

بخش اول: مقدمه ای بر بارگذاری سازه

- مراحل کلی طراحی ساختمان:

① شناخت و تعیین کیفیت بارهای وارده (بارگذاری) به کمک این نام

② تحلیل سازه تحت بارهای وارده

{ معمولاً به کمک نرم افزار

③ طراحی اجزای سازه

انواع بارهای وارده بر ساختمان از جهت اعمال بار

① بار ثقیلی Gravity Load

الف: بار مرده D (Dead load)

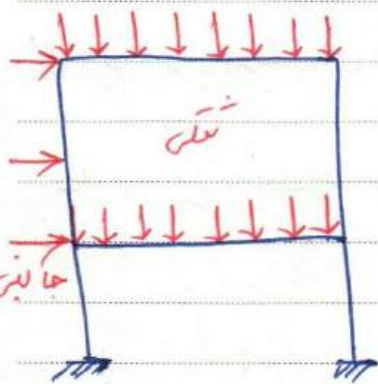
ب: بار زنده L (Live Load)

ج: بار برف S (Snow Load)

② بار جانبی (Lateral load)

الف: بار باد w (wind Load)

ب: بار زلزله E (Earthquake Load)



نوعی دیگر دسته بندی بارگذاری به دو دسته استاتیکی و دینامیکی است.

↓
همان مطالبی که در سایل سازه
و مباحث مهندسی زلزله خوانده می شود

مراحل بارگذاری :

۱- محاسبی بار کلی ساختمان

۲- توزیع کلی بین تک تک اعضای باربر که کار اصلی سازه انتقال بار و نیروی کمزیری است

اعضای باربر در سازه های آجری (masonry) همان دیوارهای باربر هستند ولی در سازه های

فولادی ستروستون و مهاربند است و در سازه های بتن ستروستون و دیوار برشی است

ستروستون

همچنین از سطح یک باربر هست که به عضو مورد نظر می رسد

توزیع بار :

(Tributary Area)

- بار تقاطعی معمولاً به نسبت سطح باربر

- بار جانبی ~ ~ ~ سخت (stiffness)

توزیع بارهای نقطه ای

الف : کف های یک طرفه ؛ کف های که در یک جهت انحنای پیدا می کنند و در یک جهت بار منقل

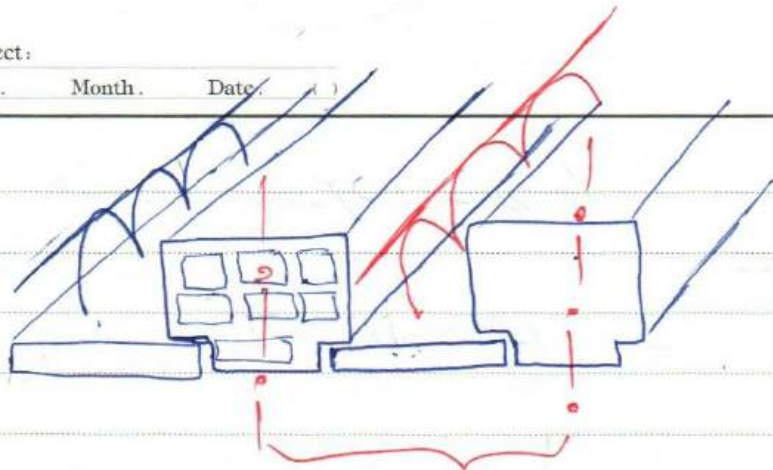
می کنند

Subject:

Year:

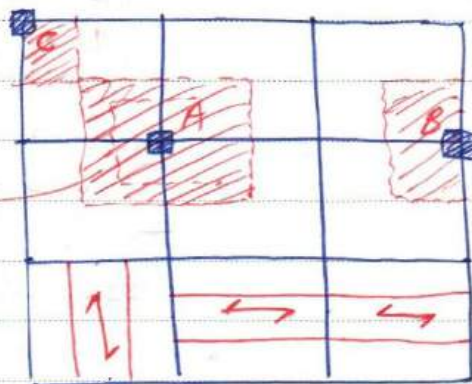
Month:

Date:



Beams in one way floors

ساخت این محوره برای این است که به ستون A وارد می شود



هیچ الزامی در جهت قرارگیری تیرچه وجود ندارد

مثال (slide 7 در پلان مد نظر بار نقلی گسترده به شدت 550 kg/m^2 وارد می شود

الف) حجمی بار بر و بار محوری ستون B3 $A_{B3} = 4.25 \times 3.5 = 14.875 \text{ m}^2$

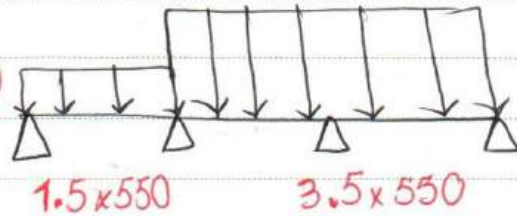
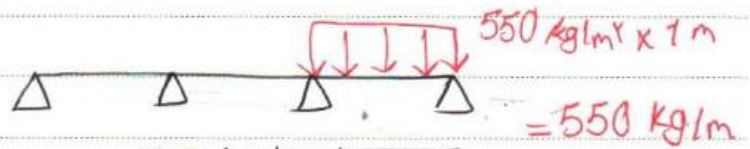
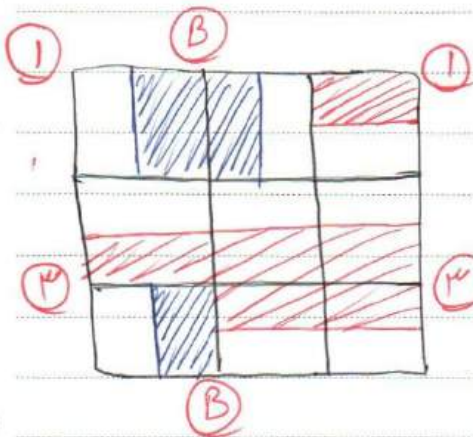
ب) $P_{B3} = 550 \times 14.875 = 8181.25 \text{ kg} \downarrow$

ب) حجمی بار و بار محوری ستون A1

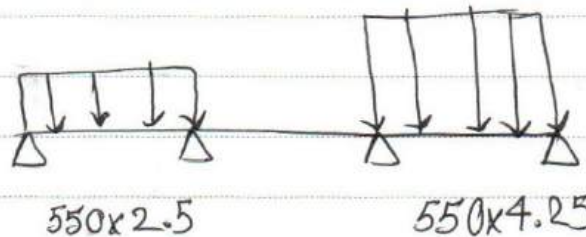
$A_{A1} = 2.5 \times 1 = 2.5 \text{ m}^2$

$P_{A1} = 550 \times 2.5 = 1375 \text{ kg} \downarrow$

ج ۱: بارهای بار و بار وارد بر تیر محور ۱

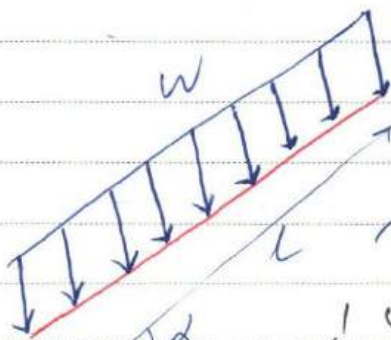


تیر محور ۳



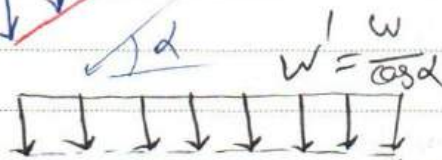
تیر محور B

بارهای گسترده‌ی مایل :



برای بار wL ✓

~~$wL \cos \alpha$~~ X



برای بار $w'L' = \frac{w}{\cos \alpha} \times L \cos \alpha = wL$

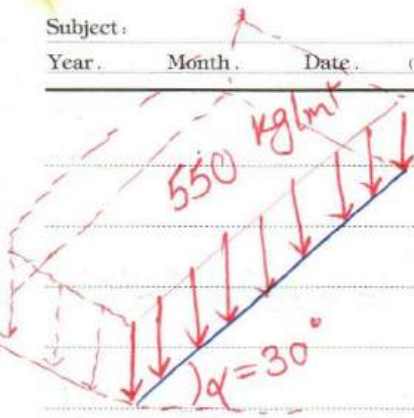
بار برف در آیین نامه همیشه به صورت قائم از بالا وارد می شود

ولی بار باد بخود بر سطح است چه مایل و چه افقی باشد

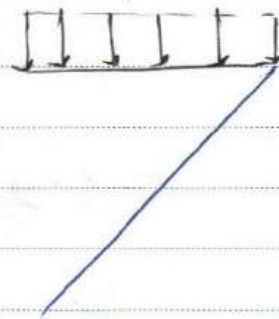
$$550 / \cos 30 = 635 \text{ kg/m}^2$$

برقصر برافقی

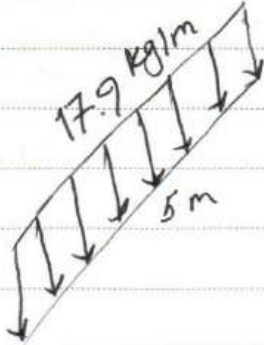
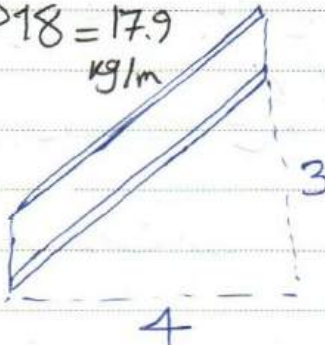
شال



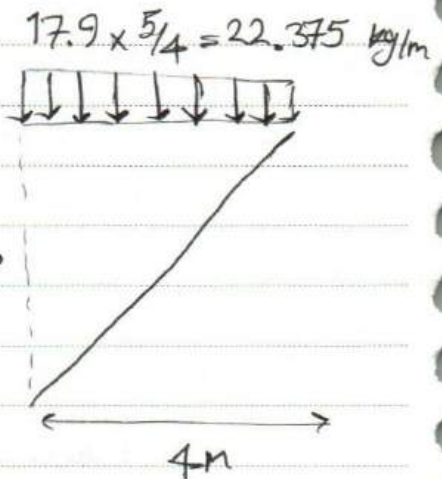
⇒



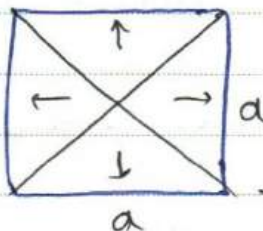
سر
شیر
INP18 = 17.9
kg/m



→

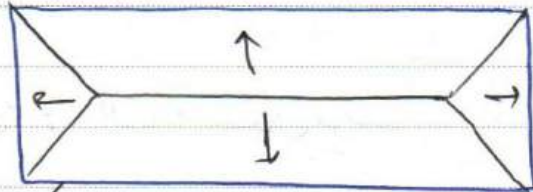


ب الف ای دو طرفه



نیم ساز زاویه کار کنیم

عظمی بار بر سر و تیرچه ها



نیم ساز زاویه کار
به هم متصل می کنیم

* در صورتی که طول مستطیل زیاد شود آنگاه کلا انتقال می عوفی را صرف نظر می کنیم

بخش دوم: بار مرده Dead load

مراحل محاسبه بار مرده: (وزن یک متر مربع کف یا دیوار)

