



WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/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: 2.0

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

Version: 2.0 نسخه انتشار: پاییز ۹۶

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.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

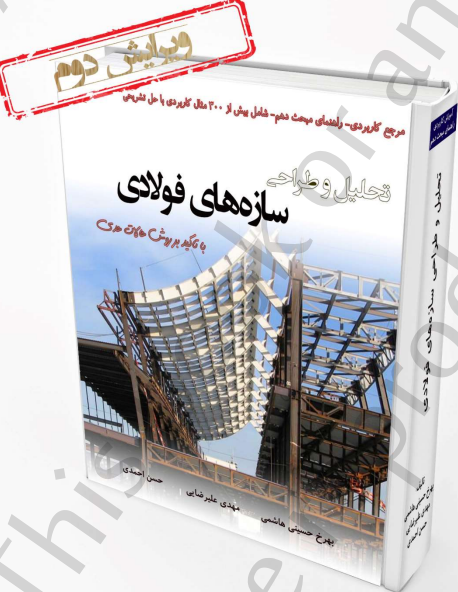
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

معرفی کتاب:

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

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

ویرایش دوم



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

Subject 6

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

مقررات ملی ساختمان
بارهای وارد بر ساختمان
۱۳۹۳

Minimum Design
Loads for Buildings
and Other Structures
ASCE

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

Version: 2.0

WebSite: 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 می رود بعد از آن قابلیت استفاده بیشتر را نداشته باشد.

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

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

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

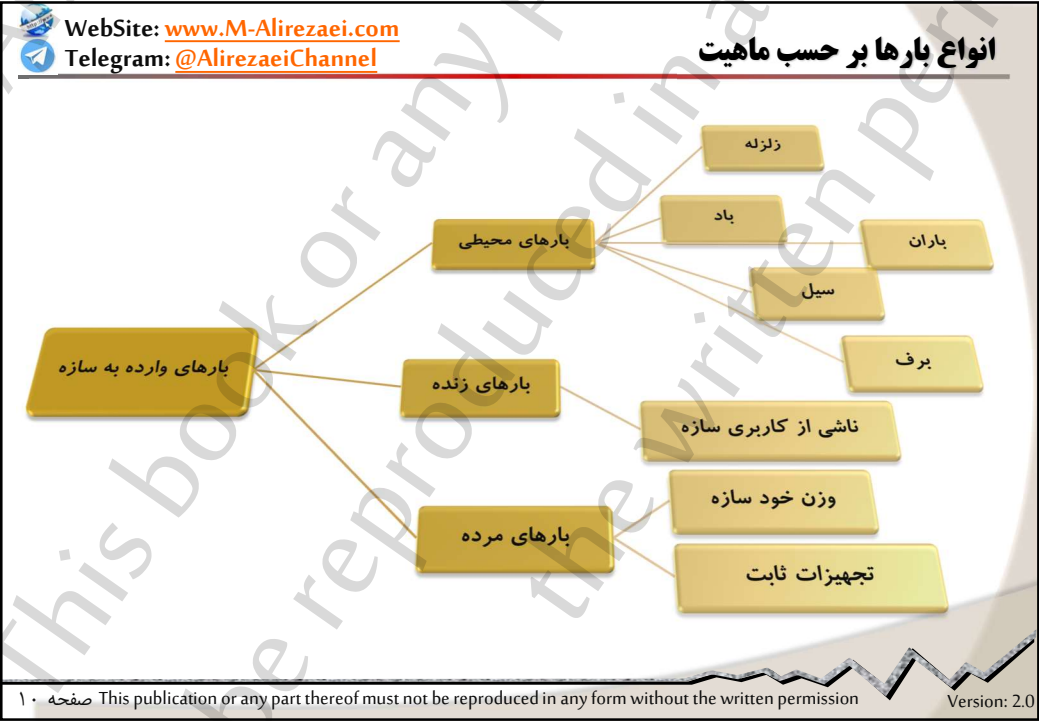
مقاومت اسمی: ظرفیت سازه یا اعضای سازه ای

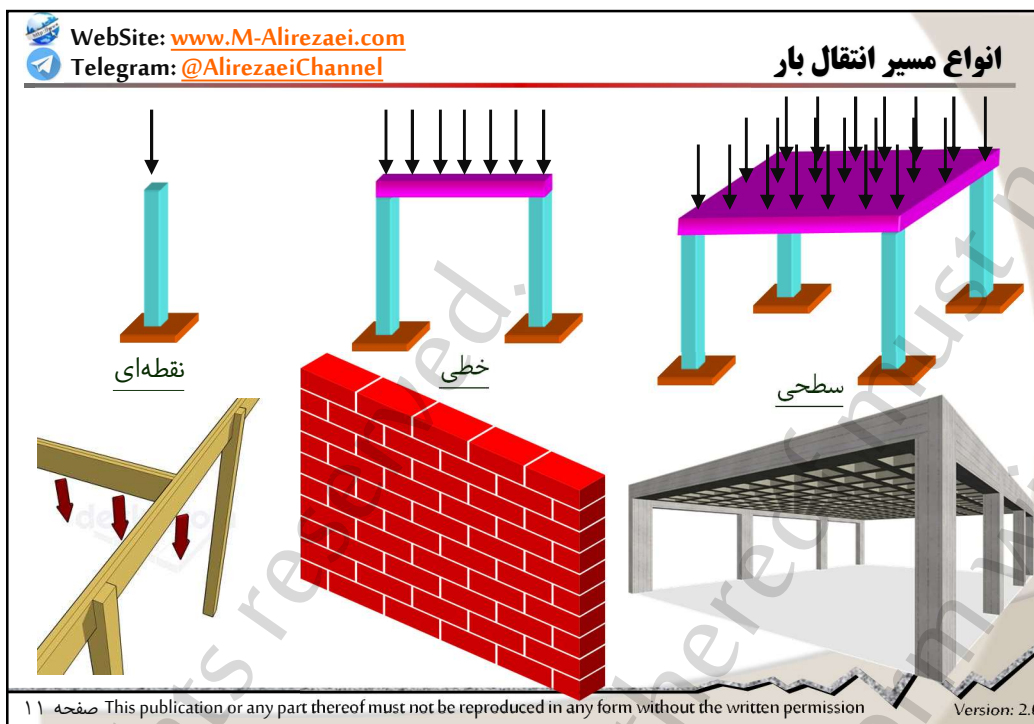
مقاومت طراحی: به حاصلضرب مقاومت اسمی در ضریب مقاومت اطلاق می گردد.

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

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

Version: 2.0





WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

گروه بندی ساختمان‌ها

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

* این دسته بندی برای بارهای زلزله، باد، سيل، برف و يخ 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.

* ۱-۵-۱-۶-۲- 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 این‌طورت بایستی برای کل سازه بیشترین درجه اهمیت در نظر گرفته شود.

مدرسه $I_e=1.2$ سرایداری $I_e=1.0$

درز انقطاع

مدرسه $I_e=1.2$ سرایداری

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

خلاصه جدول ۶-۱-۱ ص ۹ مبحث ششم

گروه خطر پذیری	نوع کاربری ساختمان
۱	- سازه‌هایی که به عنوان تأسیسات 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، تأسیسات انتظامی، مراکز کمک رسانی. - ساختمان‌ها و تأسیسات صنعتی که خرابی آنها موجب گسترش مواد سمی و مضر برای محیط زیست در کوتاه مدت و یا دراز مدت خواهد گردید. - سایر ساختمان‌ها و سیستم‌های سازه‌ای که برای حفظ عملکرد ساختمان‌های گروه خطر پذیری ۱ مورد نیاز می‌باشند.
۲	- 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. - 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 پرارزش نگهداری می‌شود. - 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.
۳	- ساختمان‌هایی که جزو سه گروه گفته شده نباشند، مانند ساختمان‌های مسکونی، اداری، هتل، پارکینگ‌های طبقاتی، انبارها، کارگاه‌ها، ساختمان‌های صنعتی و غیره.
۴	- ساختمان‌هایی که خرابی آنها موجب خسارات جانی و مالی نسبتاً کم خواهد شد مثل انبارهای کشاورزی. - ساختمان‌ها و یا سایر سازه‌های موقتی که مدت بهره‌برداری از آنها کمتر از ۲ سال است.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۱۳ Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

جدول ۶-۱-۲ ص ۱۰ مبحث ششم:

گروه خطر پذیری طبق جدول ۶-۱-۱	ضریب اهمیت بار I_e لرزه‌ای، بار	ضریب اهمیت بار I_w باد، بار	ضریب اهمیت بار یخ، I_i	ضریب اهمیت بار برف، I_s
1	1.4	1.25	1.25	1.2
2	1.2	1.15	1.25	1.1
3	1	1	1	1
4	0.8	0.8	0.8	0.8

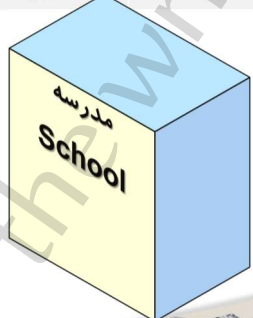
مثال:



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: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

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

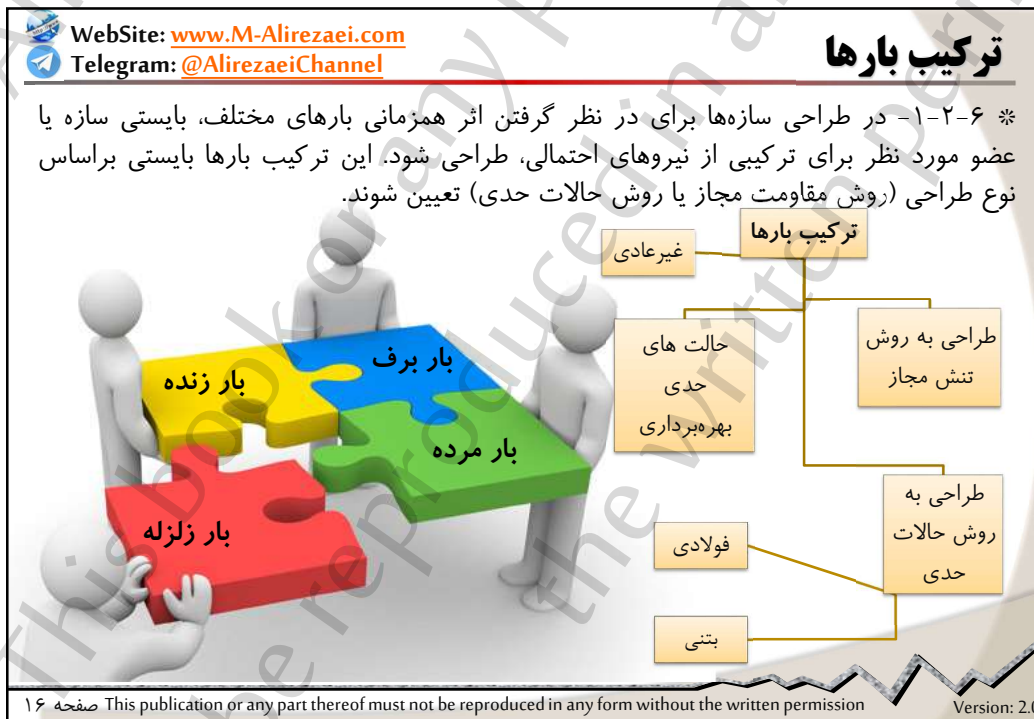
۱) 1.15 و 1.25	۲) 1.2 و 1.4
۳) 1.25 و 1.25	۴) 1.1 و 1.2 ✓

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

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

گرو خطر پذیری طبق جدول ۱-۶	ضریب اهمیت بار لرزه‌ای، I_a	ضریب اهمیت بار باد، I_w	ضریب اهمیت بار یخ، I_s	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

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۱۵ Version: 2.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

The diagrams show: 1. Dead load (D) as a structural frame. 2. Live load (L) as people on a floor with dimensions 4m by 6m. 3. Wind load (W) with wind direction, positive pressure on the windward side, and negative pressure (suction) on the roof and leeward side. 4. Snow load (S) as a person clearing snow from a roof. 5. An impact load (A_k) shown as a car crash test with a 100% impact indicator.

بار مرده D بار زنده طبقات L بار باد W بار برف S بار یا اثر ناشی از حادثه غیر عادی A_k

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

The diagrams show: 1. Ice load (D_i) as a tree covered in ice. 2. Wind load (F) as a house with wind direction and pressure distribution. 3. Snow load (F_a) as a person clearing snow from a roof. 4. A diagram of a building with wind direction and pressure distribution. 5. A photograph of a person clearing snow from a roof.

وزن یخ D_i بار ناشی از سیال با فشار و ارتفاع حداکثر مشخص F بار زلزله طرح E بار سیل F_a

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel



L_r بار زنده بام



R بار باران



W_i بار باد وارد بر یخ

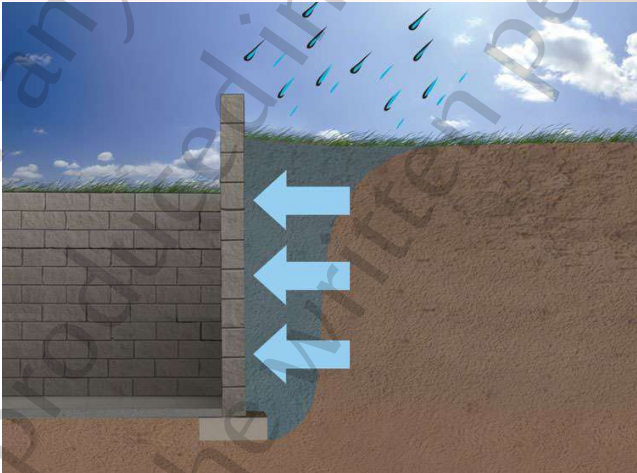
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel



بار خودکرنشی 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: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

ترکیب بارهای حالت‌های حدی نهایی در طراحی سازه‌های بتن آرمه:

- $1.1.25D + 1.5L + 1.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
- $2. D + 1.2L + 1.2(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + 1.2(W \text{ or } 0.7E)$
- $3. 0.85D + 1.2(W \text{ or } 0.7E)$
- $4. 1.25D + 1.5L + 1.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + 1.5(H \text{ or } 0.84F)$
- $5. 0.85D + 1.5(H \text{ or } 0.84F)$
- $6. D + 1.2L + 1.2(L_r \text{ or } S) + T$
- $7. 1.25D + 1.5T$



* برای کاربری‌هایی که بار L_0 آنها کمتر از ۵ کیلونیوتن بر متر مربع است، به استثناء بام، کف بارکینگ 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.

* اعمال توام بار زلزله و باد نیازی نیست.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0 صفحه ۲۱

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

ترکیب بارهای حالت‌های حدی نهایی در طراحی سازه‌های بتن آرمه:

- $1.1.25D + 1.5L + 1.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
- $2. D + 1.2L + 1.2(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + 1.2(W \text{ or } 0.7E)$
- $3. 0.85D + 1.2(W \text{ or } 0.7E)$
- $4. 1.25D + 1.5L + 1.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + 1.5(H \text{ or } 0.84F)$
- $5. 0.85D + 1.5(H \text{ or } 0.84F)$
- $6. D + 1.2L + 1.2(L_r \text{ or } S) + T$
- $7. 1.25D + 1.5T$
- $8. D + 1.2L + 1.2(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + 1.2((W + 1.67F_a) \text{ or } 0.7E)$
- $9. 0.85D + 1.2((W + 1.67F_a) \text{ or } 0.7E)$

$1.2W + 2F_a$

* در طراحی سازه‌های پیش‌تنیده، اثر پیش‌تنیدگی 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: 2.0 صفحه ۲۲

WebSite: 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.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: 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.

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

$q_s = 0.5 \text{ t/m}$
 $q_D = 3 \text{ t/m}$
 $q_L = 2 \text{ t/m}$

$E = 8 \text{ ton}$

4 m

5 m

ستون ۱ ستون ۲

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: 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: 2.0

WebSite: 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: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

ترکیب بارهای حالت‌های حدی مقاومت در طراحی سازه‌های فولادی:

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

* 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: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

ترکیب بارهای حالت‌های حدی مقاومت در طراحی سازه‌های فولادی:

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

* 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: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

ترکیب بارهای حالت‌های حدی مقاومت در طراحی سازه‌های فولادی:

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

✱ 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.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۲۹ Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

ترکیب بارهای حالت‌های حدی مقاومت در طراحی سازه‌های فولادی:

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

✱ 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.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۳۰ Version: 2.0

WebSite: 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 بایستی صورت گیرد.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: 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.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: 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.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۳۳ Version: 2.0

WebSite: 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.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۳۴ Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

ترکیب بارها در طراحی به روش تنش مجاز:

1. D
2. D + L
3. D + (L_r or S or R)
4. D + 0.75L + 0.75(L_r or S or R)
5. D + (0.6(1.4W) or 0.7E) + 1.5F_a
6. D + 0.75L + 0.75(0.6(1.4W)) + 0.75(L_r or S 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 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.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: 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 or S or R)
5. D + (0.6(1.4W) or 0.7E)
6. D + 0.75L + 0.75(0.6(1.4W)) + 0.75(L_r or S 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 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 or S 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.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

ترکیب بارهای حالت حدی بهره‌برداری:

1. D
2. D + L
3. D + (L_r or S or R)
4. D + L + (L_r or S or R)
5. D + T
6. D + L + T + (L_r or S)

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



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: 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:

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


This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: 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)

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

39 صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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.

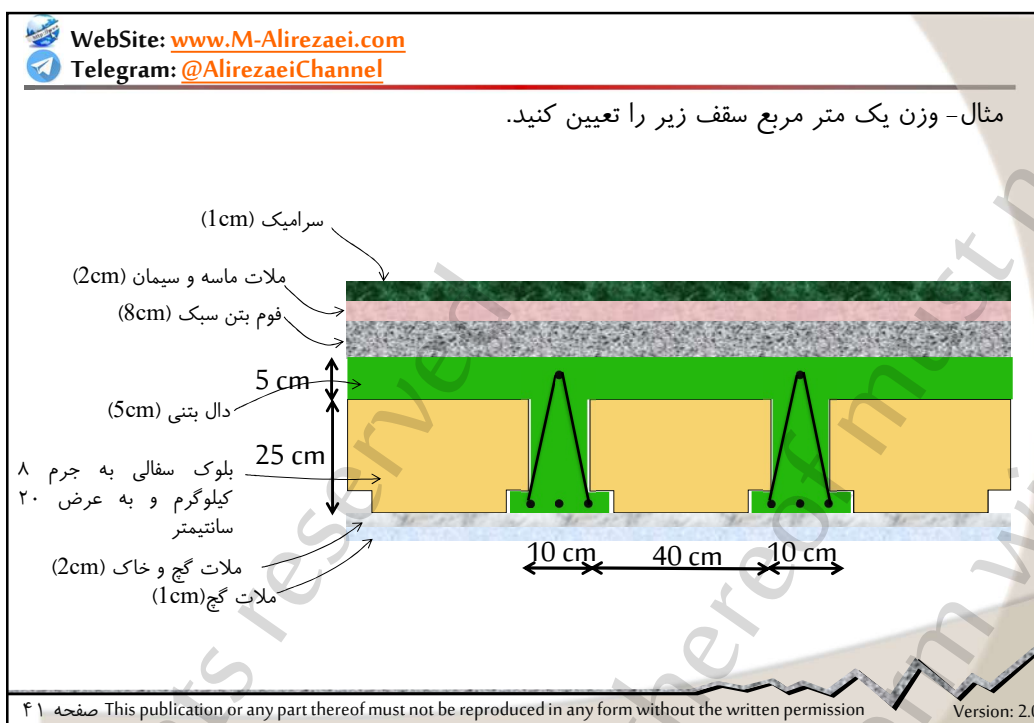
* بار مرده یک قطعه = حجم آن قطعه × وزن مخصوص مصالح آن

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.

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

40 صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

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

صفحه ۴۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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.

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

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

صفحه ۴۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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.

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

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

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

$$W = 0.34056 \times 2400 + 0.0294 \times 7850 = 1048.14 \frac{kg}{m}$$

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

صفحه ۴۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0



WebSite: 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.



صفحه ۴۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0



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

فضابندی

✱ **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.



صفحه ۴۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

✱ **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: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

✱ **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: 2.0

WebSite: 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.

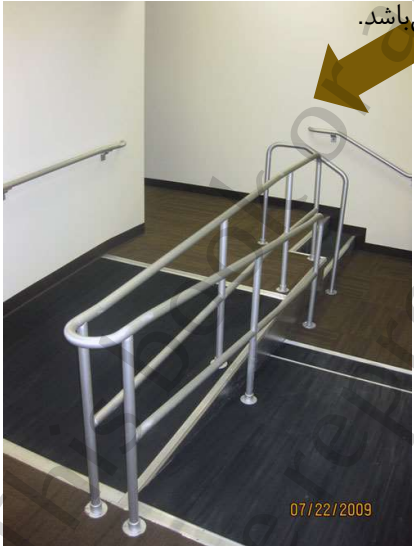


صفحه ۴۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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

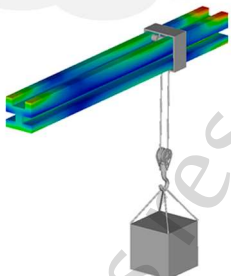
صفحه ۵۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

بارهای زنده

بارهای زنده دینامیکی

این بارها وابسته به زمان هستند و انرژی جنبشی قابل ملاحظه‌ای را به سازه وارد می‌کنند.



بارهای زنده استاتیکی

این بارها وابسته به زمان نبوده و انرژی جنبشی قابل ملاحظه‌ای را به سازه وارد نمی‌کنند.



People & Furniture Results in Live Load

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

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

جدول ۵-۶-۱ حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت پ۱ و بار زنده متمرکز کنه‌ها

ردیف	نوع کاربری	بار گسترده کیلو نیوتن بر متر مربع	بار متمرکز کیلو نیوتن
۱	بامها	۱۵ ^(۱)	۱٫۳
۱-۱	بامهای معمولی تخت، شیبدار و فوسی	۵	۱٫۳
۲-۱	بام با پوشش سبک	۵	—
۳-۱	بامهای دارای یاقچه و گنبدخانه	۲۵	۱٫۳
۴-۱	بارهای با پوشش پارچه‌ای یا سازه اسکلتی	بسته به نوع کاربری	—
۵-۱	بامهای یا اسکلتان تجمع و ازدحام	۲۵ (در قبل کاهش فقط به اعضای فلز وارد می‌شود)	۱
۶-۱	قاب‌های نگهدارنده یک قضایند	—	—
۲	سالن‌ها و محل‌های تجمع و ازدحام	—	—
۱-۲	سالن‌های عمومی و محل‌های تجمع دارای سقف‌های ثابت (تجهیز شده به گد)	۳ ^(۲)	—
۲-۲	سالن‌های عمومی و محل‌های تجمع فاقد سقف‌های ثابت	۵ ^(۲)	—
۳-۲	سالن‌های غذاخوری و رستوران‌ها	۵ ^(۲)	—
۴-۲	سینماها و تئاترها	۲۵ ^(۲)	—
۵-۲	صحنه سینماها و تئاترها	۷۵ ^(۲)	—
۶-۲	سالن‌های اجرای مراسم گروهی، سرود و...	۳	—
۷-۲	شعبستان مساجد و تکیا	۳	—
۸-۲	سالن انتظار و ملاقات	۵ ^(۲)	—
۹-۲	پایانه‌های مسافربری	۵ ^(۲)	—
۳	راهروها، راه پله‌ها ^(۳) و بالکن‌ها	—	—
۱-۳	راهروهای مراکز تجمع و ازدحام واقع در طبقه همکف (ورودی)	۵	—
۲-۳	راهروهای مراکز تجمع و ازدحام واقع در سایر طبقات	مطلق بار زنده انقباض مجاور	—
۳-۳	راهپله و راههای منتهی به دربهای خروجی	۵ ^(۳)	۱٫۳
۴-۳	راه پله اضطراری	۵	۱٫۳
۵-۳	راهرو دسترسی برای امور تعمیر و نگهداری تأسیسات	۳	۱٫۳
۶-۳	بالکن‌ها	۱۵ برابر بار زنده کف اتاق‌های متصل به آنها، لازم نیست بیش از ۵ کیلو نیوتن بر مترمربع در نظر گرفته شود.	—

✳️ بار زنده لازم: باز زنده‌ای که در طراحی ساختمان و سایر سازه‌ها به کار می‌رود، باید بیشترین بار مورد انتظار برای کاربری مورد نظر بوده و در هیچ حالتی از حداقل بارهای یکنواخت داده شده در جدول ۵-۶-۱ (صفحه ۳۷ مبحث ششم) با در نظر گرفتن کاهش‌های مجاز کمتر نباشد.

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

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

Version: 2.0

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

ادامه جدول ۶-۵-۱ حداقل بارهای زنده گسترده یکتاواخت II و بار زنده متمرکز کفها

ردیف	نوع کاربری	بار گسترده کیلو نیوتن بر مترمربع	بار متمرکز کیلو نیوتن
۴	ساختمانها و مجتمعهای مسکونی	۲	---
۱-۴	اتاقها و سایر فضاهای خصوصی شامل (سرویسها، آشپزخانهها، راهروها)	۵	---
۳-۴	اتاقهای محل تجمع و راهروهای مرتبط با آن	---	---
۵	هتلها- فروشگاهها	۲	---
۱-۵	اتاقها و سایر فضاهای هتلها، مهمانسراها و خوابگاهها	۵	۴.۵
۲-۵	فروشگاههای کوچک و خردهفروشی- طبقه همکف (ورودی)	۳.۵	۴.۵
۳-۵	فروشگاههای کوچک و خردهفروشی- کف سایر طبقات	۲.۵	۴.۵
۴-۵	فروشگاههای عمدهفروشی- همه طبقات	۲.۵	۴.۵
۶	ساختمانهای آموزشی- فرهنگی و کتابخانهها	۲.۵	۴.۵
۱-۶	کلاسهای درس، آزمایشگاههای بیگ	۳	۴.۵
۲-۶	اتاقهای مطالعه	---	---
۳-۶	مخازن کتاب یا اتاقهای باگانی با فقههای ثابت	۲.۵ ^(۱) به ازای هر متر مربع از فضای حداقل ۷.۵	۴.۵
۴-۶	مخازن کتاب یا محل باگانی با فقههای متحرک	۲ به ازای هر متر از فضای حداقل ۱۰	۷
۵-۶	راهروهای طبقه همکف (ورودی)	۵	۴.۵
۶-۶	راهروهای سایر طبقات	۴	۴.۵
۷	ساختمانهای تفریحی	---	---
۱-۷	تئاتر کار معمولی	۲.۵	۹
۲-۷	سالن انتظار و ملاقات- راهروهای طبقه همکف (ورودی)	۲.۵	۹
۳-۷	راهروهای سایر طبقات	۲.۵	۹
۸	ساختمانهای صنعتی	---	---
۱-۸	کارگاههای صنعتی سبک	۲.۵ ^(۱) (۱)	۹
۲-۸	کارگاههای صنعتی متوسط	۱.۵ ^(۱) (۱)	۱۱
۳-۸	کارگاههای صنعتی سنگین	۱.۵ ^(۱) (۱)	۱۴
۹	ورزشگاهها و تاسیسات تفریحی	---	---
۱-۹	سالنهای ورزشی سبک مانند تنیس روی میز- بلیارد و ...	۲.۵ ^(۱)	---
۲-۹	سالنهای ورزشی و تفریحی سنگین	۵ ^(۱)	---
۳-۹	ورزشگاههای دارای سندلی ثابت	۵ ^(۱)	---
۴-۹	ورزشگاههای فاقد سندلی ثابت یا دارای سبک	۶ ^(۱) (۱)	---

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

Version: 2.0

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

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

ادامه جدول ۶-۵-۱ حداقل بارهای زنده گسترده یکتاواخت II و بار زنده متمرکز کفها

ردیف	نوع کاربری	بار گسترده کیلو نیوتن بر مترمربع	بار متمرکز کیلو نیوتن
۱۰	بیمارستانها و مراکز درمانی	۲	۲.۵
۱-۱۰	اتاقهای بیمار	۳	۲.۵
۲-۱۰	اتاقهای عمل، آزمایشگاهها	۵	۲.۵
۳-۱۰	راهروهای طبقه اول	۲	۲.۵
۴-۱۰	راهروهای سایر طبقات	۲	۲.۵
۱۱	محل عبور و پارک خودروها	---	---
۱-۱۱	محل عبور و پارک خودروهای با وزن حداکثر تا ۴۰۰ کیلو نیوتن	۳ ^(۱) (۱)	۳۰
۲-۱۱	محل عبور و پارک خودروهای با وزن ۴۰۰ تا ۹۰۰ کیلو نیوتن	۶	۳۰
۳-۱۱	بیمار و بخشهایی از محوطه یا اسکالین عبور کثیف	۱۳ ^(۱)	۳۰ ^(۱)
۱۲	سایر موارد	---	---
۱-۱۲	سردخانهها	۵ به ازای هر متر از فضای مفید حداقل ۱۵	---
۲-۱۲	آشپزخانههای صنعتی و رستورانهای صنعتی	۵	---
۳-۱۲	تعمیرات آبار سبک در فضای داخلی سقف کاذب	۱	---
۴-۱۲	آبارهای سبک	۶ ^(۱)	---
۵-۱۲	آبارهای سنگین	۱۳ ^(۱) (۱)	---
۶-۱۲	موتورخانهها	۷.۵	---
۷-۱۲	اتاقهای هوا ساز- پمپ و نظایر آن	۴	---
۸-۱۲	محل فرود بالگرد	۳ ^(۱) (۱)	---
۹-۱۲	کف کاذب در فضاهای اداری	۲.۵	۹
۱۰-۱۲	کف کاذب برای اتاقهای کامپیوتر	۵	۹
۱۱-۱۲	اتاق استخر	۳.۶	۱.۳ (بر روی سقفی برابر با ۵۰۰۵۰۰ مترمربع وارد شود)
۱۲-۱۲	هر گونه ساختمان دیگر	۱	---

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

Version: 2.0

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



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

عمده‌فروشی (Wholesale) جایی است که فروش کالا یا اجناس به خرده‌فروشان، کاربران صنعتی، بازرگانی یا دیگر کاسبان حرفه‌ای، یا به دیگر عمده‌فروشان و خدمات مرتبط است. بطور کلی، عمده‌فروشی، فروش کالا به هر کس و به هر مقدار به استثنای مصرف‌کننده نهایی می‌باشد. خرده‌فروشی (Retail) شامل فروش کالاها و اجناس فیزیکی برای مصرف مستقیم توسط خریدار است که از محلی معین، همچون فروشگاه یا مرکز خرید، در قالب بخش‌های کوچک یا منفرد تهیه شده باشد. اکثر سازه‌های تجاری در رده خرده‌فروشی قرار دارند. برای توجیه بیشتر به عکس‌های زیر توجه شود.



عمده‌فروشی (Wholesale)

صفحه ۵۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 2.0



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



عمده‌فروشی (Wholesale)

صفحه ۵۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 2.0



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

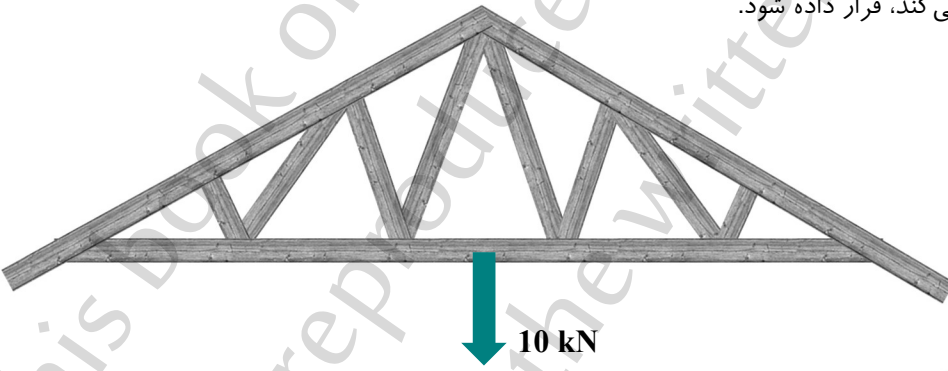


خرده‌فروشی (Retail)

Version: 2.0

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

* اجزاء خرپاها 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.



Version: 2.0

WebSite: 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

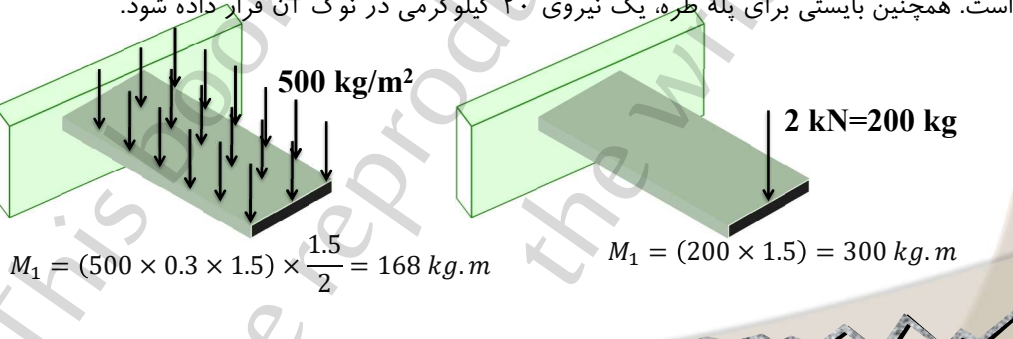
Version: 2.0

WebSite: 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 ۱۵۰×۳۰ سانتیمتر است. لنگر خمشی ناشی از بارهای زنده در محل اتصال پله به ستون چقدر است؟

۱) ۱۶۸ kg.m ۲) ۶۹ kg.m ۳) ۳۰۰ kg.m ✓ ۴) ۹ kg.m

طبق ردیف ۳-۳ جدول ۶-۵-۱ مبحث ششم صفحه ۳۷، مقدار بار زنده ۵۰۰ کیلوگرم بر متر مربع است. همچنین بایستی برای پله طره، یک نیروی ۲۰ کیلوگرمی در نوک آن قرار داده شود.



500 kg/m²

2 kN=200 kg

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

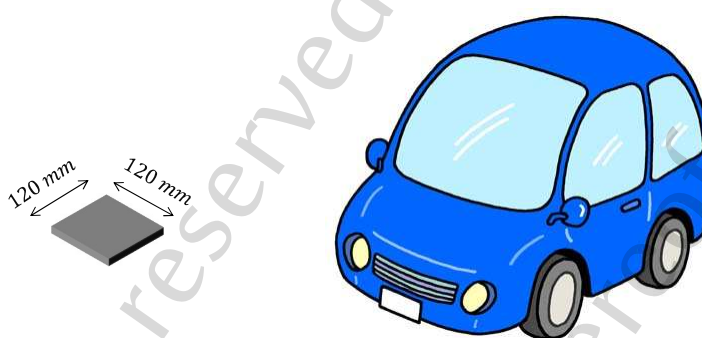
$$M_1 = (200 \times 1.5) = 300 \text{ kg.m}$$

Version: 2.0

WebSite: 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 ۶-۵-۱ و بارهای متمرکز زیر طراحی می‌شوند. اما لازم نیست این دو همزمان اعمال شوند:

- الف) در خصوص پارکینگ‌هایی برای خودروهای با ظرفیت کمتر از ۹ نفر، براساس یک نیروی متمرکز 13.5 kN اعمال شده بر روی یک سطح 120×120 mm.



The diagram shows a blue car on the right and a square load area on the left. The square is labeled with dimensions 120 mm by 120 mm.

صفحه ۶۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @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.

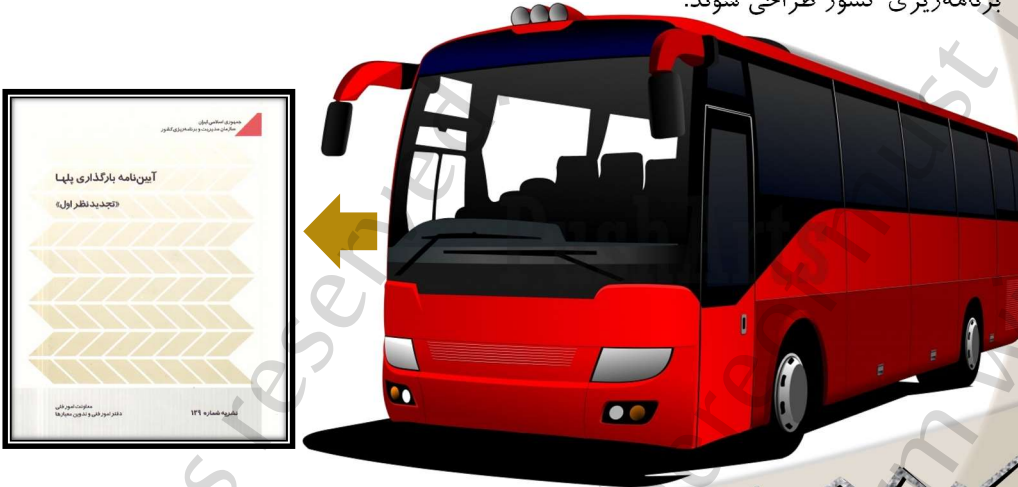


The photograph shows a multi-level car lift parking system with several cars parked on different levels. The structure is made of metal and has a green safety net on the side.

صفحه ۶۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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.



این‌نامه بارگذاری پل‌ها
«تجدید نظر اول»
مجلس شورای اسلامی
دفتر امور فنی و تدوین معیارها
معاونت امور فنی
مهر ۱۳۹۰

Version: 2.0
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
صفحه ۶۵

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

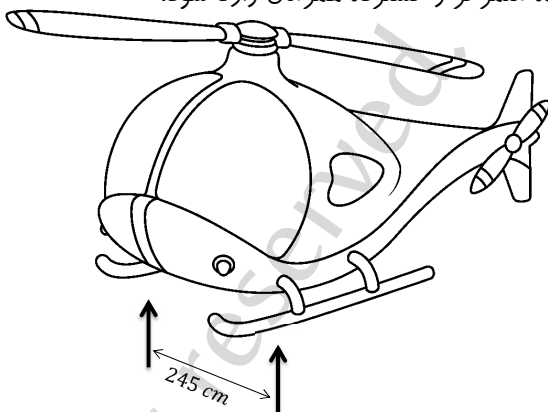


Version: 2.0
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
صفحه ۶۶

WebSite: 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 می‌باشد. 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؟



2.45 m

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: 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.



13.5 kN

13.5 kN

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: 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 ۲۵۰ کیلو نیوتن است. بار زنده طراحی این کف برابر چند کیلونیوتن بر متر مربع باید در نظر گرفته شود؟

۰.۸۳۳ (۱) ۱.۰ (۲) ۲.۰ (۳) ۱.۵ (۴) ✓

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

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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 کیلونیوتن 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 ۰.۷۵ kN/m را در هر جهتی در امتداد نرده یا نرده حفاظ تحمل کند. این بار نیاز نیست همزمان با بار متمرکز وارد شود.



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال-پایه ۳-۸۳- در یک ساختمان مسکونی سه طبقه، نرده حفاظ اطراف بام از پروفیل‌هایی به فاصله ۲.۵ m از یکدیگر و به ارتفاع ۱.۲ m تشکیل شده است. پایین پروفیل‌ها در تیر حمال کف گیردار است. در طراحی به روش تنش مجاز، پروفیل‌ها باید برای چه لنگر خمشی ناشی از بارهای زنده طراحی شوند؟

۱) ۲۲۵ kg.m ✓ ۲) ۱۰۰ kg.m ۳) ۱۲۰ kg.m ۴) ۱۸۰ kg.m

0.75 kN/m

1.2 m

2.5 m

2.5 m

1 kN

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

Version: 2.0

صفحه ۷۱

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

* بارهای وارد بر دست انداز (دستگیره): باید به نحوی طراحی شود که یک بار متمرکز ۱.۲ 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.

1.2 kN

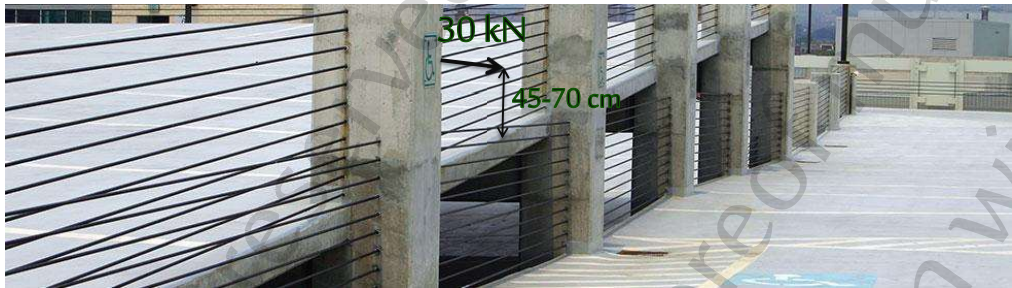
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 2.0

صفحه ۷۲

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

✱ بارهای وارد بر سیستم حفاظ پارکینگ: این سیستم باید طوری طراحی شود که یک بار متمرکز ۳۰ کیلونیوتن بصورت افقی و در هر جهتی تحمل نماید. بار بنا به فرض در ارتفاعی بین ۴۵ تا ۷۰ سانتیمتر از کف پارکینگ و یا رمپ به نحوی که بیشترین اثر را ایجاد نماید، وارد شود.



صفحه ۷۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

✱ بارهای وارد بر سیستم نردبان ثابت: حداقل بار زنده روی نردبان ثابت برابر یک بار متمرکز ۱.۳۵ kN بوده که در هر نقطه ای که بیشترین اثر بار را بر روی عضو مورد نظر ایجاد کند، وارد می گردد. هر ۳ متر از طول نردبان بایستی یک بار ۱.۳۵ 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 ۰.۴۵ kN در هر جهتی و در هر ارتفاعی تا بالای پایه را تحمل نماید.



صفحه ۷۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

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

✱ **نامناسب‌ترین وضعیت بارگذاری:** با توجه به متغیر بودن مکان بار زنده، بایستی بحرانی‌ترین حالت ممکن برای اعمال آن در نظر گرفته شود.

سوال) در چه مواردی بایستی نامناسب‌ترین وضعیت بارگذاری در نظر گرفته شود؟

طبق بند ۳-۲-۵-۶ مبحث ششم، در تیرهای یکسره و در قاب‌های نامعین در مواردی که بار زنده بیشتر از ۴ کیلو نیوتن بر متر مربع و یا بیشتر از یک و نیم برابر بار مرده باشد ($L > 1.5D$) موقعیت بار زنده در دهانه‌های 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 دهانه‌ها، حالت‌های بارگذاری زیر نیز در نظر گرفته شود.

الف) قرار دادن بار زنده در دو دهانه مجاور هم.

ب) قرار دادن بار زنده در دهانه‌های یک در میان.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

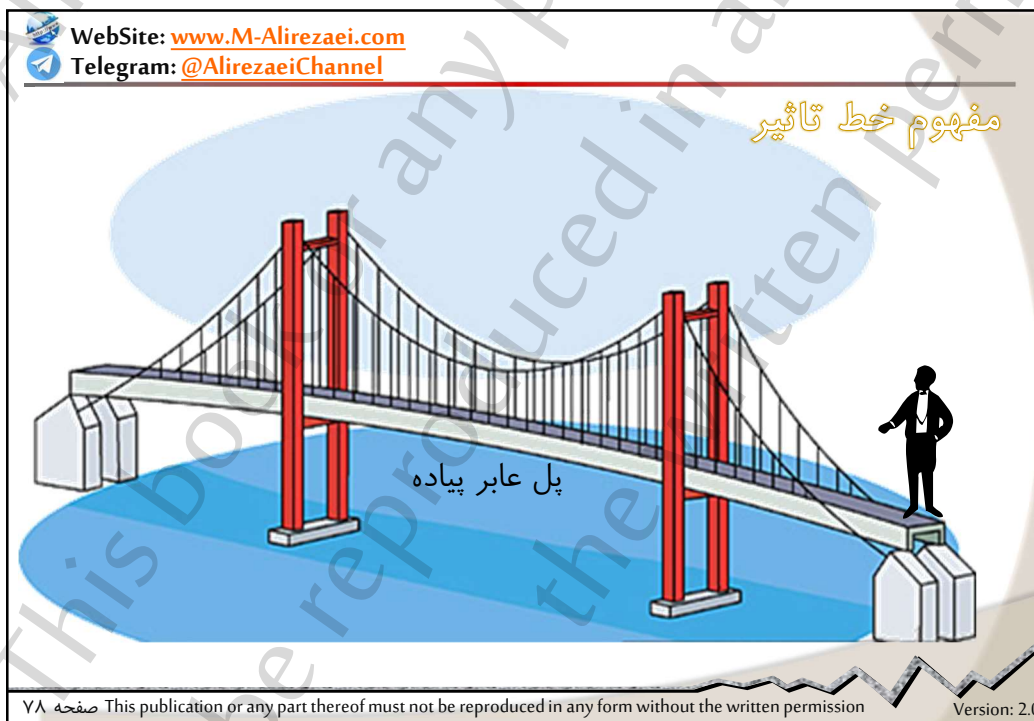
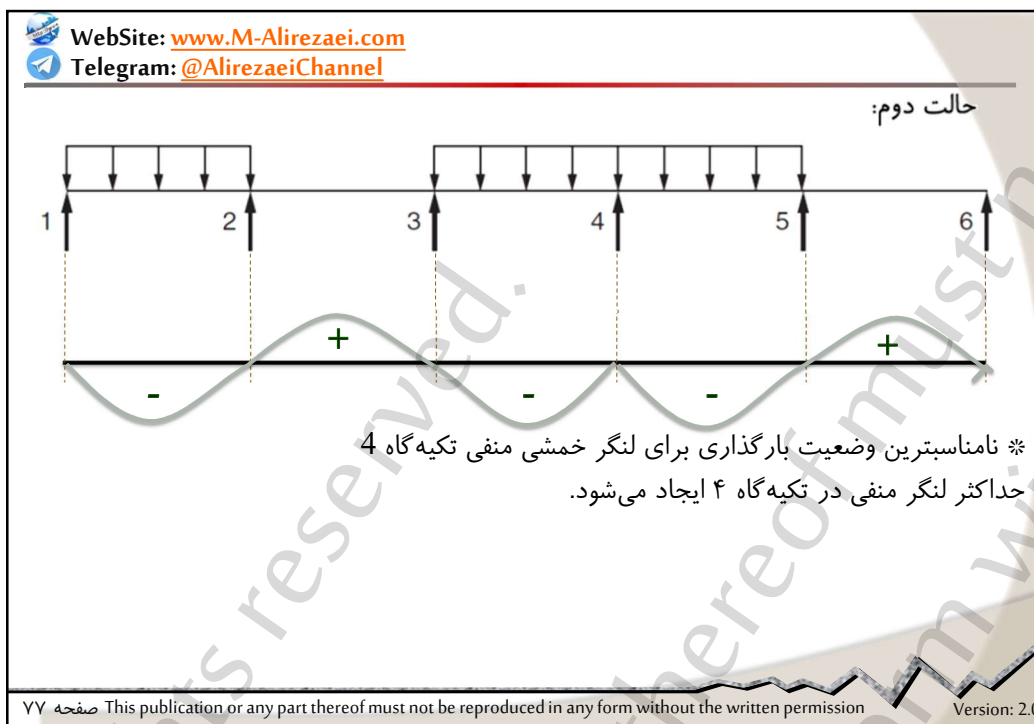
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

حالت اول:

✱ **نامناسب‌ترین وضعیت بارگذاری بین دهانه ۳۴**

بیشترین لنگر مثبت در وسط دهانه‌های ۱۲، ۳۴ و ۵۶ و حداکثر لنگر منفی در وسط دهانه‌های ۲۳ و ۴۵ ایجاد می‌شود.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) بارگذاری بار زنده بر روی سازه زیر در کدام دهانه‌های صورت گیرد تا بیشترین عکس العمل قائم تکیه‌گاهی در تکیه‌گاه C ایجاد شود؟ تکیه‌گاه F گیردار در نظر گرفته شود.

صفحه ۷۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

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

صفحه ۸۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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؟ تکیه‌گاه F گیردار در نظر گرفته شود.

صفحه ۸۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

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

صفحه ۸۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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؟ تکیه گاه F گیردار در نظر گرفته شود.

صفحه ۸۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

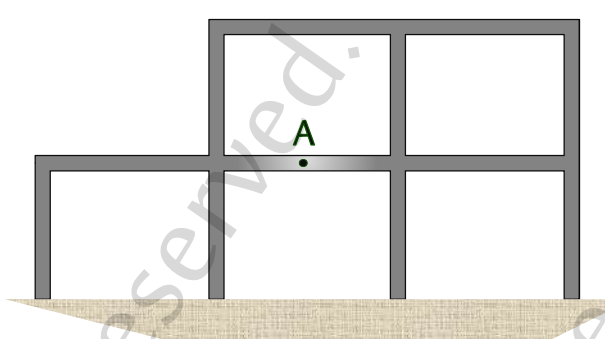
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

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

صفحه ۸۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

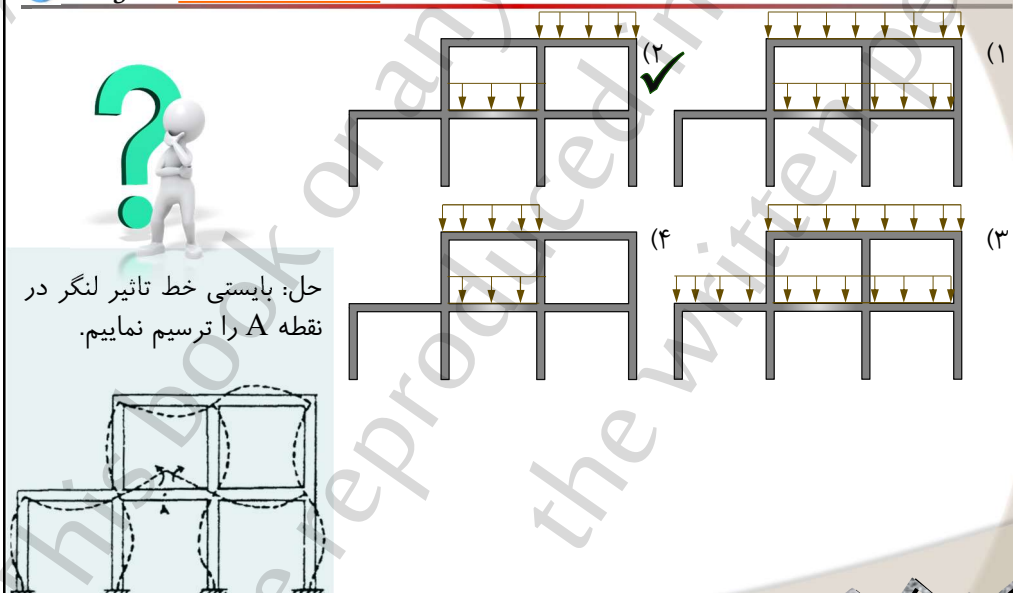
مثال) بارگذاری بار زنده بر روی سازه زیر در کدام دهانه‌های صورت گیرد تا بیشترین لنگر مثبت در نقطه A ایجاد شود؟



صفحه ۸۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

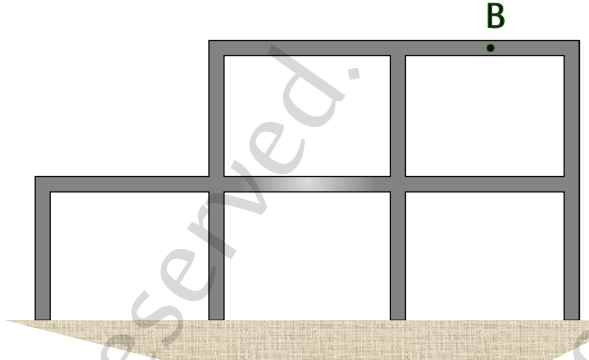
حل: بایستی خط تاثیر لنگر در نقطه A را ترسیم نماییم.



صفحه ۸۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

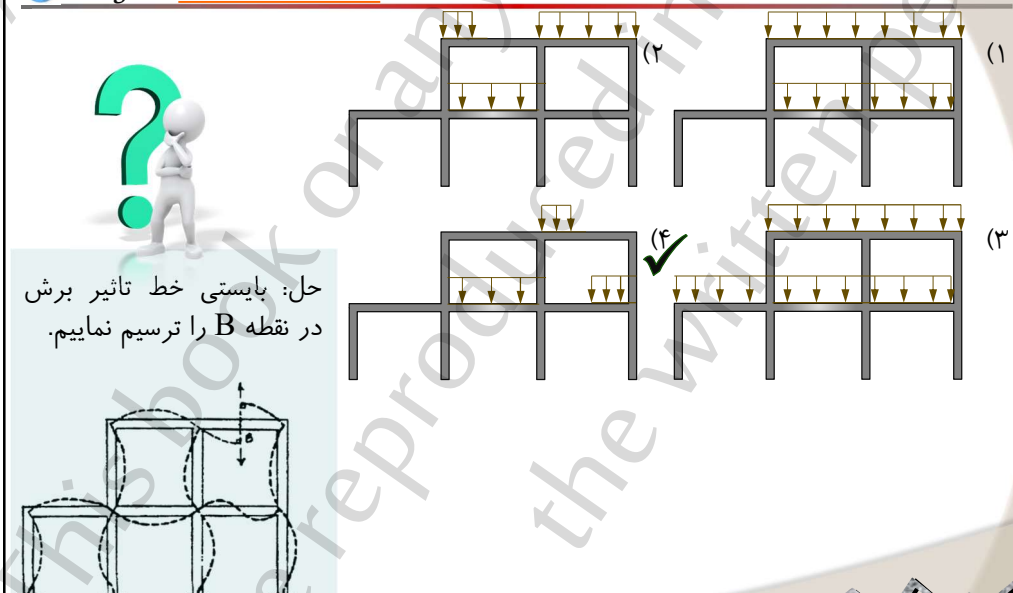
مثال) بارگذاری بار زنده بر روی سازه زیر در کدام دهانه‌های صورت گیرد تا بیشترین برش منفی در نقطه B ایجاد شود؟



صفحه ۸۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

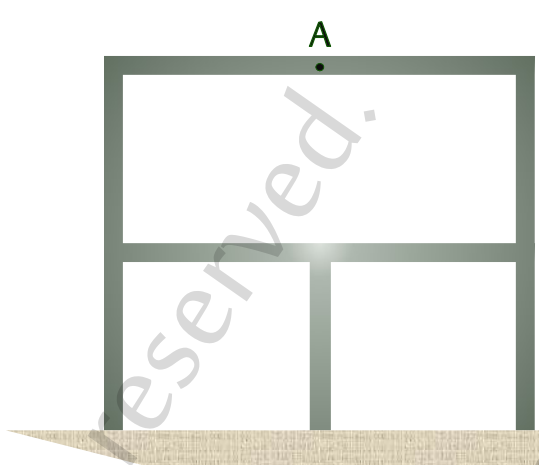
حل: بایستی خط تاثیر برش در نقطه B را ترسیم نماییم.



صفحه ۸۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

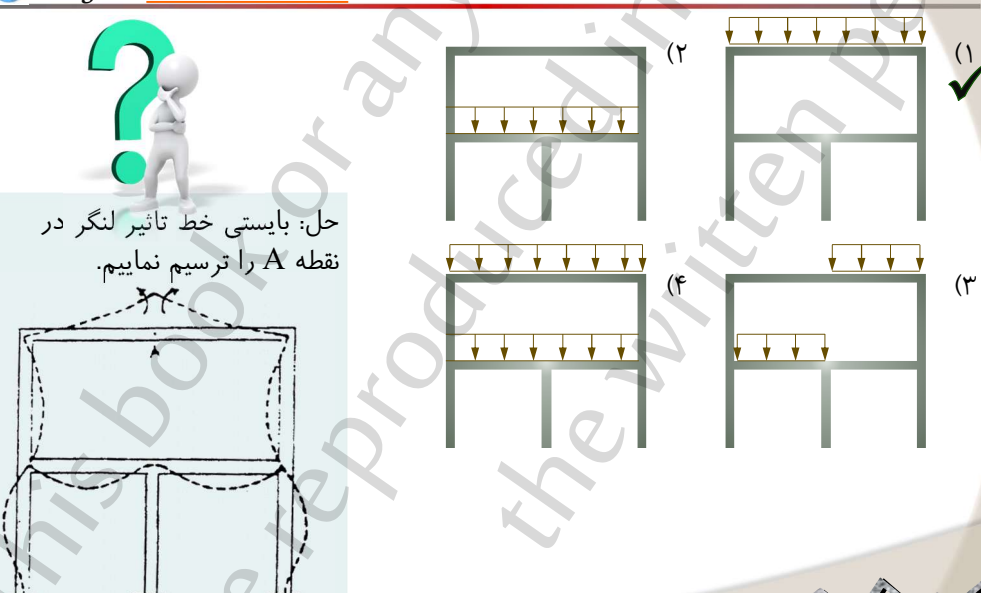
مثال) بارگذاری بار زنده بر روی سازه زیر در کدام دهانه‌های صورت گیرد تا بیشترین لنگر مثبت در نقطه A ایجاد شود؟



صفحه ۸۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

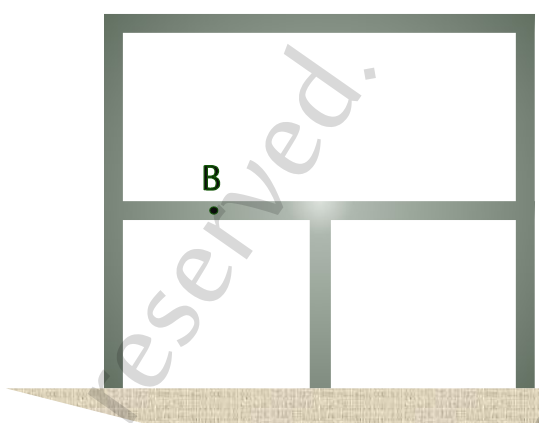
حل: بایستی خط تاثیر لنگر در نقطه A را ترسیم نماییم.



صفحه ۹۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

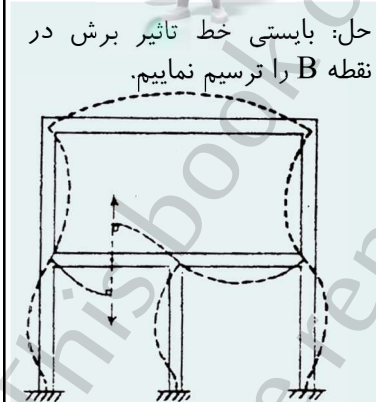
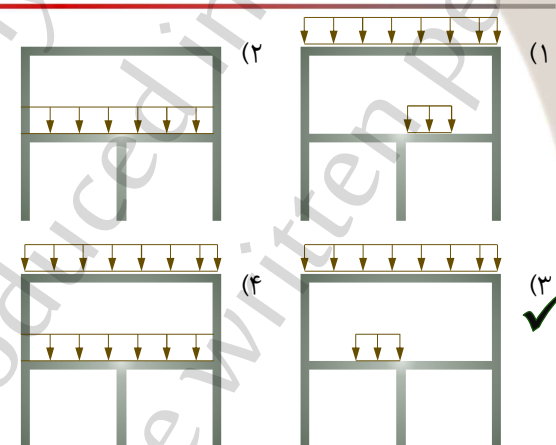
مثال) بارگذاری بار زنده بر روی سازه زیر در کدام دهانه‌های صورت گیرد تا بیشترین برش مثبت در نقطه B ایجاد شود؟



صفحه ۹۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

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

صفحه ۹۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: 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: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

✱ ضوابط مربوط به دیوارهای تقسیم کننده: در ساختمان‌های اداری و یا سایر ساختمان‌هایی 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 شده‌اند یا خیر، اقدام گردد. حداقل وزن آنها ۱ کیلونیوتن بر متر مربع در نظر گرفته می‌شود. اگر وزن یک متر مربع این دیوارها کمتر از ۰/۴ کیلونیوتن بر متر مربع باشد، می‌توان 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 می‌شود.

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: 2.0 صفحه ۹۵

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

وزن کل تیغه‌ها
مسااحت کف = بار گسترده یکنواخت تیغه‌بندی q

✱ اگر وزن یک متر مربع از تیغه‌ها کمتر از 0.4 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 kN/m^2 است.

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

✱ اگر وزن یک متر مربع از تیغه‌ها بین 0.4 تا 2 کیلونیوتن بر متر مربع باشد، در این حالت حداقل بار معادل باید 1 kN/m^2 در نظر گرفته شود.

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

✱ اگر وزن یک متر مربع از تیغه‌ها از 2 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 kN/m^2 بیشتر باشد، بار زنده به اندازه کافی زیاد بوده و نیازی به در نظر گرفتن بار زنده برای تیغه‌ها نیست.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0 صفحه ۹۶

WebSite: 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 ۰.۴ کیلونیوتن بیشتر اما از ۲ کیلونیوتن کمتر است

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

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

بار معادل تیغه برای قسمت A:

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

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

بار معادل تیغه برای قسمت B:

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

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

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

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

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

$$\text{بار تیغه} = \max \left\{ 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}, \frac{\text{وزن کل تیغه}}{\text{مساحت کف}} \right\} = \max \left\{ 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}, 77 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right\} = 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

➡

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/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 کیلو نیوتن 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 کیلو نیوتن 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 kN/m^2 بیشتر است، می‌توان از اثر دادن بارهای تیغه‌بندی صرف نظر نمود.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) پایه ۳-۸۹- در بخشی از یک ساختمان که بار زنده آن 2 kN/m^2 و مساحت طبقه 200 متر مربع می‌باشد، طول دیوارهای داخلی 30 متر و ارتفاع آنها 2.8 m و وزن یک متر مربع دیوار 1.8 kN است. بار معادل دیوارها بر حسب کیلونیوتن بر متر مربع که می‌توان بطور یکنواخت در کف اثر داد، چقدر است؟

(۱) 0.6
(۲) 1.0 ✓
(۳) 0.76
(۴) 2.0

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

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

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

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) پایه ۳-۹۰- در یک ساختمان مسکونی برای جداسازی فضاها از تیغه‌هایی استفاده شده که وزن یک متر مربع آنها 3 کیلونیوتن است. چنانچه سطح پلان ساختمان در هر طبقه 300 متر مربع و طول تیغه‌ها در هر طبقه 60 متر و ارتفاع آنها 3 متر باشد، کدامیک از عبارات زیر در خصوص بار معادل تیغه‌ها درست است؟

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

* اگر وزن یک متر مربع از تیغه‌ها از 2 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: 2.0

WebSite: 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 ۲.۸ 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)

۶.۲ (۱) ✓ ۲.۲ (۲) ۵.۸ (۳) ۷.۳ (۴)

طبق جدول پ ۶-۱-۲ مبحث ششم داریم:

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

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

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

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

۱۰۰ kg/m² (۱) ✓ ۱۲۰ kg/m² (۲) ۱۵۰ kg/m² (۳) ۱۶۰ kg/m² (۴)

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

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

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

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

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

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

✱ انتقال بار قائم در کف‌های یکطرفه و دو طرفه: در کف‌های یکطرفه، جهت پخش بار، در یک امتداد بوده و بارهای بر دو لبه از کف منتقل شده و در نهایت از طریق تیر به ستون‌ها می‌رسند. در کف‌های دو طرفه، توزیع در دو جهت عمود بر هم صورت می‌گیرد.

توزیع بار یکطرفه

توزیع بار دوطرفه

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

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

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

(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 اثر کند، چقدر است؟ کف سازه بصورت یکطرفه عمل می‌کند.

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

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

Version: 2.0

WebSite: 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؟

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

۱۰۷ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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؟

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

۱۰۸ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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) $AB=0$, $CD=0$

۱۰۹ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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، توزیع بار روی تیر CD چگونه است؟

۱۱۰ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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، توزیع بار روی تیر CD چگونه است؟

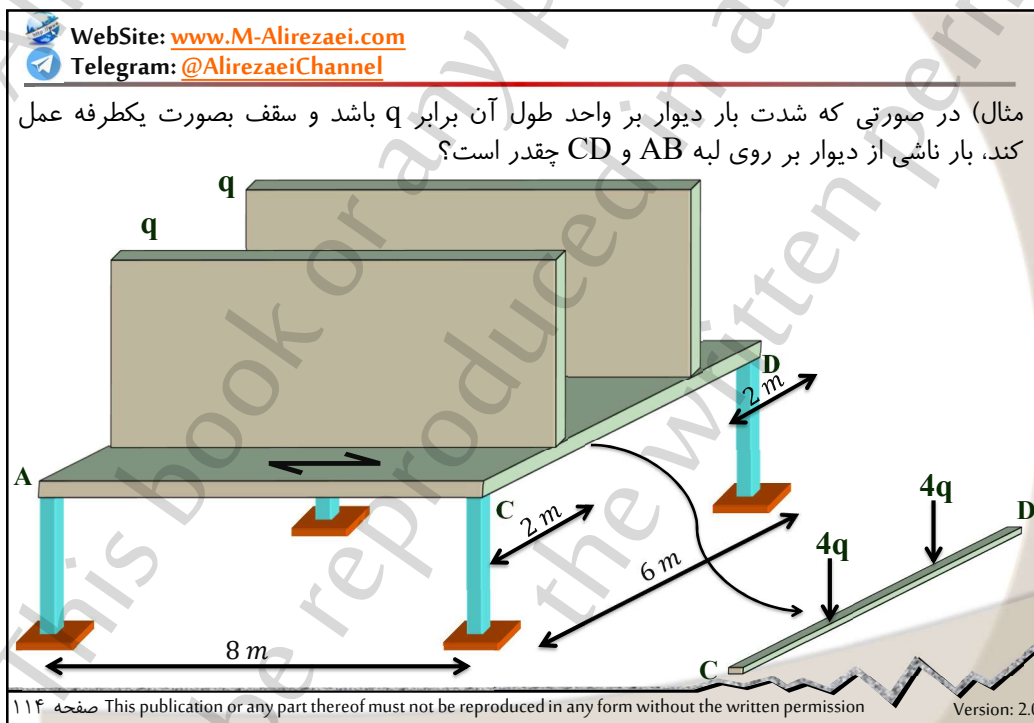
۱۱۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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) $AB=0$, $CD=0$ ✓

۱۱۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0



WebSite: 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؟

۱۱۵ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

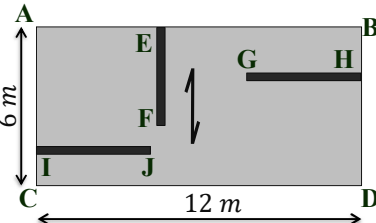
مثال- پایه ۳ شهریور ۹۱- در ساختمان مسکونی، بار مرده کف ۶۰۰ کیلوگرم بر متر مربع و وزن واحد سطح تیغه در چشمه $ABCD$ ، برابر ۳۰۰ کیلوگرم بر متر مربع و ارتفاع تیغه‌ها ۳ متر است. بار مرده وارد بر تیر AB کدام است؟ (طول تیغه $EF=4\text{ m}$ ، بار زنده کف بدون در نظر گرفتن تیغه ۳۰۰ kg/m^2 است)

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

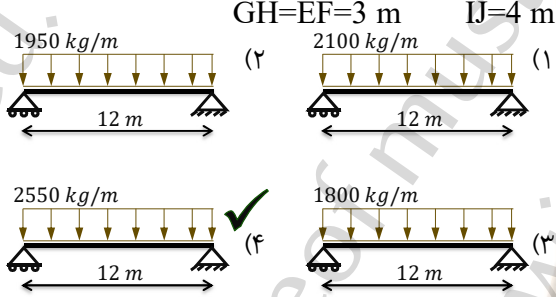
۱۱۶ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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^2 طول تیغه‌ها بصورت زیر:



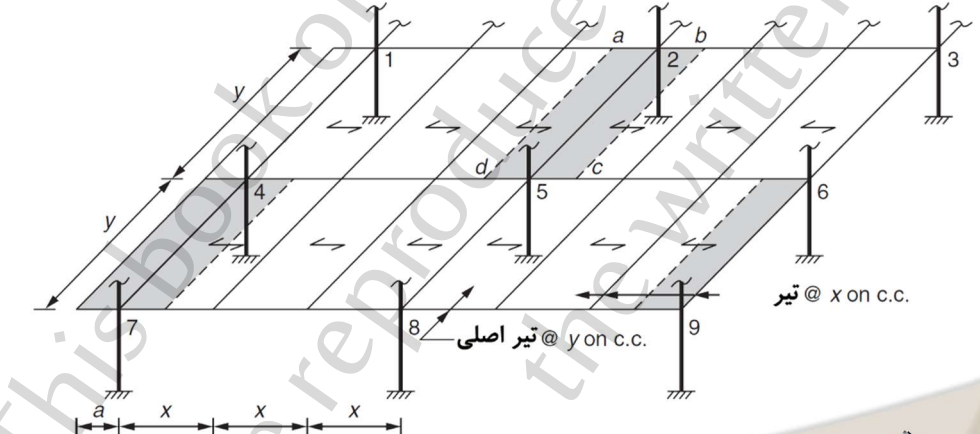
با توجه به وزن تیغه که کمتر از 2 kN/m^2 است، بار آن را میتوان بصورت گسترده زنده و حداقل برابر ۱۰۰ کیلوگرم بر متر مربع در نظر گرفت.



Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

در شکل زیر یک نمونه از سطح بارگیر برای چند تیر فرعی نشان داده شده است. پخش بار سطح نشان داده شده، بصورت یکطرفه می‌باشد. سیستم سقف را می‌توان بصورت عرشه فولادی در نظر گرفت. جهت پخش بارها روی تیرها به جهت قرارگیری تیرهای فرعی بستگی دارد.



Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

* در صورتی که نسبت طول به عرض دال روی تیرها از ۲ بیشتر باشد، جهت پخش بار روی سطح دال را می‌توان بصورت یکطرفه در نظر گرفت.

* در حالتی نسبت طول به عرض یک دال از ۲ کمتر باشد، پخش بار آن بصورت دوطرفه در نظر گرفته می‌شود. در این حالت، سهمیه بار هر تیر را می‌توان از روش پاکتی بدست آورد. در این روش، در راس هر تیر خطوطی با زاویه ۴۵ درجه تا وسط پانل دال ترسیم شده و سطح محصور بین این خطوط به عنوان سطح بارگیر دال در نظر گرفته می‌شود.

مقایسه پخش بار یکطرفه و دو طرفه

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

به عنوان مثال در صورتی که در شکل روبرو، نسبت $y/x=2$ باشد، برای یکی از تیرهای در جهت شرقی غربی، که در شکل سطح بارگیر آن با $abcdef$ نشان داده شده است، بارهای اعمالی از طرف کف طبقه به این تیر در شکل زیر آن، نشان داده شده است که در آن q شدت بار گسترده سطحی روی کف طبقه و $y=2x$ است. مقدار عکس‌العمل تکیه‌گاهی در انتهای تیر با در نظر گرفتن وزن خود تیر برابر است با:

$$V_B = 0.75qx^2 + w_Bx$$

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

برای یکی از تیرهای اصلی در جهت شمال - جنوب، که در شکل روبرو، سطح بارگیر آن با $ghij$ و $iklm$ نشان داده شده است، نیروهای موثر بر این تیر در شکل زیر آن آورده شده است. مقدار عکس‌العمل تکیه‌گاهی در انتهای تیر با در نظر گرفتن وزن خود تیر برابر است با:

$$V_G = 0.5qx^2 + V_B + w_Gx$$

صفحه ۱۲۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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؟

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

صفحه ۱۲۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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.

طراحی شود.

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

۱۲۳ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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 ۰.۷ m و طول طره ها ۱.۲ m است.

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

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

۱۲۴ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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؟

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

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

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؟

(۱) ۸۴ (۲) ۴۲ ✓ (۳) ۲۱ (۴) ۳۴

با مراجعه به جدول پ ۶-۱-۲ مبحث ششم:

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

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: 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.

