۰ متر ادامه پیدا کند ( $x_r < 0.05 \text{ km}$ )

$$C_e = C_{eo}$$

که در دو حالت فوق،  $C_{er}$  ضریب بادگیری زمین در حالت ناهموار و  $C_{eo}$  ضریب بادگیری زمین در حالت باز است.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

✱ **خیز سرعت در بالای تپه‌ها و بالا آمدگی زمین:** تپه‌ها و بالا آمدگی‌ها می‌توانند به میزان قابل ملاحظه‌ای سرعت باد را در نزدیکی سطح زمین افزایش دهند که باید در ضریب بادگیری برای ساختمان‌های واقع بر روی تپه یا پرتگاه در نظر گرفته شود. ساختمان‌های واقع روی تپه یا پرتگاه‌ها حداکثر شیب بزرگتر از ۱ به ۱۰ (۱۰٪) مخصوصاً نزدیک قله، ممکن است در معرض سرعت‌هایی به مراتب بزرگتر از ساختمان‌هایی که روی سطح زمین هستند قرار گیرند. در صورتی که شیب تپه و پرتگاه کمتر از ۱۰٪ باشد، احتمال آنکه سرعت باد افزایش قابل توجهی داشته باشد، وجود ندارد و آیین‌نامه ضریب  $C_e$  را اصلاح نمی‌کند. برای حالتی که بایستی اصلاح شود، ضریب  $C_e$  به  $C_e^*$  تبدیل می‌شود.

$\frac{h}{b} < 10\%$  نیاز به اصلاح  $C_e$  نیست.  
 $\frac{h}{b} > 10\%$  نیاز به اصلاح  $C_e$  است.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

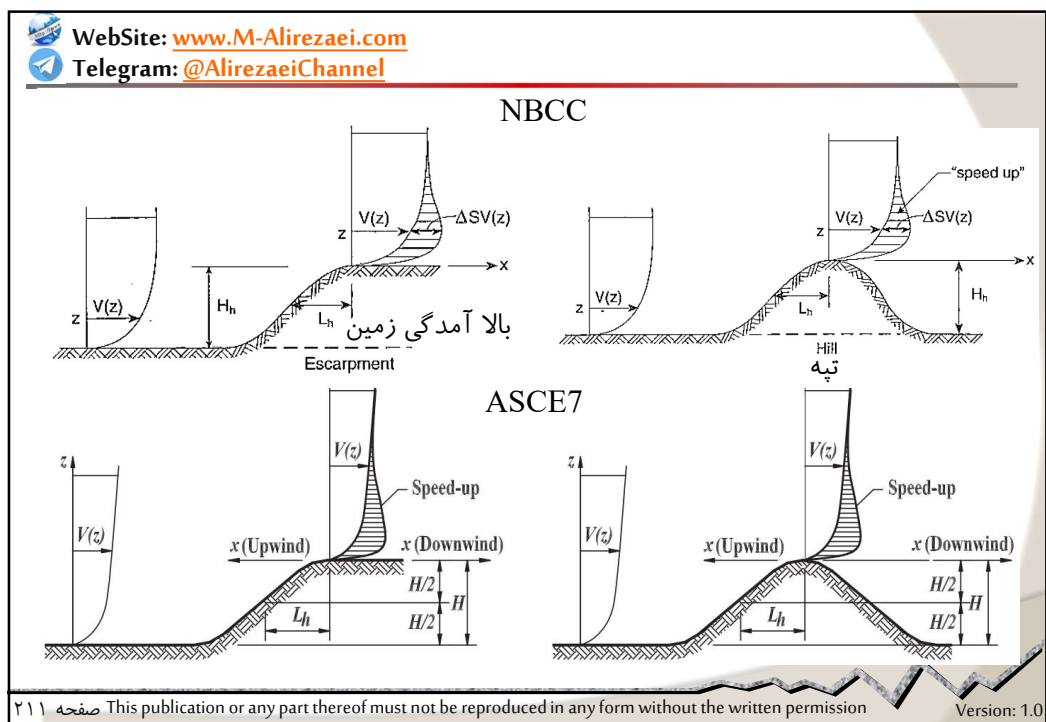
ضریب بادگیری در ارتفاع  $z$  بالای تراز زمین اطراف برابر است با مقدار زمین باز ضریب  $(1 + \Delta S(z))^2$  که در آن  $\Delta S(z)$  ضریب خیز سرعت برای میانگین سرعت باد می‌باشد (شکل اسلاید بعد). در نزدیکی قله و در فاصله  $|x| < KL_h$  ضریب بادگیری به صورت زیر اصلاح می‌شود:

$$C_e^* = C_e \left\{ 1 + \Delta S_{max} \left( 1 - \frac{|x|}{KL_h} \right) e^{\left( \frac{-\alpha z}{L_h} \right)} \right\}^2$$

که در آن  $C_e^*$  مقدار متناظر اصلاح شده برای استفاده در تپه و بالا آمدگی،  $C_e$  ضریب بادگیری بر روی سطح زمین باز که در بند ۶-۱۰-۶ برای روش استاتیکی ارائه شده است،  $\Delta S_{max}$  ضریب خیز سرعتی در راس قله، نزدیک سطح و  $\alpha$  ضریب کاهش برای کم شدن سرعت با ارتفاع است.

مقدار  $\alpha$  و  $\Delta S_{max}$  به شکل و شیب تپه با بالا آمدگی بستگی دارند و از جدول‌های بعدی تعیین می‌شوند.

Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

**مبحث ششم**

شکل تپه	$\Delta S_{max}$	$\alpha$	<b>K</b>	
			$x < 0$	$x > 0$
تپه های ممتد یا دو بعدی (یا دره های با $H$ منفی)	$2.2(H_h/L_h)$	3	1.5	1.5
پرتگاه های دو بعدی	$1.3(H_h/L_h)$	2.5	1.5	4
تپه های سه بعدی متقارن محوری	$1.6(H_h/L_h)$	4	1.5	1.5

برای  $(H_h/L_h) < 0.5$  فرض شود که  $H_h/L_h = 0.5$  و  $2H_h$  جایگزین  $L_h$  در معادله ۶-۱۰-۵ (اسلاید قبلی) شود.

**NBCC**

Shape of Hill or Escarpment	$\Delta S_{max}^{(1)}$	$\alpha$	<b>k</b>	
			$x < 0$	$x > 0$
2-dimensional ridges (or valleys with negative $H$ )	$2.2 H_h/L_h$	3	1.5	1.5
2-dimensional escarpments	$1.3 H_h/L_h$	2.5	1.5	4
3-dimensional axi-symmetrical hills	$1.6 H_h/L_h$	4	1.5	1.5

<sup>(1)</sup> For  $H_h/L_h > 0.5$ , assume that  $H_h/L_h = 0.5$  and substitute  $2H_h$  for  $L_h$  in Equation (3).

۲۱۲ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

※ ضریب اثر جهشی  $C_g$  و  $C_{gi}$ : ضریب جهشی  $C_g$  باید مطابق با یکی از موارد زیر اختیار شود:

الف) برای کل ساختمان و اعضای اصلی سازه  $C_g=2.0$

ب) برای فشار خارجی و مکش اعضاء کوچک از جمله نما یا پوسته خارجی  $C_g=2.5$

پ) برای فشارهای داخلی  $C_{gi}=2.0$  و یا محاسبه دقیقتری که اندازه بازشوها را در ساختمان، فشار حجم داخلی و انعطاف پذیری ساختمان را در نظر گرفته باشد.

※ اصلاح ضریب  $C_g$  برای خیز سرعت در بالای تپه‌ها و بالا آمدگی: علاوه بر  $C_e$  جهش باد در پستی و بلندی‌های طبیعی و مصنوعی بر روی ضریب  $C_g$  نیز تاثیر دارد. بنابراین  $C_g$  اصلاح شده بصورت زیر است:

$$C_g^* = 1 + (C_g - 1) \sqrt{\frac{C_e}{C_e^*}}$$

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

※ ضریب اثر جهشی باد داخلی  $C_{gi}$ : این ضریب برای فشار داخلی در همه حالات بطور پیش فرض برابر 2.0 است. ولی باید به این نکته مهم توجه کنیم که در سازه‌های بزرگ که حجم تیغه‌بندی نشده منفردی را احاطه میکنند (یعنی سازه‌هایی که فضای باز زیادی در آنها وجود دارد مانند کارخانه‌ها و سوله‌های صنعتی، فشار داخلی زمان قابل ملاحظه‌ای لازم دارد تا به تغییرات فشار خارجی پاسخ دهد. بنابراین این ضریب را می‌توان با استفاده از رابطه زیر کاهش داد:

$$C_{gi} = 1 + \frac{1}{1 + \tau}$$

در رابطه فوق،  $\tau$  یک متغیر وابسته به زمان بوده که متناسب با زمانی است که فشار داخلی نیاز دارد تا به تغییرات فشار خارجی در بازشوها پاسخ دهد. دقت شود که با افزایش سطح بازشوها، این زمان کاهش یافته و فشار داخلی سریعتر در اثر فشار خارجی تغییر می‌کند و در نتیجه ضریب  $\tau$  کاهش و  $C_{gi}$  افزایش می‌یابد.

$$\tau = \frac{V_0}{6950A} \left[ 1 + 1.42 \times 10^5 \frac{A_s}{V_0} \delta \right]$$

که  $V_0$  حجم داخلی بر حسب  $m^3$ ، همچنین  $A$  مساحت کل بازشوها بر حسب  $m^2$ ،  $A_s$  مساحت کل سطح داخلی حجم مورد نظر (به استثنای دال‌های روی سطح زمین) بر حسب  $m^2$  و  $\delta$  میزان انعطاف پذیری پوسته ساختمان و میانگین تغییر مکان به سمت بیرون پوسته احجام در هر واحد افزایش فشار داخلی بر حسب  $m^3/N$  است. مقدار  $\delta=5 \times 10^{-5} N/m^3$  در نظر گرفته میشود یا میتوان آن را بطور محافظه کارانه برابر صفر فرض نمود.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) یک ساختمان به ابعاد ۱۰۰ در ۵۰ متر و به ارتفاع ۲۰ متر در نظر گرفته شود. ضریب جهشی باد برای محاسبه فشار داخلی را تعیین نمایید. مقدار  $\delta = 5 \times 10^{-5} \text{ N/m}^3$  و کل مساحت بازوی دیوارها برابر ۵ متر مربع در نظر گرفته شود.

الف) ۱.۵      ب) ۱.۴      پ) ۱.۳      ت) ۱.۲

$V_0 = 100 \times 50 \times 20 = 100000 \text{ m}^3$   
 $A = 5 \text{ m}^2$   
 $A_s = 50 \times 100 + (100 \times 2 + 50 \times 2) \times 20 = 11000 \text{ m}^2$


$$\tau = \frac{V_0}{6950A} \left[ 1 + 1.42 \times 10^5 \frac{A_s}{V_0} \delta \right] = \frac{100000}{6950 \times 5} \left[ 1 + 1.42 \times 10^5 \frac{11000}{100000} \times 5 \times 10^{-5} \right]$$

$$= 1.4$$

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission      Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

\* **ضرایب فشار  $C_p$ ،  $C_p^*$  و  $C_{pi}$ :** ضرایب فشار نسبت‌های بدون بعد فشارهای ایجاد شده توسط باد روی سطح ساختمان به فشار سرعتی باد در ارتفاع مبنا می‌باشند. این ضرایب اثر شکل آیرودینامیک سازه، زاویه سطح بادخور به جهت جریان و تغییرات سرعت باد با ارتفاع را در بر میگیرند. این ضرایب معمولاً از نتایج آزمایش تونل باد روی مدل‌های کوچک مقیاس تعیین می‌شوند.



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission      Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

✱ تأثیر نیروی باد بر روی سیستم اصلی باربر جانبی ساختمان‌های کوتاه مرتبه:

ساختمان کوتاه مرتبه نشان داده شده در شکل زیر را در نظر بگیرید. شیب سقف میتواند بین 0 تا 90 درجه باشد. برای طراحی سیستم اصلی باربر جانبی این ساختمان، و محاسبه نیروی ناشی از باد وارد بر سازه باید از ضرایب ترکیبی فشار و اثر جهشی باد ( $C_p C_g$ ) که در این قسمت بیان می‌شوند، استفاده نمود. این ضرایب برای دو حالت جهت جریان عمود بر خط الراس بام و جهت جریان موازی خط الراس بام در آیین‌نامه بحث ششم ارائه شده است.

خط الراس بام

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

✱ الف) جهت جریان عمود بر خط الراس بام: جهت باد در این حالت تا 45 درجه می‌تواند تغییر کند. آیین‌نامه کلیه سطوح سازه را به بخش‌هایی تقسیم نموده ضرایب  $C_p C_g$  را برای آنها ارائه می‌دهد.

خط الراس بام

2.5H

ارتفاع مبنا  $h$

شیب بام

سطوح ساختمان

شیب بام	1	1E	2	2E	3	3E	4	4E
0 تا 5	0.75	1.15	-1.3	-2.0	-0.7	-1.0	-0.55	-0.8
20	1.0	1.5	-1.3	-2.0	-0.9	-1.3	-0.8	-1.2
30 تا 45	1.05	1.3	0.4	0.5	-0.8	-1.0	-0.7	-0.9
90	1.05	1.3	1.05	1.3	-0.7	-0.9	-0.7	-0.9

✱ ضرایب مثبت نشان دهنده فشاری بودن نیروی باد و ضرایبی که دارای علامت منفی هستند، نشان دهنده مکشی بودن نیروی باد بر روی سطوح مورد نظر است.

Version: 1.0





WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) یک ساختمان کوتاه مرتبه، دارای سقفی با شیب ۱۷ درجه است. ضرایب ترکیبی  $C_p C_g$  را برای سطوح (۱) و (۲) تعیین کنید. جهت باد عمود بر خط الراس بام است.

مقدار ضریب ترکیبی برای ۱۷ داده نشده  
 برای ۵ و ۲۰ درجه داریم:

خط الراس بام  
 $2.5H$   
 $H$   
 $B$   
 $h$  ارتفاع مبنا  
 $y$

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

برای سطح یک داریم:

$$\frac{0.25}{15} = \frac{x}{17-5} \rightarrow x = 0.2$$

$$C_p C_g = 0.2 + 0.75 = 0.95$$

برای سطح دو داریم:

$$\frac{0}{15} = \frac{x}{17-5} \rightarrow x = 0$$

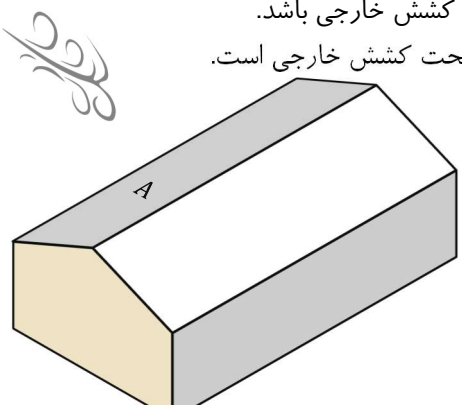
$$C_p C_g = 0 - 1.3 = -1.3$$

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال- پایه ۳-۸۹- در مورد اثر باد بر سقف شیبدار در قسمت (A) کدامیک از جملات زیر صحیح است؟

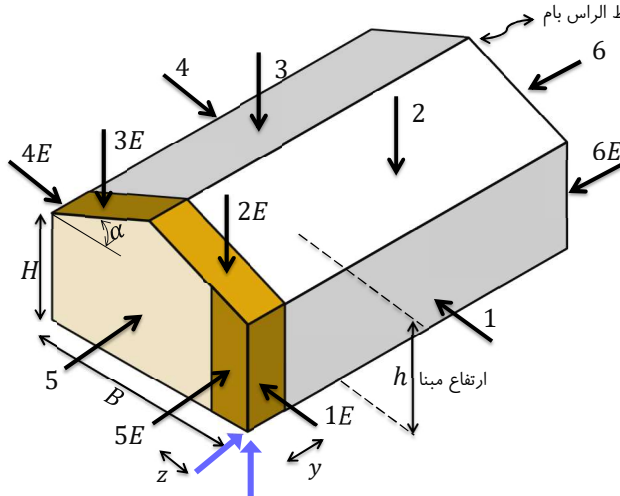
- (۱) همواره تحت فشار خارجی است.
- (۲) همواره تحت کشش خارجی است.
- (۳) بسته به زاویه شیب بام، ممکن است تحت فشار یا کشش خارجی باشد. ✓
- (۴) قسمتی از آن تحت فشار خارجی و قسمتی از آن تحت کشش خارجی است.



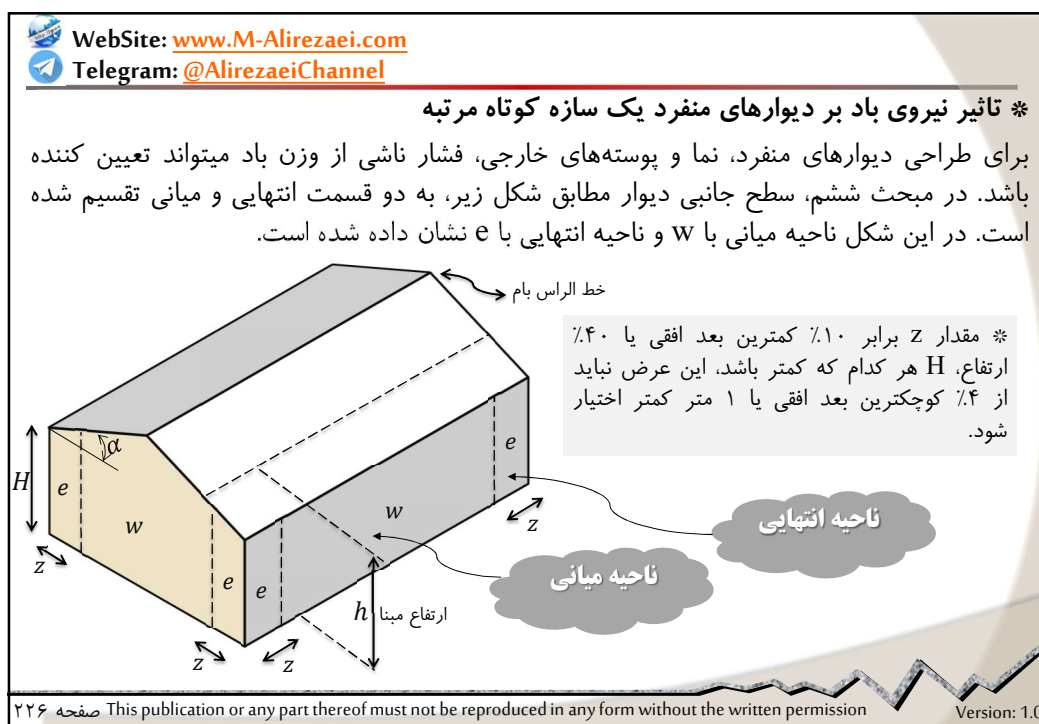
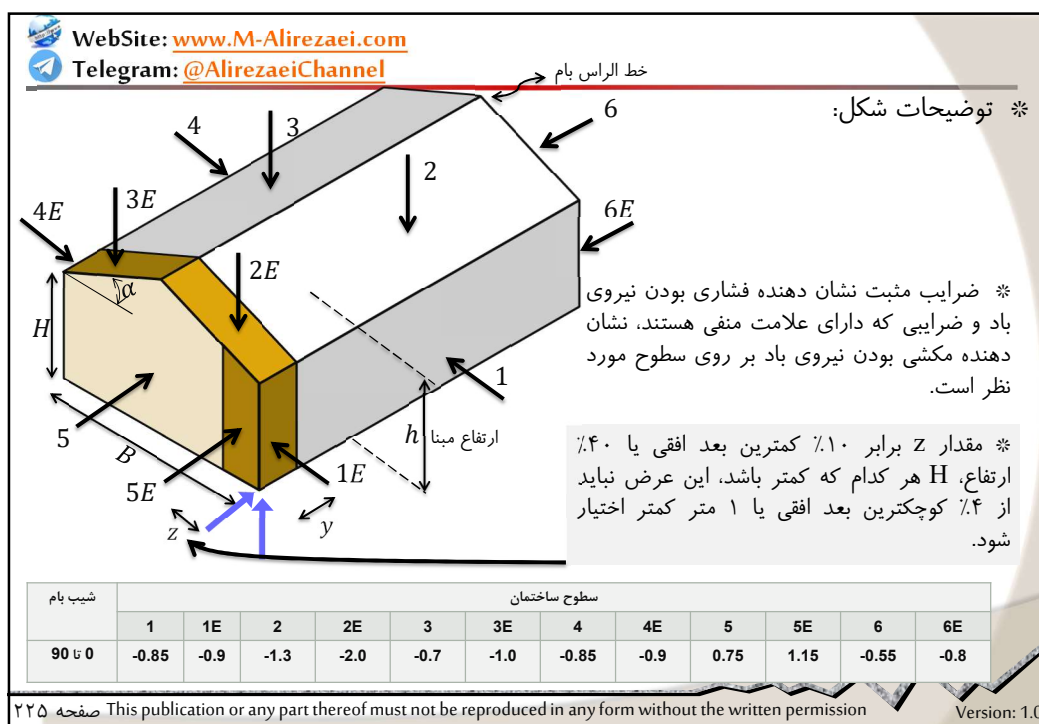
صفحه ۲۲۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

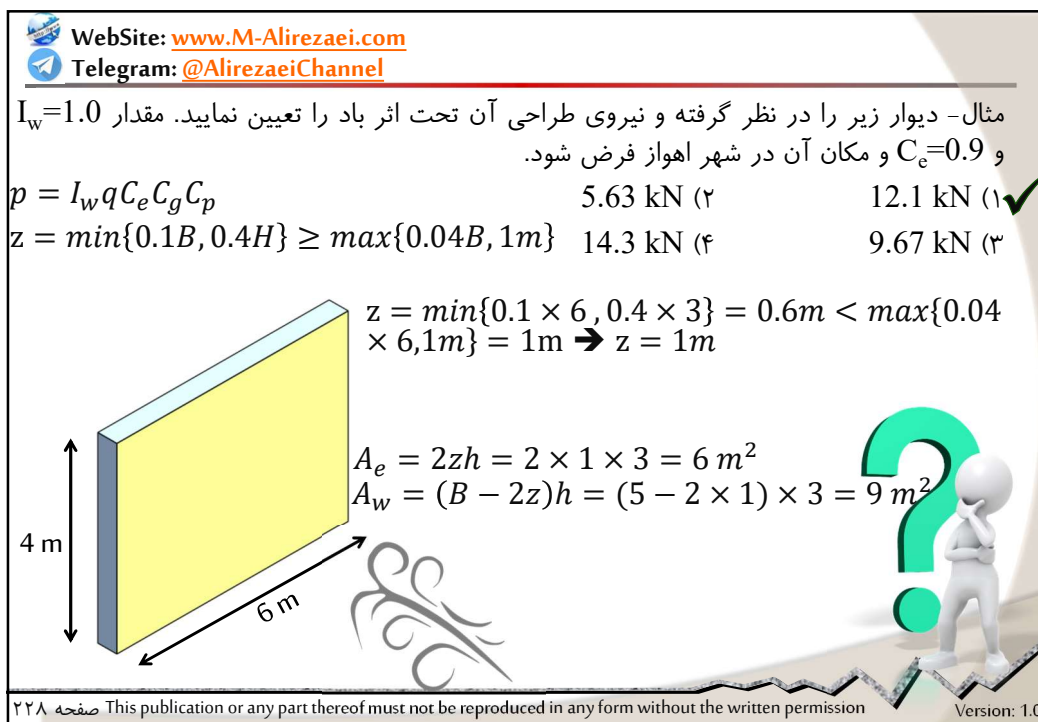
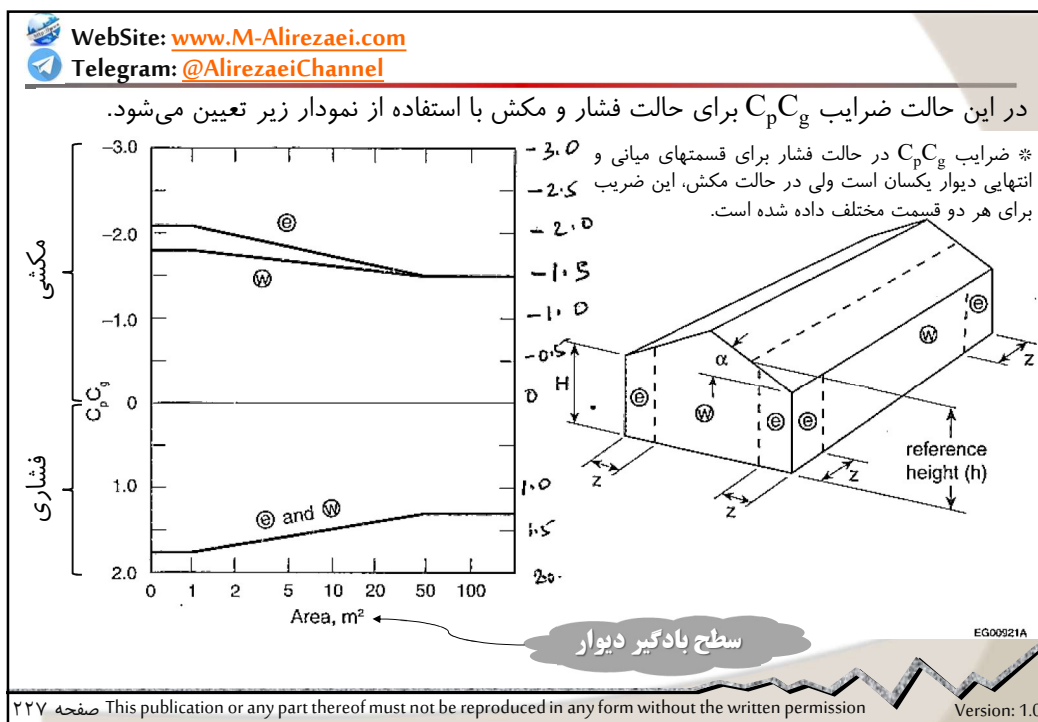
WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

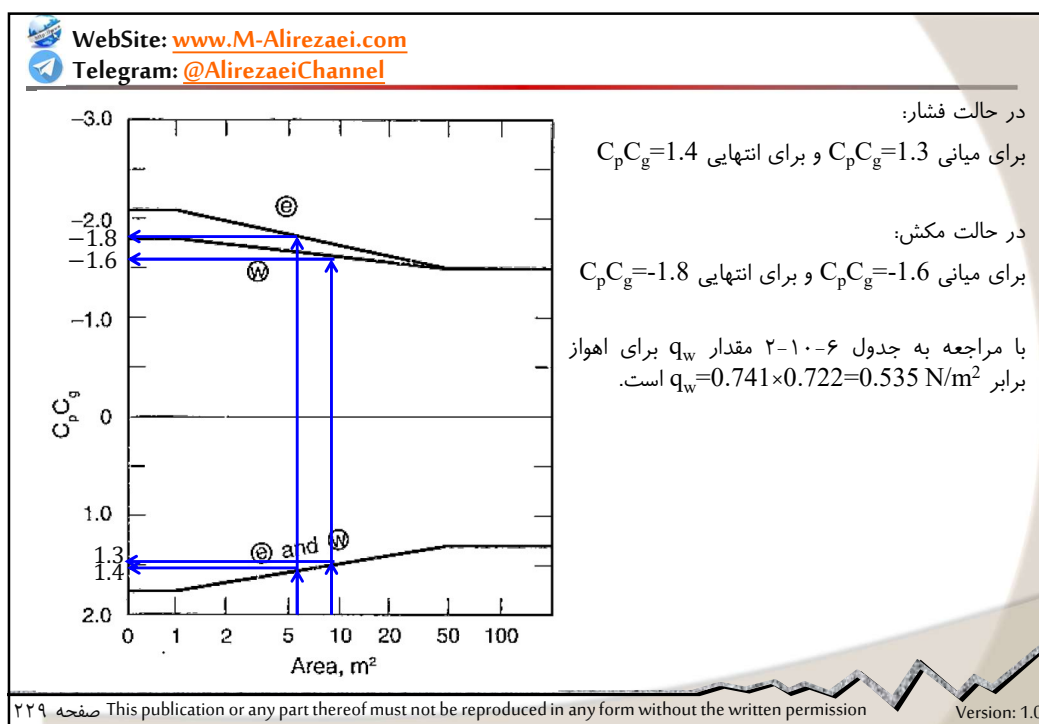
\* (ب) جهت جریان موازی با خط الراس بام: در شکل زیر جهت جریان موازی با خط الراس بام نشان داده شده است.



صفحه ۲۲۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0







WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

در حالت فشار:

$$p = I_w q C_e C_g C_p = 1 \times 0.535 \times 0.9 \times 1.3 = 0.626 \text{ kN/m}^2$$

$$F = p \times A_w = 0.626 \times 9 = 5.63 \text{ kN}$$

در حالت مکش:

$$p = I_w q C_e C_g C_p = 1 \times 0.535 \times 0.9 \times (-1.6) = -0.77 \text{ kN/m}^2$$

$$F = p \times A_w = -0.77 \times 9 = 6.9 \text{ kN}$$

کل نیرو:

$$F = 5.63 + 4.04 = 9.67 \text{ kN}$$

در حالت فشار:

$$p = I_w q C_e C_g C_p = 1 \times 0.535 \times 0.9 \times 1.4 = 0.674 \text{ kN/m}^2$$

$$F = p \times A_e = 0.674 \times 6 = 4.04 \text{ kN}$$

در حالت مکش:

$$p = I_w q C_e C_g C_p = 1 \times 0.535 \times 0.9 \times (-1.8) = -0.866 \text{ kN/m}^2$$

$$F = p \times A_e = -0.866 \times 6 = 5.2 \text{ kN}$$

کل نیرو:

$$F = 6.9 + 5.2 = 12.1 \text{ kN}$$

Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### \* ضریب فشار خارجی برای ساختمان‌های بلند مرتبه

برای سازه‌های بلند مرتبه با بام تخت و نسبت  $(H/D) > 0.5$  ضریب  $C_p$  بصورت مجزا بیان می‌شود. برای تعیین آن به نکاتی باید توجه داشت.

\* ضریب  $C_p$  به نسبت  $H/D$  وابسته بوده و در شکل روبرو مقادیر آن داده شده است.

\* در وجه رو به باد، نیروی باد فشاری و در سقف و وجه پشت به باد، نیرو مکشی است.

\* ضریب  $C_p$  برای دو وجه ساختمان که موازی جهت جریان هستند برابر 0.7 است.

Plan view of building

Elevation of building

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### مثال - در یک ساختمان بلندمرتبه به شکل زیر، واقع در شهر تهران، فشار و مکش ناشی از باد بر سازه این ساختمان در جهت نشان داده شده را حساب کنید. فرض کنید $C_g = 2.0$ و $I_w = 1.0$ باشد.

با مراجعه به جدول ۶-۱۰-۲ مقدار  $q_w$  برای تهران برابر  $q_w = 0.613 \times 0.722 = 0.442 \text{ N/m}^2$  است.

$p = I_w q C_e C_g C_p$

در قسمت‌های مختلف ساختمان‌های بلند مرتبه ارتفاع مبنا بصورت زیر محاسبه می‌شود:

- وجه رو به باد: ارتفاع واقعی آن نقطه از روی زمین
- وجه پشت به باد: نصف ارتفاع ساختمان
- بام و دیوارهای جانبی: ارتفاع ساختمان

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

بنابراین ضریب بادگیری برای زمین پرتراکم شهری برابر است با:

$$C_e = \max \left\{ 0.7, 0.7 \left( \frac{h}{12} \right)^{0.3} \right\} = \max \left\{ 0.7, 0.7 \left( \frac{30}{12} \right)^{0.3} \right\} = 0.92 \quad \left. \vphantom{C_e} \right\} \text{رو به باد و بام}$$

$$C_e = \max \left\{ 0.7, 0.7 \left( \frac{h}{12} \right)^{0.3} \right\} = \max \left\{ 0.7, 0.7 \left( \frac{30/2}{12} \right)^{0.3} \right\} = 0.74 \quad \left. \vphantom{C_e} \right\} \text{پشت به باد}$$

بنابراین فشار و مکش وارد شده برابر است با:

وجه رو به باد:

$$\frac{H}{D} = \frac{30}{12} = 2.5 > 1.0 \implies C_p = 0.8 \implies p = 1.0 \times 0.442 \times 0.92 \times 2 \times 0.8 = 0.65 \frac{kN}{m^2}$$

بام:

$$\frac{H}{D} = 2.5 > 1.0 \implies C_p = -1.0 \implies p = 1.0 \times 0.442 \times 0.92 \times 2 \times (-1.0) = -0.813 \frac{kN}{m^2}$$

وجه پشت به باد:

$$\frac{H}{D} = 2.5 > 1.0 \implies C_p = -0.5 \implies p = 1.0 \times 0.442 \times 0.92 \times 2 \times (-0.5) = -0.406 \frac{kN}{m^2}$$

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

**\* ضریب فشار داخلی  $C_{pi}$**

ضریب فشار داخلی  $C_{pi}$  اثر باد روی فشار هوای درون ساختمان را تعریف می‌کند و هم در طراحی المان‌های پوسته خارجی و هم سازه اصلی اهمیت دارد. میزان این تاثیر با درصد بازشوها موجود در سطح جانبی سازه رابطه مستقیم دارد. هر چقدر این ضریب بیشتر باشد، باد تاثیر بیشتری بر روی هوای داخل گذاشته و فشار و مکش بیشتری به سطوح داخلی اعمال میکند. در این ارتباط طبق مبحث ششم، سازه‌ها به سه دسته زیر تقسیم می‌شوند.

**(۱) ساختمان‌های بسته**

این گروه فاقد هرگونه بازشوی بزرگ و یا قابل توجه است.

– ساختمان‌های با حداکثر ۰.۱٪ بازشو یکنواخت:

$$C_{pi} = -0.15$$

در صورتی که بازشو، بار خارجی را کاهش می‌دهد، مقدار  $C_{pi} = 0$  در نظر گرفته می‌شود. طبق مبحث ششم، در ساختمان‌های بلندمرتبه هواپندگی شده که هیچ پنجره و در توری قابل بازشدن نداشته و بصورت مکانیکی تهویه می‌شوند و همچنین ساختمان‌های کوتاه مرتبه فاقد بازشو مانند انبارهای فاقد پنجره، هم  $C_{pi} = 0$  در نظر گرفته می‌شود.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### ۲) ساختمان‌های نیمه بسته

ساختمان‌هایی که در صورت داشتن بازشوهای بزرگ می‌توان به بسته بدون این بازشوها در زمان طوفان اطمینان کرد. مانند ساختمان‌های کوتاه مرتبه دارای در و پنجره مقاوم در برابر باد یا ساختمان‌های بلند با در و پنجره‌های بازشو در بالکن. در این حالت مقدار  $C_{pi} = -0.45 \sim -0.3$  در نظر گرفته می‌شود.

### ۳) ساختمان‌های باز

ساختمان‌های با بازشوی بزرگ یا قابل توجه مانند ساختمان‌های با یک ضلع باز (مثل پناهگاه‌ها) یا ساختمان‌های صنعتی با بازشوهای بزرگ که ممکن است در زمان طوفان باز باشند. یکی از تهدیدات همیشگی در طوفان‌های شدید، شکستن سطوح شیشه‌ای بدون حفاظ و دیگر اجزای آسیب‌پذیر توسط ذرات و اشیاء کوچک معلق در هوا است. سازه‌هایی که باید قابلیت بهره‌برداری پس از طوفان داشته باشند، لازم است الزامات این گروه را برآورده نمایند

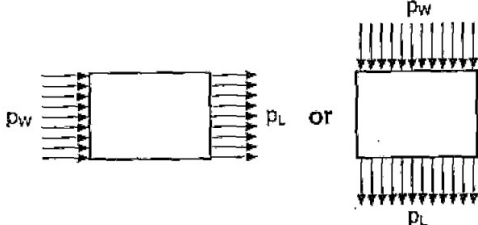
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### \* بارگذاری جزئی نیروی باد

مبحث ششم، چهار حالت بار باد در هر دو جهت، جهت بررسی بارگذاری جزئی در ساختمان‌های بلند در نظر می‌گیرد.

الف) در این حالت بار باد در هر دو جهت به صورت غیر همزمان بر سازه اعمال می‌شود. در شکل زیر  $P_L$  و  $P_W$  نیروی باد رو و پشت به باد هستند.

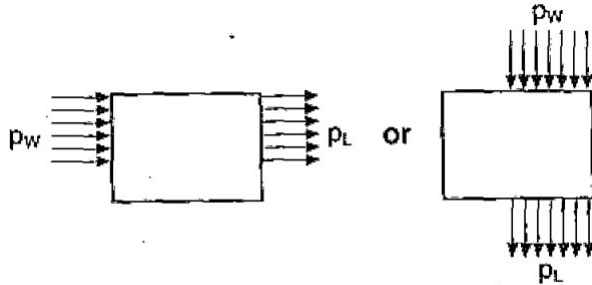


Case A: Full wind pressure applied in both directions separately

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

ب) ساختمان برای پیچش اضافی حداکثر، ناشی از بارگذاری جزئی وارد بر تنها یک قسمت از وجه ساختمان کنترل می‌شود. بدین منظور، بارگذاری نشان داده شده در حالت (الف)، به جوهی از سازه مانند زیر، اعمال می‌شود.

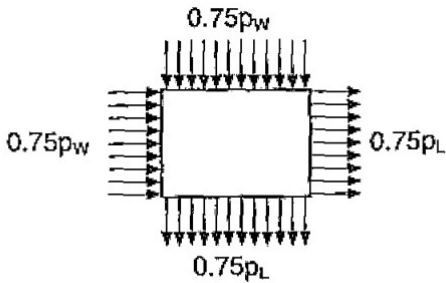


Case B: Case A wind pressure applied only on parts of wall faces

۲۳۷ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

پ) در این حالت ۷۵٪ بار کلی باد به صورت همزمان بر هر دو راستا اعمال می‌شود. این حالت بارگذاری برای در نظر گرفتن اثر اعمال بار باد بصورت قطری است.



Case C: 75% of full wind pressure applied in both directions simultaneously

۲۳۸ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

ت) در این حالت ۵۰٪ بارهای حالت (ب) از قسمت هایی از ساختمان که پیچش را حداکثر میکند حذف میشود.

Case D: 50% of Case C wind load removed from part of projected area

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

**\* اثرات ریزش گردبادی (Vortex shedding)**

زمانی که سازه تحت تاثیر باد یکنواخت قرار دارد، جدا شدن متناوب جریان های گردبادی مطابق شکل زیر باعث ارتعاش سازه در امتداد عرضی خواهد شد. اگر فرکانس گردبادی با فرکانس سازه یکی شده و یا نزدیک هم باشند، سبب ایجاد پدیده تشدید در آن خواهد شد.

طبق مبحث ششم، در سازه های لاغر (سازه های با نسبت ارتفاع به عرض بیش از ۵) و استوانه ای مانند دودکش ها و برج ها این اثر باید بررسی شود. سرعت باد  $V_{HC}$  در بالای سازه هنگامی که فرکانس ریزش گردبادی برابر با فرکانس طبیعی سازه  $f_n$  می گردد، برابر است با:

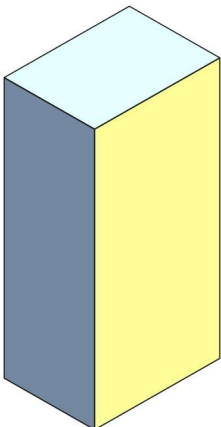
$$V_{HC} = \frac{1}{5} f_n D$$

که در آن  $D$  قطر یا عرض مقطع بر حسب متر و  $S$  عدد استروهال بوده که به شکل بستگی دارد.

Version: 1.0


WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

سازه غیر استوانه



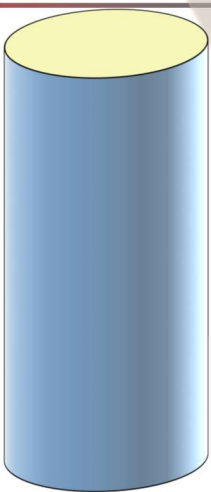
$s \approx 0.134$

سازه استوانه ای با قطر کم مانند دودکش



$s = 0.167$

سازه استوانه ای با قطر بزرگ مانند برج دیده بانی یا ساختمان



$s = 0.2$

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

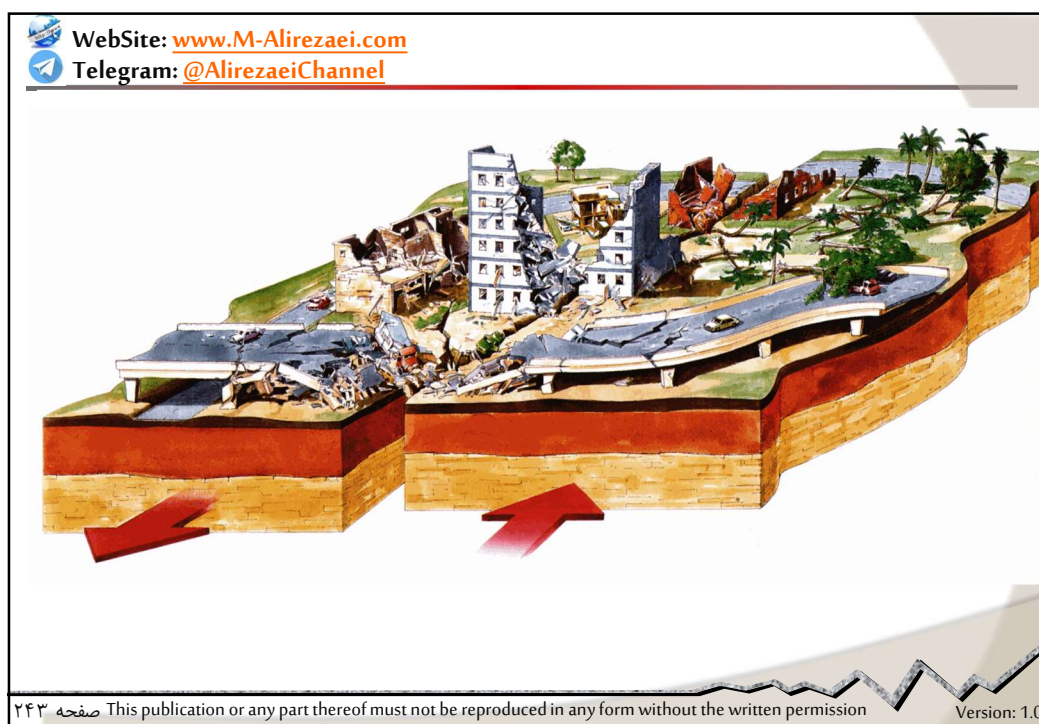
## بار زلزله

فصل یازده و دوازده آیین نامه ASCE7 و همچنین کل استاندارد ۲۸۰۰، به بارهای ناشی از زلزله اختصاص دارد.



Version: 1.0





WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

## اصول و ضوابط طراحی و تغییرات در ۲۸۰۰

زلزله سطح بهره برداری ؟  
 زلزله طرح  
 با چه احتمالی ؟

هدف ۲۸۰۰

- ۱- سازه‌های با «اهمیت متوسط» در زلزله طرح آسیب عمده سازه‌ای و غیرسازه‌ای نبینند و تلفات جانبی به حداقل برسد.
- ۲- سازه‌های با «اهمیت زیاد» در زلزله طرح آسیب عمده نبینند.
- ۳- سازه‌های با «اهمیت خیلی زیاد» تغییر مقاومت و سختی در اجزای سازه‌ای و غیر سازه‌ای نداشته باشند، بطوری که بهره‌برداری آنها امکان پذیر باشد.
- ۴- کلیه ساختمان‌های بلندتر از ۵۰ متر یا بیشتر از ۱۵ طبقه و نیز کلیه ساختمان‌های با اهمیت خیلی زیاد و زیاد در اثر زلزله بهره برداری آسیبی نبینند و قابلیت بهره‌برداری خود را حفظ کنند.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### تحلیل خطر زلزله به روش تعینی

پاسخ سازه‌ها در برابر زلزله، حاصل اندرکنش‌های پیچیده بین حرکت تصادفی زمین و تغییرات پیوسته مشخصات سیستم سازه‌ای تحت حرکات زمین می‌باشد. بنابراین برای درک رفتار سازه در حین زلزله و یک طراحی درست بایستی حرکت القایی از زمین و همچنین مشخصات سیستم به درستی درک شود.

تابع پواسون:

$$P = 1 - e^{-\lambda t} \Rightarrow T_R = \frac{1}{\lambda}$$

در رابطه فوق P احتمال یک رویداد در t ساله  $T_R$  دوره بازگشت  $\lambda$  احتمال در یک سال است.

\*زلزله‌های شدید دارای دوره بازگشت طولانی‌تری هستند. آیین‌نامه‌های لرزه‌ای عموماً عمر مفید برای سازه‌های معمولی را برابر ۵۰ سال در نظر می‌گیرند و احتمال وقوع زلزله در این مدت را برابر ۱۰٪ فرض می‌کنند. با استفاده از رابطه فوق دوره بازگشت زلزله برابر ۴۷۵ سال بدست می‌آید.

if  $P = 0.1$  ,  $t = 50 \Rightarrow 0.1 = 1 - e^{-\lambda \times 50}$   
 $\Rightarrow \lambda = 0.0021 \Rightarrow T_R = 475$

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

رفتار ارتجاعی

رفتار غیرارتجاعی

هزینه کمتر

اتلاف انرژی ورودی

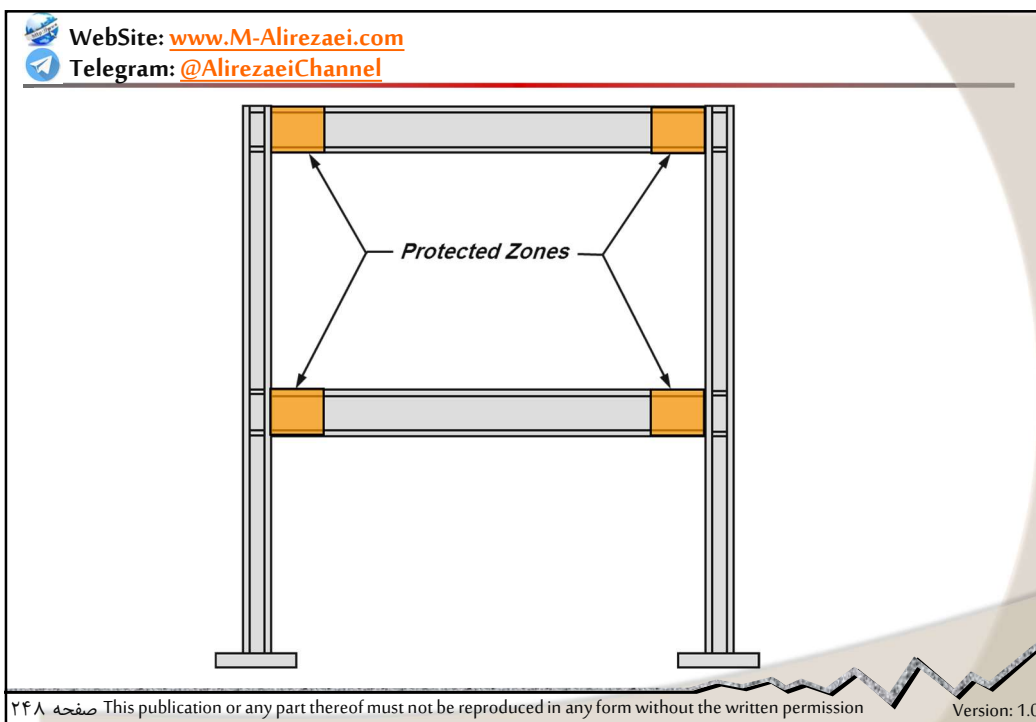
سازه صدمه می‌بیند

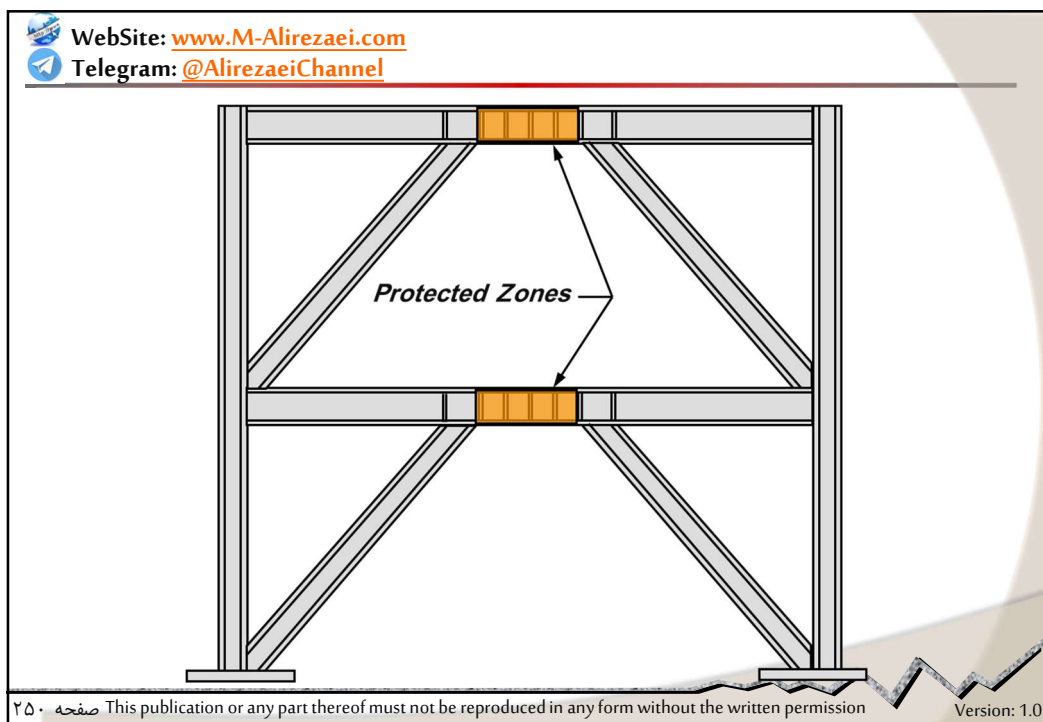
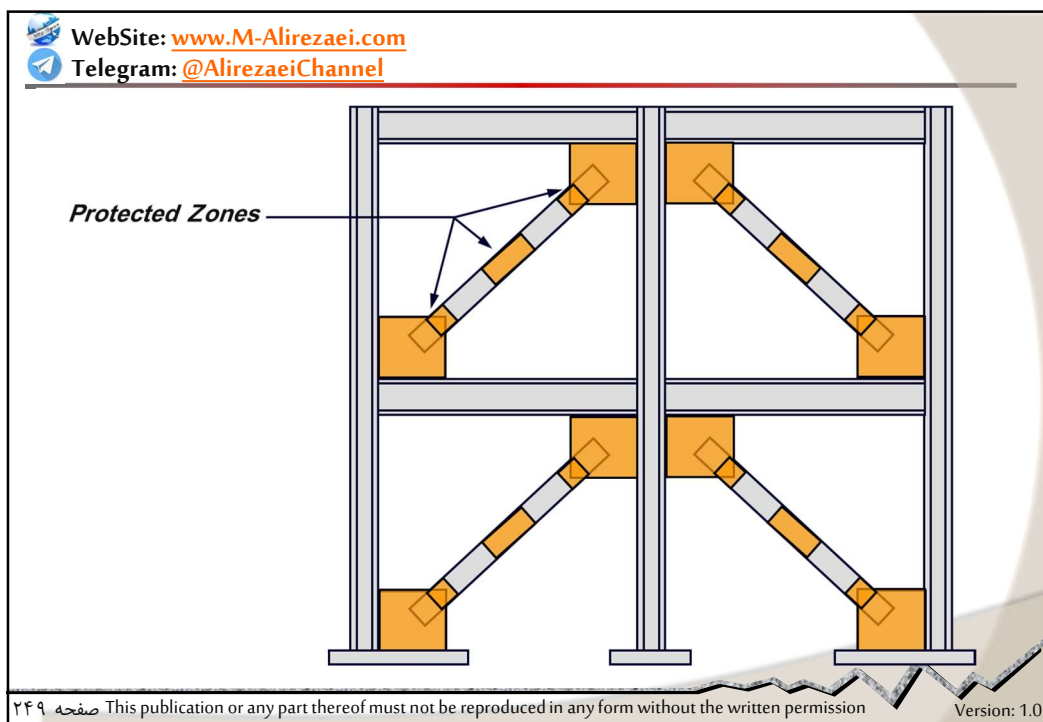
سازه بدون صدمه

هزینه زیاد

۲۸۰۰ مثل بقیه آیین‌نامه‌ها رفتار غیرارتجاعی سازه را ملاک قرار میدهد

Version: 1.0





 WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

**گروه بندی سازه ها بر حسب اهمیت**

**گروه ۱- ساختمان‌های «با اهمیت خیلی زیاد»**

در این گروه، ساختمان‌هایی قرار دارند که قابل استفاده بودن آنها پس از وقوع زلزله اهمیت خاص دارد و وقفه در بهره‌برداری از آنها به طور غیر مستقیم موجب افزایش تلفات و خسارات می‌شود، مانند: بیمارستان‌ها و درمانگاه‌ها، مراکز آتش نشانی، مراکز و تاسیسات آبرسانی، نیروگاه‌ها و تاسیسات برق رسانی، برج‌های مراقبت فرودگاه‌ها، مراکز مخابرات، رادیو و تلویزیون، تاسیسات انتظامی، مراکز کمک رسانی و بطور کلی تمام ساختمان‌هایی که استفاده از آنها در نجات و امداد مؤثر می‌باشد. ساختمان‌ها و تاسیساتی که خرابی آنها موجب انتشار گسترده مواد سمی و مضر در کوتاه مدت و درازمدت برای محیط زیست می‌شوند جزو این گروه ساختمان‌ها منظور می‌گردند.

۲۵۱ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 1.0

 WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

**گروه ۲- ساختمان‌های «با اهمیت زیاد»**

این گروه شامل سه دسته زیر است:

الف) ساختمان‌هایی که خرابی آنها موجب تلفات زیاد می‌شود، مانند: مدارس، مساجد، استادیوم‌ها، سینما و تئاترها، سالن اجتماعات، فروشگاه‌های بزرگ، ترمینال‌های مسافری، یا هر فضای سرپوشیده که محل تجمع بیش از ۳۰۰ نفر در زیر یک سقف باشد.

ب) ساختمان‌هایی که خرابی آنها سبب از دست رفتن ثروت ملی می‌شود، مانند: موزه‌ها، کتابخانه‌ها، و به طور کلی مراکزی که در آنها اسناد و مدارک ملی و یا آثار پر ارزش نگهداری می‌شود.

پ) ساختمان‌ها و تاسیسات صنعتی که خرابی آنها موجب آلودگی محیط زیست و یا آتش سوزی وسیع می‌شود، مانند: پالایشگاه‌ها، انبارهای سوخت و مراکز گاز رسانی.

۲۵۲ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

**گروه ۳- ساختمان‌های «با اهمیت متوسط»**

این گروه ساختمان‌ها شامل کلیه ساختمان‌های مشمول این آیین‌نامه، بجز ساختمان‌های عنوان شده در سه گروه دیگر است، مانند: ساختمان‌های مسکونی و اداری و تجاری، هتل‌ها، پارکینگ‌های چند طبقه، انبارها، کارگاه‌ها، ساختمان‌های صنعتی و غیره.

