

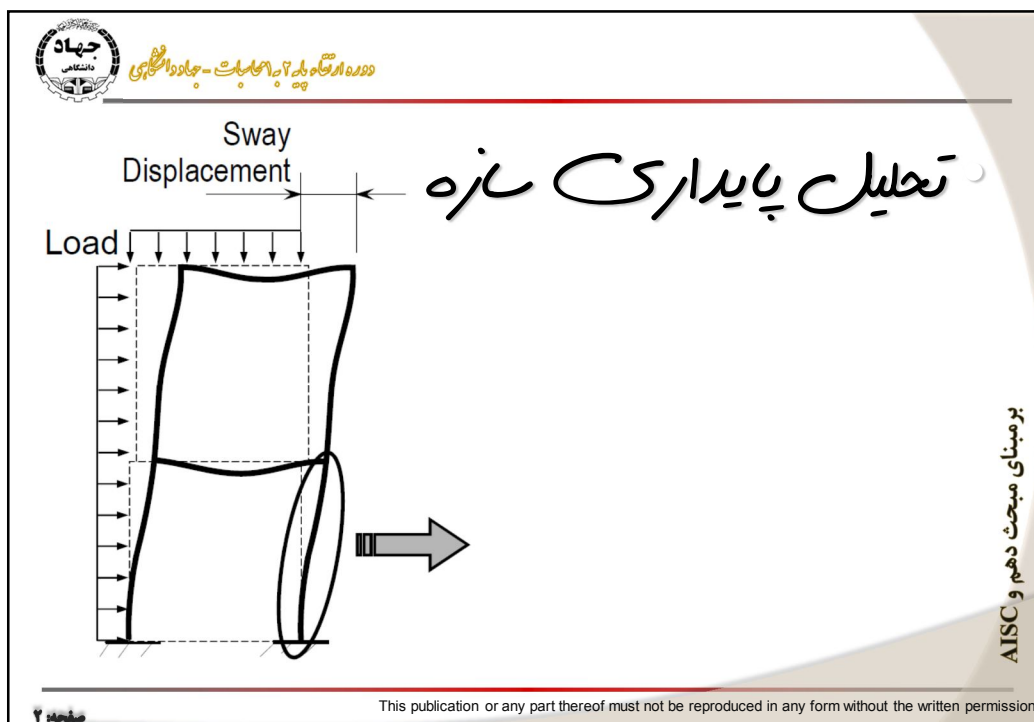
مرجع تخصصی مهندسی عمران

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

دانلود انواع پروژه های دانشجویی مهندسی عمران

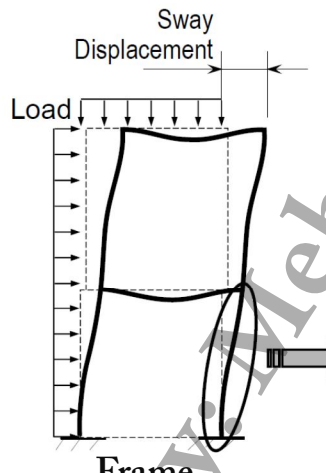
فیلم های آموزشی نرم افزار

آگهی های استخدامی عمران به صورت روزانه



اثرات مرتبه دوم چیست؟

1<sup>st</sup> Order Analysis      2<sup>nd</sup> Order Analysis



Frame

1<sup>st</sup> Order Analysis:

$$M(x) = Hx$$

$$M(h) = Hh$$

2<sup>nd</sup> Order Analysis:

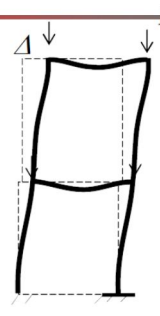
$$M(x) = Hx + P\delta + Px\Delta/h$$

$$M(h) = Hh + P\Delta$$

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

اثرات  $P-\Delta$ :

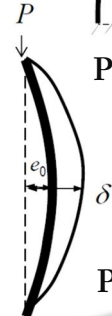
به سبب تغییر شکل قاب ایجاد می شود.



$P-\Delta$  effect

اثرات  $P-\delta$ :

به سبب تغییر شکل تیر و قاب ایجاد میشود.



$P-\delta$  effect

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

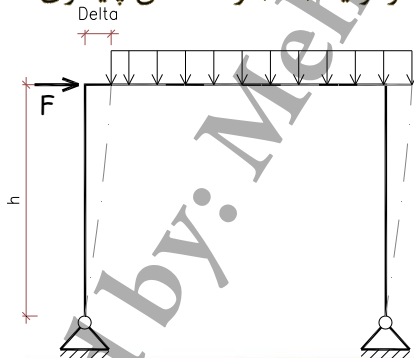


دوره اول - دوره دوم - دوره سوم - دوره چهارم - دوره پنجم - دوره ششم - دوره هفتم - دوره هشتم - دوره نهم - دوره دهم

## اثرات P-Delta:

بارهای جانبی که همزمان با بارهای ثقلی اعمال می‌شوند، سبب تغییر مکان جانبی سازه شده که وجود بارهای ثقلی سبب ایجاد لنگر مضاعفی در پای ستون می‌شود.

بعنوان یک شاخص، نسبت لنگر ثانویه ( $P\Delta$ ) به لنگر اولیه ( $Fh$ ) را شاخص پایداری می‌نامند و با نماد  $\theta$  نمایش داده می‌شود.

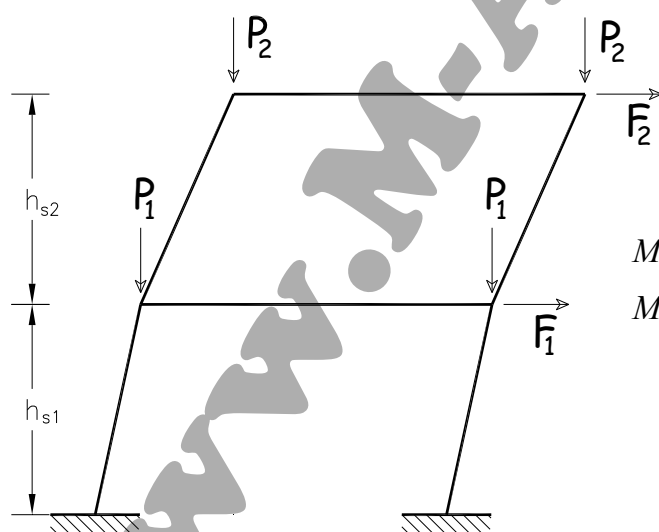


$$\theta = \frac{P\Delta}{Fh}$$

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



دوره اول - دوره دوم - دوره سوم - دوره چهارم - دوره پنجم - دوره ششم - دوره هفتم - دوره هشتم - دوره نهم - دوره دهم