(۱) 12.9 ton.m
(۲) 16.2 ton.m
(۳) 18.9 ton.m
(۴) 21.6 ton.m

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

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

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

سطح موثر:

در بارگذاری سقف‌های مختلف، مفهوم سطح موثر (A_T) 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 abcd نشان 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: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

سطح موثر:

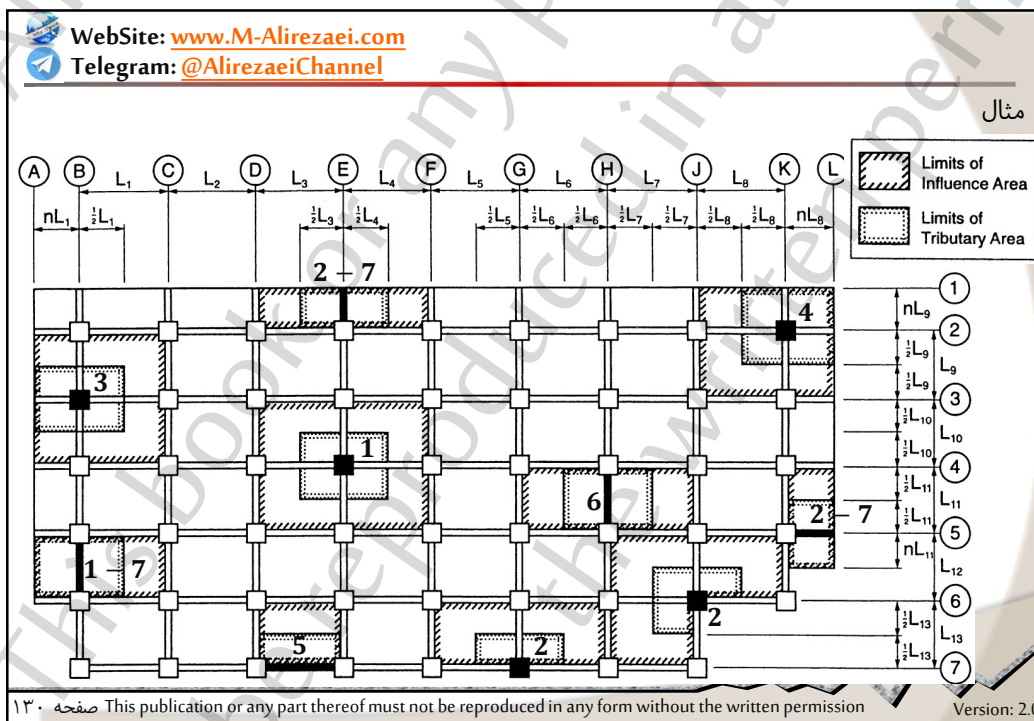
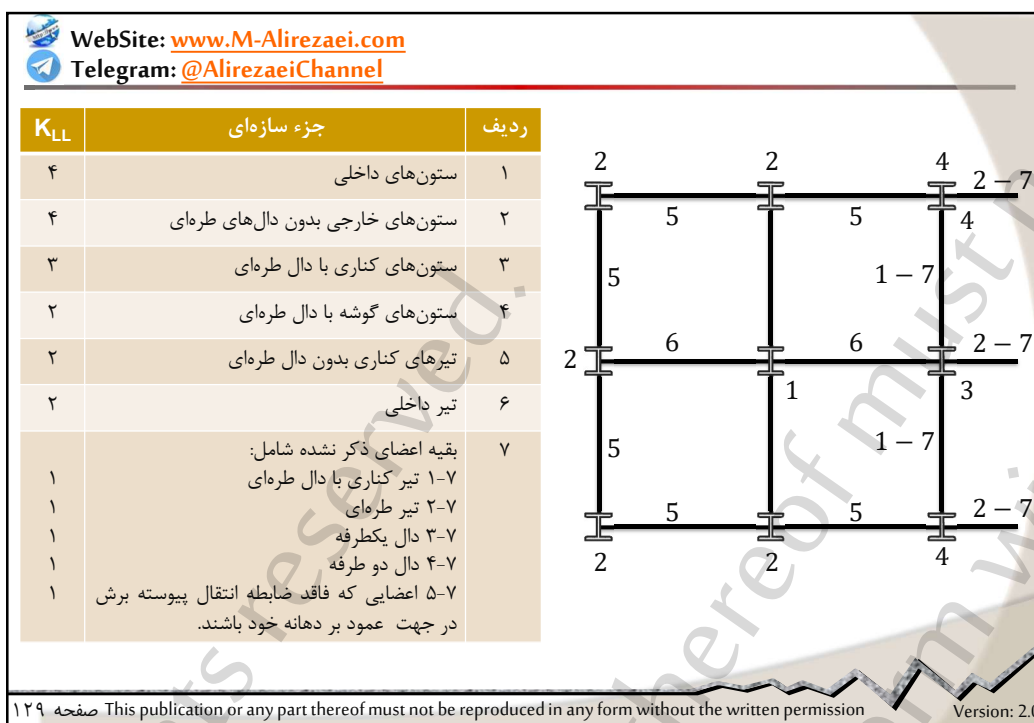
برای تیر اصلی بین دو گره ⑦ و ⑧، این سطح موثر که با هاشور efgh نشان داده شده است و برای این حالت، ضریب بار زنده K_{LL} بصورت زیر محاسبه می‌شود:

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

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

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

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0



WebSite: 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: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) برای پلان نشان داده شده در شکل زیر، مقدار بار زنده روی تیر A، شاه تیر B و ستون C در طبقه اول را تعیین نمایید. شدت بار زنده ۲۰۰ کیلوگرم بر متر مربع در نظر گرفته شود.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

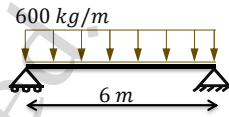
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

برای تیر A:

$$A_T = 3 \times 6 = 18 \text{ m}^2 \quad K_{LL} = 2.0$$

$$K_{LL}A_T = 2 \times 18 = 36 \text{ m}^2 < 37 \text{ m}^2$$

بنابراین امکان کاهش بار زنده برای تیر A وجود ندارد. شدت بار زنده روی این تیر برابر است با:

$$q = 200 \times 3 = 600 \text{ kg/m}$$


برای شاه تیر B:

$$A_T = 6 \times 6 = 36 \text{ m}^2 \quad K_{LL} = 2.0$$

$$K_{LL}A_T = 2 \times 36 = 72 \text{ m}^2 > 37 \text{ m}^2$$

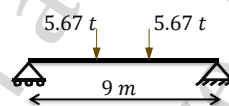
$$L = L_0 \left(0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{K_{LL}A_T}} \right) = 200 \left(0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{72}} \right) = 157.7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$L = 157.7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} > 0.5 \times 200 = 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \quad \text{قابل قبول است}$$

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

بار متمرکز روی تیر B ناشی از پارهای زنده:

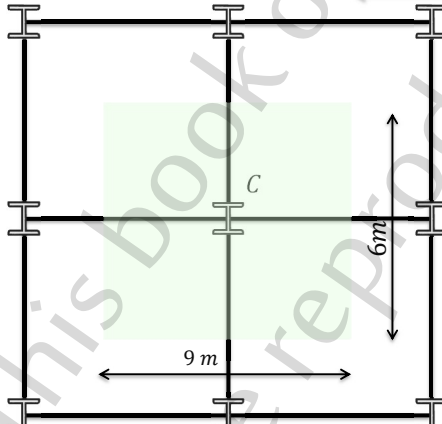
$$157.7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 6 \times 6 \times 10^{-3} = 5.67 \text{ ton}$$


برای ستون C در طبقه اول:

در شکل زیر، سطح بارگیر ستون C نشان داده شده

سطح بارگیر هر طبقه $A_T = 9 \times 6 = 54 \text{ m}^2$

سطح بارگیر تمام طبقات $3A_T = 3 \times 54 = 162 \text{ m}^2$

$$K_{LL}A_T = 4 \times 162 = 648 \text{ m}^2 < 37 \text{ m}^2$$


Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

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

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

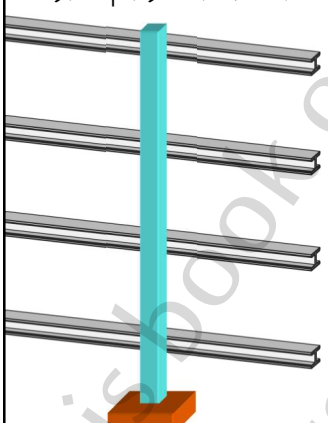
$$P = 85.9 \frac{kg}{m^2} \times 162 m^2 \times 10^{-3} = 13.9 ton \quad \text{بار محوری ستون}$$


۱۳۵ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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) ✓



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

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

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

$$100 - 0.58 = 42\%$$

۱۳۶ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال- پایه ۳- سال ۹۱- تیرهای اصلی طبقات یک ساختمان اداری با دفترکارهای 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) ✓

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

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

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

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

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

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

(۱) ۹۱۲ kg/m
(۲) ۱۱۶۷ kg/m ✓
(۳) ۱۱۶۵ kg/m
(۴) ۸۴۹ kg/m

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

استثنائات: 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.
- * 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 ۲۰٪ کاهش داد.
- * محل اجتماع و ازدحام: بار زنده محل‌های اجتماع و ازدحام مردم را نمی‌توان کاهش داد.



۱۳۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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 کاهش ناشی از تاثیر شیبدار بودن بام را در نظر می‌گیرد.

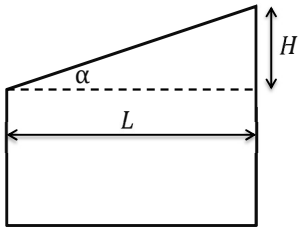
$$R_1 = \begin{cases} 1 & A_T \leq 18m^2 \\ 1.2 - 0.0111A_T & 18m^2 < A_T < 54m^2 \\ 0.6 & A_T \geq 54m^2 \end{cases}$$

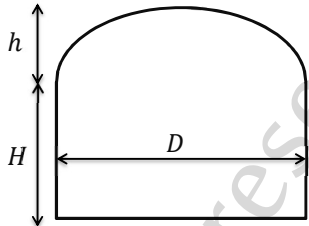
که در آن A_T سطح بارگیر عضو در بام است.

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

۱۴۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel



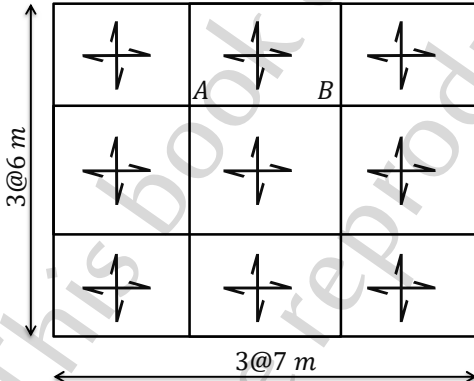
$$S: \tan \alpha = \frac{H}{L} \rightarrow S = \frac{H}{L} \times 100$$


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

۱۴۱ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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)

۱۴۲ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/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 m^2 و بار زنده طبقات 2.5 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:

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

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

درصد کاهش یافته به کاهش نیافته: $\% = \frac{16 \times (7 \times 1.16 + 1.5)}{16 \times (7 \times 2.5 + 1.5)} = 0.49$

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

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

مثال- پایه ۳- سال ۸۷- سطح باگیری تیری در کف یک انبار 36 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 ✓

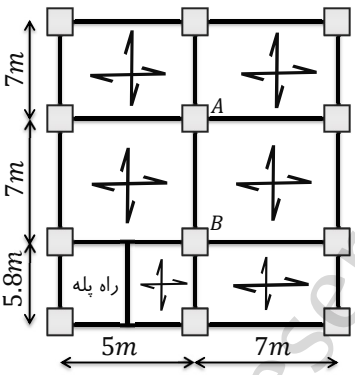
در برخی موارد قادر به کاهش بار زنده نیستیم:

* 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: 2.0

WebSite: 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.

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

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

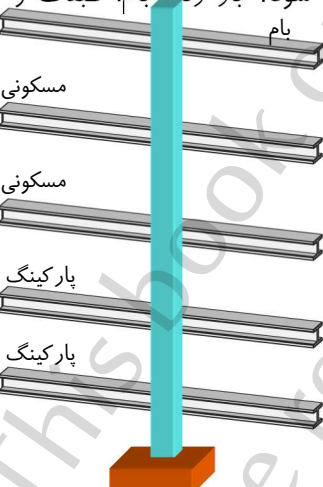
$$\frac{L}{L_0} = \left(0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{K_{LL} A_T}} \right) = \left(0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{2 \times 24.5}} \right) = 0.902$$

$1 - 0.902 = 9.7\%$

۱۴۵ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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)



(۱) ۳۱.۲ ton
(۲) ۳۹.۳ ton
(۳) ۴۰.۷ ton ✓
(۴) ۵۲.۲ ton

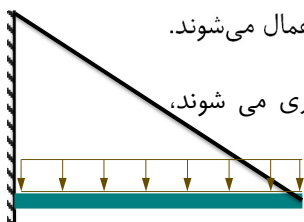
۱۴۶ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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.



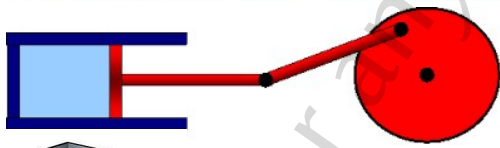
* وزن ماشین آلات، ملحقات و بارهای متحرک آنها در صورتی که ماشین آلاتی که دارای محور دورانی می‌باشند در ضریب 1.2 ضرب شوند.



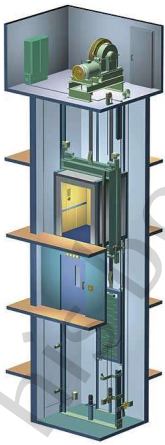
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0 صفحه ۱۴۷

WebSite: 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 می‌باشند 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.

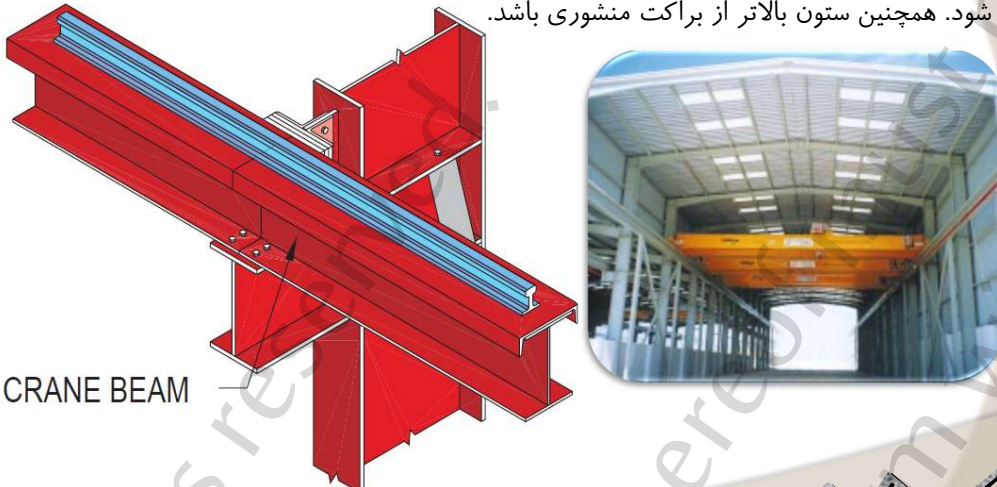


This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0 صفحه ۱۴۸

WebSite: 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.



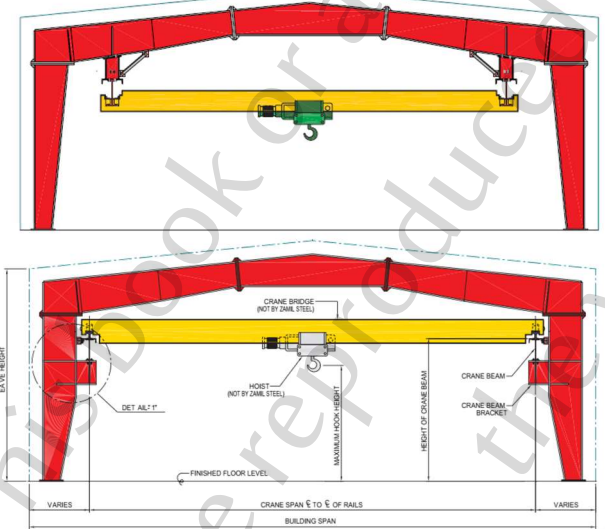
CRANE BEAM

Version: 2.0

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

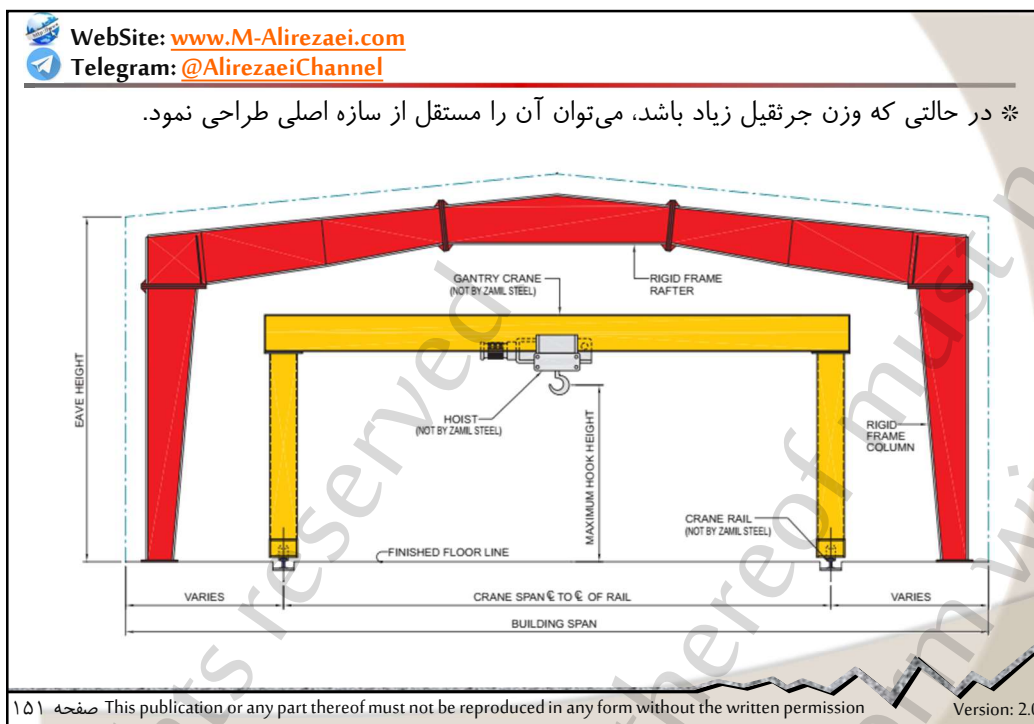
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

اجرای جرثقیل می تواند در تیر (رفتر) باشد، که چندان متداول نیست. در این حالت اثرات بار ترمز و بار آن بایستی در تیر دیده شود.



Version: 2.0

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





WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

%۲۵

جرتقیل‌های دارای پل موتوری کابیندار یا دارای کنترل از راه دور



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

Version: 2.0

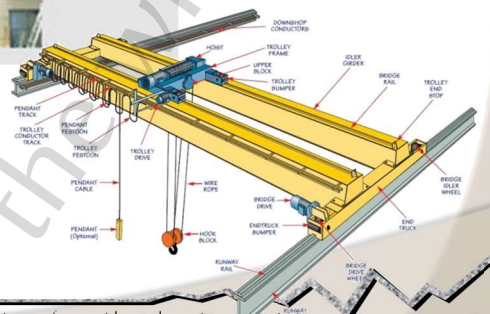


WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

%۱۰

جرتقیل دارای پل دارای موتور با کنترل آویزی

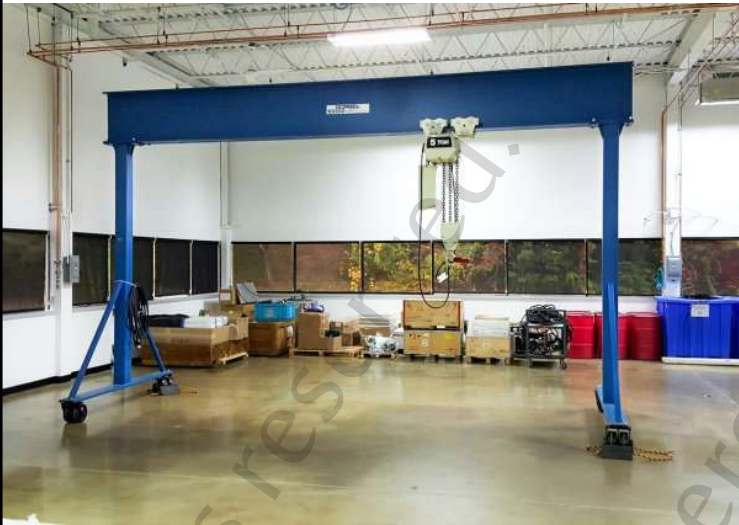


صفحه ۱۵۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 2.0

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

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



۱۵۵ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

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

✱ **بار افقی جانبی:** بار جانبی تیر زیر سری دارای ارباب های برقی باید برابر ۲۰٪ مجموع بار ضربیدار جراثقال و وزن ارباب 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.



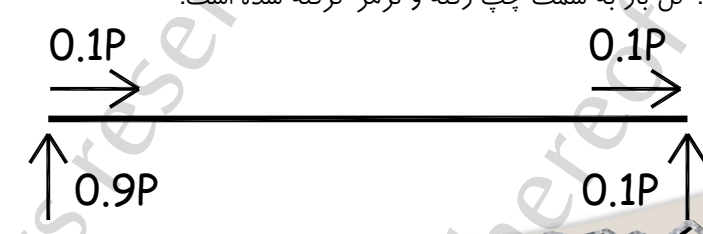
۱۵۶ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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:



صفحه ۱۵۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @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 ۱۵۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0



WebSite: 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 ²
(۲) منطقه با برف کم	0.50 kN/m ²
(۳) منطقه با برف متوسط	1.0 kN/m ²
(۴) منطقه با برف زیاد	1.5 kN/m ²
(۵) منطقه با برف سنگین	2 kN/m ²
(۶) منطقه با برف فوق سنگین	3 kN/m ²

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: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

شکل ۶-۷-۱

تقسیم بندی مناطق کشور برای بار برف

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

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

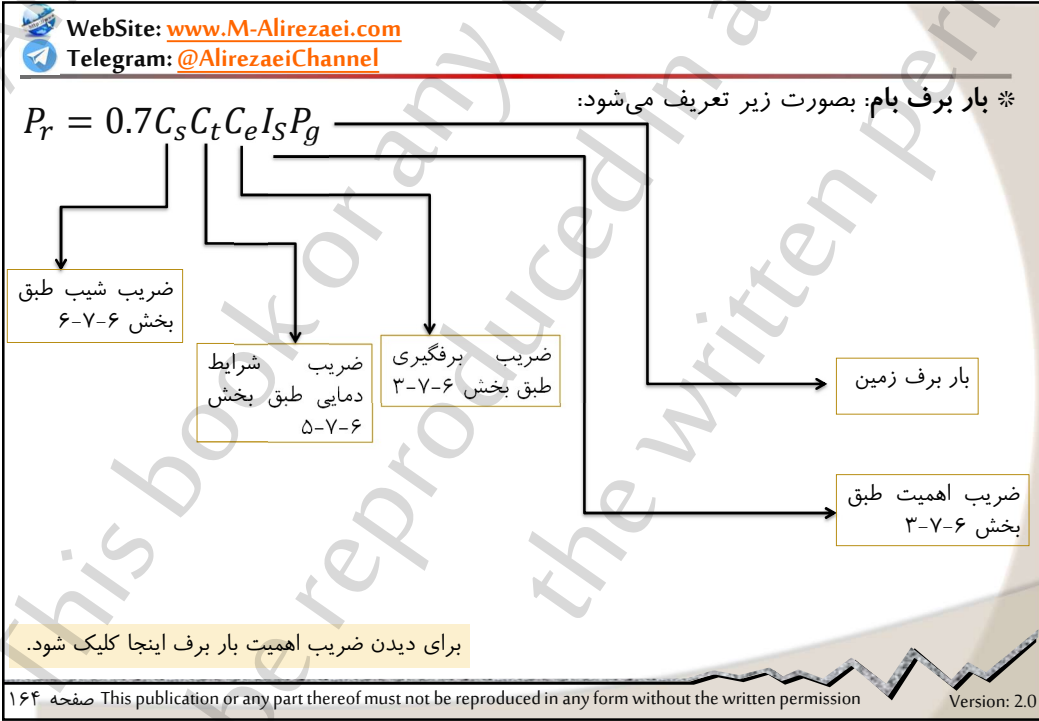
جدول ۶-۱ ادامه جدول ۶-۱-۱ تقسیم‌بندی شهرهای کشور از نظر بار برف

ردیف	شهر	منطقه	ردیف	شهر	منطقه
۱	استارا	۵	۶۱	رشت	۵
۲	اراک	۴	۶۲	رفسنجان	۳
۳	اردبیل	۵	۶۳	رواسر	۴
۴	اردستان	۲	۶۴	زابل	۲
۵	ارومیه	۴	۶۵	زیننه لوانو	۵
۶	اسلام آباد غرب	۴	۶۶	زنجان	۴
۷	اصفهان	۳	۶۷	سیوزار	۳
۸	الیکوترز	۵	۶۸	سراب	۴
۹	اسفندیه	۱	۶۹	سرلوان	۱
۱۰	انار	۲	۷۰	سرپل ذهاب	۳
۱۱	اهر	۴	۷۱	سرخس	۳
۱۲	اهواز	۲	۷۲	سردشت	۶
۱۳	ایران‌شهر	۱	۷۳	سفر	۵
۱۴	ایلام	۴	۷۴	بستان	۳
۱۵	ایوان غرب	۳	۷۵	سندج	۴
۱۶	ایوان	۲	۷۶	سیرجان	۴
۱۷	ایبده	۳	۷۷	شاهرود	۳
۱۸	آبعلی	۵	۷۸	شهر بابک	۳
۱۹	آستانه اشرفیه	۵	۷۹	شهر کرد	۴
۲۰	آق‌قزی	۴	۸۰	شیراز	۳
۲۱	بافت	۳	۸۱	طیس	۲
۲۲	باغی	۲	۸۲	فردوس	۲
۲۳	بایله	۵	۸۳	فسا	۳
۲۴	بجنورد	۴	۸۴	فیروزکوه	۴
۲۵	بروجرد	۴	۸۵	قائن	۲
۲۶	بستان	۲	۸۶	قراخیل	۴
۲۷	بشرویه	۲	۸۷	قروه	۴
۲۸	بم	۲	۸۸	قزوین	۴
۲۹	بندرعباس	۱	۸۹	قم	۳
۳۰	بندر لنگه	۱	۹۰	قوجان	۴

جدول ۶-۱-۲ تقسیم‌بندی شهرهای کشور از نظر بار برف

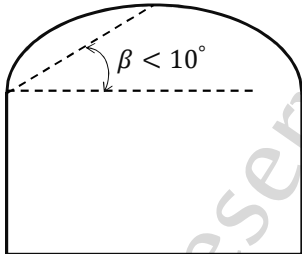
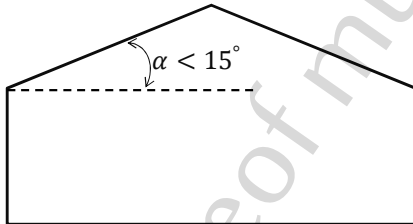
ردیف	شهر	منطقه	ردیف	شهر	منطقه
۱	بوشهر	۳۱	۹۱	کاشان	۳
۲	بیجار	۳۲	۹۲	کاشمر	۳
۳	بیرجند	۳۳	۹۳	کرج	۴
۴	بیرانشهر	۳۴	۹۴	کرمان	۳
۵	تبریز	۳۵	۹۵	کرمانشاه	۳
۶	تربت جام	۳۶	۹۶	کنکاور	۴
۷	تربت حیدریه	۳۷	۹۷	کنوج	۱
۸	تکاب	۳۸	۹۸	کوهرنگ	۶
۹	تهران جنوب	۳۹	۹۹	گرگان	۳
۱۰	تهران شمال	۴۰	۱۰۰	کرمان	۳
۱۱	جاسک	۴۱	۱۰۱	گلپایگان	۵
۱۲	جلفا	۴۲	۱۰۲	گلمکان	۴
۱۳	جیرفت	۴۳	۱۰۳	گیلاند	۲
۱۴	چابهار	۴۴	۱۰۴	لاز	۱
۱۵	خاش	۴۵	۱۰۵	ماکو	۴
۱۶	خدابنده	۴۶	۱۰۶	مران	۴
۱۷	خرم آباد	۴۷	۱۰۷	مریوان	۵
۱۸	خرم دره	۴۸	۱۰۸	مسجدسلیمان	۳
۱۹	خلخال	۴۹	۱۰۹	مشهد	۴
۲۰	خور بیابانک	۵۰	۱۱۰	ملایر	۴
۲۱	خور بیرجند	۵۱	۱۱۱	مهاباد	۴
۲۲	خوی	۵۲	۱۱۲	میانه	۴
۲۳	داران	۵۳	۱۱۳	نابین	۲
۲۴	دروغ	۵۴	۱۱۴	نهمند	۴
۲۵	دزفول	۵۵	۱۱۵	نهمینان	۲
۲۶	دهقان	۵۶	۱۱۶	نیشابور	۴
۲۷	دوگبدان	۵۷	۱۱۷	همدان	۴
۲۸	راسر	۵۸	۱۱۸	همدان بزرگ	۴
۲۹	رامهرمز	۵۹	۱۱۹	یاسوج	۴
۳۰	رباط پشت بام	۶۰	۱۲۰	یزد	۴

Version: 2.0



WebSite: 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:

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



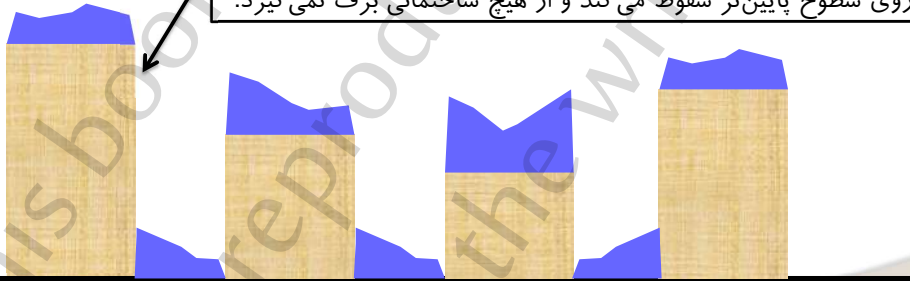
برای بام‌های شیبدار با شیب بیشتر از ۱۵ درجه و برای بام‌های قوسی با زاویه قائم بین تاج و پای قوس، بیشتر از ۱۰ درجه، نیازی به کنترل بار حداقل نیست

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

✱ ضریب برف گیری (C_e): اثر ناهمواری محیط و ساخت و ساز اطراف و میزان برف‌گیری بام ساختمان به کمک ضریب برف‌گیری C_e حاصل از جدول ۶-۷-۲ مبحث ششم در نظر گرفته می‌شود (این ضریب عددی بین ۰/۸ تا ۱/۲ است). در این جدول ناهمواری محیط به سه دسته بام برف‌ریز، بام نیمه برف‌گیر و بام برف‌گیر تقسیم می‌شود.

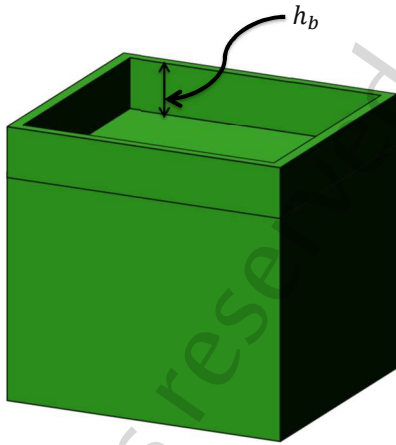
در حالت برف‌ریز، بام، بالاتر از محیط اطراف ساختمان می‌باشد و برای آن محافظتی از اطراف وجود ندارد. اگر وزش بادی صورت گیرد، برف بر روی سطوح پایین‌تر سقوط می‌کند و از هیچ ساختمانی برف نمی‌گیرد.



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

اگر بر روی بام تاسیساتی وجود داشته باشد، و یا ارتفاع دست‌انداز بام و سایر برجستگی‌ها، از روی بام بیشتر از ارتفاع برف متوازن، $h_b = P_f / \gamma$ باشد، آن بام نمی‌تواند در گروه برف‌ریز قرار گیرد.

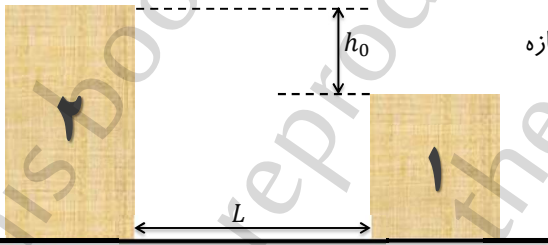


وجود دست‌انداز با ارتفاع بیشتر از برف متوازن که در این حالت بام نمی‌تواند در گروه برف‌ریز قرار گیرد.

صفحه ۱۶۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

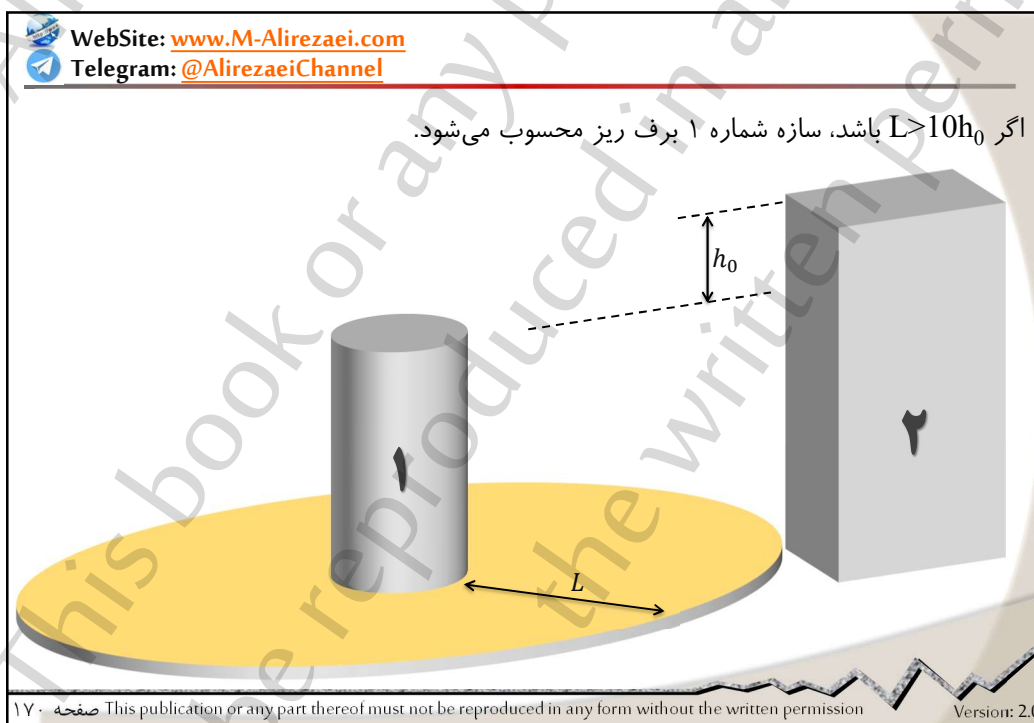
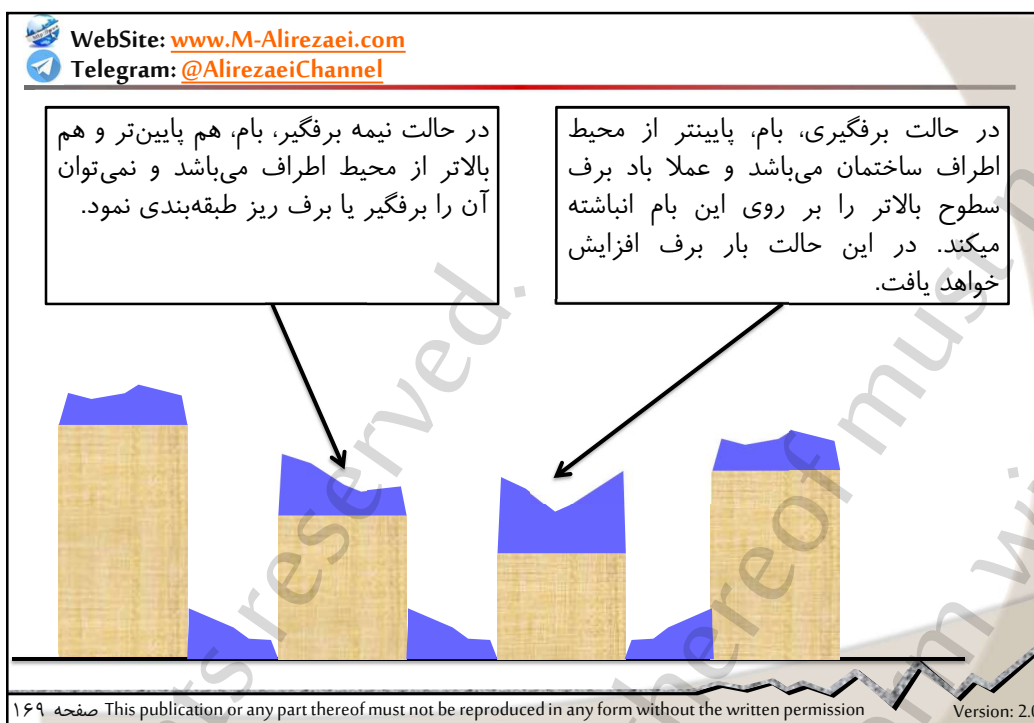
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

موانع اطراف ساختمان تا فاصله $10h_0$ می‌توانند برای برف بام آن ساختمان محافظت ایجاد کنند و در آن صورت بام نمی‌تواند برف ریز باشد. که h_0 فاصله قائم از روی مانع بالاتر تا روی بام می‌باشد. بام برف‌گیر از تمام جوانب پایین‌تر از موانع متصل به آن و یا موانع اطراف است. وزن مخصوص برف از رابطه زیر تعیین می‌شود:

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


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

صفحه ۱۶۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

✱ **گروه ناهمواری محیط:** این مورد در تعیین C_e دخیل بوده و آن را متاثر میکند. ناهمواری محیط اطراف ساختمان، مانند وجود درختان بلند در اطراف ساختمان است. در بند ۶-۷-۱ 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: 2.0

WebSite: 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 $24 \times \tan(24) = 10.7 \text{ m}$ می‌باشد. در صورتی که ارتفاع سطح دید را ۱/۸ متر در نظر بگیریم، ارتفاع درخت برابر ۱۲/۵ متر خواهد بود. با توجه به ارتفاع ساختمان (۵ متر) فاصله بین تراز بام تا نوک درخت برابر ۷/۵ 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:

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

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

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

ضریب C_p	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.

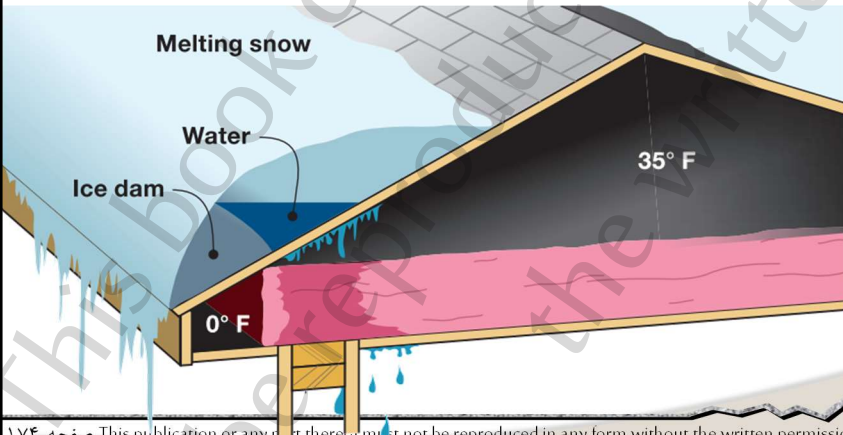


صفحه ۱۷۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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 ۱۷۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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 α_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 α_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.

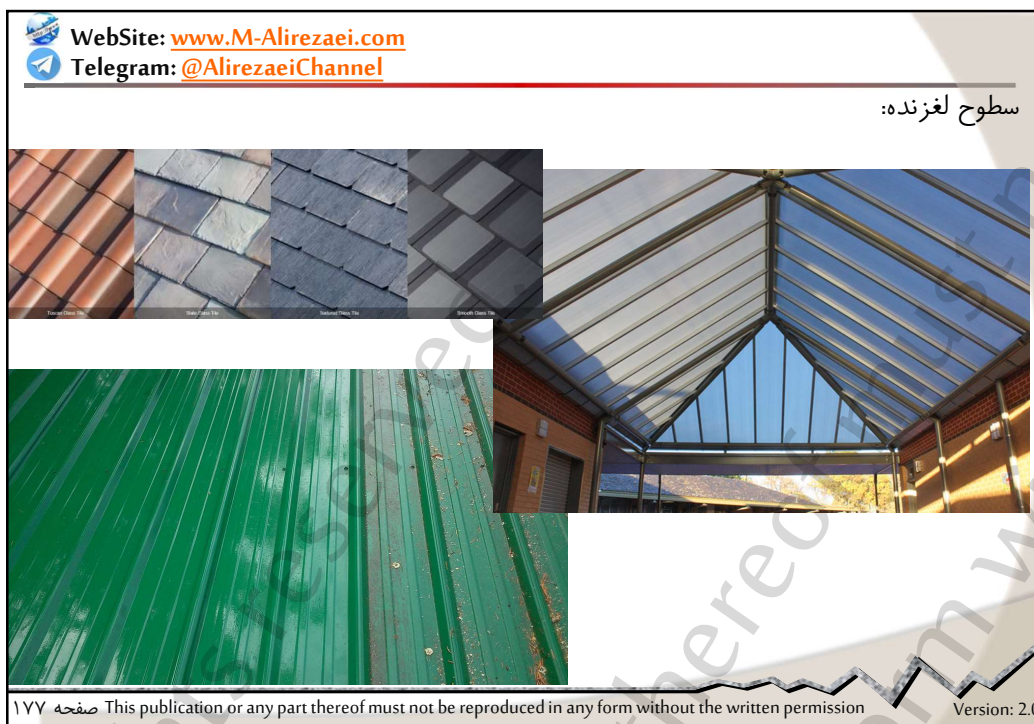
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

سطوح غیر لغزنده:



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

بطور خلاصه:

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

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

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

Version: 2.0

WebSite: 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.

Version: 2.0

WebSite: 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 نامتقارن نیست.

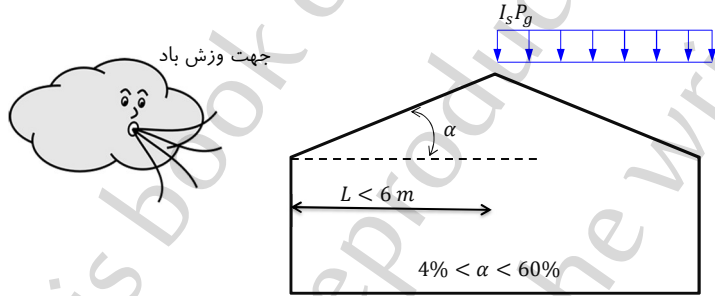


صفحه ۱۸۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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 $I_s P_g$.



صفحه ۱۸۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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% < α < 60%

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: 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، $C_e=0.9$, $C_t=1.2$, $P_g=3 \text{ kN/m}^3$ و $I_s=1.0$ در نظر گرفته شود).

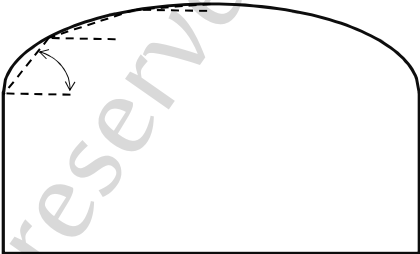
(۱) (۲) (۳) (۴)

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: 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.

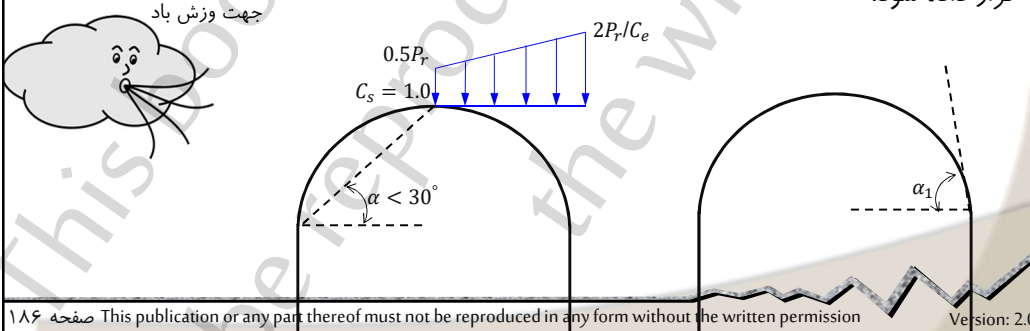


صفحه ۱۸۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

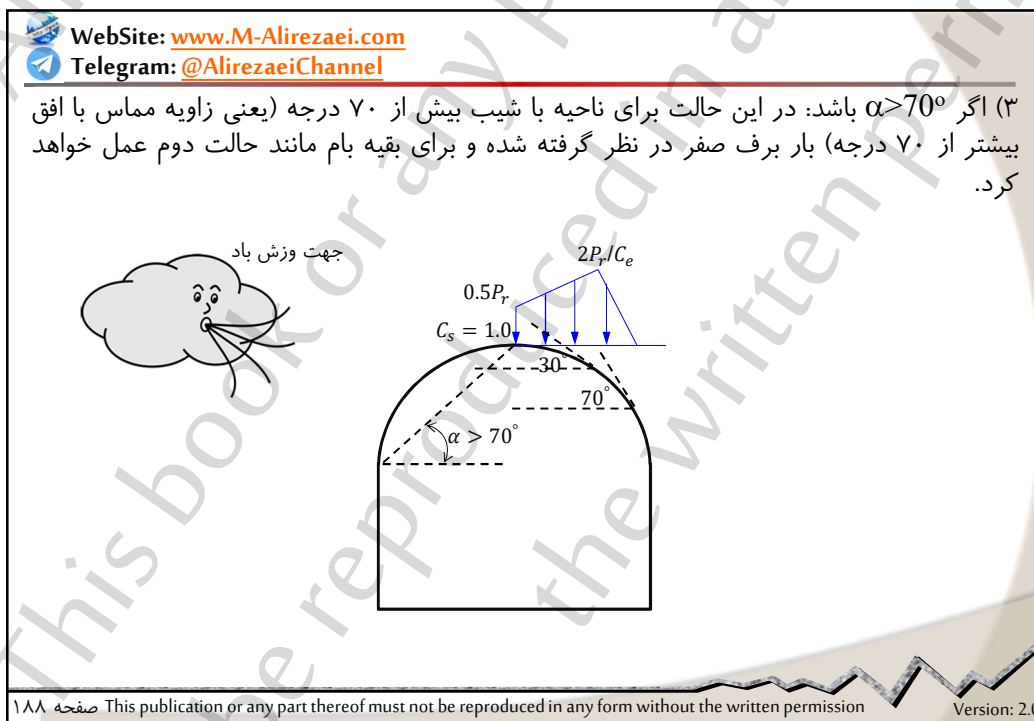
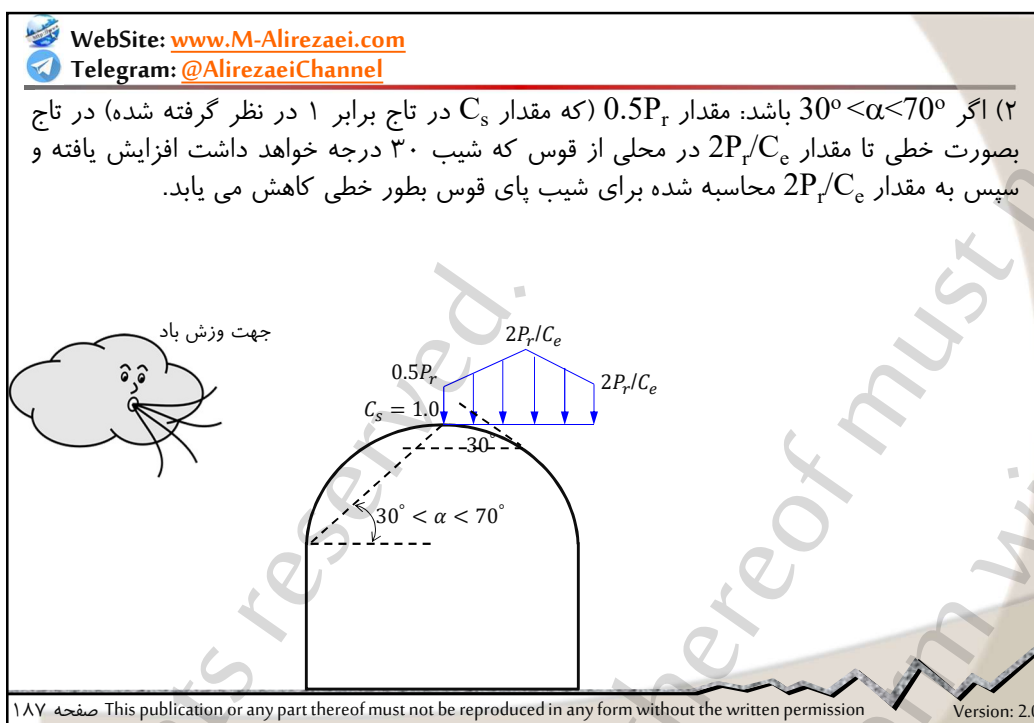
بار نامتوازن در بام‌های قوسی، براساس شیب خط رابط بین تاج و پای قوس تعیین می‌شود. اگر این شیب بیش از ۶۰ درجه باشد، برف تحت تاثیر وزن خود از روی بام به پایین می‌لغزد و در این حالت در نظر گرفتن بار نامتوازن لازم نیست. از طرفی در شیب‌های کمتر از ۱۰ درجه نیز نیازی به لحاظ کردن بار نامتوازن برف نیست. سه حالت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

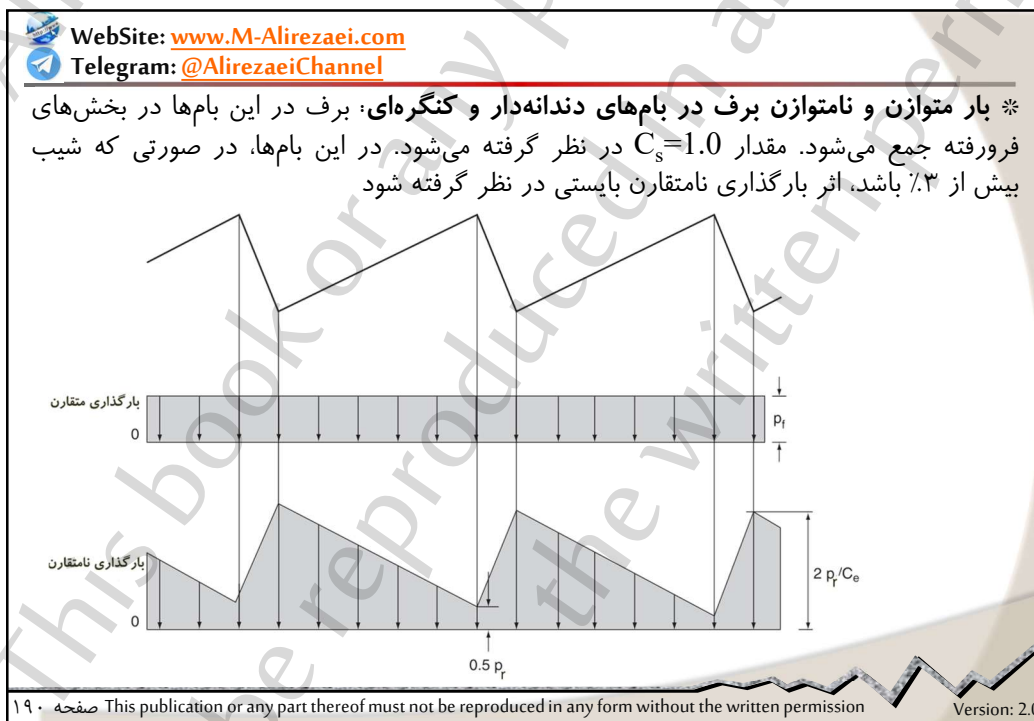
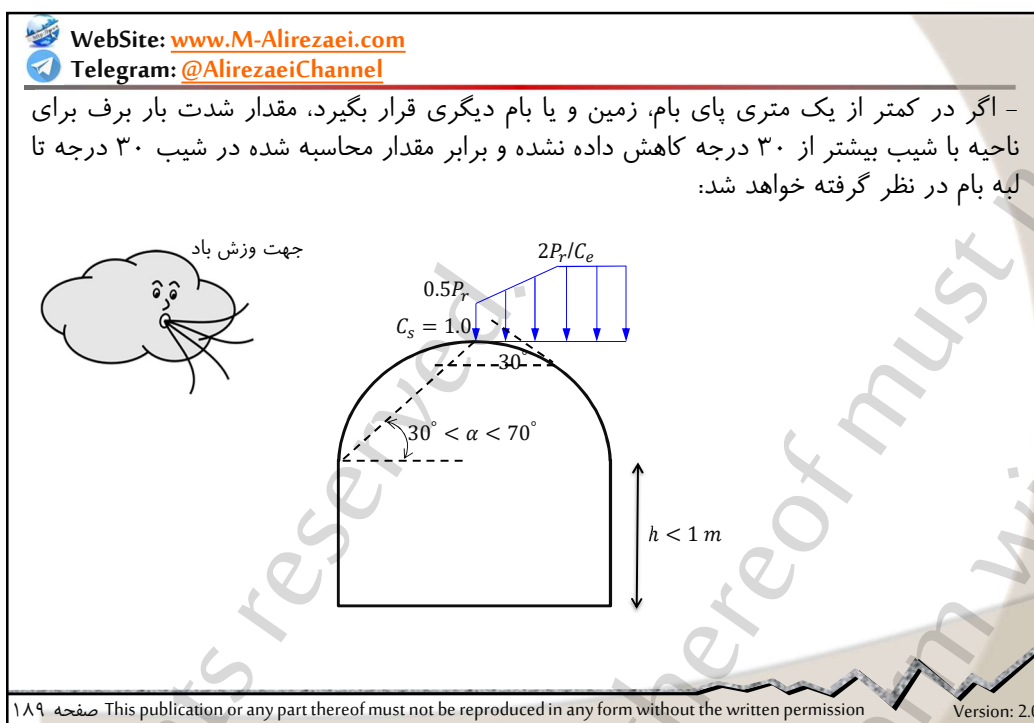
(۱) اگر $\alpha < 30^\circ$ باشد: باری معادل $2P_r/C_e$ در پای شیب که بصورت خطی به $0.5P_r$ (که مقدار C_s در تاج برابر ۱ در نظر گرفته شده) در تاج ختم می‌شود. برای محاسبه P_r در سمت راست قوس ابتدا شیب در سمت راست یعنی α_1 تعیین شده و با کمک آن C_s و سپس P_r را در رابطه $2P_r/C_e$ قرار داده شود.



جهت وزش باد

صفحه ۱۸۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0





WebSite: 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: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

اگر شرط $h_c/h_b < 0.2$ برقرار باشد، در نظر گرفتن انباشتگی الزامی نیست. که $h_b = P_r/\gamma$ 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.

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

انباشتگی پشت به باد ←

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

انباشتگی پشت رو به باد ←

وزش باد →

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: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

* بار انباشتگی برف در بام پایین‌تر: 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 مثلثی برابر $w = 4h_d$ و اگر مقدار $h_d > h_c$ باشد، مقدار عرض انباشتگی 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: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

* بار انباشتگی 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 انباشتگی بر روی بام پایین‌تر 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 مثلثی برابر مقدار کمتر $6h_d$ و $(6h-S)$ در نظر گرفته می‌شود.

$s < 6 \text{ متر}$
 $< 6h$

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

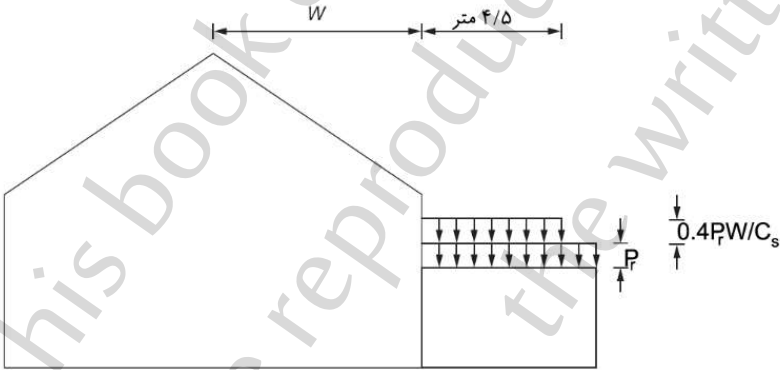
✱ **بار برف لغزش:** طبق بند ۶-۷-۱۱ میحث ششم، این بار حاصل از لغزش برف از بام شیبدار و ریختن آن به سقف پایین‌تر بوده و بایستی برای بام‌های لغزنده با شیب بیشتر از ۲٪ و برای سایر بام‌ها با شیب بیشتر از ۱۵٪ محاسبه شود.



صفحه ۱۹۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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 بر 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.



صفحه ۱۹۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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.

صفحه ۱۹۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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.

صفحه ۱۹۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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 بر 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: 2.0

WebSite: 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: 2.0

WebSite: 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)

(۳)

(۴) هیچکدام

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: 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: 2.0

WebSite: 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

(۱) 420 1680 420 ✓

(۲) 420 1680

(۳) 420 1680 420

(۴) 420 3200 420

20 m 20 m

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

بار باد

Version: 2.0

WebSite: 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.

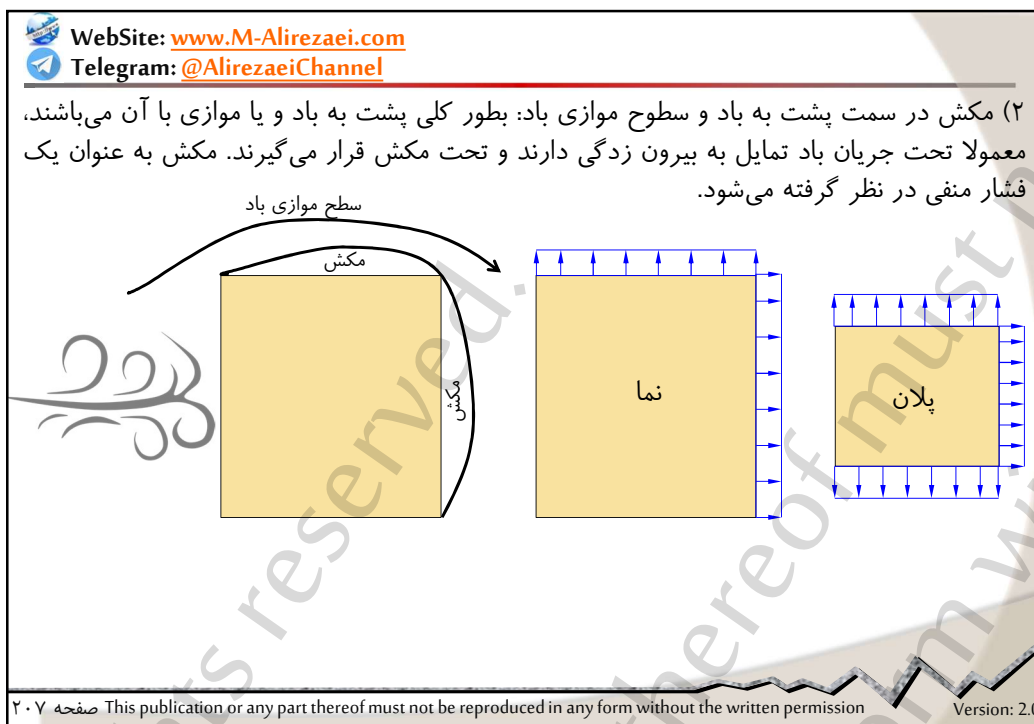
۲۰۵ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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.

۲۰۶ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0



WebSite: 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 جدارها گردد:

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

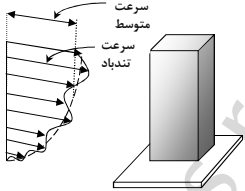
(۲) فشار منفی داخلی و یا مکش: فشار منفی داخلی زمانی بوجود می‌آید که مساحت بازشدگی در سمت پشت به باد نسبت به سمت رو به باد بیشتر باشد.

✱ **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.

$q = 0.000613V^2$

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 کیلونیوتن بر متر مربع و V سرعت مبنای باد بر حسب متر بر ثانیه است.

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



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: 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 ۶-۱-۲، 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.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

✱ **ارتفاع مبناء:** 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.

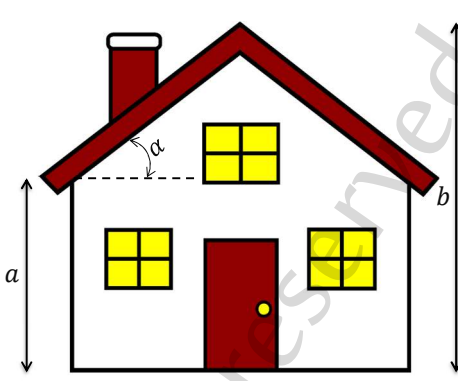
(۱) ساختمان‌های کوتاه مرتبه:

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

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

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

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



۲۱۱ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

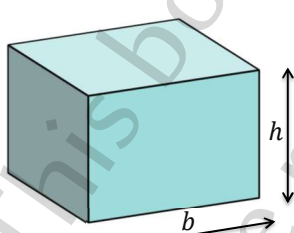
(۲) ساختمان‌های بلند مرتبه: در قسمت‌های مختلف ساختمان‌های بلند مرتبه ارتفاع مبنا بصورت زیر محاسبه می‌شود:

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

(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.



۲۱۲ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/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 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: 2.0 صفحه ۲۱۳

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/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 ($x_r < 0.05 \text{ km}$)

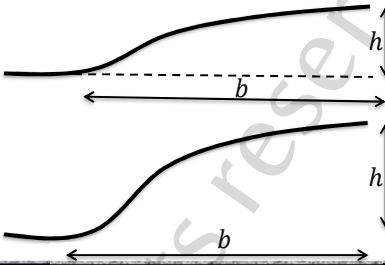
$$C_e = C_{eo}$$

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: 2.0 صفحه ۲۱۴

WebSite: 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.



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

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

۲۱۵ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

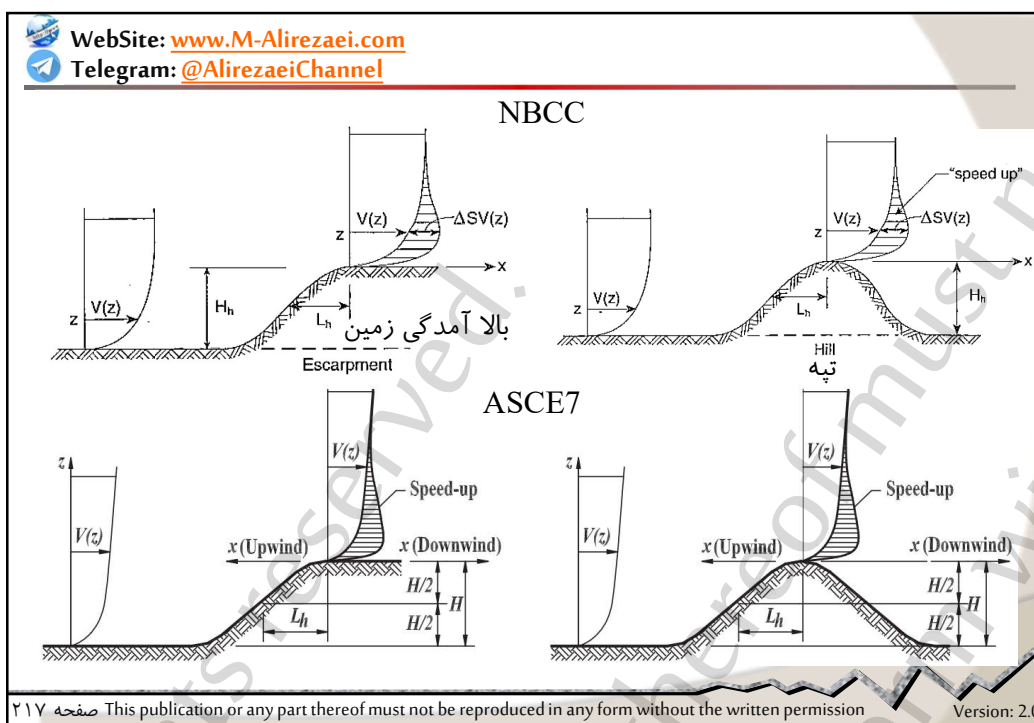
ضریب بادگیری در ارتفاع z بالای تراز زمین اطراف برابر است با مقدار زمین باز ضربدر ضریب $(1+\Delta S(z))^2$ که در آن $\Delta S(z)$ ضریب خیز سرعت برای میانگین سرعت باد می‌باشد (شکل اسلاید بعد). در نزدیکی قله و در فاصله $|x| < kL_h$ ضریب بادگیری به صورت زیر اصلاح می‌شود:

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

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، ΔS_{max} ضریب خیز سرعتی در راس قله، نزدیک سطح و α ضریب کاهش برای کم شدن سرعت با ارتفاع است.

- مقدار α و ΔS_{max} به شکل و شیب تپه با بالا آمدگی بستگی دارند و از جدول‌های بعدی تعیین می‌شوند.

۲۱۶ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

مبحث ششم

شکل تپه	ΔS_{max}	α	K	
			$x < 0$	$x > 0$
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	$\Delta S_{max}^{(1)}$	α	k	
			$x < 0$	$x > 0$
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

⁽¹⁾ 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).

صفحه ۲۱۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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: 2.0

WebSite: 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، τ 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 τ 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 δ 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: 2.0

WebSite: 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 بازشوی دیوارها برابر ۵ متر مربع در نظر گرفته شود.

الف) 1.5 ب) 1.4 پ) 1.3 ت) 1.2

$$V_0 = 100 \times 50 \times 20 = 100000 \text{ m}^3$$

$$A = 5 \text{ m}^2$$

$$A_s = 50 \times 100 + (100 \times 2 + 50 \times 2) \times 20 = 11000 \text{ m}^2$$

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

$$= 1.4$$

Version: 2.0

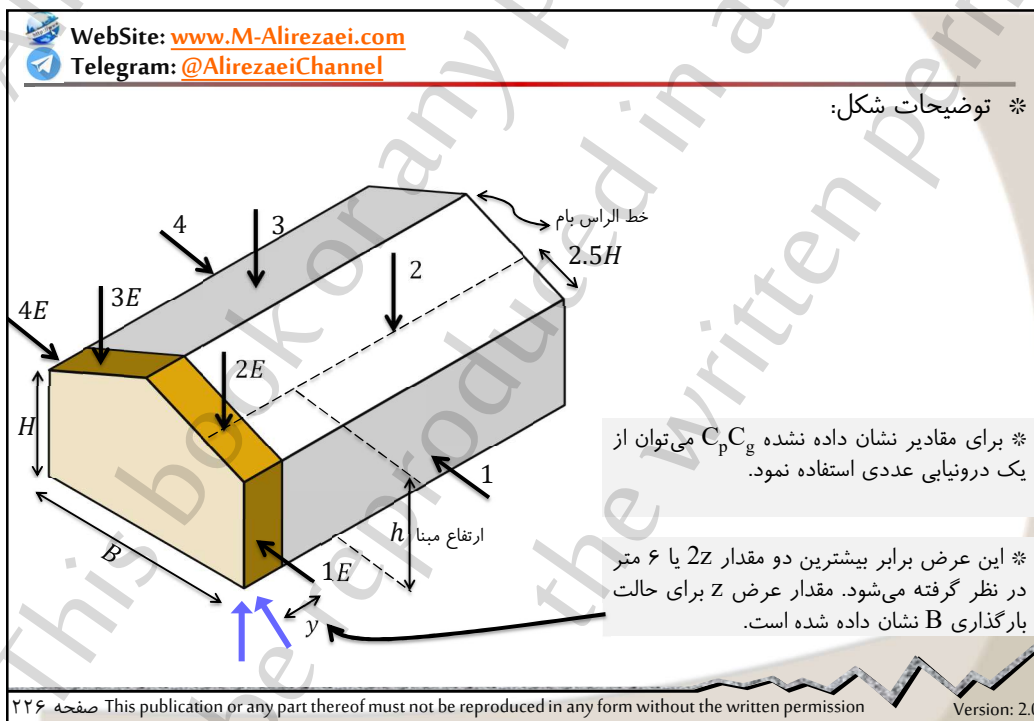
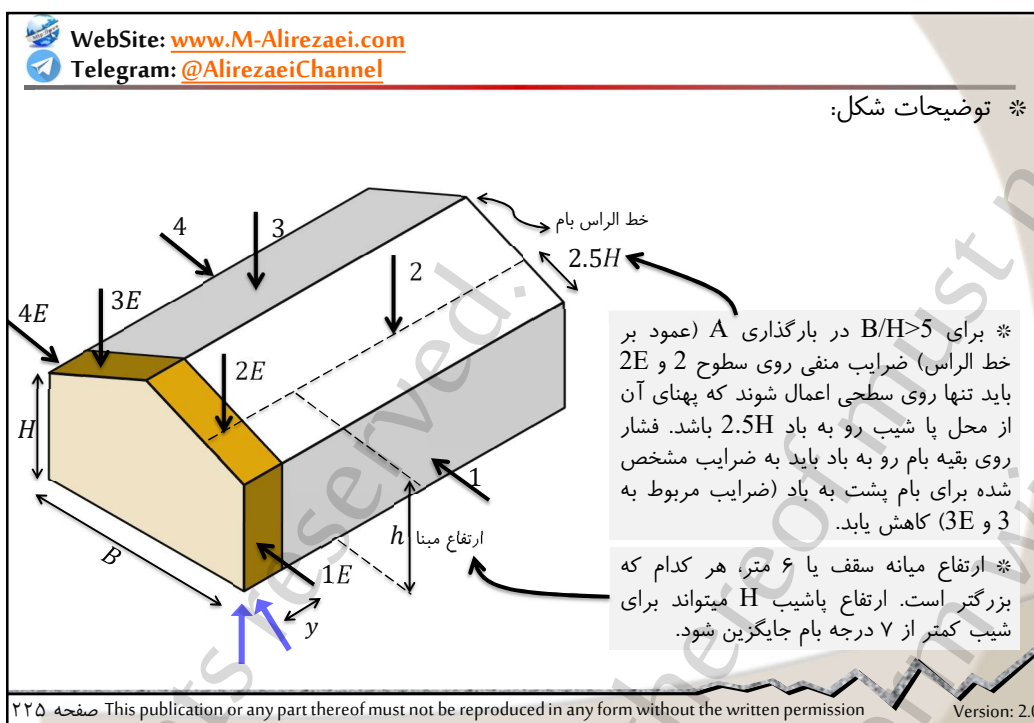
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

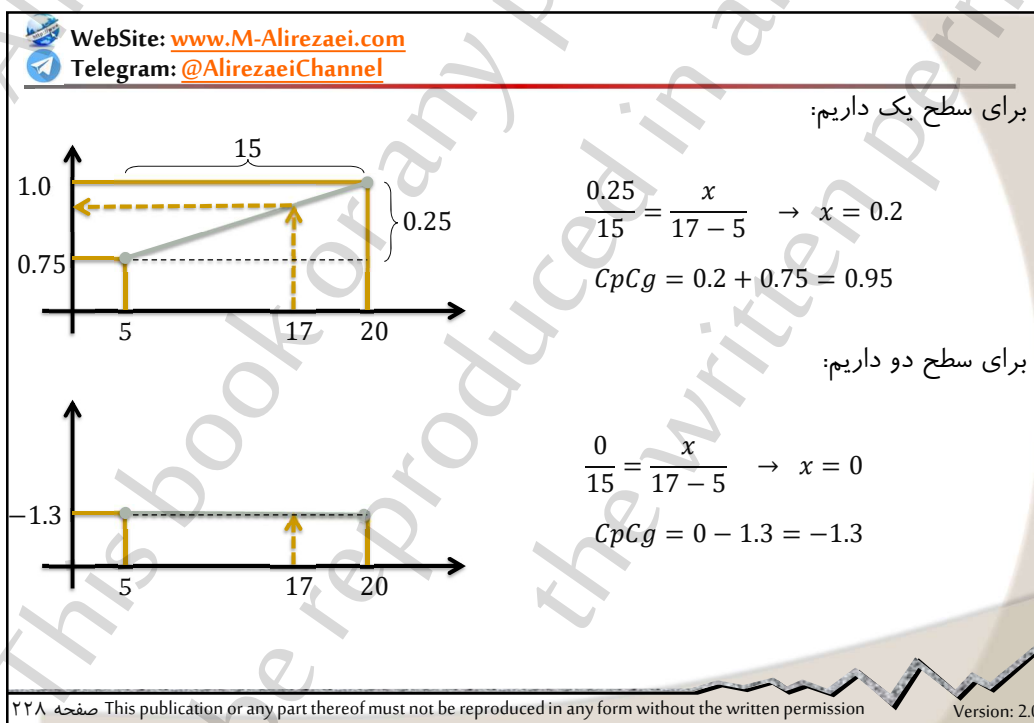
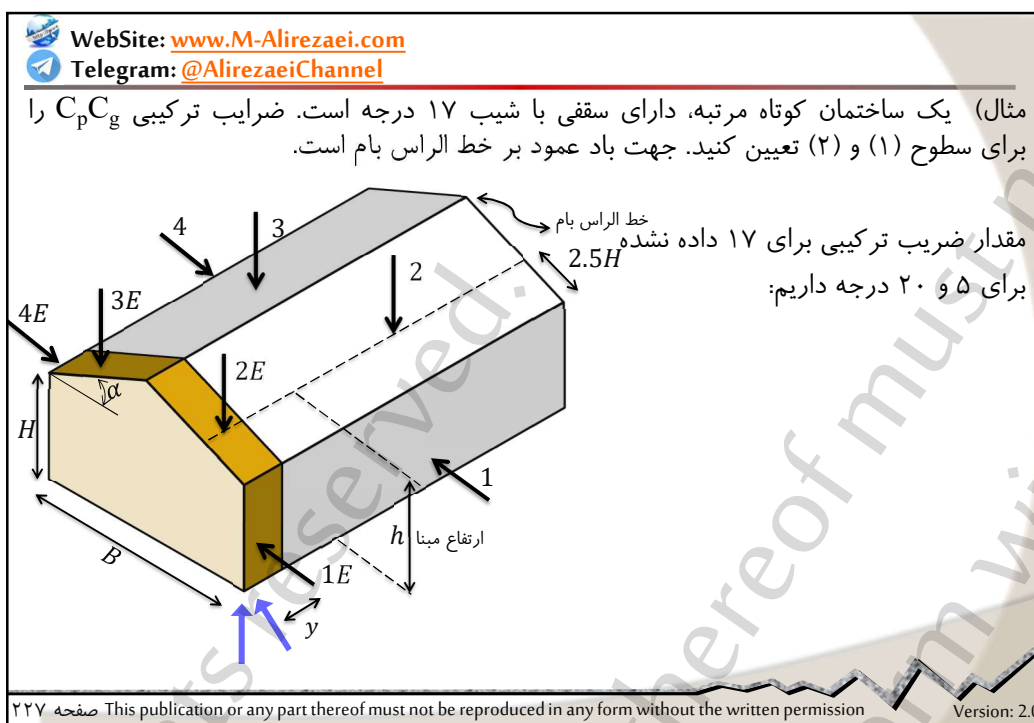
* ضرایب فشار C_p ، C_p^* و C_{pi} : ضرایب فشار نسبت‌های بدون بعد فشارهای ایجاد شده توسط باد روی سطح ساختمان به فشار سرعتی باد در ارتفاع مبنا می‌باشند. این ضرایب اثر شکل آیرودینامیک سازه، زاویه سطح بادخور به جهت جریان و تغییرات سرعت باد با ارتفاع را در بر می‌گیرند. این ضرایب معمولاً از نتایج آزمایش تونل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



Version: 2.0

112

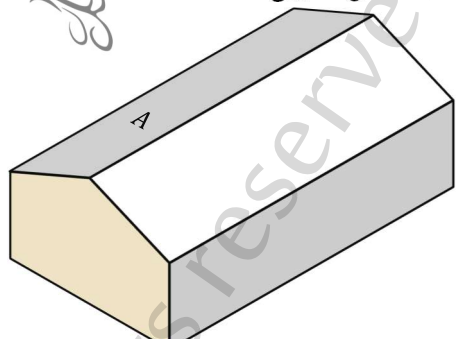




WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

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

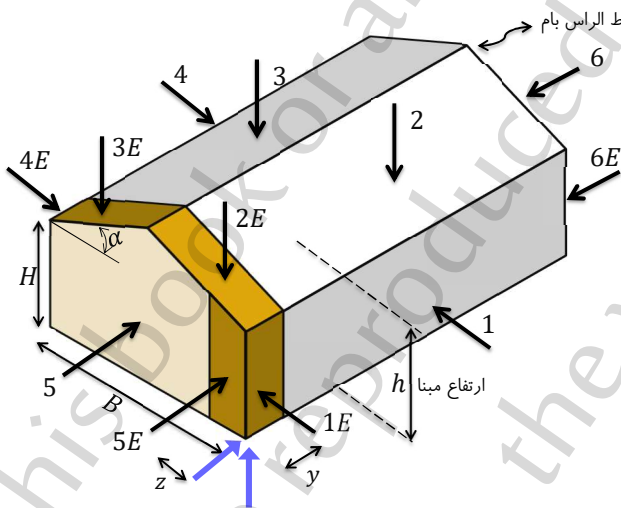
- (۱) همواره تحت فشار خارجی است.
- (۲) همواره تحت کشش خارجی است.
- (۳) بسته به زاویه شیب بام، ممکن است تحت فشار یا کشش خارجی باشد.
- (۴) قسمتی از آن تحت فشار خارجی و قسمتی از آن تحت کشش خارجی است.