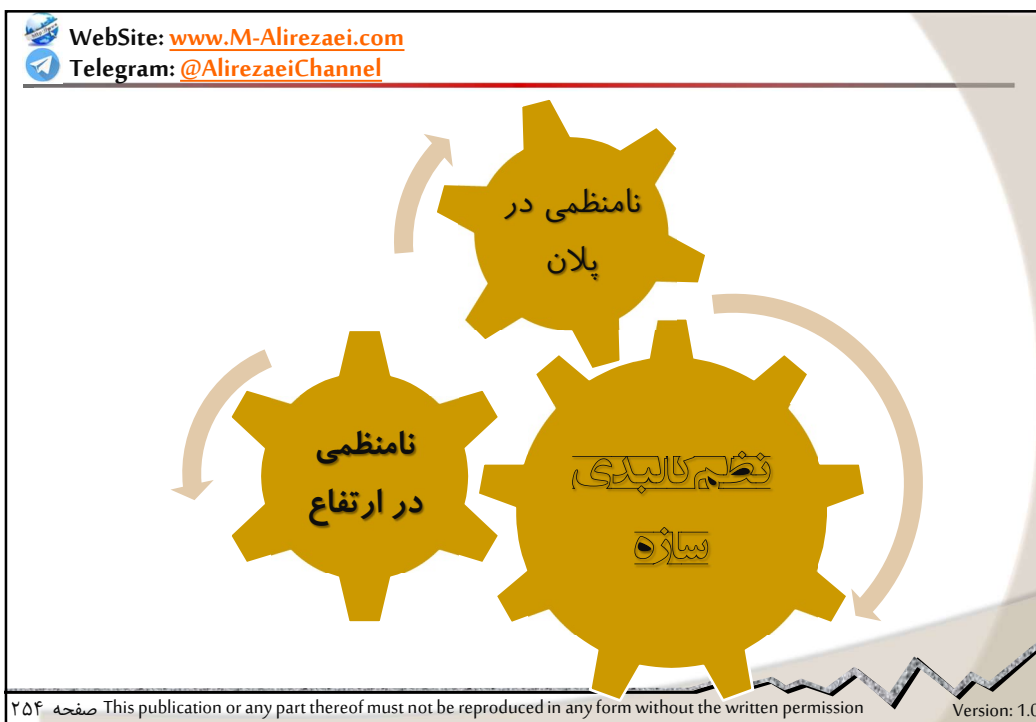
**گروه ۴- ساختمان‌های «با اهمیت کم»**

این گروه شامل دو دسته زیر است:

الف) ساختمان‌هایی که خسارت نسبتاً کمی از خرابی آنها حادث می‌شود و احتمال بروز تلفات در آنها بسیار کم است، مانند انبارهای کشاورزی و سالن‌های مرغ داری.

ب) ساختمان‌های موقت که مدت بهره برداری از آنها کمتر از ۲ سال است.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

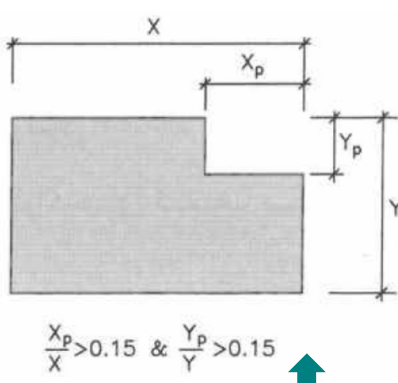




WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### نامنظمی در پلان

۱- نامنظمی هندسی: در مواردی که پس رفتگی همزمان در دو جهت در پلان بیشتر از ۱۵٪ (یا ۲۰٪) طول پلان در آن جهت باشد.



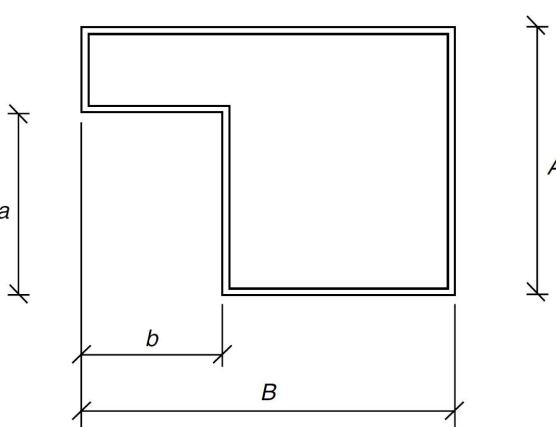
$\frac{X_p}{X} > 0.15 \text{ \& } \frac{Y_p}{Y} > 0.15$

به نقل از ۲۸۰۰ (اشتباه ویرایشی دارد)

**ASCE7-10**  
**Table 12.3-1**  
 Reentrant Corner Irregularity: Reentrant corner irregularity is defined to exist where both plan projections of the structure beyond a reentrant corner are greater than 15% of the plan dimension of the structure in the given direction.

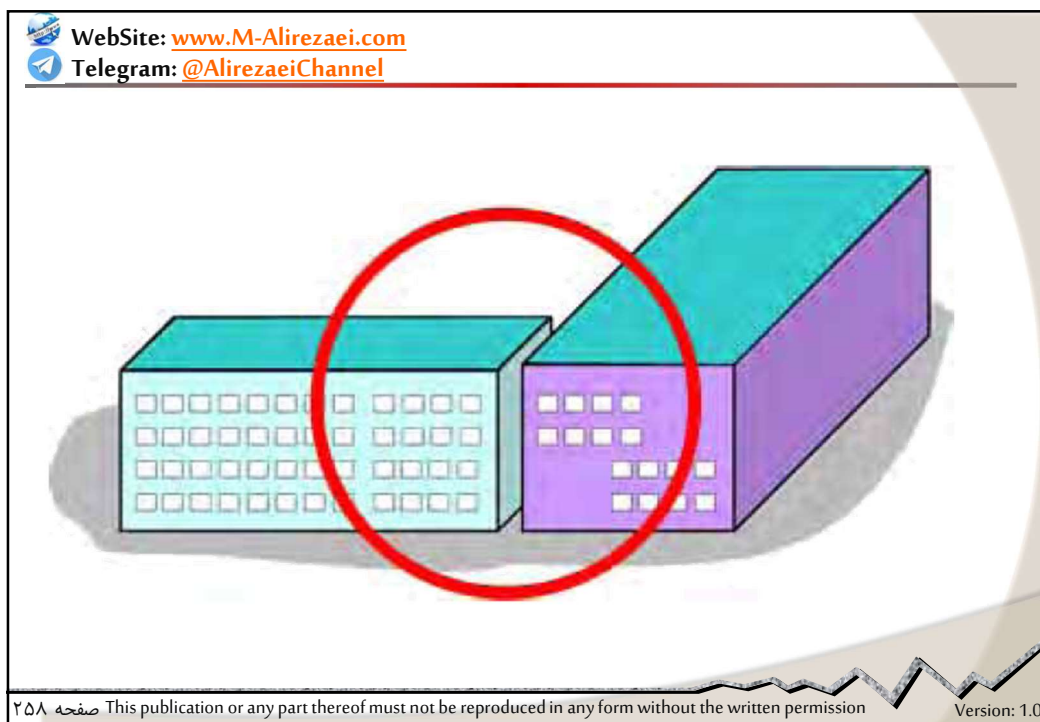
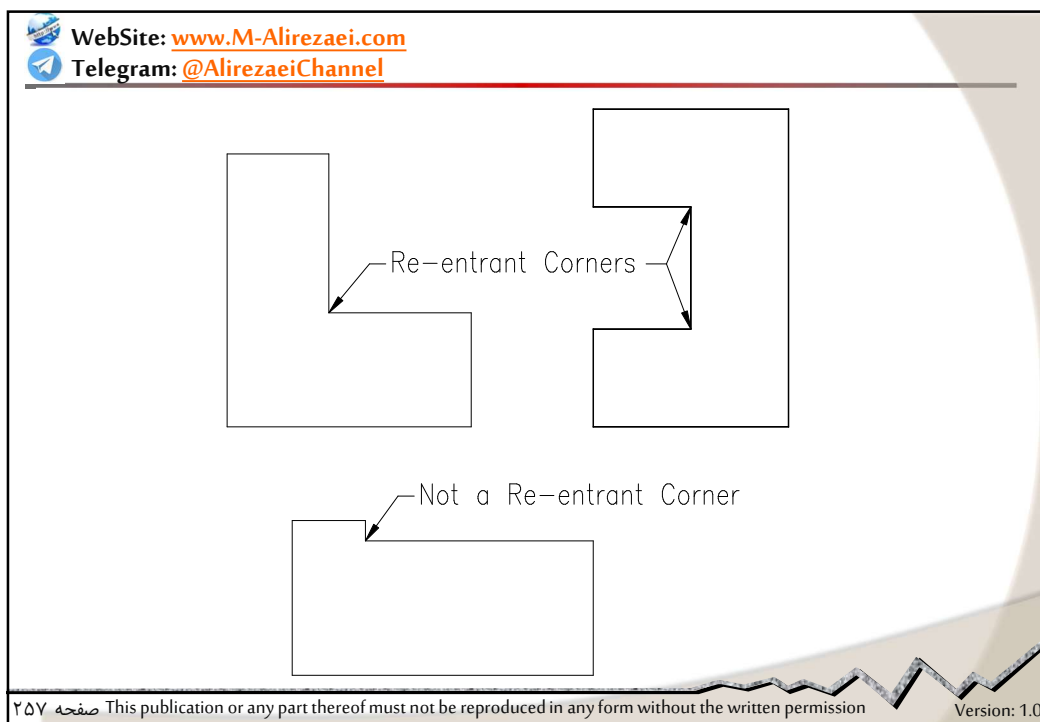
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

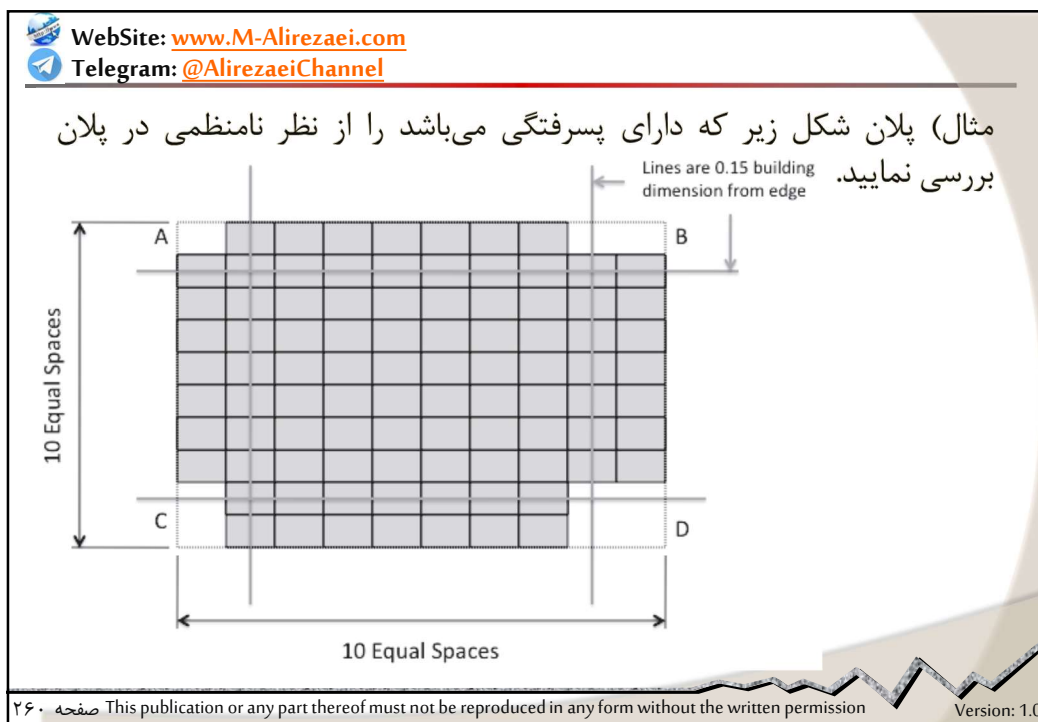
WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel



نامنظمی به علت پیش آمدگی یا پس رفتگی در پلان؛ در حالتی که بعد پیش آمده بیش از ۱۵٪ بُعد سازه در آن راستا باشد، یا به عبارتی  $a > 0.20A$  و  $b > 0.20B$

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0





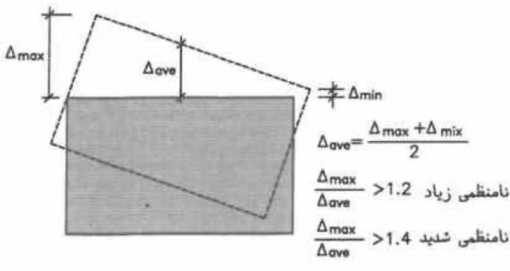
WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

۲- **نامنظمی پیچشی:** در مواردی که حداکثر تغییر مکان نسبی در یک انتهای سازه با احتساب پیچش تصادفی و با منظور نمودن  $A_T=1.0$  بیشتر از ۲۰٪ متوسط تغییر مکان نسبی دو انتهای ساختمان در آن طبقه باشد. در مواردی که این اختلاف بیش از ۴۰٪ باشد، به آن «نامنظمی شدید» گفته میشود.

**ASCE7-10**

**Table 12.3-1**

Torsional Irregularity: Torsional irregularity is defined to exist where the maximum story drift, computed including accidental torsion with  $A_x = 1.0$ , at one end of the structure transverse to an axis is more than 1.2 times the average of the story drifts at the two ends of the structure. Extreme torsional irregularity is defined when ore than 1.4 times the average of the story drifts at the two ends of the structure.

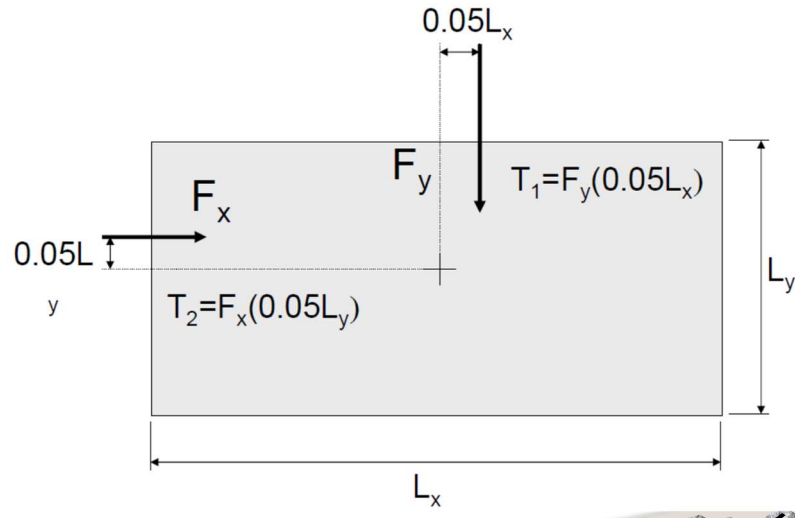


به نقل از ۲۸۰۰

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

**Accidental Torsion**



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) ساختمان ۳ طبقه نشان داده شده در شکل زیر را در نظر بگیرید. در صورتی که مقدار تغییر مکان‌های انتهای سازه به صورت زیر باشد، نامنظمی پیچشی سازه را بررسی نمایید.

$\delta_{L,2} = 3.3cm$        $\delta_{R,2} = 4.83cm$   
 $\delta_{L,1} = 2.54cm$        $\delta_{R,1} = 3.05cm$

$\Delta_{L,2} = 3.3 - 2.54 = 0.76cm$   
 $\Delta_{R,2} = 4.83 - 3.05 = 1.78cm$   
 $\Delta_{avg} = \frac{0.76 + 1.78}{2} = 1.27cm$   
 $\Rightarrow \frac{\Delta_{max}}{\Delta_{avg}} = \frac{\Delta_{R,2}}{\Delta_{avg}} = \frac{1.78}{1.27} = 1.401 > 1.2$

Extreme torsional irregularity

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال تعیین نامنظمی پیچشی در نرم افزار...

Displacement Under EXN

$\Delta_{L,2} = 1.031 - 0.386 = 0.645cm$   
 $\Delta_{R,2} = 0.704 - 0.267 = 0.437cm$   
 $\Delta_{avg} = \frac{0.437 + 0.645}{2} = 0.541cm$   
 $\Rightarrow \frac{\Delta_{max}}{\Delta_{avg}} = \frac{\Delta_{R,2}}{\Delta_{avg}} = \frac{0.645}{0.541} = 1.19 < 1.2$

Regular

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

DIR	MAXIMUM	AVERAGE	RATIO
STORY3 EY	1.6789	1.6378	1.025
STORY2 EY	1.3519	1.3221	1.023
STORY1 EY	0.8685	0.8521	1.019
STORY4 EXN	0.3250	0.3209	1.013
STORY3 EXN	2.5481	2.5459	1.001
STORY2 EXN	2.1419	2.1391	1.001
STORY1 EXN	1.4526	1.4499	1.002
STORY4 EXP	0.5968	0.5951	1.003
STORY3 EXP	1.9885	1.6693	1.191
STORY2 EXP	1.6030	1.3474	1.190
STORY1 EXP	0.3867	0.3268	1.183
STORY4 EXP	1.8434	1.6063	1.148
STORY3 EXP	1.4931	1.2969	1.151
STORY2 EXP	0.9662	0.8360	1.156
STORY1 EXP	0.3669	0.3150	1.165

۲۶۵ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

تعیین ضریب بزرگنمایی پیچشی: (بند ۳-۷-۳-۳)

در مواردی که سازه مشمول نامنظمی پیچشی موضوع بند ۱-۷-۱-ب میشود، برون مرکزی اتفاقی حداقل 0.05 باید در ضریب بزرگنمایی  $A_j$  طبق رابطه زیر ضرب شود:

$$A_j = \left( \frac{\Delta_{\max}}{1.2\Delta_{\text{ave}}} \right)^2 \quad 1 \leq A_j \leq 3$$

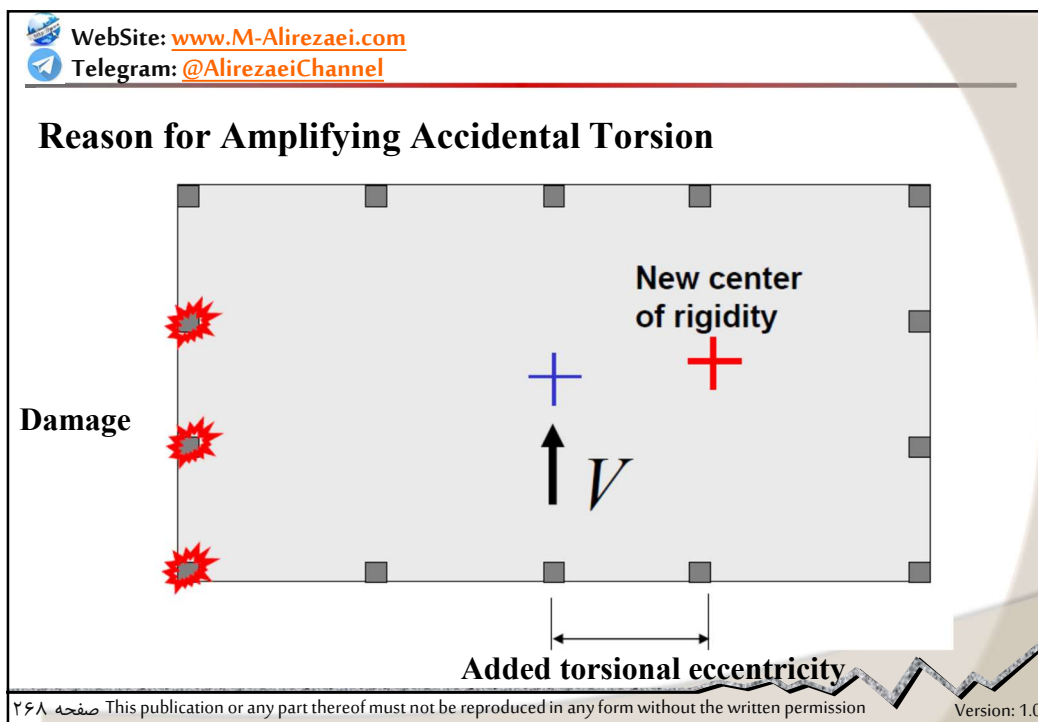
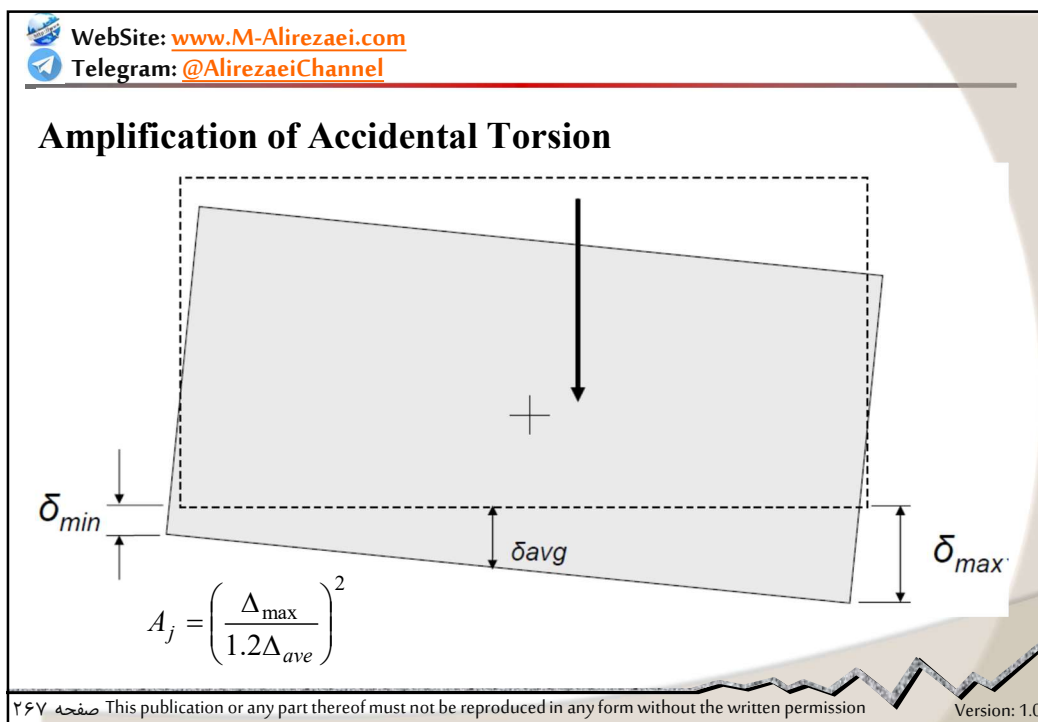
**ASCE7-10**

**12.8.4.3 Amplification of Accidental Torsional Moment**

Structures assigned to Seismic Design Category C, D, E, or F, where Type 1a or 1b torsional irregularity exists as defined in Table 12.3-1 shall have the effects accounted for by multiplying  $M_{ta}$  at each level by a torsional amplification factor ( $A_x$ ) as illustrated in Fig. 12.8-1 and determined from the following equation:

۲۶۶ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0





WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

طبق ASCE7-10 در حالتی تحلیل دینامیکی انجام میشود، نیازی به اعمال ضریب بزرگنمایی نیست ولی این مورد در استاندارد ۲۸۰۰ وجود ندارد.

### ASCE7-10

#### 12.9.5 Horizontal Shear Distribution

The distribution of horizontal shear shall be in accordance with Section 12.8.4 except that amplification of torsion in accordance with Section 12.8.4.3 is not required where accidental torsion effects are included in the dynamic analysis model.

Version: 1.0

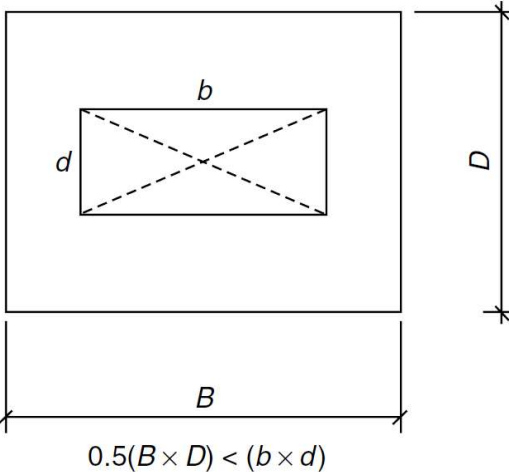
WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

۳- نامنظمی در دیافراگم: در مواردی که تغییر ناگهانی در مساحت دیافراگم به میزان مجموع مساحت بازشو بیشتر از ۵۰٪ سطح طبقه و یا تغییر ناگهانی در سختی دیافراگم، به میزان ۵۰٪ سختی طبقات مجاور، وجود داشته باشد.

به نقل از ۲۸۰۰

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel



نامنظمی در پلان به سبب ایجاد بازشوهای بزرگ در دیافراگم کف، در حالتی که مساحت بازشو  $bd$  بیش از ۵۰٪ مساحت کف  $BD$  باشد.

$0.5(B \times D) < (b \times d)$

صفحه ۲۷۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

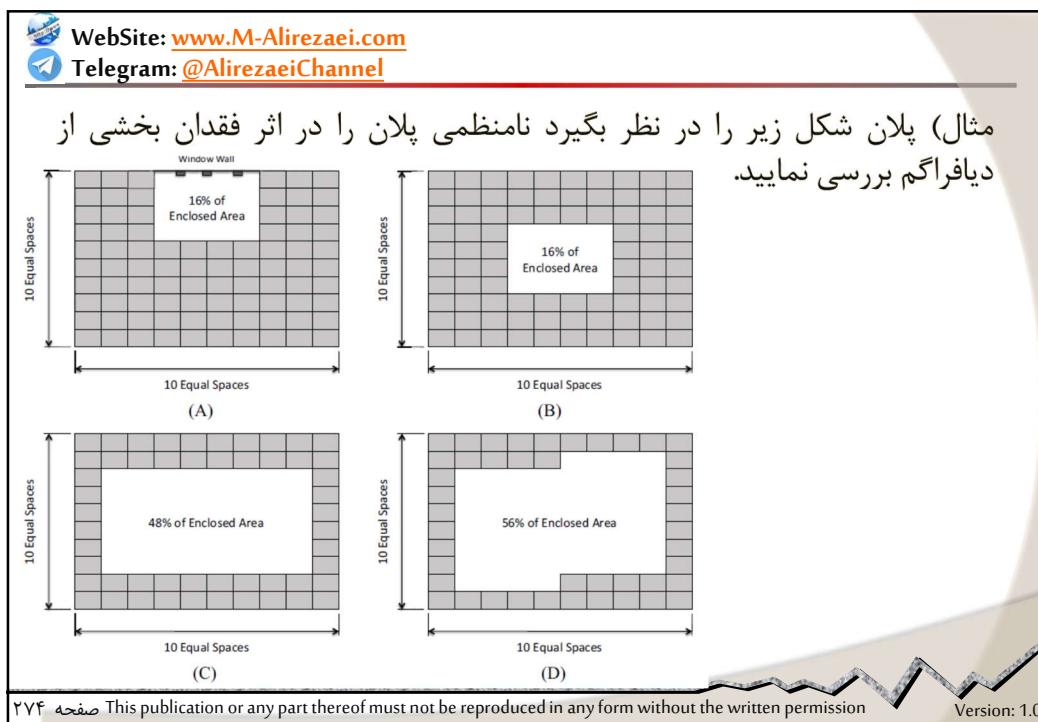
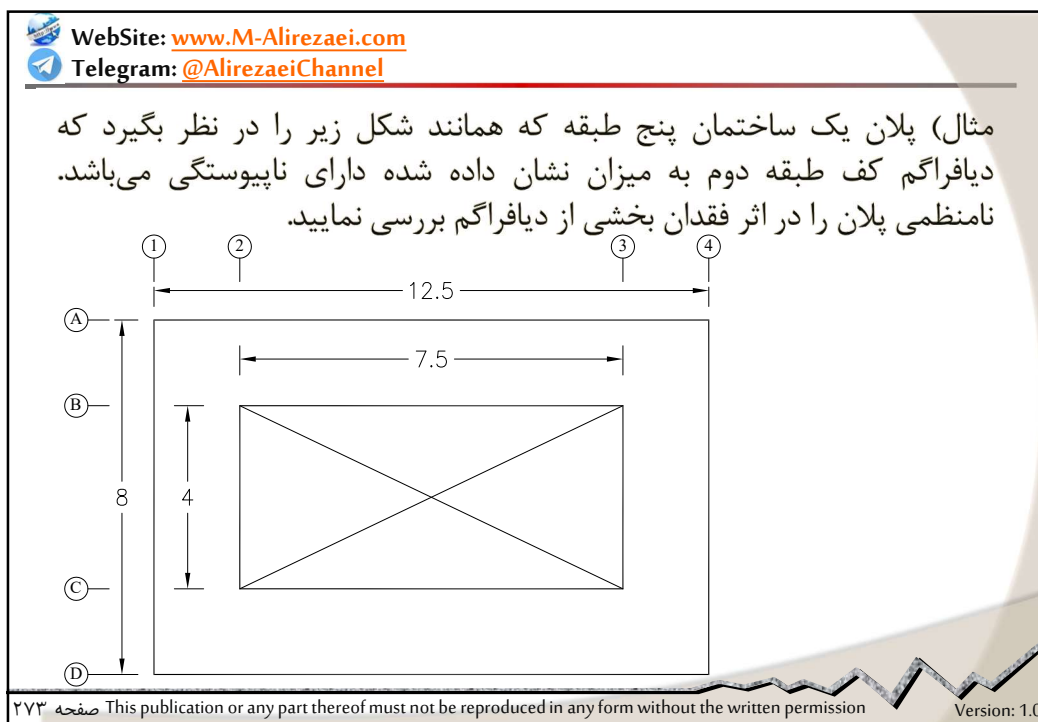
WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

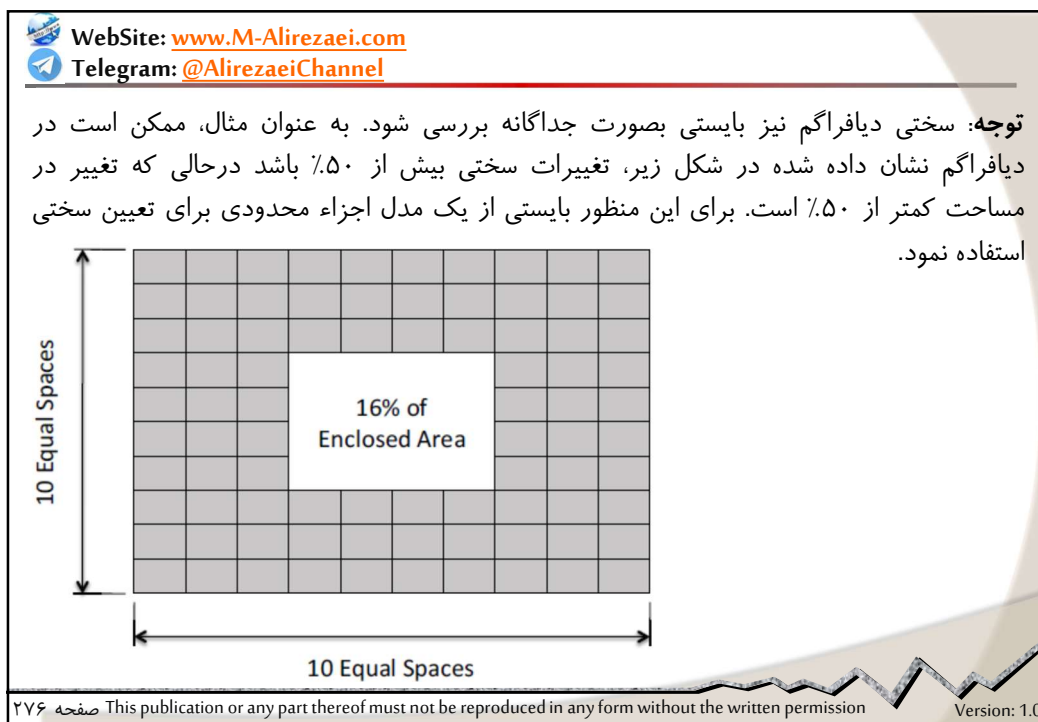
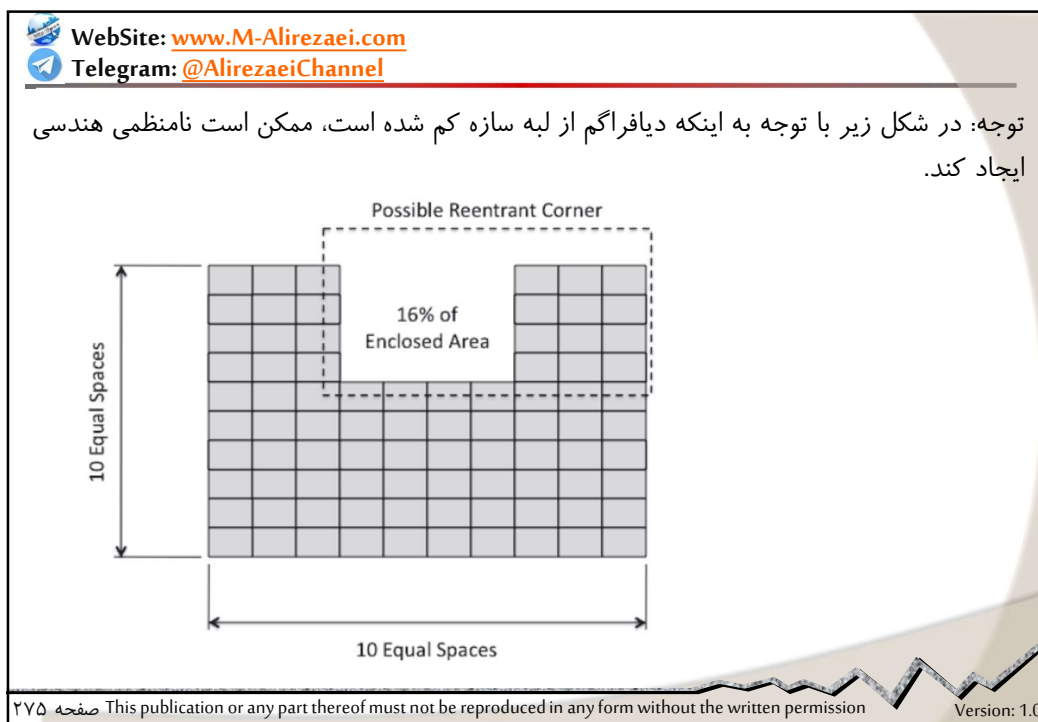
### ASCE7-10

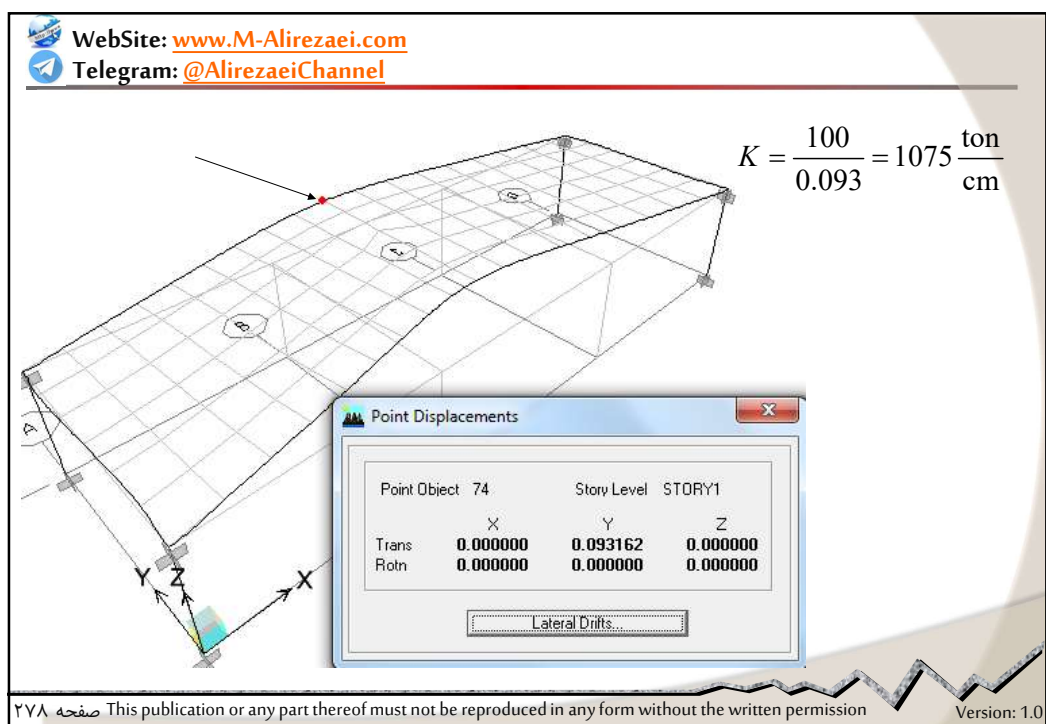
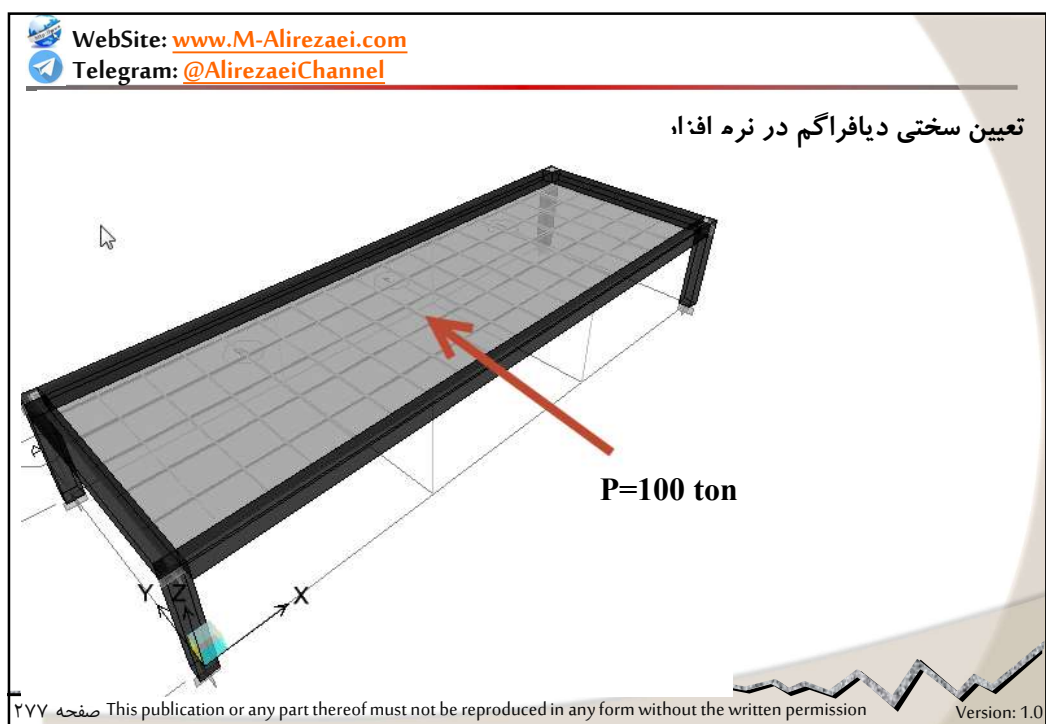
#### Table 12.3-1

Diaphragm discontinuity irregularity is defined to exist where there is a diaphragm with an abrupt discontinuity or variation in stiffness, including one having a cutout or open area greater than 50% of the gross enclosed diaphragm area, or a change in effective diaphragm stiffness of more than 50% from one story to the next.

صفحه ۲۷۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0





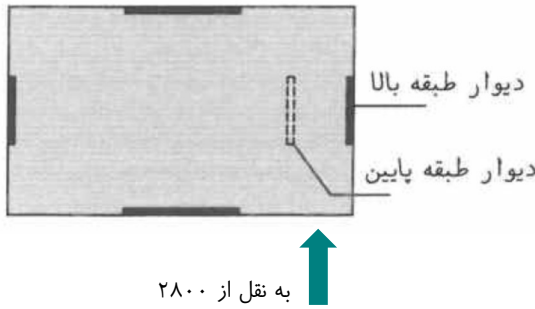




WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

۴- نامنظمی خارج از صفحه: در مواردی که در سیستم باربر جانبی انقطاعی در مسیر انتقال نیروی جانبی، مانند تغییر در صفحه، حداقل در یک از اجزای باربر جانبی در طبقات وجود داشته باشد.

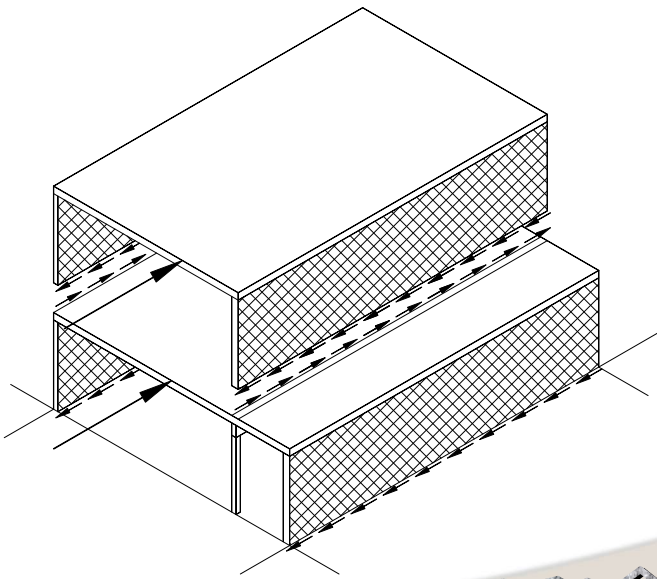
**ASCE7-10**  
**Table 12.3-1**  
 Out-of-plane offset irregularity is defined to exist where there is a discontinuity in a lateral force-resistance path, such as an out-of-plane offset of at least one of the vertical elements.



به نقل از ۲۸۰۰

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel




A) 2<sup>nd</sup> story and above shear wall  
 B) 1st story only shear wall  
 C) Full height shear wall

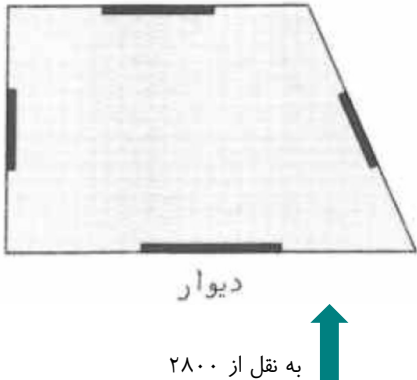
Plan View of Building

*Imperial County Services Building.*

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

۵- نامنظمی سیستم های غیر موازی: در مواردی که در سیستم باربر جانبی به موازات محورهای متعامد اصلی ساختمان نباشد.

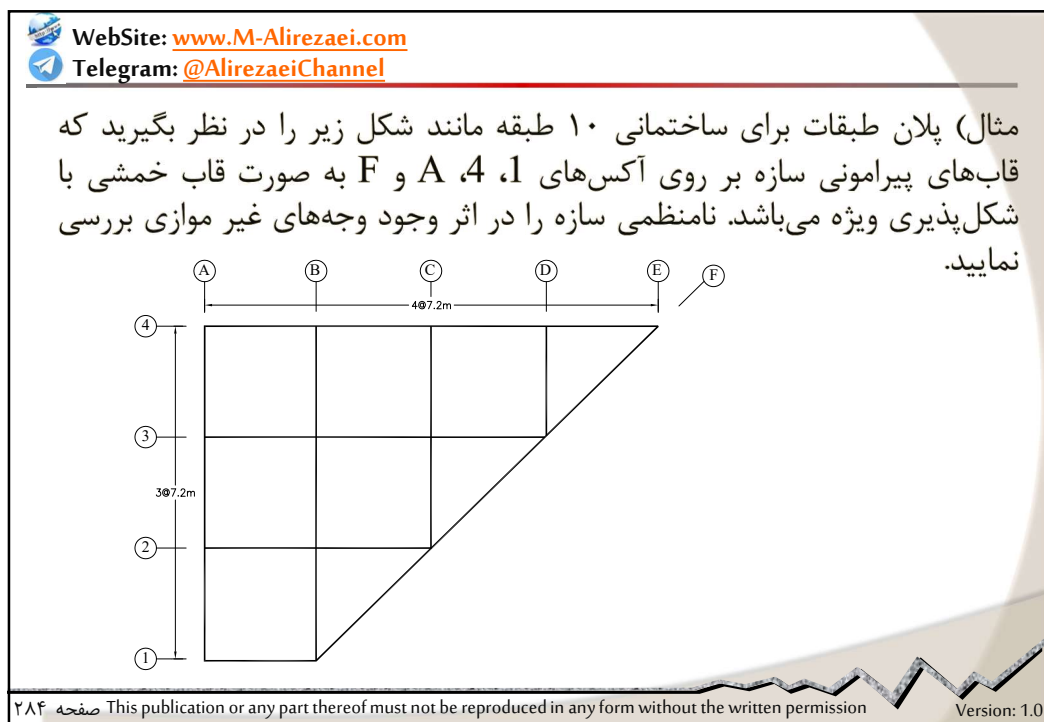
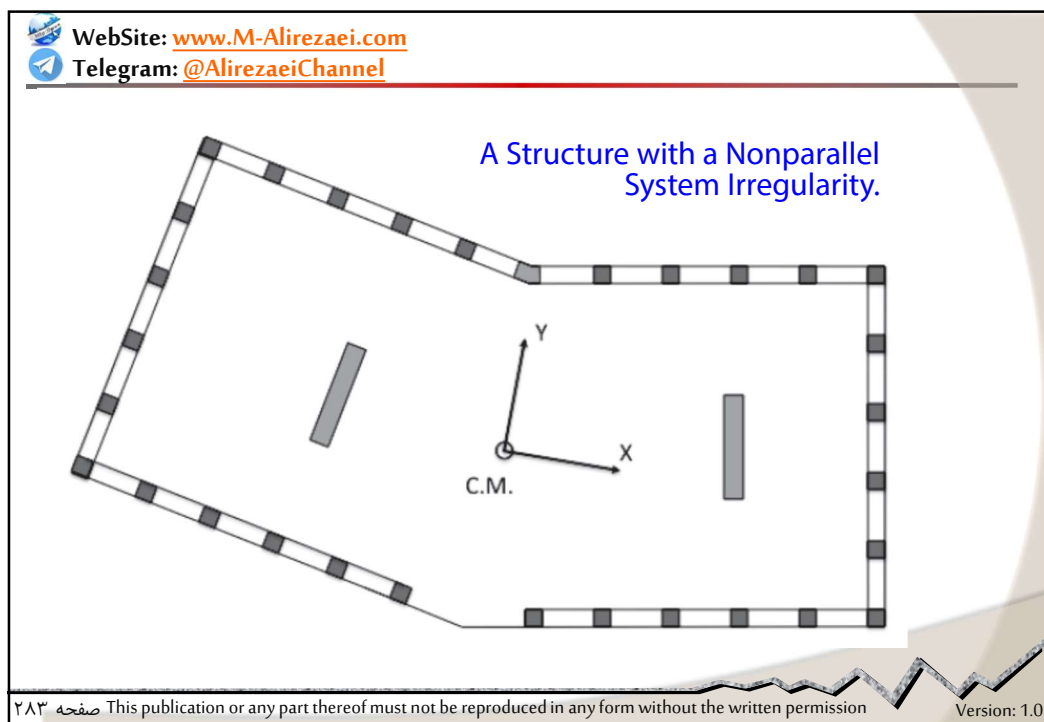


ASCE7-10

Table 12.3-1

Nonparallel system irregularity is defined to exist where vertical lateral force-resisting elements are not parallel to the major orthogonal axes of the seismic force-resisting system.

Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

الف

ب

ج

نامنظمی در پلان، الف) نامنظمی در هندسه ب) نامنظمی در توزیع جرم ج) نامنظمی در سختی دیوارگرم

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### نامنظمی در ارتفاع

۱- نامنظمی هندسی: در مواردی که ابعاد افقی سیستم باربر جانبی در هر طبقه بیش از ۱۳۰٪ آن طبقه در طبقات مجاور باشد.

ASCE7-10

Table 12.3-2

Vertical geometric irregularity is defined to exist where the horizontal dimension of the seismic force-resisting system in any story is more than 130% of that in an adjacent story.

به نقل از ۲۸۰۰

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

نامنظمی در ارتفاع؛ در اینحالت نامنظمی به سبب افزایش ابعاد سیستم مقاوم جانبی بیش از ۱۳۰٪ کل عرض ساختمان ایجاد شده است.

۲۸۷ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

عنوان مثال در صورتی که عرض طبقه ششم برابر ۱۶ متر و عرض طبقه هفتم برابر ۱۰ متر باشد، در اینحالت سازه نامنظم می باشد

$$16m > 1.3 \times 10$$

۲۸۸ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) ساختمان ۵ طبقه نشان داده شده در شکل زیر را در نظر بگیرید. سازه در ارتفاع دارای پس نشستگی است. نامنظمی در ارتفاع، برای سازه زیر را بررسی نمایید.

۲۸۹ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

geometric irregularity Does not have a vertical geometric irregularity

(a) Moment Frame (b) Braced Frame

۲۹۰ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: @AlirezaeiChannel

۲- نامنظمی جرمی: در مواردی که جرم یک طبق بیش از ۵۰٪ با طبقات مجاور متفاوت باشد. طبقات بام و خرپشته استثنا میباشند.

**ASCE7-10**

**Table 12.3-2**

Weight (mass) irregularity is defined to exist where the effective mass of any story is more than 150% of the effective mass of an adjacent story. A roof that is lighter than the floor below need not be considered.

به نقل از ۲۸۰۰

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال تعیین نامنظمی جرمی در نرم افزار...

Display Design Options Help

Show Undeformed Shape  
Show Loads

Show Deformed Shape...  
Show Mode Shape...  
Show Member Forces/Stress Diagram  
Show Energy/Virtual Work Diagram...  
Show Response Spectrum Curves...  
Show Time History Traces...  
Show Static Pushover Curve...  
Show Story Response Plots...  
Show Tables...

Choose Tables for Display

Edit

- ☐ MODEL DEFINITION [0 of 61 tables selected]
  - ☐ Building Data
  - ☐ Property Definitions
  - ☐ Load Definitions
  - ☐ Point Assignments
  - ☐ Frame Assignments
  - ☐ Area Assignments
  - ☐ Input Design Data
  - ☐ Options/Preferences Data
  - ☐ Miscellaneous Data
- ☒ ANALYSIS RESULTS [1 of 21 tables selected]
  - ☐ Displacements
  - ☐ Reactions
  - ☐ Modal Information
  - ☒ Building Output
    - ☒ Table: Center Mass Rigidity
    - ☐ Table: Story Shears
    - ☐ Table: Tributary Area and RLLF
    - ☐ Table: Special Seismic Rho Factor
  - ☐ Frame Output
  - ☐ Area Output
  - ☐ Objects and Elements

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
Version: 1.0

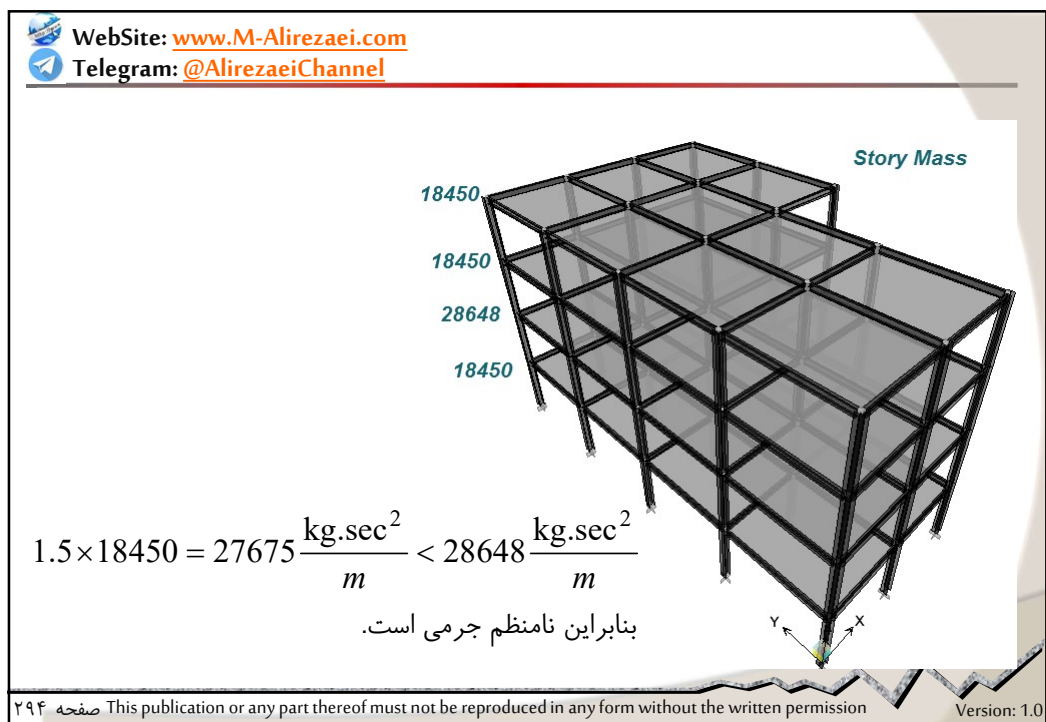
WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/@AlirezaeiChannel)

Center Mass Rigidity

Edit View

Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	CumMassX	CumMassY	XCCM
STORY4	D1	18167.0364	18167.0364	5.203	10.995	18167.0364	18167.0364	5.203
STORY3	D1	18449.5670	18449.5670	5.205	10.993	36616.6034	36616.6034	5.204
STORY2	D1	28646.7289	28646.7289	5.203	10.995	65263.3322	65263.3322	5.204
STORY1	D1	18449.5670	18449.5670	5.205	10.993	83712.8992	83712.8992	5.204

Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) ساختمان ۵ طبقه نشان داده شده در شکل زیر را در نظر بگیرید. وزن هر طبقه ناشی از بارهای مرده و زنده هر یک از طبقات نشان داده شده است. منظمی و نامنظمی سازه زیر را از نظر توزیع جرم در طبقات بررسی نمایید.

5  
4  
3  
2  
1

W5=90ton  
W4=110ton  
W3=110ton  
W2=170ton  
W1=100ton

۲۹۵ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

۳- نامنظمی قطع سیستم باربر جانبی: در مواردی که جزئی از سیستم باربر جانبی در ارتفاع قطع میشود بطوری که آثار ناشی از واژگونی روی تیرها، دالها، ستونها و دیوارهای تکیه گاهی تغییراتی ایجاد کند

ASCE7-10

Table 12.3-2

In-Plane Discontinuity in Vertical Lateral Force-Resisting Element Irregularity: In-plane discontinuity in vertical lateral force-resisting elements irregularity is defined to exist where there is an in-plane offset of a vertical seismic force-resisting element resulting in overturning demands on a supporting beam, column, truss, or slab.

۲۹۶ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

نایپوستگی درون صفحه؛ درحالتی که  $L > l$  باشد، سازه در صفحه دارای نایپوستگی می باشد

بادبندهای بالایی  
 کشیدگی  
 بادبندهای پایینی

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) ساختمان ۵ طبقه بتنی نشان داده شده در شکل زیر را در نظر بگیرید. دیوارهای برشی واقع در قاب در صفحه مطابق شکل قرار گرفته اند. نامنظمی در ارتفاع شامل نایپوستگی درون صفحه برای سازه زیر را بررسی نمایید.

3@5=15m  
 10m  
 5m  
 دیوار برشی

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

۴- **نامنظمی مقاومت جانبی:** در مواردی که مقاومت جانبی طبقه از ۸۰٪ مقاومت جانبی طبقه روی خود کمتر باشد، چنین طبقه‌ای اصطلاحاً طبقه ضعیف نامیده میشود. در مواردی که مقدار فوق به ۶۵٪ کاهش یابد به آن اصطلاحاً طبقه «خیلی ضعیف» توصیف میشود.