① مشخص نمودن جزئیات دقیق کف یا دیوار

② تعیین وزن واحد حجم مصالح به یا مقدار آن را به ما می گویند یا از سبکت ۱-۶ این نامه

③ محاسبه وزن واحد سطح یک تک اجزاء

④ جمع اعداد بدست آمده

مثال ۱) شکل نشان داده شده در اسلاید ۳ بخش دوم - مرحله ۱

تخت مسلح ۲۵۰۰

موزائیک ۲۲۵۰ kg/m^2 ^{مرحله ۲}

سنگداری (ملات گچی) ۱۳۰۰

ملات ماله بجا ۲۱۰۰

گچی و خاک ۱۶۰۰

مرحله ۳: الف قسمت های مربوطه $\text{ضخامت} \times \text{وزن واحد} = \text{وزن واحد سطح}$
حجم

$$52.5 \text{ kg/m}^2 = 2100 \times 0.025 = \text{وزن واحد سطح ملات ماله بجا}$$

$$67.5 = 2250 \times 0.03 = \text{موزائیک}$$

$$375 \text{ kg/m}^2 = 2500 \times 0.15 = \text{قسمت موزائیک}$$

$$\text{وزن واحد سطح لایه گچ و خاکی} = 1600 \times 0.25 = 40$$

$$\text{وزن واحد سطح لایه گچ} = 1300 \times 0.01 = 13$$

ب) قسمت های گسسته و

تعداد در واحد طول $\times$ طول $\times$ ضخامت $\times$ وزن واحد حجم = وزن توزیع شده در واحد سطح

$$\text{وزن واحد سطح قسمت گسسته ۱} = 2500 \times 0.15 \times 0.3 \times \frac{1}{4} = 28.125$$

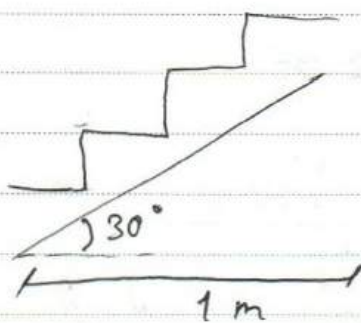
$$\text{وزن واحد سطح لایه گچ و خاکی} = 1600 \times 0.025 \times 0.15 \times \frac{2}{4} = 3$$

$$\text{وزن واحد سطح لایه گچ} = 1300 \times 0.01 \times 0.15 \times \frac{2}{4} = 1$$

$$\Sigma = 580.125 \text{ kg/m}^2 \rightarrow D = 581 \text{ kg/m}^2$$

مثال ۲) بار مرده رابله اسلاید را محاسبه کنید

حل : - تعداد رابله در یک متر افق



$$\text{تعداد رابله در یک متر} = \frac{1}{0.28} = 3.57$$

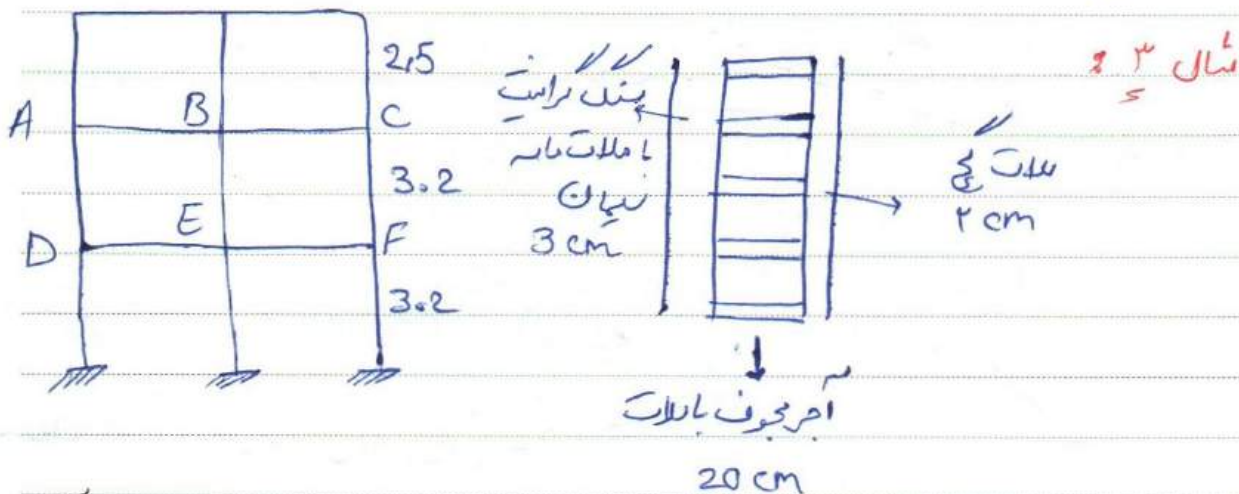
$$\text{ارتفاع رابله} = 0.28 \tan 30 = 0.16$$

$$\text{ارتفاع سنگ قائم رابله} = 0.16 - 0.04 = 0.12$$

↓
ضخامت بلایه بالایی

(1) دیوار می برافرونی ← بار مرده ای است که به صورت خطی به تیر زیرین آنها وارد می شود

(2) دیوار می داخلی (تلفه می جداگنده)



وزن واحد سطح آجر = $0.2 \times 850 = 170 \text{ kg/m}^2$

مجموع باملات ماسه

سیمان

سنگ گراشت

سنگ گراشت

وزن واحد سطح دیوار

$\Sigma = 280 \text{ kg/m}^2$

ABC بار گسترده = $280 \times 2.5 = 700 \text{ kg/m}$

DEF بار گسترده = $280 \times 3.2 = 896 \text{ kg/m}$

بخش سوم 1 بار زنده Live load ← بار غیر دائمی که در حین بهره برداری (شامل

بار می حین ساخت ملل بار برف و باد و ... نمی شود)

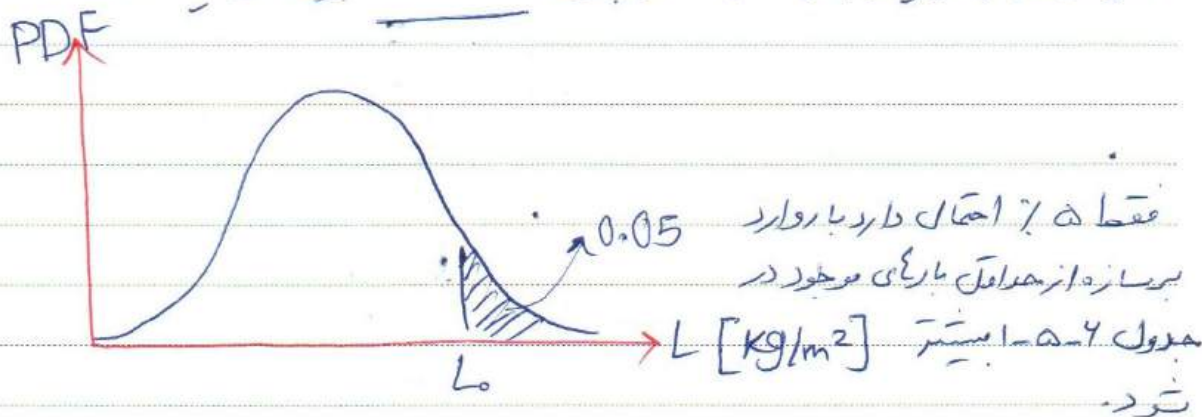
استاتیکی ← بار می ساکن با قابلیت حرکت

بار زنده ← دینامیکی ← با اثر جنبش قابل ملاحظه است و تغییرات زیادی در حال حرکت

اثر کلی بار زنده ← به صورت بار گسترده

اثر موضعی بار زنده ← بار متمرکز

هر دو اثر بار متمرکز و بار گسترده در جدول ۴-۵-۱ بیان گردیده است.



اگر حالت خاص یا استثنائی وجود داشته که مکرر بود بار خاص مثل یک وسیله بار وزن

زیادی در یک طبقه وارد شود اگر ابعاد را داشته همان را استفاده می کردیم و اگر نداشته بار

را به مساحت به ابعاد $0.75 \times 0.75 \text{ m}^2$ وارد کرد و این بار را در جایی وارد می کنند

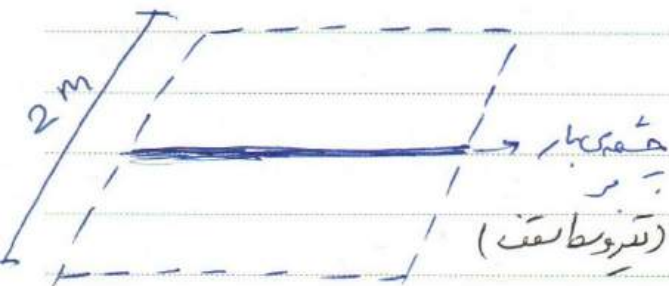
که بیشترین تأثیرش و بیشترین دینامیکی را در سازه ایجاد کند.

Subject :

Year . Month . Date . ()

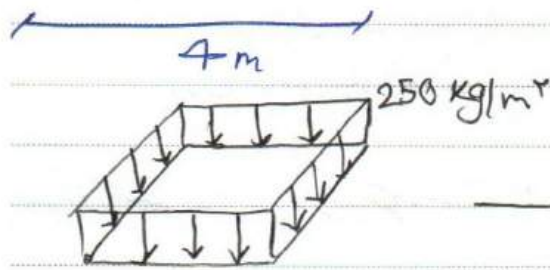
مثال ۱) کاربری ۲ دفتر کار معمولی

اثر کلی بار مطابق جدول ۴-۵-۱

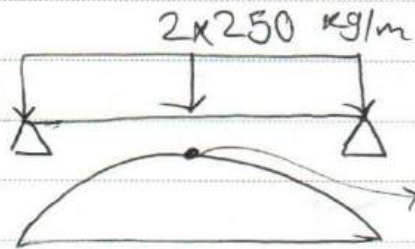


بار گسترده

مقدار بار وارده
محض جهت بار بر $\times$

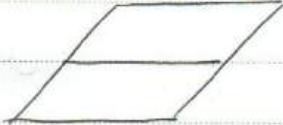


250 kg/m²

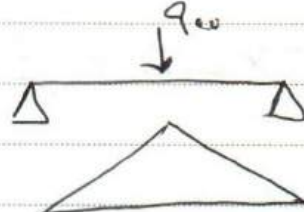


$$\frac{WL^2}{8} = 500 \times \frac{4^2}{8} = 1000 \text{ kg.m}$$

اثر موضعی



$$P = 9 \text{ kN} = 900 \text{ kg}$$



$$900 \times \frac{4}{4} = 900 \text{ kg.m}$$

صواب دیوارهای تقسیم کننده

باری که به طور گسترده به یک ناحیه دارد در تقسیم

۱- + حداقل بار گسترده حاصل از دیوارهای جدا کننده : $1 \text{ kN/m}^2 = 100 \text{ kg/m}^2$

+ آتش : در صورت استفاده از دیوارهای سبک با وزن واحد سطح $> 40 \text{ kg/m}^2$

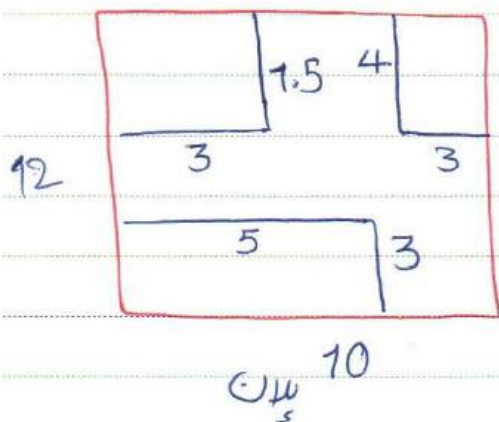
حداقل بار گسترده حاصل از دیوار 50 kg/m^2 صحت ۱x۱ از روی خرد دیوار

اگر وزن واحد سطح دیوار از 200 kg/m^2 بیشتر بود ، دیوار سنگین محسوب می شود و بار آن برده محسوب می شود و باید به نقطه ای زیر آن وارد گردد و یک سربار آن قرار داده شود

Subject :

Year : Month : Date : ()

اگر بار وارد به کف از kg/m^2 بیشتر باشد دیگر نیازی نیست که سربار تیغه بندی را لحاظ کنیم.