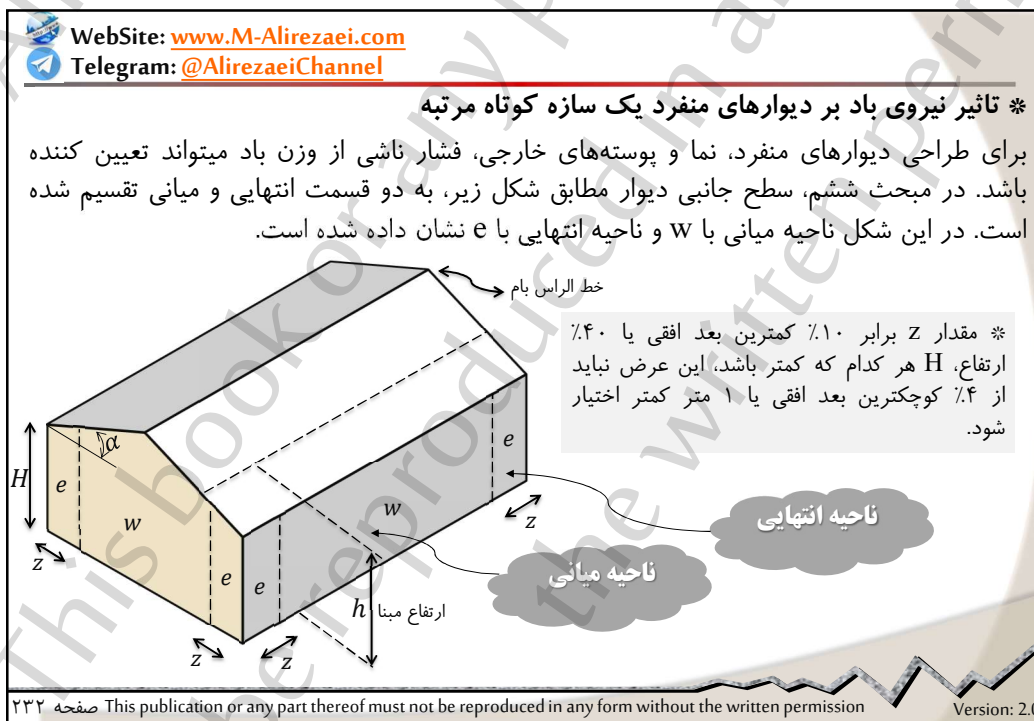
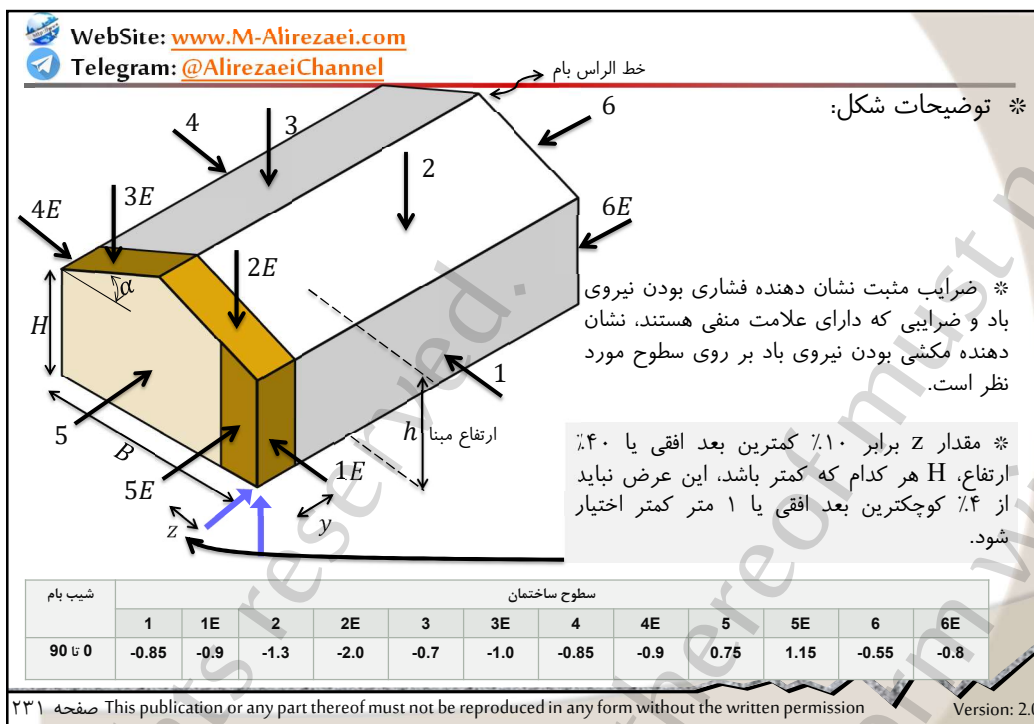
صفحه ۲۲۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

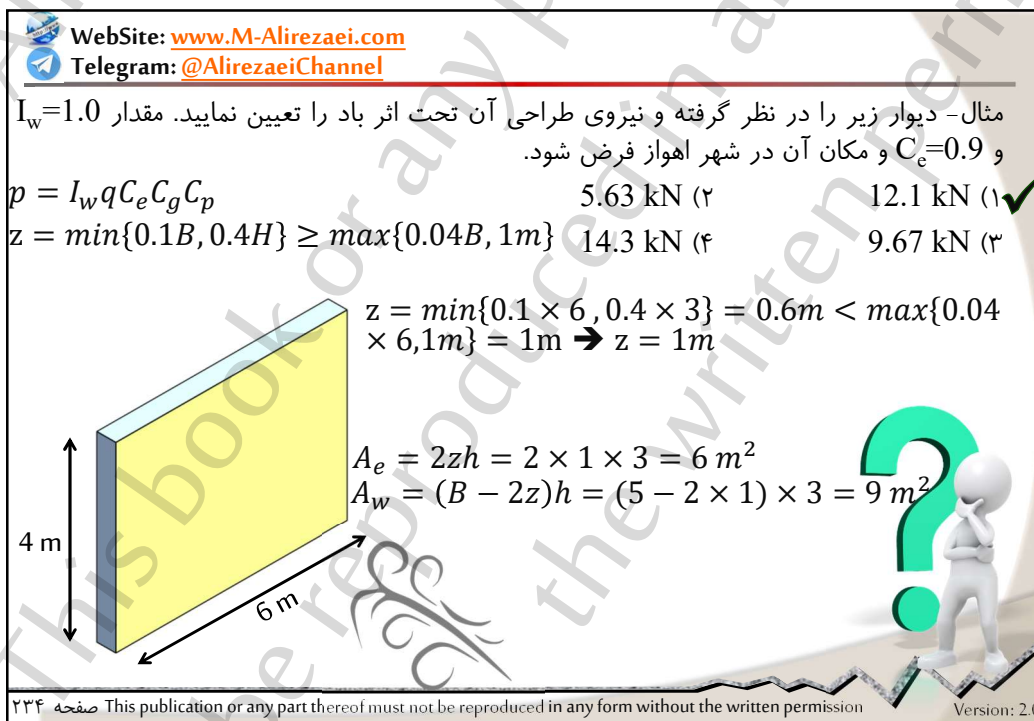
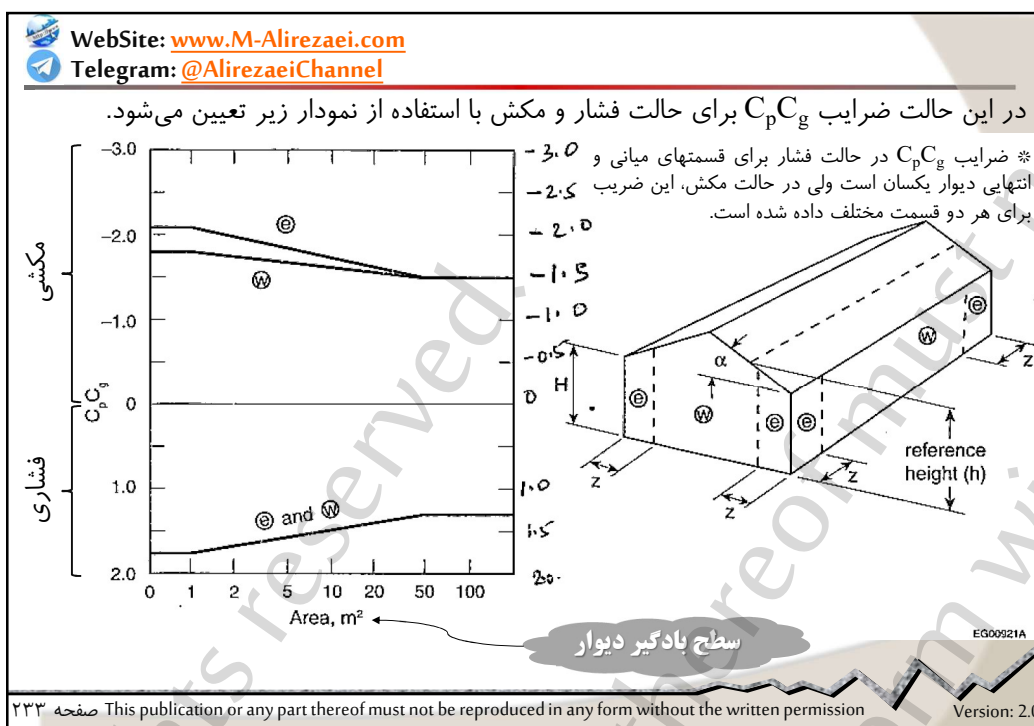
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

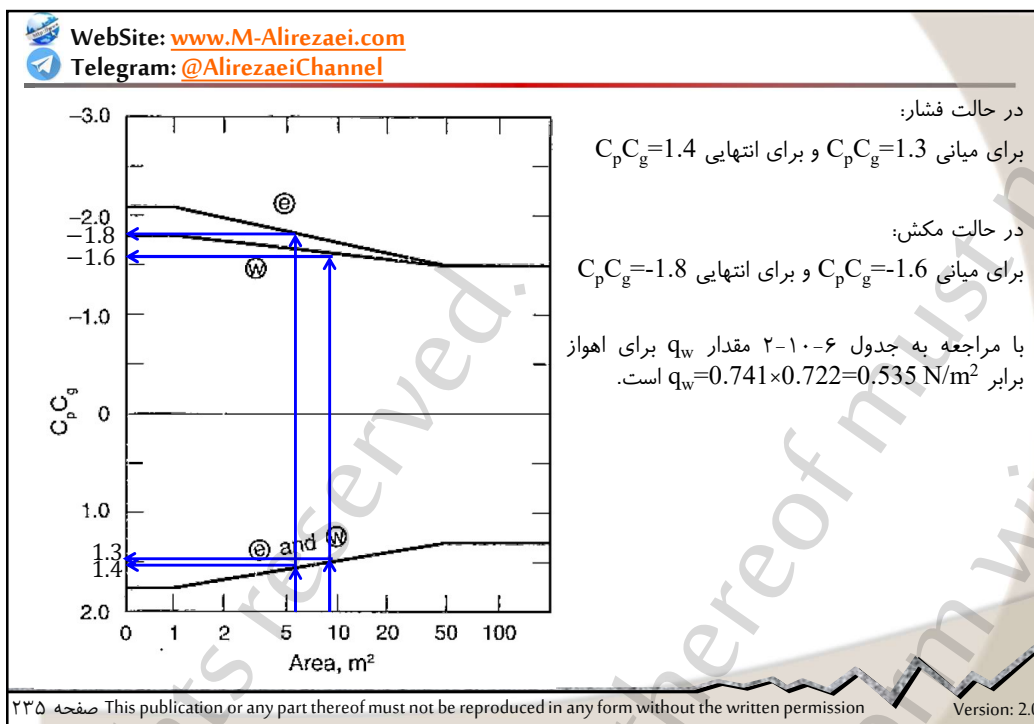
* (ب) جهت جریان موازی با خط الراس بام: در شکل زیر جهت جریان موازی با خط الراس بام نشان داده شده است.



صفحه ۲۳۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0







WebSite: 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: 2.0

WebSite: 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.

Version: 2.0

WebSite: 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: 2.0

WebSite: 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:

$$\frac{H}{D} = 2.5 > 1.0 \implies C_p = -0.5 \implies p = 1.0 \times 0.442 \times 0.92 \times 2 \times (-0.5) = -0.406 \frac{kN}{m^2}$$

۲۳۹ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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 هوابندی 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.

۲۴۰ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

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

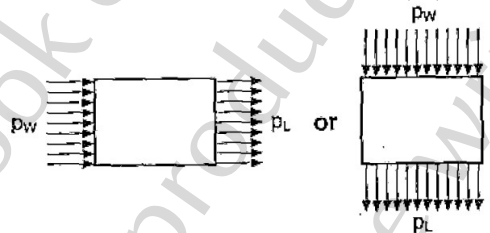
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/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: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
 Telegram: @AlirezaeiChannel

ب) ساختمان برای پیش از 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 وجوهی از سازه مانند زیر، اعمال می‌شود.

Case B: Case A wind pressure applied only on parts of wall faces

۲۴۳ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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

۲۴۴ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

(ت) در این حالت ۵۰٪ بارهای حالت (پ) از قسمت هایی از ساختمان که پیش را حداکثر میکند حذف میشود.

Case D: 50% of Case C wind load removed from part of projected area

۲۴۵ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

*** اثرات ریزش گردبادی (Vortex shedding)**

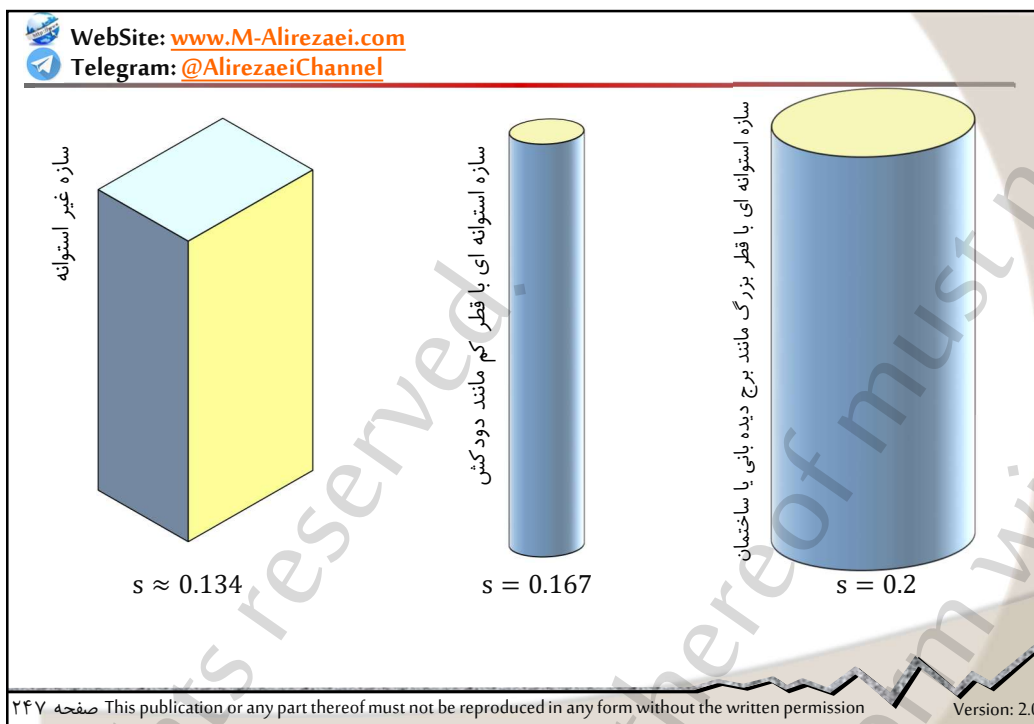
زمانی که سازه تحت تاثیر باد یکنواخت قرار دارد، جدا شدن متناوب جریان های گردبادی مطابق شکل زیر باعث ارتعاش سازه در امتداد عرضی خواهد شد. اگر فرکانس گردبادی با فرکانس سازه یکی شده و یا نزدیک هم باشند، سبب ایجاد پدیده تشدید در آن خواهد شد.

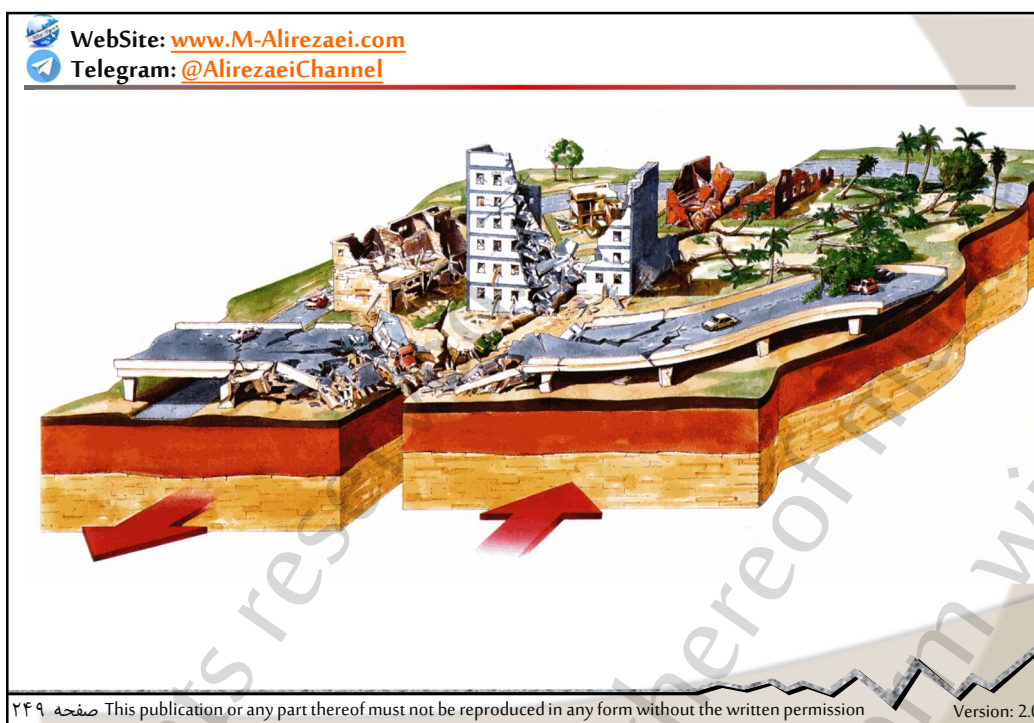
طبق مبحث ششم، در سازه های لاغر (سازه های با نسبت ارتفاع به عرض بیش از ۵) و استوانه ای مانند دودکش ها و برج ها این اثر باید بررسی شود. سرعت باد V_{HC} در بالای سازه هنگامی که فرکانس ریزش گردبادی برابر با فرکانس طبیعی سازه f_n می گردد، برابر است با:

$$V_{HC} = \frac{1}{s} f_n D$$

که در آن D قطر یا عرض مقطع بر حسب متر و s عدد استروهال بوده که به شکل بستگی دارد.

۲۴۶ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0





WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

اصول و ضوابط طراحی و تغییرات در ۲۸۰۰

هدف ۲۸۰۰

زلزله سطح بهره برداری ؟ زلزله طرح
با چه احتمالی؟

- 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.

۲۵۰ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0



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

$$P = 1 - e^{-\lambda t} \quad \Rightarrow \quad T_R = \frac{1}{\lambda}$$

در رابطه فوق P احتمال یک رویداد در t سال، T_R دوره بازگشت، 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 $P = 0.1$, $t = 50 \quad \Rightarrow \quad 0.1 = 1 - e^{-\lambda \times 50}$
 $\Rightarrow \quad \lambda = 0.0021 \quad \Rightarrow \quad T_R = 475$

۲۵۱ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0



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

استاندارد ۲۸۰۰

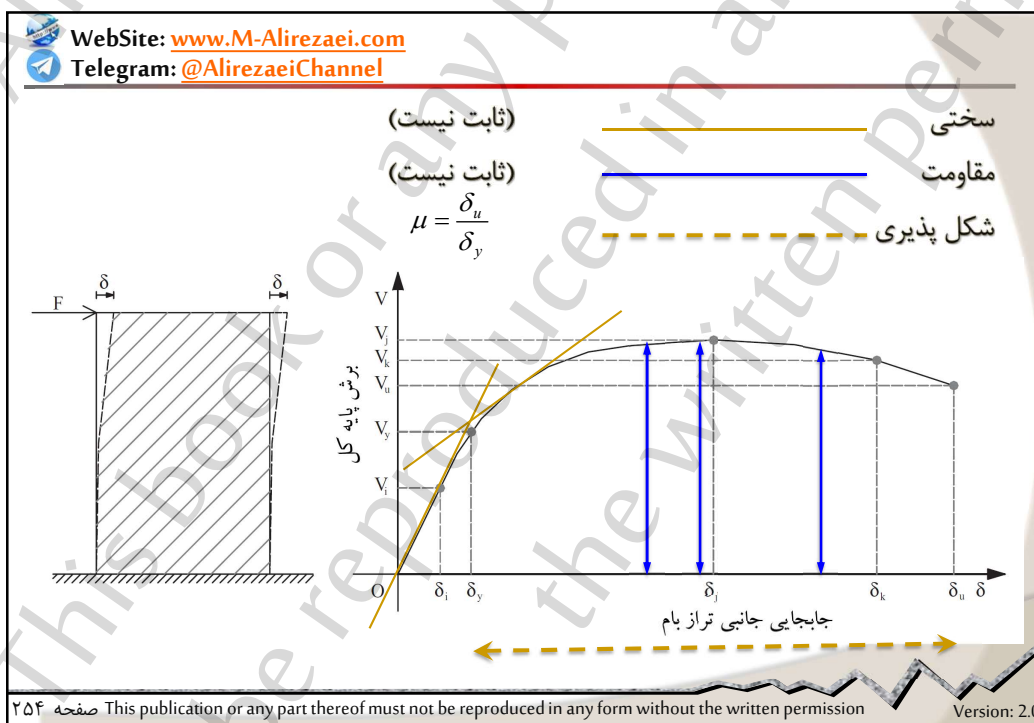
۲-۱ زلزله‌های مبنای طراحی

زلزله‌های مبنای طراحی در این آیین‌نامه به شرح زیر می‌باشند:

الف- "زلزله طرح" زلزله‌ای است که احتمال فرا گذشت آن در ۵۰ سال ده درصد باشد. دوره بازگشت این زلزله ۴۷۵ سال است.

ب- "زلزله بهره‌برداری" زلزله‌ای است که احتمال فرا گذشت آن در ۵۰ سال ۹۹/۵ درصد باشد. دوره بازگشت این زلزله حدود ۱۰ سال است.

۲۵۲ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

• عدم قطعیت‌ها در تعیین کمی تقاضای سازه در زمین لرزه به عوامل زیر بستگی دارد.

- ۱- مشکلات تخمین تحریکات لرزه‌ای بحرانی در ساختگاه، در طول عمر مفید سازه (یعنی فقدان جنبش شدید قطعی و نیز ترکیب بار بحرانی).
- ۲- اشکال در مدلسازی سیستم خاک-پی-روسازه-اجزای غیرسازه‌ای و اندرکنش اجزای درونی آنها به هنگام وقوع زمین لرزه طرح (یعنی انتخاب صحیح مدل‌های ریاضی جهت تحلیل رفتار).
- ۳- مشکلات تخمین نیروهای داخلی، تغییرشکل‌ها، تنش‌ها و کرنش‌های ایجاد شده در مدل بطوریکه نزدیک به واقعیت باشد (عدم دقت در تحلیل سازه و سیستم و تحلیل تنش)
- ۴- مشکلات تخمین ظرفیت‌های واقعی سختی، مقاومت، پایداری و ظرفیت جذب و اتلاف انرژی (یعنی رفتار پسماند واقعی) در کل سیستم (تقاضا در بسیاری مواد متأثر از خصوصیات رفتاری سیستم است).

با این همه عدم قطعیت چاره چیست؟ افزایش مقاومت؟ افزایش سفتی؟ افزایش شکل پذیری؟

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

زنجر پاولی

حلقه شکلپذیر

F_1

حلقه های ترد

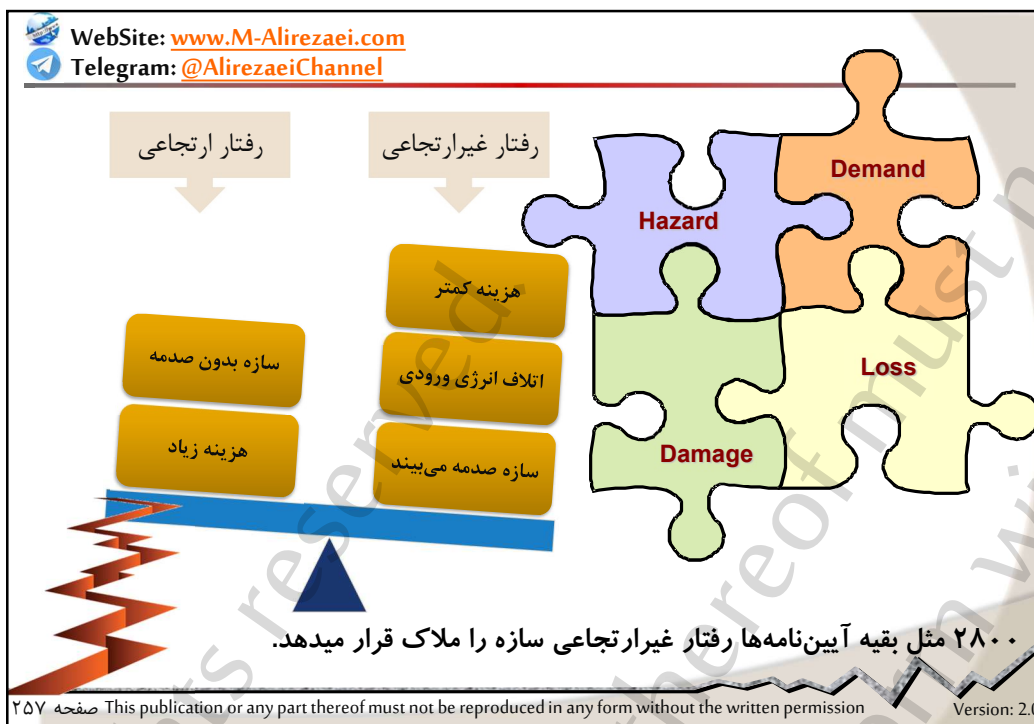
حلقه های ترد

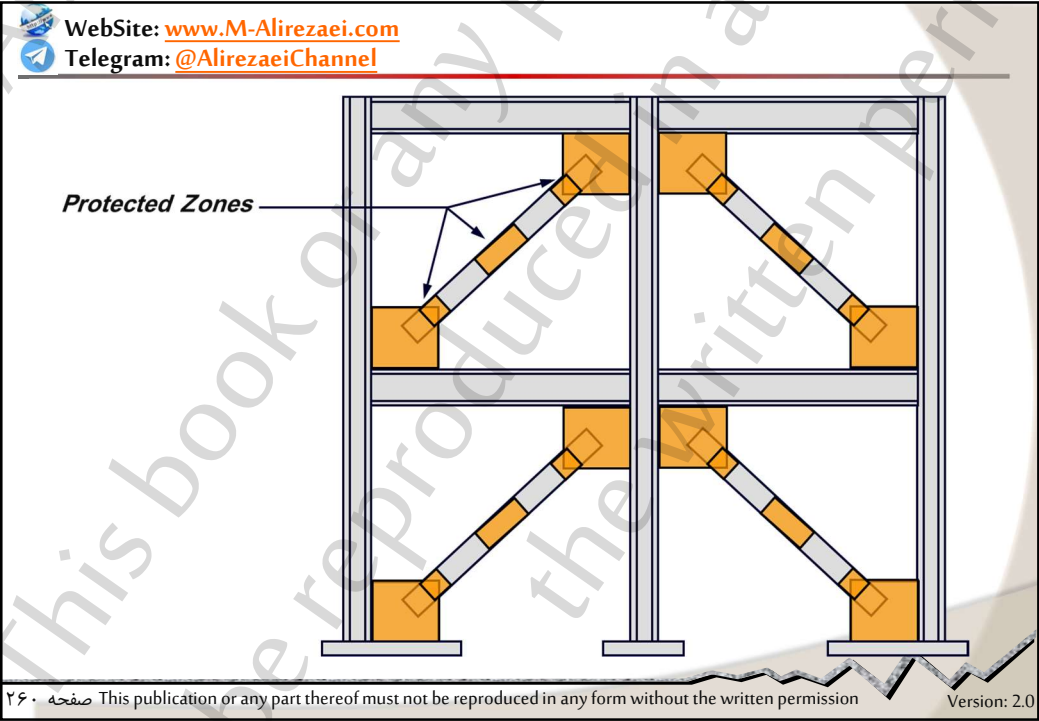
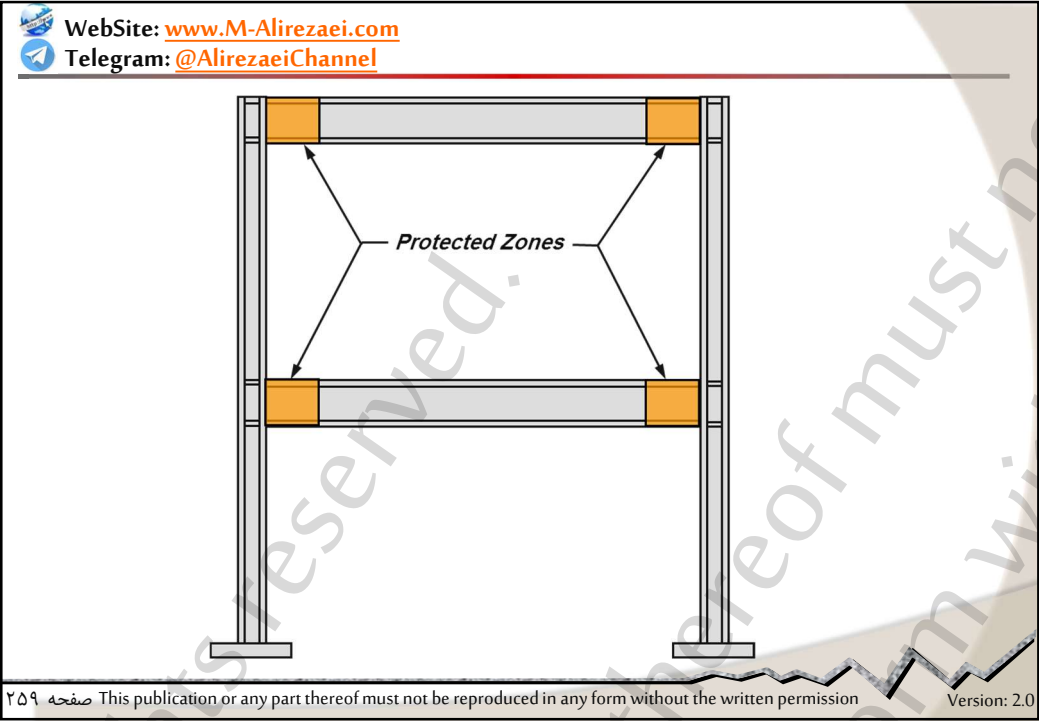
$F_2 \gg F_1$

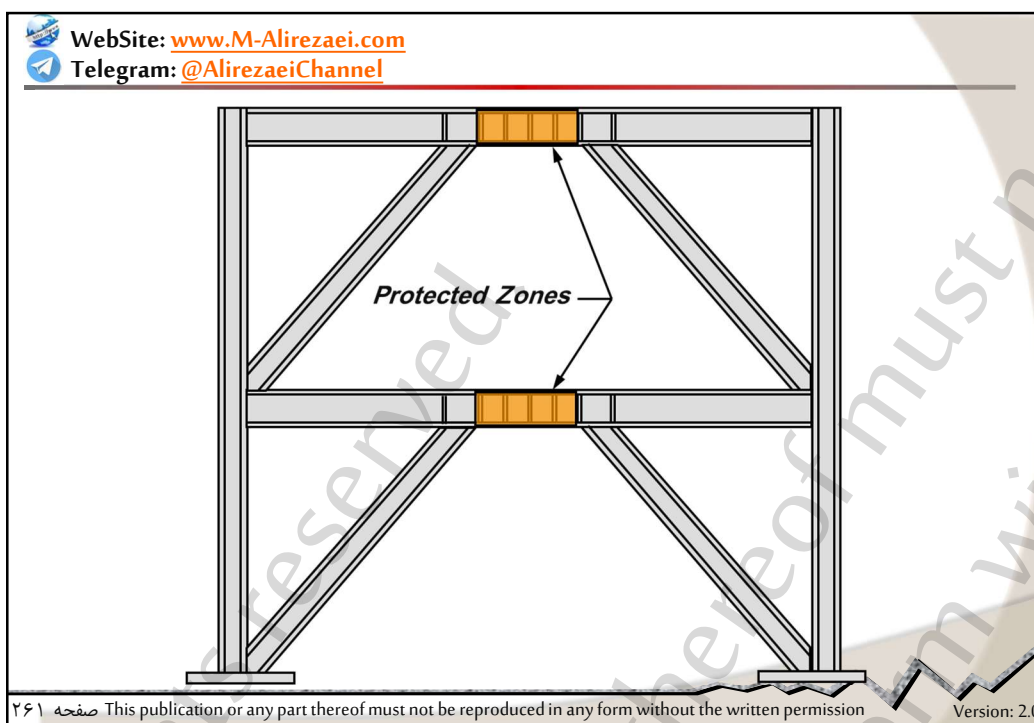
تغییر شکل غیرارتجاعی بزرگ

$F_2 \gg F_1$

Version: 2.0







WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @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.

۲۶۲ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0



WebSite: 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.

Version: 2.0 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۲۶۳



WebSite: 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.

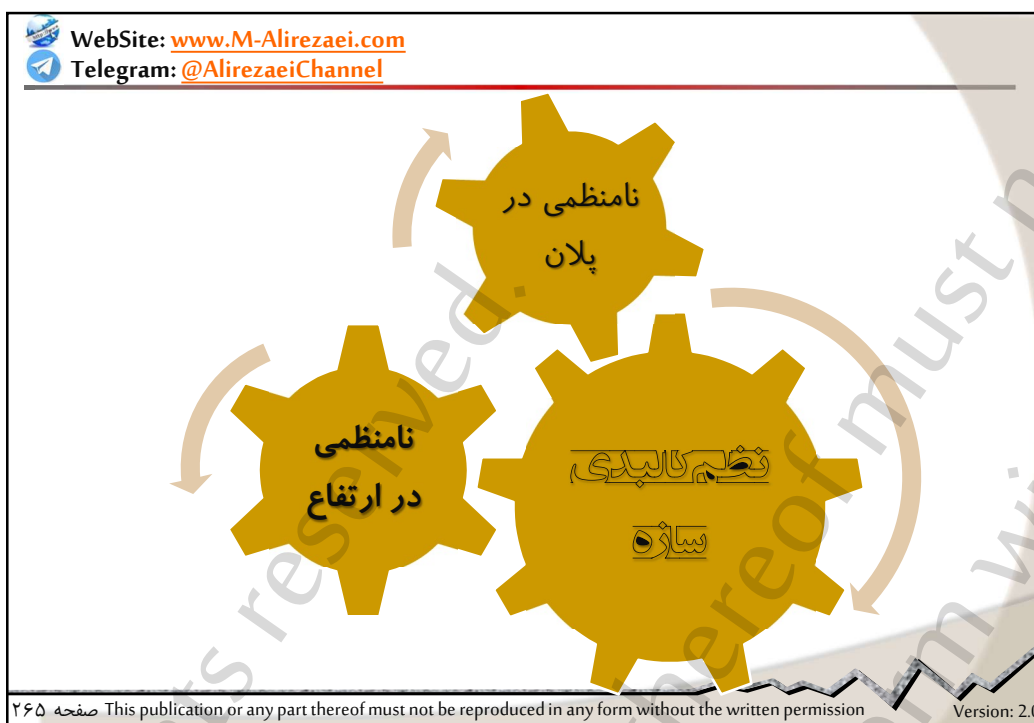
گروه ۴- ساختمان‌های «با اهمیت کم»

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.

Version: 2.0 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۲۶۴



WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

نامنظمی در پلان

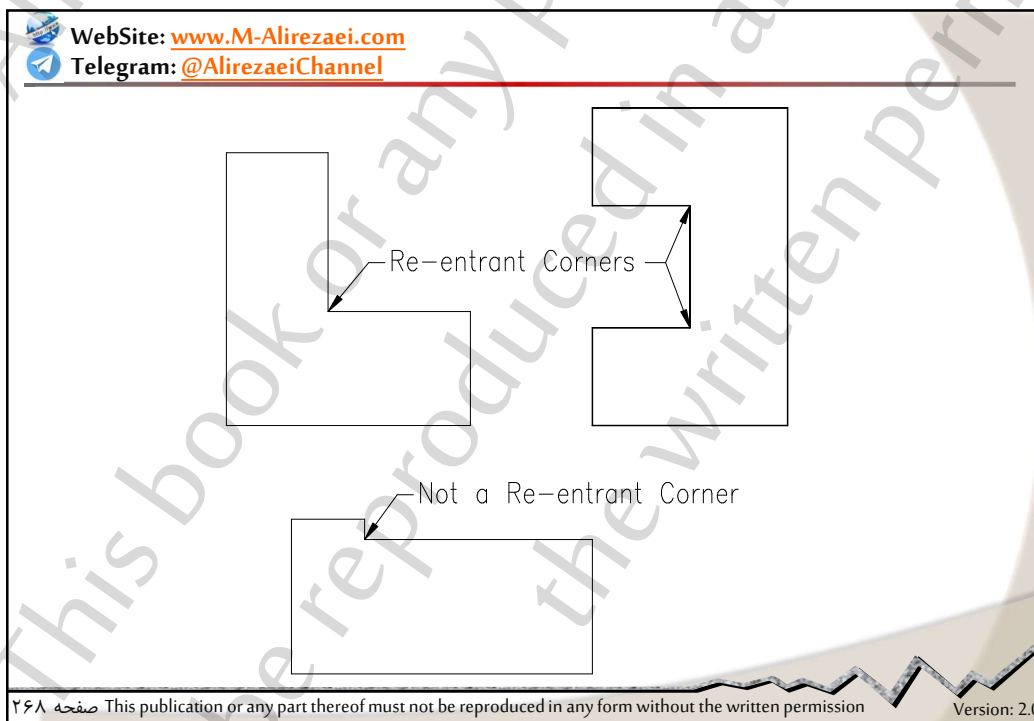
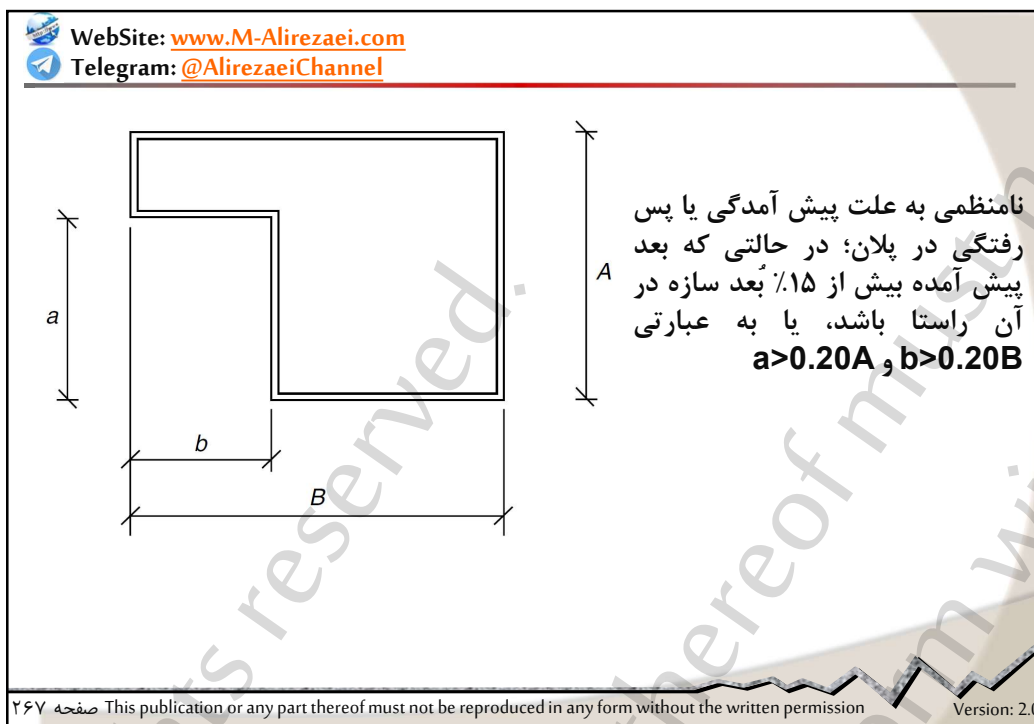
۱- نامنظمی هندسی: در مواردی که پس رفتگی همزمان در دو جهت در پلان بیشتر از ۱۵٪ (یا ۲۰٪؟) طول پلان در آن جهت باشد.

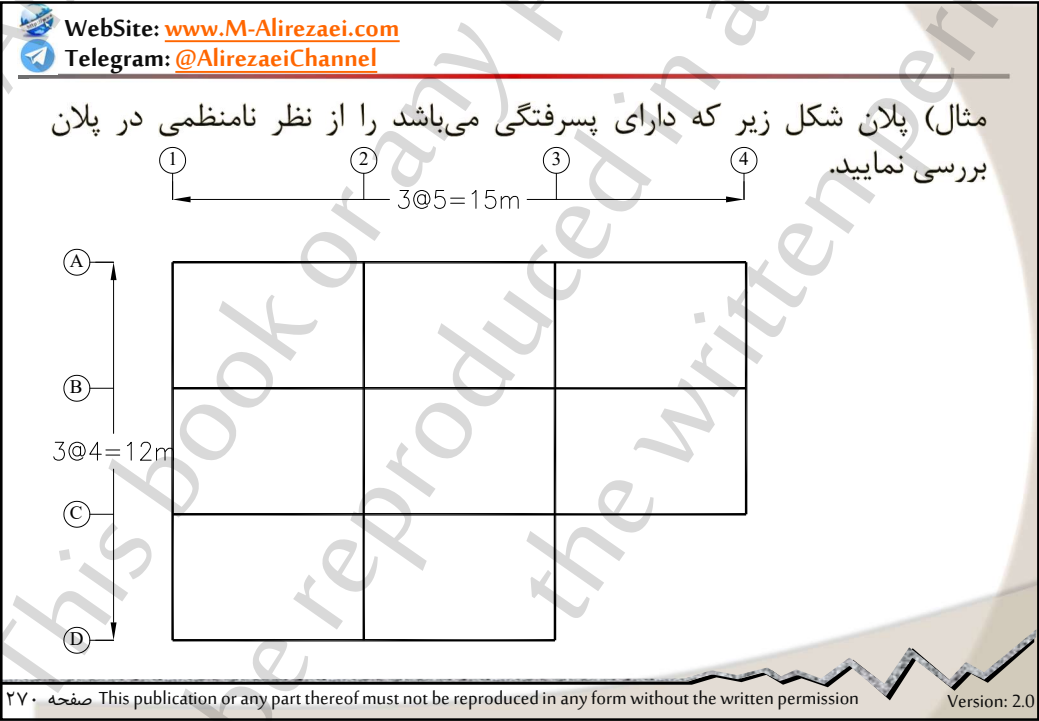
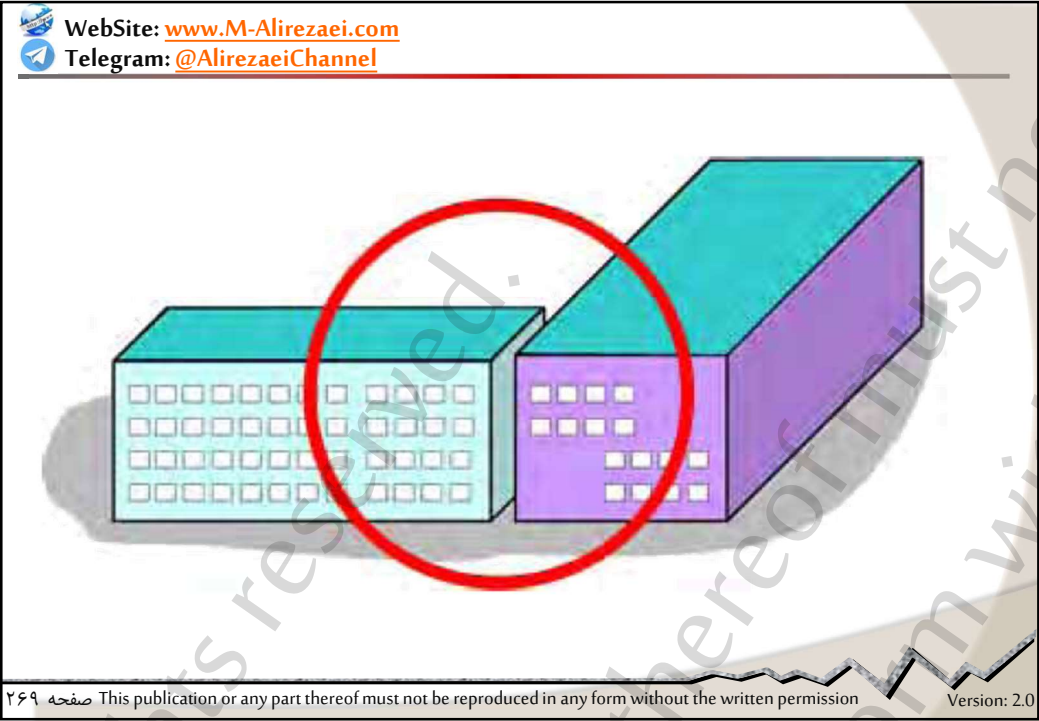
ASCE7-10
Table 12.3-1
Reentrant Corner Irregularity: Reentrant corner irregularity is defined to exist where both plan projections of the structure beyond a reentrant corner are greater than 15% of the plan dimension of the structure in the given direction.

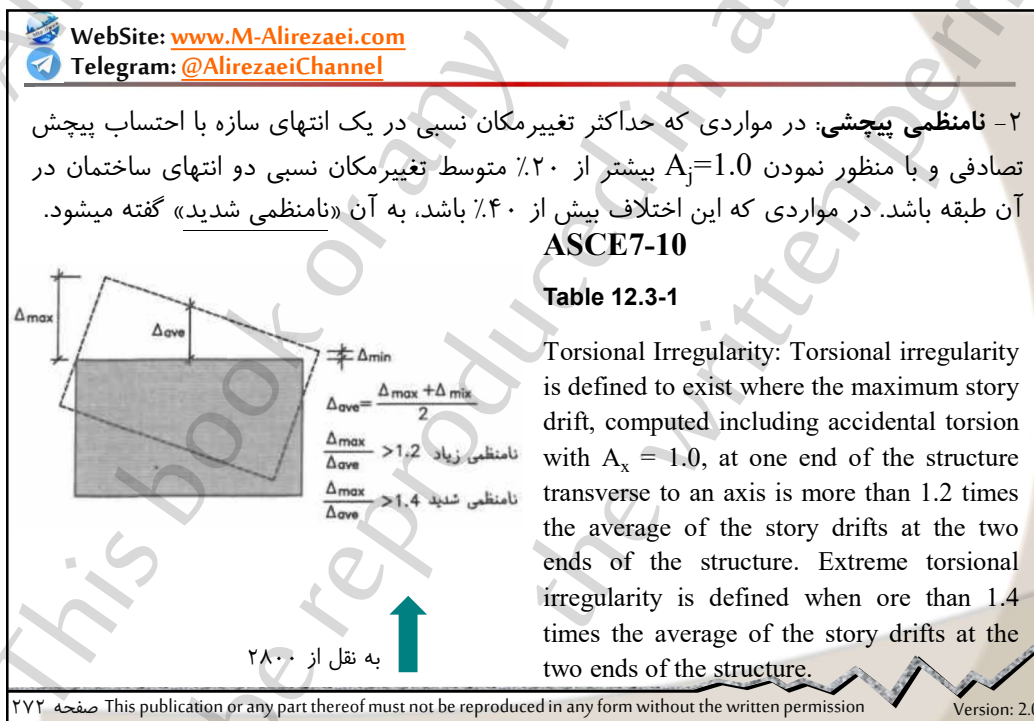
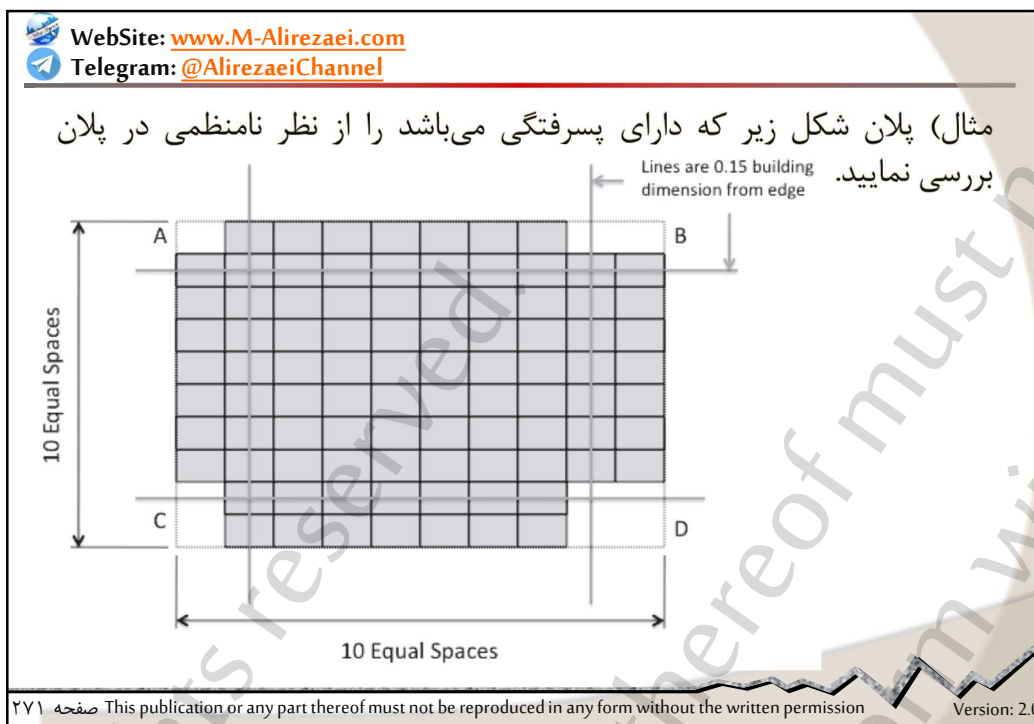
$\frac{X_p}{X} > 0.15 \ \& \ \frac{Y_p}{Y} > 0.15$

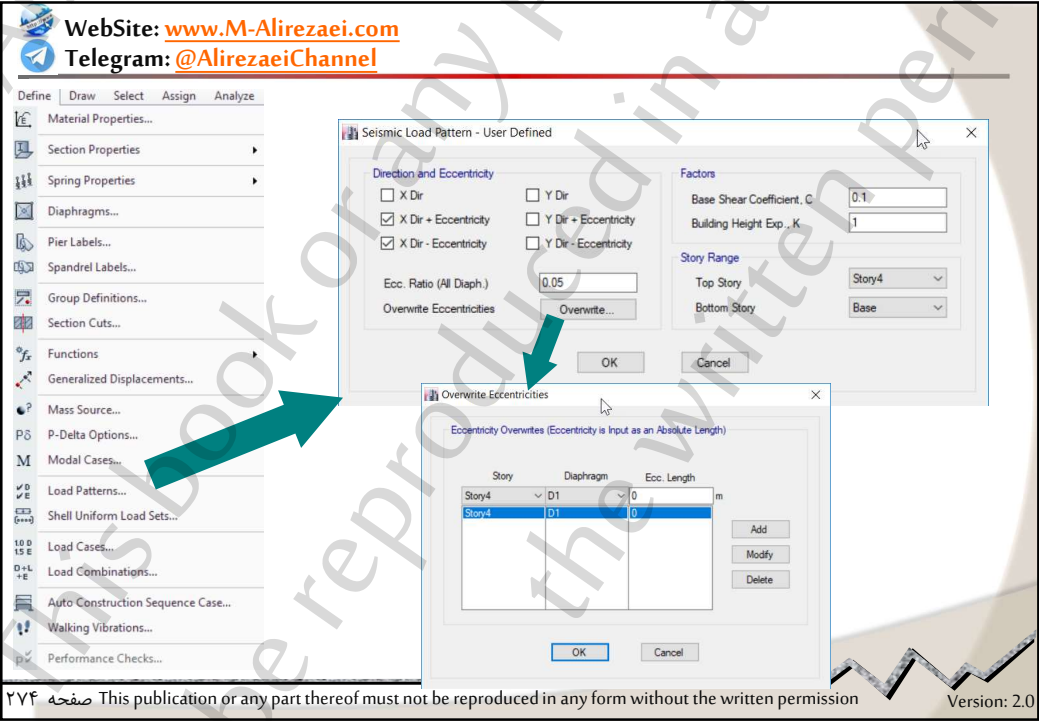
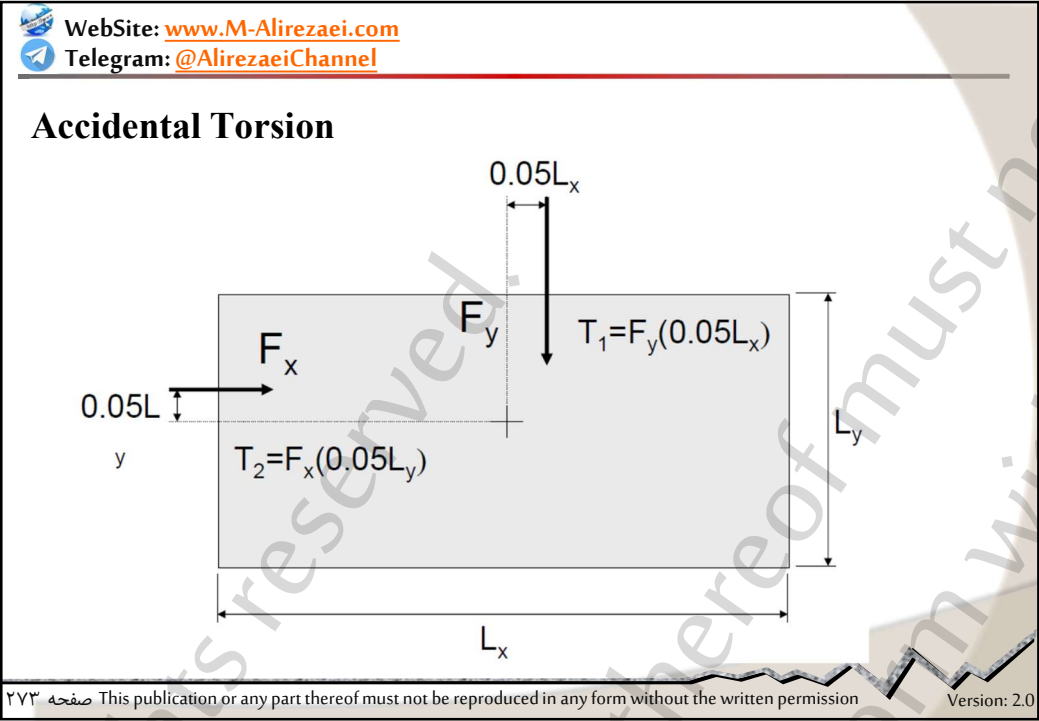
به نقل از ۲۸۰۰ (اشتباه ویرایشی دارد)

Version: 2.0









WebSite: 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

۲۷۵ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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

۲۷۶ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

DIR	MAXIMUM	AVERAGE	RATIO
X	1.6789	1.6378	1.025
X	1.3519	1.3221	1.023
X	0.8685	0.8521	1.019
X	0.3250	0.3209	1.013
Y	2.5481	2.5459	1.001
Y	2.1419	2.1391	1.001
Y	1.4526	1.4499	1.002
Y	0.5968	0.5951	1.003
X	1.9885	1.6693	1.191
X	1.6030	1.3474	1.190
X	1.0313	0.8681	1.183
X	0.3867	0.3268	1.183
X	1.8434	1.6063	1.148
X	1.4931	1.2969	1.151
X	0.9662	0.8360	1.156
X	0.3669	0.3150	1.165

Version: 2.0

WebSite: 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:

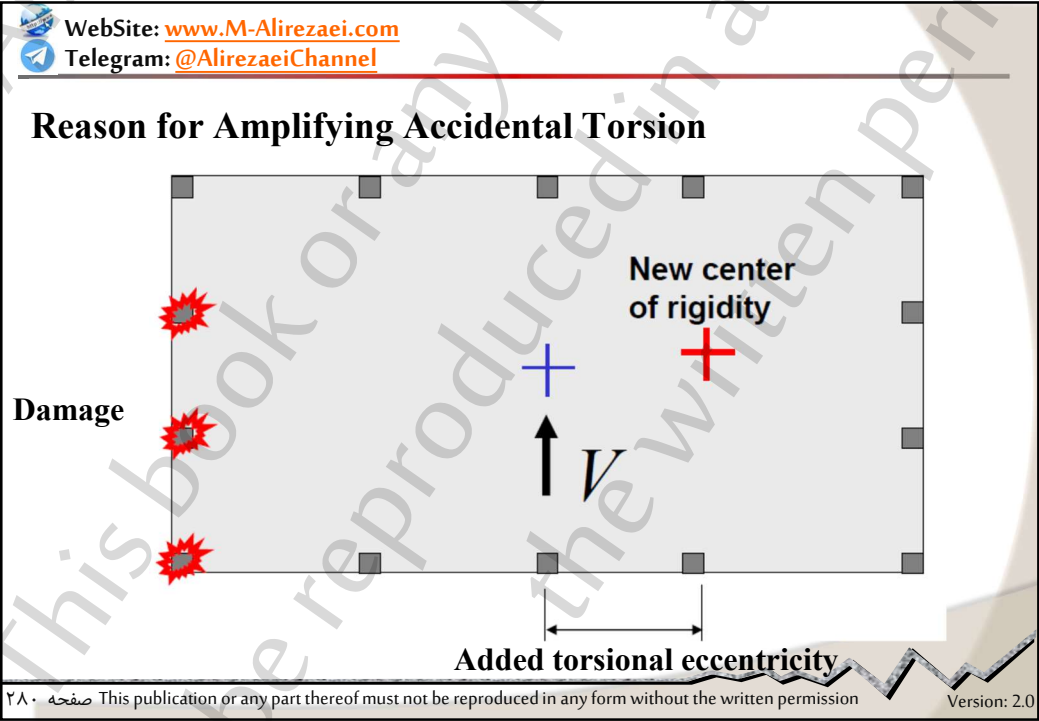
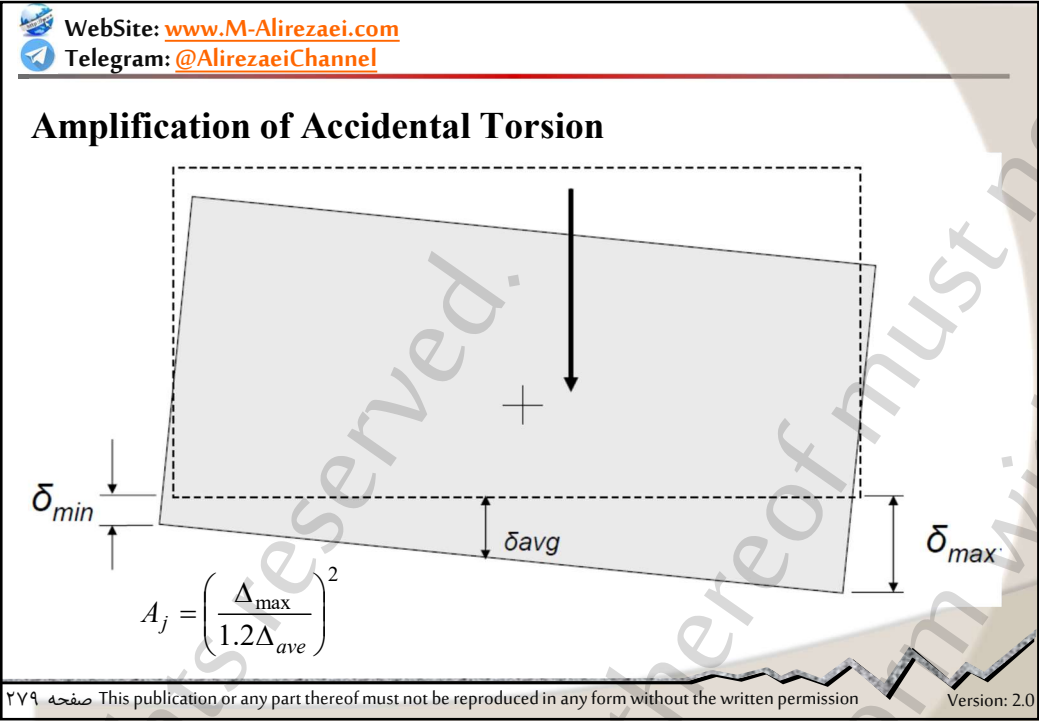
$$A_j = \left(\frac{\Delta_{\max}}{1.2\Delta_{\text{ave}}} \right)^2 \quad 1 \leq A_j \leq 3$$

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:

Version: 2.0



WebSite: 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

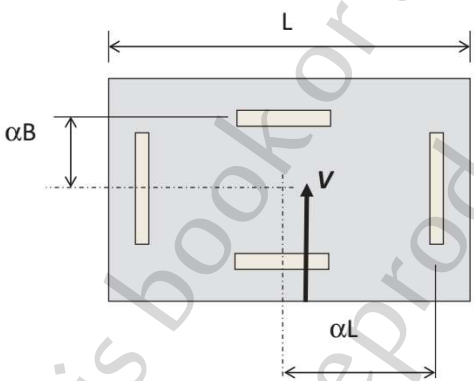
12.9.5 Horizontal Shear Distribution

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: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) در شکل زیر چهار دیوار برشی سختی سازه را در دو جهت تامین می‌کنند. پارامتر α باعث تغییر مکان مرکز سختی می‌شود. برش طبقه برابر V بوده که با خروج از مرکزیت ۵٪ اعمال می‌شود. جابجایی مرکز و لبه سازه برابر است با:

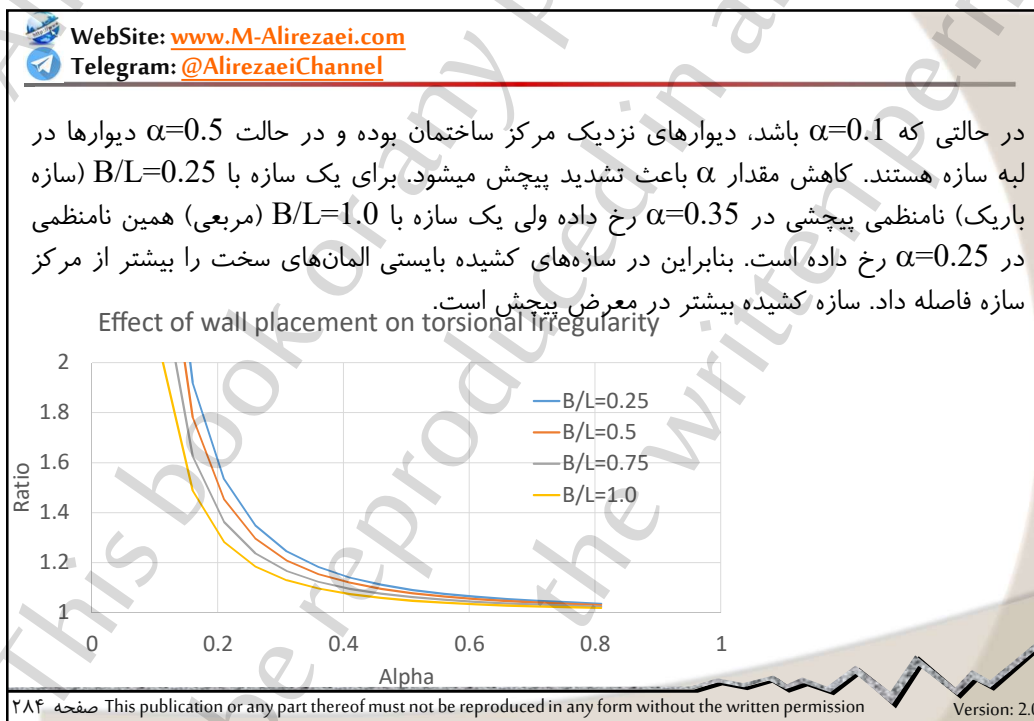
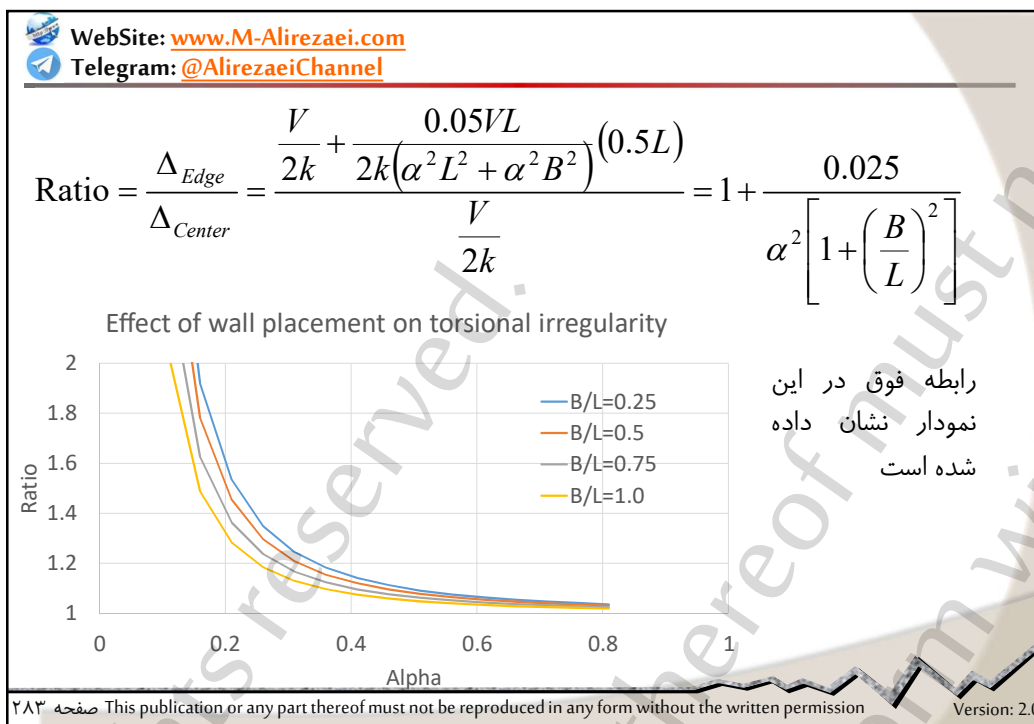


$$\Delta_{Center} = \frac{V}{2k}$$

$$\Delta_{Edge} = \frac{V}{2k} + \frac{0.05VL}{2k(\alpha^2 L^2 + \alpha^2 B^2)} (0.5L)$$

در این سازه جابجایی مرکز سازه همان جابجایی میانگین است. بنابراین:

Version: 2.0



WebSite: 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.

$A > 0.5 XY$

به نقل از ۲۸۰۰

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: 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.

$0.5(B \times D) < (b \times d)$

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

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

ASCE7-10

Table 12.3-1

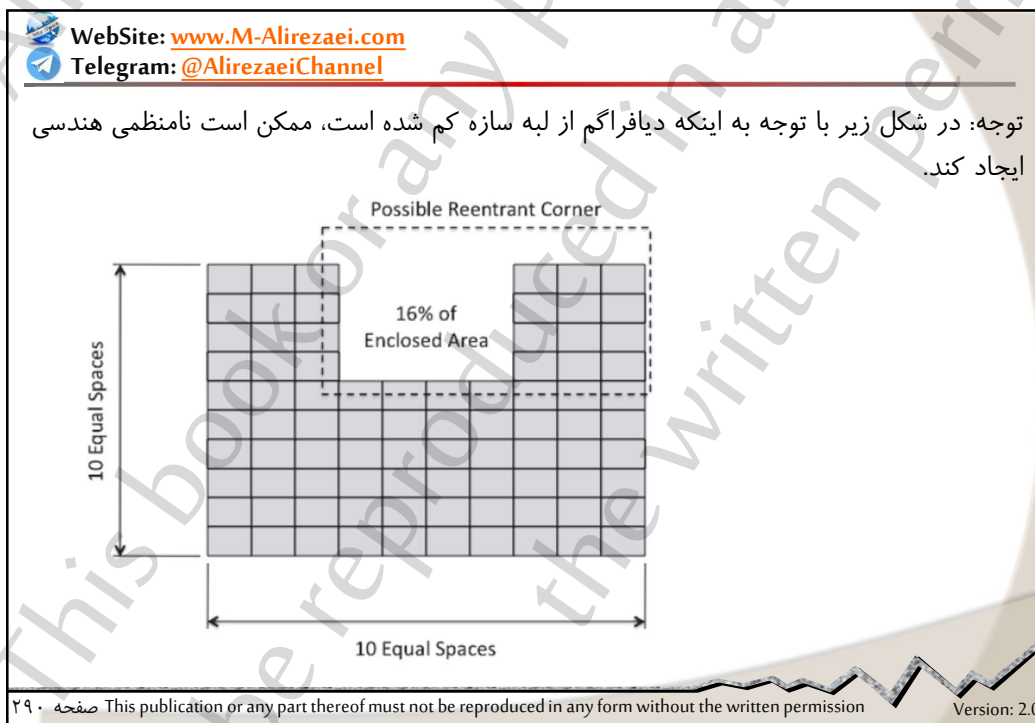
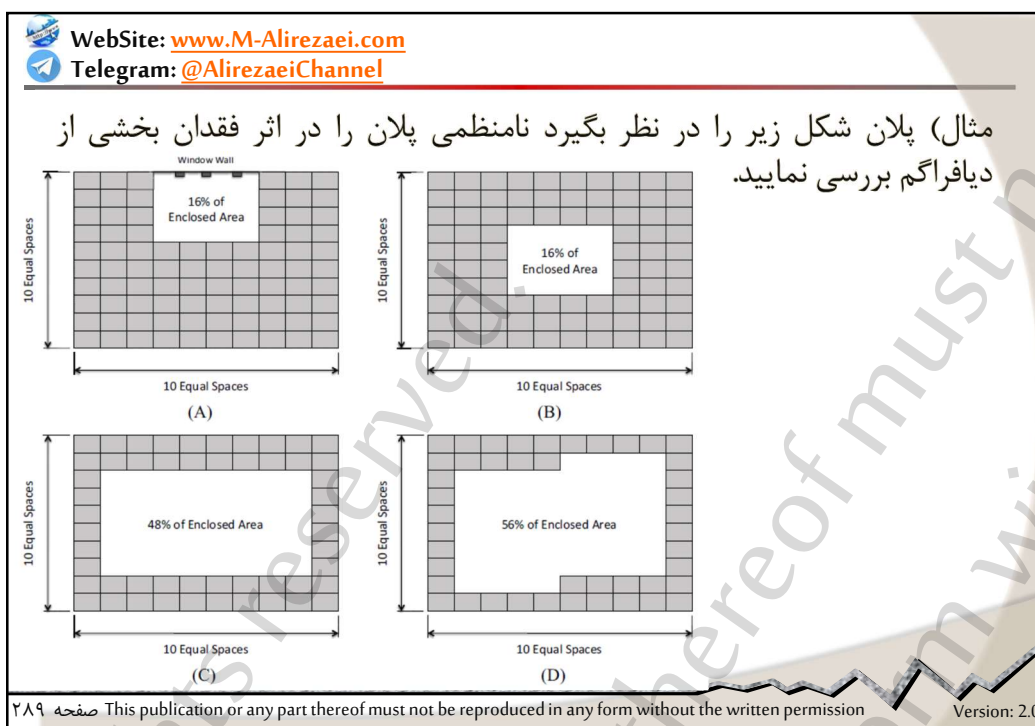
Diaphragm discontinuity irregularity is defined to exist where there is a diaphragm with an abrupt discontinuity or variation in stiffness, including one having a cutout or open area greater than 50% of the gross enclosed diaphragm area, or a change in effective diaphragm stiffness of more than 50% from one story to the next.