**ASCE7-10**

**Table 12.3-2**

Discontinuity in Lateral Strength–Weak Story Irregularity: Discontinuity in lateral strength–weak story irregularity is defined to exist where the story lateral strength is less than 80% of that in the story above. The story lateral strength is the total lateral strength of all seismic-resisting elements sharing the story shear for the direction under consideration. story lateral strength is less than 65% of that in the story above.

به نقل از ۲۸۰۰

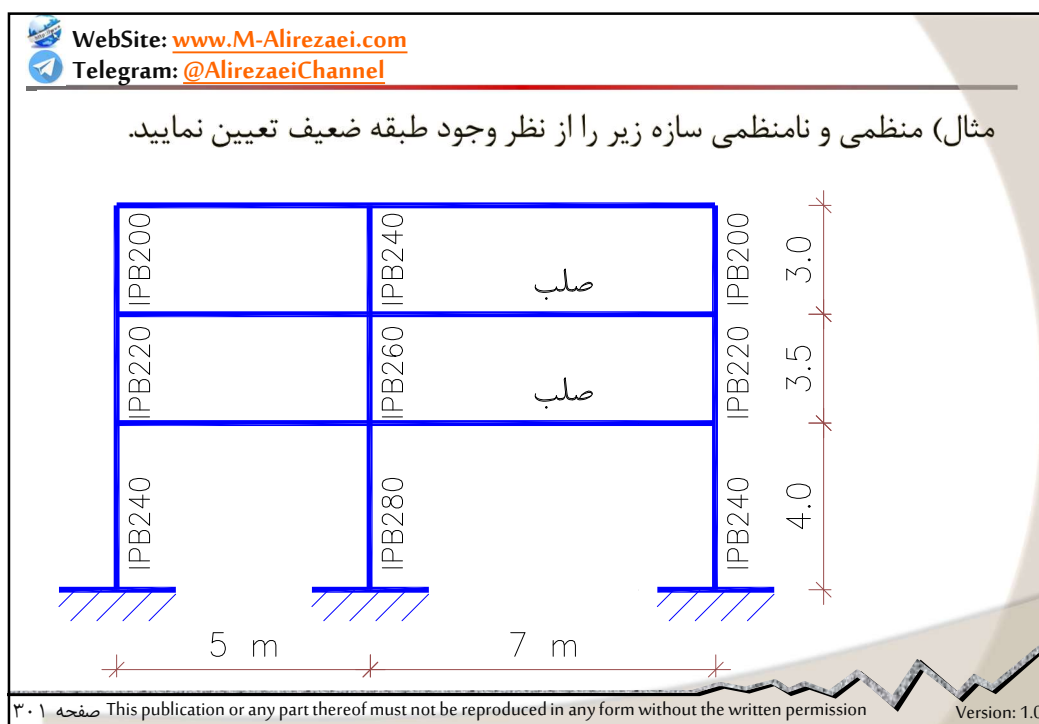
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

$S_4 = \sum V_{4i}$

$S_3 = \sum V_{3i}$

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

$IPB200 \rightarrow A = 78.1 \text{ cm}^2$	$I = 5700 \text{ cm}^4$	$Z_p = 642 \text{ cm}^3$	$t_f = 1.5 \text{ cm}$	$t_w = 0.9 \text{ cm}$
$IPB220 \rightarrow A = 91 \text{ cm}^2$	$I = 8090 \text{ cm}^4$	$Z_p = 828 \text{ cm}^3$	$t_f = 1.6 \text{ cm}$	$t_w = 0.95 \text{ cm}$
$IPB240 \rightarrow A = 106 \text{ cm}^2$	$I = 11260 \text{ cm}^4$	$Z_p = 1054 \text{ cm}^3$	$t_f = 1.7 \text{ cm}$	$t_w = 1 \text{ cm}$
$IPB260 \rightarrow A = 118 \text{ cm}^2$	$I = 14920 \text{ cm}^4$	$Z_p = 1282 \text{ cm}^3$	$t_f = 1.75 \text{ cm}$	$t_w = 1 \text{ cm}$
$IPB280 \rightarrow A = 131 \text{ cm}^2$	$I = 19270 \text{ cm}^4$	$Z_p = 1534 \text{ cm}^3$	$t_f = 1.8 \text{ cm}$	$t_w = 1.05 \text{ cm}$

مقاومت برشی طبقه می تواند ناشی از ظرفیت برشی ستون ها و یا ظرفیت خمشی ستون ها باشد.

ظرفیت برشی هر ستون:

$$IPB200 \rightarrow V_s = \frac{1}{\sqrt{3}} F_y (d - 2t_f) = 21.187 \text{ ton}$$

$$IPB220 \rightarrow V_s = \frac{1}{\sqrt{3}} F_y (d - 2t_f) = 24.733 \text{ ton}$$

$$IPB240 \rightarrow V_s = \frac{1}{\sqrt{3}} F_y (d - 2t_f) = 28.527 \text{ ton}$$

$$IPB260 \rightarrow V_s = \frac{1}{\sqrt{3}} F_y (d - 2t_f) = 31.158 \text{ ton}$$

$$IPB280 \rightarrow V_s = \frac{1}{\sqrt{3}} F_y (d - 2t_f) = 35.479 \text{ ton}$$

Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

بنابراین مقاومت برشی هر طبقه:

$$\begin{aligned} \text{مقاومت برشی طبقه اول} &= 2V_{s(IPB240)} + V_{s(IPB280)} = 2(28.527 \text{ ton}) + (35.479 \text{ ton}) = 92.533 \text{ ton} \\ \text{مقاومت برشی طبقه دوم} &= 2V_{s(IPB220)} + V_{s(IPB260)} = 2(24.733 \text{ ton}) + (31.158 \text{ ton}) = 80.624 \text{ ton} \\ \text{مقاومت برشی طبقه سوم} &= 2V_{s(IPB200)} + V_{s(IPB240)} = 2(21.187 \text{ ton}) + (28.527 \text{ ton}) = 70.901 \text{ ton} \end{aligned}$$

حال در صورتی که مفصل خمیری در بالا و پایین ستون رخ دهد داریم:

$$\begin{aligned} \text{مقاومت برشی طبقه اول} &= \frac{2F_y}{h_1} (2Z_{p(IPB240)} + Z_{p(IPB280)}) = 43.704 \text{ ton} \\ \text{مقاومت برشی طبقه دوم} &= \frac{2F_y}{h_2} (2Z_{p(IPB220)} + Z_{p(IPB260)}) = 40.293 \text{ ton} \\ \text{مقاومت برشی طبقه سوم} &= \frac{2F_y}{h_3} (2Z_{p(IPB200)} + Z_{p(IPB240)}) = 37.408 \text{ ton} \end{aligned}$$

بنابراین مقاومت جانبی ناشی از مقاومت خمشی ستون‌ها حاکم است.

$$S_1 > 0.8S_2 \Rightarrow 43.704 \text{ ton} > 0.8 \times 40.293 \text{ ton} = 32.23$$

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال تعیین نامنظمی مقاومتی در نرم افزار...

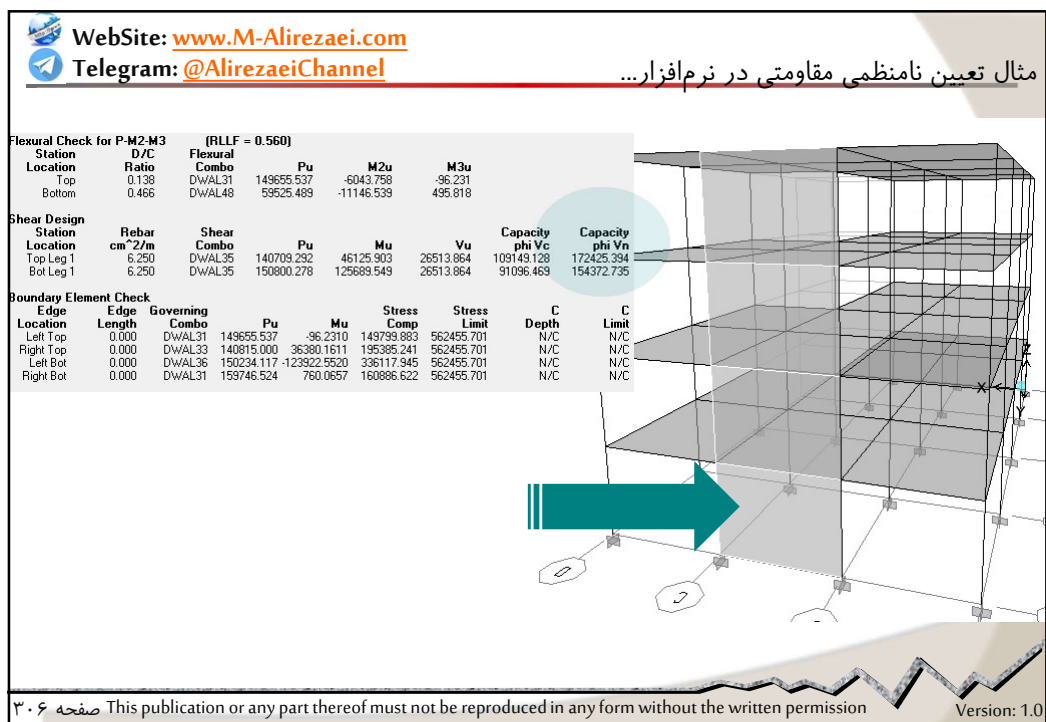
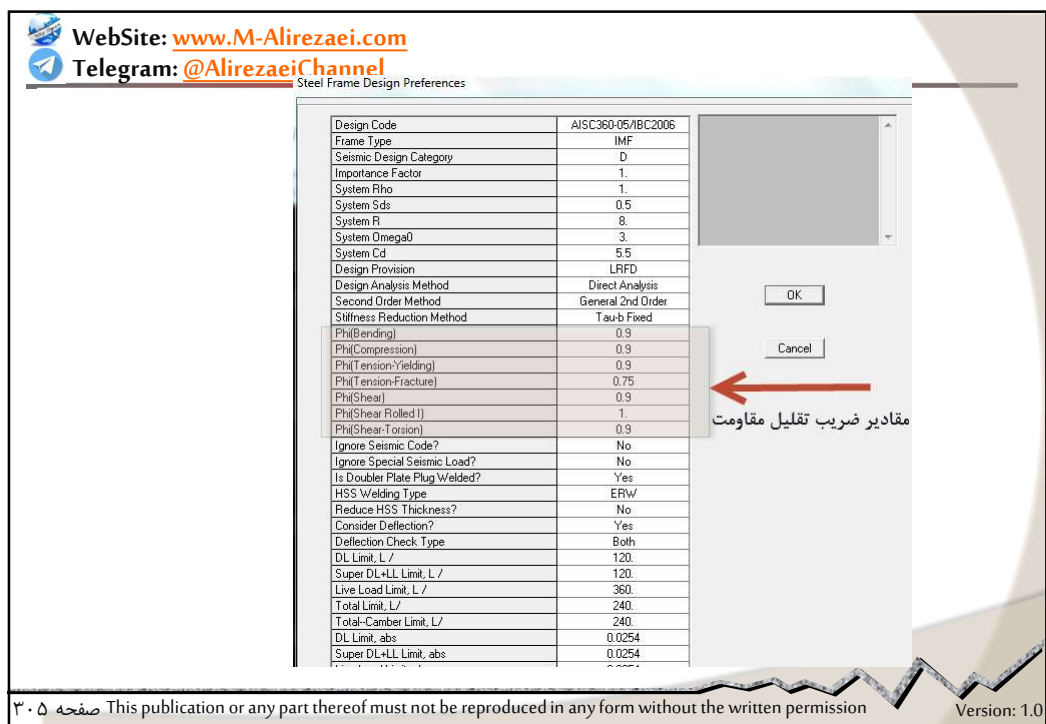
	Mu	phi*Mn	phi*Mn
	Moment	Capacity	No LTB
Major Bending	1114.886	3313440.000	3313440.000
Minor Bending	418096.839	1550880.000	

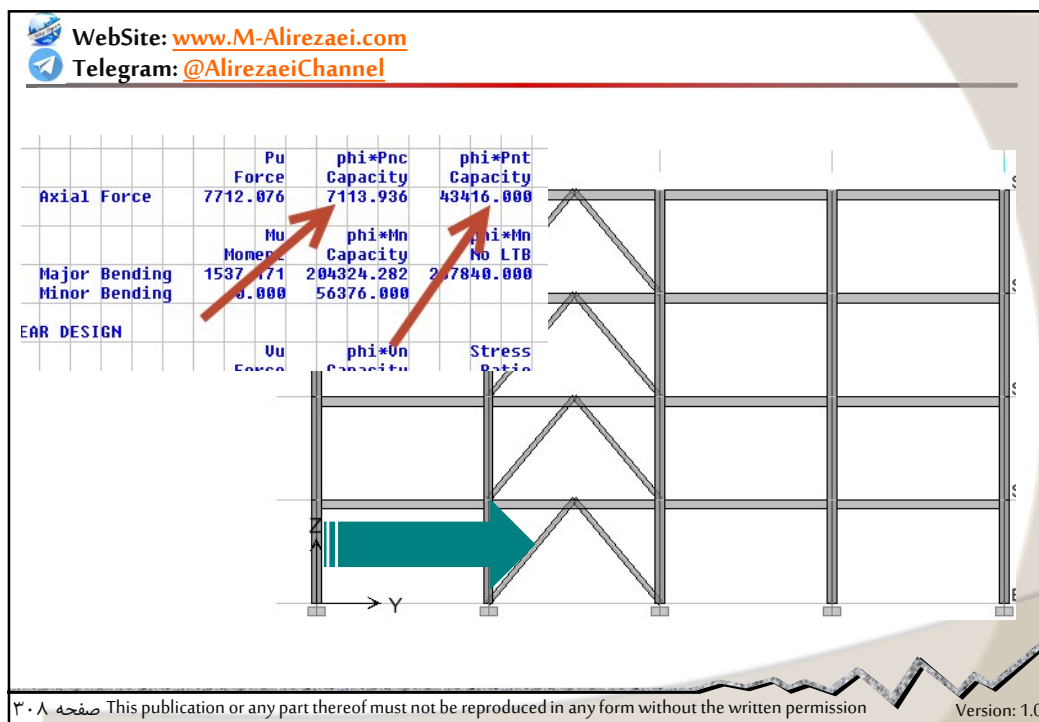
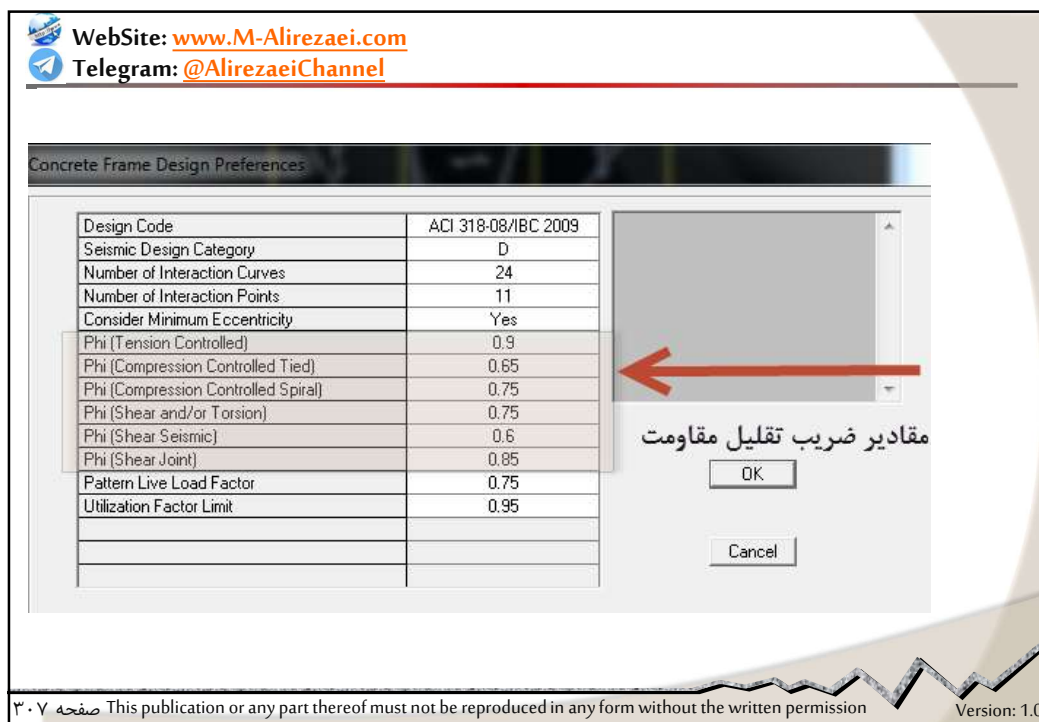
  

	Uu	phi*Un	Stress
	Force	Capacity	Ratio
Major Shear	9.897	42336.000	0.000
Minor Shear	2415.180	130636.000	0.018

SHEAR DESIGN

Version: 1.0





WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

۵- نامنظمی سختی جانبی: در مواردی که سختی جانبی یک طبقه کمتر از ۷۰٪ سختی جانبی طبقه روی خود و یا کمتر از ۸۰٪ متوسط سختی سه طبقه روی خود باشد، به آن طبقه نرم گفته میشود. در مواردی که مقادیر فوق به ۶۰٪ و ۷۰٪ کاهش یابد، طبقه اصطلاحاً طبقه «خیلی نرم» اطلاق میشود.

به نقل از ۲۸۰۰

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

**ASCE7-10**

**Table 12.3-2**

Stiffness-Soft Story Irregularity: Stiffness-soft story irregularity is defined to exist where there is a story in which the lateral stiffness is less than 70% of that in the story above or less than 80% of the average stiffness of the three stories above.

Stiffness-Extreme Soft Story Irregularity: Stiffness-extreme soft story irregularity is defined to exist where there is a story in which the lateral stiffness is less than 60% of that in the story above or less than 70% of the average stiffness of the three stories above.

Soft  $\frac{1}{\Delta_1} < 0.7 \frac{1}{\Delta_2}$

Extreme Soft  $\frac{1}{\Delta_1} < 0.6 \frac{1}{\Delta_2}$

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)



Version: 1.0

صفحه ۳۱۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

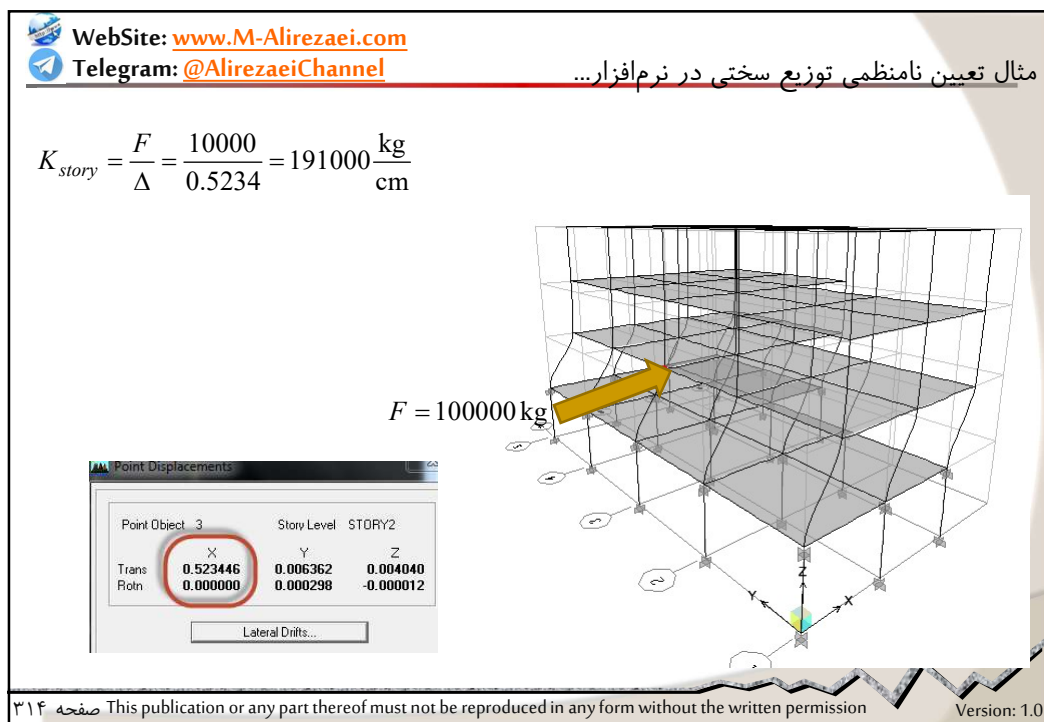
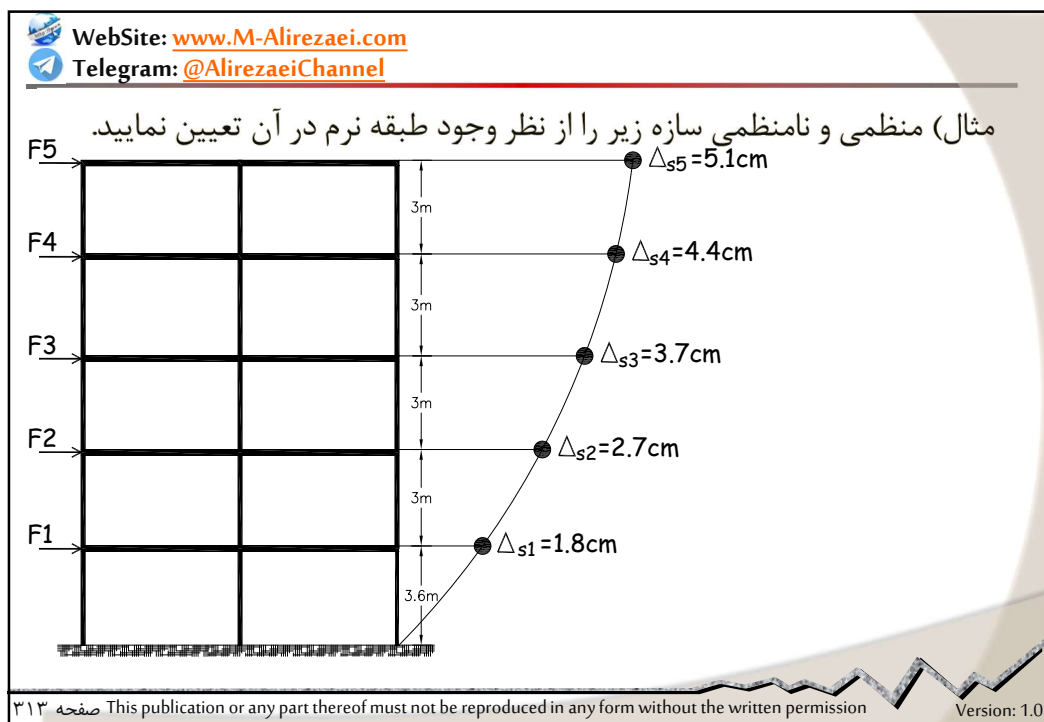
WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)



Version: 1.0

صفحه ۳۱۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission







WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

نامنظم در ارتفاع؛ تغییرات ناگهانی در هندسه (ب) اختلاف زیاد در جرم پ اختلاف زیاد در سختی

جرم سنگین

دیوار برشی

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

T-SHAPED PLAN

L-SHAPED PLAN

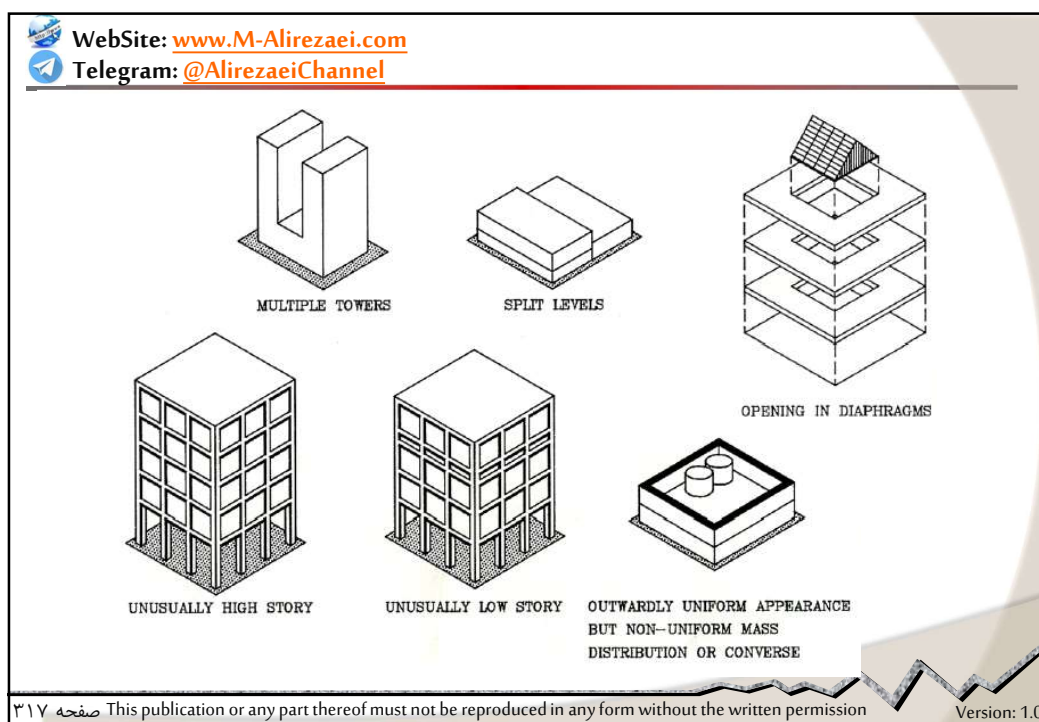
U-SHAPED PLAN

CRUCIFORM PLAN

OTHER COMPLEX SHAPES

SETBACKS

Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### محدودیت در احداث سازه نامنظم

الف) احداث ساختمان با نامنظمی «طبقه خیلی ضعیف» در مناطق با خطر نسبی متوسط و بالاتر مجاز نیست و در مناطق با خطر نسبی کم، ارتفاع آنها نمیتواند بیش از سه طبقه یا ۱۰ متر باشد.

ب) احداث ساختمان با نامنظمی از نوع «طبقه خیلی نرم» و «شدید پیچشی» در مناطق با خطر نسبی متوسط و بالاتر، تنها بر روی زمینهای نوع I و II و III مجاز است.

**ASCE7-10**

#### 12.3.3.1 Prohibited Horizontal and Vertical Irregularities for Seismic Design Categories D through F

Structures assigned to Seismic Design Category E or F having horizontal irregularity Type 1b of Table 12.3-1 or vertical irregularities Type 1b, 5a, or 5b of Table 12.3-2 shall not be permitted. Structures assigned to Seismic Design Category D having vertical irregularity Type 5b of Table 12.3-2 shall not be permitted.

#### 12.3.3.2 Extreme Weak Stories

Structures with a vertical irregularity Type 5b as defined in Table 12.3-2, shall not be over two stories or 30 ft (9 m) in structural height,  $h_n$ .

Version: 1.0

صفحه ۳۱۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

طبق ASCE7، محدودیت مربوط به طبقه ضعیف در حالتی که سازه قادر به تحمل نیرویی معادل  $\Omega_0$  برابر نیروهای جانبی باشد، برطرف میشود، لیکن این مورد در ۲۸۰۰ وجود ندارد.

### ASCE7-10

**EXCEPTION:** The limit does not apply where the “weak” story is capable of resisting a total seismic force equal to  $\Omega_0$  times the design force prescribed in Section 12.8.

Version: 1.0

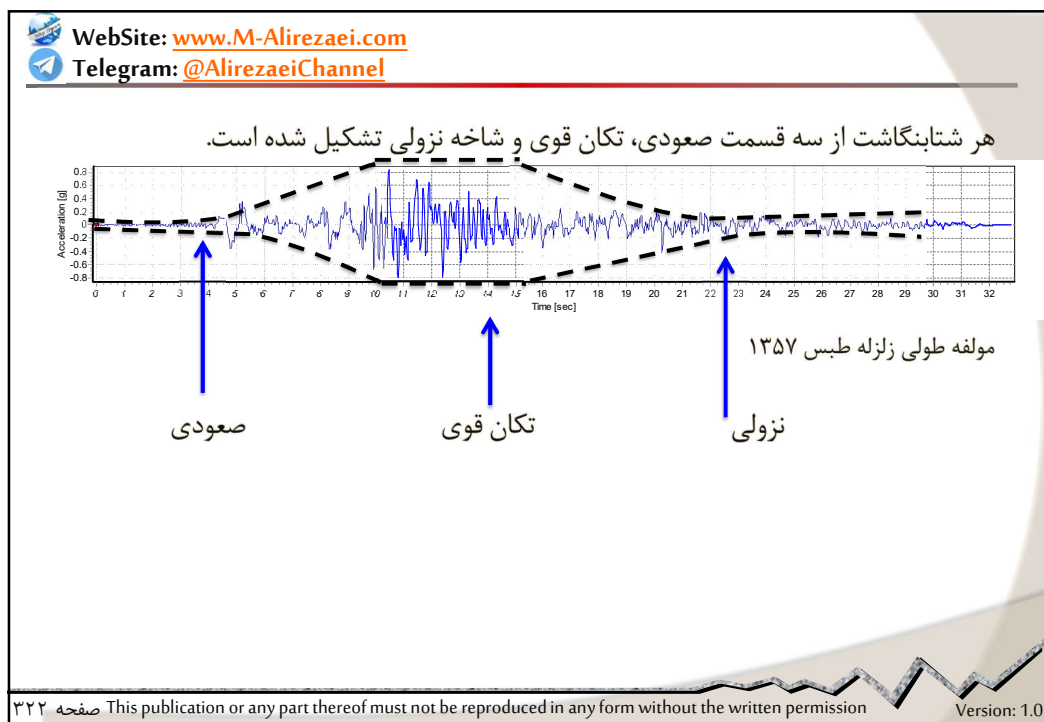
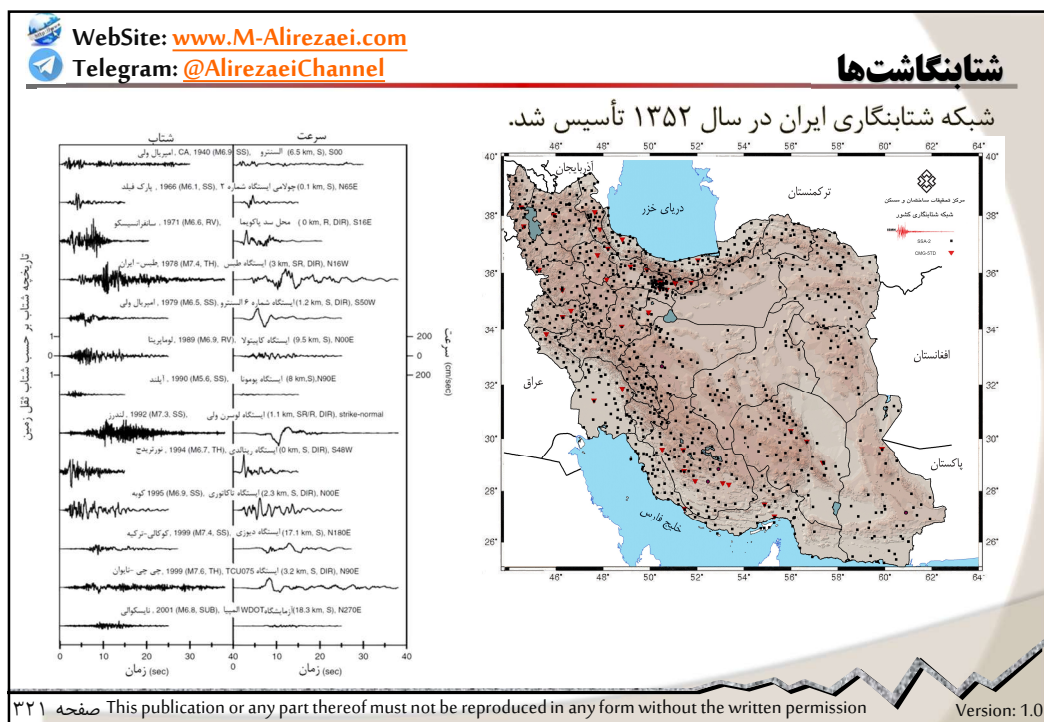
WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### نسبت شتاب مبنای طرح، A

برای مناطق مختلف کشور براساس میزان خطر لرزه‌خیزی آنها و با توجه به جدول زیر تعیین میشود. برای مشاهده نسبت شتاب طرح هر یک از شهرها، بایستی به پیوست ۱ استاندارد ۲۸۰۰ مراجعه شود.

منطقه	توصیف	نسبت شتاب مبنای طرح (A)
۱	پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد	۰/۳۵
۲	پهنه با خطر نسبی زیاد	۰/۳۰
۳	پهنه با خطر نسبی متوسط	۰/۲۵
۴	پهنه با خطر نسبی کم	۰/۲۰

Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

چگونه شتابنگاشت‌ها را دانلود نماییم؟



http://peer.berkeley.edu/smcats/search.html

http://www.consrv.ca.gov/cgs/snip/

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

آشنایی با نرم افزار پردازش شتابنگاشت‌ها



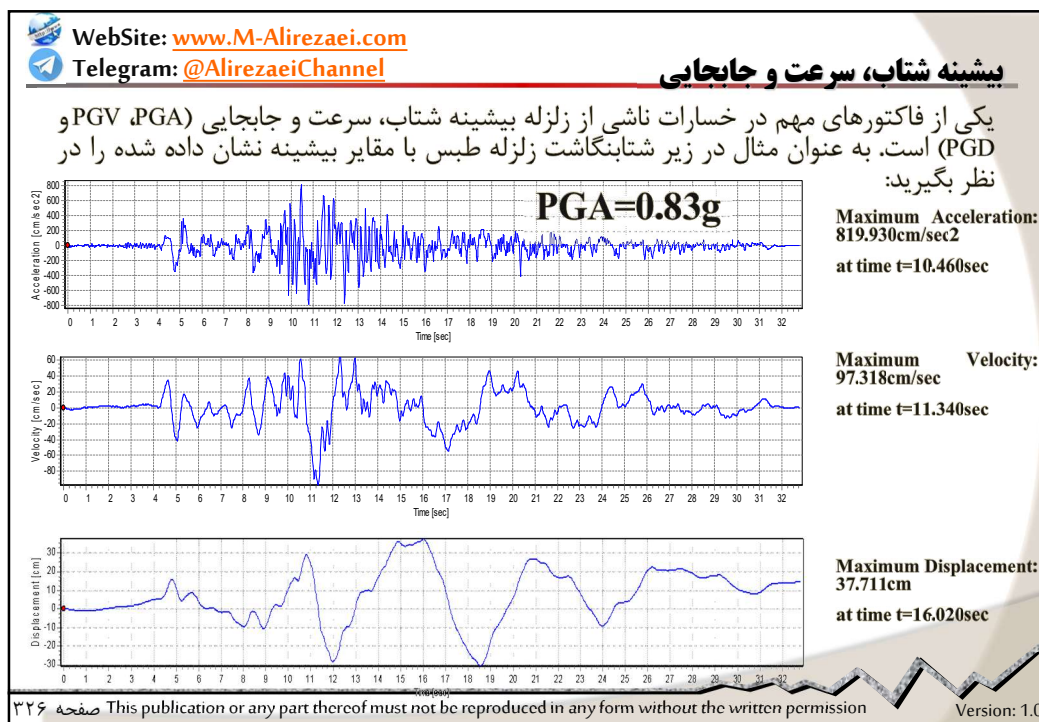
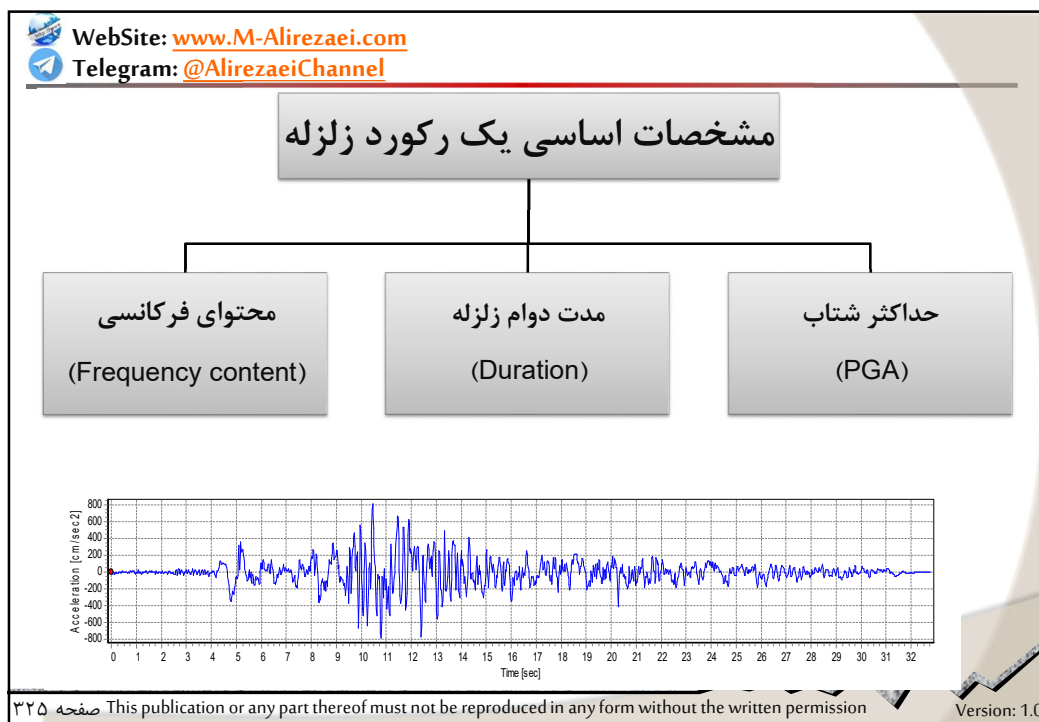
SeismoSignal Version 5.1.0

Build: 200  
 License Information: Registered  
 Registered to: Mehdi Alirezaei  
 Institution/Organisation: IIEES

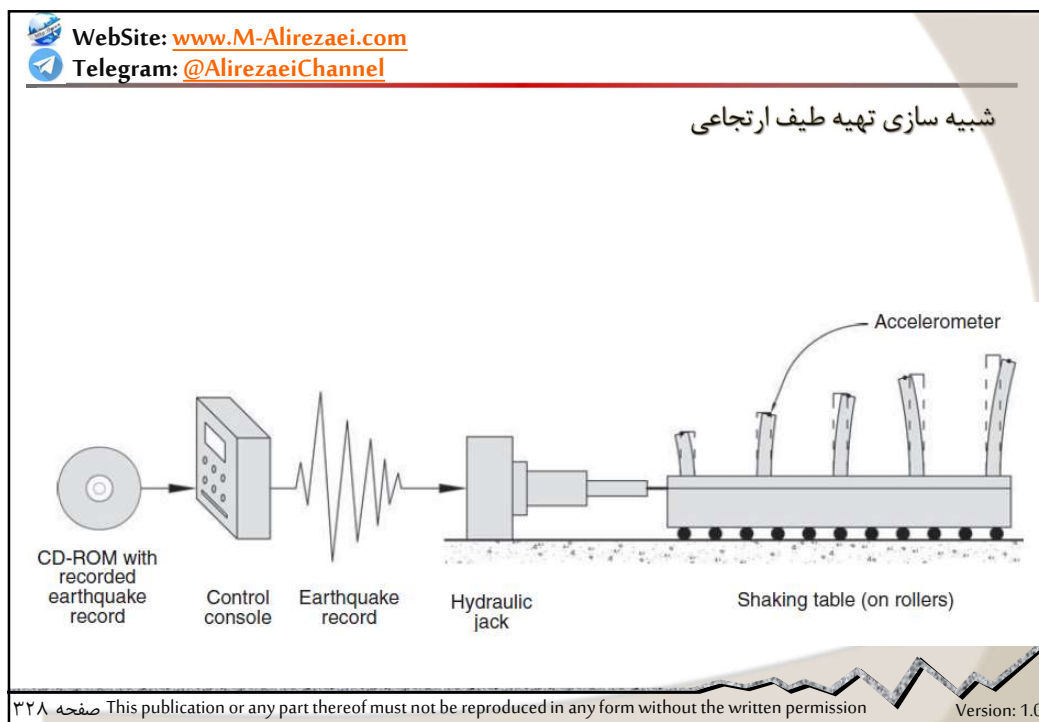
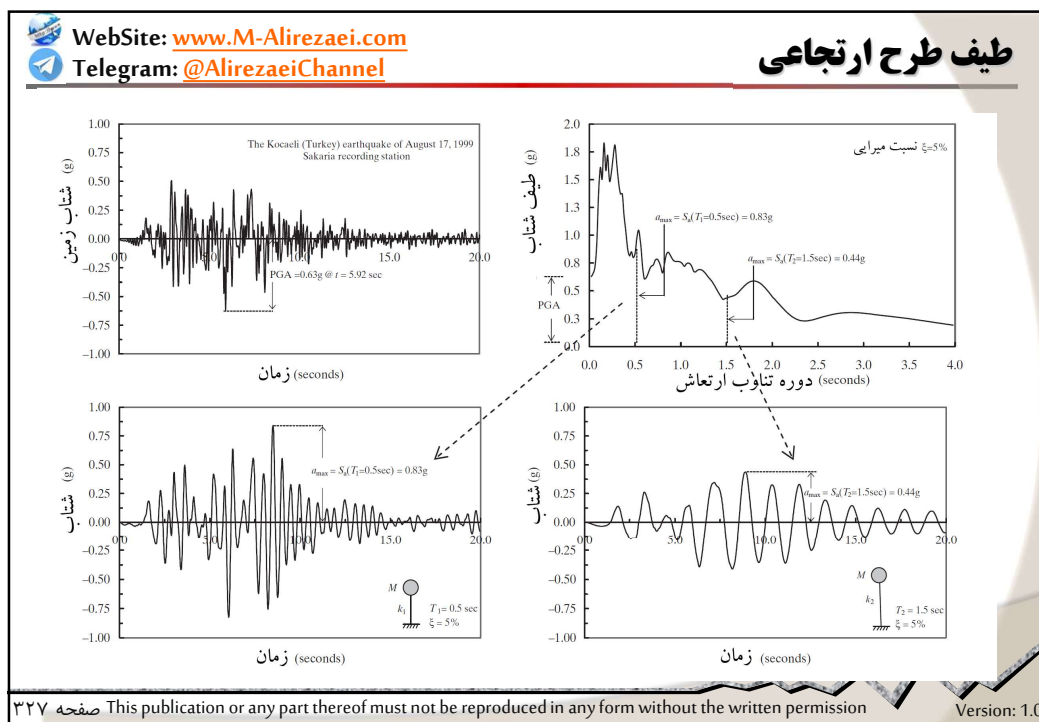
SeismoSoft  
[www.seismosoft.com](http://www.seismosoft.com)

Version: 1.0









WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

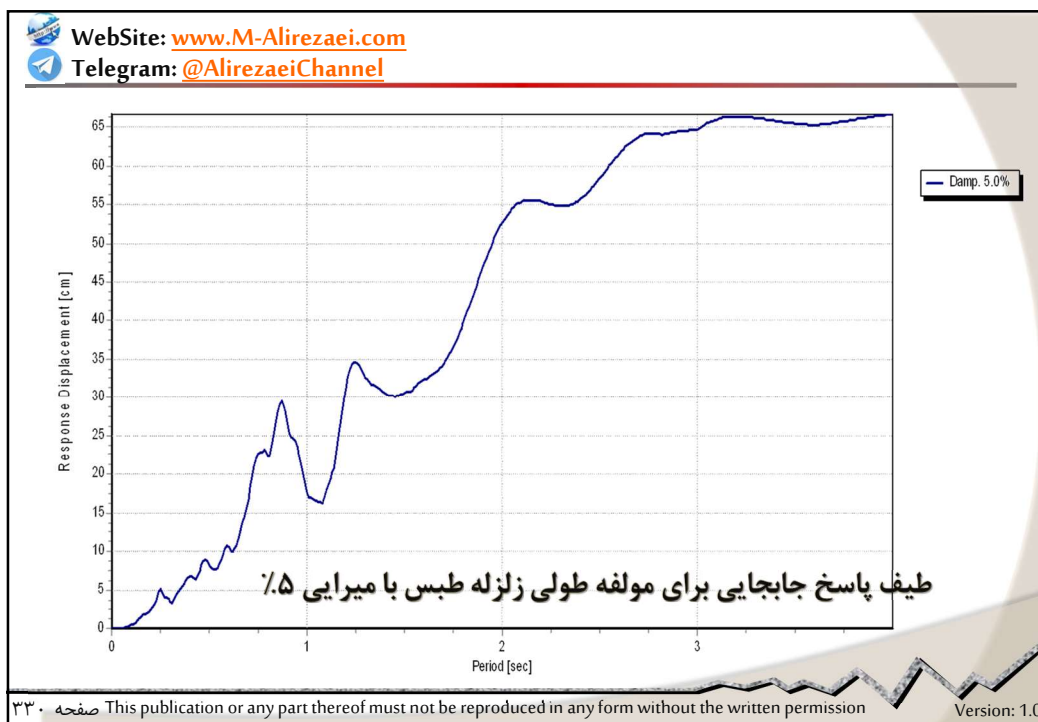
### استفاده از برنامه SeismoSignal برای ترسیم طیف

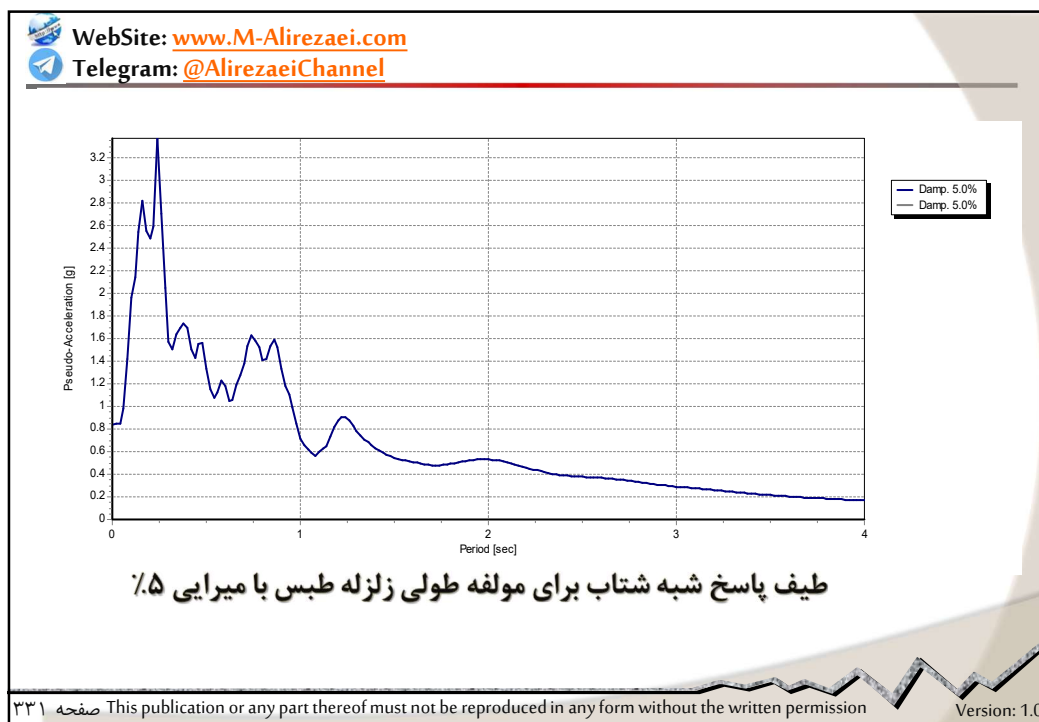
این نرم افزار در یک محیط گرافیکی بسیار جذاب و ساده، کلیه محاسبات مرتبط با رکوردها و سازه های یک درجه آزاد را انجام می دهد. یکی از کاربردهای این نرم افزار، حل معادله دیفرانسیل حرکت یک سازه مشخص با  $\omega$  و  $\ddot{x}$  دلخواه به روش های عددی است.