$$M_{p2} = F_2 h_{s2}$$

$$M_{s2} = 2P_2 \Delta_2$$

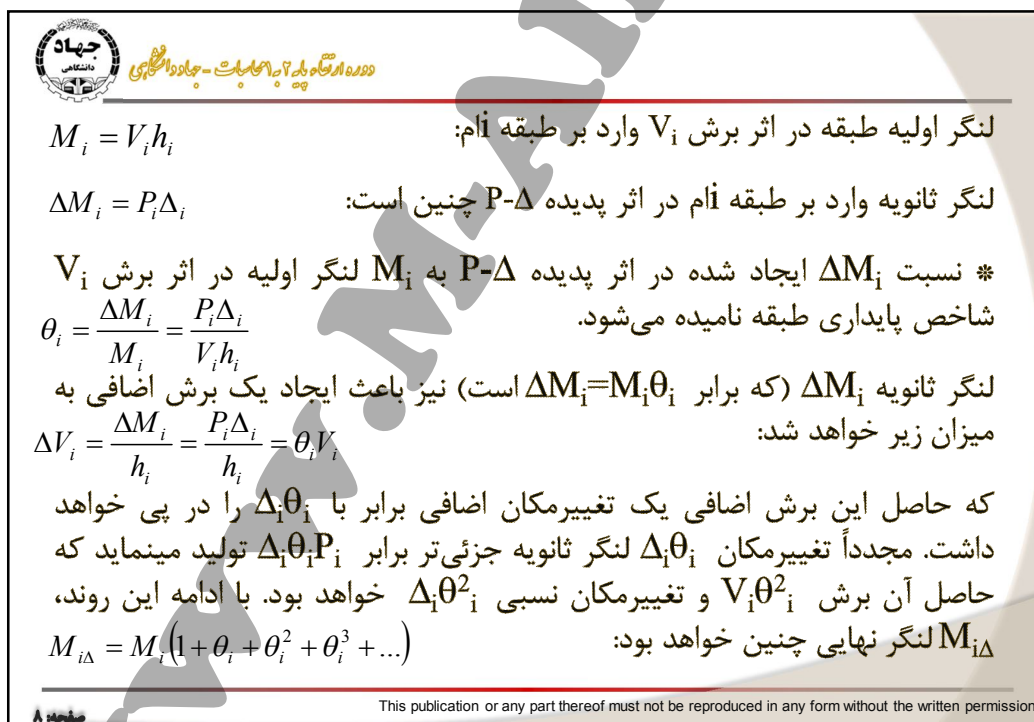
$$\theta_2 = \frac{M_{s2}}{M_{p2}}$$

$$M_{p1} = (F_1 + F_2) h_{s1}$$

$$M_{s1} = 2(P_1 + P_2) \Delta_1$$

$$\theta_1 = \frac{M_{s1}}{M_{p1}}$$

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





دانشگاه آزاد اسلامی - تهران

که یک تصاعد هندسی با قدر نسبت کمتر از یک است و حد آن بصورت زیر خواهد بود:

$$M_{i\Delta} = \frac{M_i}{1 - \theta_i}$$

برش و جابجایی نهایی طبقه 1، نیز بصورت مشابه بصورت زیر خواهد بود:

$$\bar{\Delta}_i = \frac{\Delta_i}{1 - \theta_i}$$

$$V_{i\Delta} = \frac{V_i}{1 - \theta_i}$$

مستند 9

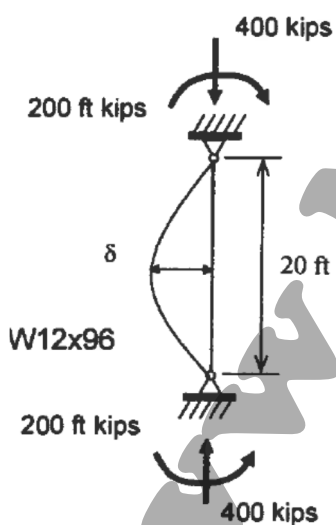
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



دانشگاه آزاد اسلامی - تهران

مثال) تحلیل مرتبه دوم:

تکرار اول:



$$\delta_{1st} = \frac{Ml^2}{8EI} = \frac{(200 \times 12) \times (20 \times 12)^2}{8 \times 29000 \times 833} = 0.715 \text{ in}$$

$$M_{2nd} = 400 \times \frac{0.715}{12} = 23.8 \text{ ft.kips}$$

$$M_r = 200 + 23.8 \approx 224 \text{ ft.kips}$$

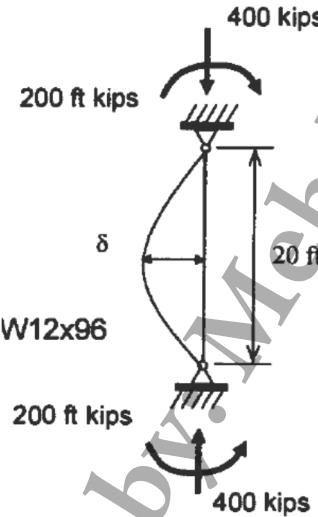
$$\text{Amplification Factor} = \frac{224}{200} = 1.12$$

مستند 9

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

ادامه:

تکرار دوم:



$$\delta_{1st} = \frac{Ml^2}{8EI} = \frac{(23.8 \times 12) \times (20 \times 12)^2}{8 \times 29000 \times 833} = 0.0851 \text{ in}$$

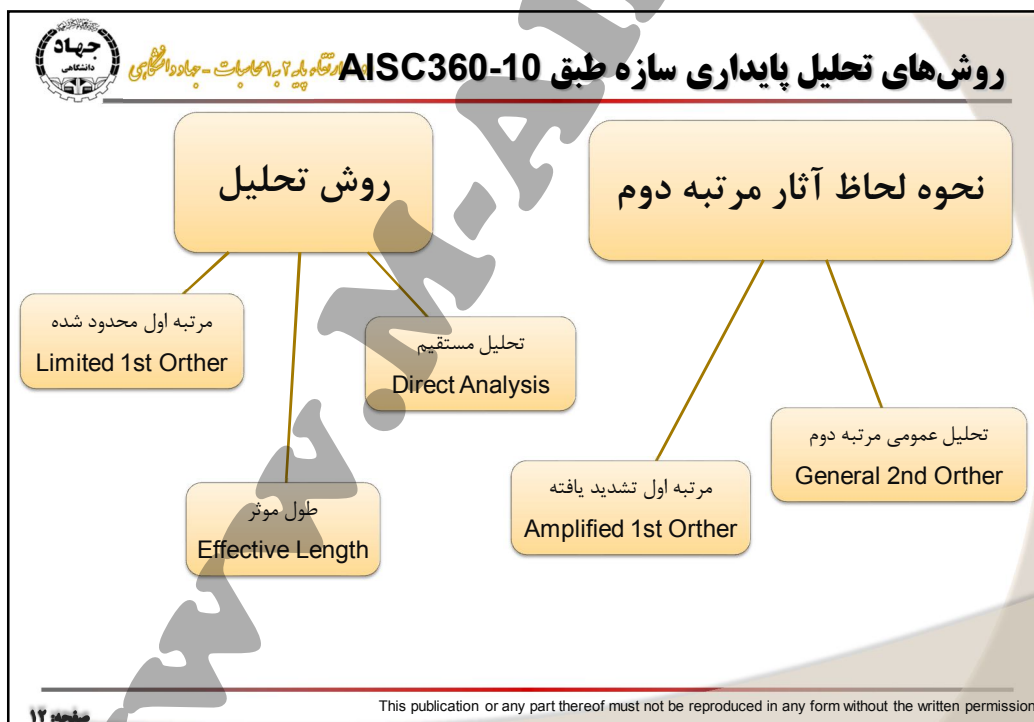
$$M_{2nd} = 400 \times \frac{0.0851}{12} = 2.84 \text{ ft.kips}$$

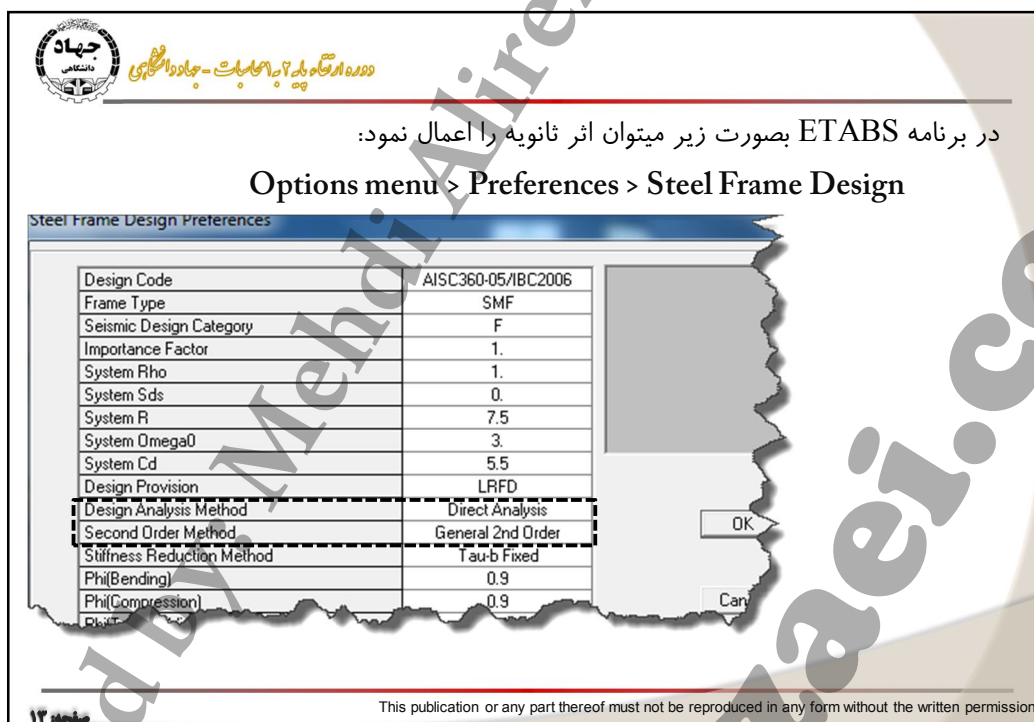
$$M_r = 200 + 23.8 + 2.84 \approx 227 \text{ ft.kips}$$