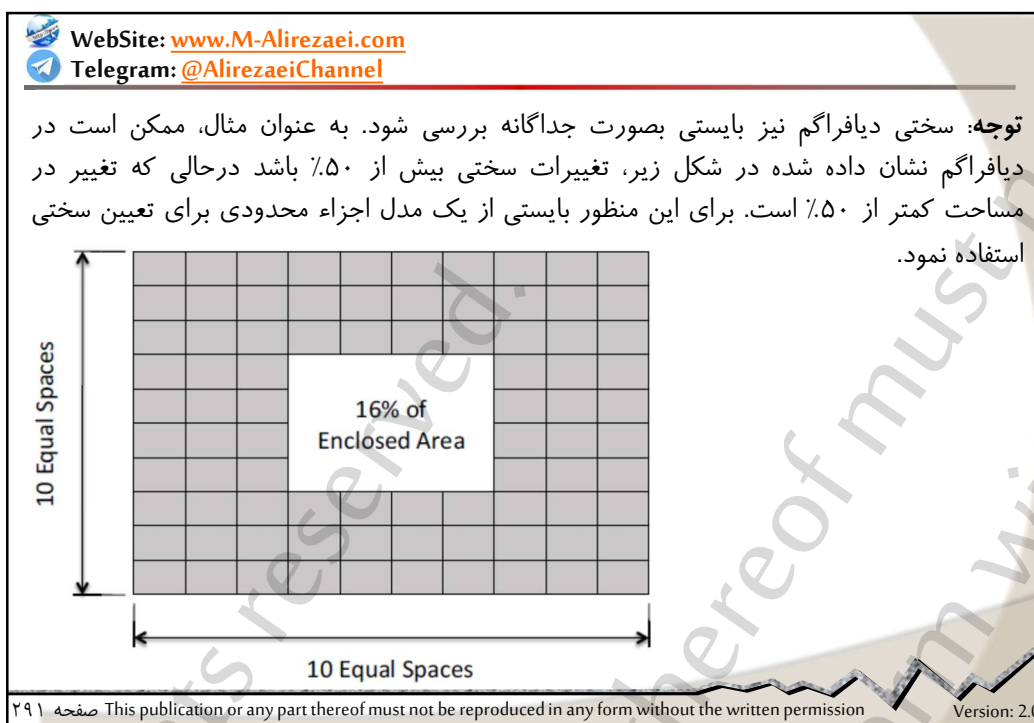
Version: 2.0

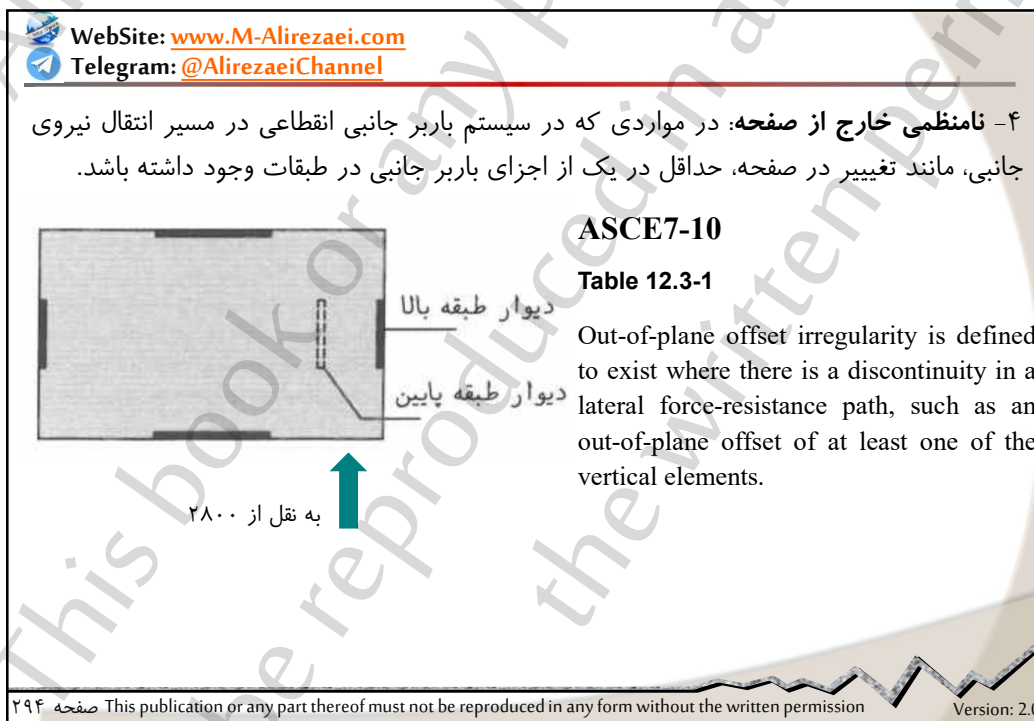
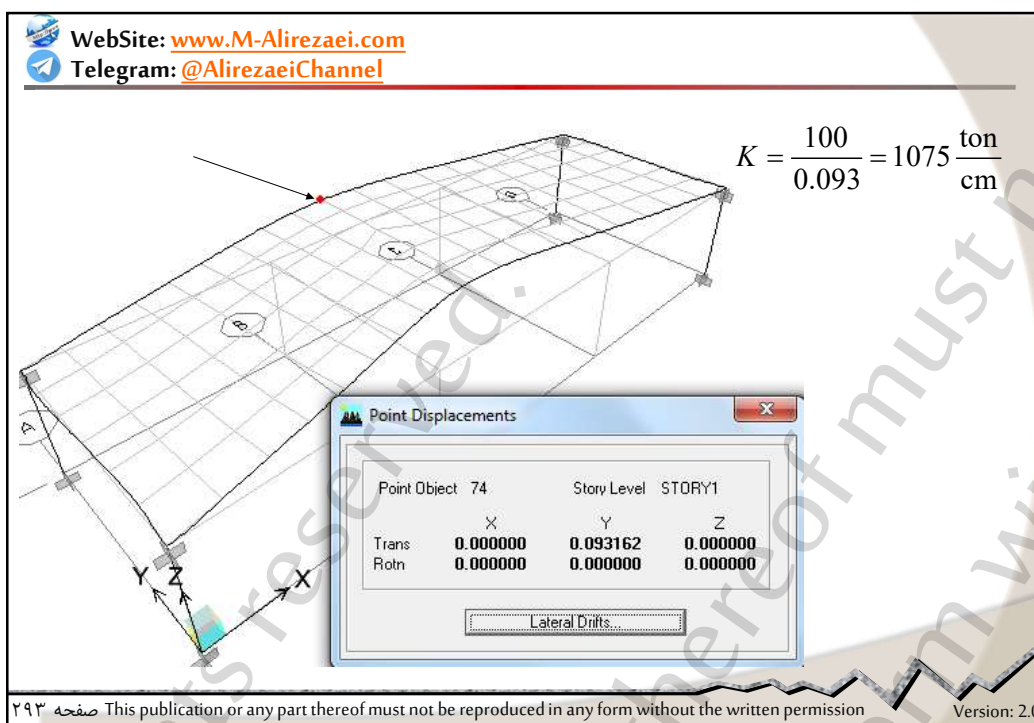
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

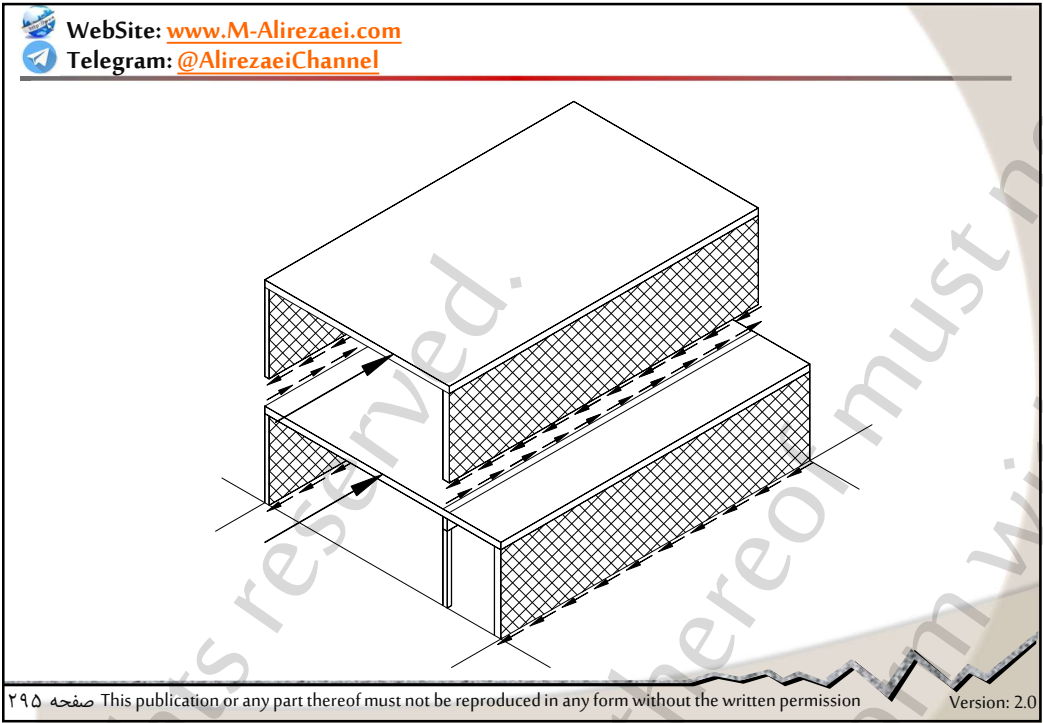
مثال) پلان یک ساختمان پنج طبقه که همانند شکل زیر را در نظر بگیرد که دیافراگم کف طبقه دوم به میزان نشان داده شده دارای ناپیوستگی می باشد. نامنظمی پلان را در اثر فقدان بخشی از دیافراگم بررسی نمایید.

Version: 2.0





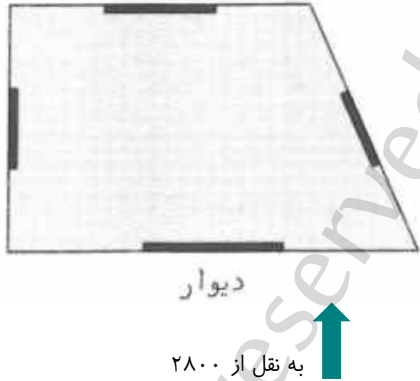




WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

۵- نامنظمی سیستم های غیر موازی: در مواردی که در سیستم باربر جانبی به موازات محورهای متعامد اصلی ساختمان نباشد.

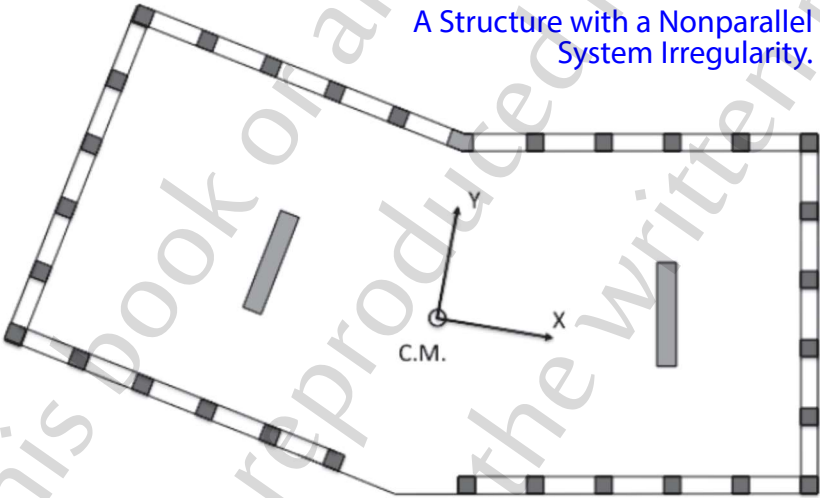
ASCE7-10
Table 12.3-1
Nonparallel system irregularity is defined to exist where vertical lateral force-resisting elements are not parallel to the major orthogonal axes of the seismic force-resisting system.



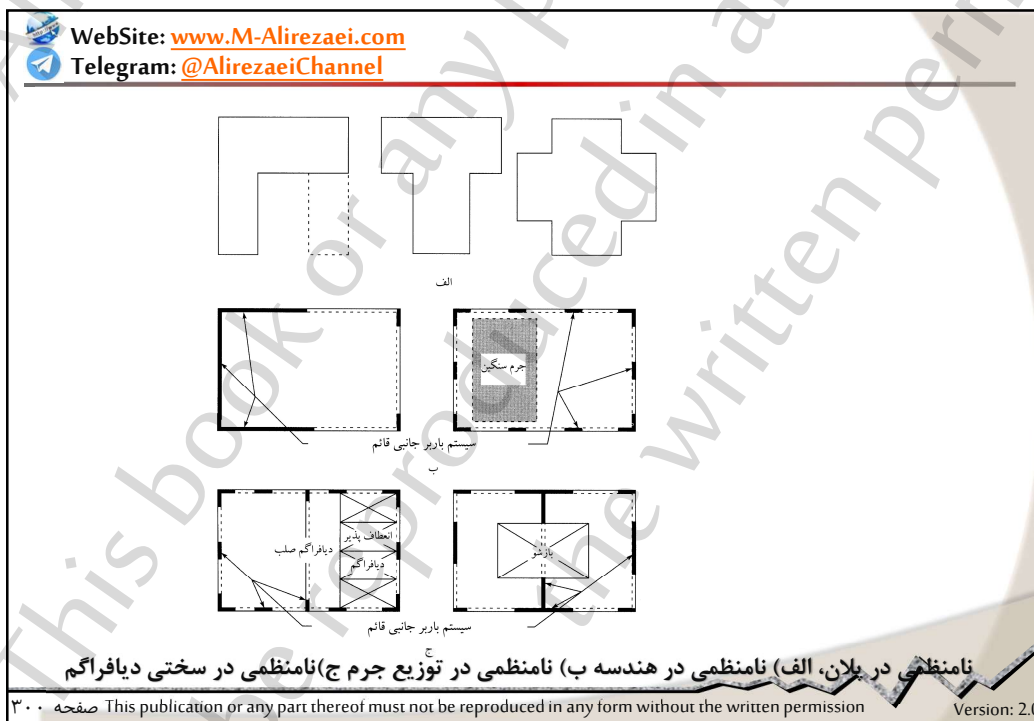
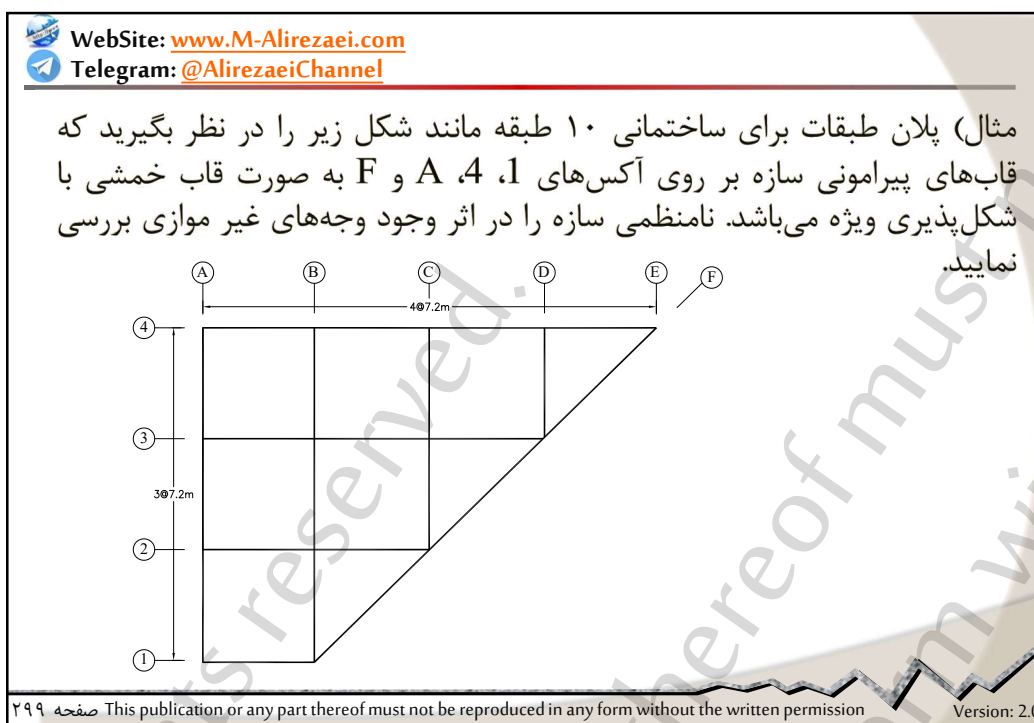
۲۹۷ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

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

A Structure with a Nonparallel System Irregularity.



۲۹۸ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0



WebSite: 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.

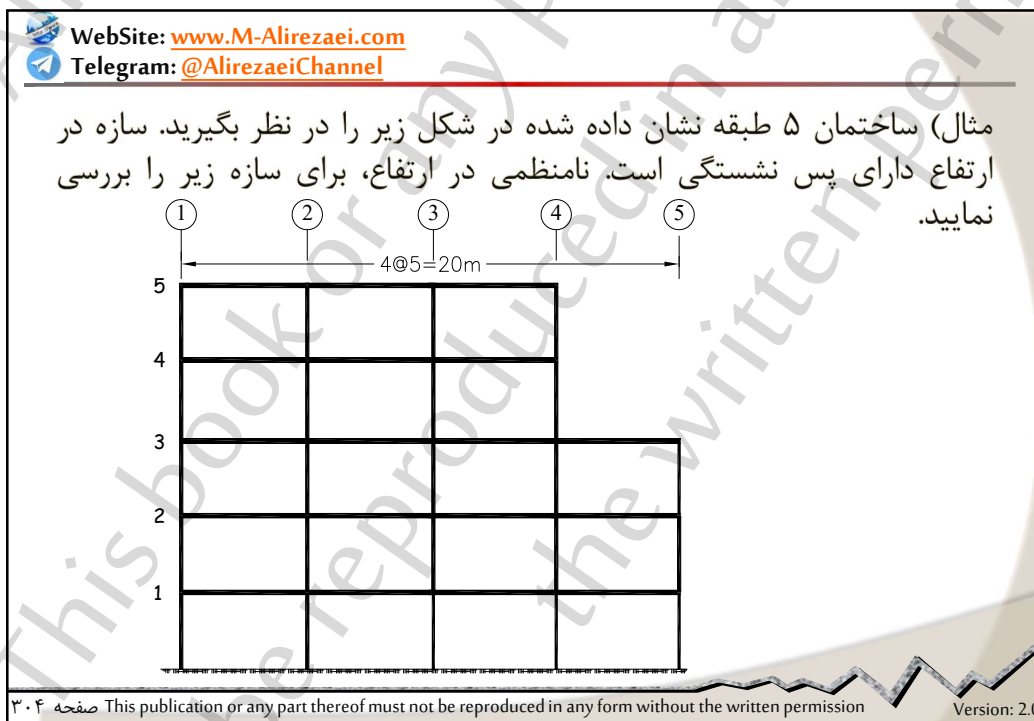
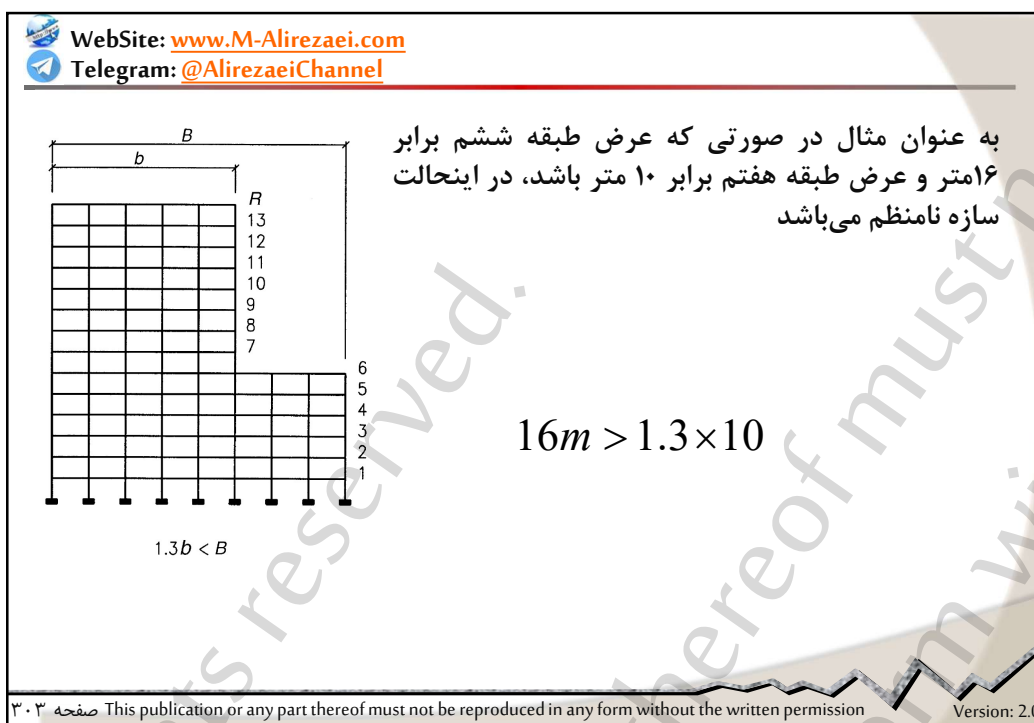
به نقل از ۲۸۰۰

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

نامنظمی در ارتفاع؛ در این حالت نامنظمی به سبب افزایش ابعاد سیستم مقاوم جانبی بیش از ۱۳۰٪ کل عرض ساختمان ایجاد شده است.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

geometric irregularity

Does not have a vertical geometric irregularity

(a) Moment Frame

(b) Braced Frame

صفحه ۳۰۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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.

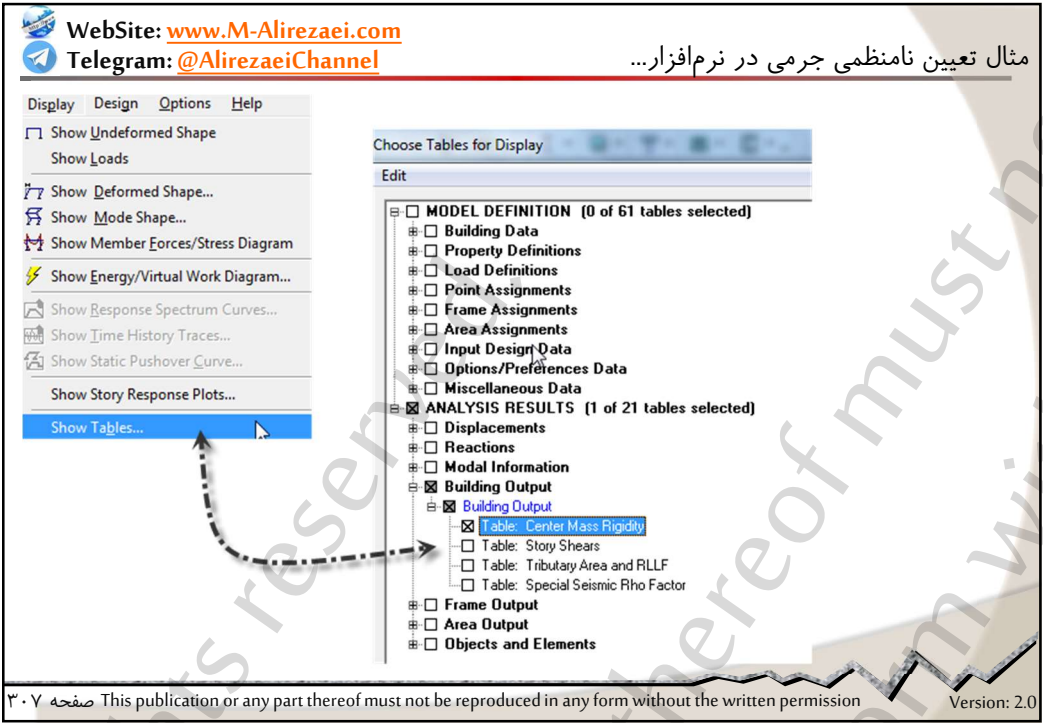
ASCE7-10

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

صفحه ۳۰۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @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

صفحه ۳۰۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

Story Mass

18450
18450
28648
18450

$$1.5 \times 18450 = 27675 \frac{\text{kg} \cdot \text{sec}^2}{m} < 28648 \frac{\text{kg} \cdot \text{sec}^2}{m}$$

بنابراین نامنظم جرمی است.

Version: 2.0

WebSite: 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				W5=90ton
4				W4=110ton
3				W3=110ton
2				W2=170ton
1				W1=100ton

Version: 2.0

WebSite: 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.

جابجایی $> L_o$
یا
جابجایی $> L_b$

به نقل از ۲۸۰۰

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

ناپیوستگی درون صفحه؛ درحالتی که $L > l$ باشد، سازه در صفحه دارای ناپیوستگی می باشد

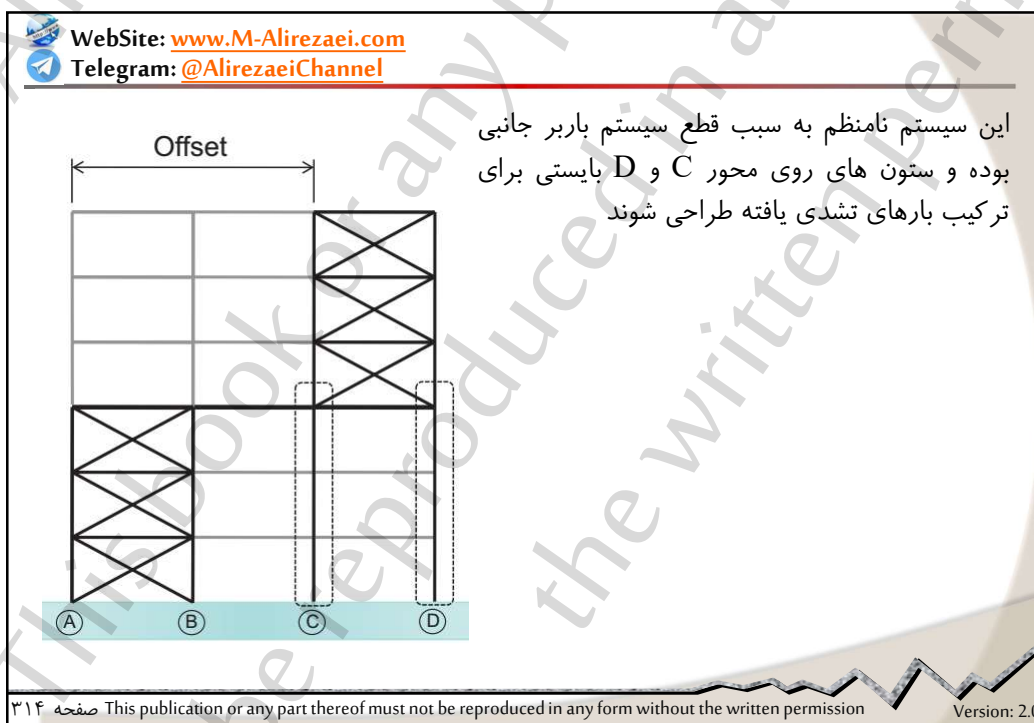
بادبندهای بالایی

کشیدگی

بادبندهای پایینی

به نقل از ۲۸۰۰

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0



WebSite: 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

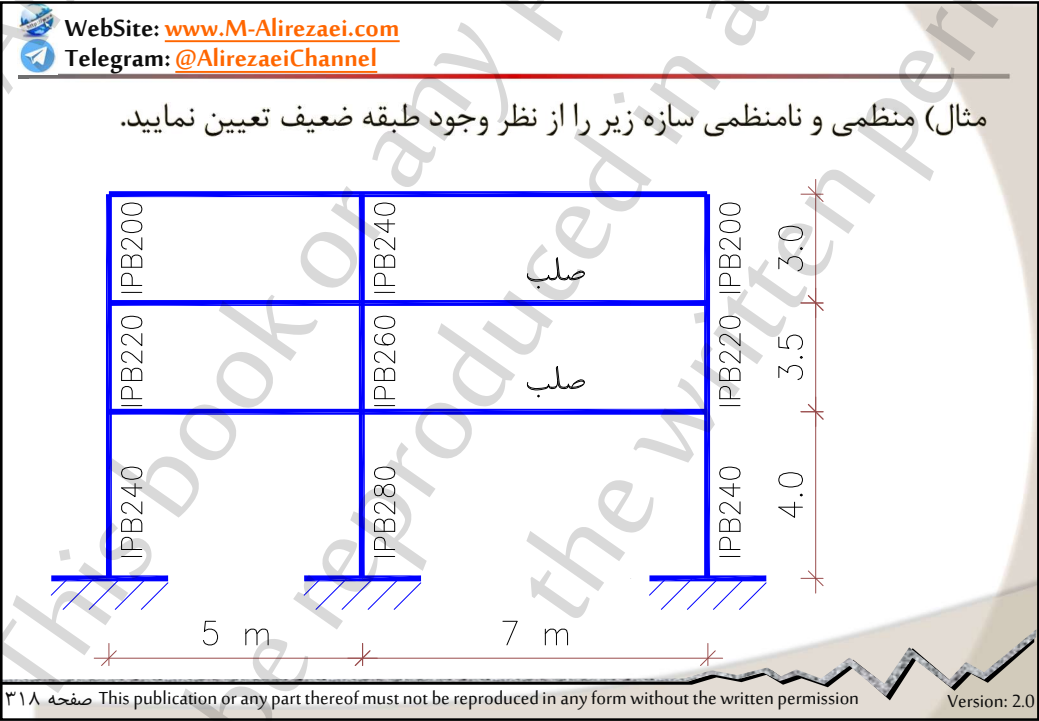
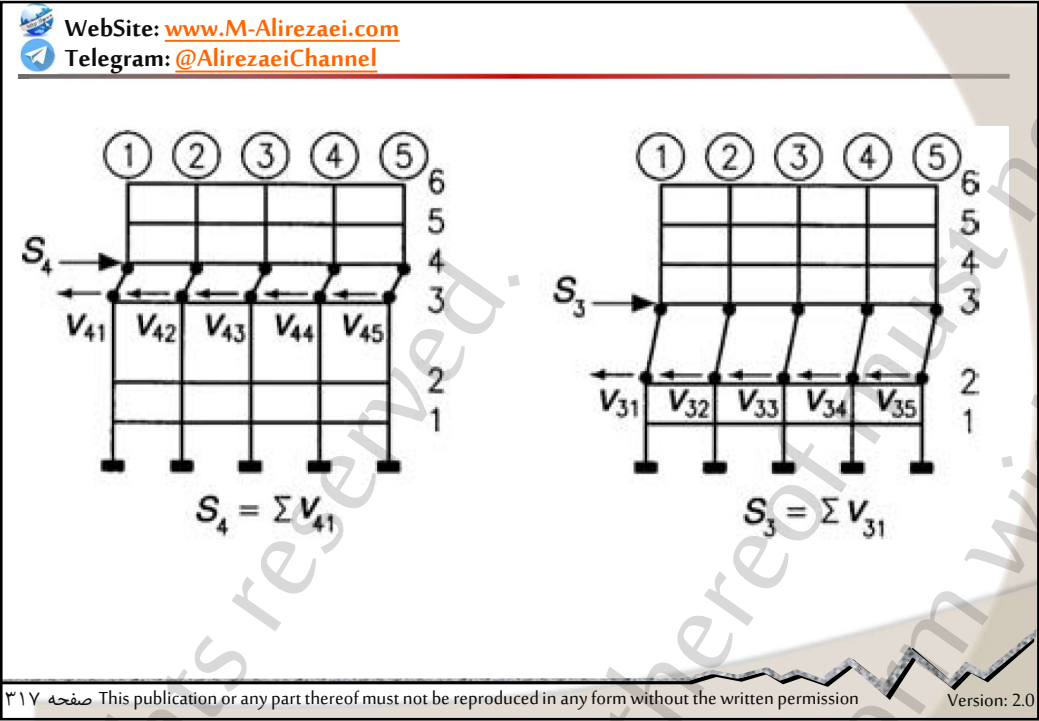
Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

(a) Moment Frame (Story Mechanism) (b) Moment Frame (Beam Mechanism)

در قاب خمشی دو مکانیزم فوق را میتوان متصور شد، در شکل (a) ستون‌ها جاری شده‌اند. این حالت (ستون ضعیف‌تر از تیر) در قاب خمشی ویژه فولادی و بتنی ممنوع است. شکل (b) درست نیست. زیرا برای مکانیزم شدن یک طبقه، جاری شدن تیرهای آن کافی نیست و بایستی تمام تیرها جاری شوند.

Version: 2.0



WebSite: 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:

$$IPB200 \rightarrow V_s = \frac{1}{\sqrt{3}} F_y (d - 2t_f) = 21.187 \text{ ton}$$

$$IPB220 \rightarrow V_s = \frac{1}{\sqrt{3}} F_y (d - 2t_f) = 24.733 \text{ ton}$$

$$IPB240 \rightarrow V_s = \frac{1}{\sqrt{3}} F_y (d - 2t_f) = 28.527 \text{ ton}$$

$$IPB260 \rightarrow V_s = \frac{1}{\sqrt{3}} F_y (d - 2t_f) = 31.158 \text{ ton}$$

$$IPB280 \rightarrow V_s = \frac{1}{\sqrt{3}} F_y (d - 2t_f) = 35.479 \text{ ton}$$

۳۱۹ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

بنابراین مقاومت برشی هر طبقه:

مقاومت برشی طبقه اول $= 2V_{s(IPB240)} + V_{s(IPB280)} = 2(28.527 \text{ ton}) + (35.479 \text{ ton}) = 92.533 \text{ ton}$

مقاومت برشی طبقه دوم $= 2V_{s(IPB220)} + V_{s(IPB260)} = 2(24.733 \text{ ton}) + (31.158 \text{ ton}) = 80.624 \text{ ton}$

مقاومت برشی طبقه سوم $= 2V_{s(IPB200)} + V_{s(IPB240)} = 2(21.187 \text{ ton}) + (28.527 \text{ ton}) = 70.901 \text{ ton}$

حال در صورتی که مفصل خمیری در بالا و پایین ستون رخ دهد داریم:

مقاومت برشی طبقه اول $= \frac{2F_y}{h_1} (2Z_{p(IPB240)} + Z_{p(IPB280)}) = 43.704 \text{ ton}$

مقاومت برشی طبقه دوم $= \frac{2F_y}{h_2} (2Z_{p(IPB220)} + Z_{p(IPB260)}) = 40.293 \text{ ton}$

مقاومت برشی طبقه سوم $= \frac{2F_y}{h_3} (2Z_{p(IPB200)} + Z_{p(IPB240)}) = 37.408 \text{ ton}$

بنابراین مقاومت جانبی ناشی از مقاومت خمشی ستون ها حاکم است.

$$S_1 > 0.8S_2 \Rightarrow 43.704 \text{ ton} > 0.8 \times 40.293 \text{ ton} = 32.23$$

۳۲۰ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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	130636.800	0.018

SHEAR DESIGN

صفحه ۳۲۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

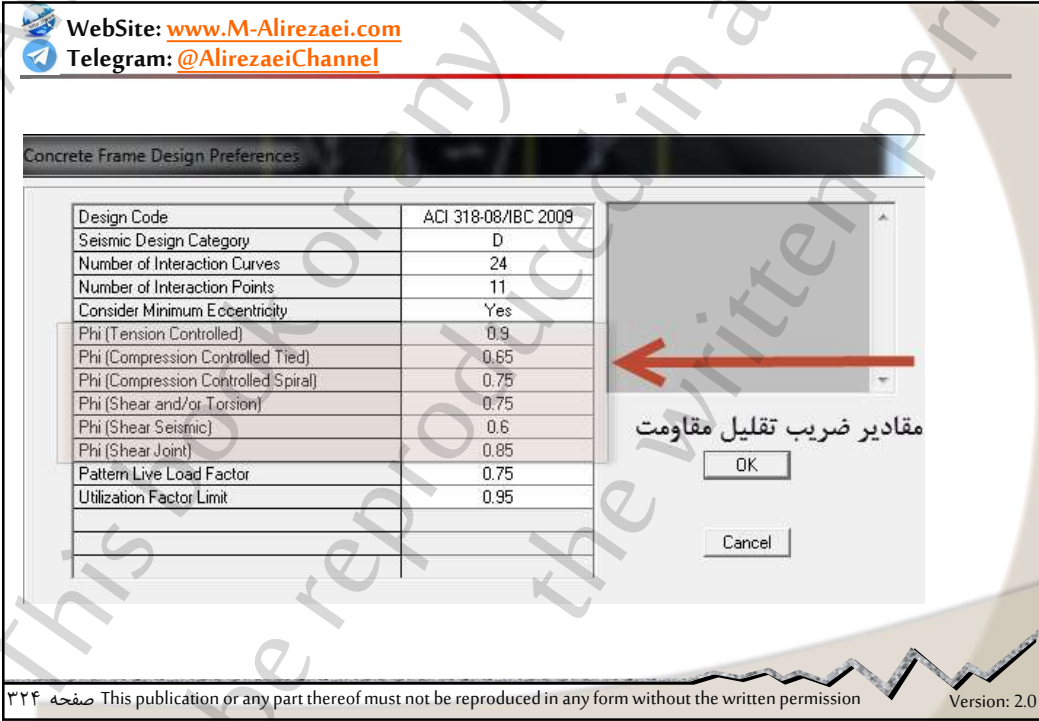
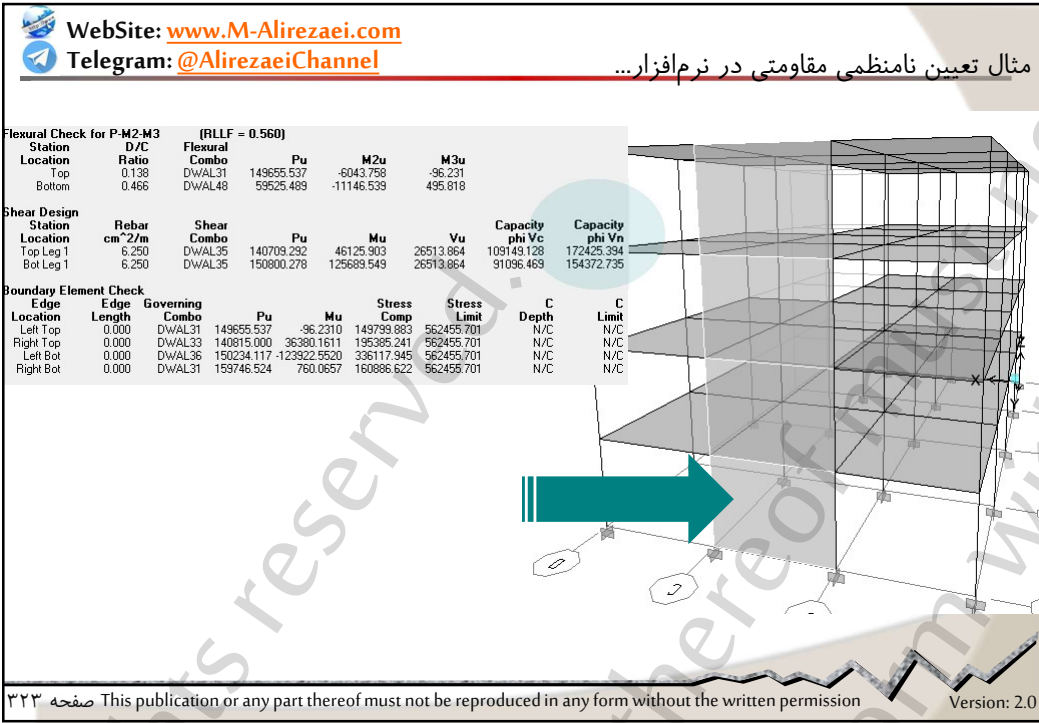
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

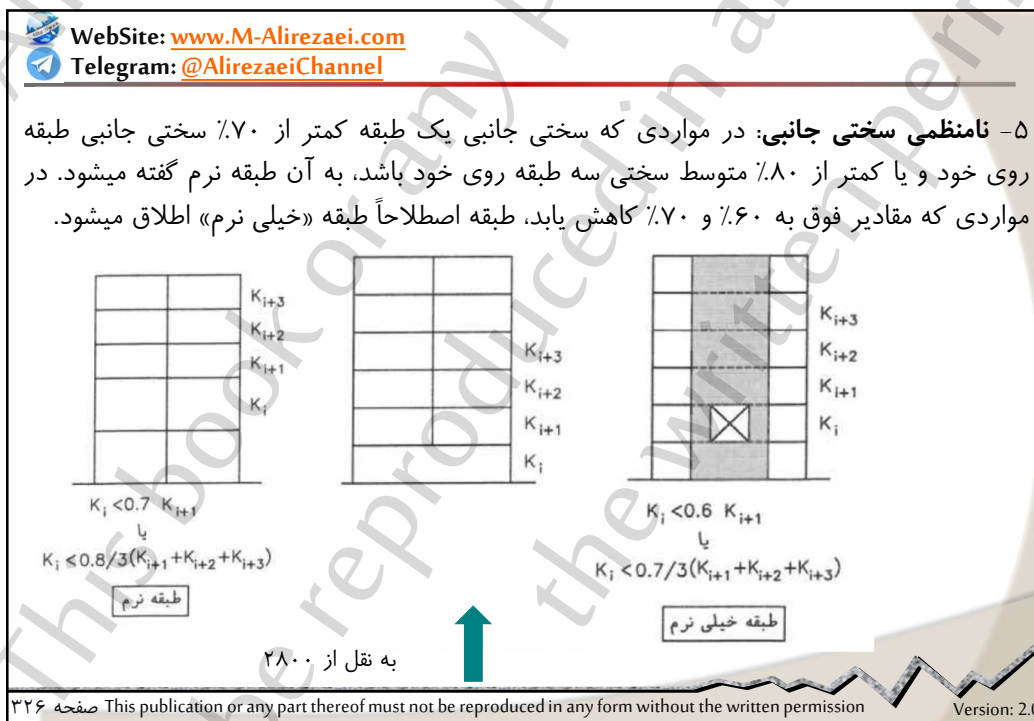
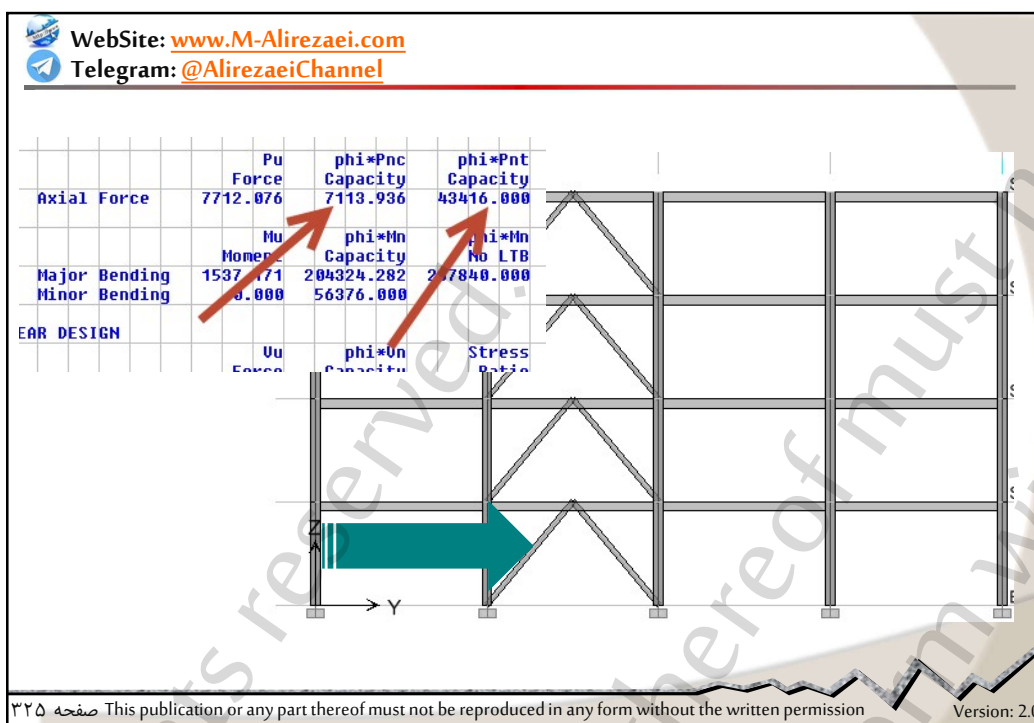
Steel Frame Design Preferences

Design Code	AISC360-05/IBC2006
Frame Type	IMF
Seismic Design Category	D
Importance Factor	1.
System Rho	1.
System Sds	0.5
System Ri	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/bb Fixed
Phi(Bending)	0.9
Phi(Compression)	0.9
Phi(Tension-Yielding)	0.9
Phi(Tension-Fracture)	0.75
Phi(Shear)	0.9
Phi(Shear Rolled I)	1.
Phi(Shear-Torsion)	0.9
Ignore Seismic Code?	No
Ignore Special Seismic Load?	No
Is Doubler Plate Plug Welded?	Yes
HSS Welding Type	ERW
Reduce HSS Thickness?	No
Consider Deflection?	Yes
Deflection Check Type	Both
DL Limit, L /	120.
Super DL+LL Limit, L /	120.
Live Load Limit, L /	360.
Total Limit, L /	240.
Total-Camber Limit, L /	240.
DL Limit, abs	0.0254
Super DL+LL Limit, abs	0.0254

مقادیر ضریب تقلیل مقاومت

صفحه ۳۲۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0





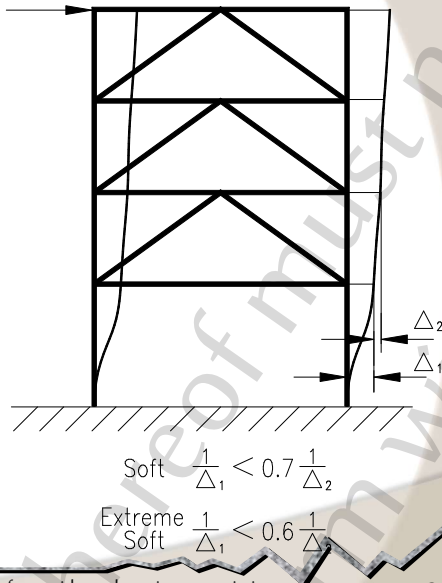
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

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 $\frac{1}{\Delta_1} < 0.7 \frac{1}{\Delta_2}$

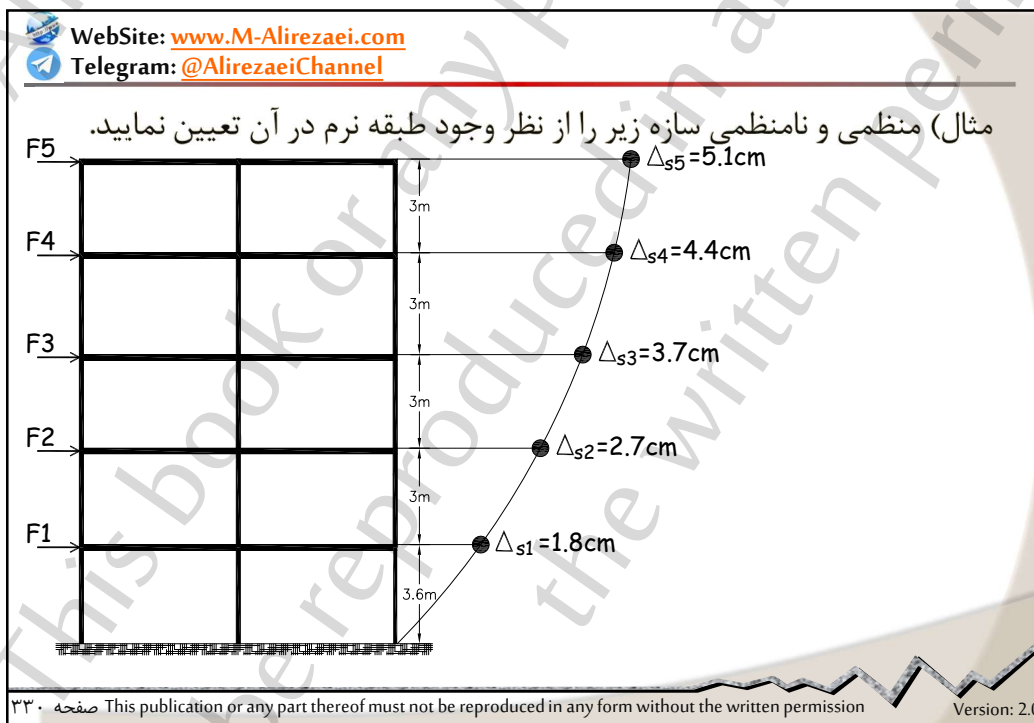
Extreme Soft $\frac{1}{\Delta_1} < 0.6 \frac{1}{\Delta_2}$

صفحه ۳۲۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel



صفحه ۳۲۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

آیین‌نامه ASCE7 اجازه می‌دهد، برای کنترل نامنظمی سختی جانبی، جابجایی‌های نسبی سازه را نیز کنترل کنیم. در این کنترل دو طبقه آخر سازه معاف بوده و در هیچ طبقه ای نباید میزان نسبت دررفت از ۱۳۰٪ نسبت دررفت طبقه روی خود بیشتر شود.

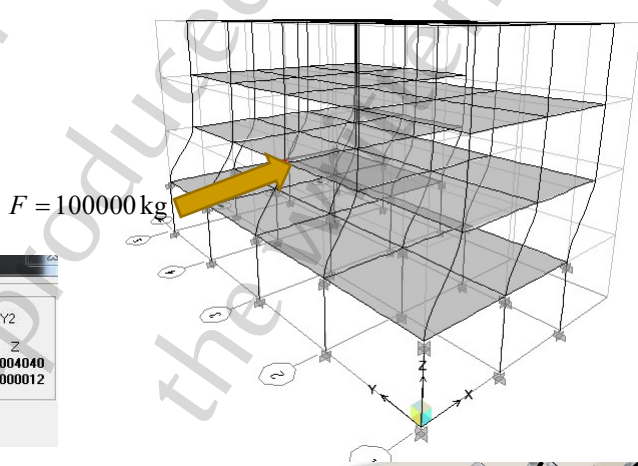
ASCE7-10

Vertical structural irregularities of Types 1a, 1b, and 2 in Table 12.3-2 do not apply where no story drift ratio under design lateral seismic force is greater than 130 percent of the story drift ratio of the next story above. Torsional effects need not be considered in the calculation of story drifts. The story drift ratio relationship for the top two stories of the structure are not required to be evaluated.

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

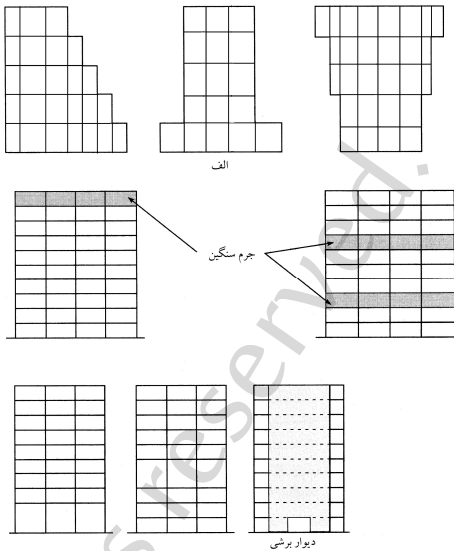
مثال تعیین نامنظمی توزیع سختی در نرم‌افزار...

$$K_{story} = \frac{F}{\Delta} = \frac{10000}{0.5234} = 191000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$$


Point Object	3	Story Level	STORY2
Trans	0.523446	Y	0.006362
Rotn	0.000000	Z	0.004040
			-0.000012

Version: 2.0

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



الف

ب

ج

د

جسم سنگین

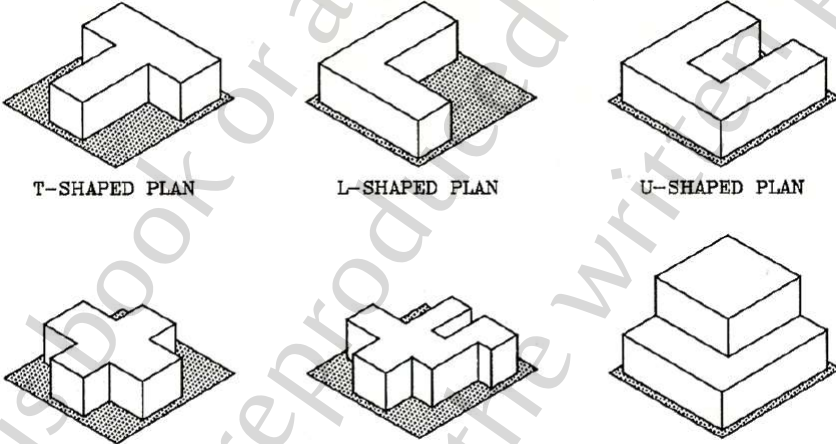
دیوار برشی

نامنظم در ارتفاع؛ تغییرات ناگهانی در هندسه (ب) اختلاف زیاد در جرم (پ) اختلاف زیاد در سختی

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

Version: 2.0

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



T-SHAPED PLAN

L-SHAPED PLAN

U-SHAPED PLAN

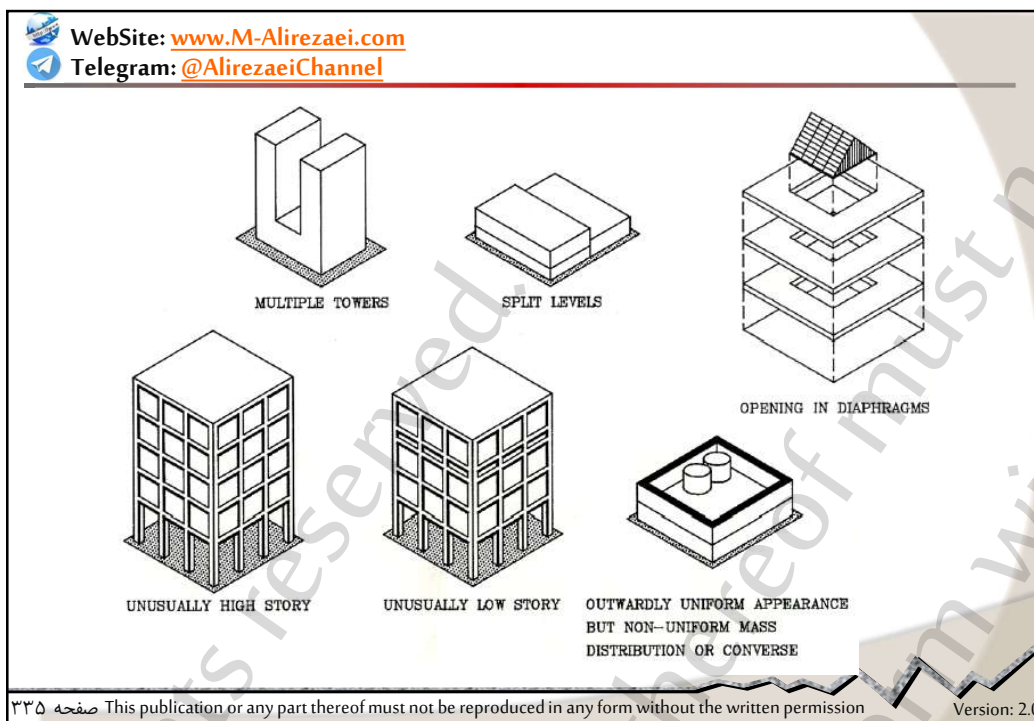
CRUCIFORM PLAN

OTHER COMPLEX SHAPES

SETBACKS

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

Version: 2.0



WebSite: 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.

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: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

طبق ASCE7، محدودیت مربوط به طبقه ضعیف در حالتی که سازه قادر به تحمل نیرویی معادل Ω_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 Ω_0 times the design force prescribed in Section 12.8.

Version: 2.0

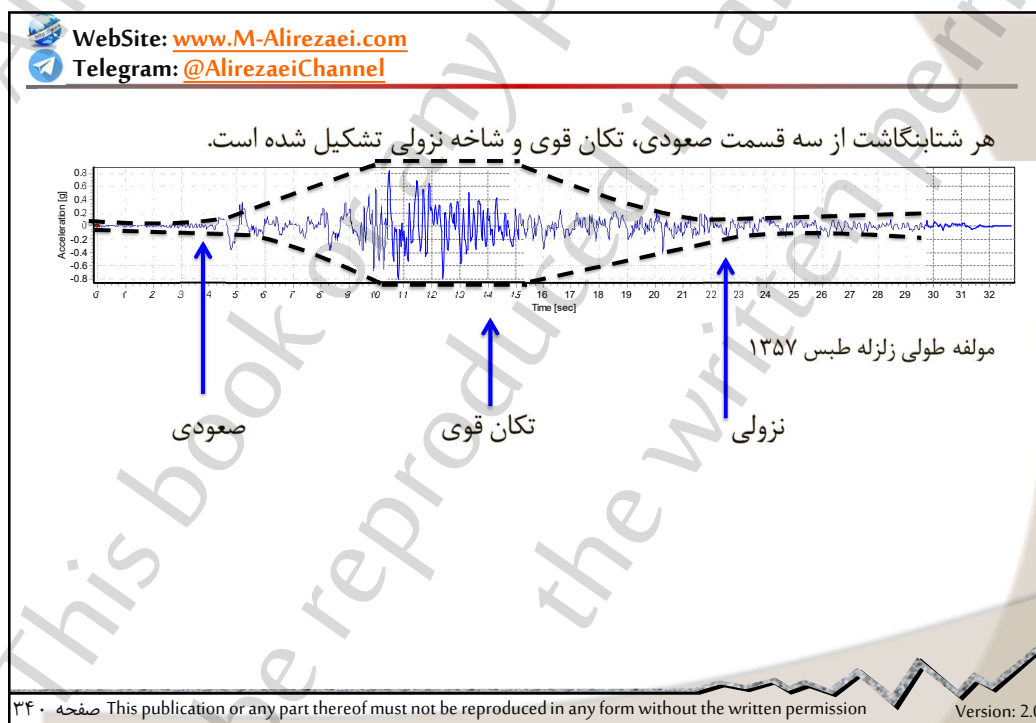
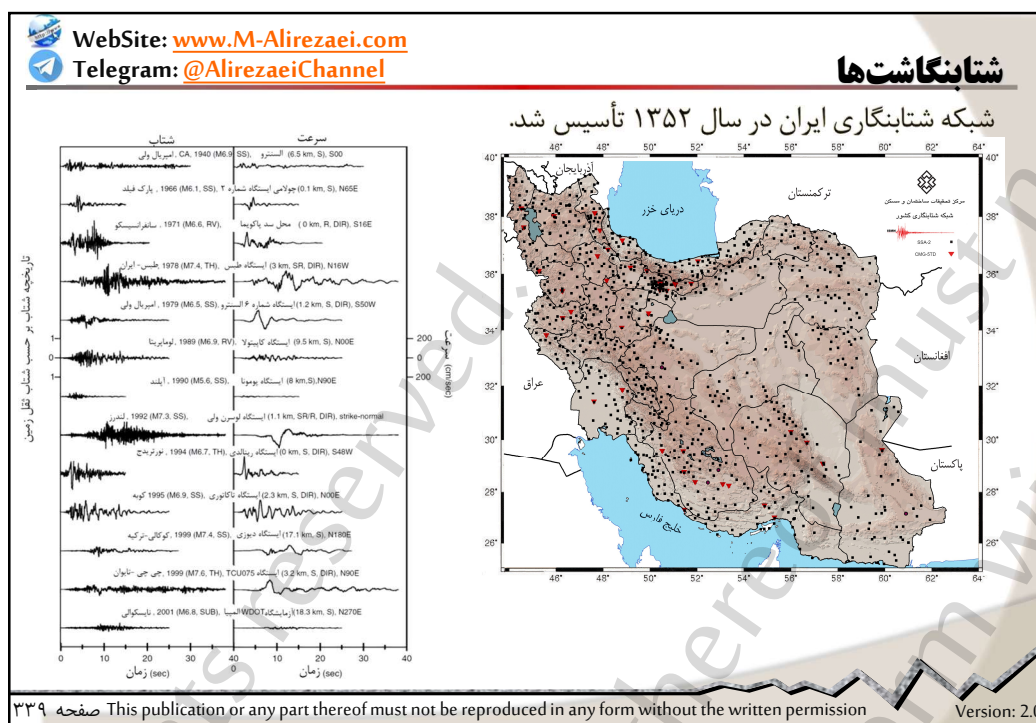
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

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.

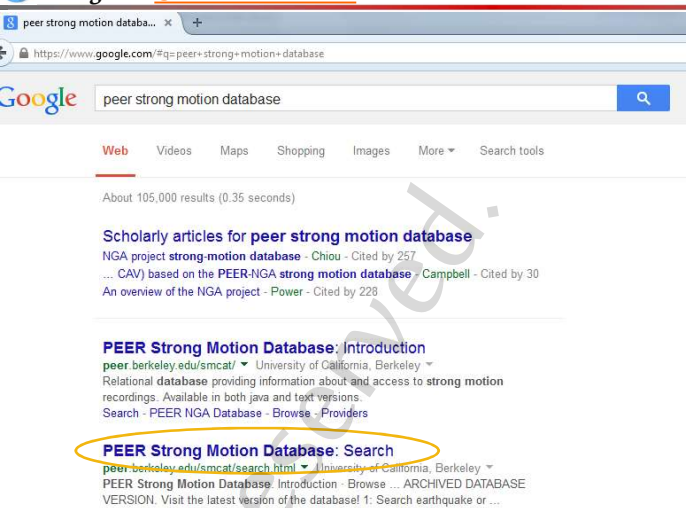
منطقه	توصیف	نسبت شتاب مبنای طرح (A)
۱	پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد	۰/۳۵
۲	پهنه با خطر نسبی زیاد	۰/۳۰
۳	پهنه با خطر نسبی متوسط	۰/۲۵
۴	پهنه با خطر نسبی کم	۰/۲۰

Version: 2.0



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

چگونه شتابنگاشت‌ها را دانلود نماییم؟

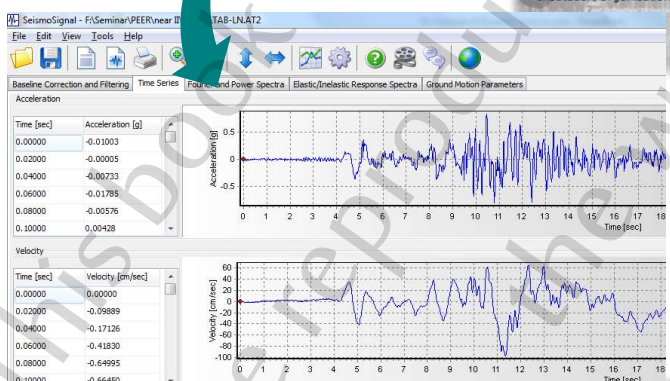


http://peer.berkeley.edu/smcats/search.html
http://www.consrv.ca.gov/cgs/smip/

Version: 2.0

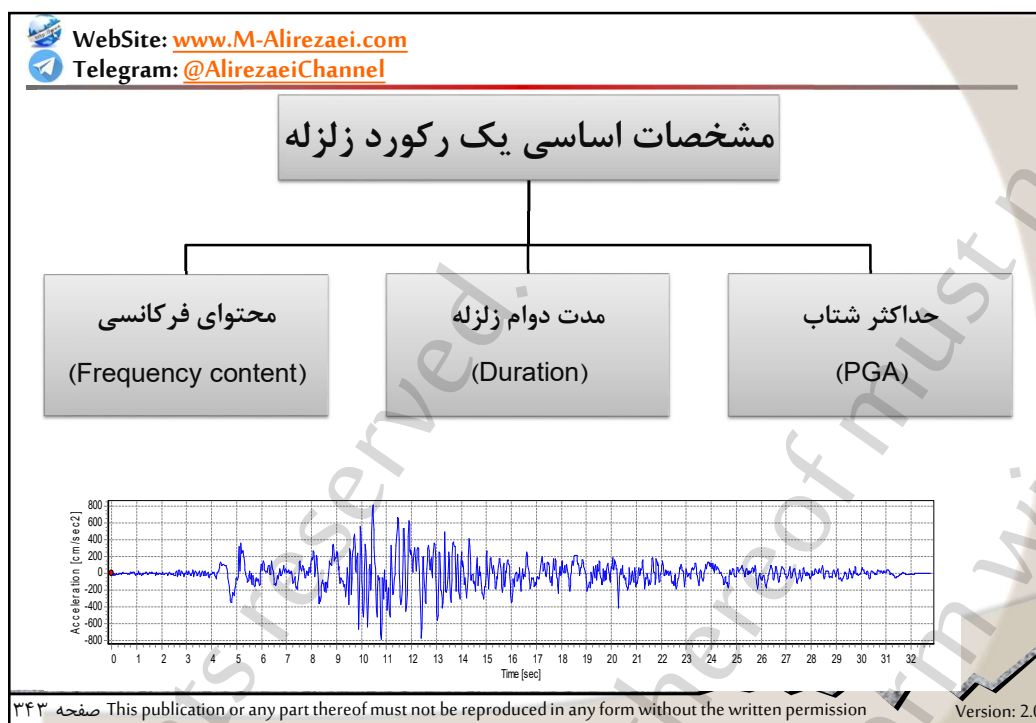
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

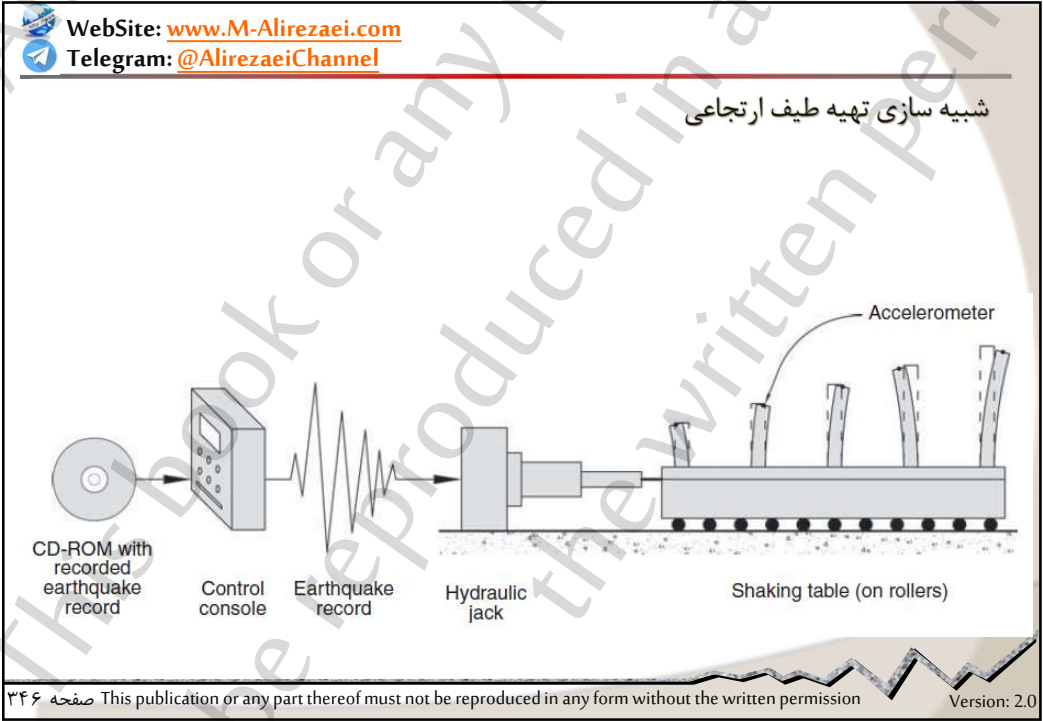
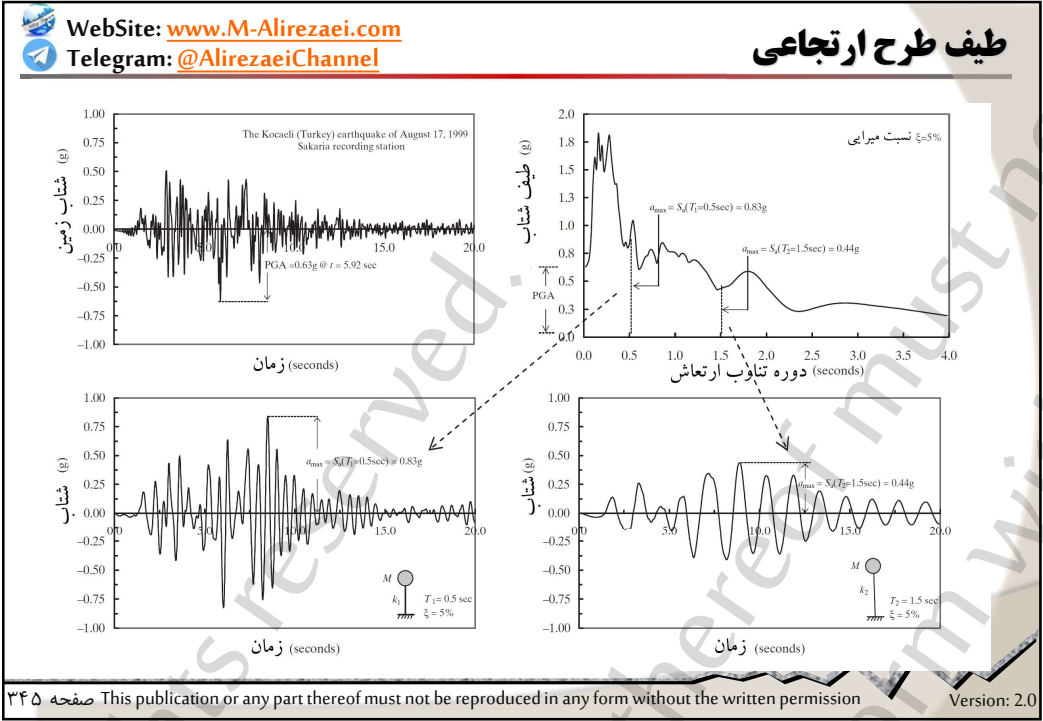
آشنایی با نرم افزار پردازش شتابنگاشت‌ها



SeismoSignal Version 5.1.0
Build: 200
License Information: Registered
Registered to: Mehdi Alirezaei
Institution/Organisation: IIEES
www.seismosoft.com

Version: 2.0

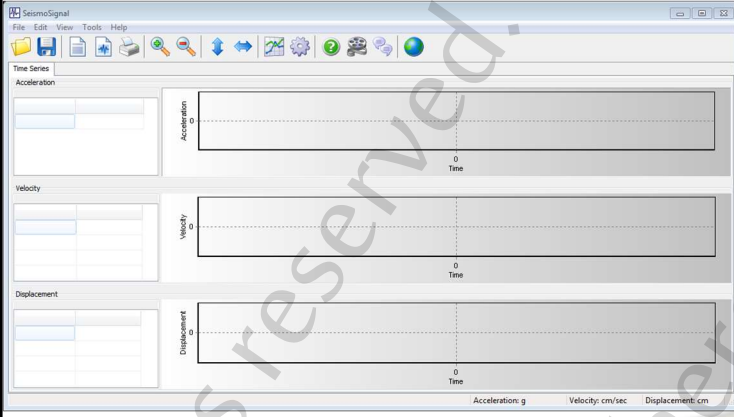




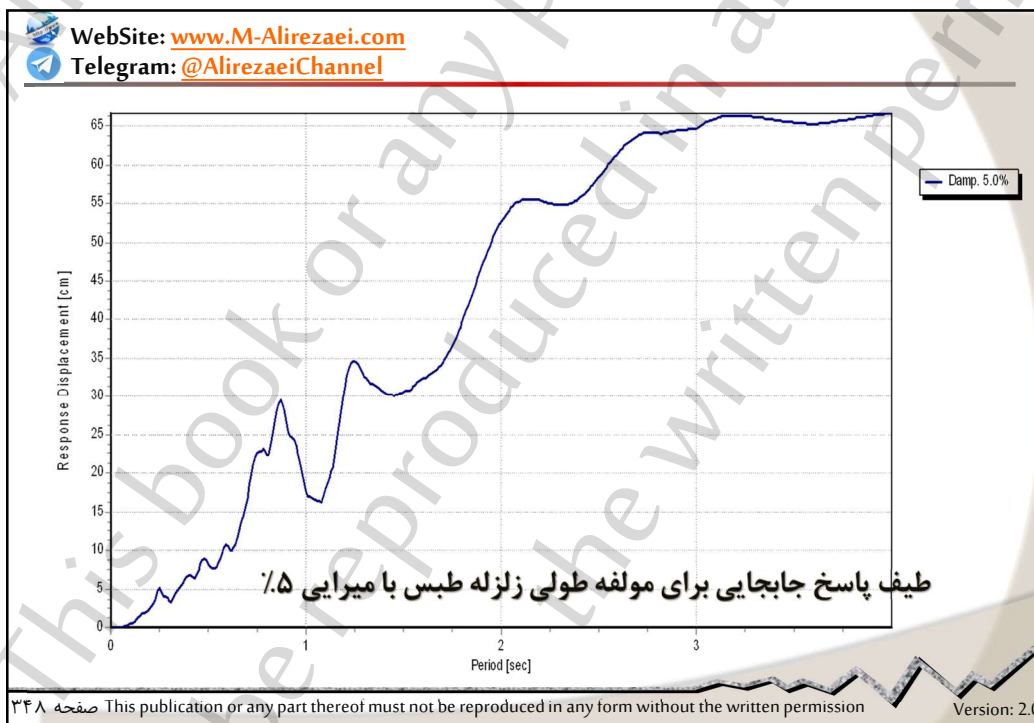
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

استفاده از برنامه SeismoSignal برای ترسیم طیف

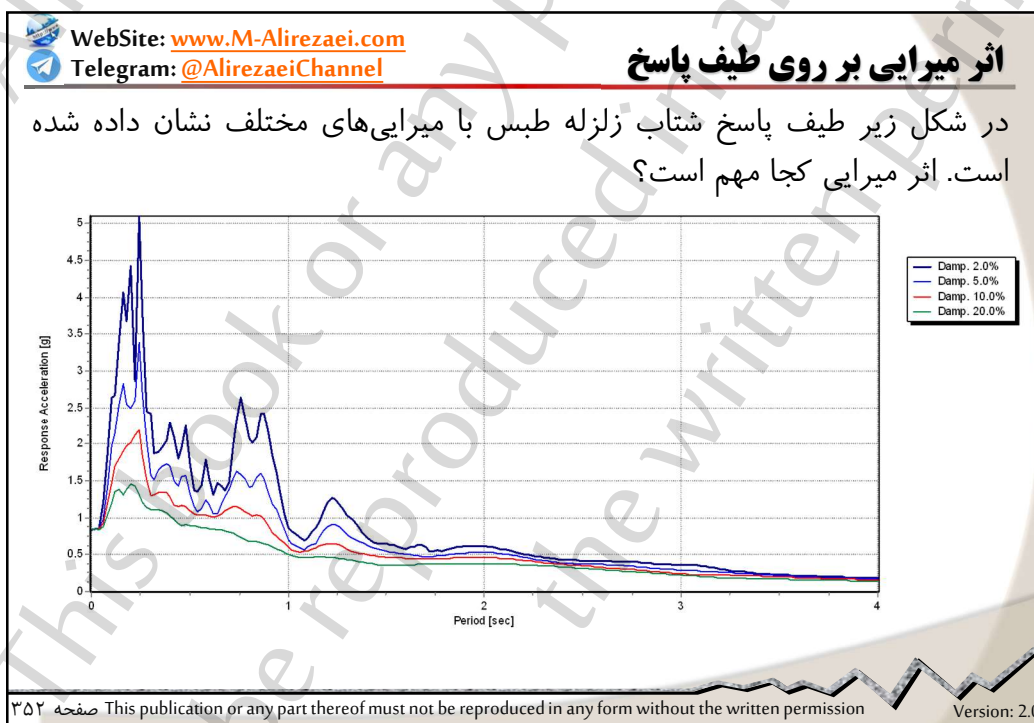
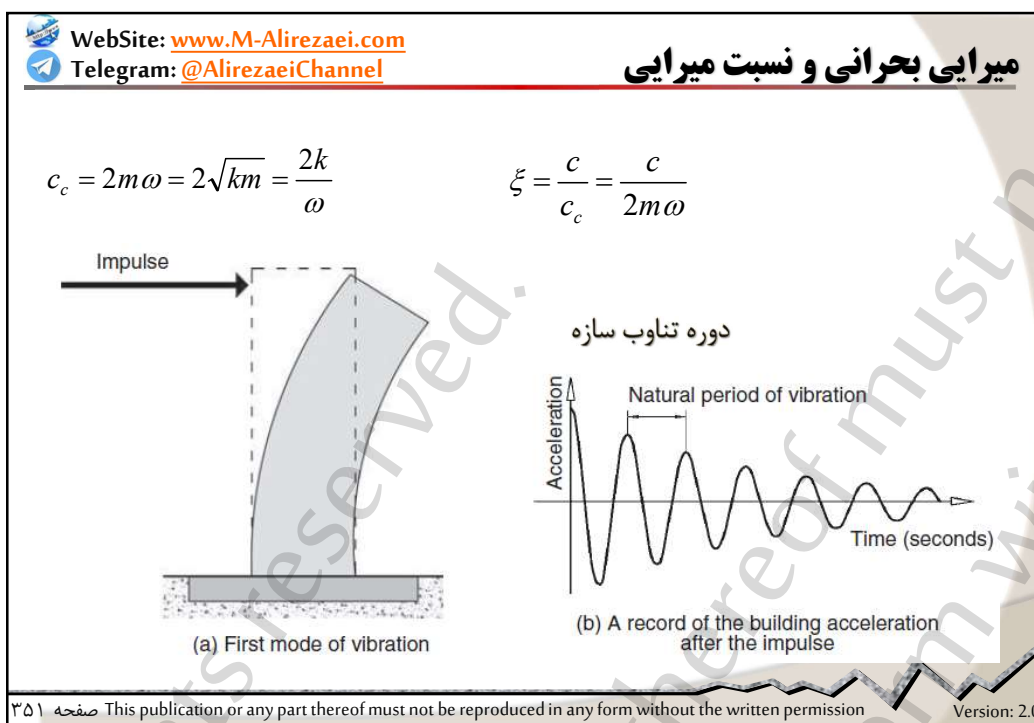
این نرم افزار در یک محیط گرافیکی بسیار جذاب و ساده، کلیه محاسبات مرتبط با رکوردها و سازه های یک درجه آزاد را انجام می دهد. یکی از کاربردهای این نرم افزار، حل معادله دیفرانسیل حرکت یک سازه مشخص با ω و ξ دلخواه به روش های عددی است.