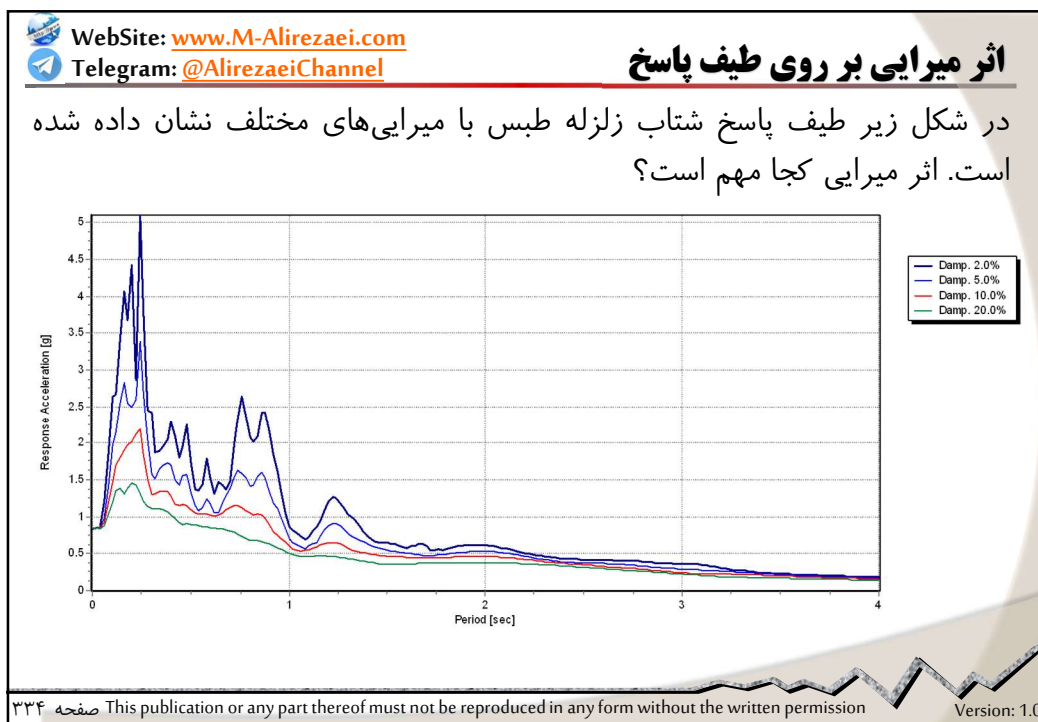
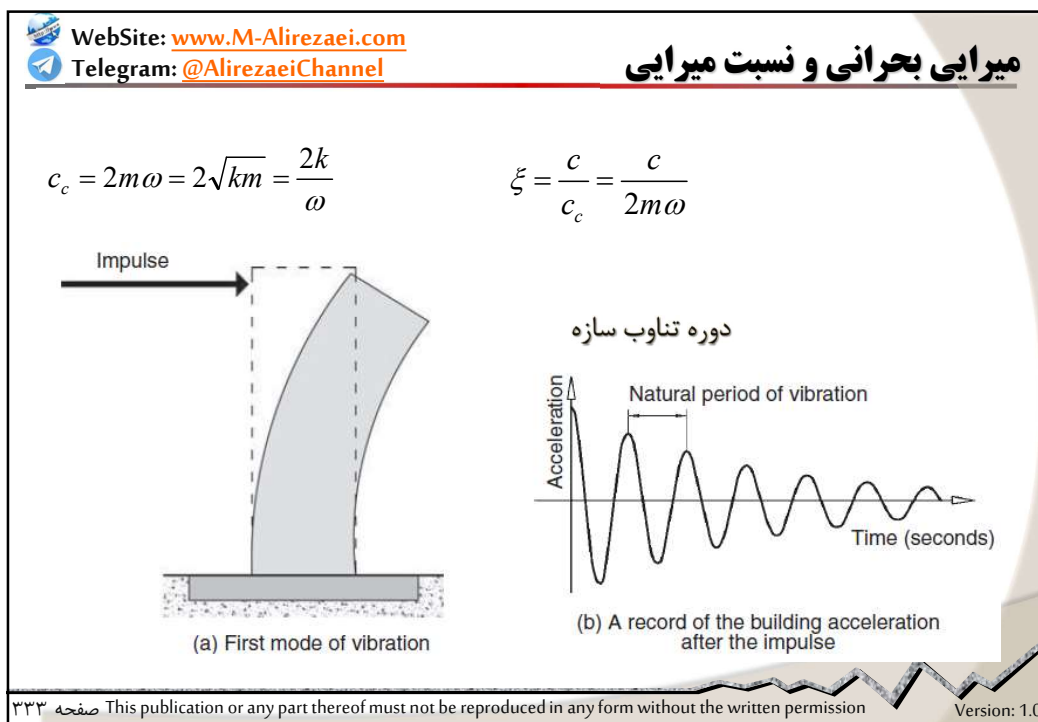


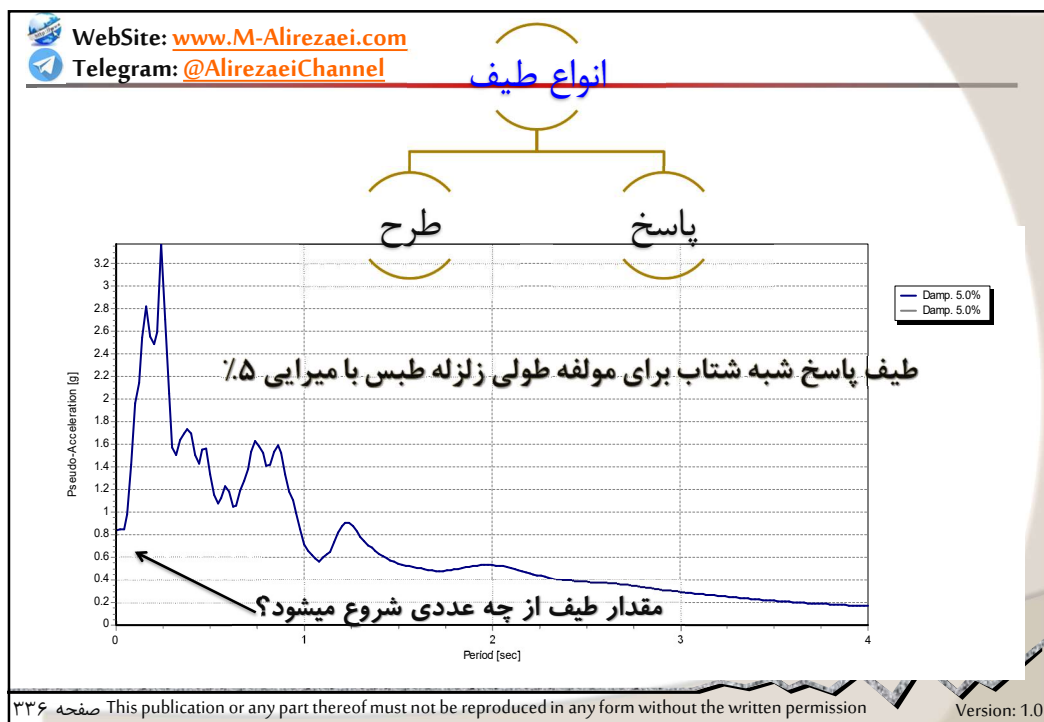
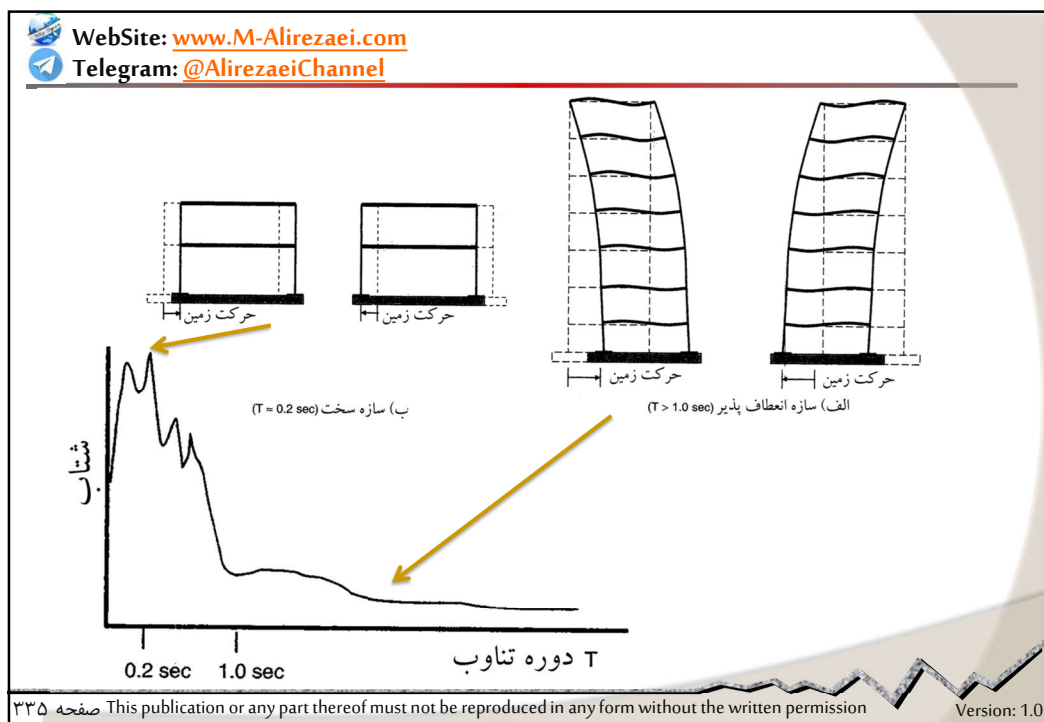
Version: 1.0

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission









WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### ضریب بازتاب ساختمان، B

از رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$B = B_1 N$$

در رابطه فوق  $B_1$  ضریب شکل طیف و  $N$  ضریب اصلاح طیف است.

$$B_1 = S_0 + (S - S_0 + 1) \left( \frac{T}{T_0} \right) \quad 0 < T < T_0$$

$$B_1 = S + 1 \quad T_0 < T < T_s$$

$$B_1 = (S + 1) \left( \frac{T_s}{T} \right) \quad T > T_s$$

که در آن  $T$  زمان تناوب اصلی سازه است. بقیه پارامترها در اسلاید بعد مشخص شده است.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد		خطر نسبی کم و متوسط		$T_s$	$T_0$	نوع زمین
$S_0$	$S$	$S_0$	$S$			
۱	۱/۵	۱	۱/۵	۰/۴	۰/۱	I
۱	۱/۵	۱	۱/۵	۰/۵	۰/۱	II
۱/۱	۱/۷۵	۱/۱	۱/۷۵	۰/۷	۰/۱۵	III
۱/۱	۱/۷۵	۱/۳	۲/۲۵	۱/۰	۰/۱۵	IV

$$T_0 \approx 0.2T_s$$

Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

ضریب اصلاح طیف،  $N$ :

الف) برای پهنه‌های با خطر نسبی خیلی زیاد و زیاد:

$$N = 1 \quad T < T_s$$

$$N = \frac{0.7}{4 - T_s} (T - T_s) + 1 \quad T_s < T < 4$$

$$N = 1.7 \quad T > 4 \text{ sec}$$

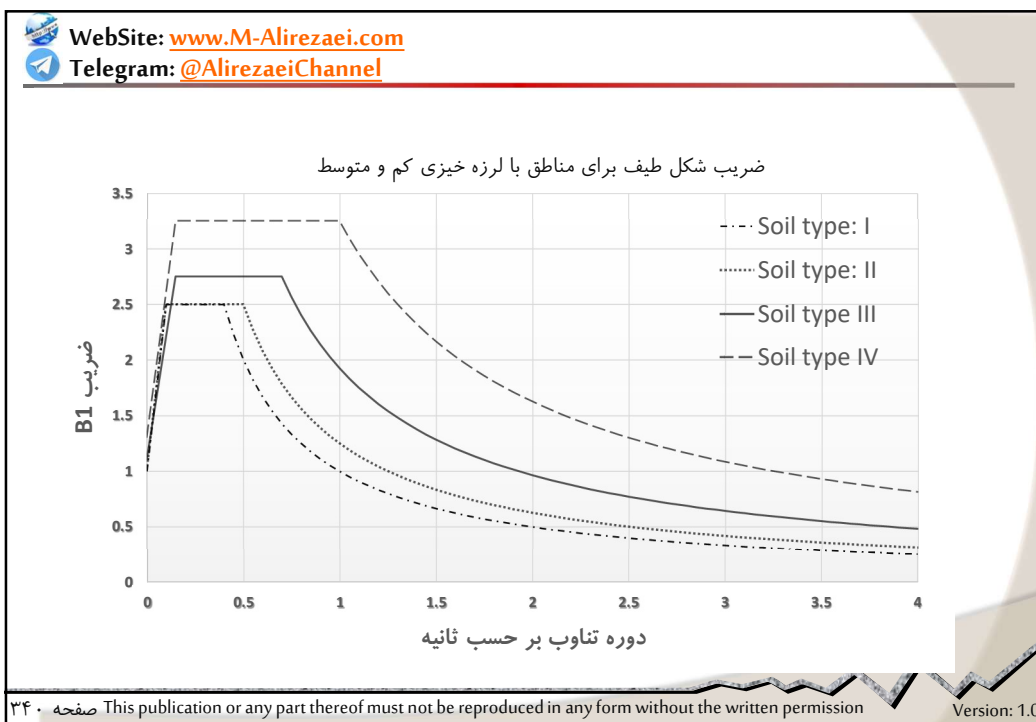
ب) برای پهنه‌های با خطر نسبی متوسط و کم:

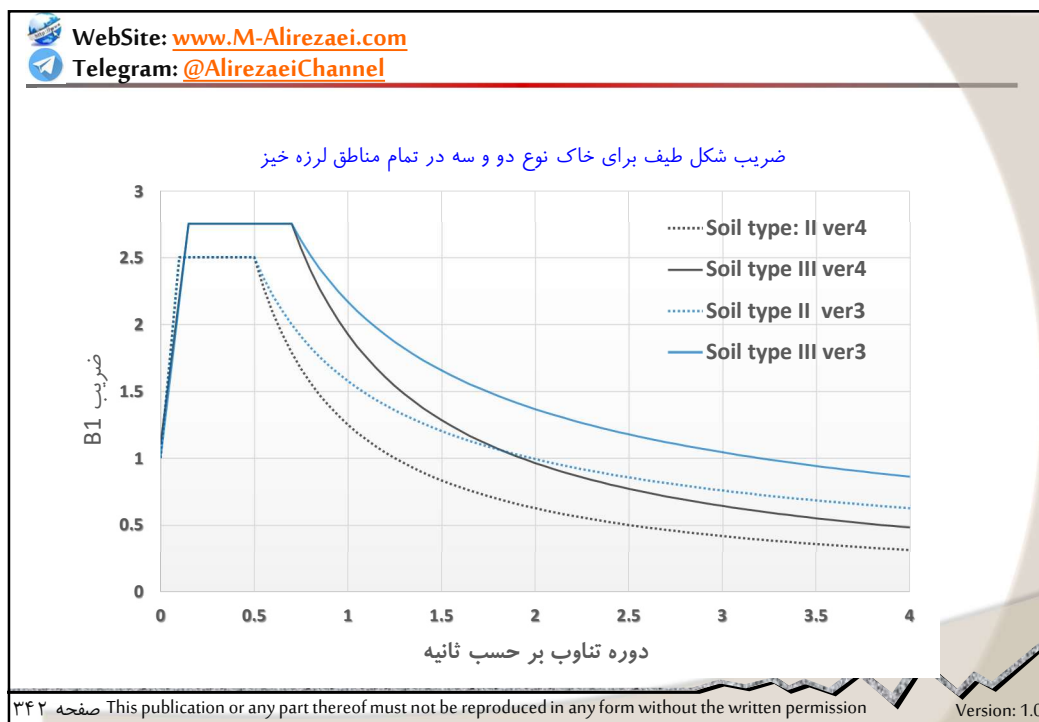
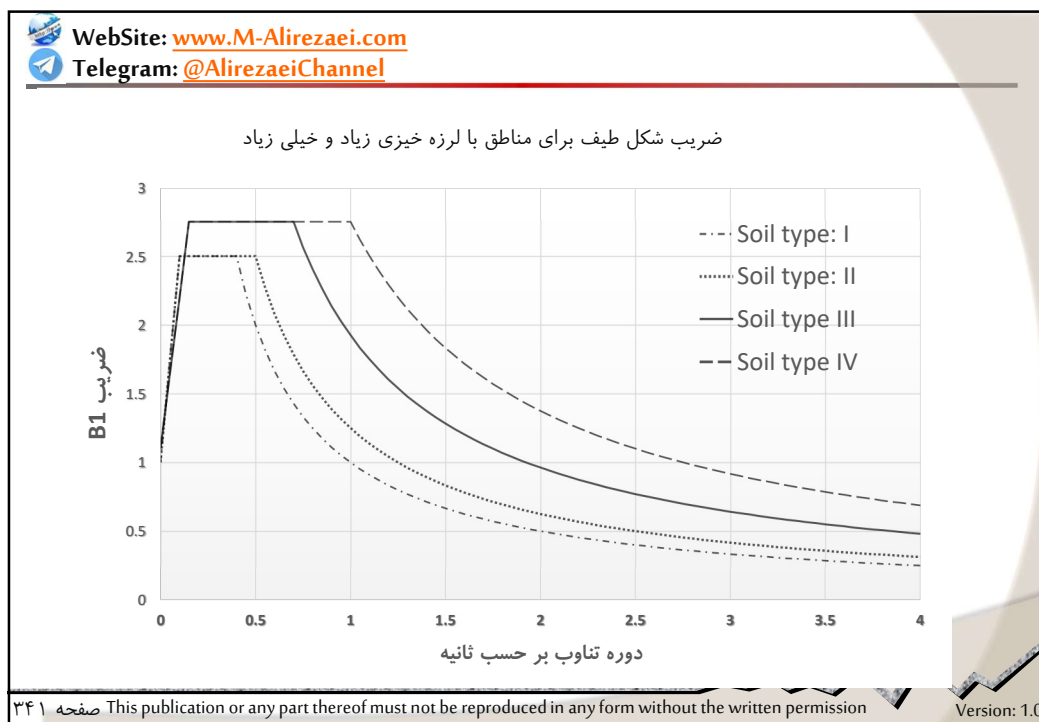
$$N = 1 \quad T < T_s$$

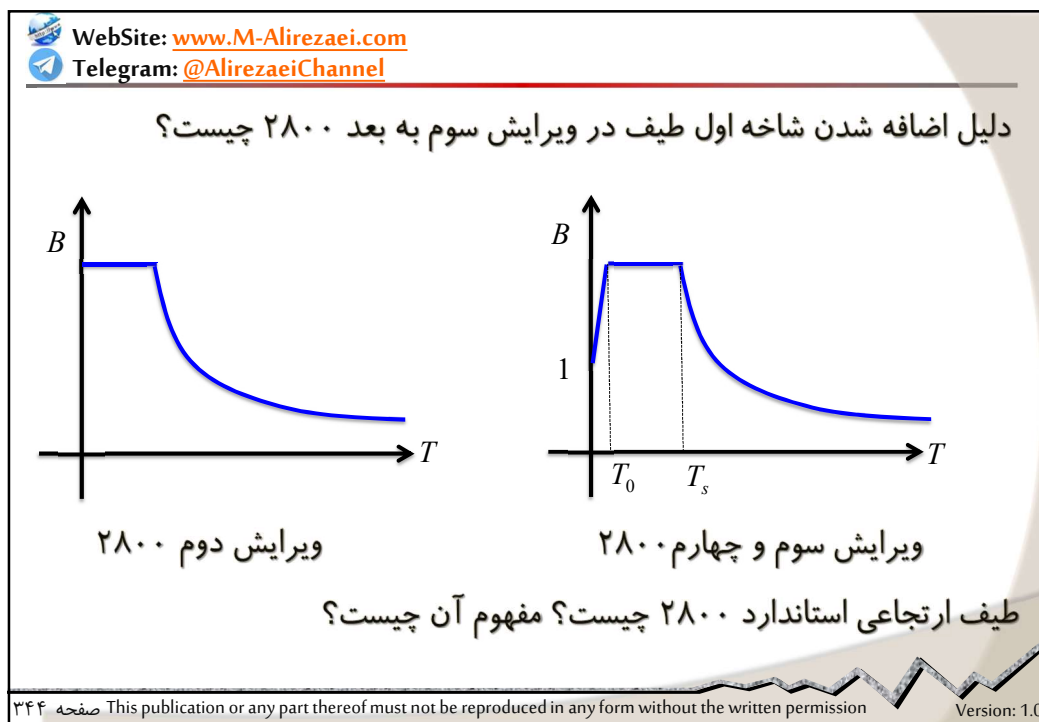
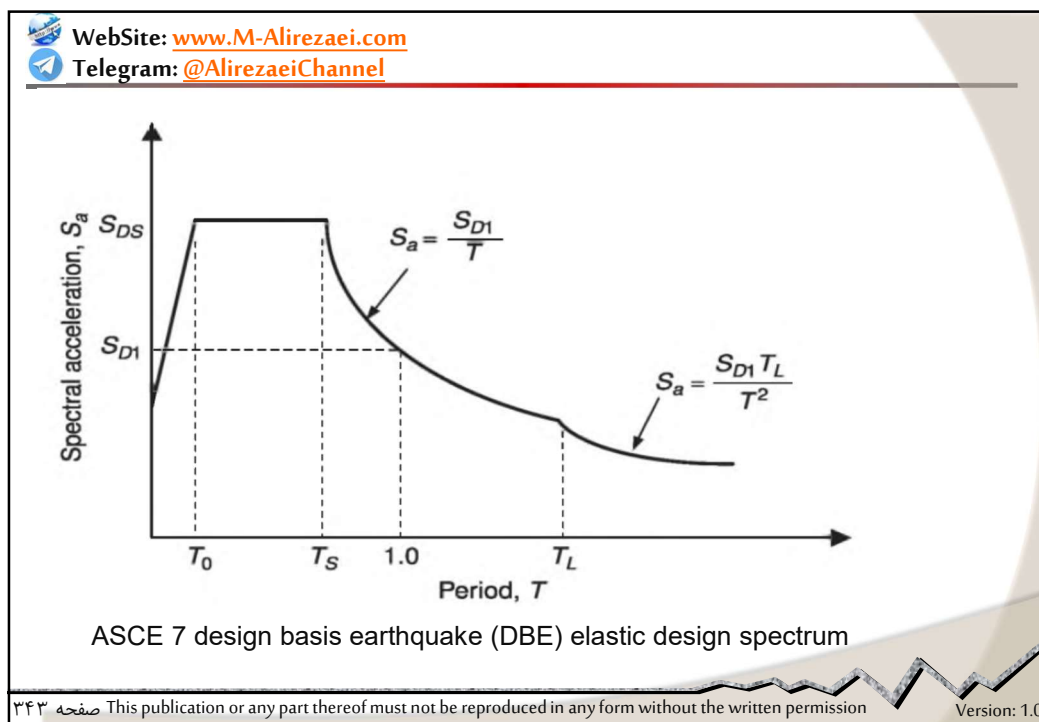
$$N = \frac{0.4}{4 - T_s} (T - T_s) + 1 \quad T_s < T < 4$$

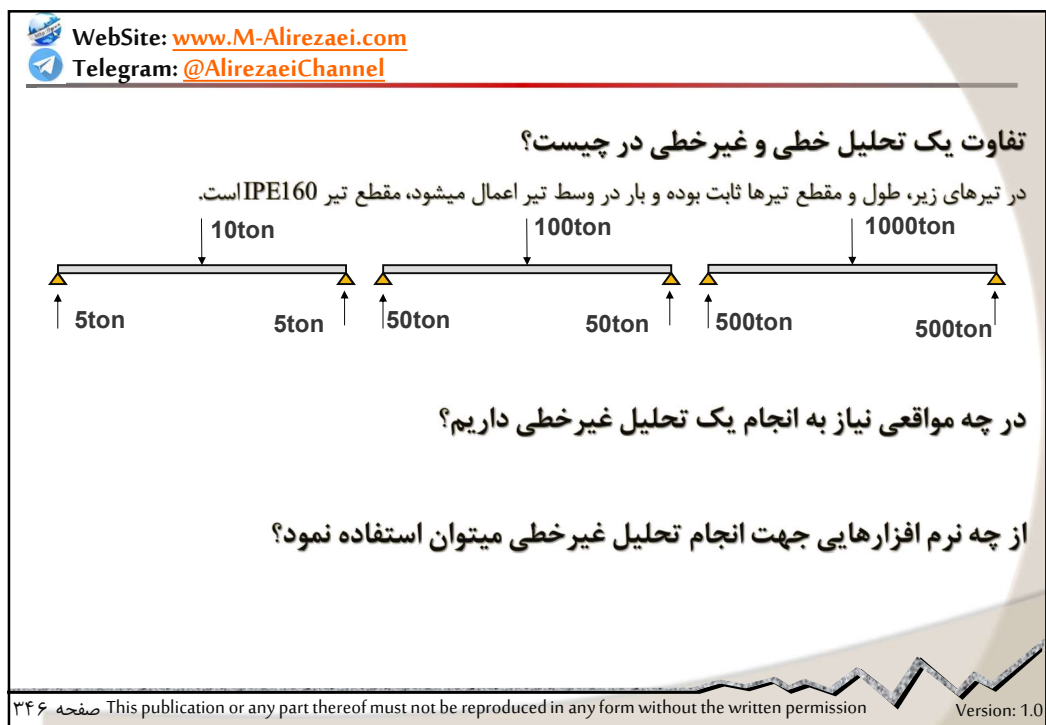
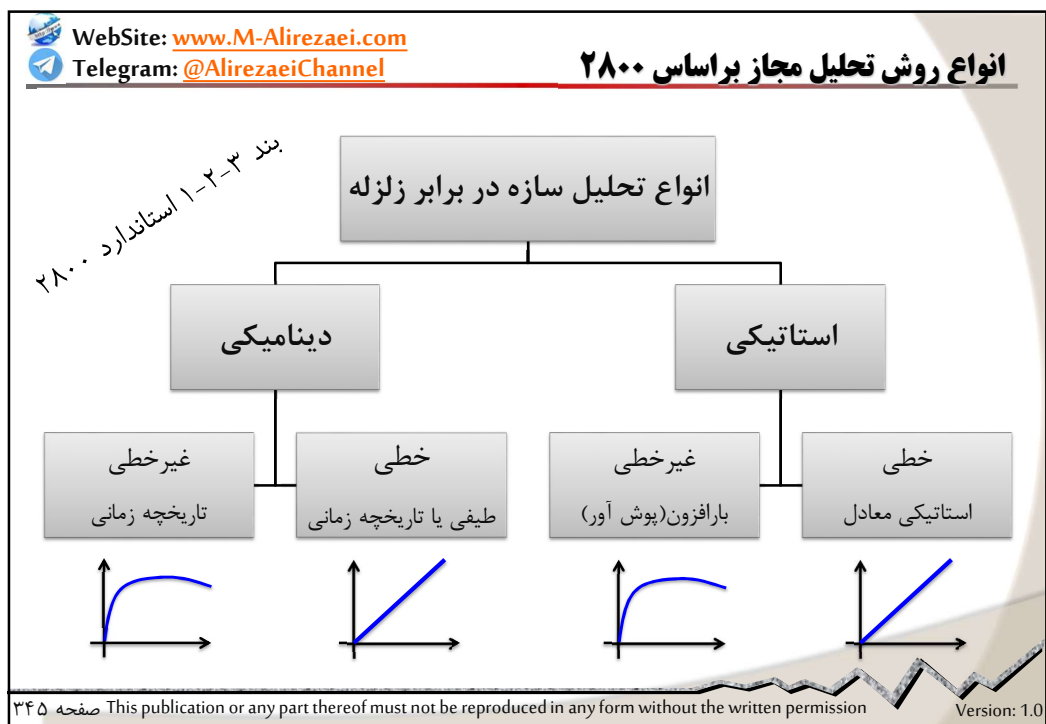
$$N = 1.4 \quad T > 4 \text{ sec}$$

Version: 1.0









WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

**روش های تحلیل خطی**

این روش ها را می توان برای تحلیل کلیه سازه ها مورد استفاده قرار داد. تنها روش استاتیکی معادل را می توان در ساختمان های سه طبقه و کوتاه تر از تراز پایه و یا ساختمان های زیر بکار برد:

- الف) ساختمان های منظم با ارتفاع کمتر از ۵۰ متر از تراز پایه
- ب) ساختمان های نامنظم با ارتفاع کمتر از ۵۰ متر که دارای:
  - نامنظمی زیاد و شدید پیچشی در پلان نباشد.
  - نامنظمی جرمی، نرم و خیلی نرم در ارتفاع نباشد.

آیین نامه ASCE7 برای سازه های با بیش از ۵۰ متر بشرطی که دوره تناوب آنها از  $3/5$  برابر دوره تناوب خاک بیشتر نشود، اجازه استفاده از تحلیل استاتیکی را می دهد.

Version: 1.0      This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission      صفحه ۳۴۷

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)



اگر ارتفاع از ۵۰ متر کمتر بود: تحلیل دینامیکی مورد نیاز نیست، مگر:

- نامنظمی زیاد و شدید پیچشی در پلان و یا نامنظمی جرمی، نرم و خیلی نرم در ارتفاع باشد.

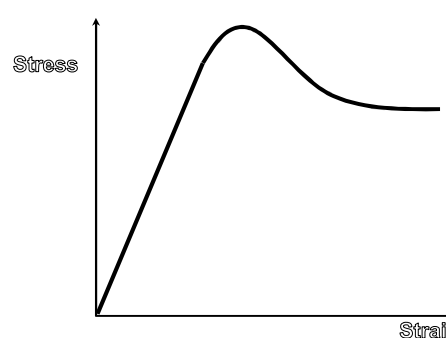
اگر ارتفاع از ۵۰ متر بیشتر و منظم بود، تحلیل دینامیکی مورد نیاز است.

Version: 1.0      This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission      صفحه ۳۴۸

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### روش های تحلیل غیر خطی

این روش ها را می توان برای کلیه سازه ها و هر تعداد طبقه مورد استفاده قرار داد، ولی برای استفاده از آنها ضروری است سازه علاوه بر اقتناع الزامات آنها، ضوابط تحلیل و طراحی یکی از روش های خطی عنوان شده در ۲۸۰۰ را نیز اقتناع نماید. الزامات مربوط به روش های غیر خطی در پیوست شماره (۲) این استاندارد آمده است.



Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### روش تحلیل استاتیکی معادل

جنبه فنی ندارد!

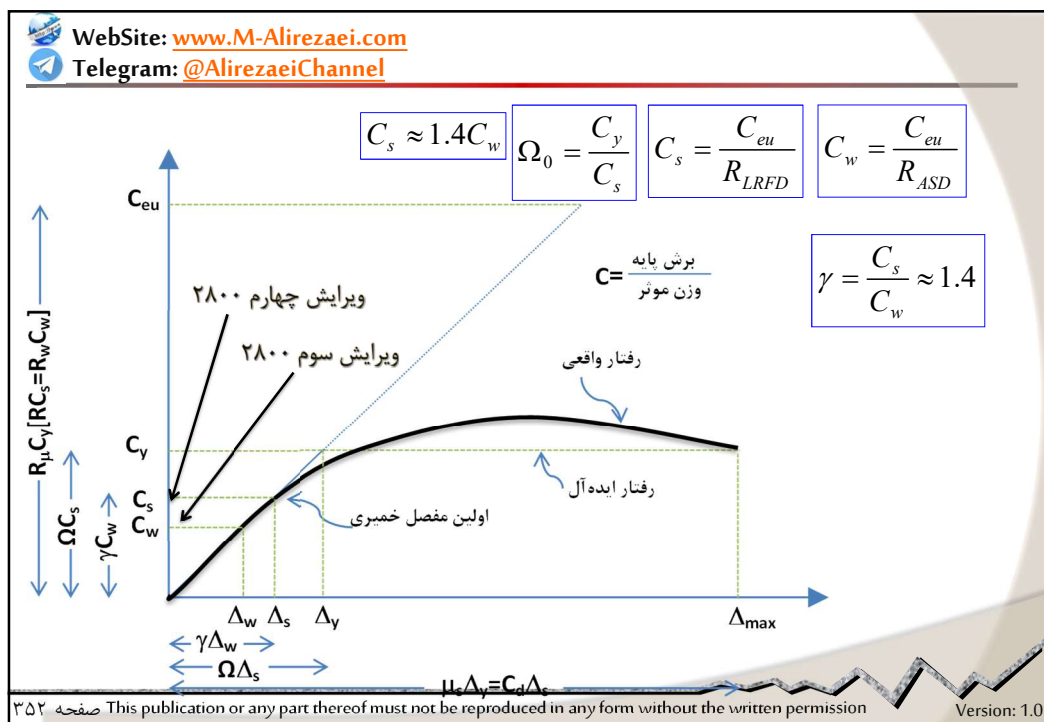
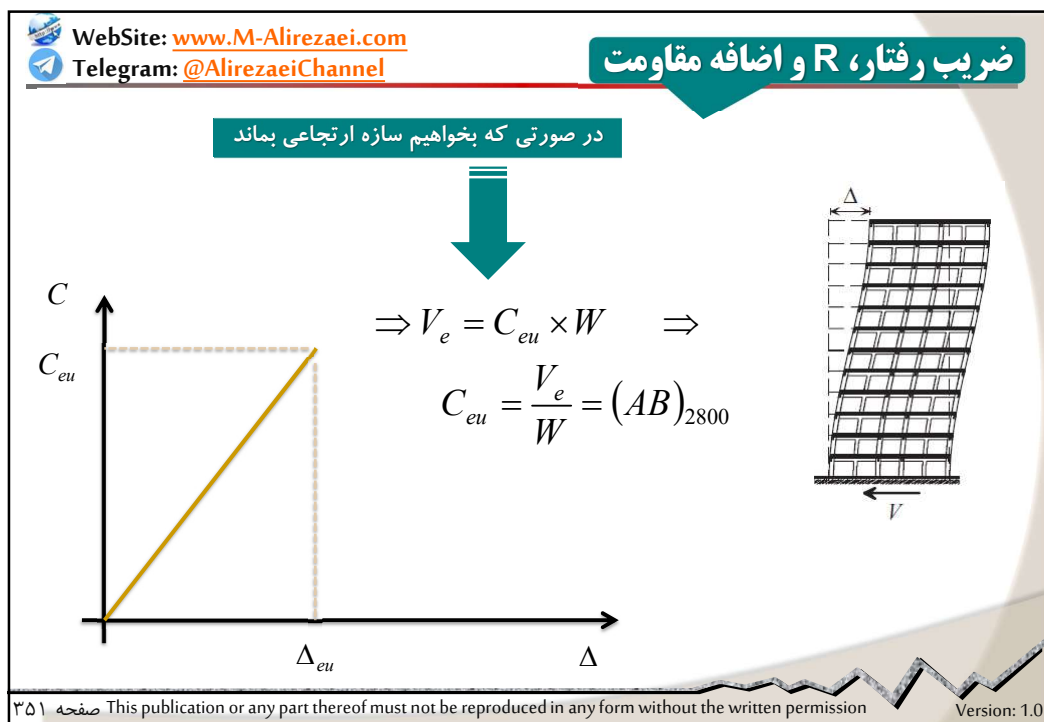
طیف ارتجاعي کالبره شده برای خطر زلزله هر منطقه لرزه خیز

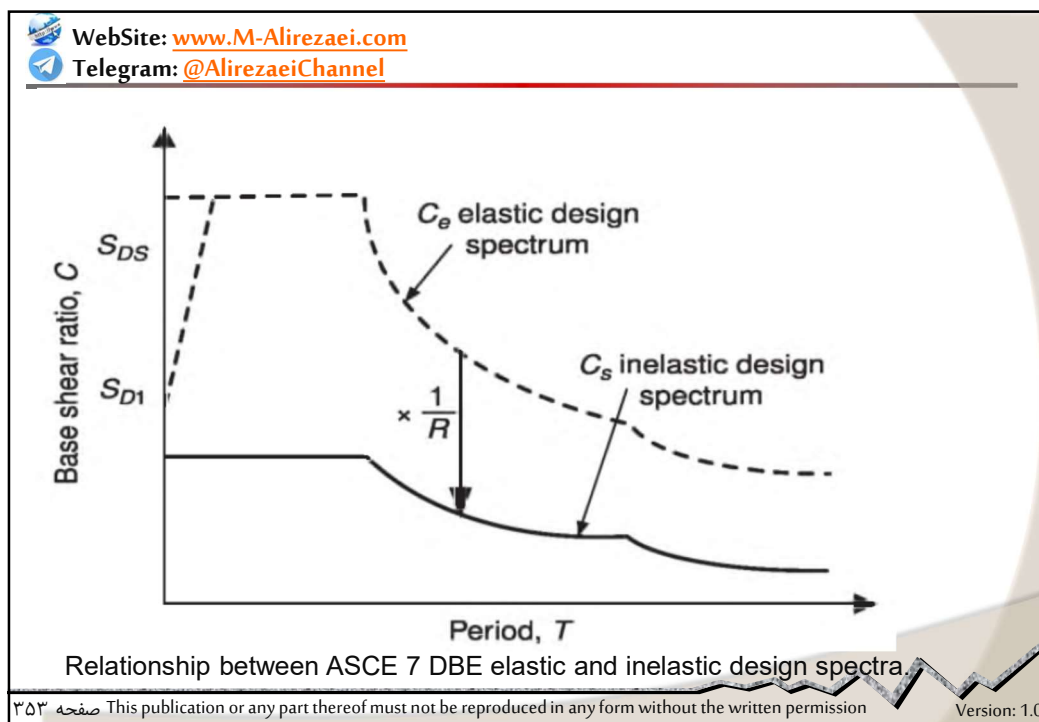
$$C_{2800} = \frac{AB I}{R_u}$$

باعث غیرار تجاعي شدن طیف ارتجاعي می شود

Version: 1.0







WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)

Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

مقادیر ضریب رفتار و ضریب بزرگنمایی جابجایی و مقاومت افزون در ASCE7-10 و ۲۸۰۰ (جدول ۳-۴)

ASCE7-10			۲۸۰۰ ویرایش چهارم			
$\Omega_0$	$C_d$	R	$\Omega_0$	$C_d$	R	سیستم سازه
<b>سیستم قاب ساختمانی ساده</b>						
2	4	8	2	4	7	قاب مهاربندی شده واگرا
2	5	6	2	5	5.5	قاب مهاربندی شده همگرای ویژه
2	3.25	3.25	2	3.5	3.5	قاب مهاربندی شده همگرای معمولی
<b>سیستم قاب خمشی</b>						
3	5.5	8	3	5.5	7.5	قاب خمشی فولادی با شکل پذیری ویژه
3	4	4.5	3	4	5	قاب خمشی فولادی با شکل پذیری متوسط
3	3	3.25	3	3	3.5	قاب خمشی فولادی با شکل پذیری معمولی
3	5.5	8	3	5.5	7.5	قاب خمشی بتنی با شکل پذیری ویژه
3	4.5	5	3	4.5	5	قاب خمشی بتنی با شکل پذیری متوسط
3	2.5	3	3	2.5	3	قاب خمشی بتنی با شکل پذیری معمولی

صفحه ۳۵۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

سیستم‌های سازه‌ای معرفی شده در جدول ۳-۴ استاندارد ۲۸۰۰



سیستم دیوار باربر با مصالح بنایی

←

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

سیستم دیوار برشی بتنی



←

Version: 1.0











WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)



**Gas station canopies are typically cantilevered column systems.**

Version: 1.0

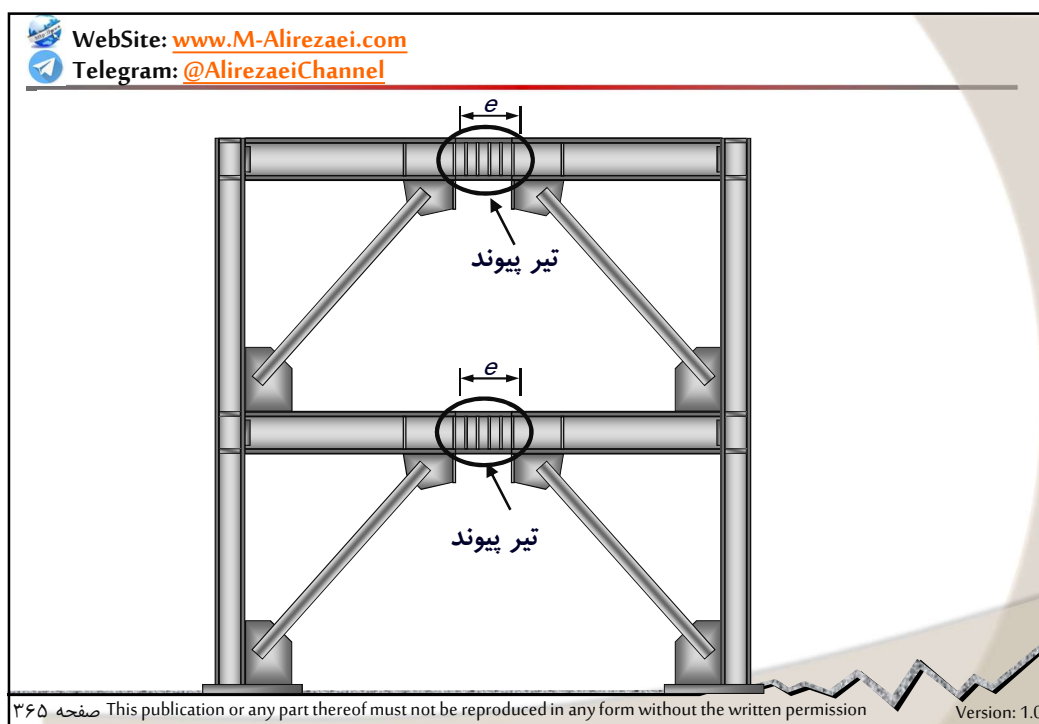
WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

**نکات مهم مربوط به جدول ۳-۴ استاندارد ۲۸۰۰**

۱- استفاده از سیستم‌های با شکل پذیری معمولی (به غیر از قاب مهاربندی شده همگرای معمولی) برای ساختمان‌های با «اهمیت زیاد و خیلی زیاد» در تمام مناطق لرزه‌خیزی و برای ساختمان‌های با «اهمیت متوسط» در مناطق با لرزه‌خیزی ۱ و ۲ مجاز نیست. ارتفاع این ساختمان‌ها برای سازه‌های با «اهمیت متوسط» در مناطق با لرزه‌خیزی ۳ و ۴ به ۱۵ متر محدود می‌شود.

۲- در سیستم قاب ساختمان با مهاربند واگرا، در صورتی که در تیر پیوند رفتار برشی حاکم باشد، ضریب رفتار برابر ۷ و در صورتی که رفتار خمشی باشد، مقدار ضریب رفتار ۶ در نظر گرفته شود.

Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

تسلیم برشی:

$$e \leq \frac{1.6M_p}{V_p}$$

تسلیم خمشی:

$$e \geq \frac{2.6M_p}{V_p}$$

اندرکنش برش و خم:

$$\frac{1.6M_p}{V_p} \leq e \leq \frac{2.6M_p}{V_p}$$

به عنوان مثال برای IPE270:

$$M_p = ZF_y = 484 \text{ cm}^3 \times 2400 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 10^{-3} = 1161.6 \text{ t-cm}$$

$$V_p = 0.6F_y(d - 2t_f)t_w$$

$$= 0.6 \times 2400 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times (27 - 2 \times 1.02) \times 0.66 \times 10^{-3} = 23.7 \text{ t}$$

$$\frac{M_p}{V_p} = \frac{1161.6 \text{ t-cm}}{23.7 \text{ t}} = 49 \text{ cm}$$

$$1.6 \frac{M_p}{V_p} = 78.4 \text{ cm}$$

$$2.6 \frac{M_p}{V_p} = 127.4 \text{ cm}$$

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

ترکیب بارهای قدیم مبحث ششم برای طراحی

ترکیب بارهای خلاصه شده برای روش های مختلف طراحی

روش طراحی تنش مجاز		
ردیف	نوع بار	ترکیب بار
۱	مرده + زنده	$D + L$
۲	مرده + زنده + زلزله یا باد	$0.75(D + L \pm (E \text{ یا } W))$ $0.75(D \pm (E \text{ یا } W))$
روش طراحی حالات حدی		
۱	مرده + زنده	$1.4D$ $1.25D + 1.5L$
۲	مرده + زنده + زلزله یا باد	$D + 1.2L + 1.2(E \text{ یا } W)$ $0.85D + 1.2(E \text{ یا } W)$

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

ترکیب بارهای جدید مبحث ششم برای طراحی

ردیف	شرایط	ترکیب بار
۱	ترکیب بار مینا	$1.4D$ $1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$
۲	ترکیب بار مرده، زنده و باد	$1.2D + 1.6(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R) + (L \text{ یا } 0.5(1.4W))$ $1.2D + 1.0(1.4W) + L + 0.5(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$
۳	ترکیب بار مرده، زنده و زلزله	$1.2D + 1.0E + L + 0.2S$ $0.9D + 1.0E$
۴	ترکیب بار مرده، زنده، آثار حرارتی، جمع شدگی و نشست تکیه گاهی	$1.2D + 0.5L + 0.5(L_r \text{ یا } S) + 1.2T$ $1.2D + 1.6L + 1.6(L_r \text{ یا } S) + 1.0T$

ترکیب بارهای فوق از آیین نامه ASCE برداشت شده است.

بار زلزله ضریب ندارد؟

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال: ترکیب بارهای UBC97

### 1612.2 Load Combinations Using Strength Design or Load and Resistance Factor Design.

1612.2.1 Basic load combinations. Where Load and Resistance Factor Design (Strength Design) is used, structures and all portions thereof shall resist the most critical effects from the following combinations of factored loads:

$$1.4D \quad (12-1)$$

$$1.2D + 1.6L + 0.5 (L_r \text{ or } S) \quad (12-2)$$

$$1.2D + 1.6 (L_r \text{ or } S) + (f_1L \text{ or } 0.8W) \quad (12-3)$$

$$1.2D + 1.3W + f_1L + 0.5 (L_r \text{ or } S) \quad (12-4)$$

$$1.2D + 1.0E + (f_1L + f_2S) \quad (12-5)$$

$$0.9D \pm (1.0E \text{ or } 1.3W) \quad (12-6)$$

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### 1612.3 Load Combinations Using Allowable Stress Design.

1612.3.1 Basic load combinations. Where allowable stress design (working stress design) is used, structures and all portions thereof shall resist the most critical effects resulting from the following combinations of loads:

$$D \quad (12-7)$$

$$D + L + (L_r \text{ or } S) \quad (12-8)$$

$$D + \left( W \text{ or } \frac{E}{1.4} \right) \quad (12-9)$$

$$0.9D \pm \frac{E}{1.4} \quad (12-10)$$

$$D + 0.75 \left[ L + (L_r \text{ or } S) + \left( W \text{ or } \frac{E}{1.4} \right) \right] \quad (12-11)$$

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

برش پایه حداقل در ۲۸۰۰:

$$V_{u\min} = 0.12 AIW$$

W: وزن موثر لرزه‌ای شامل مجموع بارهای مرده و وزن تاسیسات ثابت، و وزن دیوارهای تقسیم کننده + درصدی از بار زنده و بار برف مطابق جدول ۳-۱ این استاندارد است.

درصد مشارکت بار زنده:

ویرایش سوم ۲۸۰۰

درصد میزان بار زنده	محل بار زنده
-----	بام‌های شیب‌دار با شیب ۲۰٪ و بیشتر*
۲۰	بام‌های مسطح با شیب کمتر از ۲۰٪
۲۰	ساختمان‌های مسکونی، اداری، هتل‌ها و پارکینگ‌ها
۴۰	بیمارستان‌ها، مدارس، فروشگاه‌ها و ساختمان‌های محل اجتماع یا ازدحام
۶۰	انبارها و کتابخانه‌ها
۱۰۰	مخازن آب و یا سایر مایعات و سیلوها

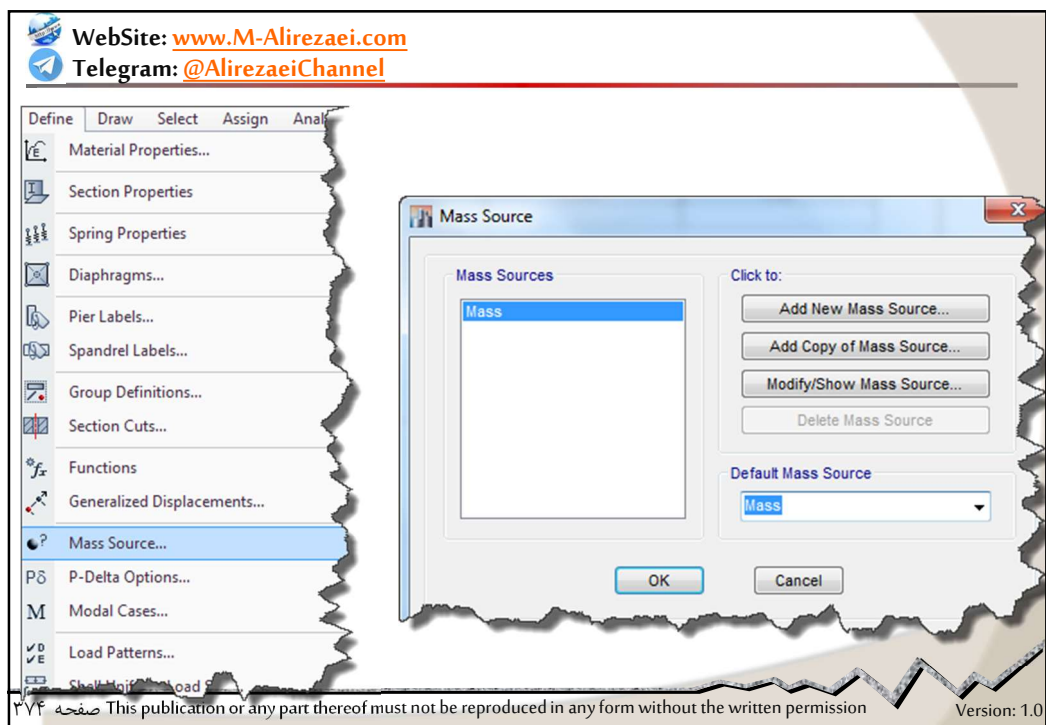
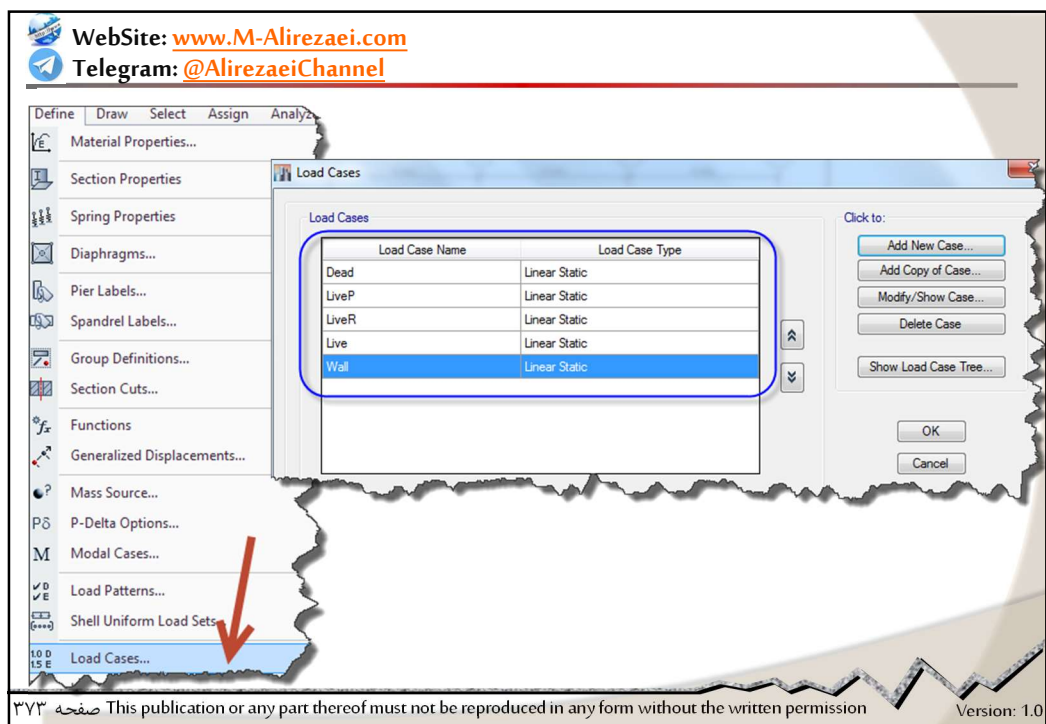
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۳۷۱ Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

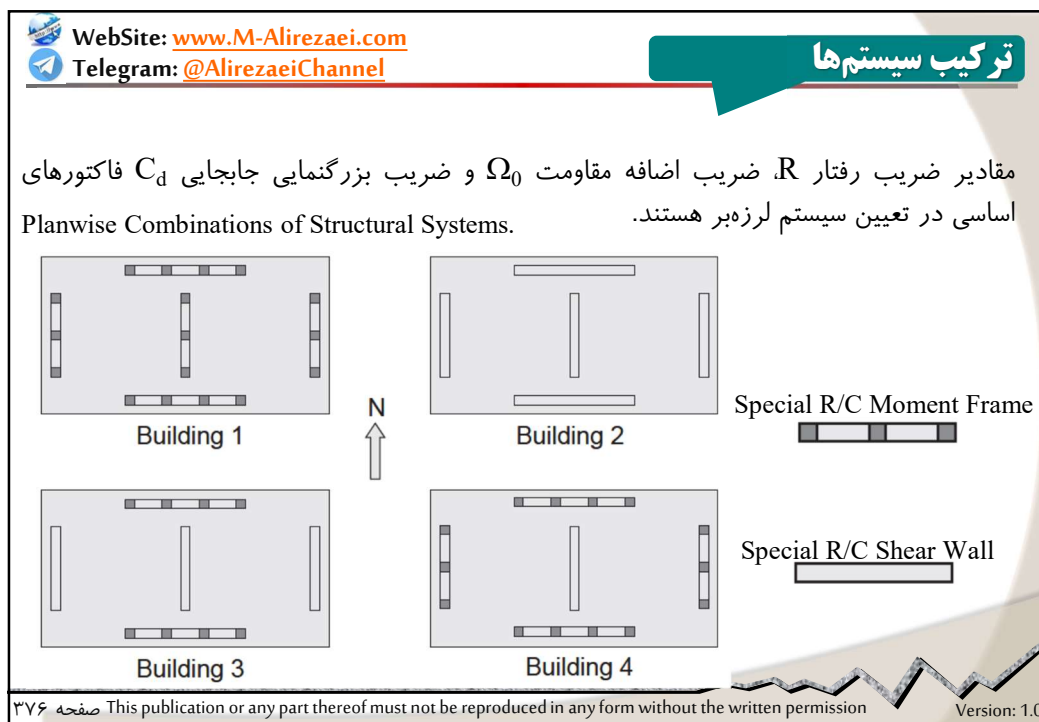
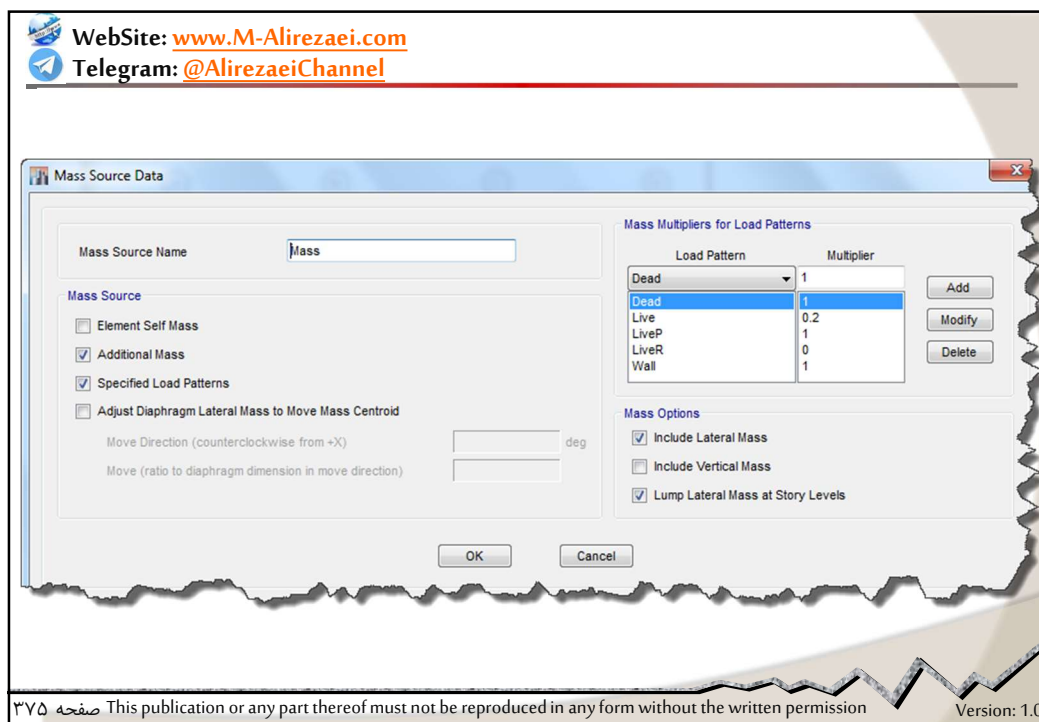
ویرایش چهارم ۲۸۰۰

درصد میزان بار زنده	محل بار زنده
۲۰	بام‌های ساختمان‌ها در مناطق با برف زیاد، سنگین و فوق سنگین
-	بام‌های ساختمان‌ها در سایر مناطق
۲۰	ساختمان‌های مسکونی، اداری، هتل‌ها و پارکینگ‌ها
۲۰	بیمارستان‌ها، مدارس، فروشگاه‌ها و ساختمان‌های محل اجتماع یا ازدحام
۴۰	انبارها و کتابخانه‌ها
۱۰۰	مخازن آب و یا سایر مایعات و سیلوها

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۳۷۲ Version: 1.0







WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

ساختمان ۱: قاب خمشی ویژه بتنی در هر دو جهت

Height limit = 200 m  
 $R = 8$   
 $\Omega_o = 3$   
 $Cd = 5.5$

ساختمان ۲: دیوار برشی ویژه در هر دو جهت

Height limit = 50 m  
 $R = 5$   
 $\Omega_o = 2.5$   
 $Cd = 5$

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

ساختمان ۳: قاب خمشی ویژه بتنی در جهت شرقی غربی و دیوار برشی ویژه در جهت شمال جنوب:

For Special RC Moment Frame in the East–West Direction  
 $R = 7.5$   
 $\Omega_o = 3$   
 $Cd = 5.5$

For Special RC Shear Wall in the North–South Direction  
 $R = 5$   
 $\Omega_o = 2.5$   
 $Cd = 5$

این سازه دارای دو سیستم لرزه بر در هر دو جهت است. ارتفاع مجاز این حالت برابر کمترین دو سیستم لرزه بر سازه یعنی ۵۰ متر است.

Version: 1.0

 WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

---

ساختمان ۴: قاب خمشی ویژه بتنی در جهت شرقی غربی و ترکیب قاب خمشی ویژه و دیوار برشی ویژه در جهت شمال جنوب (در جهت شمال جنوب دوگانه نیست)

For the Moment Frames in the East–West Direction

$R = 7.5$   
 $\Omega_o = 3$   
 $Cd = 5.5$

For the Combined System Acting in the North–South Direction

$R = 5$   
 $\Omega_o = 2.5$   
 $Cd = 5$

این سازه دارای دو سیستم لرزه‌بر ترکیبی در جهت شمال جنوب است. ارتفاع مجاز این حالت برابر کمترین دو سیستم لرزه‌بر سازه یعنی ۵۰ متر است.



صفحه ۳۷۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

 WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

---

ساختمان ۴: قاب خمشی ویژه بتنی در جهت شرقی غربی و ترکیب قاب خمشی ویژه و دیوار برشی ویژه در جهت شمال جنوب (در جهت شمال جنوب دوگانه است)

For the Moment Frames in the East–West Direction

$R = 7.5$   
 $\Omega_o = 3$   
 $Cd = 5.5$

For the Dual System Acting in the North–South Direction

$R = 7.5$   
 $\Omega_o = 2.5$   
 $Cd = 5$

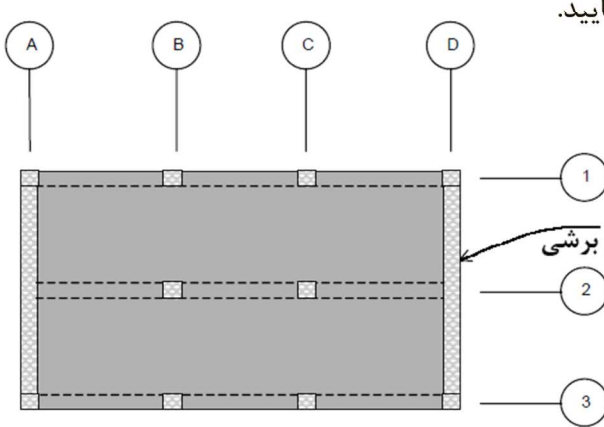
این سازه دارای دو سیستم لرزه‌بر ترکیبی در جهت شمال جنوب است. ولی در صورتیکه بتواند دوگانه رفتار کند ارتفاع مجاز آن به ۲۰۰ متر افزایش می‌یابد.



صفحه ۳۸۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) در شکل نشان داده شده در شکل زیر دو نوع سیستم باربر جانبی در پلان استفاده شده است. در یک جهت از دیوارهای باربر برشی با ضریب رفتار ۴ و در جهت دیگر قاب خمشی بتنی با ضریب رفتار ۵ استفاده شده است. مقدار ضریب رفتار در هر دو جهت را تعیین نمایید.



بند ۳-۳-۸ استاندارد ۲۸۰۰ مربوط به ترکیب سیستم ها در پلان، ملاحظه شود. در این بند گفته شده در ترکیب سیستم های مختلف در پلان برای هر یک باید از ضریب رفتار خود آن سیستم استفاده شود مگر آنکه در یک جهت دیوار باربر باشد.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

بند ۳-۳-۹ ترکیب سیستم ها در ارتفاع: (حالت کلی)

- اگر ضریب رفتار قسمت پایینی بیشتر از قسمت بالایی باشد، ضریب رفتار، ضریب بزرگنمایی جابجایی و همچنین ضریب اضافه مقاومت قسمت فوقانی ملاک تعیین نیروی جانبی کل سازه قرار گیرد.

- اگر ضریب رفتار قسمت پایینی کمتر از قسمت بالایی باشد، ضریب رفتار، ضریب بزرگنمایی جابجایی و همچنین ضریب اضافه مقاومت قسمت فوقانی ملاک تعیین نیروی جانبی قسمت بالایی قرار گیرد. برای تعیین نیروی جانبی قسمت پایینی همین نیروها ولی حالت نیروی عکس العمل ناشی از تحلیل قسمت فوقانی نیز در نسبت  $R_u/\rho$  قسمت فوقانی به  $R_u/\rho$  قسمت تحتانی ضرب شده اند باید به مدل سازه قسمت تحتانی اضافه شوند. این نسبت در هر حال نباید از ۱ کمتر باشد.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

**بند ۳-۵-۹ ترکیب سیستم ها در ارتفاع: (حالت خاص)**

در ساختمان‌هایی که سختی جانبی قسمت فوقانی، بطور قابل ملاحظه‌ای کمتر از سختی جانبی قسمت تحتانی بوده و شرایط زیر موجود باشد:

✱ قسمت بالایی سازه نرم‌تر از قسمت تحتانی آن باشد،

✱ میانگین سختی قسمت پایینی ۱۰ برابر میانگین سختی قسمت بالایی باشد.