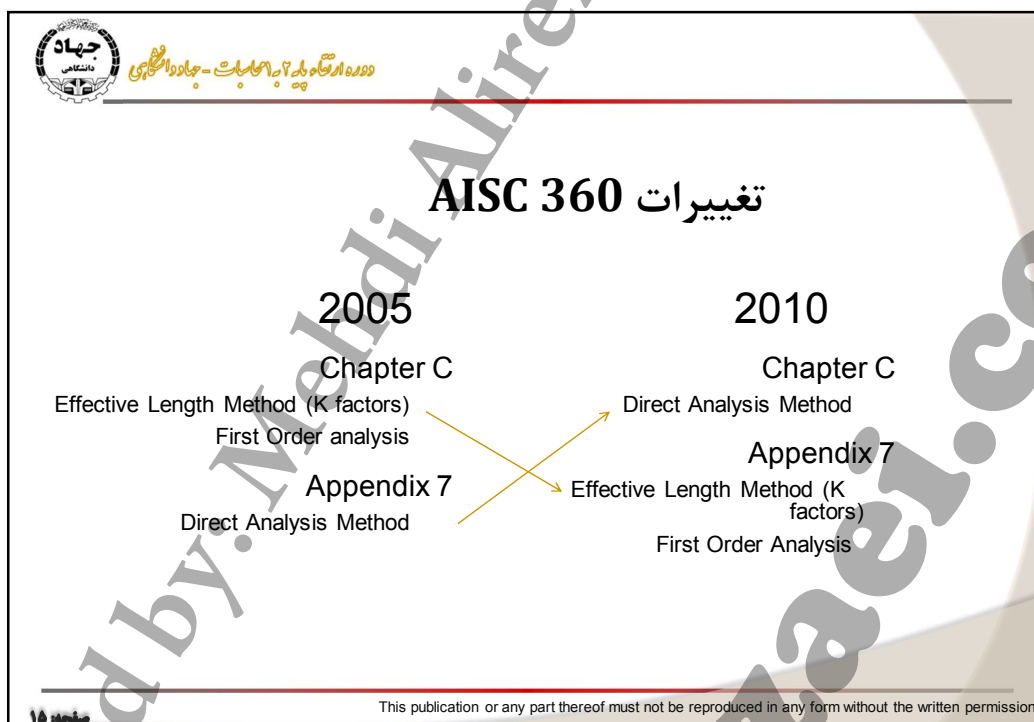
$$\text{Amplification Factor} = \frac{227}{200} = 1.14$$

11 صفحه

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







جهاد دانشگاهی  
دوره ارتقاء دانش آموختگان - جلد اول

### محدودیت‌ها و الزامات روش تحلیل مستقیم:

\* در این روش هیچ محدودیتی وجود ندارد.

\* تحلیل مطابق بند ۱۰-۲-۱-۴ از نوع تحلیل مرتبه دوم باشد. بدین معنی که تحلیل مرتبه دوم  $P-\Delta$  و  $P-\delta$  در نظر گرفته شود، و یا از تحلیل مرتبه اول تشدید شده استفاده شود (پیوست ۲ مبحث دهم).

\* مطابق بند ۱۰-۲-۱-۵-۱ آثار نواقص هندسی در تحلیل مرتبه دوم دیده شود. در سازه‌هایی که عمده بار ثقیل توسط ستونها، دیوارها و یا قاب‌های قائم تحمل میشود، به جای در نظر گرفتن نواقص هندسی اولیه در مدل میتوان به شرح زیر یک بار جانبی خیالی در طبقات ساختمان اعمال نمود:

$$N_i = 0.002Y_i$$

که در آن  $N_i$  بار جانبی فرضی در طبقه  $i$ ام و  $Y_i$  بار ثقیل ضریبدار در طبقه  $i$ ام است. این بار جانبی خیالی در حالتی که  $B_2 < 1.7$  باشد، تنها با ترکیب بارهای ثقیل بکار میرود.

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



دوره ارتقاء پایه ۲ - جابجاییات - جواد آلیرزایی

\* این بار خیالی که برای نواقص اولیه اعمال میشود، تنهای برای طراحی مقاومتی اعضا بکار میرود و برای سایر موارد نظیر کنترل تغییر مکان جانبی، خیز، ارتعاش و محاسبه زمان تناوب سازه نباید بکار برده شود.

\* در حال حاضر برنامه ETABS، ترکیب بارهای طراحی شامل بارهای ثقلی و بارهای فرضی را ایجاد می‌نماید. در صورتی که کاربر نیاز به تعریف بارهای جانبی و بارهای فرضی را داشته باشد، بایستی بصورت دستی این کار انجام شود.

\* بارهای فرضی بایستی مانند بارهای زلزله بصورت رفت و برگشتی معرفی شوند.

\* طبق بند ۱۰-۲-۱-۵-۲ مبحث دهم، بایستی از ضرایب کاهش سختی زیر استفاده نمود:

۱- ضریب کاهش ۰/۸ برای کلیه اعضا

۲- یک ضریب اضافه  $\tau_b$  به شرح زیر در سختی خمشی اعضایی که در پایداری سازه موثر هستند:

$$(EI)^* = 0.8\tau_b EI$$

صفحه ۱۷

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



دوره ارتقاء پایه ۲ - جابجاییات - جواد آلیرزایی

$$(EI)^* = 0.8\tau_b EI \quad , \quad \tau_b = \begin{cases} 1.0 & \frac{\alpha P_u}{P_y} \leq 0.5 \\ 4 \frac{\alpha P_u}{P_y} \left( 1 - \frac{\alpha P_u}{P_y} \right) & \frac{\alpha P_u}{P_y} > 0.5 \end{cases}$$

که در رابطه فوق  $P_u$  مقاومت فشاری مورد نیاز و  $P_y$  مقاومت تسلیم محوری است.

در تمام حالات می‌توان  $\tau_b$  را برابر یک در نظر گرفت (محافظه کارانه)، به شرطی که بار جانبی مجازی را ۵۰٪ بیش از حالت معمول، یعنی به مقدار ۰.۰۰۳ برابر بارهای ثقلی اعمال نمود. در این حالت بایستی این بار جانبی اضافی در کلیه ترکیبات بارگذاری به همراه بارهای جانبی و بارهای جانبی فرضی در نظر گرفته شوند.

\* طبق AISC، مقدار ضریب  $\alpha$  در رابطه فوق، برای ۱/۶ در روش تنش مجاز و برابر ۱ در روش حالات حدی در نظر می‌گیرد. مبحث دهم که بر مبنای حالات حدی نگارش شده، مقدار  $\alpha$  را برابر یک در نظر می‌گیرد.

صفحه ۱۸

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



دوره ارتقاء دانش و مهارت - جهاد دانشگاهی

همچنین سختی محوری کاهش یافته  $EA^*$  باید برای اعضای که سختی محوری آنها در پایداری جانبی سازه مشارکت دارند بصورت زیر در نظر گرفته شوند:

$$(EA)^* = 0.8EA$$

\* برخی از مزایای روش مستقیم را می توان بصورت زیر نام برد:

- استفاده از روش مستقیم محدودیتی ندارد.

- در این حالت ضریب طول موثر تمام ستون ها ۱ بوده و نیازی به کنترل طبقه مهار شده و مهار نشده نیست.