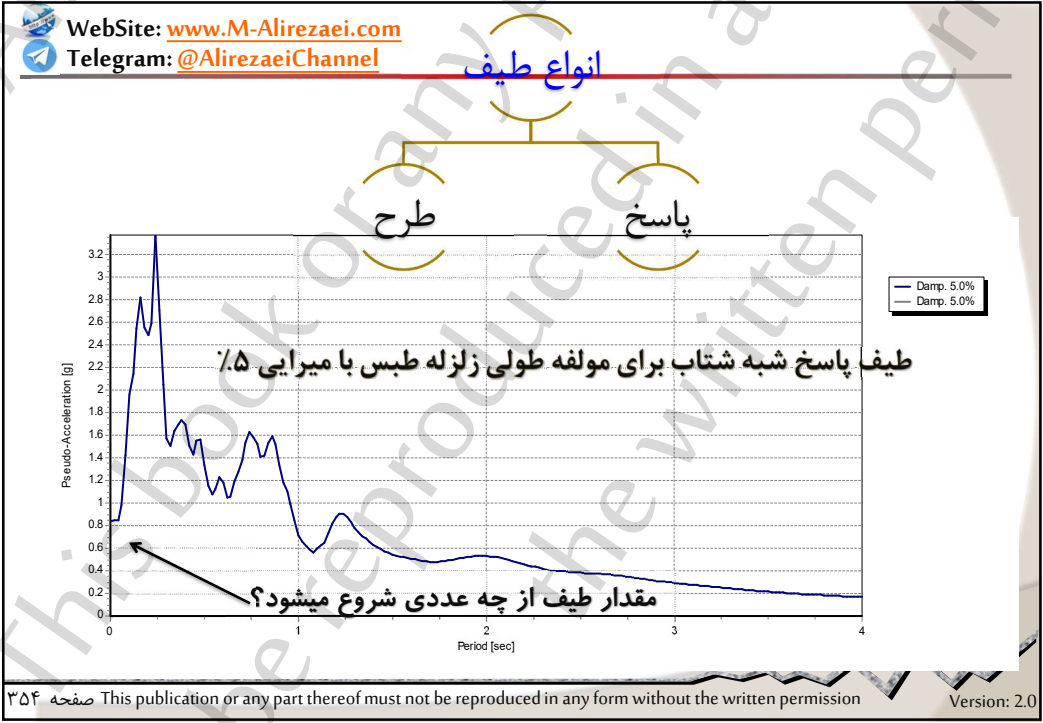
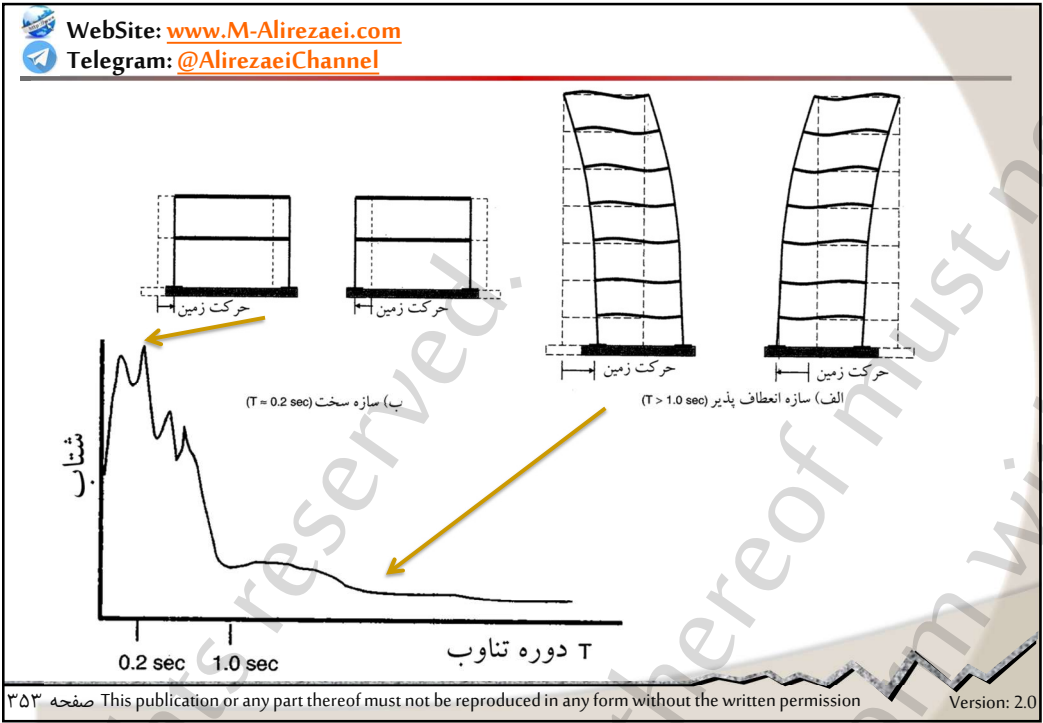


صفحه ۳۴۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0









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

۳۵۵ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

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

$$T_0 \approx 0.2T_s$$

۳۵۶ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

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

طبقه‌بندی نوع خاک:

* نوع خاک براساس لایه‌های خاک در ارتفاع ۳۰ متر بالایی طبقه‌بندی می‌شوند.

* در صورت عدم وجود اطلاعات خاک و داده‌های ژئوتکنیکی به شرط آنکه خصوصیات شبیه به زمین نوع IV وجود نداشته باشد و انجام مطالعات ژئوتکنیکی نیز الزامی نباشد، برای ساختمان‌های با حداکثر چهار سقف و سطح اشغال کمتر از ۳۰۰ متر مربع می‌توان نوع زمین را III در نظر گرفت.

* برای تعیین خصوصیات خاک می‌توان از استانداردهای زیر استفاده نمود:

Atterberg limits → (ASTMD4318, 2005b)
Moisture content → (ASTM D2216, 2005a)
Undrained shear strength → (ASTM D2166, 2006, or ASTM D2850, 2007)

صفحه ۳۵۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

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

Downhole Testing

The diagram illustrates a downhole testing setup. A pump is connected to a horizontal plank with a normal load. A hammer is used to strike the plank, creating a shear wave. The wave travels through the soil and is detected by horizontal velocity transducers (geophone receivers) in a cased borehole. The test depth interval is marked by z_1 and z_2 . The horizontal distance from the hammer to the transducers is x . The shear wave velocity is calculated using the formula $V_s = \Delta R / \Delta t$, where Δt is the time interval and ΔR is the difference in distances R_1 and R_2 . The distances are given by $R_1^2 = z_1^2 + x^2$ and $R_2^2 = z_2^2 + x^2$.

Shear Wave Velocity:
 $V_s = \Delta R / \Delta t$

$R_1^2 = z_1^2 + x^2$
 $R_2^2 = z_2^2 + x^2$

صفحه ۳۵۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

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

ضریب اصلاح طیف، N :

الف) برای پهنه‌های با خطر نسبی خیلی زیاد و زیاد:

$$N = 1 \quad T < T_s$$

$$N = \frac{0.7}{4 - T_s} (T - T_s) + 1 \quad T_s < T < 4$$

$$N = 1.7 \quad T > 4 \text{ sec}$$

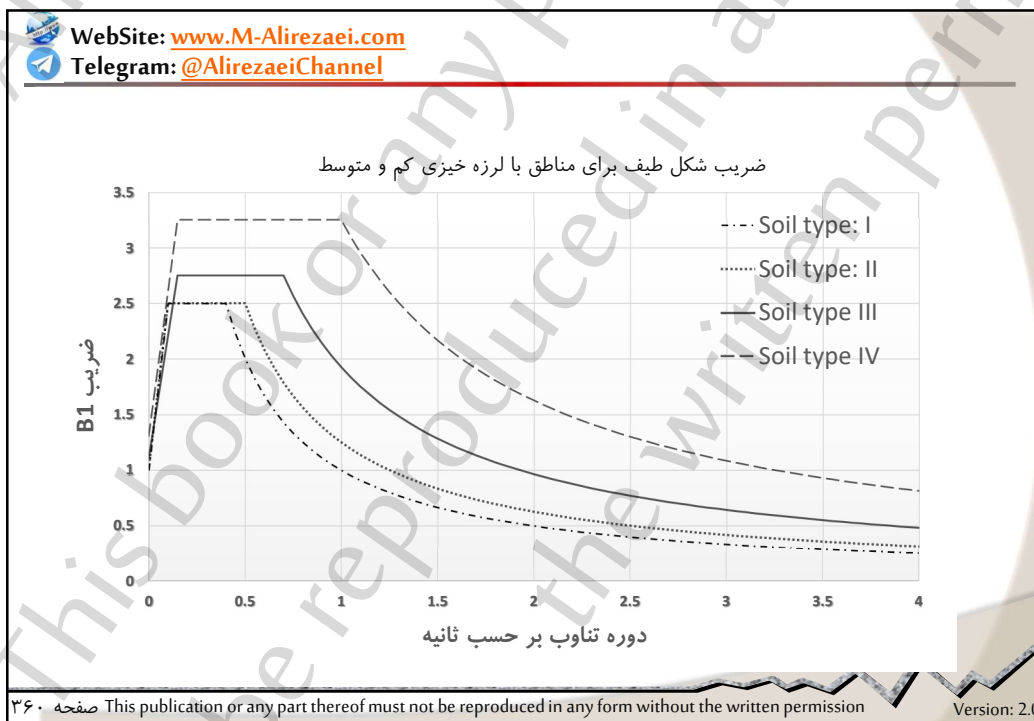
ب) برای پهنه‌های با خطر نسبی متوسط و کم:

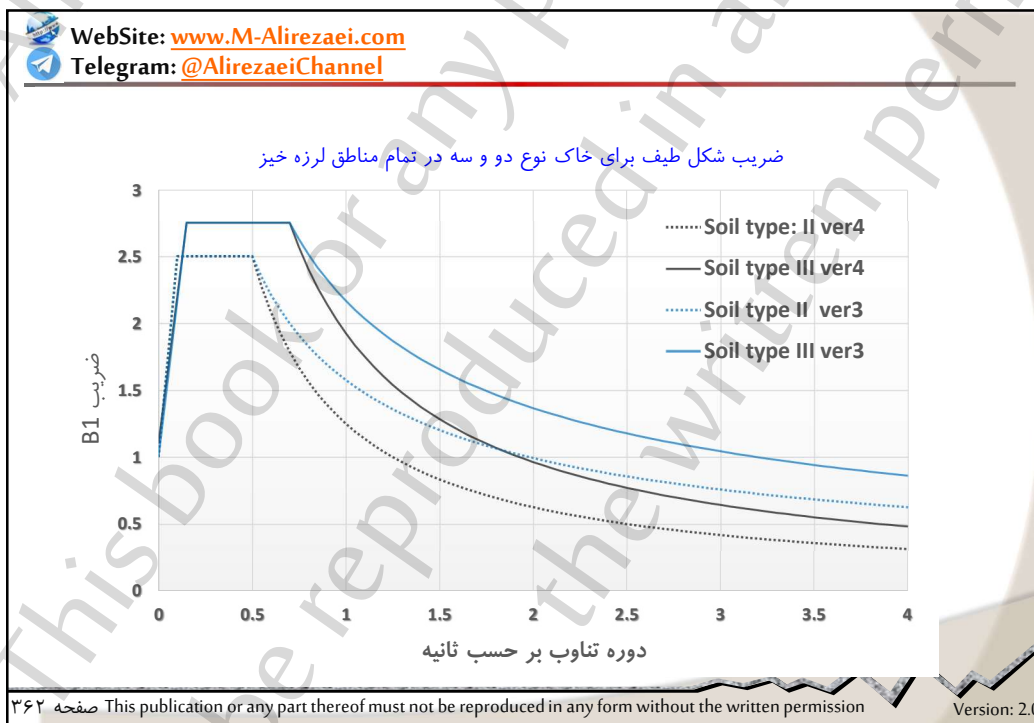
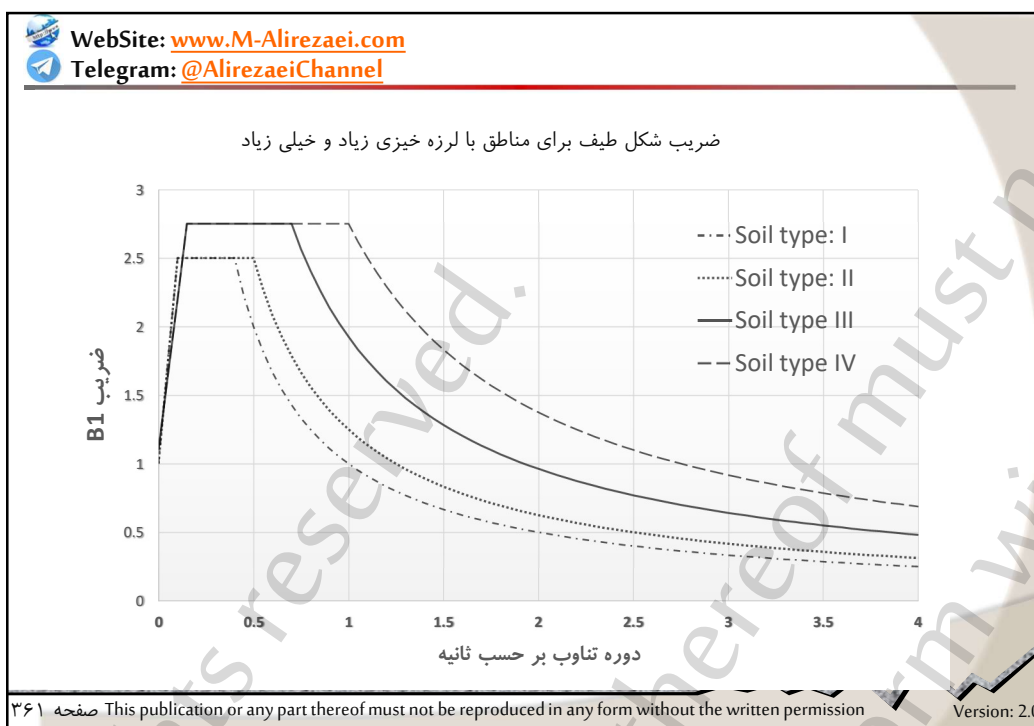
$$N = 1 \quad T < T_s$$

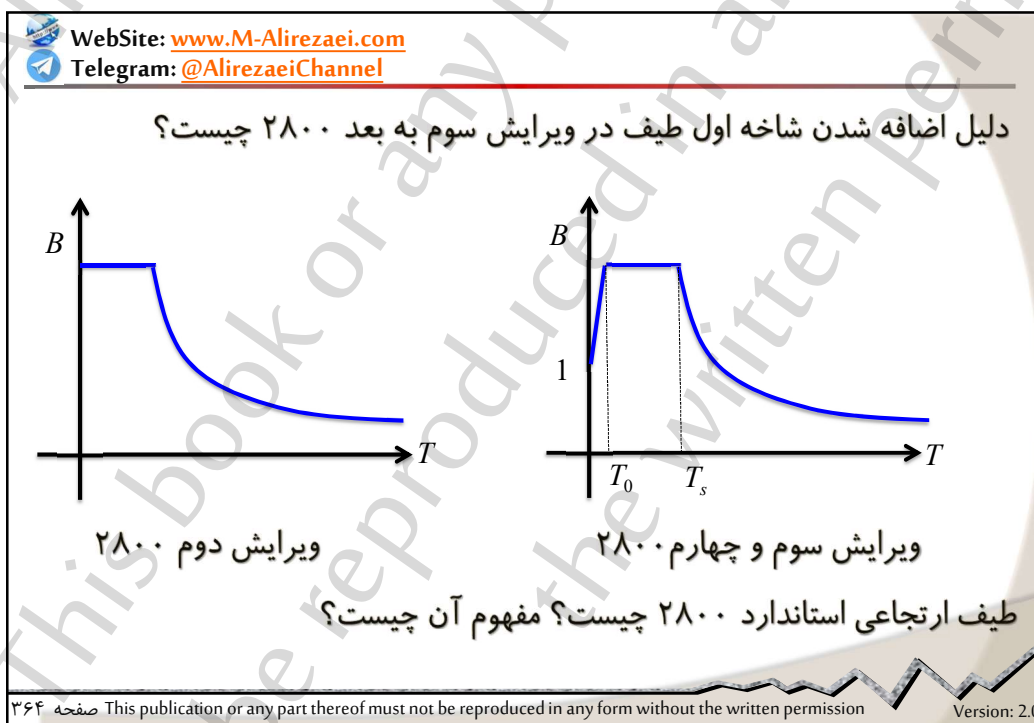
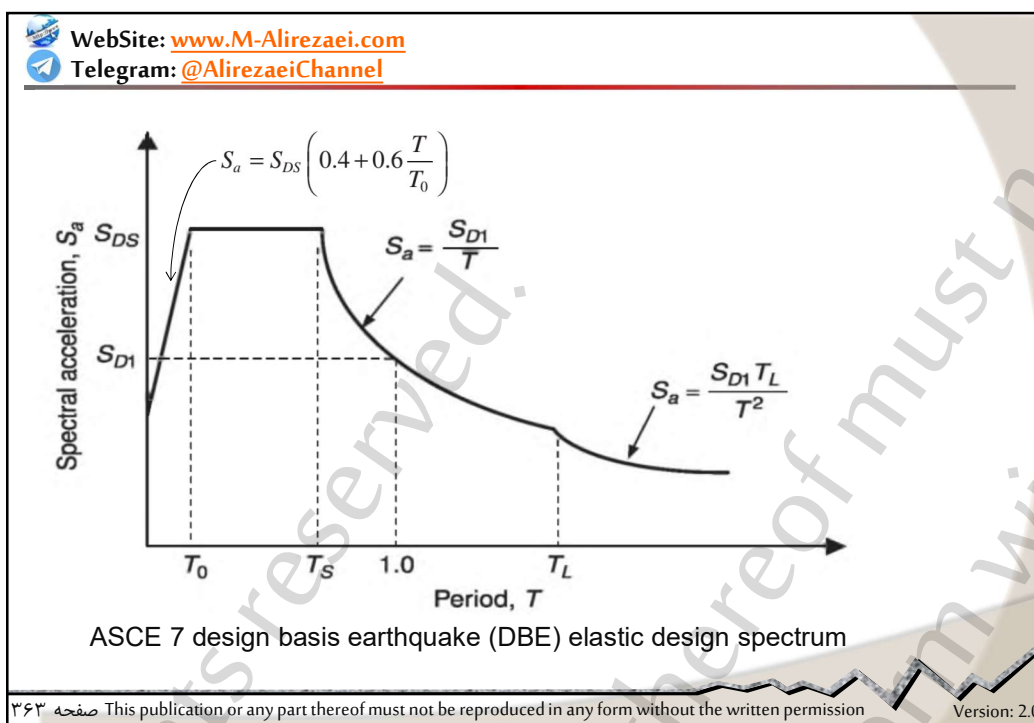
$$N = \frac{0.4}{4 - T_s} (T - T_s) + 1 \quad T_s < T < 4$$

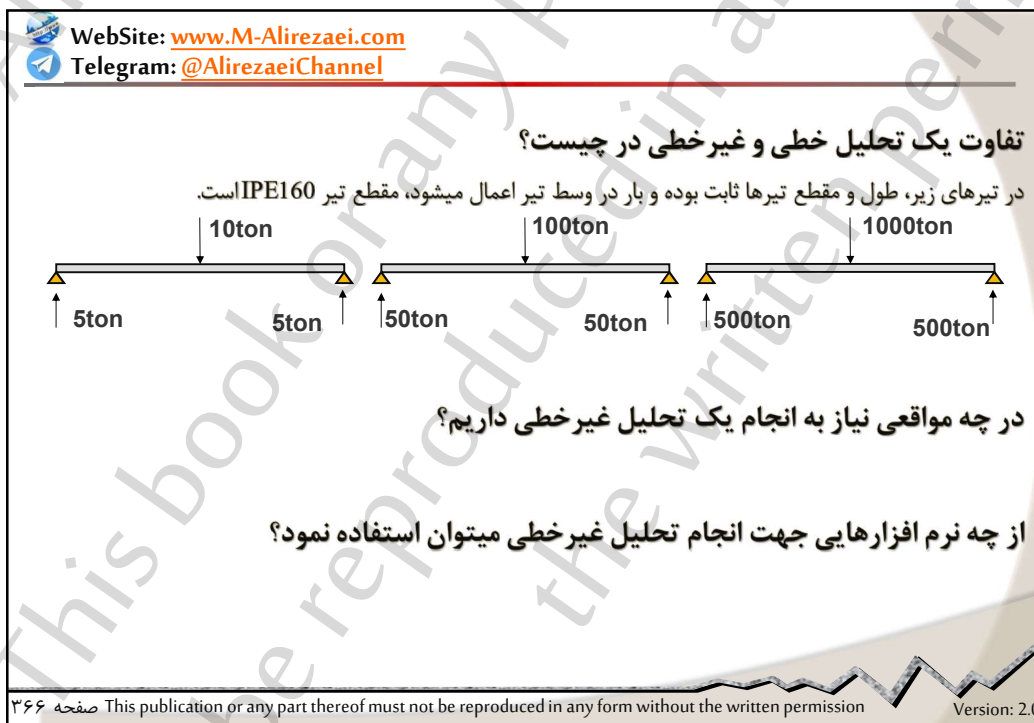
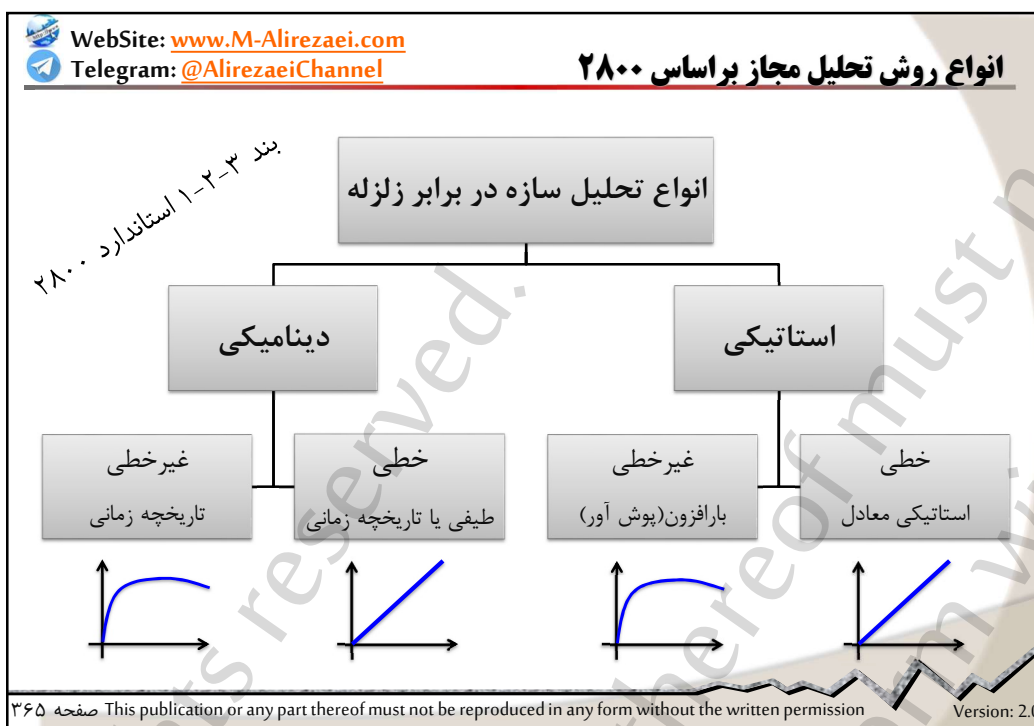
$$N = 1.4 \quad T > 4 \text{ sec}$$

صفحه ۳۵۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0









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

روش های تحلیل خطی

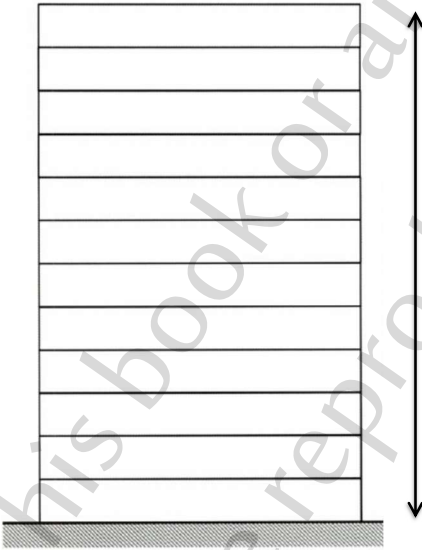
این روش ها را می توان برای تحلیل کلیه سازه ها مورد استفاده قرار داد. تنها روش استاتیکی معادل را می توان در ساختمان های سه طبقه و کوتاه تر از تراز پایه و یا ساختمان های زیر بکار برد:

- 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 ۳/۵ برابر دوره تناوب خاک بیشتر نشود، اجازه استفاده از تحلیل استاتیکی را می دهد.

Version: 2.0
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۳۶۷

**WebSite:** 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.

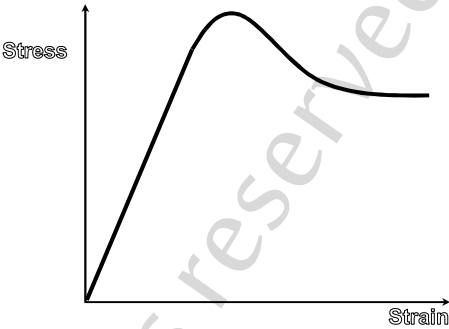
اگر ارتفاع از ۵۰ متر بیشتر و منظم بود، تحلیل دینامیکی مورد نیاز است.

Version: 2.0
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۳۶۸

WebSite: 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 اقناع الزامات آنها، ضوابط تحلیل و طراحی یکی از روش های خطی عنوان شده در ۲۸۰۰ را نیز اقناع نماید. الزامات مربوط به روش های غیر خطی در پیوست شماره (۲) این استاندارد آمده است.



Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

روش تحلیل استاتیکی معادل

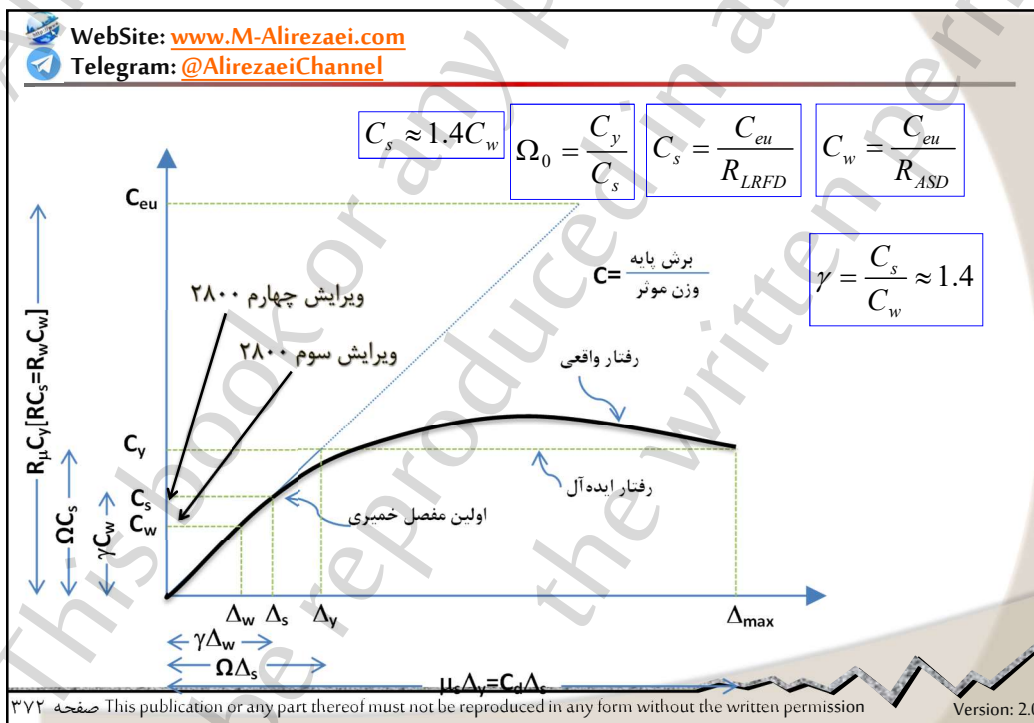
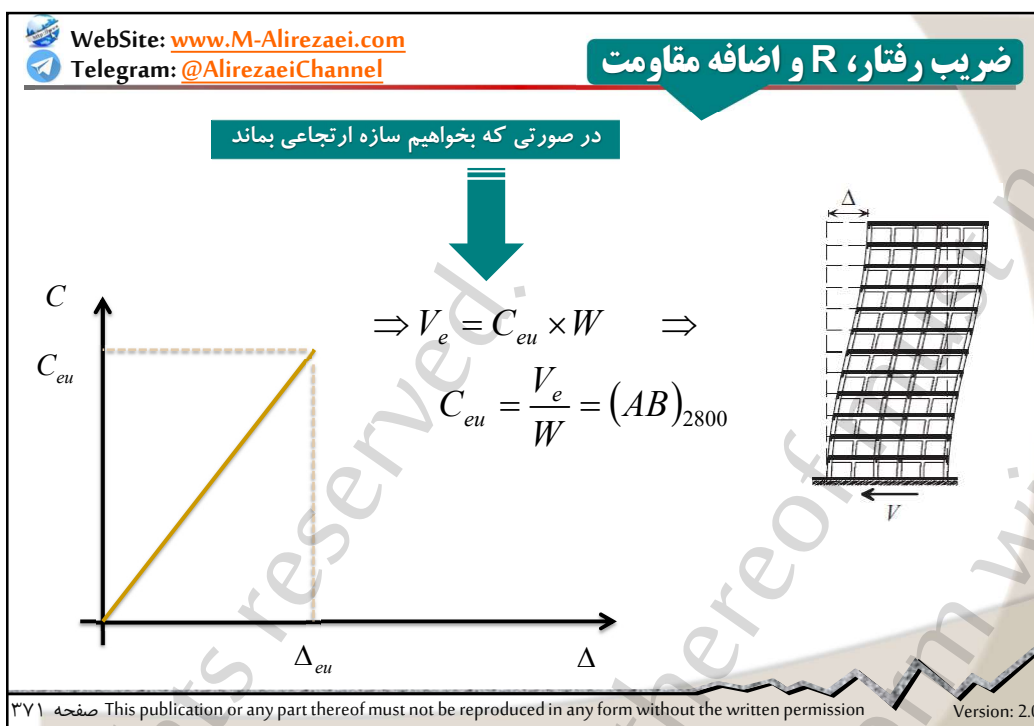
جنبه فنی ندارد!

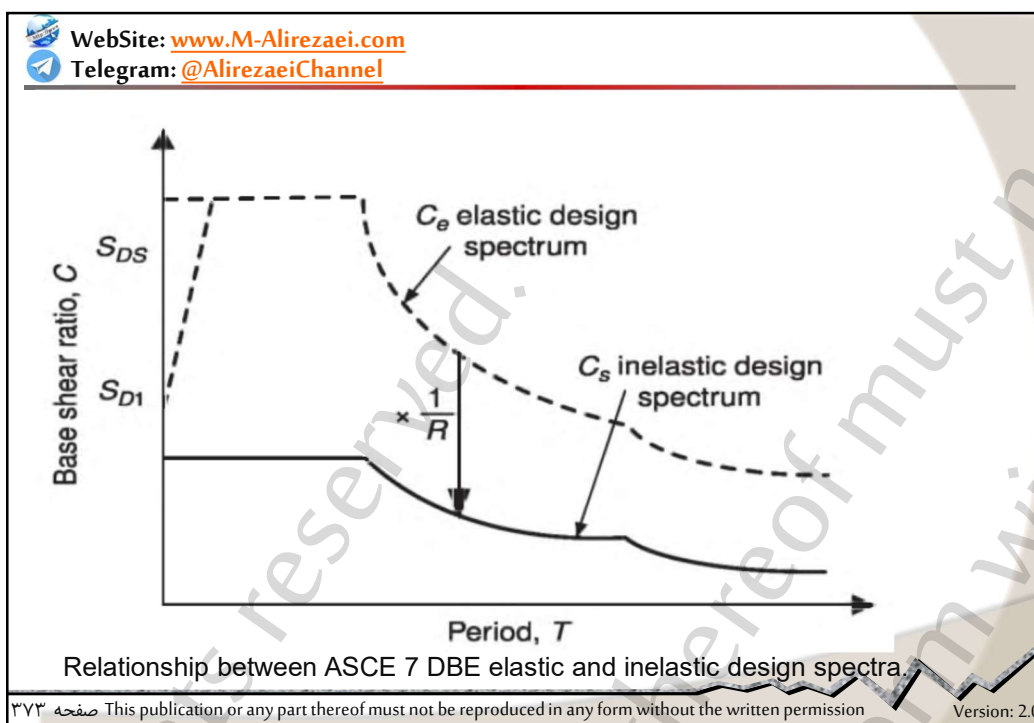
طیف ارتجاعي کالیبره شده برای خطر زلزله هر منطقه لرزه خیز

$$C_{2800} = \frac{AB I}{R_u}$$

باعث غیرار تجاعی شدن طیف ارتجاعي می شود

Version: 2.0





WebSite: 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			
Ω_0	C_d	R	Ω_0	C_d	R	سیستم سازه
سیستم قاب ساختمانی ساده						
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
سیستم قاب خمشی						
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 ۳۷۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

سیستم‌های سازه‌ای معرفی شده در جدول ۳-۴ استاندارد ۲۸۰۰



سیستم دیوار باربر با مصالح بنایی

در سیستم دیوار بار حداقل ۵۰٪ بار
ثقلی سازه توسط دیوارها حمل
می‌شود.

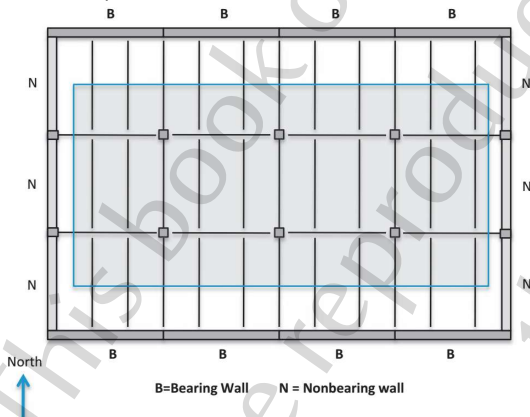
←

سیستم دیوار برشی بتنی یا بنایی
باری بیشتر از ۳۰۰ کیلوگرم بر متر
طول را به همراه وزن خود را حمل
می‌کند.

۳۷۵ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) در شکل زیر دیوارهایی که با حرف B نشان داده شده اند باری بیشتر از ۲۰۰ کیلوگرم بر متر
(علاوه بر وزن خود) را حمل کرده و جزو سیستم دیوار باربر به حساب می‌آید. سطح هاشور خورده که
۶۵٪ کل سقف را شامل می‌شود، سطح بارگیر ستون‌ها است. با توجه به اینکه کمتر از ۵۰٪ بار ثقلی
طبقه به دیوارها رسیده، بنابراین جزوه سیستم دیوار باربر به حساب نمی‌آید و جزو سیستم ساختمانی
ساده است.



North

B=Bearing Wall N=Nonbearing wall

۳۷۶ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) در شکل زیر دیوارهایی که با حرف B نشان داده شده اند باری بیشتر از ۲۰۰ کیلوگرم بر متر (علاوه بر وزن خود) را حمل کرده و جزو سیستم دیوار باربر به حساب می‌آید. سطح هاشور خورده که اندکی کمتر از ۵۰٪ کل سقف را شامل می‌شود، سطح بارگیر ستون‌ها است. با توجه به اینکه کمتر از ۵۰٪ بار ثقلی طبقه به دیوارها رسیده، بنابراین جزوه سیستم دیوار باربر به حساب نمی‌آید و جزو سیستم ساختمانی ساده است.

North

B=Bearing Wall N=Nonbearing wall

۳۷۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

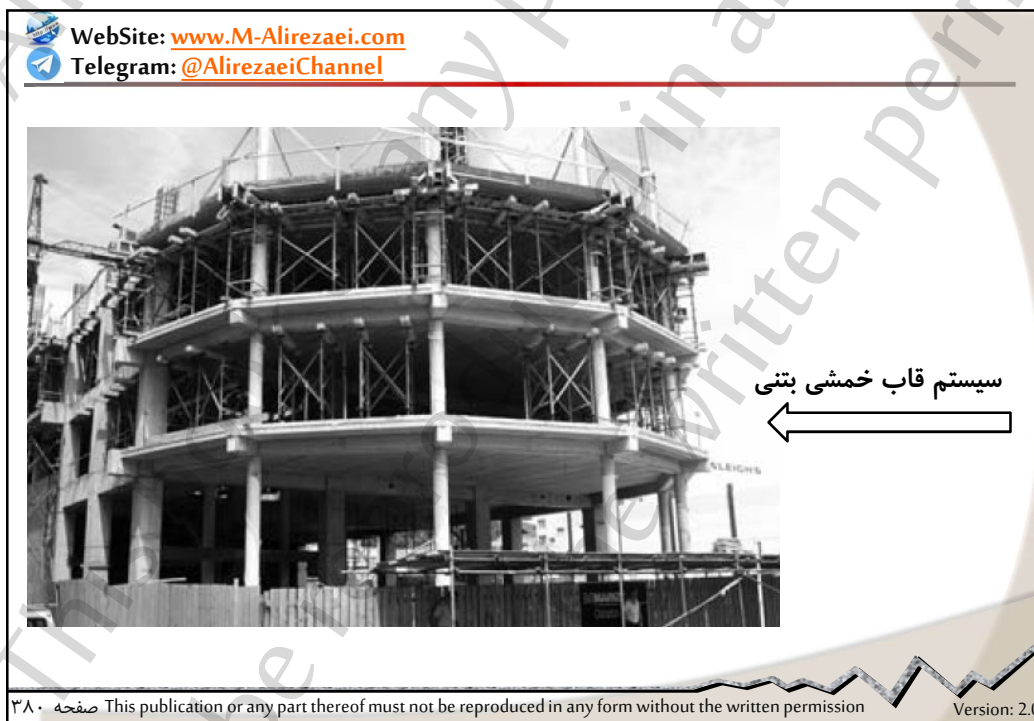
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) در شکل زیر دیوارهایی که با حرف B نشان داده شده اند باری بیشتر از ۲۰۰ کیلوگرم بر متر (علاوه بر وزن خود) را حمل کرده و جزو سیستم دیوار باربر به حساب می‌آید. سیستم در جهت شرقی-غربی دیوار باربر بوده ولی در جهت شمال جنوب سیستم ساختمانی ساده است.

North

B=Bearing Wall N=Nonbearing wall

۳۷۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0









WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @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: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

تیر پیوند

تیر پیوند

Version: 2.0

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

تسلیم برشی:

$$e \leq \frac{1.6M_p}{V_p}$$

تسلیم خمشی:

$$e \geq \frac{2.6M_p}{V_p}$$

اندركنش برش و خمش:

$$\frac{1.6M_p}{V_p} \leq e \leq \frac{2.6M_p}{V_p}$$

به عنوان مثال برای IPE270:

$$M_p = ZF_y = 484 \text{ cm}^3 \times 2400 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 10^{-3} = 1161.6 \text{ t-cm}$$

$$V_p = 0.6F_y(d - 2t_f)t_w$$

$$= 0.6 \times 2400 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times (27 - 2 \times 1.02) \times 0.66 \times 10^{-3} = 23.7 \text{ t}$$

$$\frac{M_p}{V_p} = \frac{1161.6 \text{ t-cm}}{23.7 \text{ t}} = 49 \text{ cm}$$

$$1.6 \frac{M_p}{V_p} = 78.4 \text{ cm}$$

$$2.6 \frac{M_p}{V_p} = 127.4 \text{ cm}$$

صفحه ۳۸۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

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

از چه سیستم لرزه‌بری استفاده نماییم؟

به محدودیت‌های معماری توجه شود.

به تکنولوژی‌های ساخت محلی دقت شود.

به محدودیت‌های ارتفاعی برای برخی سیستم‌های لرزه بر در جدول ۳-۴ استاندارد ۲۸۰۰ توجه شود.

به لرزه‌خیزی منطقه توجه شود.

به اقتصادی شدن طرح توجه شود.

به اهمیت کاربری سازه توجه شود.



صفحه ۳۹۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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: 2.0 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۳۹۱		

WebSite: 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: 2.0 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۳۹۲		

WebSite: 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:

$$1.4D \quad (12-1)$$

$$1.2D + 1.6L + 0.5 (L_r \text{ or } S) \quad (12-2)$$

$$1.2D + 1.6 (L_r \text{ or } S) + (f_1L \text{ or } 0.8W) \quad (12-3)$$

$$1.2D + 1.3W + f_1L + 0.5 (L_r \text{ or } S) \quad (12-4)$$

$$1.2D + 1.0E + (f_1L + f_2S) \quad (12-5)$$

$$0.9D \pm (1.0E \text{ or } 1.3W) \quad (12-6)$$

صفحه ۳۹۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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:

$$D \quad (12-7)$$

$$D + L + (L_r \text{ or } S) \quad (12-8)$$

$$D + \left(W \text{ or } \frac{E}{1.4} \right) \quad (12-9)$$

$$0.9D \pm \frac{E}{1.4} \quad (12-10)$$

$$D + 0.75 \left[L + (L_r \text{ or } S) + \left(W \text{ or } \frac{E}{1.4} \right) \right] \quad (12-11)$$

صفحه ۳۹۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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 ۱-۳ 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

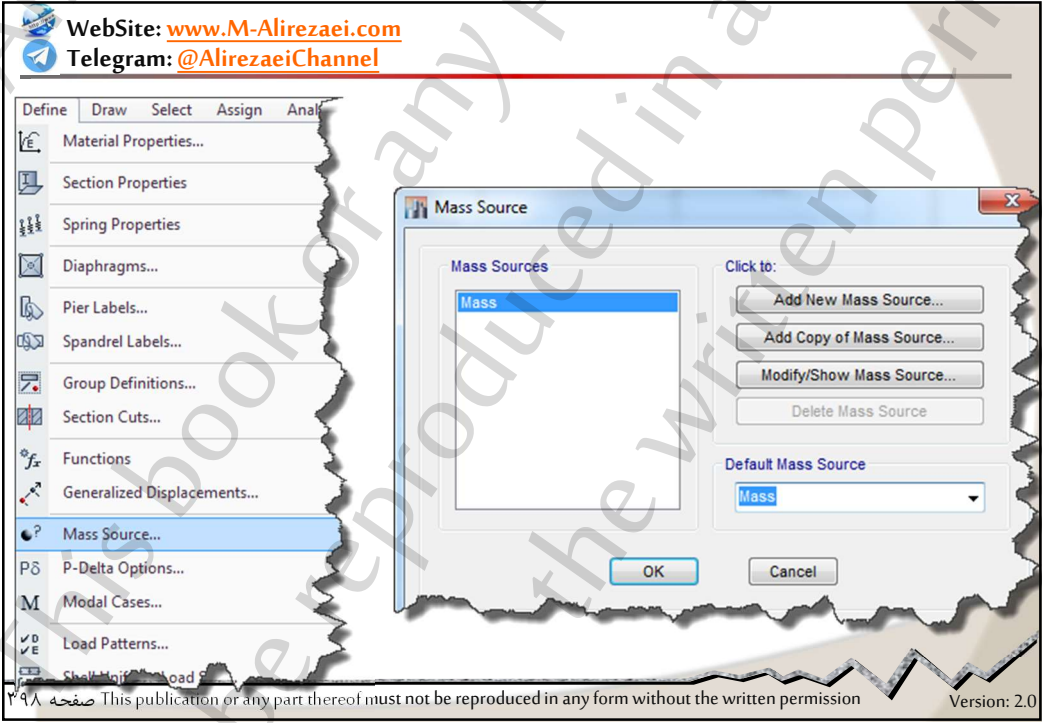
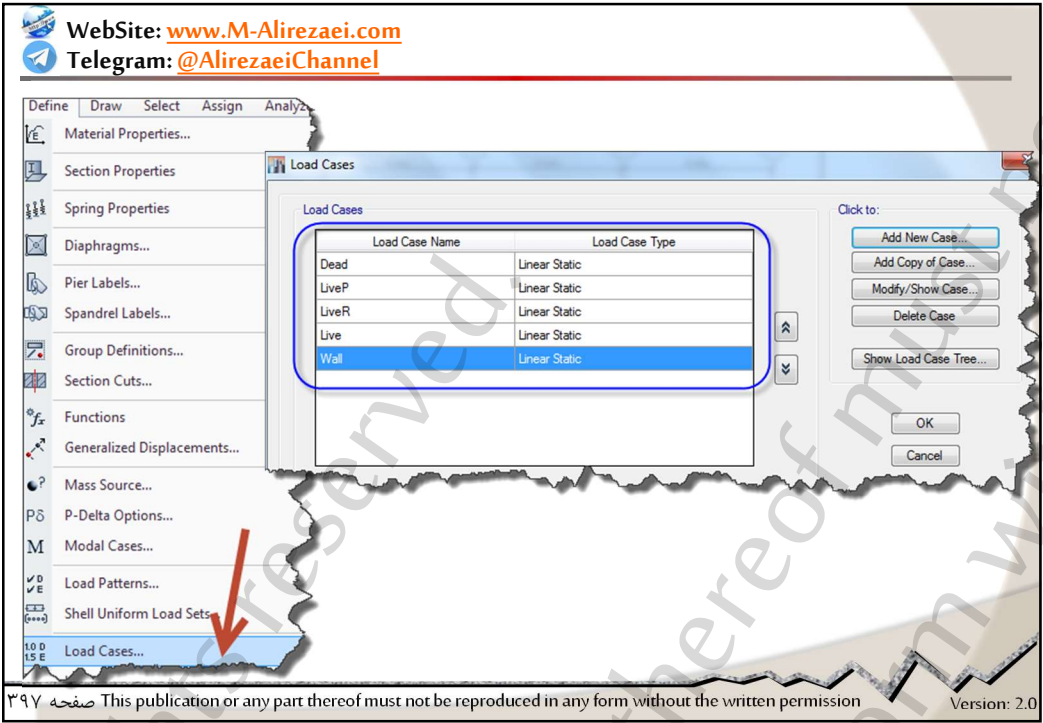
Version: 2.0
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۳۹۵

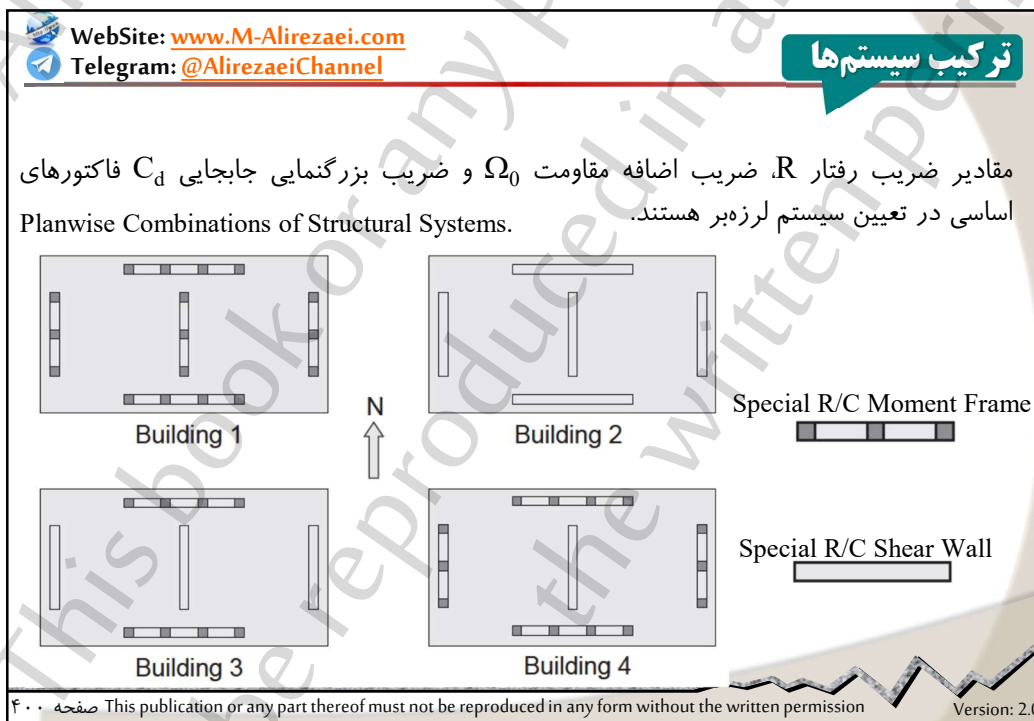
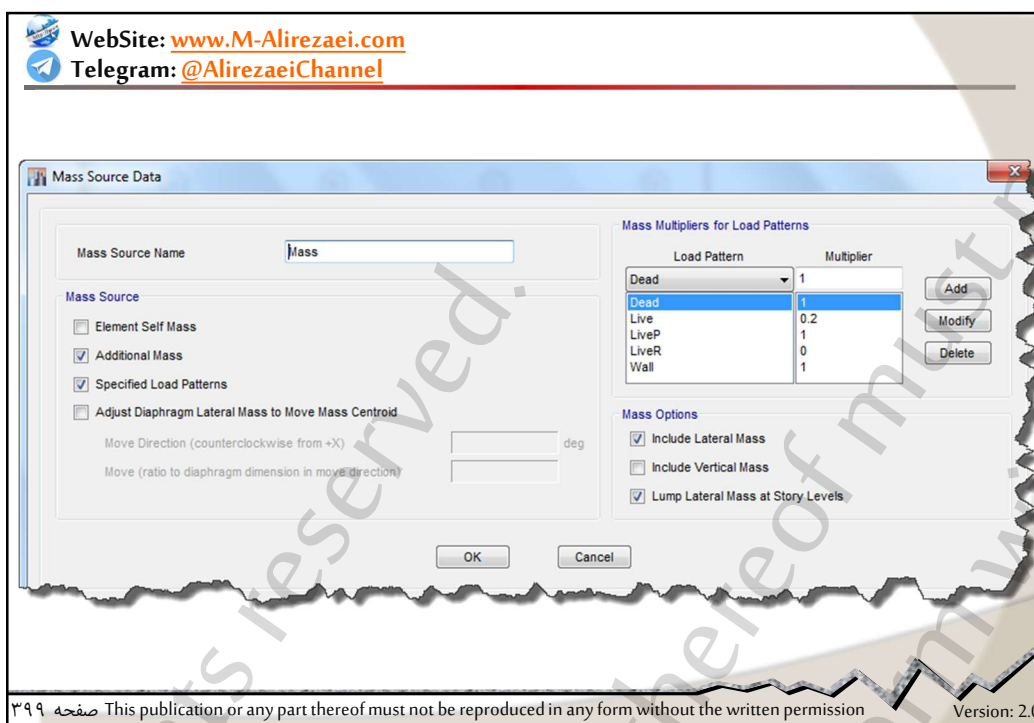
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

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

Version: 2.0
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۳۹۶

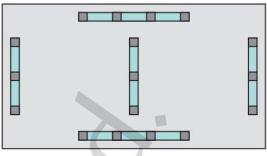




WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

ساختمان ۱: قاب خمشی ویژه بتنی در هر دو جهت

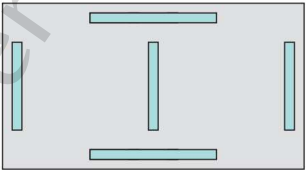
Height limit = 200 m
 $R = 8$
 $\Omega_o = 3$
 $Cd = 5.5$



Building 1

ساختمان ۲: دیوار برشی ویژه در هر دو جهت

Height limit = 50 m
 $R = 5$
 $\Omega_o = 2.5$
 $Cd = 5$



Building 2

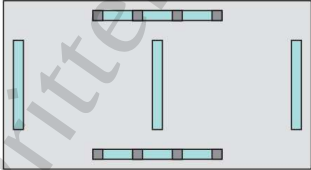
صفحه ۴۰۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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
 $R = 5$
 $\Omega_o = 2.5$
 $Cd = 5$



Building 3

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.

صفحه ۴۰۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

ساختمان ۴: قاب خمشی ویژه بتنی در جهت شرقی غربی و ترکیب قاب خمشی ویژه و دیوار برشی ویژه در جهت شمال جنوب (با فرض اینکه در جهت شمال جنوب دوگانه نیست)

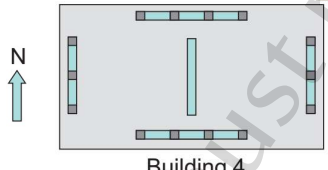
For the Moment Frames in the East–West Direction

$R = 7.5$
 $\Omega_o = 3$
 $Cd = 5.5$

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.



Building 4

۴۰۳ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @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.

۴۰۴ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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 ۳-۳-۵-۸ 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: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

بند ۳-۳-۵-۹ 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/ρ قسمت فوقانی به R_u/ρ قسمت تحتانی ضرب شده اند باید به مدل سازه قسمت تحتانی اضافه شوند. این نسبت در هر حال نباید از ۱ کمتر باشد.

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

بند ۳-۳-۵-۹ 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/ρ قسمت فوقانی به R_u/ρ قسمت تحتانی ضرب شده اند باید به مدل سازه قسمت تحتانی اضافه شوند.

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

Flexible upper portion: design using R_{upper} and ρ_{upper}

Rigid lower portion: design using R_{lower} and ρ_{lower}

$V_{lower} = \frac{(R/\rho)_{upper}}{(R/\rho)_{lower}} V_{upper}$

- $K_{lower} \geq 10K_{upper}$
- $T_{structure} \leq 1.1T_{upper}$

Version: 2.0



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

- a. The stiffness of the lower portion shall be at least 10 times the stiffness of the upper portion.
- b. 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.
- c. The upper portion shall be designed as a separate structure using the appropriate values of R and ρ .
- d. The lower portion shall be designed as a separate structure using the appropriate values of R and ρ . The reactions from the upper portion shall be those determined from the analysis of the upper portion amplified by the ratio of the R/ρ of the upper portion over R/ρ of the lower portion. This ratio shall not be less than 1.0.
- e. 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.

صفحه ۴۰۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 2.0

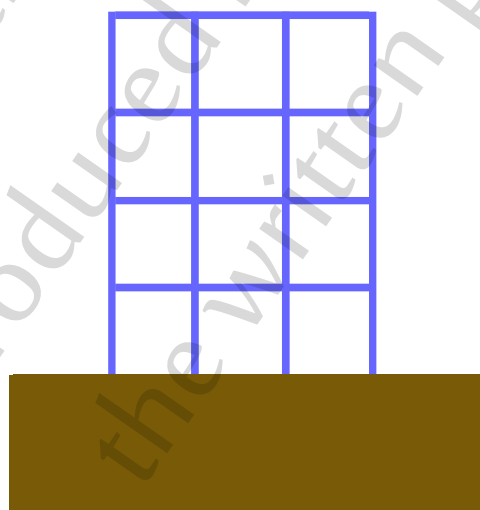


WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

* وقتی از روش دو مرحله‌ای استفاده می‌شود:

بخش بالایی می‌تواند با استفاده از روش استاتیکی معادل یا دینامیکی طیفی تحلیل و طراحی شود.

بخش پایینی باید تنها با استفاده از روش استاتیکی معادل تحلیل و طراحی شود.



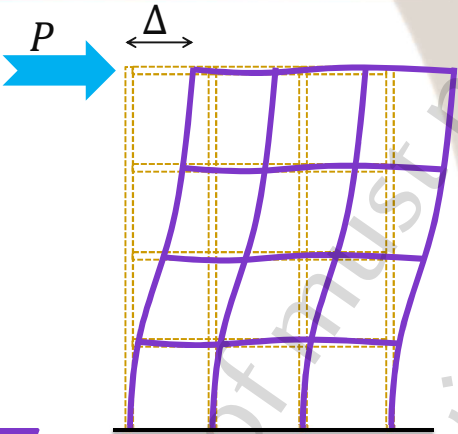
صفحه ۴۱۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

$$k_{upper} = \frac{P}{\Delta}$$

برای تعیین سختی بخش بالایی و پایینی یک نیروی جانبی به بالای آنها اعمال کرده و جابجایی کلی خوانده می‌شود.

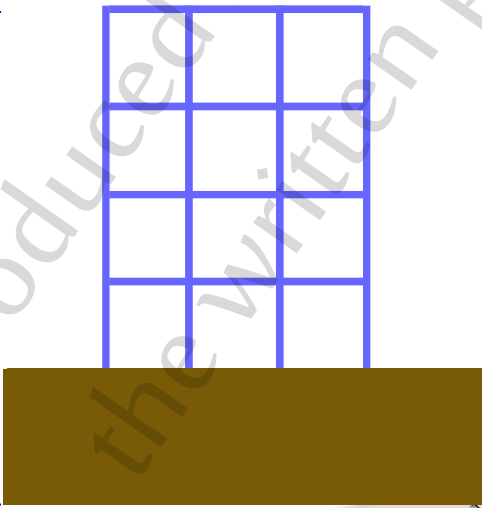
$k_{lower} = \frac{P}{\Delta}$

صفحه ۴۱۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

* وقتی از روش دو مرحله‌ای استفاده می‌شود:

دوره تناوب بخش بالایی و پایینی که بایستی ملاک مقایسه آنها قرار گیرد، بایستی دوره تناوب‌های تحلیلی باشند و نه دوره تناوب‌های تجربی



صفحه ۴۱۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

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؟

$10000 > 10(175) = 1750 \quad \text{Ok}$
 $0.56 \text{ sec} < 1.1(0.55) = 0.61 \text{ sec} \quad \text{Ok}$

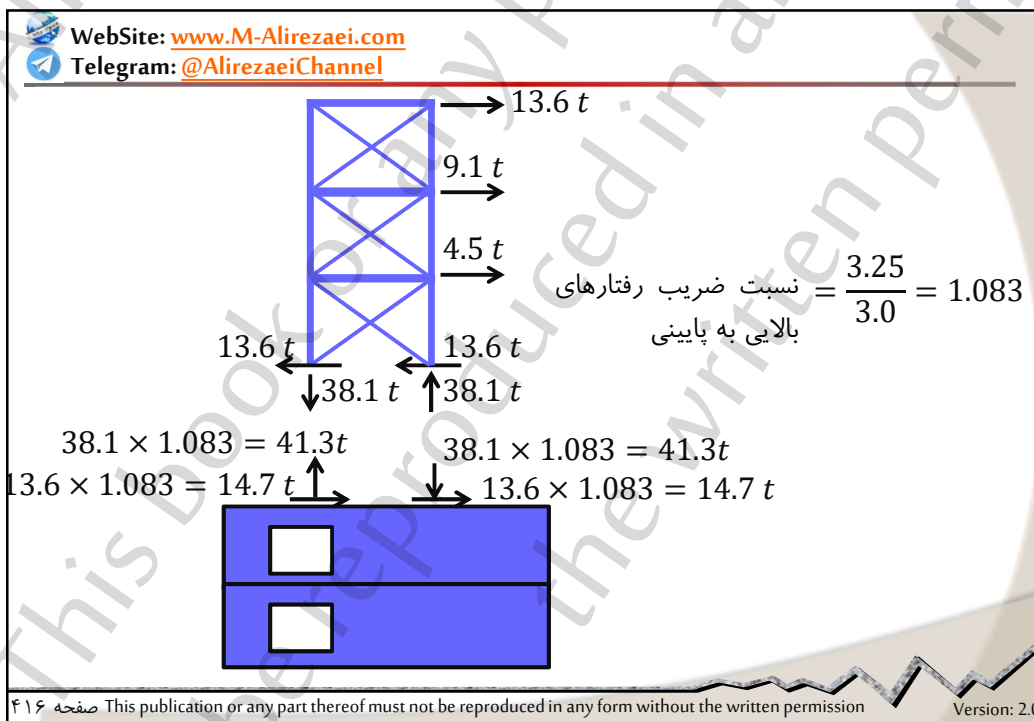
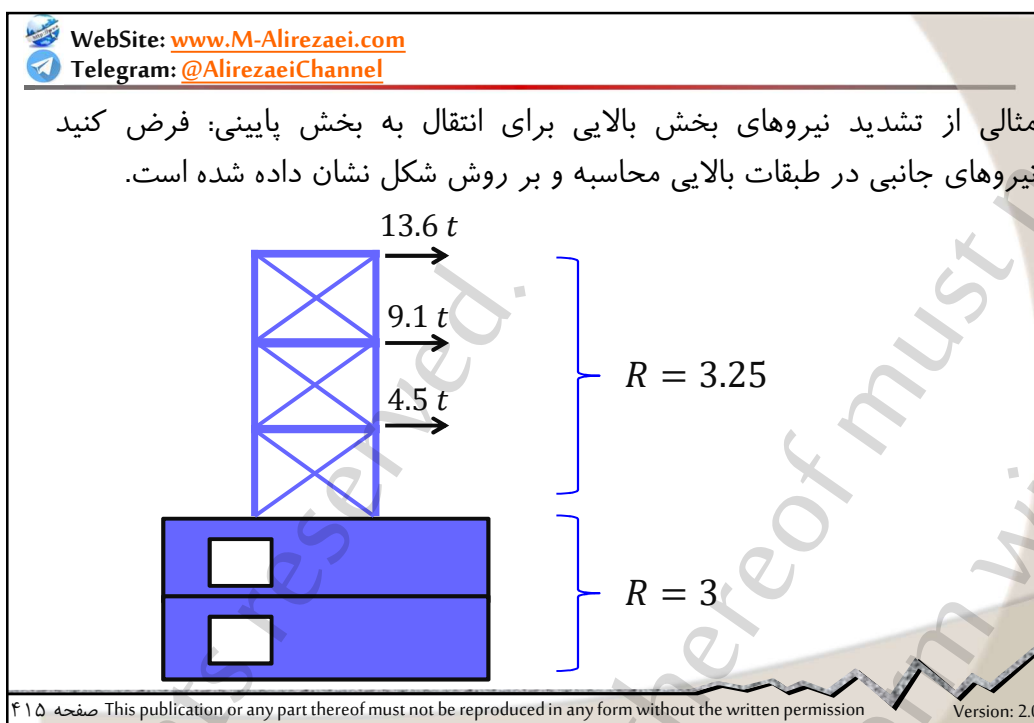
صفحه ۴۱۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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:

$$\text{برش پایه قسمت پایینی} + (\text{برش پایه قسمت بالایی}) \times \frac{10}{7} = \text{برش پایه تشدید یافته}$$

صفحه ۴۱۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0



WebSite: 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

Vertical combinations of structural systems

صفحه ۴۱۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

Building A: Special Steel Moment Frame
Height limit: 200 m
 $R = 7.5$
 $\Omega_o = 3$
 $C_d = 5.5$

Building B: Special Steel Concentrically Braced Frame
Height limit: 50 m
 $R = 5.5$
 $\Omega_o = 2$
 $C_d = 5$

Building A Building B

برای سازه C که دارای دو سیستم در ارتفاع است، قسمت پایینی دارای ضریب رفتار کمتری بوده و برای طراحی بخش بالایی از R ، C_d و Ω_o خودش استفاده نموده و برای بخش پایینی نیز از R ، C_d و Ω_o خودش استفاده نموده ولی عکس العمل بالایی در نسبت $(R/\rho)_{top}/(R/\rho)_{bot}$ ضرب شود.

صفحه ۴۱۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

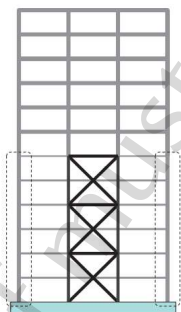
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

Building C: Stories 1 Through 6 (Special Steel Concentrically Braced Frame)

$R = 5.5$
 $\Omega_o = 2$
 $Cd = 5.0$

Building C: Stories 7 Through 12 (Special Steel Moment Frame)

$R = 7.5$
 $\Omega_o = 3$
 $Cd = 5.5$



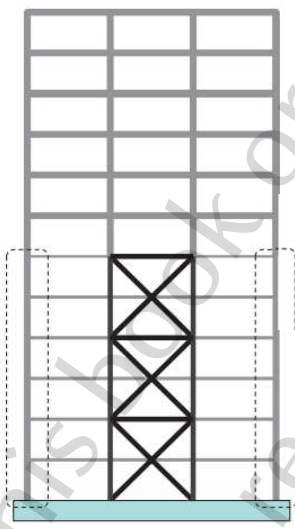
Building C

در این حالت آیین نامه ارتفاع مجاز را صراحتاً ارائه نمیدهد.

نیروی برش بخش بالایی باید با نسبت $1.36 = (7.5/5.5)$ به بخش پایینی انتقال داده شود. (با فرض ضریب نامعینی هر دو بخش برابر یک)

صفحه ۴۱۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel



Building C

ستون‌های نشان داده شده در شکل نیز بایستی مطابق با الزامات ستون‌های قاب‌های خمشی ویژه جزئیات‌بندی شوند. همچنین برای ترکیب بارهای تشدید یافته رسیده از بخش بالایی طراحی شوند.

صفحه ۴۲۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

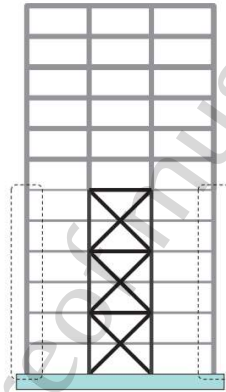
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

آیین‌نامه ASCE7 برای سازه C سخت‌گیری زیادی نشان داده و استفاده از این سیستم را برای طبقه بندی لرزه ای D به بالا ممنوع می‌کند.

ASCE7-10

12.2.5.5 Special Moment Frames in Structures Assigned to Seismic Design Categories D through F

For structures assigned to Seismic Design Categories D, E, or F, a special moment frame that is used but not required by Table 12.2-1 shall not be discontinued and supported by a more rigid system with a lower response modification coefficient, R , unless the requirements of Sections 12.3.3.2 and 12.3.3.4 are met. Where a special moment frame is required by Table 12.2-1, the frame shall be continuous to the base.



