



	WebSite: www.M-Alirezaei.com Telegram: @AlirezaeiChannel	فهرست مطالب
	1	مقدمت به سبزی لرزه‌ای
	2	گردآوری مدارک و اطلاعات، شناخت وضع موجود
	3	روش‌های تحلیل
	4	ساخته وین
	5	سازه‌ها و اجزای فولادی
	6	سازه‌ها و اجزای بتنی
	7	ساختمان‌ها و اجزای مصالح بتنی
	8	رابطه‌های میان مصالح
	9	به سبزی اجزای غیر سازه‌ای
	10	سازه‌های جدا سازه لرزه‌ای و اتلاف انرژی
	11	به سبزی سازه
	12	مثال‌های کاربردی در نرم افزار

Version: 1.0

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

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

Version: 1.0

نسخه انتشار: زمستان ۹۶

این جزوه برای استفاده در کلاس‌های تحلیل غیرارتجاعي و طراحی براساس عملکرد و مباحث مرتبط تهیه شده است و استفاده تنها از آن ممکن است چندان گویا نباشد.

این جزوه به مرور تکمیل خواهد شد.

سعی شده در این جزوه مباحث مهم در ارتباط با طراحی براساس عملکرد و همچنین مفاهیم پایه در ارتباط با تحلیل غیرارتجاعي سازه‌ها 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 صفحه ۳

Version: 1.0

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

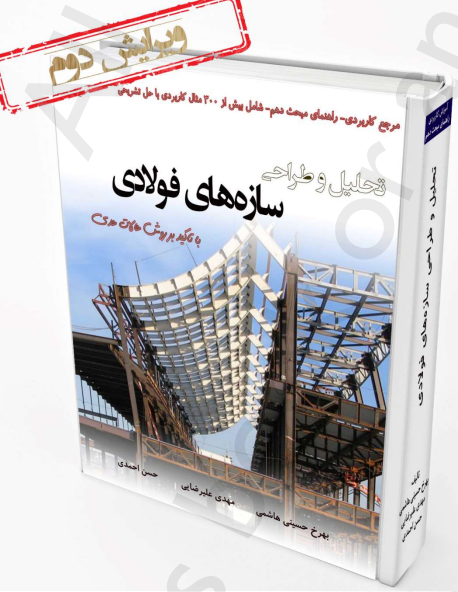
تالیف:

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 صفحه ۴

Version: 1.0

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

برای دریافت آخرین نسخه از آموزشها می‌توانید عضو کانال تلگرامی @AlirezaeiChannel شوید.

Version: 1.0

صفحه ۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

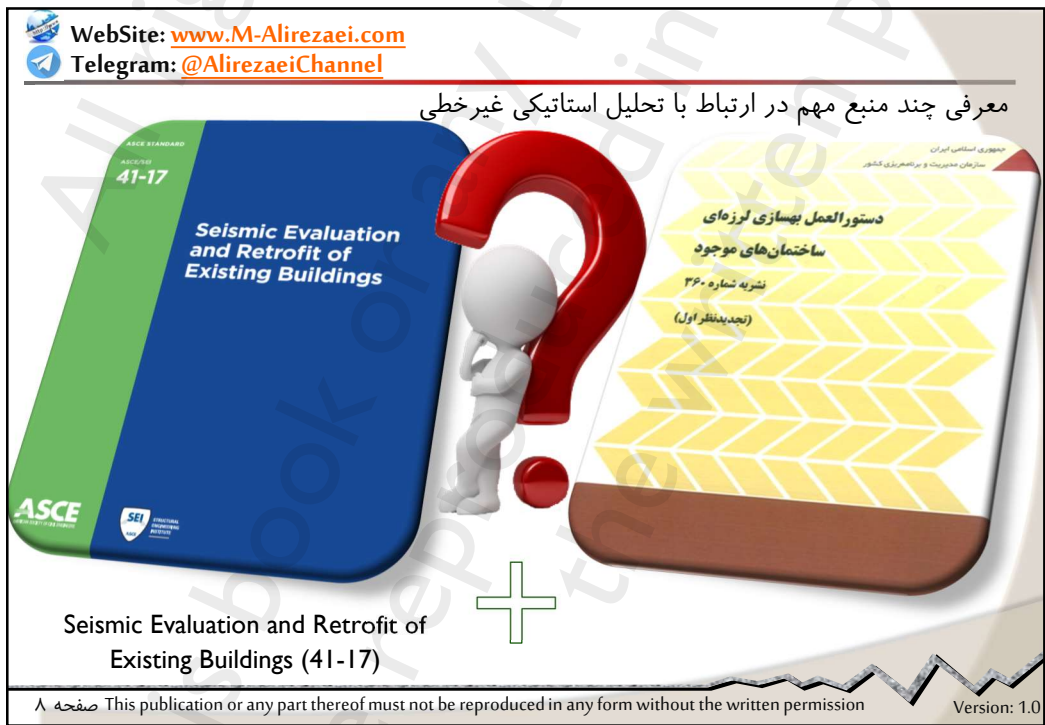
WebSite: www.M-Alirezaei.com
 Telegram: @AlirezaeiChannel

چند تبدیل واحد مهم

طول	1 m = 3.2808 ft = 1.0936 yd	1 m = 3.2808 ft = 1.0936 yd
	1 cm = 0.3937 in.	1 in. = 2.54 cm
مساحت	1 in. = 2.54 cm	1 mile = 0.869 nautical mile = 1.6093 km
	1 m ² = 10.7643 ft ²	1 ft ² = 0.0929 m ²
حجم	1 km ² = 0.3861 mi ²	1 mi ² = 2.59 km ²
	1 L = 0.2642 gal	1 gal = 4 qt = 3.7854 L
جرم	1 ml = 1 cm ³	1 ft ³ = 7.481 gal = 28.32 L
	1 g = 0.0353 oz	1 oz = 28.3495 g
نیرو	1 kg = 2.2046 lb	1 lb = 0.4536 kg
	1 lb = 0.4536 kg	1 lbf = 4.4482 N

Version: 1.0

صفحه ۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



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

معرفی چند منبع مهم در ارتباط با تحلیل استاتیکی غیرخطی



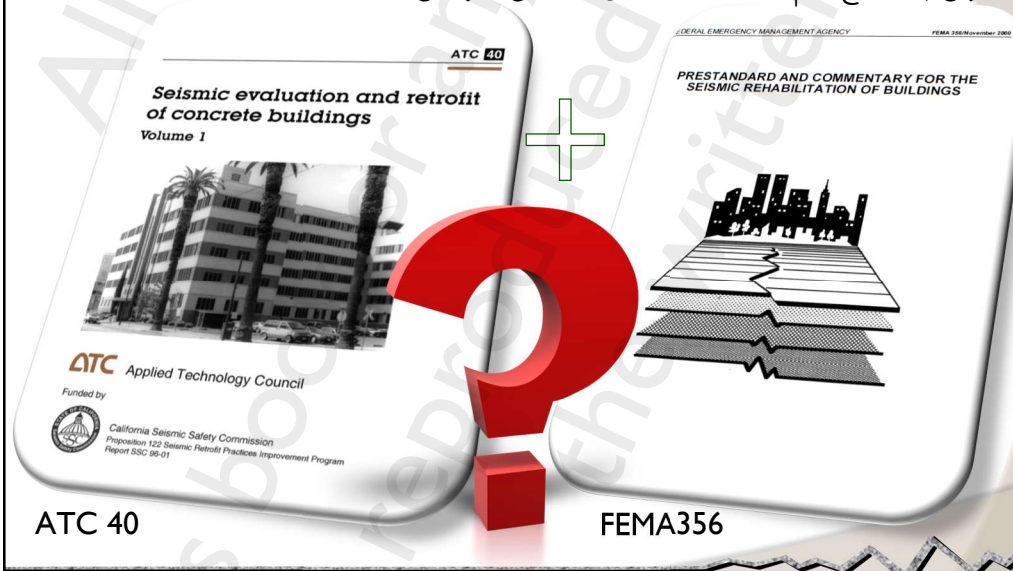
TBI Guidelines + **FEMA 440**

Version: 1.0

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

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

معرفی چند منبع مهم در ارتباط با تحلیل استاتیکی غیرخطی



ATC 40 + **FEMA 356**

Version: 1.0

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

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

معرفی چند منبع مهم در ارتباط با تحلیل استاتیکی غیرخطی

استاندارد ۲۸۰۰

ASCE7-16



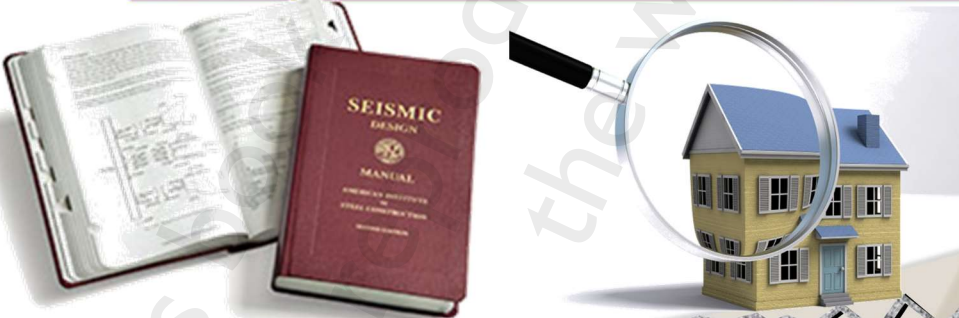
Version: 1.0

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

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

دروس و اطلاعات پیش نیاز برای فهم مطالب:

- ۱- آشنایی با اصول تحلیل سازه‌ها و مقاومت مصالح
- ۲- اصول طراحی سازه‌های بتن آرمه و فولادی در حد مقطع کارشناسی
- ۳- آشنایی با بارگذاری لرزه‌ای سازه‌ها



Version: 1.0

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

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

نرم افزارهای پیشنهادی

کتاب نرم افزارهای زیر آشنایی پیدا نمایید

ETABS
SAP2000
SeismoSignal
SeismoStruct
Nonlin
OpenSEES
ANSYS
ABAQUS



Version: 1.0

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

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

فصل اول

مقدمه‌ات به‌سازی لرزه‌ای



Base on ASCE 41-17 and No 360

Version: 1.0

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

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

استفاده از نشریه ۳۶۰ برای سازه‌های زیر قابل استفاده نیستند:

الف- سازه‌های خاص مانند سدها، پل‌ها، اسکله‌ها، سازه‌های دریایی و نیروگاه‌های هسته‌ای.

ب- سازه‌های خاص تاسیساتی زیربنایی و شریان‌های حیاتی.

پ- بناهایی که گل و خشت ساخته شده‌اند.



Version: 1.0

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

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

مراحل بهسازی (SEISMIC RETROFIT PROCESS):

(۱) ملاحظه ویژگی‌های فنی:

ویژگی‌های فنی ساختمان قبل از اقدام به هرگونه عملیات بهسازی باید توسط طراح و با هماهنگی کارفرما مورد بررسی قرار گیرد. این ویژگی‌ها شامل: مشخصات اجزای سازه‌ای و غیرسازه‌ای ساختمان، سطوح خطر زلزله در محل ساختمان، نتایج اولیه ارزیابی مقاومت لرزه‌ای، تاریخچه بهره‌برداری گذشته و آینده ساختمان، ارزیابی نیاز و خواسته‌های بهره‌بردار، ملاحظات اقتصادی، اجتماعی و مقررات و قوانین حاکم باشد.

(۲) انتخاب هدف بهسازی:

انتخاب هدف بهسازی از مراحل اولیه و در عین حال حائز اهمیت در فرآیند مطالعات بهسازی است. طراح باید با توجه به اهمیت و وضعیت کاربری حاضر، هدف بهسازی را تعیین و پیشنهاد نماید.

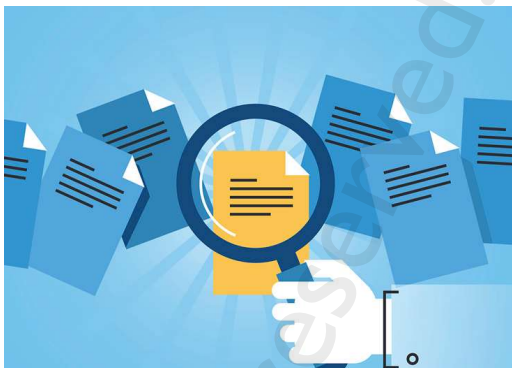
Version: 1.0

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

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

۳) جمع آوری اطلاعات وضعیت موجود ساختمان:

اطلاعات ساختمان موجود از جمله پروانه، اسناد ملکی، نقشه های چون ساخت، دفترچه محاسبات فنی و سایر مدارک فنی نظیر نتایج آزمایش های انجام شده، دستورکارها، صورت جلسات و فاکتورهای رسمی خرید مصالح باید جمع آوری و بررسی شوند.




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

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

۴) نیاز یا عدم نیاز به بهسازی:

ساختمان هایی که یکی از شرایط زیر را داشته باشند، نیازی به بهسازی ندارند:

الف) ساختمان هایی که مطابق مستندات و اطلاعات وضعیت موجود، با توجه به درجه اهمیت آنها براساس آخرین ویرایش استاندارد ۲۸۰۰ ایران طراحی و با نظارت و مستندات کافی اجرا شده باشند، نیازی به بهسازی ندارند، مگر آنکه درجه اهمیت فعلی آنها بیش از میزان مفروضات اولیه بوده و یا سطح خطر زلزله مورد نظر از سطح خطر موجود در طراحی اولیه مطابق آن استاندارد بیشتر باشد.

ب) ساختمان های موجود که به کمک هر یک از روش های تحلیل ارائه شده در نشریه ۳۶۰، با در نظر گرفتن محدودیت های مربوط به آن روش، معیارهای لرزه ای این دستورالعمل لرزه ای را برآورده نمایند.

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

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

۵) انتخاب روش ارزیابی و بهسازی:

ارزیابی و بهسازی برای به هدف بهسازی انتخاب شده به دو روش ساده و تفصیلی انجام می‌شود.

الف) روش ارزیابی و بهسازی ساده: این روش مطابق جزئیات فصل ۱۱ نشریه ۳۶۰ انجام می‌شود. استفاده از این روش تنها برای بهسازی مبنا و یا اهداف بهسازی پایین‌تر مجاز است. این روش تنها برای ساختمان‌هایی مجاز است که الزامات و محدودیت‌های مربوط در فصل یازدهم نظیر نوع دیافراگم، سیستم سازه‌ای و تعداد طبقات را برآورده نماید.

ب) روش ارزیابی و بهسازی تفصیلی: این روش برای تمام سازه‌ها کاربرد دارد. این روش طبق فصل‌های ۱ تا ۱۰ نشریه ۳۶۰ صورت می‌گیرد.

۶) ارائه طرح بهسازی و ارزیابی آن:

طراحی برای بهسازی بر حسب روش ارزیابی و بهسازی ساده یا تفصیلی انجام شود. طرح پیش‌بینی شده برای بهسازی باید با مدل تحلیلی بهسازی شده سازه مورد ارزیابی قرار گیرد. چنانچه هدف بهسازی تأمین نشده باشد، باید روش انتخاب شده مورد بازنگری قرار گیرد.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 1.0 صفحه ۱۹

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

هدف بهسازی:

هدف بهسازی براساس میزان اهمیت و سطح عملکرد ساختمان مورد نظر مطابق زیر انتخاب می‌شود و شامل یک یا چند هدف عملکردی است که هر یک شامل انتخاب سطح عملکردی برای ساختمان است.

۱) بهسازی مبنا:

در این بهسازی انتظار می‌رود، که تحت «زلزله سطح خطر ۱» ایمنی جانی ساکنین تأمین شود (سطح عملکرد C-3)

در بهسازی مبنا هدف ارتقا عملکرد ساختمان به حداقل مورد قبول بر اساس آئین‌نامه‌های طرح ساختمان‌ها در برابر زلزله می‌باشد. انتظار می‌رود میزان خرابی و خسارت جانی در ساختمان بهسازی شده مطابق این بند قدری بیشتر از ساختمان‌های جدید باشد که بر اساس آئین‌نامه‌های زلزله با کیفیت خوب اجرا می‌شود. در بهسازی مطلوب انتظار می‌رود که هدف بهسازی مبنا تأمین گشته و علاوه بر آن تحت زلزله «سطح خطر ۲» ساختمان فرو نریزد.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 1.0 صفحه ۲۰

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

۲) بهسازی مطلوب:

در این بهسازی انتظار می‌رود، هدف بهسازی مبنا تامین شده (سطح عملکرد C-3) و علاوه بر آن تحت زلزله «سطح خطر ۲» ساختمان فرو نریزد (سطح عملکرد E-5).

در بهسازی مطلوب دو سطح عملکرد برای ساختمان در نظر گرفته می‌شود در زلزله سطح خطر-۱ ایمنی جانی ساکنین تامین گردد و در زلزله شدید سطح خطر-۲ که ساختمان فرو نریزد. در این حالت عملکرد ساختمان تحت زلزله شدید نیز باید مورد بررسی قرار گیرد.

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

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

۳) بهسازی ویژه:

در این بهسازی نسبت به بهسازی مطلوب عملکرد بالاتری برای ساختمان مدنظر قرار می‌گیرد. بدین منظور سطح عملکرد بالاتری برای ساختمان تحت همان سطوح خطر زلزله‌ی مورد استفاده در بهسازی مطلوب در نظر گرفته شده یا با حفظ سطح عملکرد مشابه با بهسازی مطلوب، سطح خطر زلزله‌ی بالاتری در نظر گرفته می‌شود.

برای ساختمان‌های مهم مانند بیمارستان‌ها، نیروگاه‌ها و غیره هنگام زلزله عملکرد بهتری نسبت به ساختمان‌های عادی در نظر گرفته می‌شود زیرا در این گونه ساختمان‌ها لازم است خدمت رسانی پس از زلزله بدون وقفه انجام شود. برای رسیدن به این هدف باید سطوح عملکرد بالاتری برای ساختمان در نظر گرفته شود. در بهسازی ویژه نسبت به بهسازی مطلوب عملکرد بالاتری برای ساختمان مدنظر قرار می‌گیرد. بدین منظور سطح عملکرد بالاتری برای ساختمان تحت همان سطح خطر زلزله مورد استفاده در بهسازی مطلوب در نظر گرفته شده یا با حفظ سطح عملکرد مشابه با بهسازی مطلوب سطح خطر زلزله بالاتری مد نظر قرار گرفته می‌شود.

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

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

۴) بهسازی محدود:

در بهسازی محدود عملکرد پایین تری از بهسازی مبنا در نظر گرفته شده بطوری که حداقل یکی از اهداف زیر برآورد شود:

الف) تحت زلزله خفیف تر از زلزله «سطح خطر ۱» ایمنی جانی ساکنین تامین شود. (سطح عملکرد C-3)

ب) تحت زلزله ای برابر یا خفیف تر از زلزله «سطح خطر ۱» سطح عملکرد C-4, D-4, E-4, C-5, D-5 یا E-6 حاصل شود.

در صورتیکه به دلیل محدودیت های مالی یا اجرایی امکان بهسازی مبنا میسر نباشد ممکن است بهسازی در سطح عملکرد پائین تری در نظر گرفته شود. یا به ازای سطح عملکرد مورد نظر زلزله ضعیف تری انتخاب شود.

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

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

۵) بهسازی موضعی:

بهسازی موضعی بخشی از طرح بهسازی کلی است که هدف بهسازی آن مطابق بندهای قبل بوده لیکن به دلایلی در شرایط موجود بخشی از آن اجرا می شود. در این حالت بهسازی باید به گونه ای انجام شود که هدف بهسازی بخش های دیگر در مراحل بعدی برآورده شود.

بهسازی موضعی باید با توجه به موارد زیر انجام شود:

الف) بهسازی موضعی نباید منجر به پایین آمدن سطح عملکرد قبلی ساختمان شود.

ب) بهسازی موضعی نباید سبب افزایش نیروهای ناشی از زلزله در اعضایی که وضعیت بحرانی دارند، شود.

پ) بهسازی موضعی نباید منجر به نامنظم شدن یا افزایش نامنظمی ساختمان شود.

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

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

سطوح عملکرد ساختمان:

سطوح عملکرد ساختمان بر مبنای عملکرد اجزای سازه‌ای و غیر سازه‌ای تعریف شده و به اختصار با یک شماره برای عملکرد اجزای سازه‌ای و یک حرف برای عملکرد اجزای غیر سازه‌ای نشان داده می‌شود.

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

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

سطوح عملکرد اجزای سازه‌ای (Structural Performance)

سطوح عملکرد اجزای سازه‌ای شامل چهار سطح عملکرد اصلی و دو سطح عملکرد میانی است.

سطوح عملکرد اصلی عبارتند از:

الف) سطح عملکرد ۱- قابلیت استفاده بی وقفه: این سطح عملکرد، به سطح عملکردی اطلاق می‌شود که پیش‌بینی شود در اثر وقوع زلزله مقاومت و سختی اجزای سازه‌ای تغییر قابل توجهی پیدا نکند و استفاده بی وقفه از آن ممکن باشد.

Immediate Occupancy
Structural Performance Level
(S-I)

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



WebSite: www.M-Alirezaei.com

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

ب) سطح عملکرد ۳- ایمنی جانی: این سطح عملکرد، به سطح عملکردی اطلاق می‌شود که پیش بینی شود در اثر وقوع زلزله خرابی در سازه ایجاد شود، اما میزان خرابی‌ها به اندازه‌ای نباشد که منجر به خسارت جانی شود.



Life Safety Structural
Performance Level (S-3)

صفحه ۲۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 1.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com

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

پ) سطح عملکرد ۵- آستانه فرو ریزش: این سطح عملکرد، به سطح عملکردی اطلاق می‌شود که پیش بینی شود در اثر وقوع زلزله خرابی گسترده در سازه ایجاد گردد و اما ساختمان فرو نریزد و تلفات جانی به حداقل برسد.



Collapse Prevention
Structural
Performance Level
(S-5)

صفحه ۲۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 1.0

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

ت) سطح عملکرد ۶- لحاظ نشده: چنانچه برای اجزای سازه‌ای سطح عملکرد خاصی انتخاب نشده باشد، سطح عملکرد اجزای سازه‌ای لحاظ نشده نامیده می‌شود.

Structural Performance Not Considered (S-6)

سطوح عملکرد میانی عبارتند از:

ث) سطح عملکرد ۲- خرابی محدود: این سطح عملکرد، به سطح عملکردی اطلاق می‌شود که پیش‌بینی شود در اثر وقوع زلزله خرابی در سازه به میزان محدود ایجاد شود، به گونه‌ای که پس از زلزله با انجام مرمت بخش‌های آسیب دیده ادامه بهره‌برداری از ساختمان میسر باشد.

Damage Control Structural Performance Range (S-2)

ج) سطح عملکرد ۴- ایمنی جانی محدود: این سطح عملکرد، به سطح عملکردی اطلاق می‌شود که پیش‌بینی شود در اثر وقوع زلزله خرابی در سازه ایجاد شود، اما میزان خرابی‌ها به اندازه‌ای باشد که خسارت جانی به حداقل برسد.

Limited Safety Structural Performance Range (S-4)

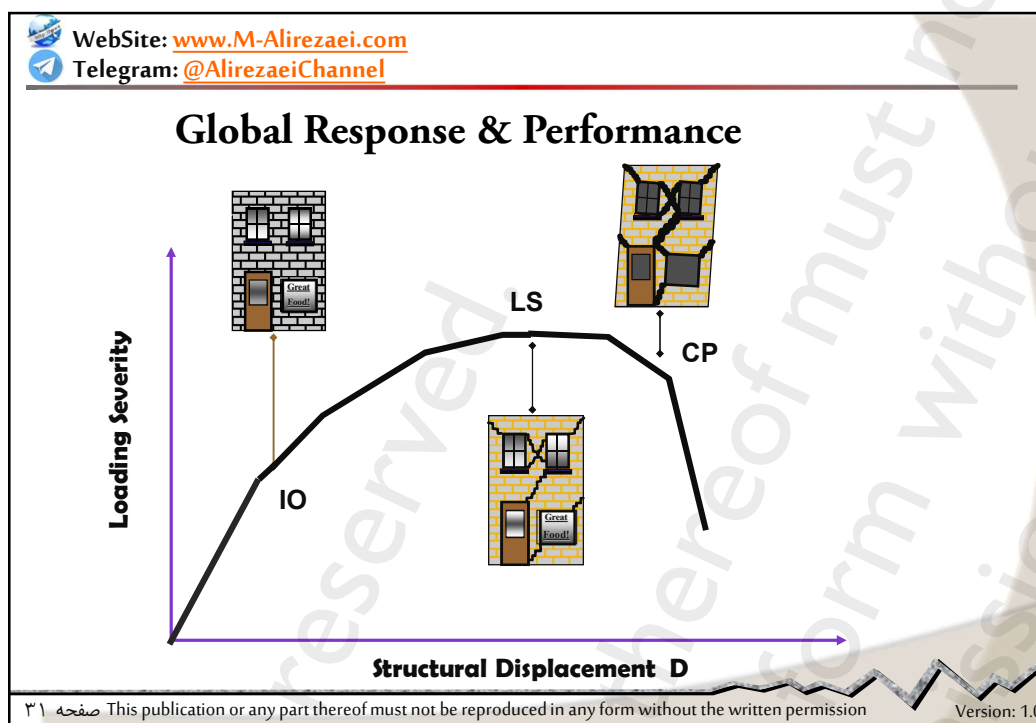
Version: 1.0

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

Collapsed!!!



Version: 1.0



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

سطوح عملکرد اجزای غیرسازه‌ای (Nonstructural Performance)

سطح عملکرد اجزای غیر سازه ای ساختمان شامل پنج سطح عملکرد به شرح زیر می باشد:

الف) سطح عملکرد **A**: خدمت رسانی بی وقفه: به سطح عملکردی اطلاق می‌شود که پیش بینی شود اجزای غیرسازه‌ای در اثر زلزله دچار خرابی بسیار جزئی شوند، به گونه‌ای که خدمت رسانی ساختمان به طور پیوسته انجام شود.

Operational Nonstructural Performance Level (N-A)

ب) سطح عملکرد **B**: قابلیت استفاده بی وقفه: به سطح عملکردی اطلاق می‌شود که پیش بینی شود اجزای غیرسازه‌ای در اثر زلزله دچار خرابی جزئی شوند، به گونه‌ای که پس از زلزله راه‌های دسترسی و فرار مانند درها، راهروها، پله‌ها، آسانسورها و روشنایی آنها مختل نشده و استفاده بی وقفه میسر باشد.

Version: 1.0

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

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

پ) سطح عملکرد C: ایمنی جانی: به سطح عملکردی اطلاق می شود که پیش بینی شود خرابی اجزای غیر سازه‌ای در اثر زلزله خطر جدی برای جان ساکنین به وجود نیاورد.

Life Safety Nonstructural Performance Level (N-C)

ت) سطح عملکرد D: ایمنی جانی محدود: به سطح عملکردی اطلاق می شود که پیش بینی شود خرابی اجزای غیر سازه‌ای در اثر زلزله به اندازه‌ای باشد که خسارت جانی حداقل گردد.

Hazards Reduced Nonstructural Performance Level (N-D)

ث) سطح عملکرد E: لحاظ نشده: چنانچه برای عملکرد اجزای غیر سازه‌ای سطح عملکرد خاصی انتخاب نشده باشد سطح عملکرد اجزای غیر سازه‌ای لحاظ نشده نامیده می شود.

Nonstructural Performance Not Considered (N-E)

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

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

سطوح عملکرد کل ساختمان (Target Building Performance Levels)

سطح عملکرد کل ساختمان بر حسب سطح عملکرد اجزای سازه‌ای و غیر سازه‌ای آن تعریف می شود، سطوح مختلف عملکرد ساختمان که در بهسازی مبنا، مطلوب و ویژه به کار می روند.



The illustration shows a 3D model of a multi-story building on a green base with two trees. To the left of the building is a large red and white target with a single arrow hitting the bullseye. To the right of the building is a vertical tag with a color-coded scale from A (green) to G (red). The letter 'A' is prominently displayed at the top of the tag, indicating the highest performance level.

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

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

الف) سطح عملکرد خدمت رسانی بی وقفه (A-1): ساختمانی دارای این سطح عملکرد است که اجزای سازه‌ای آن دارای عملکرد ۱ (قابلیت استفاده بی وقفه) و اجزای غیر سازه‌ای آن دارای سطح عملکرد A (خدمت رسانی بی وقفه) باشد.

Operational Building Performance Level- (OP) (I-A)

ب) سطح عملکرد قابلیت استفاده بی وقفه (B-1): ساختمانی دارای این سطح عملکرد است که اجزای سازه‌ای آن دارای عملکرد ۱ (قابلیت استفاده بی وقفه) و اجزای غیر سازه‌ای آن دارای سطح عملکرد B (قابلیت استفاده بی وقفه) باشد.

Immediate Occupancy Building Performance Level- (IO) (I-B)

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

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

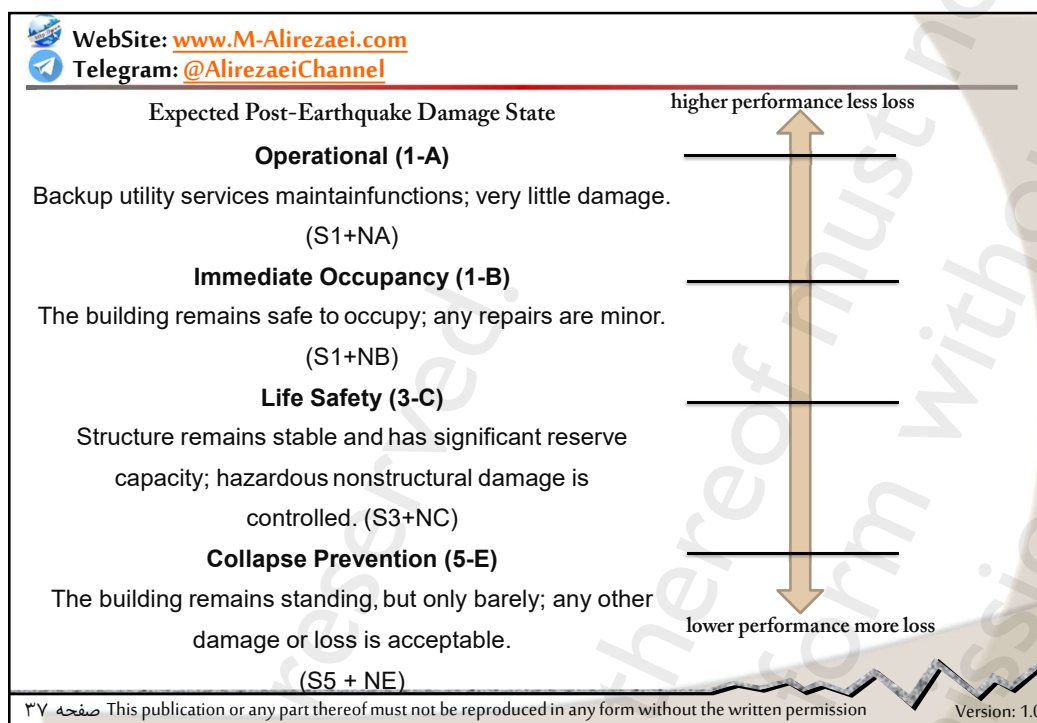
پ) سطح عملکرد ایمنی جانی (C-3): ساختمانی دارای این سطح عملکرد است که اجزای سازه‌ای آن دارای عملکرد ۳ (ایمنی جانی) و اجزای غیر سازه‌ای آن دارای سطح عملکرد C (ایمنی جانی) باشند.

Life Safety Building Performance Level- (LS) (C-3)

ت) سطح عملکرد آستانه فرو ریزش (E-5): ساختمانی دارای این سطح عملکرد است که اجزای سازه‌ای آن دارای عملکرد ۵ (آستانه فرو ریزش) باشد. در این حالت محدودیتی برای سطح عملکرد اجزای غیر سازه‌ای وجود ندارد. (سطح عملکرد لحاظ نشده E)

Collapse Prevention Building Performance Level- (CP) (E-5)

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



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

سطوح مختلف عملکرد ساختمان بر حسب سطح عملکرد اجزای سازه‌ای و غیر سازه‌ای

سطوح عملکرد سازه						سطوح عملکرد اجزای غیر سازه ای
لحاظ نشده S-۶	آستانه فروریزش S-۵	ایمنی جانی محدود S-۴	ایمنی جانی S-۳	خرابی محدود S-۲	قابلیت استفاده بی وقفه S-۱	خدمت رسانی بی وقفه N-A
*	*	*	*	A-۲	خدمت رسانی بی وقفه A-۱	قابلیت استفاده بی وقفه N-B
*	*	*	B-۳	B-۲	قابلیت استفاده بی وقفه B-۱	ایمنی جانی N-C
C-۶	C-۵	C-۴	ایمنی جانی C-۳	C-۲	C-۱	ایمنی جانی محدود N-D
D-۶	D-۵	D-۴	D-۳	D-۲	*	لحاظ نشده N-E
ارزش پستی نداشت	آستانه فروریزش E-۵	E-۴	*	*	*	

سطوح عملکرد ساختمان که با علامت * نشان داده شده است اختلاف زیاد بین سطح عملکرد اجزای سازه‌ای و غیر سازه ای می‌باشند به همین جهت توصیه نمی‌شوند

Version: 1.0

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۳۸

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

تعیین هدف بهسازی شامل انتخاب سطح عملکرد ساختمان مورد نظر تحت زلزله در سطح خطر مشخص می باشد.

۱- بهسازی مینا (k) ۲- بهسازی مطلوب هر کدام از (a,e,f,l,j,m,n,o) یا (k+p)

۳- بهسازی ویژه (a,e,l,f,g,n)+(k+p) ۴- بهسازی محدود (p)

سطوح خطر زلزله	آستانه فرو ریزش (E-۵)	ایمنی جانی (C-۳)	قابلیت استفاده بی وقفه (B-۱)	خدمت رسانی بی وقفه (A-۱)
احتمال وقوع ۵۰٪ در ۵۰ سال	d	c	b	a
احتمال وقوع ۲۰٪ در ۵۰ سال	h	g	f	e
احتمال وقوع ۱۰٪ در ۵۰ سال	l	k	j	i
احتمال وقوع ۲٪ در ۵۰ سال	p	o	n	m

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

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

راهبردهای بهسازی

هدف بهسازی با بکار بردن معیارهای بهسازی براساس راهبردی که نواقص ملاحظه شده در تحلیل زلزله را برطرف نماید، حاصل میشود:

الف) اصلاح موضعی اجزای سازه که دارای عملکرد نامناسبی در حین زلزله هستند.

Local modification of components



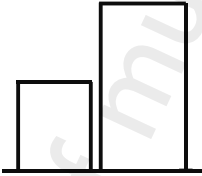
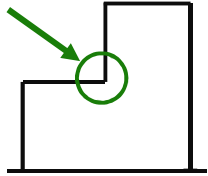
Version: 1.0 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۴۰

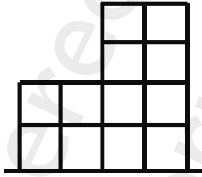
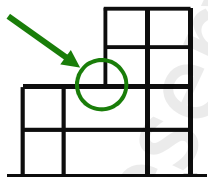


WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

(ب) حذف یا کاهش بی نظمی در سازه موجود.

Removal or reduction of existing irregularities





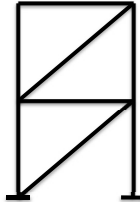
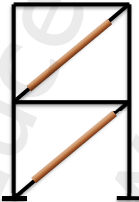
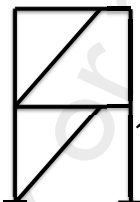
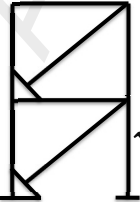
صفحه ۴۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0



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

(پ) تامین سختی جانبی لازم برای کل سازه.

Global structural stiffening



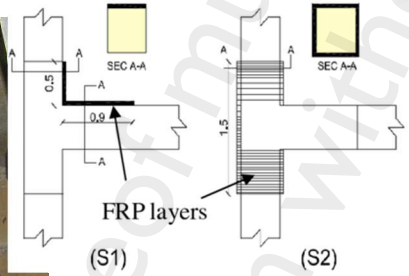


صفحه ۴۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

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

ت) تامین مقاومت لازم برای کل سازه.

Global structural strengthening



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

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

ث) کاهش جرم ساختمان.

Mass reduction



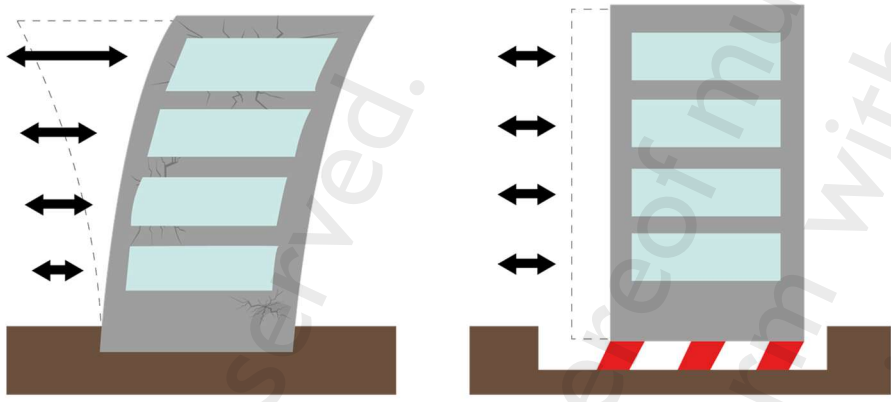
صفحه ۴۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0



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

چ) بکارگیری سیستم های جداساز لرزه ای

Seismic isolation, in accordance with Chapter 14 of ASCE41-17



CONVENTIONAL STRUCTURE SEISMIC ISOLATED STRUCTURE

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



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

چ) بکارگیری سیستم های غیرفعال اتلاف انرژی

Supplemental energy dissipation, in accordance with Chapter 15 of ASCE41-17



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

www.M-Alirezaei.com

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

ج) تغییر کاربری ساختمان

Change use





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

Version: 1.0

www.M-Alirezaei.com

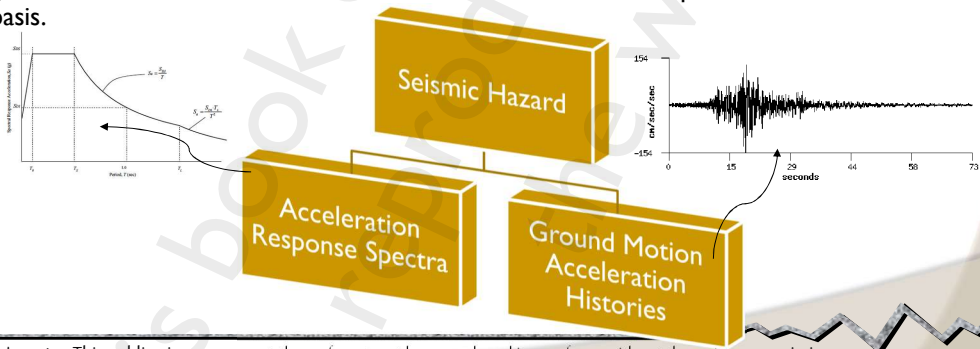
[@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

تحلیل خطر زلزله (Seismic Hazard)

بر آورد پارامترهای حرکت قوی زمین برای سطوح خطر مختلف به یکی از دو روش استفاده از «طیف طرح شتاب» و «تاریخچه زمان شتاب» تعریف و به دو صورت «احتمالی» و یا «تعینی» صورت می‌پذیرد.

ASCE41-17

Seismic hazard caused by ground shaking shall be defined as acceleration response spectra or ground motion acceleration histories determined on either a probabilistic or deterministic basis.



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

Version: 1.0

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

طیف طرح شتاب

۱- سطح خطر ۱: براساس احتمال ۱۰٪ در ۵۰ سال تعریف میشود و با DBE نمایش داده میشود. این همان زلزله طرح استاندارد ۲۸۰۰ است.

۲- سطح خطر ۲: براساس احتمال ۲٪ در ۵۰ سال تعریف میشود و با MCE نمایش داده میشود که ۱/۵ برابر DBE است.

۳- سطح خطر انتخابی (زلزله با هر احتمال رویداد در ۵۰ سال): معادل سطحی از حرکت زمین که احتمال فراگذشت آن انتخابی است. این سطح خطر برای موارد خاص و با ملاحظات ویژه استفاده میشود.

تابع پواسون؛ در رابطه فوق P احتمال یک رویداد در t سال، T_R دوره بازگشت، λ احتمال در یک سال است.

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

if $P = 0.1$, $t = 50 \Rightarrow 0.1 = 1 - e^{-\lambda \times 50}$

$$\Rightarrow \lambda = 0.0021 \Rightarrow T_R = 475$$

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

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

طیف طرح شتاب

طیف طرح شتاب، با یکی از دو فرآیند استفاده از «شکل طیف ثابت» و یا «شکل طیف حاصل از تحلیل ویژه ساختگاه» تعیین می‌شود.

```

graph TD
    A[طیف طرح شتاب] --> B[شکل طیف ثابت]
    A --> C[شکل طیف حاصل از تحلیل ویژه ساختگاه]
    B --> D[شکل طیف استاندارد ۲۸۰۰]
    B --> E[شکل طیف نشریه ۳۶۰]
  
```

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

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

احتمال رویداد سطوح مختلف زلزله

براساس FEMA356 و دستورالعمل بهسازی بصورت زیر میباشد.

Earthquake Having Probability of Exceedance	Mean Return Period (years)
50%/50 year	72
20%/50 year	225
10%/50 year	474
2%/50 year	2475

سطح خطر ۱: براساس احتمال ۱۰٪ در ۵۰ سال تعریف میشود و با DBE نمایش داده میشود.

سطح خطر ۲: براساس احتمال ۲٪ در ۵۰ سال تعریف میشود و با MCE نمایش داده میشود که ۱/۵ برابر DBE است.

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

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

طیف طرح استاندارد ۲۸۰۰

از حاصلضرب مقادیر طیف ضریب بازتاب ساختمان (B) و شتاب مبنای طرح (A) حاصل میشود. برای بدست آوردن شتاب مبنای طرح (A) می‌توان از نقشه‌های معتبر پهنه‌بندی لرزه‌ای که در آن میزان پیشینه شتاب زمین برای دوره‌های بازگشت مختلف ارائه شده است، استفاده نمود. میزان شتاب مربوط به «سطح خطر-۱» با استفاده از نقشه پهنه‌بندی شتاب موجود که در آن دوره بازگشت ۴۷۵ سال (۱۰٪ احتمال وقوع در ۵۰ سال) درج شده باشد تعیین می‌گردد. برای «سطح خطر-۲» در صورت نبود نقشه‌های پهنه‌بندی معتبر بایستی با انجام مطالعات لازم و تحلیل خطر ساختگاه میزان شتاب مبنای طرح برآورد گردد. طیف ضریب بازتاب برای «سطح خطر-۱» مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ایران برای میرایی ۵٪ تعیین می‌شود. برای هدف بهسازی مطلوب مقدار A استاندارد ۲۸۰۰ جهت تخمین سطح خطر ۲، به میزان ۵۰٪ افزایش داده شود.

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

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

طیف نشریه ۳۶۰: در این روش شتاب طیفی در دوره تناوب کوتاه و مقدار شتاب طیفی در زمان تناوب بلند با استفاده از یکی از دو روش زیر تعیین میشود:

(۱) نقشه های معتبری که مقادیر شتاب طیفی را در سنگ بستر برای دوره بازگشت مورد نظر در اختیار قرار دهد.

(۲) انجام تحلیل خطر ویژه ساختگاه برای محاسبه مقادیر شتاب طیفی در سنگ بستر برای دوره بازگشت مورد نظر.

The design short-period spectral response acceleration parameter, S_{XS} , and the design spectral response acceleration parameter at 1 s, S_{X1} , shall be obtained from:

$$S_{XS} = F_a S_s$$

$$S_{X1} = F_v S_1$$

S_1 = Spectral response acceleration parameter at a 1-s period
 S_s = Spectral response acceleration parameter at short periods

Version: 1.0

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

F_a = short-period site coefficient (at 0.2-s period)
 F_v = long-period site coefficient (at 1.0-s period);

Short-Period Site Coefficient, F_a						Long-Period Site Coefficient, F_v					
مقدار شتاب طیفی در زمان تناوب کوتاه، S_s	مقدار شتاب طیفی در زمان تناوب کوتاه، S_s					مقدار شتاب طیفی در زمان تناوب کوتاه، S_1	مقدار شتاب طیفی در زمان تناوب کوتاه، S_1				
	$S_s < 0.25$	$S_s = 0.50$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.00$	$S_s > 1.25$		$S_1 < 0.1$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.3$	$S_1 = 0.40$	$S_1 > 0.50$
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	1.2	1.2	1.1	1	1	2	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
3	1.6	1.4	1.2	1.1	1	3	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
4	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9	4	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4

Note: Use straight-line interpolation for intermediate values

Version: 1.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: @AlirezaeiChannel

هرگاه شرایط ژئوتکنیکی ویژه‌ای در ساختگاه حاکم باشد، استفاده از ضرایب قبل کافی نبوده و نیاز به مطالعات میدانی و تهیه مدل‌های دینامیکی مناسب برای اثر بزرگنمایی خاک است. اگر حداقل یکی از شرایط زیر برقرار باشد، شرایط ویژه تلقی می‌شود:

- خاک‌های مستعد فروریزش تحت بارهای لرزه‌ای مانند خاک‌های با روانگرایی بالا و رس‌های حساس
- خاک‌های دستی و یا خاک‌های متشکل از مواد آلی با ضخامت بیش از ۳ متر
- رس‌های بسیار حساس با اندیس خمیری $PI > 75$ و ضخامت بیش از ۸ متر
- وجود لایه‌ای با ضخامت بیش از ۴۰ متر از رس نرم یا با سختی متوسط



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

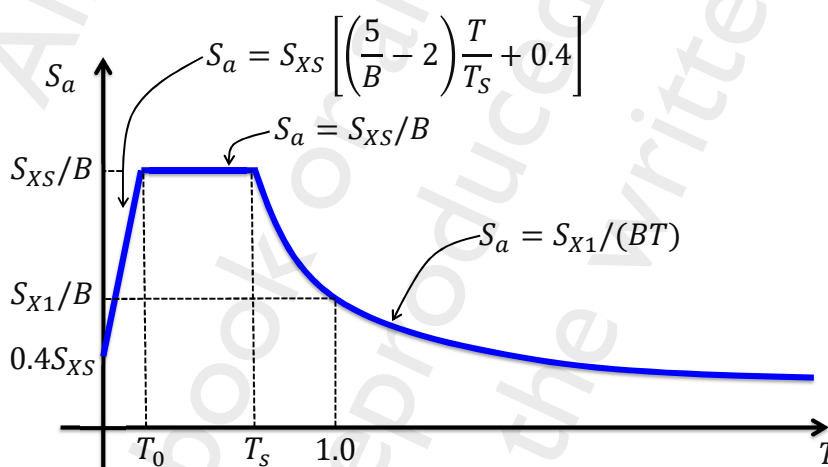
Version: 1.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: @AlirezaeiChannel

پس از تعیین S_{XS} و S_{X1} ، طیف طرح شتاب مطابق شکل زیر تعیین می‌شود.



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

Version: 1.0



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

مودهای شکست در سازه های بتنی



Buckling of longitudinal reinforcement

Compression failure of confined concrete



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

Version: 1.0



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

مودهای شکست در سازه های بتنی



Column shear failure

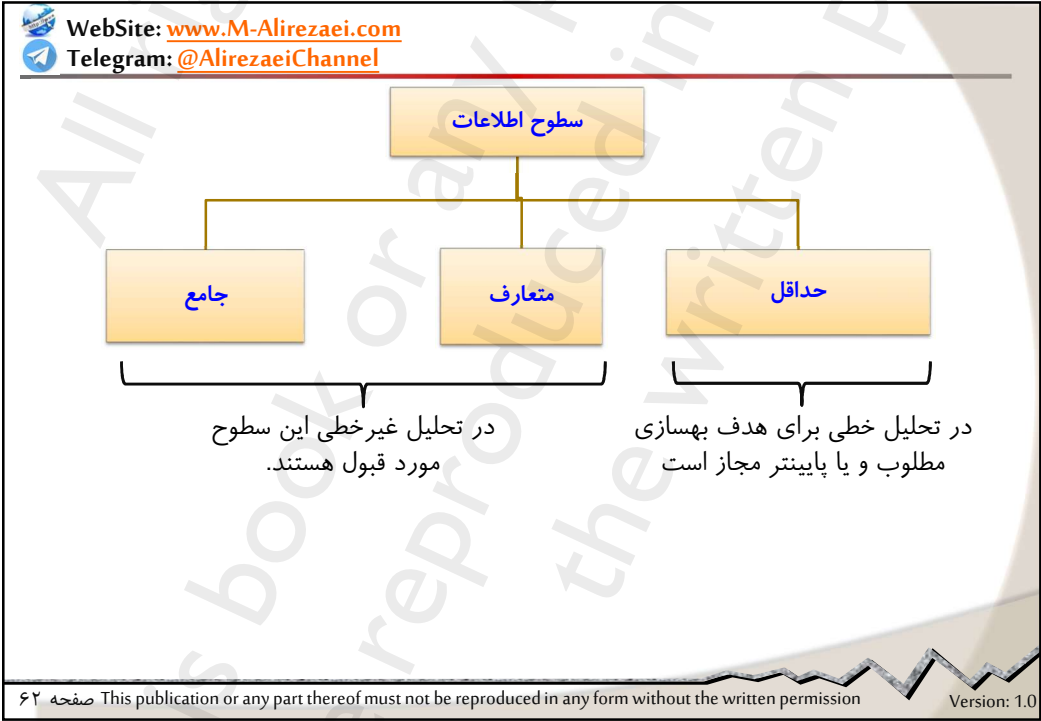
Lap-splice failure



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

Version: 1.0



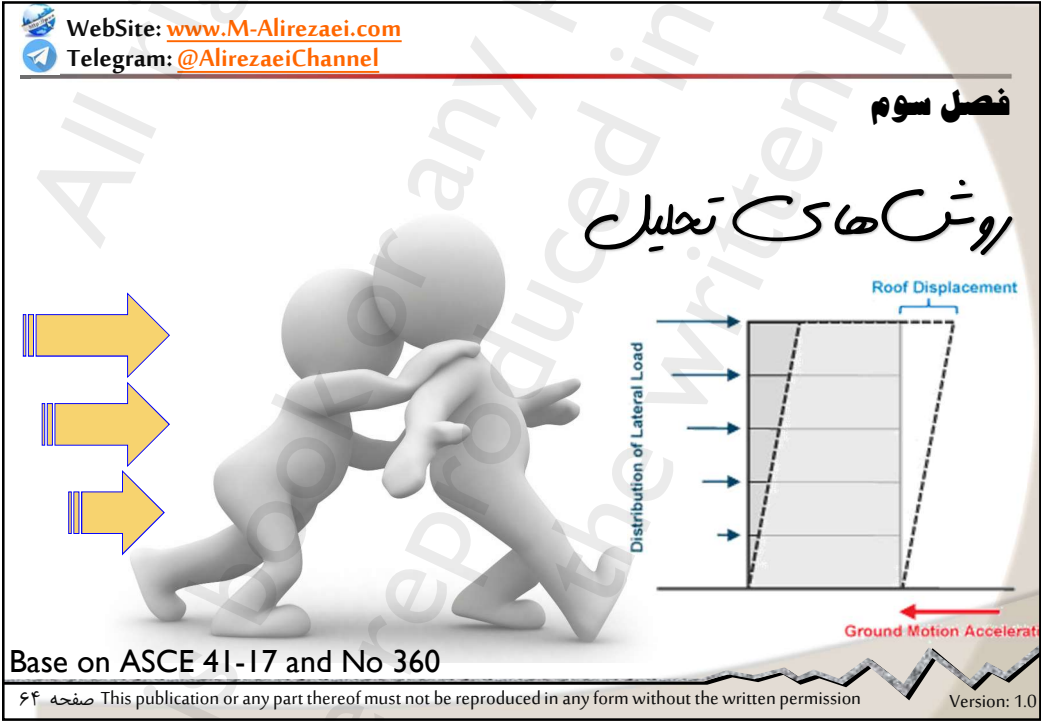


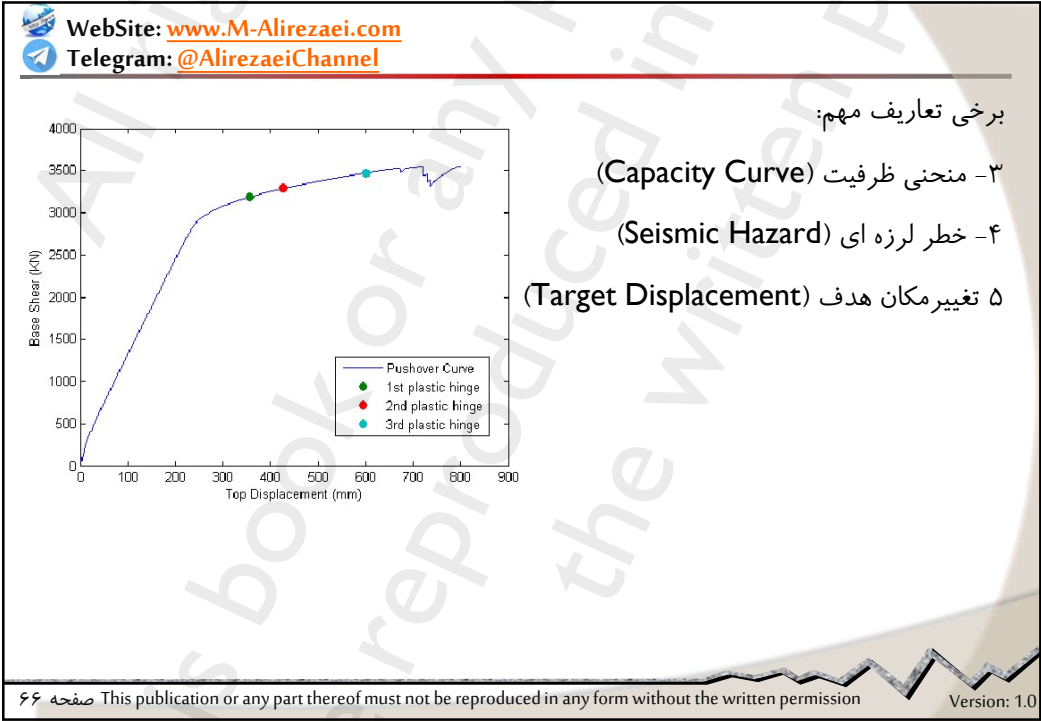
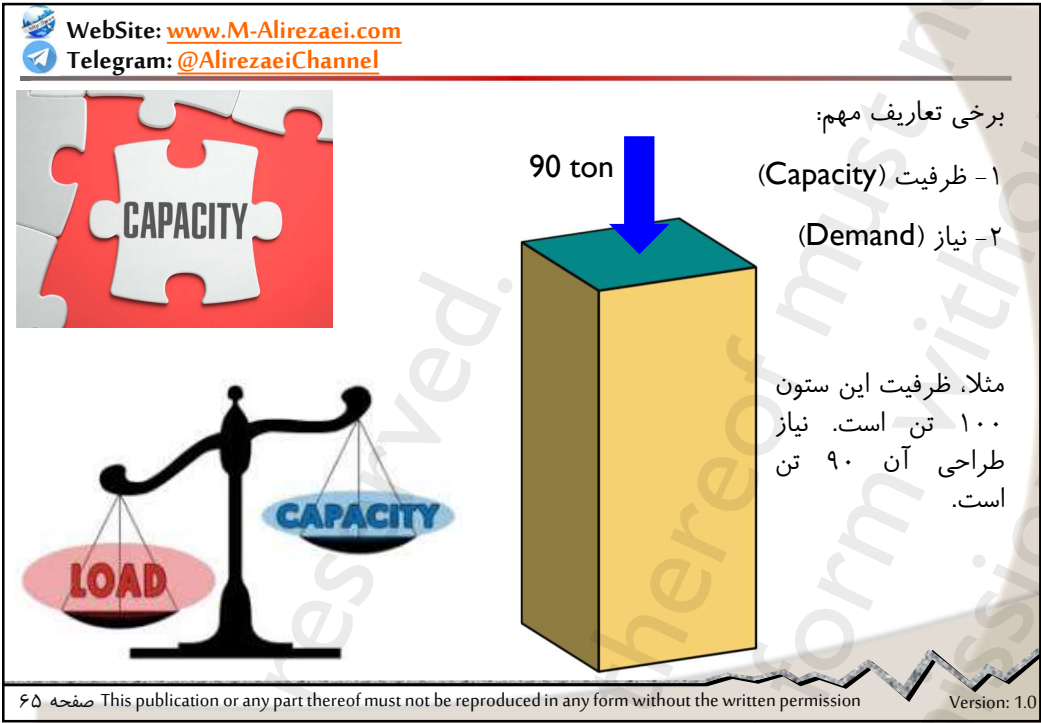
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

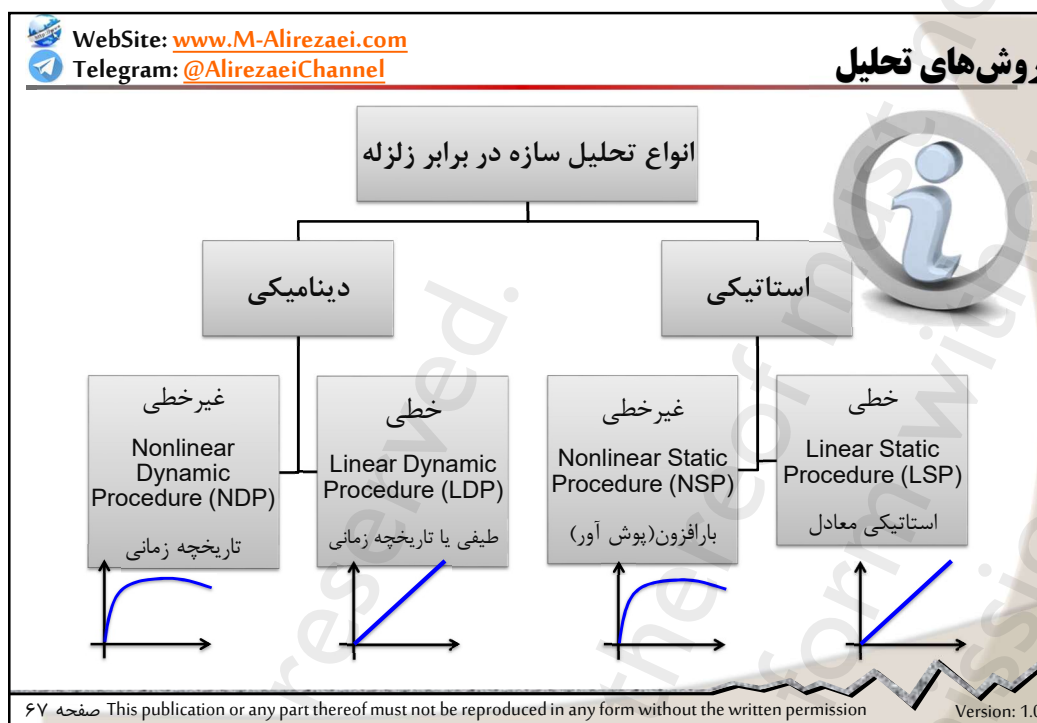
ضرب آگاهی:

هدف بهسازی		مطلوب یا پایین تر		ویژه	
سطح اطلاعات		حداقل	متعارف	متعارف	جامع
نوع تحلیل		تحلیل	هر نوع تحلیل	هر نوع تحلیل	هر نوع تحلیل
ضرب آگاهی k	فولادی	0.75	1	0.75	1
	بتنی	0.75	1	0.75	1
	بنایی	0.75	1	0.75	1

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







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

اعضای اصلی و غیر اصلی

اعضای سازه‌ای که در سختی جانبی و یا توزیع نیروها در سازه موثرند و یا در اثر تغییر مکان جانبی سازه تحت تاثیر نیرو قرار می‌گیرند، به دو گروه اصلی و غیر اصلی تقسیم می‌شوند. اعضای اصلی، اعضای هستند که برای تحمل بار جانبی جهت رسیدن به سطح عملکرد مورد نظر نیاز می‌باشند. اعضای که برای تحمل بار جانبی جهت رسیدن به سطح عملکرد مورد نظر، نیاز نمی‌باشند، می‌توانند به عنوان اعضای غیر اصلی در نظر گرفته شوند. ملاحظات زیر باید در نظر گرفته شود:

- ۱- اعضای اصلی باید برای نیروها و تغییر شکل‌های ناشی از زلزله در ترکیب با بارهای ثقیل و اعضای غیر اصلی باید برای تغییر شکل‌های ناشی از زلزله در ترکیب با آثار بار ثقیل ارزیابی شوند.
- ۲- در تحلیل‌های خطی، فقط سختی و مقاومت اعضای اصلی در نظر گرفته شود. چنانچه جمع سختی جانبی اعضای غیر اصلی از ۲۵٪ جمع سختی جانبی اعضای اصلی ساختمان تجاوز نماید، باید تعدادی از آنها را جزء اعضای اصلی محسوب نمود تا آنجا که این نسبت کمتر از ۲۵٪ شود. چنانچه در نظر گرفتن یک عضو غیر اصلی در مدل سبب افزایش نیرو یا تغییر شکل‌ها در یک عضو اصلی شود، باید آن عضو به عنوان عضو اصلی در مدل اضافه شود.

Version: 1.0

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

۳- دسته بندی اعضای سازه به عنوان اعضای اصلی و غیراصلی نباید به گونه ای انجام شود که ساختمان نامنظم به ساختمان منظم تبدیل شود.

۴- در تحلیل های غیرخطی، سختی و مقاومت هر دو گروه اعضای اصلی غیراصلی و همچنین تغییرات مقاومت و سختی این اعضا در اثر زوال چرخه ای باید در مدل وارد شود.

۵- هرگاه جمع سختی جانبی اجزای غیرسازه ای بیشتر از ۱۰٪ سختی جانبی کل در هر طبقه باشد در روش های تحلیل غیرخطی باید اثر آنها در مدل سازه در نظر گرفته شود.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
 Version: 1.0
 صفحه ۶۹

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

ASCE41-17

Mathematical models for use with linear analysis procedures shall include the stiffness and resistance of only the primary components. If the total initial lateral stiffness of secondary components in a building exceeds 25% of the total initial lateral stiffness of primary components, some secondary components shall be reclassified as primary to reduce the total stiffness of secondary components to less than 25% of the primary components. If the inclusion of a secondary component increases the force or deformation demands on a primary component, the secondary component shall be reclassified as primary and included in the model.

Mathematical models for use with nonlinear procedures shall include the stiffness and resistance of primary and secondary components. The strength and stiffness degradation of primary and secondary components shall be modeled explicitly. Nonstructural components shall be classified as structural components and shall be included in mathematical models if their lateral stiffness or strength exceeds 10% of the total initial lateral stiffness or expected strength of a story, respectively. Components shall not be selectively designated primary or secondary to change the configuration of a building from irregular to regular.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
 Version: 1.0
 صفحه ۷۰



WebSite: www.M-Alirezai.com

Telegram: @AlirezaiChannel

تعیین اعضای غیر اصلی در سازه بستگی به قضاوت مهندسی دارد، اما به طور کلی میتوان دو روند اصلی را برای تعیین اعضای غیر اصلی مدنظر قرار داد:

۱- اعضای را که به نظر میرسد در طراحی اولیه جزو سیستم باربر جانبی اصلی منظور نشده اند را می توان اعضای غیر اصلی فرض کرد. انتظار می رود که حذف چنین اعضای از سازه خلی در سیستم باربر جانبی ایجاد نکند. به عنوان مثال تیغه های داخلی یا پوشش دال یا لنگر خمشی پای ستونی که در طراحی مفصل در نظر گرفته شده است، مقداری سختی جانبی در سازه ایجاد میکنند اما در طراحی اولیه سازه معمولا از مقاومت جانبی آنها صرف نظر میشود.

۲- برخی از اعضا تحت بار جانبی تغییرشکلهایی را متحمل میشوند که بیش از ظرفیت آنها است و بسیار زودتر از اعضای دیگر باربری جانبی خود را از دست میدهند. در چنین شرایطی طراح میتواند این اعضا را غیر اصلی فرض کرده و به آنها اجازه ی تغییر شکل همساز با سازه بدهد، مشروط بر آنکه این تغییرشکله و خرابی احتمالی ناشی از آن منجر به کاهش باربری قائم و جانبی سایر اعضا نشود. به عنوان مثال تیر همبند در دیوارهای همبسته می تواند به عنوان عضو غیر اصلی محسوب شود در صورتیکه پس از تغییرشکلهای زیاد و خارج شدن از سیستم باربر جانبی، دیوارها همچنان باربری جانبی را تامین کنند.

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

Version: 1.0



WebSite: www.M-Alirezai.com

Telegram: @AlirezaiChannel

جدول (۱-۲): ضوابط مدل سازی اعضای اصلی و غیر اصلی

نوع تحلیل	نحوه ی مدل سازی اعضای اصلی و غیر اصلی	ضوابط کنترل کننده
خطی	می توان اعضای غیر اصلی را از مدل سازه حذف نمود.	چنانچه جمع سختی جانبی اعضای غیر اصلی از ۲۵٪ جمع سختی جانبی اعضای اصلی ساختمان تجاوز نماید، باید تعدادی از آنها را جزء اعضای اصلی محسوب نمود تا آنجا که این نسبت کم تر از ۲۵٪ شود. چنانچه حذف برخی از اعضای غیر اصلی از مدل سبب کاهش نیرو یا تغییر شکل ها در اعضای اصلی سازه شود، باید آن اعضا مجدداً به مدل اضافه شوند. دسته بندی اعضای سازه به اعضای اصلی و غیر اصلی نباید به گونه ای انجام شود که ساختمان نامنظم به ساختمان منظم تبدیل شود.
غیر خطی کامل	هر دو گروه اعضای اصلی و غیر اصلی با مدل رفتاری کامل آنها باید در مدل وارد شوند.	دسته بندی اعضای سازه به اعضای اصلی و غیر اصلی نباید به گونه ای انجام شود که ساختمان نامنظم به ساختمان منظم تبدیل شود.
غیر خطی ساده شده	می توان فقط اعضای اصلی را مدل نمود و در مدل رفتاری آنها از اثر کاهندگی صرف نظر نمود.	

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

Version: 1.0

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

مدلسازی اتصالات:

در تحلیل‌های غیرخطی، در صورت وجود هر یک از شرایط زیر اتصال باید بصورت صریح مدلسازی شود:

- ۱- اتصال ضعیفتر و یا دارای شکل پذیری کمتر از اعضای متصل شوند باشد.
- ۲- در نظر گرفتن انعطاف پذیری اتصال باعث تغییر بیش از ۱۰٪ در مقادیر نیرو و تغییر شکل شود.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 1.0 صفحه ۷۳

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

پیچش:

چنانچه دیافراگم‌های کف از نوع نیمه صلب و یا صلب محسوب شوند، مقدار لنگر پیچشی در هر طبقه برابر با مجموع مقادیر پیچش واقعی و پیچش اتفاقی در نظر گرفته می‌شود. اما در ساختمان‌های با دیافراگم نرم محاسبه پیچش لازم نیست.

پیچش واقعی:

مقدار پیچش واقعی در هر طبقه ساختمان برابر با مجموع حاصلضرب نیروهای جانبی طبقات فوقانی در فاصله افقی مرکز جرم آن طبقات در جهت عمود بر راستای بار، نسبت به مرکز صلبیت طبقه مورد بررسی می‌باشد.

پیچش تصادفی:

این پیچش ناشی از خروج از مرکزیت اتفاقی جرم بوده و با در نظر گرفتن خروج از مرکزیتی برابر با ۵٪ بعد ساختمان در امتداد عمود بر راستای بار جانبی محاسبه می‌شود.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 1.0 صفحه ۷۴

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

ملاحظات خاص پیش:

۱- نیروها و تغییر مکان‌های افزایش یافته ناشی از پیش واقعی باید در کلیه ساختمان‌ها در نظر گرفته شود.

۲- ضریب تغییر مکان η در هر طبقه به صورت نسبت حداکثر تغییر مکان افقی به تغییر مکان متوسط محاسبه گردد.

$$\eta = \frac{\delta_{max}}{\delta_{ave}}$$

۳- اگر تحت کل لنگر پیشی (جمع لنگر پیشی واقعی و اتفاقی)، مقدار η در تمام طبقات کوچکتر از ۱/۱ باشد، می‌توان از اثر پیش اتفاقی صرف نظر نمود. همچنین هرگاه اثر لنگر پیشی اتفاقی کوچکتر از ۲۵٪ اثر لنگر پیشی واقعی باشد می‌توان از اثر پیش اتفاقی صرف نظر نمود.

۴- اگر در تحلیل‌های خطی استاتیکی یا دینامیکی در اثر کل پیشی در یکی از طبقات η بزرگ از ۱.۲ باشد، تغییر مکان‌های ناشی از پیش اتفاقی در تمامی طبقات باید در ضریب A ضرب شوند. در محاسبه A مقدار حداکثر η در طبقات ملاک است.

$$A = \left[\frac{\eta}{1.2} \right]^2$$

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 1.0
صفحه ۷۵

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

ملاحظات خاص پیش:

۵- در تحلیل‌های خطی اگر ضریب تغییر مکان η در طبقه‌ای بزرگتر از ۱.۵ شود، آن سازه باید با استفاده از مدل‌سازی سه بعدی و استفاده از مدل‌سازی دو بعدی مجاز نیست.