- در این روش انجام تحلیل توسط کاربر ساده تر و سریع تر از روش های دیگر است.

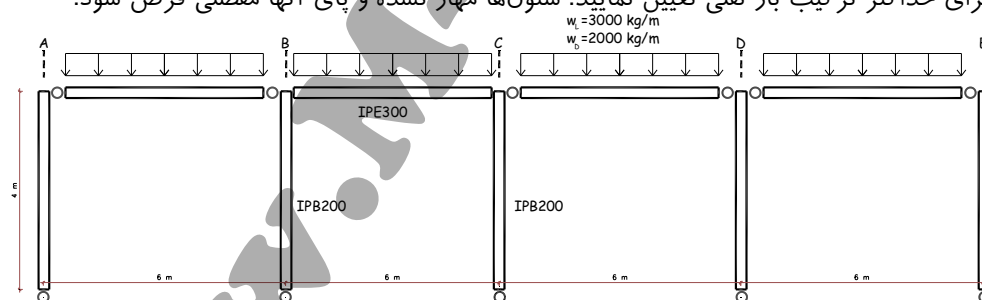
صفحه ۱۹

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



دوره ارتقاء دانش و مهارت - جهاد دانشگاهی

**مثال تحلیل یک قاب خمشی با استفاده از روش مستقیم** با استفاده از روش تحلیل مستقیم، مقاومت مورد نیاز و ضریب طول موثر ستون ها را در قاب خمشی نشان داده شده در شکل زیر برای حداکثر ترکیب بار ثقیلی تعیین نمایید. ستون ها مهار نشده و پای آنها مفصلی فرض شود.



تیرهای بین محور A تا B، C تا D و D تا E مفصلی بوده و مشارکتی در بار جانبی ندارند. بنابراین طبق بند ۱۰-۲-۱-۳ به عنوان قاب ثقیلی تلقی شده و برای آنها  $K=1$  می باشد. طول تمام دهانه ها ۶ و ارتفاع سازه ۴ متر است. قاب بین B تا C گیردار بوده و جزئی از سیستم لرزه بر سازه می باشد.

صفحه ۲۰

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



دوره ارتقاء پایه و تخصصی - جلد دوم

طبق بند ۳-۳-۲-۶ مبحث ششم، حداکثر بار ثقیلی بصورت زیر تعیین می‌شود:

$$w_u = 1.2D + 1.6L = 1.2(2000) + 1.6(3000) = 7200 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

بنابراین بار متمرکز ناشی از نصف سطح بارگیر تیرهای بین محور AB و CD، که روی ستون روی محور B و C مستقیم اعمال می‌شود، برابر است با:

$$P'_u = 3 \text{ m} \times 7200 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 10^{-3} = 21.6 \text{ ton}$$

همچنین بار متمرکز ناشی از قاب‌های ساده که در پایداری سیستم لرزه‌بر دخیل هستند بصورت زیر می‌باشد:

$$P'_{ul} = 12 \text{ m} \times 7200 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 10^{-3} = 86.4 \text{ ton}$$

طبق بند ۱-۱-۵-۱-۲-۱۰ مبحث دهم، بایستی یک بار فرضی بصورت زیر در نظر گرفته شود:

$$Y_i = 24 \text{ m} \times 7200 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 10^{-3} = 172.8 \text{ ton} \Rightarrow N_i = 0.002Y_i = 0.002 \times 172.8 \text{ ton} = 0.345 \text{ ton}$$

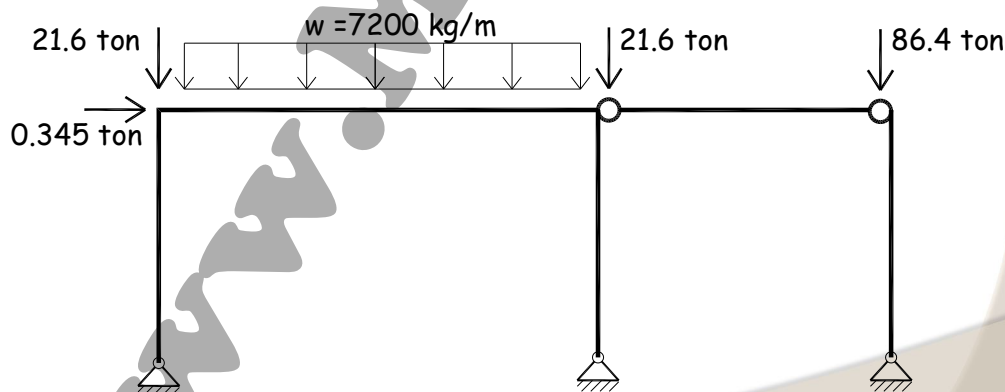
صفحه ۲۱

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



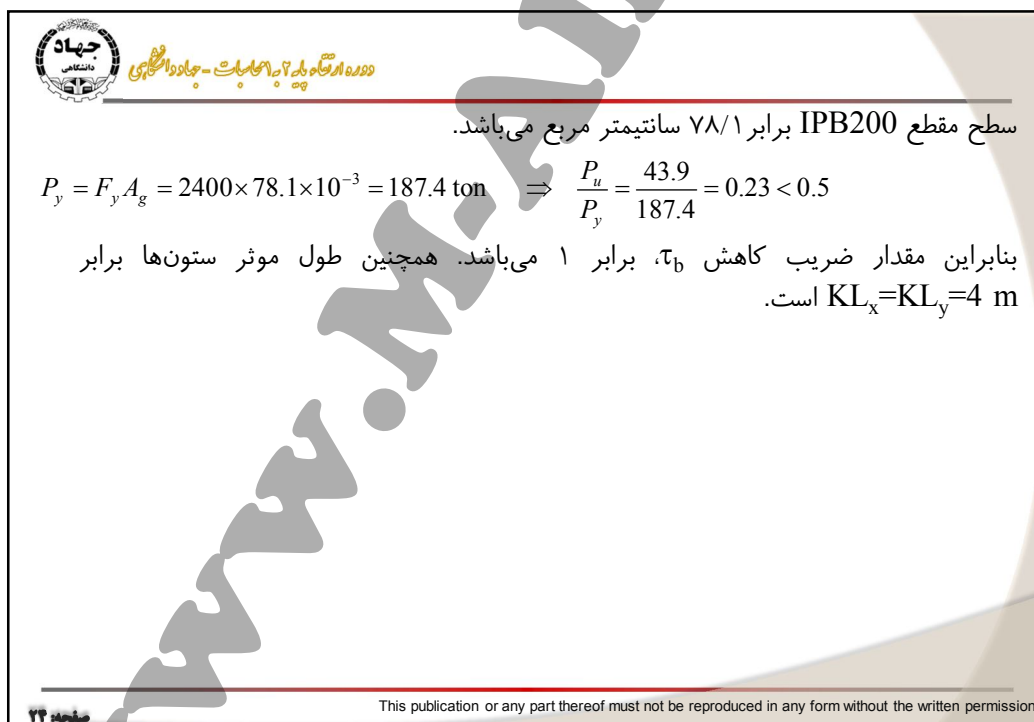
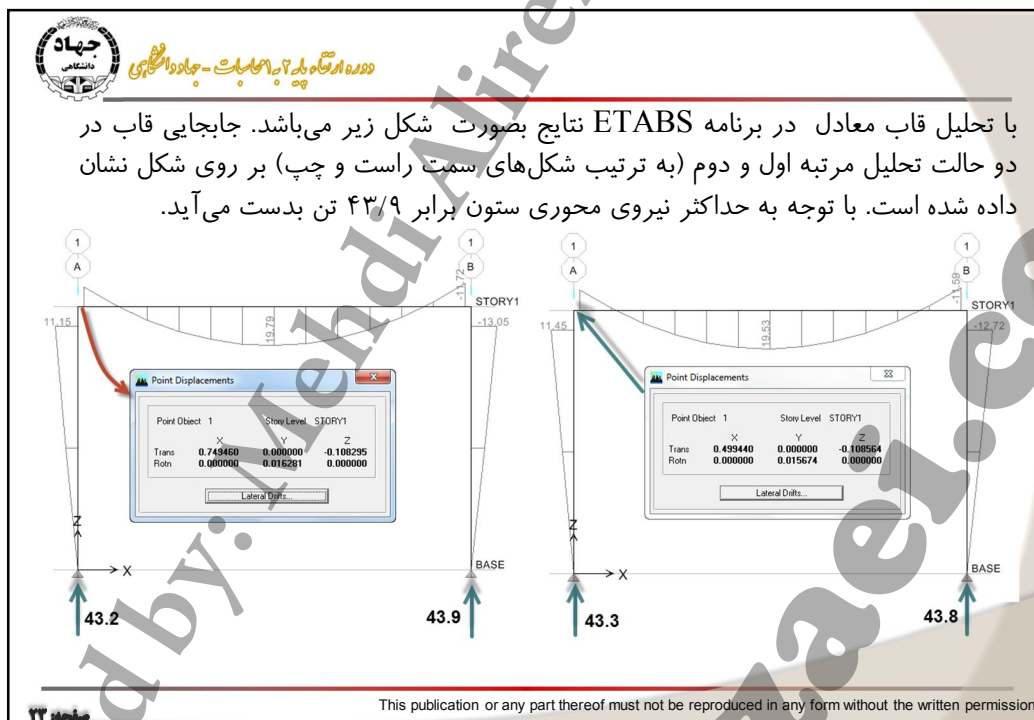
دوره ارتقاء پایه و تخصصی - جلد دوم