مثال ۲، ارتفاع طبقه 3.2^m
 بار زنده می کف $300 kg/m^2$
 وزن واحد سطح تیغه $190 kg/m^2$

سربار تیغه بندی (بار گسترده حاصل از دیوارهای جداکننده را تعیین کنید)

حل : باید لحاظ شود $L = 300 < 400 kg/m^2 \rightarrow$

$$\text{سربار تیغه بندی} = \frac{\text{وزن کل دیوارها}}{\text{مساحت کف}} = \frac{(3+1.5+4+2+5+3) \times 3.2 \times 190}{10 \times 12} = 93.7 kg/m^2$$

نتیجه حاصل سربار تیغه بندی :

$$40 \times 190 = \text{وزن واحد سطح تیغه}$$

$$93.7 < 100 kg/m^2 = \text{حاصل سربار تیغه بندی}$$

$$\text{سربار تیغه بندی} = 100 kg/m^2$$

بارهای زنده و مربوط به زنده و بارکشی

۴-۵-۶ - راجعه بارهای وارد به زنده، ستون بارکشی و ... توضیح داده اند.

بار زنده انباری : سب 600 kg/m^2 (مثل تری خونه)

سنگ 1200 kg/m^2

اگر بارهای انبار شوند می مشخص باشد (از روی صفحه های آیین نامه و وزن مخصوص مقدار بار را بدست می آوریم) در این صورت برای سنگ حداقل 750 kg/m^2 می گیریم

در این محاسبه باید وزن افراد، تجهیزات، مواد در نظر گرفته شود و اگر میسر می آید در جایی که بار محاسبه شده برای بار زنده زیر 150 شود حداقل همان 150 می گیریم.

بحرانی ترین شرایط بارگذاری :

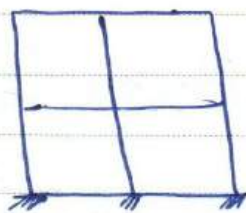
برای این کار به جای اینکه بارهای زنده را متحرک بگیریم تمام حالت های ممکن بارگذاری را در نظر گرفته که ممکن است و تأثیر آن را بر زمین می گیریم و پس برای سازه های با دهنی بسیار بزرگ

خطا تأثیر بار متحرک اهمیت دارد.

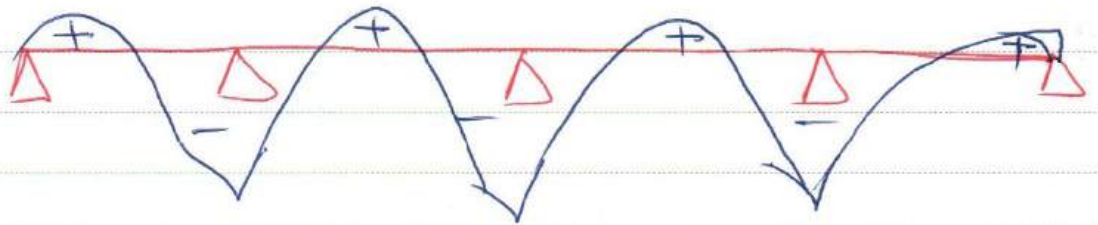
یکی از دو شرط زیر برقرار باشد.

$$L > 400 \text{ kg/m}^2$$

$$L > 1.5 D$$



قاب خمشی



کاهش بار زنده (کاهش سراسری)

(اگر چشمه بار بزرگ باشد، احتمال آنکه بار بارگذاری آیین نامه بارگذاری شود کمتر است)
۱- محدودیت دارد ۲- بستم با بقیه‌ی طبقات فرق دارد

* میزان کاهش بار زنده طبقات

۱) با لحاظ کردن محدودیت ۲) برای اعضایی با شرط زیر

$$K_{LL} A_T \geq 37 \text{ m}^2$$

بار زنده‌ی کاهش یافته و

$L = L_0 (0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{A_T K_u}})$
L: بار زنده‌ی طراحی کاهش یافته که توسط عضو باید تحمل شود
L₀: بار زنده‌ی کاهش نیافته مطابق جدول

A_T: چگالی بار بر (سطح بارگیر) عضو
۱-۵-۶

K_u: ضریب عضو ← جدول ۶-۵-۲

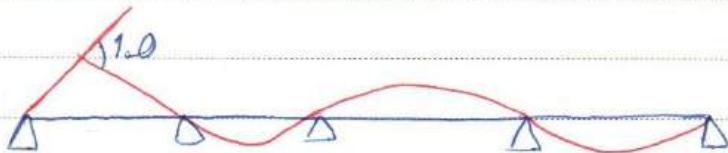
این کاهش برای هر عضو جداگانه می‌شود و برای هر عضو در محدوده کاهش بار زنده
با توجه به چشمه باربری و ضریب تغییرات.



سطح تأثیر (influence Area) سطحی که در هر نقطه از بارگذاری شود

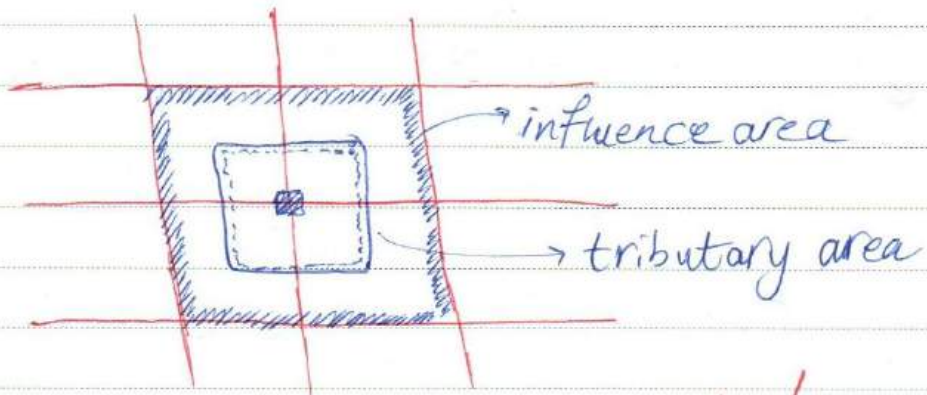
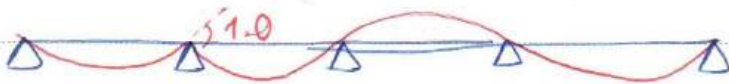
$$K_u = \frac{\text{influence Area}}{\text{Tributary Area}}$$

نیودر عضو بقیه



خطا تا شتر با ۱.۰ دهته و آزاد کردن همان شتر در وسط دهته

مجبور



محدودیت های کاهش بار زنده

هر دهته از متر باید این شرط را به طور جدا ارضاء کند و مستقل از $A + K_u \geq 37 m^2$ (۱)

سایر شتر است

برای افضای که چند جعبه ی بار بر در طبقات مختلف دارد باید جمع آنها را مد نظر قرار داد

۱۲. $L \geq 0.5L$ برای اعضایی که باریک‌لق را می‌برند
 $L \geq 0.4L$ اگر پلر دوگت یا بستیر را می‌برند

۱۳. بار زنده ی گنبد 500 kg/m^2 $L \geq 500$ ← اعضایی که بار دوگت یا بستیر را می‌برند می‌توان

تا ۲۰٪ کاهش داد.

۱۴. محل عبور یا پارک خودروی سواری

۱۵. محل ازدحام و اجتماع، غیر قابل کاهش

* اگر یک تکیه بار طبقات مختلف را بر د که مثلاً دو طبقه‌ای آن بتوان باشد آن دو طبقه

را می‌توان کاهش بار داد ولی برای سایر طبقات امر شرایط فوق را ارضا ننموده می‌توان کاهش

بار داد. → برای این حالت A_T برابر جمع سطح طبقاتی است که می‌توان کاهش بار داد.

۱۶. دال یکی یک طرفه، در دال یکی یک طرفه نباید حجمی بار بر دال است ۱۵ برابر عرض دال

بستیر یکسری $1.5D \times D$



* حجمی بار بر دال مقدار باری است که به سطح دال وارد شده و برای طراحی خود دال استفاده می‌گردد.

باهش بارزنده بام

- ضریب کاهش

$R_1 +$ ← حالت حتمی برابر

$R_2 +$ ← وابسته به شیب و هرچه شیب بام بیشتر باشد کاهش بار بیشتر است

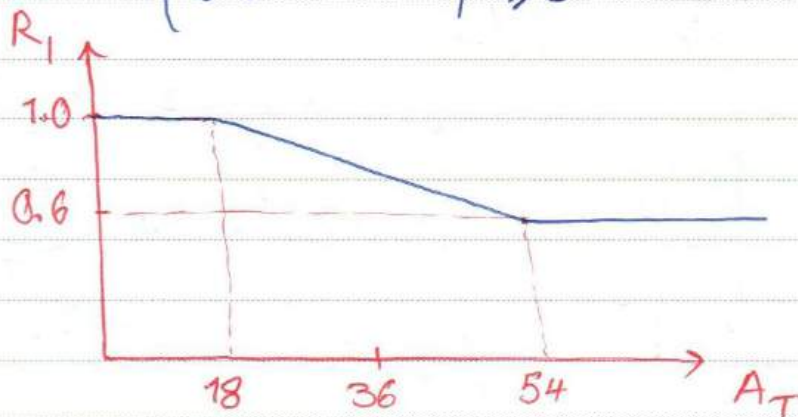
- رابطه $L_r = L_0 \cdot R_1 + R_2$ ← roof live load

بارزنده برای استای افقی بام است و باید رابطه تبدیل کنیم

$$60 \leq L_r \leq 150 \text{ kg/m}^2$$

- ضریب R_1 و

$$R_1 = \begin{cases} 1 & A_T \leq 18 \text{ m}^2 \\ 2 - 0.0711 A_T & 18 < A_T < 54 \\ 0.6 & A_T \geq 54 \end{cases} \quad \begin{matrix} 1 \\ 2-5-4 \end{matrix}$$