۶- در صورت استفاده از مدل دو بعدی:

۱-۶- در تحلیل‌های خطی، باید مقادیر نیروها و تغییر شکل‌ها در حداکثر مقدار η ضرب شوند.

۲-۶- در تحلیل غیرخطی استاتیکی تغییر مکان‌های، هدف باید در حداکثر مقدار η ضرب شوند.

۳-۶- در تحلیل غیرخطی دینامیکی، دامنه شتاب نگاشت‌های زلزله باید در حداکثر مقدار η ضرب شوند.

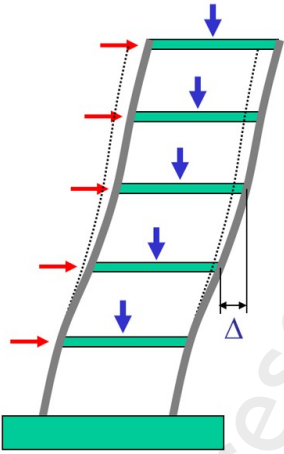
۷- آثار لنگر پیشی واقعی و اتفاقی نباید در جهت کاستن از نیروها و یا تغییر مکان‌های طبقات به کار گرفته شود.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 1.0
صفحه ۷۶

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

آثار P-Delta

اثرات P-Delta باید در هر نوع تحلیل سازه (استاتیکی و دینامیکی، خطی و غیرخطی) منظور شود.



ASCE41-17

7.2.6 P-Δ Effects. P-Δ effects shall be included in linear and nonlinear analysis procedures. For nonlinear procedures, static P-Δ effects shall be incorporated in the analysis by including in the mathematical model the nonlinear force-deformation relationship of all components subjected to axial forces.

صفحه ۷۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

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

اندرکنش خاک و سازه:

در مواردی که افزایش زمان تناوب ساختمان به دلیل اندرکنش با خاک سبب افزایش شتاب‌های طیفی سازه شود (مثلاً سازه‌های واقع بر روی خاک‌های نرم و یا نزدیک گسل) اثرات اندرکنش خاک و سازه مدنظر قرار گیرد باید در سایر موارد در نظر گرفتن این اثر اجباری نیست.

در روش تحلیل استاتیکی خطی و دینامیکی طیفی می‌توان از روش ساده شده‌ای که در آن از زمان تناوب و نسبت میرایی مؤثر برای مجموعه خاک و سازه استفاده می‌شود، بهره برد. در این حالت برش پایه سازه، حاصل از تحلیل، نباید کوچکتر از ۷۰٪ مقدار آن بدون در نظر گرفتن اندرکنش باشد. ترکیب این اثرات با اندرکنش هندسی مجاز است.

صفحه ۷۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

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

اثر همزمان مولفه های زلزله

مولفه های افقی:

ساختمان‌ها باید در هر دو امتداد عمود بر هم در برابر نیروهای جانبی ارزیابی شوند. به طور کلی محاسبه در دو هر یک از دو امتداد جز در موارد زیر به صورت مجزا و بدون در نظر گرفتن نیروی زلزله در امتداد دیگر انجام می‌شود:

- ۱- ساختمان در پلان نامنظم باشد.
- ۲- ساختمان دارای ستون‌های مشترک در محل تقاطع دو یا چند سیستم مقاوم باربر جانبی در امتدادهای مختلف باشد.

در هر یک از موارد ۱ و ۲ اثر همزمان مولفه‌های افقی زلزله بسته به نوع تحلیل به ترتیب زیر اعمال می‌گردد:

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

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

الف) تحلیل استاتیکی و دینامیکی خطی

در تحلیل‌های خطی باید اثر زلزله در هر امتداد با ۳۰٪ اثر زلزله در امتداد عمود بر آن در نظر گرفته شود.

تبصره ۱: چنانچه بار محوری ناشی از اثر زلزله در ستون، در هر یک از دو امتداد مورد نظر کمتر از ۲۰٪ کرانه پایین مقاومت محوری ستون باشد، به کارگیری ترکیب فوق در آن ستون ضرورتی ندارد.

تبصره ۲: در مواردی که ترکیب ۱۰۰٪ نیروی زلزله هر امتداد با ۳۰٪ نیروی زلزله در امتداد عمود بر آن در نظر گرفته می‌شود. منظور کردن پیچش اتفاقی برای نیروی زلزله‌ای که در امتداد مربوط ۳۰٪ اعمال می‌شود. الزامی نمی‌باشد.

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

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

ب) تحلیل استاتیکی غیر خطی

در تحلیل استاتیکی غیرخطی باید در هر امتداد 100% نیروها تغییر مکان‌ها در امتداد مورد بررسی به همراه نیروهای متناظر با 30% تغییر مکان ناشی از زلزله در امتداد عمود بر آن در نظر گرفته شود. به عنوان یک روش قابل قبول سازه رانش جانبی مراحل برای ارزیابی به قرار زیر است:

- ۱- اعمال بار قائم.
- ۲- اعمال الگوی بارگذاری جانبی در امتداد متعامد و رانش جانبی تا 30% تغییر مکان هدف.
- ۳- اعمال الگوی بارگذاری جانبی در امتداد مورد نظر و رانش جانبی به میزان 100% تغییر مکان هدف.

پ) تحلیل دینامیکی غیر خطی:

در تحلیل دینامیکی غیرخطی باید به صورت همزمان، زوج شتاب نگاشت های مقیاس شده‌ای به مدل سه بعدی سازه اعمال گردد.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 1.0
صفحه ۸۱

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

مولفه قائم

برای موارد ذکر شده در زیر اثر مولفه قائم زلزله باید در نظر گرفته شود. در این صورت ترکیب اثر مولفه قائم با اثر مولفه افقی ضروری نمی باشد.

- ۱- اعضا و قطعات طره ای ساختمان.
- ۲- اعضا و قطعات پیش تنیده ساختمان.
- ۳- اعضا و قطعاتی از ساختمان که تحت بارهای ثقلی بند بعدی، از ۸۰٪ ظرفیت اسمی آنها استفاده شده باشد.

اثر مولفه قائم به صورت اعمال یک نیروی استاتیکی معادل در هر دو جهت بالا یا پایین و بدون منظور نمودن اثر کاهنده بارهای ثقلی در نظر گرفته میشود:

مقدار این نیرو برابر $0.2S_{xs}Q_G$ فرض میشود. مقدار Q_G از ترکیب بار بند بعدی حاصل شده و S_{xs} شتاب طیفی در زمان تناوب کوتاه برای سطح زلزله انتخابی و میرایی ۵٪ است.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 1.0
صفحه ۸۲

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

ترکیب بارگذاری ثقلی جانبی

در ترکیب بارگذاری ثقلی و جانبی، حد بالا و پایین اثرات بار ثقلی، Q_G باید از روابط زیر محاسبه شود:

$$Q_G = 1.1[Q_D + Q_L]$$

$$Q_G = 0.9Q_D$$

که در آن Q_D بار مرده و Q_L معادل ۲۵٪ بار زنده طراحی کاهش نیافته که نباید از بار زنده واقعی موجود در هنگام ارزیابی کمتر باشد.

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

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

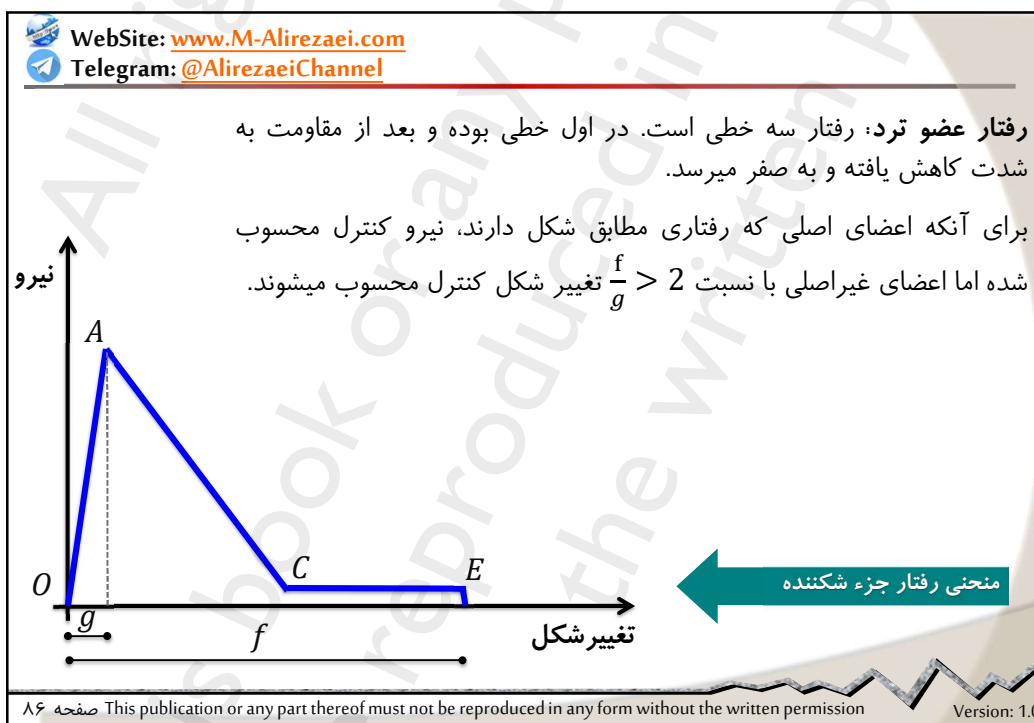
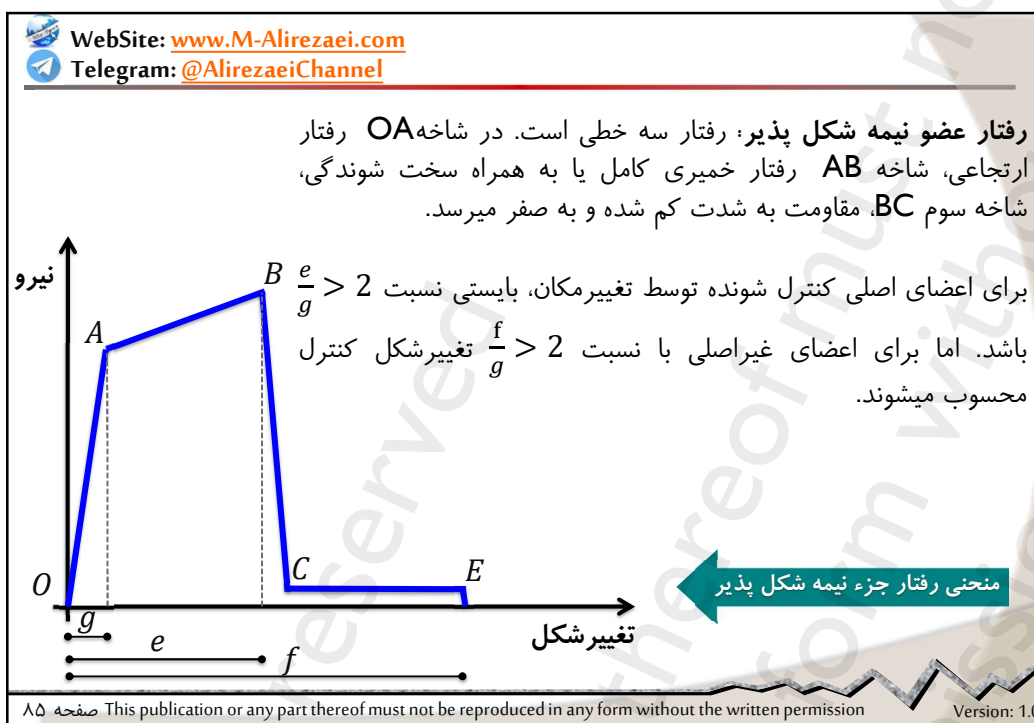
تلاش های تغییر شکل کنترل و نیروی کنترل:

رفتار اجزای سازه با توجه به نوع تلاش داخلی آنها و منحنی نیرو-تغییر شکل حاصل به صورت تغییر شکل کنترل و یا نیرو کنترل می‌باشد.

رفتار عضو شکل پذیر: در شاخه OA رفتار ارتجاعی،
شاخه AB رفتار خمیری کامل یا به همراه سخت شوندگی،
شاخه سوم BC، مقاومت به شدت کم شده اما بطور ناگهانی
از بین نمی‌رود. در شاخه چهارم، CD رفتار خمیری اما نرم
شونده است.

منحنی رفتار جزء شکل پذیر

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



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

تقسیم بندی نوع رفتار اعضای سازه مطابق با پیشنهادات تفسیر دستور العمل بهسازی لرزه‌ای مطابق با جدول زیر در نظر گرفته شده است. همانگونه که مشاهده می‌گردد حتی در یک مقطع از یک عضو نیروهای داخلی ممکن است از دو نوع کنترل شونده توسط نیرو یا تغییر شکل باشد.

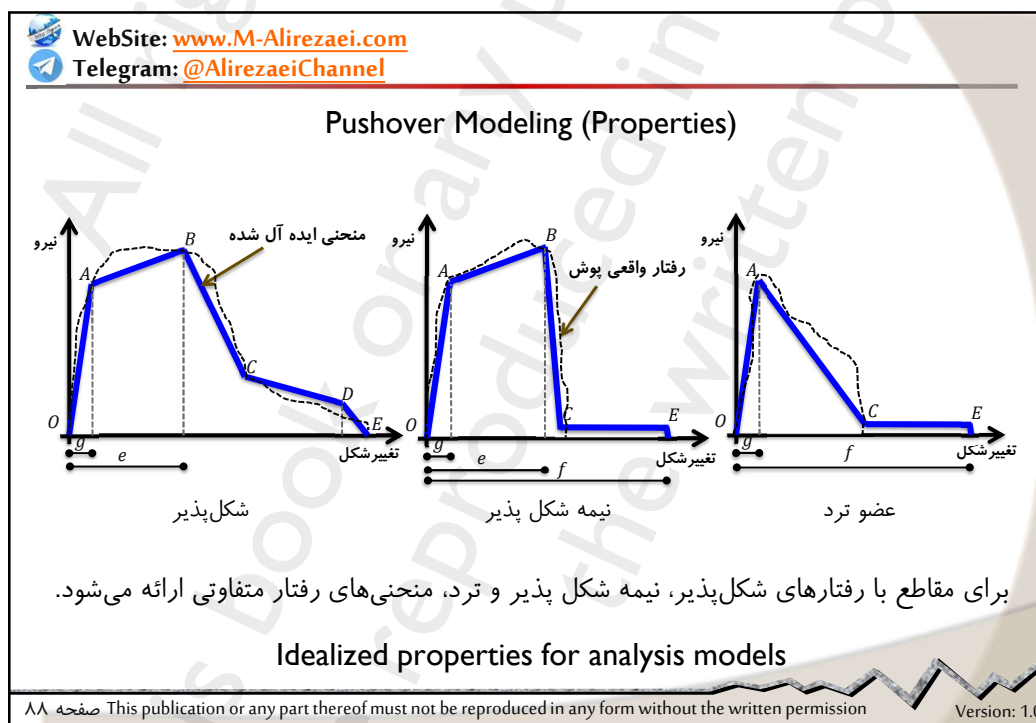
جزء	تغییر شکل کنترل	نیرو کنترل
۱- قاب‌های خمشی	لنگر خمشی (M)	برش (V)
تیرها	---	نیروی محوری (P) و برش (V)
ستون‌ها	---	برش (V)
اتصالات	لنگر خمشی (M) و برش (V)	نیروی محوری (P)
۲- دیوارهای برشی	---	---
۳- قاب‌های مهاربندی شده	نیروی محوری (P)	---
مهاربندها	---	نیروی محوری (P)
تیرها	---	نیروی محوری (P)
ستون‌ها	لنگر خمشی (M) و برش (V) و نیروی محوری (P)	لنگر خمشی (M) و برش (V) و نیروی محوری (P)
۴- اجزای اتصالات	---	---
۵- دیافراگم‌ها	لنگر خمشی (M) و برش (V)	لنگر خمشی (M) و برش (V) و نیروی محوری (P)

۱- در قاب خمشی فولادی برش (V) تغییر شکل کنترل است.

۲- در اتصالات لنگر خمشی (M)، برش (V) و نیروی محوری (P) تغییر شکل کنترل است.

۳- در صورتی که دیافراگم، نیروی جانبی اعضای باربر لرزه ای قائم موجود در تراز بالای خود را انتقال دهد، لنگر خمشی (M) و برش (V) نیرو کنترل می‌باشد.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۸۷ Version: 1.0



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

روش‌های تحلیل خطی

استفاده از روش تحلیل استاتیکی خطی هنگامی مجاز است که ساختمان دارای شرایط زیر از نظر ارتفاع و نظم سازه‌ای باشد:

- ۱- دوره تناوب اصلی سازه کوچکتر از $3.5T_s$ باشد و تعداد طبقات ساختمان از ۲۰ تجاوز نکند.
- ۲- تغییر ابعاد پلان در طبقات متوالی به استثنای خرپشته کمتر از ۴۰٪ باشد.
- ۳- حداکثر تغییر مکان جانبی نسبی در هر طبقه و در هر راستا کمتر از ۱.۵ برابر تغییر مکان متوسط نسبی آن طبقه باشد.
- ۴- متوسط تغییر مکان جانبی نسبی در هر طبقه، به استثنای خرپشته، کمتر از ۱.۵ برابر همین مقدار در طبقه بالا یا پایین آن باشد.
- ۵- سازه دارای سیستم باربر جانبی متعامد باشد.

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

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

- ۶- بزرگترین نسبت نیرو به ظرفیت (DCR) برای هر تلاش تغییر شکل کنترل (نظیر نیروی محوری، لنگر خمشی و نیروی برشی بدون لحاظ اثرات اندرکنشی) در هر عضو اصلی کمتر از ۲ باشد. برای تعیین DCR، ابتدا نیرو در اعضا از جمع نیروی ناشی از بارهای ثقلی و بار ناشی از زلزله (Q_{UD}) و ظرفیت ورد انتظار اعضا براساس مقاومت نهایی اجزای آنها (Q_{CE}) محاسبه می شود. سپس با استفاده از رابطه $DCR = Q_{UD} / Q_{CE}$ نسبت نیرو به ظرفیت تعیین میشود.

در صورت عدم برقراری رابطه ۶ لازمست شروط ۷، ۸ و ۹ بطور همزمان برآورده شود.

- ۷- انقطاع درسیستم باربر جانبی در صفحه و خارج از صفحه وجود نداشته باشد. (استثنا: در داخل صفحه میتوان به اندازه یک چشمه انقطاع در سیستم باربر جانبی داشت مشروط براینکه انتقال نیروی افقی به طور ایمن توسط یک عضو انتقال دهنده بار افقی تامین گردد)

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

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

۸- ساختمان از نظر پیچش یکی از شرایط زیر را دارا باشد:

الف) نسبت نیرو به ظرفیت برای تلاش بحرانی در اثر پیچش در هر عضو از طبقه بیش از ۱.۵ برابر همان نسبت در عضو واقع شده در سمت مقابل آن نسبت به مرکز پیچش نباشد.

ب) ساختمان با حداکثر ارتفاع ۳۰ متر، یا ۸ طبقه از تراز پایه، حداکثر تغییر مکان جانبی نسبی در هر طبقه و در هر راستا کمتر از ۱.۲ برابر تغییر مکان متوسط نسبی آن طبقه باشد.

۹- ساختمان از نظر مقاومت طبقات یکی از شرایط زیر را داشته باشد:

الف) مقدار متوسط شاخص وزنی برشی طبقه بصورت رابطه زیر، برای هر طبقه بیش از ۱.۲۵ برابر این شاخص در یک طبقه بالاتر یا پایین تر آن نباشد.

$$\overline{DCR} = \frac{\sum_{i=1}^n DCR_i V_i}{\sum_{i=1}^n V_i}$$

که در آن V_i نیروی محاسبه شده در عضو i ام که در باربری جانبی طبقه مشارکت داشته، n تعداد کل اعضای طبقه مورد نظر و DCR_i نسبت نیرو به ظرفیت برای تلاش بحرانی در عضو i ام.

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

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

ب) در ساختمان های با حداکثر ارتفاع ۳۰ متر و یا ۸ طبقه از تراز پایه، مقاومت جانبی هیچ طبقه ای کمتر از ۸۰٪ مقاومت جانبی طبقه روی خود نباشد. مقاومت هر طبقه برابر مجموع مقاومت جانبی کلیه اجزای مقاومی که برش طبقه را در جهت مورد نظر تحمل می نمایند.

کاربرد روش دینامیکی خطی

استفاده از روش دینامیکی خطی در صورتی مجاز است که از میان شروط مندرج در بند قبل، شرط ۶ یا بطور همزمان شروط ۷، ۸ و ۹ برآورده گردد. در این حالت نیازی به کنترل شرایط ۱ تا ۵ نیست.

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

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

روش استاتیکی خطی

فرضیات اساسی در این روش عبارتند از:

- ۱- رفتار مصالح خطی است؛
- ۲- بارهای ناشی از زلزله به صورت استاتیکی اعمال میشود.
- ۳- کل نیروی جانبی وارد بر سازه برابر با ضریبی از وزن ساختمان است.

در این روش مقدار برش پایه در این روش چنان انتخاب شده است که حداکثر تغییرشکل سازه با آنچه که در زلزله سطح خطر موردنظر، مطابقت داشته باشد. چنانچه تحت اثر بار وارد شده، سازه به طور خطی رفتار کند، نیروهای به دست آمده برای اعضای سازه نیز نزدیک به مقادیر پیشبینی شده هنگام زلزله خواهند بود؛ ولی اگر سازه رفتار غیرخطی داشته باشد، نیروهای محاسبه شده از این طریق بیش از مقادیر حد جاری شدن مصالح خواهند شد. به همین جهت هنگام بررسی معیارهای پذیرش نتایج حاصل از تحلیل خطی برای سازه هایی که هنگام زلزله رفتار غیرخطی دارند، اصلاح می شود.

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

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

تعیین زمان تناوب اصلی نوسان سازه

زمان تناوب اصلی نوسان باید به یکی از دو روش زیر برآورد شود:

- ۱- استفاده از روش های تحلیلی که مبتنی بر مشخصات دینامیکی سازه می باشد. زمان تناوب محاسبه شده از این روش در هر حال نباید از 1.4 برابر زمان تناوب تجربی بیشتر باشد.
- ۲- استفاده از روش های تجربی براساس رابطه زیر:

که در آن H ارتفاع ساختمان از تراز پایه بر حسب متر است و در محاسبه آن، ارتفاع خرپشته در صورت که وزن آن بیشتر از ۲۵٪ وزن بام باشد، نیز باید منظور شود.

$\alpha=0.08$	قاب خمشی فولادی
$\alpha=0.07$	قاب فولادی با مهاربند واگرا
$\alpha=0.07$	قاب خمشی بتنی
$\alpha=0.05$	سایر سیستم های سازه ای

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

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

برآورد نیروها و تغییر شکل ها

در روش تحلیل استاتیکی خطی، نیروی جانبی ناشی از زلزله (V) به صورت ضریبی از وزن ساختمان (W) محاسبه میشود.

$$V = C_s W$$

$$C_s = C_1 C_2 C_m S_a$$

که در آن W: وزن لرزه ای ساختمان، شامل وزن مرده ساختمان مشتمل بر تیغه ها و تجهیزات ثابت و ۲۰٪ بار زنده شامل بار برف طبق مبحث ششم از مجموعه مقررات ملی ساختمان می باشد.

S_a : شتاب طیفی به ازای تناوب اصلی T است.

C_1 : ضریب تصحیح برای در نظر گرفتن تغییر مکانهای غیرارجاعی سیستم که به یکی از دو روش زیر محاسبه میشود:

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

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

۱- با استفاده از رابطه زیر:

$$T \leq 0.2 \rightarrow C_1 = 1 + \frac{25(R_u - 1)}{a}$$

$$0.2 < T \leq T \rightarrow C_1 = 1 + \frac{R_u - 1}{aT^2}$$

$$T > 1.0 \rightarrow C_1 = 1$$

ضریب a مربوط به نوع زمین و با استفاده از جدول زیر تعیین میشود:

III و IV	II	I	نوع زمین
60	90	130	a

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

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

R_u نسبت مقاومت بوده که براساس دو رابطه زیر تعیین میشود:

$$R_u = \frac{DCR_{max}}{1.5} C_m \geq 1.0$$

در این رابطه DCR_{max} بزرگترین نسبت نیرو به ظرفیت (DCR) میباشد که برای اعضای اصلی با فرض $C_1 = C_2 = C_m = 1.0$ محاسبه میشود.

در صورتیکه برش پایه نظیر حد رفتار ارتجاعی سازه، V_e در دست باشد:

$$R_u = \frac{S_a}{V_e/W} C_m$$

در این رابطه S_a شتاب طیفی به ازای زمان تناوب اصلی T است.

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

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

۲- براساس رابطه زیر، در صورتی که نسبت مقاومت R_u مطابق روابط قبل معلوم نباشد:

$$C_1 = 1 + \frac{T_s - T}{0.2T_s - 0.2}$$

در هر صورت مقدار C_1 نباشد کمتر از ۱ در نظر گرفته شود.

C_2 : ضریب تصحیح برای اثرات کاهش سختی و مقاومت اعضای سازه ای بر تغییر مکان های ناشی از زوال چرخه ای که به یکی از دو روش زیر محاسبه میشود:

۱- با استفاده از رابطه زیر:

$$T > 0.7 \rightarrow C_2 = 1$$

$$T \leq 0.7 \rightarrow C_2 = 1 + \frac{1}{800} \left(\frac{R_u - 1}{T} \right)^2$$

۲- در غیاب محاسبات دقیقتر برای تحلیل خطی میتوان C_2 را برابر واحد در نظر گرفت.

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

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

C_m : ضریب جرم مؤثر که برای اعمال اثر مودهای بالاتر بوده و مطابق جدول زیر تعیین میشود. برای سازه های با زمان تناوب بزرگتر از یک باید برابر یک منظور شود.

تعداد طبقات	قاب خمشی بتنی یا فولادی قاب فولادی مهاربندی شده	سازه با دیوار برشی بتنی	سایر سیستم های سازه ای
یک یا دو	1	1	1
سه و بیشتر	0.9	0.8	1

توزیع نیروی جانبی در ارتفاع:

نیروی جانبی در ارتفاع بصورت زیر توزیع میشود:

$$F_i = \frac{W_i h_i^k}{\sum_{j=1}^n W_j h_j^k} \times V$$

که در آن F_i نیروی جانبی وارد بر طبقه i ام، W_i وزن لرزه ای طبقه i ام، h_i ارتفاع طبقه i ام از تراز پایه و مقدار k از رابطه زیر تعیین میشود:

$$k = 0.5T + 0.75$$

برای زمان تناوب اصلی کمتر مساوی 0.5 sec مقدار $k=1.0$ و برای زمان تناوب اصلی مساوی یا بیشتر از 2.5 sec مقدار $k=2$ در نظر گرفته شود.

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

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

روش تحلیل دینامیکی خطی:

تحلیل دینامیکی خطی میتواند به دو روش طیفی یا تاریخچه زمانی انجام شود. در این روش سازه با فرض رفتار خطی و با اعمال اثر حرکات زمین در تراز پایه آن تحلیل می شود. در این حالت مشابه روش تحلیل استاتیکی خطی، پاسخ سازه در زلزله سطح خطر مورد نظر حاصل از تحلیل، در ضرابی ضرب میشود تا حداکثر تغییر شکل سازه با آنچه که در زلزله پیش بینی میشود، مطابقت داشته باشد. به همین علت نیروهای داخلی در سازه های شکل پذیر که در هنگام زلزله رفتار غیرخطی خواهند داشت، بزرگتر از نیروهای قابل تحمل در سازه برآورد می شوند.

روش تحلیل طیفی:

تعداد مودهای ارتعاش در تحلیل طیفی باید چنان انتخاب شود که جمع درصد مشارکت جرم مؤثر برای هر امتداد تحریک زلزله در مودهای انتخاب شده حداقل ۹۰٪ باشد. نتایج حاصل از هر مود نوسان باید با روشهای شناخته شده مانند جذر مجموع مربعات SRSS یا روش ترکیب مربعی کامل CQC که اندرکنش بین مودها را در نظر میگیرد، ترکیب شود، نظر میدر ترکیب اثر حداکثر مودها در ساختمانهای نامنظم در پلان و یا در مواردی که زمانهای تناوب دو یا چند مود سازه به یکدیگر نزدیک باشد باید با روش CQC صورت گیرد.

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

WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: @AlirezaeiChannel

در روش تحلیل طیفی، در صورتیکه زمان تناوب تحلیلی مود اصلی در هر امتداد اصلی ساختمان از 1.4 برابر زمان تناوب تجربی آن امتداد بوده و مقدار برش در آن امتداد از ۸۰٪ برش پایه استاتیکی معادل در همان امتداد کمتر باشد، مقدار برش پایه در آن امتداد باید با ۸۰٪ برش پایه استاتیکی معادل همپایه شود.

روش تحلیل تاریخچه زمانی

در تحلیل تاریخچه زمانی، پاسخ سازه با استفاده از روابط دینامیکی در گام های زمانی کوتاه محاسبه می شود. در این روش باید پاسخ مدل سازه تحت تحریک شتاب زمین براساس حداقل سه شتابنگاشت محاسبه شود.

چنانچه کمتر از هفت شتابنگاشت برای تحلیل انتخاب شود باید بیشینه اثر آنها برای کنترل ها تغییر شکل ها و نیروهای داخلی منظور شود، چنانچه از هفت شتابنگاشت یا بیشتر استفاده شود می توان مقدار متوسط اثر آنها را برای کنترل تغییر شکل و نیروهای داخلی در نظر گرفت. در صورتیکه زمان تناوب تحلیلی مود اصلی در هر امتداد اصلی ساختمان از 1.4 برابر زمان تناوب تجربی آن امتداد بزرگتر بوده و مقدار برش در آن امتداد از ۸۰٪ برش پایه استاتیکی معادل کمتر باشد، مقدار برش پایه در آن امتداد باید با ۸۰٪ برش پایه استاتیکی معادل همپایه شود.

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

Version: 1.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: @AlirezaeiChannel

روش های تحلیل غیرخطی

در صورتی که در سازه ای استفاده از روش های خطی مجاز نباشد، ضروری است از روش های غیرخطی برای تحلیل سازه استفاده شود.

کاربرد روش استاتیکی غیرخطی

استفاده از روش استاتیکی غیرخطی هنگامی مجاز است که دو شرط زیر برقرار باشد:

۱- نسبت مقاومت R_u محاسبه شده از مقدار R_{max} محاسبه شده کمتر باشد.

۲- تاثیر مودهای بالاتر قابل ملاحظه نباشد. برای تعیین این موضوع ضروری است سازه دو بار با استفاده از روش دینامیکی طیفی تحلیل شود. در بار اول تنها مود اول سازه در نظر گرفته شده و در بار دوم تمام مودهای نوسانی که مجموع جرم موثر آنها حداقل ۹۰٪ جرم کل سازه است باید در نظر گرفته شود. در صورتیکه نتایج تحلیل دوم نشان دهد نیروی برشی در طبقه ای بیش از ۳۰٪ از نیروی برشی حاصل از تحلیل اول بیشتر است، این امر به معنی قابل ملاحظه بودن اثرات مودهای بالای سازه است.

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

Version: 1.0

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

* در تحلیل استاتیکی غیرخطی، قادر به تخمین مناسب جابجایی حداکثر بام و طبقات هستیم.
 * تحلیل استاتیکی غیرخطی، در تخمین برش و نیروهای طبقات ضعیف است.
 * در صورتی که اثر مودهای نوسانی بالا برای یک سازه مهم باشند، استفاده از روش تحلیل استاتیکی غیرخطی با دقت پایینی همراه است.

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

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

در تحلیل استاتیکی غیرخطی بارافزون ابتدا بار ثقلی با یک ترکیب خاص (مثلا کل بار مرده به اضافه ۲۰٪ بار زنده) بر روی قاب قرار داده می‌شود.
 پس از انجام یک تحلیل استاتیکی غیرخطی و مشخص شدن تغییرشکل‌های اعضا، نیروی برش پایه بصورت استاتیکی تحت الگویی مشخص در تراز طبقات به تدریج و به صورت فزاینده به سازه اعمال می‌شود، این افزایش از صفر شروع و تا آنجا ادامه پیدا می‌کند که تغییر مکان در یک نقطه خاص (نقطه کنترل) تحت اثر بار جانبی، به مقدار مشخصی (تغییر مکان هدف) برسد و یا مکانیزم خرابی در سازه بوجود بیاید.
 در این مرحله تغییرشکل‌ها و نیروهای داخلی حاصل از تحلیل استاتیکی غیرخطی بارافزون باید با معیارهای پذیرش مورد بررسی قرار گیرد.

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

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

* ترکیب بارگذاری ثقلی:

$$Q_G = 1.1[Q_D + Q_L]$$

$$Q_G = 0.9Q_D$$

(۲) سازه همزمان تحت بارهای ثقلی و جانبی، تحلیل شود.

(۱) ابتدا سازه مدلسازی شده

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

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

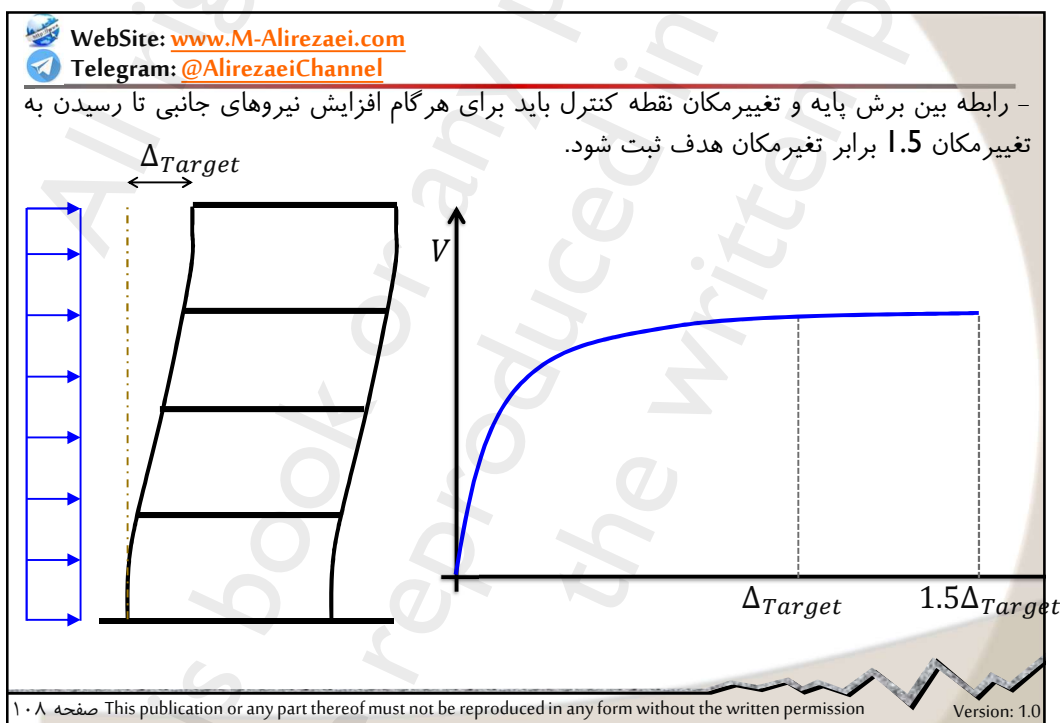
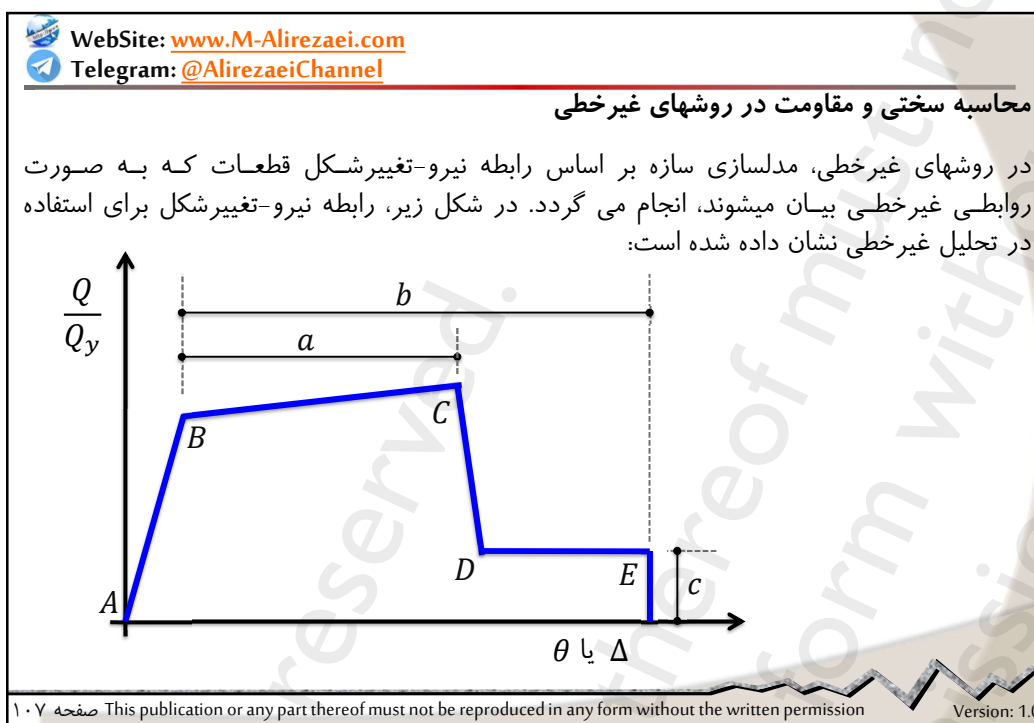
اگر شرط ۲ برقرار نبود، باید از روش تحلیل دینامیکی خطی نیز برای تکمیل روش استاتیکی غیرخطی استفاده گردد. در این روش حالت معیار پذیرش باید برای هر دو روش بررسی شود. با این تفاوت که پذیرش اعضای با رفتار تغییر شکل کنترل، در روش تحلیل دینامیکی خطی می‌توان ۳۳٪ تخفیف قایل شد.

اگر شرط ۱ برقرار نباشد، باید از تحلیل دینامیکی غیرخطی استفاده گردد.

کاربرد روش دینامیکی غیرخطی

استفاده از روش تحلیل دینامیکی غیرخطی برای کلیه سازه مجاز می‌باشد. در تحلیل دینامیکی غیرخطی نتایج حاصل از این تحلیل باید توسط یک گروه متخصص و با تجربه در این زمینه کنترل شود.

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



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

در مدل سازی بارهای ثقلی اعضا در ترکیب با بارهای جانبی اعمال می شود. بارهای جانبی باید در هر دو امتداد و هر دو جهت منفی و مثبت به سازه اعمال و اثرات بحرانی ترین حالت ملاک قرار گیرد.

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

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

تحلیل استاتیکی غیرخطی می تواند به دو روش کامل و ساده انجام شود:

۱- در روش کامل، اعضای اصلی و غیراصلی سیستم باربر جانبی باید در مدل سازی وارد شود رفتار نیرو تغییرشکل کلیه اعضا باید به صورت صریح با استفاده از نمودار چندخطی (منحنی پوش چرخه ای) که تا حد امکان نزدیک به واقعیت انتخاب می شود، مدلسازی گردد. همچنین اثرات زوال ای چرخه که شامل کاهش مقاومت و مقاومت باقیمانده می باشد، به نحوی وارد محاسبات می شود. تحلیل استاتیکی غیرخطی باید با معیارهای پذیرش مورد بررسی قرار گیرد. تلاشهای اعضای اصلی و غیراصلی برحسب سطح عملکرد موردنظر برای ساختمان، باید توسط معیار پذیرش اعضای غیراصلی کنترل شوند. به عبارت دیگر معیار پذیرش برای اعضای اصلی و غیراصلی یکسان است.

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

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

۲- در روش ساده شده، فقط اعضای اصلی مدل می شوند رفتار غیرخطی اعضای اصلی توسط مدل دوطبقه شبیه سازی و از اثرات زوال صرفنظر میشود. در این روش، به دلیل ساده سازی در تحلیل، معیار پذیرش برای اعضای اصلی کنترل شوند و برای اعضای غیراصلی برحسب سطح عملکرد موردنظر برای ساختمان، تلاش ها باید توسط معیار پذیرش اعضای اصلی کنترل شوند و برای اعضای غیراصلی برحسب سطح عملکرد موردنظر برای ساختمان، تلاشها باید توسط معیار پذیرش اعضای غیراصلی کنترل شوند. چنانچه تعداد کمی از اعضای اصلی توسط این معیار پذیرفته نشوند، میتوان آنها را در دسته اعضای غیراصلی فرض کرده و از مدل خارج نمود.

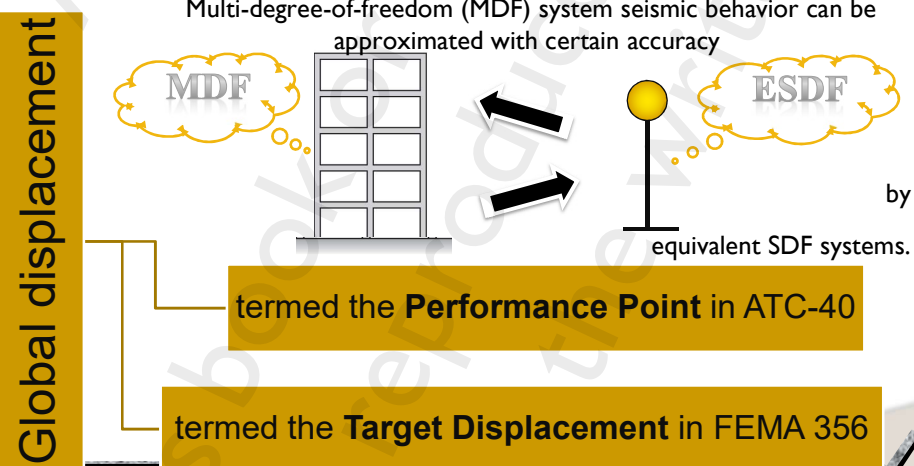
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
 Version: 1.0

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

نقطه کنترل:

در تحلیل استاتیکی غیرخطی، مرکز جرم بام به عنوان نقطه کنترل تغییرمکان سازه انتخاب می شود مرکز جرم سقف خرپشته به عنوان نقطه کنترل انتخاب نمیشود، مگر آنکه وزن آن بیشتر ۲۵٪ وزن بام باشد.

Multi-degree-of-freedom (MDF) system seismic behavior can be approximated with certain accuracy by equivalent SDF systems.



Global displacement

by equivalent SDF systems.

termed the **Performance Point** in ATC-40

termed the **Target Displacement** in FEMA 356

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

WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: @AlirezaeiChannel

توزیع نیروی جانبی:

در توزیع بار جانبی مدل سازه باید تا حد امکان شبیه به آنچه که هنگام زلزله رخ خواهد داد، باشد و حالت‌های بحرانی تغییر شکل و نیروهای داخلی را در اعضا ایجاد نماید توزیع بار جانبی باید متناسب با دو نوع توزیع زیر، به سازه اعمال شود.

۱- توزیع نوع اول: توزیع متناسب با شکل مود اول ارتعاش در جهت مورد نظر. این توزیع در حالتی که اثر مودها بالا موثر باشند، مناسب است.

۲- توزیع نوع دوم: توزیع یکنواخت که در آن بار جانبی متناسب با وزن هر طبقه محاسبه می شود. این توزیع برای بررسی حالت های بحرانی در طبقات پایین در نظر گرفته میشود.

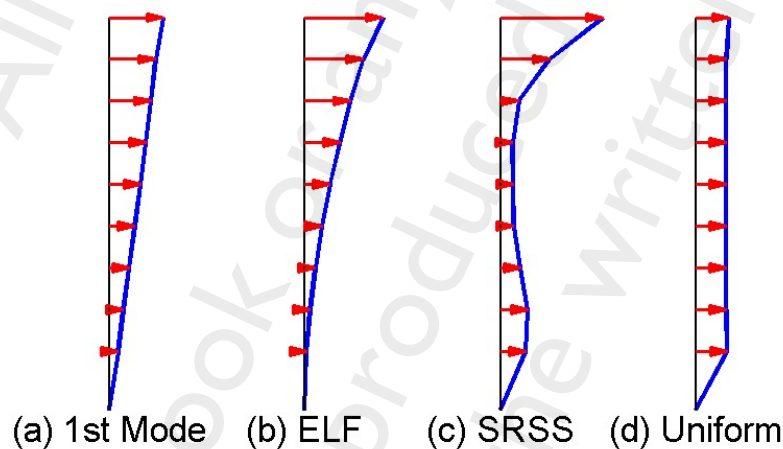
در صورتیکه ساختمان بر اساس یکی از ویرایش های استاندارد ۲۸۰۰ طراحی شده باشد، اعمال توزیع بار جانبی نوع دوم (توزیع یکنواخت) ضرورتی ندارد.

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

Version: 1.0

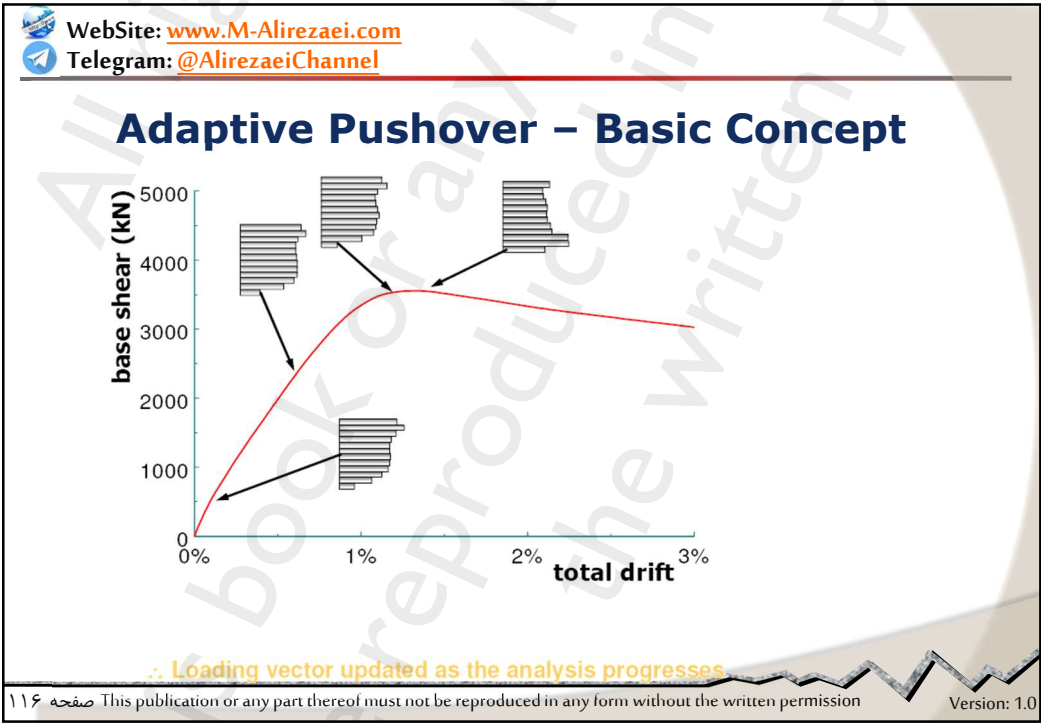
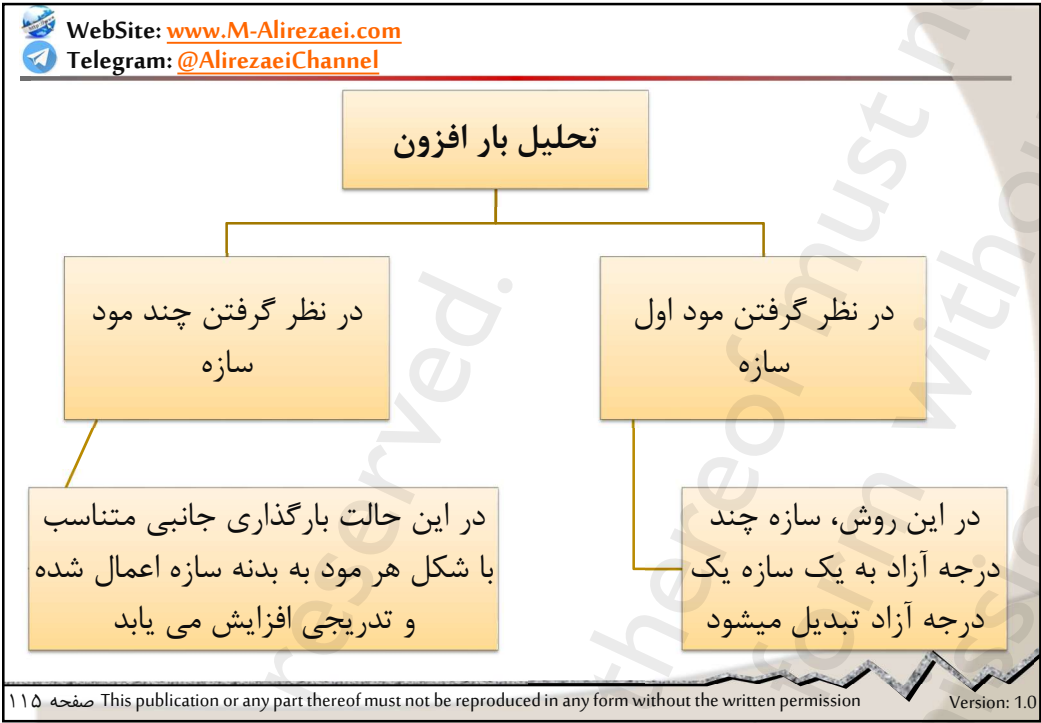
WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: @AlirezaeiChannel



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

Version: 1.0





WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: @AlirezaeiChannel

مدل رفتار چند خطی نیرو-تغییر مکان سازه:

رفتار غیرخطی سازه ارتباط بین برش پایه و تغییر مکان نقطه کنترل را مطابق شکل زیر مشخص می نماید. به منظور محاسبه سختی جانبی موثر K_e و برش تسلیم موثر V_y باید با یک مدل رفتار چند خطی ساده جایگزین شود. قسمت اول منحنی باید با شیب K_e که برابر مدول سکانت محاسبه شده برای برش پایه $0.6V_y$ می باشد، شروع گردد. در مدل ساده شده باید دقت شود که V_y بزرگتر از بیشینه برش پایه در منحنی رفتار غیرخطی نشود. خط دوم با شیب مثبت $\alpha_1 K_e$ با استفاده از نقطه (V_d, Δ_d) و نقطه تقاطع با خط اول (V_y, Δ_y) چنان ترسیم شود که سطح زیر مدل رفتار دو خطی برابر سطح زیر منحنی رفتار غیرخطی تا نقطه (V_d, Δ_d) باشد. (V_d, Δ_d) نقطه ای روی منحنی نیرو-تغییر مکان در تغییر مکان هدف یا تغییر مکان متناظر با حداکثر نیروی برشی است این نقطه باید بر اساس حداقل مقدار این دو تغییر مکان تعیین گردد. خط سوم با شیب منفی $\alpha_2 K_e$ با استفاده از نقطه (V_d, Δ_d) و نقطه ای که در آن نیروی برشی برابر با $0.6V_y$ می باشد، ترسیم شود.

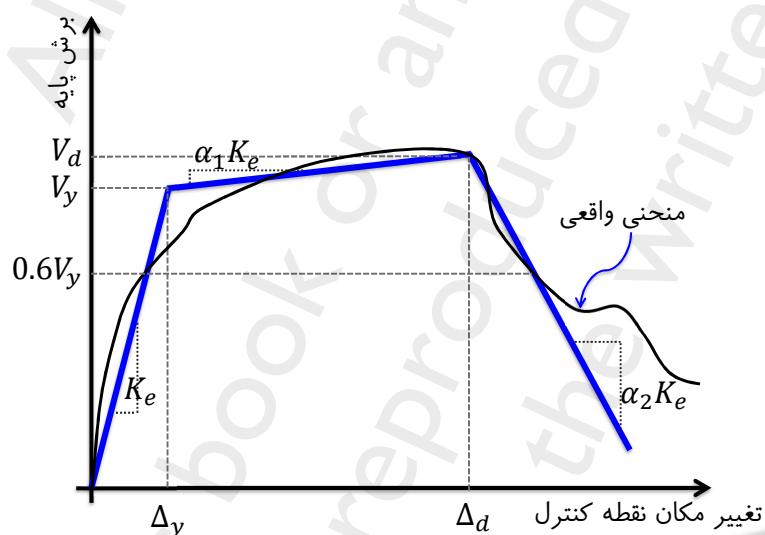
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 1.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: @AlirezaeiChannel



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

Version: 1.0

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

محاسبه زمان تناوب اصلی موثر:

$$T_e = T_i \sqrt{\frac{K_i}{K_e}}$$

که در آن T_i زمان تناوب اصلی ساختمان با فرض رفتار خطی بر حسب ثانیه، K_i سختی جانبی ارتجاعي ساختمان در جهت مورد بررسی، K_e سختی موثر ساختمان در جهت مورد بررسی است.

برآورد نیروها و تغییرشکل ها:

تغییرشکلها و نیروهای داخلی اعضا و اجزا در روش تحلیل استاتیکی غیرخطی در تغییرمکان هدف برآورد شده و مورد ارزیابی قرار می گیرد.

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

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

ساختمان با دیافراگم صلب:

تغییرمکان هدف برای سازه با دیافراگمهای صلب باید با درنظر گرفتن رفتار غیرخطی سازه برآورد شود، به عنوان روش تقریبی میتوان مقدار تغییرمکان هدف را از رابطه زیر تعیین نمود:

$$\delta_t = C_0 C_1 C_2 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g$$

که در آن:

T_e : زمان تناوب اصلی موثر ساختمان مطابق رابطه قبل برای امتداد موردنظر است.

C_0 : ضریب اصلاح برای ارتباط تغییرمکان طیفی سیستم یک درجه آزادی به تغییرمکان بام سیستم چند درجه آزادی است که برابر یکی از مقادیر زیر انتخاب می شود:

$$C_0 = \varphi_{1,r} \frac{\sum_{i=1}^n w_i \varphi_{1,i}}{\sum_{i=1}^n w_i \varphi_{1,i}^2}$$

الف) ضریب مشارکت مود اول با استفاده از رابطه زیر:

که در آن w_i و $\varphi_{1,i}$ به ترتیب وزن موثر لرزه‌ای و مولفه بردار شکل مود اول برای امتداد موردنظر در تراز i می باشد. همچنین $\varphi_{1,r}$ نیز مولفه همین بردار در تراز نقطه کنترل می باشد.

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

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

(ب) با استفاده از مقادیر تقریبی جدول زیر:

تعداد طبقات	ساختمان‌های برشی		سایر ساختمان‌ها
	توزیع نوع اول	توزیع نوع دوم	هر نوع توزیع بار
1	1	1	1
2	1.2	1.15	1.2
3	1.2	1.2	1.3
5	1.3	1.2	1.4
10+	1.3	1.2	1.5

برای مقادیر مابین حدود داده شده در جدول باید از درونیایی خطی استفاده کرد.

منظور از ساختمان برشی، ساختمانی است که تغییرمکان جانبی نسبی هر طبقه، از طبقه زیر آن کوچکتر باشد.

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

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

C_1 : ضریب تصحیح برای اعمال تغییرمکان غیرارتجاعی سیستم که از رابطه زیر محاسبه میشود:

$$T_e \leq 0.2 \quad \rightarrow \quad C_1 = 1 + \frac{25(R_u - 1)}{a}$$

$$0.2 < T_e \leq 1.0 \quad \rightarrow \quad C_1 = 1 + \frac{R_u - 1}{aT_e^2}$$

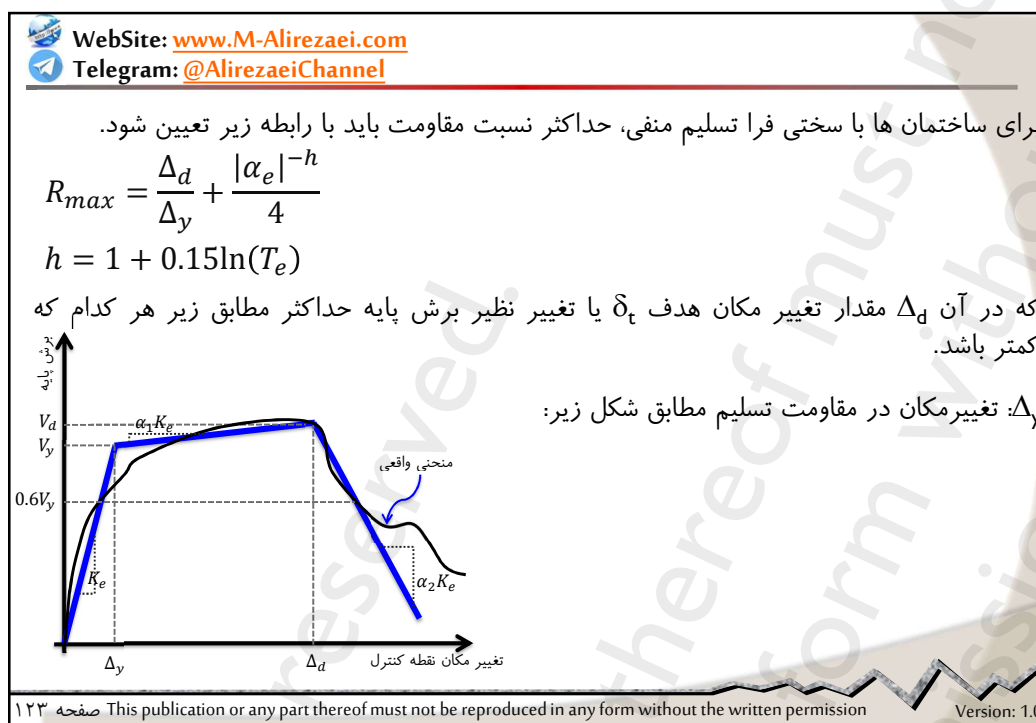
$$T_e > 1.0 \quad \rightarrow \quad C_1 = 1.0$$

در این رابطه R_u نسبت نیاز مقاومت ارتجاعی به مقاومت تسلیم است که از رابطه زیر تعیین میشود:

$$R_u = \frac{S_a}{V_y/W} C_m$$

مقدار a قبلاً تعریف شده بود. مقدار S_a شتاب طیفی به ازای زمان تناوب اصلی موثر T_e است. همچنین C_m ضریب جرم موثر که برای اعمال اثر مودهای بالاتر بوده که در قبل داده شده بود و برای سازه‌های با زمان تناوب اصلی بزرگتر از ۱ باید برابر ۱ در نظر گرفته شود. مقدار V_y برابر برش پایه نظیر حد تسلیم سازه در نمودار چند خطی نیرو-تغییر شکل در تحلیل استاتیکی غیرخطی و W وزن لرزه‌ای است.

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



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

C_2 : ضریب تصحیح برای اثرات کاهش سختی و مقاومت اعضای سازه‌ای بر تغییر مکانها ناشی از زوال چرخه مقدار آن با استفاده از رابطه زیر تعیین میشود:

$$T < 0.7 \rightarrow C_2 = 1 + \frac{1}{800} \left(\frac{R_u - 1}{T_e} \right)^2$$

$$T \geq 0.7 \rightarrow C_2 = 1$$

مقدار R_u نیز در رابطه قبلی داده شده بود.

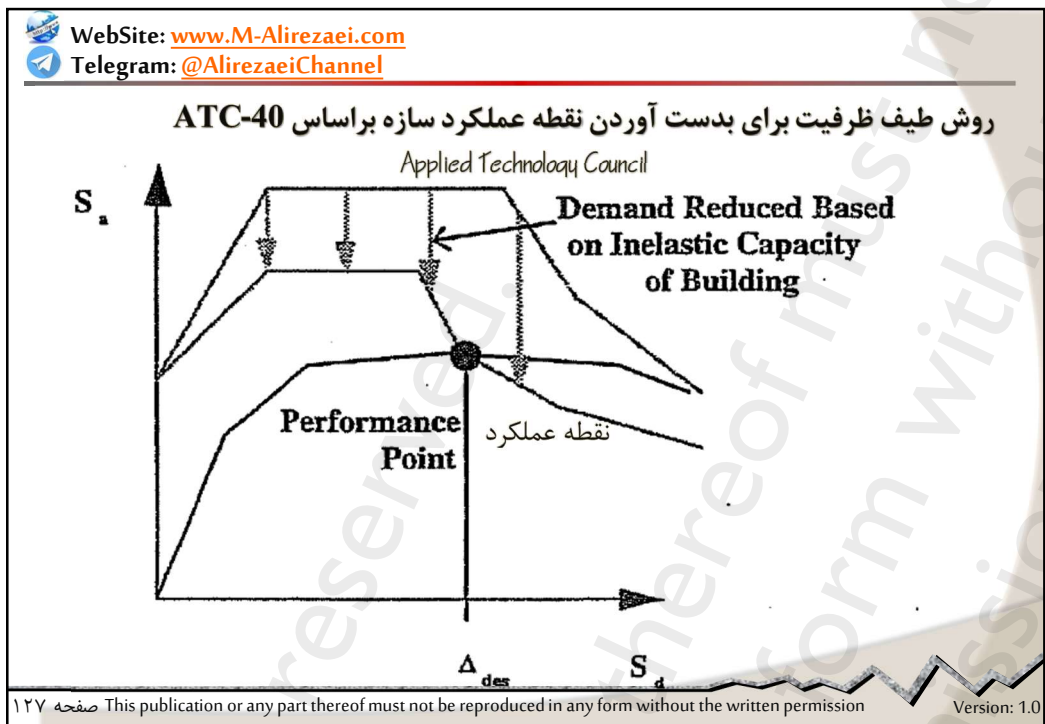
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 1.0

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

روش طیف ظرفیت برای تعیین نقطه عملکرد سازه

روش طیف ظرفیت، اولین بار توسط Freeman ارائه شد. این روش مبتنی بر یک روش گرافیکی جهت مقایسه ظرفیت یک سازه با تقاضای زلزله در سازه می‌باشد. به دلیل گرافیکی بودن این روش، ارزیابی عینی از نوع عملکرد سازه تحت اثر زلزله ممکن می‌باشد. در این روش با تعریف نقطه عملکرد، ظرفیت سازه و تقاضای زلزله با هم مقایسه می‌شوند نقطه عملکرد محل تلاقی منحنی ظرفیت سازه و منحنی تقاضای زلزله می‌باشد. به دیگر سخن، نقطه عملکرد روی منحنی ظرفیت، در جایی است که، تقاضای شکل‌پذیری تغییر مکان تحریک با تقاضای شکل‌پذیری تغییر مکان سازه برابر است. منحنی ظرفیت (نیرو - تغییر مکان) سازه از تحلیل Pushover با فرض غالب بودن مد اول حاصل می‌شود. تقاضای زلزله نیز توسط طیف پاسخ، S_a بر حسب S_d تعریف می‌شود. با توجه به وابسته بودن روش طیف ظرفیت، به تحلیل استاتیکی غیر خطی Pushover، مشخص بودن تغییر مکان هدف لازم می‌باشد. بارگذاری جانبی افزایشی در روش Pushover تا رسیدن به این تغییر مکان ادامه می‌یابد. بدین ترتیب تقاضای ناشی از زلزله در اعضاء مشخص می‌گردد. در قسمت‌های بعدی مراحل این روش که برگرفته از آیین نامه ATC40 می‌باشد، شرح داده شده است.

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

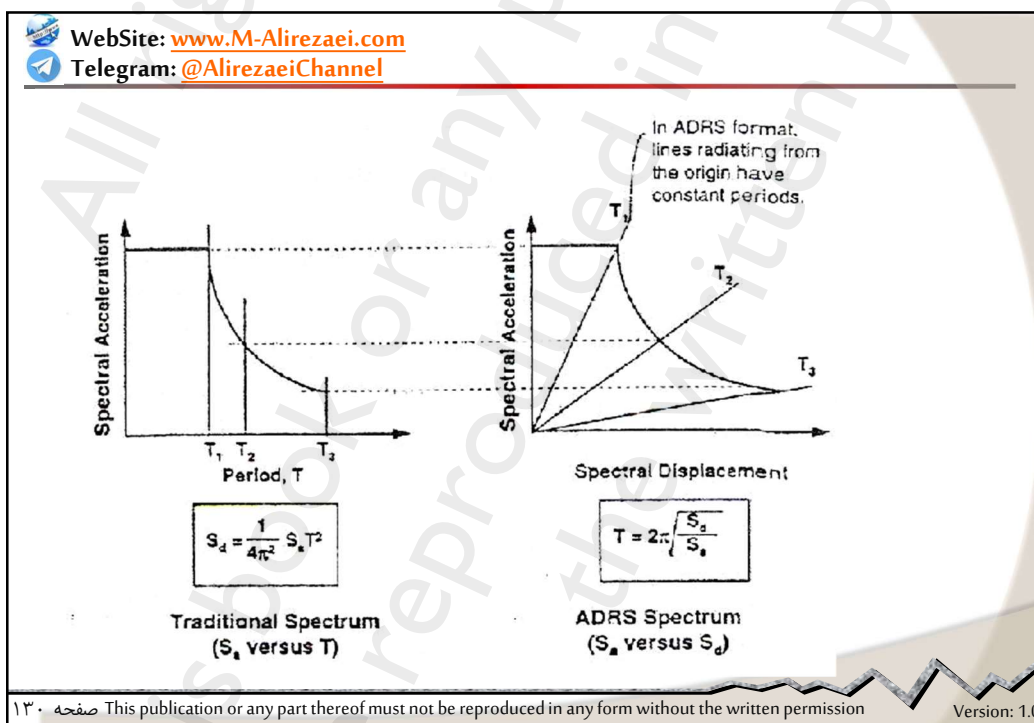


WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

طیف‌های پاسخ آیین نامه‌ای شامل محدوده‌های ثابت شتاب و سرعت و تغییر مکان می‌باشند که در یک منحنی شتاب-پریود (S_a-T) رسم شده‌اند. این شکل طیف، جهت روش‌های طراحی بر اساس نیرو (یا مقاومت) مناسب است. اما در تحلیل غیرخطی هم نیرو و هم تغییر مکان مهم هستند، لذا طیف‌ها باید به صورت منحنی شتاب در برابر تغییر مکان که تحت عنوان ADRS نامیده می‌شود (Acceleration-Displacement Response Spectra)، رسم گردند. پریود در منحنی‌های ADRS توسط مجموعه‌ای از خطوط شعاعی گذرنده از مبدا مختصات، نمایش داده می‌شود. هر نقطه‌ای روی طیف پاسخ، متناظر با یک مقدار شتاب طیفی S_a ، سرعت طیفی S_v ، تغییر مکان طیفی S_d و پریود T می‌باشد. جهت تبدیل طیف از حالت استاندارد S_a بر حسب T ، به شکل ADRS، تعیین مقدار S_{di} متناظر با (T_i, S_{ai}) در هر نقطه از منحنی لازم است که این مقدار توسط فرمول زیر محاسبه می‌شود. نحوه تبدیل در شکل زیر مشخص می‌باشد.

$$S_{di} = \frac{T_i^2}{4\pi^2} S_{ai} g$$

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



WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: @AlirezaeiChannel

لازم به تذکر است که جهت منظور کردن رفتار غیر الاستیک، با استفاده از مفهوم میرایی موثر ویسکوز (β_{eff}) طیف پاسخ الاستیک، کاهش داده می‌شود. این مفهوم رابطه‌ای بین میرایی سازه‌ای و نسبت شکل پذیری تغییر مکان (μ) برقرار می‌کند. نتیجه، تعیین ضرائب کاهش طیفی جهت به دست آوردن منحنی‌های طیف با شکل‌پذیری ثابت (طیف‌های پاسخ غیر الاستیک) خواهد بود. قابل ذکر است که β_{eff} توسط میرایی هیسترتیک و ویسکوزیته ذاتی ساختمان تعریف می‌شود.

رسم منحنی ظرفیت سازه

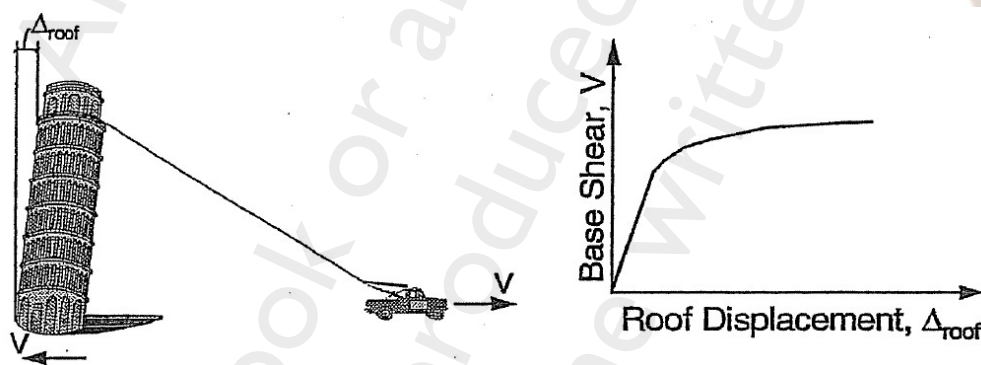
ظرفیت سازه توسط منحنی نیرو - تغییر مکان به دست آمده از تحلیل استاتیکی غیرخطی Pushover نمایش داده می‌شود. مناسب‌ترین حالت این است که این منحنی بر حسب برش پایه - تغییر مکان به بام باشد. در روش Pushover از یک الگوی بارگذاری جانبی متناظر با زلزله طرح که به طور افزایشی به سازه مورد نظر اعمال می‌شود، استفاده می‌گردد. این بارگذاری تا رسیدن به تغییر مکان هدف به صورت یکنواخت افزایش می‌یابد.