Building C

صفحه ۴۲۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

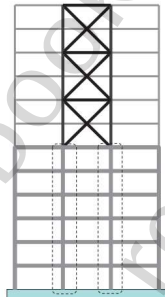
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

Building D: Special Steel Moment Frame for Stories 1 Through 6

$R = 5.5$
 $\Omega_o = 2$
 $Cd = 5.0$

Building D: Special Steel Concentrically Braced Frame for Stories 7 Through 12

$R = 5.5$
 $\Omega_o = 2$
 $Cd = 5$

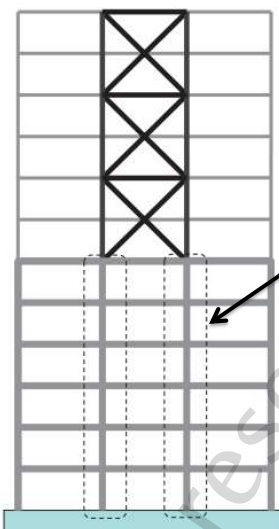


Building D

در حالت D بایستی ضریب رفتار استفاده شده برای هر قسمت، از ضریب رفتار قسمت فوقانی استفاده می‌شود.

صفحه ۴۲۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel



ستون‌های نشان داده شده در شکل نیز بایستی برای ترکیب بارهای تشدید یافته رسیده از بخش بالایی طراحی شوند.

Building D

صفحه ۴۲۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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 می‌گردد.

الف - برای ساختمان‌های با سیستم قاب خمشی

۱- چنانچه جداگرهای میانقابی مانعی برای حرکت قاب‌ها ایجاد نمایند:

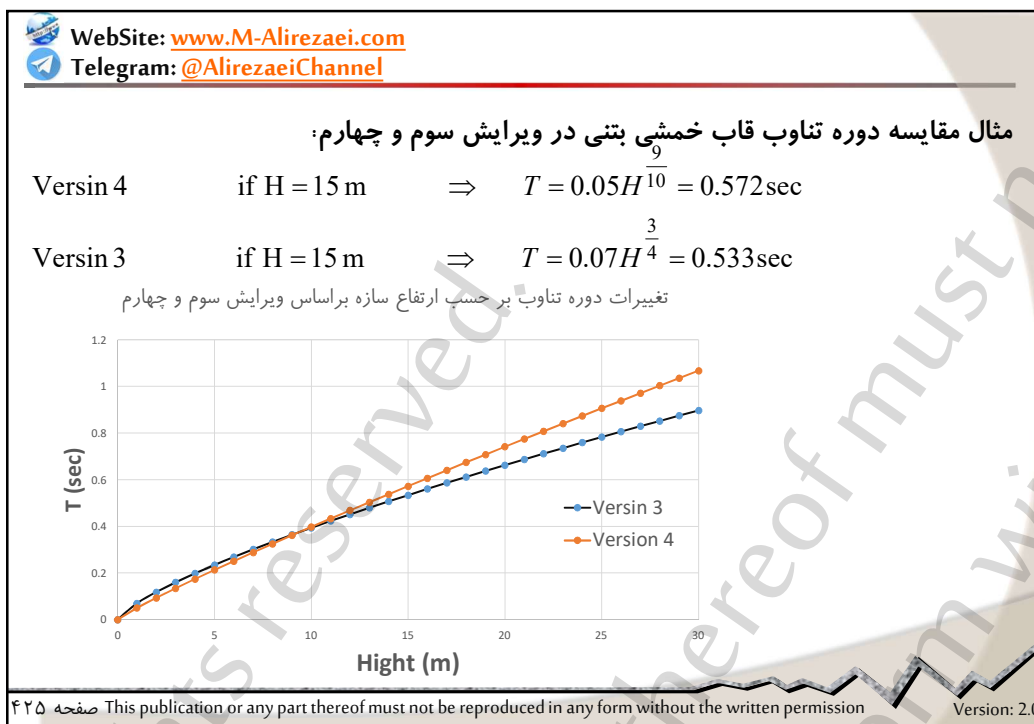
$$T = 0.08H^{\frac{3}{4}} \quad \text{در قاب‌های فولادی}$$

$$T = 0.05H^{\frac{9}{10}} \quad \text{در قاب خمشی بتنی}$$

۲- چنانچه جداگرهای میانقابی مانعی برای حرکت قاب‌ها ایجاد نمایند:

مقدار T برابر با ۸۰ درصد مقادیر عنوان شده در بالا در نظر گرفته می‌شود.

صفحه ۴۲۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

ب- برای ساختمان‌های با سیستم قاب مهاربندی شده واگرا، مشابه قاب خمشی

پ- در سایر سیستم‌ها

$$T = 0.05H^{\frac{3}{4}}$$

توجه در روابط فوق: H ارتفاع سازه از تراز پایه بوده و در صورتی که وزن خریشته بیش از ۲۵٪ وزن بام باشد، باید منظور گردد

تبصره: میتوان دوره تناوب را از تحلیل دینامیکی بدست آورد و در تعیین نیروها مورد استفاده قرار داد ولی بهر حال نباید از ۱/۲۵ برابر دوره تناوب تجربی بیشتر شود.

ASCE7-10 این مقدار اخیر در ASCE7-10 برابر 1.4 و بیشتر در نظر گرفته شده است.

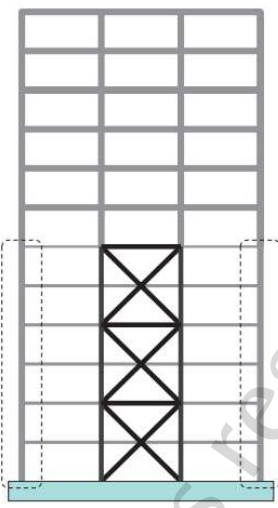
Table 12.8-1 Coefficient for Upper Limit on Calculated Period

Design Spectral Response Acceleration Parameter at 1 s, SD_1	Coefficient C_u
≥ 0.4	1.4
0.3	1.4
0.2	1.5
0.15	1.6
≤ 0.1	1.7

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

دوره تناوب سازه با دو سیستم در ارتفاع: در این حالت از ترکیب وزنی دوره تناوبها استفاده میشود:



$$T_a = 0.08 \times (12 \times 3)^{0.75} = 1.17 \text{ sec}$$

$$T_{total} = \frac{6 \times 3}{12 \times 3} \times 1.17 + \frac{6 \times 3}{12 \times 3} \times 0.73 = 0.95 \text{ sec}$$

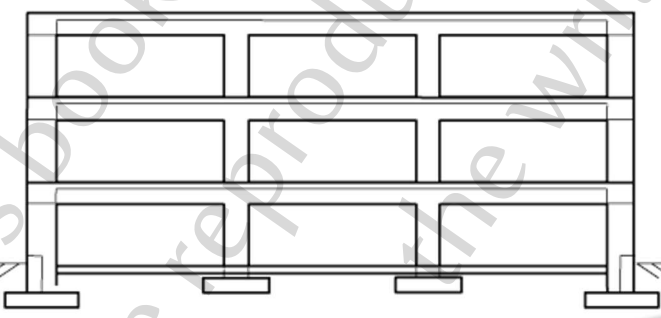
$$T_a = 0.05 \times (12 \times 3)^{0.75} = 0.73 \text{ sec}$$

صفحه ۴۲۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

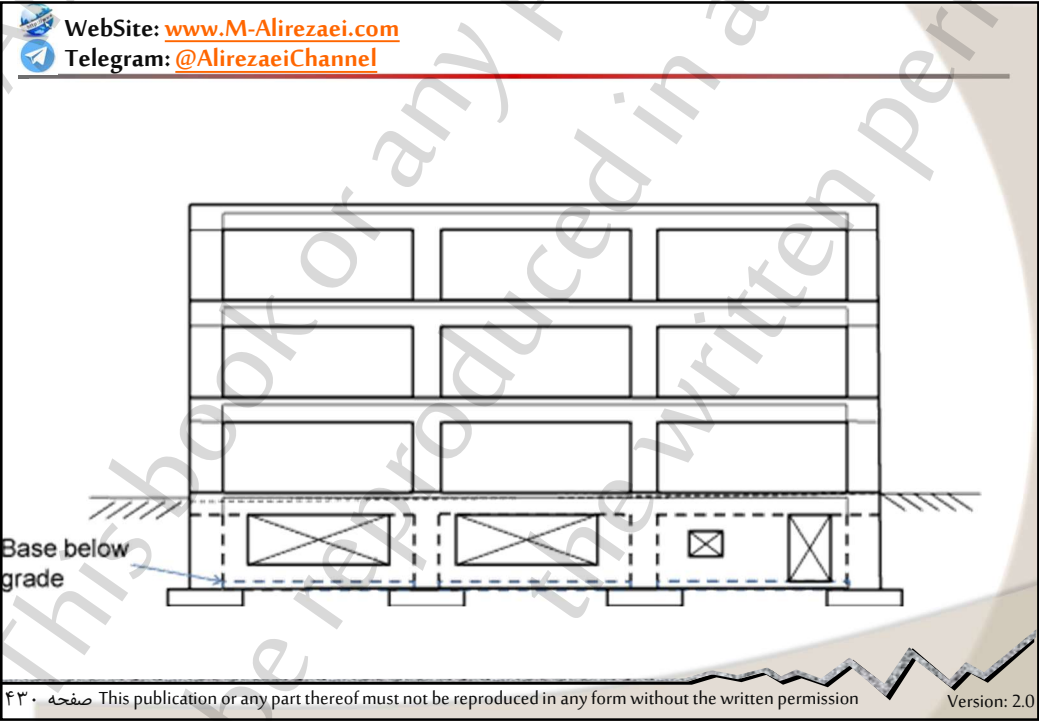
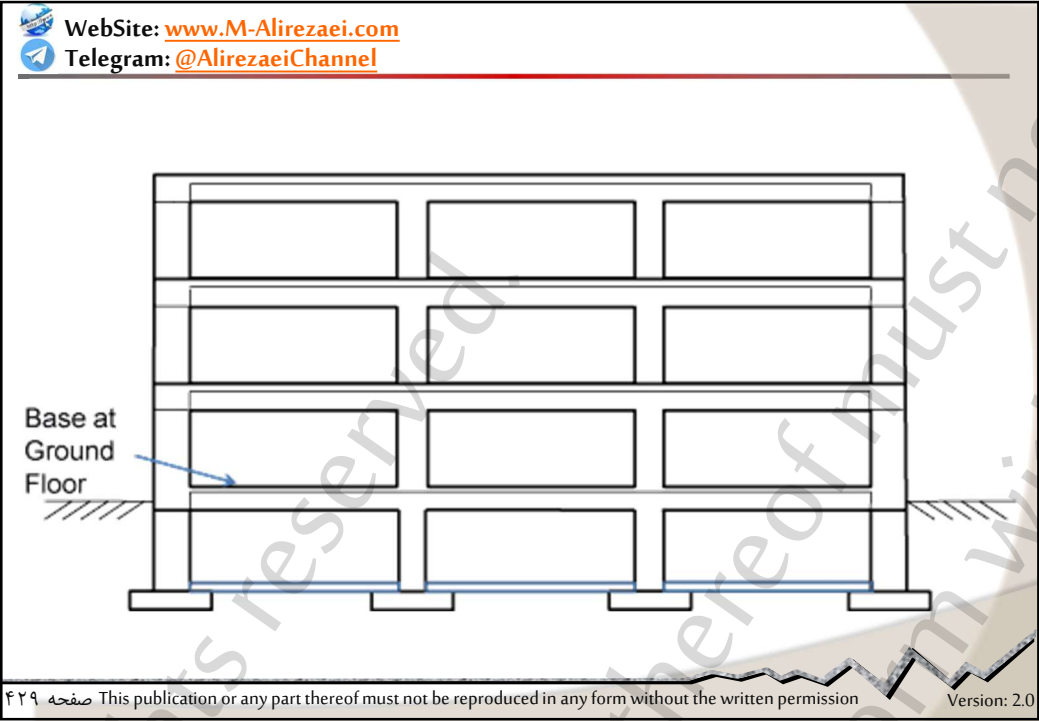
مکان تراز پایه کجاست؟

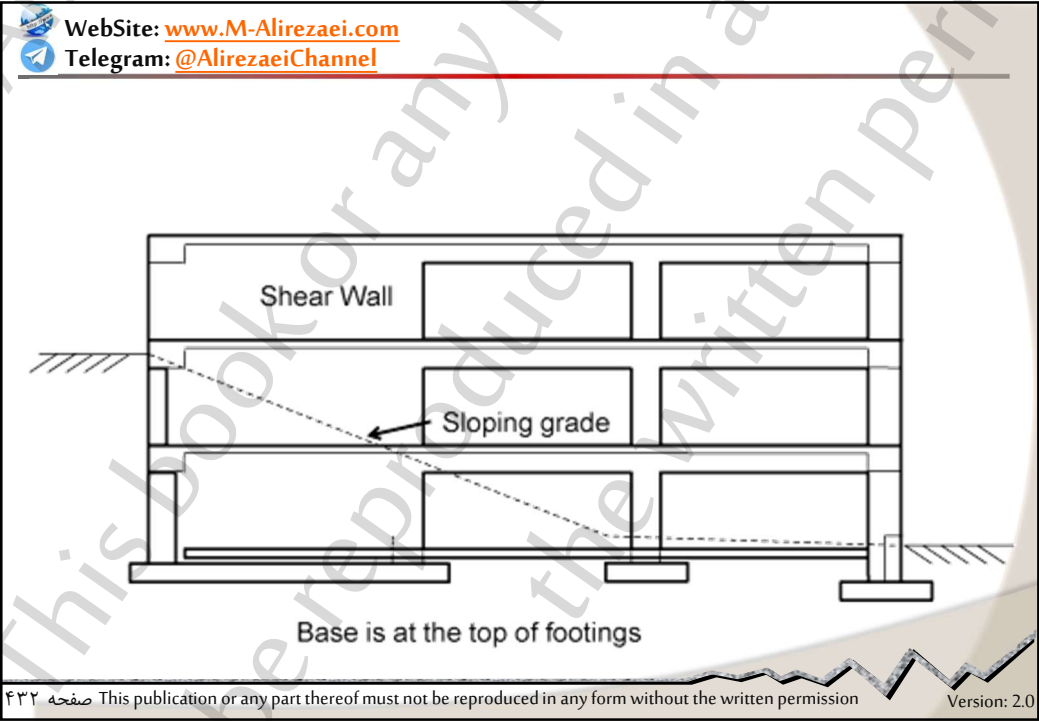
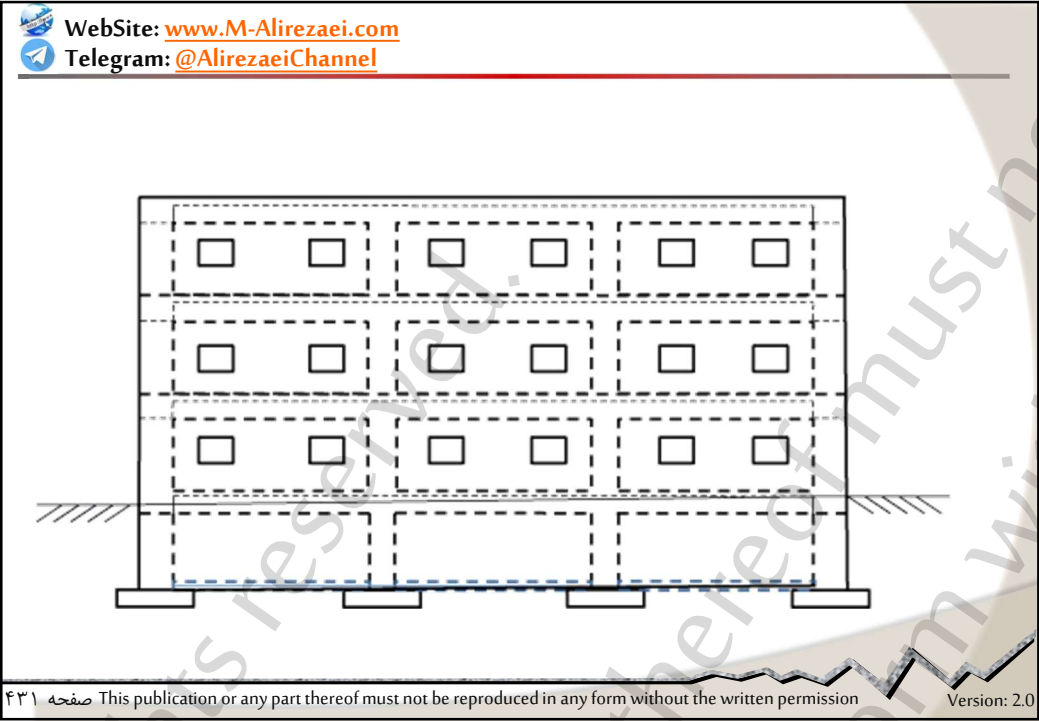
« تراز پایه، بنا به تعریف، به تراز در ساختمان اطلاق می شود که در هنگام وقوع زلزله، از آن تراز به پایین حرکتی در ساختمان نسبت به زمین مشاهده نشود. این تراز معمولاً در تراز سطح فوقانی شالوده در نظر گرفته می شود، ولی در مواردی که در قسمت اعظم محیط زیرزمین، دیوارهای حایل بتن مسلح وجود دارد و این دیوارها با سازه ساختمان یکپارچه ساخته می شوند، تراز پایه در تراز نزدیکترین کف ساختمان به زمین کوبیده شده اطراف ساختمان در نظر گرفته می شود. مشروط بر آن که دیوارهای حایل تا زیر این کف ادامه داده شده باشد.»



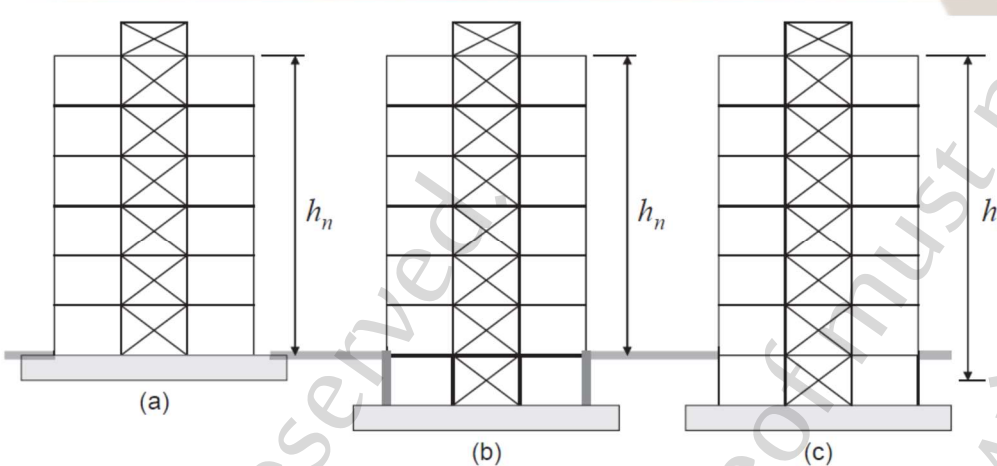
Base is at the top of footings

صفحه ۴۲۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0





WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel



(a) (b) (c)

در سازه b ضخامت دیافراگم اول مناسب بوده و خاک اطراف سازه کوبیده شده است. در حالی که در سازه c ضخامت دیافراگم اول مناسب نبوده و قادر نیست کل نیروهای مهارندهای بالا را به پایین منتقل نماید.

Version: 2.0

WebSite: 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_{computed}	T_{computed}
$T_{\text{computed}} \geq 1.25T_a \rightarrow$	$1.25T_a$	T_{computed}

* در ارتباط با حالت دوم، آیین نامه صحبتی نکرده و مقادیر داده شده توصیه هستند.

$T_{\text{computed}} < 0.5 \times 1.25T_a \rightarrow$ در فایل طراحی بازنگری شود

$T_{\text{computed}} > 2 \times 1.25T_a \rightarrow$

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/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 ۴۳۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

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

صفحه ۴۳۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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) ^a	0.8
Concrete moment-resisting frames	0.016 (0.0466) ^a	0.9
Steel eccentrically braced frames in accordance with Table 12.2-1 lines B1 or D1	0.03 (0.0731) ^a	0.75
Steel buckling-restrained braced frames	0.03 (0.0731) ^a	0.75
All other structural systems	0.02 (0.0488) ^a	0.75

^aMetric equivalents are shown in parentheses

۴۳۷ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

Approximate Periods of Vibration Base on 2800 Standard and ASCE7-10

For $h_0=18$ m

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	$T_a = 0.08 \times 18^{0.75} = 0.7 \text{ sec}$

۴۳۸ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

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

سختی قطعات بتن آرمه

در تعیین زمان تناوب اصلی نوسان سازه بتنی، بایستی اثر ترک خوردگی اعضاء در سختی خمشی آنها در نظر گرفته شود:

در تیرها:

$$I_e = 0.5I_g$$

در ستونها و دیوارها:

$$I_e = I_g$$

Version: 2.0

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

مثال اعمال ضریب ترک خوردگی در نرم افزار...

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

ضریب اهمیت سازه، I

ضریب اهمیت ساختمان با توجه به گروه طبقه بندی آنها، به شرح بند ۱-۶ استاندارد ۲۸۰۰، مطابق جدول زیر تعیین می‌شود:

طبقه بندی ساختمان	ضریب اهمیت
گروه ۱	$1/4$
گروه ۲	$1/2$
گروه ۳	1
گروه ۴	$0/8$

صفحه ۴۴۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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:

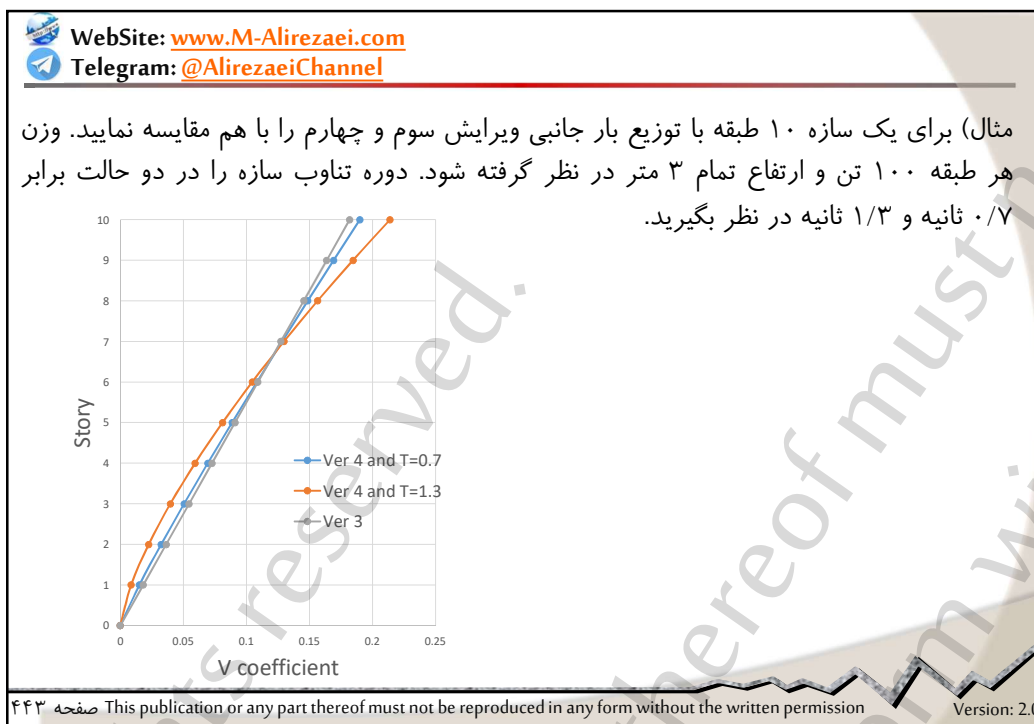
$$k = 0.5T + 0.75 \quad 0.5 \leq T \leq 2.5 \text{ sec}$$

if $T < 0.5 \text{ sec} \Rightarrow k = 1$
if $T > 2.5 \text{ sec} \Rightarrow k = 2$

$k = 0.5T + 0.75$
(sloped portion only)

Period, Sec

صفحه ۴۴۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال اعمال ضریب زلزله استاتیکی در نرم افزار...

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
EXN	QUAKE	0	User Coefficient
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

Assumed $T = 1.3 \text{ sec}$
 $\Rightarrow k = 1.4$

Version: 2.0

WebSite: 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

صفحه ۴۴۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @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 ۴۴۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0



WebSite: 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 طرفه یا تیرچه‌های فولادی یا بتنی به همراه دال بتنی و مجموع سطح بازشوهای دیافراگم از ۲۰٪ کل سطح دیافراگم تجاوز نکند (به استثنای بام).

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۴۴۷ Version: 2.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/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 محورهای مذکور با محورهای 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 صفحه ۴۴۸ Version: 2.0

WebSite: 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 تغییر مکان جانبی نسبی طبقات در روش ساده شده ضروری نیست. در صورت نیاز به محاسبه تغییر مکان 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.

Version: 2.0

WebSite: 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 500 kg/m^2 و بار زنده طبقات 200 kg/m^2 میباشد. سیستم لرزه بر قاب خمشی بتنی، نوع خاک III و کاربری مسکونی است.

Plan

Elevation

Version: 2.0

WebSite: 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.

$$T = 0.05H^{0.9} = 0.05(3 \times 6)^{0.9} = 0.67 \text{ sec} \quad \text{رابطه ۴-۳}$$

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: 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 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

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/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 ۴۵۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/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 ۴۵۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

$$F_x = \frac{W_x h_x^{1.085}}{17908} \times 232 = 0.013 \times W_x h_x^{1.085}$$

$\Rightarrow F1 = 10.1 \text{ ton}$ $F4 = 45.16 \text{ ton}$
 $\Rightarrow F2 = 21.36 \text{ ton}$ $F5 = 57.4 \text{ ton}$
 $\Rightarrow F3 = 33.1 \text{ ton}$ $F6 = 64.8 \text{ ton}$

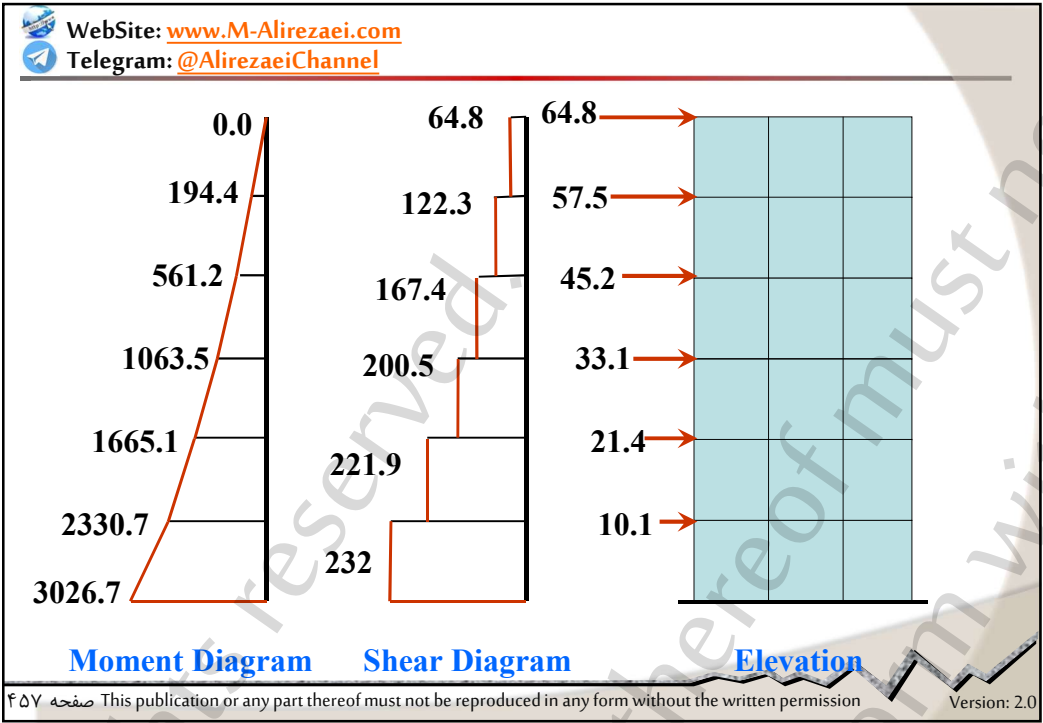
$$V = 232 \text{ ton} > V_{\min} = 0.12 AIW = 0.12 \times 0.3 \times 1 \times 1410 = 50 \text{ ton}$$

صفحه ۴۵۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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
Σ		1410		17908	232	

صفحه ۴۵۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

ضریب نامعینی سازه (ضریب افزونگی)

ضرب المثل: تمام تخم مرغها را در یک سبد نگذارید.

از یک سبد بزرگ استفاده نماییم؟

یا از چند سبد کوچک؟

The illustration shows a single large wicker basket at the top and three smaller wicker baskets arranged in a row at the bottom, visually representing the concept of redundancy in structural design.

Redundancy Factor

صفحه ۴۵۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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 ۴۵۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

ضریب افزونگی و قابلیت اطمینان

در آیین‌نامه UBC97، مقدار نیروی برشی بدست آمده، بایستی در ضریب افزونگی که نشان دهنده درجه نامعینی سیستم می‌باشد، ضرب شود.

(UBC 1927-1997)

$$1.0 \leq \rho = 2 - \frac{6.1}{r_{\max} \sqrt{A_B}} \leq 1.5 \quad (SI)$$

$$1.0 \leq \rho = 2 - \frac{20}{r_{\max} \sqrt{A_B}} \leq 1.5 \quad (English)$$

$$E = \rho E_h \pm E_v$$

صفحه ۴۶۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

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

* 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 ρ نباید از ۱.۲۵ فراتر رود. (به غیر از دوگانه)

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

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

IBC-2000

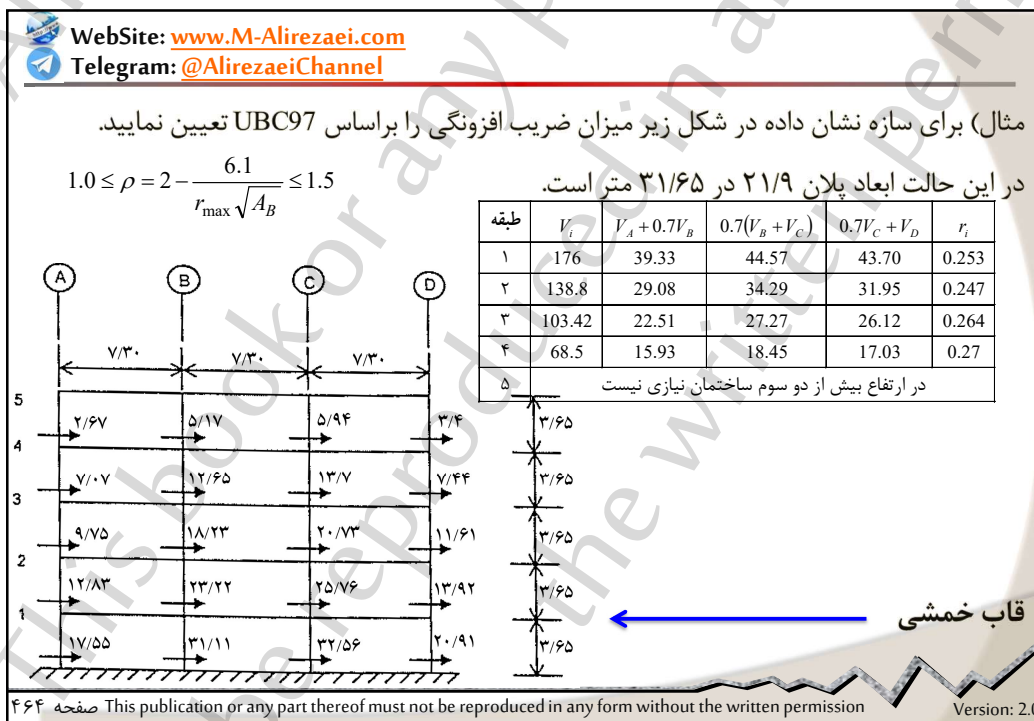
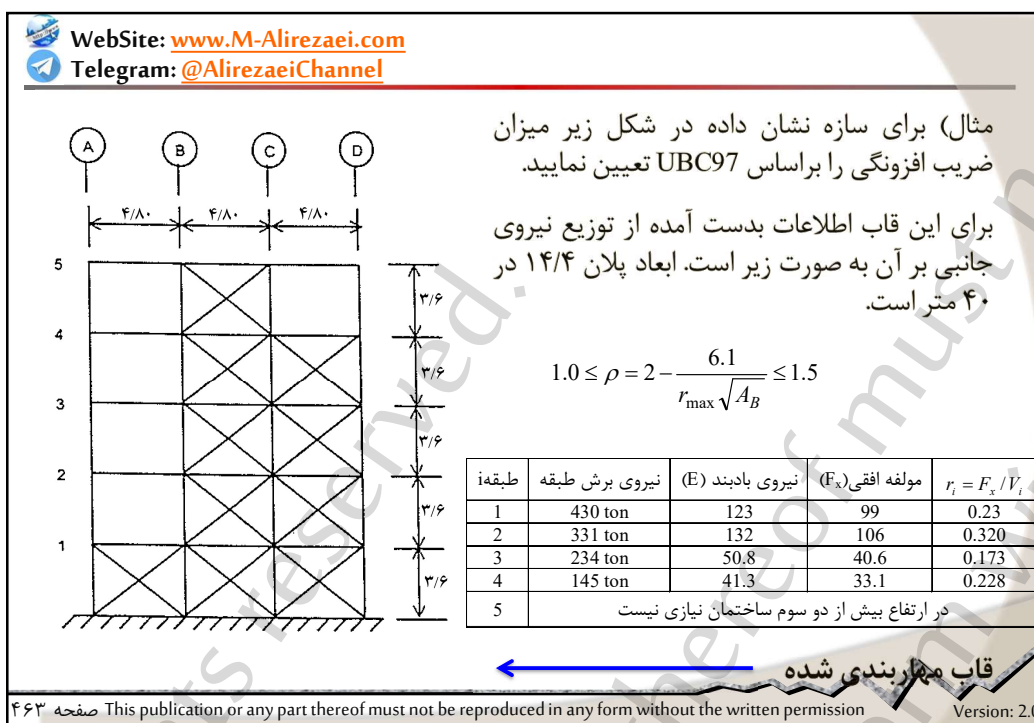
1617.2.2 Seismic Design Category D, E or F. For structures in Seismic Design Category D, E or F (see Section 1616), the redundancy coefficient, ρ , shall be taken as the largest of the values of, ρ_i , calculated at each story "i" of the structure in accordance with Equation 16-32 as follows:

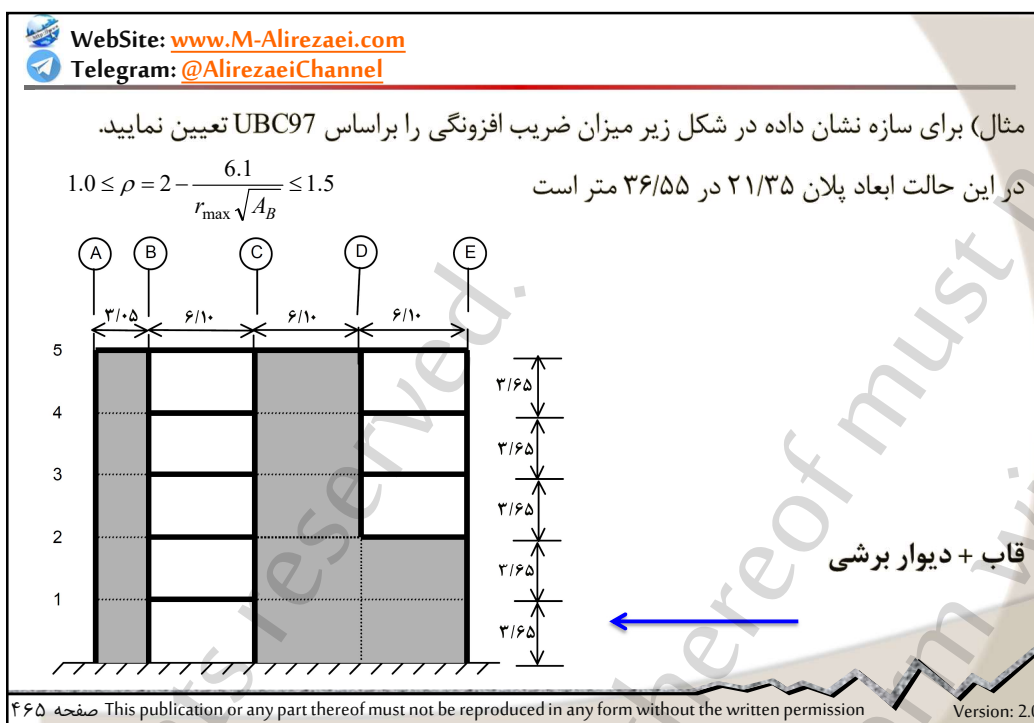
$$\rho_i = 2 - \frac{20}{r_{\max,i} \sqrt{A_i}} \quad (\text{Equation 16-32})$$

For SI:

$$\rho_i = 2 - \frac{6.1}{r_{\max,i} \sqrt{A_i}}$$

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0







WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://www.t.me/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			

۴۶۶ صفحه

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

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

ویرایش چهارم ۲۸۰۰:

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 پیش از ایجاد نگردد.

کنترل این بند خیلی راحت بوده و ابتدا این مورد را بررسی میکنیم.

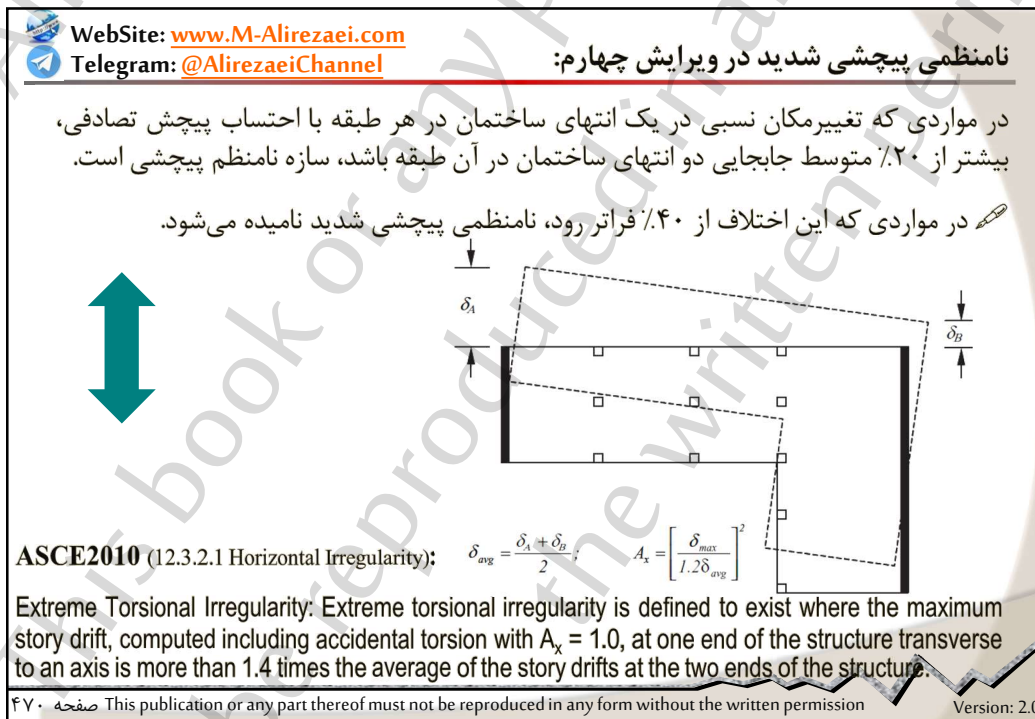
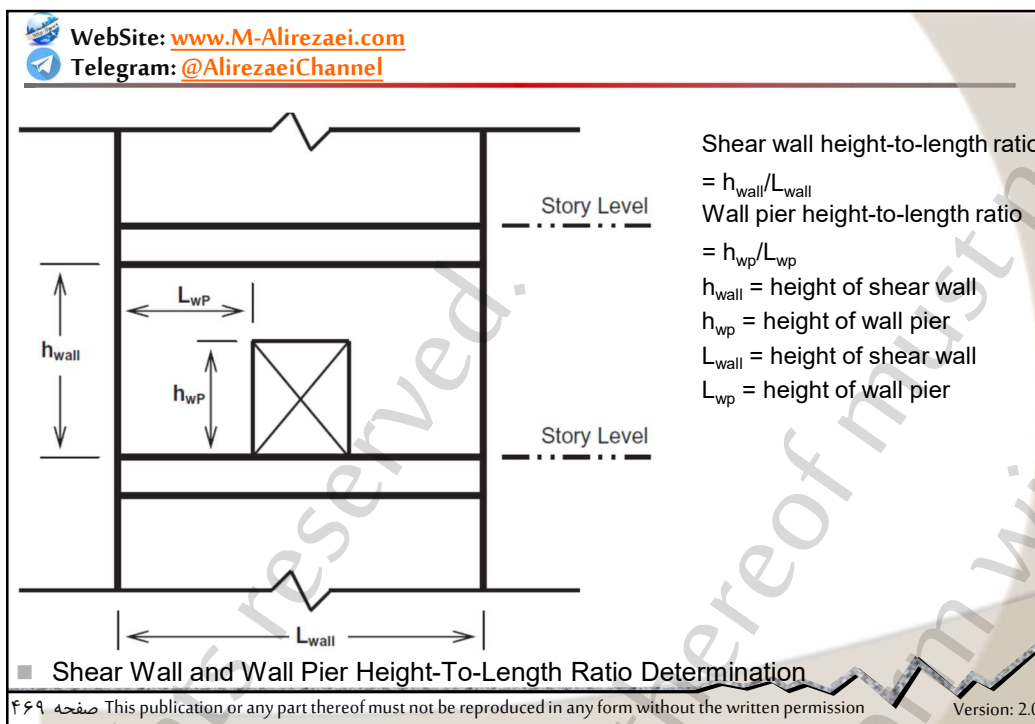
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0 صفحه ۴۶۷

WebSite: 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 پیش از 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 پیش از 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 پیش از پلان نشود.

تبصره ۱: در محاسبات مربوط به تغییر مکان 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: 2.0 صفحه ۴۶۸



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

طبق ASCE7-10 اعمال ضریب نامعینی در طبقه بندی D به پایین نیازی نیست ولی ۲۸۰۰ معادل این بند وجود ندارد. مقدار ضریب نامعینی طبق ASCE7-10 برابر 1.3 است.

12.3.4.2 Redundancy Factor, ρ , for Seismic Design Categories D through F

For structures assigned to Seismic Design Category D, E, or F, ρ shall equal 1.3 unless one of the following two conditions is met, whereby ρ 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.

صفحه ۴۷۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

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

صفحه ۴۷۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0



WebSite: 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:

$$E_h = \rho Q_E \quad (12.4-3)$$

صفحه ۴۷۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 2.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: @AlirezaeiChannel

طبق ASCE2010 و ۲۸۰۰ در مورد زیر میتوان ضریب نامعینی ρ 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.

صفحه ۴۷۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

طبق ASCE7-10 در قاب‌های خمشی قرار گرفته در طبقه‌بندی لرزه‌ای D به بالا مقدار جابجایی مجاز آنها بایستی بر ضریب نامعینی تقسیم شود. لیکن این محدودیت در ۲۸۰۰ وجود ندارد.

ASCE7-10

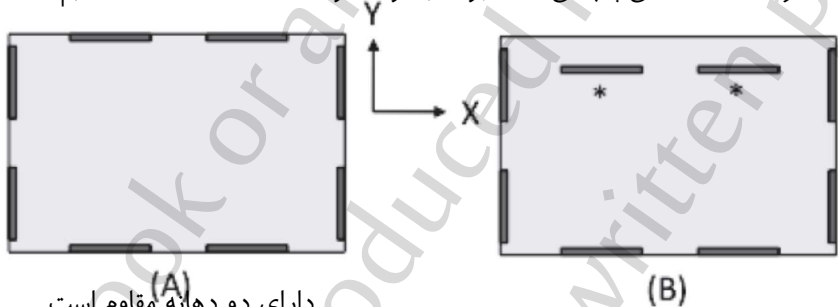
12.12.1.1 Moment Frames in Structures Assigned to Seismic Design Categories D through F

For seismic force-resisting systems comprised solely of moment frames in structures assigned to Seismic Design Categories D, E, or F, the design story drift (Δ) shall not exceed Δ_g/ρ for any story. ρ shall be determined in accordance with Section 12.3.4.2.

صفحه ۴۷۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

سازه‌های زیر دارای نامنظمی پیچشی زیاد نبوده و طول دیوارها معادل یک دهانه مقاوم است.



(A) دارای دو دهانه مقاوم است.

(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.

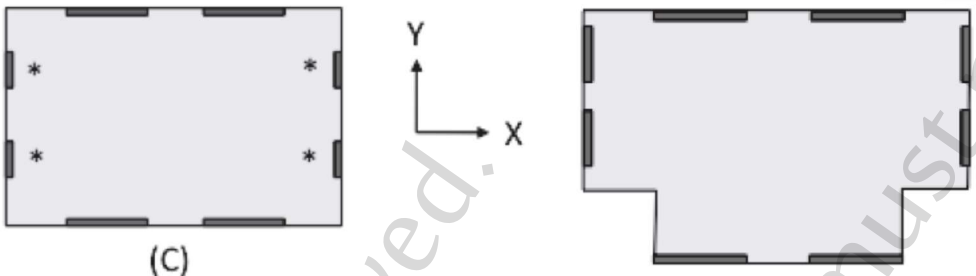
ASCE7-10

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

صفحه ۴۷۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel



(C)

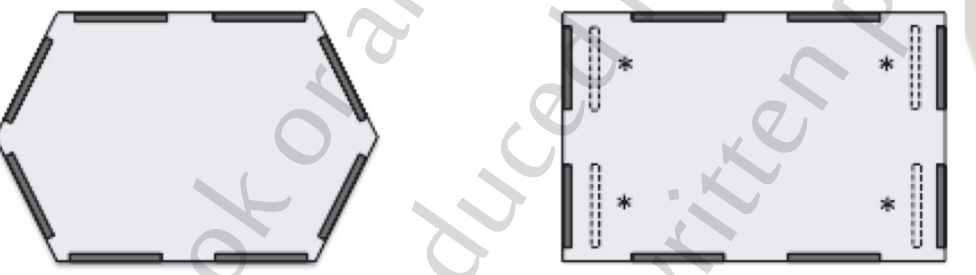
دارای دو دهانه مقاوم است ولی طول دیوار برشی ها به میزانی نیست که بتوان به آنها یک المان مستقل گفت

(D)

سازه نامنظم بوده و برای تعیین ضریب نامعینی سیستم نیاز به بررسی بیشتر است

صفحه ۴۷۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel



(E)

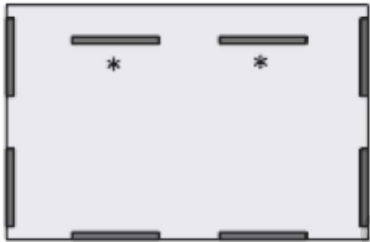
سازه نامنظم بوده و برای تعیین ضریب نامعینی سیستم نیاز به بررسی بیشتر است

(F)

سازه نامنظم بوده و برای تعیین ضریب نامعینی سیستم نیاز به بررسی بیشتر است

صفحه ۴۷۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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 ۴۷۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

دو تفسیر در کاهش مقاومت طبقه به سبب حذف المان وجود دارد

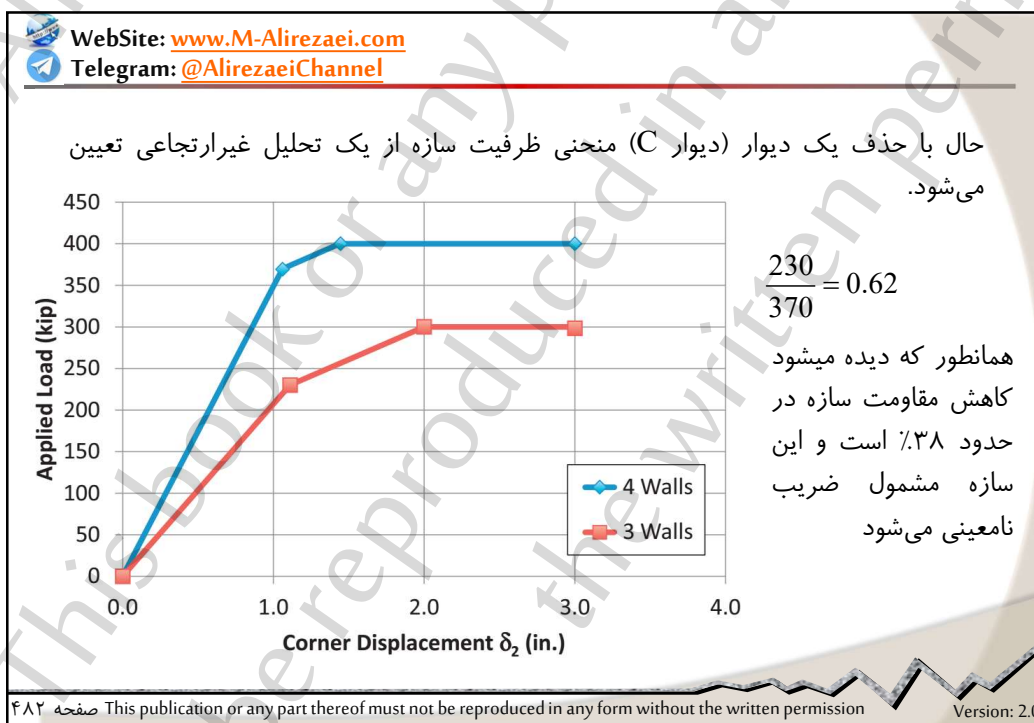
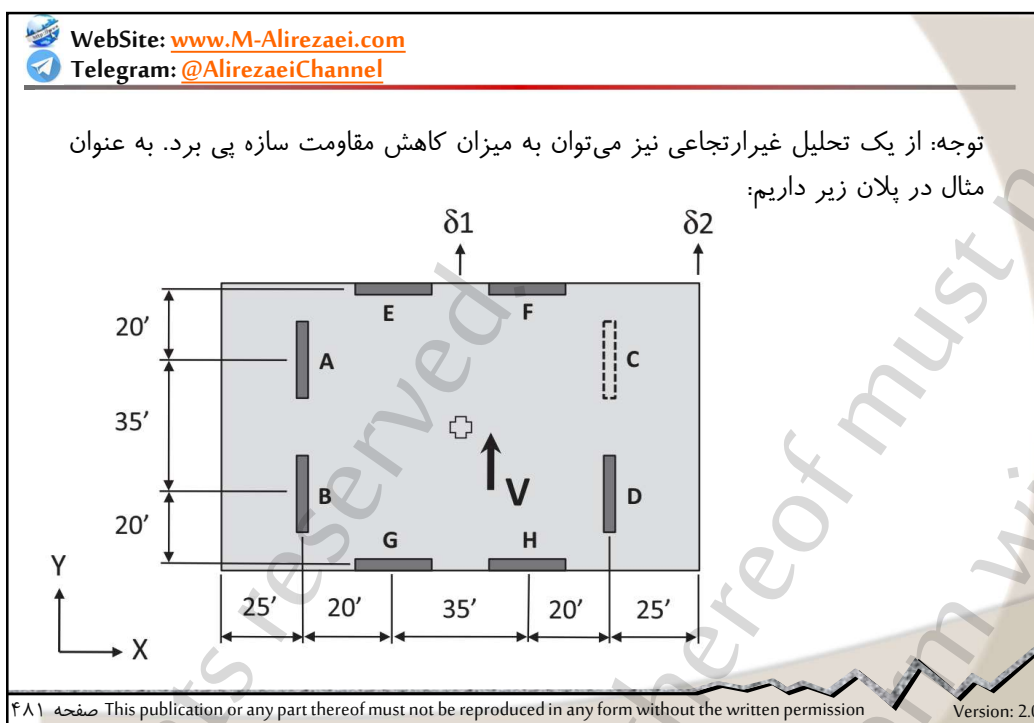
براساس تحلیل غیر ارتجاعی

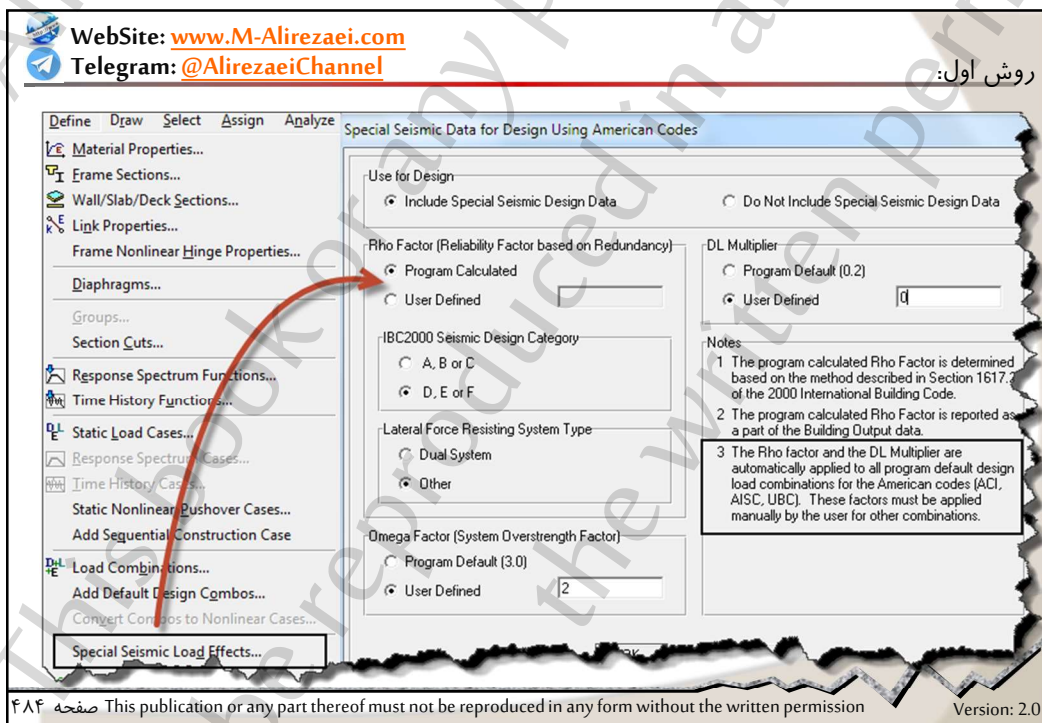


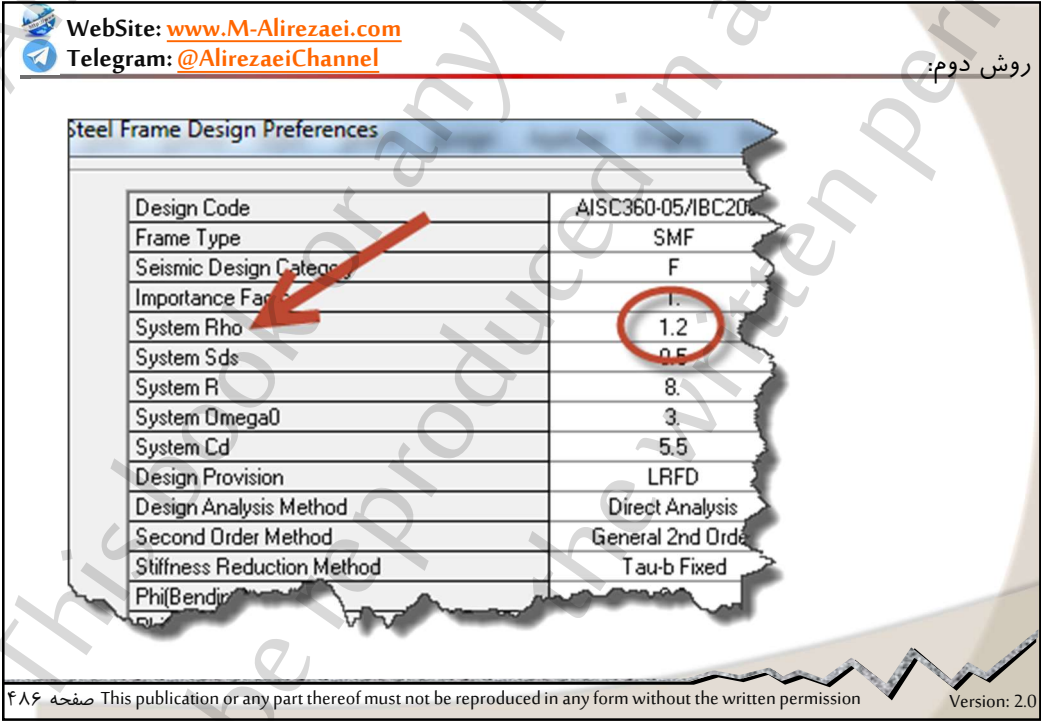
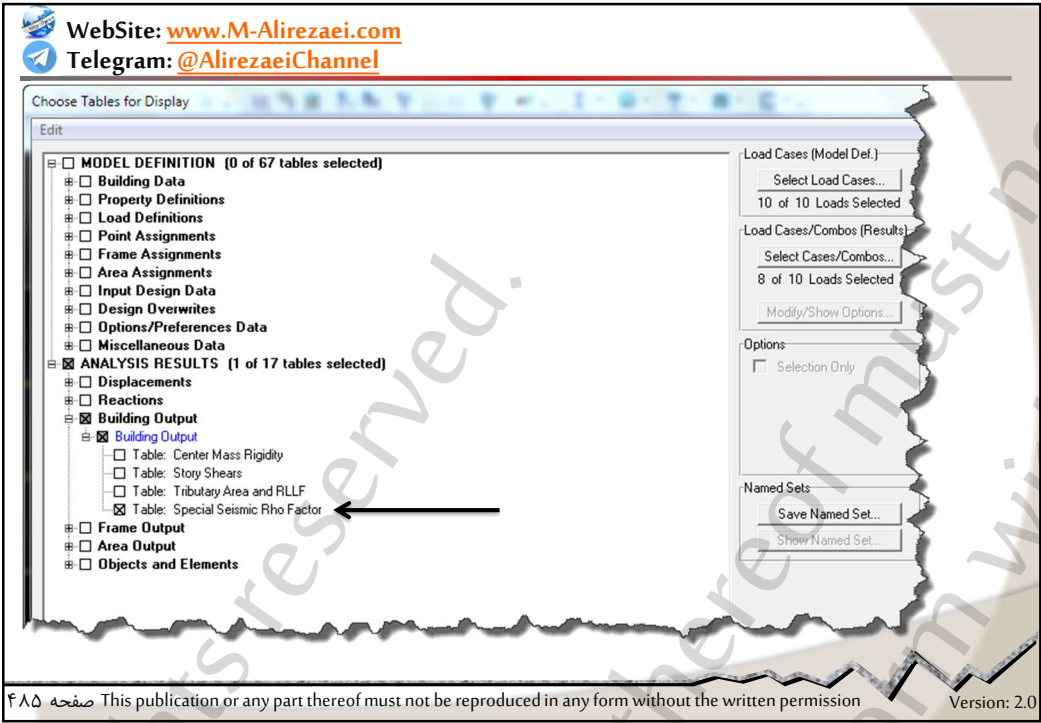
براساس تحلیل ارتجاعی



صفحه ۴۸۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

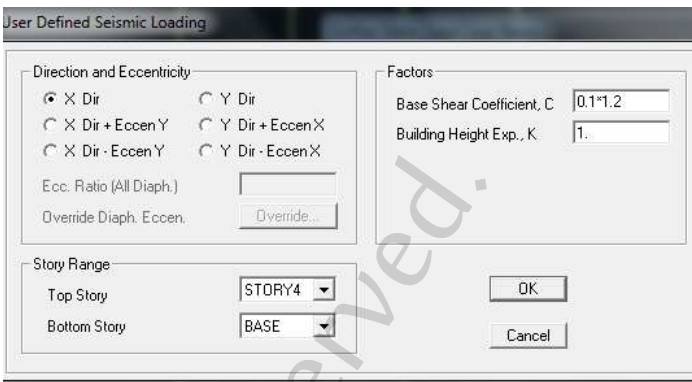






WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

روش سوم:

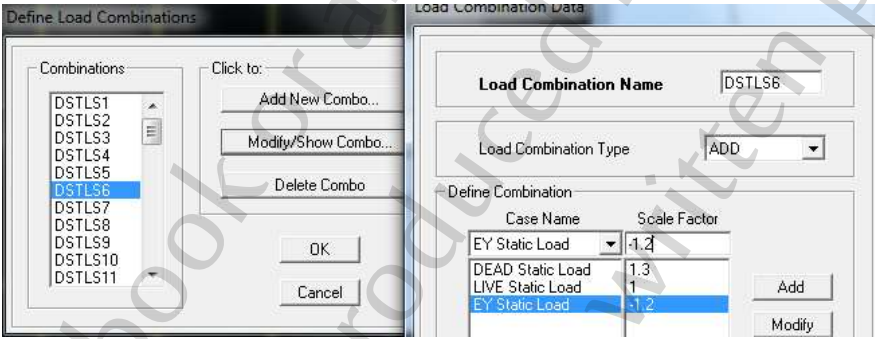


در این روش ضریب نامعینی در نیروی تمام اعضا ضرب میشود که منجر به نتایج محافظه کارانه میشود.

Version: 2.0

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

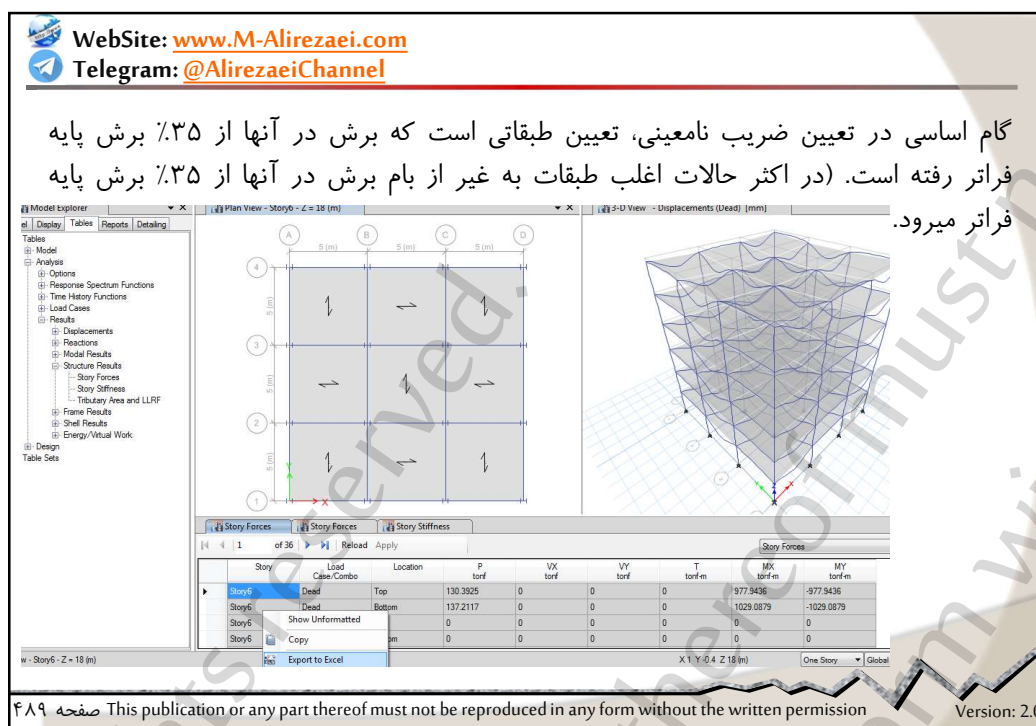
روش چهارم:



Case Name	Scale Factor
EY Static Load	-1.2
DEAD Static Load	1.3
LIVE Static Load	1
EY Static Load	-1.2

در این روش ضریب نامعینی در نیروی تمام اعضا ضرب میشود که منجر به نتایج محافظه کارانه میشود.

Version: 2.0



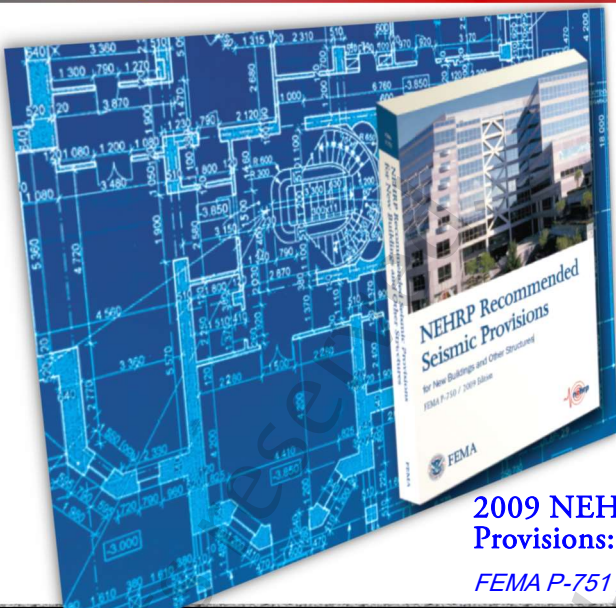
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

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 ۴۹۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

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



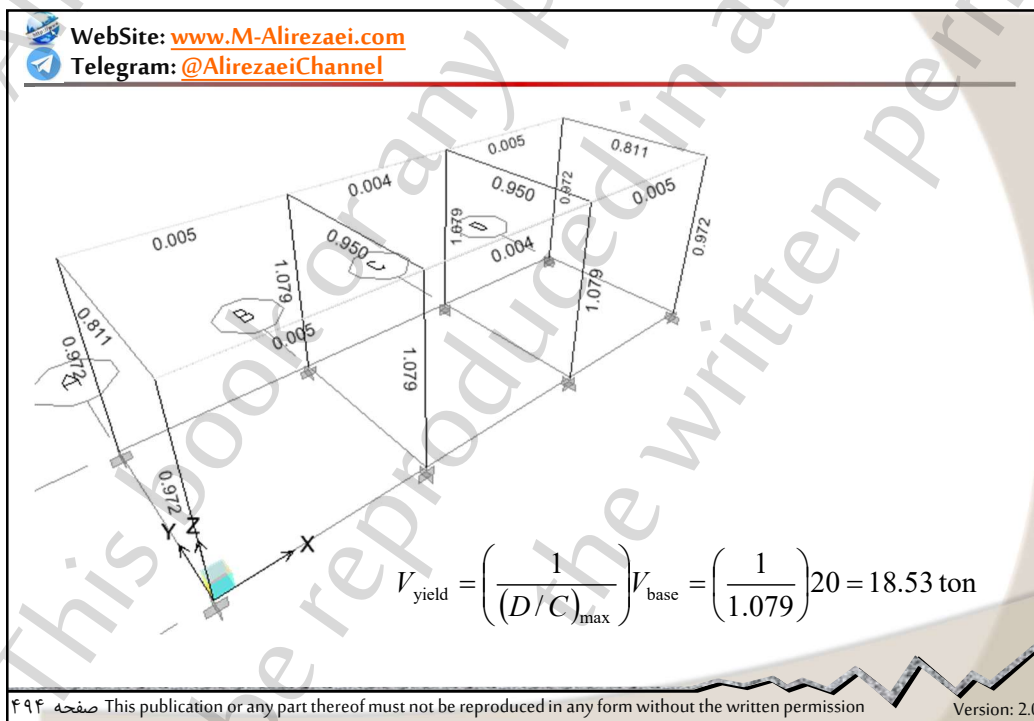
2009 NEHRP Recommended Seismic Provisions: Design Examples
FEMA P-751 / September 2012

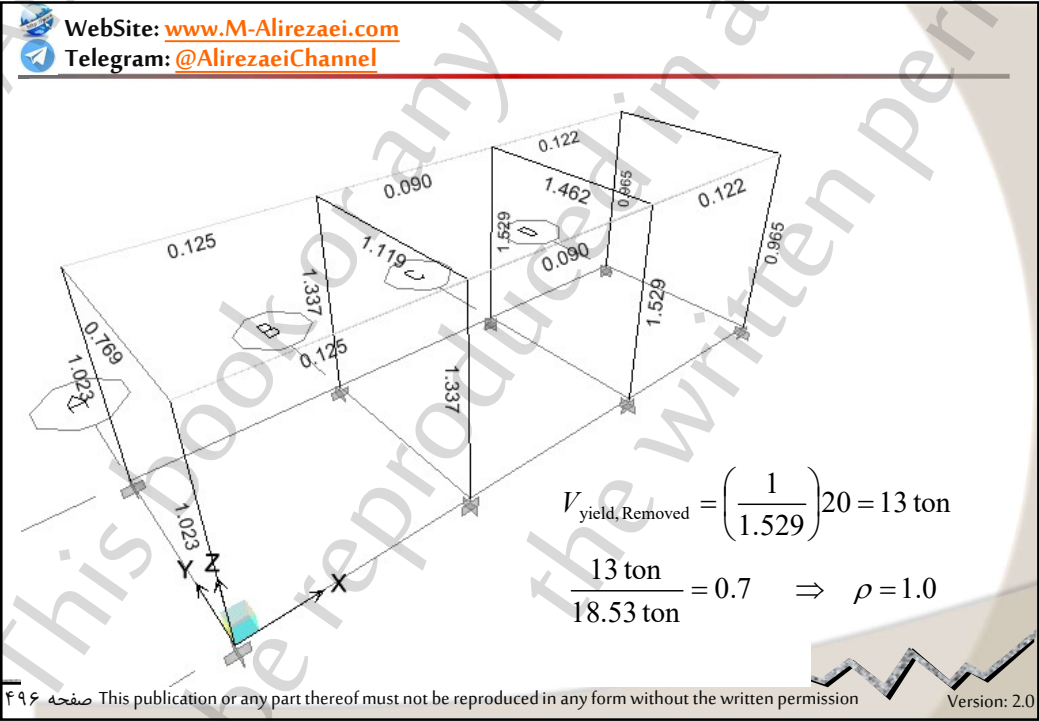
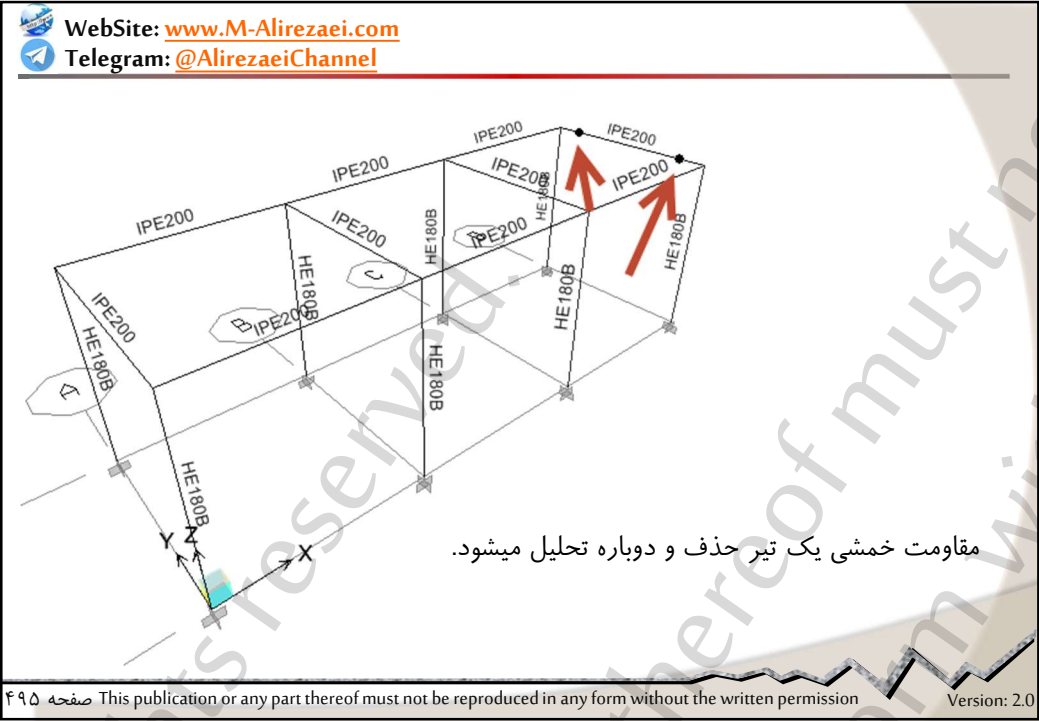
Version: 2.0

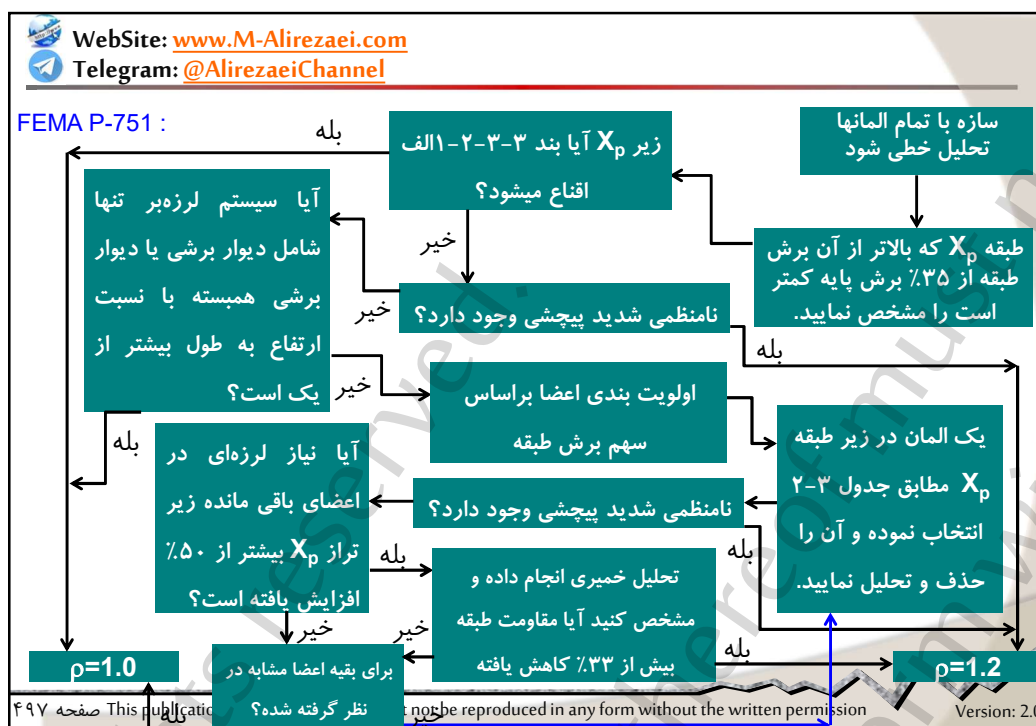
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

1. $\rightarrow V_{\text{yield}} = \left(\frac{1}{(D/C)_{\text{max}}} \right) V_{\text{base}}$
 V_{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: 2.0











WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @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 پیش آمدگی‌هایی که بصورت طره ساخته می‌شوند.