خلاصه نحوه اعمال بارهای محاسبه شده در فوق در زیر نشان داده شده است. طبق مبحث دهم دو ضریب کاهش سختی بایستی بر ستون‌ها اعمال شود. یکی ضریب ۰/۸ و دیگری ضریب کاهش  $\tau_b$ ، که مقدار آن بصورت زیر تعیین می‌شود.



صفحه ۲۲

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





دوره ارتقاء پایه ۲ - مهندسی - جبهه دانشگاهی

### محدودیت‌ها و الزامات روش ضریب طول موثر:

\* همانطور که در بخش قبل گفته شد، روش مستقیم را در تمام قاب‌ها می‌توان بکار برد، لیکن روش ضریب طول موثر در قاب‌هایی که نسبت تغییر مکان مرتبه دوم به تغییر مکان مرتبه اول طبقه  $\Delta_{2nd}/\Delta_{1st}$  یا  $B_2$  کمتر از  $1/5$  باشد، قابل استفاده است. در بند ۱۰-۲-۱-۵-۲ ویرایش چهارم مبحث دهم، این موضوع تشریح شده است. بخش C2.1a و C2.1b آیین‌نامه AISC به این مورد پرداخته است.

### تحلیل الاستیک عمومی مرتبه دوم

مطابق این روش بایستی اثرات  $P-\delta$  و  $P-\Delta$  بصورت همزمان مورد توجه قرار گیرد.

### تحلیل مرتبه دوم توسط تحلیل الاستیک مرتبه اول تشدید شده

روش تشدید لنگر یک روش تقریبی برای محاسبه نیروهای داخلی تیر-ستون است. در پیوست دوم مبحث دهم، این روش توضیح داده شده است.

صفحه ۲۵

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



دوره ارتقاء پایه ۲ - مهندسی - جبهه دانشگاهی

\* طبق این روش، نیروهای محوری فشاری و لنگرهای خمشی بدست آمده از تحلیل مرتبه اول تشدید شده و مبنای طراحی قرار می‌گیرد. مقاومت خمشی ( $M_u$ ) و محوری مورد نیاز ( $P_u$ ) بایستی از طریق روابط زیر تعیین شوند:

$$M_u = B_1 M_{nt} + B_2 M_{lt}$$

$$P_u = P_{nt} + B_2 P_{lt}$$

$$B_1 = \frac{C_m}{\left(1 - \frac{P_u}{P_{e1}}\right)}$$

$$B_2 = \frac{1}{\left(1 - \frac{\sum P_{nt}}{\sum P_{e2}}\right)} \geq 1.0$$

ضریب  $B_1$  برای در نظر گرفتن اثرات  $P-\delta$  بوده که برای هر عضو بایستی محاسبه شود و ضریب  $B_2$  برای در نظر گرفتن  $P-\Delta$  بوده که برای هر طبقه بایستی محاسبه شود. طبق AISC برای اعضای که  $B_1 \leq 1.05$  باشد، می‌توان بصورت محافظه کارانه تشدید لنگر را بصورت زیر انجام داد:

$$M_u = B_2 (M_{nt} + M_{lt})$$

صفحه ۲۶

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



دوره ارتقاء پایه و تخصصی - جهاد دانشگاهی

که در روابط فوق،  $M_u$  مقاومت خمشی مرتبه دوم با استفاده از ترکیب بارها،  $M_{nt}$  لنگر مرتبه اول با استفاده از ترکیب بارها با فرض فقدان جابجایی جانبی در قاب (تحت بار ثقیل)،  $M_{lt}$  لنگر مرتبه اول فقط به علت انتقال جانبی،  $P_r$  مقاومت محوری مورد نیاز مرتبه دوم با استفاده از ترکیب بارها،  $P_{nt}$  نیروی محوری مرتبه اول برای حالت بدون انتقال جانبی (تحت بار ثقیل)،  $P_{lt}$  نیروی محوری مرتبه اول برای حالت با انتقال جانبی (تحت بار جانبی)،  $\Sigma P_{nt}$  کل بار عمودی تحمل شده توسط طبقه با استفاده از ترکیب بارها،  $\Sigma P_{e2}$  مقاومت کمانش بحرانی طبقه با فرض حرکت جانبی و  $C_m$  ضریب مورد استفاده برای حالتی که از انتقال جانبی قاب جلوگیری شده است. برای تیر، ستون‌های فاقد هرگونه بار جانبی در بین دو انتهای آنها در صفحه خمش:

$$C_m = 0.6 - 0.4 \frac{M_1}{M_2}$$

که  $M_1$  و  $M_2$  لنگرهای خمشی مرتبه اول دو انتهای ناحیه مهار نشده عضو مورد نظر در صفحه خمش بوده و در رابطه فوق اگر انحنای عضو بصورت ساده باشد، نسبت  $M_1/M_2$  منفی و در صورت انحنای مضاعف، این نسبت مثبت است.

صفحه ۲۷

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



دوره ارتقاء پایه و تخصصی - جهاد دانشگاهی

برای تیر ستون‌هایی که در معرض بار جانبی در بین دو انتهای آنها در صفحه خمش قرار دارند، مقدار  $C_m$  را می‌توان بطور محافظه کارانه برابر یک فرض نمود.

مقدار  $P_{e1}$  مقاومت کمانش بحرانی الاستیک عضو در صفحه خمش بوده و با فرض عدم انتقال جانبی قاب از رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$P_{e1} = \frac{\pi^2 EI}{(K_1 L)^2}$$

در صورتی که الزامات طراحی روش تحلیل مستقیم مورد نظر باشد، در صورت رابطه فوق، عبارت  $EI$  بایستی با  $EI^*$  تعویض شود.

برای تمامی سیستم‌ها می‌توان از رابطه زیر نیز برای محاسبه  $\Sigma P_{e2}$  استفاده نمود.

$$\Sigma P_{e2} = R_M \frac{\Sigma H L}{\Delta_H}$$

که  $E$  ضریب ارتجاعی،  $R_M$  برای سیستم مهاربندی شده برابر یک و برای قاب خمشی و دوگانه برابر 0.85 می‌باشد. مقدار  $L$  برابر ارتفاع طبقه،  $I$  ممان اینرسی در صفحه خمش است.

صفحه ۲۸

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



دوره ارتعاش پایه ۲ - محاسبات - جواد آلirezaei

مقدار  $\Delta_H$  جابجایی نسبی طبقه براساس تحلیل مرتبه اول ناشی از نیروهای جانبی، برای حالاتی که  $\Delta_H$  برای نقاط مختلف پلان یکسان نباشد، این مقدار باید برابر متوسط وزنی و یا بطور محافظه کارانه برابر تغییر مکان جانبی حداکثر طبقه در نظر گرفته شود،  $\Sigma H$  برش طبقه ایجاد شده در اثر نیروی جانبی بکار رفته در محاسبات  $\Delta_H$  است.  $K_1$  ضریب طول موثر در صفحه خمش با فرض عدم حرکت جانبی که می توان در جهت اطمینان برابر ۱ فرض نمود. همچنین  $K_2$  ضریب طول موثر در صفحه خمش با فرض حرکت جانبی می باشد.