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

Version: 1.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: @AlirezaeiChannel



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

Version: 1.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: @AlirezaeiChannel

مراحل قدم به قدم ساخت منحنی ظرفیت

در حالت کلی، با فرض غالب بودن مد اول ارتعاشی سازه، منحنی ظرفیت نشانگر مد اول پاسخ سازه می‌باشد. این حالت برای سازه‌هایی که پریود اصلی ارتعاش در آنها کمتر از ۱ ثانیه است، قابل قبول می‌باشد. برای سازه‌هایی که با انعطاف‌پذیری بیشتر (با پریود ارتعاش بزرگتر از ۱ ثانیه) اثر مدهای بالاتر نیز، باید در محاسبات وارد شود. در ذیل به مراحل قدم به قدم ساخت منحنی ظرفیت، که برگرفته از ATC40 می‌باشد، اشاره می‌گردد. لازم به ذکر است مراحل انجام روش تحلیل آنالیز Pushover در دستور العمل بهسازی و FEMA 273 همانند ATC40 می‌باشد.

۱- ایجاد مدل کامپیوتری سازه با استفاده از قواعد مدلسازی.

۲- طبقه بندی اعضای مدل به عنوان اولیه یا ثانویه.

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

Version: 1.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: @AlirezaeiChannel

۳- اعمال نیروهای جانبی در تراز طبقات به سازه. این نیروها متناسب با جرم طبقات و تامین کننده شکل مد اصلی سازه هستند. این تحلیل باید با در نظر گرفتن همزمان بارهای قائم انجام شود.

در ترکیب بارگذاری ثقلی و جانبی، حد بالا و پائین اثرات بار ثقلی، Q_G ؛ باید از روابط زیر محاسبه شود:

$$Q_G = 1.1[Q_D + Q_L]$$

$$Q_G = 0.9Q_D$$

که در آن Q_D بار مرده و Q_L بار زنده مؤثر براساس مبحث ششم از مقررات ملی می‌باشد.

روش Pushover در شکل‌های مختلف برای استفاده در حالت‌های متفاوت ارائه شده است. در این روش سازه تحت اثر یک الگوی بارگذاری جانبی مشخص به صورت افقی قرار می‌گیرد. این بارگذاری تا زمان رسیدن سازه به یک حالت حدی به صورت افزایشی ادامه می‌یابد.

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

Version: 1.0

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

۴- محاسبه نیروهای اعضاء با اعمال همزمان بارهای قائم و جانبی با ضرائب مناسب.

۵- تنظیم سطح بار جانبی به قسمی که بعضی از اعضاء (یا گروهی از اعضاء) در محدوده ۹۰ تا ۱۰۰ درصد از مقاومتشان قرار بگیرد (اعضا در حاشیه اطمینانی برابر با ۱۰ درصد از مقاومتشان قرار بگیرد).

۶- ثبت برش پایه و تغییر مکان بام. همچنین می‌توان نیروهای اعضاء را بر حسب مقدار دوران در آنها ثبت کرد که برای کنترل عملکرد قابل استفاده می‌باشد.

۷- تجدید نظر در مدل، با به کار بردن مقدار سختی برابر صفر (یا خیلی کوچک) برای اعضاء خمیری شده.

۸- اعمال نمو مجدد به نیروهای جانبی در سازه تجدید نظر شده تا زمانی که عضو دیگری (یا گروهی از اعضاء) تسلیم شود.

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

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

۹- اضافه نمودن نمو نیروی جانبی و نمو متناظر با تغییر مکان بام به مقدار کل قبلی برای محاسبه مقدار تجمعی برش پایه و تغییر مکان بام.

۱۰- تکرار مراحل ۷، ۸ و ۹ تا رسیدن سازه به یک حالت نهایی مثل ناپایداری در نتیجه اثرات $P-\Delta$ ایجاد تغییر شکلهایی در اعضاء که به صورت قابل توجهی متجاوز از سطح عملکرد مطلوب هستند، رسیدن عضو (یا گروهی از اعضاء) به سطح تغییر شکل جانبی که منجر به افت مقاومت قابل ملاحظه گردد و رسیدن عضو (یا گروهی از اعضاء) ظرفیت در سیستم برابر قائم گردد.

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

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

رسم طیف ظرفیت سازه

منحنی ظرفیت سازه به دست آمده در بند قبل، باید تبدیل به طیف ظرفیت گردد. این طیف در حقیقت نمایشی از منحنی ظرفیت در قالب ADRS می‌باشد. هر نقطه Δ_{roof} و V_i روی منحنی ظرفیت به نقطه متناظر خود S_{di} و S_{ai} روی طیف ظرفیت تبدیل می‌گردد. این تبدیل با استفاده از روابط زیر صورت می‌گیرد.

$$S_{ai} = \frac{v_i / w}{\alpha_1}$$

$$S_{di} = \frac{\Delta_{roof}}{PF_1 \times \phi_{roof,1}}$$

$$\alpha_1 = \frac{\left[\sum_{i=1}^N (w \phi_i) / g \right]^2}{\left[\sum_{i=1}^N \frac{w_i}{g} \right] \left[\sum_{i=1}^N (w_i \phi_{i1}^2) / g \right]}$$

$$PF_1 = \frac{\sum_{i=1}^N (w_i \phi_{i1}) / g}{\sum_{i=1}^N (w_i \phi_{i1}^2) / g}$$

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

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

که در آن، α_1 = ضریب جرم مدی مربوط به مد اول؛ PF_1 = ضریب مشارکت مدی مربوط به مد اول؛ $\phi_{roof,1}$ مقدار دامنه مد اول در بام؛ w_i/g = جرم مربوطه به تراز i ؛ N = تراز N ، بالاترین تراز سازه؛ V = برش پایه؛ W = وزن مرده ساختمان + بارهای زنده محتمل؛ Δ_{roof} تغییر مکان بام (V) متناظر با آن نقطه‌ای از منحنی ظرفیت را مشخص می‌کنند) S_a = شتاب طیفی؛ S_d = تغییر مکان طیفی (S_a) متناظر با آن، نمایشگر نقطه‌ای روی طیف ظرفیت هستند).

رسم طیف: منحنی ظرفیت سازه به دست آمده در بند قبل، باید تبدیل به طیف ظرفیت گردد. این طیف در حقیقت نمایشی از منحنی ظرفیت در قالب ADRS می‌باشد. هر نقطه Δ_{roof} و V_i روی منحنی ظرفیت به نقطه متناظر خود S_{di} و S_{ai} روی طیف ظرفیت تبدیل می‌گردد. این تبدیل با استفاده از روابط زیر صورت می‌گیرد.

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



WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: @AlirezaeiChannel

تعیین تقاضا:

جهت تعیین تقاضا، منحنی طیف ظرفیت و منحنی طیف تقاضا، باید در یک دستگاه مختصات رسم گردند. محل تلاقی این دو منحنی نقطه عملکرد نامیده می‌شود. نشانگر حداکثر تغییر مکان محتمل ساختمان در زلزله تقاضا می‌باشد. اگر محل تلاقی طیف ظرفیت و طیف تقاضا، در ناحیه خطی طیف ظرفیت قرار گیرد، نشان‌دهنده تغییر مکان واقعی سازه خواهد بود. به منظور پیدا کردن مکان نقطه‌ای که تقاضا و ظرفیت با هم برابر هستند، یک مهندس به عنوان حدس اولیه نقطه‌ای را روی منحنی ظرفیت انتخاب می‌کند. با استفاده از شتاب و تغییر مکان متناظر با این نقطه، مهندس می‌تواند ضرایب کاهش، جهت لحاظ کردن اتلاف انرژی هیسترتیک را محاسبه کند. طیف تقاضا با استفاده از این ضرایب کاهش داده می‌شود. اگر محل تلاقی طیف کاهش یافته و طیف ظرفیت نزدیک به نقطه فرض شده باشد، این نقطه مورد نظر می‌باشد. در ATC40 سه روش A و B و C جهت محاسبه نقطه عملکرد، آورده شده است. در دستور العمل بهسازی نیز دو روش جهت محاسبه نقطه عملکرد ذکر شده است. در ادامه ابتدا به نحوه محاسبه ضرایب کاهش طیفی که جهت محاسبه نقطه عملکرد لازم است، پرداخته می‌شود و پس از آن مراحل قدم به قدم این سه روش می‌گردد.

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



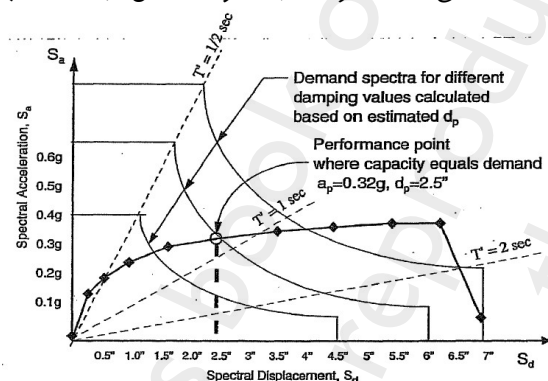
WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: @AlirezaeiChannel

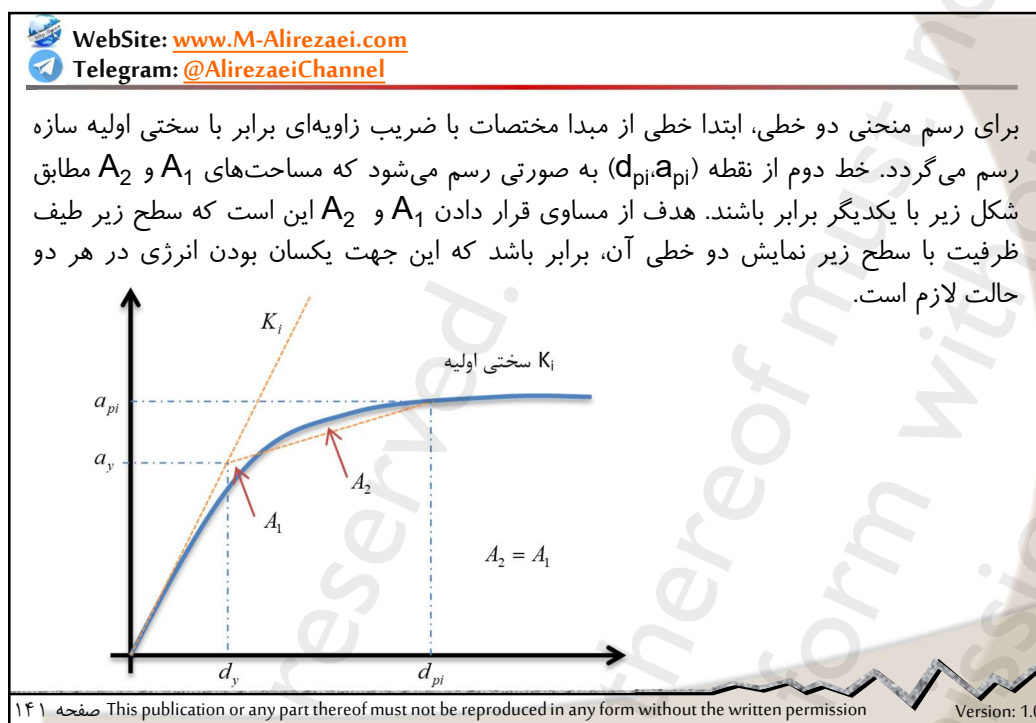
* محاسبه ضرایب کاهش طیفی

* ایجاد طیف ظرفیت دو خطی

جهت تخمین میرایی موثر و کاهش طیف تقاضا لازم است که طیف ظرفیت به صورت دوخطی تبدیل گردد. بدین منظور باید نقطه (d_{pi}, a_{pi}) از منحنی طیف ظرفیت به عنوان حدس اولیه انتخاب شود.



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



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

* تخمین میرایی

میرایی سازه، هنگامی که تحت اثر زلزله وارد محدوده غیر ارتجاعی می‌شود، به صورت ترکیبی از میرایی ویسکوزیته ذاتی سازه و میرایی هیسترتیک می‌باشد. میرایی هیسترتیک مربوط به مساحت داخل حلقه‌های نمودار نیروی زلزله (برش پایه) - تغییر مکان سازه می‌باشد.

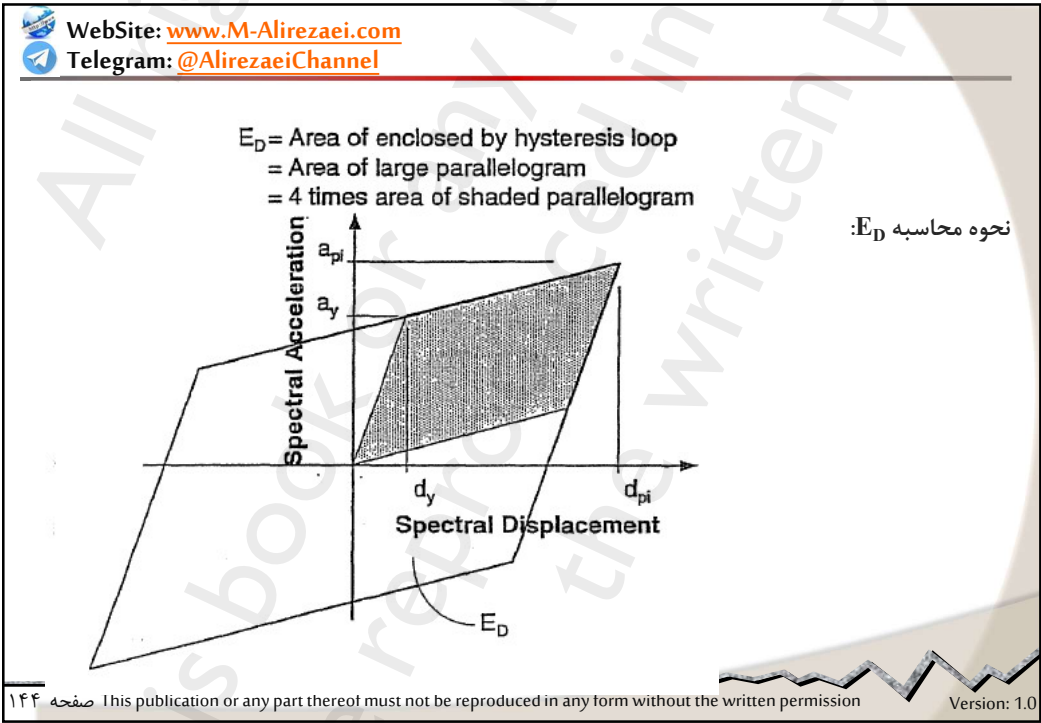
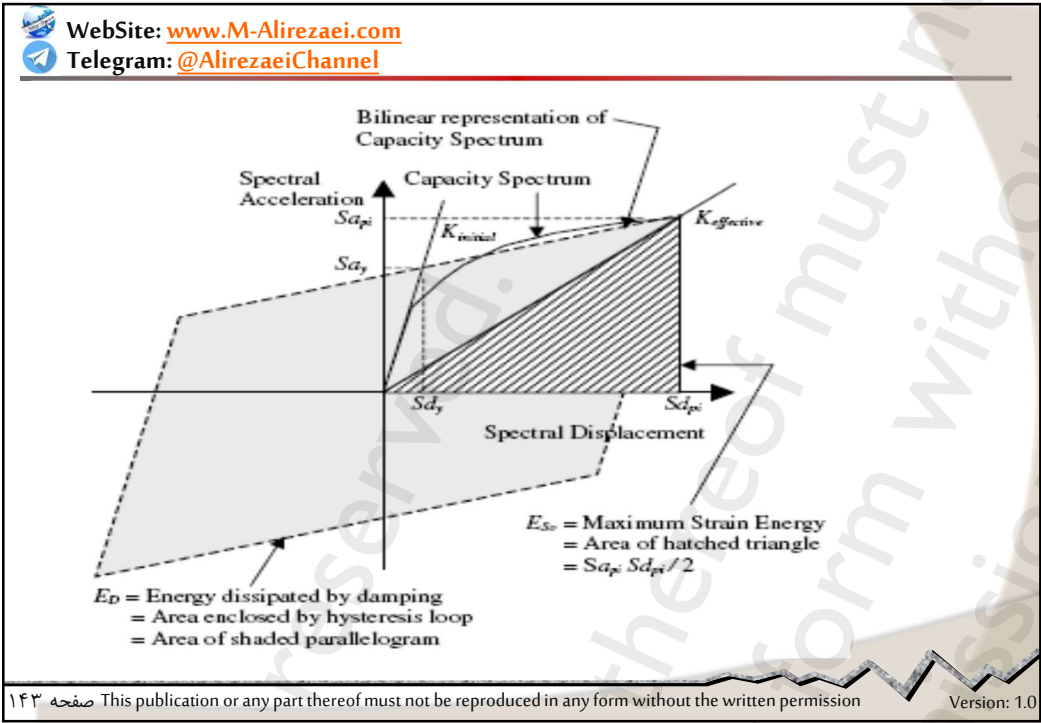
$$\beta_{eq} = \beta_0 + 0.05$$

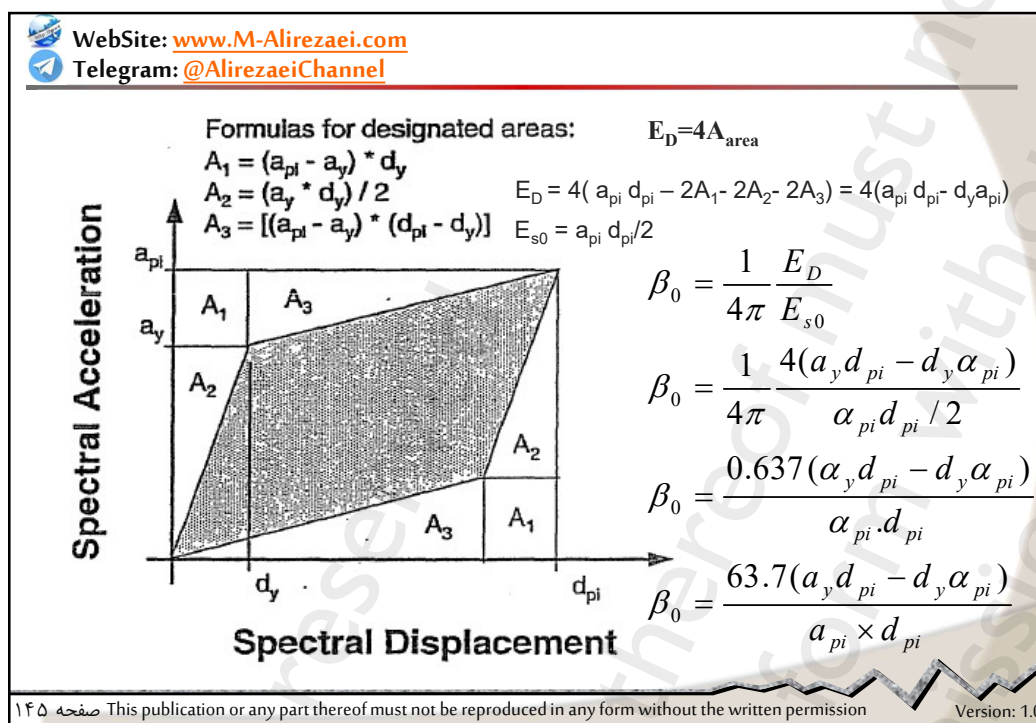
↑
میرایی ویسکوز معادل با میرایی هیسترتیک

$$\beta_0 = \frac{1}{4\pi} \frac{E_D}{E_{s0}}$$

E_D = انرژی تلف شده از طریق میرایی و E_{s0} = انرژی کرنشی حداکثر.

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





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

عامل k بستگی به رفتار سازه‌ای دارد و رفتار سازه‌ای نیز به کیفیت سیستم مقاوم لرزه‌ای و زمان تداوم زلزله وابسته می‌باشد. در $ATC40$ و دستورالعمل بهسازی، رفتار سازه‌ای به سه طبقه B, C, A تقسیم شده است. رفتار سازه‌ای A نشانگر چرخه‌های هیستریزس پایدار است. رفتار B شاخص رفتار سازه‌ای متوسط و C نشانگر رفتار سازه‌ای ضعیف با کاهش زیاد سطح زیر حلقه می‌باشد.

مدت زمان ارتعاش زلزله	سازه با جزئیات نا معلوم یا بد	سازه با جزئیات متوسط	سازه با جزئیات خوب
کوتاه	C	B	A
بلند	C	C	B

نوع سازه	β_0	k
A	<16.25	1.0
A	>16.25	$1.13 - 0.51\lambda$
B	<25	0.67
B	>25	$0.845 - 0.446\lambda$
C	هر مقدار	0.33

Version: 1.0

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

محاسبه ضرایب کاهش طیفی

$$SR_A \approx \frac{3.21 - 0.68 \ln(\beta_{eff})}{2.12}$$

$$SR_v \approx \frac{2.31 - 0.41 \ln(\beta_{eff})}{1.62}$$

مقادیر محاسبه شده از روابط فوق از مقادیر جدول زیر برابر یا بیشتر باشند:

نوع سازه	SR_A	SR_v
A	0.33	0.50
B	0.44	0.56
C	0.56	0.67

Version: 1.0

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

**** روش های بدست آوردن نقطه عملکرد**

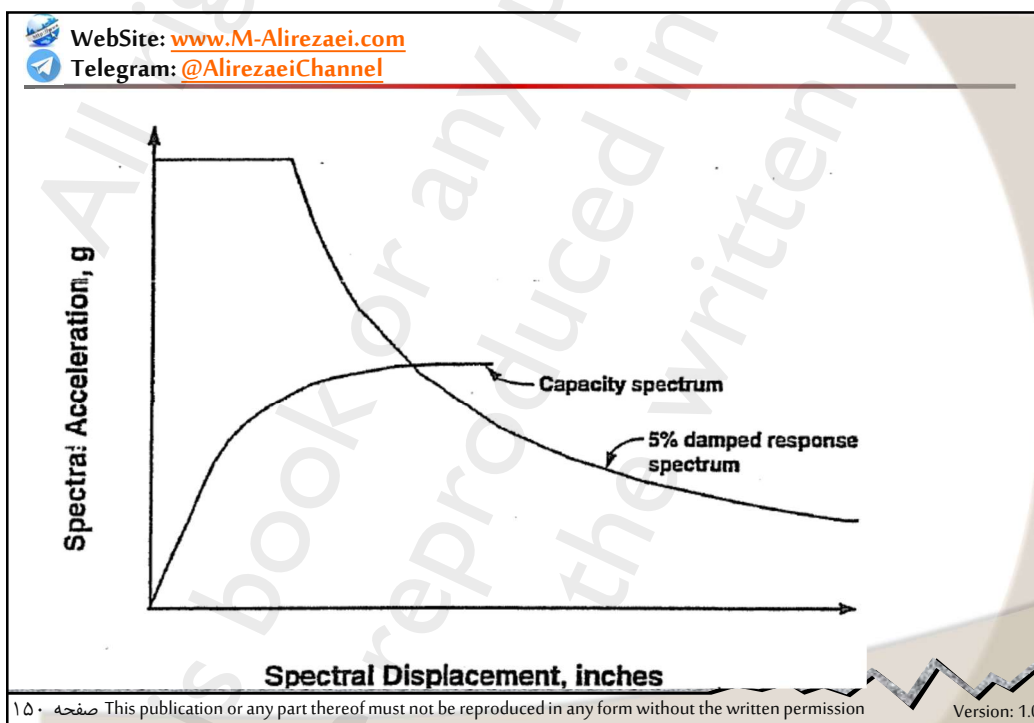
*** تعیین نقطه عملکرد با استفاده از روش A (آیین نامه ATC40)**

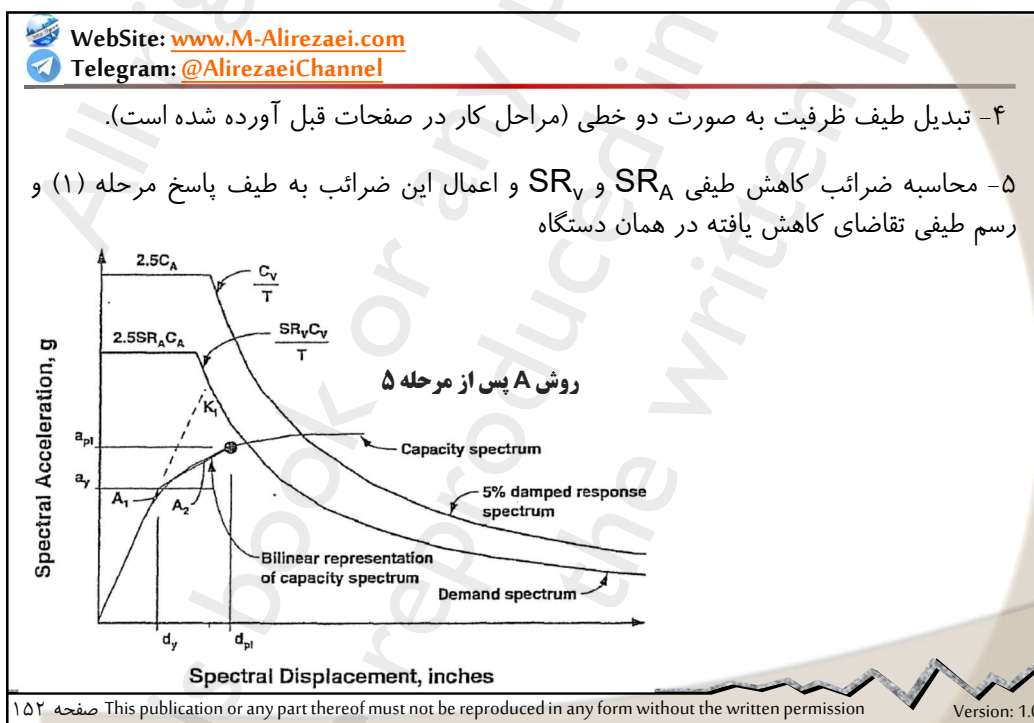
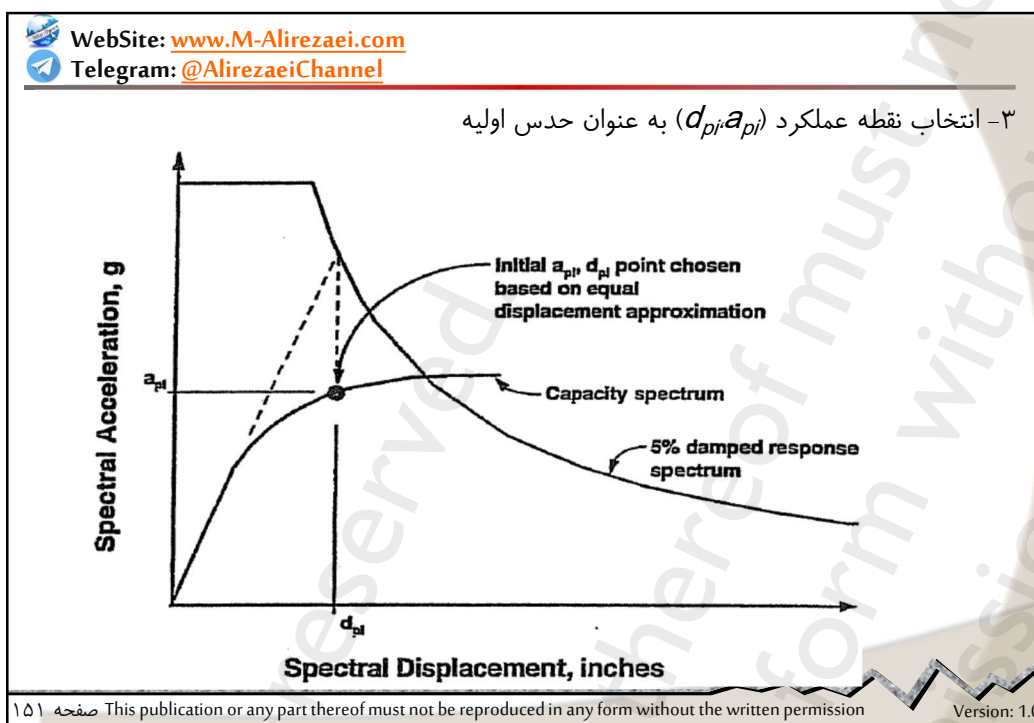
این روش، یک روش تکراری شامل مراحل زیر می باشد:

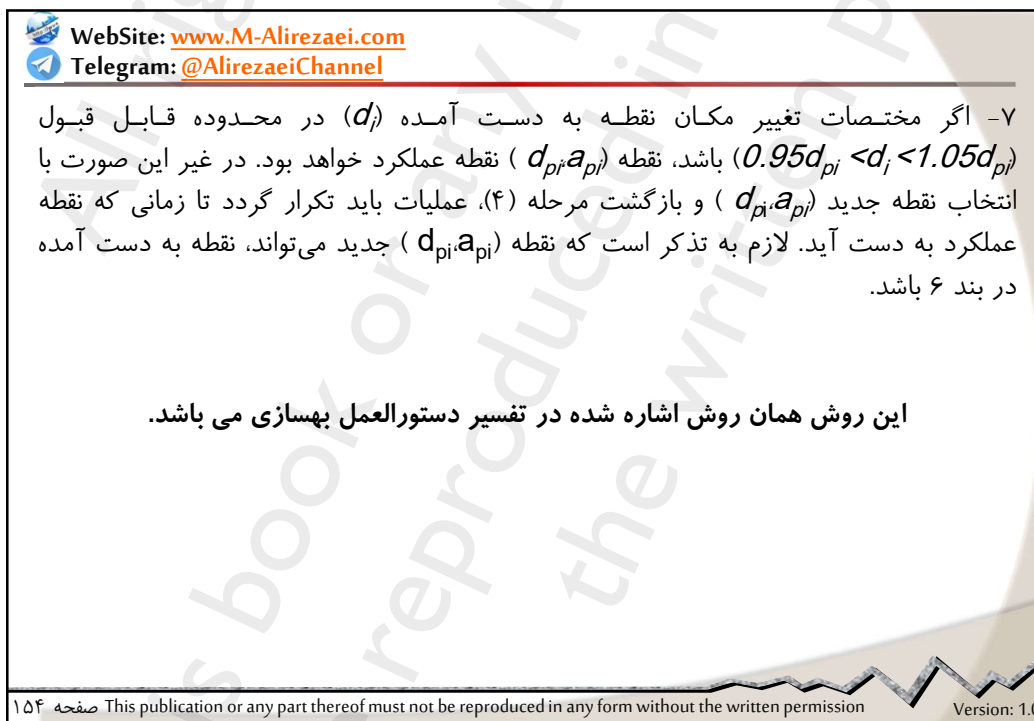
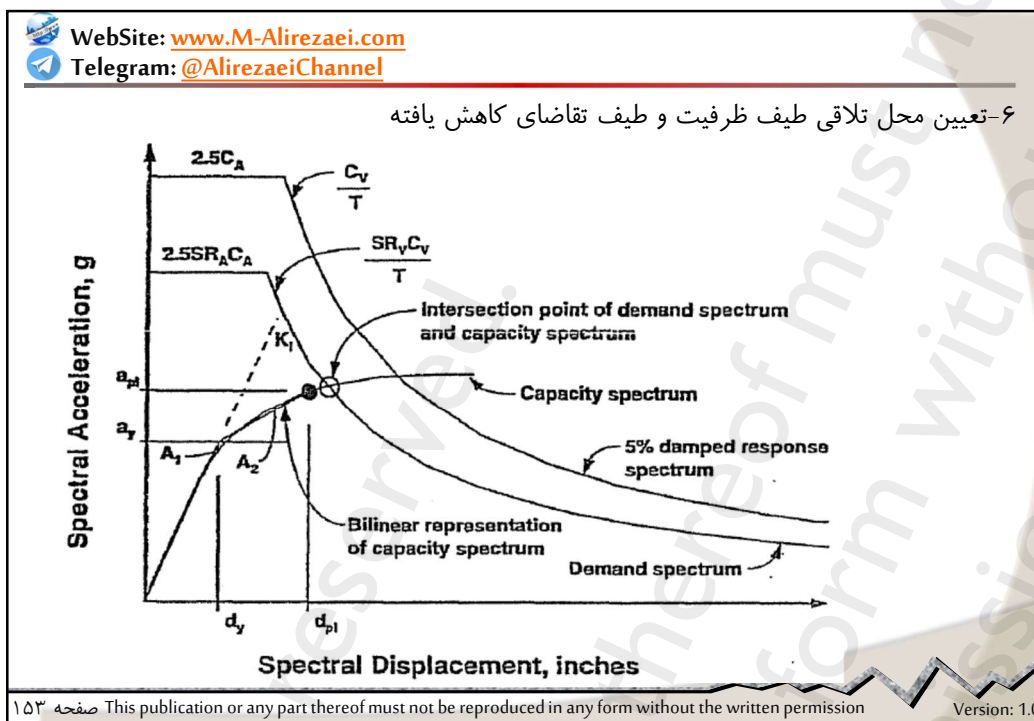
- ۱- رسم طیف پاسخ ارتجاعی (با میرایی ۵٪) متناسب با مکان و تبدیل طیف به شکل ADRS.
- ۲- رسم طیف ظرفیت سازه در قالب ADRS در همان دستگاه مختصات مرحله (۱).

مقادیر محاسبه شده از روابط فوق از مقادیر جدول زیر برابر یا مساوی باشند:

Version: 1.0
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۱۴۹







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

ظرفیت اجزا در روش خطی

هنگامی که از روش‌های خطی استفاده می‌شود، ظرفیت اجزای تغییرشکل کنترل باید با توجه به ظرفیت مورد انتظار اعضا با لحاظ ضریب های m (ضریب اصلاح بر مبنای رفتار غیرخطی و ضریب آگاهی) در نظر گرفته شود. ظرفیت اجزای نیرو باید با توجه به کرانه پایین ظرفیت ضریب K در نظر گرفته شود.

اطلاعات لازم برای محاسبه های ظرفیت اجزای سازه در تحلیل های خطی

پارامتر	تغییر شکل کنترل	نیرو کنترل
مقاومت مصالح موجود	ظرفیت مورد انتظار با در نظر گرفتن سخت شوندگی	کرانه پایین مقاومت
مقاومت مصالح جدید	مقاومت مورد انتظار از مصالح	مقاومت اسمی مصالح
ظرفیت اجزای موجود	$K \times Q_{CE}$	$K \times Q_{CL}$
ظرفیت اجزای موجود	Q_{CE}	Q_{CL}

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

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

ظرفیت اجزا در روش غیرخطی

هنگامی که از روش های غیرخطی استفاده میشود، ظرفیت اجزای تغییرشکل کنترل باید براساس تغییرشکل غیرخطی مجاز با لحاظ نمودن ضریب K و ظرفیت اجزای نیرو کنترل باید برابر کرانه ی پایین ظرفیت با لحاظ نمودن ضریب K در نظر گرفته شود.

اطلاعات لازم برای محاسبه های ظرفیت اجزای سازه در تحلیل های غیرخطی

پارامتر	تغییر شکل کنترل	نیرو کنترل
مقاومت مصالح موجود	$K \times$ (حد تغییر شکل)	---
مقاومت مصالح جدید	حد تغییر شکل	---
ظرفیت اجزای موجود	---	$K \times Q_{CL}$
ظرفیت اجزای موجود	---	Q_{CL}

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

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

معیارهای پذیرش در روش های خطی

معیارهای مختلف پذیرش اعضای سازه برحسب روش تحلیل سازه و نوع رفتار هر عضو آن به صورت زیر دسته بندی می شود.

اعضای تغییرشکل کنترل

تلاشهای طراحی در اعضایی که رفتار آنها تغییرشکل کنترل است، (Q_{UD}) تحت ترکیب آثار زیر محاسبه می شوند:

$$Q_{UD} = Q_G \pm Q_E$$

که در آن Q_G تلاشهای ناشی از بارهای ثقلی، Q_E تلاشهای ناشی از نیروی زلزله و Q_{UD} ترکیب تلاش های ناشی از بارهای ثقلی و زلزله می باشد.

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

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

تلاشها در اعضای اصلی و غیراصلی که تغییرشکل کنترل هستند باید رابطه زیر را برآورده نمایند:

$$m\kappa Q_{CE} \geq Q_{UD}$$

در این رابطه m ضریب اصلاح بر مبنای رفتار غیرخطی عضو میباشد که قبلا توضیح داده شد و κ ضریب آگاهی است.

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

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

اعضای نیرو کنترل

تلاشهای طراحی در اعضای که رفتار آنها نیرو-کنترل است، Q_{UF} باید به یکی از سه روش زیر تعیین شود:

- ۱- حداکثر تلاشی که توسط اجزای سازه با توجه به ظرفیت مورد انتظار آنها می تواند در یک تحلیل حدی به عضو وارد شود.
- ۲- حداکثر تلاشی که با در نظر گرفتن رفتار غیرخطی سازه میتواند در عضو ایجاد شود.
- ۳- تلاش های حاصل از ترکیب تلاش های Q_E و Q_G مطابق رابطه زیر

$$Q_{UF} = Q_G \pm \frac{Q_E}{C_1 C_2 J}$$

تلاشها در اعضای اصلی و غیراصلی که نیرو کنترل هستند، باید رابطه زیر را ا قناع کنند:

$$\kappa Q_{CL} \geq Q_{UF}$$

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

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

که در آن J ضریب کُشش انتقال نیرو می باشد و برابر است کوچکترین مقدار DCR اعضای تغییر شکل کنترل که نیرو را در مسیر بار به عضو مورد نظر منتقل می کنند.

به عنوان روش تقریبی میتوان مقدار J را براساس سطح عملکرد ساختمان مطابق مقادیر پیشنهادی جدول زیر اختیار نمود. مقدار J در هر حالت نباید کمتر از ۱ در نظر گرفته شود.

تبصره: در استفاده از جدول ۳-۸ برای ساختمان هایی که سیستم مقاوم در برابر بارهای جانبی آنها صرفا دیوارهای باربر می باشند، مقدار J را در سطوح عملکرد ایمنی جانی و آستانه فرو ریزش به ترتیب نباید از ۲ یا

J	سطح عملکرد ساختمان
1.0	استفاده بی وقفه (IO)
2.5	ایمنی جانی (LS)
3.5	آستانه فرو ریزش (CP)

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

WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: @AlirezaeiChannel

معیارهای پذیرش در روش های غیرخطی

معیارهای مختلف پذیرش اعضای سازه برحسب روش تحلیل سازه و نوع رفتار هر عضو آن به صورت زیر دسته بندی می شود.

اعضای تغییرشکل کنترل

در اعضای اصلی و غیراصلی که تغییرشکل نباید تغییرشکل هستند کنترل های حاصل از تحلیل غیرخطی بیش از ظرفیت آنها باشد. برای این منظور ظرفیت تغییرشکل اعضا باید با در نظر گرفتن کلیه ی تلاش هایی که هم زمان بر عضو وارد میشود، تعیین شود. در این حالت برش پایه نظیر تغییرمکان هدف (V_p) نباید از ۸۰٪ برش تسلیم موثر سازه (V_y) باشد. تلاش های اعضای اصلی و غیراصلی برحسب سطح عملکرد موردنظر برای ساختمان باید توسط معیار پذیرش اعضای غیراصلی کنترل شوند به عبارت دیگر معیار پذیرش برای اعضای اصلی و غیراصلی یکسان است. اما در صورتیکه از روش ساده شده تحلیل استاتیکی غیرخطی استفاده شده باشد به دلیل ساده سازی در تحلیل، معیار پذیرش برای اعضای اصلی سازه محدودتر می باشد به همین جهت تلاشهای این اعضا برحسب سطح عملکرد موردنظر برای ساختمان، باید توسط معیار پذیرش اعضای اصلی کنترل شوند.

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

Version: 1.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: @AlirezaeiChannel

اعضای نیرو کنترل

در اعضای اصلی و غیراصلی نیروکنترل باید نیروهای طراحی کوچکتر از کرانه ی پایین مقاومت اعضا با در نظر گرفتن کلیه تلاش هایی که همزمان بر عضو وارد میشوند، باشد. در روابط کنترلی این اعضا باید ضریب آگاهی به کرانه پایین مقاومت اعمال شود.

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

Version: 1.0

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

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

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

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

WebSite: www.M-Alirezaei.com
 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: 1.0

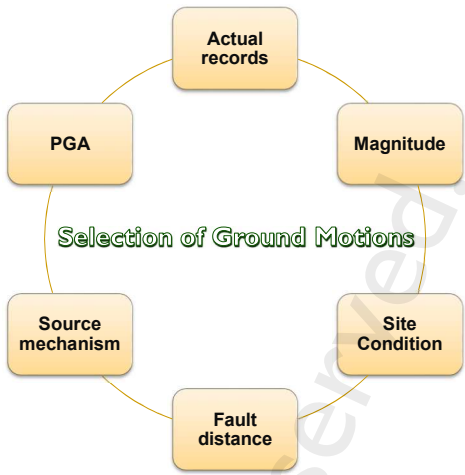
WebSite: www.M-Alirezaei.com
 Telegram: @AlirezaeiChannel

* در صورتی که فاصله گسل تا ساختگاه کمتر از ۱۰ کیلومتر باشد، بایستی از رکوردهای نزدیک گسل استفاده نمود.

Version: 1.0

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

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

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

چگونه شتابنگاشت‌ها را دانلود نماییم؟

The PEER NGA database contained more than 3,500 record sets

PEER Strong Motion Database



<http://ngawest2.berkeley.edu/>

<http://www.consrv.ca.gov/cgs/snip/>

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

WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @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: 1.0

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

آشنایی با نرم افزار پردازش شتابنگاشت‌ها

Shopping Cart
0 item(s) - 0.00€

HOME COMPANY PRODUCTS SERVICES DOWNLOAD SHOP

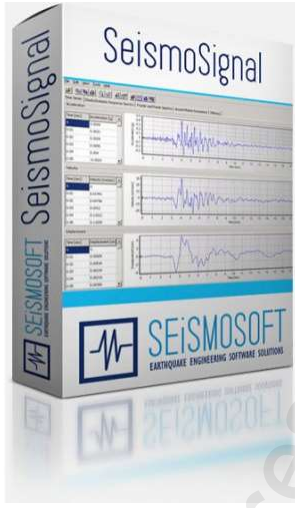
SeismoStruct

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: 1.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @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 ۱۷۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 1.0



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

همپایه نمودن شتابنگاشت‌ها:

قبل از اعمال شتابنگاشت‌ها به سازه بایستی آنها را همپایه نمایید. بدین معنی که قدرت آنها تقریباً در سطح طیف 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 ۱۷۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 1.0

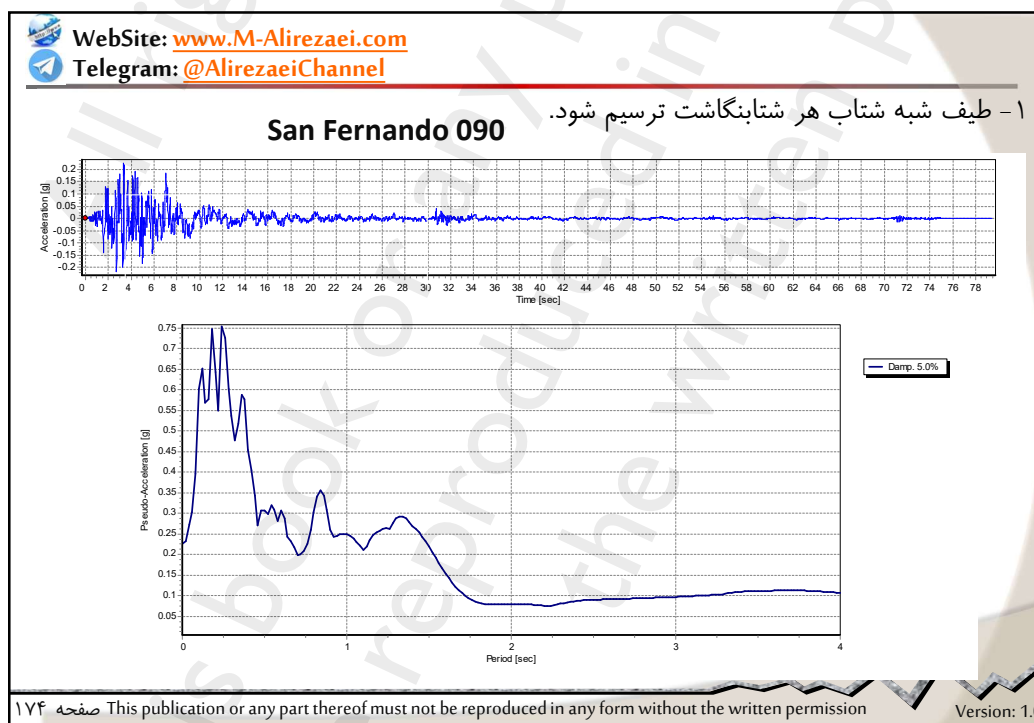
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

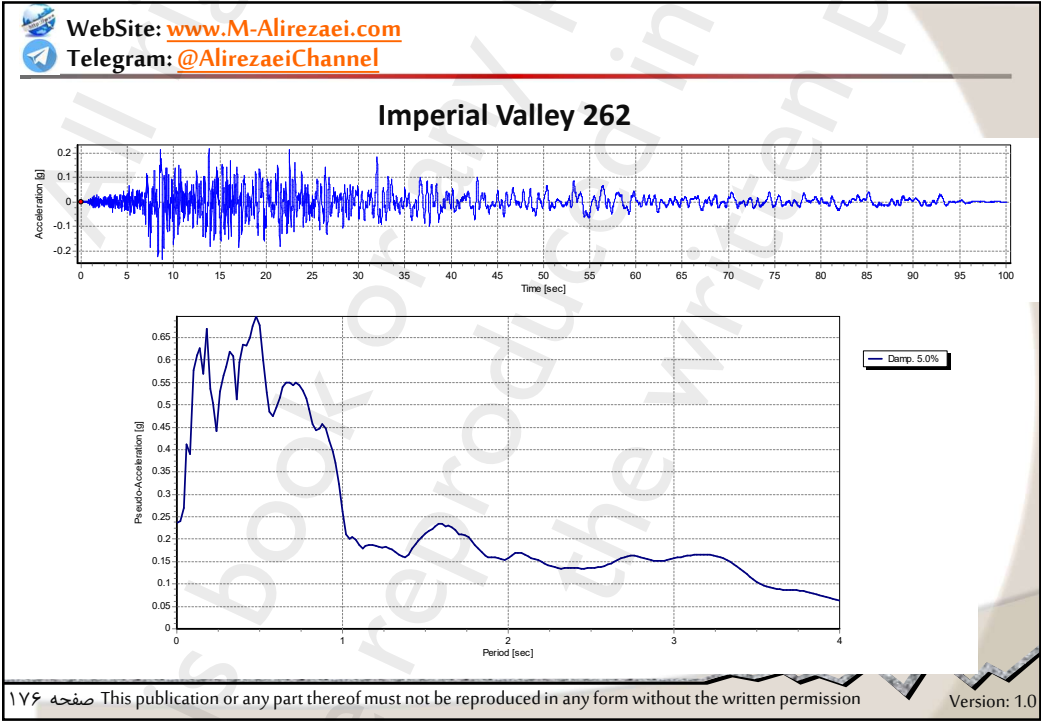
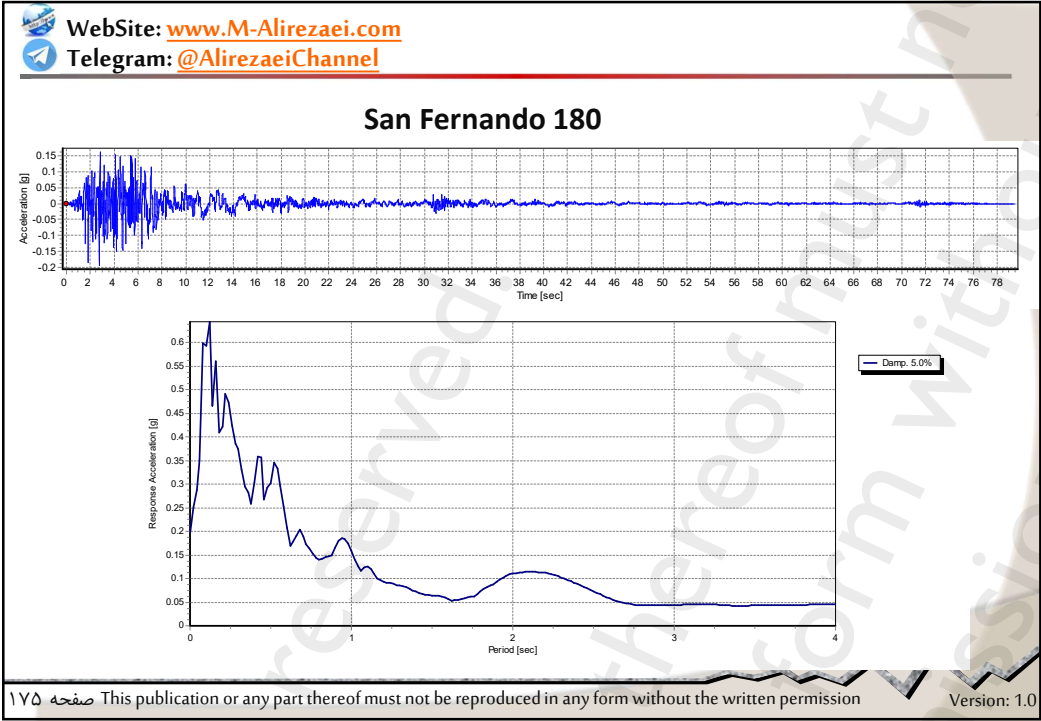
مثال) برای یک سازه با دوره تناوب 1.5 sec سه شتابنگاشت زیر را همپایه نمایید.

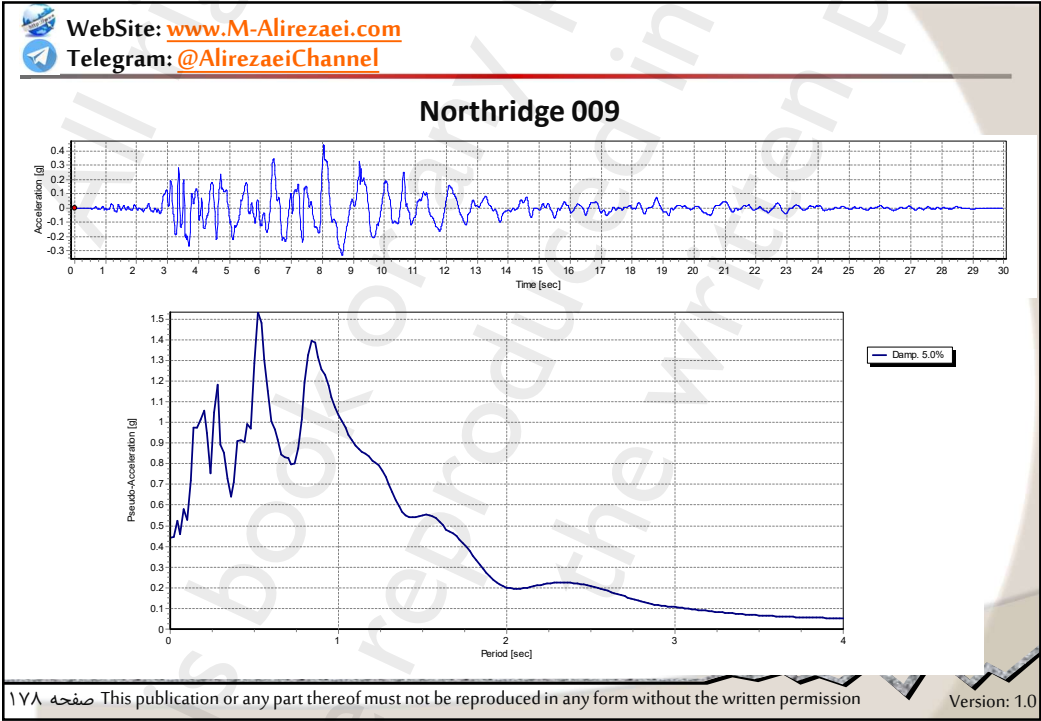
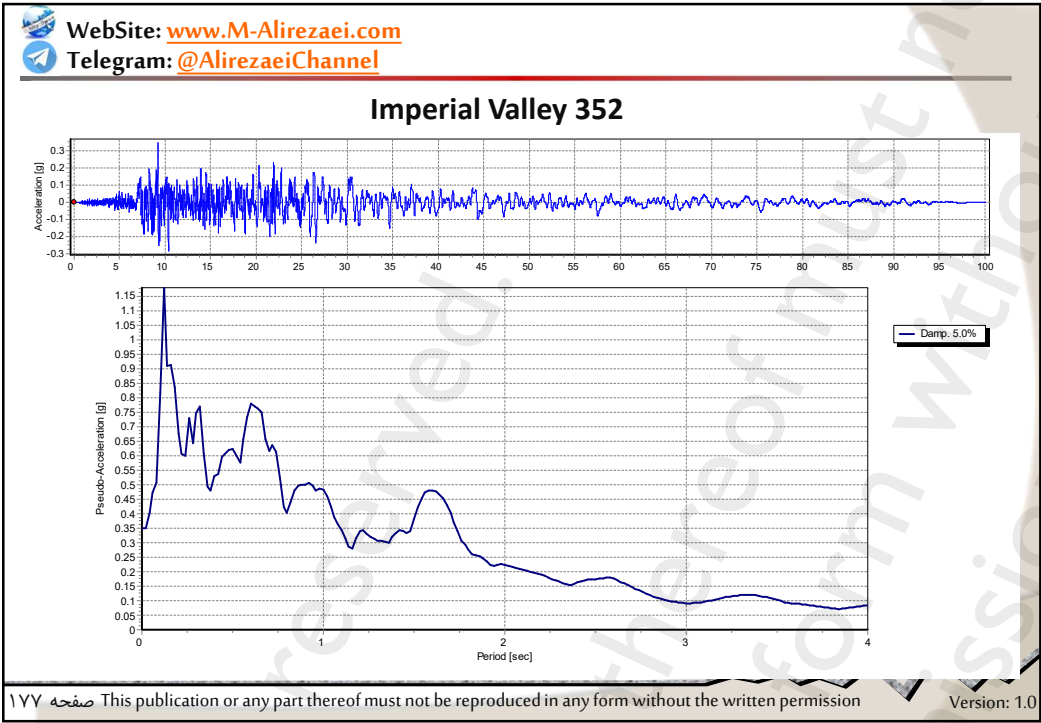
Suite of Ground Motions Used for Response History Analysis

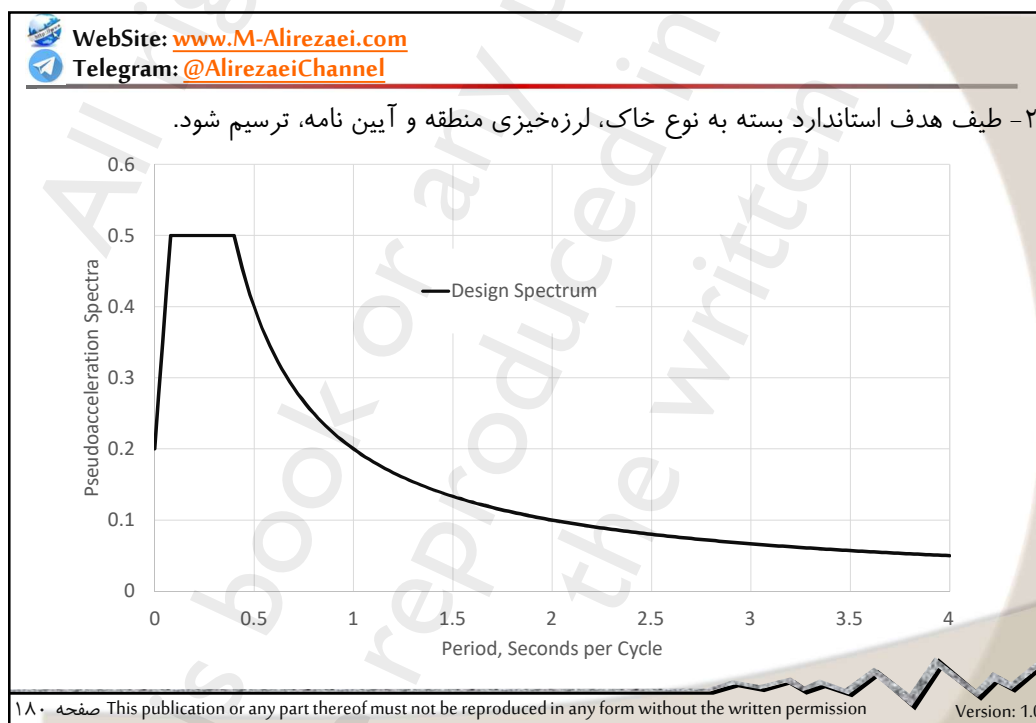
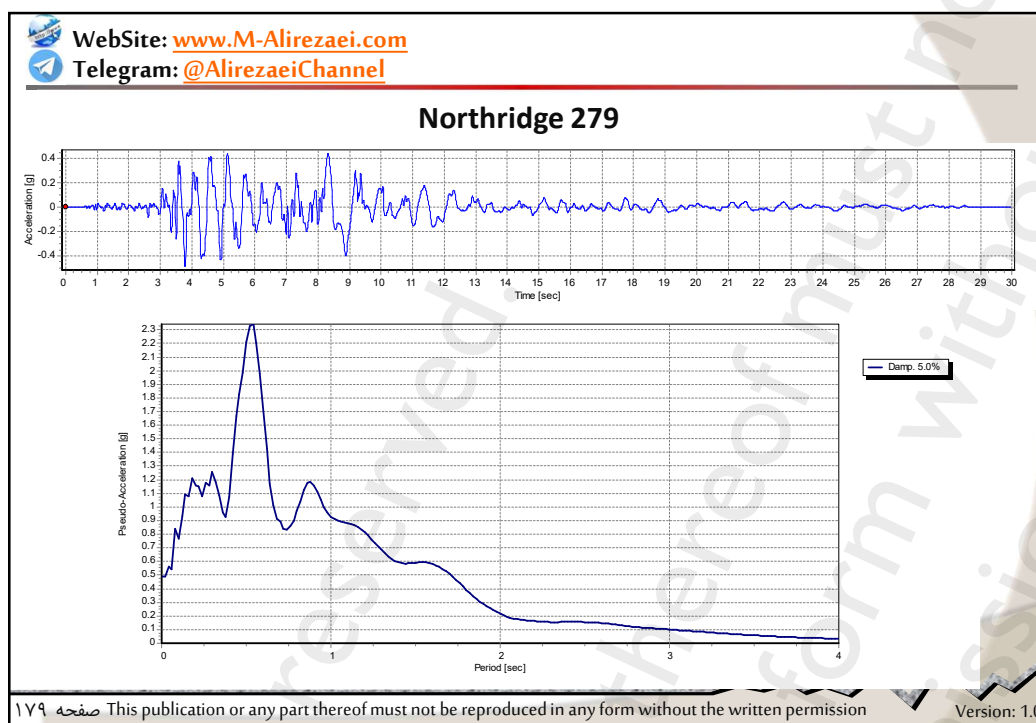
NGA Record Number	Magnitude [Epicenter Distance, km]	Site Class	Year	Component Source Motion	PGA (g)	Record Name (This Example)
68	6.6 [39.5]	D	1971	San Fernando 090 San Fernando 180	0.210 0.174	A00 A90
169	6.5 [33.7]	D	1979	Imperial Valley 262 Imperial Valley 352	0.238 0.351	B00 B90
953	6.7 [13.3]	D	1994	Northridge 009 Northridge 279	0.416 0.516	C00 C90

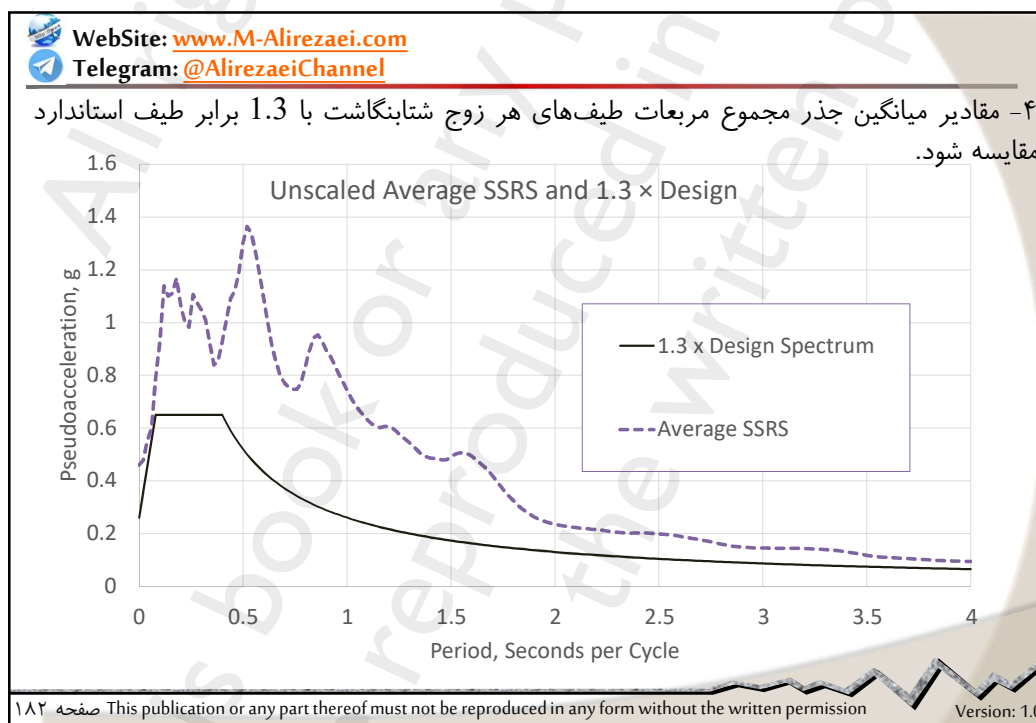
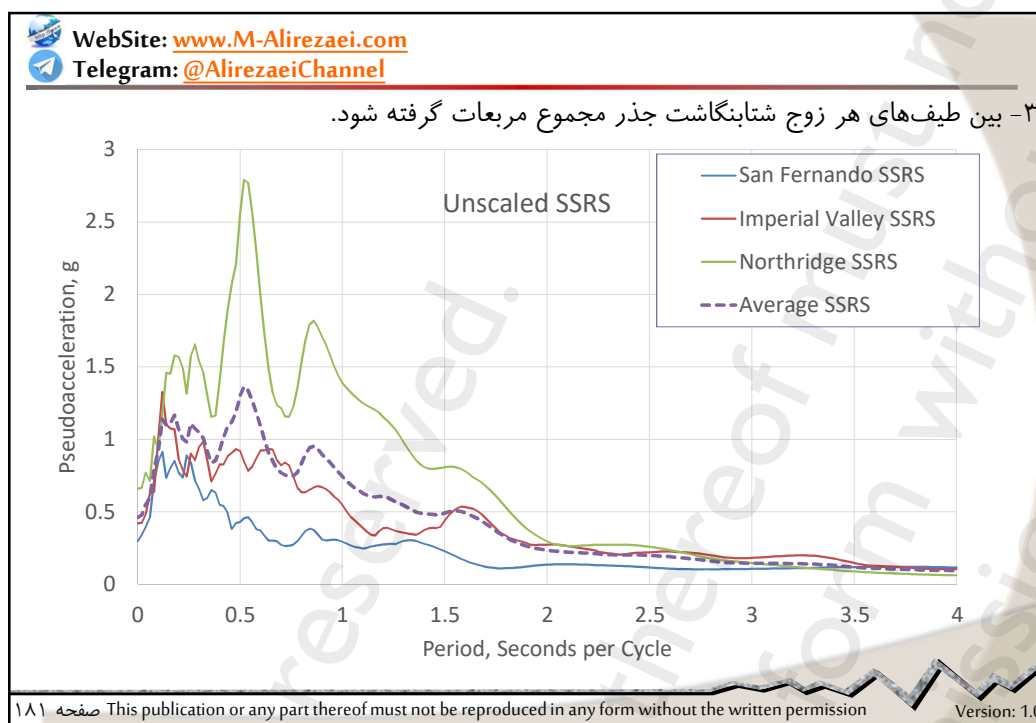
Version: 1.0









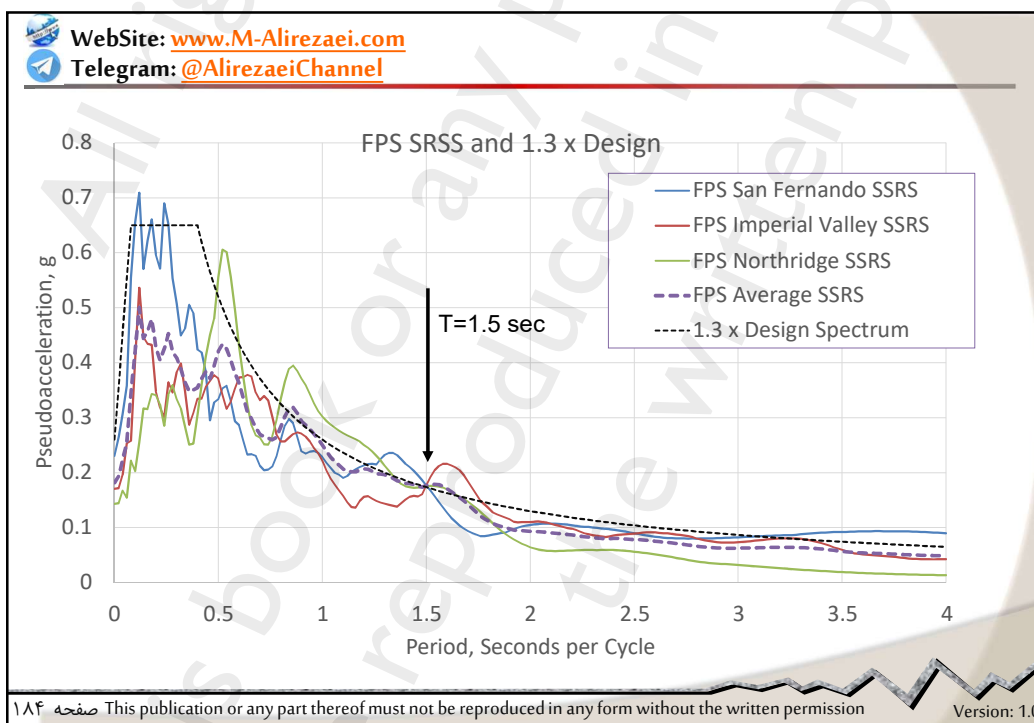


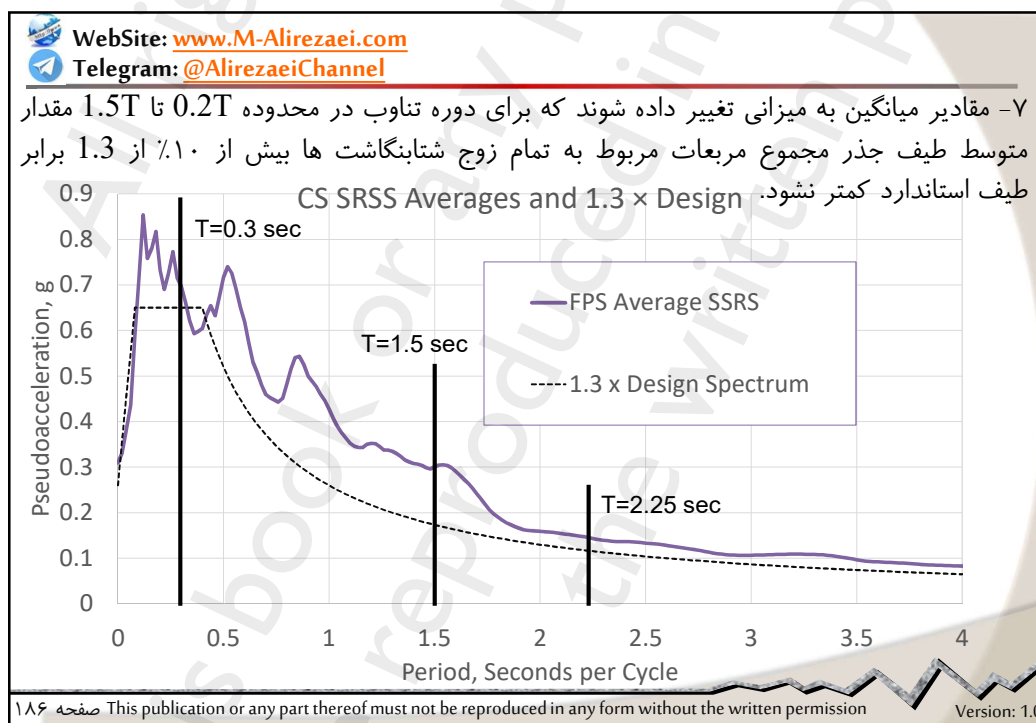
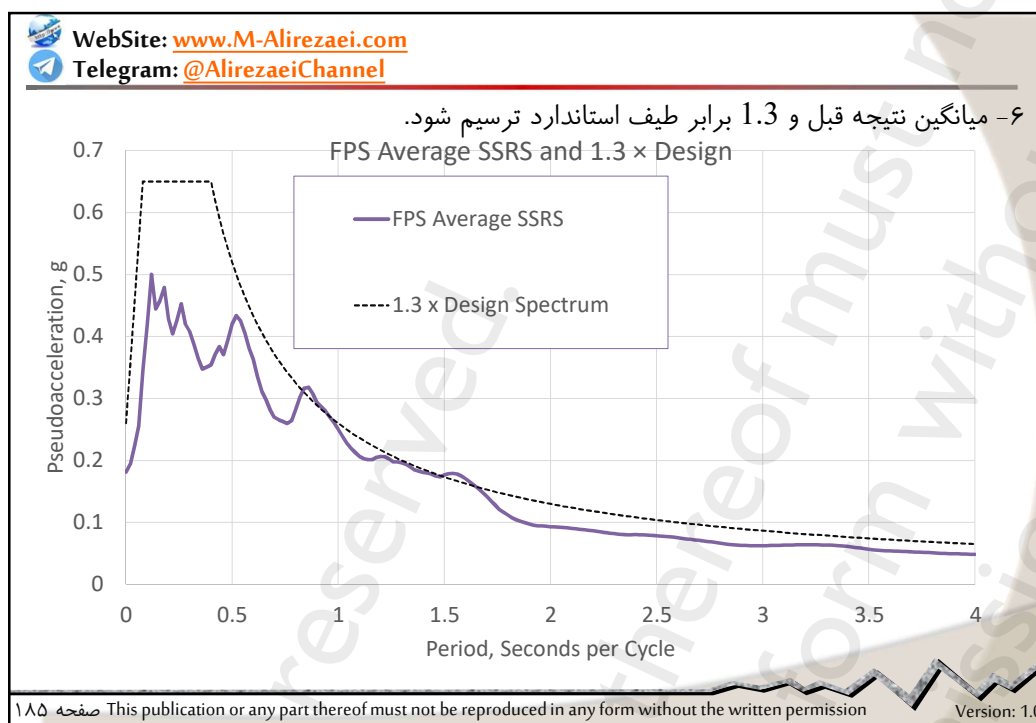
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