✱ دوره تناوب کل سیستم بیش از ۱/۱ برابر دوره تناوب قسمت بالایی نباشد. (در ۲۸۰۰ اشتباهاً عبارت «باشد» ذکر شده است.

نیروهای جانبی را میتوان بصورت زیر و در دو مرحله تعیین نمود:

ابتدا قسمت بالایی بطور مجزا با پای گیردار تحلیل شده و سپس نیروهای عکس‌العمل سازه فوقانی که در نسبت نسبت  $R_u/\rho$  قسمت فوقانی به  $R_u/\rho$  قسمت تحتانی ضرب شده اند باید به مدل سازه قسمت تحتانی اضافه شوند.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

Flexible upper portion: design using  $R_{upper}$  and  $\rho_{upper}$

Rigid lower portion: design using  $R_{lower}$  and  $\rho_{lower}$

$V_{upper}$

$$V_{lower} = \frac{(R/\rho)_{upper}}{(R/\rho)_{lower}} V_{upper}$$

- $K_{lower} \geq 10K_{upper}$
- $T_{structure} \leq 1.1T_{upper}$

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### ASCE7-10

#### 12.2.3.2 Two Stage Analysis Procedure

A two-stage equivalent lateral force procedure is permitted to be used for structures having a flexible upper portion above a rigid lower portion, provided the design of the structure complies with all of the following:

- The stiffness of the lower portion shall be at least 10 times the stiffness of the upper portion.
- The period of the entire structure shall not be greater than 1.1 times the period of the upper portion considered as a separate structure supported at the transition from the upper to the lower portion.
- The upper portion shall be designed as a separate structure using the appropriate values of  $R$  and  $\rho$ .
- The lower portion shall be designed as a separate structure using the appropriate values of  $R$  and  $\rho$ . The reactions from the upper portion shall be those determined from the analysis of the upper portion amplified by the ratio of the  $R/\rho$  of the upper portion over  $R/\rho$  of the lower portion. This ratio shall not be less than 1.0.
- The upper portion is analyzed with the equivalent lateral force or modal response spectrum procedure, and the lower portion is analyzed with the equivalent lateral force procedure.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

$10000 > 10(175) = 1750 \quad \text{Ok}$   
 $0.56 \text{ sec} < 1.1(0.55) = 0.61 \text{ sec} \quad \text{Ok}$

مثال) در قاب نشان داده شده در شکل زیر دو نوع سیستم باربر جانبی در ارتفاع استفاده شده است. طبقه اول دیوار برشی با ضریب رفتار ۷ و سختی ۱۰۰۰۰ تن بر سانتیمتر و دوره تناوب ۰/۰۳ ثانیه می باشد. طبقات بالا قاب خمشی بتنی با شکل پذیری ویژه و ضریب رفتار ۱۰ و میانگین سختی ۱۷۵ تن بر سانتیمتر و دوره تناوب بالایی برابر ۰/۵۵ ثانیه می باشد. دوره تناوب کل سیستم برابر ۰/۵۶ ثانیه می باشد. بررسی نمایید آیا می توان از روش استاتیکی معادل استفاده نمود یا خیر؟

Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

برای طراحی قسمت پایینی بایستی برش پایه قسمت پایینی با برش پایه تشدید یافته قسمت بالایی جمع شود. به عبارتی دیگر برای قسمت بالایی با ضریب رفتار ۱۰ و برای قسمت پایینی با ضریب رفتار ۷ داریم:

$$\text{برش پایه} = \frac{10}{7} \times (\text{برش پایه قسمت بالایی}) + (\text{برش پایه قسمت پایینی})$$

**برش قاب تشدید یافته**

۳۸۷ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) مطابق شکل‌های زیر فرض نمایید قاب خمشی ویژه و قاب مهاربندی شده ویژه در حالت‌های مختلف زیر با هم ترکیب شوند:

Building A      Building B      Building C      Building D

**Heightwise Combinations of Structural Systems.**

۳۸۸ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/@AlirezaeiChannel)

---

**Building A: Special Steel Moment Frame**  
Height limit: 200 m  
 $R = 7.5$   
 $\Omega_0 = 3$   
 $C_d = 5.5$

**Building B: Special Steel Concentrically Braced Frame**  
Height limit: 50 m  
 $R = 5.5$   
 $\Omega_0 = 2$   
 $C_d = 5$

برای سازه C که دارای دو سیستم در ارتفاع است، بایستی ضریب رفتار کمتر دو سیستم ملاک طراحی قرار گیرد. لیکن ضریب اضافه مقاومت  $\Omega_0$  و ضریب بزرگنمایی جابجایی  $C_d$  بیشتر طبقات بالا باید ملاک طراحی قرار گیرد.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/@AlirezaeiChannel)

---

**Building C: Stories 1 Through 6 (Special Steel Concentrically Braced Frame)**  
 $R = 5.5$   
 $\Omega_0 = 3$   
 $C_d = 5.5$

**Building C: Stories 7 Through 12 (Special Steel Moment Frame)**  
 $R = 7.5$   
 $\Omega_0 = 3$   
 $C_d = 5.5$

در این حالت آیین نامه ارتفاع مجاز را صراحتاً ارائه نمیدهد.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

**Building D: Special Steel Moment Frame for Stories 1 Through 6**

$R = 5.5$   
 $\Omega_o = 3$   
 $Cd = 5.5$

**Building D: Special Steel Concentrically Braced Frame for Stories 7 Through 12**

$R = 5.5$   
 $\Omega_o = 2$   
 $Cd = 5$

در حالت D بایستی ضریب رفتار استفاده شده برای هر قسمت، از ضریب رفتار قسمت فوقانی کمتر باشد. همچنین مقدار ضریب اضافه مقاومت و بزرگنمایی جابجایی بیشتر قسمت پایینی ملاک قرار گیرد.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

**تعیین دوره تناوب ساختمانهای متعارف:**

زمان تناوب اصلی نوسان بسته به مشخصات ساختمان و ارتفاع آن از تراز پایه با استفاده از روابط تجربی زیر تعیین می گردد.

الف - برای ساختمانهای با سیستم قاب خمشی

۱- چنانچه جداگرهای میانقابی مانعی برای حرکت قابها ایجاد نمایند:

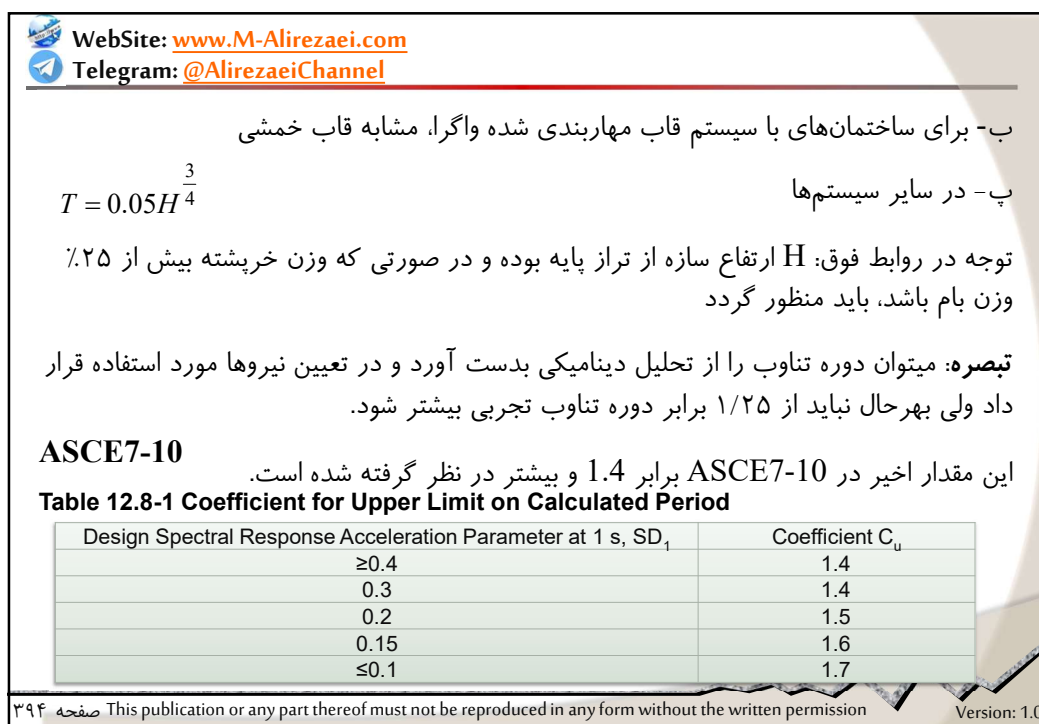
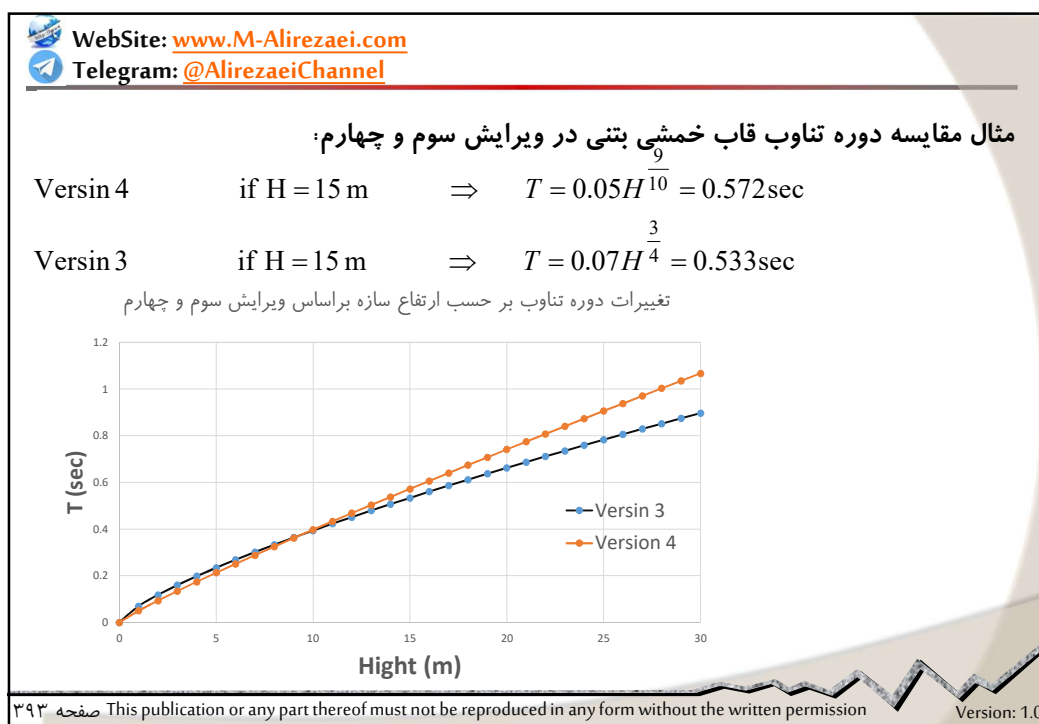
در قابهای فولادی  $T = 0.08H^{\frac{3}{4}}$

در قاب خمشی بتنی  $T = 0.05H^{\frac{9}{10}}$

۲- چنانچه جداگرهای میانقابی مانعی برای حرکت قابها ایجاد نمایند:

مقدار  $T$  برابر با ۸۰ درصد مقادیر عنوان شده در بالا در نظر گرفته می شود.

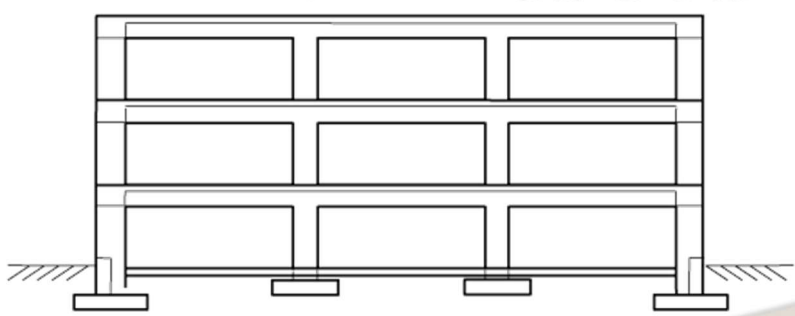
Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/@AlirezaeiChannel)

### مکان تراز پایه کجاست؟

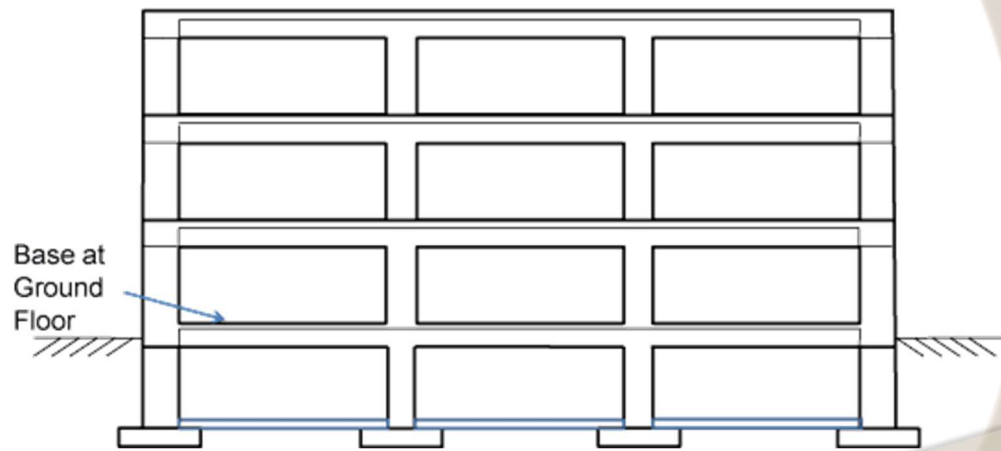
« تراز پایه، بنا به تعریف، به تراز در ساختمان اطلاق می‌شود که در هنگام وقوع زلزله، از آن تراز به پایین حرکتی در ساختمان نسبت به زمین مشاهده نشود. این تراز معمولاً در تراز سطح فوقانی شالوده در نظر گرفته می‌شود، ولی در مواردی که در قسمت اعظم محیط زیرزمین، دیوارهای حایل بتن مسلح وجود دارد و این دیوارها با سازه ساختمان یکپارچه ساخته می‌شوند، تراز پایه در تراز نزدیکترین کف ساختمان به زمین کوبیده شده اطراف ساختمان در نظر گرفته می‌شود. مشروط بر آن که دیوارهای حایل تا زیر این کف ادامه داده شده باشد.»



Base is at the top of footings

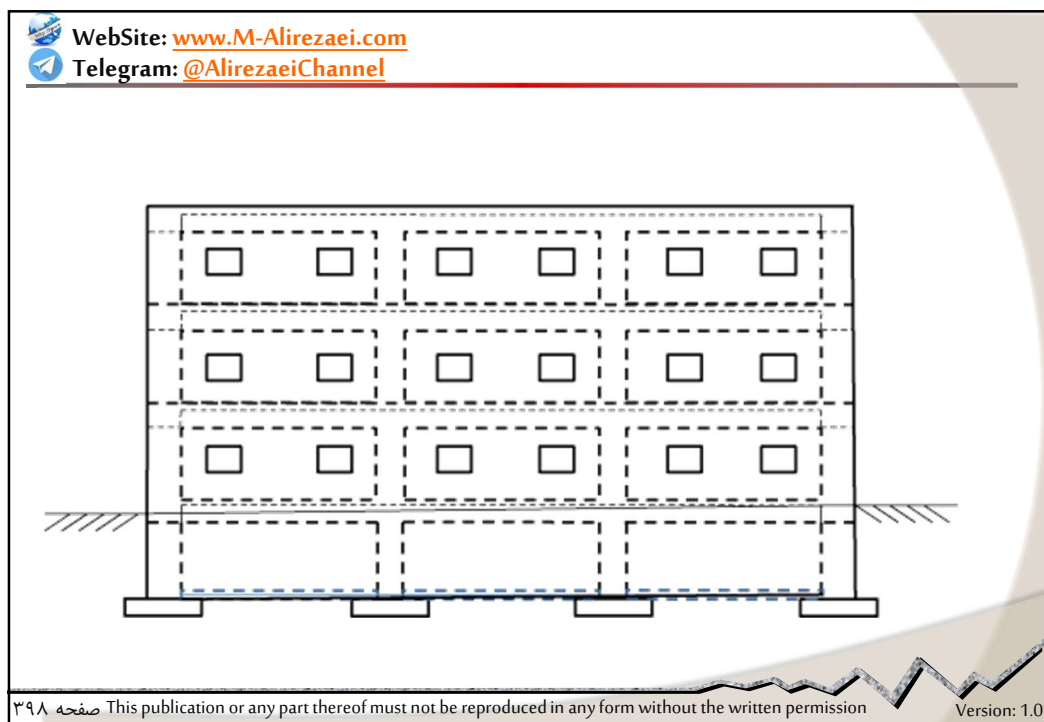
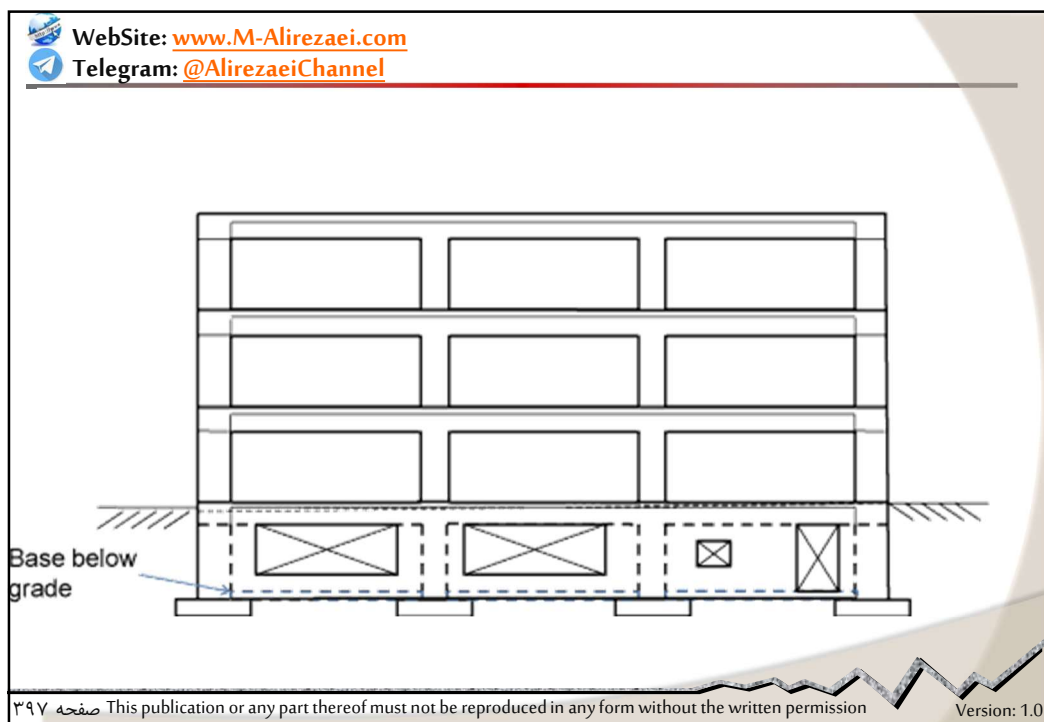
Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/@AlirezaeiChannel)

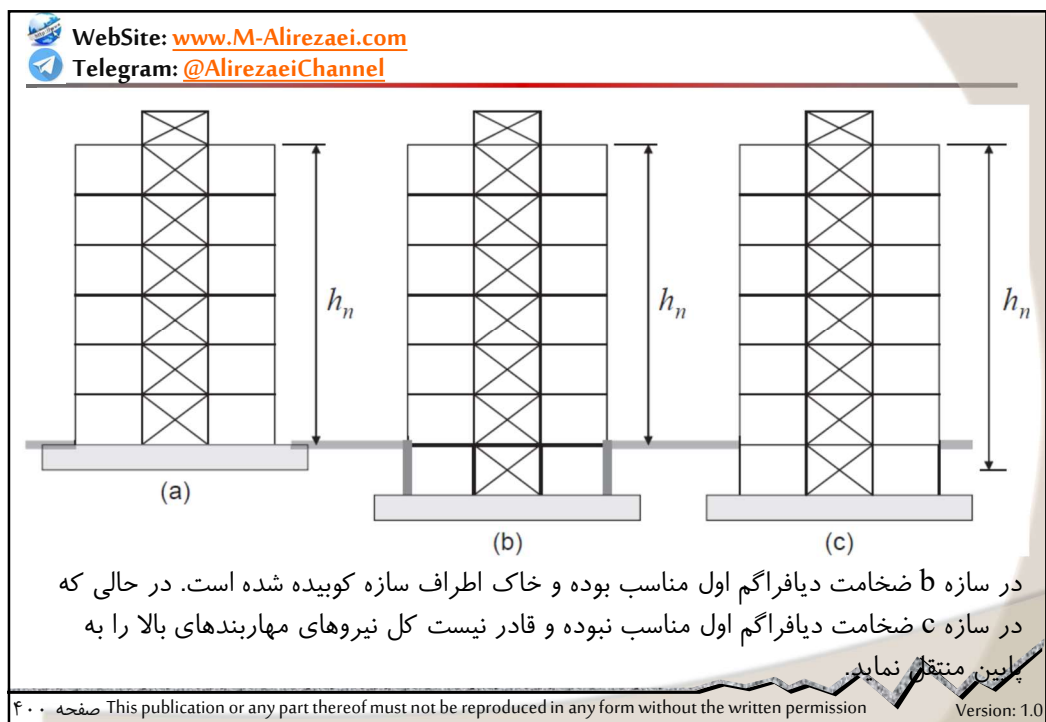
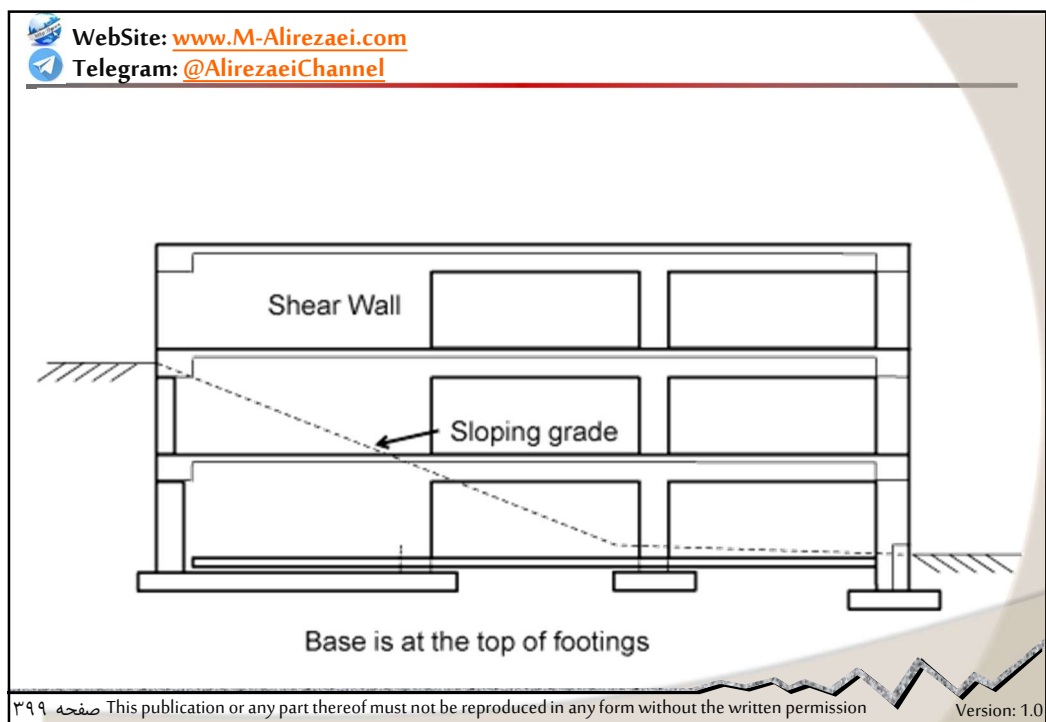


Base at Ground Floor

Version: 1.0







WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

شرایط مختلف در تعیین دوره تناوب سیستم به نقل از ASCE7:

Situation	Period T to Be Used in Strength Calculations	Period T to Be Used in Drift Calculations
$T_{\text{computed}} \leq T_a \rightarrow$	$T_a$	$T_a$
$T_a < T_{\text{computed}} \leq 1.25T_a \rightarrow$	$T_{\text{computed}}$	$T_{\text{computed}}$
$T_{\text{computed}} \geq 1.25T_a \rightarrow$	$1.25T_a$	$T_{\text{computed}}$

صفحه ۴۰۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

تعیین دوره تناوب ساختمان‌های غیرمتعارف:

در این سازه‌ها توزیع جرم و سختی متناسب نیست. مانند مساجد، آمفی تئاترها، سالن‌های ورزشی، گنبد‌ها و غیره. در این سازه‌ها، دوره تناوب بایستی با استفاده از تحلیل دینامیکی بدست آید.

الف) در مواردی که جداگرهای میانقابی در مدل تحلیلی منظور شده باشد:

$$T = T_D$$

ب) در مواردی که جداگرهای میانقابی در مدل تحلیلی منظور نشده باشد:

$$T = 0.8T_D$$

که در روابط فوق  $T_D$  دوره تناوب تحلیلی است.

صفحه ۴۰۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

---

## ASCE7-10

### 12.8.2.1 Approximate Fundamental Period

The approximate fundamental period ( $T_a$ ), in s, shall be determined from the following equation:

$$T_a = C_t h_n^x$$

where  $h_n$  is the structural height as defined in Section 11.2 and the coefficients  $C_t$  and  $x$  are determined from Table 12.8-2.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

---

**Table 12.8-2 Values of Approximate Period Parameters  $C_t$  and  $x$**

Structure Type	$C_t$	$x$
Moment-resisting frame systems in which the frames resist 100% of the required seismic force and are not enclosed or adjoined by components that are more rigid and will prevent the frames from deflecting where subjected to seismic forces:		
Steel moment-resisting frames	0.028 (0.0724) <sup>a</sup>	0.8
Concrete moment-resisting frames	0.016 (0.0466) <sup>a</sup>	0.9
Steel eccentrically braced frames in accordance with Table 12.2-1 lines B1 or D1	0.03 (0.0731) <sup>a</sup>	0.75
Steel buckling-restrained braced frames	0.03 (0.0731) <sup>a</sup>	0.75
All other structural systems	0.02 (0.0488) <sup>a</sup>	0.75

<sup>a</sup>Metric equivalents are shown in parentheses

Version: 1.0

WebSite: <a href="http://www.M-Alirezaei.com">www.M-Alirezaei.com</a> Telegram: @AlirezaeiChannel		
<b>Approximate Periods of Vibration Base on 2800 Standard and ASCE7-10</b>		
<b>For <math>h_0=18\text{ m}</math></b> For steel moment frames	ASCE7-10	$T_a = 0.0724 \times 18^{0.8} = 0.73\text{ sec}$
	2800 Standard	$T_a = 0.08 \times 18^{0.75} = 0.7\text{ sec}$
For concrete moment frames	ASCE7-10	$T_a = 0.0466 \times 18^{0.9} = 0.62\text{ sec}$
	2800 Standard	$T_a = 0.05 \times 18^{0.9} = 0.67\text{ sec}$
For eccentrically moment frames	ASCE7-10	$T_a = 0.0731 \times 18^{0.75} = 0.63\text{ sec}$
	2800 Standard	$T_a = 0.08 \times 18^{0.75} = 0.7\text{ sec}$
صفحه ۴۰۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission		Version: 1.0

WebSite: <a href="http://www.M-Alirezaei.com">www.M-Alirezaei.com</a> Telegram: @AlirezaeiChannel	
<b>سختی قطعات بتن آرمه</b>	
در تعیین زمان تناوب اصلی نوسان سازه بتنی، بایستی اثر ترک خوردگی اعضاء در سختی خمشی آنها در نظر گرفته شود:	
$I_e = 0.5I_g$	در تیرها:
$I_e = I_g$	در ستونها و دیوارها
صفحه ۴۰۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission	
Version: 1.0	

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال اعمال ضریب ترک خوردگی در نرم افزار ...

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### ضریب اهمیت سازه، $\gamma$

ضریب اهمیت ساختمان با توجه به گروه طبقه بندی آن‌ها، به شرح بند ۱-۶ استاندارد ۲۸۰۰، مطابق جدول زیر تعیین می‌شود:

ضریب اهمیت	طبقه بندی ساختمان
۱/۴	گروه ۱
۱/۲	گروه ۲
۱	گروه ۳
۰/۸	گروه ۴

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### توزیع نیروی جانبی در ارتفاع سازه

$$F_{ui} = \frac{W_i h_i^k}{\sum_{j=1}^n W_j h_j^k} V_u$$

نیروی جانبی مطابق رابطه زیر در ارتفاع سازه توزیع شود:

$$k = 0.5T + 0.75 \quad 0.5 \leq T \leq 2.5 \text{ sec}$$

(sloped portion only)

if  $T < 0.5 \text{ sec} \Rightarrow k = 1$   
 if  $T > 2.5 \text{ sec} \Rightarrow k = 2$

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) برای یک سازه ۱۰ طبقه با توزیع بار جانبی ویرایش سوم و چهارم را با هم مقایسه نمایید. وزن هر طبقه ۱۰۰ تن و ارتفاع تمام ۳ متر در نظر گرفته شود. دوره تناوب سازه را در دو حالت برابر ۰/۷ ثانیه و ۱/۳ ثانیه در نظر بگیرید.

Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال اعمال ضریب زلزله استاتیکی در نرم افزار...

Assumed  $T = 1.3 \text{ sec}$   
 $\Rightarrow k = 1.4$

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### $k$ accounts for Higher Mode Effects

- For short period buildings the vertical distribution follows generally follows the first mode of vibration in which the force increases linearly with height for evenly distributed mass.
- For long period buildings the force is shifted upwards to account for the whipping action associated with increased flexibility

Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/@AlirezaeiChannel)

**محاسبه سازه در برابر لنگر واژگونی**

۳-۳-۸ لنگر واژگونی ناشی از نیروهای جانبی زلزله در تراز زیر شالوده، برابر مجموع حاصلضرب نیروی جانبی هر تراز در ارتفاع آن نسبت به تراز زیر شالوده سازه است. در محاسبه لنگر مقاوم در برابر لنگر واژگونی، بار تعادل وزن موثر لرزه‌ای ساختمان، است که برای تعیین نیروی جانبی بکار رفته و وزن شالوده و خاک روی آن به وزن موثر لرزه‌ای اضافه می‌شود. سازه ساختمان و پی آن باید بگونه‌ای طراحی شوند، که توانایی تحمل اثر لنگر واژگونی را داشته باشند.

$$\frac{M_R}{M_O} \leq 1$$

صفحه ۴۱۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/@AlirezaeiChannel)

**روش ساده شده تحلیل و طراحی**

۳-۱۳-۱ تحلیل و طراحی سازه برخی از ساختمان‌ها را می‌توان از روش ساده شده انجام داد. استفاده از این روش تنها در موارد زیر مجاز است:

الف) ساختمان دارای کاربری مسکونی، اداری یا تجاری بوده و بر روی زمین نوع I و II و یا III باشد.

ب) ارتفاع سازه از ۳ طبقه بیشتر نباشد و نسبت طول به عرض آن از ۳ تجاوز نکند.

پ) سیستم مقاوم در برابر بارهای جانبی، دیوار باربر یا سیستم قاب ساختمانی بوده و تغییر سیستم سازه‌ای در ارتفاع بالای تراز پایه وجود نداشته باشد.

ت) سیستم سقف از نوع دال بتنی یکطرفه یا دو طری یا تیرچه‌های فولادی یا بتنی به همراه دال بتنی و مجموع سطح بازشوهای دیافراگم از ۲۰٪ کل سطح دیافراگم تجاوز نکند (به استثنای بام).

صفحه ۴۱۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

ث) سیستم باربر جانبی یعنی دیوار برشی و یا مهاربندها در هر یک از امتدادهای ساختمان حداقل در دو محور قرار گرفته و هر یک از این محورها در یک طرف مرکز جرم ساختمان باشد. ضمناً امتداد محوره‌های مذکور با محوره‌های متعامد اصلی سازه بیشتر از ۱۵ درجه نباشد.

ج) در هر طبقه فاصله بین مرکز جرم و مرکز سختی در هر یک از دو امتداد متعامد ساختمان از ۲۰٪ بعد ساختمان در آن امتداد بیشتر نباشد.

چ) ساختمان در پلان شرایط نامنظمی خارج از صفحه سیستم باربر جانبی، و در ارتفاع نامنظمی هندسی، جرمی و سیستم باربر جانبی را دارا نباشد.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0  
 صفحه ۴۱۵

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

$$V = CW \quad , \quad C = \frac{ABIF}{R}$$

در رابطه فوق، A، I و R طبق تعاریف قبل هستند. مقدار  $B=S+1$  در نظر گرفته شود. همچنین F ضریبی است که برای ساختمان‌های ۱، ۲ و ۳ طبقه به ترتیب برابر ۱، ۱/۱ و ۱/۲ در نظر گرفته می‌شود.

$$F_i = \frac{W_i}{W} V$$

برای توزیع نیرو در ارتفاع از رابطه زیر استفاده شود:

\* کنترل تغییرمکان جانبی نسبی طبقات در روش ساده شده ضروری نیست. در صورت نیاز به محاسبه تغییرمکان جهت کنترل اجزای غیرسازه‌ای و یا برای درز انقطاع، میتوان آن را برابر یک درصد ارتفاع در نظر گرفت.

\* در مواردی که نیاز به استفاده از ضریب اضافه مقاومت باشد، این مقدار را برابر ۲/۵ فرض نمایید.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0  
 صفحه ۴۱۶

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

**مثال ....**

با استفاده از ویرایش چهارم ۲۸۰۰، برای سازه نشان داده شده در شکل زیر، بارگذاری لرزه‌ای را انجام دهید. مکان سازه شهر قم، بار مرده طبقات ۵۰۰ kg/m<sup>2</sup> و بار زنده طبقات ۲۰۰ kg/m<sup>2</sup> می‌باشد. سیستم لرزه بر قاب خمشی بتنی، نوع خاک III و کاربری مسکونی است.

Plan

Elevation

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

برش پایه:

$$V = CW \quad \text{رابطه ۱-۳}$$

$$C = \frac{ABI}{R} \quad \text{رابطه ۲-۳}$$

$$I = 1.0 \quad \text{جدول ۳-۳}$$

$$A = 0.3 \quad \text{پیوست ۱}$$

$$R = 5 \quad \text{جدول ۴-۳}$$

طبق جدول ۱-۷-۶ مبحث ششم، قم در منطقه برف گیری متوسط قرار دارد. بنابراین طبق جدول ۱-۳ استاندارد ۲۸۰۰، درصد مشارکت بار زنده آن صفر است.

$$T = 0.05H^{0.9} = 0.05(3 \times 6)^{0.9} = 0.67 \text{ sec} \quad \text{رابطه ۴-۳}$$

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

وزن موثر لرزه‌ای = وزن مرده به همراه درصدی از بار زنده  $\times$  مساحت طبقه  $\times$  تعداد طبقات

$$W = 500 \times (441) \times 6 + 200 \times 0.2 \times (441) \times 5 = 1410 \text{ ton}$$

خطر نسبی زیاد		خطر نسبی کم و متوسط		$T_s$	$T_0$	نوع زمین
$S_0$	$S$	$S_0$	$S$			
۱	۱/۵	۱	۱/۵	۰/۴	۰/۱	I
۱	۱/۵	۱	۱/۵	۰/۵	۰/۱	II
۱/۱	۱/۷۵	۱/۱	۱/۷۵	۰/۷	۰/۱۵	III
۱/۱	۱/۷۵	۱/۳	۲/۲۵	۱/۰	۰/۱۵	IV

صفحه ۴۱۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

بازتاب سازه از رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$B = B_1 N$$

برای پهنه‌های با خطر نسبی خیلی زیاد و زیاد

$N = 1$	$T < T_s$
$N = \frac{0.7}{4 - T_s} (T - T_s) + 1$	$T_s < T < 4$
$N = 1.7$	$T > 4 \text{ sec}$

$$T = 0.67 < T_s = 0.7 \Rightarrow N = 1$$

$$B_1 = S + 1 \quad T_0 < T < T_s$$

$$\Rightarrow B_1 = 1 + 1.75 = 2.75 \Rightarrow B = 2.75$$

صفحه ۴۲۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

---


$$C = \frac{ABI}{R} = \frac{0.3 \times 2.75 \times 1.0}{5} = 0.165$$

$$V = 0.165 \times 1410 = 232 \text{ ton}$$

$$F_x = \frac{W_x h_x^k}{\sum_{j=1}^n W_j h_j^k} \times V \quad \text{رابطه ۳-۶}$$

$$k = 0.5T + 0.75 = 0.5 \times 0.67 + 0.75 = 1.085$$

$$\sum_{j=1}^n W_j h_j^k = (0.5 + 0.2 \times 0.2)(441)(3^{1.085} + 6^{1.085} + 9^{1.085} + 12^{1.085} + 15^{1.085}) + (0.5)(441)(18^{1.085}) = 17908$$

صفحه ۴۲۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

---


$$F_x = \frac{W_x h_x^{1.085}}{17908} \times 232 = 0.013 \times W_x h_x^{1.085}$$

↪ F1 = 10.1 ton	F4 = 45.16 ton
↪ F2 = 21.36 ton	F5 = 57.4 ton
↪ F3 = 33.1 ton	F6 = 64.8ton

$$V = 232 \text{ ton} > V_{\min} = 0.12 AIW = 0.12 \times 0.3 \times 1 \times 1410 = 50 \text{ ton}$$

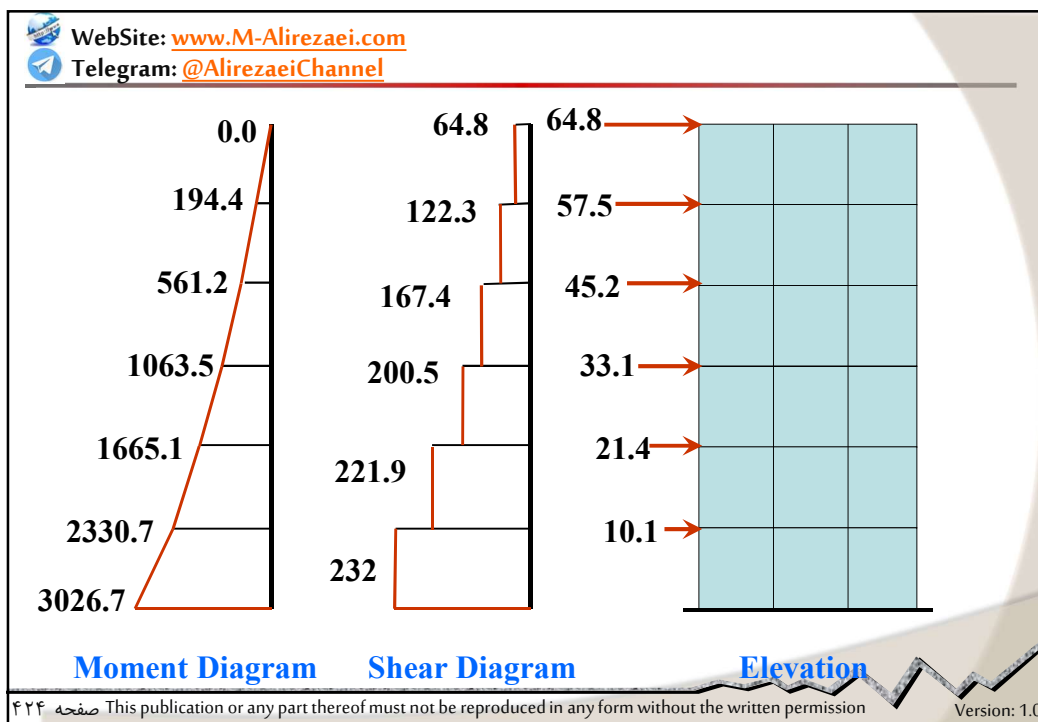
صفحه ۴۲۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

Floor	$W_i$	$h_i$	$W_i \times h_i^k$	$F_x$	$V_x$	$M_x$
6	220.5	18	5001.5	64.8	64.8	194.4
5	238.14	15	4436.2	57.5	122.3	561.2
4	238.14	12	3486.2	45.2	167.4	1063.5
3	238.14	9	2555.1	33.1	200.5	1665.1
2	238.14	6	1649.1	21.4	221.9	2330.7
1	238.14	3	780.1	10.1	232.0	3026.7
$\Sigma$		1410		17908	232	

Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

## ضرب نامعینی سازه (ضرب افزونگی)

ضرب المثل: تمام تخم مرغها را در یک سبد نگذارید.

از یک سبد بزرگ استفاده نماییم؟

یا از چند سبد کوچک؟

**Redundancy Factor**

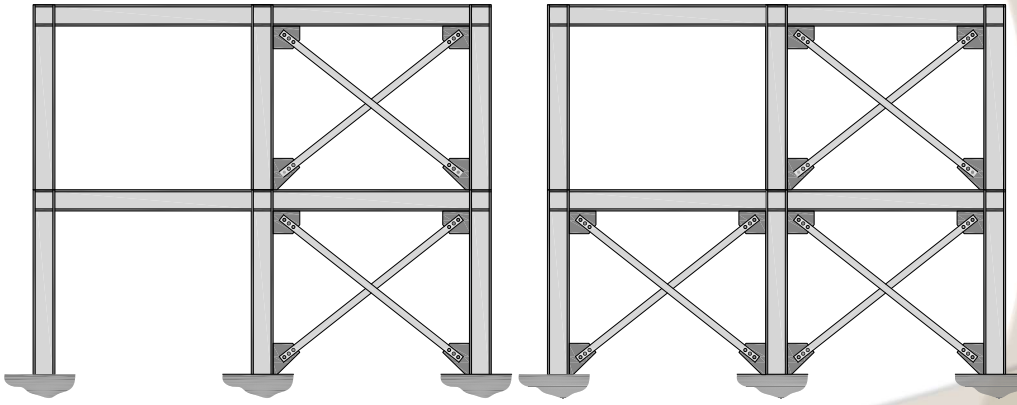


صفحه ۴۲۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

## کدامیک از سازه‌ها، رفتار بهتری در حین زلزله دارند؟

قاب فولادی مفصلی



All Brace: 2UNP140

All Brace: 2UNP100

صفحه ۴۲۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### ضریب افزونگی و قابلیت اطمینان

در آیین نامه UBC97، مقدار نیروی برشی بدست آمده، بایستی در ضریب افزونگی که نشان دهنده درجه نامعینی سیستم می باشد، ضرب شود.

(UBC 1927-1997)

$$1.0 \leq \rho = 2 - \frac{6.1}{r_{\max} \sqrt{A_B}} \leq 1.5 \quad (SI)$$

$$1.0 \leq \rho = 2 - \frac{20}{r_{\max} \sqrt{A_B}} \leq 1.5 \quad (English)$$

$$E = \rho E_h \pm E_v$$

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

\* برای قابهای مهاربندی شده  $r_i$  حداکثر مولفه افقی ایجاد شده در یک مهاربند تقسیم بر برش آن طبقه است.

\* برای قابهای خمشی  $r_i$  بایستی از تقسیم حداکثر برش ایجاد شده در دو ستون مجاور بر برش طبقه بدست آید. بطوری این برش ستون، برای ستونهای میانی ۷۰٪ و برای ستونهای کناری ۱۰۰٪ آن در نظر گرفته می شود.

\* برای قابهای دارای دیوار برشی  $r_i$  بایستی از تقسیم حداکثر برش ایجاد شده در دیوار برشی بر برش طبقه و در نهایت مقدار حاصل بدست آمده در ضریب  $3.05/L_w$  (متریک) و  $10/L_w$  (انگلیسی) ضرب شود.

\* برای قابهای دوگانه،  $r_i$  از مقدار حداکثر بدست آمده از تعاریف فوق حاصل شوند و نیاز نیست بیشتر از ۸۰٪ مقادیر بدست آمده در بالا در نظر گرفته شود.

\* برای قاب خمشی با شکل پذیری ویژه، مقدار  $\rho$  نباید از ۱.۲۵ فراتر رود. (به غیر از دوگانه)

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

## IBC-2000

**1617.2.2 Seismic Design Category D, E or F.** For structures in Seismic Design Category D, E or F (see Section 1616), the redundancy coefficient,  $\rho$ , shall be taken as the largest of the values of,  $\rho_i$ , calculated at each story "i" of the structure in accordance with Equation 16-32 as follows:

$$\rho_i = 2 - \frac{20}{r_{\max_i} \sqrt{A_i}} \quad (\text{Equation 16-32})$$

For SI:

$$\rho_i = 2 - \frac{6.1}{r_{\max_i} \sqrt{A_i}}$$

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) برای سازه نشان داده در شکل زیر میزان ضریب افزونگی را براساس UBC97 تعیین نمایید.

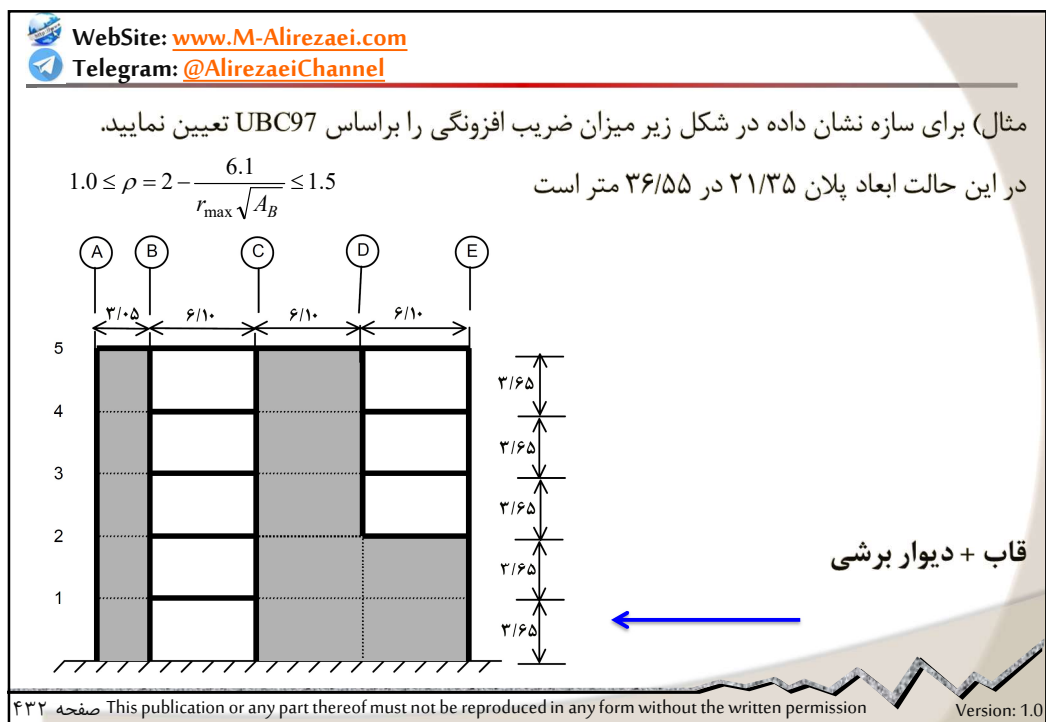
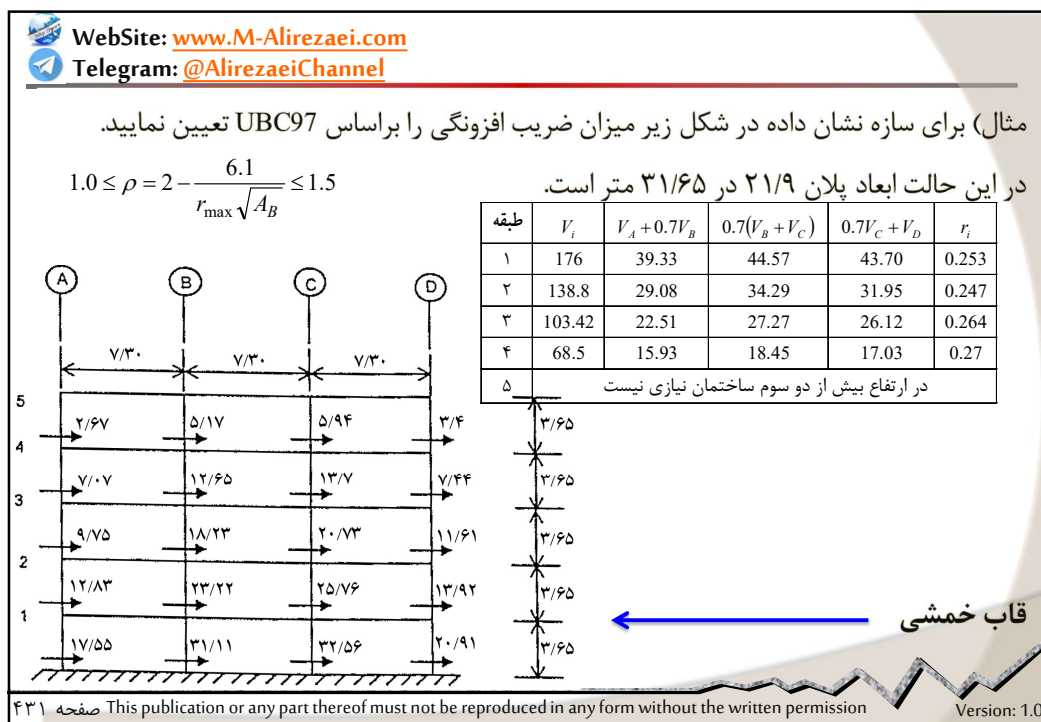
برای این قاب اطلاعات بدست آمده از توزیع نیروی جانبی بر آن به صورت زیر است. ابعاد پلان ۱۴/۴ در ۴۰ متر است.

$$1.0 \leq \rho = 2 - \frac{6.1}{r_{\max} \sqrt{A_B}} \leq 1.5$$

طبقه i	نیروی برش طبقه	نیروی بادبند (E)	مولفه افقی (F <sub>x</sub> )	$r_i = F_x / V_i$
1	430 ton	123	99	0.23
2	331 ton	132	106	0.320
3	234 ton	50.8	40.6	0.173
4	145 ton	41.3	33.1	0.228
5	در ارتفاع بیش از دو سوم ساختمان نیازی نیست			

قاب مهاربندی شده

Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

		دیوار A-B		دیوار CD و C-D-E	
طبقه $i$	$V_i$	$V_{wi} (ton)$	$l_w (m)$	$V_{wi} (ton)$	$l_w (m)$
۱	164.6	15.46	3.05	41.9	12.2
۲	130.6	12.2	3.05	34.11	12.2
۳	94	16.46	3.05	31.43	6.1
۴	47.6	8.93	3.05	18.05	6.1
۵	بالای دو سوم ارتفاع ساختمان نیاز نیست				

طبقه $i$	$V_i$	دیوار A-B	دیوار CD و C-D-E	$r_i$
		$\frac{V_{wi} \left( \frac{3.05}{l_w} \right)}{V_i}$	$\frac{V_{wi} \left( \frac{3.05}{l_w} \right)}{V_i}$	
۱	164.6	0.094	0.064	0.094
۲	130.6	0.093	0.065	0.093
۳	94	0.175	0.167	0.175
۴	47.6	0.188	0.190	0.190
۵	بالای دو سوم ارتفاع ساختمان نیاز نیست			

صفحه ۴۳۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

**ویرایش چهارم ۲۸۰۰ و ASCE2010:**

در سازه های با ارتفاع بیش از ۳ طبقه یا ۱۰ متر، برش پایه در هر یک از امتدادهای سازه باید در ضریب نامعینی  $P$  ضرب شود. این ضریب برابر  $1/2$  است مگر آنکه شرایط زیر اقناع شوند:

۱- ساختمان منظم در پلان بوده و در طبقاتی که نیروی برشی بیش از ۳۵٪ نیروی برشی پایه ساختمان در آنها ایجاد می شود، دارای حداقل دو دهانه مقاوم در برابر بارهای جانبی در هر طرف مرکز جرم ساختمان و در هر امتداد اصلی ساختمان باشند. در سیستم دارای دیوار برشی تعداد دهانه ها از تقسیم طول دیوار بر ارتفاع طبقه بدست می آید.

۲- در سایر ساختمان ها، در طبقاتی که میزان برش در آنها بیش از ۳۵٪ نیروی برشی پایه ایجاد شود چنانچه حذف جزئی از سیستم مقاوم جانبی مطابق جدول اسلاید بعد، موجب کاهش مقاومت طبقه به میزان بیش از ۳۳٪ نشود و در طبقه نامنظمی شدید پیچش ایجاد نگردد.

صفحه ۴۳۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

نوع سیستم مقاوم جانبی	ضوابط
قاب ساده مهاربندی شده	حذف یک مهاربند با اتصال آن منجر به از دست رفتن بیش از ۳۳٪ مقاومت برشی طبقه نشود و ضمناً باعث ایجاد نامنظمی شدید پیچشی در پلان نشود.
قاب خمشی	از دست رفتن مقاومت خمشی در اتصالات دو انتهای یک تیر منجر به از دست رفتن بیش از ۳۳٪ مقاومت برشی طبقه نشود و ضمناً باعث ایجاد نامنظمی شدید پیچشی در پلان نشود.
دیوار برشی یا دیوار برشی همبسته با نسبت ارتفاع به طول بیشتر از یک	حذف یک دیوار برشی منجر به از دست رفتن بیش از ۳۳٪ مقاومت برشی طبقه نشود و ضمناً باعث ایجاد نامنظمی شدید پیچشی در پلان نشود.

تبصره ۱: در محاسبات مربوط به تغییرمکان جانبی سازه، مقدار ضریب نامعینی برابر ۱ در نظر گرفته می شود.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

Shear wall height-to-length ratio  
 $= h_{wall}/L_{wall}$   
 Wall pier height-to-length ratio  
 $= h_{wp}/L_{wp}$   
 $h_{wall}$  = height of shear wall  
 $h_{wp}$  = height of wall pier  
 $L_{wall}$  = height of shear wall  
 $L_{wp}$  = height of wall pier

■ Shear Wall and Wall Pier Height-To-Length Ratio Determination

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### نامنظمی پیچشی شدید در ویرایش چهارم:

در مواردی که تغییرمکان نسبی در یک انتهای ساختمان در هر طبقه با احتساب پیچش تصادفی، بیشتر از ۲۰٪ متوسط جابجایی دو انتهای ساختمان در آن طبقه باشد، سازه نامنظم پیچشی است.

در مواردی که این اختلاف از ۴۰٪ فراتر رود، نامنظمی پیچشی شدید نامیده می‌شود.

ASCE2010 (12.3.2.1 Horizontal Irregularity):  $\delta_{avg} = \frac{\delta_A + \delta_B}{2}$ ;  $A_x = \left[ \frac{\delta_{max}}{1.2\delta_{avg}} \right]^2$

Extreme Torsional Irregularity: Extreme torsional irregularity is defined to exist where the maximum story drift, computed including accidental torsion with  $A_x = 1.0$ , at one end of the structure transverse to an axis is more than 1.4 times the average of the story drifts at the two ends of the structure.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

بنظر میرسد ضوابط مربوط به ضریب نامعینی سازه در ویرایش چهارم از آیین‌نامه ASCE2010 اقتباس شده‌اند ولی مقدار در این آیین‌نامه ضریب نامعینی برابر ۱/۳ دیده شده است.