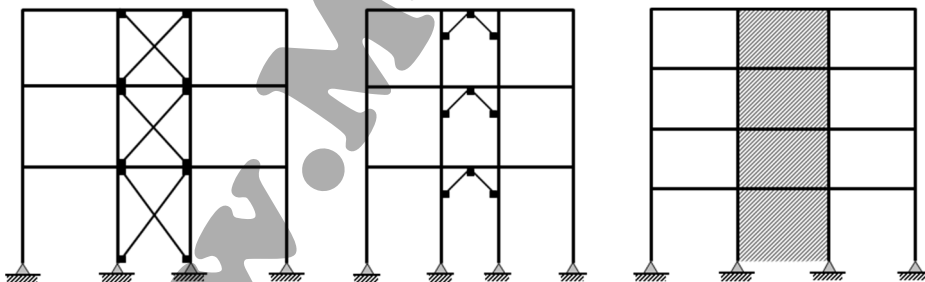
صفحه ۲۹

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



دوره ارتعاش پایه ۲ - محاسبات - جواد آلirezaei

طبق بند ۱۰-۲-۱-۳-۱ ویرایش چهارم مبحث دهم، ضریب طول موثر ستون های قاب های مهاربندی شده (شکل زیر) بایست برابر یک در نظر گرفته شود و یا اینکه با تحلیل دقیق مقدار کمتری را برای آن بدست آورد.



در پیوست یک مبحث دهم، جزئیات روش دقیق تعیین ضریب طول موثر ستون آورده شده است. برای قاب های مهار شده، ضریب طول موثر بین یک تا ۰/۵ می باشد.

صفحه ۳۰

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



دوره ارتقاء دانش و مهارت - چارچوب آموزشی

همچنین طبق بند ۱۰-۲-۱-۳-۲، در قاب‌هایی که سختی جانبی آنها متأثر از سختی خمشی ستون‌ها است، (قاب‌های مهار نشده) ضریب طول موثر آنها نبایستی کمتر از یک در نظر گرفته شود. همچنین حداکثر مقدار ضریب طول موثر برابر ۲۰ می‌باشد. برای این قاب‌ها ضریب طول موثر را می‌توان مطابق رابطه زیر تعیین نمود (رابطه ۱۰-۲-۱-۱ مبحث دهم یا پیوست یک مبحث دهم).

$$K = \sqrt{\frac{1.6G_A G_B + 4(G_A + G_B) + 7.5}{G_A + G_B + 7.5}} \geq 1.0$$

$$G_A = \frac{\sum \left( \frac{E_b I_c}{L_c} \right)_A}{\sum \left( \frac{E_b I_b}{L_b} \right)_A} \quad G_B = \frac{\sum \left( \frac{E_b I_c}{L_c} \right)_B}{\sum \left( \frac{E_b I_b}{L_b} \right)_B}$$

که در رابطه فوق  $E$  ضریب ارتجاعی، و  $I$  ممان اینرسی تیرها و ستون‌ها حول محور عمود بر صفحه کمانش می‌باشند. در صورتی که انتهای نزدیک تیر مفصلی باشد، مقدار سختی تیرها صفر و در حالتی که انتهای دور آن مفصل باشد، نصف آن در نظر گرفته شود. برای تکیه‌گاه گیردار مقدار  $G=1$  و برای تکیه‌گاه مفصلی مقدار  $G=10$  فرض شود.

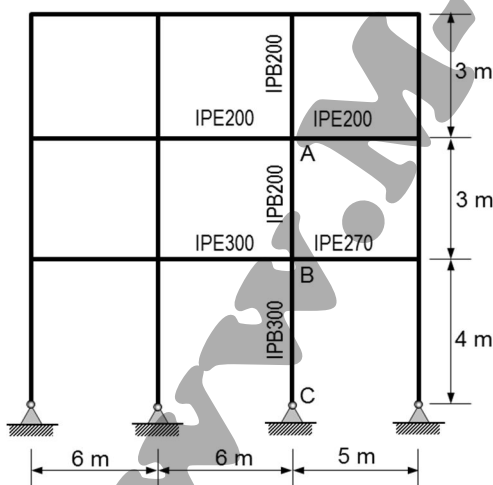
صفحه ۳۱

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



دوره ارتقاء دانش و مهارت - چارچوب آموزشی

مثال تعیین ضریب طول موثر ستون) در قاب نشان داده شده در شکل زیر ضریب طول موثر ستون‌های AB و BC را تعیین نمایید.



IPE200 →  $I=1940 \text{ cm}^4$   
IPE270 →  $I=5790 \text{ cm}^4$   
IPE300 →  $I=8360 \text{ cm}^4$   
IPB200 →  $I=5700 \text{ cm}^4$   
IPB300 →  $I=25170 \text{ cm}^4$

برای ستون AB:

$$G_A = \frac{\frac{5700}{300} + \frac{5700}{300}}{\frac{1940}{600} + \frac{1940}{500}} = 5.3$$

$$G_B = \frac{\frac{25170}{400} + \frac{5700}{300}}{\frac{5790}{500} + \frac{8360}{600}} = 3.21$$

صفحه ۳۲

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



دوره ارتعاشات پایه و کاربردی - جلد اول

$$K = \sqrt{\frac{1.6G_A G_B + 4(G_A + G_B) + 7.5}{G_A + G_B + 7.5}} \geq 1.0$$

برای ستون BC:

$$K_{AB} = \sqrt{\frac{1.6 \times 5.3 \times 3.21 + 4(5.3 + 3.21) + 7.5}{5.3 + 3.21 + 7.5}} = 2.07$$

$$G_A = \frac{\frac{25170}{400} + \frac{5700}{300}}{\frac{5790}{500} + \frac{8360}{600}} = 3.21 \quad G_B = 10$$

$$K_{BC} = \sqrt{\frac{1.6 \times 10 \times 3.21 + 4(10 + 3.21) + 7.5}{10 + 3.21 + 7.5}} = 2.32$$

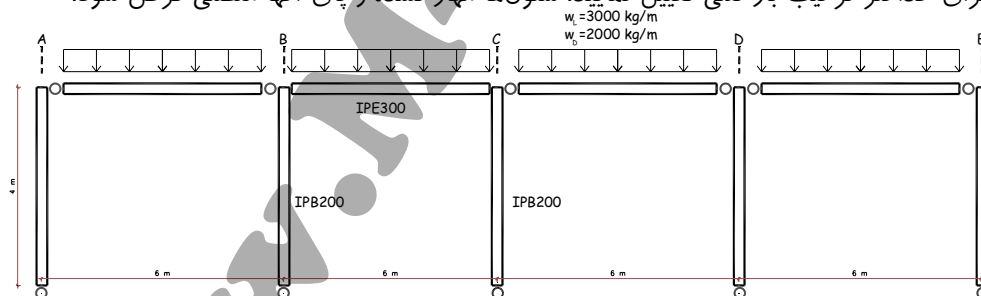
صفحه ۳۳

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



دوره ارتعاشات پایه و کاربردی - جلد اول

مثال تحلیل یک قاب خمشی با استفاده از روش طول موثر) با استفاده از روش طول موثر، مقاومت مورد نیاز و ضریب طول موثر ستون‌ها را در قاب خمشی نشان داده شده در شکل زیر برای حداکثر ترکیب بار ثقیلی تعیین نمایید. ستون‌ها مهار نشده و پای آنها مفصلی فرض شود.



تیرهای بین محور A تا B، C تا D و D تا E مفصلی بوده و مشارکتی در بار جانبی ندارند. بنابراین طبق بند ۲-۱۰-۳-۱ به عنوان قاب ثقیلی تلقی شده و برای آنها  $K=1$  می‌باشد. طول تمام دهانه‌ها ۶ و ارتفاع سازه ۴ متر است. قاب بین B تا C گیردار بوده و جزئی از سیستم لرزه‌بر سازه می‌باشد. در صورتی می‌توان از روش طول موثر استفاده نمود که نسبت جابجایی نسبی مرتبه دوم به جابجایی نسبی مرتبه اول از ۱/۵ فراتر نرود.