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	$FPS3 = 0.173/0.797 = 0.217$

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





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

این ضریب برای نمودار قبل برابر 1.706 تعیین شد. حاصل ضرایب هر یک از زوج شتابنگاشت که از ضرب FPS_i 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:	$CS3 = 0.219 \times 1.706 = 0.374$

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

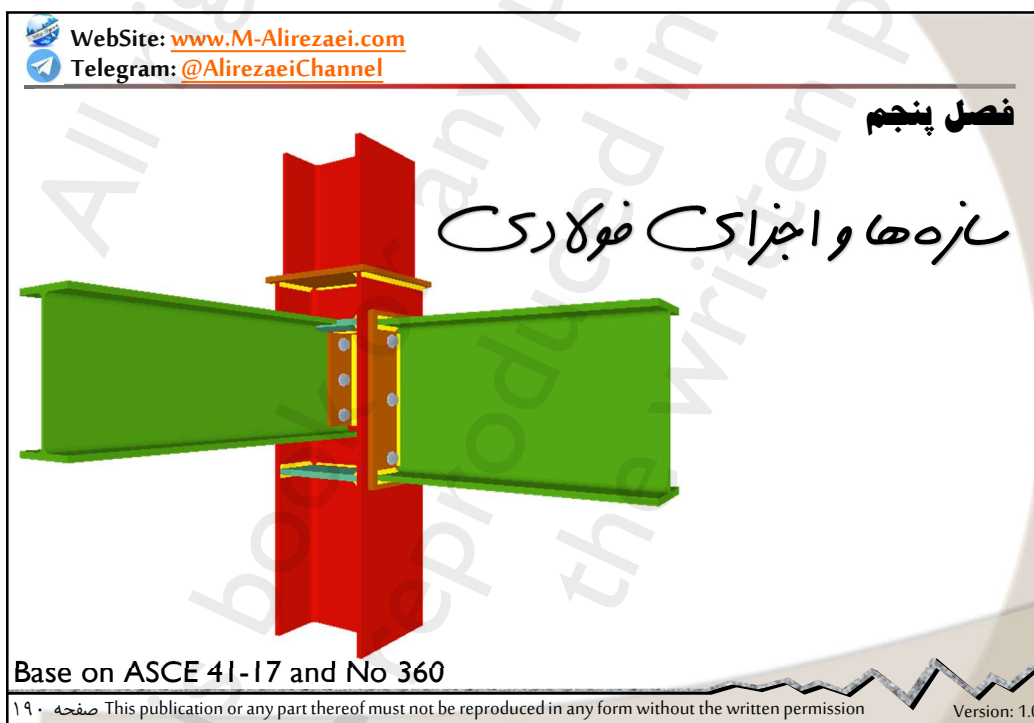
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

فصل چهارم
ساخته و پی



Base on ASCE 41-17 and No 360

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

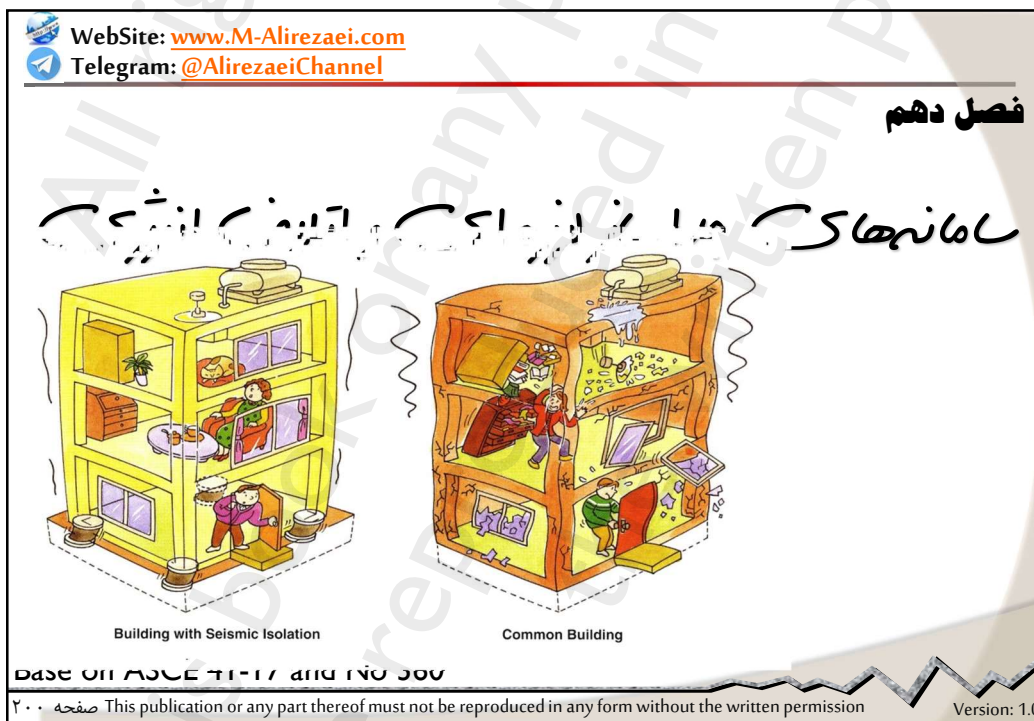


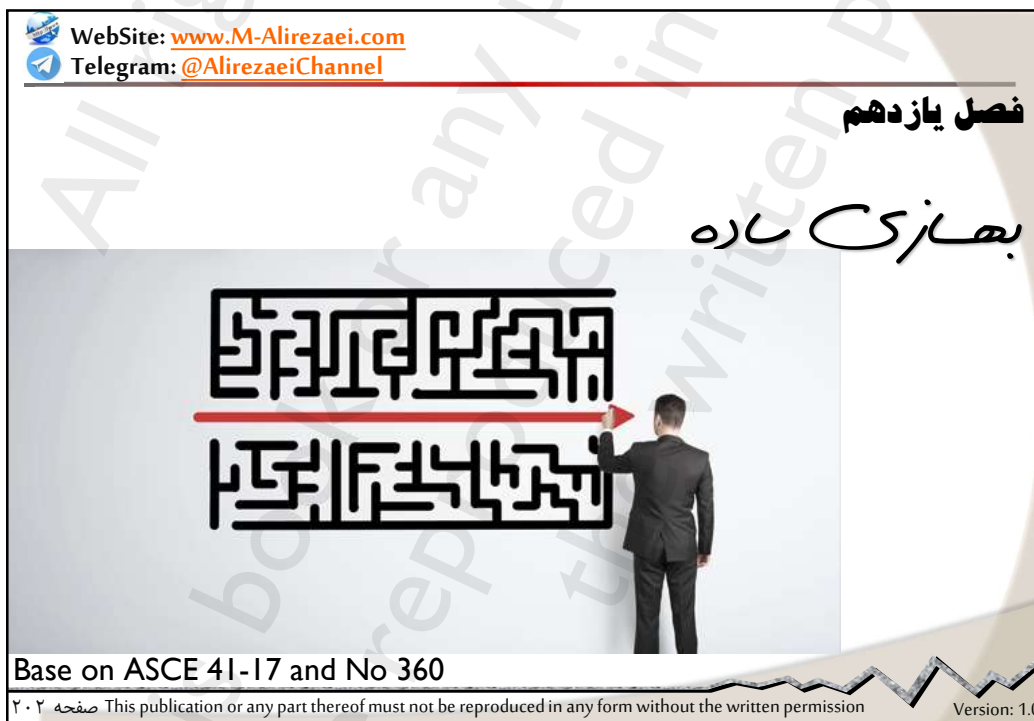


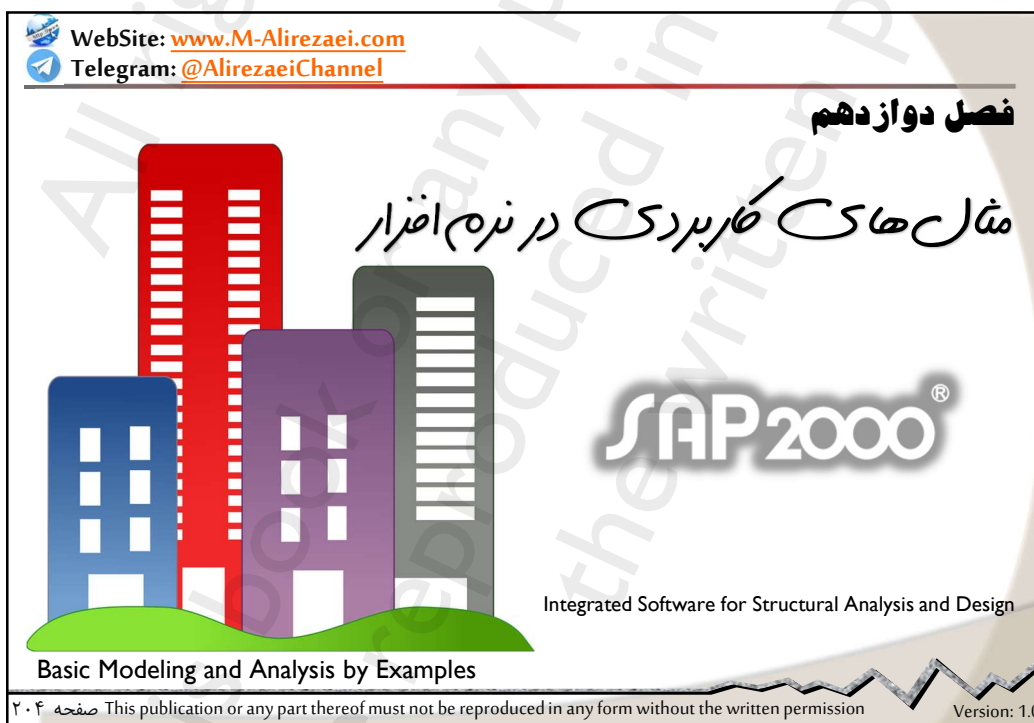














WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: [@AlirezaeiChannel](https://t.me/AlirezaeiChannel)

هیچ گارانتی در ارتباط با دقت و قابلیت اطمینان طراحی توسط نویسندگان برنامه صورت نمی گیرد.



Disclaimer

Considerable time, effort and expense have gone into the development and testing of this software. However, the user accepts and understands that no warranty is expressed or implied by the developers or the distributors on the accuracy or the reliability of this product.

This product is a practical and powerful tool for structural design. However, the user must explicitly understand the basic assumptions of the software modeling, analysis, and design algorithms and compensate for the aspects that are not addressed.

The information produced by the software must be checked by a qualified and experienced engineer. The engineer must independently verify the results and take professional responsibility for the information that is used.

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

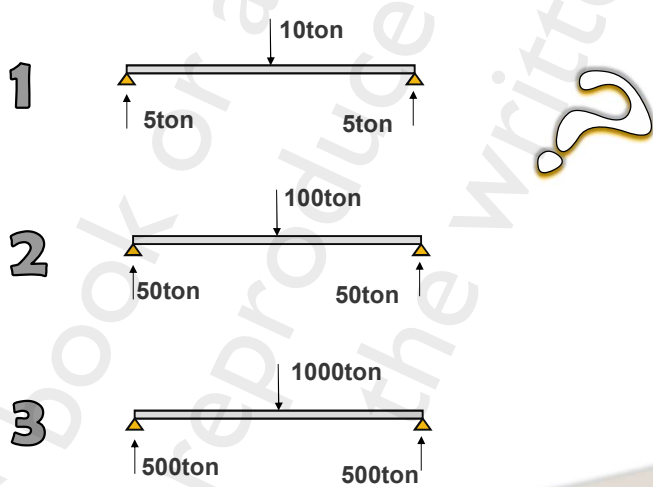
Version: 1.0



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

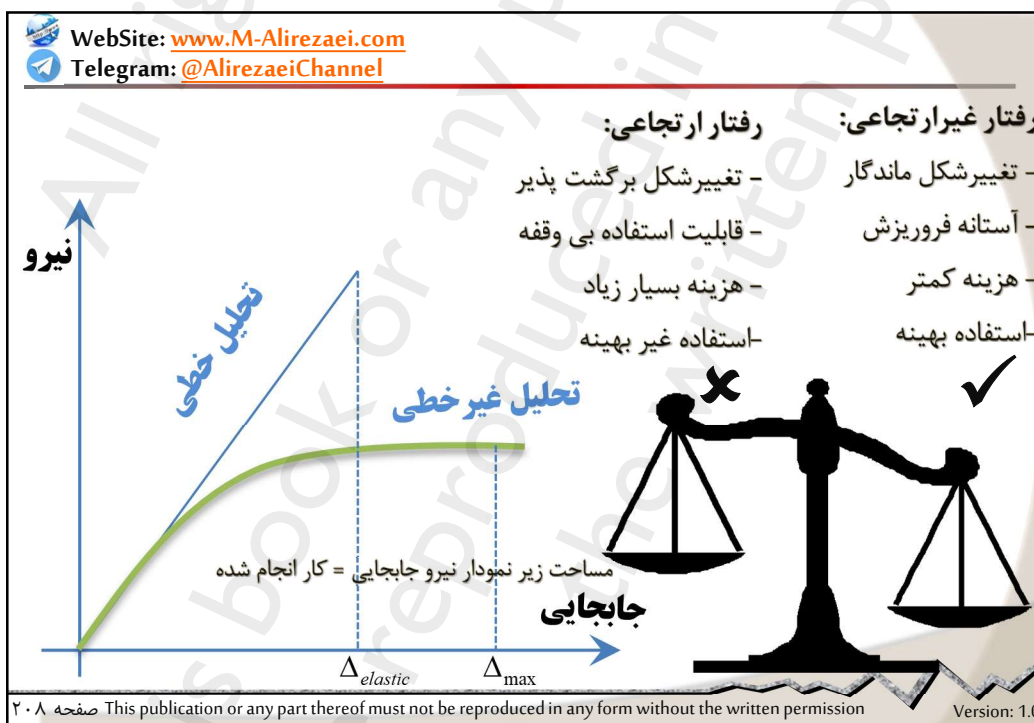
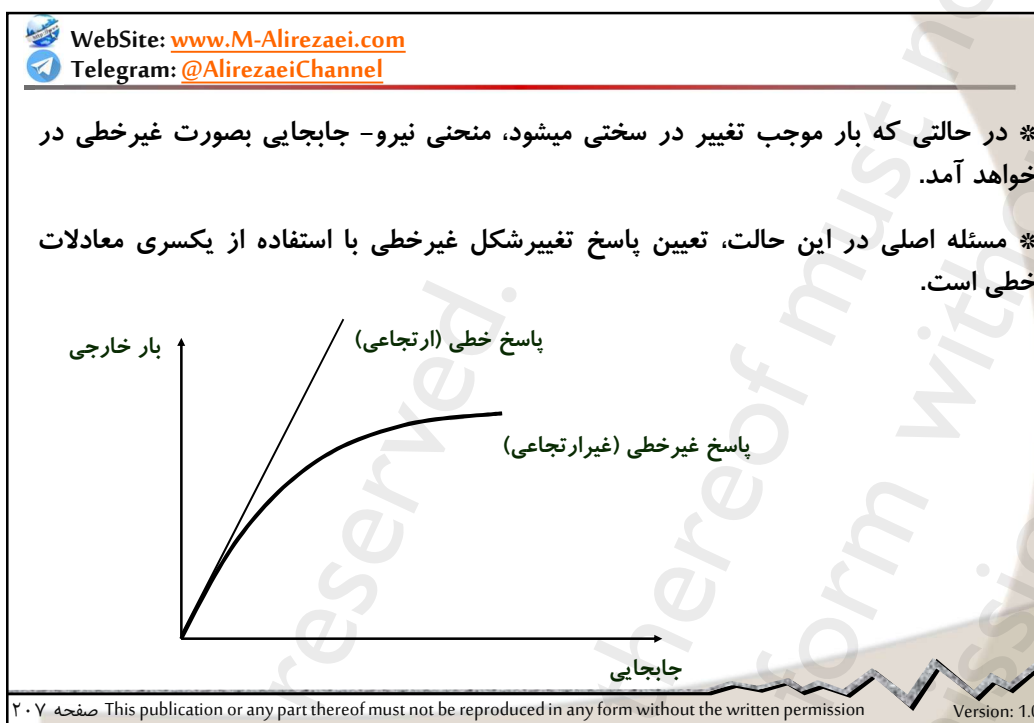
تفاوت یک تحلیل خطی و غیر خطی در چیست؟

در تیرهای زیر، طول و مقطع تیرها ثابت بوده و بار در وسط تیر اعمال میشود، مقطع تیر IPE160 است.



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

Version: 1.0



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

طول مفصل خمیری

Concentrated plasticity

Elastic Plastic hinge Elastic

- Dimensionless plastic hinge
- Computationally efficient but limited accuracy

Distributed plasticity

Plastic zones

- Plastic zones
- High accuracy but computational expensive

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

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

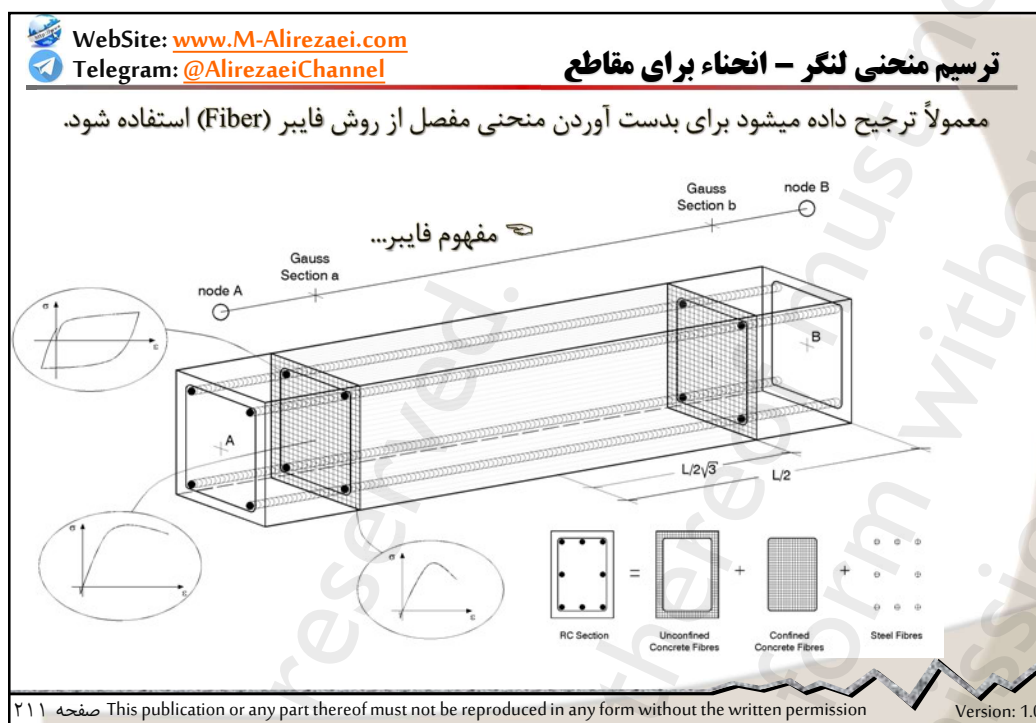
در بسیاری از نرم افزارهای طراحی امکان تعریف مفاصل خمیری به صورت نقطه‌ای وجود دارد.

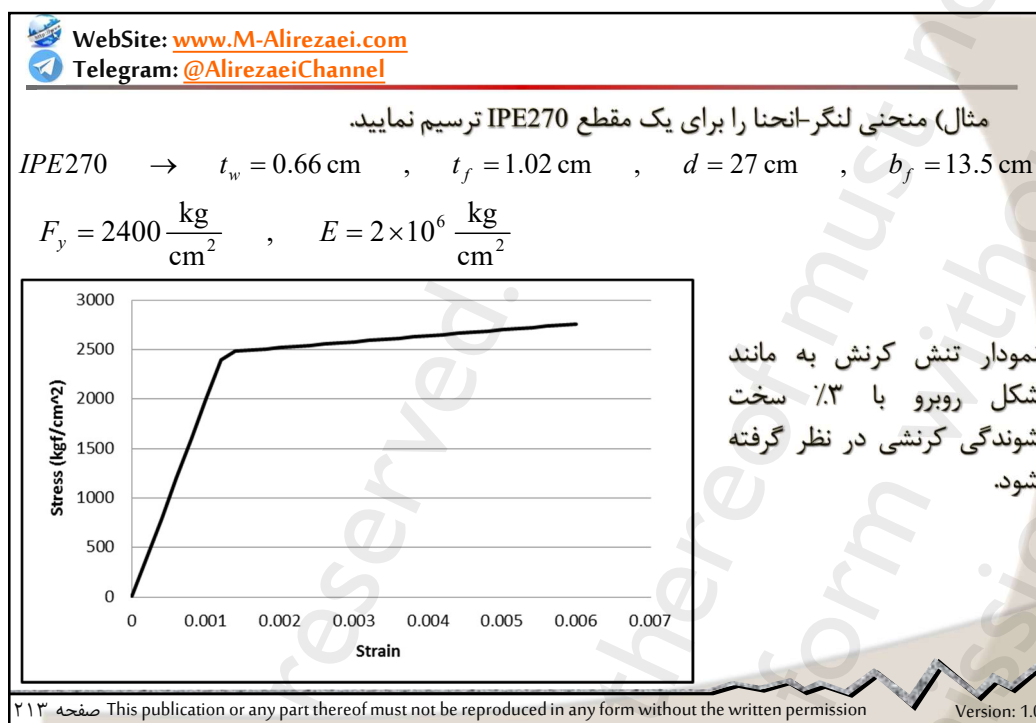
$M_p = \frac{P_u L}{4}$

$\frac{L_p}{L} = \frac{M_p - M_y}{M_p} \Rightarrow L_p = L \left(1 - \frac{1}{k}\right)$

if $k = 1.12 \Rightarrow L_p \cong 0.1L$

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





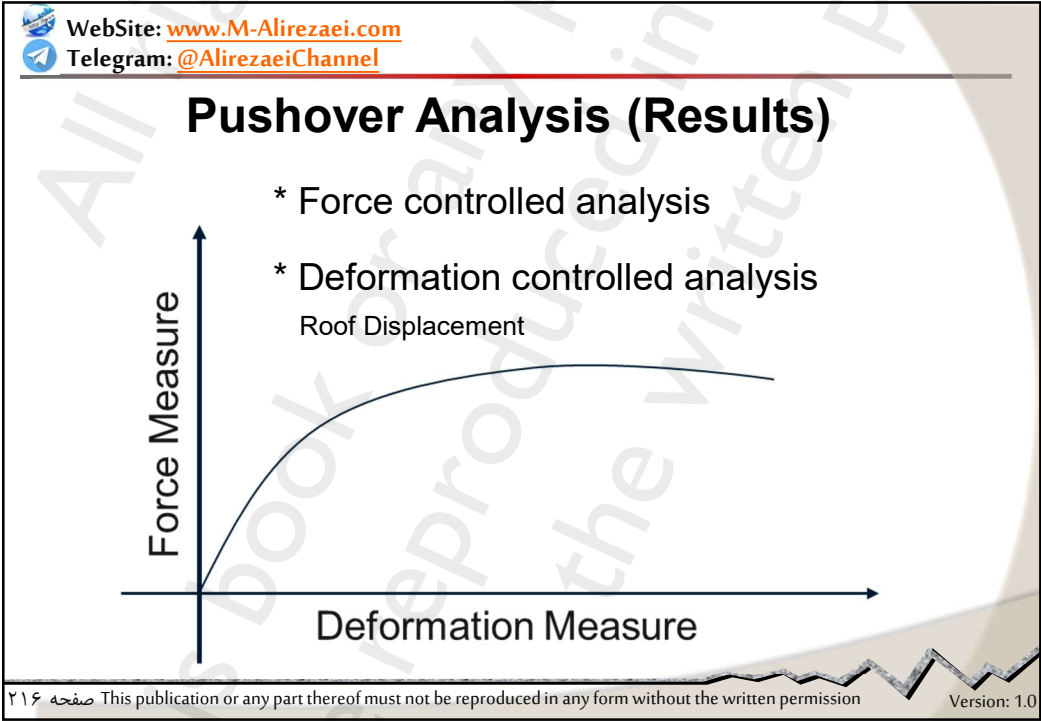
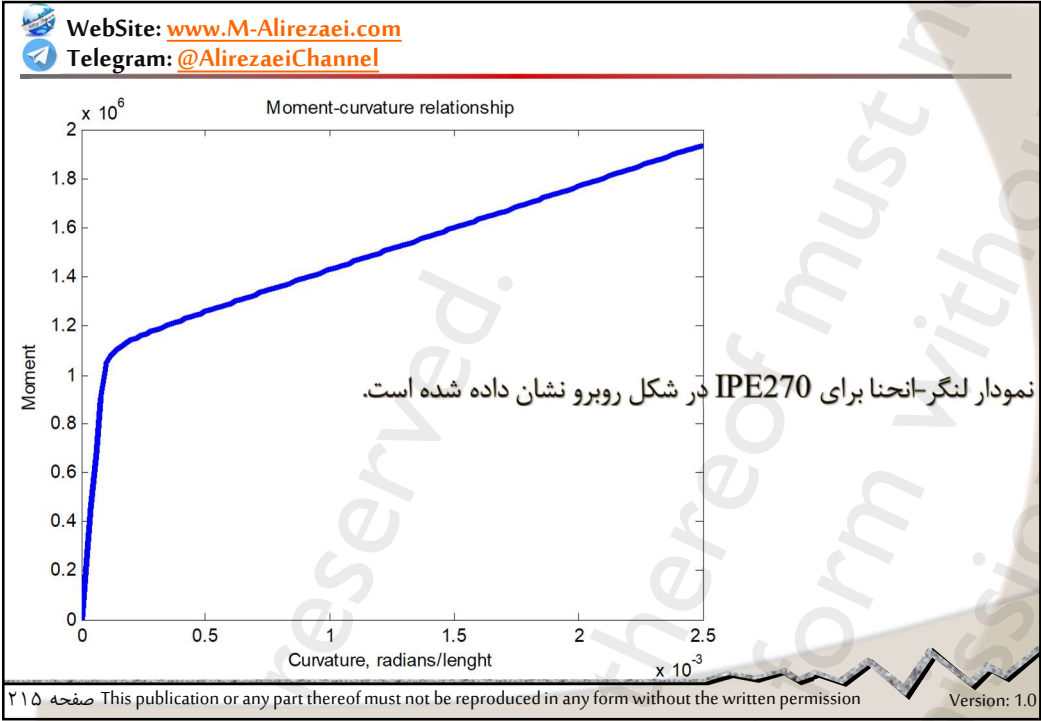
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

برنامه زیر در محیط MATLAB برای این امر نوشته شده است.

```
%----- compute the moment-curvature relationship -----
%-----Developed by M.Alirezaei-----

clear all; clc; close all; d=input('Outside height= '); tw=input('Web thickness= '); tf=input('Flange thickness= '); h=d-2*tf;
bf=input('Flange width= '); Fy=input('yield stress= '); E=input('Elastic modulus= '); epsy=Fy/E;
strain_hard=input('strain hardening ratio= '); Esh=strain_hard*E; n1=input('Number of slices in each flange= ');
n2=input('Number of slices in web= '); phi_end=input('Max Curvature= ');
dy1=tf/n1;%Distance slices in flange in y direction. dy2=h/n2;%Distance slices in web in y direction.
Mt1=[]; for phi=0:0.00002:phi_end
    Mweb=[]; Mflange=[]; for i=1:n2/2
        eps=phi*i*dy2; if eps<=epsy zigma=E*eps; elseif eps>epsy zigma=Fy+Esh*(eps-epsy);
        end Fi=zigma*tw*dy2; Mi=2*Fi*i*dy2; Mweb=[Mweb Mi]; end Mtweb=sum(Mweb);
        for i=1:n1
            eps=phi*((h/2)+i*dy1); if eps<=epsy zigma=E*eps; elseif eps>epsy zigma=Fy+Esh*(eps-epsy);
            end Fi=zigma*bf*dy1; Mi=2*Fi*(i*dy1+(h/2)); Mflange=[Mflange Mi]; end
        Mflange=sum(Mflange); Mt=Mtweb+Mflange; Mt1=[Mt1 Mt]; end
    phi=0:0.00002:phi_end; plot(phi,Mt1,'-b','Line Width',3); title('Moment-curvature relationship');
    xlabel('Curvature, radians/lenght');
    ylabel('Moment')
```

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



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

Steps in Performance Check

- | Construct Pushover curve
- | Select earthquake level(s) to check
- | Select performance level(s) to check
- | Select acceptance criteria for each performance level
- | Verify acceptance
 - Capacity Spectrum Method (ATC-40)
 - Displacement Coefficient Method (FEMA 273)

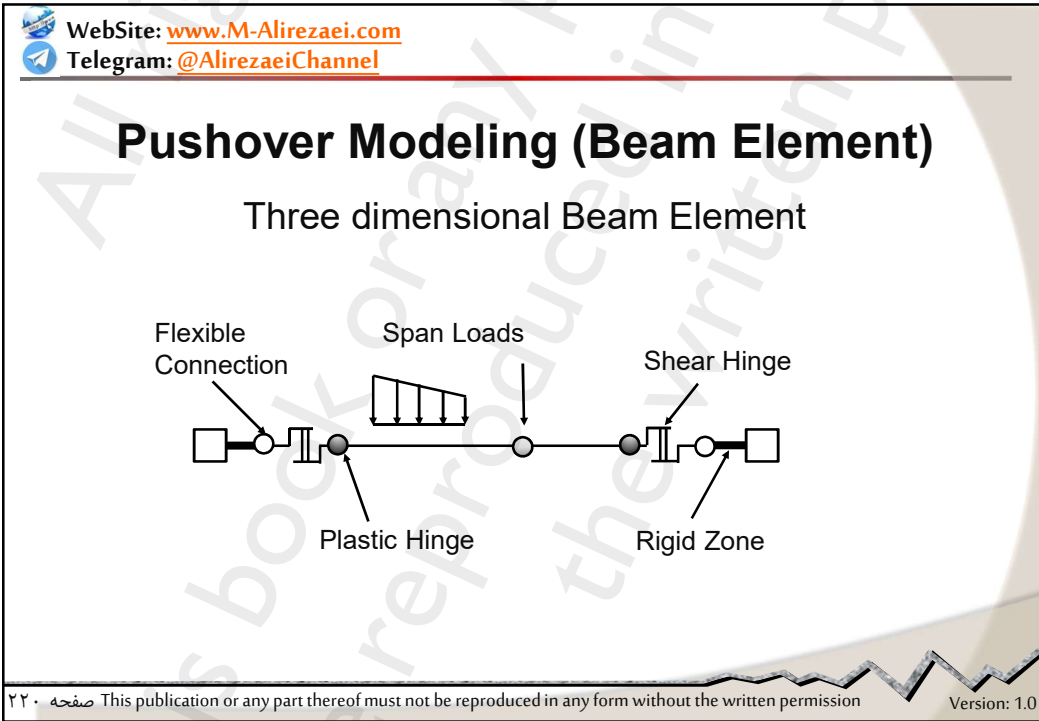
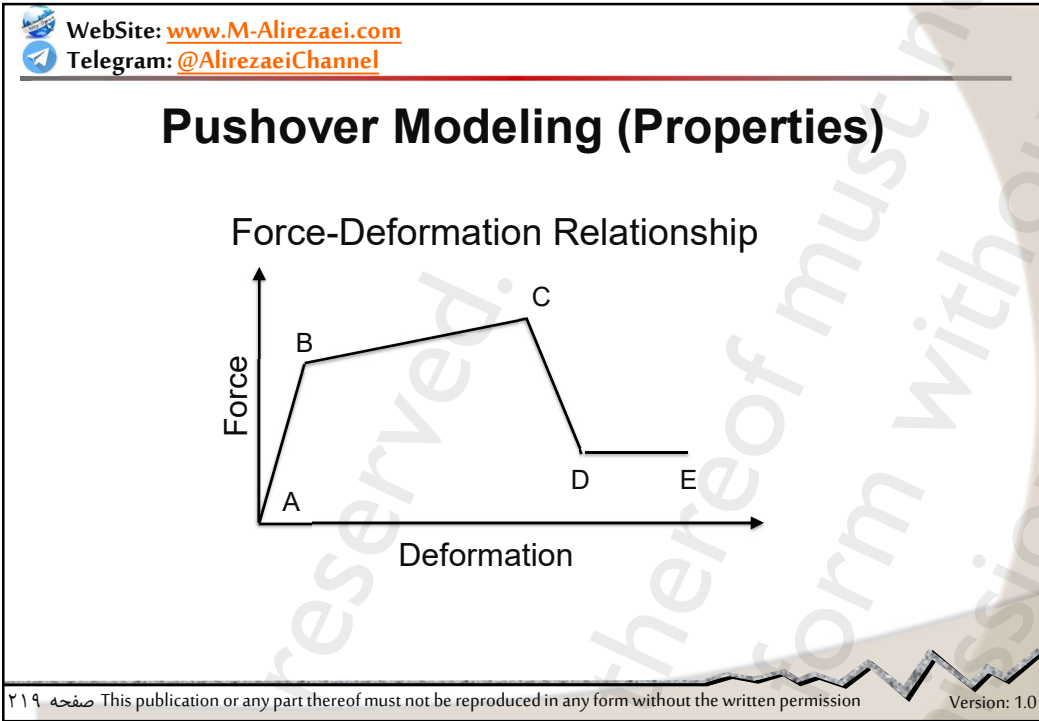
۲۱۷ صفحه This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

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

Constructing Pushover Curve

- | Define Structural Model
 - Elements (components)
 - Strength - deformation properties
- | Define Loads
 - Gravity
 - Lateral load pattern
- | Select Control Displacements or Drifts
- | Perform Pushover Analysis

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

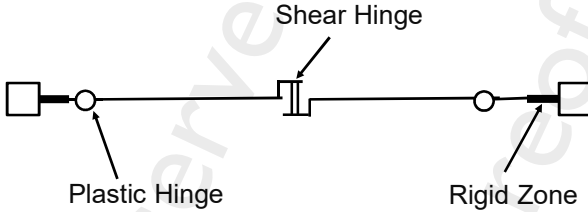




WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

Pushover Modeling (Beam Element)

Three dimensional Column Element



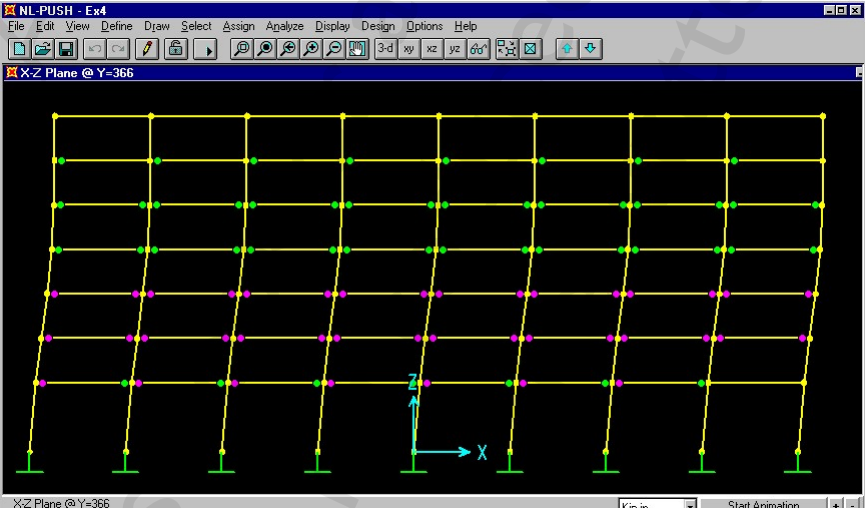
The diagram illustrates a beam element model for a three-dimensional column. It consists of a horizontal line representing the beam. At the left end, there is a square node connected to a circular node labeled 'Plastic Hinge'. In the middle of the beam, there is a vertical rectangular section labeled 'Shear Hinge'. At the right end, there is a square node connected to a circular node labeled 'Rigid Zone'.

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



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

Pushover Analysis (Results)



The screenshot shows the NL-PUSH software interface. The main window displays a 3D grid of nodes and elements. The nodes are represented by small colored spheres (green, yellow, and purple) arranged in a regular grid. The elements are represented by lines connecting the nodes. The grid is shown in a perspective view. The software interface includes a menu bar (File, Edit, View, Define, Draw, Select, Assign, Analyze, Display, Design, Options, Help) and a toolbar with various icons. The status bar at the bottom shows 'X-Z Plane @ Y=366' and 'Kip-in Start Animation'.

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

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

Use of Pushover Curve

Capacity Spectrum Method of ATC-40
- detailed in **ATC-40**
- and as alternate method in **FEMA-356**

ATC

فرض اساسی در این روش آن است که حداکثر جابجایی غیرارتجاعی یک سیستم یک درجه آزاد را میتوان از حداکثر جابجایی ارتجاعی یک سیستم یک درجه آزاد که دارای دوره تناوب و نسبت میرایی بیشتر از مقدار اولیه است، تخمین زد.

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

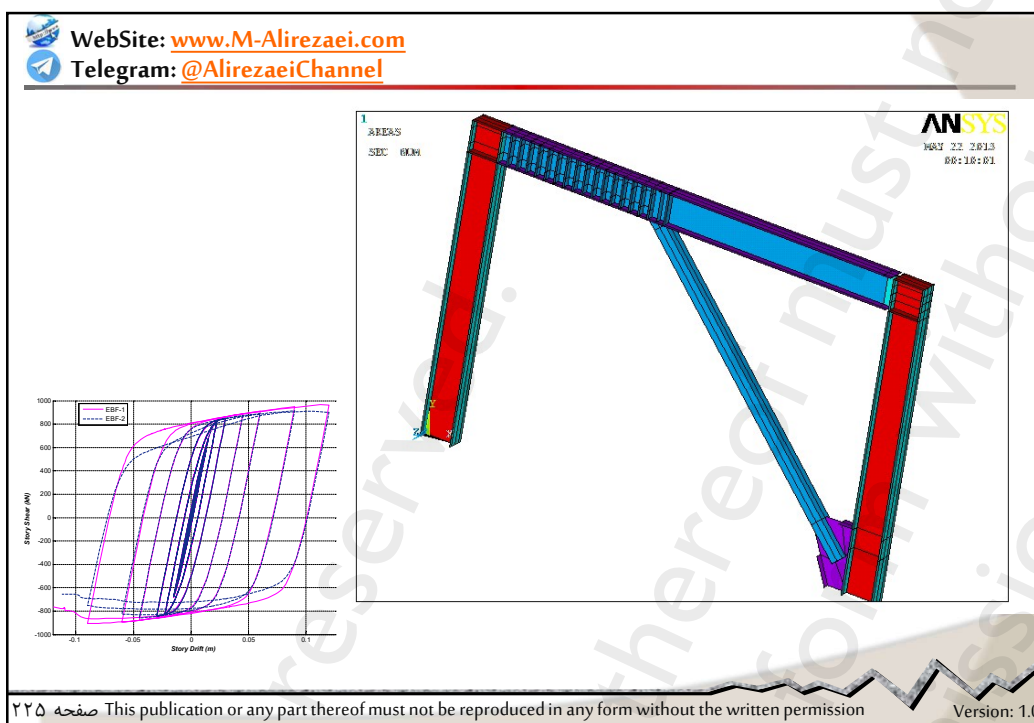
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

آشنایی با برنامه SAP2000

SAP2000

Three Dimensional Static and Dynamic Finite Element Analysis and Design of Structures

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



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

SAP2000
 ETABS
 SAFE
 OpenFOAM
 OpenSees
 Abaqus
 ADINA
 ANSYS
 LS-DYNA
 Nastran
 HyperMesh
 VisualFEA

✱ از چه نرم افزاری برای تحلیل های غیرخطی استفاده کنیم؟
 ✱ آیا قفل شکسته بودن نرم افزار تاثیری بر روند و صحت محاسبات دارد؟ از کجا مطمئن باشیم؟
 ✱ برای مدل سازی اجزای ریزتر (مثل مدل سازی جوش یا جزئیات اتصال) آیا نرم افزار مهم است؟

Version: 1.0

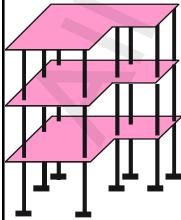
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

Below you will find pricing for all CSI Products. All prices are in US Dollars.

	STANDALONE LICENSE		NETWORK LICENSE	
	License Price	Annual MNT	License Price	Annual MNT
		SAP2000		
Basic	2000	350	2600	455
Plus	5000	875	6500	1135
Advanced	8000	1400	10400	1820
Ultimate	12000	2100	15600	2730
		CSiBridge		
Plus	9000	1575	11700	2045
Plus w/ Rating	13000	2275	16900	2955
Advanced	16000	2800	20800	3640
Advanced w/ Rating	20000	3500	26000	4550
		ETABS		
Plus	5000	875	6500	1135
Nonlinear	8000	1400	10400	1820
Ultimate	12000	2100	15600	2730
		SAFE		
Standard	4000	700	5200	910
Post-tensioning	6000	1050	7800	1365
		PERFORM-3D		
PERFORM-3D	12000	2640	15600	3430
		CSICOL		
CSICOL	1100	190	1430	250

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

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



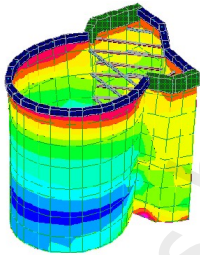
- مدل بایستی با واقعیت تا حد امکان منطبق باشد.

- در واقعیت تمام المان‌ها حجمی هستند که با برای برخی از آنها با تقریب خوب می‌توان به المان‌های تیر و صفحه ای تبدیل شوند.

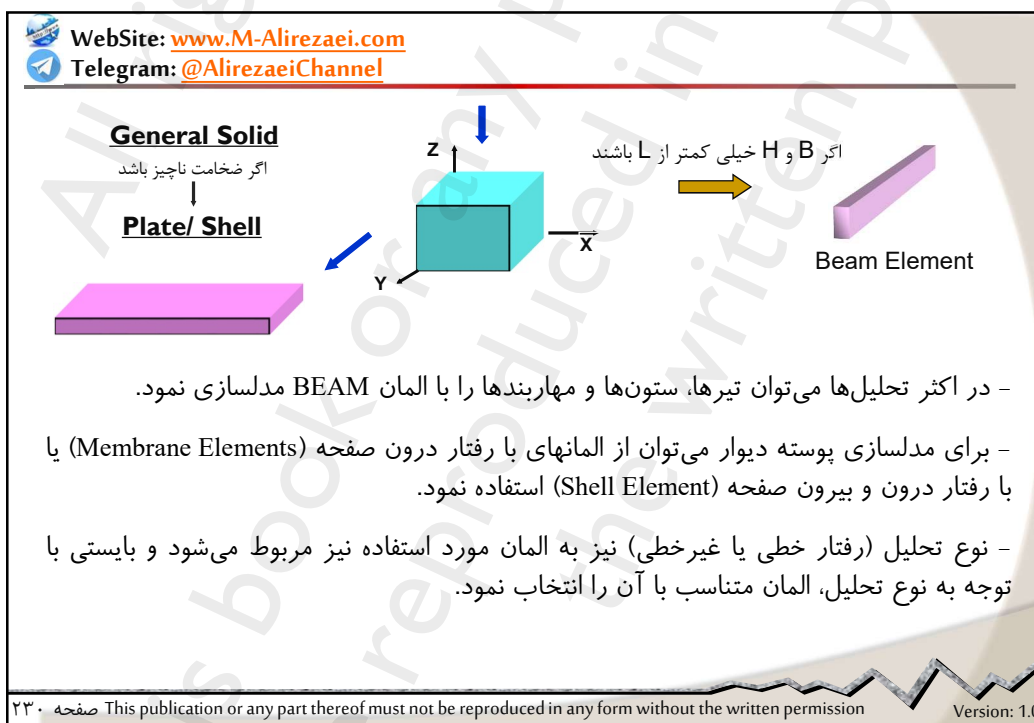
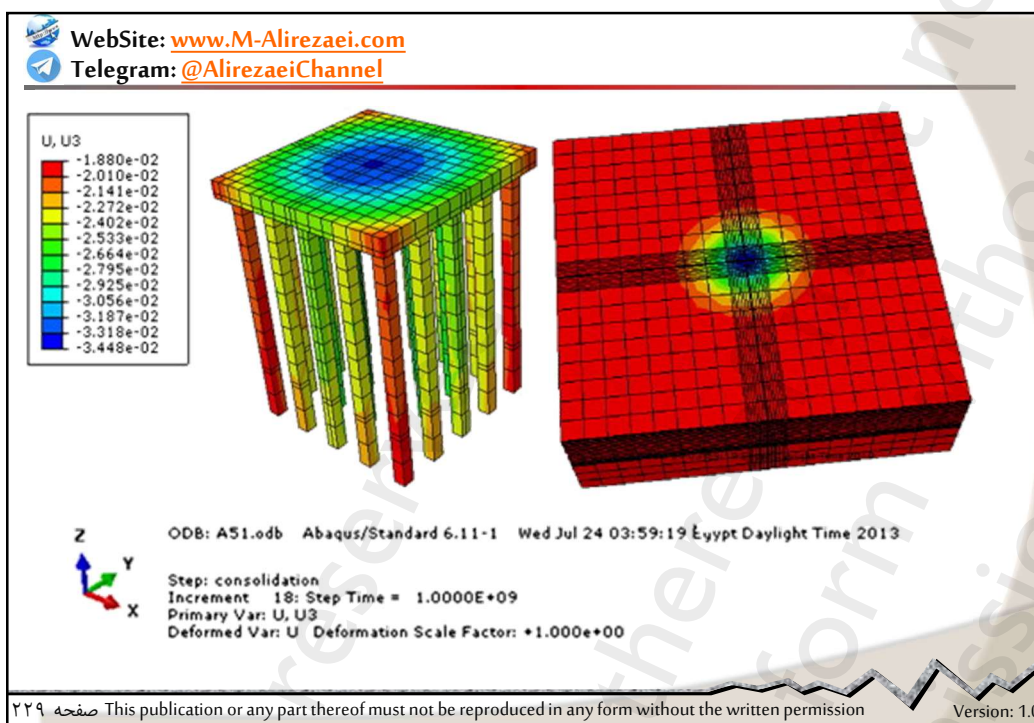
- در مدلسازی معمولاً از روش المان محدود Finite Element Analysis استفاده می‌شود.

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 *



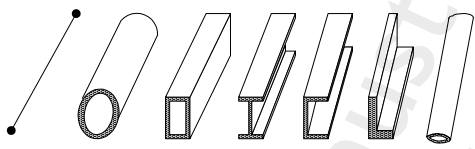
۲۲۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0



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

1 D Elements (Beam type)

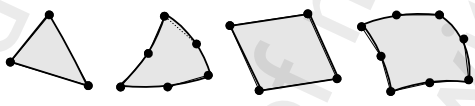
Can be used in 1D, 2D and 2D
 2-3 Nodes. A, I etc.



Truss and Beam Elements (1D,2D,3D)

2 D Elements (Plate type)

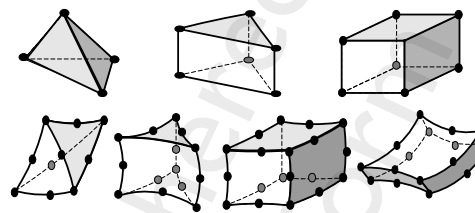
Can be used in 2D and 3D Model
 3-9 nodes. Thickness



Plane Stress, Plane Strain, Axisymmetric, Plate and Shell Elements (2D,3D)

3 D Elements (Brick type)

Can be used in 3D Model
 6-20 Nodes.

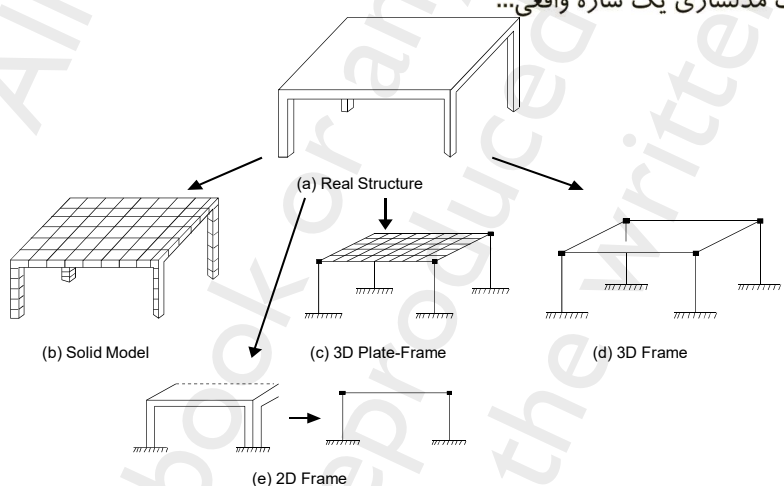


Brick Elements

صفحه ۲۳۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

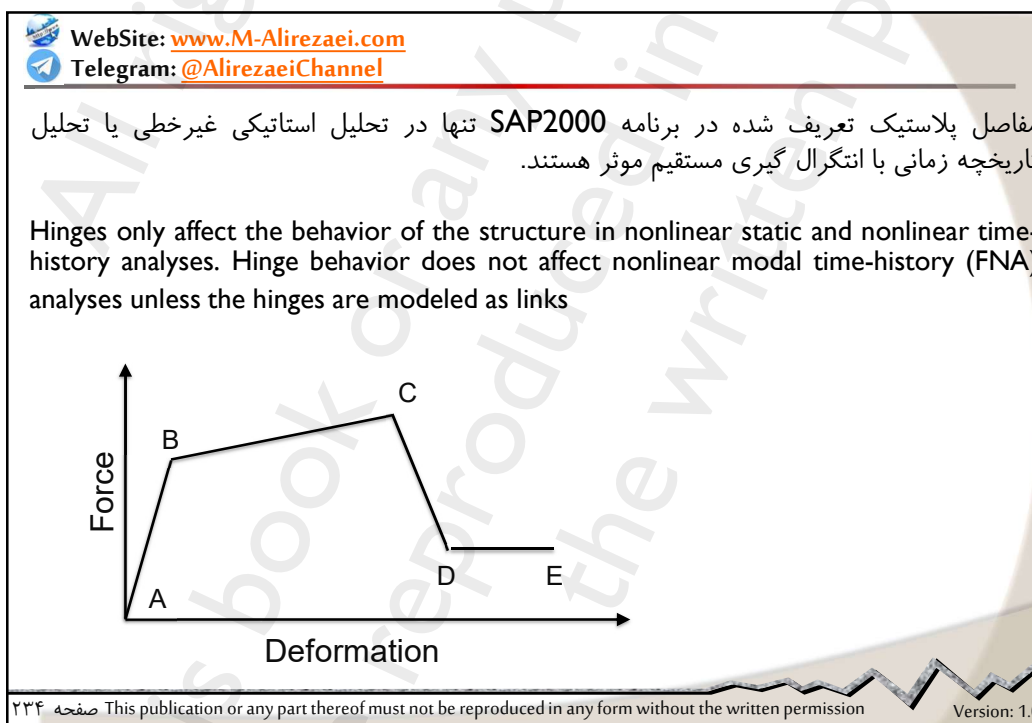
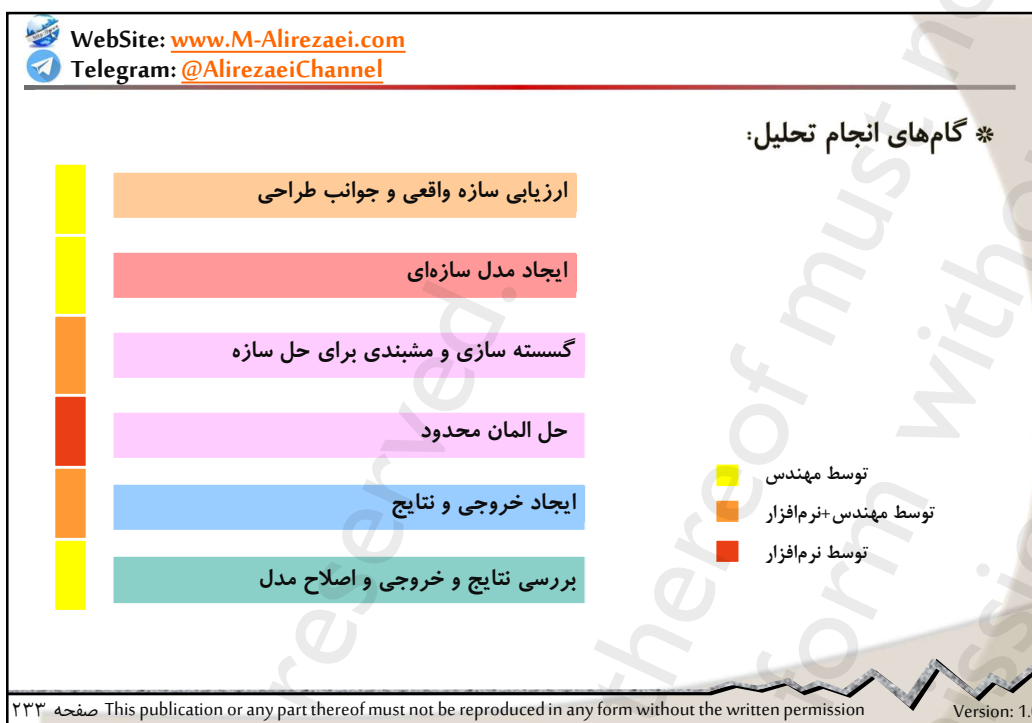
WebSite: www.M-Alirezaei.com
 Telegram: @AlirezaeiChannel

روش‌های مختلف مدلسازی یک سازه واقعی...



(a) Real Structure
 (b) Solid Model
 (c) 3D Plate-Frame
 (d) 3D Frame
 (e) 2D Frame

صفحه ۲۳۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: @AlirezaeiChannel

کاربر با معرفی تعداد زیادی مفصل میتواند توزیع پلاستیسته شدن در طول المان را بصورت تقریبی در نظر بگیرد. برای مثال میتوان ده مفصل غیرخطی در فواصل نسبی 0.05، 0.15، 0.25 تا مثلا 0.95 در طول عضو معرفی کرد. به این ترتیب خصوصیات تغییرشکلی براساس طول مفصل فرض ده برای یک ده طول المان است. البته توجه داشته باشید که معرفی تعداد زیاد مفصل در صورتی که به مرحله تسلیم هم نرسند، باعث صرف زمان زیادی در انجام تحلیل خواهد شد.

You can approximate plasticity that is distributed over the length of the element by inserting many hinges. For example, you could insert ten hinges at relative locations within the element of 0.05, 0.15, 0.25, ..., 0.95, each with deformation properties based on an assumed hinge length of one-tenth the element length. Of course, adding more hinges will add more computational cost, so this should only be done where needed.

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

Version: 1.0

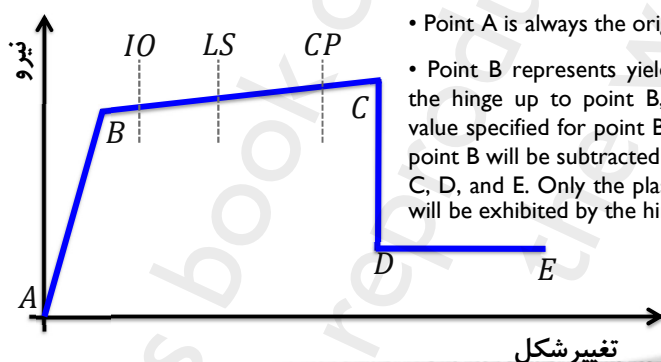
WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: @AlirezaeiChannel

منحنی رفتاری برای اعضا، در برنامه SAP2000

نقطه A: شروع منحنی و در مبدا است.

نقطه B: نقطه تسلیم را نشان میدهد. بدون توجه به تغییرشکل معرفی شده برای نقطه B، هیچ تغییرشکلی در مفصل تا قبل از رسیدن به نقطه B اتفاق نمی افتد. از A تا B در محدوده ارتجاعی است.

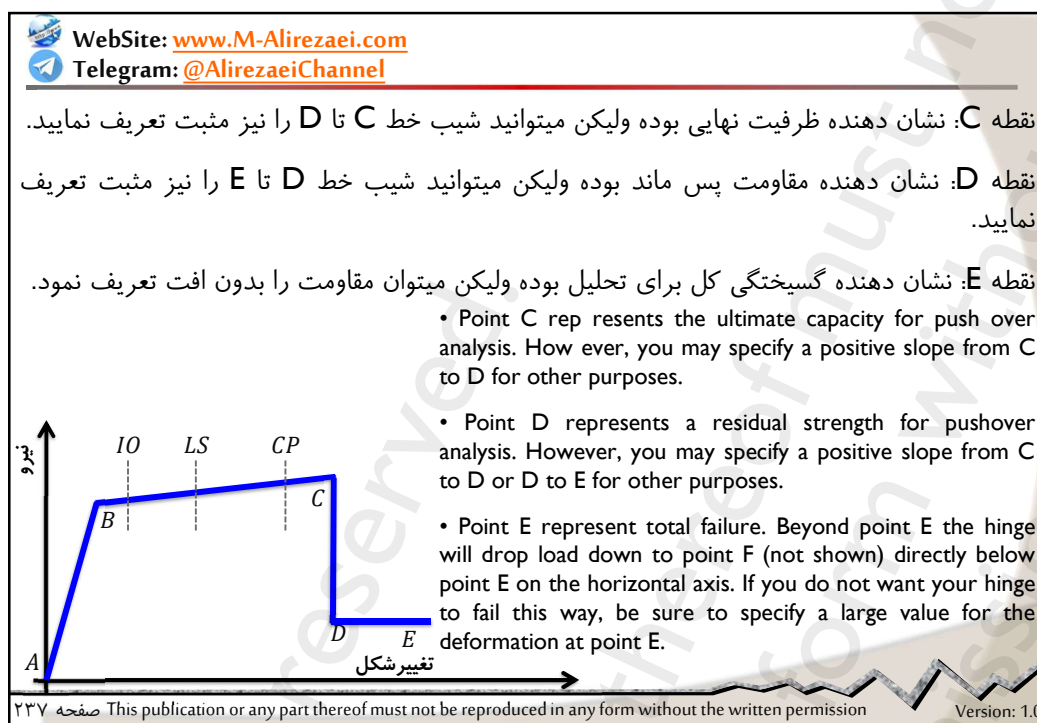


• Point A is always the origin.

• Point B represents yielding. No deformation occurs in the hinge up to point B, regardless of the deformation value specified for point B. The displacement (rotation) at point B will be subtracted from the deformations at points C, D, and E. Only the plastic deformation beyond point B will be exhibited by the hinge.

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

Version: 1.0



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

مشخصات مفصلات خودکار در برنامه SAP2000:

Concrete Beams in Flexure

M2 or M3 hinges can be generated using FEMA Table 6-7 (I) for the following shapes:

- Rectangle
- Tee
- Angle
- Section Designer

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

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

مشخصات مفاصل خودکار در برنامه SAP2000

Concrete Columns in Flexure

M2, M3, M2-M3, P-M2, P-M3, or P-M2-M3 hinges can be generated using FEMA Table 6-8 (I), for the following shapes:

- Rectangle
- Circle
- Section Designer

or using Caltrans specifications, for the following shapes:

- Section Designer only

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

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

مشخصات مفاصل خودکار در برنامه SAP2000

Steel Beams in Flexure

M2 or M3 hinges can be generated using FEMA Table 5-6, for the following shapes:

- I/Wide-flange only

Steel Columns in Flexure

M2, M3, M2-M3, P-M2, P-M3, or P-M2-M3 hinges can be generated using FEMA Table 5-6, for the following shapes:

- I/Wide-flange
- Box

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



WebSite: www.M-Alirezaei.com

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

مشخصات مفاصل خودکار در برنامه **SAP2000**:

Steel Braces in Tension/Compression

P (axial) hinges can be generated using FEMA Table 5-6, for the following shapes:

- I/Wide-flange
- Box
- Pipe
- Double channel
- Double angle

صفحه ۲۴۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 1.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com

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

مشخصات مفاصل خودکار در برنامه **SAP2000**:

Fiber Hinge

P-M2-M3 hinges can be generated for steel or reinforced concrete members using the underlying stress-strain behavior of the material for the following shapes:

- Rectangle
- Circle

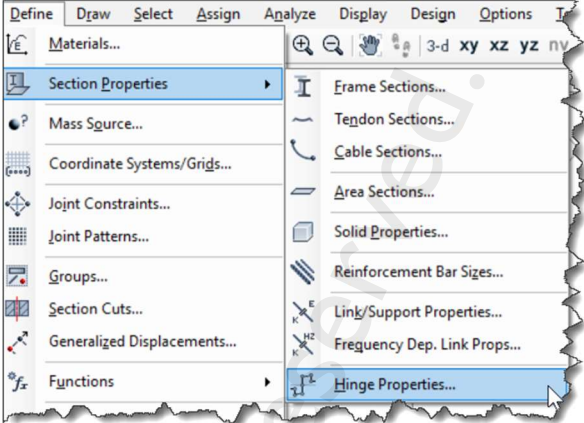
صفحه ۲۴۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 1.0

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

روش تعریف مفاصل پلاستیک در برنامه SAP2000:

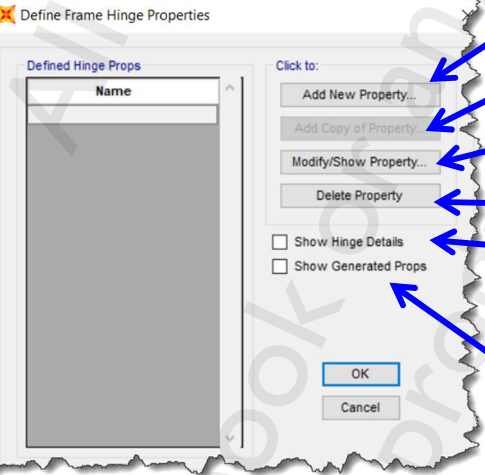
با استفاده از مسیر Define menu > Section Properties > Hinge Properties جهت تعریف مفاصل پلاستیک اقدام نمایید.



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

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

Define Frame Hinge Properties



ایجاد یک مفصل جدید

ایجاد یک مفصل جدید با کپی از مشخصات یک مفصل موجود

تغییر مشخصات مفصل موجود

حذف مفصل انتخاب شده

در صورت انتخاب مشخصات مفصل تعریف شده به صورت جدول بندی در ۵ ستون مطابق اسلاید بعدی، نمایش داده میشود.

مفاصل خودکار تولید شده توسط برنامه را نشان میدهد.

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

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

رفتار مفصل (کنترل شونده توسط نیرو یا تغییر مکان)
نوع مفصل (خمشی، برشی، محوری و ...)
نام مفصل

اگر Yes باشد، یعنی مفصل بصورت خودکار ایجاد شده و
اگر No باشد، یعنی توسط کاربر ایجاد شده است.

اگر مفصل بصورت خودکار توسط برنامه ایجاد شده باشد، عبارت Auto و
اگر توسط کاربر ایجاد شده باشد، عبارت N.A نمایش داده میشود.

این گزینه تنها در حالتی که Show Generated Props تیک خورده
باشد، فعال بوده و مفصل خودکار را به user-defined تبدیل می کند.

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

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

با کلیک بر روی **Add New Property** یک مفصل جدید ایجاد کنید.

نامگذاری مفصل، یا آن را قبول یا
اینکه نام دلخواه را وارد کنید.

نوع مفصل (کنترل شونده
توسط نیرو یا تغییر مکان)

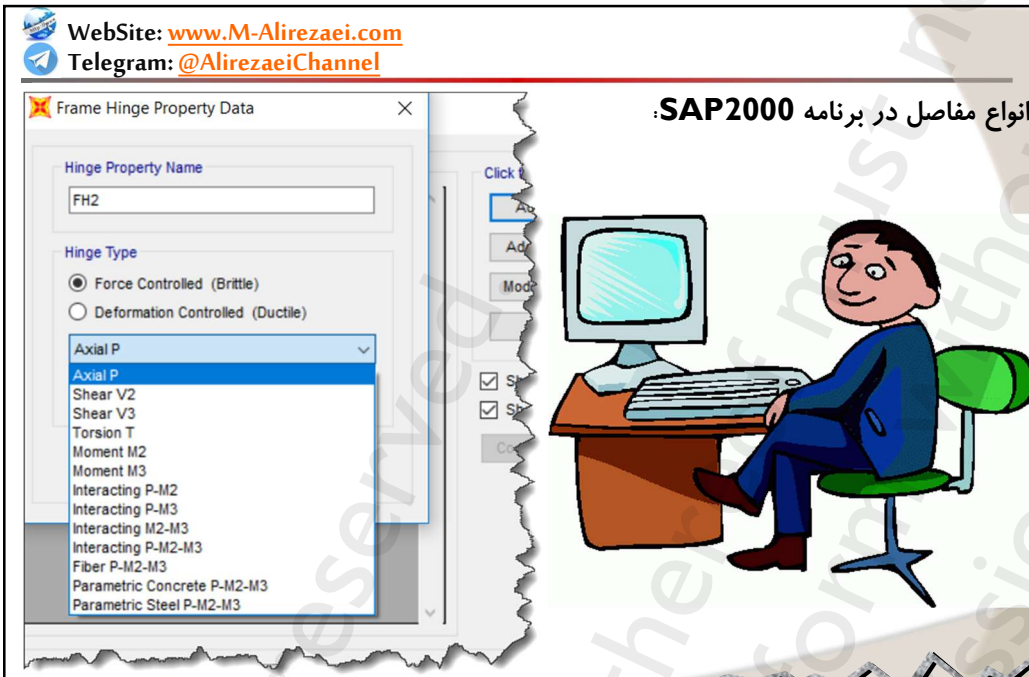
نوع تلاش مورد نظر برای ایجاد مفصل

ویرایش مشخصات مفصل

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

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

انواع مفصلات در برنامه SAP2000:



Version: 1.0

صفحه ۲۴۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

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

شکل فرم مشخصات مفصل نیروی محوری، لنگر خمشی، برش و پیچش در حالت نیرو-کنترل شبیه هم بوده و در شکل زیر نشان داده شده است.



از بین رفتن مقاومت وقتی مقطع به حداکثر ظرفیت خود برسد

رفتار کششی و فشاری یکسان بوده و قسمت منفی غیرفعال میشود.