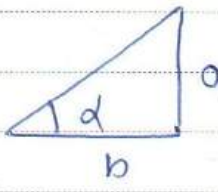


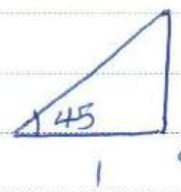
Subject:

Year: Month: Date: ()

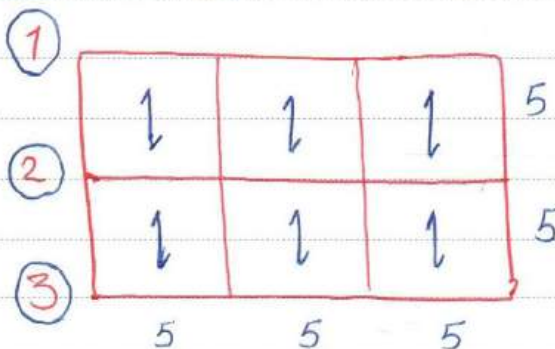
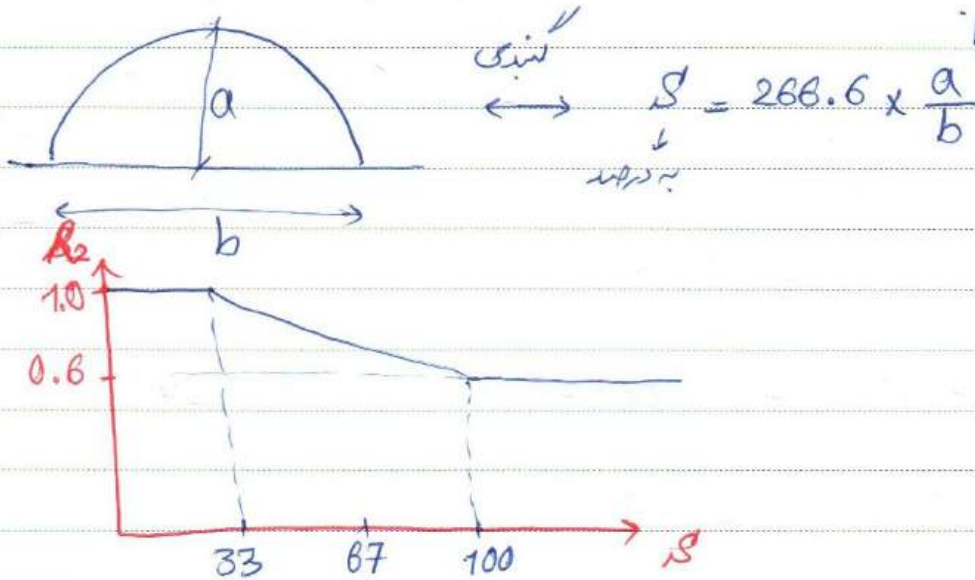
$$R_2 = \begin{cases} 1 & S < 33\% \\ 1.2 - 0.006S & 33 < S < 100\% \\ 0.6 & S > 100\% \end{cases}$$

ضریب R_2 :
۴-۵-۶



$$S = \frac{a}{b} = \tan \alpha \Rightarrow S' = 100\%$$


زاویه 45 درجه را معادل
رتب 100٪ می گیریم.



پلان

مثال 4 : $L_0 = 200 \text{ kg/m}^2$

پلان یک طبقه‌ای مسکونی.

بار زنده‌ی وارد بر تیرهای محور 1 و 2 :

حل ۱: کاهش برابر مجاز است. $L_0 = 200 < 500 \text{ kg/m}^2$ عمل از دهان نیست.

- تیر محور ۱:

$$A_I = K_u \times A_T = 2 \times 5 \times 2.5 = 25 \text{ m}^2 < 37$$

مجاز نیست.

$$W_L = 200 \times 2.5 = 500 \text{ kg/m}$$

- تیر محور ۲:

$$L = 200 \left(0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{50}} \right) = 169.3 \text{ kg/m}^2$$

$$W_L = 5 \times 169.3 \approx 847 \text{ kg/m}$$

نکته: در مورد کاهش برابر ستونها

ضریب $\times$ بار زنده طبقاتی که شامل کاهش برابر می شوند + بار زنده طبقاتی که شامل بار محوری P_L زنده ستون

مثال ۵: column Ex slide 7

بار محوری زنده ستون طبقات ۴ و ۷ را محاسبه کنید. $\text{Trib Area of one floor} = 10 \text{ m}^2$

$$A_T = 10 < 18 \text{ \& } S = 0 \rightarrow R_{\text{roof}} = R_1 \cdot R_2 = 1$$

$$K_u A_T = 4 \times 10 > 37 \rightarrow R_7 = 0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{5 \times 10}} = 0.97 > 0.5$$

اگر ستونی واقعاً زیر بار طبقه‌ای زیر ستوان باشد اگرچه دوی کف خود ستوان کاهش برابر نداریم اما ماسکت کف طبقات فوقانی به ما اجازه می‌دهد فقط ماسکت همان طبقات وارد می‌شود.

Subject:

Year: Month: Date: ()

ادامه راه حل در اسلاید ۷ ←

$$P_{L7} = 10 \times L_{\text{roof}} + 10 L_{\text{resident}} \times 0.97$$

طبق ۳ طبقه سکونت قابل محاسب است.

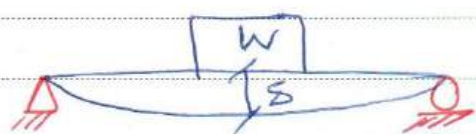
$$P_{L4} = 10 \times L_{\text{roof}} + 10 L_{\text{restaurant}} + 3 \times 10 \times L_{\text{resident}} \times 0.67$$

$$P_{L1} = 10 \times L_{\text{roof}} + 10 L_{\text{rest}} + 10 L_{\text{hall}} + 10 (3 L_{\text{resident}} + 2 L_{\text{office}}) \times$$

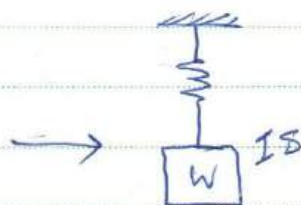
0157

برای بار دینامیکی سرعت اعمال بار و نحوه اعمال آن بسیار مهم است و روی ارتفاعات

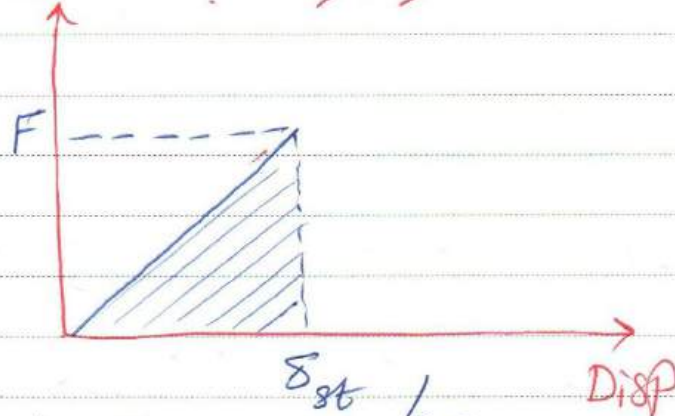
ایجاد شده تأثیر می گذارد



بارهای زنده ی دینامیکی (ضربه ای) Force



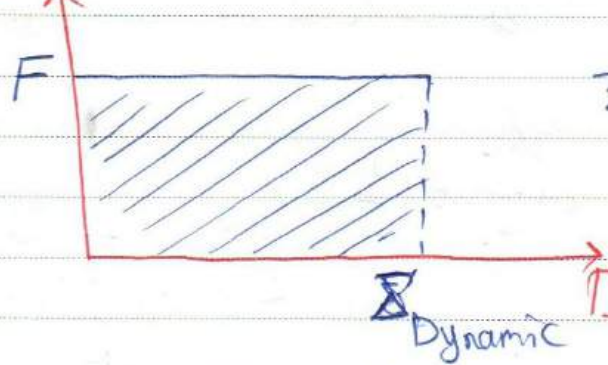
$$k = \frac{F}{\delta}$$



$$\delta_{st} = \frac{F}{k} \leftarrow \frac{1}{2} k \delta_{st}^2 = \frac{1}{2} F \cdot \delta_{st} \leftarrow$$

اعمال استاتیکی بار

Force



$$\frac{1}{2} k \Delta_{DYN}^2 = F \cdot \Delta_{DYN}$$

$$\Delta_{DYN} = \frac{2F}{K} = 2\Delta_{st}$$

ضربه‌های پیاپی با آن بار استاتیکی را زیاد کنیم تا اثرات دینامیکی آن را بگیریم، ضربه ضربه بگویند.

محاسبه‌ی بارهای زنده‌ی دینامیکی (بارهای ضربه‌ای) - بند ۲-۵-۵

$$F_{DYN} = d \cdot F_{static}$$

بارهای ضربه‌ای متداول در ساختمان

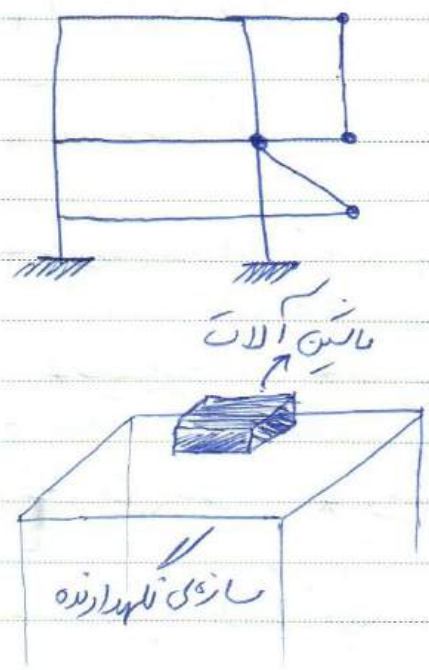
الف) آونگی کششی نگهدارنده بالکن

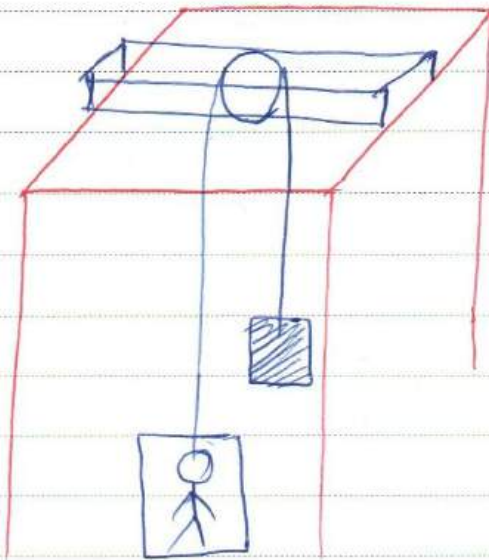
$$\text{بار زنده وارد بر عضو} = 1.33 \times \text{بار دینامیکی}$$

ب) سازه‌های نگهدارنده‌ی ماشین آلات

$$\alpha = 1.2 \text{ - ماشین‌های دورانی}$$

$$\alpha = 1.5 \text{ - ماشین‌های رفت و برگشتی}$$





ج: سازه کی نگهدارنده آسانسور

$$P = 2 \times \left(\begin{array}{l} \text{وزن افراد و وسایل} \\ + \\ \text{وزن آسانسور و ماشین آلات} \\ + \\ \text{وزن تعادل} \end{array} \right)$$

نیمه چهارم: بار برف snow load

- عوامل مؤثر بر بار برف:

+ آب هوای منطقه

+ آمار برف منطقه

+ چگونگی ماندن برف روی بام

* تیب بام * ضریب اصطلاحی بام = لغزش برف * حرارت بام

* وزش باد * وجود گودالی = انباشته شدن برف * تابش خورشید

* برف گیری محل قرارگیری

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

P_g بار برف زمینی I_s ضریب اهمیت C_e ضریب برف گیری C_t ضریب شرایط دما

در اثر افزایش می دهد

C_e ضریب برف گیری C_t ضریب شرایط دما C_s ضریب تعب

در اثر باد و آتش خورند لب بهم خوردن آلودگی بارندگی می شود.