### 12.3.4.2 Redundancy Factor, $\rho$ , for Seismic Design Categories D through F

For structures assigned to Seismic Design Category D, E, or F,  $\rho$  shall equal 1.3 unless one of the following two conditions is met, whereby  $\rho$  is permitted to be taken as 1.0:

- Each story resisting more than 35 percent of the base shear in the direction of interest shall comply with Table 12.3-3.
- Structures that are regular in plan at all levels provided that the seismic force-resisting systems consist of at least two bays of seismic force-resisting perimeter framing on each side of the structure in each orthogonal direction at each story resisting more than 35 percent of the base shear. The number of bays for a shear wall shall be calculated as the length of shear wall divided by the story height or two times the length of shear wall divided by the story height,  $h_{sx}$ , for light-frame construction.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

**Table 12.3-3 Requirements for Each Story Resisting More than 35% of the Base Shear**

Lateral Force-Resisting Element	Requirement
Braced frames	Removal of an individual brace, or connection thereto, would not result in more than a 33% reduction in story strength, nor does the resulting system have an extreme torsional irregularity (horizontal structural irregularity Type 1b).
Moment frames	Loss of moment resistance at the beam-to-column connections at both ends of a single beam would not result in more than a 33% reduction in story strength, nor does the resulting system have an extreme torsional irregularity (horizontal structural irregularity Type 1b).
Shear walls or wall piers with a height-to-length ratio greater than 1.0	Removal of a shear wall or wall pier with a height-to-length ratio greater than 1.0 within any story, or collector connections thereto, would not result in more than a 33% reduction in story strength, nor does the resulting system have an extreme torsional irregularity (horizontal structural irregularity Type 1b). The shear wall and wall pier height-to-length ratios are determined as shown in Figure 12.3-2.
Cantilever columns	Loss of moment resistance at the base connections of any single cantilever column would not result in more than a 33% reduction in story strength, nor does the resulting system have an extreme torsional irregularity (horizontal structural irregularity Type 1b).
Other	No requirements

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

**12.4.2 Seismic Load Effect**

The seismic load effect,  $E$ , shall be determined in accordance with the following:

$$E = E_h + E_v \quad (12.4-1) \text{ and } (12.4-2)$$

The horizontal seismic load effect,  $E_h$ , shall be determined in accordance with Eq. 12.4-3 as follows:

$$E_h = \rho Q_E \quad (12.4-3)$$

Version: 1.0

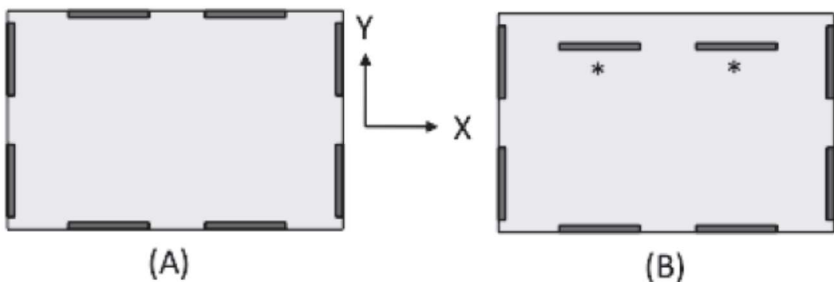
WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

طبق ASCE2010 و ۲۸۰۰ در مورد زیر میتوان ضریب نامعینی  $\rho$  را برابر یک در نظر گرفت:

- ۱- محاسبات مربوط به اثرات P-delta و تغییر مکان نسبی طبقه
- ۲- طراحی اعضای غیرسازه‌ای
- ۳- طراحی سازه‌های غیرساختمانی
- ۴- طراحی دیافراگم‌ها
- ۵- طراحی دیوارهای سازه‌ای برای نیروهای خارج از صفحه
- ۶- ساختمان‌های تا ۳ طبقه یا با ارتفاع کمتر از ۱۰ متر
- ۷- در طراحی اعضای که مشمول طراحی برای زلزله تشدید یافته میشوند و نیروی زلزله در آنها در ضریب اضافه مقاومت ضرب میشود.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 صفحه ۴۴۱ Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel



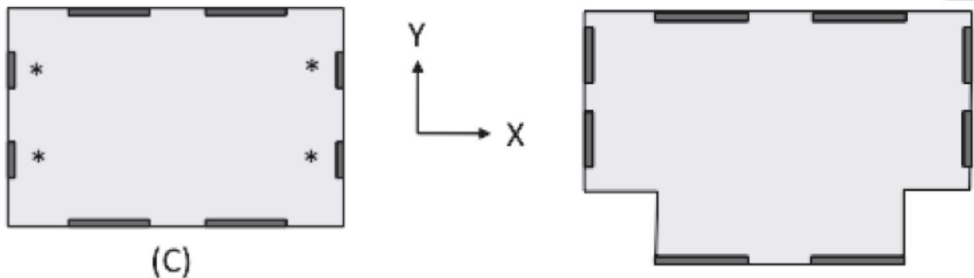
(A) (B)

دارای دو دهانه مقاوم است ولی روی محیط سازه قرار نگرفته است. این مورد صریحاً در ۲۸۰۰ ذکر نشده ولی در ASCE7 صریحاً گفته شده در محیط سازه باشند. این حالت نیاز به بررسی بیشتر دارد.

**ASCE7-10**  
**12.3.4.2-b**  
 Structures that are regular in plan at all levels provided that the seismic force-resisting systems consist of at least two bays of seismic force-resisting perimeter framing on each side of the structure .....

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 صفحه ۴۴۲ Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel



(C)

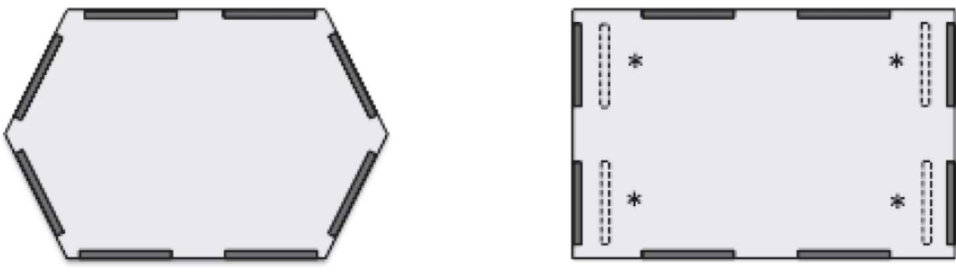
دارای دو دهانه مقاوم است ولی طول دیوار برشی ها به میزانی نیست که بتوان به آنها یک المان مستقل گفت

(D)

سازه نامنظم بوده و برای تعیین ضریب نامعینی سیستم نیاز به بررسی بیشتر است

صفحه ۴۴۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel



(E)

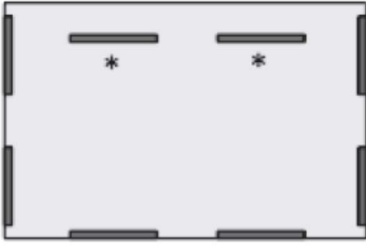
سازه نامنظم بوده و برای تعیین ضریب نامعینی سیستم نیاز به بررسی بیشتر است

(F)

سازه نامنظم بوده و برای تعیین ضریب نامعینی سیستم نیاز به بررسی بیشتر است

صفحه ۴۴۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel



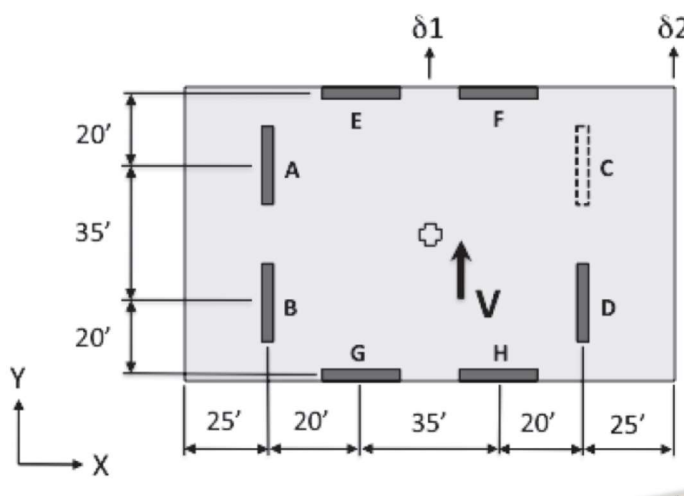
(B)

اگرچه این پلان دارای المانهای محیطی نیست ولی با توجه به آنکه نسبت طول به ارتفاع آن بزرگتر از یک است، در رده بندی ASCE (جدول ۳-۳-۱۲) جزو رده Other قرار میگیرد و نیازی به اعمال ضریب نامعینی ندارد.

صفحه ۴۴۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

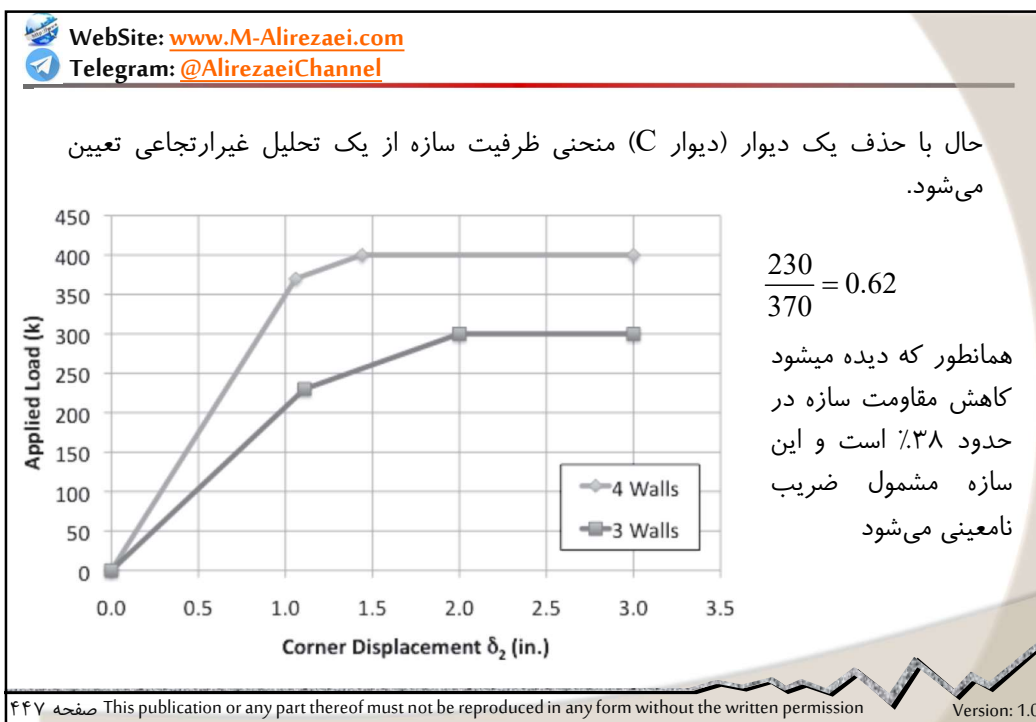
WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

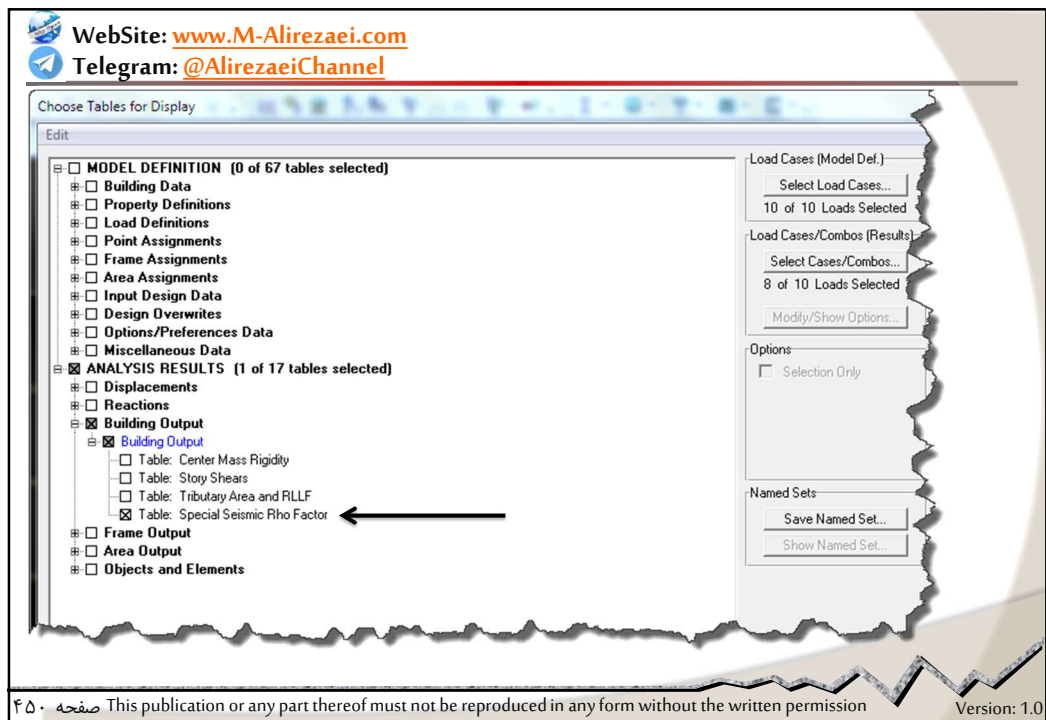
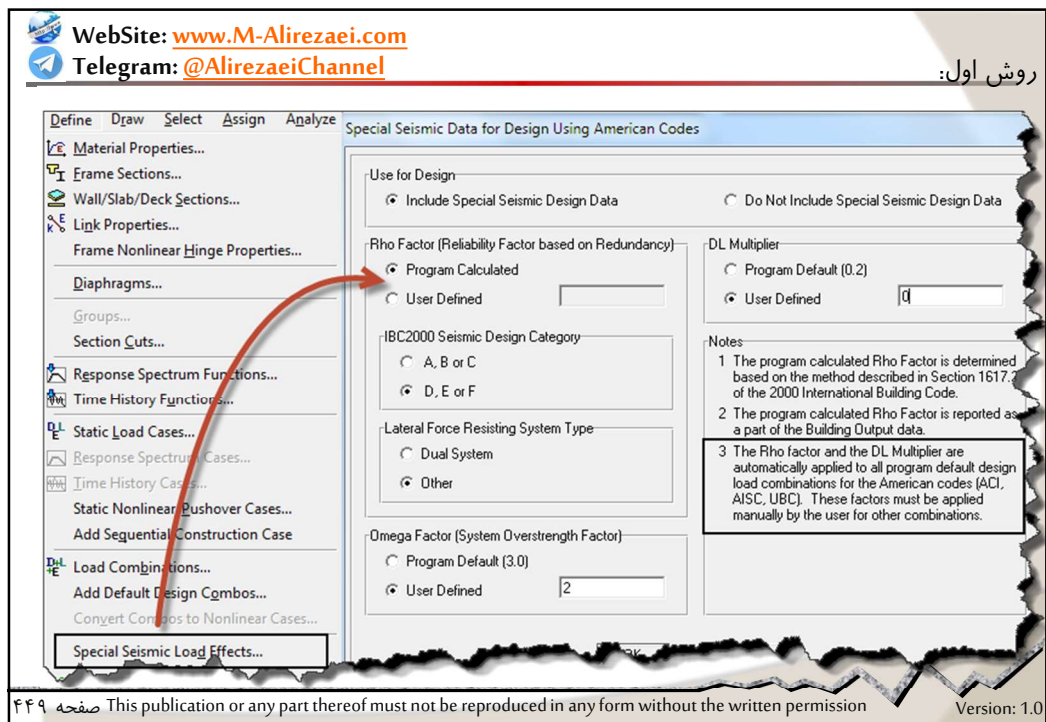
توجه: از یک تحلیل غیرارجاعی نیز می توان به میزان کاهش مقاومت سازه پی برد. به عنوان مثال در پلان زیر داریم:



صفحه ۴۴۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

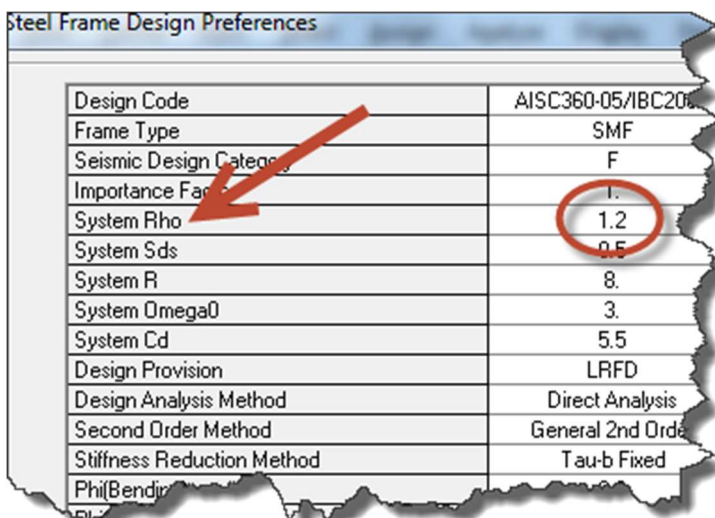






WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

روش دوم:



Design Code	AISC360-05/IBC2015
Frame Type	SMF
Seismic Design Category	F
Importance Factor	1
System Rho	1.2
System Sds	0.5
System R	8
System Omega0	3
System Cd	5.5
Design Provision	LRFD
Design Analysis Method	Direct Analysis
Second Order Method	General 2nd Order
Stiffness Reduction Method	Tau-b Fixed
Phi(Bending)	

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

روش سوم:



در این روش ضریب نامعینی در نیروی تمام اعضا ضرب میشود که منجر به نتایج محافظه کارانه میشود.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

روش چهارم:

در این روش ضریب نامعینی در نیروی تمام اعضا ضرب میشود که منجر به نتایج محافظه کارانه میشود.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

گام اساسی در تعیین ضریب نامعینی، تعیین طبقاتی است که برش در آنها از ۳۵٪ برش پایه فراتر رفته است. (در اکثر حالات اغلب طبقات به غیر از بام برش در آنها از ۳۵٪ برش پایه فراتر میرود).

Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
Story6	Dead	Top	130.3925	0	0	0	977.9436	-977.9436
Story6	Dead	Bottom	157.2117	0	0	0	1029.0879	-1029.0879
Story6	Show Unformatted		0	0	0	0	0	0
Story6	Copy		0	0	0	0	0	0

Version: 1.0


WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

همانطور که دیده میشود، تنها برش در آخرین طبقه از ۳۵٪ برش پایه کمتر است.

Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	Vi/Vb
Story6	Ex	Top	0	-34.5088	0.28
Story6	Ex	Bottom	0	-34.5088	0.28
Story5	Ex	Top	0	-63.9989	0.52
Story5	Ex	Bottom	0	-63.9989	0.52
Story4	Ex	Top	0	-87.591	0.71
Story4	Ex	Bottom	0	-87.591	0.71
Story3	Ex	Top	0	-105.285	0.86
Story3	Ex	Bottom	0	-105.285	0.86
Story2	Ex	Top	0	-117.0811	0.95
Story2	Ex	Bottom	0	-117.0811	0.95
Story1	Ex	Top	0	-122.9791	1.00
Story1	Ex	Bottom	0	-122.9791	1.00

صفحه ۴۵۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)



**2009 NEHRP Recommended Seismic Provisions: Design Examples**  
 FEMA P-751 / September 2012

صفحه ۴۵۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

1.  $\rightarrow V_{\text{yield}} = \left( \frac{1}{(D/C)_{\text{max}}} \right) V_{\text{base}}$   
 $V_{\text{base}}$  = base shear from Equivalent Lateral Force (ELF) analysis
2.  $\rightarrow$  Remove the Elements (Brace or Moment Frame)
3.  $\rightarrow V_{\text{yield, Removed}} = \left( \frac{1}{(D/C)_{\text{max}}} \right) V_{\text{base}}$
3.  $\rightarrow$  if  $\frac{V_{\text{yield, Removed}}}{V_{\text{yield}}} < 33\% \Rightarrow \rho = 1.0$

Version: 1.0

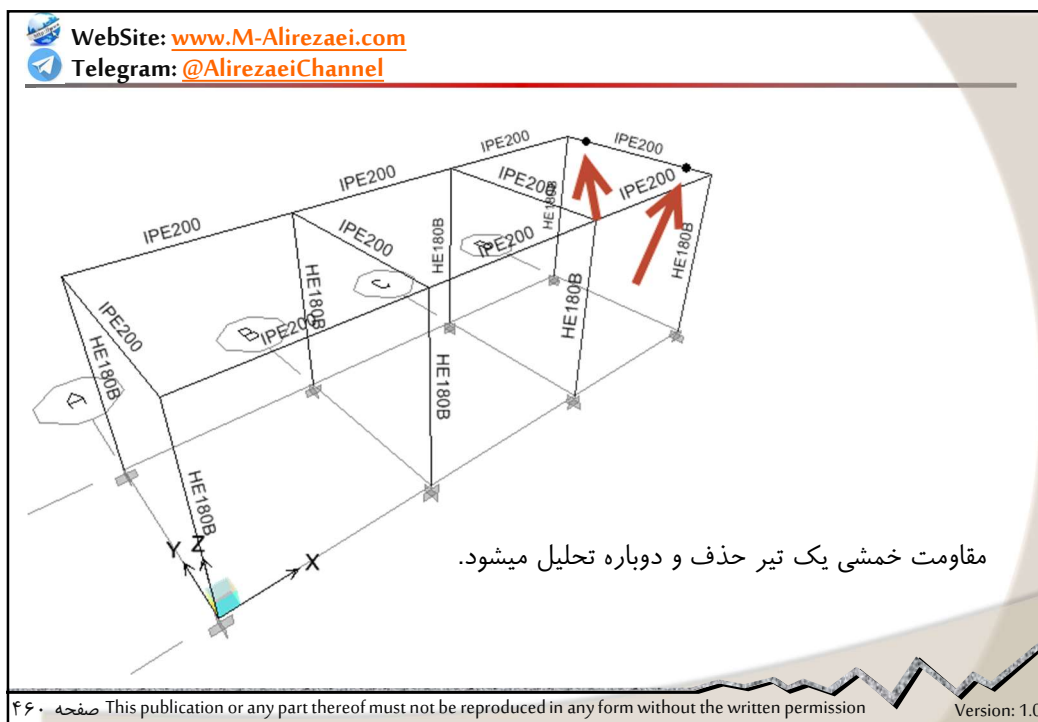
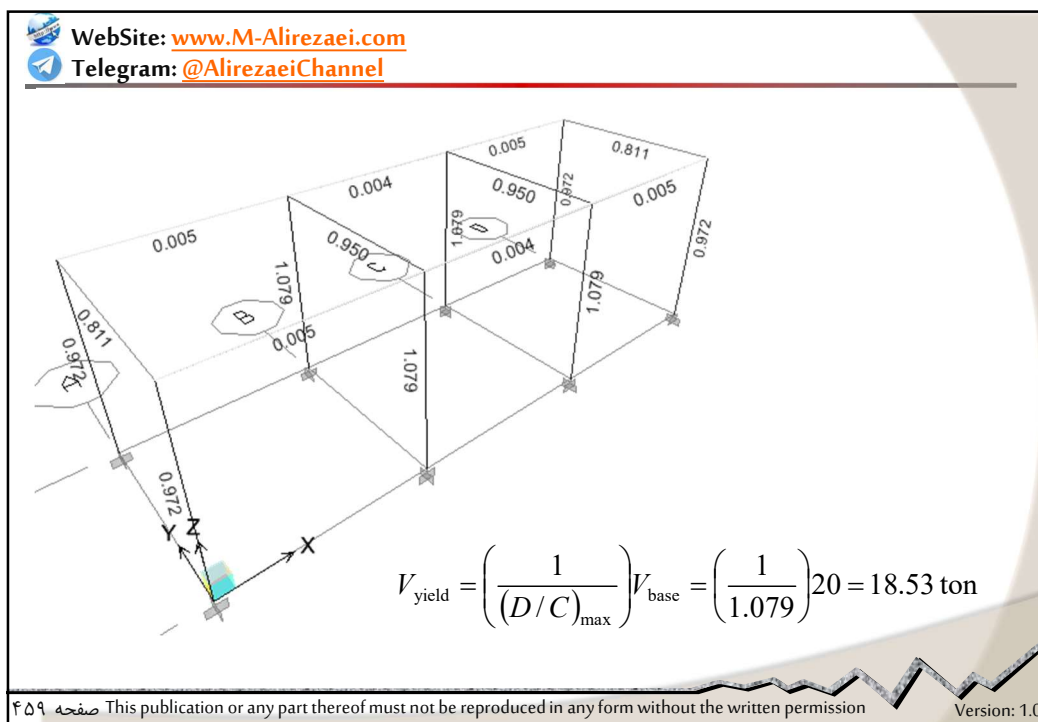
WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

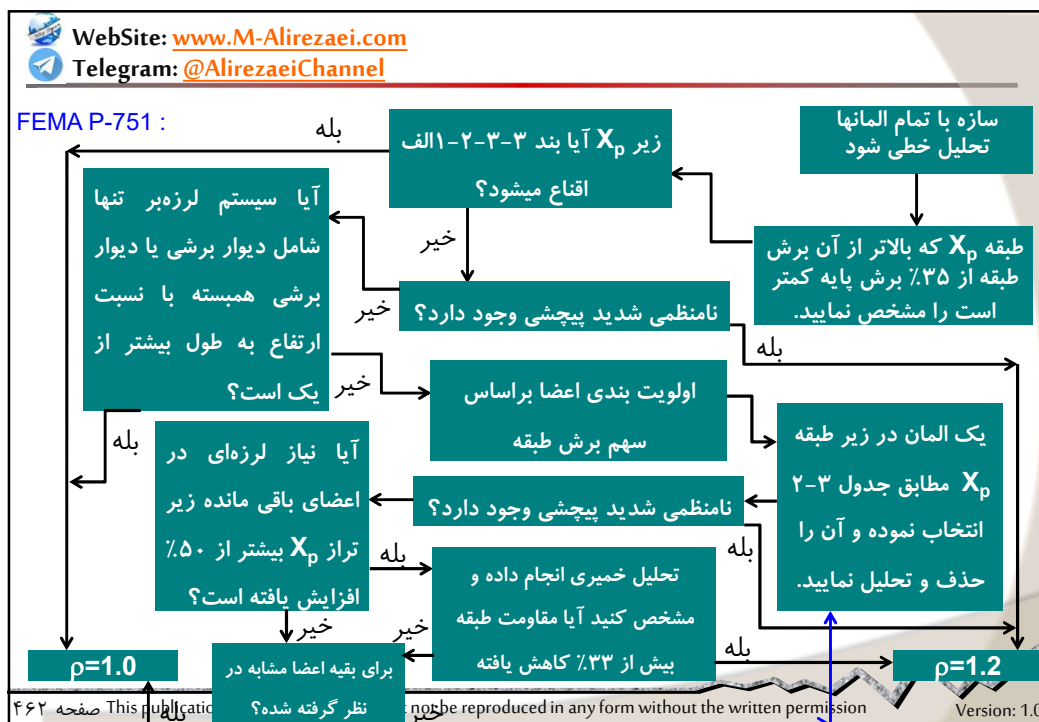
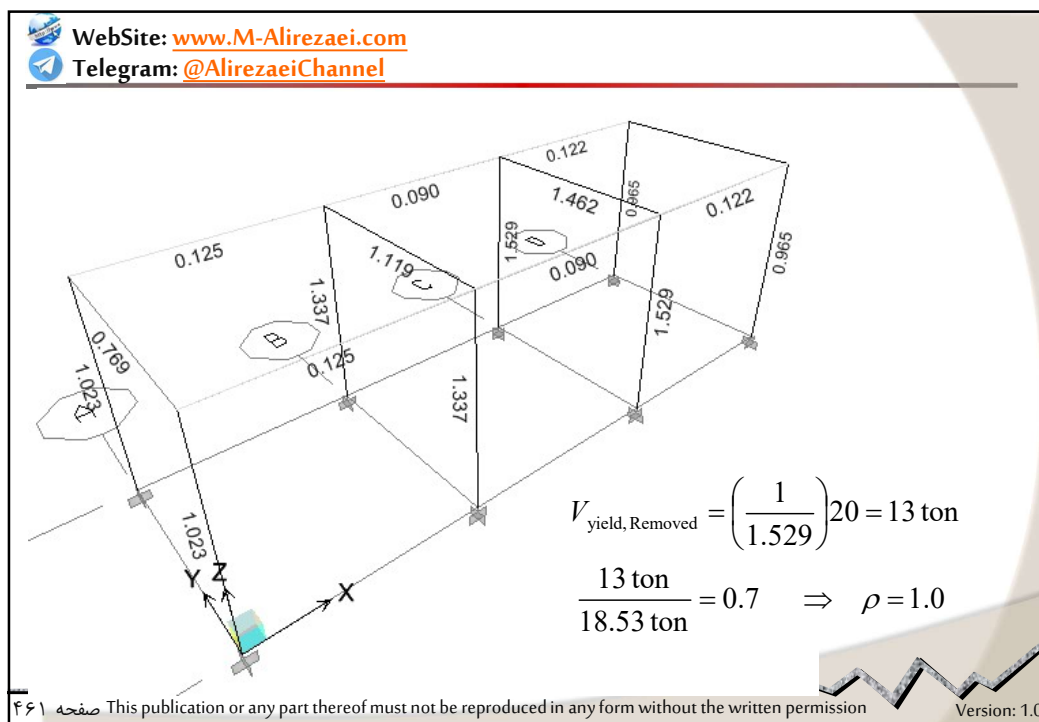
مثال

V=20 ton

Version: 1.0











WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/@AlirezaeiChannel)

### نیروی قائم ناشی از زلزله

نیروی قائم ناشی از زلزله که اثر مولفه قائم شتاب زلزله در ساختمان است، در موارد زیر باید محاسبات وارد شود:

الف) کل سازه ساختمان‌هایی که در پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد واقع شده‌اند.

ب) تیرهایی که دهانه آنها بیش از ۱۵ متر باشد، همراه با ستون‌ها و دیوارهای تکیه‌گاهی آنها.

پ) تیرهایی که بار قائم متمرکز قابل توجهی در مقایسه با سایر بارهای منتقل شده به تیر را تحمل می‌کنند، همراه با ستون و دیوارهای تکیه‌گاهی آنها. در صورتی که بار متمرکز حداقل نصف مجموع بارهای وارده به تیر باشد، آن بار قابل توجه تلقی می‌شود.

ت) بالکن‌ها و پیش‌آمدگی‌هایی که بصورت طره ساخته می‌شوند.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/@AlirezaeiChannel)

مقدار نیروی قائم از رابطه زیر محاسبه می‌شود و برای بالکن‌ها و پیش‌آمدگی‌ها باید در هر دو جهت رو به بالا و رو به پایین و بدون منظور نمودن اثر کاهنده بارهای ثقلی در نظر گرفته شود.

$$F_v = 0.6AIW_p$$

مقدار  $W_p$  در مورد بند الف، بار مرده و در مورد سایر بندها بار مرده + کل سربار زنده است.

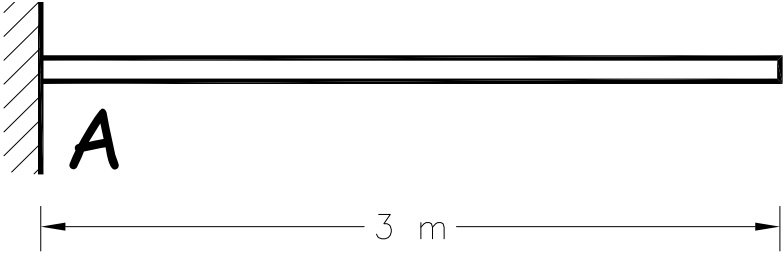
در نظر گرفتن نیروی قائم در هر دو جهت بالا و پایین برای طراحی اجزای سازه ضروری است.

\* نیروی قائم زلزله باید همزمان با بارهای مرده و زنده ترکیب شده و در طراحی اعضای سازه به کار رود. در این ترکیب ضوابط مربوط به اثرات متعامد زلزله نیز بایستی رعایت شود.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) مقدار نیروی قائم برای تیر کنسول نشان داده شده در شکل زیر را تعیین نمایید. وزن واحد طول تیر برابر ۳۰۰ کیلوگرم بر متر طول می باشد. مقدار ضریب لرزه خیزی منطقه  $A=0.35$  و ضریب اهمیت برابر یک می باشد.



$$F_v = 0.6 AIW_p = 0.6(0.35)(1.0)(300) = 63 \frac{kg}{m}$$

صفحه ۴۶۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

**Basic LRFD Load Combinations (ASCE-7):**

- 1.4D
- 1.2D + 1.6L + 0.5(L<sub>r</sub> or S or R)
- 1.2D + 1.6(L<sub>r</sub> or S or R) + (0.5L or 0.8W)
- 1.2D + 1.6W + 0.5L + 0.5(L<sub>r</sub> or S or R)
- 0.9D + 1.6W
- 1.2D + 1.0E + 0.5L + 0.2S
- 0.9D + 1.0E

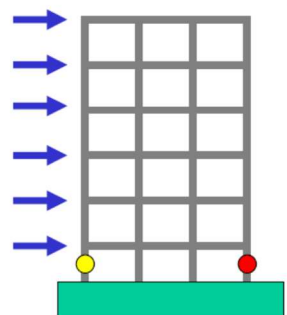
} Load Combinations Including E

صفحه ۴۷۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

$$1.2D + 1.0E + L + 0.2S$$

$$0.9D + 1.0E$$


## Basic Load Combinations

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### Definition of $E$ for use in basic load combinations:

For Load Combination:  $1.2D + 1.0E + 0.5L + 0.2S$

$$E = \rho Q_E + 0.2 S_{DS} D$$

For Load Combination:  $0.9D + 1.0E$

$$E = \rho Q_E - 0.2 S_{DS} D$$

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

$$E = \underbrace{\rho Q_E}_{\text{effect of horizontal forces}} \pm \underbrace{0.2 S_{DS} D}_{\text{effect of vertical forces}}$$

$E$  = the effect of horizontal and vertical earthquake-induced forces  
 $Q_E$  = effect of horizontal earthquake induced forces  
 $S_{DS}$  = design spectral acceleration at short periods  
 $D$  = dead load effect  
 $\rho$  = reliability factor  
 (depends on extent of redundancy in the seismic lateral resisting system;  
 $\rho$  varies from 1.0 to 1.2)

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

**Substitute  $E$  into basic load combinations:**

**For Load Combination:  $1.2D + 1.0E + 0.5L + 0.2S$**

substitute:  $E = \rho Q_E + 0.2 S_{DS} D$

⇒  $(1.2 + 0.2 S_{DS}) D + 1.0 \rho Q_E + 0.5L + 0.2S$

Maximum negative moments (tension on the top) at the face of the supports in the girders and maximum compressive forces in columns.

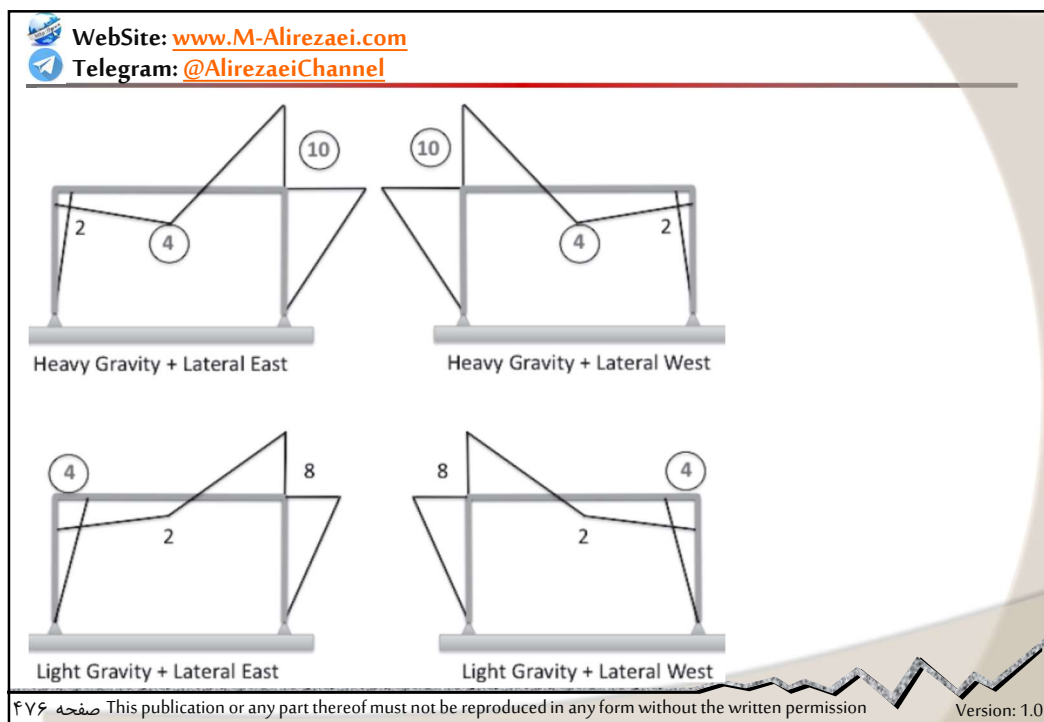
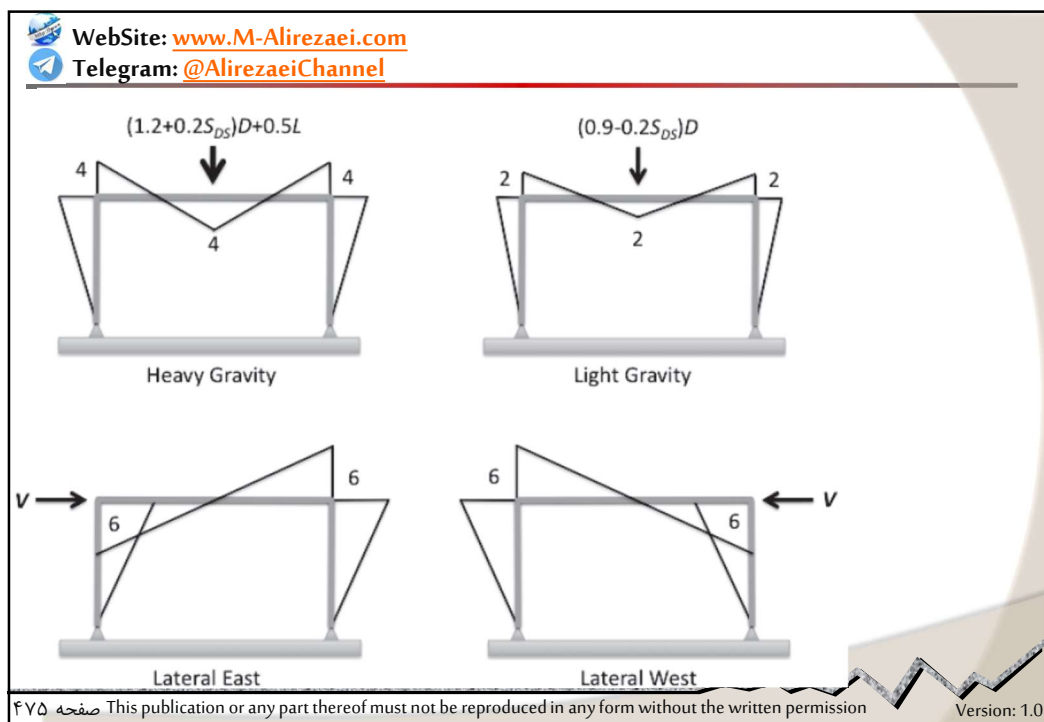
**For Load Combination:  $0.9D + 1.0E$**

$E = \rho Q_E - 0.2 S_{DS} D$  substitute:

⇒  $(0.9 - 0.2 S_{DS}) D + 1.0 \rho Q_E$

Maximum positive moments (or minimum negative moment) at the face of the supports of the girders and maximum tension (or minimum compression) in the columns.

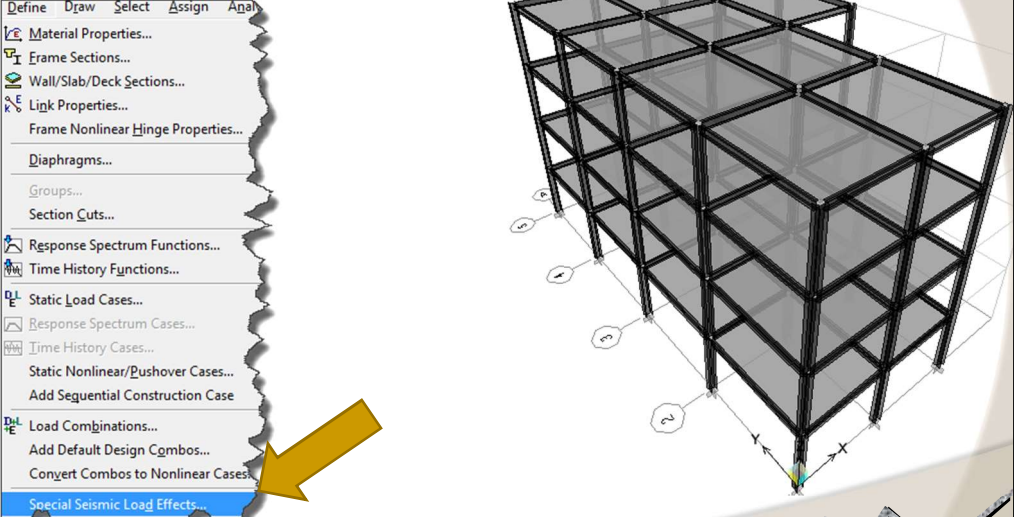
Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال اعمال نیروی قائم زلزله در نرم افزار...

نحوه اعمال بند الف (کل سازه):



Define Draw Select Assign Analyze  
 Material Properties...  
 Frame Sections...  
 Wall/Slab/Deck Sections...  
 Link Properties...  
 Frame Nonlinear Hinge Properties...  
 Diaphragms...  
 Groups...  
 Section Cuts...  
 Response Spectrum Functions...  
 Time History Functions...  
 Static Load Cases...  
 Response Spectrum Cases...  
 Time History Cases...  
 Static Nonlinear/Pushover Cases...  
 Add Sequential Construction Case  
 Load Combinations...  
 Add Default Design Combos...  
 Convert Combos to Nonlinear Cases...  
**Special Seismic Load Effects...**

صفحه ۴۷۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

Special Seismic Data for Design Using American Codes

Use for Design  
☒ Include Special Seismic Design Data ☐ Do Not Include Special Seismic Design Data

Rho Factor (Reliability Factor based on Redundancy)  
☐ Program Calculated  
☒ User Defined 1.2

IBC2000 Seismic Design Category  
☐ A, B or C  
☒ D, E or F

Lateral Force Resisting System Type  
☐ Dual System  
☒ Other

Omega Factor (System Overstrength Factor)  
☐ Program Default (3.0)  
☒ User Defined 3

DL Multiplier  
☐ Program Default (0.2)  
☒ User Defined 0.6\* $\Delta$

Notes  
 1 The program calculated Rho Factor is determined based on the method described in Section 18.6 of the 2000 International Building Code.  
 2 The program calculated Rho Factor is reported as a part of the Building Output data.  
 3 The Rho factor and the DL Multiplier are automatically applied to all program default design load combinations for the American codes (ACI, AISC, UBC). These factors must be applied manually by the user for other combinations.

OK Cancel

صفحه ۴۷۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

نحوه اعمال بند ب تا ت (اجزای سازه):

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
FV	QUAKE	0	None
DEAD	DEAD	1	
LIVE	LIVE	0	
EX	QUAKE	0	User Coefficient
EY	QUAKE	0	User Coefficient
EXN	QUAKE	0	User Coefficient
EXP	QUAKE	0	User Coefficient

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### تحلیل دینامیکی طیفی

Shear Frame      Mode 1      Mode 2      Mode 3      Mode 4      Mode 5

پاسخ کلی سازه، ترکیبی از چندین پاسخ مودی است. در سازه‌هایی که تعداد درجات آزادی زیاد است، به دلیل بالا رفتن حجم محاسبات، در نظر گرفتن پاسخ تمام مودها عملاً امکان پذیر نیست.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

**نکات مهم:**

- تعداد مدهای نوسان بایستی به میزانی باشد که در هر یک از دو امتداد متعامد سازه، مجموع جرم‌های موثر در آنها بیشتر از ۹۰٪ جرم کل سازه، در نظر گرفته شود.
- در روش طیفی نیازی به پیچش تصادفی مثبت و منفی نیست زیرا در تحلیل طیفی با توجه به مثبت بودن پاسخ‌ها نیازی به در نظر گرفتن پیچش تصادفی منفی نیست.
- در صورتی که میرایی سازه صفر باشد، روش ترکیب آثار مدها، SRSS و CQC تفاوتی نخواهد داشت.

**ASCE7-10**

**12.9.1 Number of Modes**

An analysis shall be conducted to determine the natural modes of vibration for the structure. The analysis shall include a sufficient number of modes to obtain a combined modal mass participation of at least 90 percent of the actual mass in each of the orthogonal horizontal directions of response considered by the model.

Version: 1.0

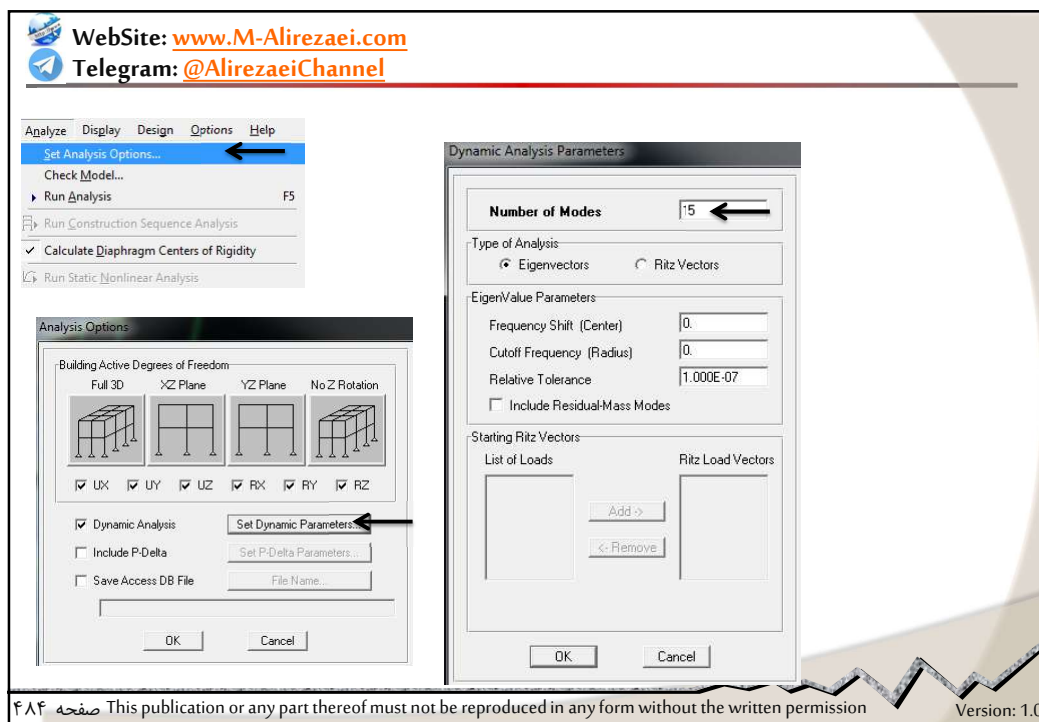
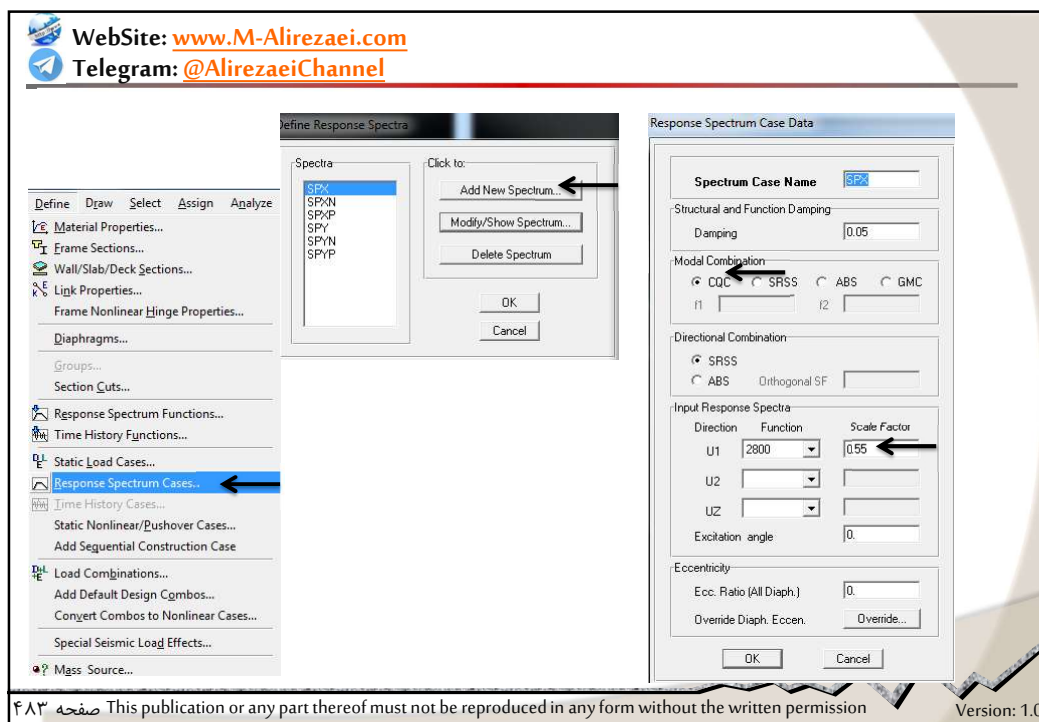
WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال نحوه انجام تحلیل دینامیکی در نرم‌افزار...

The screenshot shows the CSi ETABS software interface. On the left is the 'Define' menu with 'Response Spectrum Functions...' selected. In the center is the 'Define Response Spectrum Functions' dialog box. It has a 'Response Spectra' list with '2800' selected. The 'Choose Function Type to Add' dropdown is set to 'Spectrum from File'. Below this are buttons for 'Add New Function...', 'Modify/Show Spectrum...', and 'Delete Spectrum'. On the right is the 'Response Spectrum: Function Definition' window. It shows 'Function Name' as '2800' and 'Function Damping Ratio' as '0.05'. Below this is a table with 'Period' and 'Acceleration' columns. The 'Period' column has values from 0.01 to 0.08. The 'Acceleration' column has values from 1.1167 to 1.9333. There are 'Add', 'Modify', and 'Delete' buttons next to the table. At the bottom is a 'Function Graph' showing a curve on a grid. The graph has a title bar that says 'Function Graph' and a status bar that says 'Display Graph' and '( 2.3921 , 1.2121 )'. There are 'OK' and 'Cancel' buttons at the bottom of the window.

Version: 1.0





WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: @AlirezaeiChannel

Display Design Options Help

- Show Undeformed Shape
- Show Loads
- Show Deformed Shape...
- Show Mode Shape...
- Show Member Forces/Stress Diagram
- Show Energy/Virtual Work Diagram...
- Show Response Spectrum Curves...
- Show Time History Traces...
- Show Static Pushover Curve...
- Show Story Response Plots...
- Show Tables...

Model Participating Mass Ratios

Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
1	1.198827	3.9445	66.4379	0.0000	3.9445	66.4379	0.0000	84.7835
2	1.076380	68.5218	7.6382	0.0000	72.4663	74.0760	0.0000	8.9396
3	0.893897	7.3751	6.2825	0.0000	79.8414	80.3585	0.0000	5.8102
4	0.437150	3.0575	5.8150	0.0000	82.8989	86.1735	0.0000	0.0162
5	0.410476	7.2508	3.9681	0.0000	90.1497	90.1416	0.0000	0.0609
6	0.361599	0.5484	1.5087	0.0000	90.6981	91.6503	0.0000	0.1205
7	0.280821	2.4186	0.1733	0.0000	93.1167	91.8236	0.0000	0.0003
8	0.239744	0.0459	2.4638	0.0000	93.1626	94.2873	0.0000	0.1850
9	0.221429	0.6537	0.0243	0.0000	93.8163	94.3116	0.0000	0.0019
10	0.196154	2.8502	0.0912	0.0000	96.6665	94.4028	0.0000	0.0015
11	0.184300	0.0217	3.5368	0.0000	96.6882	97.9396	0.0000	0.0539
12	0.162376	1.3949	0.0074	0.0000	98.0831	97.9470	0.0000	0.0047
13	0.126060	0.8898	0.0105	0.0000	98.9729	97.9575	0.0000	0.0000
14	0.119800	0.0074	1.4492	0.0000	98.9803	99.4067	0.0000	0.0048
15	0.106605	0.5899	0.0017	0.0000	99.5502	99.4085	0.0000	0.0000
16	0.098928	0.1783	0.2513	0.0000	99.7285	99.6598	0.0000	0.0083

Miscellaneous Data

ANALYSIS RESULTS (6 of 24 tables selected)

- Displacements
- Reactions
- Modal Information
  - Building Modes
    - Table: Model Participation Factors
    - Table: Model Participating Mass Ratios
    - Table: Modal Load Participation Ratios
    - Table: Response Spectrum Accelerations
    - Table: Response Spectrum Modal Amplitudes
    - Table: Response Spectrum Base Reactions
- Building Output
  - Frame Output
  - Area Output
  - Objects and Elements

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: @AlirezaeiChannel

## اصلاح برش پایه دینامیکی

در مواردی که برش پایه بدست آمده از تحلیل دینامیکی کمتر از برش پایه استاتیکی باشد، مقدار برش پایه دینامیکی باید به مقادیر زیر افزایش داده شود و بازتابهای سازه متناسب با آن اصلاح گردد.

الف) سازه های نامنظم، که نامنظمی در آنها در نوع «طبقه خیلی ضعیف» یا «طبقه خیلی نرم» و یا شدید پیچشی نباشد، مقادیر بازتابها باید در ۹۰٪ نسبت برش استاتیکی به دینامیکی طیفی ضرب شوند. در حالتی که سازه دارای نامنظمیهای ذکر شده در فوق باشد، باید بازتابها در ۱۰۰٪ نسبت برش پایه استاتیکی به دینامیکی ضرب شود.

ب) در سازه های منظم، مقادیر بازتابها باید در ۸۵٪ نسب برش استاتیکی به دینامیکی ضرب شوند.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: @AlirezaeiChannel

آیین‌نامه ASCE7-10 در تنها یک مورد، که مقدار شتاب طیفی در دوره تناوب یک ثانیه بزرگتر یا مساوی 0.6g باشد، مقدار جابجایی‌های سازه حاصل از تحلیل دینامیکی را به نسبت برش پایه استاتیکی به دینامیکی افزایش می‌دهد. لیکن در ۲۸۰۰ در تمام موارد بایستی بازتاب‌های سازه در این نسبت ضرب شوند.