Version: 1.0

صفحه ۲۴۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

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

Frame Hinge Property Data for 27H1 - Moment M3

مختصات نقاط منحنی

Point	Moment/SF	Rotation/SF
E	-0.6	-11
D	-0.6	-9.0001
C	-1.27	-9
B	-1	0
A	0	0
E	1	0
C	1.27	9
D	0.6	9.0001
E	0.6	11

نوع مفصل (لنگر-دوران)

ظرفیت باربری مقطع بعد از E:

مقیاس لنگر و دوران

ضوابط پذیرش

OK Cancel

Version: 1.0

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

روش تعریف مفاصل پلاستیک خودکار در برنامه SAP2000:

ابتدا بایستی المان های مورد نظر را انتخاب و از مسیر Assign menu > Frame > Hinges

نمایید تا پنجره Frame Hinge Assignments ظاهر شود.

Assign Analyze Display Design Options Tools Help

Joint

Frame

Cable

Tendon

Area

Solid

Link/Support

Joint Loads

Frame Loads

Cable Loads

Tendon Loads

Area Loads

Solid Loads

Link/Support Loads

Joint Patterns...

Assign to Group... Ctrl+Shift+G

Frame Sections...

Property Modifiers...

Material Property Overwrites...

Releases/Partial Fixity...

Local Axes...

Reverse Connectivity...

End (Length) Offsets...

Insertion Point...

Output Stations...

P-Delta Force...

Path...

Tension/Compression Limits...

Hinges...

Hinge Overwrites...

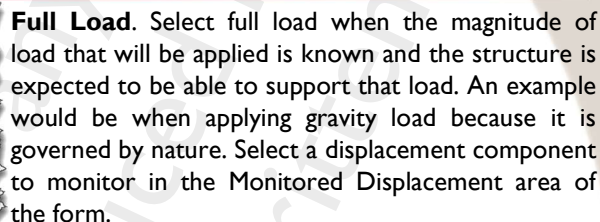
Version: 1.0





Linear: The analysis starts with zero stress. It does not contain loads from any previous analysis, even if it uses the stiffness from a previous nonlinear analysis.

Nonlinear: The analysis may continue from a previous nonlinear analysis, in which case it contains all loads, deformations, stresses, etc., from that previous case.



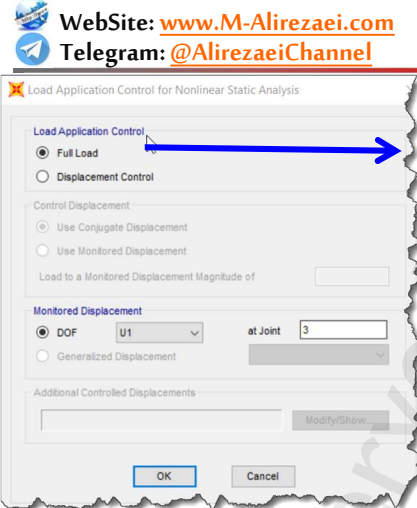
Displacement Control. Select displacement control when the distance the structure is to be moved is known, but the amount of load is unknown. This is most useful for structures that become unstable and may lose load-carrying capacity during the course of the analysis. Typical applications include static pushover analysis and snap-through buckling analysis.

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

گزینه Full Load: برای حالتی مقدار بزرگی بار مشخص باشد، مناسب است. قبل از پوش سازه مقدار بار ثقلی را با این گزینه بصورت غیرخطی تحلیل میکنیم.

گزینه Displacement Control: این گزینه برای حالتی که مقدار بار مشخص نباشد، مناسب است، مثل نیروی زلزله.

این گزینه به معنی اندازه گیری جابجایی مشخص شده حاصل از بارهای اعمالی است.



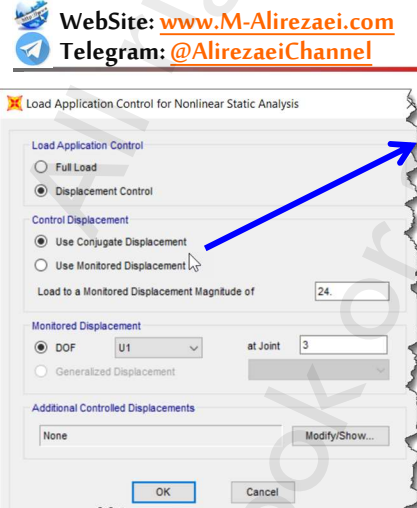
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 1.0

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

Use Conjugate Displacement option. Choose the Use Conjugate Displacement option and then select a displacement component to be monitored in the Monitored Displacement area of the form. Be sure to choose a displacement component that monotonically increases during loading. Use the Use Conjugate Displacement option if the analysis is having trouble converging. The conjugate displacement is a weighted average of all displacements in the structure where each displacement degree of freedom is weighted by the load acting on that degree of freedom. In other words, it is a measure of the work done by the applied load.

Use Monitored Displacement option. Choose the Use Monitored Displacement option and select a displacement component to be monitored in the Monitored Displacement area of the form.

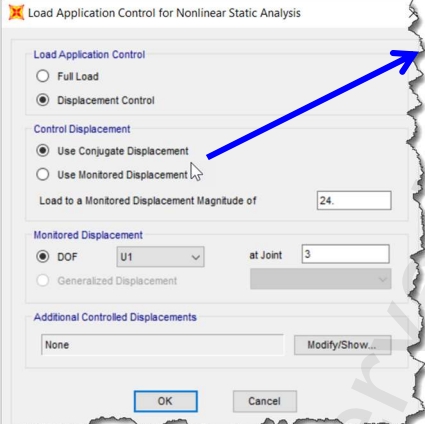


This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 1.0

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

گزینه Use Conjugate Displacement: در صورت انتخاب این گزینه می‌توانید در یک گره کنترلی، یک راستای جابجایی، برای ارزیابی جابجایی در هنگام افزایش بار جانبی مشخص نمود. انتخاب این گزینه هنگامی مناسب است مع تحلیل در همگرایی مشکل داشته باشد. این تغییر مکان یک میانگین وزنی از تمام تغییر مکان های سازه است.



گزینه Use Monitored Displacement: در صورت انتخاب این گزینه می‌توانید در یک گره کنترلی یک راستای جابجایی، برای ارزیابی جابجایی در هنگام افزایش بار جانبی مشخص کنید.

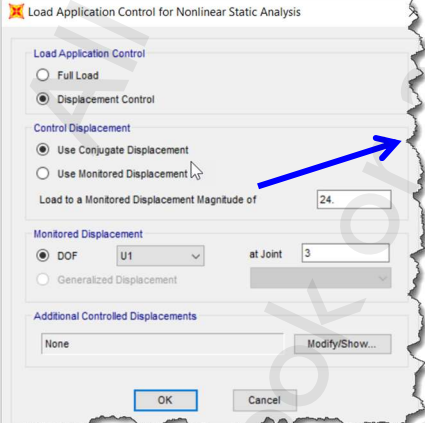
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Version: 1.0

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

Load to a Monitored Displacement Magnitude of edit box. Use this edit box to specify the magnitude of the displacement that is the target for the analysis. The program will attempt to apply the load to reach the specified displacement.

در این بخش تغییر مکان حد توقف برای پوش سازه بر حسب واحد جاری برنامه وارد میشود. طبق نشریه ۳۶۰، بایستی به میزان ۱.۵ برابر جابجایی هدف، سازه پوش شود.



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

Version: 1.0

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

Load Application Control for Nonlinear Static Analysis

Load Application Control

☐ Full Load
☒ Displacement Control

Control Displacement

☒ Use Conjugate Displacement
☐ Use Monitored Displacement

Load to a Monitored Displacement Magnitude of

Monitored Displacement

☒ DOF at Joint
☐ Generalized Displacement

Additional Controlled Displacements

Monitored Displacement. Use this area of the form to specify the displacement component to be monitored. This may be a single degree of freedom at a joint, or a previously defined generalized displacement (select the displacement from the drop-down list).

در این بخش جهت و نقطه کنترلی برای پوش سازه مشخص میشود. اگر سازه در جهت X باید پوش شود، U1 و اگر در جهت Y باید پوش شود، گزینه U2 انتخاب شود.

قبلا بایستی شماره گره مورد نظر نیز وارد شود. بهتر است شماره نزدیکترین نقطه به مرکز جرم در اینجا وارد شود.

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

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

View Define Draw Select Assign An

3-d Set 3D View... Ctrl+Shift+F3
2-d Set 2D View... Ctrl+Shift+F2
Set Limits...
☒ Set Display Options... Ctrl+W
Rubber Band Zoom F2
Restore Full View F3
Previous Zoom

نقطه کنترل (طبق نشریه ۳۶۰):

در تحلیل استاتیکی غیرخطی، مرکز جرم بام به عنوان نقطه کنترل تغییر مکان سازه انتخاب می شود مرکز جرم سقف خربشته به عنوان نقطه کنترل انتخاب نمیشود، مگر آنکه وزن آن بیشتر ۲۵٪ وزن بام باشد.

برای دیدن شماره گره های سازه از مسیر زیر اقدام کنید:

Display Options

Object Options General Options

Joints
☒ Labels
☒ Restraints
☐ Springs
☐ Local Axes
☒ Invisible
☐ Not in View

Frames
☐ Labels
☐ Sections
☐ Releases
☐ Local Axes
☐ Not in View

Cables
☐ Labels
☐ Sections
☐ Not in View

Tendons
☐ Labels
☐ Sections
☐ Local Axes
☐ Not in View

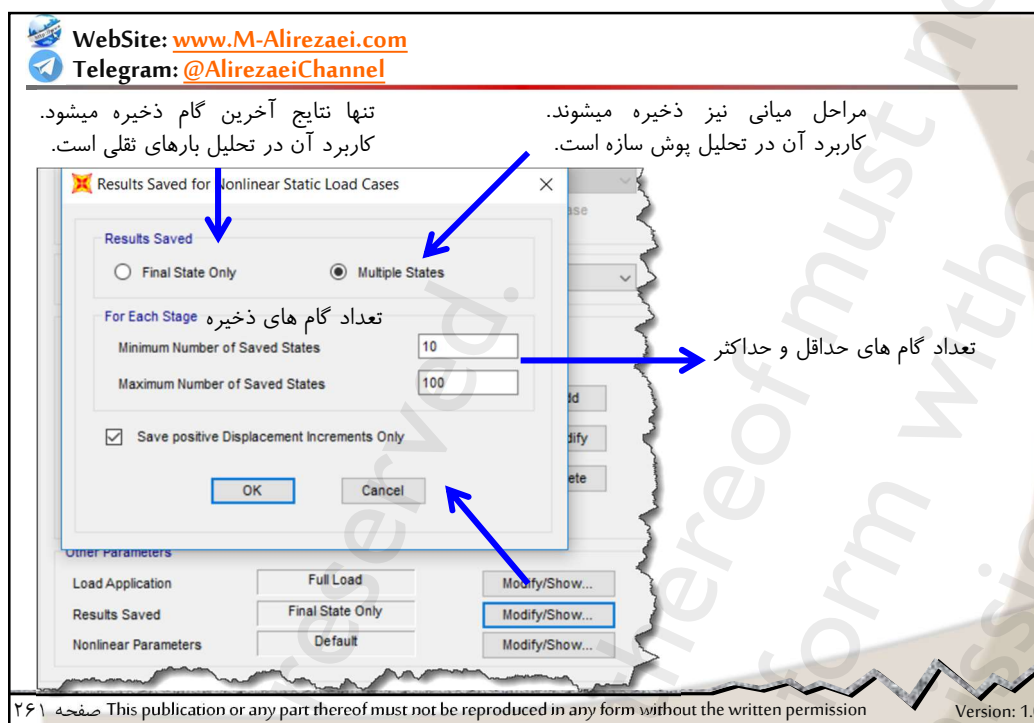
Areas
☐ Labels
☐ Sections
☐ Local Axes
☐ Not in View

Solids
☐ Labels
☐ Sections
☐ Local Axes
☐ Not in View

Links
☐ Labels
☐ Sections
☐ Local Axes
☐ Not in View

☐ Apply to All Windows

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



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

Minimum and Maximum Saved Steps options. The Minimum Number of Saved Steps and Maximum Number of Saved Steps provide control over the number of points actually saved in the analysis. If the minimum number of steps saved is too small, you may not have enough points to adequately represent a pushover curve. If the minimum and maximum number of saved steps is too large, the analysis may consume a considerable amount of disk space, and it may take an excessive amount of time to display results.

The program automatically determines the spacing of steps to be saved as follows. The maximum step length is equal to total force goal or total displacement goal divided by the specified Minimum Number of Saved Steps. The program starts by saving steps at this increment. If a significant event occurs at a step length less than this increment, the program will save that step too and pick up with the maximum increment from there. For example, suppose the Minimum Number of Saved Steps and Maximum Number of Saved Steps are set at 20 and 30 respectively, and the target is to be to a displacement of 10 inches. The maximum increment of saved steps will be $10 / 20 = 0.5$ inch. Thus, data is saved at 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 inches. Suppose that a significant event occurs at 2.7 inches. Then data is also saved at 2.7 inches, and continues on from there being saved at 3.2, 3.7, 4.2, 4.7, 5.2, 5.7, 6.2, 6.7, 7.2, 7.7, 8.2, 8.7, 9.2, 9.7 and 10.0 inches.

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

WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: @AlirezaeiChannel

The Maximum Number of Saved Steps controls the number of significant events for which data will be saved. The program will always reach the force or displacement goal within the specified number of maximum saved steps; however, in doing so, it could have to skip saving steps at later events. For example, suppose the Minimum Number of Saved Steps is set to 20, the Maximum Number of Saved Steps is set to 21, and the pushover is to be to a displacement of 10 inches. The maximum increment of saved steps will be $10 / 20 = 0.5$ inch. Thus, data is saved at 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 inches. Suppose that a significant event occurs at 2.7 inches. Then data is also saved at 2.7 inches, and continues on from there, being saved at 3.2 and 3.7 inches. Suppose another significant event occurs at 3.9 inches. The program will not save the data at 3.9 inches because if it did, it would not be able to limit the maximum increment to 0.5 inch and still get through the full pushover in no more than 21 steps. Note that if a second significant event occurred at 4.1 inches rather than 3.9 inches, the program would be able to save the step and still meet the specified criteria for maximum increment and maximum number of steps.

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

Version: 1.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: @AlirezaeiChannel

مقدار حداقل و حداکثر گام های ذخیره شده، تعداد نقاط کنترلی برای ایجاد منحنی پوش را تعیین میکنند. اگر حداقل تعداد گام های در نظر گرفته شده، خیلی کم باشد، منحنی پوش مناسبی نخواهید داشت. اگر حداقل تعداد گام های در نظر گرفته شده خیلی زیاد باشد، فضای زیادی از هارد سیستم از بین رفته و زمان زیادی صرف تحلیل میشود.

حداکثر فاصله بین دو مرحله برابر کل بارگذاری هدف یا کل تغییر مکان تقسیم بر حداقل تعداد مراحل ذخیره است. این مقدار بیانگر حداکثر نمو در هر مرحله است. در صورتی که در فاصله بین دو مرحله متوالی اتفاق خاصی ایجاد شود، برنامه نتیجه را در آن مرحله ذخیره میکند. برای مثال فرض کنید حداقل و حداکثر مراحل ذخیره به ترتیب ۲۰ و ۳۰ مرحله باشد و هدف رساندن تغییر مکان به ۱۰ سانتیمتر باشد، در این صورت حداکثر نمو ذخیره شده، برابر است با:

The maximum increment of saved steps will be $10 / 20 = 0.5$ cm

بنابراین نتایج در تغییر مکان های زیر ذخیره میشوند:

Thus, data is saved at 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, cm

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

Version: 1.0

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

فرض کنید، در تغییر مکان 2.7 cm اتفاق قابل توجهی رخ دهد، در اینصورت نتایج در تغییر مکان 2.7 cm ذخیره میشود. در ادامه نتایج در تغییر مکان های زیر ذخیره میشوند:

3.2, 3.7, 4.2, 4.7, 5.2, 5.7, 6.2, 6.7, 7.2, 7.7, 8.2, 8.7, 9.2, 9.7 and 10.0 cm

پارامتر حداکثر تعداد مراحل ذخیره، تعداد مراحل اضافی که نتایج آنها ذخیره میشوند را کنترل میکند. برنامه همیشه با حداکثر تعداد مراحل ذخیره به نیرو یا تغییر مکان هدف میرسد، ولی بهرحال برای رسیدن به این منظور برنامه باید از ذخیره نتایج ثر اتفاقات قابل توجه در مراحل بعدی صرف نظر کند. برای مثال فرض کنید حداقل و حداکثر تعداد مراحل ۲۰ و ۲۱ باشد و هدف رساندن جابجایی سازه به میزان ۱۰ سانتیمتر باشد. در اینصورت حداکثر نمو ذخیره نتایج برابر:

$$10 / 20 = 0.5 \text{ cm}$$

بنابراین نتایج در تغییر مکان های زیر ذخیره میشوند:

Thus, data is saved at 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 cm

Version: 1.0

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

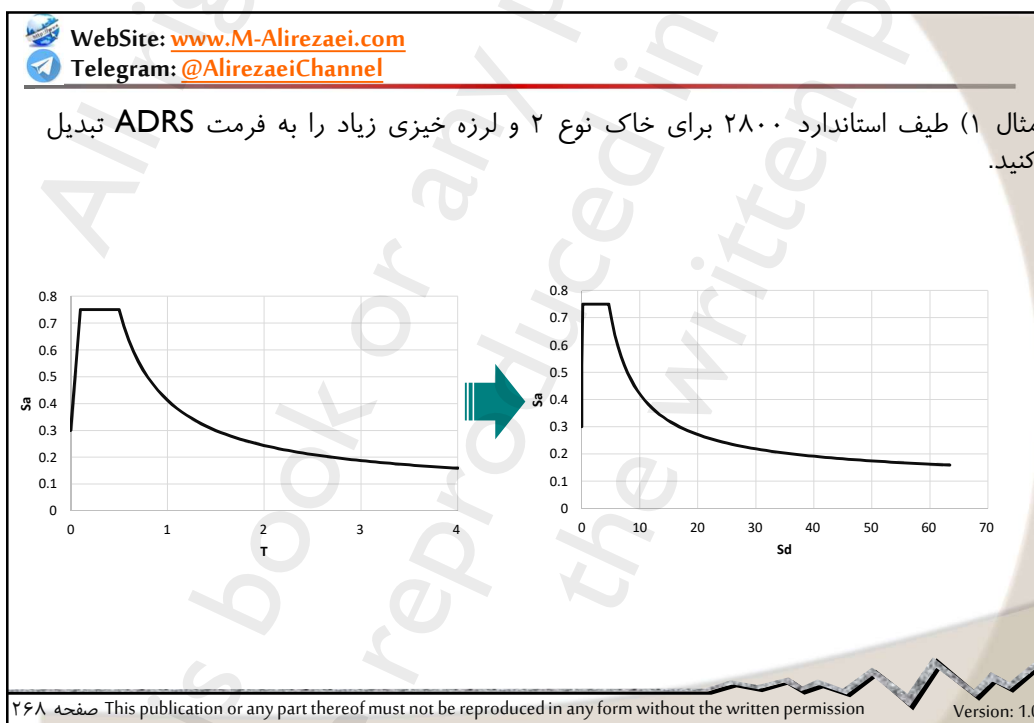
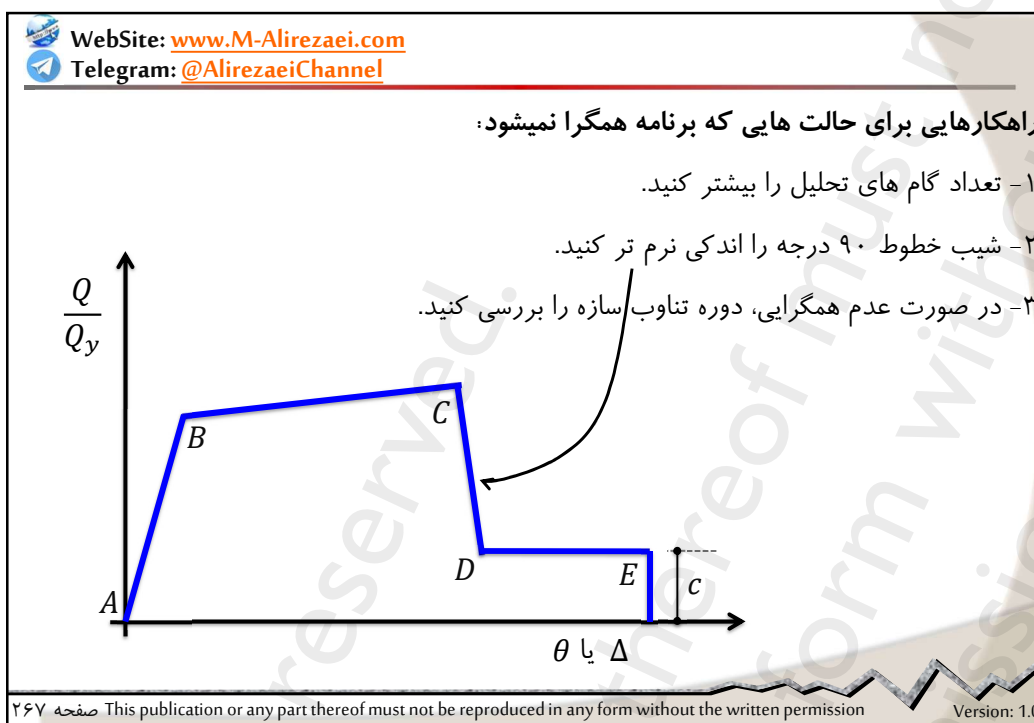
فرض کنید، در تغییر مکان 2.7 cm اتفاق قابل توجهی رخ دهد، در اینصورت نتایج در تغییر مکان 2.7 cm ذخیره میشود. در ادامه نتایج در تغییر مکان های زیر ذخیره میشوند:

3.2, 3.7 cm

حال فرض کنید در تغییر مکان 3.9 cm نیز اتفاق قابل توجهی رخ دهد، در اینصورت نتایج در این نقطه ذخیره نمیشود زیرا اگر ذخیره کند، تعداد نموها از حداکثر مجاز فراتر میرود. ولی اگر اتفاق قابل توجهی در جابجایی 4.1 cm رخ دهید، برنامه آن را میتواند ذخیره کند!!!!



Version: 1.0



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

مثال ۲) تحلیل استاتیکی غیرخطی یک تیر طره توسط SAP2000 به همراه کنترل نتایج با استفاده از محاسبات دستی (Problem I-026)

Section Properties

$b = 12 \text{ in}$
 $d = 18 \text{ in}$
 $A = 216 \text{ in}^2$
 $I = 5,832 \text{ in}^4$
 $A_v = 180 \text{ in}^2 \text{ (shear area)}$

Section C-C

GEOMETRY, PROPERTIES AND LOADING

Material Properties

$E = 3,600 \text{ k/in}^2$
 $\nu = 0.2$
 $G = 1,500 \text{ k/in}^2$

Loading

Increase P until the free end tip deflection in the Z direction is 2 inches

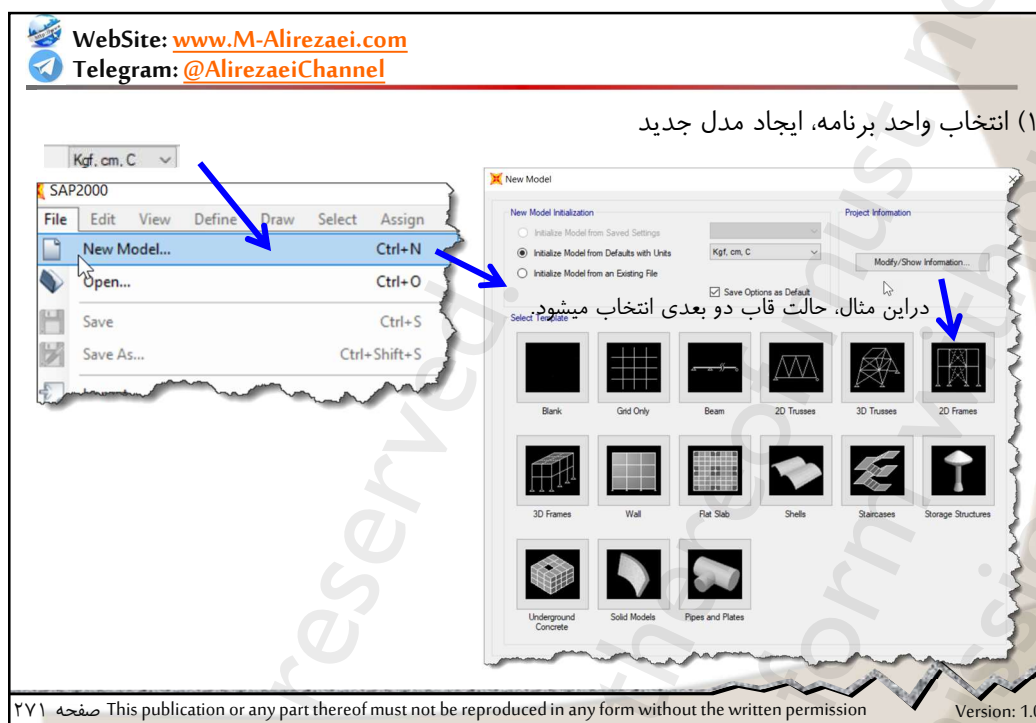
صفحه ۲۶۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

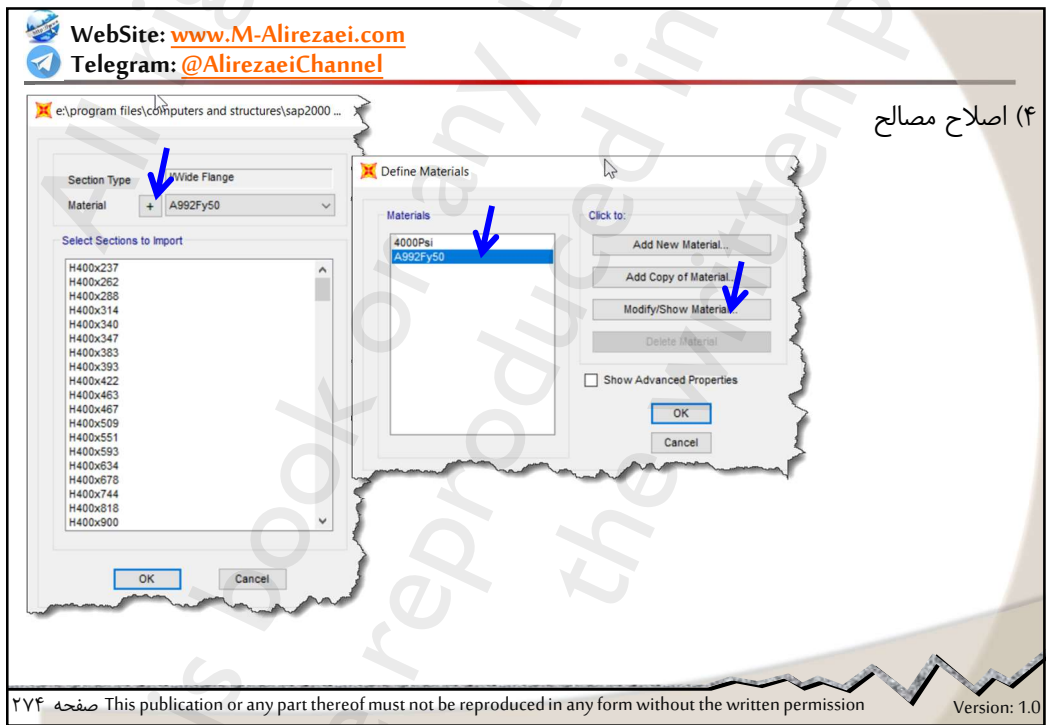
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

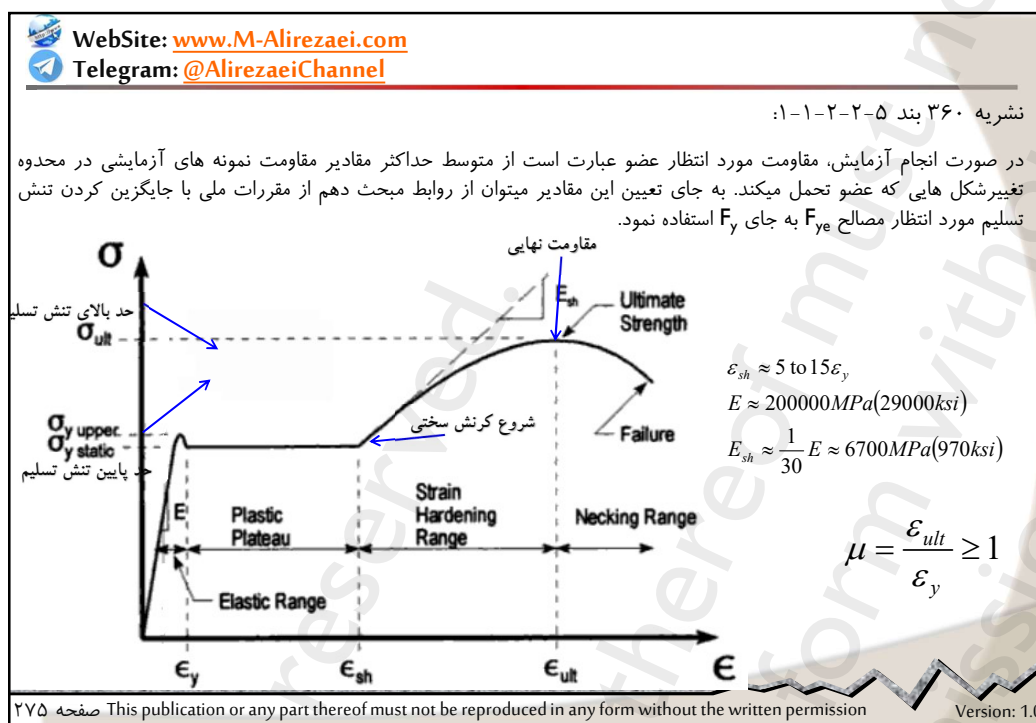
مثال ۳) تحلیل استاتیکی غیرخطی یک ساختمان فولادی دو بعدی بصورت قاب خمشی

لرزه خیزی منطقه: $A=0.3g$
نوع خاک: II
ارتفاع طبقات 3.2 m
نوع فولاد S235JR
شدت بار مرده روی تیرها 2t/m و زنده 1t/m

صفحه ۲۷۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0







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

در طراحی لرزه‌ای، اهمیت حداکثر تنش تسلیم احتمالی با حداقل تنش تسلیم برابر است. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که حاشیه‌ای بین مقاومت تسلیم میانگین واقعی و مقاومت تسلیم مشخصه وجود دارد. برای مثال در چند دهه گذشته برای فولاد ASTM-36 مقاومت های تسلیمی از ۲۷۰ مگاپاسکال تا ۲۲۵ مگاپاسکال گزارش داده‌اند. این مقاومت افزون، در برخی از المان‌های لرزه‌ای، بخصوص المان‌هایی که به صورت فیوز عمل می‌کنند بایستی به دقت بررسی شود. زیرا که برای جذب انرژی در این المان‌ها، میزان تنش تسلیم بایستی به صورت معینی تعیین شود تا زودتر از بقیه قسمت‌های سازه وارد حوزه خمیری شوند.

این اضافه مقاومت به سبب افزودنی هایی مانند آهن قراضه و همچنین پروسه تولید و نوردکاری ایجاد میشود. آیین‌نامه‌های طراحی ضریبی را با عنوان R_y که برای هر مقطعی متفاوت است در نظر می‌گیرند.

Version: 1.0

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

Table A3.1
 R_y and R_t Values for Different Member Types

مقادیر R_y براساس AISC:

Application	R_y	R_t
Hot-Rolled Shapes and Bars:		
ASTM A36	1.5	1.2
ASTM A572 Gr 42	1.1	1.1
ASTM A992; A572 Gr 50 or Gr 55; ASTM A913 Gr 50, 60 or 65; ASTM A588; A1011 HSLAS Gr 50	1.1	1.1
ASTM A529 Gr 50	1.2	1.2
ASTM A529 Gr 55	1.1	1.2
Hollow Structural Sections (HSS):		
ASTM A500 Gr B or Gr C; ASTM A501	1.4	1.3
Pipe:		
ASTM A53	1.6	1.2
Plates:		
ASTM A36	1.3	1.2
ASTM A572 Gr50; ASTM A588	1.1	1.2

Version: 1.0

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

مقادیر R_y براساس مبحث دهم ویرایش چهارم (۹۲):

R_y	نوع محصول
۱/۲۵	مقاطع لوله‌ای و قوطی شکل نورد شده
۱/۲	سایر مقاطع نورد شده شامل مقاطع I شکل، H شکل، ناودانی، نبشی و سپری
۱/۱۵	ورق و تسمه

نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به حداقل تنش تسلیم تعیین شده براساس بند ۱۰-۳-۲ مبحث دهم (۸۷) برابر ۱/۱۵ است

Version: 1.0

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

مقدار R_t چقدر در نظر گرفته شود؟
مقدار R_y چقدر در نظر گرفته شود؟

Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: S235JR

Material Type: Steel

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 7.849E-03

Mass per Unit Volume: 8.004E-06

Units: Kgf, cm, C

Isotropic Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2E6

Poisson, U: 0.3

Coefficient of Thermal Expansion, A: 1.170E-05

Shear Modulus, G: 769230.8

Other Properties for Steel Materials

Minimum Yield Stress, Fy: 2400

Minimum Tensile Stress, Fu: 3700

Expected Yield Stress, Fye: 2880

Expected Tensile Stress, Fue: 4070

Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

Section Type: Wide Flange

Material: S235JR

Select Sections to Import

PE160R
PE180
PE180O
PE180R
PE200
PE200O
PE200R
PE220
PE220O
PE220R
PE240
PE240O
PE240R
PE270
PE270O
PE270R
PE300
PE300O
PE300R

OK Cancel

Version: 1.0

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

(۵) پای ستون ها گیردار در نظر گرفته میشود.

Assign Joint Restraints

Restraints in Joint Local Directions

☒ Translation 1 ☒ Rotation about 1

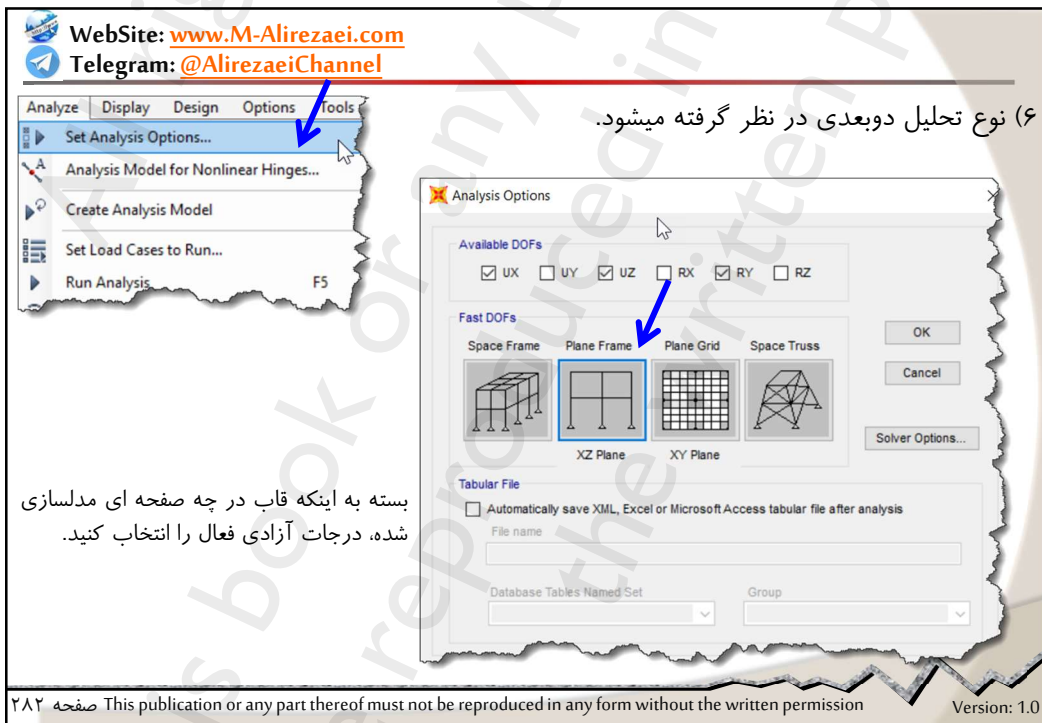
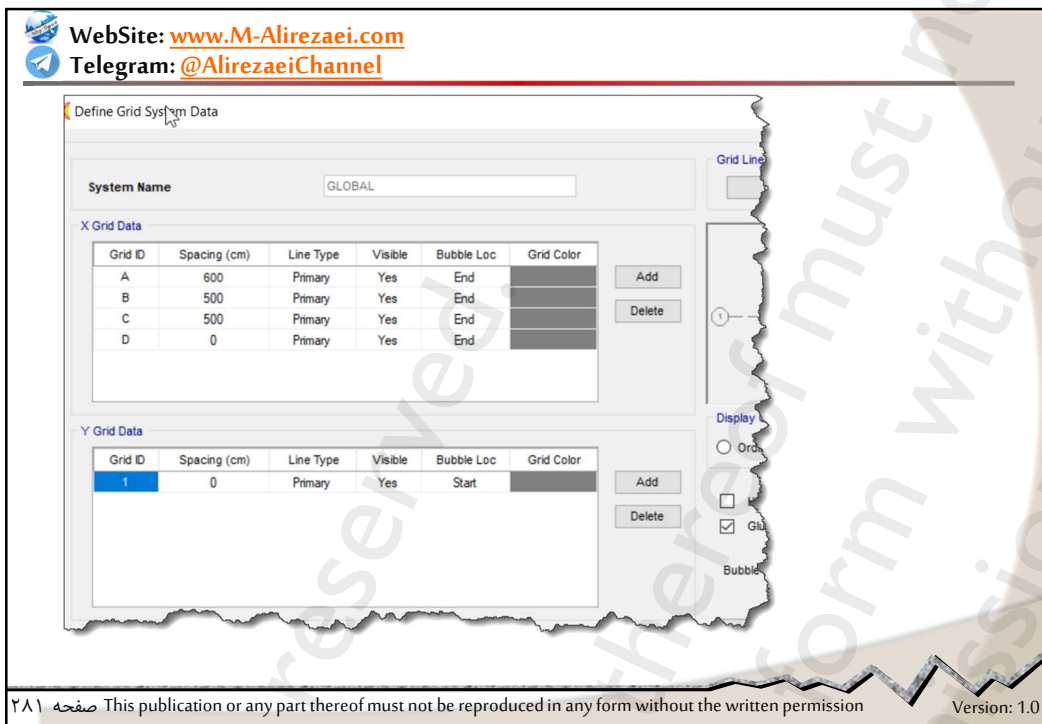
☒ Translation 2 ☒ Rotation about 2

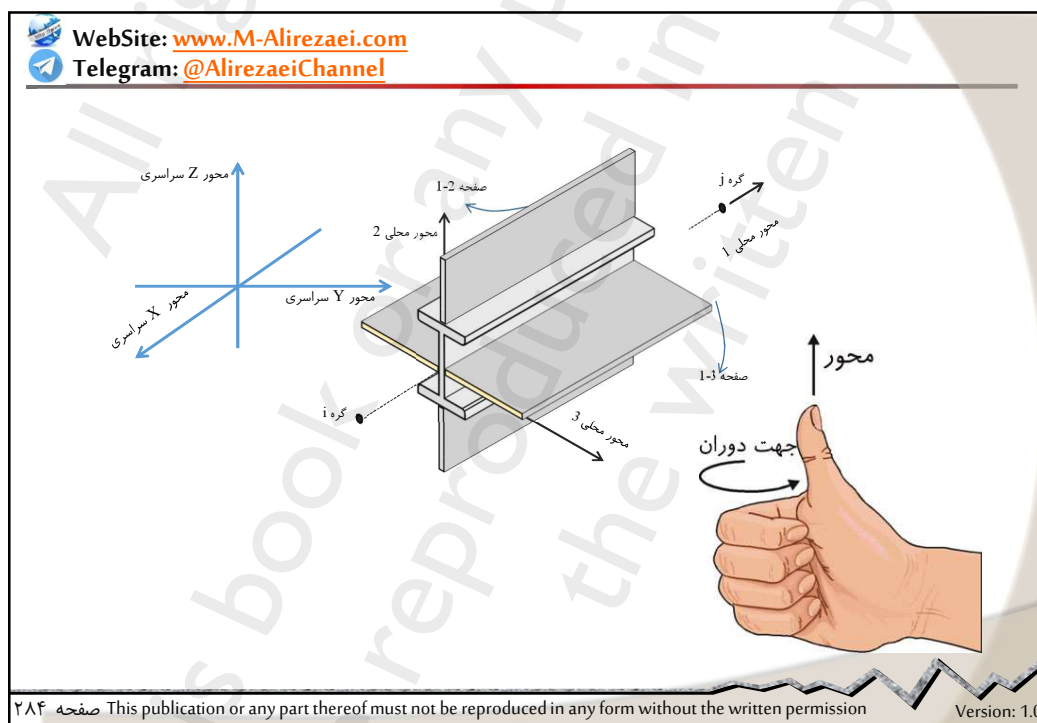
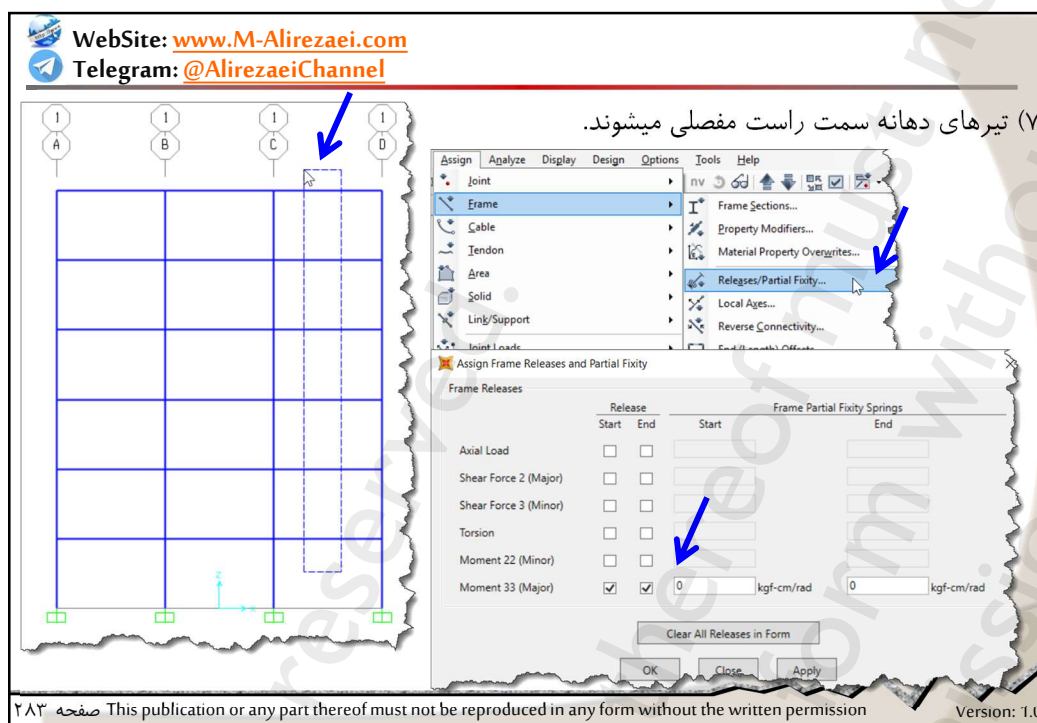
☒ Translation 3 ☒ Rotation about 3

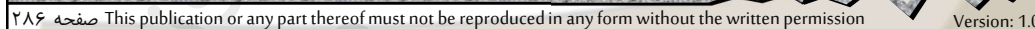
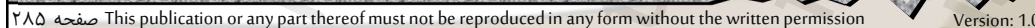
Fast Restraints

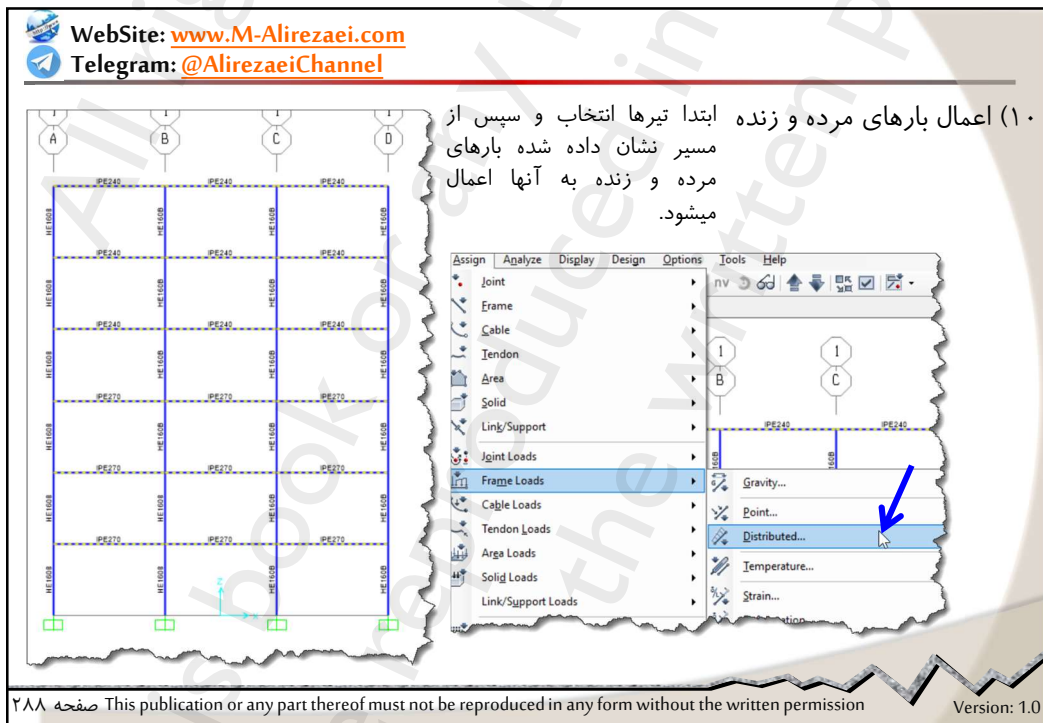
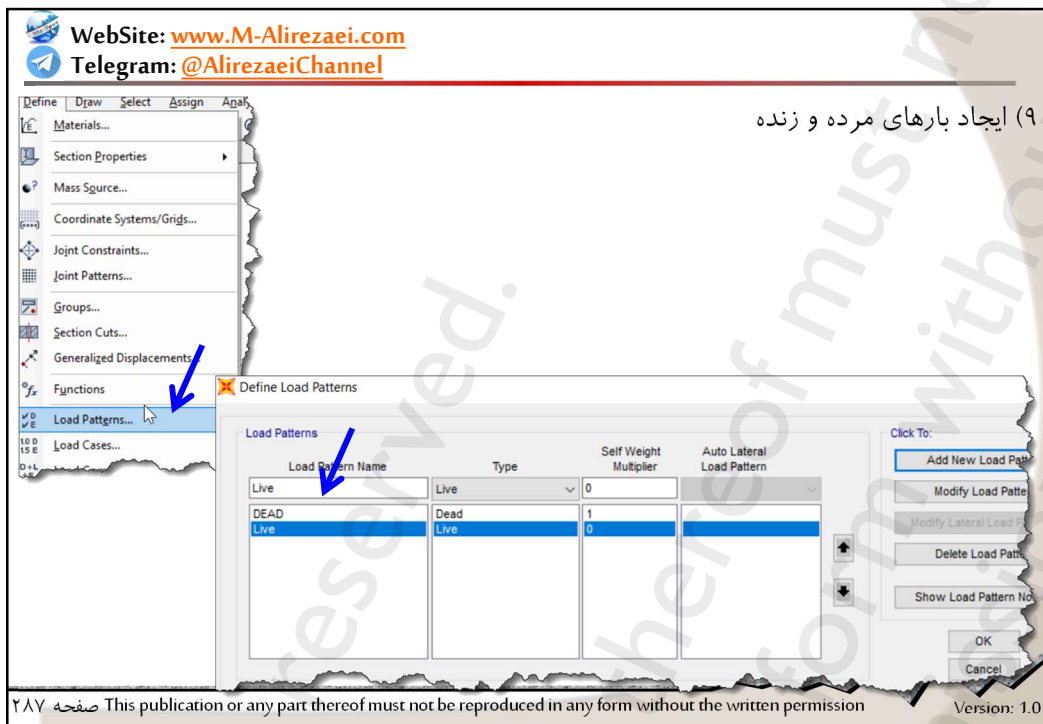
OK Close Apply

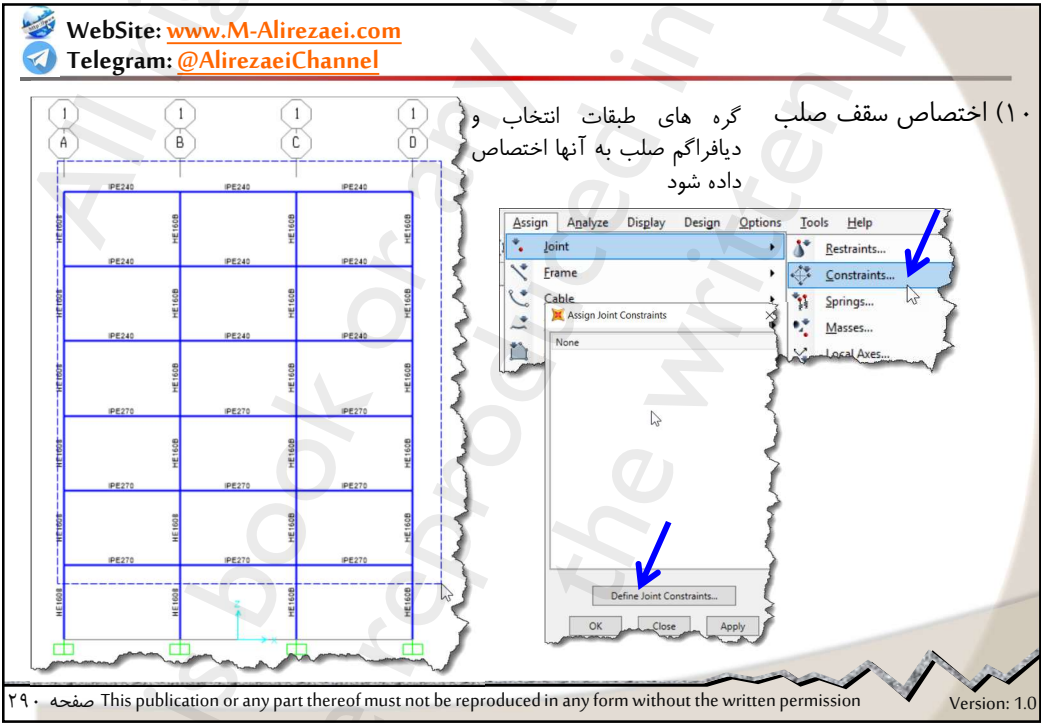
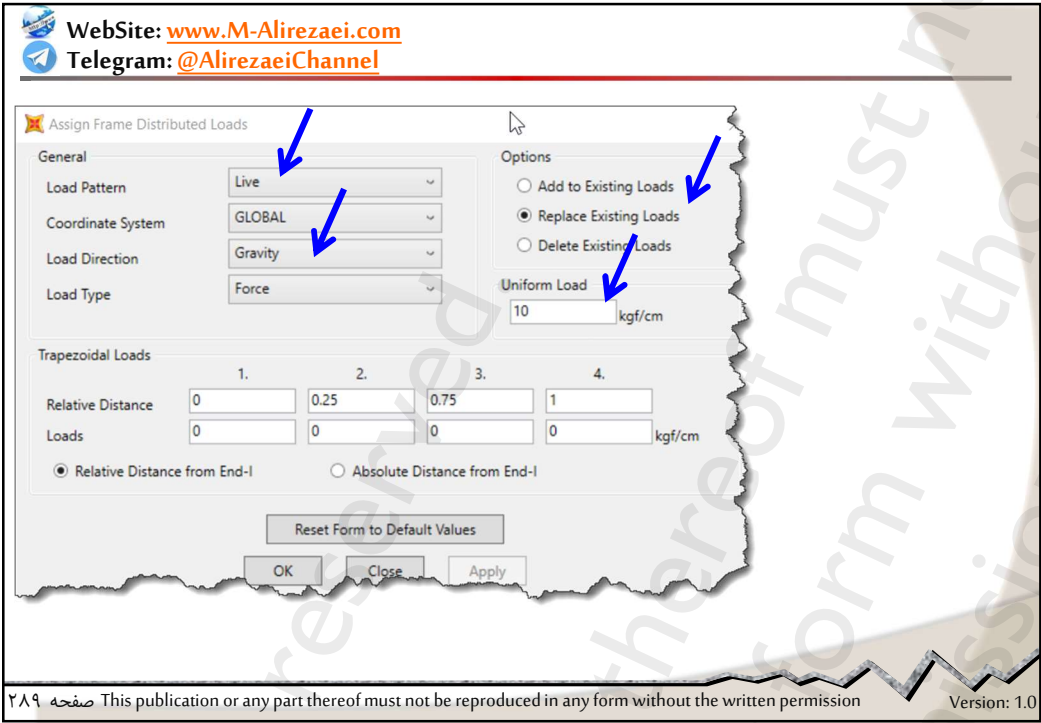
Version: 1.0











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



The Assign a different diaphragm constraint to each different selected Z level check box is available if Z is the chosen constraint axis. When this check box is checked, the program will automatically create a separate diaphragm constraint for each subset of joints that are assigned this constraint and have the same Z coordinate. For example, in a simple structure one diaphragm could be assigned to the entire model, and separate diaphragm constraints would be created at each floor level. This assumes that there are no intermediate joints on the columns or walls, and all joints at each floor are at the same elevation.

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

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

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.

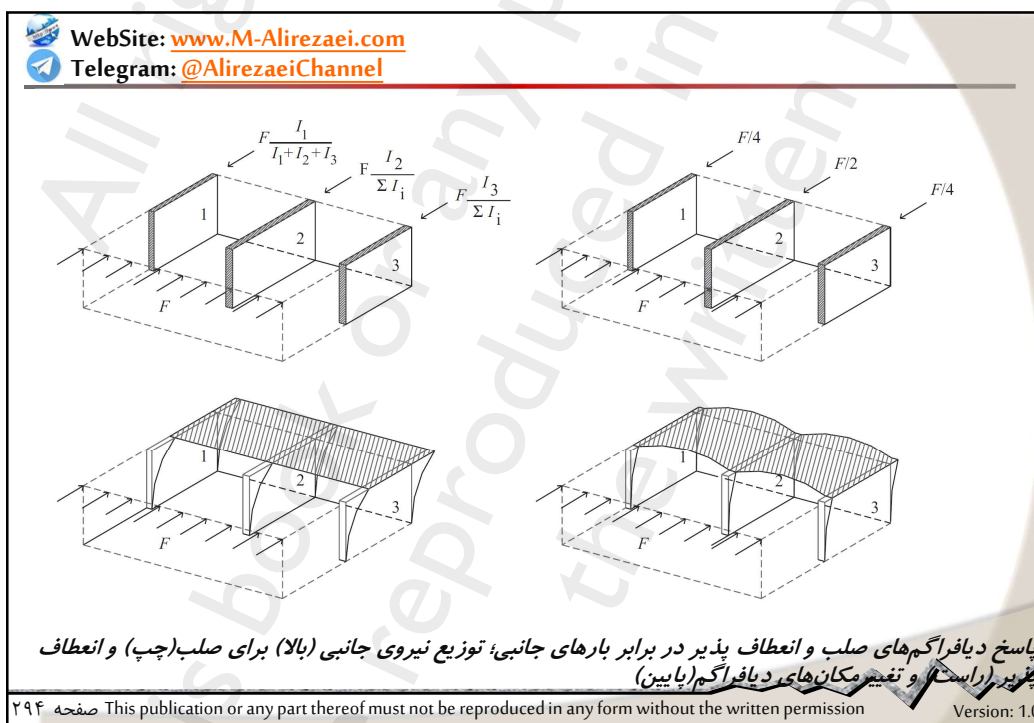
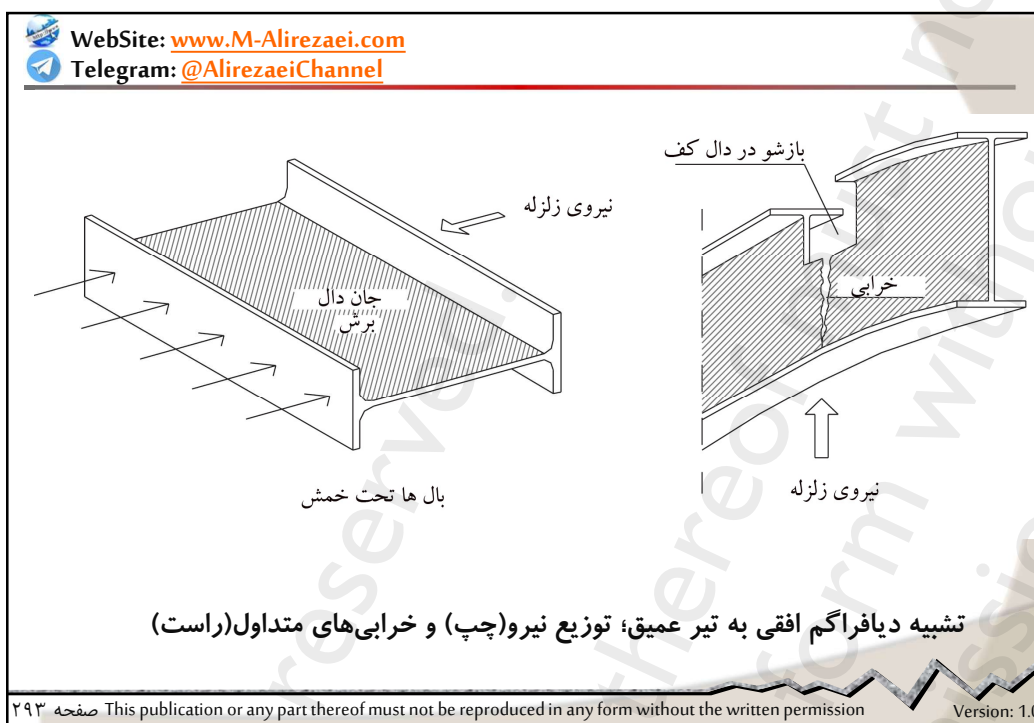
انواع دیافراگم

- 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.

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





WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: @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: 1.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: @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: 1.0



WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: @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.

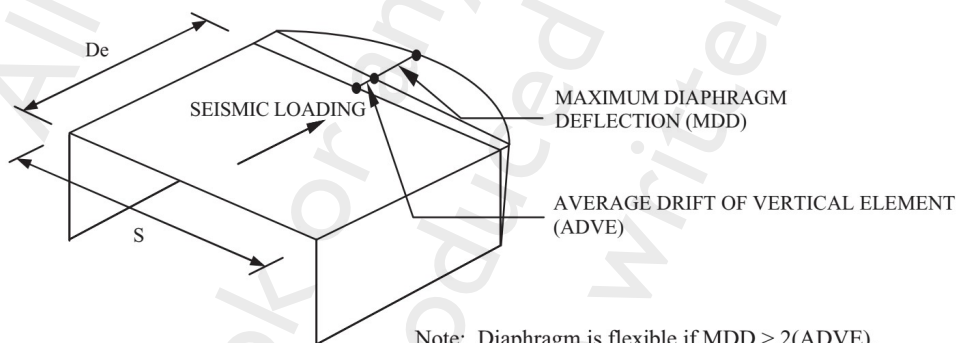
صفحه ۲۹۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

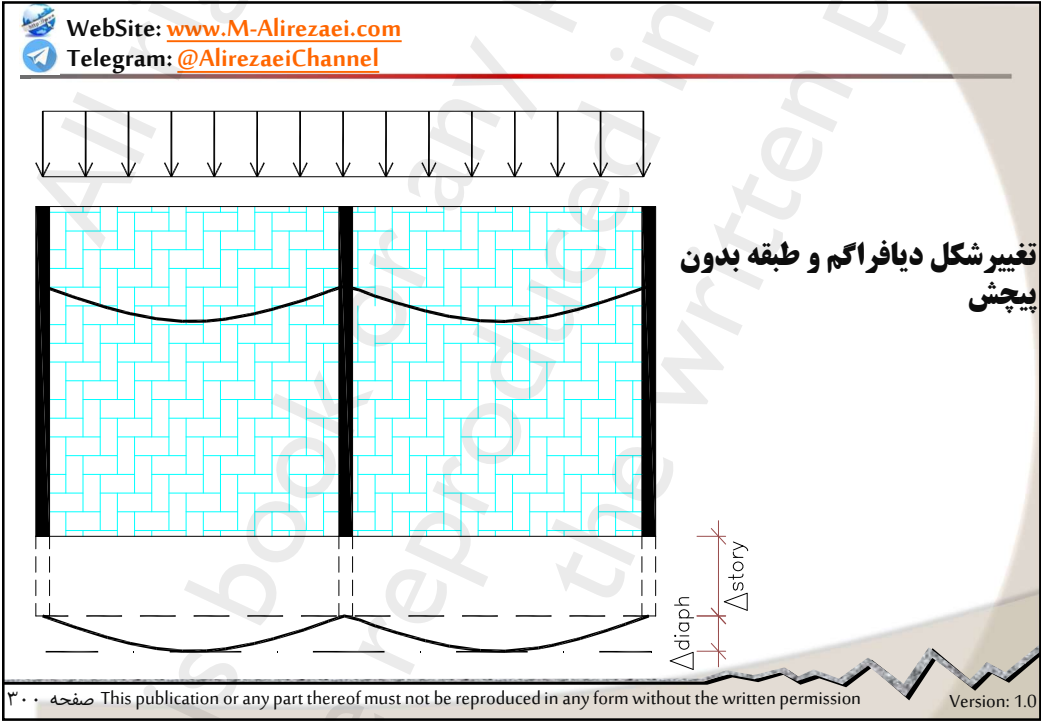
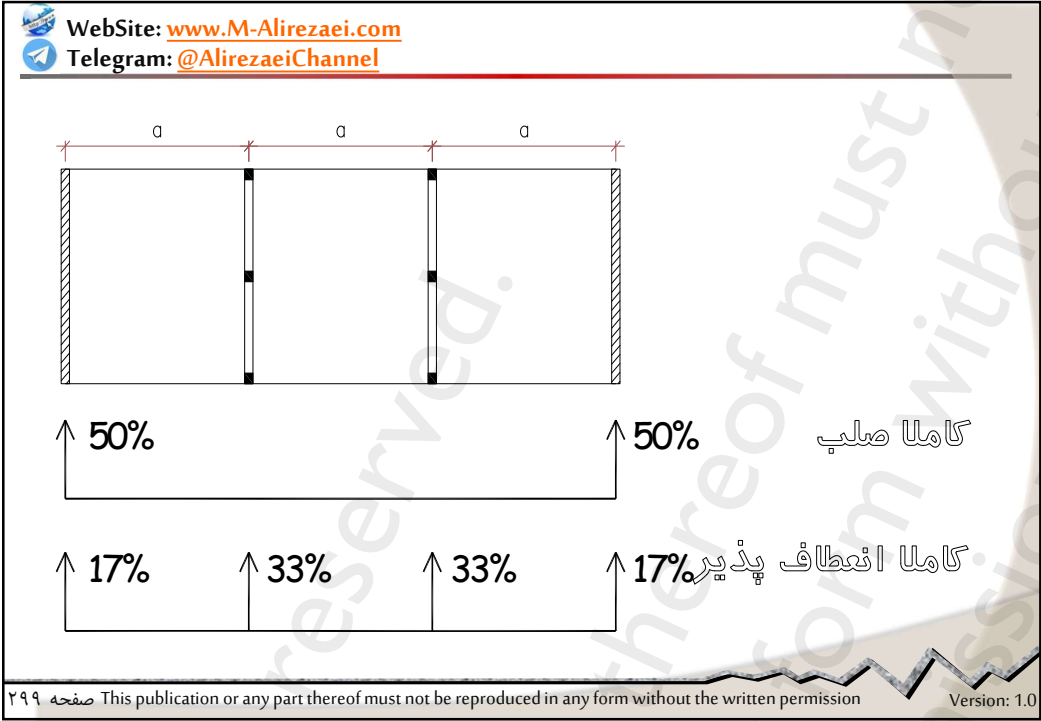
Version: 1.0

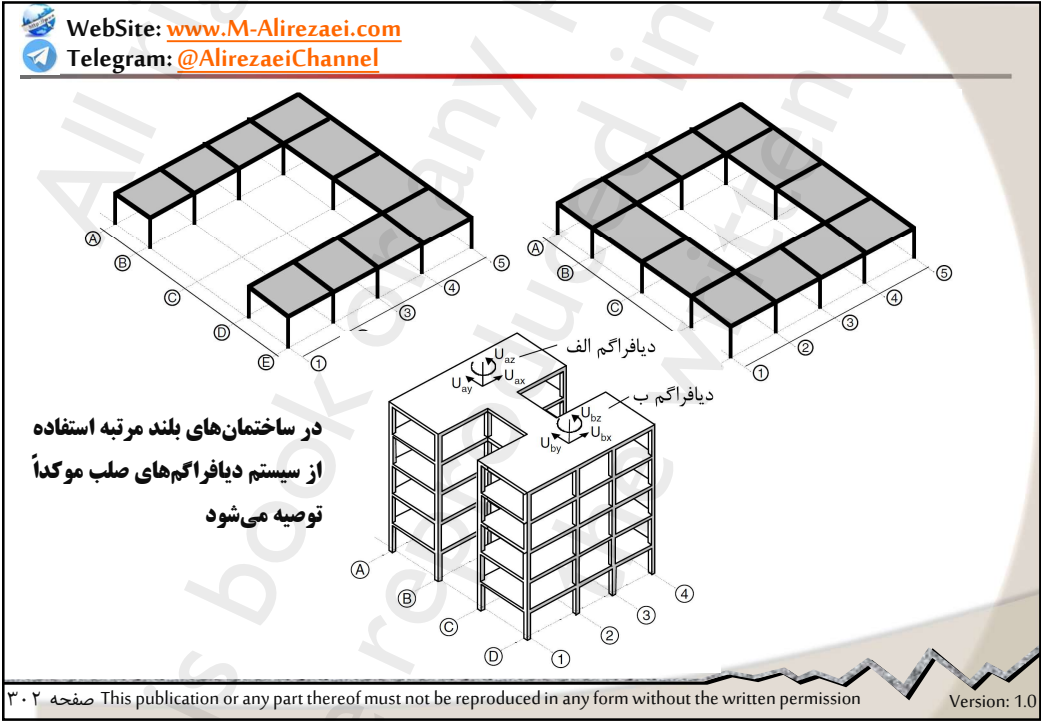
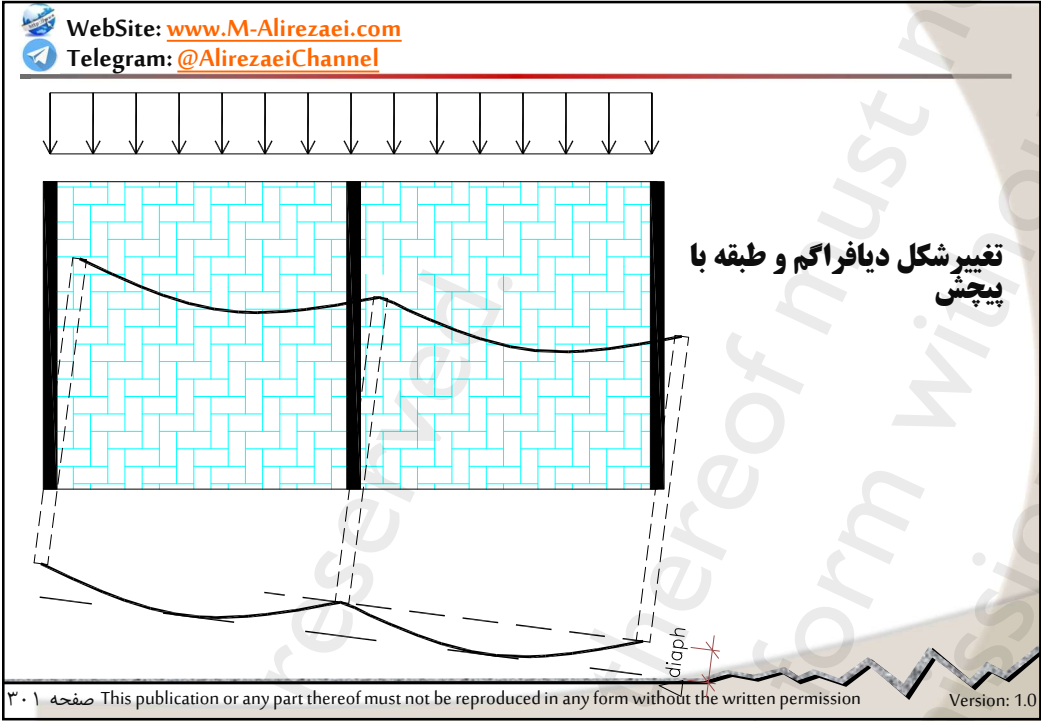


WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: @AlirezaeiChannel







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

برآورد نیروها و تغییر شکل ها

در روش تحلیل استاتیکی خطی، نیروی جانبی ناشی از زلزله (V) به صورت ضریبی از وزن ساختمان (W) محاسبه میشود.

$$V = C_s W$$

$$C_s = C_1 C_2 C_m S_a$$

که در آن W: وزن لرزه ای ساختمان، شامل وزن مرده ساختمان مشتمل بر تیغه ها و تجهیزات ثابت و ۲۰٪ بار زنده شامل بار برف طبق مبحث ششم از مجموعه مقررات ملی ساختمان می باشد.