صفحه ۳۴

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



دوره ارتقاء دانش و مهارت - جلد اول

طبق بند ۳-۳-۲-۶ مبحث ششم، حداکثر بار ثقیلی بصورت زیر تعیین می‌شود:

$$w_u = 1.2D + 1.6L = 1.2(2000) + 1.6(3000) = 7200 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

بنابراین بار متمرکز ناشی از نصف سطح بارگیر تیرهای بین محور AB و CD، که روی ستون روی محور B و C مستقیم اعمال می‌شود، برابر است با:

$$P'_u = 3 \text{ m} \times 7200 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 10^{-3} = 21.6 \text{ ton}$$

همچنین بار متمرکز ناشی از قاب‌ها ساده که در پایداری سیستم لرزه‌بر دخیل هستند بصورت زیر می‌باشد:

$$P'_{ul} = 12 \text{ m} \times 7200 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 10^{-3} = 86.4 \text{ ton}$$

طبق بند ۱-۱-۵-۱-۲-۱۰ مبحث دهم، بایستی یک بار فرضی بصورت زیر در نظر گرفته شود:

$$Y_i = 24 \text{ m} \times 7200 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 10^{-3} = 172.8 \text{ ton} \Rightarrow N_i = 0.002 Y_i = 0.002 \times 172.8 \text{ ton} = 0.345 \text{ ton}$$

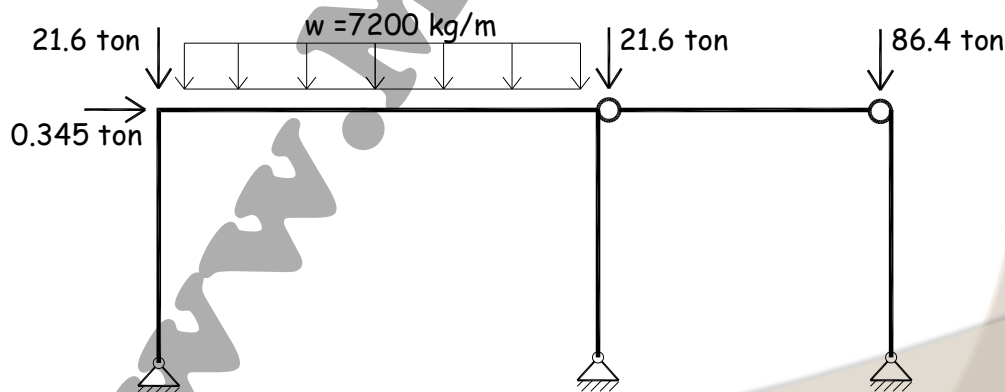
صفحه ۳۵

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



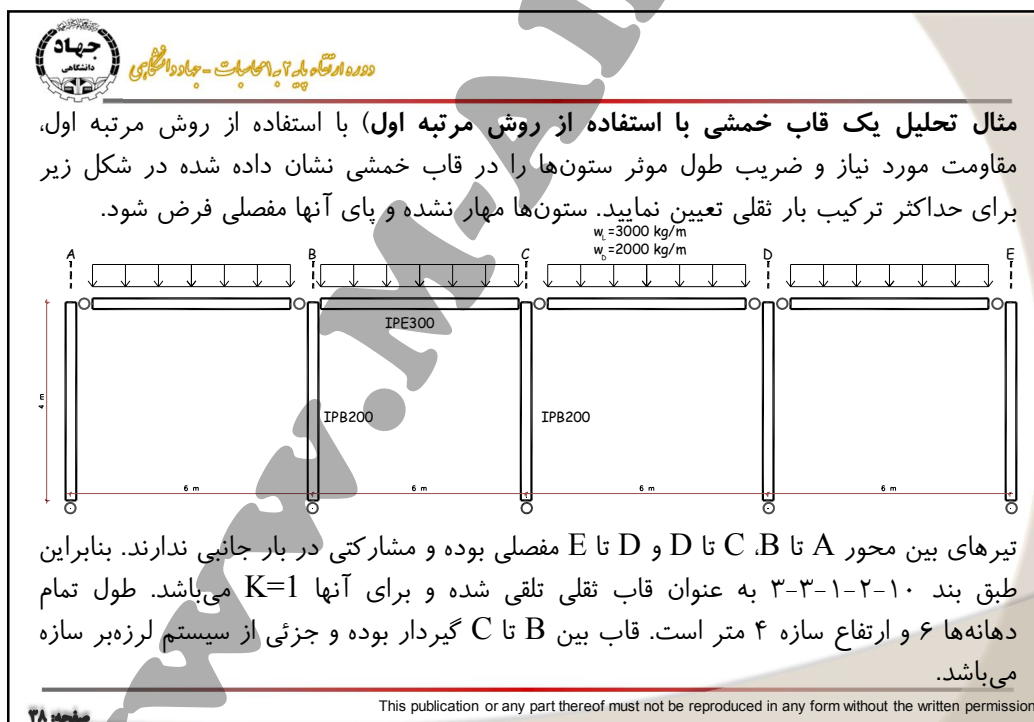
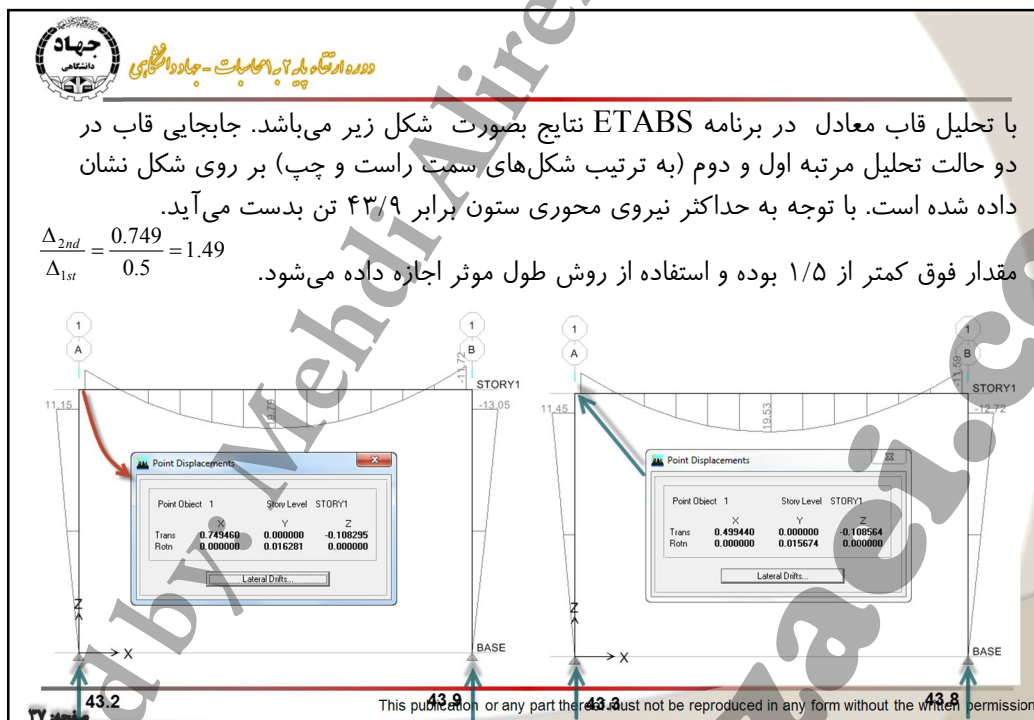
دوره ارتقاء دانش و مهارت - جلد اول

خلاصه نحوه اعمال بارهای محاسبه شده در فوق در زیر نشان داده شده است.