**ASCE7-10**

**12.9.4.2 Scaling of Drifts**

Where the combined response for the modal base shear ( $V_t$ ) is less than  $0.85C_sW$ , and where  $C_s$  is determined in accordance with Eq. 12.8-6, drifts shall be multiplied by  $0.85 C_s W/V_t$

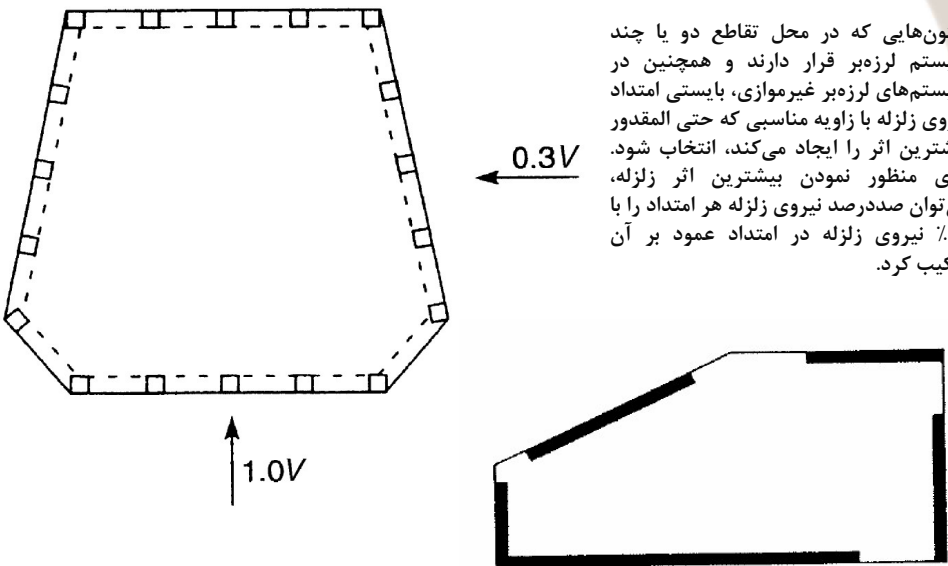
In addition, for structures located where  $S_1$  is equal to or greater than 0.6g,  $C_s$  shall not be less than

$$C_s = 0.5S_1/(R/I_e) \quad (12.8-6)$$

صفحه ۴۸۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: @AlirezaeiChannel

**اثرات مولفه‌های متعامد زلزله در تحلیل دینامیکی**



ستون‌هایی که در محل تقاطع دو یا چند سیستم لرزه‌بر قرار دارند و همچنین سیستم‌های لرزه‌بر غیرموازی، بایستی امتداد نیروی زلزله با زاویه مناسبی که حتی المقدور بیشترین اثر را ایجاد می‌کند، انتخاب شود. برای منظور نمودن بیشترین اثر زلزله، می‌توان صددرصد نیروی زلزله هر امتداد را با ۳۰٪ نیروی زلزله در امتداد عمود بر آن ترکیب کرد.

صفحه ۴۸۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

۳-۱-۴ ساختمان باید در دو امتداد عمود بر هم در برابر نیروی زلزله محاسبه شود. به طور کلی می‌توان، محاسبه در هر یک از دو امتداد را جز در موارد زیر به طور مجزا و بدون در نظر گرفتن نیروی زلزله در امتداد دیگر، انجام داد.

الف) ساختمان‌های نامنظم در پلان

ب) کلیه ستون‌هایی که در محل تقاطع دو یا چند سیستم مقاوم باربر جانبی قرار دارند. در این موارد چنانچه، بار محوری ناشی از اثر زلزله در ستون، در هر یک از دو امتداد مورد نظر، کمتر از ۲۰٪ ظرفیت بار محوری ستون باشد، این ضابطه را می‌توان نادیده گرفت.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

بنابراین بطور کلی می‌توان حالت‌های مختلف تحلیل را به ۱۶ تحلیل جدا (مثبت و منفی) تقسیم کرد.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)



The image shows the cover of FEMA 450 CD, titled "2003 NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings and Structures and Accompanying Commentary". The cover features a blue background with a white grid pattern and a photograph of a multi-story building. The FEMA logo is visible in the top left corner of the cover.

## FEMA 451 - August 2006

صفحه ۴۹۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

### FEMA 451 (Federal Emergency Management Agency)

#### 3.1.6.3 Torsion, Orthogonal Loading, and Load Combinations

There are three possible methods for applying the orthogonal loading rule:

1. Run the response-spectrum analysis with 100 percent of the scaled X spectrum acting in one direction, concurrent with the application of 30 percent of the scaled Y spectrum acting in the orthogonal direction. Use CQC for combining modal maxima. Perform a similar analysis for the larger seismic forces acting in the Y direction.
2. Run two separate response-spectrum analyses, one in the X direction and one in the Y direction, with CQC being used for modal combinations in each analysis. Using a direct sum, combine 100 percent of the scaled X-direction results with 30 percent of the scaled Y-direction results. Perform a similar analysis for the larger loads acting in the Y direction.
3. Run two separate response-spectrum analyses, one in the X direction and one in the Y-direction, with CQC being used for modal combinations in each analysis. Using SRSS, combine 100 percent of the scaled X-direction results with 100 percent of the scaled Y-direction results

صفحه ۴۹۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

برای در نظر گرفتن اثر زلزله در جهات متعامد در تحلیل طیفی سه روش وجود دارد:

۱- در یک تحلیل طیفی، ۱۰۰٪ طیف در جهت X (مقیاس شده) و ۳۰٪ طیف در جهت Y (مقیاس شده) بر سازه اعمال شده و اثرات آنها با هم جمع زده می شود (قدرمطلق).

۲- در دو تحلیل جداگانه یک بار ۱۰۰٪ طیف در جهت X (مقیاس شده) و یک بار هم ۱۰۰٪ طیف در جهت Y (مقیاس شده) بر سازه اعمال شده و در ترکیب بارها ۱۰۰٪ نیروی زلزله در هر جهت را با ۳۰٪ در جهت عمود بر آن ترکیب نمایید.

۳- در یک تحلیل طیفی، ۱۰۰٪ طیف در جهت X (مقیاس شده) و ۱۰۰٪ طیف در جهت Y (مقیاس شده) بر سازه اعمال شده و اثرات آنها با هم بصورت جذر مجموع مربعات جمع زده می شود.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

روش اول...

Computers and Structures, Inc.  
 Berkeley, California, USA

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission  
 Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### Scaled Absolute Sum Method

Specify  $0 < \text{dirf} < 1$  to combine the directional results by the scaled absolute sum method. Here, the directional results are combined by taking the maximum, over all directions, of the sum of the absolute values of the response in one direction plus **dirf** times the response in the other directions.

For example, if **dirf** = 0.3, the spectral response,  $R$ , for a given displacement, force, or stress would be:

$$R = \max(\bar{R}_1, \bar{R}_2, \bar{R}_3)$$

where:

$$\bar{R}_1 = R_1 + 0.3(R_2 + R_3)$$

$$\bar{R}_2 = R_2 + 0.3(R_1 + R_3)$$

$$\bar{R}_3 = R_3 + 0.3(R_1 + R_2)$$

and  $R_1$ ,  $R_2$ , and  $R_3$  are the modal-combination values for each direction.

صفحه ۴۹۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

روش دوم...

Computers and Structures, Inc.  
 Berkeley, California, USA

Response Spectrum Case Data

Spectrum Case Name: METHOD2

Structural and Function Damping: Damping: 0.05

Modal Combination: ☒ CQC ☐ SRSS ☐ ABS ☐ GMC

Dirf: 0.3

Directional Combination: ☒ SRSS ☐ ABS ☐ Orthogonal SF

Input Response Spectra:

Direction	Function	Scale Factor
U1	2800	1
U2		
UZ		

Excitation angle: 0.0

Eccentricity: Ecc. Ratio (All Diaph.): 0.0

Override Diaph. Eccen.: Override...

OK Cancel

صفحه ۴۹۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

CSi  
 COMPUTERS & STRUCTURES INC.  
 Computers and Structures, Inc.  
 Berkeley, California, USA

روش سوم...

Response Spectrum Case Data

Spectrum Case Name: METHOD3

Structural and Function Damping  
 Damping: 0.05

Modal Combination  
☒ CQC ☐ SRSS ☐ ABS ☐ GMC  
 f1:  f2:

Directional Combination  
☒ SRSS ☐ ABS Orthogonal SF:

Input Response Spectra

Direction	Function	Scale Factor
U1	2800	1
U2	2800	1
U3		

Excitation angle: 0.

Eccentricity  
 Ecc. Ratio (All Diaph.): 0.  
 Override Diaph. Eccen.: Override...

OK Cancel

Version: 1.0

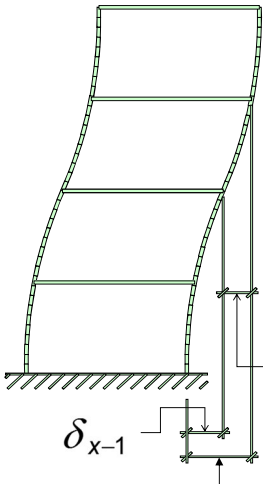
WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### کنترل جابجایی سازه



Structural displacement,  $\delta_x = C_d \cdot \delta_{xe}$   
 where,  
 $\delta_{xe}$  = Elastic deflection calculated from design forces  
 $C_d$  = Deflection amplification factor

Drift,  $\Delta = \delta_x - \delta_{x-1}$

صفحه ۴۹۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

برای کنترل جابجایی سازه داریم:

که در آن  $\Delta_M$  جابجایی نسبی واقعی سازه و  $C_d$  ضریب بزرگنمایی مطابق جدول ۳-۴ استاندارد ۲۸۰۰ است.

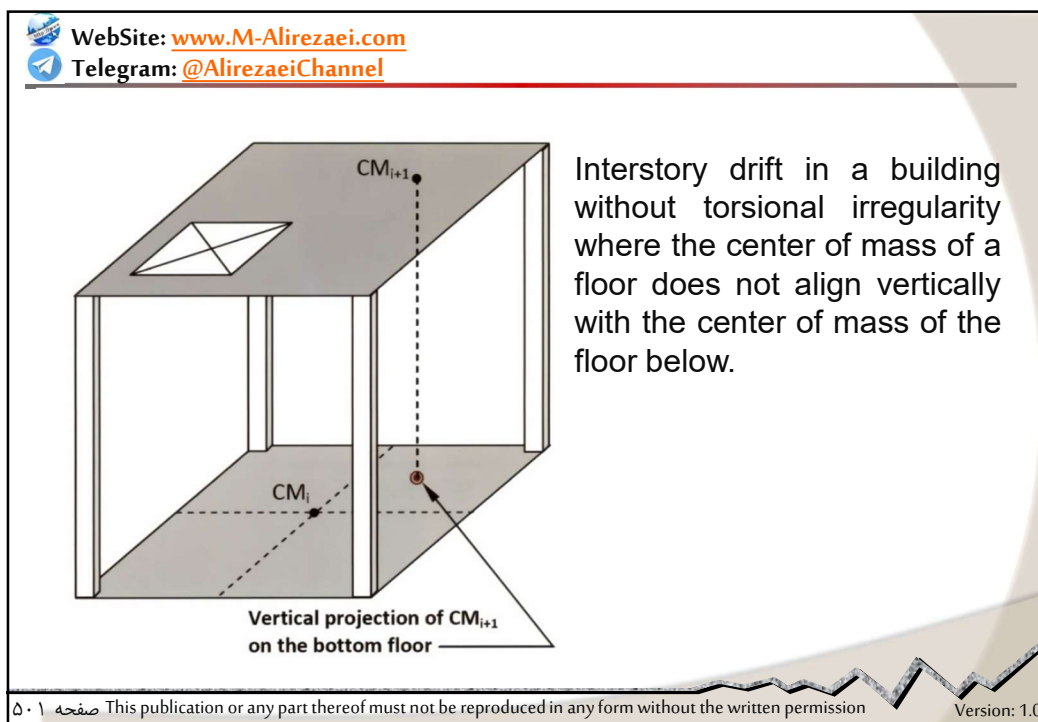
$\Delta_M = C_d \Delta_{eu}$

$\Delta_M < \begin{cases} 0.025h & \text{در ساختمان‌های ۵ طبقه} \\ 0.020h & \text{در سایر ساختمان‌های} \end{cases}$

\* در ساختمان‌های نامنظم پیچشی و یا نامنظم شدید پیچشی، برای محاسبه تغییرمکان نسبی هر طبقه، به جای اختلاف جابجایی در مرکز جرم، کنها، بایستی تفاوت بین تغییرمکان جانبی کف‌های بالا و پایین آن طبقه در امتداد محورهای کناری سازه مد نظر باشد.

\* اثر ترک خوردگی در ممان اینرسی تیرها، ستونها و دیوارهای بتنی در نظر گرفته شود.

صفحه ۵۰۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel



## ASCE7-10

### 12.8.6 Story Drift Determination

The design story drift ( $\Delta$ ) shall be computed as the difference of the deflections at the centers of mass at the top and bottom of the story under consideration. See Fig. 12.8-2. Where centers of mass do not align vertically, it is permitted to compute the deflection at the bottom of the story based on the vertical projection of the center of mass at the top of the story. Where allowable stress design is used,  $\Delta$  shall be computed using the strength level seismic forces specified in Section 12.8 without reduction for allowable stress design.

For structures assigned to Seismic Design Category C, D, E, or F having horizontal irregularity Type 1a or 1b of Table 12.3-1, the design story drift,  $\Delta$ , shall be computed as the largest difference of the deflections of vertically aligned points at the top and bottom of the story under consideration along any of the edges of the structure.

Version: 1.0

 WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

---

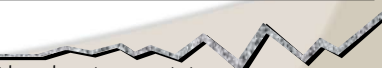
طبق ASCE7-10 در مدلسازی و برای تعیین جابجایی سازه، بایستی برای سازه بتنی اثر ترک خوردگی مقاطع در نظر گرفته شود. همچنین برای سازه فولادی بایستی اثرات تغییرشکل چشمه اتصال نیز در نظر گرفته شود، که این مورد آخر در ۲۸۰۰ به صریحاً بیان نشده است (بند ۳-۱-۶ ASCE7-10 استاندارد ۲۸۰۰ را ببینید).


**12.7.3 Structural Modeling**

A mathematical model of the structure shall be constructed for the purpose of determining member forces and structure displacements resulting from applied loads and any imposed displacements or P-delta effects.

In addition, the model shall comply with the following:

- Stiffness properties of concrete and masonry elements shall consider the effects of cracked sections.
- For steel moment frame systems, the contribution of panel zone deformations to overall story drift shall be included.



 صفحه ۵۰۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

 WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

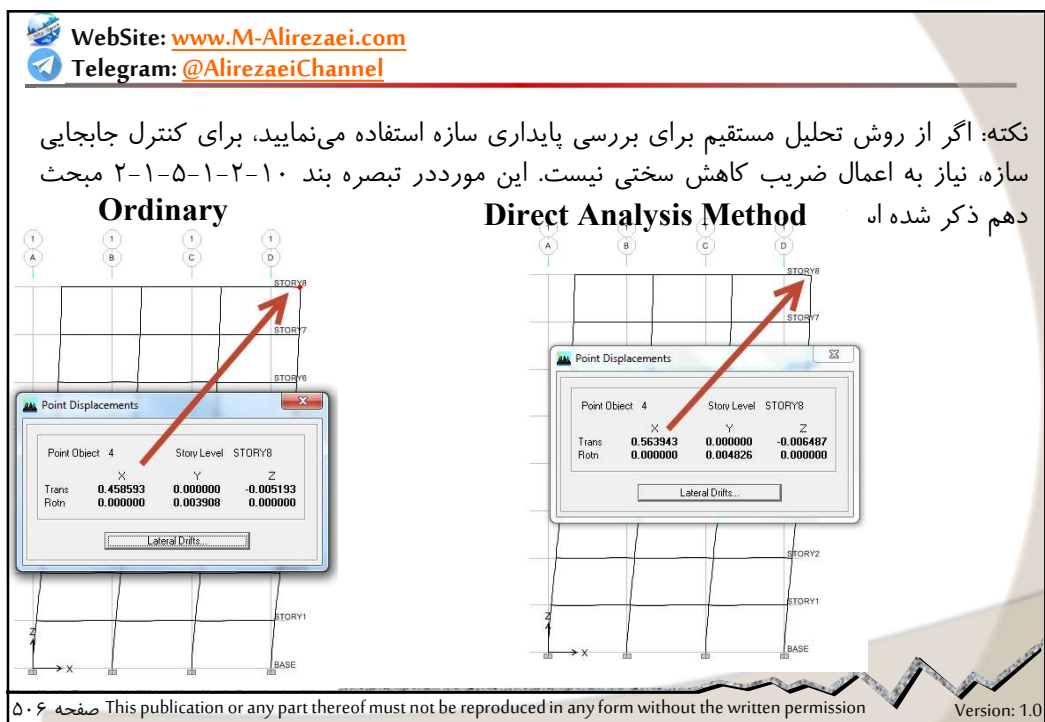
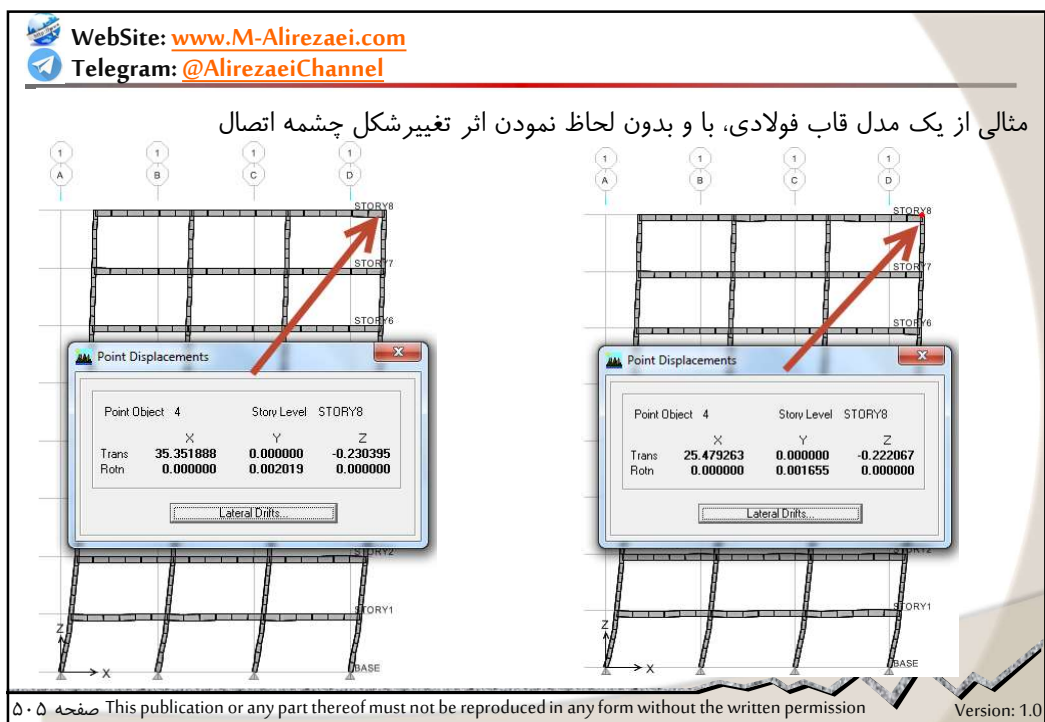
---

۵-۵-۳ در سازه‌های بتن مسلح در تعیین تغییر مکان جانبی نسبی طرح، ممان اینرسی مقطع ترک خورده قطعات را می‌توان، مطابق توصیه آیین‌نامه بتن ایران «آبا» برای تیرها  $0.35I_g$ ، برای ستون‌ها  $0.7I_g$ ، و برای دیوارها  $0.35I_g$  و  $0.7I_g$  نسبت به میزان ترک خوردگی، منظور کرد. برای زلزله، بهره برداری مقادیر این ممان اینرسی‌ها را می‌توان تا ۱/۵ برابر افزایش داد و از اثر پی دلتا صرف نظر کرد.





 صفحه ۵۰۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0





WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

طبق بند ۳-۱۲-۲ استاندارد ۲۸۰۰ و همچنین ASCE7-10 در صورت استفاده از تحلیل غیرارتجاعی، میزان جابجایی مجاز سازه را میتوان ۲۵٪ بیشتر در نظر گرفت.

### ASCE7-10

#### 16.2.4.3 Story Drift

The design story drift,  $\Delta_i$ , obtained from the analyses shall not exceed 125 percent of the drift limit specified in Section 12.12.1.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

### درز انقطاع برای سازه

\* در ساختمان‌های با اهمیت خیلی زیاد و زیاد، با هر تعداد طبقه و یا در ساختمان‌های بیشتر از ۸ طبقه از روش جذر مجموع مربعات برای تعیین درز انقطاع استفاده شود. در صورت عدم وجود مشخصات سازه مجاور، ۷۰٪ مقدار تغییر مکان واقعی طرح در نظر گرفته شود.

\* برای ساختمان‌های ۸ طبقه و کمتر میزان درز انقطاع پنج هزارم ارتفاع سازه در نظر گرفته شود.




Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

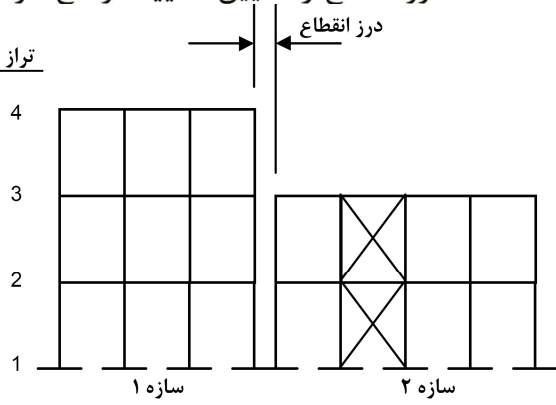
نمونه ای از خسارات ایجاد شده در اثر ضربه سازه های مجاور



صفحه ۵۰۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

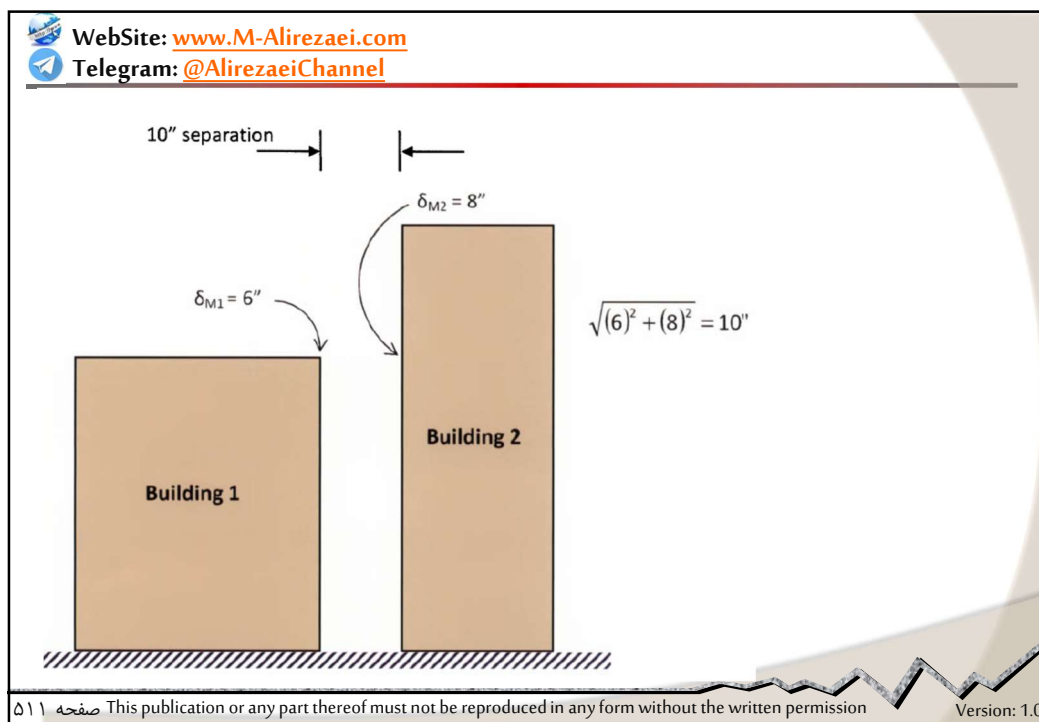
WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

دو سازه نشان داده شده در شکل زیر را در نظر بگیرید که سازه اول ۴ طبقه با ضریب رفتار ۵ و سازه دوم دو طبقه با ضریب رفتار ۳/۵ می باشد. طبق استاندارد ۲۸۰۰ بایستی بین دو سازه درز انقطاع رعایت شود. مقدار تغییرمکان هر یک از طبقات در جدول زیر نشان داده شده است. درز انقطاع را تعیین نمایید. ارتفاع هر طبقه ۳ متر فرض شود.



سازه ۱		سازه ۲	
تراز	$\Delta_s$	تراز	$\Delta_s$
۴	۳/۴۵	-	-
۳	۲/۵۴	۳	۱/۹
۲	۱/۲	۲	۰/۸۸
۱	۰	۱	۰

صفحه ۵۱۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### تحلیل تاریخچه زمانی

این تحلیل میتواند بصورت خطی یا غیرخطی انجام شود. طبق بند ۳-۴ استاندارد ۲۸۰۰، کلیه پارامترهای مربوط به حرکت زمین نظیر جرم، نسبت شتاب مبنا و غیر در این روشها، همان مقادیر روش تحلیل استاتیکی معادل هستند.

در این روش با اثر دادن شتاب زمین به صورت تابعی از زمان، در تراز پایه و محاسبه پاسخ مدل، ریاضی ساختمان، با فرض رفتار خطی انجام میشود. در این تحلیل نسبت میرایی ۵٪ در نظر گرفته میشود.

در صورتی که از سه زوج شتاب نگاشت استفاده شود، مقادیر حداکثر پاسخ ها و در صورت انتخاب هفت شتابنگاشت، مقادیر متوسط پاسخ ها در نظر گرفته می شود.

فصل ۱۶ آیین نامه ASCE7 به این تحلیل ها پرداخته است.

۵۱۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/@AlirezaeiChannel)

---

## ASCE7-10

### 16.1.3.1 Two-Dimensional Analysis

Where two-dimensional analyses are performed, each ground motion shall consist of a horizontal acceleration history, selected from an actual recorded event. Appropriate acceleration histories shall be obtained from records of events having magnitudes, fault distance, and source mechanisms that are consistent with those that control the maximum considered earthquake. Where the required number of appropriate recorded ground motion records are not available, appropriate simulated ground motion records shall be used to make up the total number required. The ground motions shall be scaled such that the average value of the 5 percent damped response spectra for the suite of motions is not less than the design response spectrum for the site for periods ranging from  $0.2T$  to  $1.5T$  where  $T$  is the natural period of the structure in the fundamental mode for the direction of response being analyzed.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/@AlirezaeiChannel)

---

## ASCE7-10

### 16.1.3.2 Three-Dimensional Analysis

Where three-dimensional analyses are performed, ground motions shall consist of pairs of appropriate horizontal ground motion acceleration components that shall be selected and scaled from individual recorded events. Appropriate ground motions shall be selected from events having magnitudes, fault distance, and source mechanisms that are consistent with those that control the maximum considered earthquake. Where the required number of recorded ground motion pairs is not available, appropriate simulated ground motion pairs are permitted to be used to make up the total number required. For each pair of horizontal ground motion components, a square root of the sum of the squares (SRSS) spectrum shall be constructed by taking the SRSS of the 5 percent-damped response spectra for the scaled components (where an identical scale factor is applied to both components of a pair). Each pair of motions shall be scaled such that in the period range from  $0.2T$  to  $1.5T$ , the average of the SRSS spectra from all horizontal component pairs does not fall below the corresponding ordinate of the response spectrum used in the design, determined in accordance with Section 11.4.5 or 11.4.7.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/@AlirezaeiChannel)

چگونه شتابنگاشت‌ها را دانلود نماییم؟

Google peer strong motion database

Web Videos Images Shopping News More Search tools

About 107,000 results (0.35 seconds)

**Scholarly articles for peer strong motion database**  
 NGA project strong-motion database - Chiou - Cited by 327  
 ... CAV) based on the PEER-NGA strong motion database - Campbell - Cited by 15  
 Strong motion record processing for the PEER center - Darragh - Cited by 15

**PEER Strong Motion Database - University of California**  
[ngawest2.berkeley.edu/](http://ngawest2.berkeley.edu/)  
 Relational database providing information about and access to strong motion recordings. Available in both java and text versions.  
 Sign in - NGA West 2 - NGA-West2 - PEER

<http://ngawest2.berkeley.edu/>  
<http://www.consrv.ca.gov/cgs/snip/>

**PEER Strong Motion Database**  


صفحه ۵۱۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/@AlirezaeiChannel)

**PEER Ground Motion Database**  
 Pacific Earthquake Engineering Research Center

HOME DOCUMENTATION HELP FEEDBACK PEER  
 SIGN\_UP OR SIGN\_IN

Welcome to the PEER Ground Motion Database

The web-based Pacific Earthquake Engineering Research Center (PEER) ground motion database provides tools for searching, selecting and downloading ground motion data.



ALL downloaded records are UNSCALED and as-recorded (UNROTATED). The scaling tool available on this site is to be used to determine the scale factors to be used in the simulation platform. These scale factors can be found with the record metadata in the download (Scaling the traces within this tool would only cause confusion with file versioning).

Please note that, due to copyright issues, a strict limit has been imposed on the number of records that can be downloaded within a unique time window. The current limit is set at approximately 200 records every two weeks, 400 every month. Abusive download will result in further restrictions.

The database and web site are periodically updated and expanded. Comments on the features of this web site are gratefully welcome; please send emails to: [peer\\_center@berkeley.edu](mailto:peer_center@berkeley.edu)

**NGA-West2 -- Shallow Crustal Earthquakes in Active Tectonic Regimes**

The NGA-West2 ground motion database includes a very large set of ground motions recorded in worldwide shallow crustal earthquakes in active tectonic regimes. The database has one of the most comprehensive sets of meta-data, including different distance measure, various site characterizations, earthquake source data, etc. The current version of the database is similar to the NGA-West2 database which was used to develop the 2014

صفحه ۵۱۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

آشنایی با نرم افزار پردازش شتابنگاشت‌ها



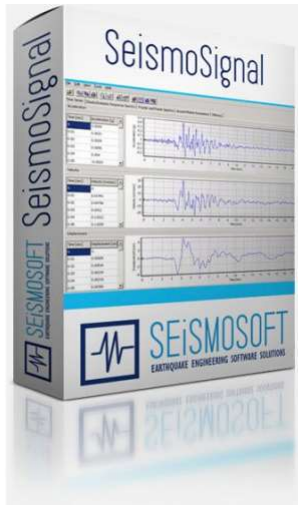
SeismoStruct is an award-winning program developed for assessment of different classes of structures, such as plants, subjected to earthquake strong motion. It features static and dynamic analysis methods (pushover, incremental dynamic analysis) to meet the analytical requirements posed by the modern assessment and design philosophy.

<http://www.seismosoft.com>

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

## SeismoSignal



SeismoSignal constitutes a simple, yet efficient, package for the processing of strong-motion data. Amongst other things, it allows for the derivation of elastic and constant ductility inelastic response spectra, computation of Fourier amplitude spectra, filtering of high and low frequency record content and estimation of other important seismological parameters, such as the Arias Intensity and the significant and effective durations.

Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

**همپایه نمودن شتابنگاشت‌ها:**

قبل از اعمال شتابنگاشت‌ها به سازه بایستی آنها را همپایه نمایید. بدین معنی که قدرت آنها تقریباً در سطح طیف ارتجاعی استاندارد قرار گیرد تا مقایسه آنها امکان پذیر باشد. آیین نامه الزام میکند، در محدود  $0.2T$  تا  $1.5T$  بایستی همپایه سازی انجام شود. لیکن توضیح واضحی در ارتباط با  $T$  نمیدهد. مقدار  $T$  دوره تناوب اصلی سازه است.

**ASCE7-10** در صورتی که دوره تناوب سازه در دو جهت متفاوت باشد چه کنیم؟

**16.1.3.2 Three-Dimensional Analysis**

“For each pair of horizontal ground motion components a square root of the sum of the squares (SRSS) spectrum shall be constructed by taking the SRSS of the 5-percent damped response spectra for the scaled components (where an identical scale factor is applied to both components of a pair). Each pair of motions shall be scaled such that for each period in the range from  $0.2T$  to  $1.5T$ , the average of the SRSS spectra from all horizontal component pairs does not fall below the corresponding ordinate of the design response spectrum, determined in accordance with Section 11.4.5 or 11.4.7.”

Version: 1.0

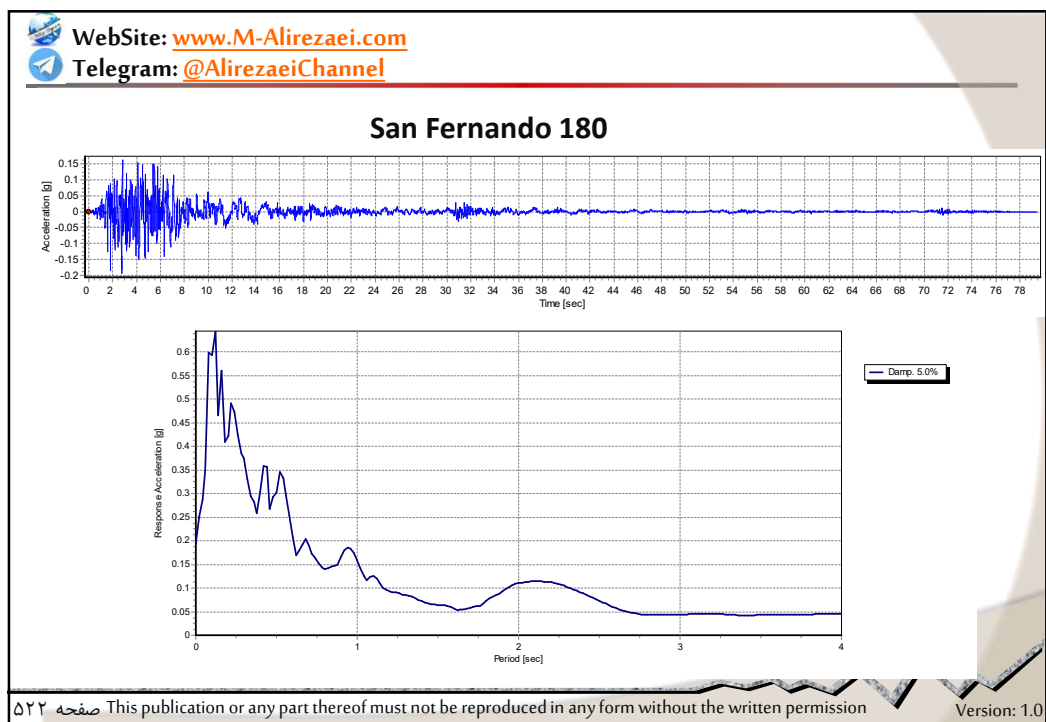
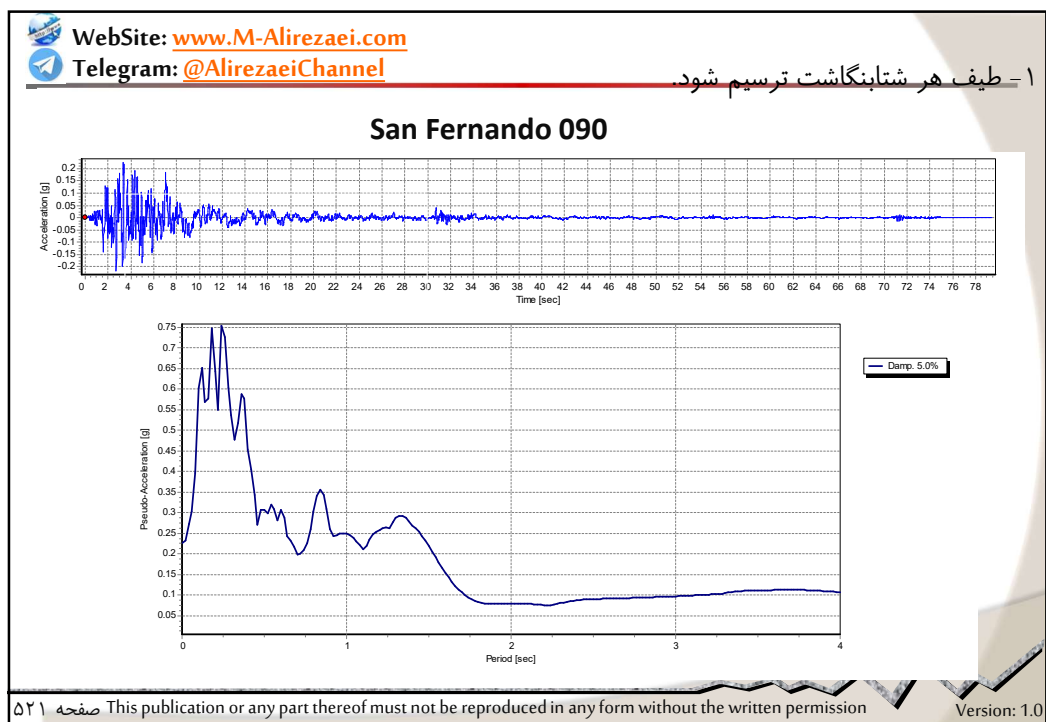
WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

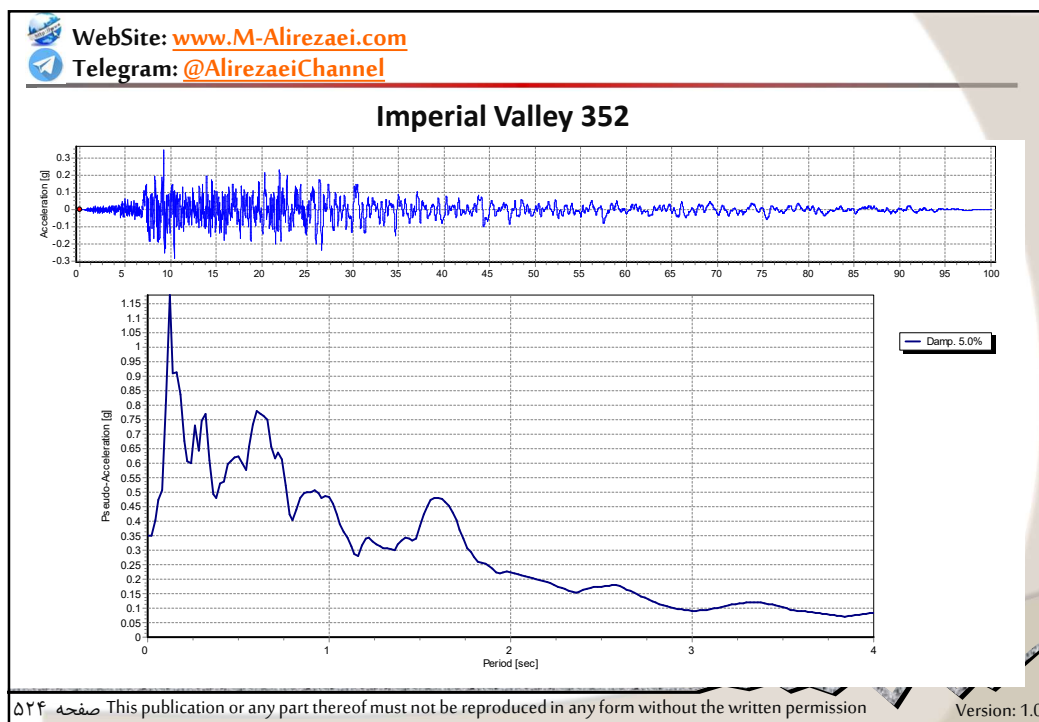
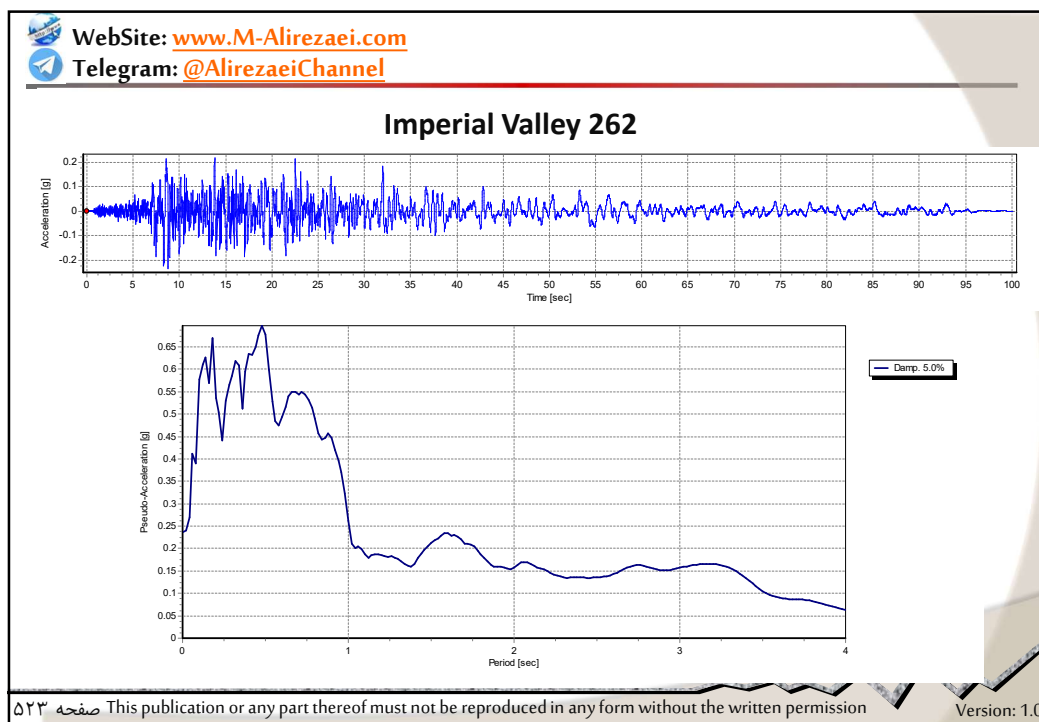
**مثال) برای یک سازه با دوره تناوب  $1.5 \text{ sec}$  سه شتابنگاشت زیر را همپایه نمایید.**

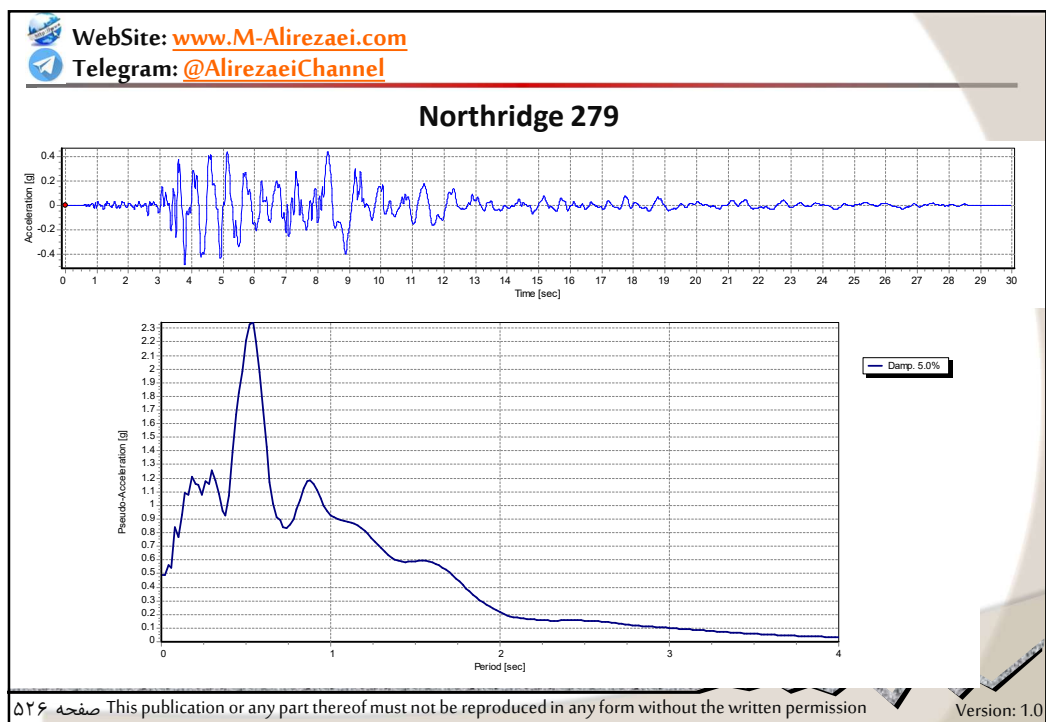
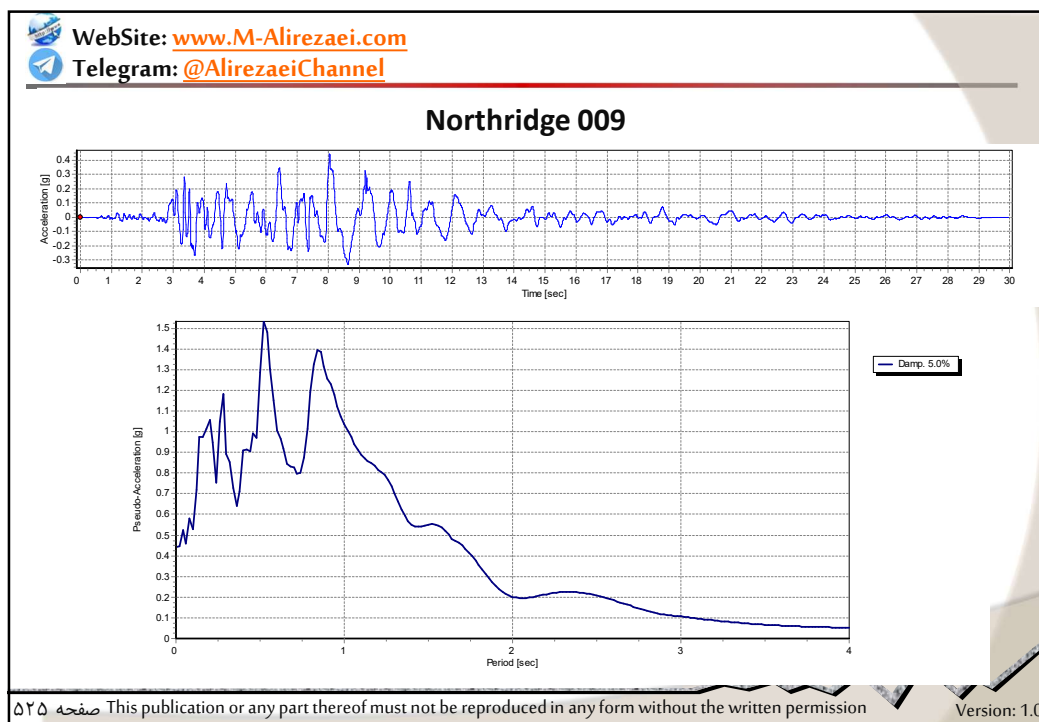
**Suite of Ground Motions Used for Response History Analysis**

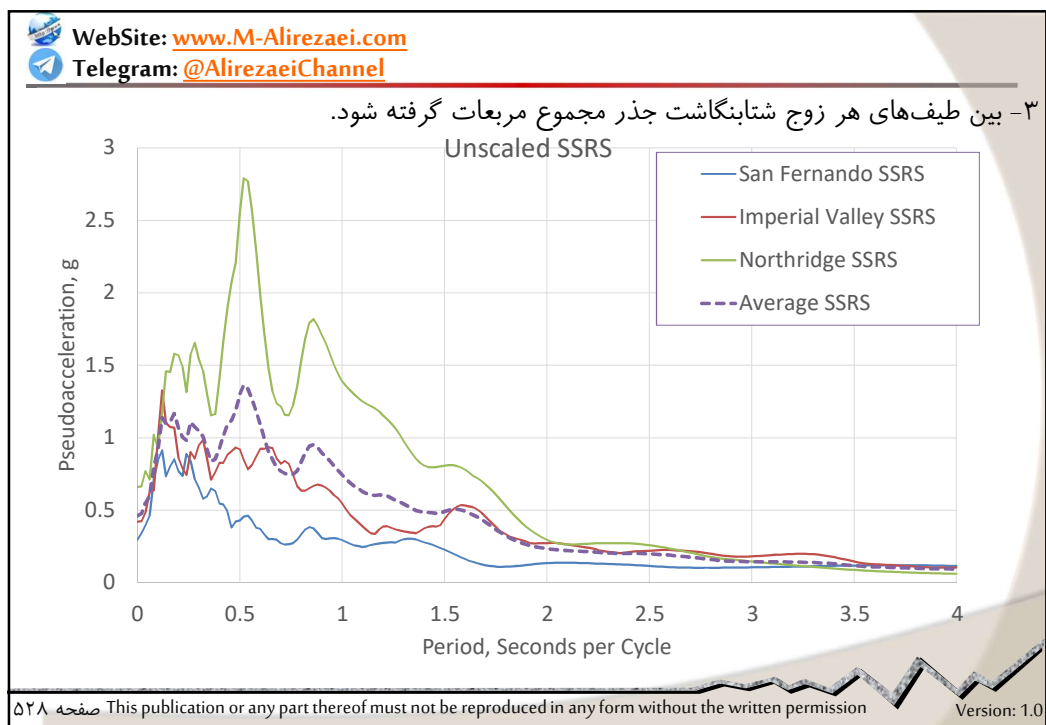
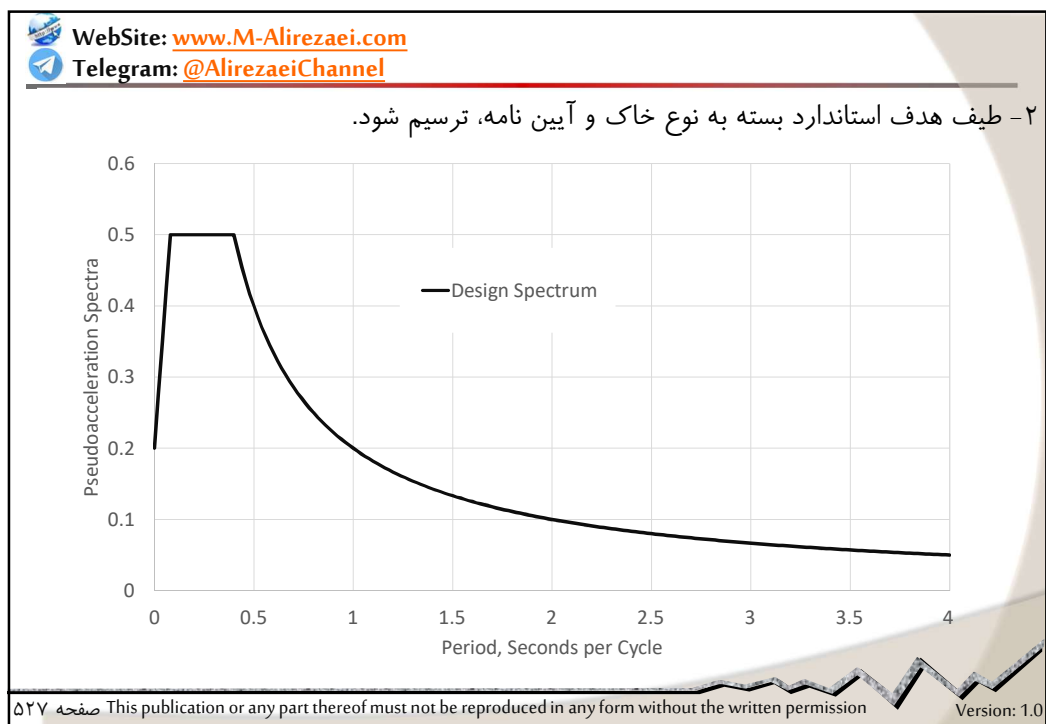
NGA Record Number	Magnitude [Epicenter Distance, km]	Site Class	Year	Component Source Motion	PGA (g)	Record Name (This Example)
68	6.6 [39.5]	D	1971	San Fernando 090 San Fernando 180	0.210 0.174	A00 A90
169	6.5 [33.7]	D	1972	Imperial Valley 262 Imperial Valley 352	0.238 0.351	B00 B90
953	6.7 [13.3]	D	1994	Northridge 009 Northridge 279	0.416 0.516	C00 C90

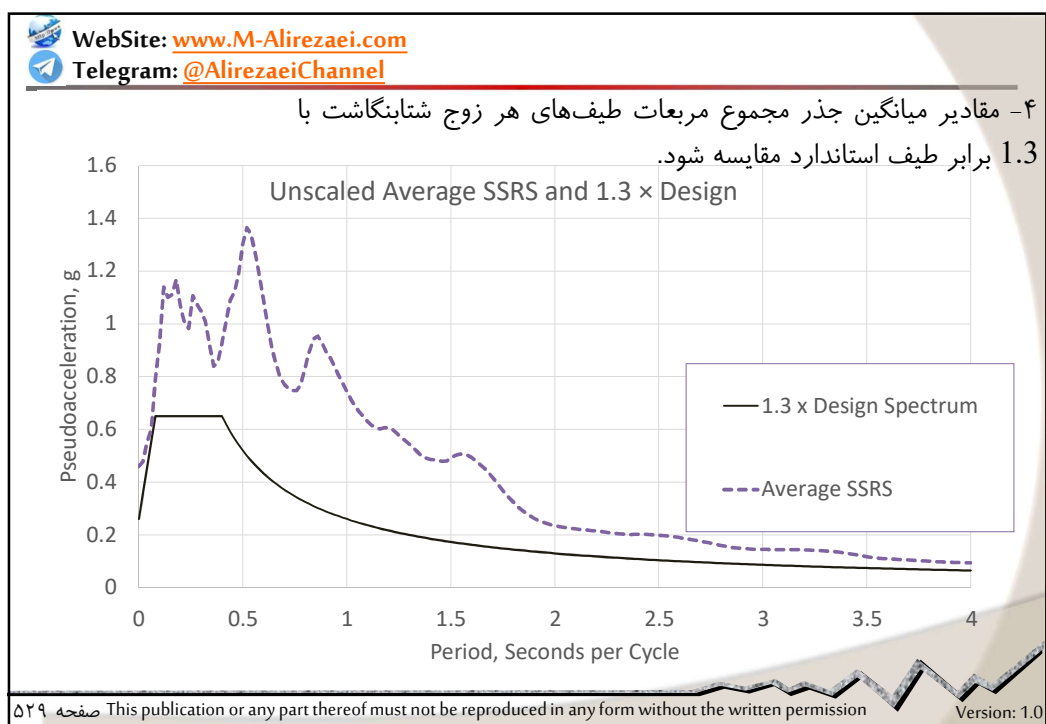
Version: 1.0











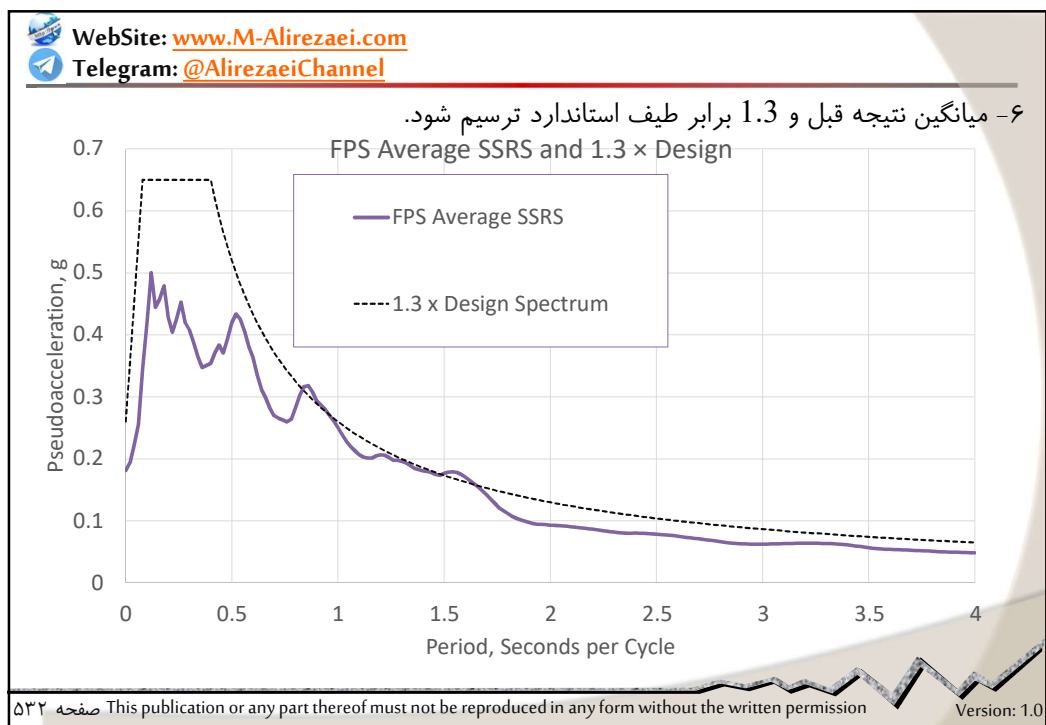
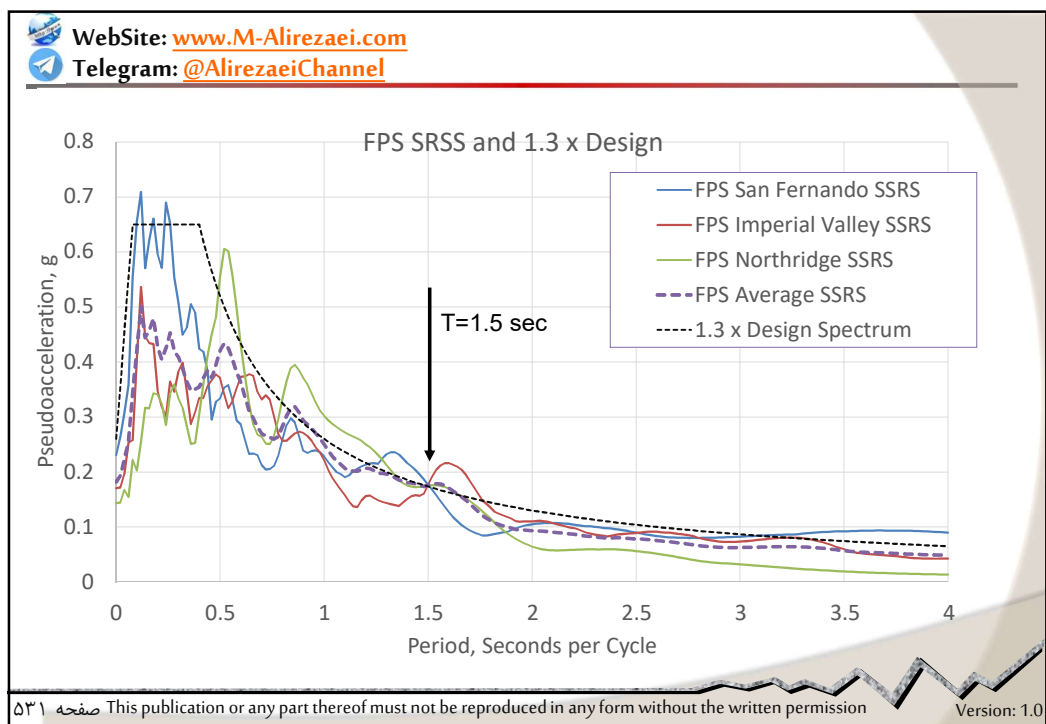
WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

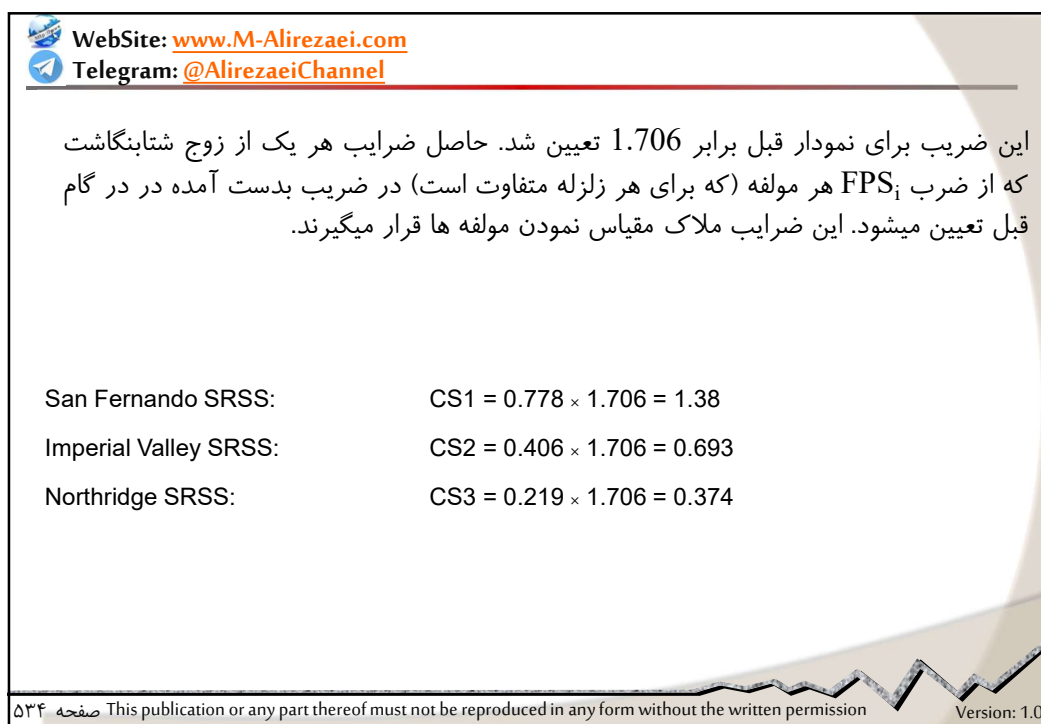
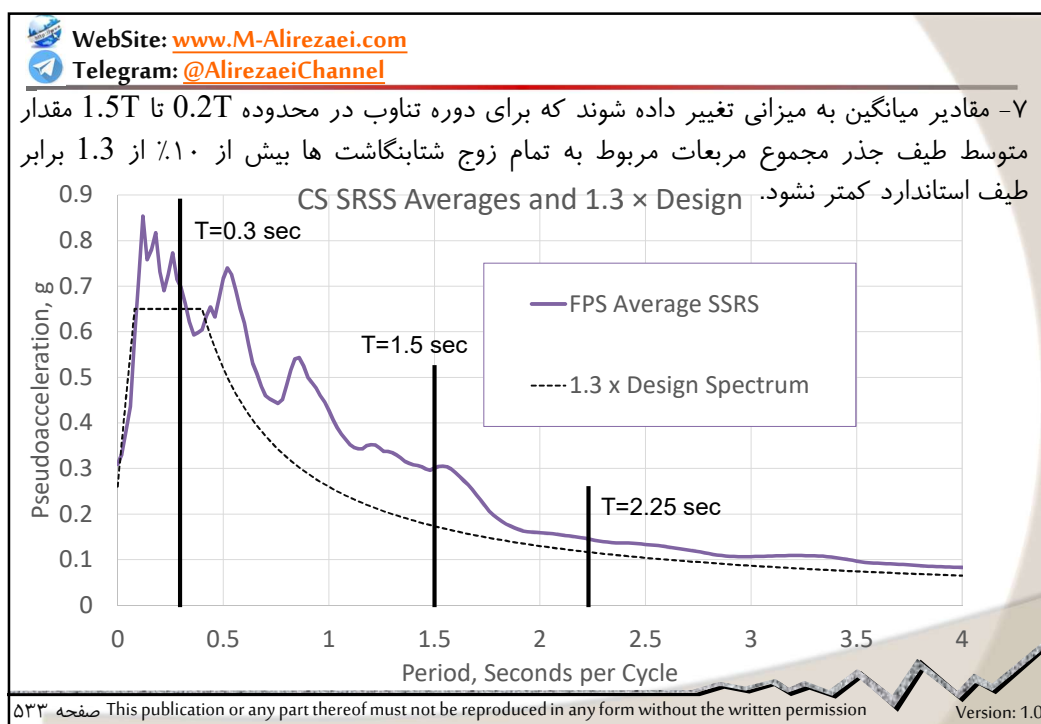
۵- ضریب  $FPS_i$  برای هر SRSS را طوری تعیین می‌نماییم که با ضرب آن در نمودارهای جذر مجموع مربعات زوج شتابنگاشت‌ها، در زمان تناوب اصلی سازه، همان مقدار مولفه طیف استاندارد حاصل شود.