S_a: شتاب طیفی به ازای تناوب اصلی T است.

C₁: ضریب تصحیح برای در نظر گرفتن تغییر مکانهای غیرارجاعی سیستم که به یکی از دو روش زیر محاسبه میشود:

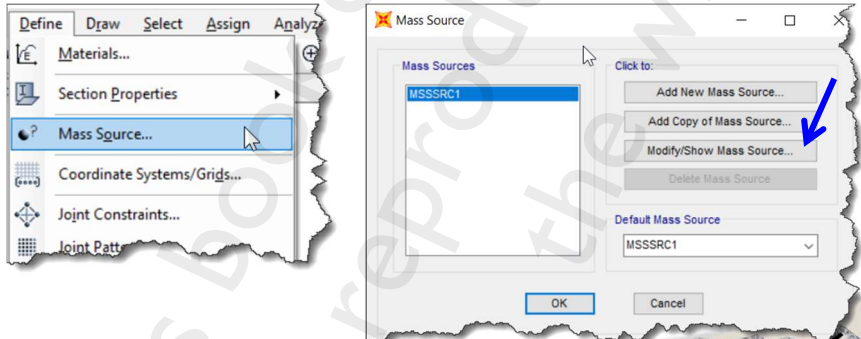
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
Version: 1.0

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

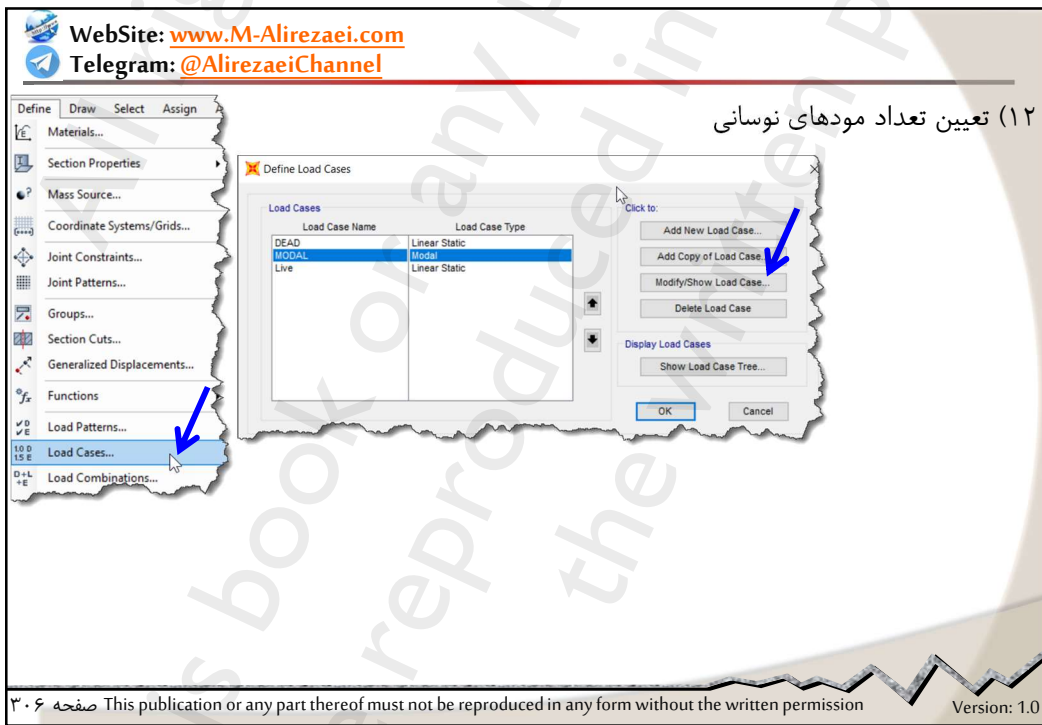
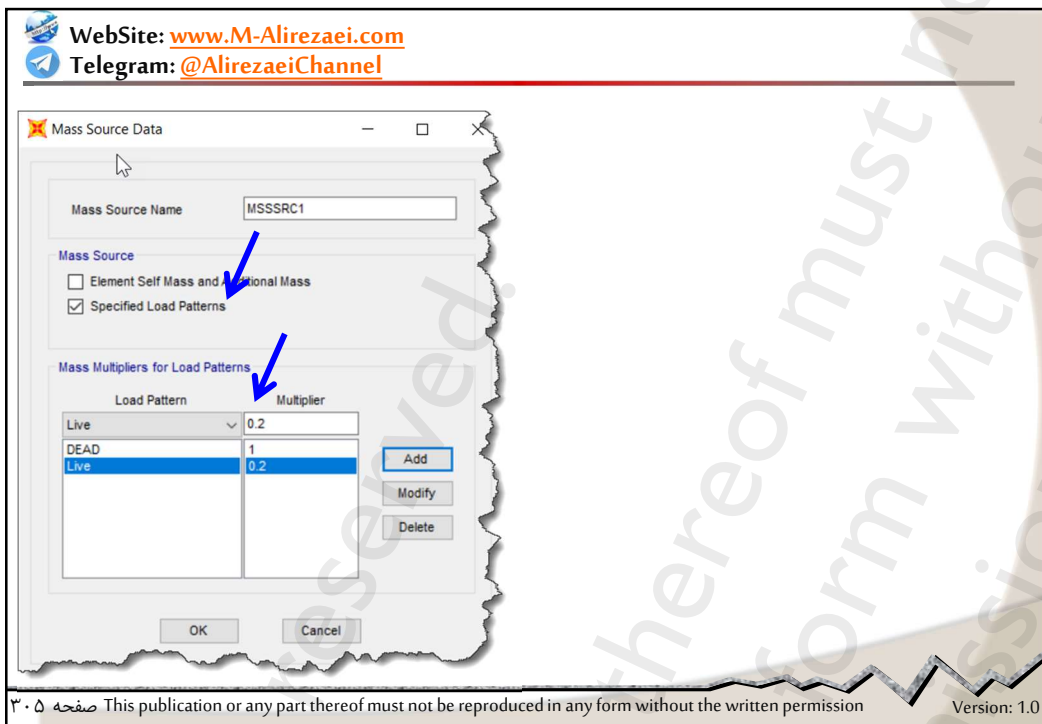
۱۱) تعیین منبع جرم

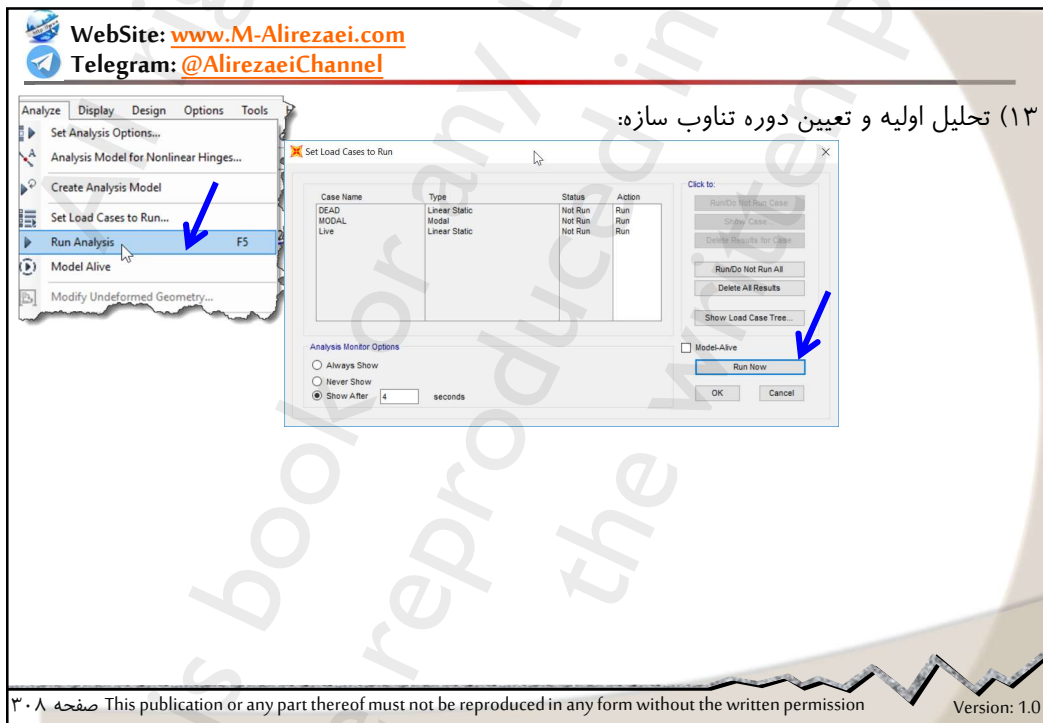
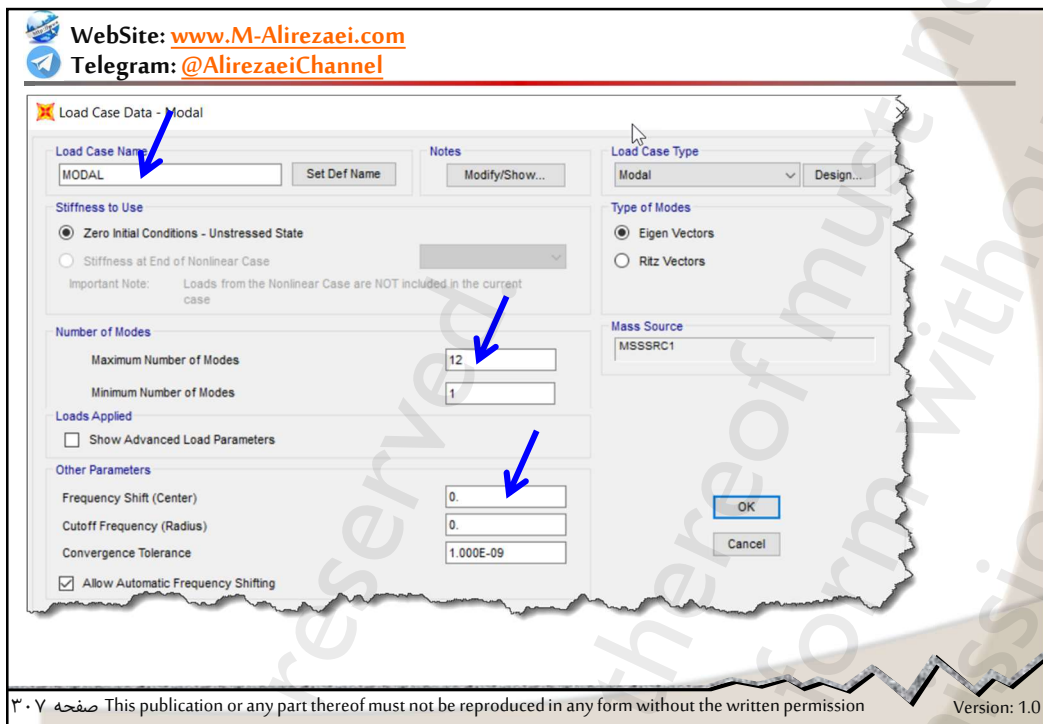
در روش تحلیل استاتیکی خطی، نیروی جانبی ناشی از زلزله (V) به صورت ضریبی از وزن ساختمان (W) محاسبه میشود.

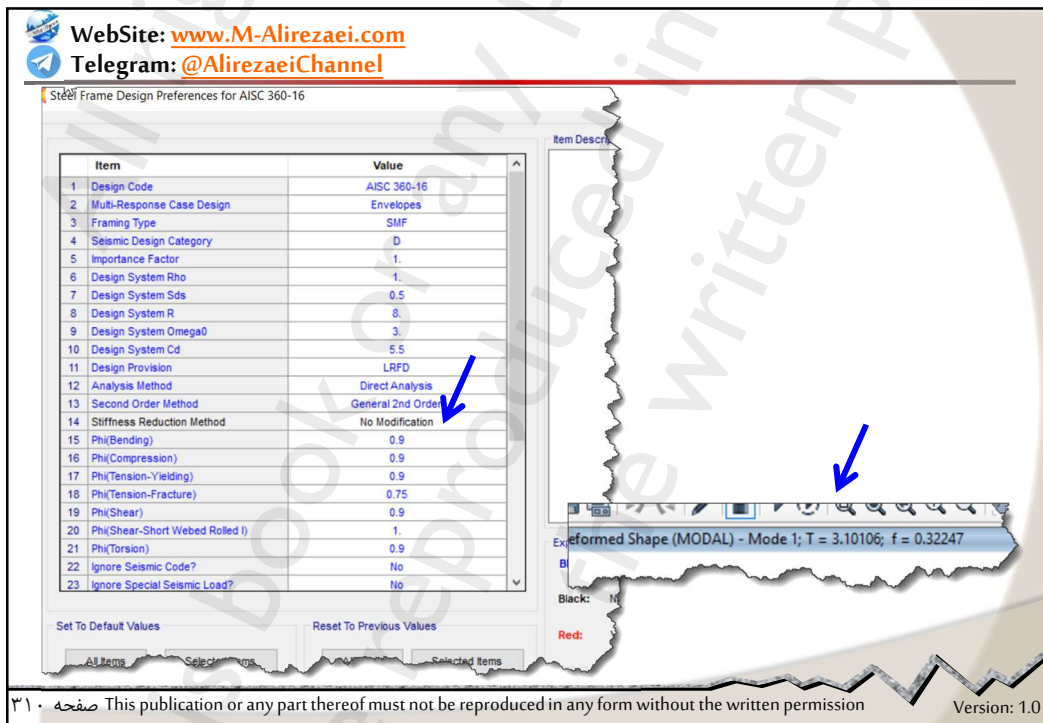
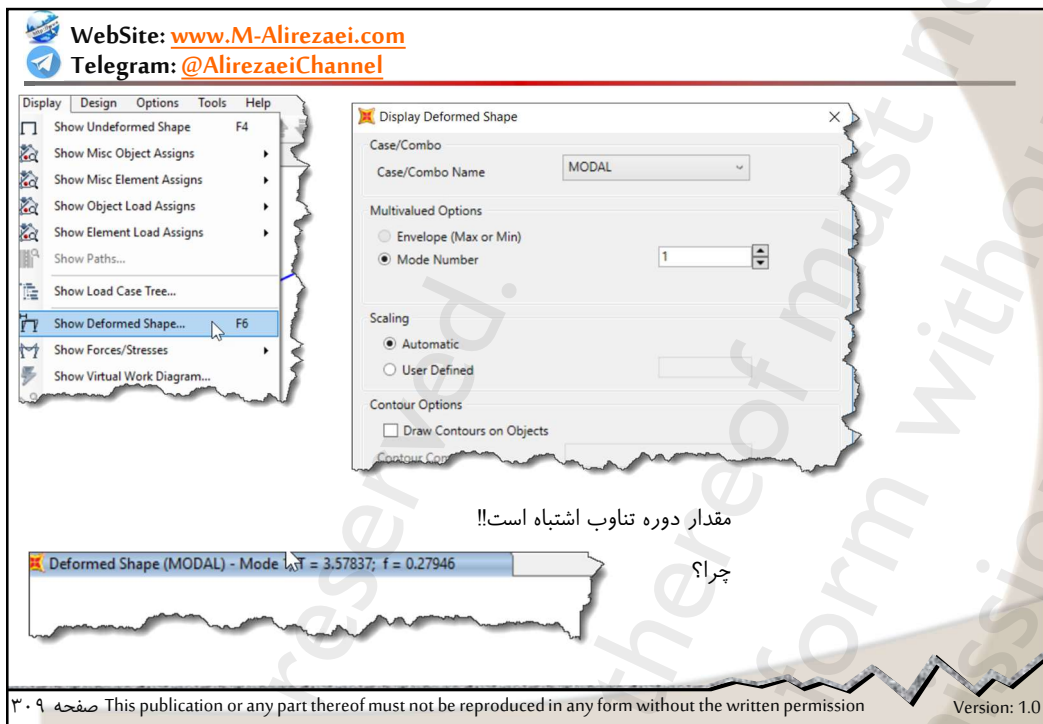
که در آن W: وزن لرزه ای ساختمان، شامل وزن مرده ساختمان مشتمل بر تیغه ها و تجهیزات ثابت و ۲۰٪ بار زنده شامل بار برف طبق مبحث ششم از مجموعه مقررات ملی ساختمان می باشد.



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







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

روش دیگر دیدن دوره تناوب مدهای مختلف سازه

Modal Participating Mass Ratios

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
Unitless	Unitless	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	2.949989	0.82	0	1.138E-06	0.82	0	1.138E-06	
MODAL	Mode	2	0.990115	0.11	0	5.571E-06	0.93	0	6.709E-06	
MODAL	Mode	3	0.555859	0.03926	0	1.153E-06	0.97	0	7.862E-06	
MODAL	Mode	4	0.378883	0.02046	0	5.9E-06	0.99	0	1.376E-05	
MODAL	Mode	5	0.283647	0.01021	0	2.403E-06	1	0	1.616E-05	
MODAL	Mode	6	0.237378	0.003129	0	1.067E-06	1	0	1.803E-05	

صفحه ۳۱۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

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

۱۴) بررسی اولیه دیاگرام های لنگر و برش در اعضا

Display Frame Forces/Stresses

Case/Combo: DEAD

Multivalued Options: Envelope (Max or Min), Step

Display Type: Force

Component: Axial Force

Scaling for Diagram: Automatic

Options for Diagram: Fill Diagram, Show Values

Reset Form to Default Values

Reset Form to Current Window Settings

صفحه ۳۱۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

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

(۱۵) اختصاص مفصل پلاستیک خودکار در برنامه

Version: 1.0

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

در بند ۱۰-۳-۱۳ مبحث دهم، ۶ اتصالات از پیش تایید شده آورده شده است.

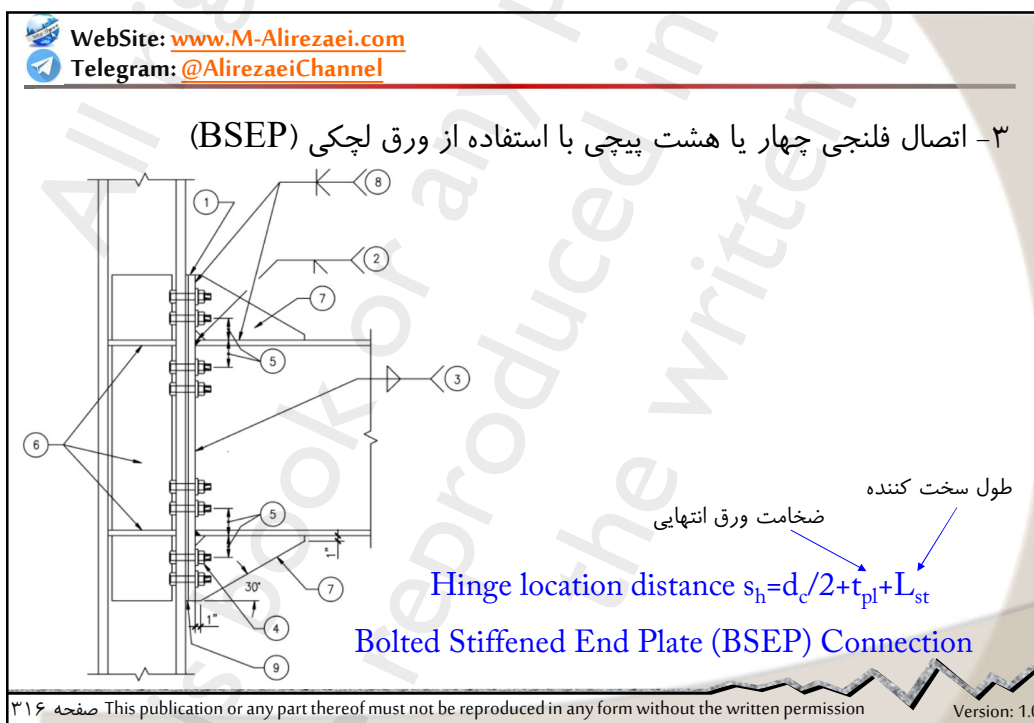
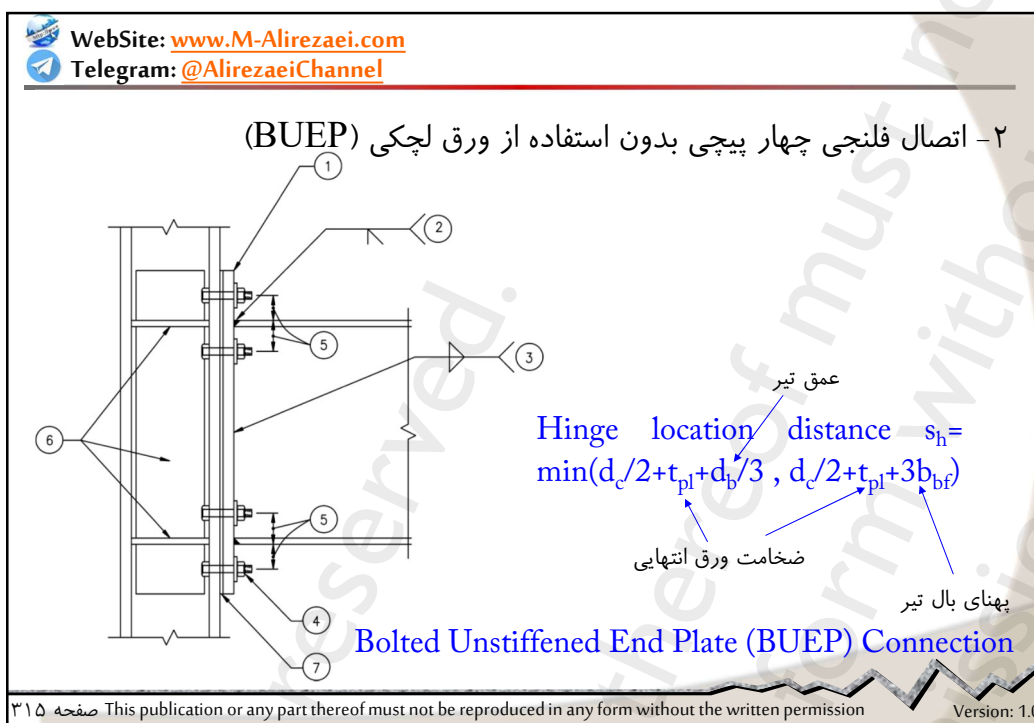
۱- اتصال مستقیم تیر به ستون با مقطع کاهش یافته (RBS)

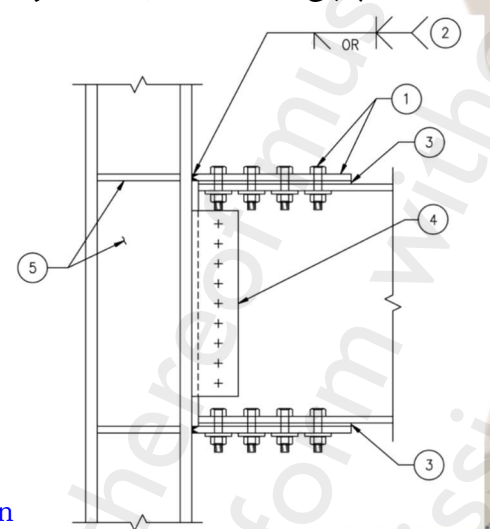
$$\text{RADIUS} = \frac{4c^2 + b^2}{8c}$$

Hinge location distance $s_h = d_c/2 + a + b/2$

Reduced Beam Section (RBS) Connection

Version: 1.0





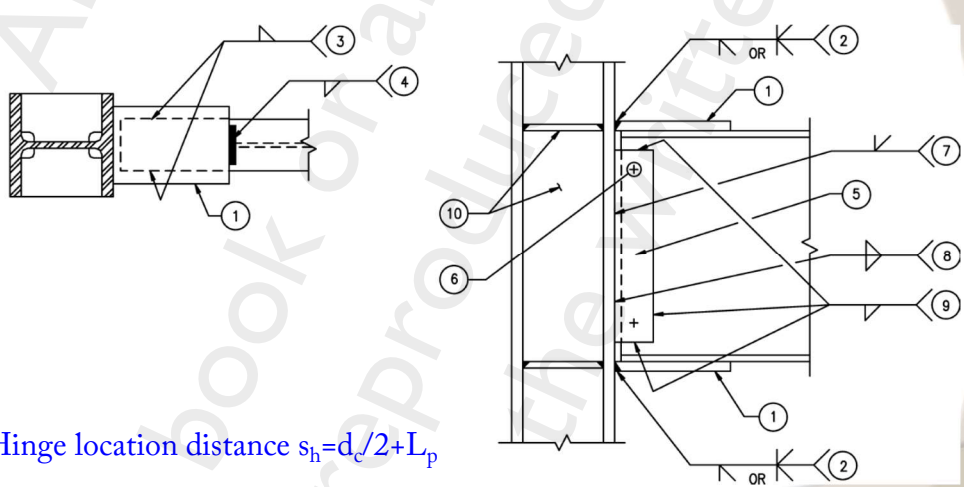
The diagram illustrates a Bolted Flange Plate (BFP) connection. It shows a vertical member (5) connected to a horizontal member (1) via a flange plate (4). The flange plate is bolted to the horizontal member (3) and the vertical member (5). A hinge is located at the center of the flange plate. The distance from the hinge to the edge of the flange plate is labeled $s_h = d_c/2 + L_p$. The diagram is labeled with numbers 1, 2, 3, 4, and 5. A note at the bottom states: 'This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission'.

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

۴- اتصال پیچی به کمک ورقهای روسری و زیرسری (BFP)

Hinge location distance $s_h = d_c/2 + L_p$
Bolted Flange Plate (BFP) Connection

Version: 1.0



The diagram illustrates a Welded Flange Plate (WFP) connection. It shows a vertical member (6) connected to a horizontal member (1) via a flange plate (5). The flange plate is welded to the horizontal member (7) and the vertical member (6). A hinge is located at the center of the flange plate. The distance from the hinge to the edge of the flange plate is labeled $s_h = d_c/2 + L_p$. The diagram is labeled with numbers 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, and 10. A note at the bottom states: 'This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission'.

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

۵- اتصال جوشی به کمک ورق های روسری و زیرسری (WFP)

Hinge location distance $s_h = d_c/2 + L_p$
Welded Flange Plate (WFP) Connection

Version: 1.0

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

۶- اتصال مستقیم تقویت نشده جوشی (WUF-W)

Welded Unreinforced Flange-Welded Web (WUF-W) Connection

Hinge location distance $s_h = d_c/2$

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

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

در این مثال فرض نمایید که محل مفصل پلاستیک در فاصله ۵۰ سانتیمتری بر ستون در تیرها است. اگر ناحیه صلب انتهایی برای تیرها و ستون ها تعریف شده باشد، برنامه محل مفصل را برای طول خالص در نظر میگیرد.

When end offsets are defined, if the relative distance is specified such that the hinge falls within an end offset, the program automatically moves the hinge to the inside face of the end offset. The hinges are always located within the clear length of the object between the end offsets.

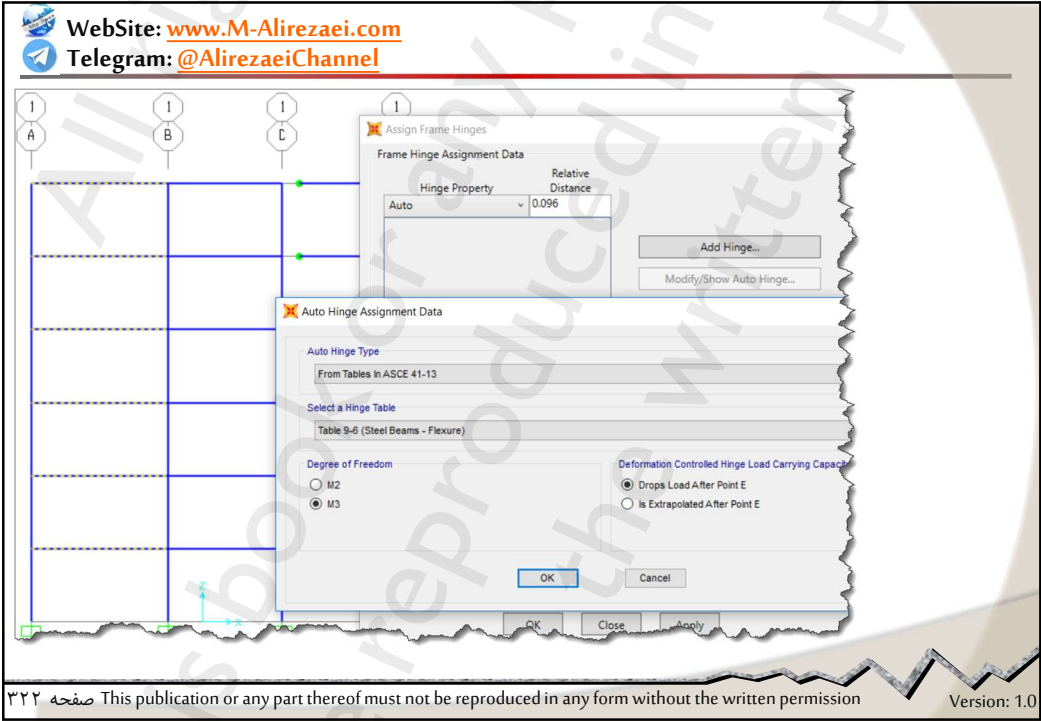
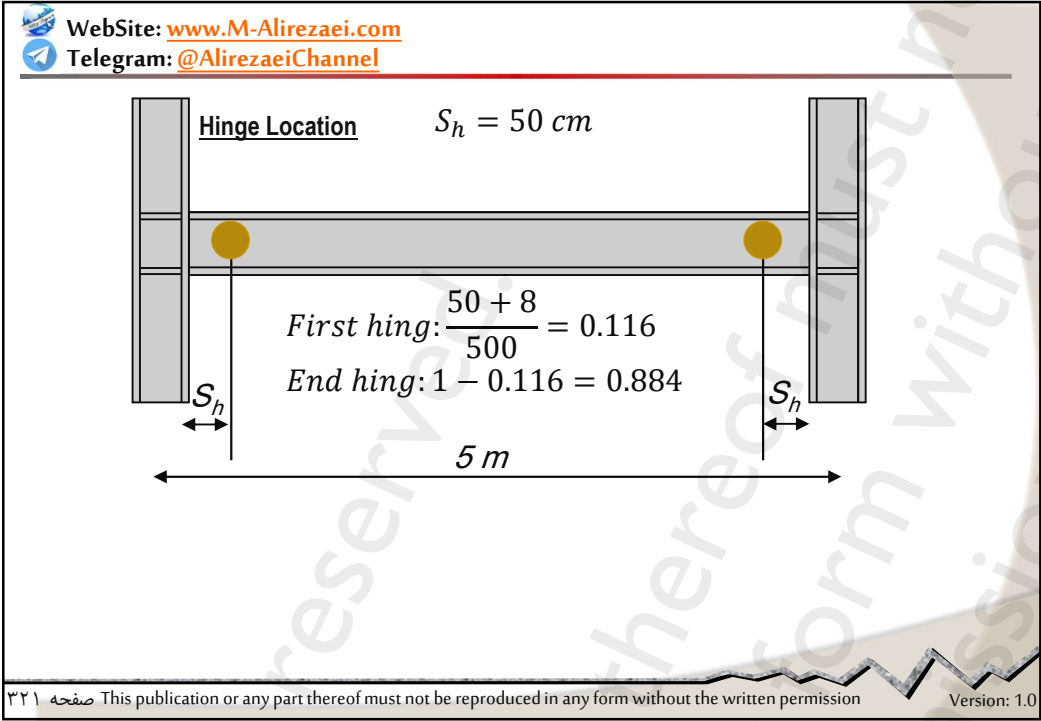
Hinge Location $S_h = 50 \text{ cm}$

First hinge: $\frac{50 + 8}{600} = 0.096$

End hinge: $1 - 0.096 = 0.904$

6 m

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



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

Version: 1.0

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

Version: 1.0

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

(۱۶) معرفی الگوی بارگذاری ثقیل مورد استفاده در تحلیل استاتیکی غیرخطی

۸-۲-۳ ترکیب بارگذاری ثقیل و جانبی

در ترکیب بارگذاری ثقیل و جانبی، حد بالا و پایین اثرات بار ثقیل، Q_G ، باید از روابط زیر محاسبه شود:

$$Q_G = 1.1[Q_D + Q_L] \quad (۱-۳)$$

$$Q_G = 0.9Q_D \quad (۲-۳)$$

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

Version: 1.0

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

Load Case Data - Nonlinear Static

Load Case Name: G1

Initial Conditions: ☒ Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Modal Load Case: All Modal Loads Applied Use Modes from Case: MODAL

Loads Applied:

Load Pattern	Load Name	Scale Factor
Live	Live	1.1
DEAD	DEAD	1.1
Live	Live	1.1

Analysis Type: ☒ Nonlinear

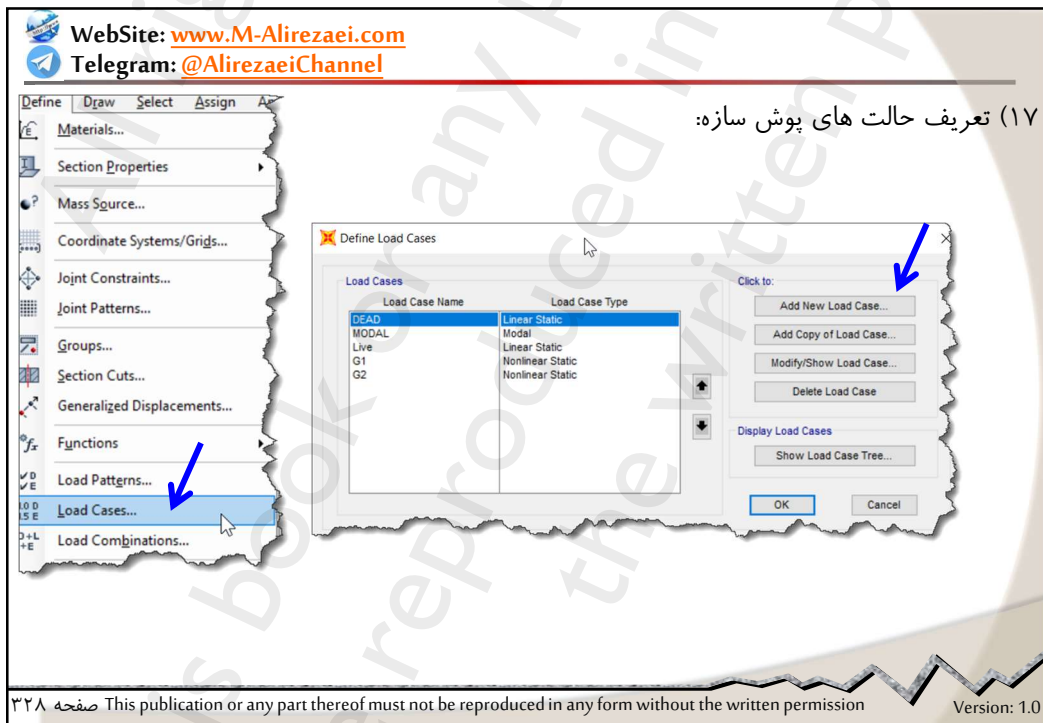
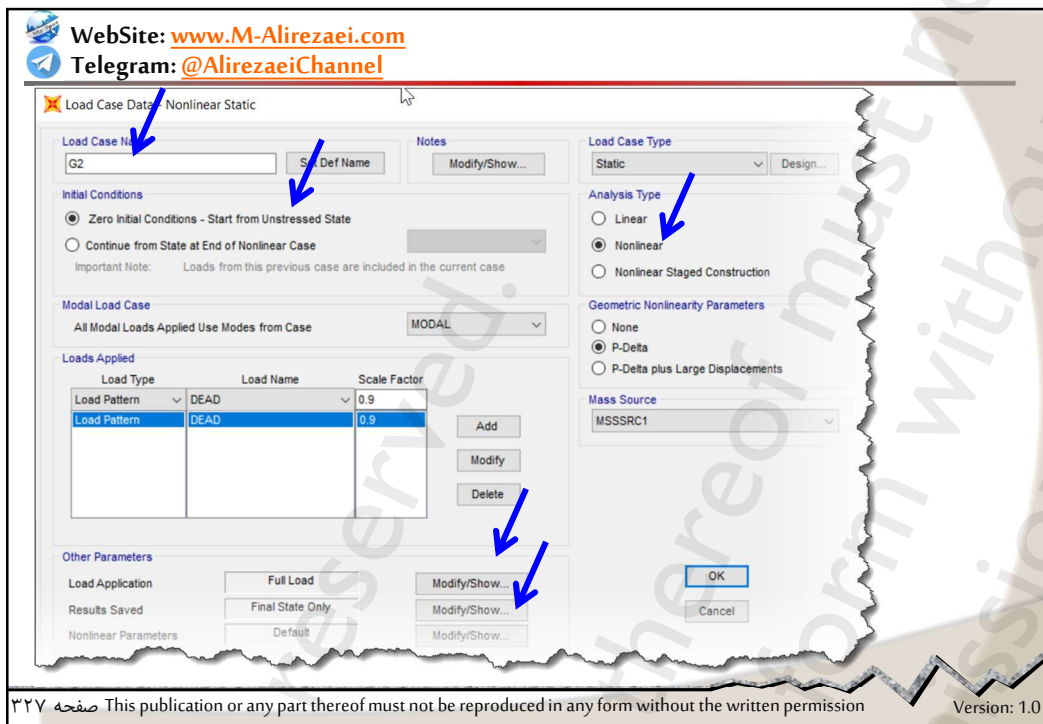
Geometric Nonlinearity Parameters: ☒ P-Delta

Mass Source: Previous

Other Parameters: Load Application: Full Load, Results Saved: Final State Only, Nonlinear Parameters: Default

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

Version: 1.0



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

۱-۲-۳-۴-۳-ساختمان با دیافراگم صلب

تغییر مکان هدف برای سازه با دیافراگم‌های صلب باید با در نظر گرفتن رفتار غیرخطی سازه برآورد شود، به عنوان روش تقریبی می‌توان مقدار تغییر مکان هدف در هر امتداد را از رابطه (۱۷-۳) محاسبه نمود.

$$\delta_i = C_0 C_1 C_2 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g \quad (17-3)$$

جدول (۵-۳): مقدار تقریبی ضریب C_0

تعداد طبقات ساختمان	ساختمان‌های برشی ^۲		سایر ساختمان‌ها هر نوع توزیع بار
	توزیع نوع اول	توزیع نوع دوم	
۱	۱/۰	۱/۰	۱/۰
۲	۱/۲	۱/۱۵	۱/۲
۳	۱/۲	۱/۲	۱/۳
۵	۱/۳	۱/۲	۱/۴
۱۰ و بیشتر	۱/۳	۱/۲	۱/۵

۱- برای مقادیر مابین حدود داده شده در جدول باید از درون‌یابی خطی استفاده کرد.
۲- منظور از ساختمان برشی، ساختمانی است که تغییر مکان جانبی نسبی هر طبقه از طبقه زیر آن کوچکتر باشد.

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

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

چون مقدار جابجایی هدف به برش تسلیم نیاز دارد، در ابتدای کار مقدار جابجایی هدف ۴ تا ۵٪ ارتفاع حدس زده میشود.

$$\begin{aligned} T_e \leq 0.2 & \rightarrow C_1 = 1 + \frac{25(R_u - 1)}{a} \\ 0.2 < T_e < 1 & \rightarrow C_1 = 1 + \frac{R_u - 1}{a T_e^2} \\ T_e > 1 & \rightarrow C_1 = 1 \end{aligned} \quad (19-3)$$

در این رابطه R_u نسبت نیاز مقاومت ارتجاعی به مقاومت تسلیم است که از رابطه (۲۱-۳) محاسبه می‌شود.

a: ضریب نوع زمین بر اساس بند (۳-۳-۳) می باشد.

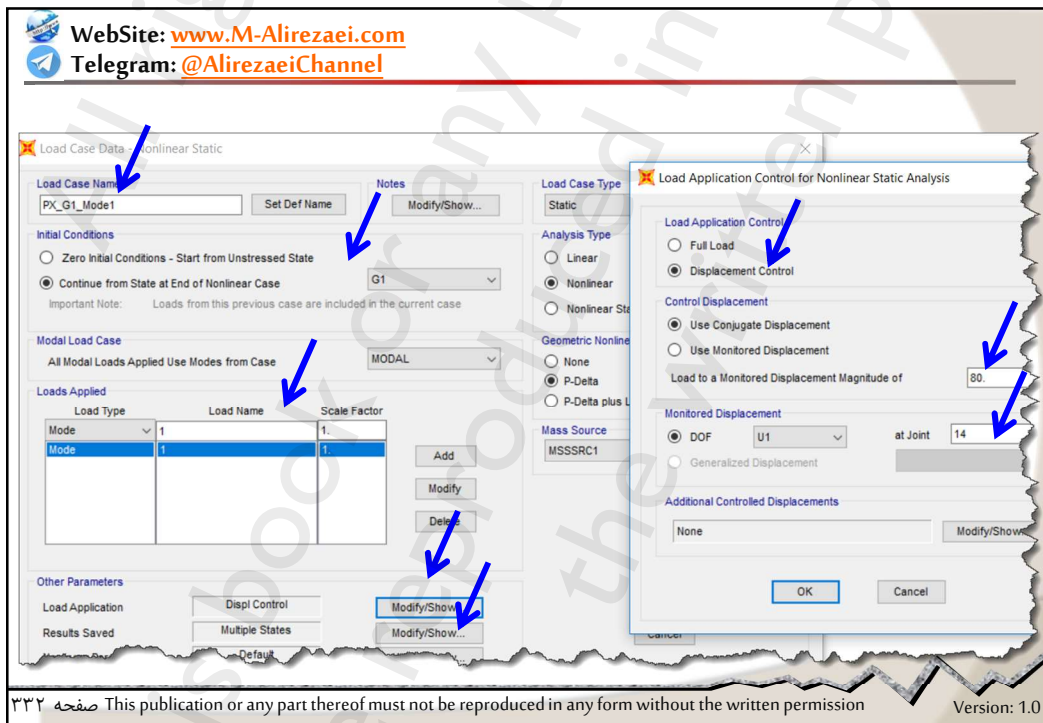
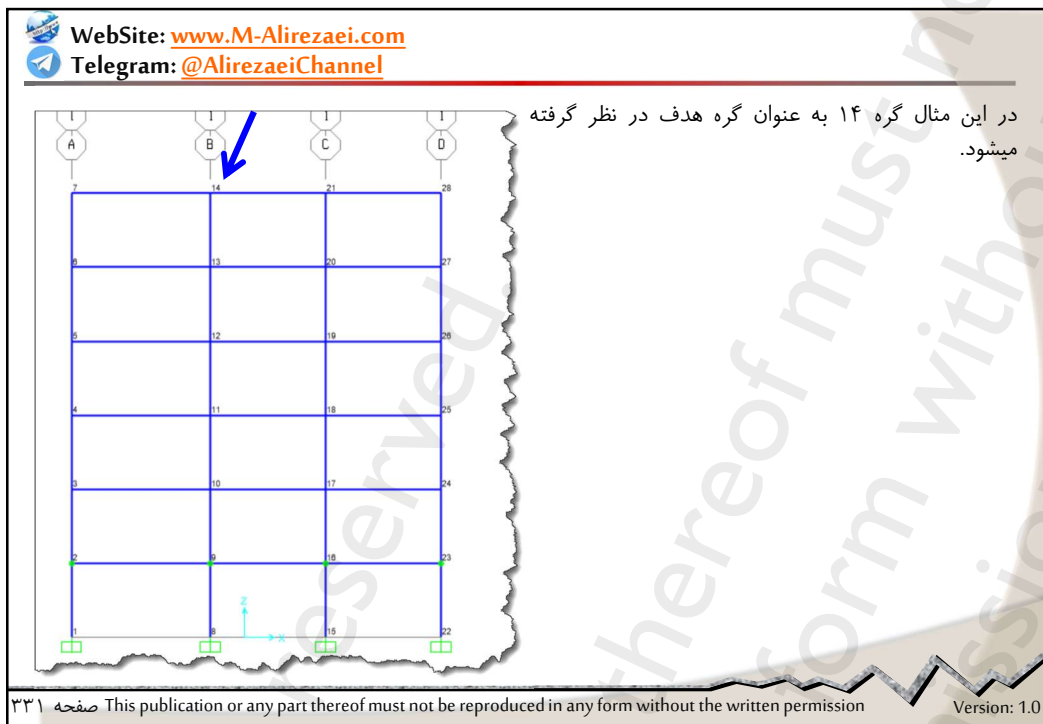
C_2 : ضریب تصحیح برای اثرات کاهش سختی و مقاومت اعضای سازه‌ای بر تغییر مکان‌ها ناشی از زوال چرخه‌ای و مقدار آن با استفاده از رابطه (۲۰-۳) تعیین می‌شود.

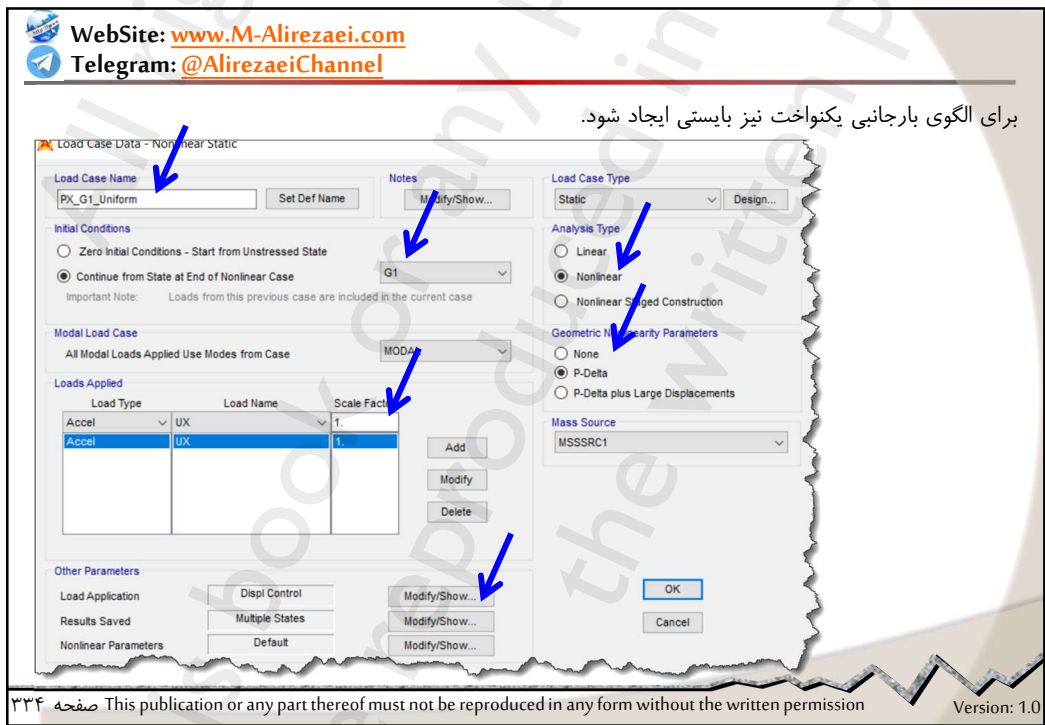
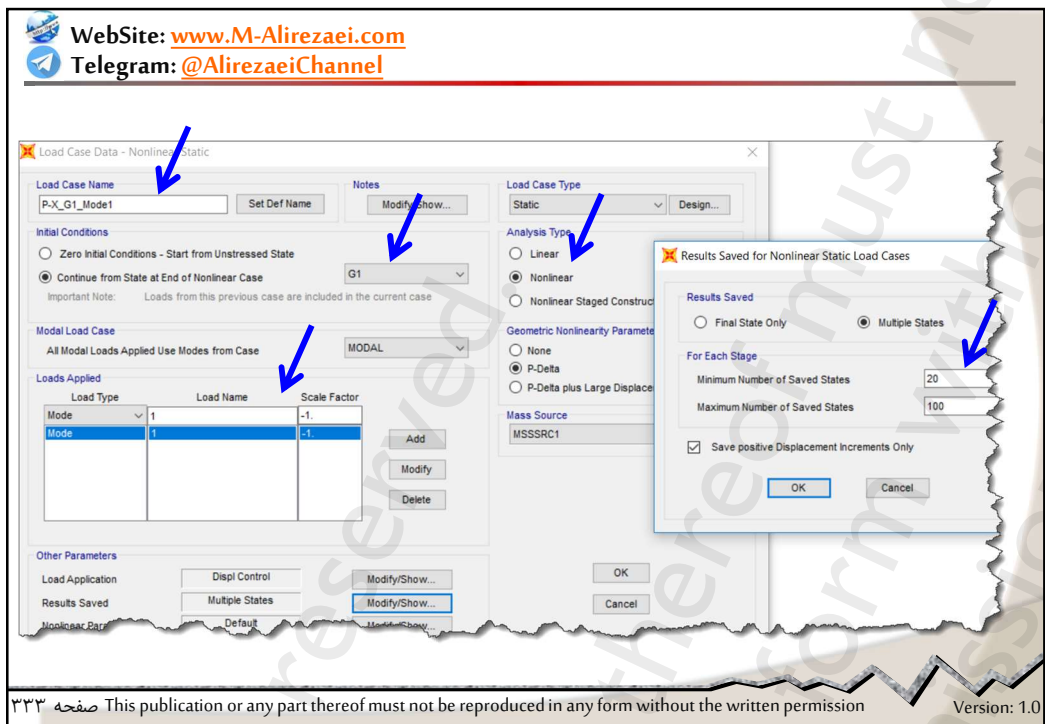
$$\begin{aligned} T < 0.7 & \rightarrow C_2 = 1 + \frac{1}{800} \left(\frac{R_u - 1}{T_e} \right)^2 \\ T \geq 0.7 & \rightarrow C_2 = 1 \end{aligned} \quad (20-3)$$

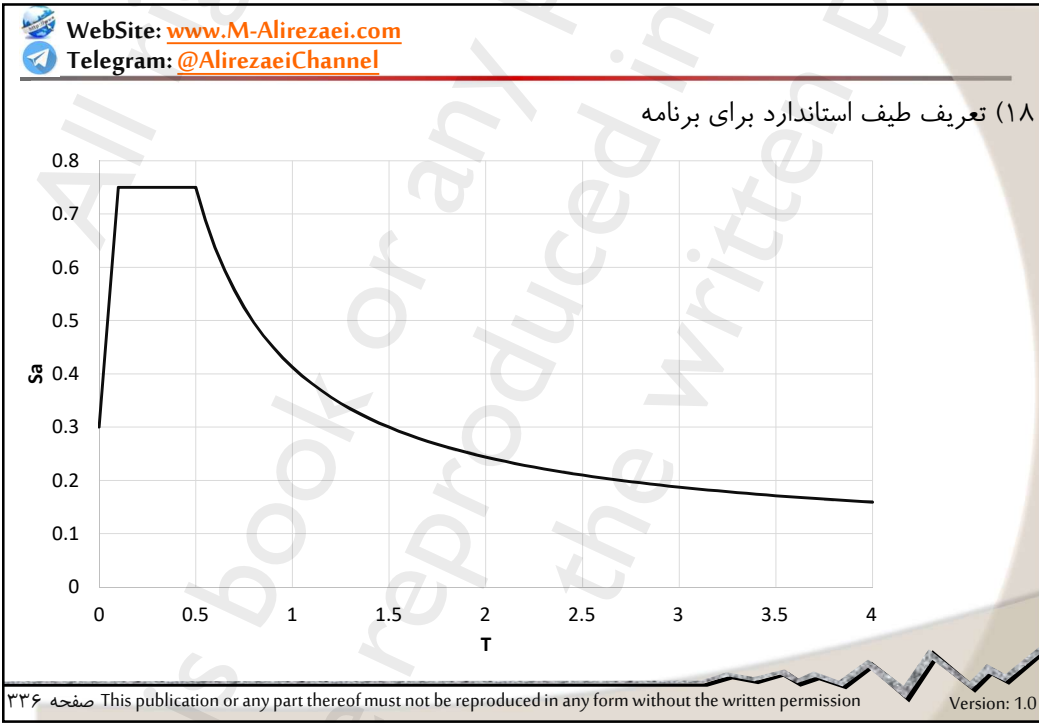
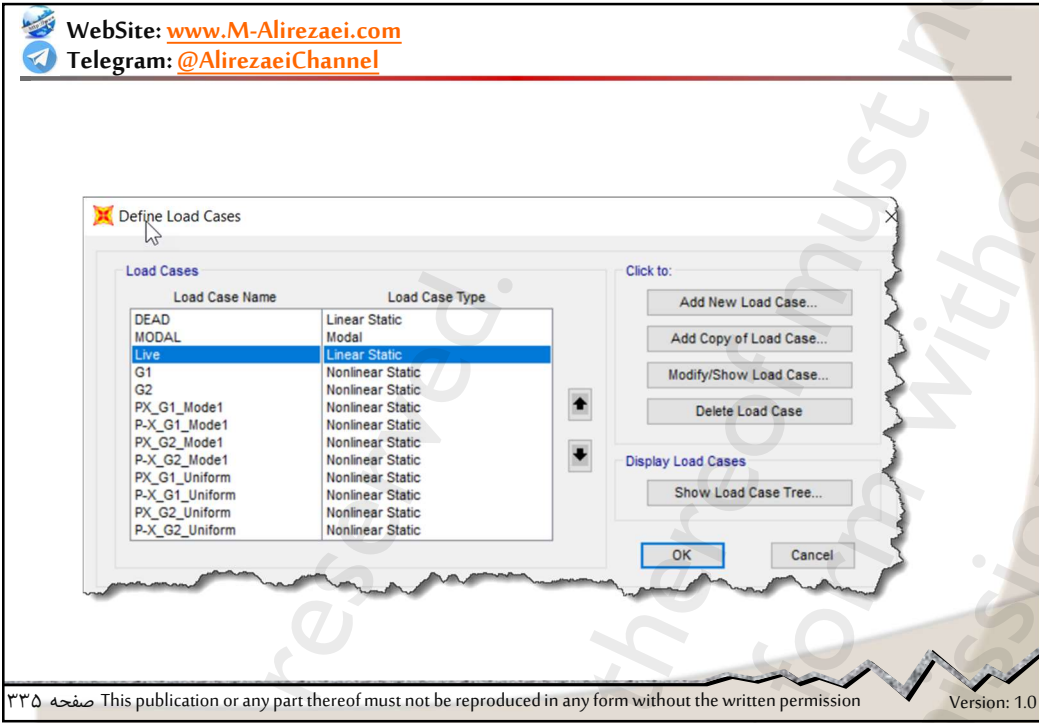
نسبت مقاومت R_u از رابطه (۲۱-۳) محاسبه می‌شود.

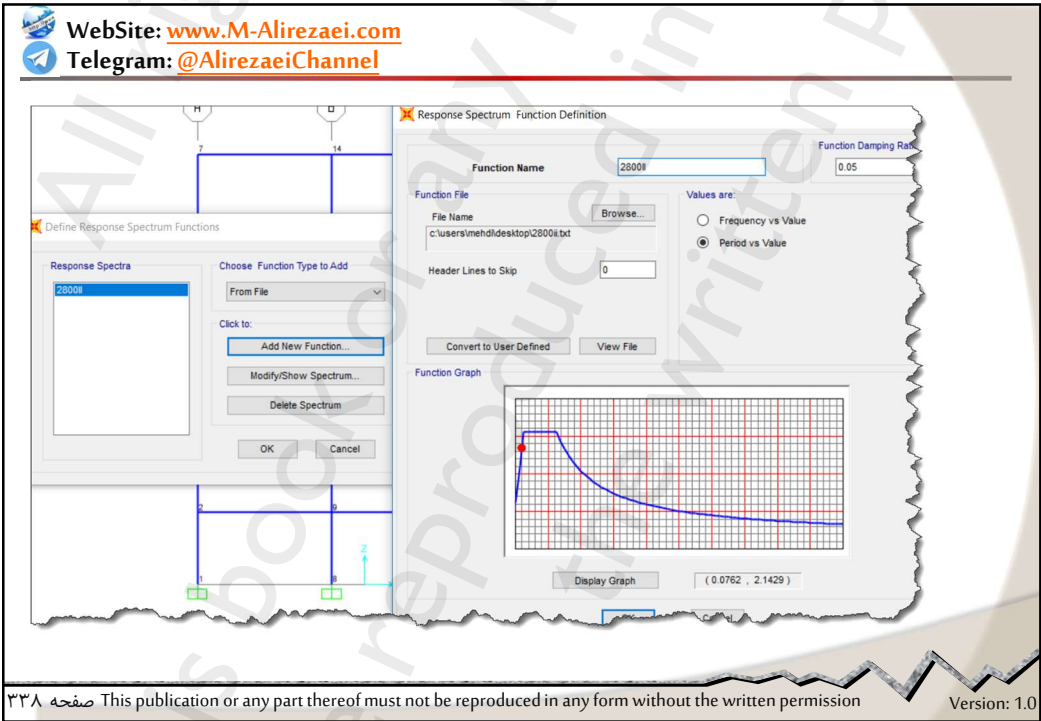
$$R_u = \frac{S_a}{V_y/W} C_m \quad (21-3)$$

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









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

۱۹) اختصاص پارامترهای تعیین تغییر مکان هدف براساس FEMA356 و نقطه عملکرد براساس ACT40

Version: 1.0

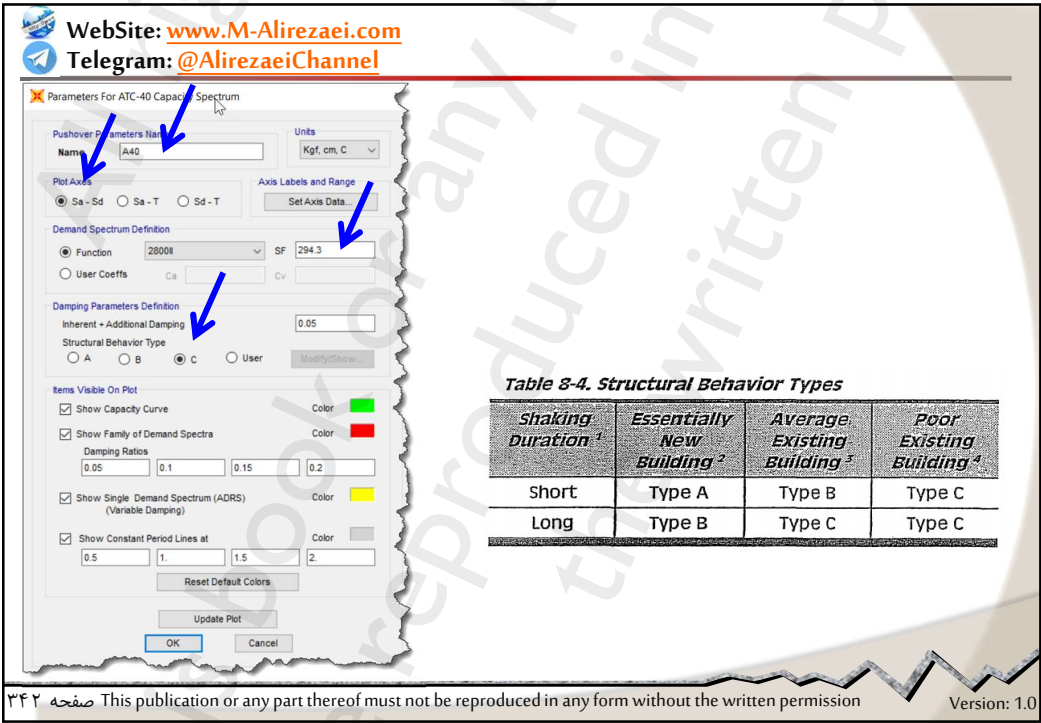
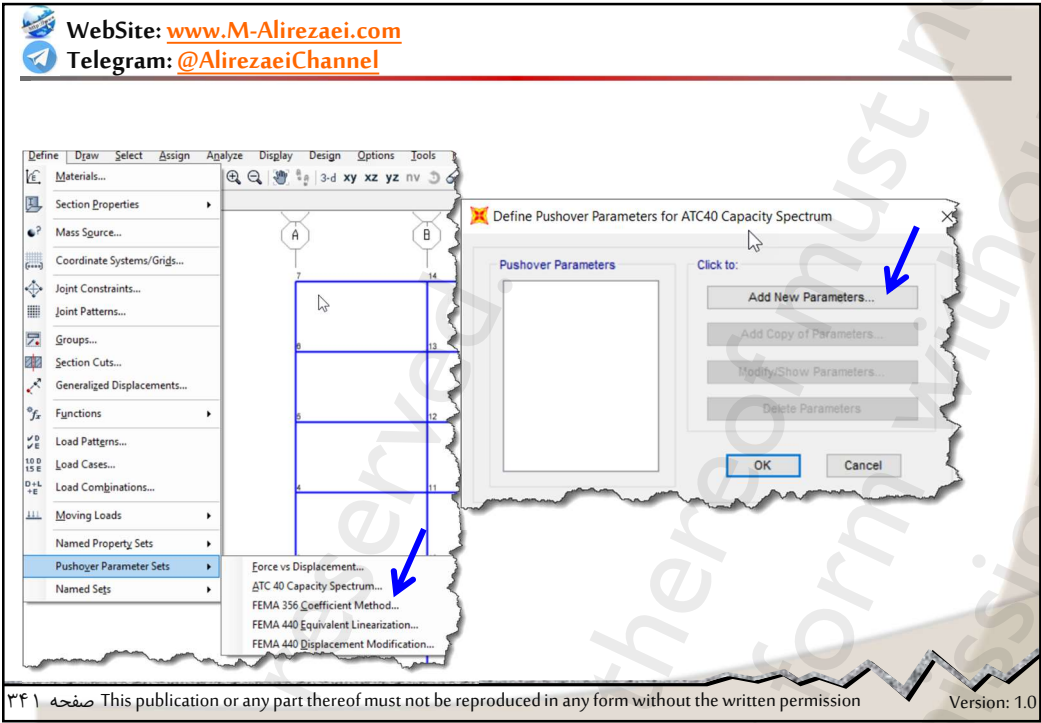
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

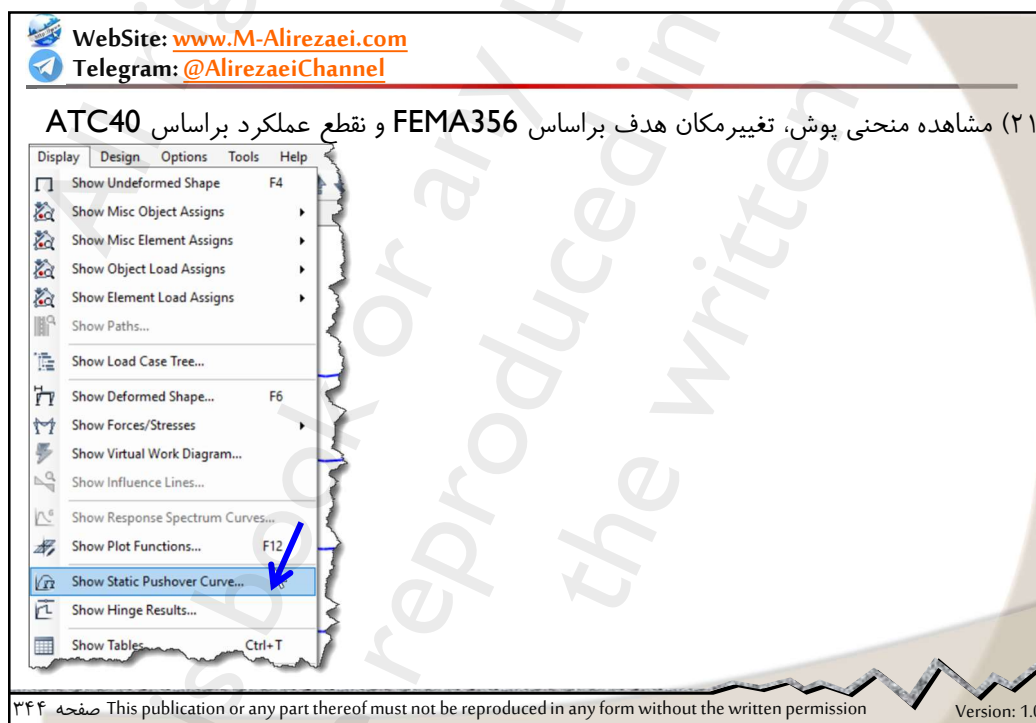
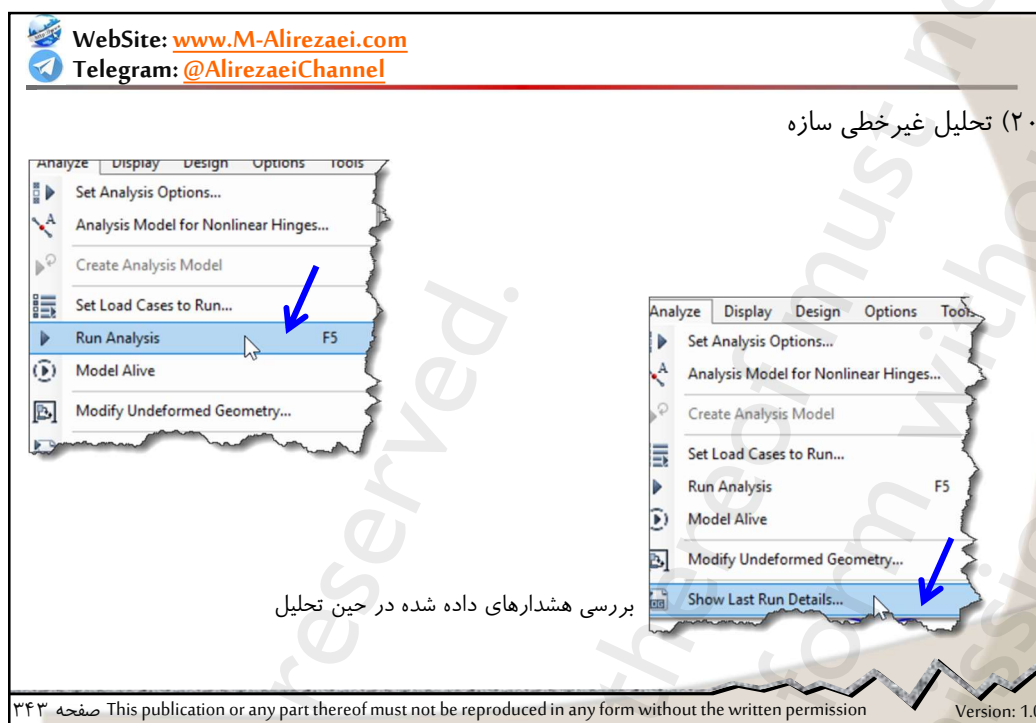
مقادیر C_0 ، C_1 و T_e بطور اتوماتیک توسط برنامه محاسبه شده و کاربر قادر به تغییر آن نیست.