دوره بازگشت متوسط فاصله زمانی رخداد ماری با آن شدت مبنای دوره بازگشت این نام

50٪، هر چه شدت بار بیشتر باشد، دوره بازگشت بیشتر است. احتمال وقوع آن بار در هر

سال 2٪ و در 50 سال احتمال وقوع 100٪ است.

ندارد

* شدت بار برف در آیین نامه، بار موجود در تصویر فوق است در سطح نسبت بار نیازی به تقسیم بر 50

مراحل محاسبه بار برف و

(1) بار برف زمینی $1-7-4$

(2) بار برف بام $4-7-2$ + برف لایه بام

+ شرایط دما $5-7-2$

+ کاربرد سازه (ضریب اهمیت) $3-7-2$

+ شیب بام $6-7-2$

۳) بارگذاری جزئی $\leftarrow 7-7-2$

۴) بارگذاری ناموازن $\leftarrow 8-7-2$

۵) بارانباشگی $\leftarrow 9-7-2$

۶) بار لغزنده $\leftarrow 11-7-2$

۷) سربار، باران برف $\leftarrow 12-7-2$

۸) بررسی ناپایداری برفی $\leftarrow 13-7-2$

۹) تغییرات بار برف بر پاهای مجاور $\leftarrow 14-7-2$

اجرای مراحل :

۱) تعیین بار برف زمین Ground snow load

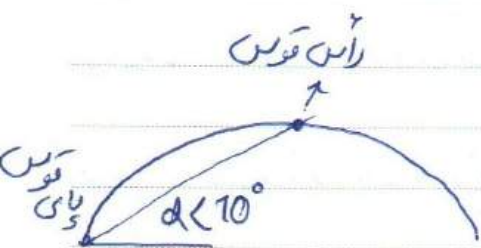
منطقه	1	2	3	4	5	6
حداقل بار برف زمین	0.25	0.5	1	1.5	2	3
P_g KN/m^2	$\downarrow 25 kg/m^2$					
	$\rightarrow 300 kg/m^2$					

$$\gamma = 0.43 P_g + 2.2 \quad \leftarrow \text{جداً}$$

۲) تعیین بار برف بام Roof snow load KN/m^2

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

۱-۲: بار برف حداقل برای بام های کم شیب:



- اگر بام شیب دار باشد $\alpha < 15^\circ$

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

* بار P_m و P_r کاملاً انهم مستقل هستند و باهم جمع نمی شوند و بازه برای آن max این دو عدد طراحی می گردد.

۲-۲: ضریب اهمیت ساختمان (I_s) Importance Factor

خطری عاملی است که بازه را به خطر می اندازد مثل زلزله

خطر پذیری یا risk آن تأثیری است که خطری که بازه می گذارد

- تعریف کلاسیک ریسک (خطر پذیری) $Risk = \text{probability} \times \text{consequence}$ ^{احتمال} ^{پیامد}

ساختمان های با اهمیت بالاتر در گروه ریسک بالا قرار می گیرند مثل بیمارستان برای دهستان

احتمال، بار طراحی را افزایش می دهیم.

مداول ۶-۱-۱ و ۶-۱-۲

سازه‌های ممکن است تحت یک بار در سوره خطرپذیری مثلاً ۱ باشد در یک بارندازی دیگر گروه ۳ باشد مثلاً یک سربانه برای طوفان در هنگام وزش باد گروه ۱ است ولی در بار زلزله در گروه ۳ می‌شود.

ضرایب I_s از روی آن انتخاب می‌شود که مثلاً بارهای برف ۲۵ ساله ۱۸ بارهای ۵۰ ساله است پس برای سازه‌های کم اهمیت مثلاً با دخالت دادن I_s اندک داریم سازه را ۲۵ ساله می‌نامیم

۲-۴ ضریب برف‌گیری (Ce) Exposure Factor

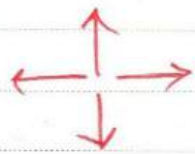
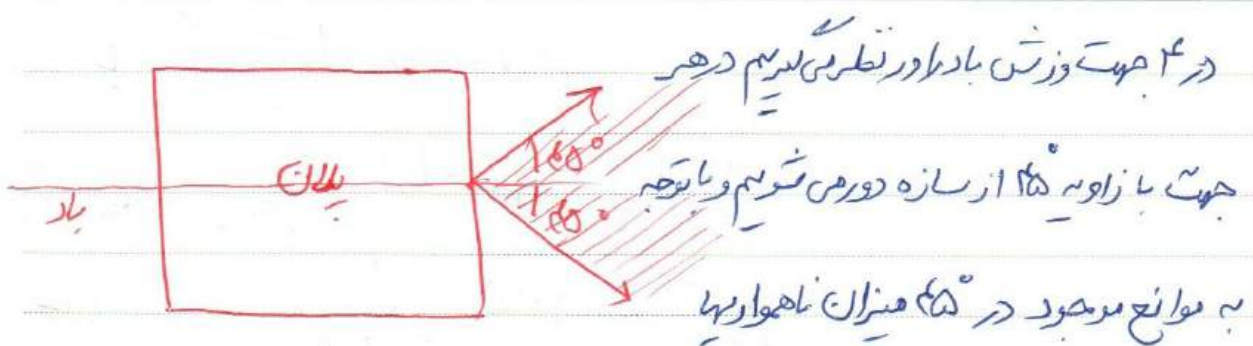
روی سطوحی که ویژگی‌های هندسی خاصی و در مکان‌های با شرایط پوششی مختلف هستند میزان برف‌گیری مختلف است، مثلاً در محل‌های باز و بدون درخت میزان برف‌گیری کمتر از فضاهای شهری و مایه و دارای درخت است یا موانع بیشتر بارش‌های بیشتر است.

C_e وابسته به دو چیز است:

(۱) ناهمواریهای محیط و ساخت (۲) میزان برف‌گیری بام

ناهمواریهایی محیط (۱) ناهمواریهای زیاد (۲) متوسط (۳) کم

ناهمواریهایی زیاد محل‌های پر از ساختمان و پوشش درخت است و ارتفاع متوسط بالای ۹ متر متوسط کمتر از ۹ متر کم نواحی بدون ساختمان و پوشش گیاهی و کاملاً مسطح مثلاً دشت



را مشخص می دهیم و توجه در جهت باد در نظر می گیریم
 به بدترین حالت مقدار C_e را مشخص می دهیم.

برف گیری بام

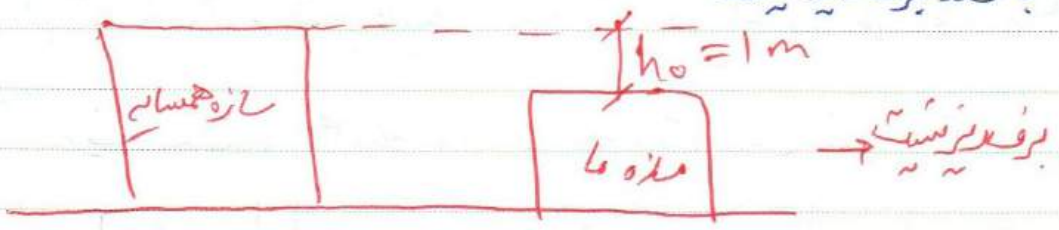
1) بام برف ریزه Fully exposed ← بام سازه بلندتر از اطرافش است و از ساحت اطراف در فاصله ی کوتاه تر است.

بار برف s_m ←
$$h_b = \frac{P_r}{s}$$

 وزن مخصوص برف ← s

اگر ارتفاع جانبش بالایی ساختمان
 یا سازه ای دیگر روی سقف
 ارتفاع بیشتری از برف داشته باشد
 باشد برف ریزه نیست.

$s = 0.43 P_g + 2.2 \ll 4.7$
 kn/m^2

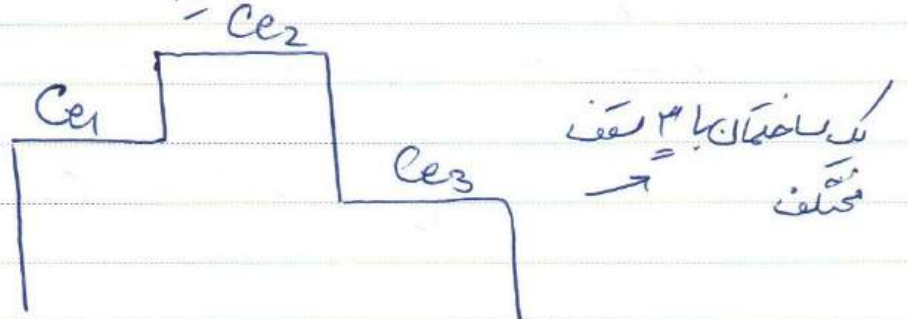


اگر اختلاف ارتفاع مابین سازه ها 5m به اندازه ی کمتر باشد و فاصله ی دو ساختمان از $10h_o$ کمتر باشد آنگاه سازه ی ما برف ریزه نیست.

(۲) بام برف گیر (sheltered)

(۳) بام شبه برف گیر (partially exposed)

* برای هر قسمت از بام یک C_e مختصاً در نظر می گیریم.



(۴-۲) ضریب شرایط دمایی (C_{te}) Thermal Factor

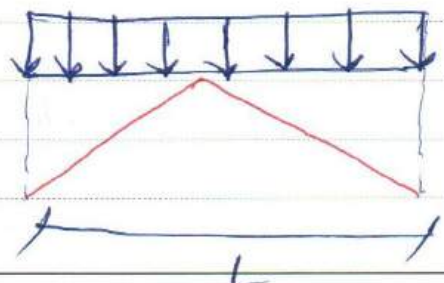
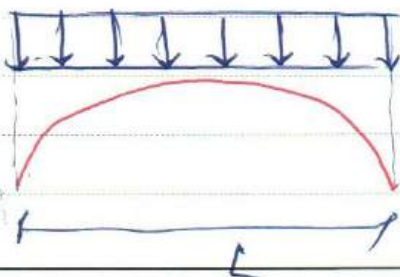
هرچه دمای بام بیشتر باشد میزان بار برف کمتر است.