$1.3 \times$ design spectrum:	0.173g	
San Fernando SRSS:	0.223g	$FPS1 = 0.173/0.223 = 0.776$
Imperial Valley SRSS:	0.428g	$FPS2 = 0.173/0.428 = 0.404$
Northridge SRSS:	0.797g	$FPS3 = 0.173/0.797 = 0.217$

Version: 1.0







WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### طراحی اجزای سازه که جزئی از سیستم باربر جانبی نیستند

در ساختمانهای بلندتر از ۵ طبقه، تمام اجزای سازه‌ای که جزئی از سیستم باربر جانبی نیستند ولی از طریق دیافراگم‌های کفها، با سیستم باربر جانبی در ارتباط هستند، باید برای اثر ناشی از تغییرشکل جانبی نسبی غیرخطی طرح طبقه، طراحی شوند.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) سازه بتنی نشان داده شده در شکل زیر را در نظر بگیرید که دارای کاربری پارکینگ می‌باشد. دو دهانه وسطی قاب خمشی با شکل‌پذیری ویژه و ستون‌های کناری با شکل‌پذیری معمولی می‌باشند. برای مقابله با بارهای جانبی از قاب خمشی با شکل‌پذیری ویژه استفاده شده و برای انتقال بارهای ثقیلی از ستون‌های با شکل‌پذیری معمولی که بارهای ثقیلی را توسط یک دال تخت به زمین منتقل می‌کنند. لرزه‌خیزی منطقه خیلی زیاد و تغییرمکان جانبی کف ۱/۰۷ سانتیمتر، ابعاد ستون‌ها ۳۰ در ۳۰ سانتیمتر و ارتفاع خالص ستون‌ها برابر ۳/۶۵ متر می‌باشد. مقدار ضریب رفتار برابر ۷ و ضریب ارتجاعی برای بتن را برابر  $E_c = 230 \times 10^3 \frac{kg}{cm^2}$  فرض کنید.

پلان طبقه دوم

نمای محورها

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: @AlirezaeiChannel

$$\Delta_M = C_d \Delta_s = 5.5 \times 1.07 = 5.9 \text{ cm}$$

مقدار تغییر شکل قاب بایستی با صرف نظر نمودن از سختی موثر قاب‌های دارای ستون با شکل‌پذیری معمولی تعیین شده باشد. بایستی لنگر ایجاد شده در ستون‌های معمولی به سبب تغییر شکل غیرخطی را تعیین نمود.

$$I_c = \frac{bd^3}{12} = \frac{30 \times 30^3}{12} = 67500 \text{ cm}^4$$

$$M_{col} = \frac{6E_c I_c}{h^2} \Delta_M = \frac{6 \times 230 \times 10^3 \times 67500}{365^2} 5.9 = 11300 \text{ kg.cm}$$

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
Telegram: @AlirezaeiChannel

### کنترل سازه برای شرایط بهره‌برداری

به منظور کاهش خسارات غیرسازه‌ای در زلزله خفیف باید سازه علاوه بر شرایط حدی نهایی برای شرایط بهره‌برداری نیز کنترل شود.

۱- تغییر مکان های سازه محدود شود.

$$V_{ser} = \frac{1}{6} ABIW$$

۲- تنش های ایجاد شده در اجزا به مقدار قابل قبولی محدود گردد.

زلزله سطح بهره‌برداری = احتمال ۹۹/۵٪ در ۵۰ سال

طبق ۲۸۰۰، ساختمان‌های با اهمیت زیاد و خیلی زیاد، یا بلندتر از ۵۰ متر یا بیشتر از ۱۵ طبقه باید برای زلزله سطح بهره‌برداری کنترل شوند بطوری که قابلیت بهره‌برداری خود را حفظ نمایند.

تحت ترکیب بارهای بدون ضربه، در سازه‌های فولادی تلاش‌های ایجاد شده در اعضا نباید از مقاومت نهایی اسمی اعضاء بدون اعمال ضرایب کاهش مقاومت تجاوز نماید.

در سازه‌های بتنی بدون در نظر گرفتن ضربه کاهش مقاومت، تلاش‌های ایجاد شده از مقاومت نهایی اسمی فراتر نرود

تغییر مکان نسبی طبقات به ۰/۰۰۵ محدود شود.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

## ضوابط مربوط به اجزای غیر سازه ای

ضوابط مربوط به قطعات الحاقی و اجزای غیرساختمانی در ساختمان، مربوط به اجزایی است که معمولاً رفتار دینامیکی آنها باعث تغییر قابل ملاحظه‌ای در بازتاب کل سازه نمی‌شود. ضرایب نیروهایی که برای اینگونه سازه‌ها به کار می‌رود، معمولاً بزرگتر از ضرایبی هستند که برای طراحی کل ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرند. اجزای غیرسازه‌ای را می‌توان به سه دسته کلی تقسیم نمود:

- اجزای مربوط به معماری بنا
- تاسیسات مکانیکی و الکتریکی ساختمان
- محتویات درون ساختمان

\* ضوابط این بخش برای کلیه سازه‌های با اهمیت زیاد و خیلی زیاد و ساختمان‌های با اهمیت متوسط با تعداد طبقات بیش از ۸ طبقه را شامل می‌شود.

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)



Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

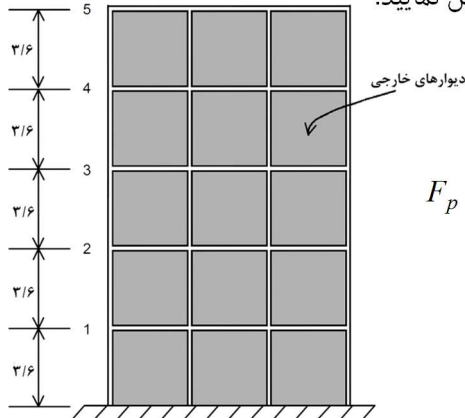


صفحه ۵۴۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) سازه ۵ طبقه نشان داده شده در که بصورت قاب خمشی است را در نظر بگیرید. منطقه با لرزه‌خیزی بالا، پانل‌های خارجی دارای طولی برابر ۵/۸ متر و ارتفاع ۳/۳ متر، وزن هر پانل ۶/۵ تن و کاربری سازه مسکونی می‌باشد. ضوابط طراحی برای دیوارهای پیرامونی و نیروی زلزله طراحی برای دیوارهای موجود در طبقات چهارم و اول را تعیین نمایید.

توازن



$$F_p = \frac{0.4a_p A(1+S)I_p}{R_{pu}} \left(1 + 2\frac{Z}{H}\right) W_p$$

صفحه ۵۴۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

طبق جدول ۱-۴، برای دیوار خارجی،  $a_p=1.0$  و  $R_{pu}=2.5$  میباید. با فرض ضخامت ۳۰ سانتیمتر برای تیرهای بین طبقات، نیروی طراحی زلزله برای پانل طبقه چهارم به صورت زیر می باشد

$h_r = 18 \text{ m}$        $h_L = 11.1 \text{ m}$        $h_U = 14.1 \text{ m}$

$$F_p = \frac{0.4 a_p A(1+S) I_p}{R_{pu}} \left( 1 + 2 \frac{Z}{H} \right) W_p$$

$$F_{pU} = \frac{0.4 \times 1.0 \times 0.30(1+1.75) \times 1.0}{2.5} \left( 1 + 2 \frac{14.1}{18} \right) W_p = 0.338 W_p$$

$$F_{pL} = \frac{0.4 \times 1.0 \times 0.30(1+1.75) \times 1.0}{2.5} \left( 1 + 2 \frac{11.1}{18} \right) W_p = 0.295 W_p$$

$$F_{p4} = \frac{F_{pU} + F_{pL}}{2} = \frac{0.338 + 0.295}{2} W_p = 0.316 W_p = 0.316 \times 6.5 = 2.0 \text{ ton}$$

صفحه ۵۴۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) قاب زیر که دو عضو غیرسازه ای و شکل پذیر بر روی آن است را در نظر بگیرید. نیروی جانبی هر یک از اجزاء غیرسازه ای را تعیین نمایید. وزن اجزای الحاقی برابر ۴/۵ تن و ساختمان مسکونی می باشد.

تجهیزات شکل پذیر

تراز بام

۲

۱

$W_p$

$W_p$

$F_p = \frac{0.4 a_p A(1+S) I_p}{R_{pu}} \left( 1 + 2 \frac{Z}{H} \right) W_p$

۳/۶۵

۳/۶۵

۳/۶۵

صفحه ۵۴۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

برای جزء موجود در طبقه همکف داریم:

$$V_{pu} = \frac{0.4a_p A(1+S)I_p}{R_{pu}} \left(1 + 2\frac{Z}{H}\right) W_p$$

$$V_{pu} = \frac{0.4 \times 2.5 \times 0.3(1+1.75) \times 1.0}{3} \left(1 + 2\frac{0}{10.95}\right) \times 4.5 = 1.23 \text{ ton}$$

$$V_{pu(\min)} = 0.3A(1+S)I_p W_p = 0.3 \times 0.3 \times (1+1.75) \times 1.0 \times 4.5 = 1.11 \text{ ton}$$

$$V_{pu(\max)} = 1.6A(1+S)I_p W_p = 1.6 \times 0.3 \times (1+1.75) \times 1.0 \times 4.5 = 5.94 \text{ ton}$$

صفحه ۵۴۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

برای جزء موجود در طبقه بالا داریم:

$$V_{pu} = \frac{0.4a_p A(1+S)I_p}{R_{pu}} \left(1 + 2\frac{Z}{H}\right) W_p$$

$$V_{pu} = \frac{0.4 \times 2.5 \times 0.3(1+1.75) \times 1.0}{3} \left(1 + 2\frac{10.95}{10.95}\right) \times 4.5 = 3.96 \text{ ton}$$

$$V_{pu(\min)} = 0.3A(1+S)I_p W_p = 0.3 \times 0.3 \times (1+1.75) \times 1.0 \times 4.5 = 1.11 \text{ ton}$$

$$V_{pu(\max)} = 1.6A(1+S)I_p W_p = 1.6 \times 0.3 \times (1+1.75) \times 1.0 \times 4.5 = 5.94 \text{ ton}$$

صفحه ۵۴۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

## دیافراگم‌ها

دیافراگم‌ها سیستم‌های افقی هستند که نقش انتقال بارهای زلزله به سیستم‌های مقاوم جانبی بار بر عهده دارند. همچنین نقش دیگر آنها تحمل و انتقال بارهای ثقلی نیز هست.

**انواع دیافراگم**

```

graph TD
    A[انواع دیافراگم] --> B[انعطاف پذیر]
    A --> C[نیمه صلب]
    A --> D[صلب]
    
```

انعطاف‌پذیری دیافراگم‌های ناشی از نرم بودن آنها و یا سخت بودن سیستم مقاوم جانبی است.

دیافراگم‌ها را می‌توان به صورت یک تیر عمیق مانند شکل اسلاید بعد در نظر گرفت.

صفحه ۵۴۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

تشبیه دیافراگم افقی به تیر عمیق؛ توزیع نیرو (چپ) و خرابی‌های متداول (راست)

صفحه ۵۴۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

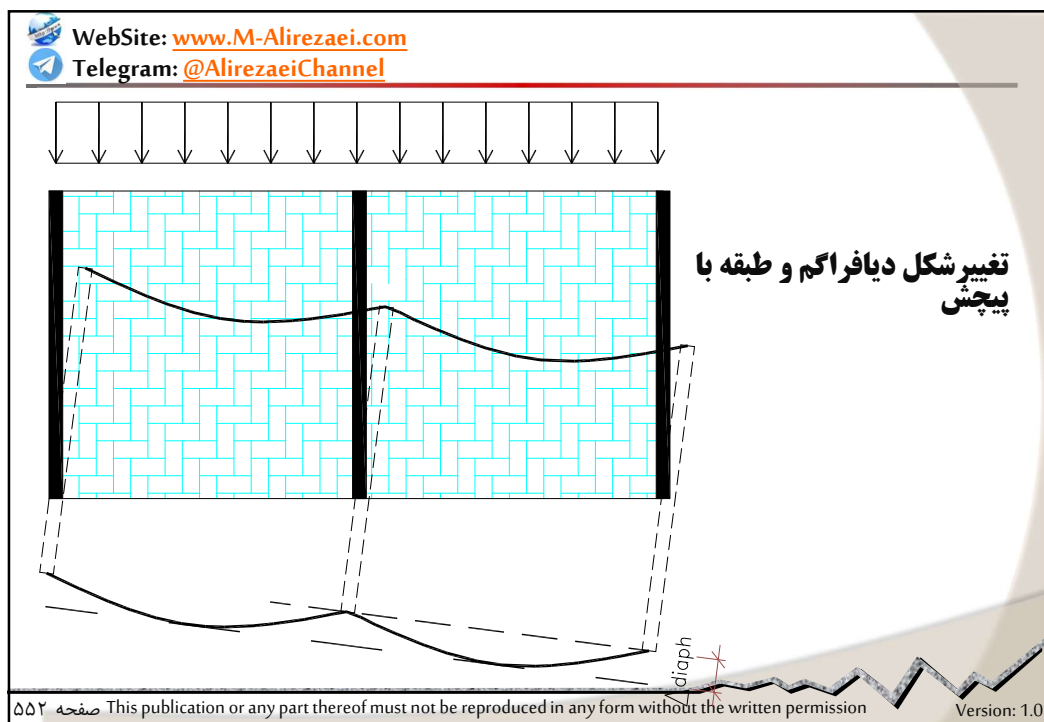
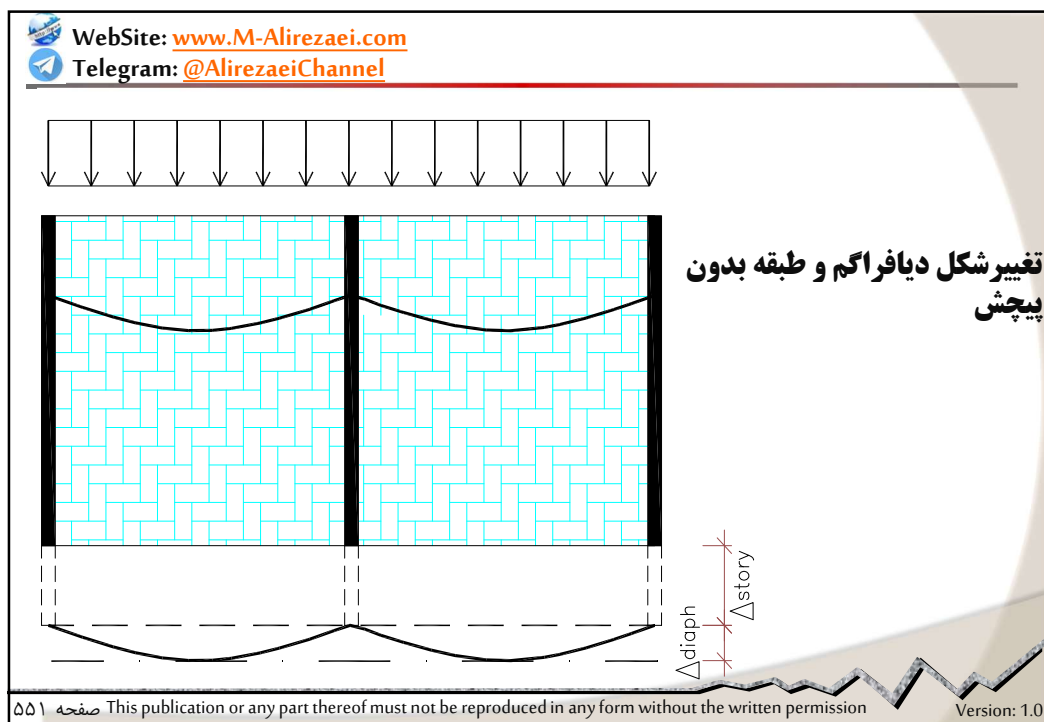
پاسخ دیافراگم‌های صلب و انعطاف پذیر در برابر بارهای جانبی؛ توزیع نیروی جانبی (بالا) برای صلب (چپ) و انعطاف پذیر (راست) تغییر مکان‌های دیافراگم (پایین)

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

Condition	Column 1 (Left)	Column 2 (Middle)	Column 3 (Right)
کاملاً صلب (Rigid)	50%	50%	-
کاملاً انعطاف پذیر (Flexible)	17%	33%	33%

Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

دیافراگم الف  
 دیافراگم ب

در ساختمان‌های بلند  
 مرتبه استفاده از سیستم  
 دیافراگم‌های صلب موکداً  
 توصیه می‌شود

۵۵۳ This publication or any part t... the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

Computers and Structures, Inc.  
 Berkeley, California, USA

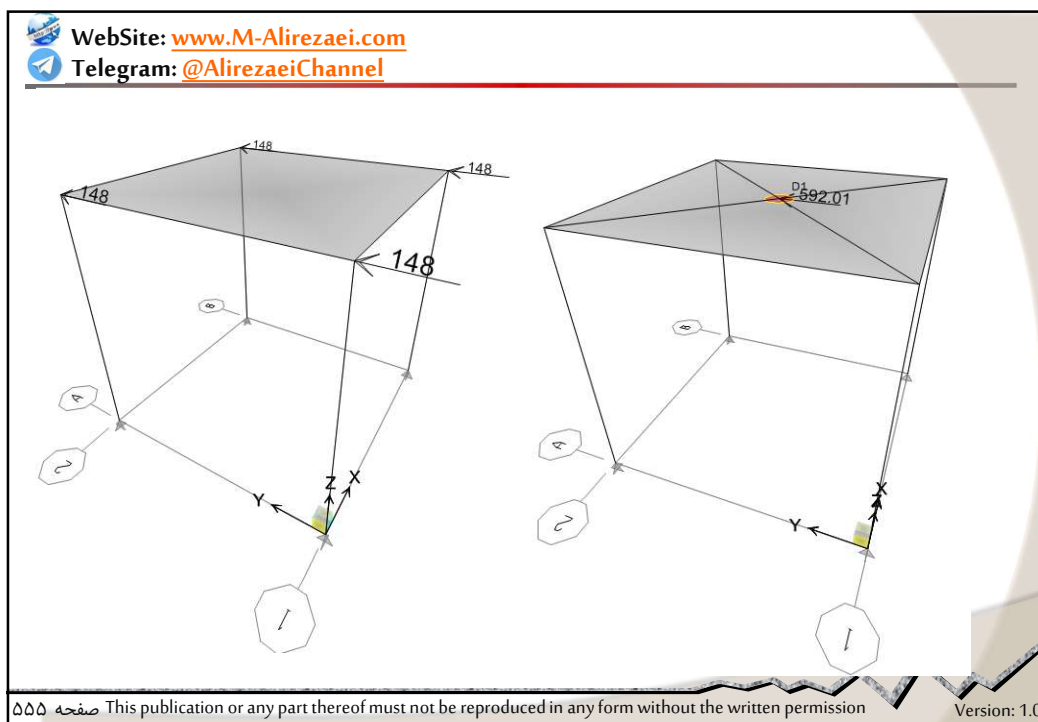
Assign Analyze Display Design Options Help

Joint/Point  
 Frame/Line  
 Shell/Area  
 Joint/Point Loads  
 Frame/Line Loads  
 Shell/Area Loads  
 Group Names...  
 Clear Display of Assigns  
 Copy Assigns  
 Paste Assigns

Wall/Slab/Deck Section...  
 Opening...  
 Diaphragms...  
 Local Axes...  
 Shell Stiffness Modifiers...  
 Pier Label...  
 Spandrel Label...  
 Area Springs...  
 Additional Area Mass

۵۵۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0





WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### از چه سیستم لرزه‌بری استفاده نماییم؟

- استفاده از سیستم‌های با شکل‌پذیری ویژه در ساختمان‌های با اهمیت خیلی زیاد، در مناطق با لرزه‌خیزی خیلی زیاد اجباری است.
- استفاده از قاب‌های مهاربندی شده باعث اقتصادی شدن طرح می‌شود.
- استفاده از قاب خمشی فولادی، معمولاً با مشکلات اجرایی همراه بوده ولی شکل‌پذیری خوبی دارند.
- در قاب خمشی آزادی معماری زیادی وجود دارد.
- در سازه‌های بیش از ۱۵ طبقه یا بیش از ۵۰ متر استفاده از سیستم دوگانه اجباری است.
- در قاب خمشی کنترل جابجایی طبقات معمولاً مشکل است.

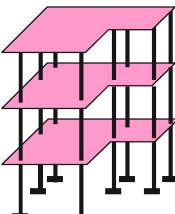
صفحه ۵۵۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

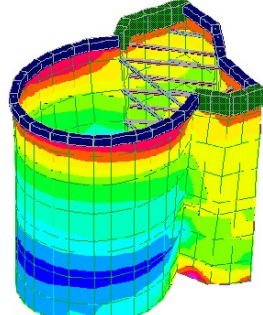
### نکات مهم مدلسازی

- مدل بایستی با واقعیت تا حد امکان منطبق باشد.

- در واقعیت تمام المان‌ها حجمی هستند که با برخی از آنها با تقریب خوب می‌توان به المان‌های تیر و صفحه ای تبدیل شوند.



- در مدلسازی معمولاً از روش المان محدود (Finite Element Analysis (FEA) استفاده می‌شود.

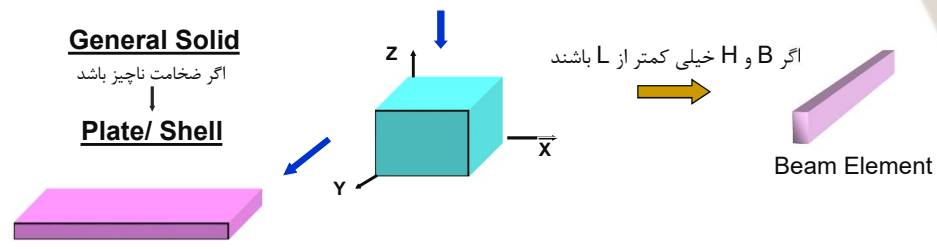


این یک روش تقریبی و عددی برای حل مسائل پیچیده بوده که با تبدیل سازه به المان‌های ریز، تحلیل صورت می‌گیرد.

\* میزان ریز بودن المان‌ها به دقت مسئله مربوط است \*

صفحه ۵۵۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel



**General Solid**  
اگر ضخامت ناچیز باشد

**Plate/ Shell**

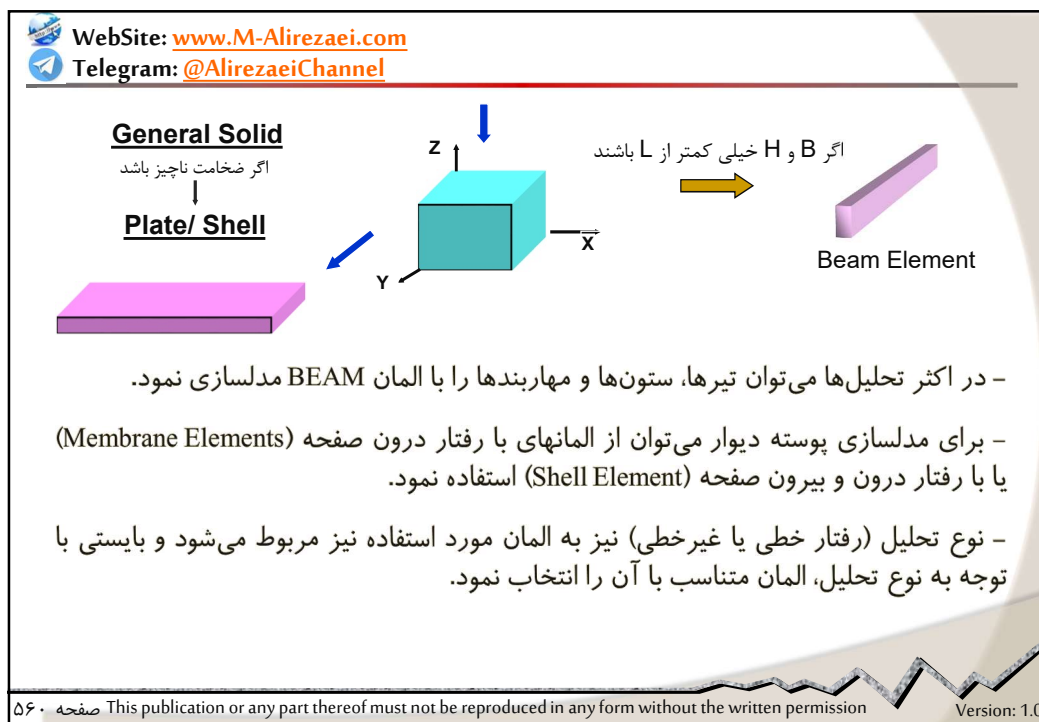
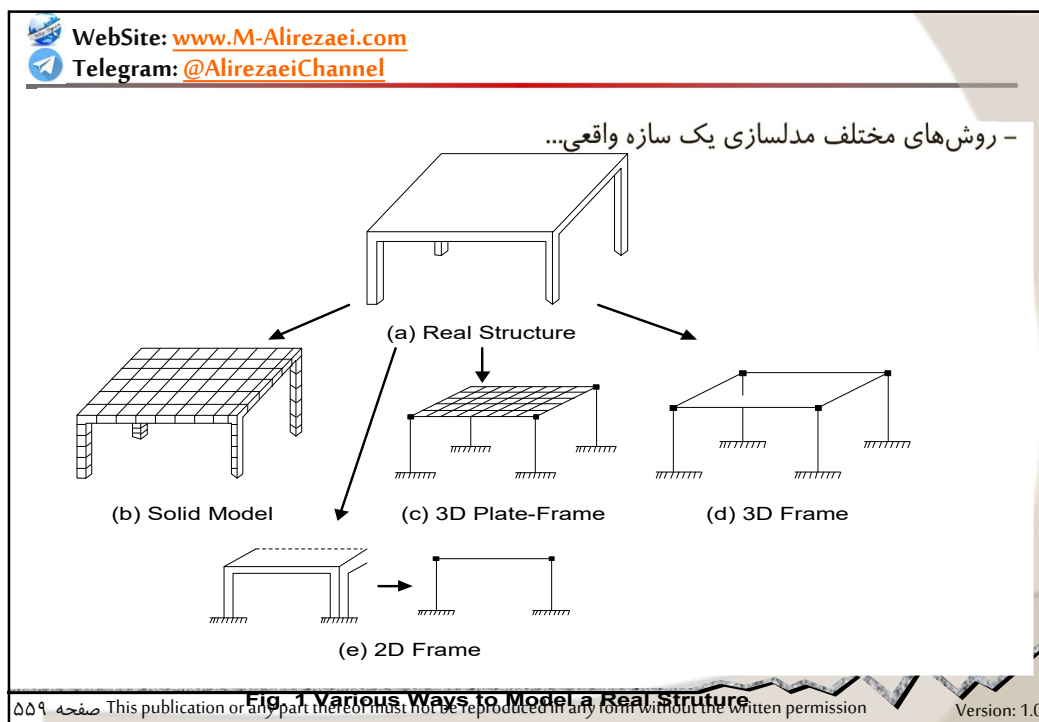
**Beam Element**  
اگر B و H خیلی کمتر از L باشند

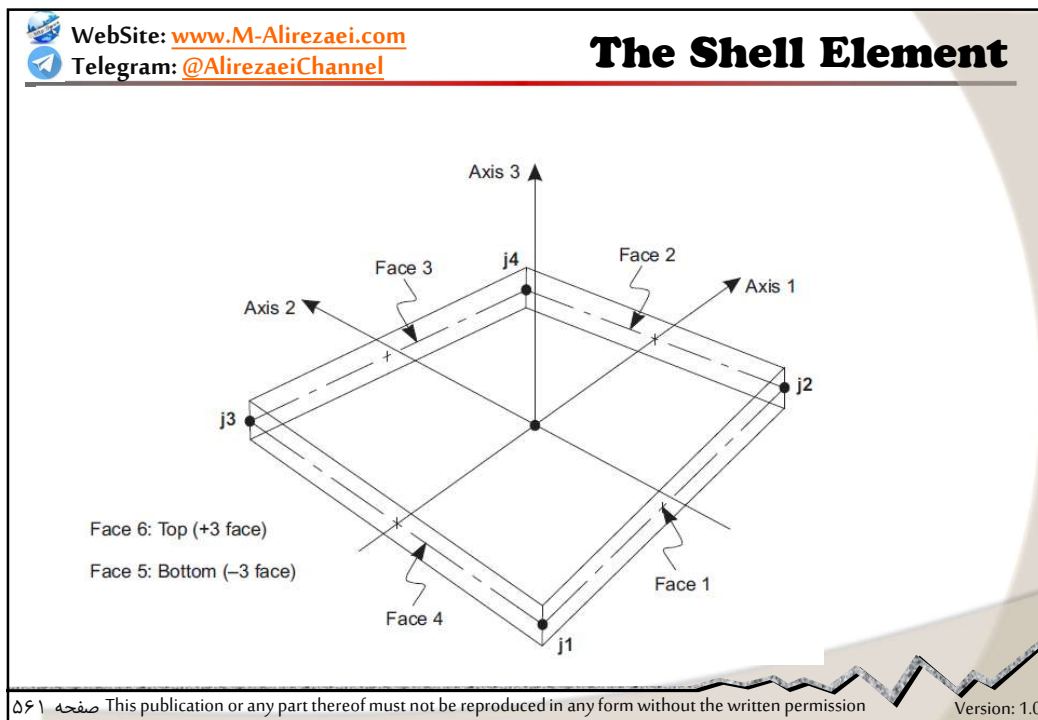
- در اکثر تحلیل‌ها می‌توان تیرها، ستون‌ها و مهاربندها را با المان BEAM مدلسازی نمود.

- برای مدلسازی پوسته دیوار می‌توان از المانهای با رفتار درون صفحه (Membrane Elements) یا با رفتار درون و بیرون صفحه (Shell Element) استفاده نمود.

- نوع تحلیل (رفتار خطی یا غیرخطی) نیز به المان مورد استفاده نیز مربوط می‌شود و بایستی با توجه به نوع تحلیل، المان متناسب با آن را انتخاب نمود.

صفحه ۵۵۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

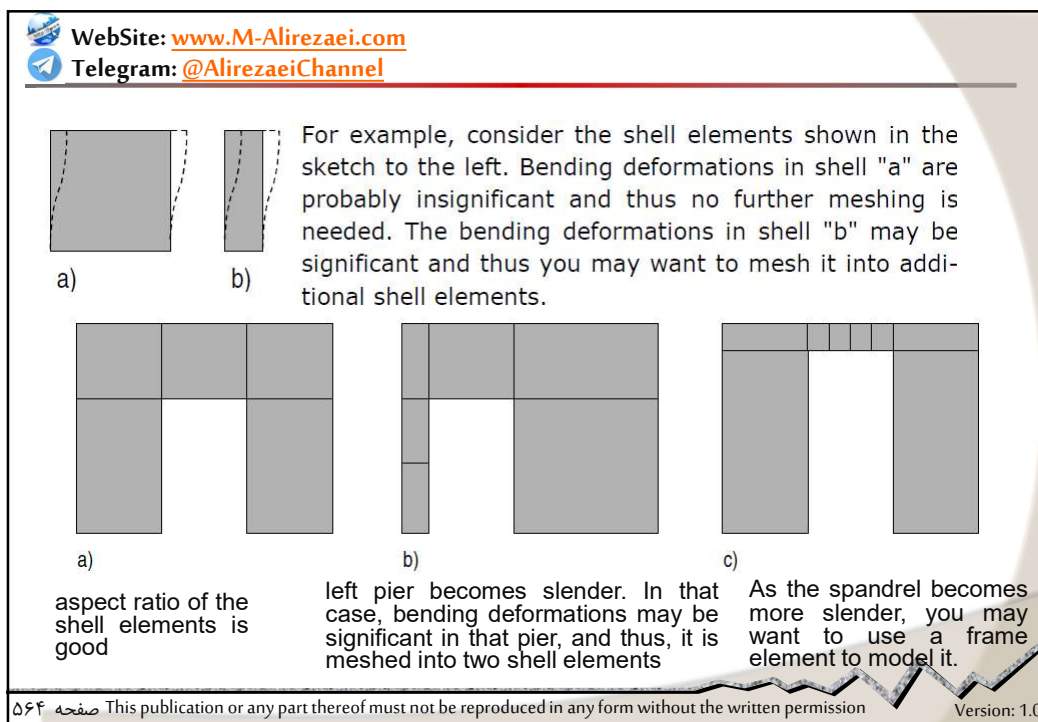
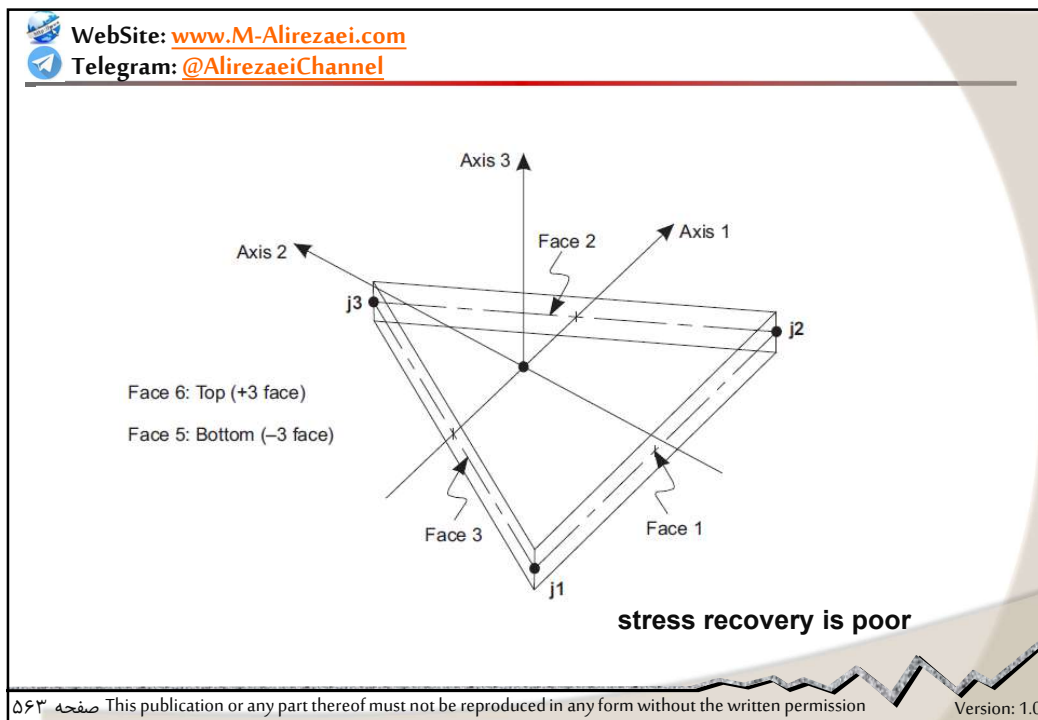




WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

- \* The inside angle at each corner must be less than  $180^\circ$ . Best results for the quadrilateral will be obtained when these angles are near  $90^\circ$ , or at least in the range of  $45^\circ$  to  $135^\circ$ .
- \* The aspect ratio of an element should not be too large. Best results are obtained for aspect ratios near unity, or at least less than four.

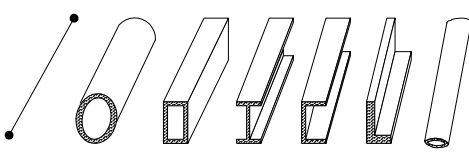
Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### 1 D Elements (Beam type)

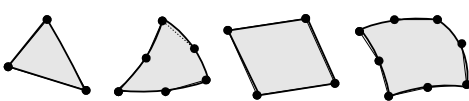
Can be used in 1D, 2D and 3D  
 2-3 Nodes. A, I etc.



Truss and Beam Elements (1D,2D,3D)

### 2 D Elements (Plate type)

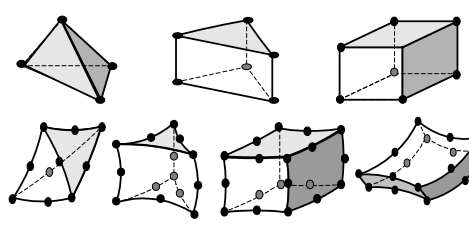
Can be used in 2D and 3D Model  
 3-9 nodes. Thickness



Plane Stress, Plane Strain, Axisymmetric, Plate and Shell Elements (2D,3D)

### 3 D Elements (Brick type)

Can be used in 3D Model  
 6-20 Nodes.



Brick Elements

صفحه ۵۶۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### General

Total DOF per Node = 3 (or 2)  
 Total Displacements per Node = 2  
 Total Rotations per Node = 1 (or 0)  
 Membranes are modeled for flat surfaces

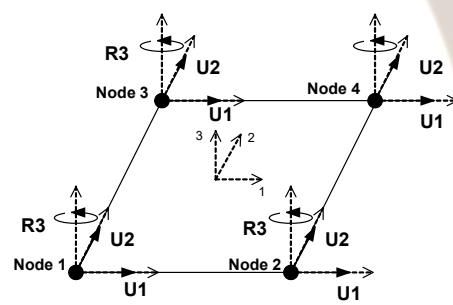
### Application

For Modeling surface elements carrying in-plane loads

### Building Specific Application

For representing floor slabs for Lateral Load Analysis.  
 Model Shear walls, Floor Diaphragm etc

### Membrane



صفحه ۵۶۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### The Shell Element

#### General

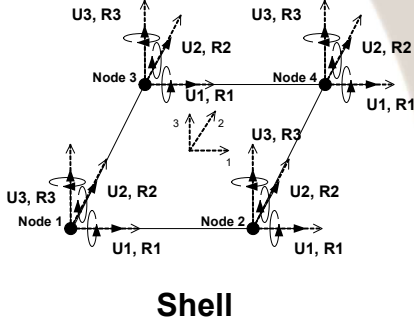
Total DOF per Node = 6 (or 5)  
 Total Displacements per Node = 3  
 Total Rotations per Node = 3  
 Used for curved surfaces

#### Application

For Modeling surface elements carrying general loads

#### Building Specific Application

May be used for modeling of general slabs systems.  
 But not used generally  
 Suitable for curved structures



**Shell**

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### General

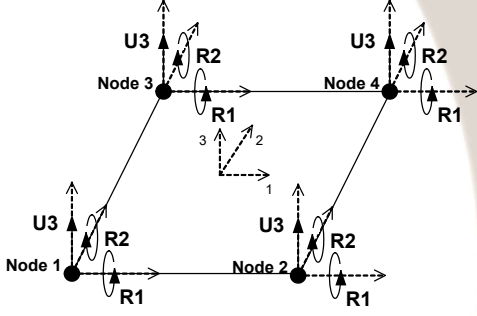
Total DOF per Node = 3  
 Total Displacements per Node = 1  
 Total Rotations per Node = 2  
 Plates are for flat surfaces

### Application

For Modeling surface elements carrying out of plane loads

### Building Specific Application

For representing floor slabs for Vertical Load Analysis  
 Model slabs



**Plate**

Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### دیافراگم صلب

درحالتی که سیستم سقف صلب باشد، می‌توان تمام گره‌های موجود در آن تراز را به هم مقید نمود. در این حالت درجات آزادی سقف به سه درجه کاهش می‌یابد.

Use of the Diaphragm Constraint to Model a Rigid Floor Slab

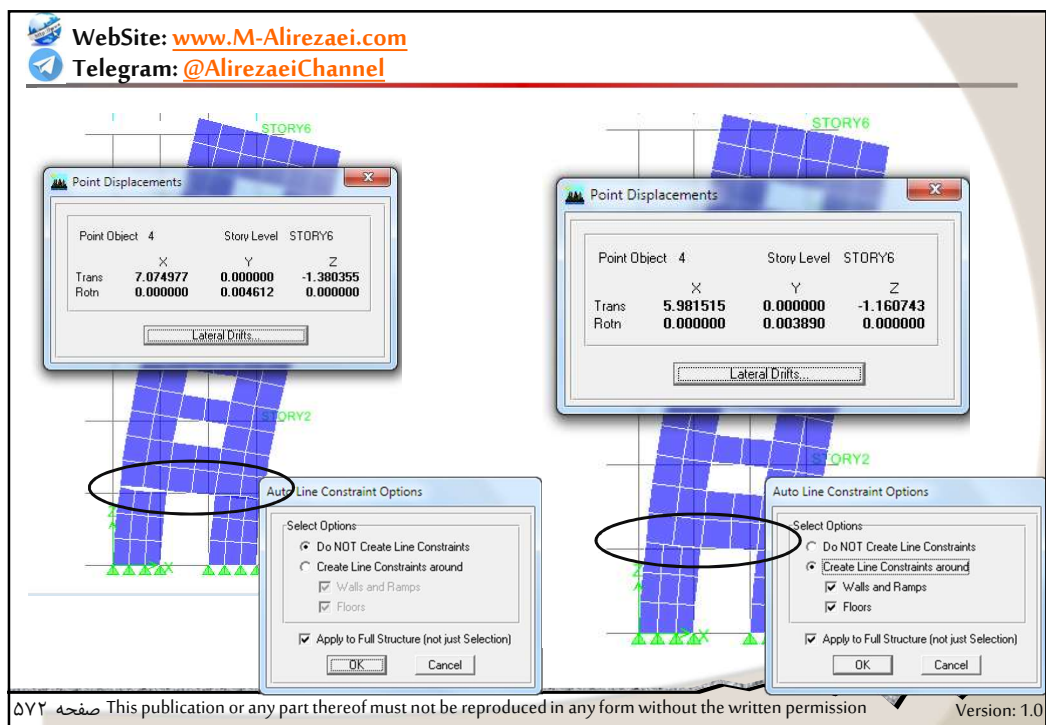
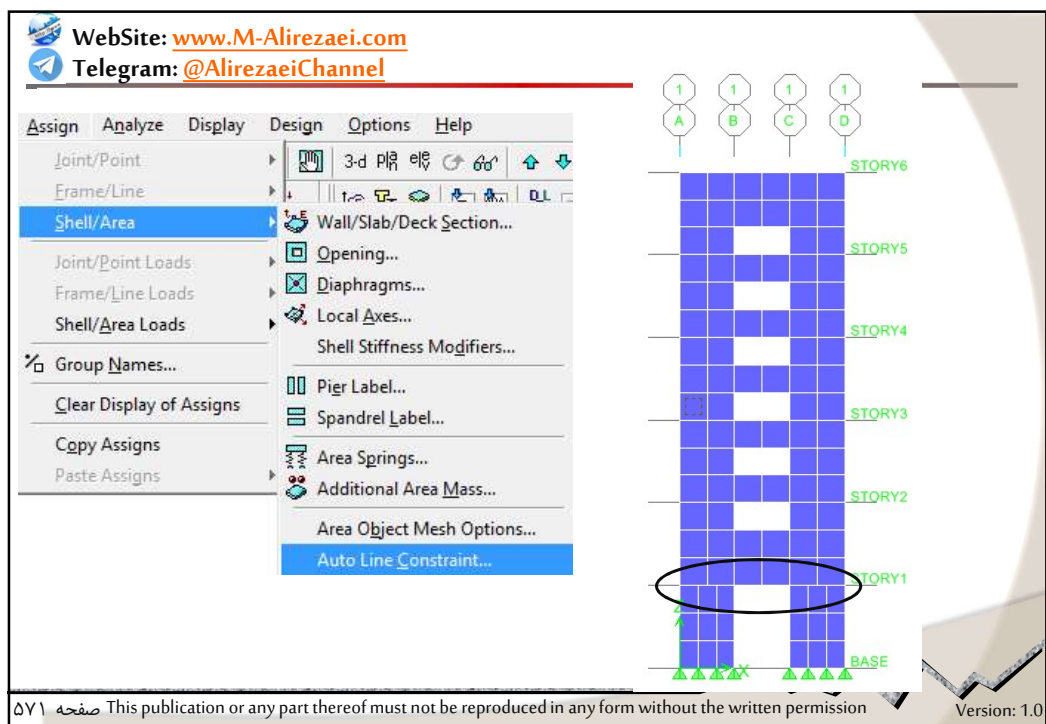
Version: 1.0

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

### مشبندی اعضا

نحوه مشبندی بهتر است طوری باشد که گره دو عضو در یک نقطه قرار گیرد ولیکن برخی از نرم‌افزارها قابلیت‌هایی دارند که در صورت عدم انطباق گره‌ها، توسط یک المان زیپی آنها را به هم متصل می‌نمایند.

Version: 1.0



WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

## بار باران

فصل هشتم آیین‌نامه ASCE7 و همچنین فصل هشتم مبحث ششم، به بارهای ناشی از باران اختصاص دارد.



Version: 1.0

صفحه ۵۷۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: @AlirezaeiChannel

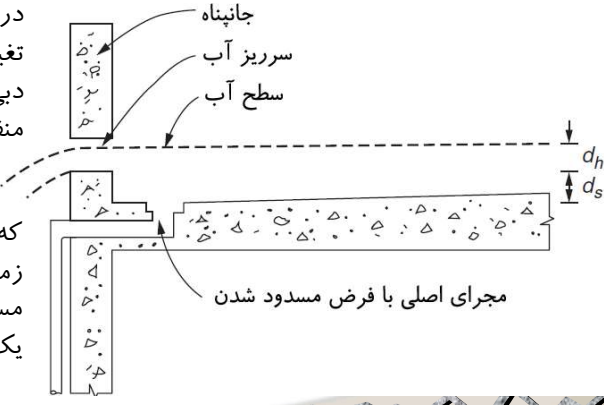
هر بخش از بام باید به گونه‌ای طرح شود که در صورت مسدود شدن شبکه زهکشی اصلی برای آن بخش، بار کل آب باران جمع شده روی بام به علاوه بار یکنواخت ایجاد شده جریان طرح به واسطه آبی که در روی دهانه ورودی شبکه زهکشی فرعی بالا آمده است را بر مبنای رابطه زیر تحمل نماید

$$R = 0.01(d_s + d_h)$$

در اعمال این رابطه، سقف بدون تغییر شکل در نظر گرفته می‌شود. مقدار دبی جریان داخل یک شبکه زهکشی منفرد بصورت زیر محاسبه می‌شود

$$Q = 0.278 \times 10^{-6} A i$$

که در آن  $i$  شدت بارش طرح با مدت زمان یک ساعت تداوم در محل و  $A$  مساحت بام بر حسب متر مربع که برای یک شبکه زهکشی به کار می‌رود.



Version: 1.0



صفحه ۵۷۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

 WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

مثال) یک بام به مساحت ۱۸۵ متر مربع با شیب ۲٪ توسط جانپناه با یک مسیر سر ریز آب محصور شده است. میزان شدت بارش باران برابر ۵۰ میلیمتر بر ساعت می باشد. مجرای ناودان مسدود شده را به عرض ۱۵۰ و ارتفاع ۱۰۰ میلیمتر که ۴۰ میلیمتر از کف بام بالاتر باشد را در نظر بگیرید. مقدار بار باران را تعیین نمایید.



صفحه ۵۷۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

 WebSite: [www.M-Alirezaei.com](http://www.M-Alirezaei.com)  
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

میزان دبی جریان شبکه زهکشی منفرد برابر است با:

$$Q = 0.278 \times 10^{-6} Ai = 0.278 \times 10^{-6} \times 185 \times 50 = 2.57 \times 10^{-3} \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

طبق جدول ۶-۸-۱ مبحث ششم، بطور تقریبی برای ناودان مسدود شده را به عرض ۱۵۰ و ارتفاع ۱۰۰ میلیمتر،  $dh=50 \text{ mm}$  است.

$$R = 0.01(d_s + d_h) = 0.01 \times (40 + 50) = 0.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

توجه: اگر شبکه زهکش در امتداد لبه بام قرار گرفته باشد، آب باران به سادگی از آن سرریز شده و ارتفاع هیدرولیکی آن برابر صفر خواهد شد. به عبارتی  $d_h=0$  است.

صفحه ۵۷۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0