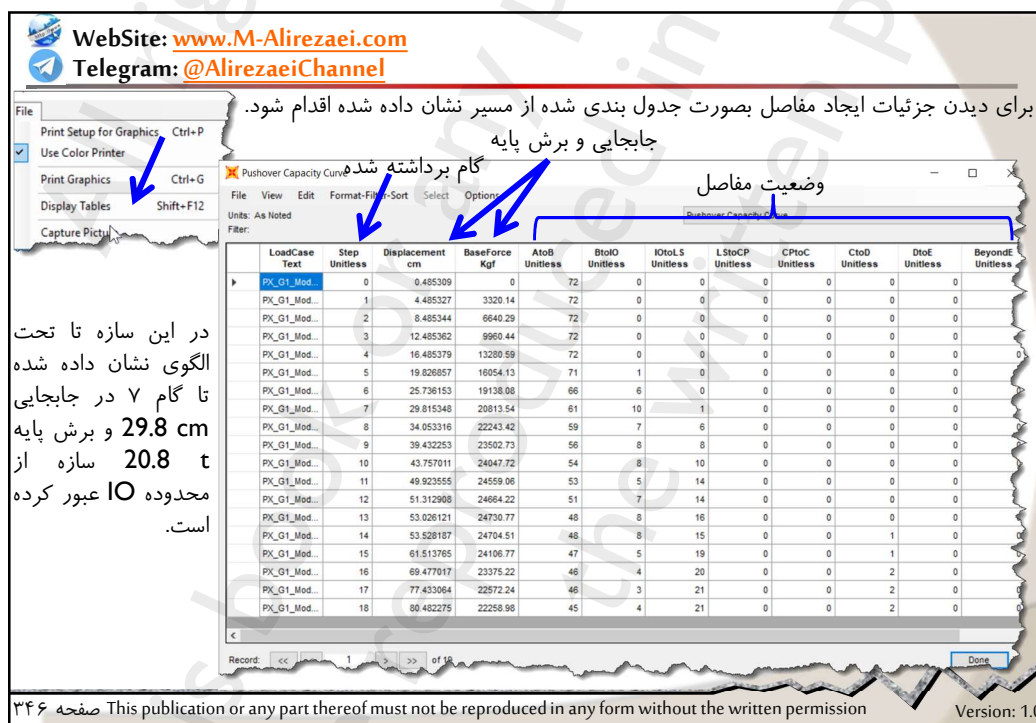
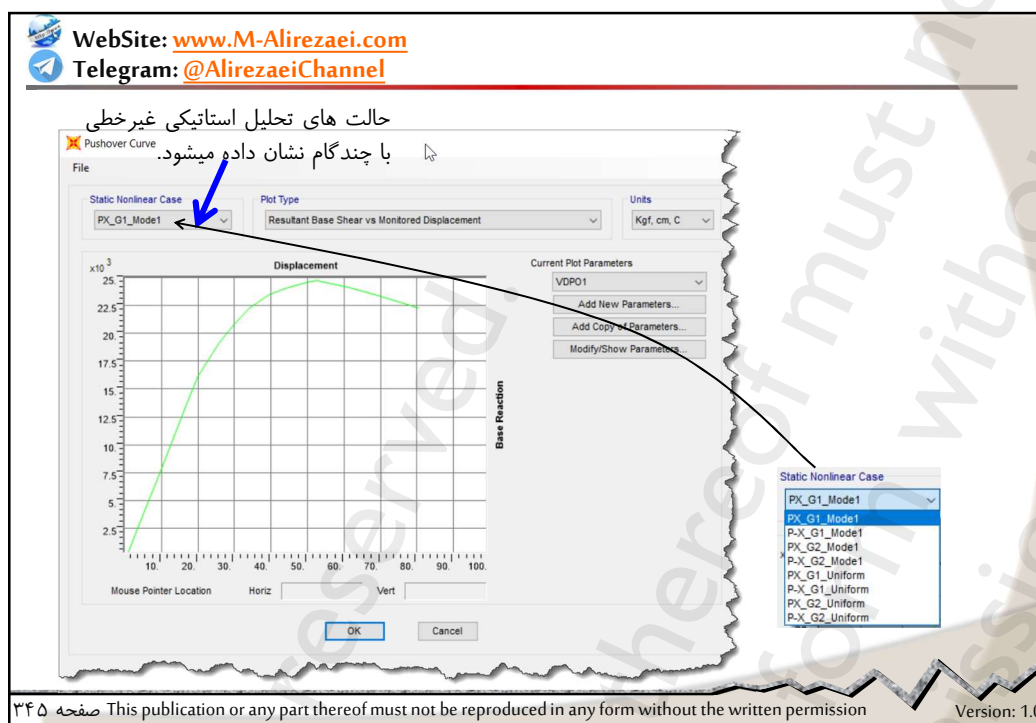
مقدار C_0 در برنامه برابر ضریب مشارکت مود اول در تراز نقطه کنترل در نظر گرفته میشود.

چرا؟

Version: 1.0







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

Version: 1.0

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

برای آنکه سازه جوابگوی سطح عملکرد مورد نظر باشد، باید در تغییرمکان هدف هیچ کدام از مفاصل سازه در محدوده تغییرشکل های فراتر از معیار پذیرش سطح عملکرد انتخاب شده قرار نگیرد.



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

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

Pushover Curve

Static Nonlinear Case
 PX_G1_Mode1

Plot Type
 FEMA 356 Coefficient Method

Units
 Kg, cm, C

Current Plot Parameters
 F356
 Add New Parameters...
 Add Copy of Parameters...
 Modify/Show Parameters...

Target Displacement (V, D)
 (23605.351, 40.247)

Base Reaction

Displacement

Mouse Pointer Location
 Horiz Vert

OK Cancel

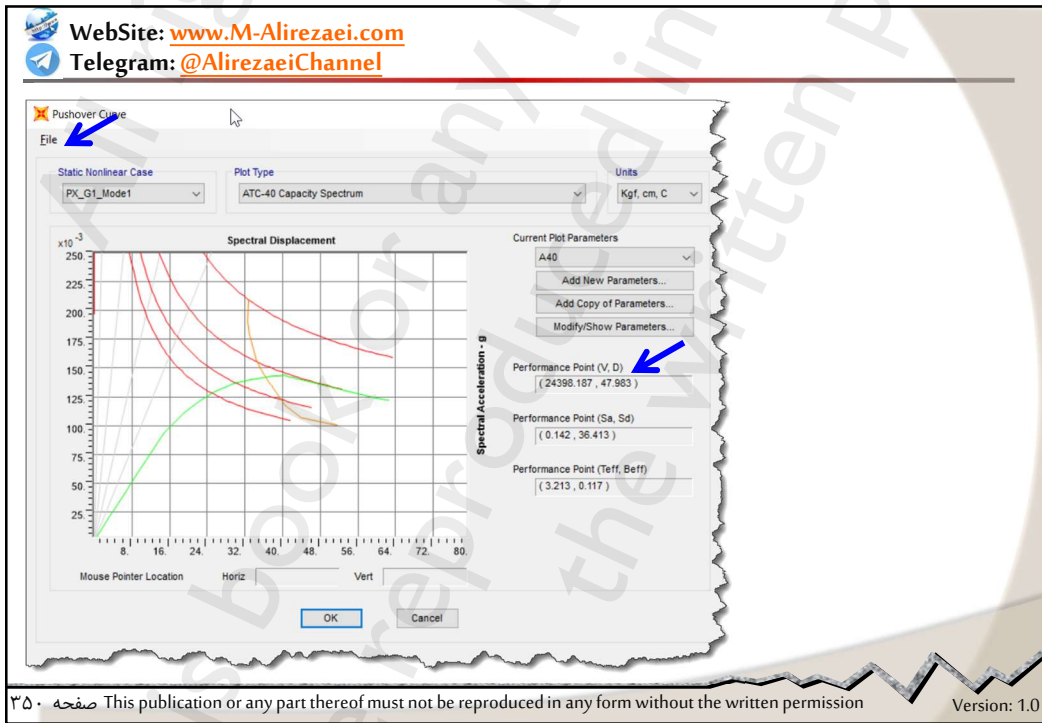
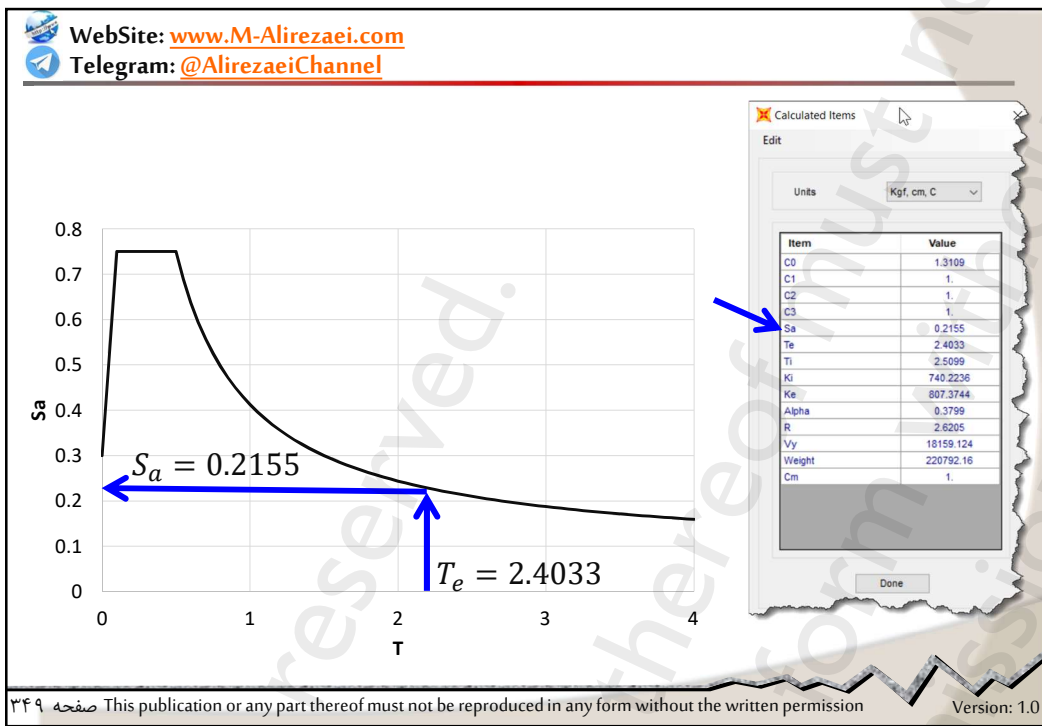
Calculated Items

Units
 Kg, cm, C

Item	Value
C0	1.3109
C1	1.
C2	1.
C3	1.
Sa	0.2155
Te	2.4033
Ti	2.5099
Ki	740.2236
Ke	807.3744
Alpha	0.3799
R	2.6205
Vy	18159.124
Weight	220792.16
Cm	1.

Done

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



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

میرایی موثر

زمان تناوب موثر

شتاب طیفی ظرفیت

جابجایی طیفی ظرفیت

ضریب آلفا

جابجایی طیفی نیاز

شتاب طیفی نیاز

LoadCase Text	Step Unitless	Teff Sec	Beff Unitless	SdCapacity cm	SaCapacity Unitless	SdDemand cm	SaDemand Unitless	Alpha Unitless	PFPhi Unitless
PX_G1_Mod...	0	2.509892	0.05	0	0	32.7912	0.209549	1	1
PX_G1_Mod...	1	2.509892	0.05	3.0235	0.019321	32.7912	0.209549	0.778279	1.322979
PX_G1_Mod...	2	2.509892	0.05	6.047	0.038643	32.7912	0.209549	0.778279	1.322979
PX_G1_Mod...	3	2.509892	0.05	9.0695	0.057964	32.7912	0.209549	0.778279	1.322979
PX_G1_Mod...	4	2.509892	0.05	12.094	0.077286	32.7912	0.209549	0.778279	1.322979
PX_G1_Mod...	5	2.509892	0.05	14.6197	0.093426	32.7912	0.209549	0.778279	1.322979
PX_G1_Mod...	6	2.625334	0.065087	19.1687	0.11196	32.5797	0.190291	0.7742	1.317299
PX_G1_Mod...	7	2.717637	0.074839	22.3217	0.12167	32.8954	0.179305	0.774781	1.31397
PX_G1_Mod...	8	2.814689	0.083708	25.5407	0.129781	33.459	0.170016	0.776259	1.314295
PX_G1_Mod...	9	2.956167	0.096142	29.6935	0.136786	34.4082	0.158505	0.778201	1.311631
PX_G1_Mod...	10	3.086789	0.107556	33.0879	0.139796	35.3401	0.149312	0.779104	1.307779
PX_G1_Mod...	11	3.270304	0.121586	37.9385	0.142806	36.905	0.138915	0.778899	1.303104
PX_G1_Mod...	12	3.309588	0.124214	39.0294	0.143444	37.2765	0.137009	0.778754	1.302289
PX_G1_Mod...	13	3.363799	0.128327	40.3818	0.143669	37.7534	0.134318	0.779632	1.301102
PX_G1_Mod...	14	3.38477	0.130366	40.7809	0.143297	37.8964	0.133161	0.780828	1.300681
PX_G1_Mod...	15	3.729879	0.161821	47.1881	0.136547	40.5164	0.117241	0.7996	1.293301
PX_G1_Mod...	16	4.070925	0.188583	53.6109	0.130228	43.988	0.106853	0.812955	1.286898
PX_G1_Mod...	17	4.412102	0.212553	60.0434	0.124169	49.3779	0.102113	0.823337	1.281536
PX_G1_Mod...	18	4.543228	0.22114	62.5222	0.121939	51.552	0.100544	0.826756	1.279497

Record: 1 of 18

Version: 1.0

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

ارزیابی وضعیت معیارهای پذیرش مفاصل تحت اثر الگوهای بارگذاری

Display Deformed Shape

Case/Combo: PX_G1_Mode1

Multivalued Options:

- ☐ Envelope (Max or Min)
- ☒ Step

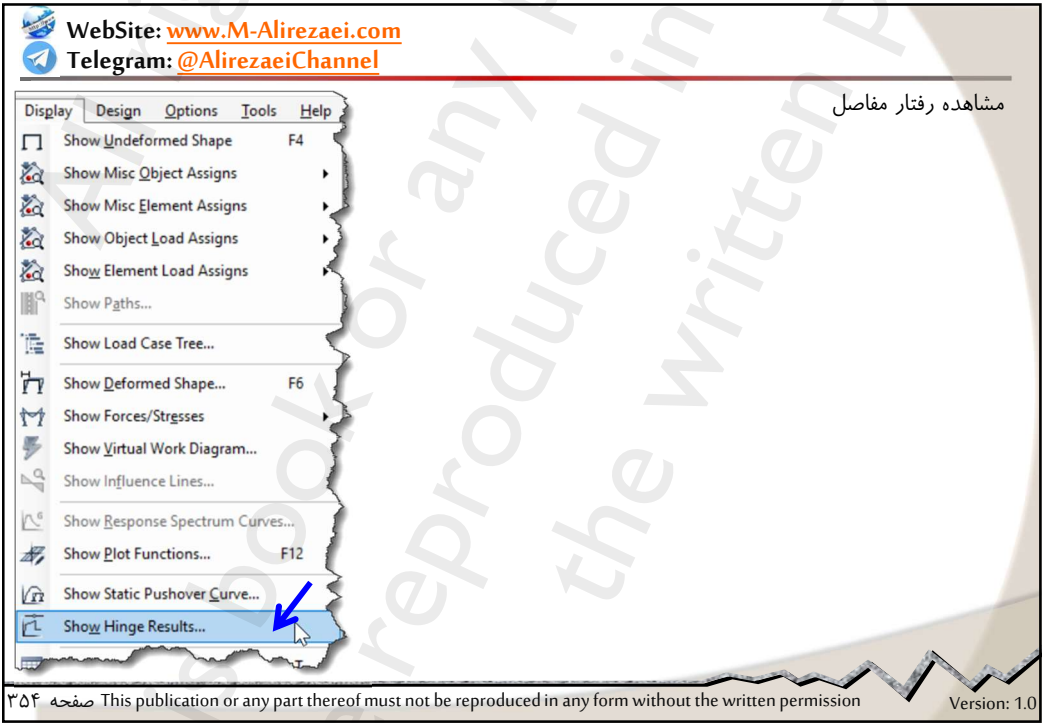
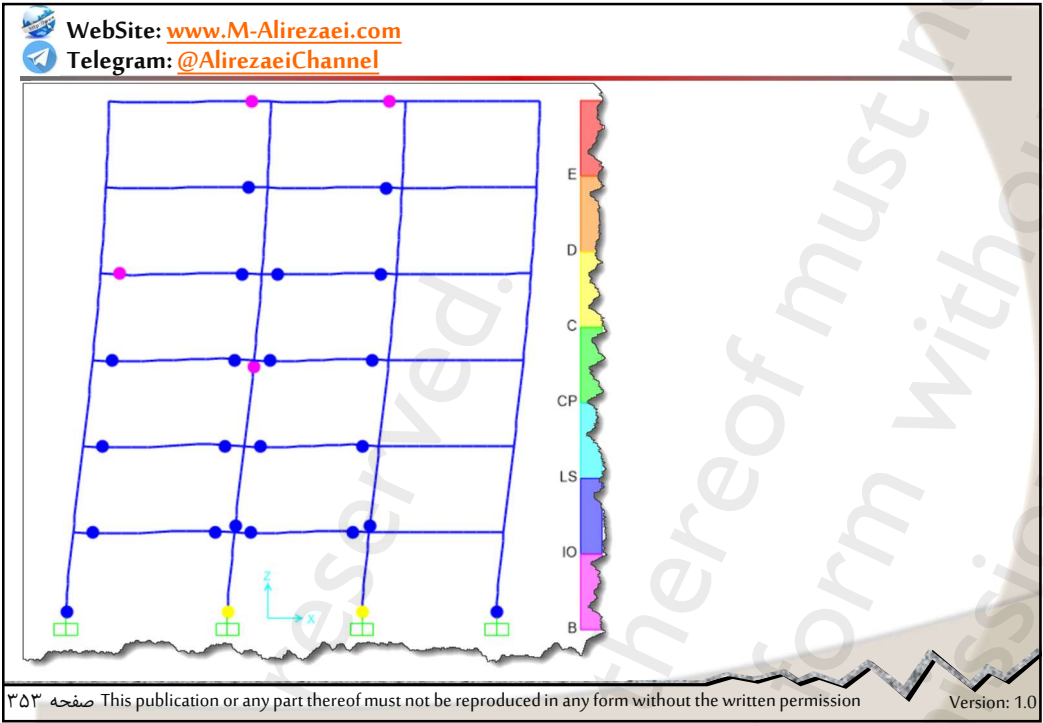
Scaling:

- ☒ Automatic
- ☐ User Defined

Contour Options:

- ☐ Draw Contours on Objects
- Contour Component: ☐ Show Continuous Contours
- ☒ Automatic ☐ User Defined
- Minimum Value for User Contour Range:
- Maximum Value for User Contour Range:

Version: 1.0



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

۲۳ دیدن و اصلاح مفصل پلاستیک در المان ها

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

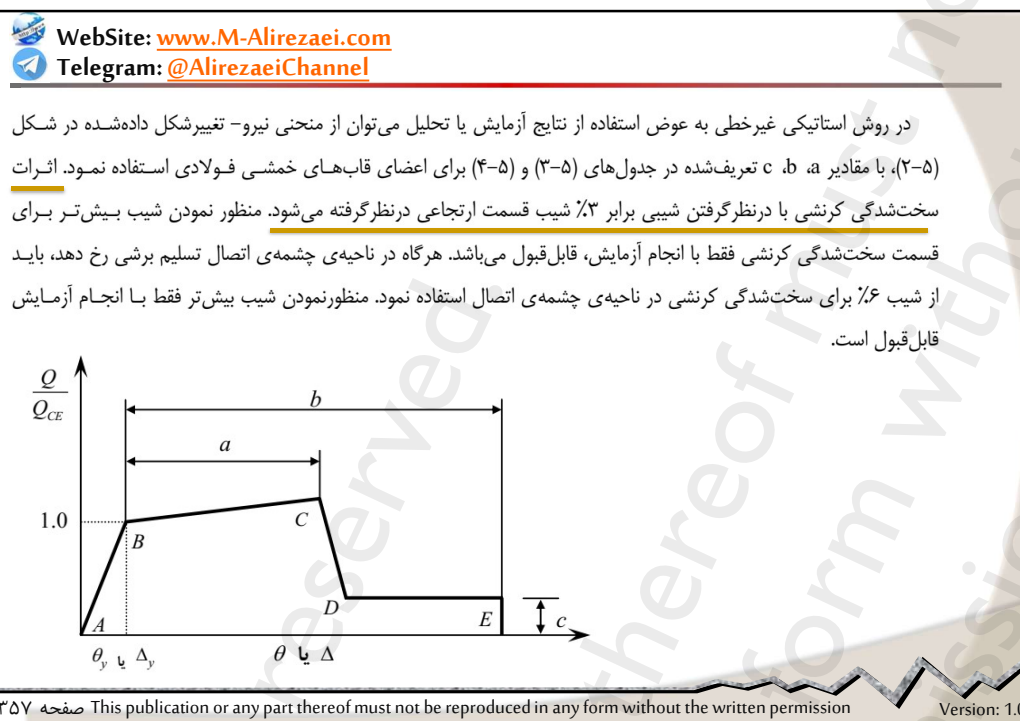
Version: 1.0

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

۳۵۶ چگونه توسط برنامه محاسبه شده اند؟

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

Version: 1.0



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

۲- Q_{CE} ، مقاومت مورد انتظار عضو:

الف- در تیرها و ستون‌ها

Q_{CE} عبارت است از ظرفیت خمیری خمشی عضو، که از روابط (۲-۵) و (۳-۵) محاسبه می‌شود:

(۲-۵) در تیرها

$$Q_{CE} = M_{CE} = ZF_{ye}$$

(۳-۵) در ستون‌ها

$$Q_{CE} = M_{CE} = 1.18ZF_{ye} \left[1 - \frac{P}{P_{ye}} \right] \leq ZF_{ye}$$

برای تیر IPE270 که در مدل با شماره ۲۵ نامگذاری شده است.

$$Q_{CE} = M_{CE} = 484 \times 2400 \times 1.2 = 1393920 \text{ kg.cm}$$

Properties			
Cross-section (axial) area	45.9	Section modulus about 3 axis	428.8889
Moment of Inertia about 3 axis	5790.	Section modulus about 2 axis	62.2222
Moment of Inertia about 2 axis	420.	Plastic modulus about 3 axis	484.
Product of Inertia about 2-3	0.	Plastic modulus about 2 axis	97.
Shear area in 2 direction	17.82	Radius of Gyration about 3 axis	11.2314
Shear area in 3 direction	22.95	Radius of Gyration about 2 axis	3.025
Torsional constant	15.9	Shear Center Eccentricity (x3)	0.

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

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

$$\theta_y = \frac{ZF_{ye}l_b}{6EI_b}$$

(۵-۵) در تیرها

$$\theta_y = \frac{ZF_{ye}l_c}{6EI_c} \left[1 - \frac{P}{P_{ye}} \right]$$

(۶-۵) در ستون‌ها

در روابط فوق:

E : ضریب ارتجاعی؛

I_c, I_b : به ترتیب لنگر اینرسی تیر و ستون؛

l_b : طول تیر؛

l_c : ارتفاع ستون؛

$$\theta_y = \frac{ZF_{ye}l_b}{6EI_b} = \frac{484 \times 2400 \times 1.2 \times 600}{6 \times 2 \times 10^6 \times 5790} = 0.01203$$

صفحه ۳۵۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

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

جدول (۳-۵): پارامترهای مدل‌سازی و معیارهای پذیرش در روش‌های غیرخطی-اجزای سازی فولادی

معیارهای پذیرش				پارامترهای مدل‌سازی			جزء تلاش
زاویه‌ی چرخش خمیری، رادیان				نسبت تنش			
اعضای غیراصلی	CP	LS	CP	LS	IO	پس‌ماند	خمیری، رادیان
						c	b a
تیرها - در خمش ^{۱۵}							
$11\theta_y$	$9\theta_y$	$8\theta_y$	$6\theta_y$	θ_y	0.6	$11\theta_y$	$9\theta_y$
				$\frac{h}{t_w} \leq 2.45 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$	$\frac{b_f}{2t_f} \leq 0.3 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$	الف:	
$4\theta_y$	$3\theta_y$	$2\theta_y$	$2\theta_y$	$0.75 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$	$0.38 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$	$0.76 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$	ب:
با استفاده از درون‌یابی خطی و کوچک‌ترین مقدار حاصل				به مقادیر $\frac{h}{t_w}$ یا $\frac{b_f}{2t_f}$ بزرگ‌تر از مقادیر داده‌شده در ردیف الف و ب			
رفتار نیروکنترل				ت:			
				$\frac{h}{t_w} \geq 5.7 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$	$\frac{b_f}{2t_f} \geq 0.76 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$		

Dimensions

Outside height (13) 27

Top flange width (12) 13.5

Top flange thickness (1f) 1.02

Web thickness (1w) 0.66

Bottom flange width (12b) 13.5

Bottom flange thickness (1fb) 1.02

$$\frac{b_f}{2t_f} = \frac{13.5}{2 \times 1.02} = 6.61 \leq 0.3 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 10^6}{2880}} = 7.9$$

صفحه ۳۶۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

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

مشخصات منحنی رفتاری برای ستون‌ها:

چگونه توسط برنامه محاسبه شده است؟

Version: 1.0

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

$$\theta_y = \frac{ZF_{ye}I_b}{6EI_b}$$

$$\theta_y = \frac{ZF_{ye}I_c}{6EI_c} \left[1 - \frac{P}{P_{ye}} \right]$$

(۵-۵) در تیرها

(۶-۵) در ستون‌ها

در روابط فوق:

E : ضریب ارتجاعی؛

I_c, I_b : به ترتیب لنگر اینرسی تیر و ستون؛

l_b : طول تیر؛

l_c : ارتفاع ستون؛

P : نیروی محوری عضو در تغییر مکان هدف در تحلیل استاتیکی غیرخطی، یا در مرحله‌ی آغاز محاسبات در تحلیل دینامیکی غیرخطی؛

P_{ye} : نیروی محوری حد تسلیم مورد انتظار در عضو $A_g F_{ye}$ ؛

Version: 1.0

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

برای IPB240 داریم:

برنامه با فرض $P=0$ مقدار دوران تسلیم را تعیین میکند.

Dimensions

Outside height (t3)	24.
Top flange width (t2)	24.
Top flange thickness (tf)	1.7
Web thickness (tw)	1.
Bottom flange width (t2b)	24.
Bottom flange thickness (tfb)	1.7

Properties

Cross-section (axial) area	106.	Section modulus about 3 axis	938.3333
Moment of Inertia about 3 axis	11260.	Section modulus about 2 axis	326.9167
Moment of Inertia about 2 axis	3923.	Plastic modulus about 3 axis	1053.
Product of Inertia about 2-3	0.	Plastic modulus about 2 axis	498.
Shear area in 2 direction	24.	Radius of Gyration about 3 axis	10.3066
Shear area in 3 direction	68.	Radius of Gyration about 2 axis	6.0835
Torsional constant	104.	Shear Center Eccentricity (x3)	0.

Beams: $\theta_y = \frac{ZF_{ye}I_b}{6EI_b}$ (9-1)

Columns: $\theta_y = \frac{ZF_{ye}I_c}{6EI_c} \left(1 - \frac{P}{P_{ye}}\right)$ (9-2)

منحنی رفتاری ستون ها به P بستگی دارد، بنابراین باید یک تحلیل اولیه صورت گرفته تا نیروی محوری ستون تعیین شود.

Version: 1.0

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

با توجه به آنکه ضریب مقیاس در SAP2000 با فرض $P=0$ محاسبه میشود، مقدار SF برابر است با:

$$SF = \frac{ZF_{ye}l_c}{6EI_c} = \frac{1053 \times 2400 \times 1.2 \times 320}{6 \times 2 \times 10^6 \times 11260} = 0.00718$$

محور افقی در نمودار لنگر دوران، براساس $Rotation/SF$ است، بنابراین:

$$\frac{Rotation}{SF} = \frac{\frac{ZF_{ye}l_c}{6EI_c} \left[1 - \frac{P}{P_{ye}}\right]}{\frac{ZF_{ye}l_c}{6EI_c}} = \left(1 - \frac{P}{P_{ye}}\right)$$

Version: 1.0

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

Frame Hinge Property Data for 1H1 - Interacting P-M2-M3

Hinge Specification Type

- ☒ Moment - Rotation
- ☐ Moment - Curvature

Hinge Length:
Relative Length: ☒

Scale Factor for Rotation (SF)

- ☐ SF is Yield Rotation per ASCE 41-13 Eqn. 9-2 (Steel Objects Only)
- ☒ User SF:

Load Carrying Capacity Beyond Point E

- ☒ Drops To Zero
- ☐ Is Extrapolated

Symmetry Condition

- ☐ Moment Rotation Dependence is Circular
- ☒ Moment Rotation Dependence is Doubly Symmetric about M2 and M3
- ☐ Moment Rotation Dependence has No Symmetry

Requirements for Specified Symmetry Condition

- Specify curves at angles of 0° and 90°.
- If desired, specify additional intermediate curves where: 0° < curve angle < 90°.

Axial Forces for Moment Rotation Curves

Number of Axial Forces:
Modify/Show Axial Force Values...

Curve Angles for Moment Rotation Curves

Number of Angles:
Modify/Show Angles...

Modify/Show Moment Rotation Curve Data...

Modify/Show P-M2-M3 Interaction Surface Data...

OK Cancel

در این بخش مشخص کنید منحنی اندرکنشی دارای تقارن است یا نه معمولاً گزینه دوم مناسب است.

در این بخش تعداد نیروهای محوری برای تشکیل منحنی اندرکنشی مشخص شده است. نشریه ۳۶۰ سه محدود را در نظر میگیرد.

Version: 1.0

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

ستون‌ها - در خمش (حول محور یا مصالح)

برای $P/P_{CL} \leq 0.2$

$11\theta_y$	$9\theta_y$	$8\theta_y$	$6\theta_y$	θ_y	$-1/6$	$11\theta_y$	$9\theta_y$	$\frac{h}{t_w} \leq 1.76, \frac{b_f}{2t_f} \leq 0.3 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$
$4\theta_y$	$3\theta_y$	$3\theta_y$	$2\theta_y$	$-1/25\theta_y$	$-1/2$	$6\theta_y$	$4\theta_y$	ب: $2.7 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}} \leq \frac{h}{t_w} \leq 4.4 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$ یا $0.38 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}} \leq \frac{b_f}{2t_f} \leq 0.76 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$
با استفاده از درون‌یابی خطی و کوچکترین مقدار حاصل								
رفتار نیروکنترل								
ت: $\frac{h}{t_w} \geq 4.4 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$ یا $\frac{b_f}{2t_f} \geq 0.76 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$								

برای $0.2 < P/P_{CL} \leq 0.50$

4	6	3	5	$-1/25\theta_y$	$-1/2$	4	3	$\frac{h}{t_w} \leq 1.52 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$ یا $\frac{b_f}{2t_f} \leq 0.3 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$
$1/2\theta_y$	$1/2\theta_y$	$-1/8\theta_y$	$-1/5\theta_y$	$-1/25\theta_y$	$-1/2$	$1/5\theta_y$	θ_y	ب: $2.34 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}} \leq \frac{h}{t_w} \leq 3.8 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$ یا $0.38 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}} \leq \frac{b_f}{2t_f} \leq 0.76 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$
با استفاده از درون‌یابی خطی و کوچکترین مقدار حاصل								
رفتار نیروکنترل								
ت: $\frac{h}{t_w} \geq 3.8 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$ یا $\frac{b_f}{2t_f} \geq 0.76 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$								

برای $P_{UF}/P_{CL} > 0.5$

رفتار نیروکنترل

Version: 1.0

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

Table 9-6. Modeling Parameters and Acceptance Criteria for Nonlinear Procedures—Structural Steel Components

Component or Action	Modeling Parameters			Acceptance Criteria		
	Plastic Rotation Angle, Radians	Residual Strength Ratio		Plastic Rotation Angle, Radians		
				IO	LS	CP
Beams—Flexure						
a. $\frac{b_f}{2t_f} \leq \frac{52}{\sqrt{F_{ye}}}$ and $\frac{h}{t_w} \leq \frac{418}{\sqrt{F_{ye}}}$	90,	110,	0.6	10,	90,	110,
b. $\frac{b_f}{2t_f} \geq \frac{65}{\sqrt{F_{ye}}}$ or $\frac{h}{t_w} \geq \frac{640}{\sqrt{F_{ye}}}$	40,	60,	0.2	0.250,	30,	40,
c. Other	Linear interpolation between the values on lines a and b for both flange slenderness (first term) and web slenderness (second term) shall be performed, and the lower resulting value shall be used					
Columns—Flexure^{a,b}						
For $P/P_{cl} < 0.2$						
a. $\frac{b_f}{2t_f} \leq \frac{52}{\sqrt{F_{ye}}}$ and $\frac{h}{t_w} \leq \frac{300}{\sqrt{F_{ye}}}$	90,	110,	0.6	10,	90,	110,
b. $\frac{b_f}{2t_f} \geq \frac{65}{\sqrt{F_{ye}}}$ or $\frac{h}{t_w} \geq \frac{460}{\sqrt{F_{ye}}}$	40,	60,	0.2	0.250,	30,	40,
c. Other	Linear interpolation between the values on lines a and b for both flange slenderness (first term) and web slenderness (second term) shall be performed, and the lower resulting value shall be used					
For $0.2 \leq P/P_{cl} \leq 0.5$						
a. $\frac{b_f}{2t_f} \leq \frac{52}{\sqrt{F_{ye}}}$ and $\frac{h}{t_w} \leq \frac{260}{\sqrt{F_{ye}}}$	— ^c	— ^d	0.2	0.250,	— ^c	— ^d
b. $\frac{b_f}{2t_f} \geq \frac{65}{\sqrt{F_{ye}}}$ or $\frac{h}{t_w} \geq \frac{400}{\sqrt{F_{ye}}}$	10,	1.50,	0.2	0.250,	1.20,	1.20,
c. Other	Linear interpolation between the values on lines a and b for both flange slenderness (first term) and web slenderness (second term) shall be performed, and the lower resulting value shall be used					

Version: 1.0

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

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

از روابط صفحه ۴۸ میحث دهم، مقدار P_C تعیین شود. سطوح نیرویی انتخاب شده برای نیروی محوری ضرابی از $0.2P_C$ ، $0.5P_C$ و P_C است.

$P_C = -257820 \text{ kg}$

Axial Forces for H1 - Interacting P-M2-M3

Edit

This Number of Axial Force Values Is Specified

Number of Axial Forces

3

Axial Force Data

	Axial Force	Kgf, cm, C
1	-128910.3	
2	-51821.9	
3	-51564.1	

Order Rows

OK

Cancel

$0.5P_C = -128910.3 \text{ kg}$

$0.201P_C = -51821.9 \text{ kg}$

$0.2P_C = -51564.1 \text{ kg}$

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

Version: 1.0

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

برای هر یک از نیروهای بدست آمده در اسلاید قبل، پارامترهای طراحی مشخص میشوند.

(۱) برای نیروی $0.5P_C$ داریم:

$$0.5P_C = -128910.3 \text{ kg}$$

$$F_{ye} = 106 \times 1.2 \times 2400 = 305280 \text{ kg}$$

$$\frac{Rotarion}{SF} = \left(1 - \frac{P}{P_{ye}}\right) = \left(1 - \frac{128910.3}{305280}\right) = 0.577$$

$$\frac{b_f}{2t_f} = \frac{24}{2 \times 1.7} = 7.058 \leq 0.3 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}} = \sqrt{\frac{2 \times 10^6}{2880}} = 7.9$$

$$\frac{h}{t_w} = \frac{24 - 2 \times 1.7}{1} = 20.6 \leq 1.52 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}} = \sqrt{\frac{2 \times 10^6}{2880}} = 40$$

پس باید از ردیف الف جدول ۳-۵ نشریه ۳۶۰ استفاده نمود.

Dimensions"

Outside height (t ₃)	24
Top flange width (t ₂)	24
Top flange thickness (t _f)	1.7
Web thickness (t _w)	1
Bottom flange width (t _{2b})	24
Bottom flange thickness (t _{fb})	1.7

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission
 Version: 1.

WebSite: www.M-Alirezaei.com

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

۳- $11(1-1.7P/P_{CL})\theta_y$

۴- $17(1-1.7P/P_{CL})\theta_y$

معیارهای پذیرش						پارامترهای مدل سازی		
زاویه ی چرخش خمیری، رادیان						نسبت تنش		
اعضای غیر اصلی		اعضای اصلی		کلیه ی اعضا		پس ماند	زاویه ی چرخش خمیری، رادیان	
CP	LS	CP	LS	IO	c	b	a	
ستون ها - در خمشی (حول محور یا مصالح) برای $P/P_{CL} \leq 0.2$								
$11\theta_y$	$9\theta_y$	$8\theta_y$	$6\theta_y$	θ_y	$-/6$	$11\theta_y$	$9\theta_y$	الف: $\frac{h}{t_w} \leq 1.76, \frac{b_{t_f}}{2t_f} \leq 0.3 \sqrt{\frac{E}{F_{ys}}}$
$4\theta_y$	$3\theta_y$	$3\theta_y$	$2\theta_y$	$-/25\theta_y$	$-/2$	$6\theta_y$	$4\theta_y$	ب: $2.7 \sqrt{\frac{E}{F_{ys}}} \leq \frac{h}{t_w} \leq 4.4 \sqrt{\frac{E}{F_{ys}}}$ یا $0.38 \sqrt{\frac{E}{F_{ys}}} \leq \frac{b_{t_f}}{2t_f} \leq 0.76 \sqrt{\frac{E}{F_{ys}}}$
با استفاده از درون یابی خطی و کوچک ترین مقدار حاصل						ب: مقادیر $\frac{h}{t_w}$ یا $\frac{b_{t_f}}{2t_f}$ بین مقادیر داده شده در ردیف ا و ب ن: $\frac{h}{t_w} \geq 4.4 \sqrt{\frac{E}{F_{ys}}}$ ، $\frac{b_{t_f}}{2t_f} \geq 0.76 \sqrt{\frac{E}{F_{ys}}}$		
رفتار نیوکسترن						برای $0.2 < P/P_{CL} \leq 0.50$		
$^+_{\text{-----}}$	$^+_{\text{-----}}$	$^+_{\text{-----}}$	$^+_{\text{-----}}$	$-/25\theta_y$	$-/2$	$^+_{\text{-----}}$	$^+_{\text{-----}}$	الف: $\frac{h}{t_w} \leq 1.52 \sqrt{\frac{E}{F_{ys}}}, \frac{b_{t_f}}{2t_f} \leq 0.3 \sqrt{\frac{E}{F_{ys}}}$
$1/2\theta_y$	$1/2\theta_y$	$-/8\theta_y$	$-/5\theta_y$	$-/25\theta_y$	$-/2$	$1/5\theta_y$	θ_y	ب: $2.34 \sqrt{\frac{E}{F_{ys}}} \leq \frac{h}{t_w} \leq 3.8 \sqrt{\frac{E}{F_{ys}}}$ یا $0.38 \sqrt{\frac{E}{F_{ys}}} \leq \frac{b_{t_f}}{2t_f} \leq 0.76 \sqrt{\frac{E}{F_{ys}}}$
با استفاده از درون یابی خطی و کوچک ترین مقدار حاصل						ب: مقادیر $\frac{h}{t_w}$ یا $\frac{b_{t_f}}{2t_f}$ بین مقادیر داده شده در ردیف ا و ب ن: $\frac{h}{t_w} \geq 3.8 \sqrt{\frac{E}{F_{ys}}}$ ، $\frac{b_{t_f}}{2t_f} \geq 0.76 \sqrt{\frac{E}{F_{ys}}}$		
رفتار نیوکسترن						برای $P_{UF}/P_{CL} > 0.5$		
رفتار نیوکسترن								

$a = 11 \left(1 - 1.7 \frac{P}{P_C} \right) \theta_y = 1.65 \theta_y$

$b = 17 \left(1 - 1.7 \frac{P}{P_C} \right) \theta_y = 2.55 \theta_y$

$c = 0.2$

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

Version: 1.

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

$$IO = 0.25\theta_y$$

$$LS = 14 \left(1 - 1.7 \frac{P}{P_C} \right) \theta_y = 2.1\theta_y$$

$$CP = 17 \left(1 - 1.7 \frac{P}{P_C} \right) \theta_y = 2.55\theta_y$$

$$11(1 - 1.7 P/P_{CL})\theta_y \quad -3$$

$$17(1 - 1.7 P/P_{CL})\theta_y \quad -4$$

$$8(1 - 1.7 P/P_{CL})\theta_y \quad -5$$

$$14(1 - 1.7 P/P_{CL})\theta_y \quad -6$$

حال برای اصلاح مقادیر روی این قسمت کلیک کنید.

Version: 1.0

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

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

بار مورد نظر زاویه

Point	Moment/Yield Mom	Rotation/SF
A	0.	0.
B	1.	0.
C	1.028	0.952
D	0.2	0.952
E	0.2	1.47

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

Version: 1.0

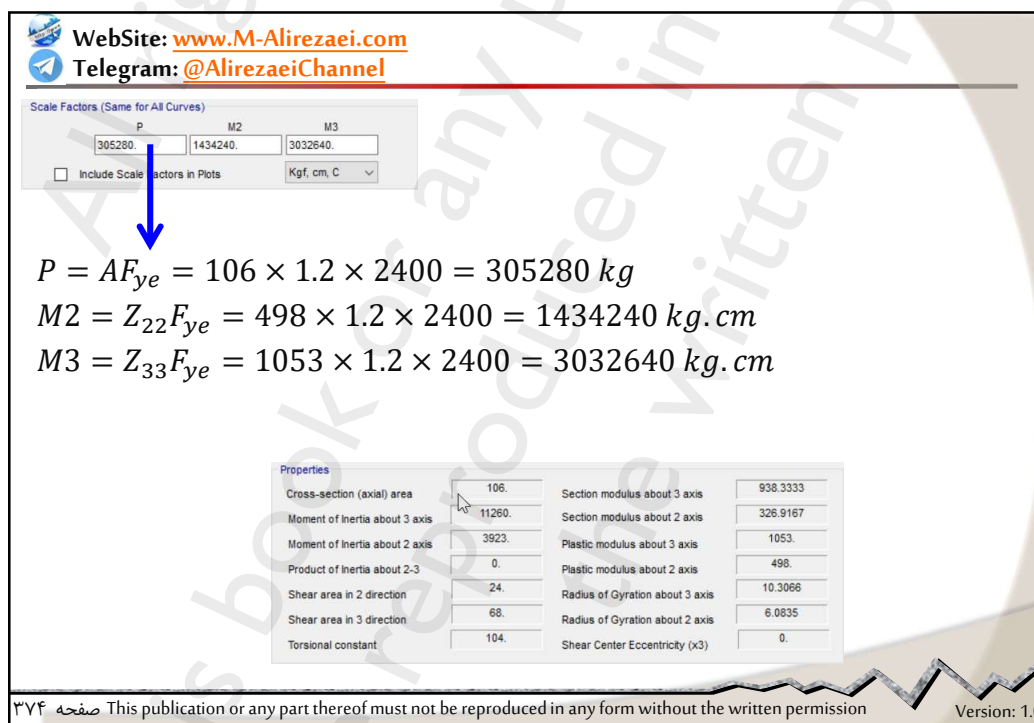
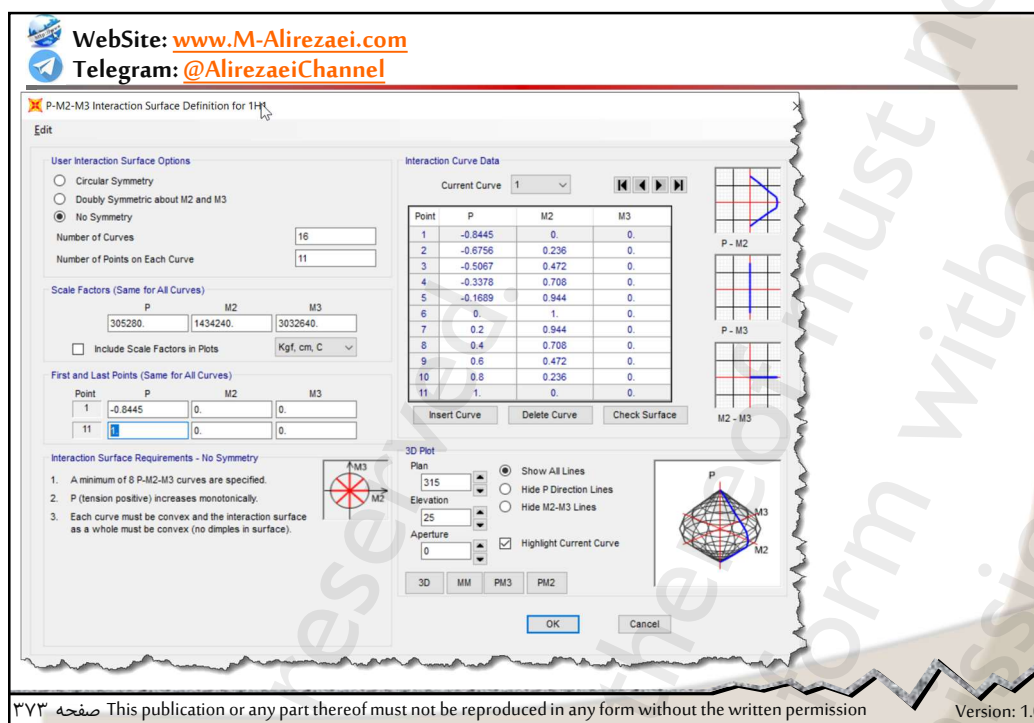
$$a = 1.65\theta_y = 1.65 \times 0.577 = 0.952$$

$$b = 2.55\theta_y = 2.55 \times 0.577 = 1.47$$

$$IO = 0.25\theta_y = 0.25 \times 0.577 = 0.14$$

$$LS = 2.1\theta_y = 2.1 \times 0.577 = 1.21$$

$$CP = 2.55\theta_y = 2.55 \times 0.577 = 1.47$$



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

First and Last Points (Same for All Curves)

Point	P	M2	M3
1	-0.8445	0.	0.
11	1.	0.	0.

$$P(\text{Point } 11) = \frac{P_{ye}}{SF(axial)} = \frac{305280}{305280} = 1$$

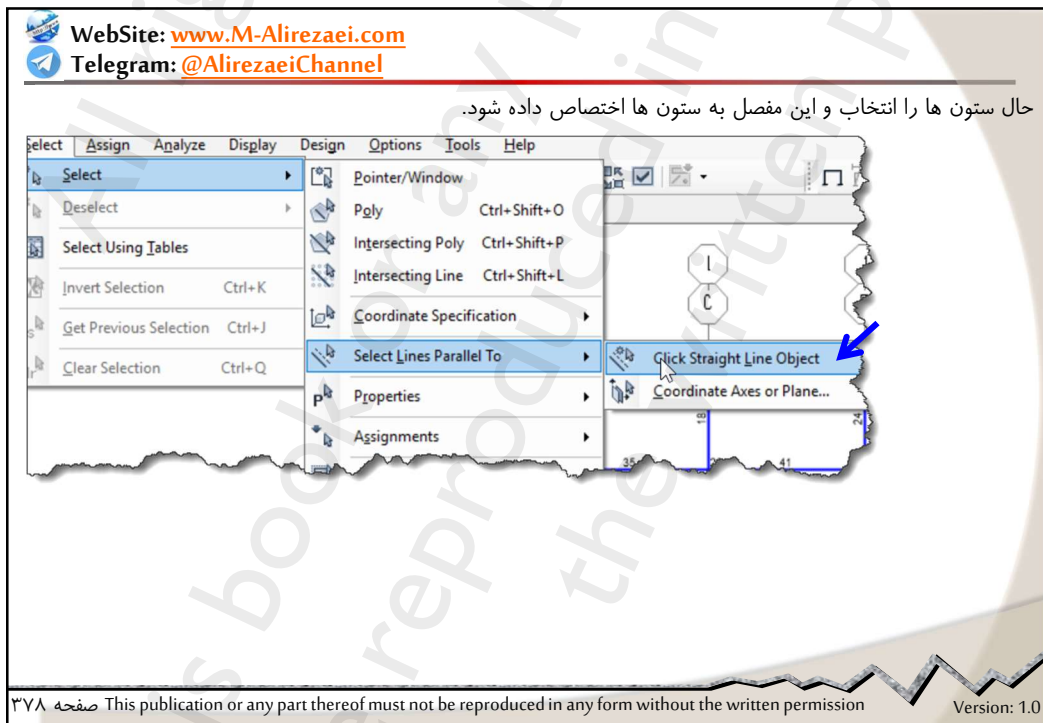
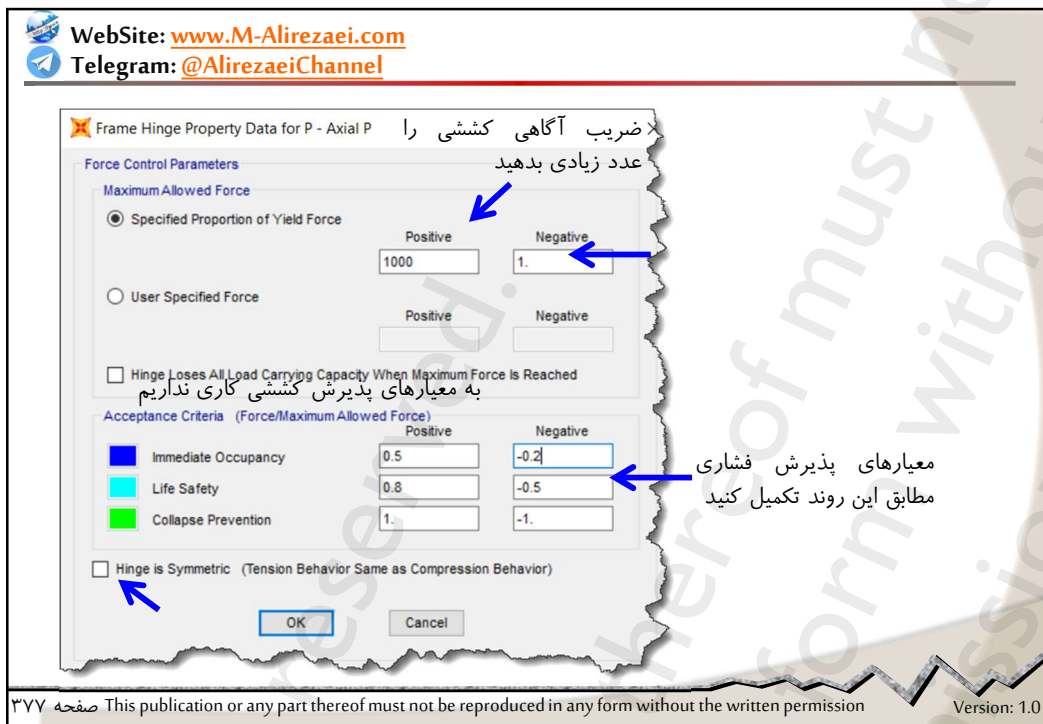
$$P(\text{Point } 1) = \frac{P_{cl}}{SF(axial)} = \frac{-257820}{305280} = -0.8445$$

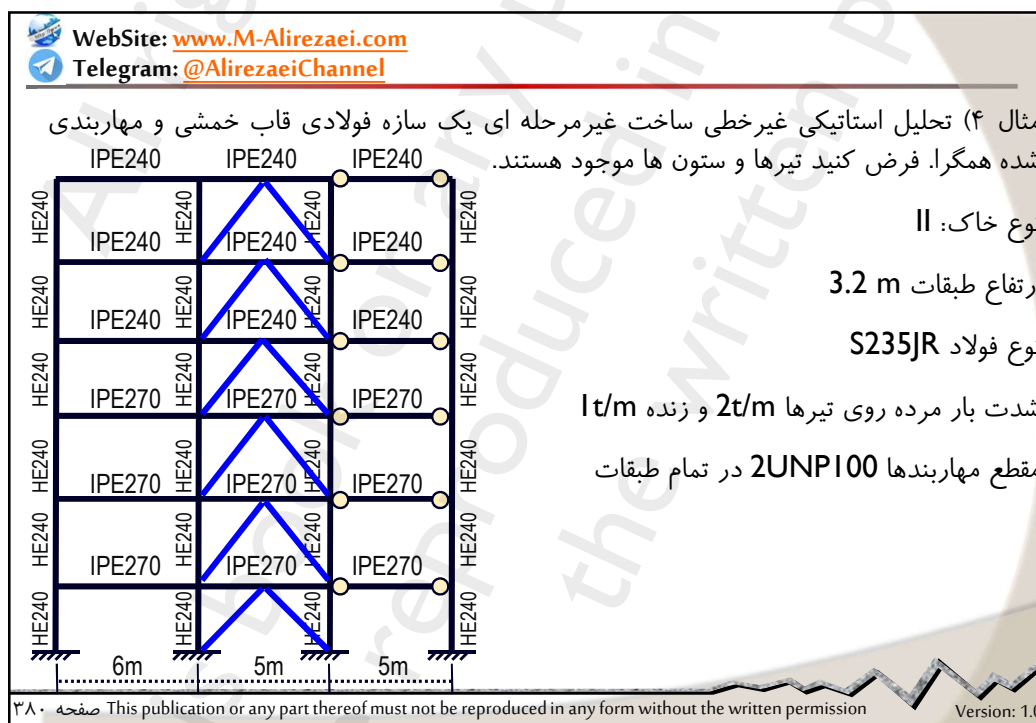
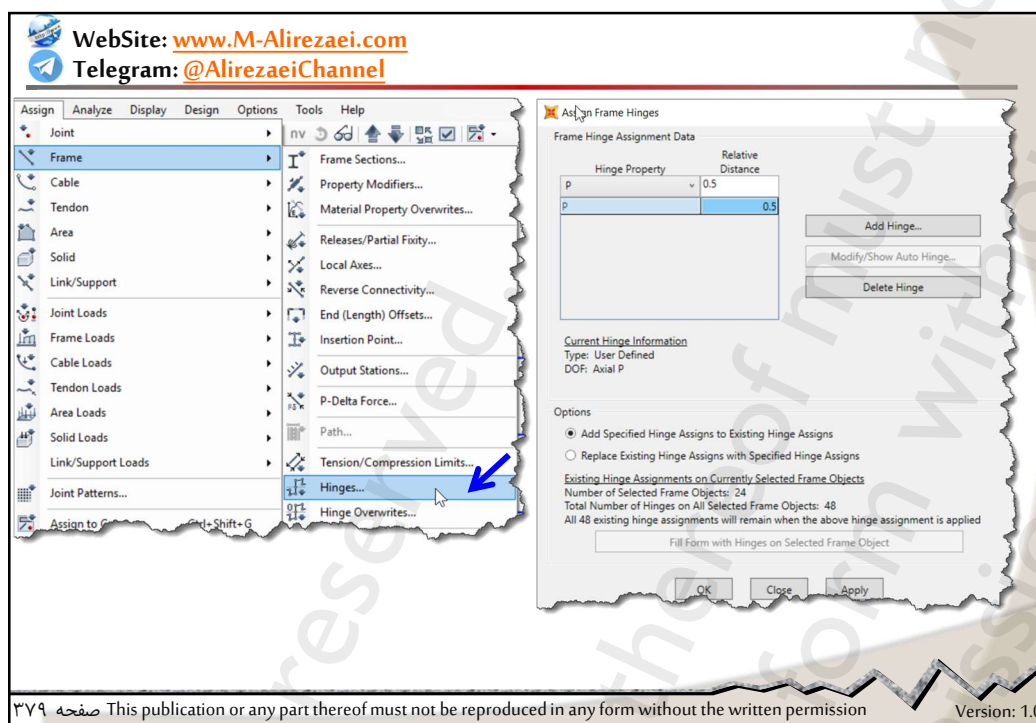
Version: 1.0

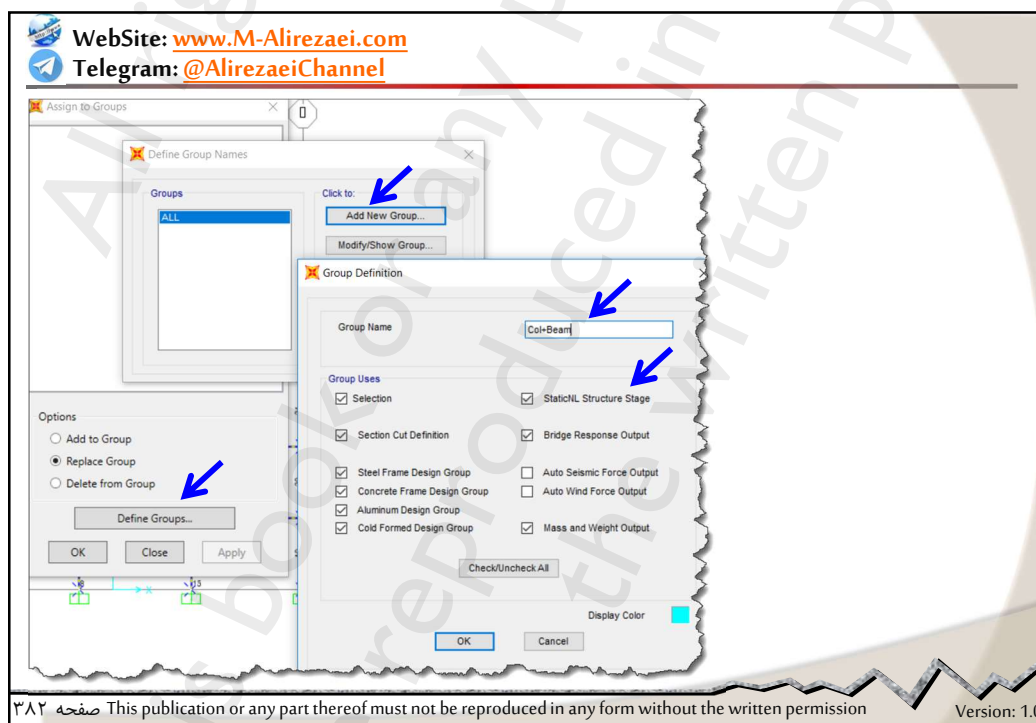
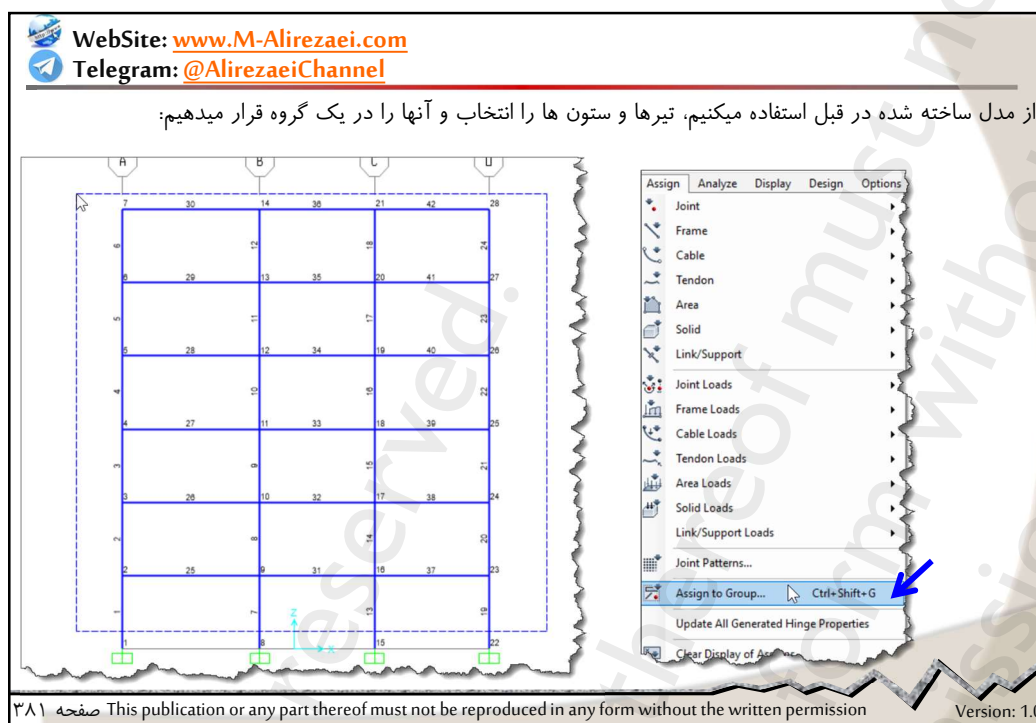
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

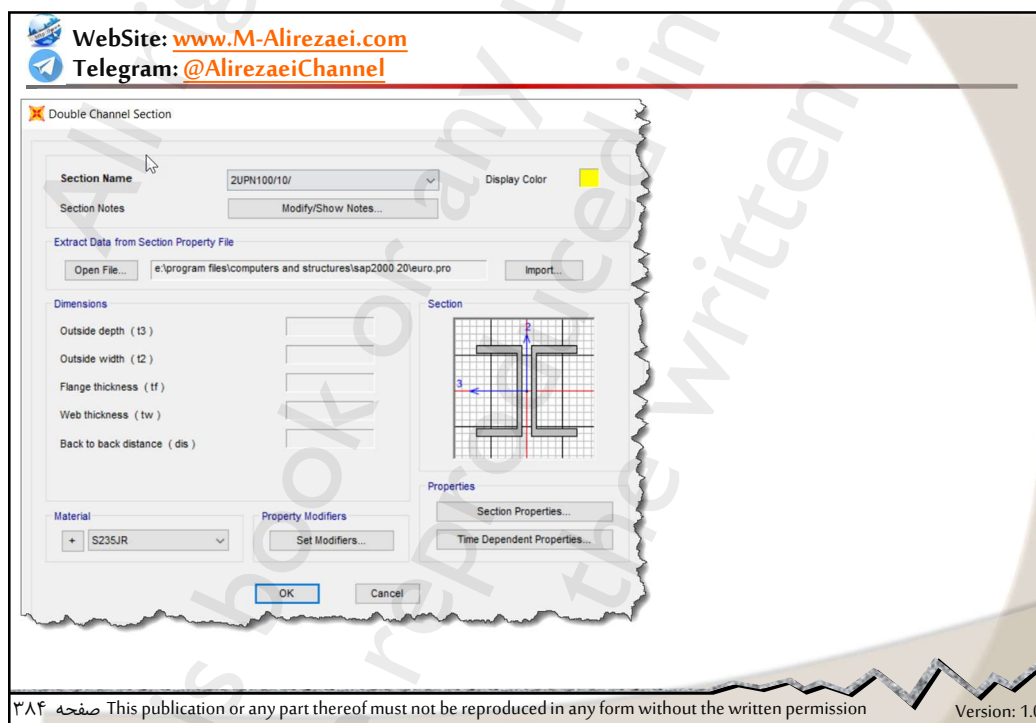
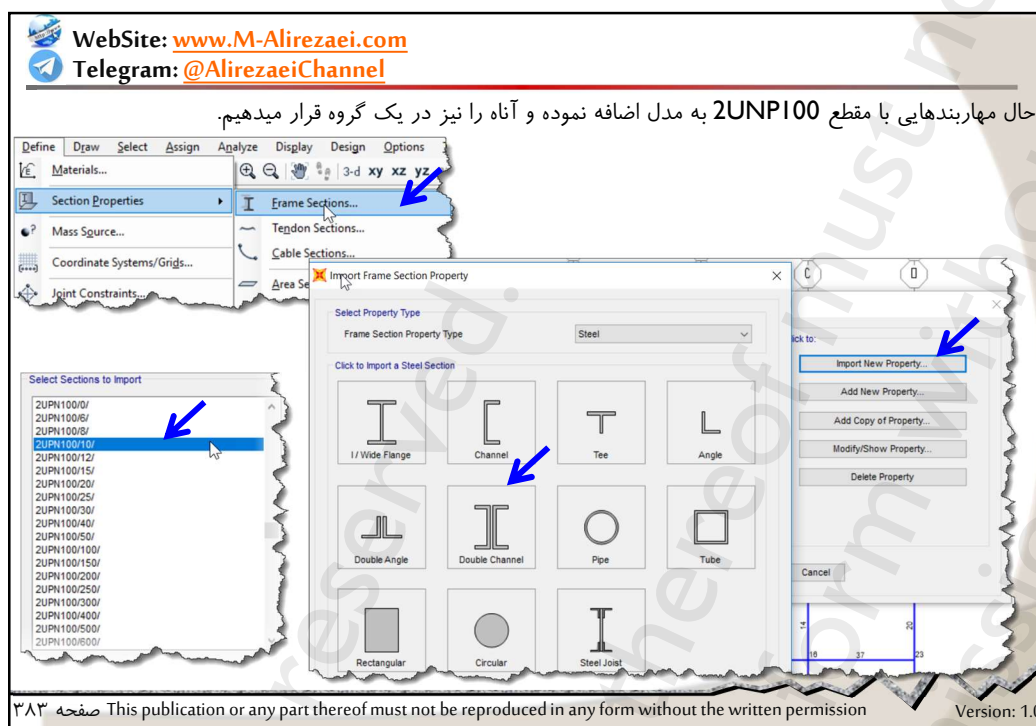
برای ایجاد مفصل ستون بصورت نیرو کنترل: برای این منظور یک مفصل به اسم P با رفتار صرفا فشاری ایجاد میکنیم.

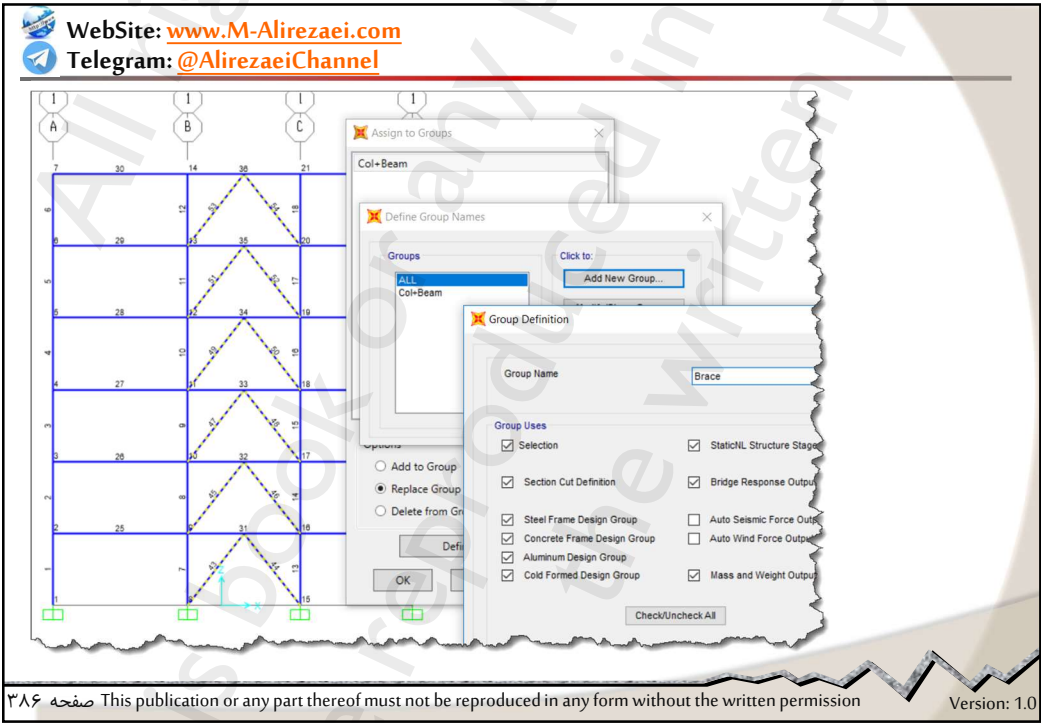
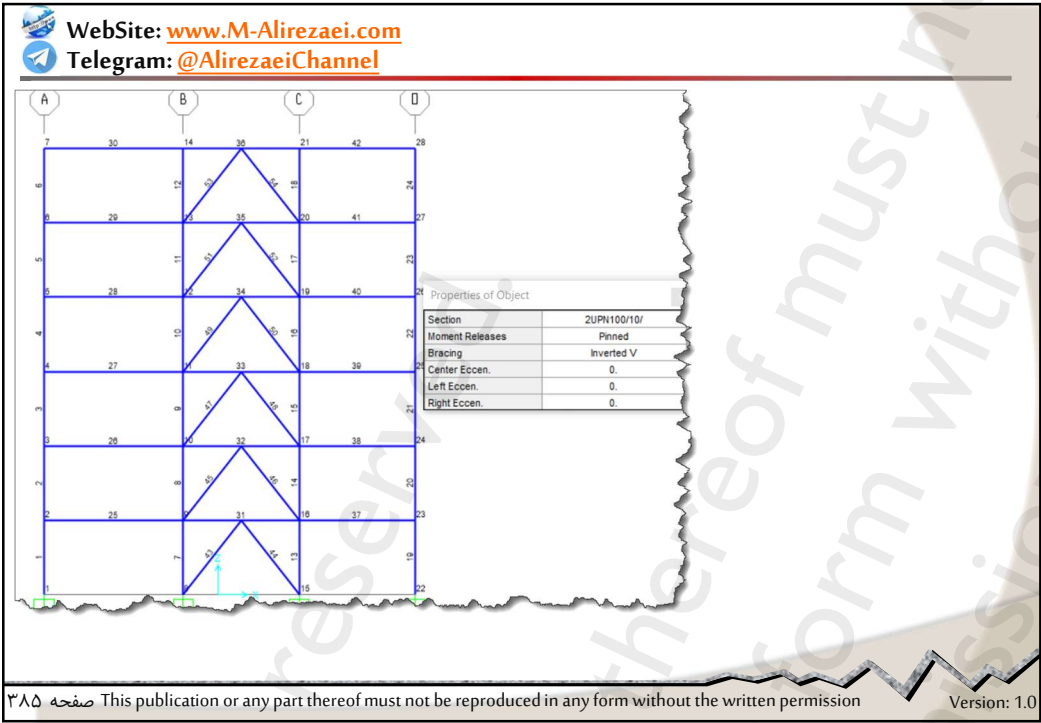
Version: 1.0

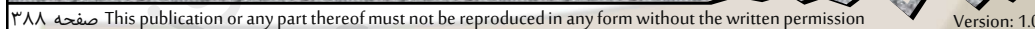
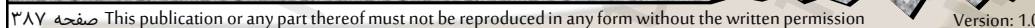


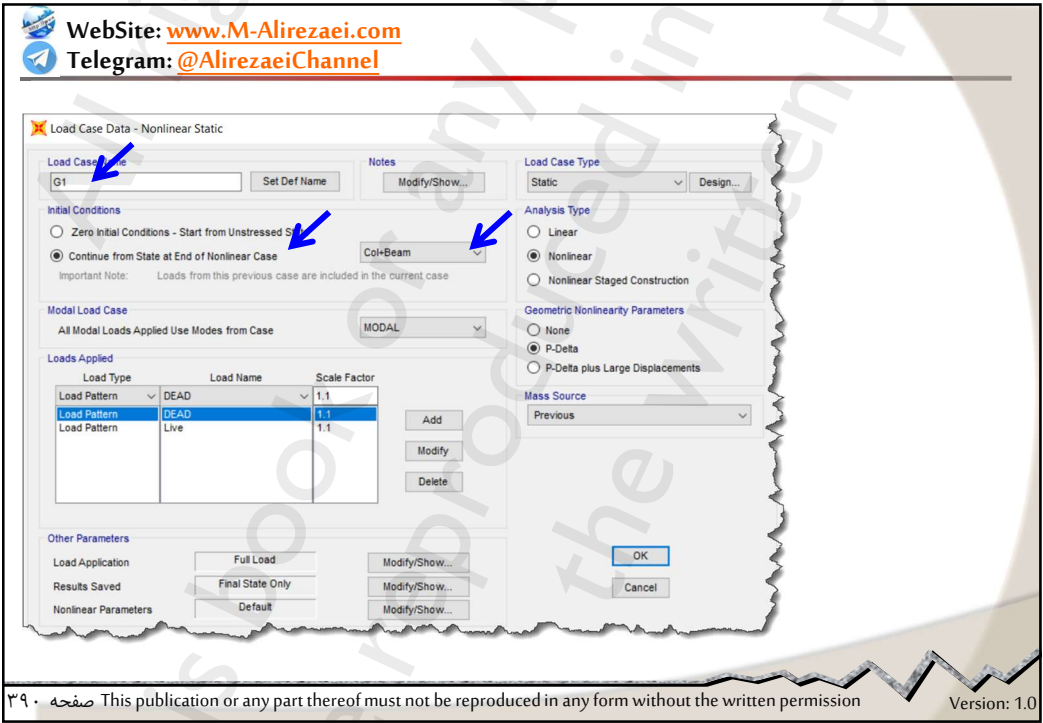
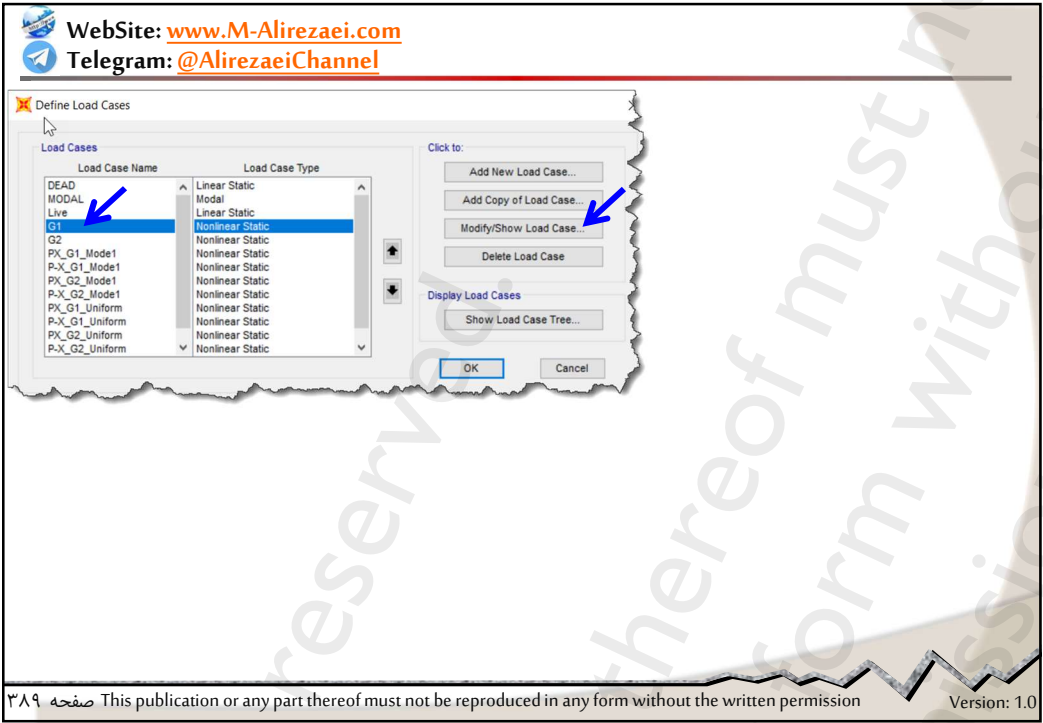












WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

حال حالت تحلیل بعد از اضافه شدن مهاربندها به مدل اضافه شود.