جدول ۶-۷-۳

(۴-۵) ضریب شیب بام (C_{s1}) Roof slope Factor

۱- هرچه شیب کم شود، بار کم می شود علیرضا ۱- وزش بار ۲- وزن برف و لغزش آن

۳- تحلیل آب برف آب شده ۴- لغزشنده برون ماله برف آب شده سقف



$$C_s = \begin{cases} 1.0 & \alpha \leq \alpha_0 \\ 1 - \frac{\alpha - \alpha_0}{70 - \alpha_0} & \alpha_0 < \alpha < 70 \\ 0.0 & \alpha \geq 70 \end{cases}$$

$$C_t = 1.0$$

$$C_t = 1.1$$

$$C_t \geq 1.2$$

5°

10°

15°

30°

45°

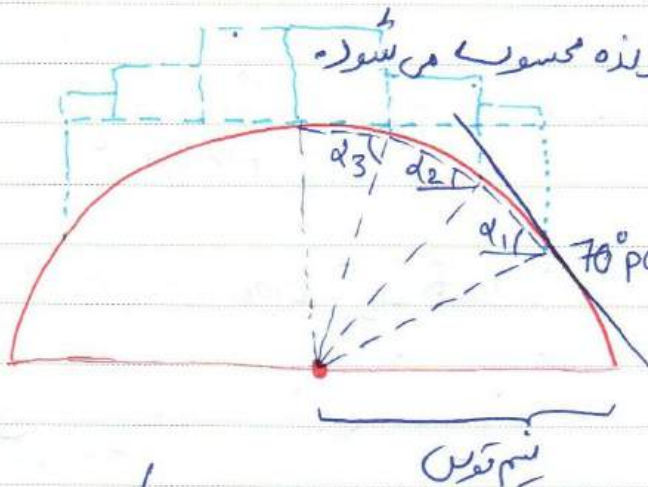
45°

سایر

لغزنده ← پوشش فلزی، سنگری، تشنه ای، پلاستیکی و هر پوشش که معادل این باشد از لحاظ

حشو هستند جزو پوشش های لغزنده محسوب می شود.

ضریب لایب در بام های قوسی :



در بام های قوسی از 70° بیشتر

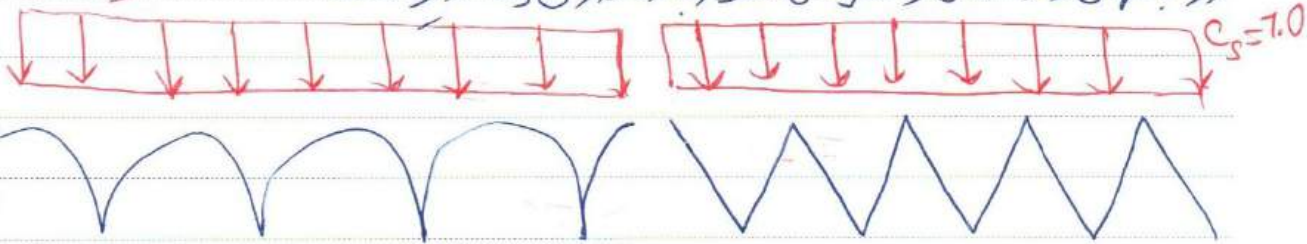
هیچ بار مرفی نداریم ولی اگر از 70° کمتر

بود آنگاه آن را باید با یک هند ضلعی (محدل ۳ ضلعی) تقریب زد و نه ای که بدست در

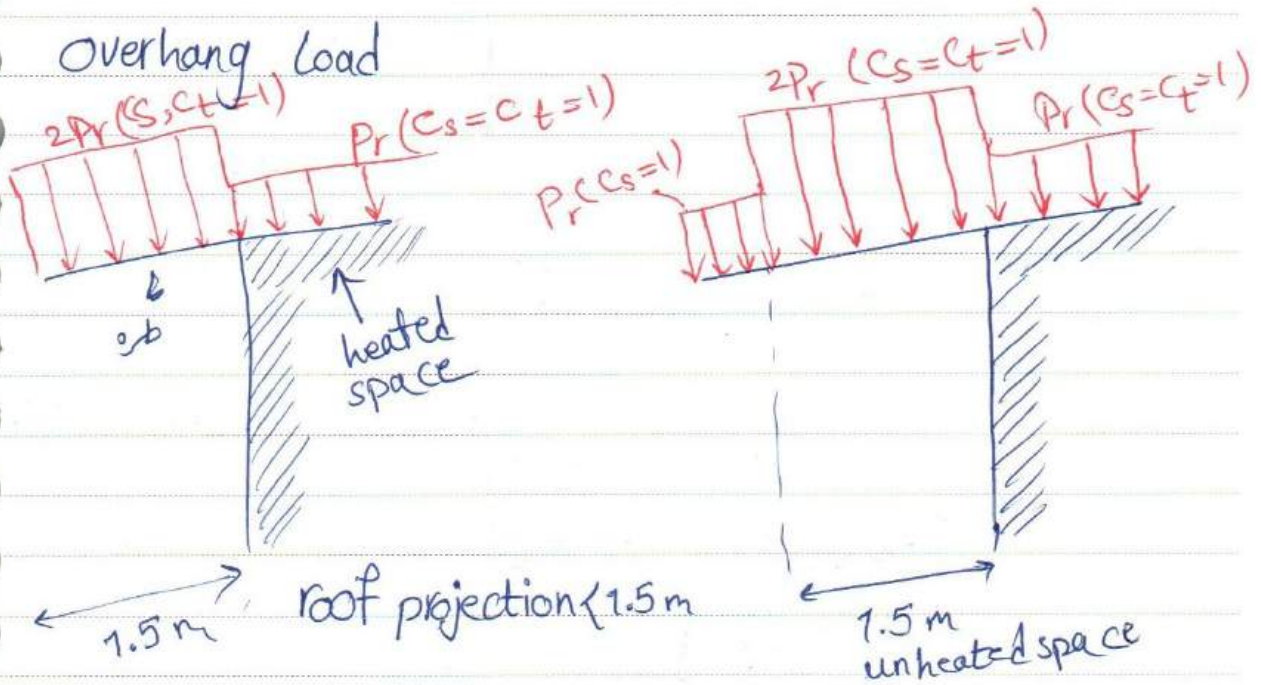
رابطه ای C_s (بالاتر صفتی) قرار داده و بار برف را در آن سمت مناسب می کنیم.

$$C_s = 1.0$$

در بارهای دندانه‌ای و ننداره‌ای مقدار برف دارای C_s زیر است.



Overhang Load



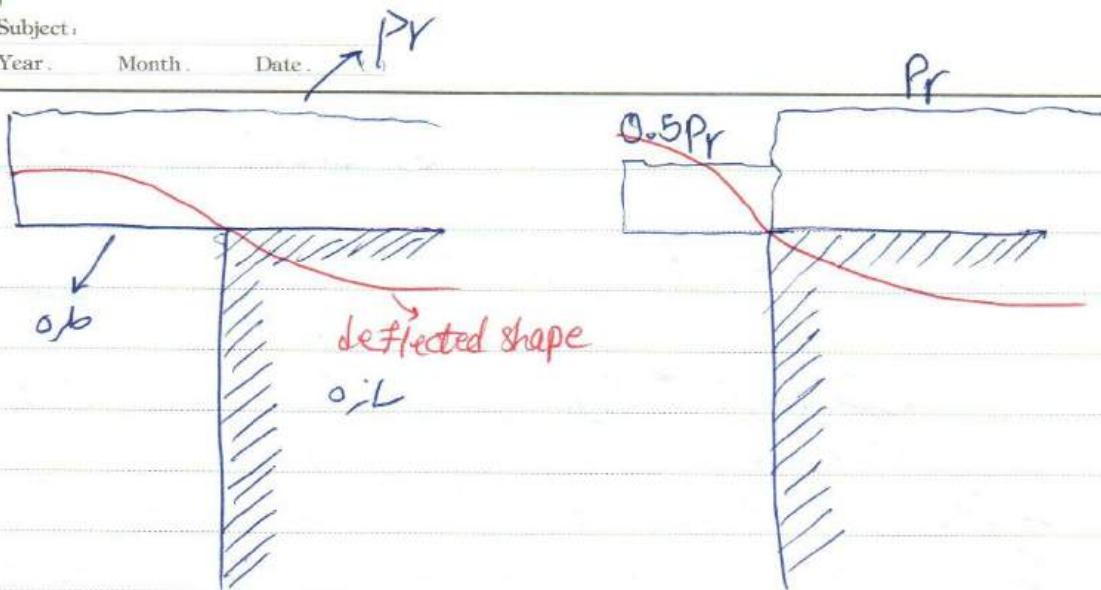
roof projection > 1.5 m

③ تعیین بارگذاری جزئی - partial loading - بارگذاری نامتوازن بر روی

سازه مثلاً در اثر جابجایی، یارو کردن یا آب شدن برف به طور نامتوازن و ایجاد بارگذاری نامتوازن و نامناسب بارگذاری شود که به آن بارگذاری جزئی گویند.

Subject:

Year: Month: Date: $\rightarrow$ P_r



نمای بارگذاری جزئی برای تیرهای سوله

Full

Half

Case 1

نمای بارگذاری سوله

Full

Half

Case 2

Full

Half

Half

Case 3

نمای بارگذاری سقف
Gable roof

استفاده برای اعضا که سقف تیب دوطرفه

دارد، عضو محصور در خط را با آن اکتیو می‌کنند

از 4% باشد لازم نیست بارگذاری جزئی

خط دایم

عضو محصور در خط

تیب سینی از 4%

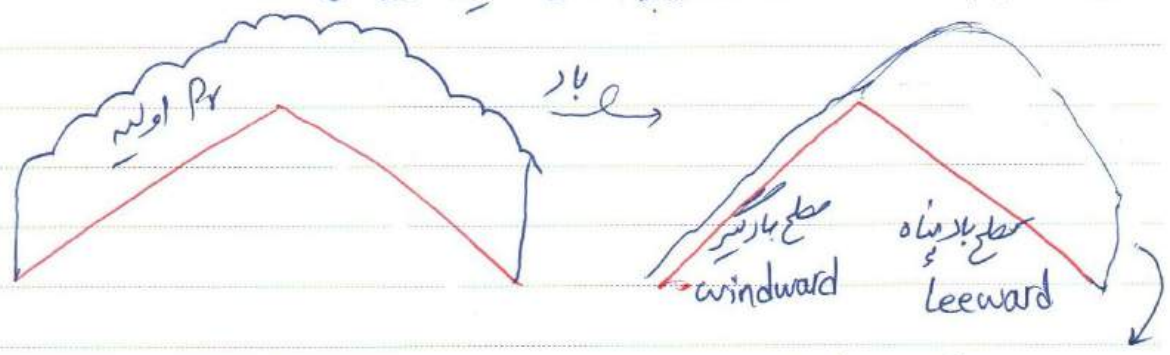
PAPCO

نیاز برای بارگذاری جزئی نیست

بررسی شود

④ تعیین بار برف نامتوازن و

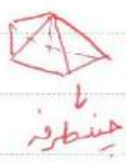
در اثر مثلاً وزش باد ممکن است بار برف را از یک طرف به سمت دیگر منتقل کرده و در طرف از بار آن کاسته می شود و بر بار طرف دیگر افزوده می شود.