Version: 2.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

مقدار نیروی قائم از رابطه زیر محاسبه می‌شود و برای بالکن‌ها و پیش آمدگی‌ها 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.

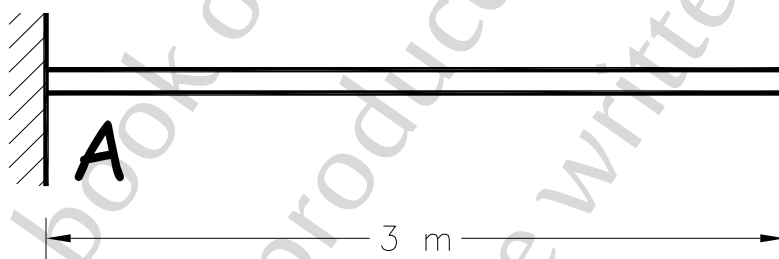
Version: 2.0 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 2.0



WebSite: 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 می‌باشد. مقدار ضریب لرزه‌خیزی منطقه $A=0.35$ و ضریب اهمیت برابر یک می‌باشد.



$$F_v = 0.6AIW_p = 0.6(0.35)(1.0)(300) = 63 \frac{kg}{m}$$

Version: 2.0 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 2.0

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

Basic LRFD Load Combinations (ASCE-7):

1.4D

$1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$

$1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (0.5L \text{ or } 0.8W)$

$1.2D + 1.6W + 0.5L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$

$0.9D + 1.6W$

$1.2D + 1.0E + 0.5L + 0.2S$

$0.9D + 1.0E$

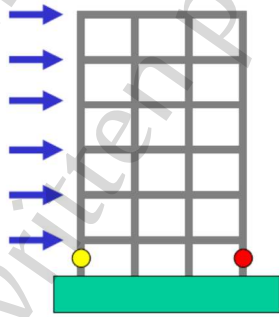
} Load Combinations Including E

صفحه ۵-۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

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

$1.2D + 1.0E + L + 0.2S$

$0.9D + 1.0E$



Basic Load Combinations

صفحه ۵-۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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: $0.9D + 1.0E$

$$E = \rho Q_E - 0.2 S_{DS} D$$

صفحه ۵۰۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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
 ρ = reliability factor
(depends on extent of redundancy in the seismic lateral resisting system;
 ρ varies from 1.0 to 1.2)

صفحه ۵۰۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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.

صفحه ۹۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

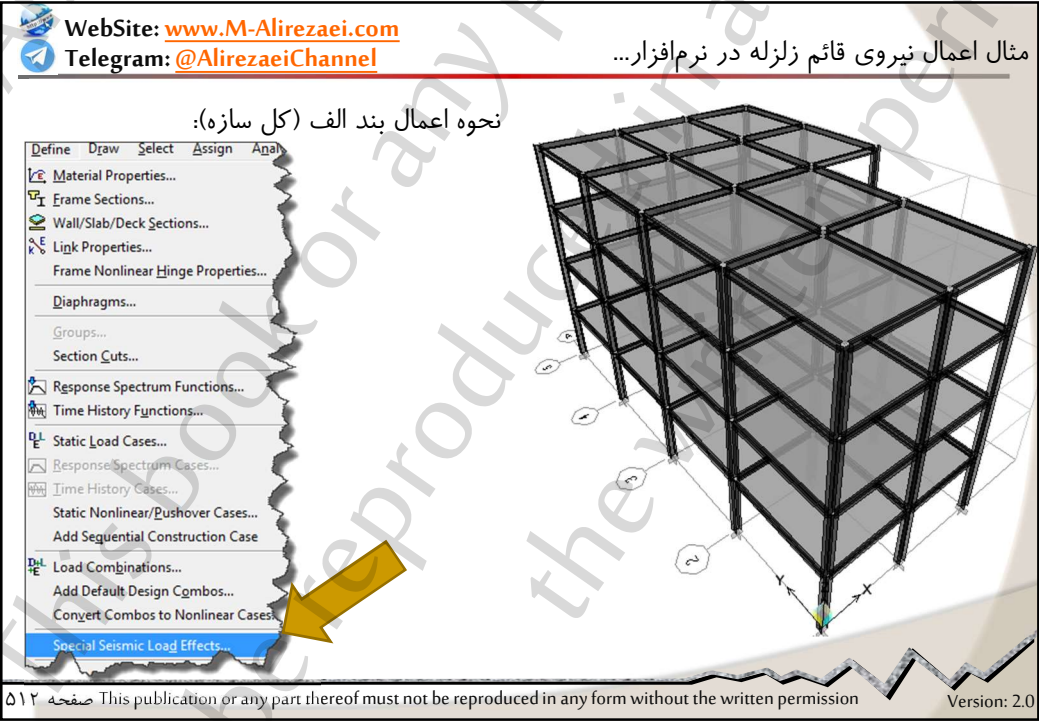
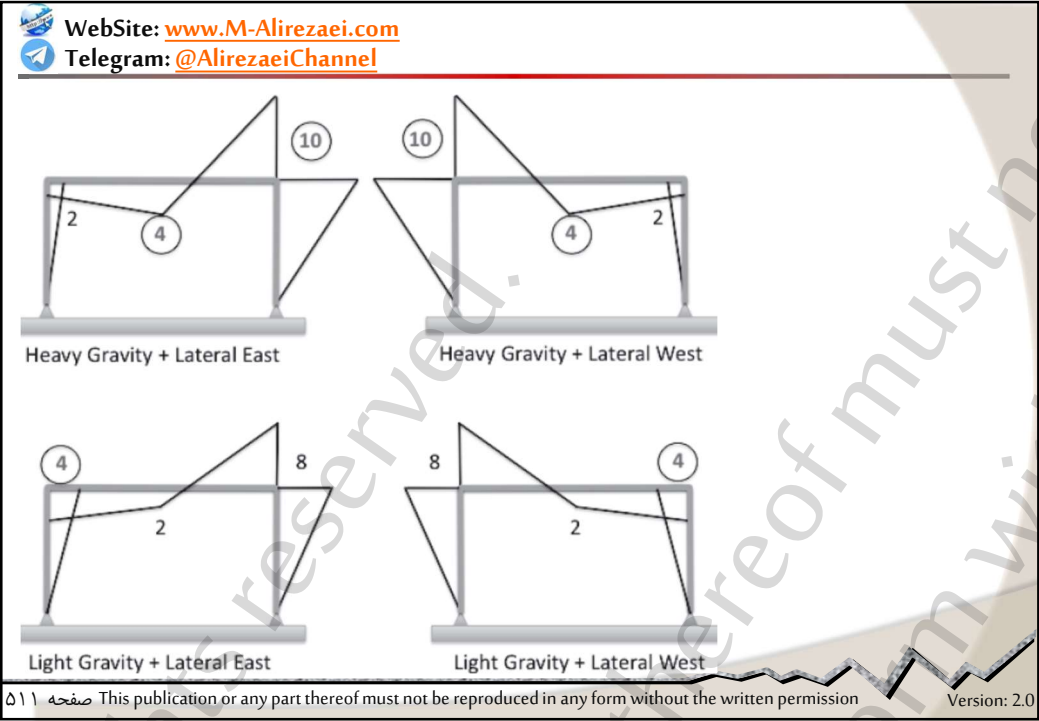
Heavy Gravity

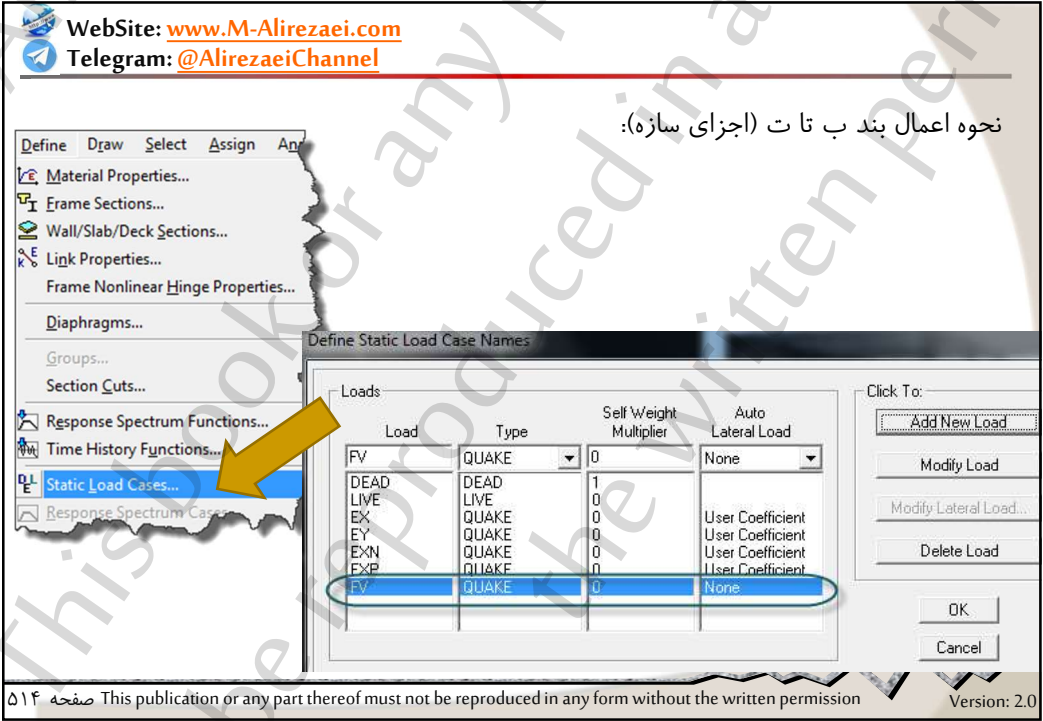
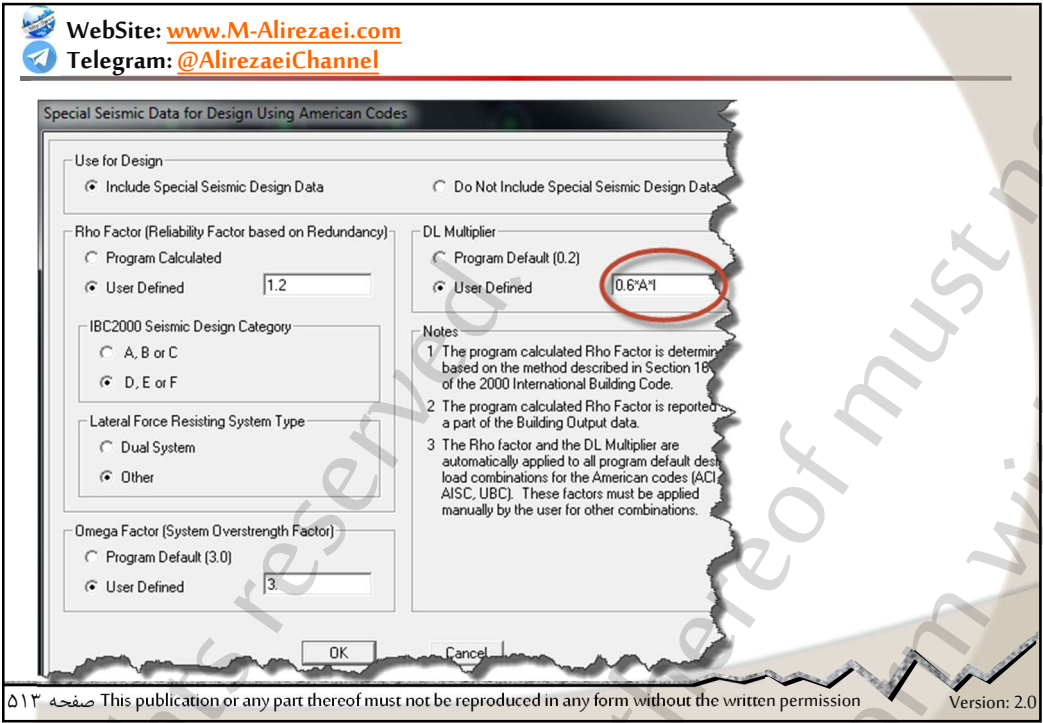
Light Gravity

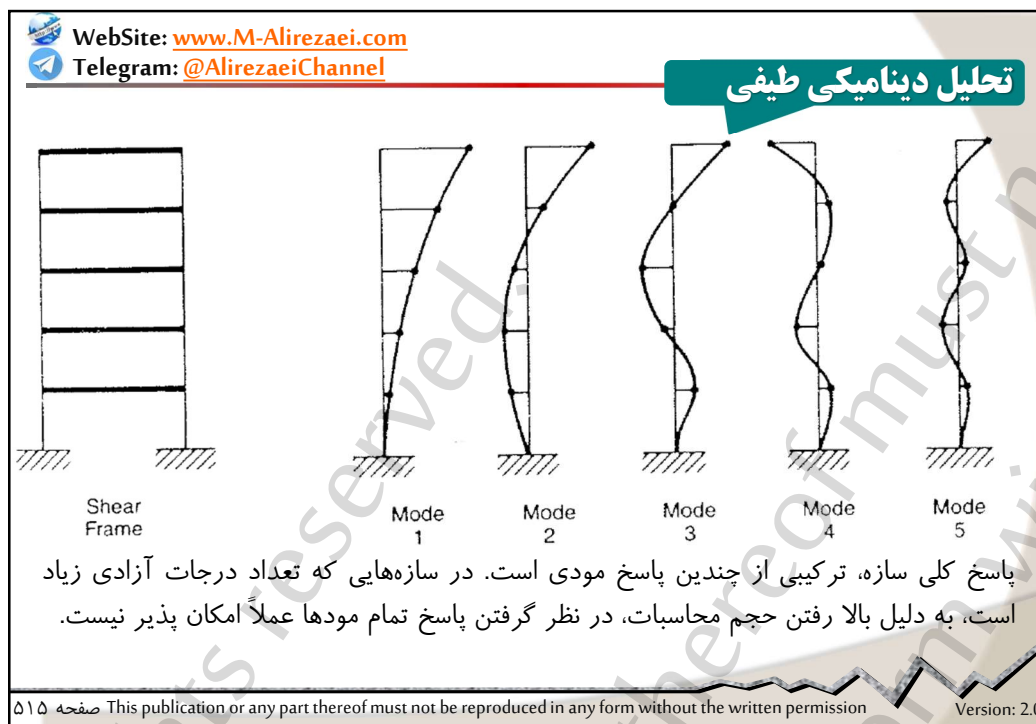
Lateral East

Lateral West

صفحه ۹۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0







WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

نکات مهم:

- تعداد مودهای 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: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال نحوه انجام تحلیل دینامیکی در نرم افزار...

CSi
Computers and Structures, Inc.
Berkeley, California, USA

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...
Mass Source...

Define Response Spectrum Functions

Response Spectra
2800

Choose Function Type to Add
Spectrum from File

Click to:
Add New Function...
Modify/Show Spectrum...
Delete Spectrum

OK Cancel

Response Spectrum Function Definition

Function Name
2800

Function Damping Ratio
0.05

Define Function

Period	Acceleration
0.01	1.1167
0.02	1.2333
0.03	1.35
0.04	1.4667
0.05	1.5833
0.06	1.7
0.07	1.8167
0.08	1.9333

Function Graph

Display Graph (2.3921, 1.2121)

OK Cancel

صفحه ۵۱۷

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

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال نحوه انجام تحلیل دینامیکی در نرم افزار...

CSi
Computers and Structures, Inc.
Berkeley, California, USA

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...
Mass Source...

Define Response Spectra

Spectra
SPX
SPXN
SPXP
SPY
SPYN
SPYP

Click to:
Add New Spectrum...
Modify/Show Spectrum...
Delete Spectrum

OK Cancel

Response Spectrum Case Data

Spectrum Case Name
SP2

Structural and Function Damping
Damping
0.05

Modal Combination
CQC SRSS ABS GMC
I1 I2

Directional Combination
SRSS ABS Orthogonal SF

Input Response Spectra

Direction	Function	Scale Factor
U1	2800	0.55
U2		
UZ		

Excitation angle
0

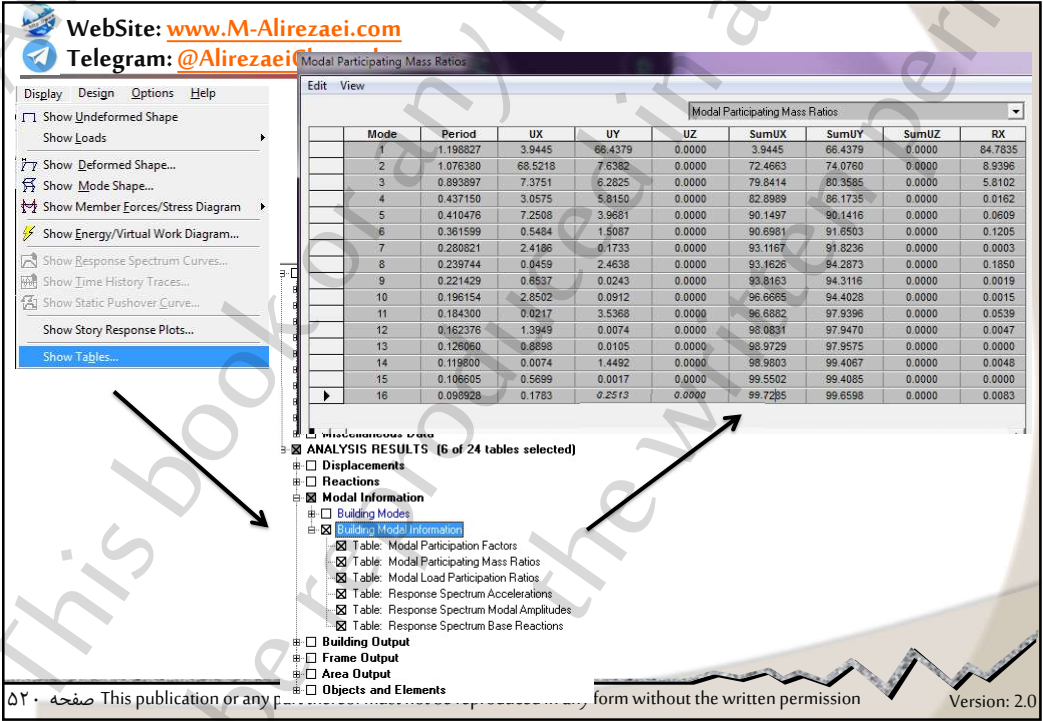
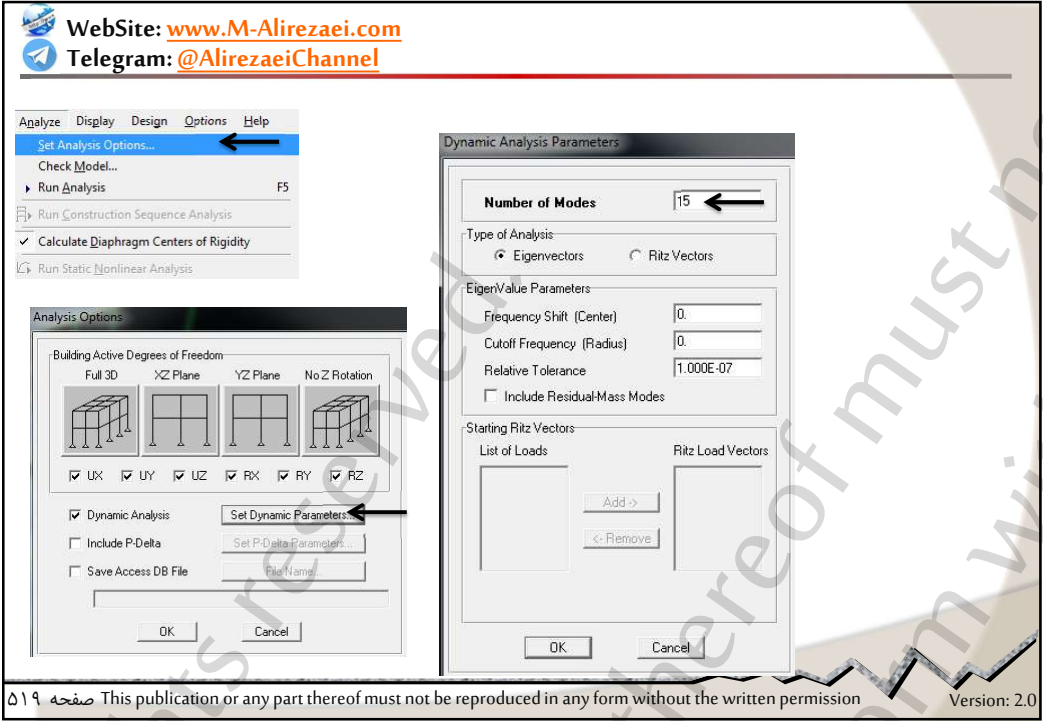
Eccentricity
Ecc. Ratio (All Diaph.)
0
Override Diaph. Eccen.
Override...

OK Cancel

صفحه ۵۱۸

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

Version: 2.0



 WebSite: www.M-Alirezaei.com
 Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/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: 2.0
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۵۲۱

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

آیین نامه ASCE7-10 در تنها یک مورد، که مقدار شتاب طیفی در دوره تناوب یک ثانیه بزرگتر یا مساوی 0.6g باشد، مقدار جابجایی های 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 $0.85 C_s W/V_t$

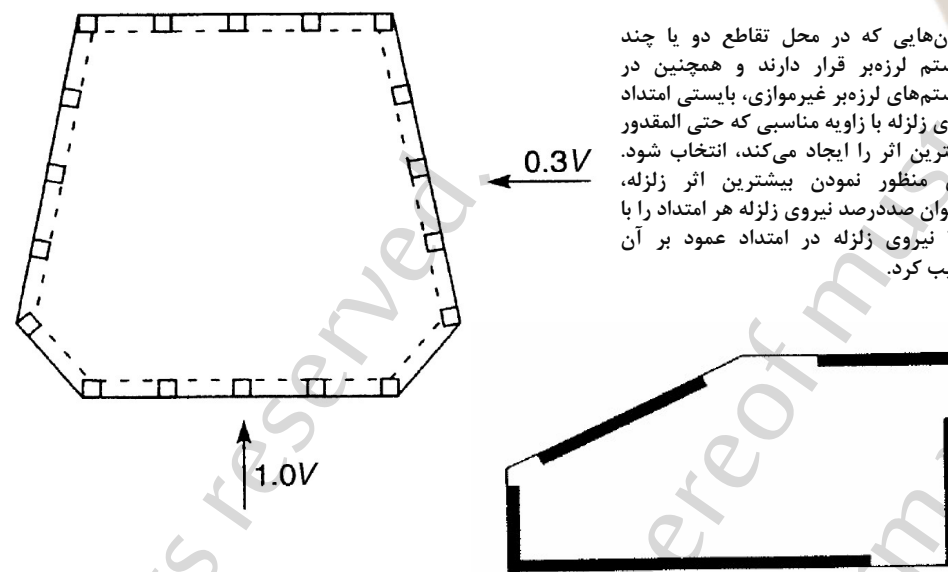
In addition, for structures located where S_1 is equal to or greater than 0.6g, C_s shall not be less than

$$C_s = 0.5S_1/(R/I_e) \quad (12.8-6)$$

Version: 2.0
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۵۲۲

WebSite: 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.

۵۲۳ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission version: 2.0

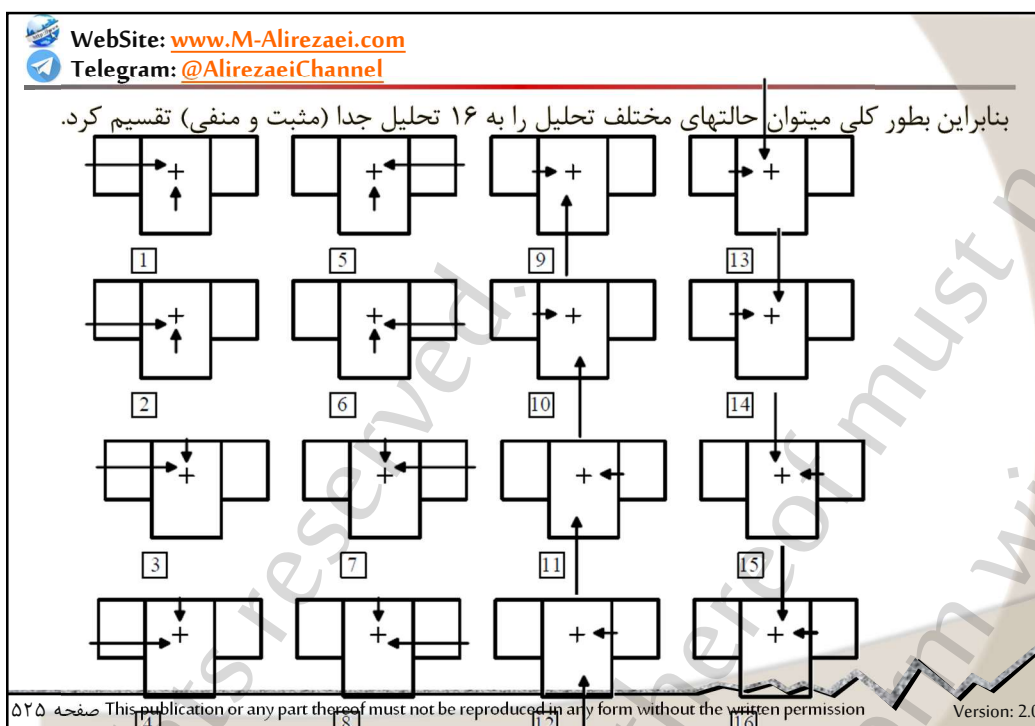
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

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.

۵۲۴ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0



 WebSite: 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

Δ۲۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

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

۵۲۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

CSi Computers & Structures, Inc. Berkeley, California, USA

روش اول...

Version: 2.0

WebSite: 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:

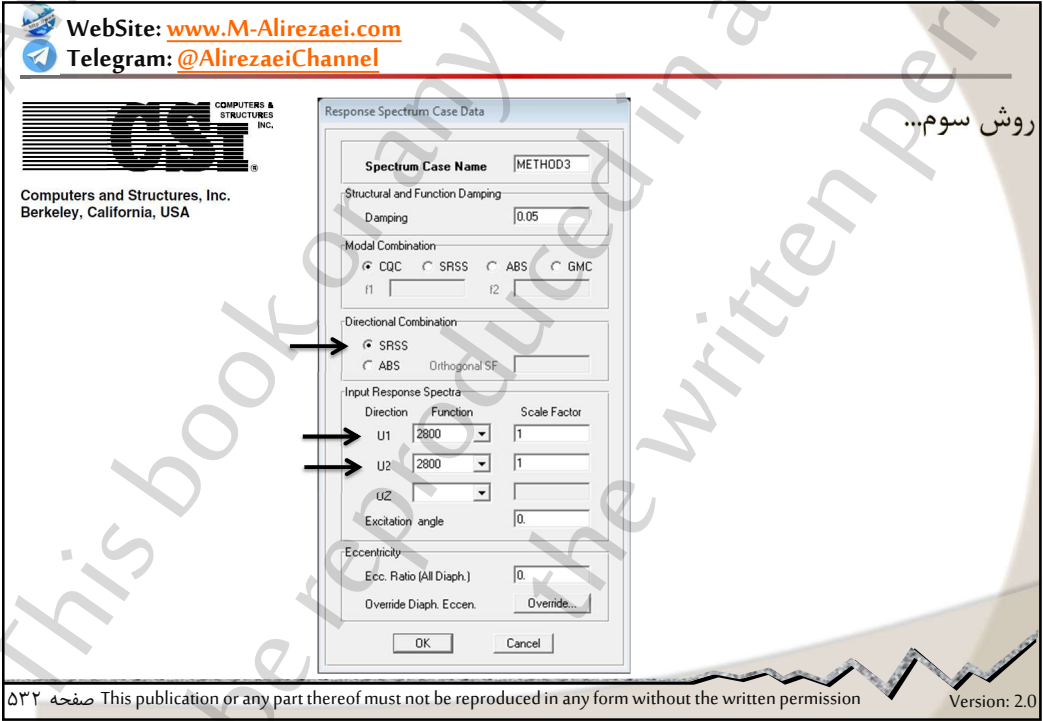
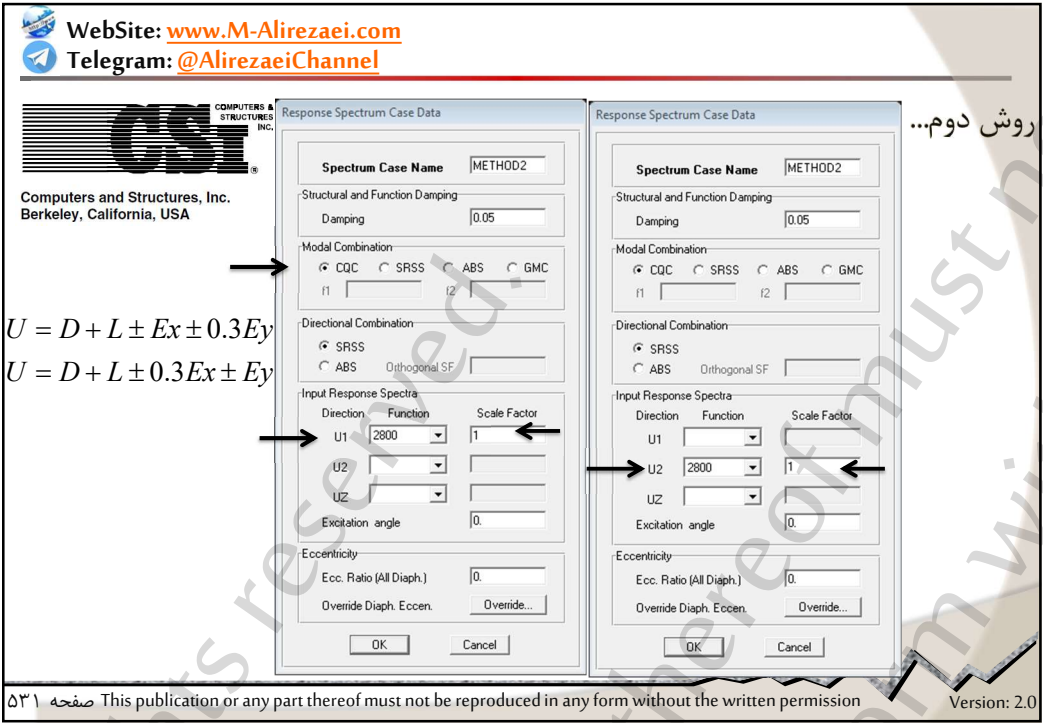
$$\bar{R}_1 = R_1 + 0.3(R_2 + R_3)$$

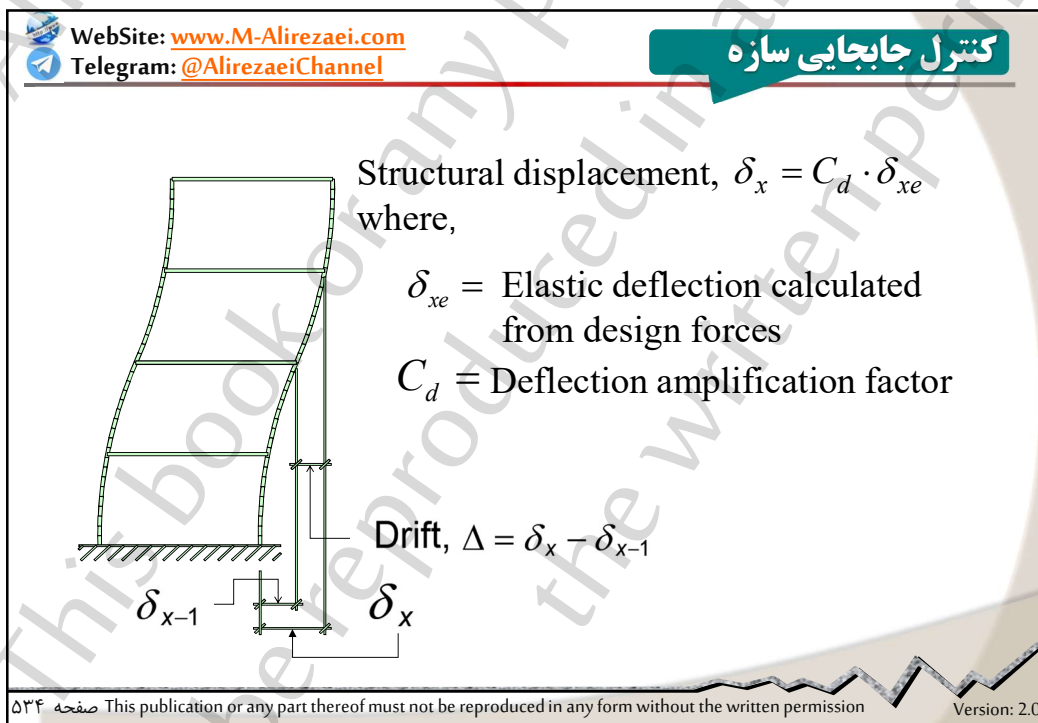
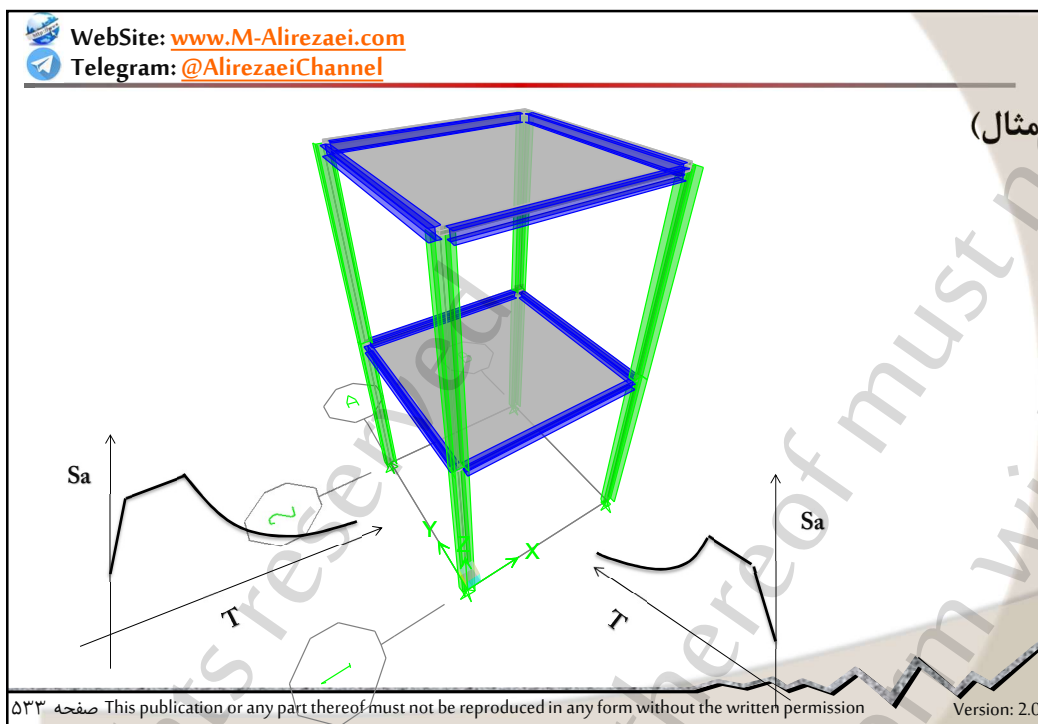
$$\bar{R}_2 = R_2 + 0.3(R_1 + R_3)$$

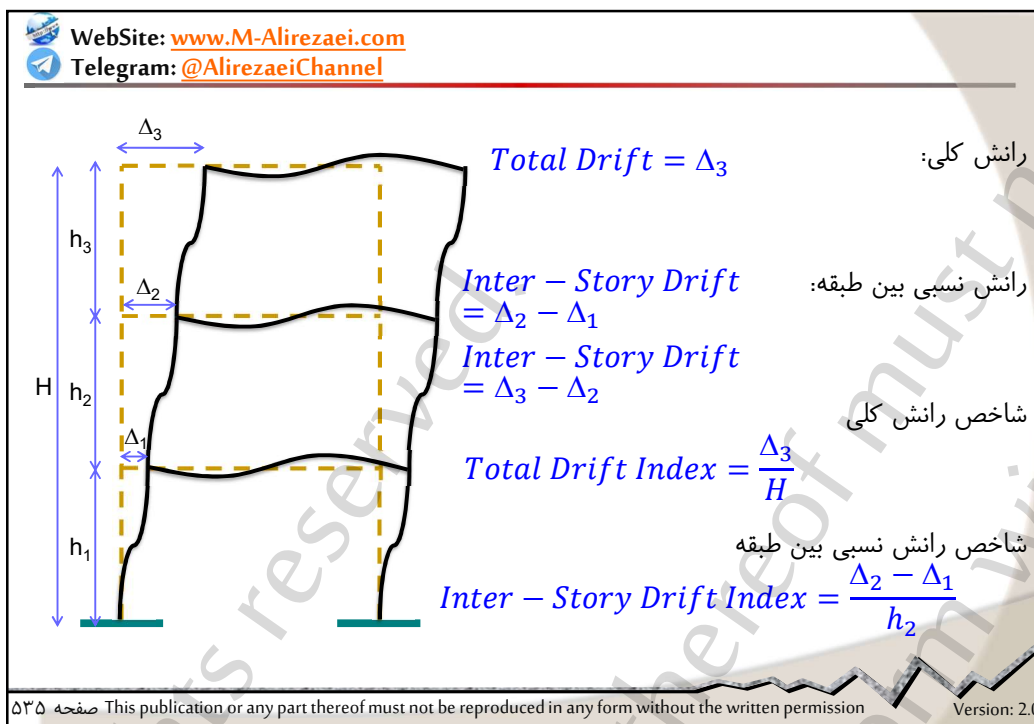
$$\bar{R}_3 = R_3 + 0.3(R_1 + R_2)$$

and R_1 , R_2 , and R_3 are the modal-combination values for each direction.

Version: 2.0







WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

برای کنترل جابجایی سازه داریم:

$$\Delta_M = C_d \Delta_{eu}$$

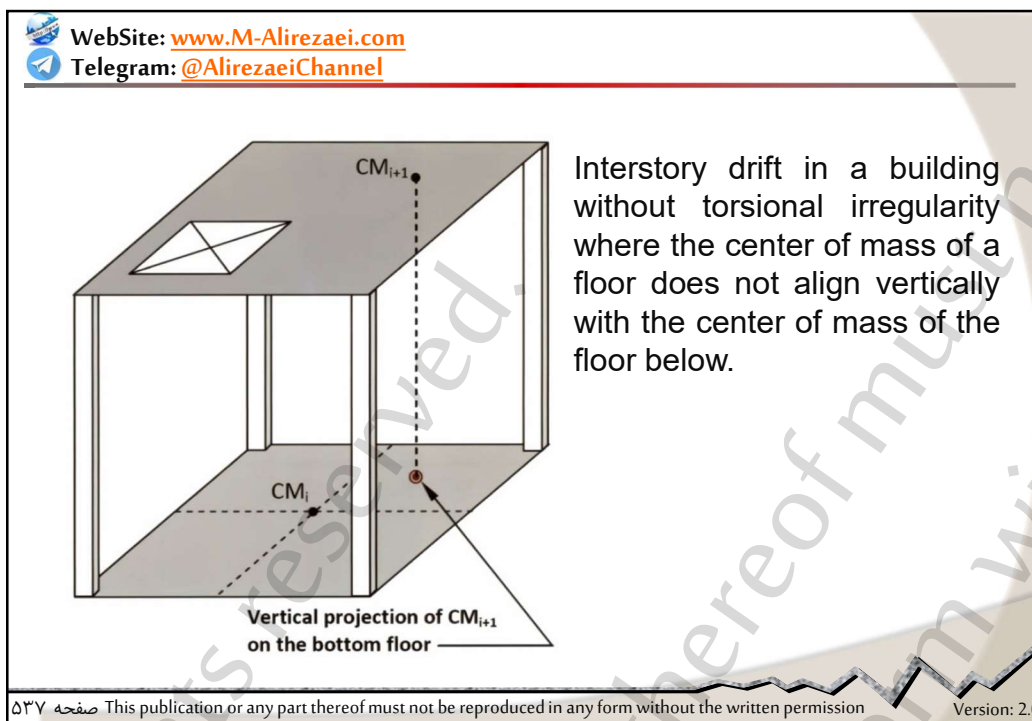
که در آن Δ_M جابجایی نسبی واقعی سازه و C_d ضریب بزرگنمایی مطابق جدول ۳-۴ استاندارد ۲۸۰۰ است.

$$\Delta_M < \begin{cases} 0.025h & \text{در ساختمان‌های تا ۵ طبقه} \\ 0.020h & \text{در سایر ساختمان‌های} \end{cases}$$

* در ساختمان‌های نامنظم پیچشی و یا نامنظم شدید پیچشی، برای محاسبه تغییر مکان نسبی هر طبقه، به جای اختلاف جابجایی در مرکز جرم، کفها، بایستی تفاوت بین تغییر مکان 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.

Version: 2.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

ASCE7-10

12.8.6 Story Drift Determination

The design story drift (Δ) 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, Δ 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, Δ , 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: 2.0

WebSite: 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 استاندارد ۲۸۰۰ را ببینید).

ASCE7-10

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.

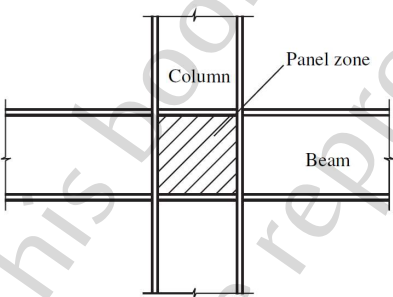
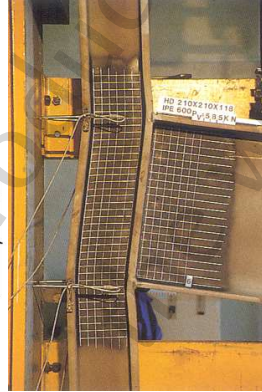
In addition, the model shall comply with the following:

- 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.

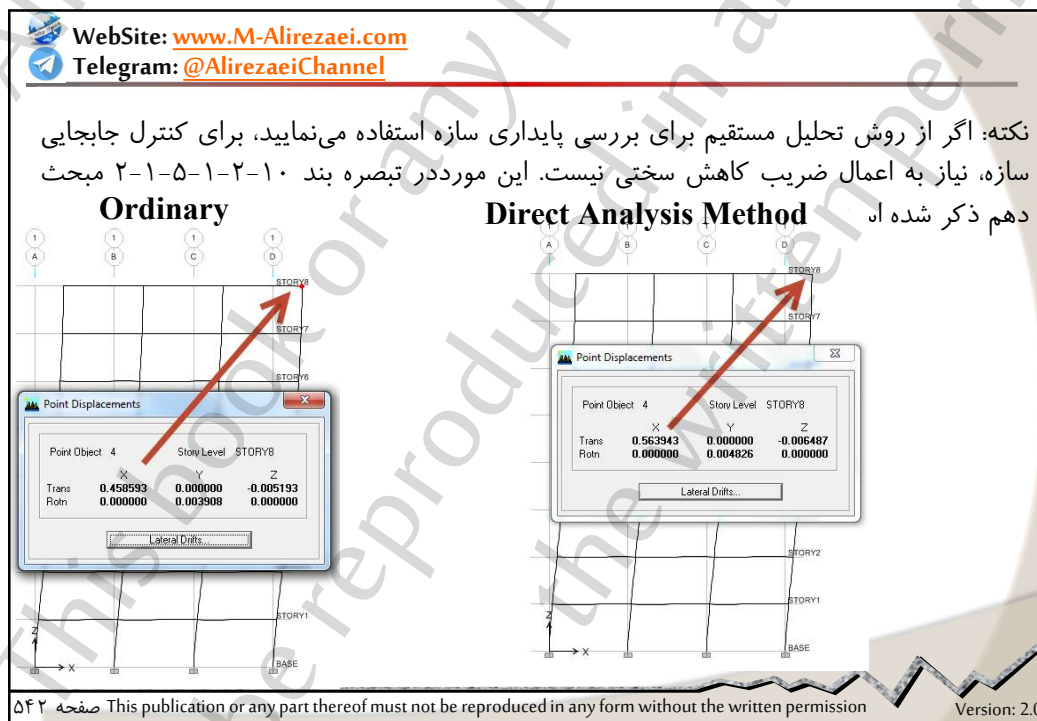
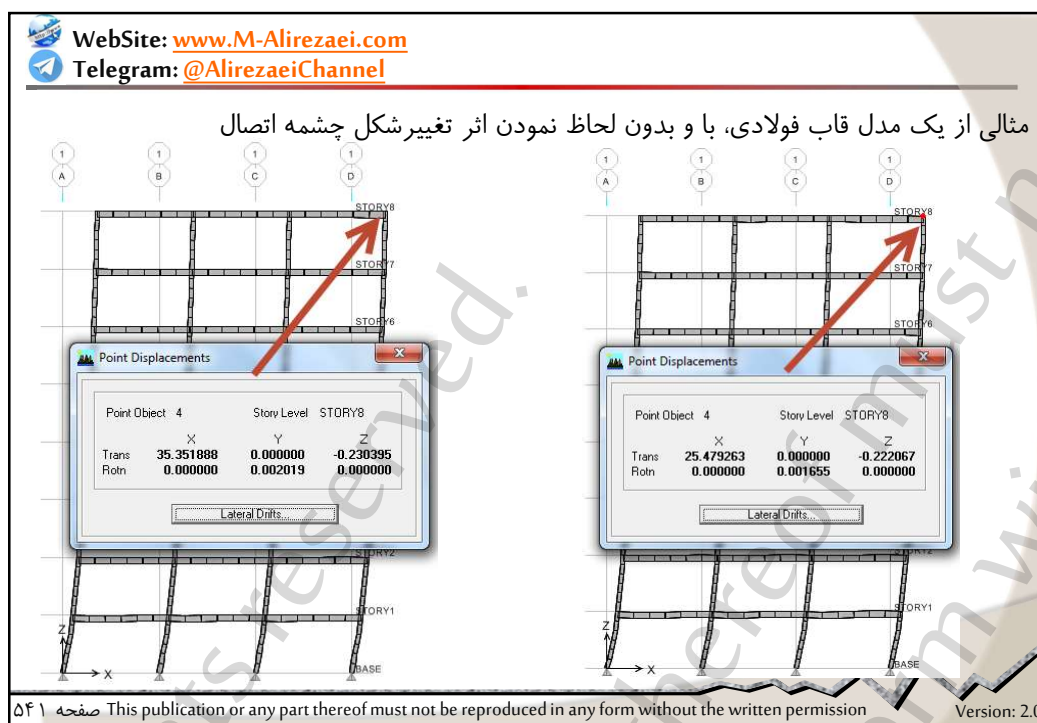
Version: 2.0

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

۳-۵-۵ 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 $I_g/3.5$ ، برای ستون‌ها $I_g/7$ ، و برای دیوارها $I_g/3.5$ و $I_g/7$ 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.


Version: 2.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

طبق بند ۳-۱۲-۲ استاندارد ۲۸۰۰ و همچنین ASCE7-10 در صورت استفاده از تحلیل غیرارتجاعي، میزان جابجایی مجاز سازه را میتوان ۲۵٪ بیشتر در نظر گرفت.

ASCE7-10

16.2.4.3 Story Drift

The design story drift, Δ_i , obtained from the analyses shall not exceed 125 percent of the drift limit specified in Section 12.12.1.

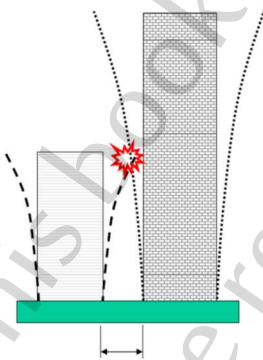
Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @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: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

نمونه ای از خسارات ایجاد شده در اثر ضربه سازه های مجاور

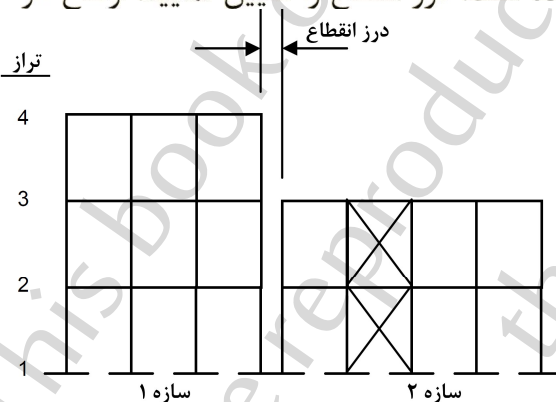


صفحه ۵۴۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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.

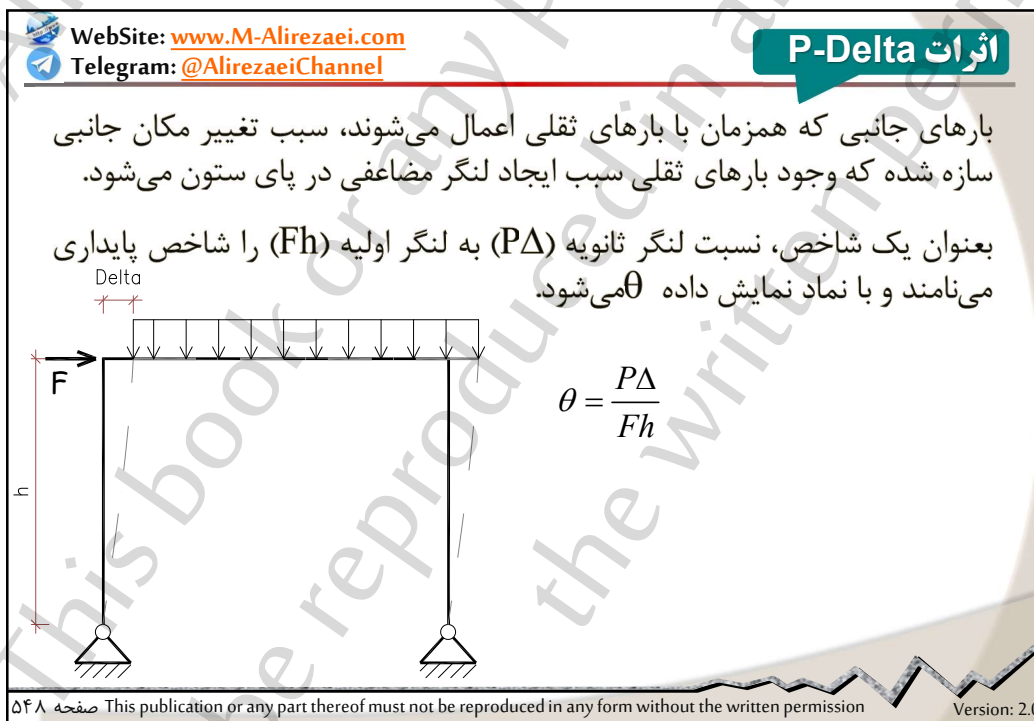
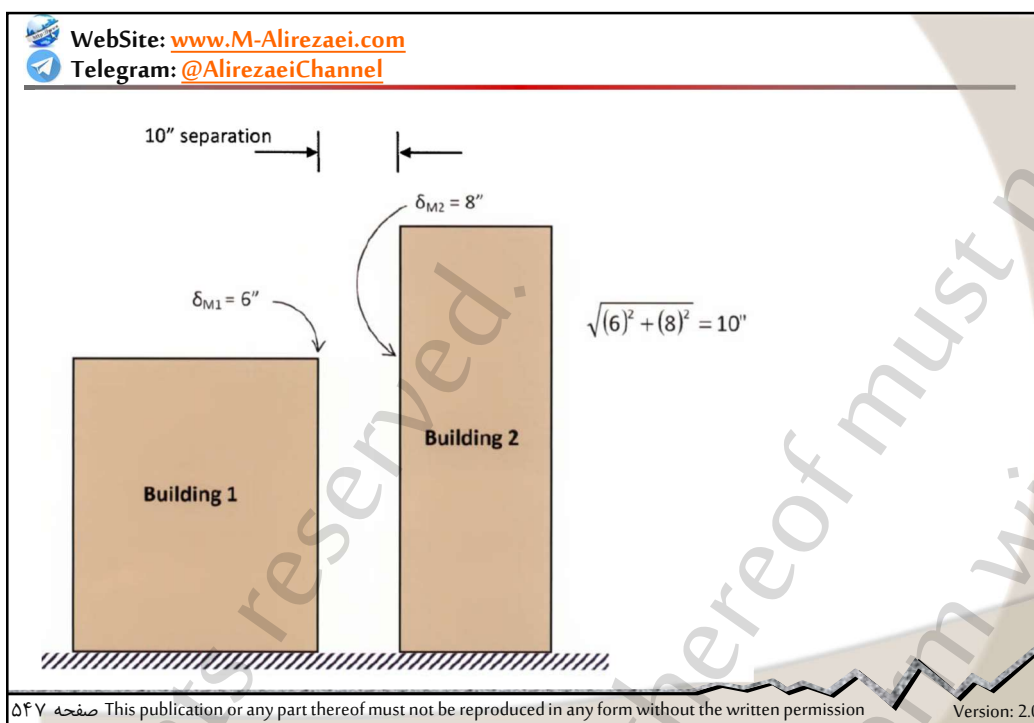
تراز



سازه ۱		سازه ۲	
تراز	Δ_s	تراز	Δ_s
۴	۳/۴۵	-	-
۳	۲/۵۴	۳	۱/۹
۲	۱/۲	۲	۰/۸۸
۱	۰	۱	۰

سازه ۱ سازه ۲

صفحه ۵۴۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

$$M_{p2} = F_2 h_{s2}$$

$$M_{s2} = 2P_2 \Delta_2$$

$$\theta_2 = \frac{M_{s2}}{M_{p2}}$$

$$M_{p1} = (F_1 + F_2) h_{s1}$$

$$M_{s1} = 2(P_1 + P_2) \Delta_1$$

$$\theta_1 = \frac{M_{s1}}{M_{p1}}$$

صفحه ۵۴۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

معمولاً از روش تکرار (Iterative P-delta Method) برای تعیین اثرات پی دلتا استفاده می‌شود.

در هر سیکل، برش طبقه به صورت زیر اصلاح می‌شود.

$$\Sigma V_i = \Sigma V_1 + \frac{(\Sigma P) \Delta_{i-1}}{h}$$

* در این روش بعد از تحلیل مرتبه اول، جابجایی طبقات بدست آمده و برش ثانویه حاصل از جابجایی طبقه (جمله دوم رابطه بالا) با برش حاصل از گام قبل جمع شده تا برش طبقه در گام جدید بدست آید. بدین صورت نیروی جانبی طبقات اصلاح شده و جابجایی‌های جدید تعیین می‌شوند. روند تکرار تا رسیدن به همگرایی مناسب در تغییر شکل‌های نسبی ادامه می‌یابد.

صفحه ۵۵۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

قاب زیر را در نظر بگیرید.

برش طبقه V_i

مجموع بارهای P_i برش طبقه Δ_i ، V_i قائم (مرده و زنده)، h_i ارتفاع طبقه i ، و جابجایی نسبی طبقه Δ_i است.

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

لنگر اولیه طبقه در اثر برش V_i وارد بر طبقه Δ_i :

$$M_i = V_i h_i$$

لنگر ثانویه وارد بر طبقه Δ_i در اثر پدیده $P-\Delta$ چنین است:

$$\Delta M_i = P_i \Delta_i$$

* نسبت ایجاد شده در اثر پدیده $P-\Delta$ به M_i لنگر اولیه در اثر برش V_i شاخص پایداری طبقه نامیده می‌شود.

$$\theta_i = \frac{\Delta M_i}{M_i} = \frac{P_i \Delta_i}{V_i h_i}$$

لنگر ثانویه ΔM_i (که برابر $\Delta M_i = M_i \theta_i$ است) نیز باعث ایجاد یک برش اضافی به میزان زیر خواهد شد:

$$\Delta V_i = \frac{\Delta M_i}{h_i} = \frac{P_i \Delta_i}{h_i} = \theta_i V_i$$

که حاصل این برش اضافی یک تغییرمکان اضافی برابر با $\theta_i \Delta_i$ را در پی خواهد داشت. مجدداً تغییرمکان $\theta_i \Delta_i$ لنگر ثانویه جزئی‌تر برابر $P_i \theta_i \Delta_i$ تولید مینماید که حاصل آن برش $\theta_i^2 V_i$ و تغییرمکان نسبی $\theta_i^2 \Delta_i$ خواهد بود. با ادامه این روند، $M_{i\Delta}$ لنگر نهایی چنین خواهد بود:

$$M_{i\Delta} = M_i (1 + \theta_i + \theta_i^2 + \theta_i^3 + \dots)$$

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

که یک تصاعد هندسی با قدر نسبت کمتر از یک است و حد آن بصورت زیر خواهد بود:

$$M_{i\Delta} = \frac{M_i}{1 - \theta_i}$$

برش و جابجایی نهایی طبقه i ، نیز بصورت مشابه بصورت زیر خواهد بود:

$$\bar{\Delta}_i = \frac{\Delta_i}{1 - \theta_i}$$

$$V_{i\Delta} = \frac{V_i}{1 - \theta_i}$$

طبق ۲۸۰۰، نبایستی مقدار θ از مقدار حداکثر زیر بیشتر شود:

$$\theta_{\max} = \frac{0.65}{C_d} \leq 0.25$$

این رابطه در ASCE7 بصورت زیر است:

$$\theta_{\max} = \frac{0.5}{\beta C_d} \leq 0.25$$

که در آن β نسبت مقاومت مورد نیاز طبقه به ظرفیت آن طبقه است.

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) برای یک سازه ۱۰ طبقه بصورت قاب خمشی فولادی، با استفاده از روش تکرار، نتایج حاصل از تحلیل مرتبه اول را اصلاح نمایید.

ارتفاع تمام طبقات بجز طبقه اول، ۳/۶۶ متر و طبقه اول ۴/۵۷ متر است. بار ثقلی و نیروی جانبی هر طبقه داده شده است.

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

تراز	ارتفاع طبقه	نیروهای ثقیلی ΣP	نیروی جانبی $V(\text{ton})$	برش طبقه $\Sigma V_1 (\text{ton})$	جابجایی جانبی (cm)	جابجایی نسبی Δ_1
10	3.66	81.65	13.71	13.71	20.31	1.31
9	3.66	179.62	9.95	23.66	19.00	1.87
8	3.66	277.60	8.88	32.54	17.13	1.99
7	3.66	375.57	7.80	40.34	15.13	2.30
6	3.66	473.55	6.73	47.06	12.83	2.28
5	3.66	571.53	5.65	52.71	10.55	2.32
4	3.66	669.50	4.57	57.29	8.22	2.13
3	3.66	767.48	3.50	60.79	6.10	2.20
2	3.66	865.45	2.42	63.20	3.89	1.95
1	4.57	963.43	1.35	64.55	1.94	1.94

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

به عنوان مثال برای طبقه ۸ داریم:

$$\frac{(\Sigma P)\Delta_1}{h} = \frac{277.60 \times 1.99}{3.66} = 1.51 \text{ ton}$$

بنابراین برش اصلاح شده در این طبقه برابر است با:

$$\Sigma V_2 = \Sigma V_1 + \frac{(\Sigma P)\Delta_1}{h} = 32.54 + 1.51 = 34.05 \text{ ton}$$

در جدول اسلاید بعد نتایج حاصل از تکرار اول نشان داده شده است.
در تکرار دوم، نتایج همگرا شده و جواب مطلوب حاصل می‌شود.

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

تکرار اول

تراز	$\Sigma P \Delta_1 / h$	${}_1/h \Delta \Sigma V_1 + \Sigma P$	نیروی جانبی اصلاح شده V_2 (ton)	جابجایی جانبی اصلاح شده D_2 (cm)	جابجایی نسبی Δ_2
10	0.29	14.00	14.00	21.53	1.35
9	0.92	24.58	10.58	20.18	1.95
8	1.51	34.05	9.47	18.23	2.09
7	2.37	42.70	8.65	16.14	2.44
6	2.96	50.02	7.32	13.71	2.43
5	3.63	56.34	6.32	11.28	2.48
4	3.90	61.18	4.85	8.80	2.28
3	4.62	65.41	4.22	6.52	2.36
2	4.62	67.82	2.41	4.16	2.09
1	4.09	68.65	0.83	2.07	2.07

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

تکرار دوم

تراز	$\Sigma P \Delta_2 / h$	${}_2/h \Delta \Sigma V_2 + \Sigma P$	نیروی جانبی اصلاح شده V_3 (ton)	جابجایی جانبی اصلاح شده D_3 (cm)	جابجایی نسبی Δ_3
10	0.29	14.29	14.29	21.61	1.35
9	0.92	25.50	11.21	20.26	1.95
8	1.51	35.57	10.07	18.31	2.10
7	2.37	45.07	9.50	16.21	2.45
6	2.96	52.98	7.91	13.76	2.43
5	3.63	59.97	6.99	11.33	2.49
4	3.90	65.08	5.11	8.84	2.29
3	4.62	70.03	4.95	6.55	2.37
2	4.62	72.44	2.41	4.18	2.10
1	4.09	72.74	0.30	2.08	2.08

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

محاسبه شاخص پایداری بصورت سریع با استفاده از نرم افزار:

$$\Delta_f = \frac{\Delta_0}{1 - \frac{P\Delta_0}{VH}} = \frac{\Delta_0}{1 - \theta}$$

داریم:

که در آن Δ_f جابجایی نسبی طبقه حاصل از تحلیلی که در آن اثرات P-Delta دیده شده است و Δ_0 جابجایی نسبی طبقه حاصل از تحلیلی که در آن اثرات P-Delta دیده نشده است. همچنین V برش طبقه و H ارتفاع طبقه است. بنابراین داریم:

$$\theta = 1 - \frac{\Delta_0}{\Delta_f}$$

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

محاسبه اضافه مقاومت طبقه:

همانطور که قبلا گفته شد، β نسبت مقاومت نیاز به ظرفیت مقاومتی طبقه است. بنابراین $1/\beta$ در حقیقت اضافه مقاومت طبقه را بیان میکند. بنابراین طبق رابطه ASCE7-10 داریم:

$$\theta_{max} = \frac{0.5}{\beta C_d} \leq 0.25$$

ASCE7-10

where β is the ratio of shear demand to shear capacity for the story between Levels x and $x - 1$. This ratio is permitted to be conservatively taken as 1.0.

همچنین ASCE7 اجازه میدهد، بطور محافظه کارانه مقدار $\beta=1.0$ در نظر گرفته شود. بنابراین:

$$\frac{1}{\beta} = \frac{C_d \theta_{computed}}{0.5}$$

در استاندارد ۲۸۰۰، مقدار $\beta=0.77$ در نظر گرفته شده است.

Version: 2.0

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

تحلیل تاریخیچه 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.

۵۶۱ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

**WebSite:** 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.

۵۶۲ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @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: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

* در صورتی که فاصله گسل تا ساختگاه، کمتر از ۱۰ کیلومتر باشد، بایستی از رکوردهای نزدیک گسل استفاده نمود.

The diagram illustrates the propagation of seismic waves from a source. It shows concentric circles representing wave fronts moving away from a source. Below, it shows wavelet shapes for different distances and the resulting waveforms in the direction of and away from propagation.

رکوردهای زلزله

نزدیک گسل (Near-field)

دور از گسل (Far-field)

Version: 2.0

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

✱ مشخصات رکوردهای انتخابی:

✱ هر زلزله دارای سه مولفه (دو مولفه افقی و یک مولفه قائم) بوده که معمولاً مولفه قائم در طراحی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

✱ طبق استاندارد ۲۸۰۰ برای انجام یک تحلیل تاریخچه زمانی به حداقل ۳ رکورد نیاز است. در صورت استفاده از ۷ رکورد می‌توان مقدار متوسط بیشینه بازتاب‌های بدست آمده را ملاک قرار داد. در صورتی که از ۳ شتاب نگاشت استفاده شود، باید مقادیر حداکثر بازتاب‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

Version: 2.0

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

چگونه شتابنگاشت‌ها را دانلود نماییم؟

The PEER NGA database contained more than 3,500 record sets

PEER Strong Motion Database

http://www

http://ngawest2.berkeley.edu/
http://www.consrv.ca.gov/cgs/smip/

Version: 2.0

WebSite: 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

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

Version: 2.0

صفحه ۵۶۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

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

آشنایی با نرم افزار پردازش شتابنگاشت‌ها

SEISMOSOFT

EARTHQUAKE ENGINEERING SOFTWARE SOLUTIONS

Shopping Cart
0 item(s) - 0.00€

HOME COMPANY PRODUCTS SERVICES DOWNLOAD SHOP

SeismoStruct

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) to meet the analytical requirements posed by the modern assessment and design philosophy.

[More Details](#)

<http://www.seismosoft.com>

Version: 2.0

صفحه ۵۶۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



WebSite: 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.

صفحه ۵۶۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 2.0



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

همپایه نمودن شتابنگاشت‌ها:

قبل از اعمال شتابنگاشت‌ها به سازه بایستی آنها را همپایه نمایید. بدین معنی که قدرت آنها تقریباً در سطح طیف ارتجاعي 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.”

صفحه ۵۷۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 2.0

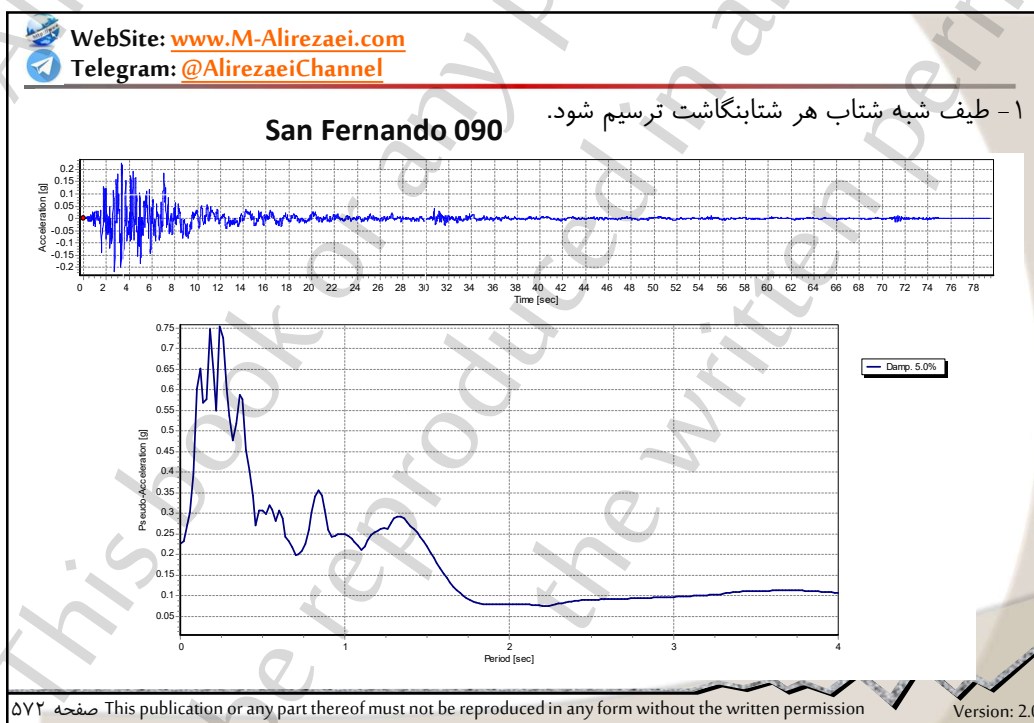
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

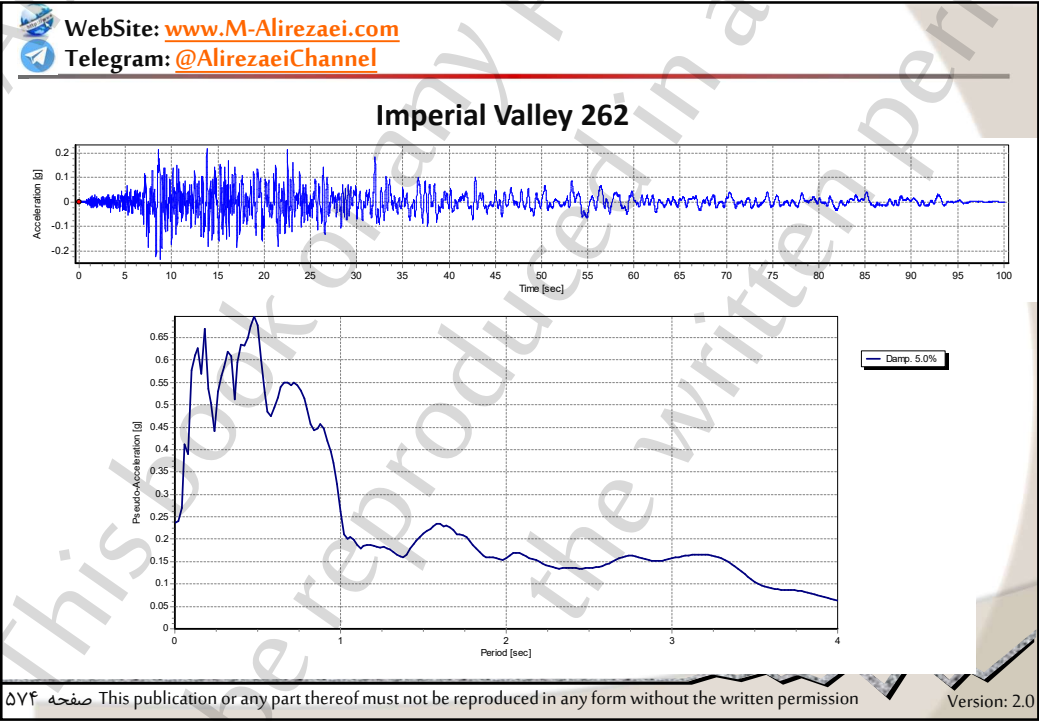
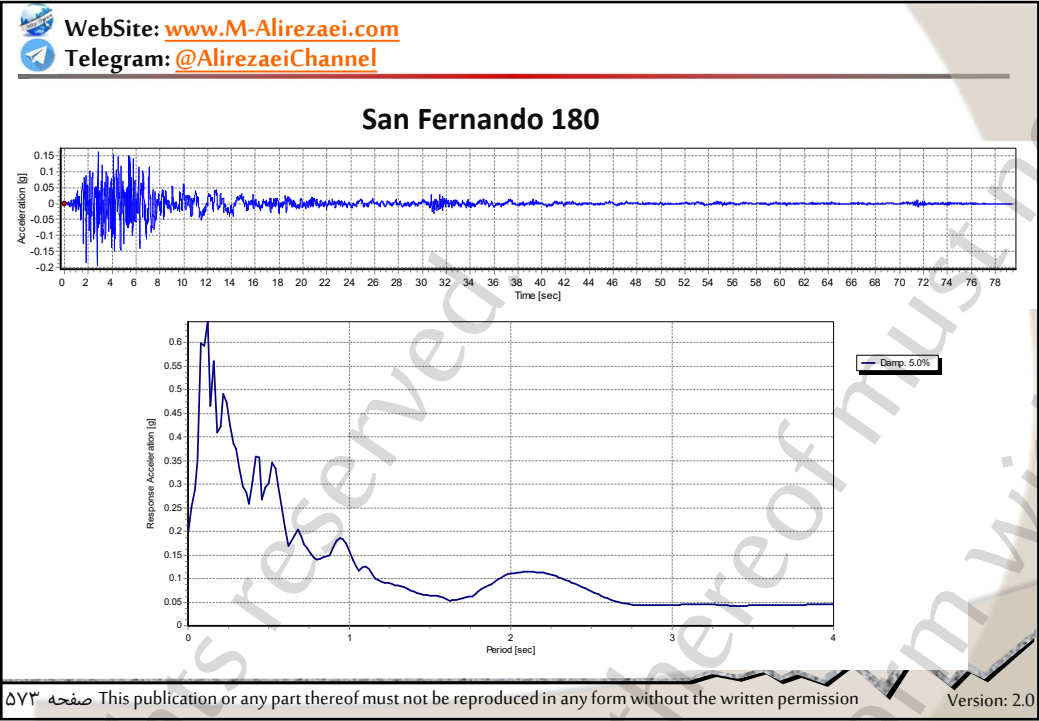
مثال) برای یک سازه با دوره تناوب 1.5 sec سه شتابنگاشت زیر را همپایه نمایید.