صفحه ۳۶

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





دوره ارتقاء دانش و آگاهی - جلد اول

طبق بند ۳-۳-۲-۶ مبحث ششم، حداکثر بار ثقیلی بصورت زیر تعیین می شود:

$$w_u = 1.2D + 1.6L = 1.2(2000) + 1.6(3000) = 7200 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

بنابراین بار متمرکز ناشی از نصف سطح بارگیر تیرهای بین محور AB و CD، که روی ستون روی محور B و C مستقیم اعمال می شود، برابر است با:

$$P'_u = 3 \text{ m} \times 7200 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 10^{-3} = 21.6 \text{ ton}$$

همچنین بار متمرکز ناشی از قاب ها ساده که در پایداری سیستم لرزه بر دخیل هستند بصورت زیر می باشد:

$$P'_{ul} = 12 \text{ m} \times 7200 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 10^{-3} = 86.4 \text{ ton}$$

طبق بند ۳-۵-۱-۲-۱۰ مبحث دهم، بایستی یک بار فرضی بصورت زیر در نظر گرفته شود:

$$Y_i = (24 \text{ m}) \times 7200 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 10^{-3} = 172.8 \text{ ton} \quad , \quad \Delta = 0 \quad , \quad L = 400 \text{ cm}$$

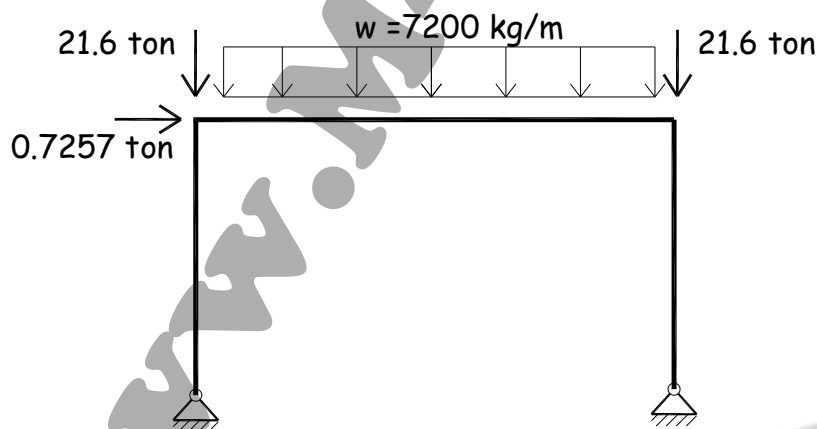
صفحه ۳۹

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



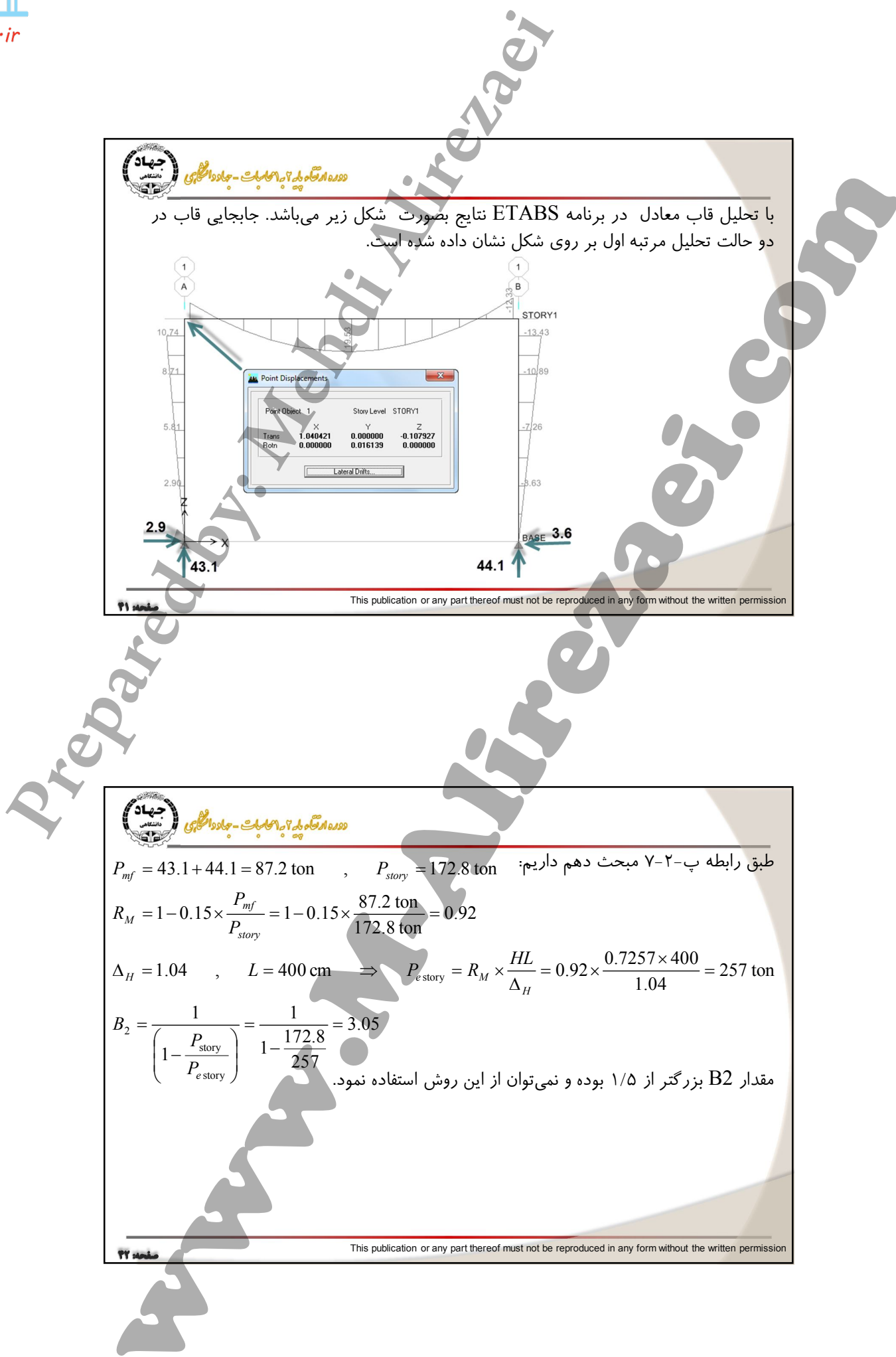
دوره ارتقاء دانش و آگاهی - جلد اول

$$N_i = 2.1 \left( \frac{\Delta}{L} \right) Y_i = 2.1 \left( \frac{0}{400} \right) 172.8 \geq 0.0042 \times 172.8 = 0.7257 \text{ ton}$$



صفحه ۴۰

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



$$R_M = 1 - 0.15 \times \frac{P_{mf}}{P_{story}} = 1 - 0.15 \times \frac{87.2 \text{ ton}}{172.8 \text{ ton}} = 0.92$$

$$\Delta_H = 1.04 \quad , \quad L = 400 \text{ cm} \Rightarrow P_{e \text{ story}} = R_M \times \frac{HL}{\Delta_H} = 0.92 \times \frac{0.7257 \times 400}{1.04} = 257 \text{ ton}$$

$$B_2 = \frac{1}{\left(1 - \frac{P_{\text{story}}}{P_{e \text{ story}}}\right)} = \frac{1}{1 - \frac{172.8}{257}} = 3.05$$

مقدار B2 بزرگتر از ۱/۵ بوده و نمی‌توان از این روش استفاده نمود.



دوره ارتقاء دانشجو - جهاد دانشگاهی

## روش‌های تحلیل در برنامه ETABS

تمام روش‌های گفته شده در فوق، در برنامه SAP2000 و ETABS قابل انجام است.

### تحلیل مستقیم

تحلیل مرتبه دوم عمومی

مقدار  $T_b$  متغیر (پیش فرض برنامه)

مقدار  $T_b$  ثابت

تحلیل مرتبه اول تشدید یافته

مقدار  $T_b$  متغیر (پیش فرض برنامه)

مقدار  $T_b$  ثابت

### روش ضریب طول موثر

تحلیل عمومی مرتبه دوم (AISC C2.1a)

تحلیل مرتبه اول تشدید یافته (AISC C2.1b)

تحلیل مرتبه اول محدود (AISC 2.2b, App. 7.3(1))

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