بار متوازن اولیه

بیشترین بار در راستای باد
بار نامتوازن

* در دوامتداد عمود بر هم و در هراامتداد در دو جهت بررسی می کنند.

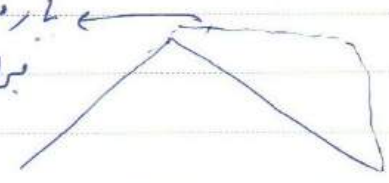


بار برف نامتوازن در بامهای شیب دار دو طرفه و چند طرفه

Hip Gable

در دو حالت نیازی به بررسی جانبی باد نیست یکی شیب $(\geq 4^\circ)$ (کمتر) و یا شیب بیشتر از 60° در این دو حالت بار نامتوازن مشاهده نشده است.

بار مثلاً را در محاسبه بار مسطح تقریباً می زنند که همان برای آن را دارد.

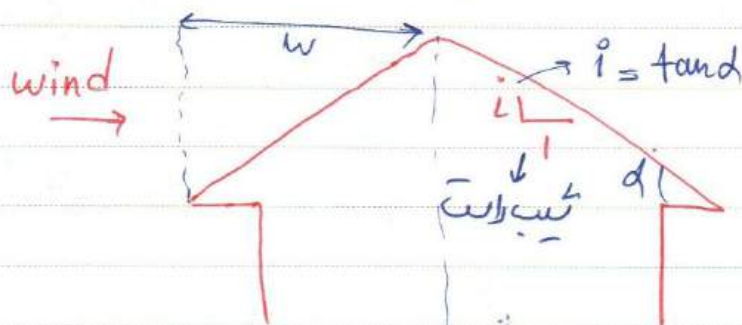


دو نوع سازه

Simply supported

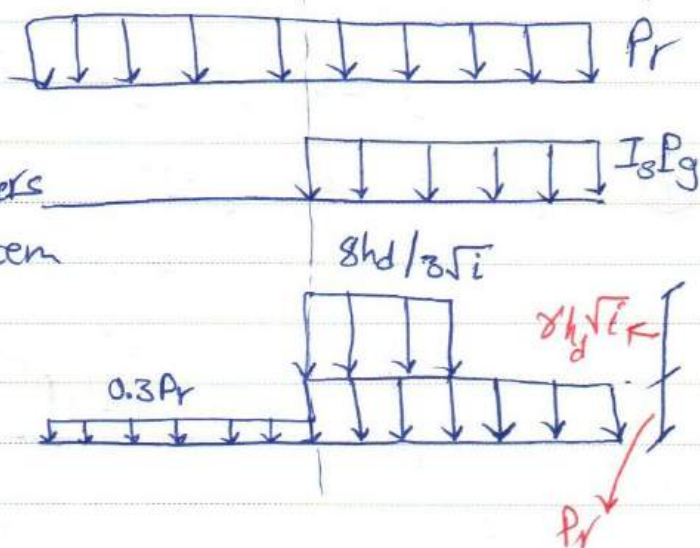
- باید تیر عرضی در شیب با شیب گاه سازه وجود داشته باشد

- فاصلی افقی بین رأس تیر شیب کمتر از B_m باشد



balanced

un balanced with $w < 6m$
with simply supported members
Example: Roof rafter system



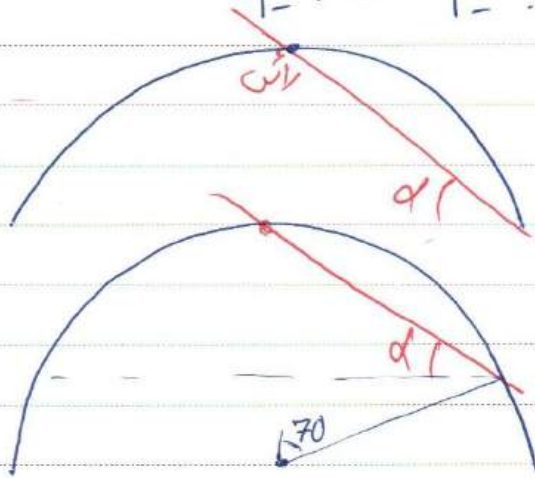
unbalanced other s

$$h_d = 0.12$$

Subject:

Year, Month, Date, ()

بار نامتوازن در سقف های قوسی

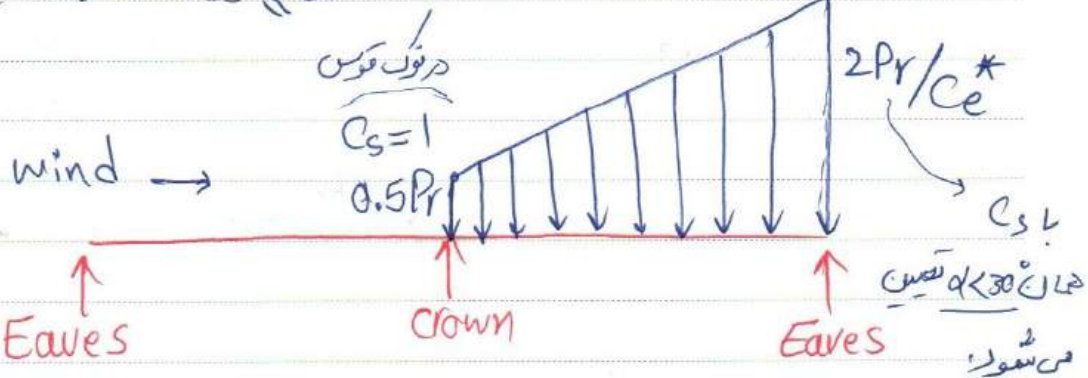
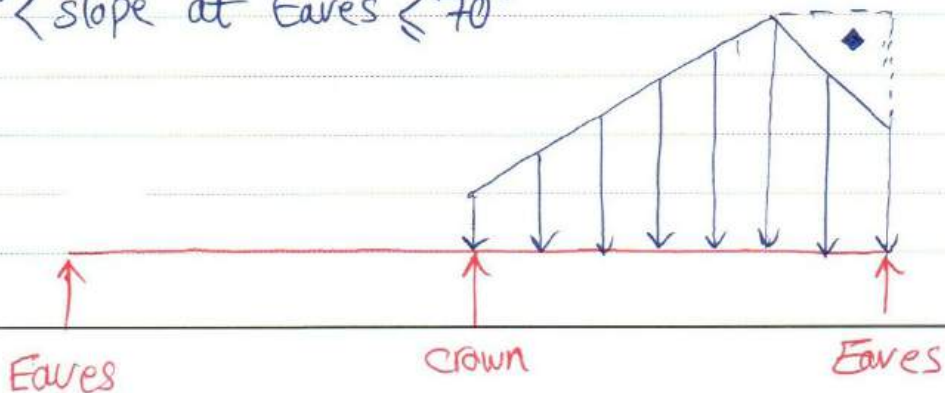
اولاً شیب بالای 70° کلاه برف نمی گیرد که نخواهیم داشت بدویم.

باید بارگذاری نامتوازن انجام شود $60^\circ \leq \alpha \leq 70^\circ$

اگر $\alpha > 70^\circ$ بار از مرکز کمتر از 70° به رأس

قوس وصل می کنیم.

در بام های قوسی برای بارگذاری نامتوازن بار سطح بارگیر را بر می داریم.

① slope at Eaves $\leq 30^\circ$ ② $30^\circ < \text{slope at Eaves} \leq 70^\circ$ 

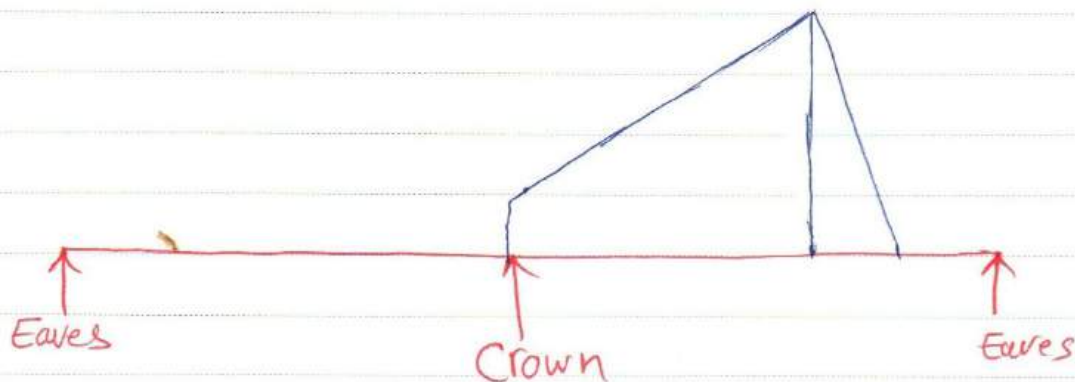


Subject:

Year: Month: Date: ()

③ slope at Eaves $> 70^\circ$

از 70° بیشتر کلاً بارگیری نداریم



بار نامتوازن برای بامهای دندانه‌ای (Multiple Sawtooth roof)

بامهای تاو شده (Multiple Folded plate roof)

بامهای گنبدی (Multiple Barrel Vault roof)

شیب $> 3\%$ ← باید بار نامتوازن گام شود

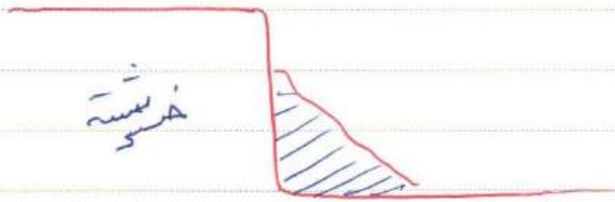
اسلاید 23

تراز برف در محل لازم نیست بیشتر از تراز برف در محل در نظر گرفته شود

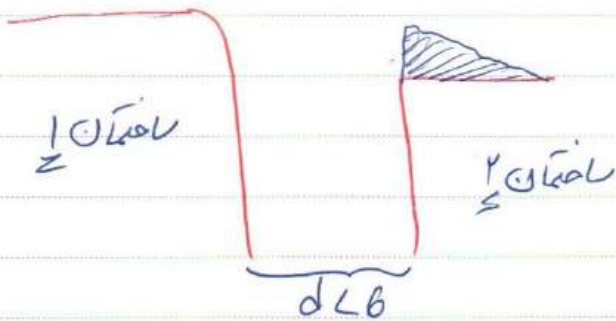
Subject :

Year . Month . Date . ()

(5) تعیین بار افتشی برف



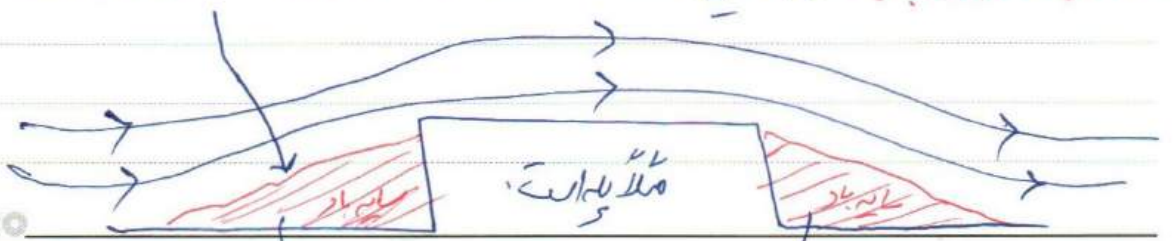
۱-



۲-

wind ward Snow drift

افتشی روی بادی (بارگیر)