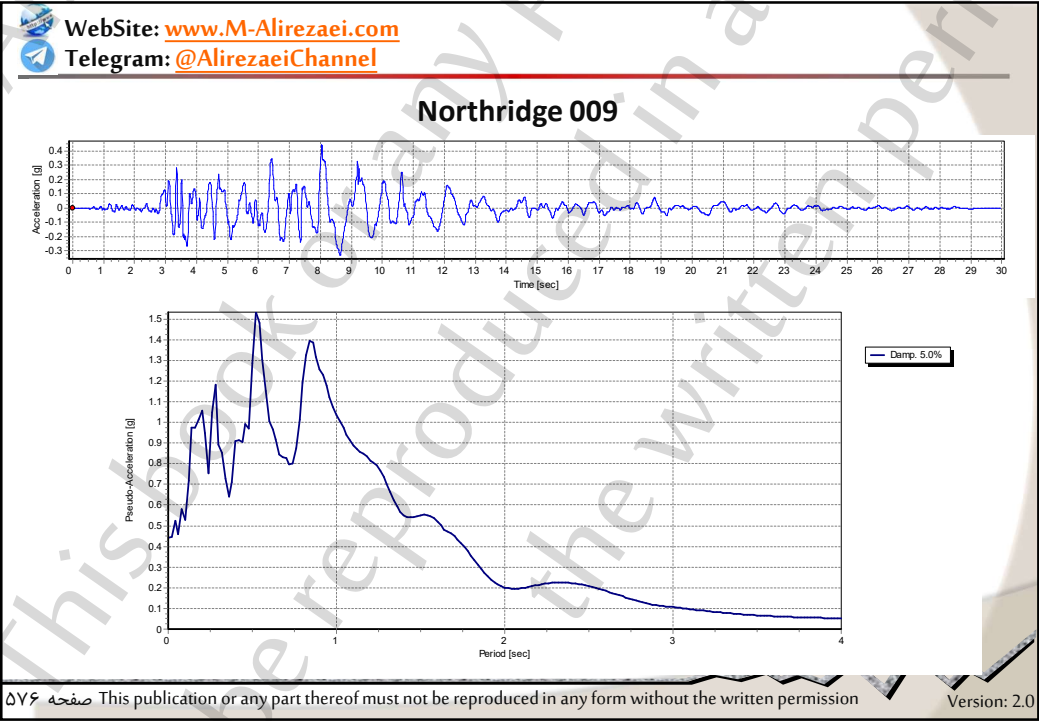
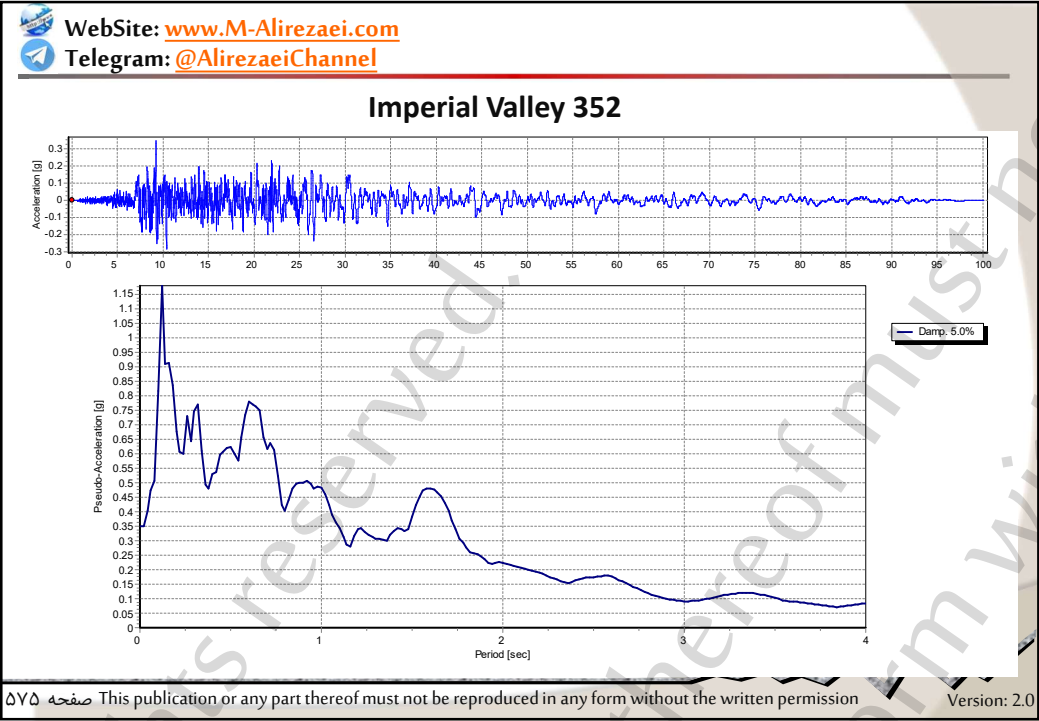
Suite of Ground Motions Used for Response History Analysis

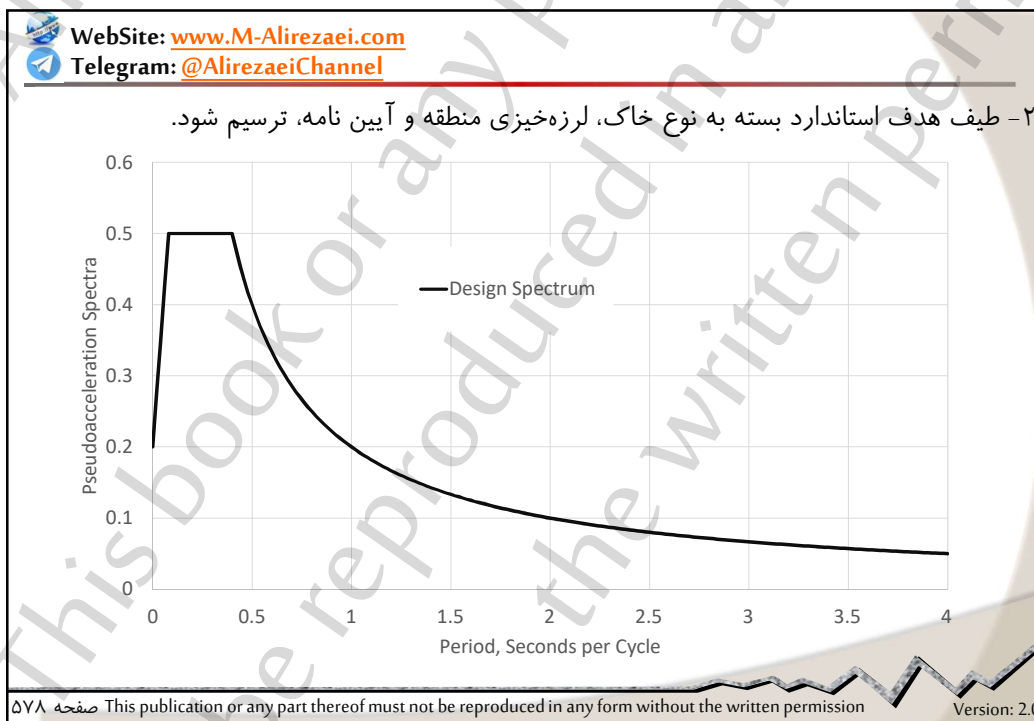
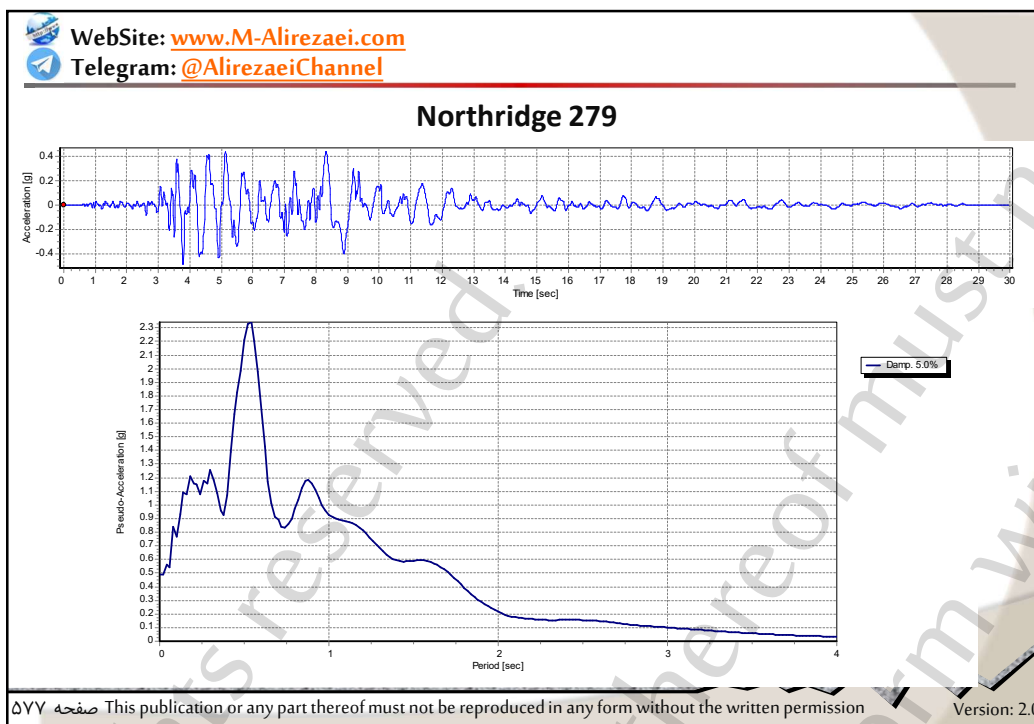
NGA Record Number	Magnitude [Epicenter Distance, km]	Site Class	Year	Component Source Motion	PGA (g)	Record Name (This Example)
68	6.6 [39.5]	D	1971	San Fernando 090 San Fernando 180	0.210 0.174	A00 A90
169	6.5 [33.7]	D	1979	Imperial Valley 262 Imperial Valley 352	0.238 0.351	B00 B90
953	6.7 [13.3]	D	1994	Northridge 009 Northridge 279	0.416 0.516	C00 C90

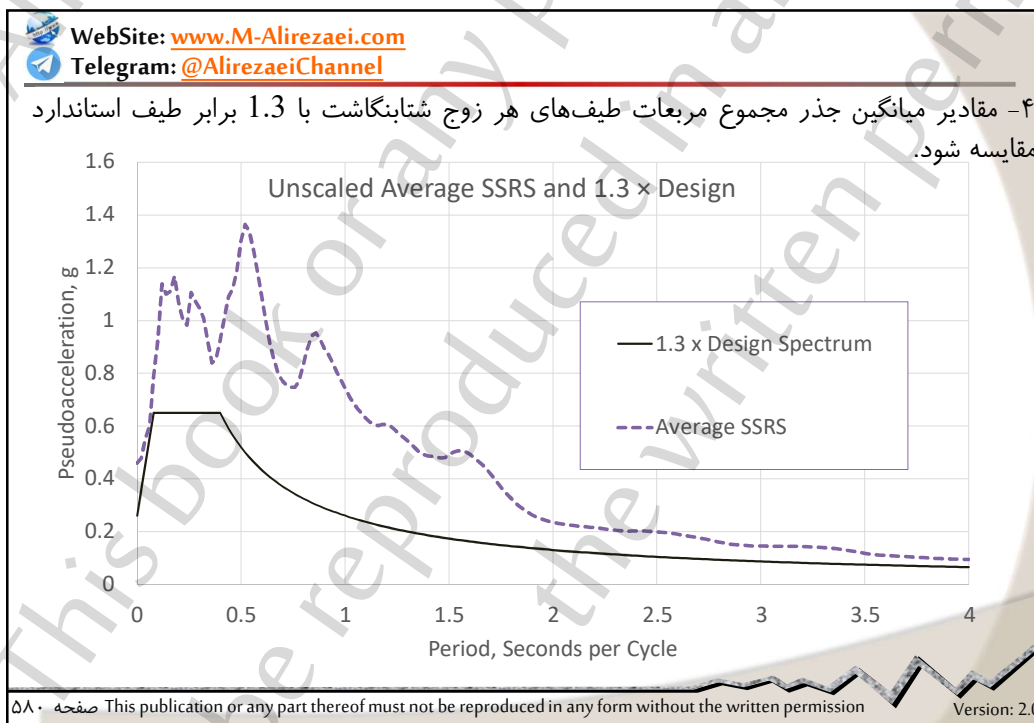
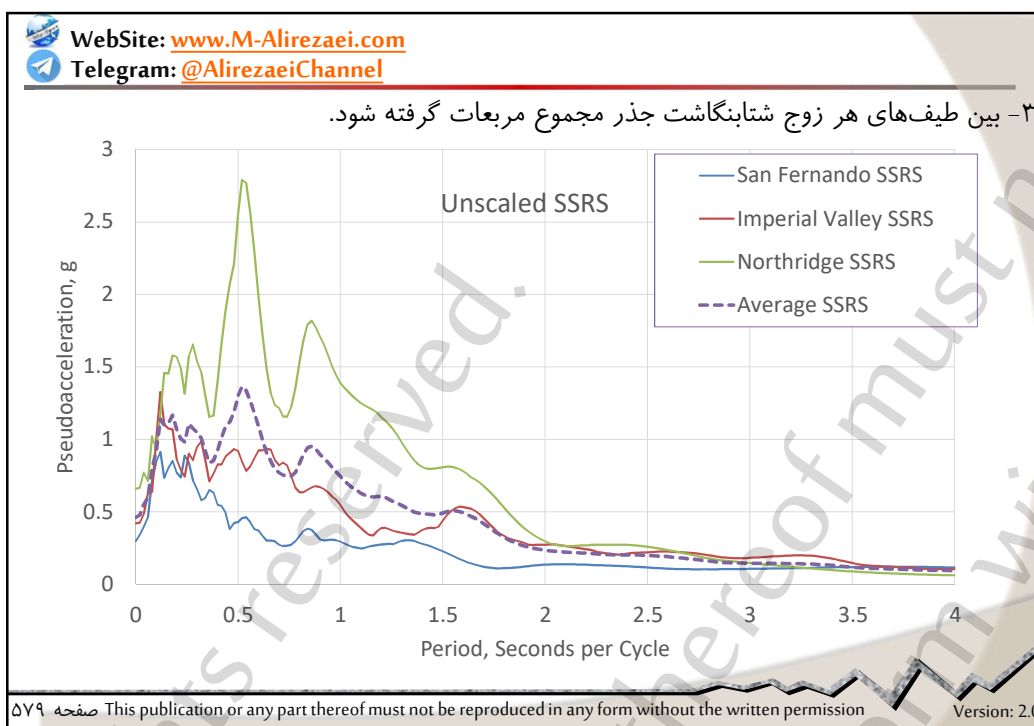
Δ۷۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0









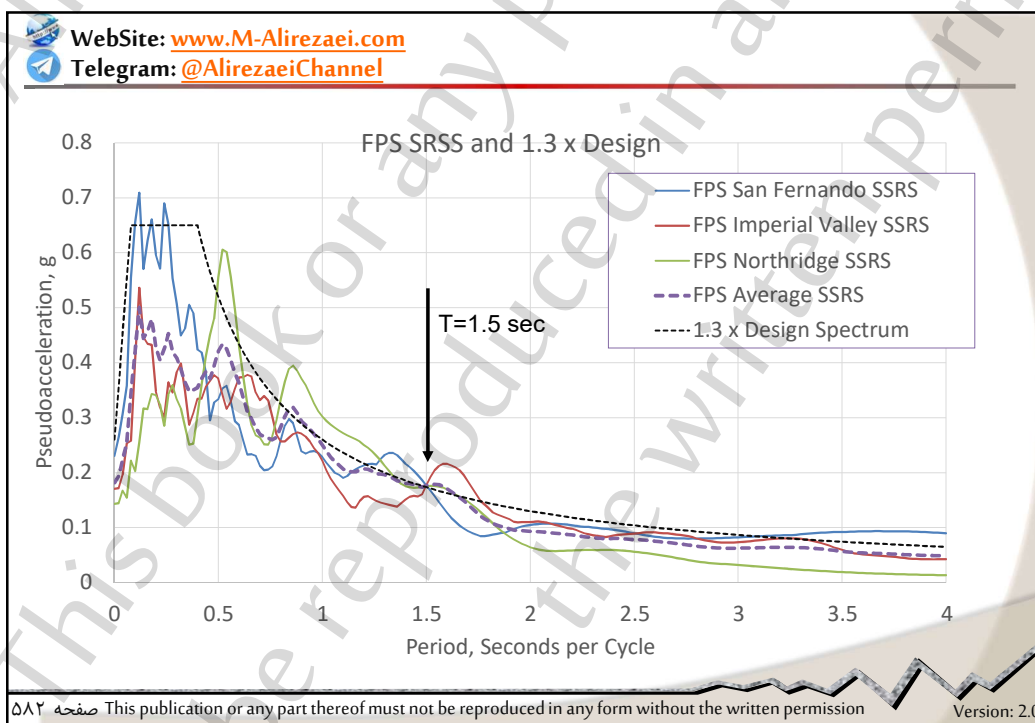


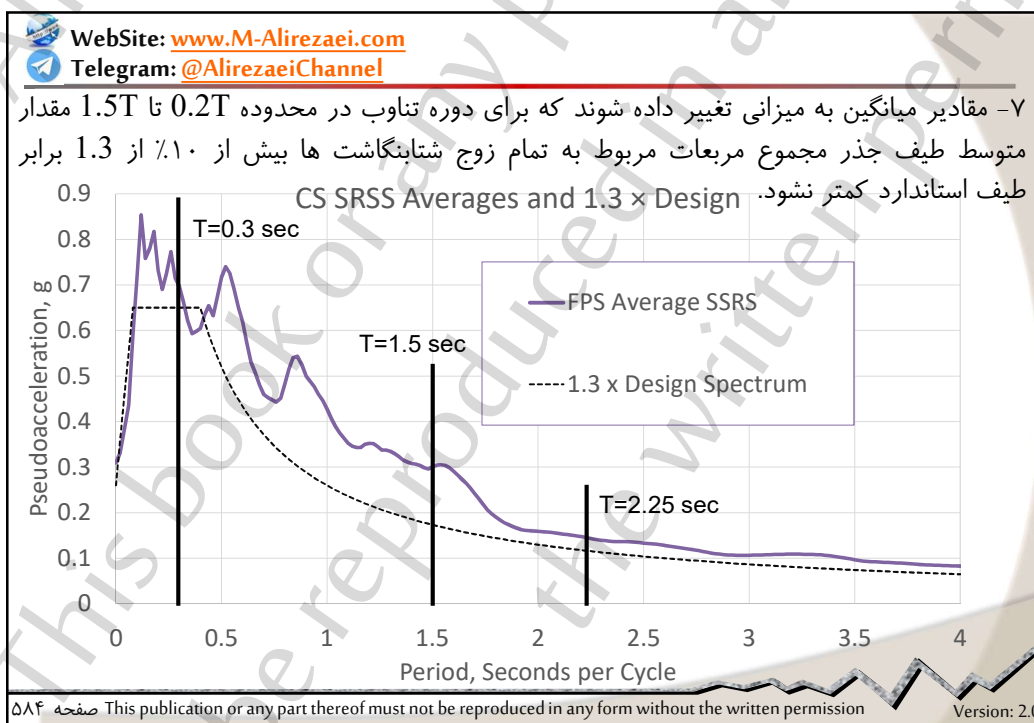
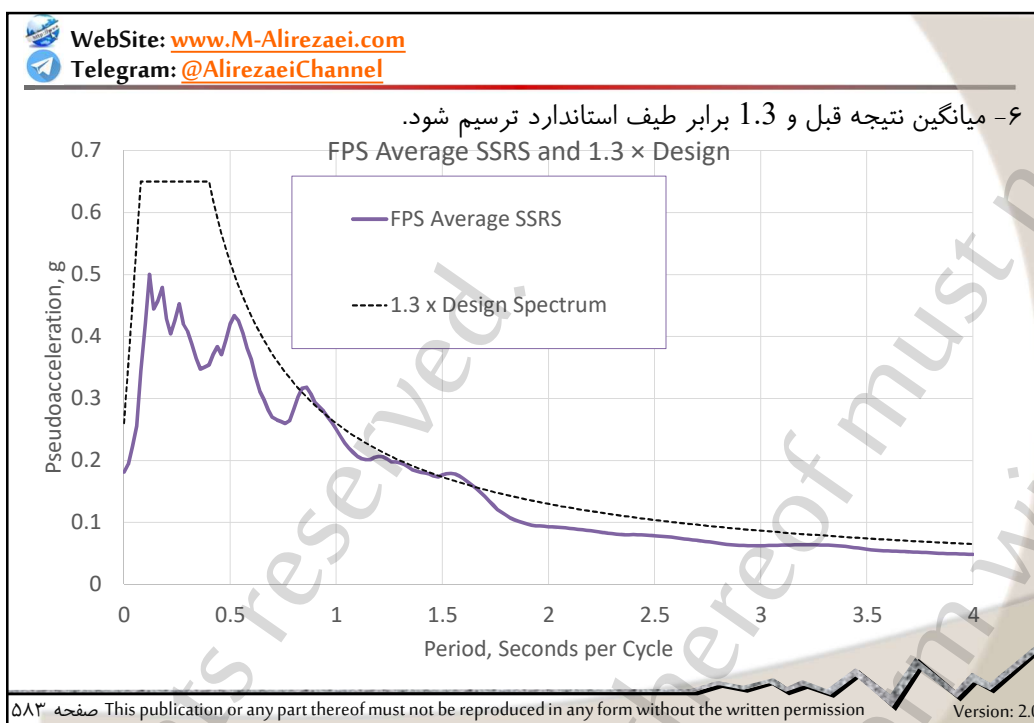
WebSite: www.M-Alirezaei.com
 Telegram: @AlirezaeiChannel

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.

$1.3 \times \text{design spectrum:}$	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: 2.0





WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

این ضریب برای نمودار قبل برابر 1.706 تعیین شد. حاصل ضرایب هر یک از زوج شتابنگاشت که از ضرب FPS هر مولفه (که برای هر زلزله متفاوت است) در ضریب بدست آمده در در گام قبل تعیین میشود. این ضرایب ملاک مقیاس نمودن مولفه ها قرار میگیرند.

در هر یک از مولفه های مربوط به خود ضرب شوند.

San Fernando SRSS:	$CS1 = 0.778 \times 1.706 = 1.38$
Imperial Valley SRSS:	$CS2 = 0.406 \times 1.706 = 0.693$
Northridge SRSS:	$CS3 = 0.219 \times 1.706 = 0.374$

Δ۵۵ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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.

Δ۵۶ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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

Δs

Version: 2.0

WebSite: 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: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

کنترل سازه برای شرایط بهره برداری

به منظور کاهش خسارات غیرسازه ای در زلزله خفیف باید سازه علاوه بر شرایط حدی نهایی برای شرایط بهره برداری نیز کنترل شود.

۱- تغییرمکان های سازه محدود شود.

۲- تنش های ایجاد شده در اجزا به مقدار قابل قبولی محدود گردد.

زلزله سطح بهره برداری = احتمال ۹۹/۵٪ در ۵۰ سال

طبق ۲۸۰۰، ساختمان های با اهمیت زیاد و خیلی زیاد، یا بلندتر از ۵۰ متر یا بیشتر از ۱۵ طبقه باید برای زلزله سطح بهره برداری کنترل شوند بطوری که قابلیت بهره برداری خود را حفظ نمایند.

تحت ترکیب بارهای بدون ضریب، در سازه های فولادی تلاش های ایجاد شده در اعضا نباید از مقاومت نهایی اسمی اعضاء بدون اعمال ضرایب کاهش مقاومت تجاوز نماید.

در سازه های بتنی بدون در نظر گرفتن ضریب کاهش مقاومت، تلاش های ایجاد شده از مقاومت نهایی اسمی فراتر نرود

تغییرمکان نسبی طبقات به ۰/۰۰۵ محدود شود.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @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 ملاحظه ای در بازتاب کل سازه نمی شود. ضرایب نیروهایی که برای اینگونه سازه ها به کار می رود، معمولاً بزرگتر از ضرایبی هستند که برای طراحی کل ساختمان مورد استفاده قرار می گیرند. اجزای غیرسازه ای را می توان به سه دسته کلی تقسیم نمود:

اجزای مربوط به معماری بنا

تاسیسات مکانیکی و الکتریکی ساختمان

محتویات درون ساختمان

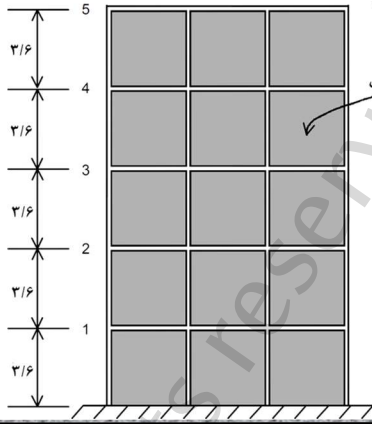
* ضوابط این بخش برای کلیه سازه های با اهمیت زیاد و خیلی زیاد و ساختمان های با اهمیت متوسط با تعداد طبقات بیش از ۸ طبقه را شامل میشود.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0



WebSite: 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.



$$F_p = \frac{0.4a_p A(1+S)I_p}{R_{pu}} \left(1 + 2 \frac{Z}{H} \right) W_p$$

صفحه ۵۹۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

طبق جدول ۴-۱، برای دیوار خارجی، $a_p=1.0$ و $R_{pu}=2.5$ می‌باشد. با فرض ضخامت ۳۰ سانتیمتر برای تیرهای بین طبقات، نیروی طراحی زلزله برای پانل طبقه چهارم به صورت زیر می‌باشد

$h_r = 18 \text{ m}$ $h_L = 11.1 \text{ m}$ $h_U = 14.1 \text{ m}$

$$F_p = \frac{0.4a_p A(1+S)I_p}{R_{pu}} \left(1 + 2 \frac{Z}{H} \right) W_p$$

$$F_{pU} = \frac{0.4 \times 1.0 \times 0.30(1+1.75) \times 1.0}{2.5} \left(1 + 2 \frac{14.1}{18} \right) W_p = 0.338 W_p$$

$$F_{pL} = \frac{0.4 \times 1.0 \times 0.30(1+1.75) \times 1.0}{2.5} \left(1 + 2 \frac{11.1}{18} \right) W_p = 0.295 W_p$$

$$F_{p4} = \frac{F_{pU} + F_{pL}}{2} = \frac{0.338 + 0.295}{2} W_p = 0.316 W_p = 0.316 \times 6.5 = 2.0 \text{ ton}$$

صفحه ۵۹۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) قاب زیر که دو عضو غیرسازه‌ای و شکل‌پذیر بر روی آن است را در نظر بگیرید. نیروی جانبی هر یک از اجزاء غیرسازه‌ای را تعیین نمایید. وزن اجزای الحاقی برابر ۴/۵ تن و ساختمان مسکونی می‌باشد.

تجهیزات شکل‌پذیر

تراز بام

2

1

۳/۶۵

۳/۶۵

۳/۶۵

$$F_p = \frac{0.4a_p A(1+S)I_p}{R_{pu}} \left(1 + 2\frac{Z}{H}\right) W_p$$

۵۹۵ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

برای جزء موجود در طبقه همکف داریم:

$$V_{pu} = \frac{0.4a_p A(1+S)I_p}{R_{pu}} \left(1 + 2\frac{Z}{H}\right) W_p$$

$$V_{pu} = \frac{0.4 \times 2.5 \times 0.3(1+1.75) \times 1.0}{3} \left(1 + 2\frac{0}{10.95}\right) \times 4.5 = 1.23 \text{ ton}$$

$$V_{pu(\min)} = 0.3A(1+S)I_p W_p = 0.3 \times 0.3 \times (1+1.75) \times 1.0 \times 4.5 = 1.11 \text{ ton}$$

$$V_{pu(\max)} = 1.6A(1+S)I_p W_p = 1.6 \times 0.3 \times (1+1.75) \times 1.0 \times 4.5 = 5.94 \text{ ton}$$

۵۹۶ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

برای جزء موجود در طبقه بالا داریم:

$$V_{pu} = \frac{0.4a_p A(1+S)I_p}{R_{pu}} \left(1 + 2\frac{Z}{H}\right) W_p$$

$$V_{pu} = \frac{0.4 \times 2.5 \times 0.3(1+1.75) \times 1.0}{3} \left(1 + 2\frac{10.95}{10.95}\right) \times 4.5 = 3.96 \text{ ton}$$

$$V_{pu(\min)} = 0.3A(1+S)I_p W_p = 0.3 \times 0.3 \times (1+1.75) \times 1.0 \times 4.5 = 1.11 \text{ ton}$$

$$V_{pu(\max)} = 1.6A(1+S)I_p W_p = 1.6 \times 0.3 \times (1+1.75) \times 1.0 \times 4.5 = 5.94 \text{ ton}$$

این مجوز یا هر بخش از آن بدون اجازه کتبی تکرار نمی‌شود. Version: 2.0

WebSite: 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 ثقیلی نیز هست.

انواع دیافراگم

- انعطاف پذیر
- نیمه صلب
- 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.

این مجوز یا هر بخش از آن بدون اجازه کتبی تکرار نمی‌شود. Version: 2.0





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

استاندارد ۲۸۰۰ بند ۳-۸

دیافراگم‌ها که معمولاً کف‌های سازه‌های تحمل‌کننده بارهای ثقلی در ساختمان‌ها هستند، در هنگام وقوع زلزله وظیفه انتقال نیروهای ایجاد شده در کف‌ها را به عناصر قائم باربر جانبی بر عهده دارند. این دیافراگم‌ها باید در برابر تغییرشکل‌های افقی که در آنها ایجاد می‌شود، مقاومت و سختی کافی را دارا باشند.

۳-۸-۱ در تحلیل سازه ساختمان اثر صلبیت دیافراگم‌ها باید به طور مناسب در نظر گرفته شود. به طور کلی دیافراگم‌ها به سه دسته نرم، نیمه صلب و صلب تقسیم می‌شوند.

الف- در دیافراگم‌هایی که حداکثر تغییر شکل افقی ایجاد شده در آنها تحت اثر نیروی جانبی زلزله، بند (۳-۳-۶) بیش از دو برابر تغییر مکان نسبی متوسط طبقه باشد، دیافراگم نرم تلقی می‌شود. دیافراگم‌های از نوع چوبی یا ورق‌های فلزی تقویت نشده بدون پوشش بتن در سازه‌های دارای سیستم جانبی با دیوارهای برشی یا قاب‌های مهاربندی شده ممکن است در این دسته قرار گیرند.

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

Version: 2.0



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

ASCE7-10

12.3.1.2 Rigid Diaphragm Condition

Diaphragms of concrete slabs or concrete filled metal deck with span-to-depth ratios of 3 or less in structures that have no horizontal irregularities are permitted to be idealized as rigid.

طبق ASCE7، دیافراگم‌های بتنی یا عرشه فولادی با نسبت دهانه به عمق از ۳ یا کمتر که سازه دارای نامنظمی در پلان نیست را می‌توان بصورت صلب در نظر گرفت.

استاندارد ۲۸۰۰ (صفحه ۴۹)

ب- در دیافراگم‌هایی که حداکثر تغییر شکل افقی ایجاد شده در آنها تحت اثر نیروی جانبی زلزله کمتر از نصف تغییر مکان نسبی متوسط طبقه باشد، دیافراگم صلب تلقی می‌شود. دیافراگم‌های از نوع دال بتنی یا ورق‌های فلزی همراه با بتن آرمه رویه دارای نسبت دهانه به عرض ۳ یا کمتر که دارای هیچیک از نامنظمی‌های مندرج در بند (۱-۷-۱) نباشند، ممکن است در این دسته قرار گیرند.

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

Version: 2.0



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

ASCE7-10

12.3.1.3 Calculated Flexible Diaphragm Condition

Diaphragms not satisfying the conditions of Sections 12.3.1.1 or 12.3.1.2 are permitted to be idealized as flexible where the computed maximum in-plane deflection of the diaphragm under lateral load is more than two times the average story drift of adjoining vertical elements of the seismic force resisting system of the associated story under equivalent tributary lateral load as shown in Fig. 12.3-1. The loadings used for this calculation shall be those prescribed by Section 12.8.

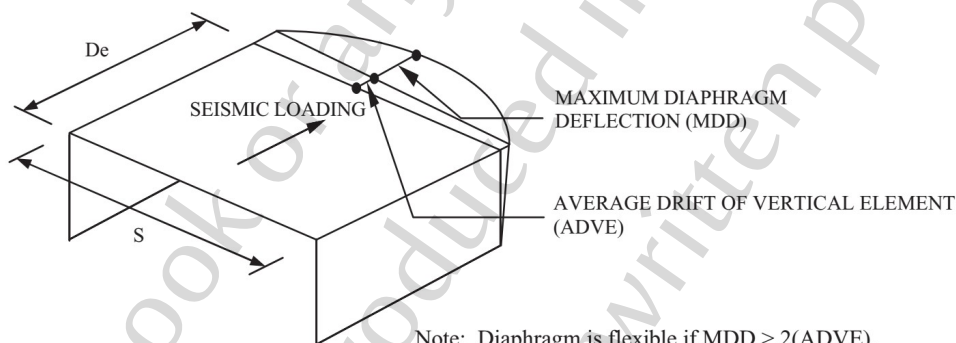
طبق ASCE7، اجازه داده میشود، برای تعیین نرمی دیافراگم تحت نیروهای جانبی جابجایی دیافراگم و طبقه با هم مقایسه شود. این مورد در ۲۸۰۰ هم به همین شکل است.

صفحه ۶۰۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 2.0

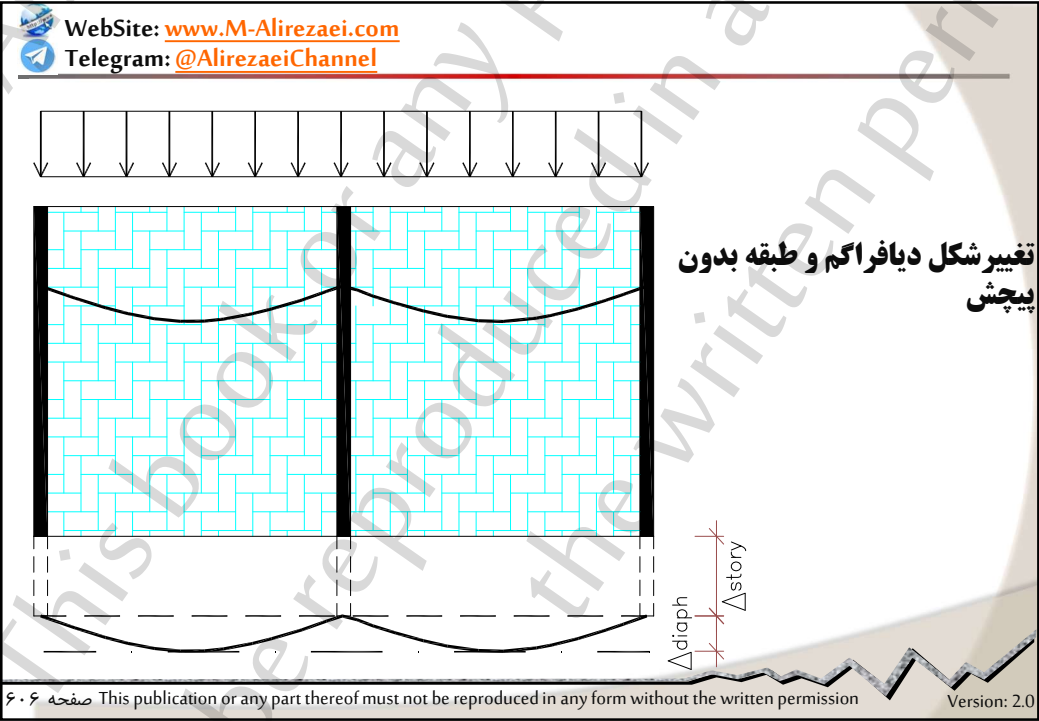
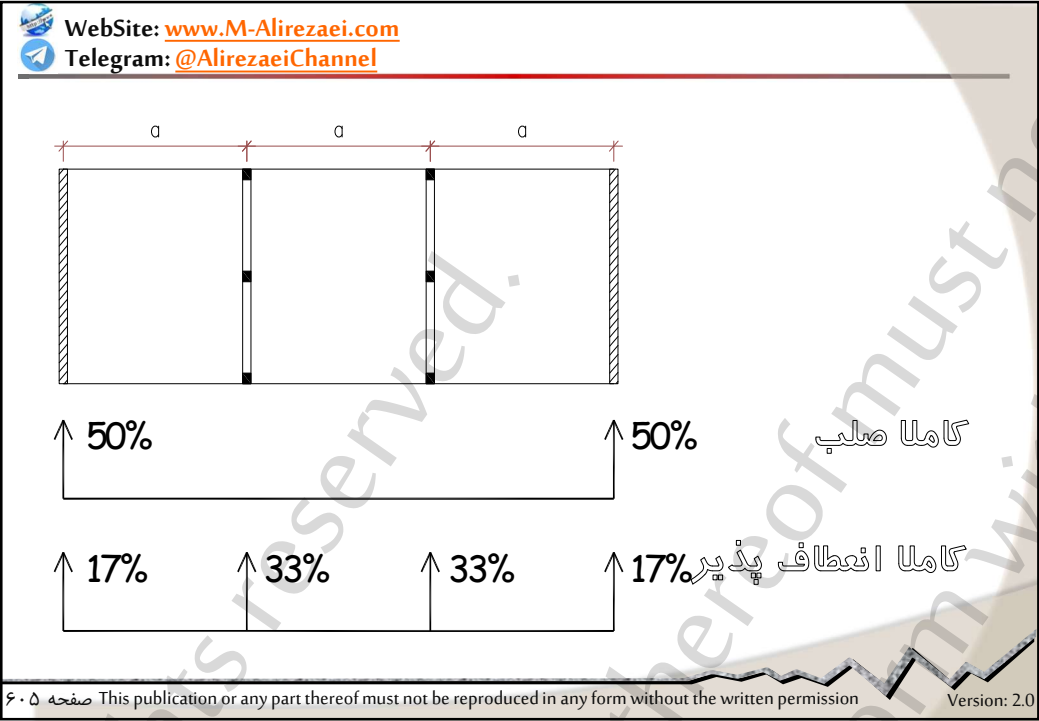


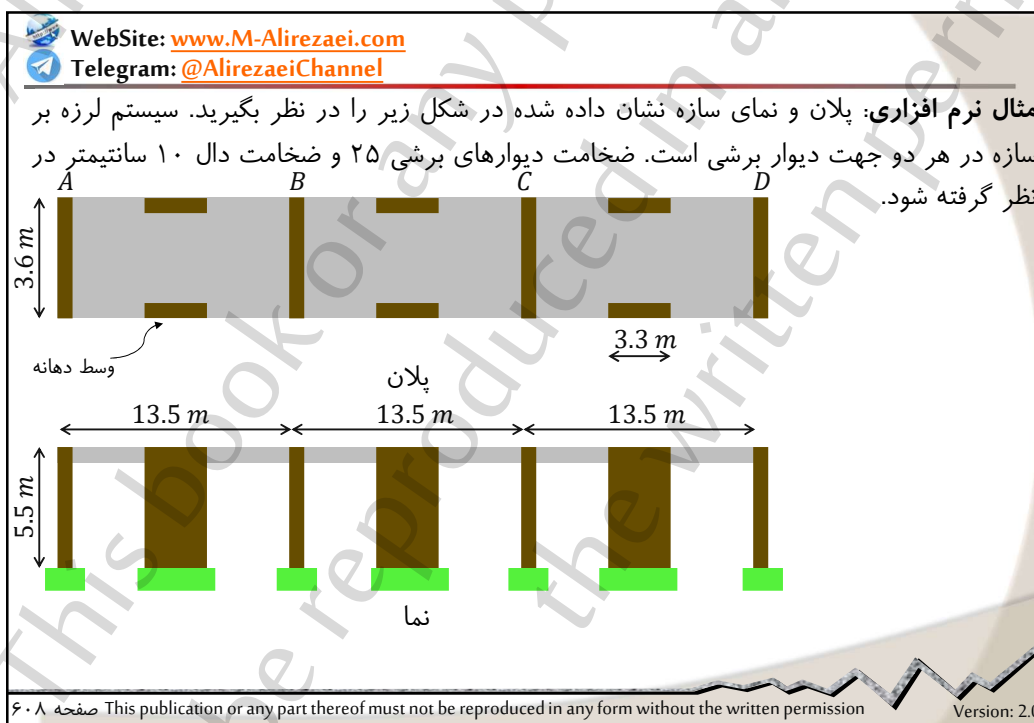
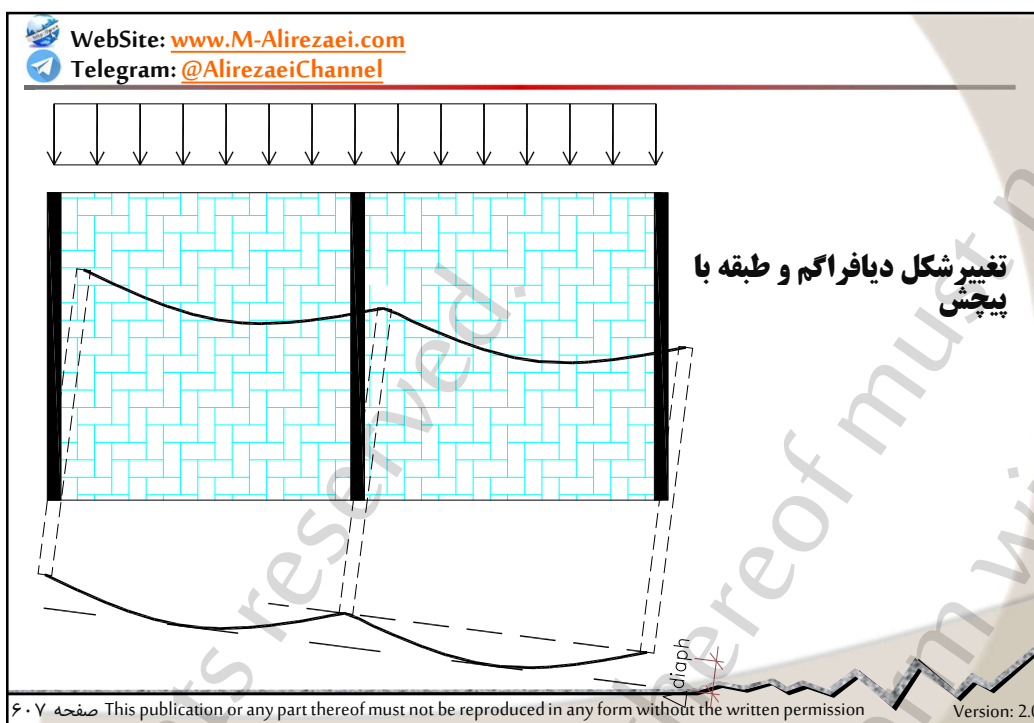
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)



صفحه ۶۰۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 2.0

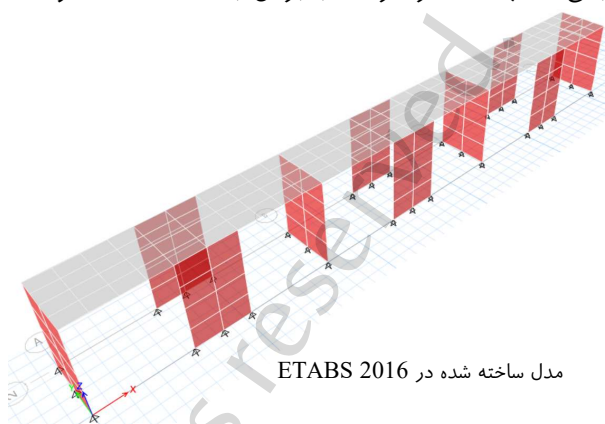




WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

$$\text{نسبت دهانه به عمق} = \frac{13.5}{3.6} = 3.75$$

همانطور که دیده می‌شود، نسبت طول به دهانه برای دیافراگم از ۳ بیشتر شده و طبق ۲۸۰۰ و ASCE7 نمی‌توان آن را بدون هیچ محاسباتی صلب در نظر گرفت. بنابراین باید مدلسازی صورت گیرد.

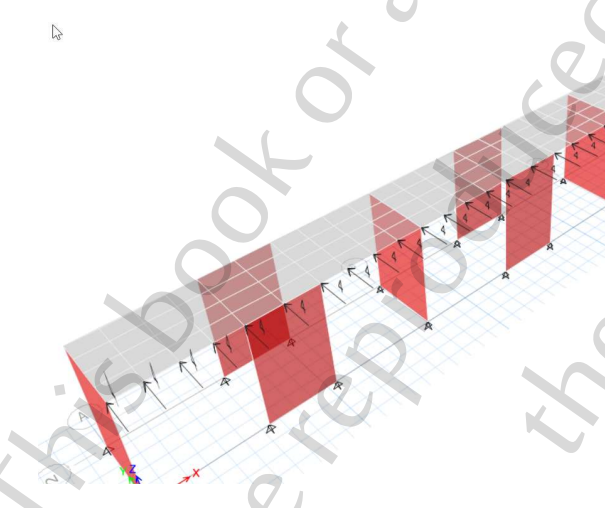


مدل ساخته شده در ETABS 2016

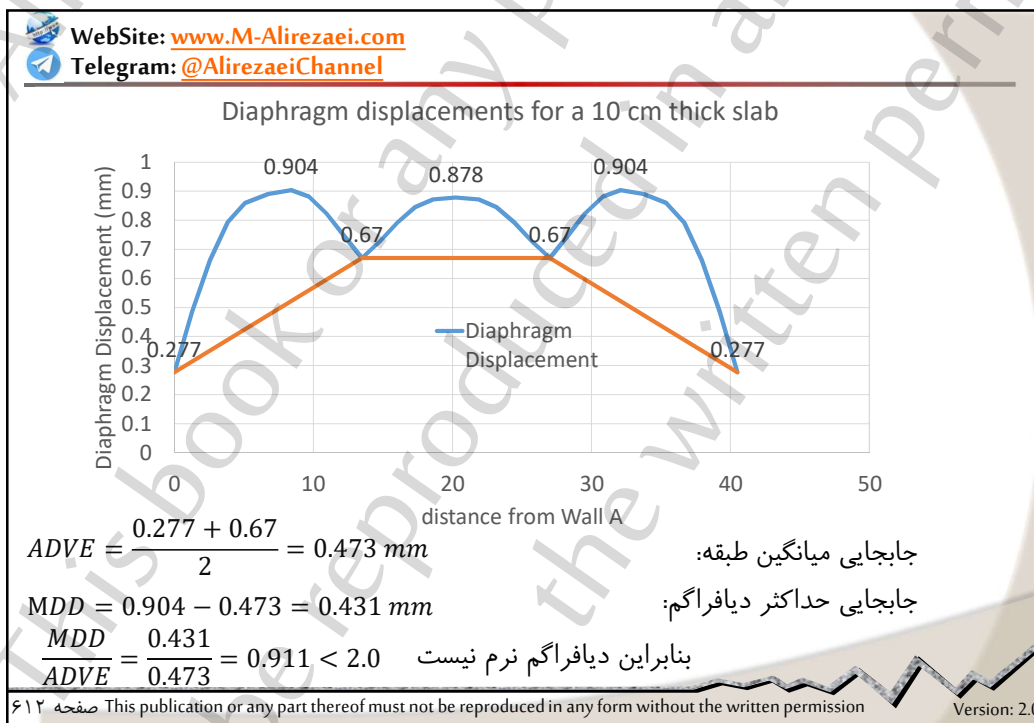
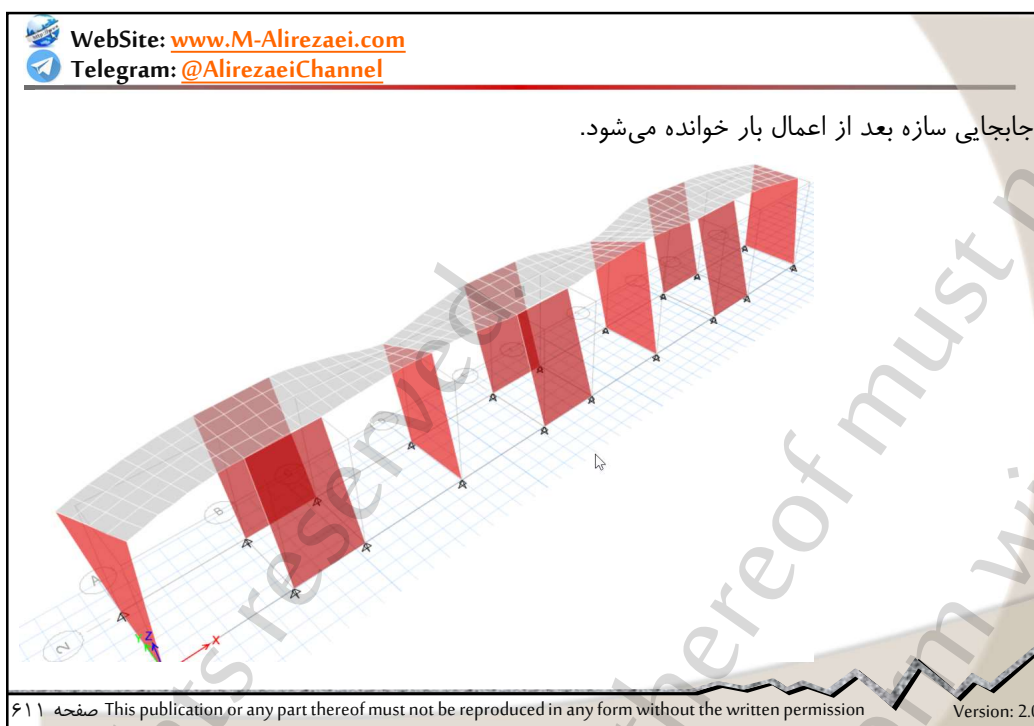
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0

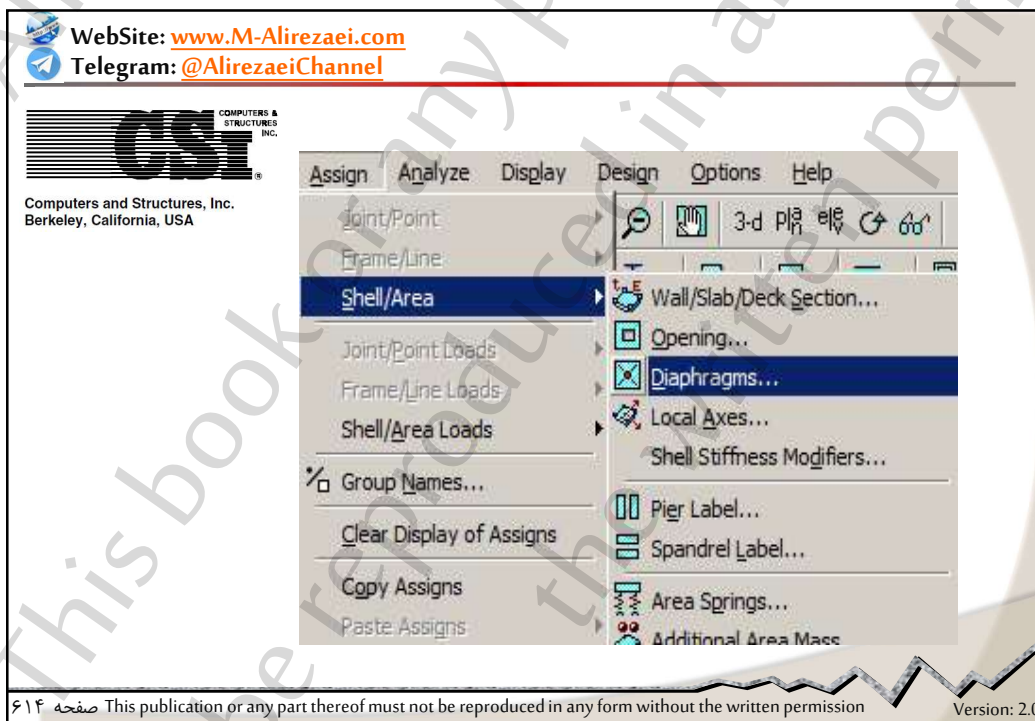
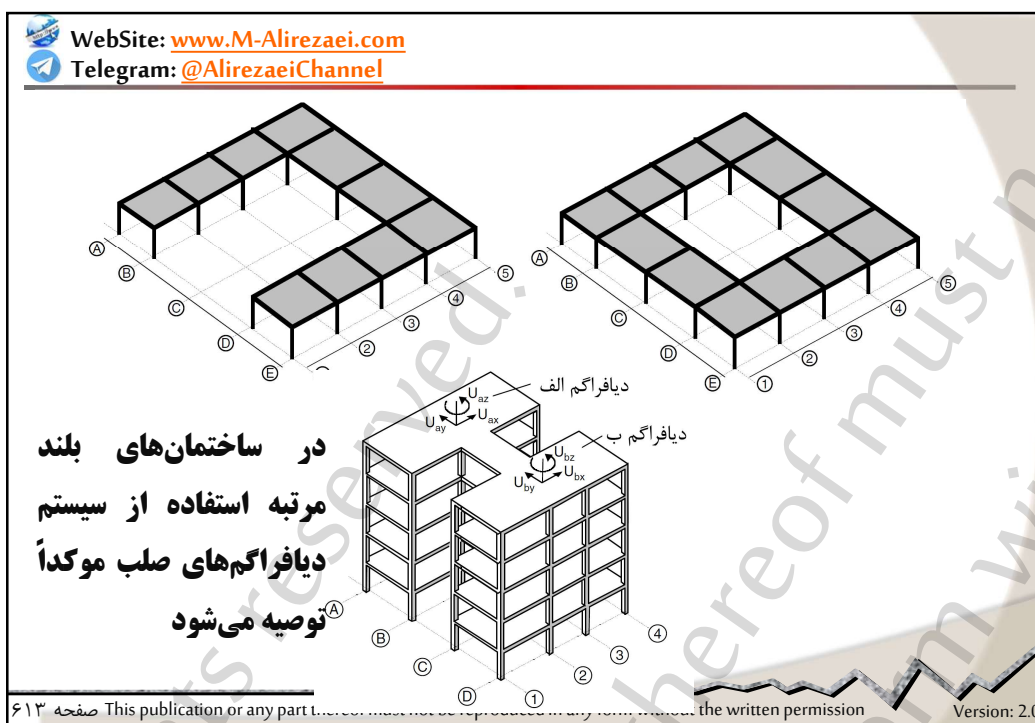
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

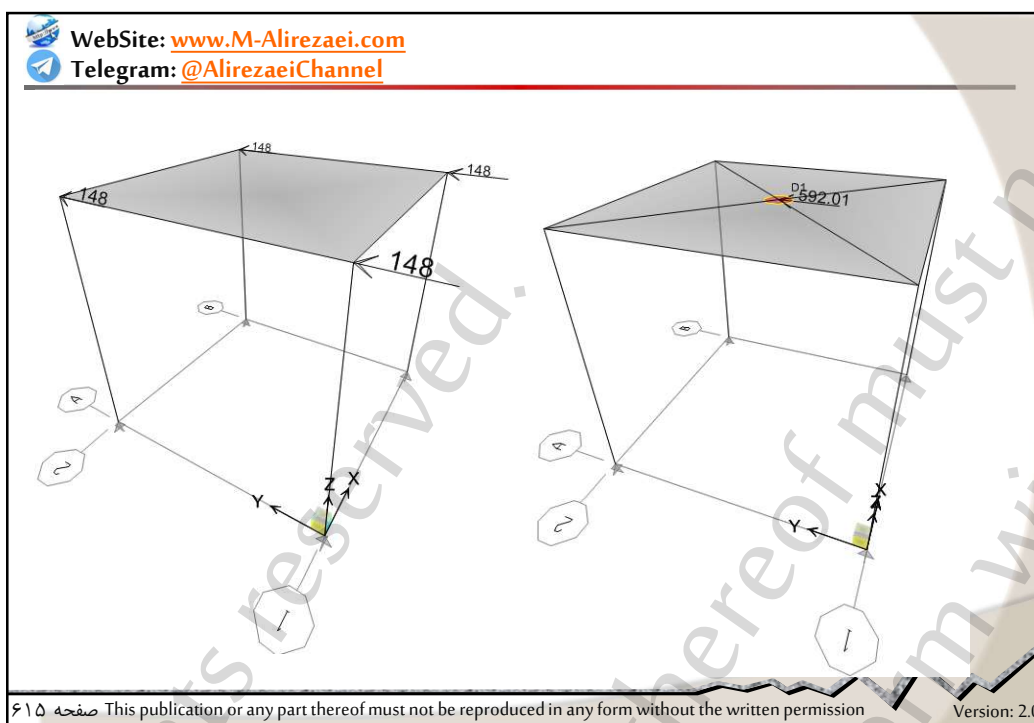
به گره‌های سازه بر روی لبه در جهت محور Y نیروهایی به میزان ۴ تن وارد می‌شود.



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 2.0







WebSite: 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 برای برخی از آنها با تقریب خوب می‌توان به المان‌های تیر و صفحه ای تبدیل شوند.
- در مدلسازی معمولا 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 ۶۱۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

General Solid
اگر ضخامت ناچیز باشد
↓
Plate/ Shell

اگر B و H خیلی کمتر از L باشند

Beam Element

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 ۶۱۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

روش‌های مختلف مدل‌سازی یک سازه واقعی...

(a) Real Structure

(b) Solid Model

(c) 3D Plate-Frame

(d) 3D Frame

(e) 2D Frame

Fig. 1 Various Ways to Model a Real Structure

صفحه ۶۱۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: 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.

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

The Shell Element

Face 6: Top (+3 face)
Face 5: Bottom (-3 face)

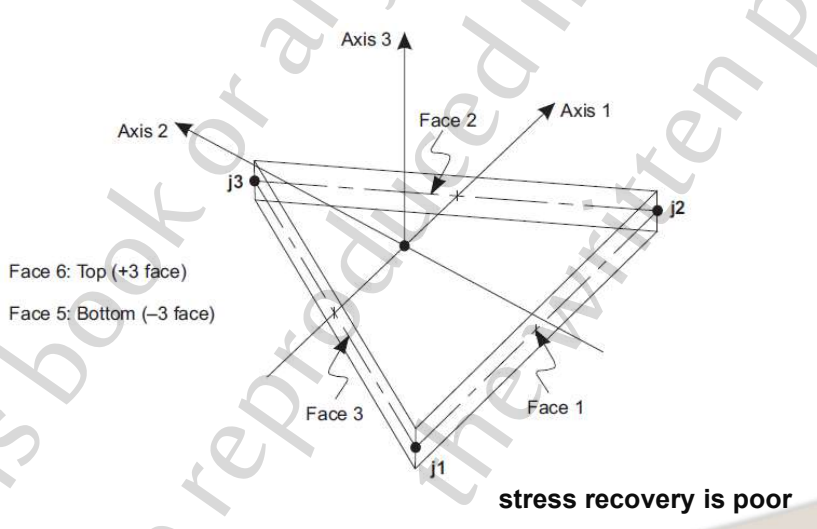
Version: 2.0

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

- * The inside angle at each corner must be less than 180° . Best results for the quadrilateral will be obtained when these angles are near 90° , or at least in the range of 45° to 135° .
- * 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.

صفحه ۶۲۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

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

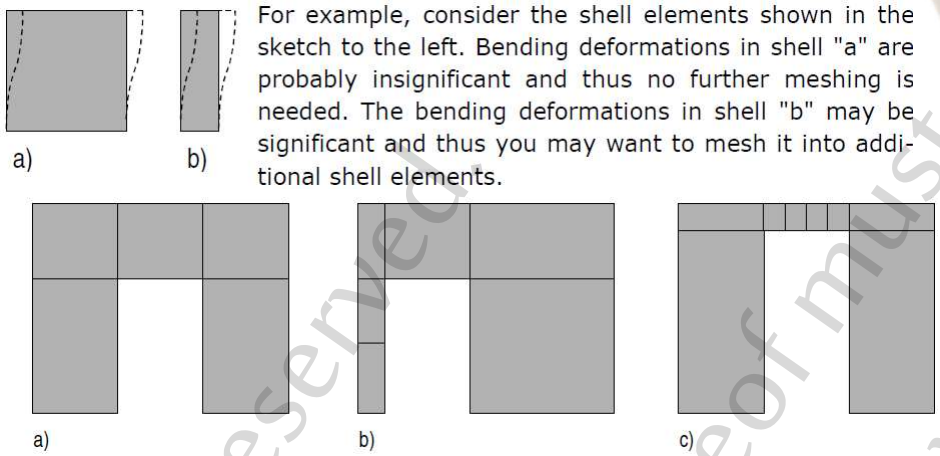


The diagram shows a quadrilateral element with vertices labeled $j1$, $j2$, and $j3$. Three coordinate axes are shown: Axis 1, Axis 2, and Axis 3. The faces of the element are labeled: Face 1, Face 2, Face 3, Face 4, Face 5: Bottom (-3 face), and Face 6: Top ($+3$ face). The text "stress recovery is poor" is written near the bottom right of the element.

صفحه ۶۲۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0



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



For example, consider the shell elements shown in the sketch to the left. Bending deformations in shell "a" are probably insignificant and thus no further meshing is needed. The bending deformations in shell "b" may be significant and thus you may want to mesh it into additional shell elements.

a) aspect ratio of the shell elements is good

b) left pier becomes slender. In that case, bending deformations may be significant in that pier, and thus, it is meshed into two shell elements

c) As the spandrel becomes more slender, you may want to use a frame element to model it.

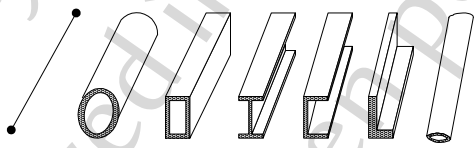
Version: 2.0



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

1 D Elements (Beam type)

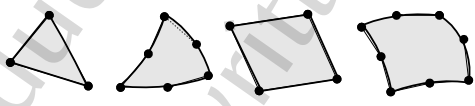
Can be used in 1D, 2D and 3D
2-3 Nodes. A, I etc.



Truss and Beam Elements (1D,2D,3D)

2 D Elements (Plate type)

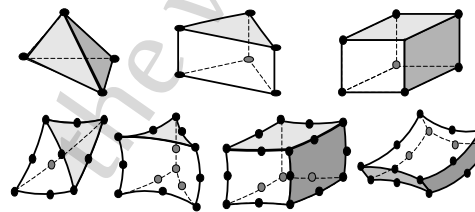
Can be used in 2D and 3D Model
3-9 nodes. Thickness



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

Version: 2.0

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

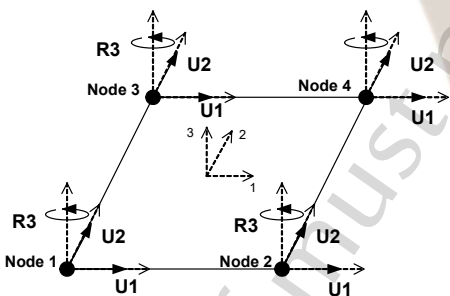
Application

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



Version: 2.0

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

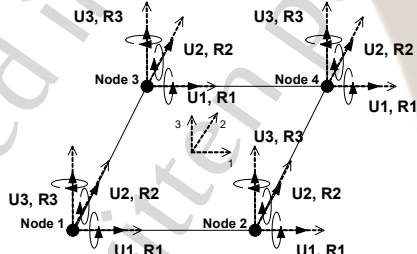
Application

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: 2.0

WebSite: 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

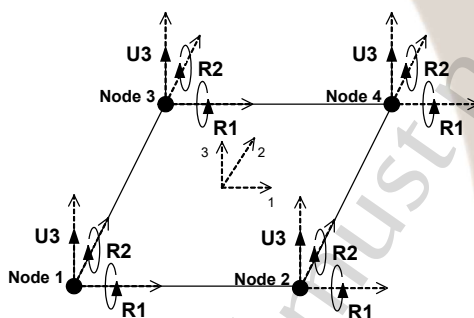
Application

For Modeling surface elements carrying out of plane loads

Building Specific Application

For representing floor slabs for Vertical Load Analysis
Model slabs

Plate



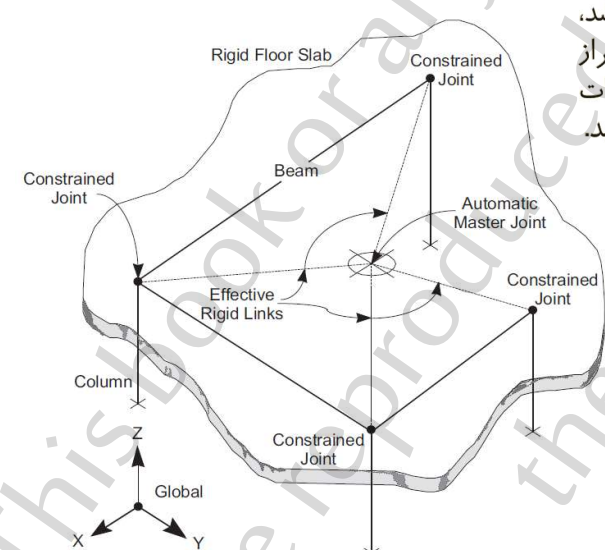
Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

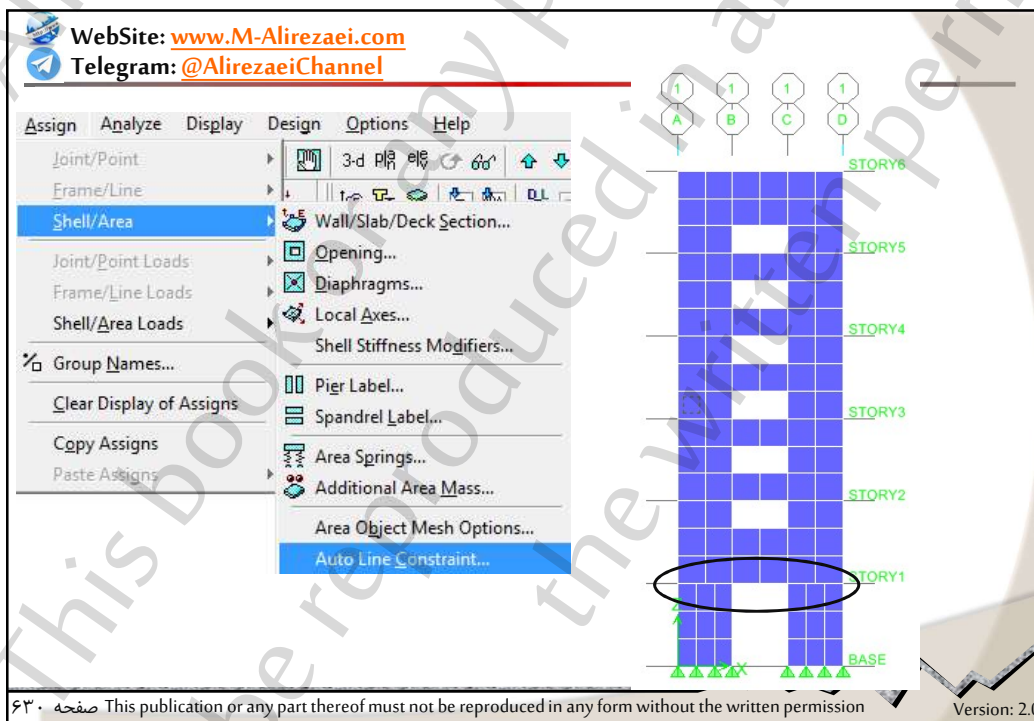
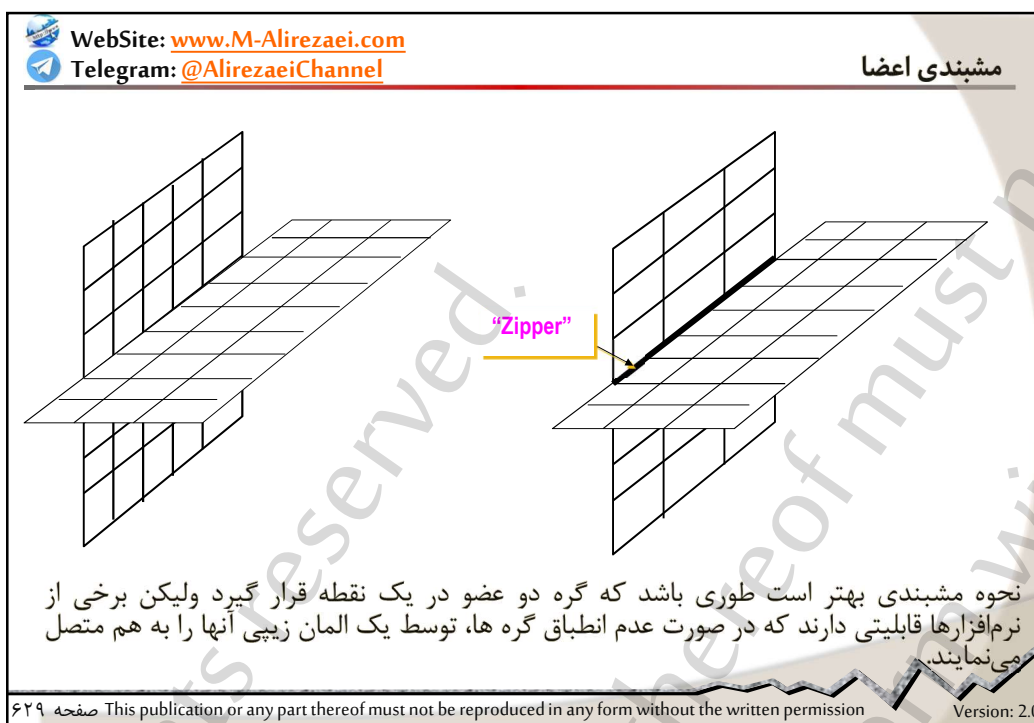
دیافراگم صلب

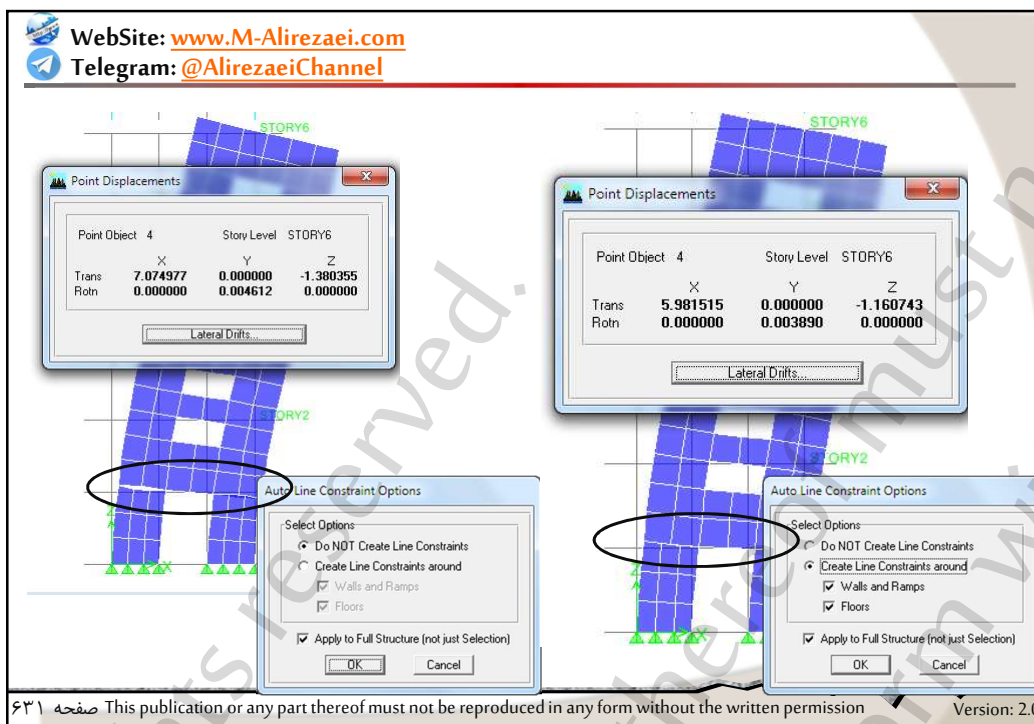
درحالتی که سیستم سقف صلب باشد، می‌توان تمام گره‌های موجود در آن تراز را به هم مقید نمود. در این حالت درجات آزادی سقف به سه درجه کاهش می‌یابد.

Use of the Diaphragm Constraint to Model a Rigid Floor Slab



Version: 2.0





WebSite: 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

$$Q = 0.278 \times 10^{-6} Ai$$

که در آن A شدت بارش طرح با مدت زمان یک ساعت تداوم در محل و i مساحت بام بر حسب متر مربع که برای یک شبکه زهکشی به کار می‌رود.

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

مثال) یک بام به مساحت ۱۸۵ متر مربع با شیب ۲٪ توسط جانبناه با یک مسیر سرریز آب محصور شده است. میزان شدت بارش باران برابر ۵۰ میلیمتر بر ساعت می‌باشد. 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.

Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @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.

۶۳۵ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

باتشکر از توجه شما...

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 2.0