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

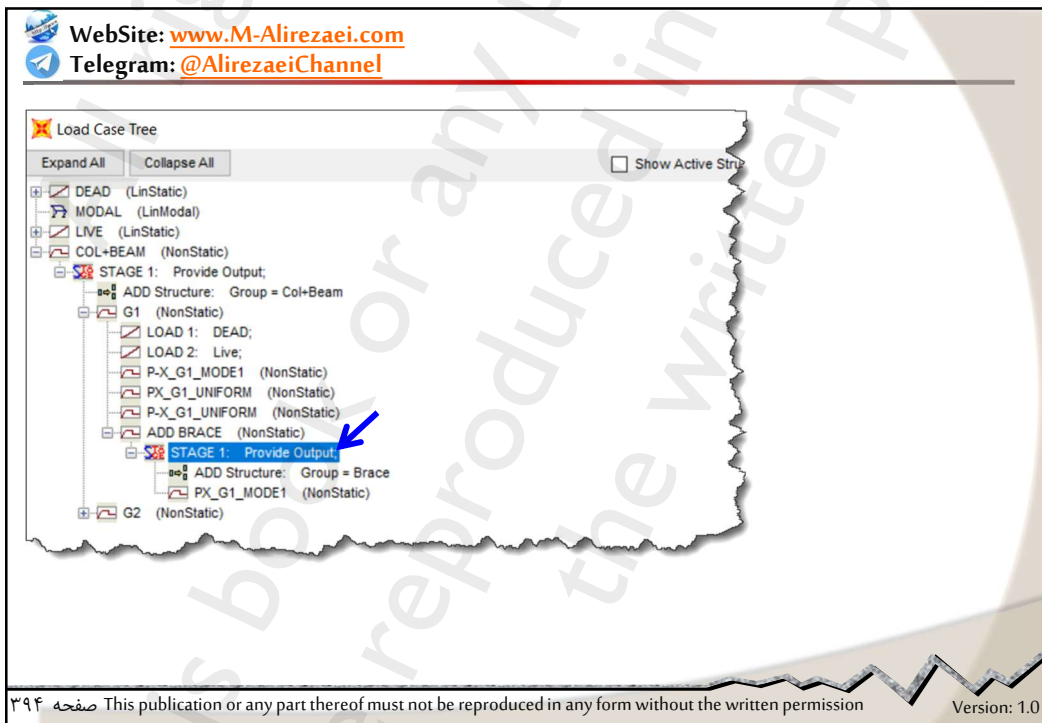
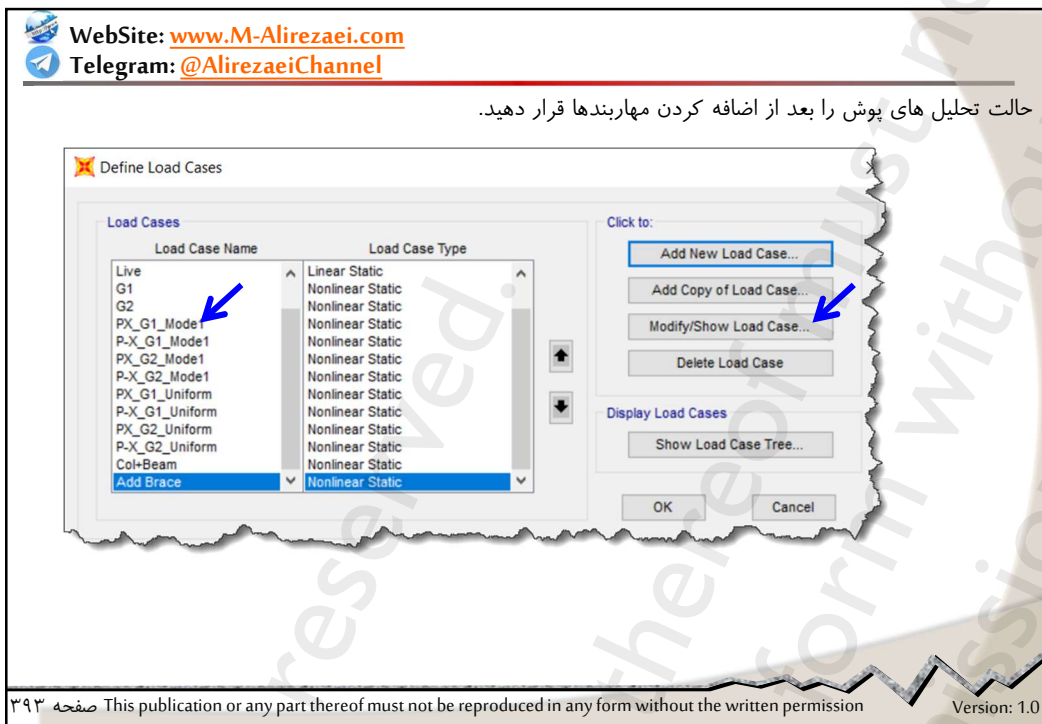
Version: 1.0

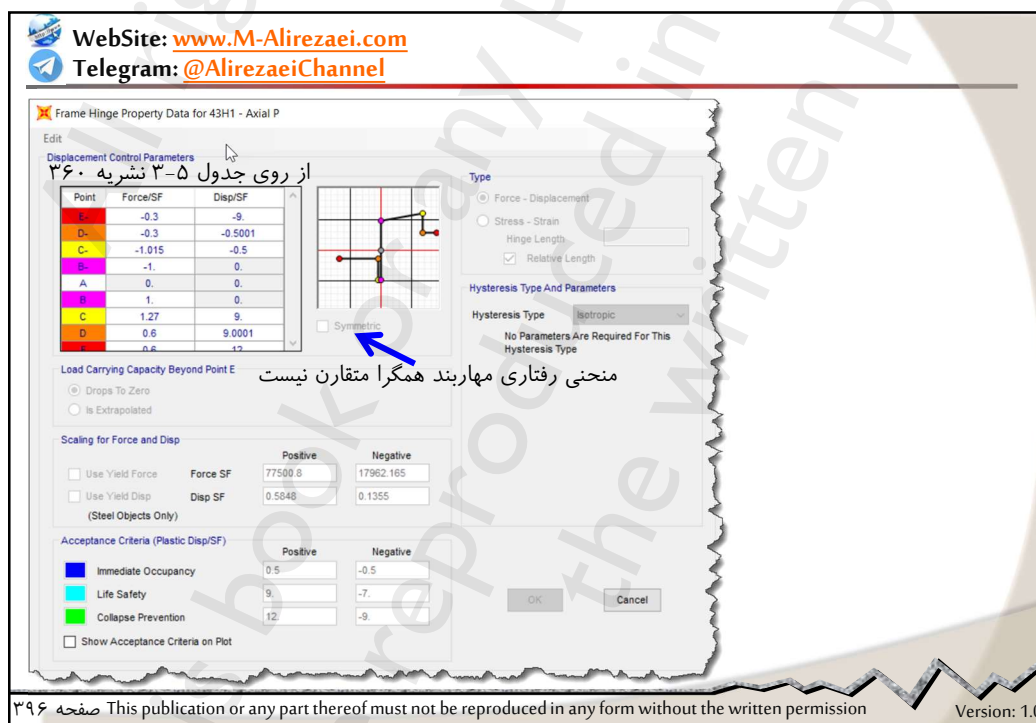
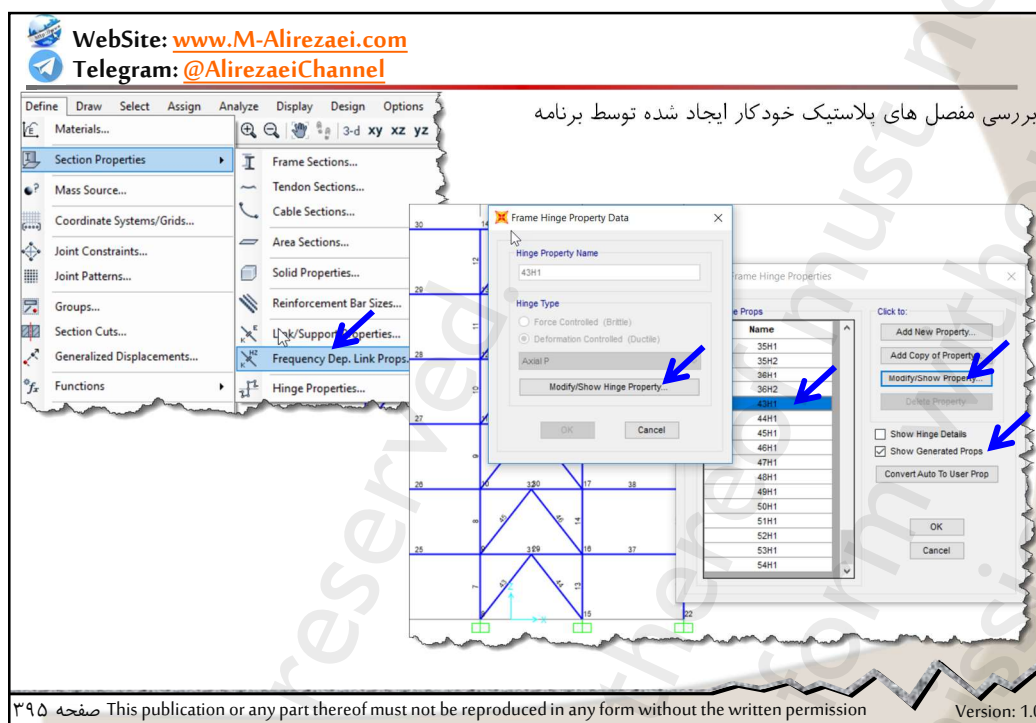
WebSite: www.M-Alirezaei.com
Telegram: @AlirezaeiChannel

مهاربندها را انتخاب و به آنها مفصل پلاستیک اختصاص دهید.

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

Version: 1.0





WebSite: www.M-Alirezaei.com

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

از کجا باید بدانیم کماتش داخل صفحه است یا خارج از صفحه؟

جدول (۵-۴): پارامترهای مدل‌سازی و معیارهای پذیرش در روش‌های غیرخطی-اجزای سازه‌ی فولادی

معیارهای پذیرش				پارامترهای مدل‌سازی ^۱ و ^۲				جزء / تلاش
تغییر شکل خمیری				نسبت تنش پس ماند	تغییر شکل خمیری			
اعضای اصلی		اعضای اصلی ^۳			کلیدی اعضا	تنش	پس ماند	
CP	LS	CP	LS	IO	c	b	a	
۷.Δ _T	۶.Δ _T	۵.Δ _T	۳.Δ _T	۰.۲۵.Δ _T	۷/۱۰	۷.Δ _T	۵.Δ _T	تیرها و ستون‌ها در کنش (به استثنای تیرو ستون‌های قاب یا مهاربندی واکرا)
مهاربند فشاری (به استثنای مهاربندهای واکرا) ^۴								
$\frac{Kl}{r} \geq 4.2 \sqrt{\frac{E}{F_{cr}}}$ برای								
۱/۰. Δ _C				۸/۰. Δ _C	۹/۰. Δ _C	۱۰. Δ _C	۱۱. Δ _C	الف: زوج تنشی و زوج طولانی کماتش داخل صفحه ^۵
۶/۰. Δ _C				۷/۰. Δ _C	۸/۰. Δ _C	۹. Δ _C	۱۰. Δ _C	ب: زوج تنشی و زوج طولانی کماتش خارج صفحه ^۶
۱/۰. Δ _C				۸/۰. Δ _C	۹/۰. Δ _C	۱۰. Δ _C	۱۱. Δ _C	پ: مقطع Z یا I
۶/۰. Δ _C				۷/۰. Δ _C	۸/۰. Δ _C	۹. Δ _C	۱۰. Δ _C	ت: مقطع طولی و مقاطع طولانی شکل
$\frac{Kl}{r} \leq 2.1 \sqrt{\frac{E}{F_{cr}}}$ برای								
۸. Δ _C				۷. Δ _C	۶. Δ _C	۵. Δ _C	۴. Δ _C	الف: زوج تنشی و زوج طولانی کماتش داخل صفحه ^۵
۷. Δ _C				۶. Δ _C	۵. Δ _C	۴. Δ _C	۳. Δ _C	ب: زوج تنشی و زوج طولانی کماتش خارج صفحه ^۶
۸. Δ _C				۷. Δ _C	۶. Δ _C	۵. Δ _C	۴. Δ _C	پ: مقطع Z یا I
۷. Δ _C				۶. Δ _C	۵. Δ _C	۴. Δ _C	۳. Δ _C	ج: مقطع طولی و مقاطع طولانی شکل
$2.1 \sqrt{\frac{E}{F_{cr}}} < \frac{Kl}{r} < 4.2 \sqrt{\frac{E}{F_{cr}}}$ برای								
با استفاده از درون‌یابی خطی بین مقادیر داده‌شده برای مقادیر ۱/۱۰ و ۱/۱۱ محاسبه می‌شود.								
۱۲.Δ _T	۱۱.Δ _T	۹.Δ _T	۷.Δ _T	۰.۲۵.Δ _T	۸/۱۰	۱۲.Δ _T	۱۱.Δ _T	مهاربند کششی (به استثنای مهاربندهای واکرا) ^۴

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

Version: 1

WebSite: www.M-Alirezaei.com

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

کمانش ممکن است به صورت داخل صفحه و یا خارج از صفحه صورت گیرد.



In-Plane

معمولاً وقتی محور ضعیف داخل صفحه باشد و یا اتصال آن خارج از صفحه گیردار باشد رخ میدهد



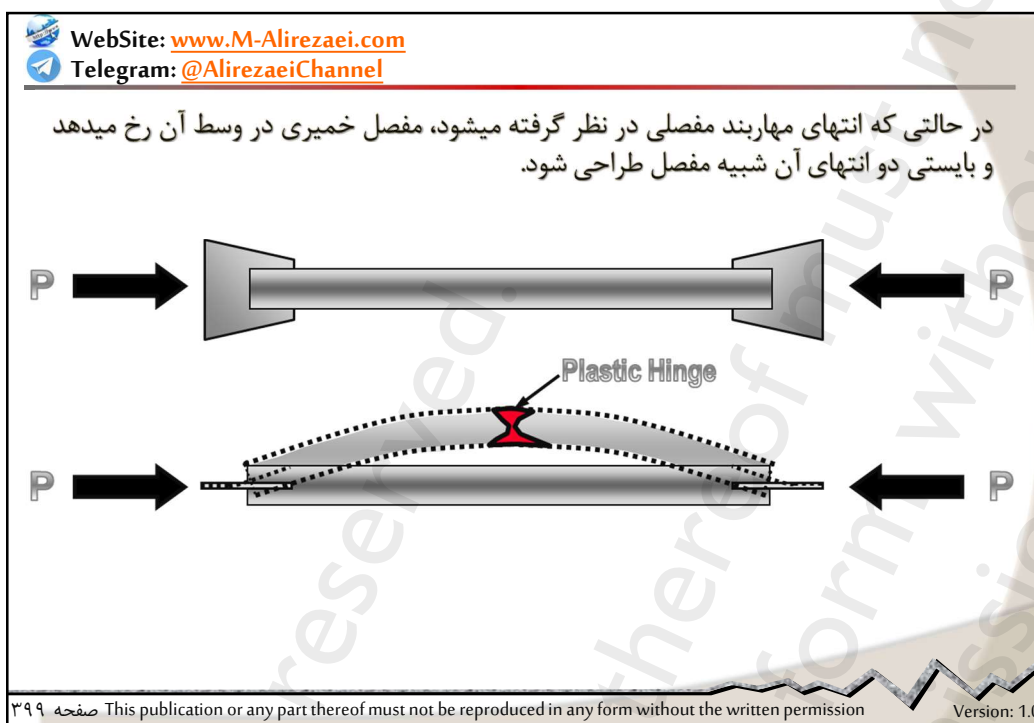
Out-of-plane

معمولاً وقتی مقطع مهاربند قوطی یا دایره باشد رخ میدهد

Version: 1.0

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

صفحه ۳۹۸



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

تعداد مقاطعی بایندند که امکان کمانش آنها در داخل صفحه باشد، کم است:

۱-مقطع قوطی به مانند شکل روبرو:
Flat tube (HSS)

۲-دوبل نبشی که از بال کوتاه کنار هم باشند:
Double angles (SLV)

۳-مقطع I شکل و خمش حول محور ضعیف آن باشد:
Wide flange (weak axis)

Various brace shapes oriented for in-plane buckling

Version: 1.0

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

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

* در صورتی که مهاربندی برای کمانش داخل صفحه طراحی میشود، برای اطمینان از وقوع این کمانش بایستی نسبت شعاع ژیراسیون حول محور X به شعاع ژیراسیون حول محور Y کمتر از 0.65 باشد.

$$\frac{r_x}{r_y} \leq 0.65$$

* در صورتی که مهاربند در داخل دیوار باشد، به سبب سختی درون صفحه دیوار امکان وقوع کمانش داخل صفحه کاهش می یابد.

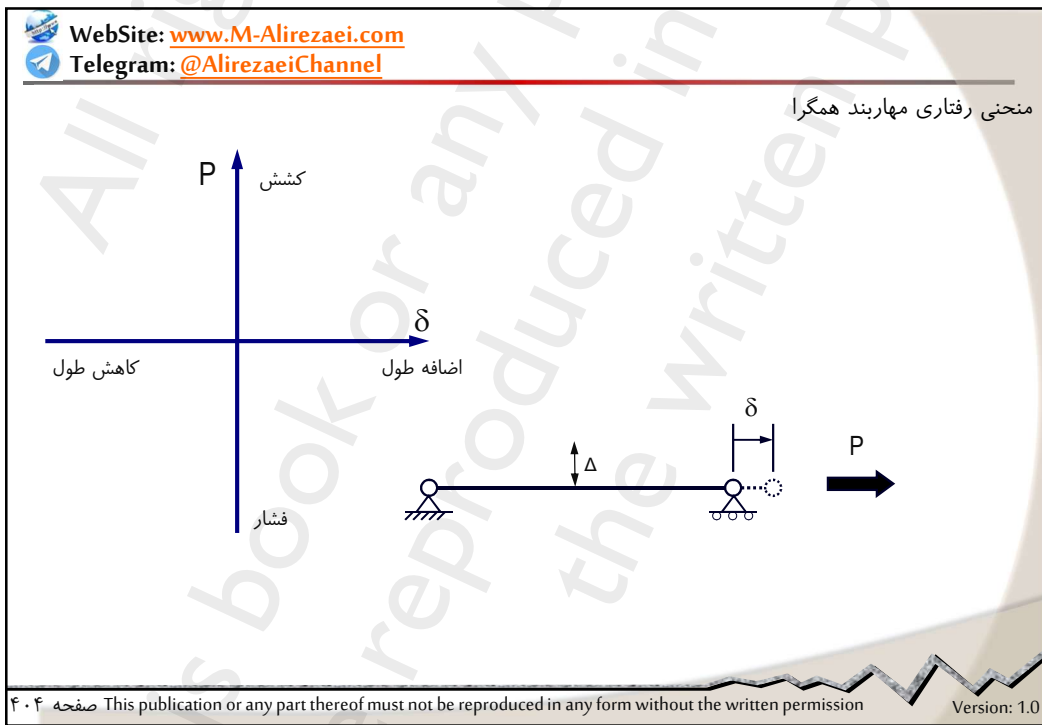
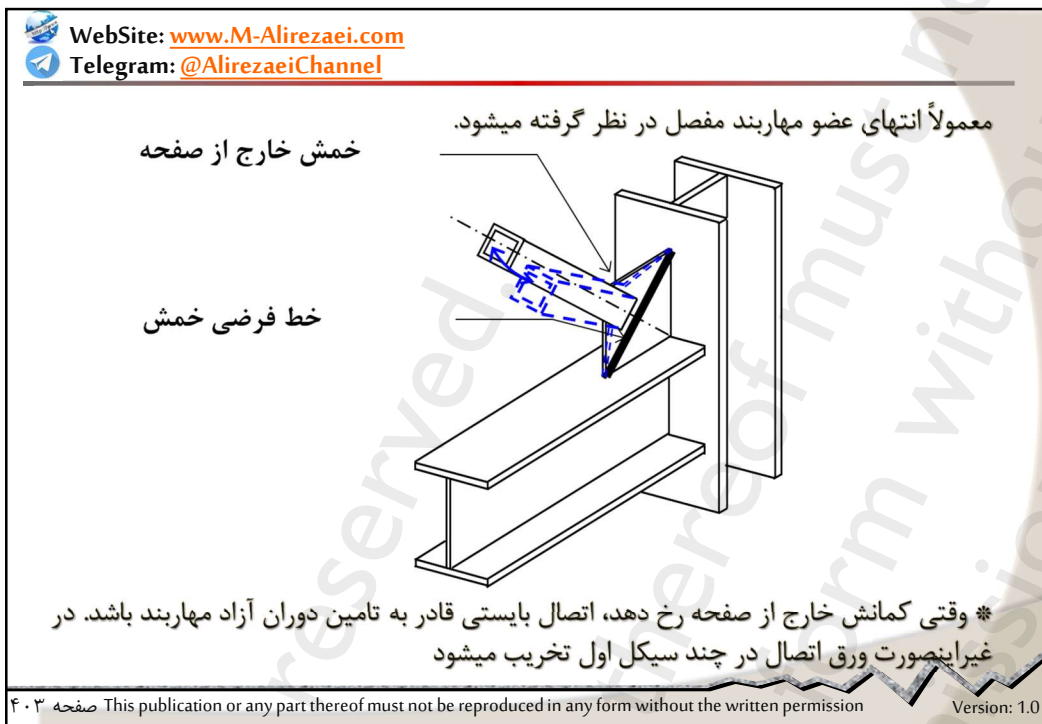
* در صورتی که مهاربند متقارن باشد، امکان وقوع کمانش داخل و خارج از صفحه ۵۰٪-۵۰٪ خواهد بود ولیکن در اغلب اوقات به سبب سختی پایین تر خارج از صفحه، کمانش خارج از صفحه رخ خواهد داد.

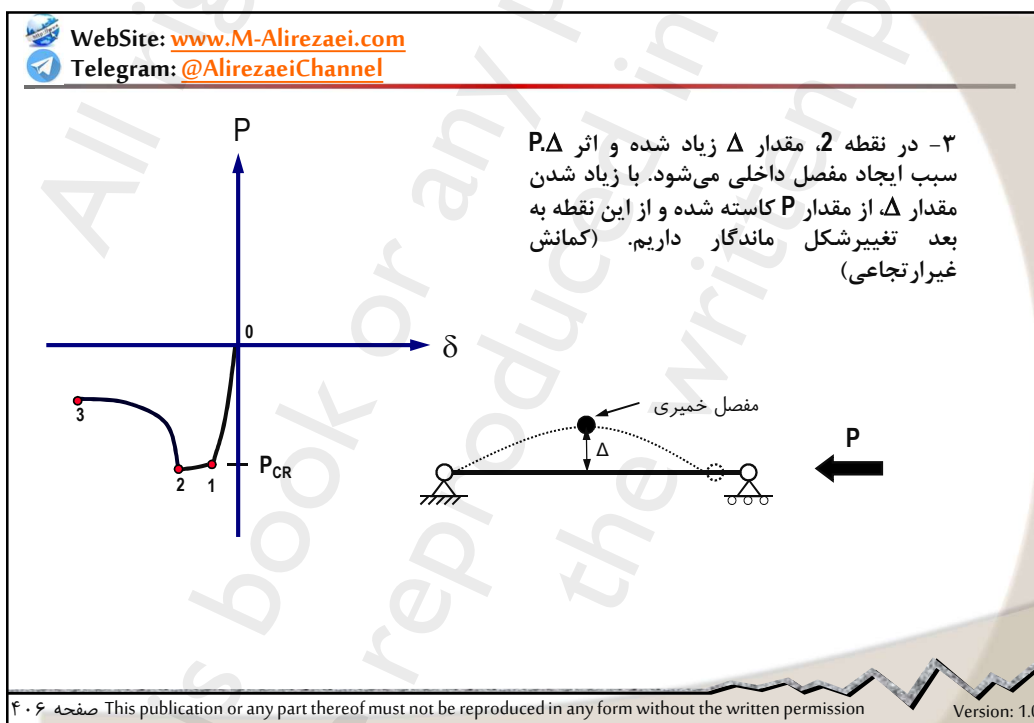
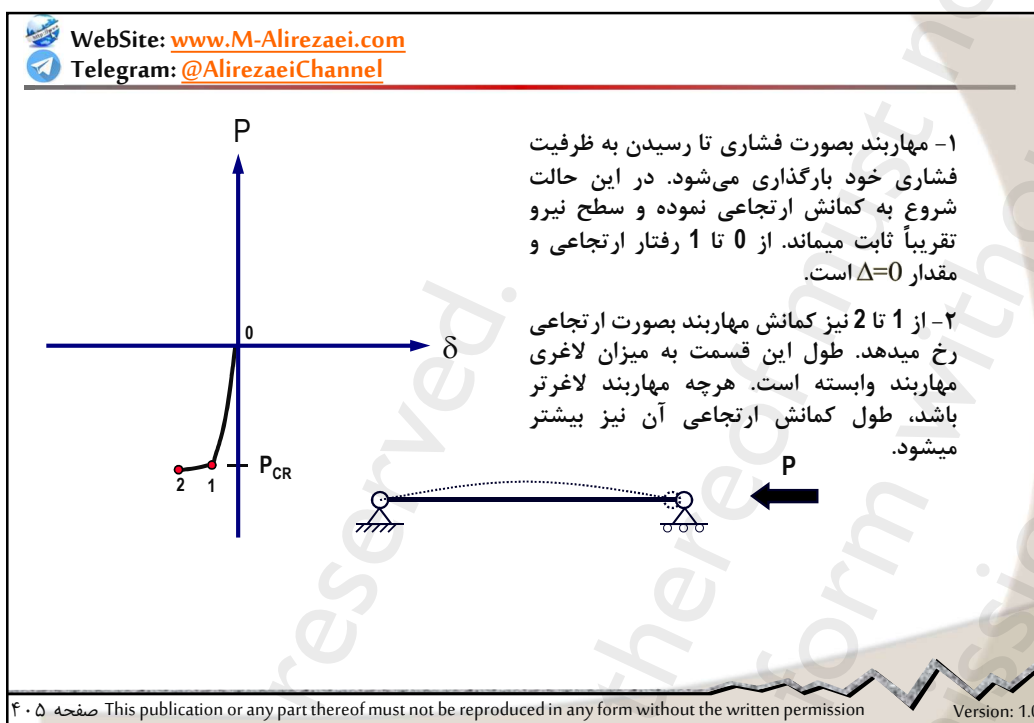
* در بیشتر مواقع (بالای ۹۵٪) کمانش مهاربند خارج صفحه رخ میدهد و سختی ورق نیز خارج صفحه بسیار ناچیز است.

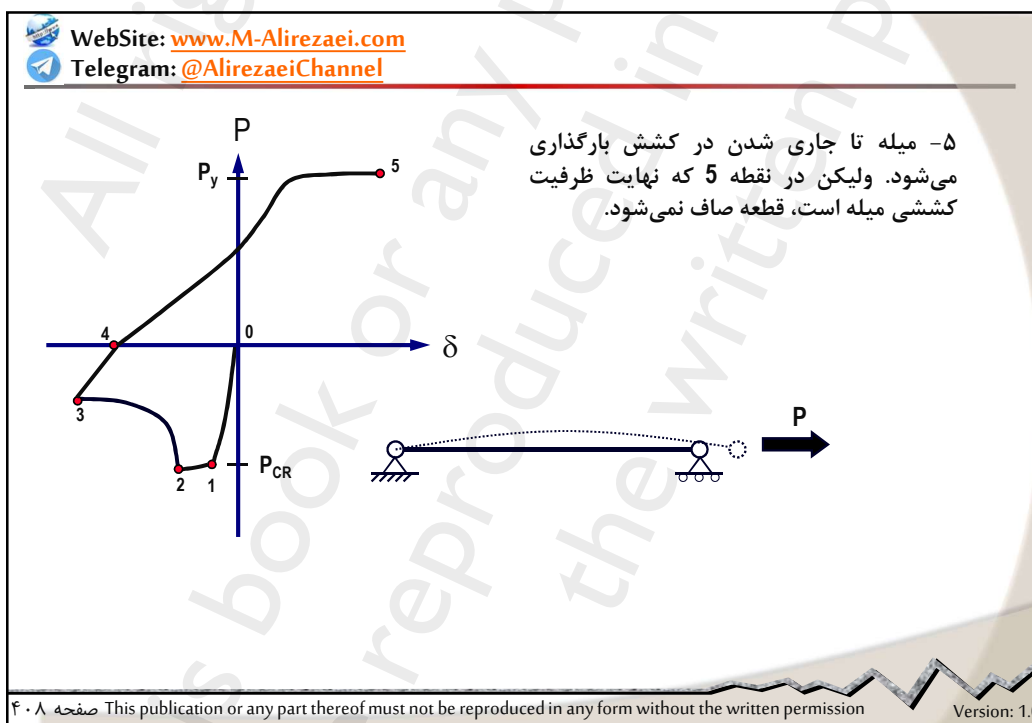
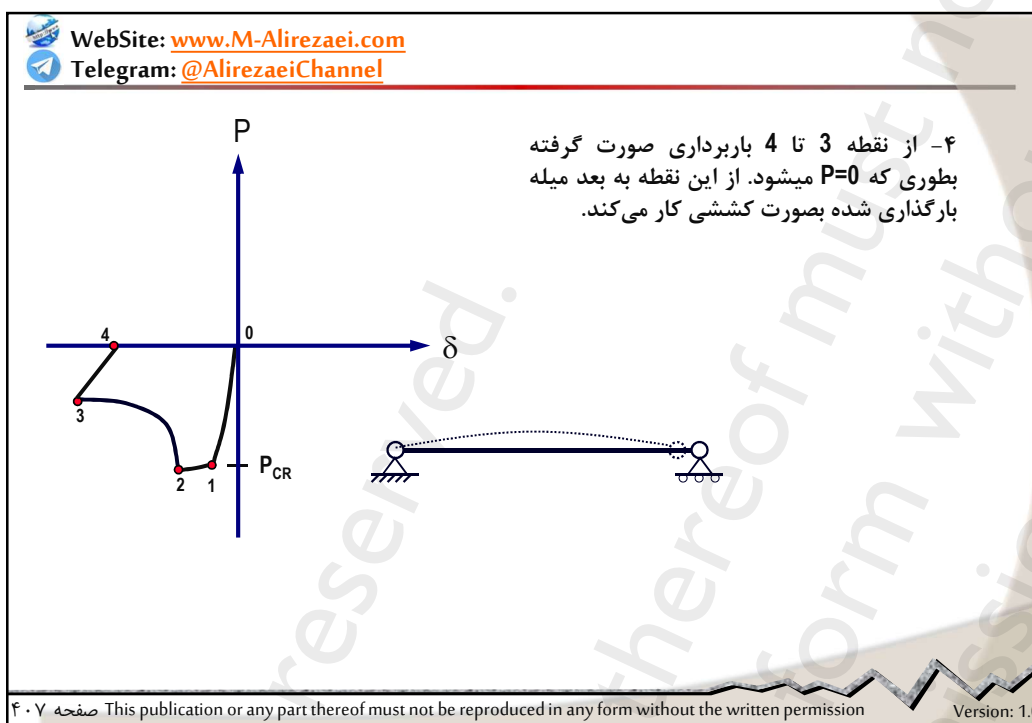
gusset plate

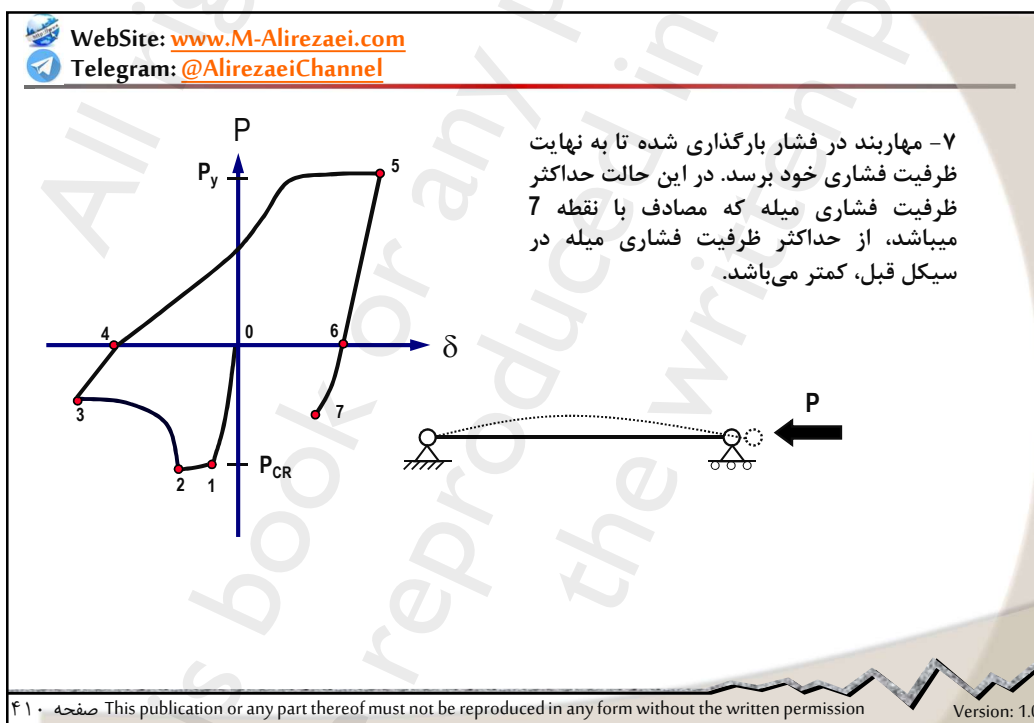
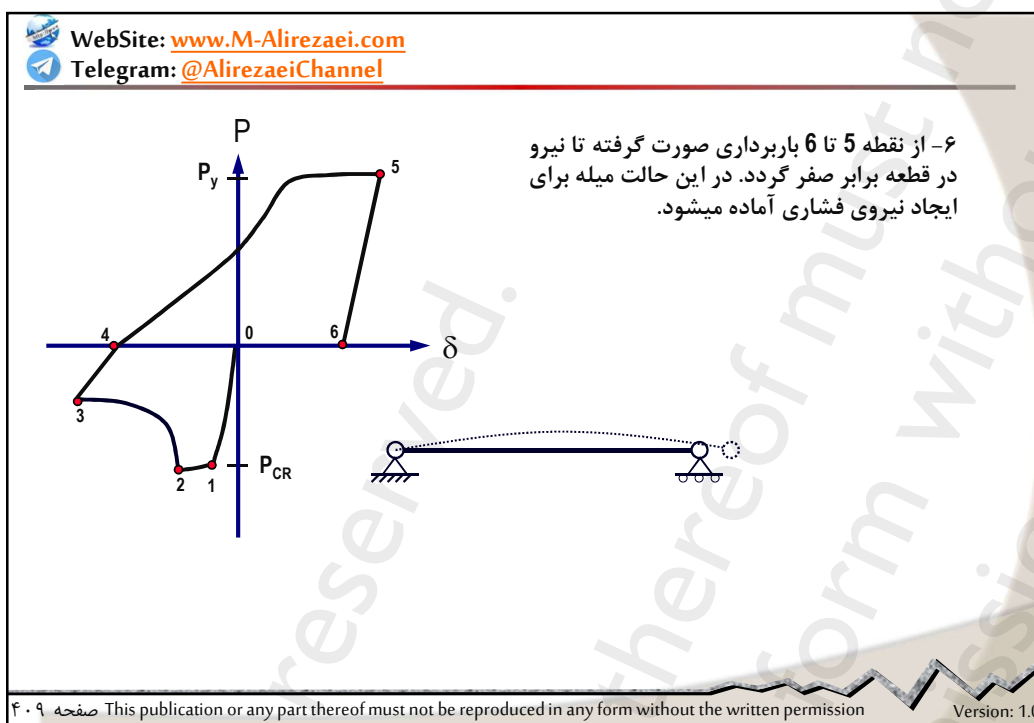
Version: 1.0

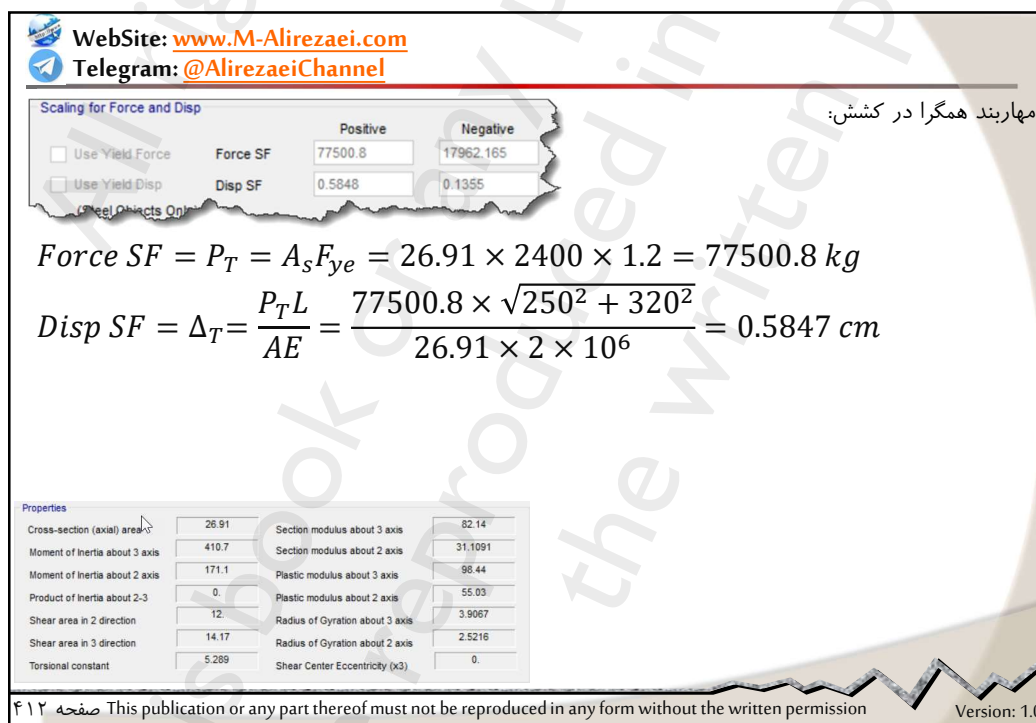
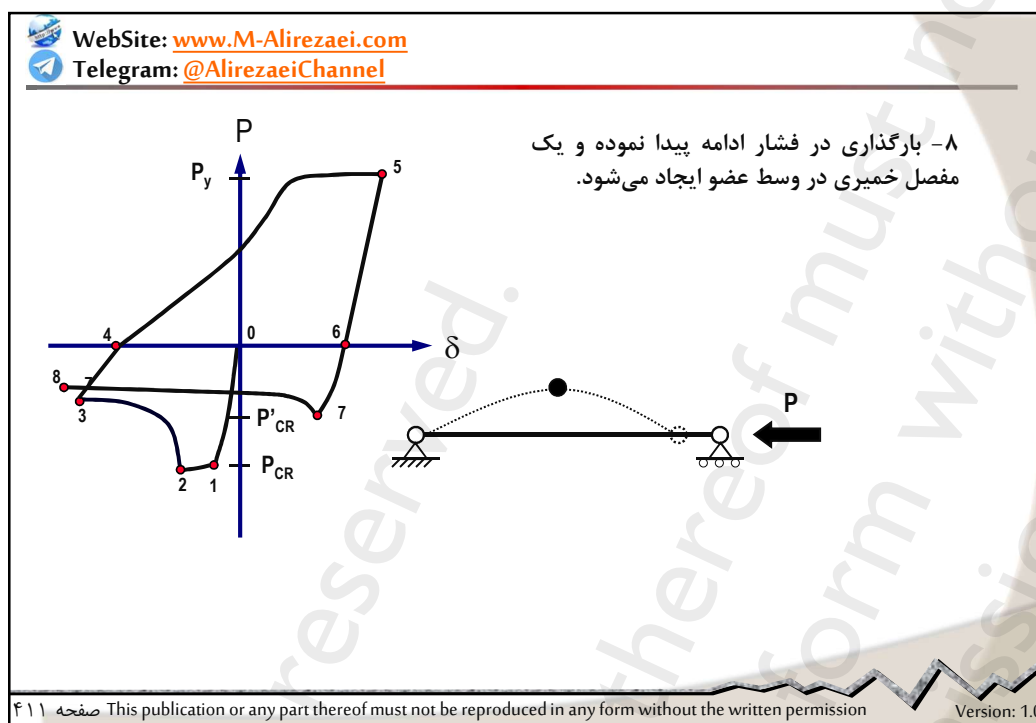
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۴۰۲











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

Scaling for Force and Disp

Positive Negative

Use Yield Force Force SF 77500.8 17962.165

Use Yield Disp Disp SF 0.5848 0.1355

مهاربند همگرا در فشار:

از روابط مبحث دهم $Force SF = P_c = 17962.165 \text{ kg}$

$Disp SF = \Delta_c = \frac{P_c L}{AE} = \frac{17962.165 \times \sqrt{250^2 + 320^2}}{26.91 \times 2 \times 10^6} = 0.1355 \text{ cm}$

Properties

Cross-section (axial) area	26.91	Section modulus about 3 axis	82.14
Moment of inertia about 3 axis	410.7	Section modulus about 2 axis	31.1091
Moment of inertia about 2 axis	171.1	Plastic modulus about 3 axis	98.44
Product of inertia about 2-3	0.	Plastic modulus about 2 axis	55.03
Shear area in 2 direction	12.	Radius of Gyration about 3 axis	3.9067
Shear area in 3 direction	14.17	Radius of Gyration about 2 axis	2.5216
Torsional constant	5.289	Shear Center Eccentricity (x3)	0.

صفحه ۴۱۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

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

مثال ۵) تحلیل تاریخچه زمانی یک ساختمان فولادی دو بعدی بصورت قاب خمشی توسط زلزله طبرس

نوع خاک: II

ارتفاع طبقات 3.2 m

نوع فولاد S235JR

شدت بار مرده روی تیرها 2t/m و زنده 1t/m

صفحه ۴۱۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: @AlirezaeiChannel

* چند شتابنگاشت انتخاب شود؟ سه یا هفت؟

* چرا در بازه 1.5T تا 0.2T بایستی با طیف استاندارد مقایسه نمود؟

* شتابنگاشت های انتخابی چه خصوصیتی داشته باشند؟

شتاب نگاشت هایی که در تعیین اثر حرکت زمین مورد استفاده قرار می گیرند باید تا حد امکان نمایان گر حرکت واقعی زمین درمحل احداث بنا، در هنگام وقوع زلزله، باشند. برای نیل به این هدف لازم است حداقل سه زوج شتاب نگاشت متعلق به مولفه های افقی سه زلزله مختلف ثبت شده که دارای ویژگی های زیرباشند انتخاب شوند:

الف - شتاب نگاشت ها متعلق به زلزله هایی باشند که شرایط زلزله طرح را ارضا کنند و در آن ها آثار : بزرگا، فاصله از گسل، ساز و کار چشمه لرزه زا در نظر گرفته

Version: 1.0
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۴۱۵

WebSite: www.M-Alirezaei.com

Telegram: @AlirezaeiChannel

شتاب نگاشت هایی که در تعیین اثر حرکت زمین مورد استفاده قرار می گیرند باید تا حد امکان نمایان گر حرکت واقعی زمین درمحل احداث بنا، در هنگام وقوع زلزله، باشند. برای نیل به این هدف لازم است حداقل سه زوج شتاب نگاشت متعلق به مولفه های افقی سه زلزله مختلف ثبت شده که دارای ویژگی های زیرباشند انتخاب شوند:

الف - شتاب نگاشتها متعلق به زلزله هایی باشند که شرایط زلزله طرح را ارضا کنند و در آنها آثار: بزرگا، فاصله از گسل، ساز و کار چشمه لرزه زا در نظر گرفته شده باشد.

ب - ساختگاه های شتاب نگاشت ها باید به لحاظ ویژگی های زمین شناسی، تکتونیکی، لرزه شناسی و بخصوص مشخصات لایه های خاک با زمین محل ساختمان، تا حد امکان، مشابهت داشته باشند.

پ - مدت زمان حرکت شدید زمین در شتاب نگاشت ها حداقل برابر با ۱۰ ثانیه یا سه برابر زمان تناوب اصلی سازه، هر کدام بیشتر است، باشد

Version: 1.0
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۴۱۶

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

ابتدا شتابنگاشت را دو خطی میکنیم. برای این منظور، میتوان از برنامه SeismoSignal استفاده نمود

Acceleration File
PEER STRONG MOTION DATABASE RECORD. PROCESSING BY PACIFIC ENGINEERING.
TABAS, IRAN 09/16/78 : TABAS, LN
ACCELERATION TIME HISTORY IN UNITS OF G. FILTER POINTS: HP=0.05 Hz LP=unknown
NPTS= 1642, DT= .02000 SEC

Time [sec]	Acceleration [g]
0.0000	-0.00993
0.0200	
0.0400	
0.0600	
0.0800	
0.1000	
0.1200	

صفحه ۴۱۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

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

فایل حاوی شتابنگاشت وارد برنامه SAP2000 شود.

Define Time History Functions

Functions

- RAMPTH
- UNIFTH

Choose Function Type to Add

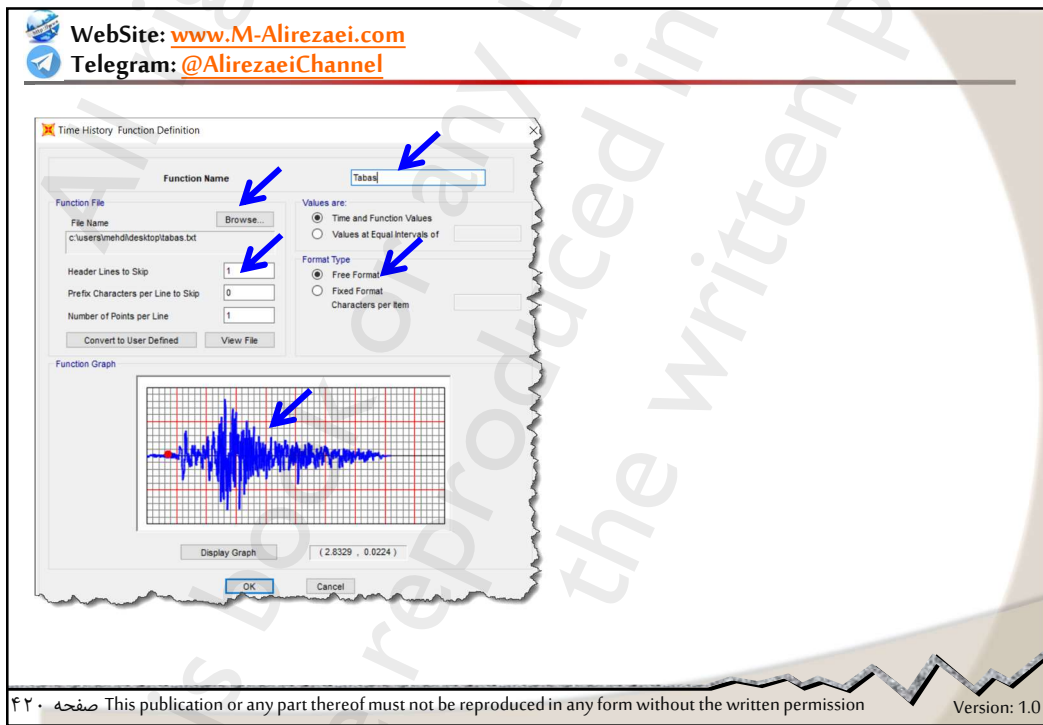
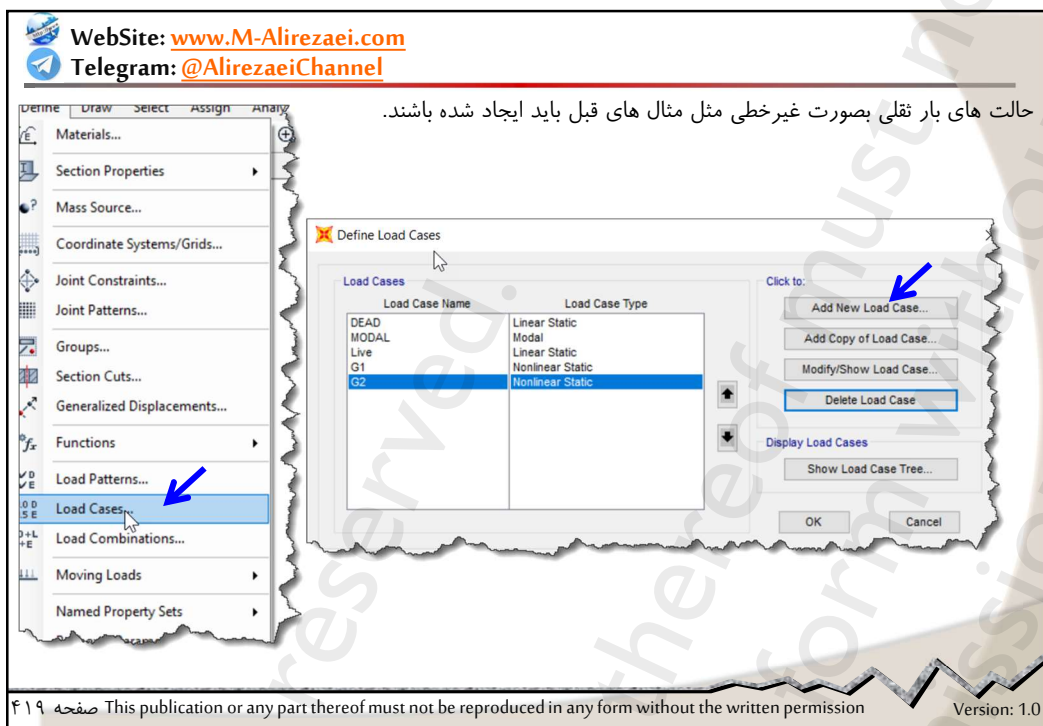
From File

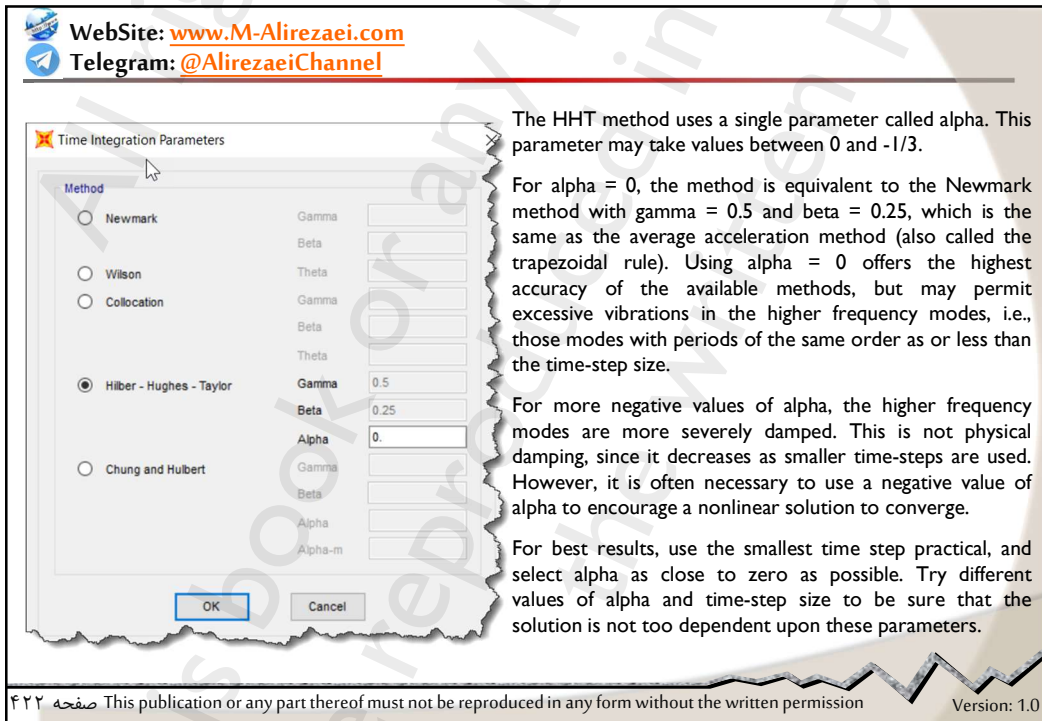
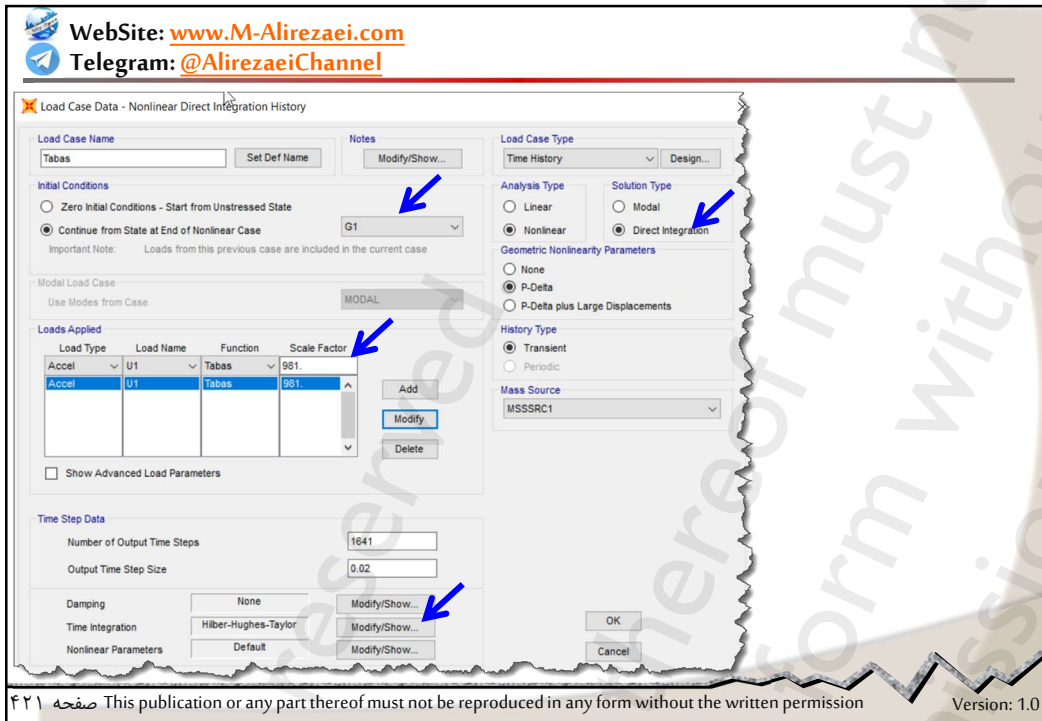
Click to:

- Add New Function...
- Modify/Show Function...
- Delete Function

OK Cancel

صفحه ۴۱۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0





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

مثال ۶) تحلیل استاتیکی غیرخطی ساخت غیرمرحله ای یک سازه فولادی قاب خمشی و مهاربندی شده همگرا. فرض کنید تیرها و ستون ها موجود هستند.

نوع خاک: II

ارتفاع طبقات 3.2 m

نوع فولاد S235JR

شدت بار مرده روی تیرها 2t/m و زنده 1t/m

مقطع مهاربندها 2UNP140 در تمام طبقات

طول تیر پیوند ۷۰ سانتیمتر

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

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

ادامه ی جدول (۳-۵): پارامترهای مدل سازی و معیارهای پذیرش در روش های غیرخطی - اجزای سازه فولادی

معیارهای پذیرش		پارامترهای مدل سازی			نسبت تنش			جزء / تلاش	
زاویه ی چرخش خمیری، رادپان		کلیه ی اعضا			پس ماند				
اعضای غیراصلی	اعضای اصلی ^{۱۲}	CP	LS	CP	LS	IO	c	b	a
CP	LS	CP	LS	CP	LS	IO	c	b	a
-۰/۱۶	-۰/۱۴	-۰/۱۴	-۰/۱۱	-۰/۰۵	-۰/۰۵	-۰/۰۵	-۰/۱۷	-۰/۱۵	-۰/۱۵
مشابه با مقادیر در تیرها									$e \leq \frac{1.6M_{CE}}{V_{CE}}$
با استفاده از درون یابی خطی محاسبه می شود.									$e \geq \frac{2.6M_{CE}}{V_{CE}}$
									$\frac{1.6M_{CE}}{V_{CE}} < e < \frac{2.6M_{CE}}{V_{CE}}$

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

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

۱- تیر پیوند: مدل رفتاری تیر پیوند باید براساس مقاومت مورد انتظار، Q_{CE} (برحسب برش)، در مقابل چرخش یا تغییرشکل عضو تعریف گردد.

زاویه چرخش تیر پیوند در حد تسلیم، θ_y ، باید از رابطه‌ی (۳۵-۵) محاسبه شود:

$$\theta_y = \frac{Q_{CE}}{K_e e} \quad (35-5)$$

در رابطه‌ی فوق K_e ، سختی ارتجاعی تیر پیوند است که از رابطه‌ی (۳۲-۵) به‌دست می‌آید.

۴- تیر پیوند: مقاومت مورد انتظار تیر پیوند توسط برش، خمش یا ترکیبی از این دو تعیین می‌شود.

اگر $e \leq \frac{1.6M_{CE}}{V_{CE}}$ (۳۶-۵) برای محاسبه‌ی مقاومت مورد انتظار تیر پیوند استفاده می‌شود:

$$Q_{CE} = V_{CE} = 0.6F_y A_w \quad (36-5)$$

اگر $e > \frac{2.6M_{CE}}{V_{CE}}$ (۳۷-۵) برای محاسبه‌ی مقاومت مورد انتظار تیر پیوند به‌کار می‌رود.

$$Q_{CE} = V_{CE} = 2 \frac{M_{CE}}{e} \quad (37-5)$$

در روابط فوق، M_{CE} ظرفیت خمشی مورد انتظار و V_{CE} برش نظیر ظرفیت خمشی مورد انتظار تیر پیوند می‌باشد.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۴۲۵ Version: 1.0

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

۱-۲-۳-۴-۵- تیر پیوند: سختی ارتجاعی تیر پیوند شامل سختی برشی و سختی خمشی می‌باشد که مطابق رابطه (۳۲-۵) محاسبه می‌شود.

$$K_e = \frac{K_s K_b}{K_s + K_b} \quad (32-5)$$

که در آن:

$$K_s = \frac{GA_w}{e} \quad (33-5)$$

$$K_b = \frac{12EI_b}{e^3} \quad (34-5)$$

$(d_b - 2t_f) t_w : A_w$

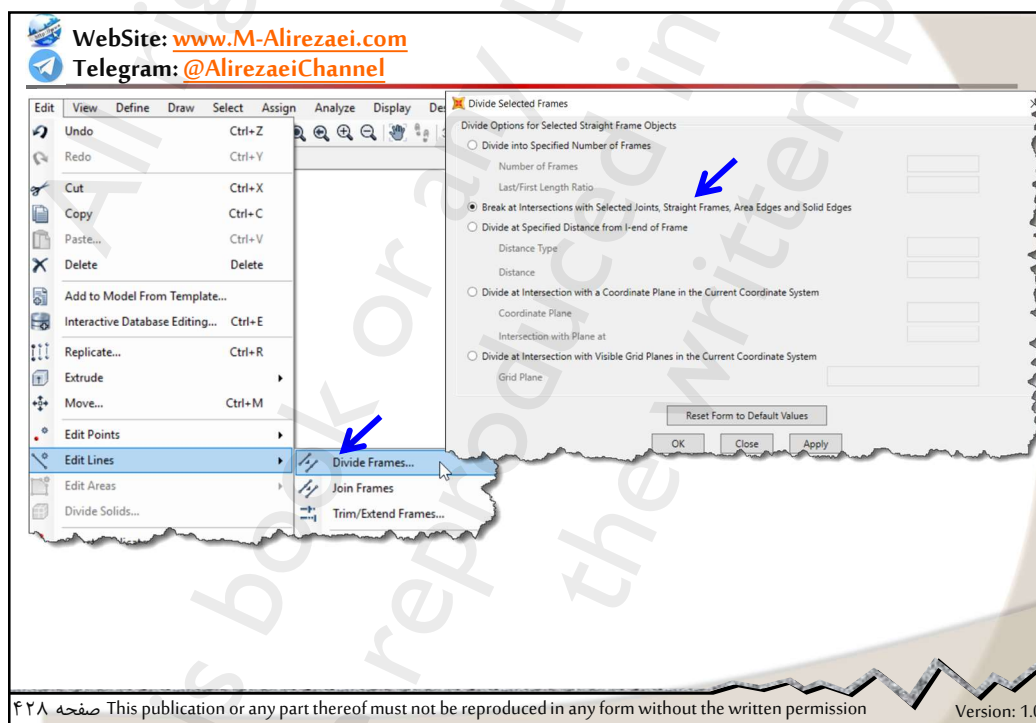
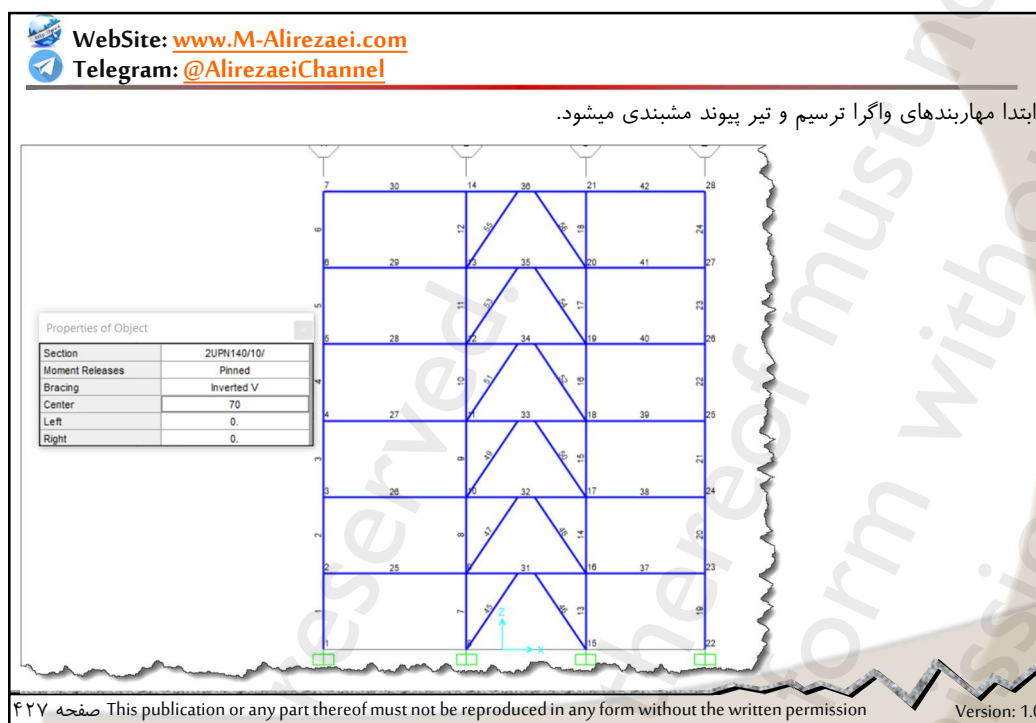
e : طول تیر پیوند؛

G : مدول برشی؛

K_e : سختی تیر پیوند؛

K_b : سختی خمشی؛

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission صفحه ۴۲۶ Version: 1.0



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

مفصل پلاستیک تیر پیوند ایجاد میشود.

$$K_e = \frac{K_s K_b}{K_s + K_b}$$

$$K_s = \frac{GA_w}{e} = \frac{769230 \times (27 - 2 \times 1.02) \times 0.66}{70} = 181028$$

$$K_b = \frac{12EI_b}{e^3} = \frac{12 \times 2 \times 10^6 \times 5790}{70^3} = 405131$$

$$K_e = \frac{181028 \times 405131}{181028 + 405131} = 125119$$

Dimensions	
Outside height (t3)	27
Top flange width (t2)	13.5
Top flange thickness (tf)	1.02
Web thickness (tw)	0.66
Bottom flange width (t2b)	13.5
Bottom flange thickness (tfb)	1.02

Properties	
Cross-section (axial) area	45.9
Moment of inertia about 3 axis	5790
Moment of inertia about 2 axis	420
Product of inertia about 2-3	0
Shear area in 2 direction	17.82
Shear area in 3 direction	22.95
Torsional constant	15.9
Section modulus about 3 axis	428.8889
Section modulus about 2 axis	62.2222
Plastic modulus about 3 axis	484
Plastic modulus about 2 axis	97
Radius of Gyration about 3 axis	11.2314
Radius of Gyration about 2 axis	3.025
Shear Center Eccentricity (x3)	0

صفحه ۴۲۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

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

$$Q_{CE} = V_{CE} = 0.6F_{ye}A_w = 0.6 \times 2400 \times 1.2 \times (27 - 2 \times 1.02) \times 0.66$$

$$= 28466 \text{ kg}$$

$$\theta_y = \frac{Q_{CE}}{K_e e} = \frac{28466}{125119 \times 70} = 0.00325$$

$$M = 0.5V_{CE}e = 0.5 \times 28466 \times 70 = 996310 \text{ kg.cm}$$

صفحه ۴۳۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission Version: 1.0