۲۴ سانت

air dynamic shade

Leeward snow drift

انباشتگی پست به باد (بارشیه) Leeward Drift (امداد 25)

برای بدست آوردن بارانباشتگی، یک بار از راست به چپ یک بار برعکس بارشیه پست به باد و دوبار را بدست آورده، مقدار حداکثر آن را برای هر دو طرف برای بارانباشتگی در نظر

$$h_b = \frac{Pr}{\gamma}$$

$$P_d = \gamma h_d$$

من گزینم ارتفاع انباشتگی

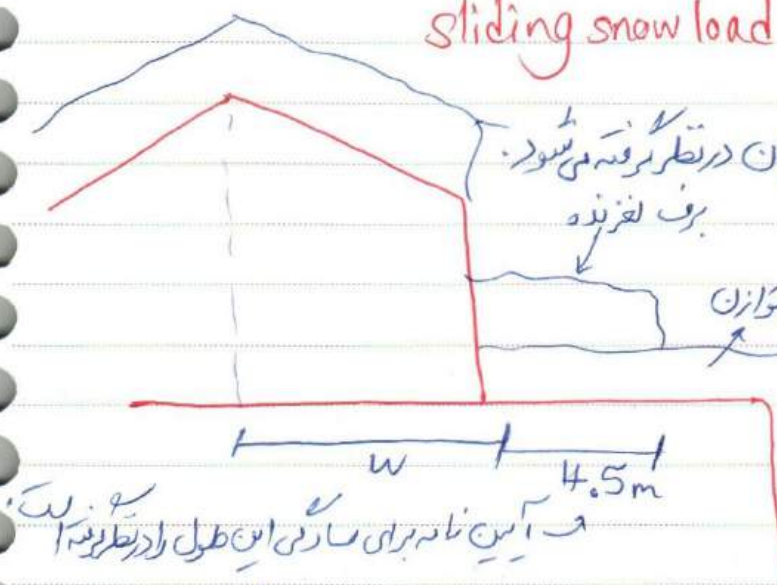
لے تعین h_d و W ← ضوابط ۱-۹-۷-۶

در ساختمان کمی مجاور و شرط اول: فاصلی بین دو ساختمان کمتر از ۶ متر $d < 6m$
 شرط دوم: فاصلی دو ساختمان کمتر از ۶ برابر فاصلی قائم آن باشد. $d < 6h$
 ← برای Leeward

برای windward ← فقط $d < 6m$

↓
 کلاه نخودی اندازه گیری h مهم است.

④ تعیین بار برف لغزنده sliding snow load



این بار با بار متوازن برف به طور همزمان در نظر گرفته می شود.

برف لغزنده

بار متوازن

اگر شیب بیش از ۲/۱۲ بود و متر برف لغزنده بود باید بام لغزنده برای بام پائین در نظر گرفته شود.

اگر بام از متر برف لغزنده در نظر گرفته نشود، آن نگاه از شیب کمی ۱/۱۵ به بالا را باید برف لغزنده را در نظر بگیریم.

و این نام برای سازه این طول را در نظر بگیرد.

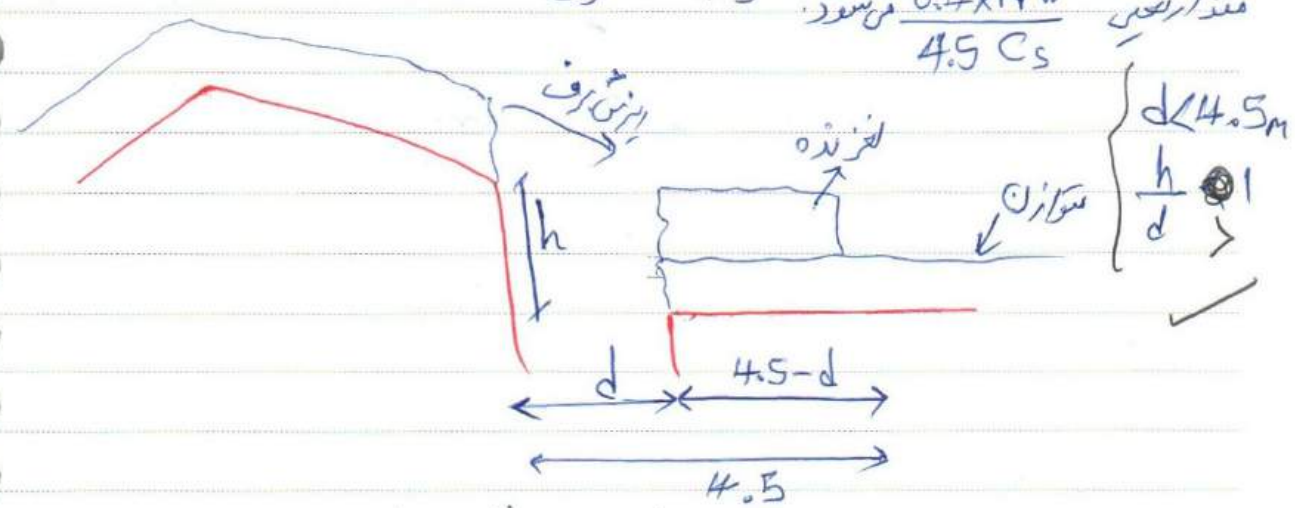
$$\frac{0.4 P_r W}{C_s} \rightarrow \frac{0.4 P_r W}{4.5 C_s}$$

بار برف واحد سطح

اگر عرض بام پائین از ۴.۵ بیشتر باشد بار برف

اگر متر بام ۴.۵ متر باشد آن نگاه مقدار عرض $\frac{0.4 \times P_r W}{4.5 C_s}$ می شود.

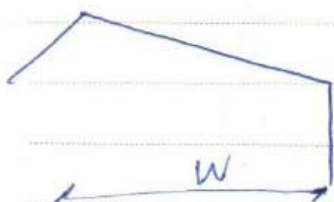
و نه با تقسیم بر L می شود و همان $\frac{0.4 \times P_r W}{C_s} \times \frac{L}{4.5}$



بار برف لغزنده در نواری به عرض $4.5-d$ محاسب می شود.

- شدت باره $\frac{4.5-d}{4.5} \cdot \frac{0.4 P_r W}{C_s}$ ← برآیند بار خطر که باید در عرض $4.5-d$ تقسیم شود.

⑦ تعیین سربار باران بر برف



① $0.25 < P_g \leq 1 \text{ kW/m}^2$ ← منطقه ۲ و ۳

شدت بار این بار با افزایش شیب کمتر می شود. با افزایش W سربار بیشتر می شود.

② شیب کمتر $(\frac{W}{15})$ درجه باید سربار باران لحاظ شود.

اگر شرایط ۱ و ۲ را داشتیم آنگاه 0.25 kW/m^2 = سربار باران

⑧ تعیین ناپایداری برکشی اگر شیب در بام زیاد باشد و در بام چاله ای کوچک داشتیم و باران

زیادی ببارد آنگاه در چاله برکشی کوچک بوجود می آید و به دلیل بار بیشتر در این نقطه محق

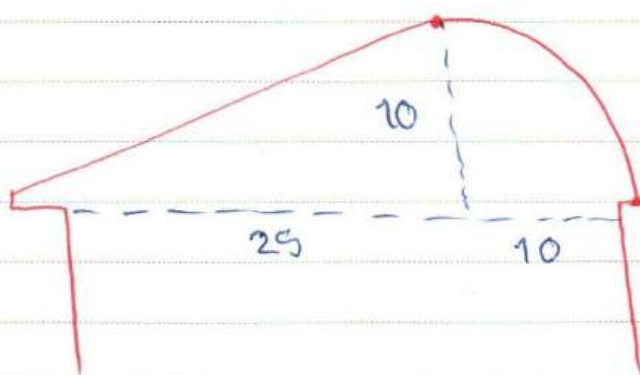
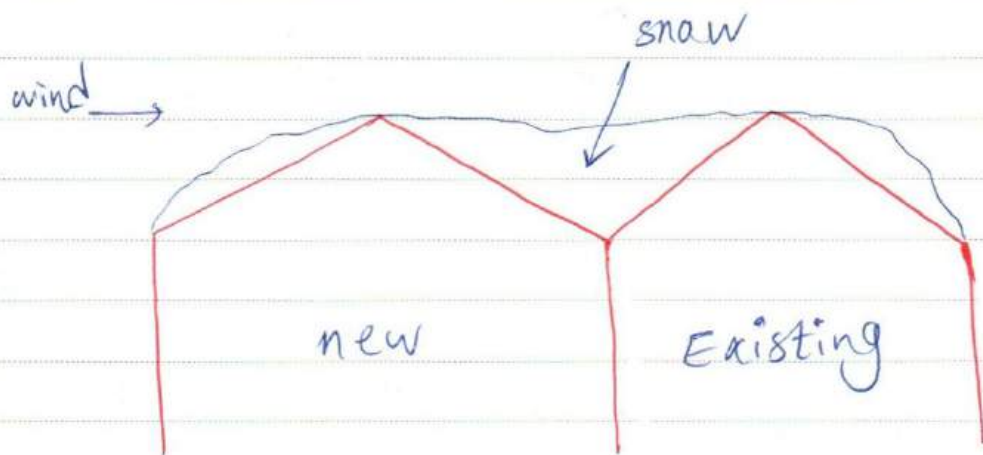
چاله deflection بیشتری می دهد و محق بیشتر می شود و به صورت مداوم آب بیشتری روی محل

برگردد و تکرار می گردد. اگر احتمال آن برود که همین پدیده ای رخ بدهد، باید بررسی گردد.

⑨ بام نمی موجود ← تغییرات بار برف بامهای موجود (مجاور بام مورد نظر شما)

آنگاه اگر بام جدید با بامهای موجود فاصله ای ۶ متری داشته، آنگاه باید به بام نمی مجاور

اصلاح داده شود که بارگذاری در محل افزایش است.



- سوال ۱ - انبار صنعتی
 - در شهر تهران
 - بلندترین ساختمان در محدوده
 - اطراف خود
 - دارای پوشش فلزی
 - فاقد تجهیزات گرواسیست
 - بارگذاری برف ؟

حل : ① بار برف زمستان : جدول ۱-۷-۴ تهران منطقه ۲ $P_g = 1.5 \text{ KN/m}^2$

$$P_r = 0.7 C_s C_t C_e I_s P_g \quad \text{② بار برف بام ؟}$$

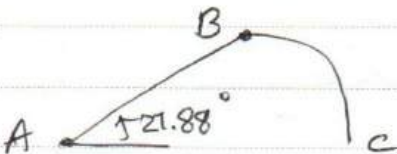
①-۲ بار برف حداقل ۱ نرم کنترل : $\alpha = \tan^{-1}(10/25) = 21.88^\circ \approx 15^\circ$

نیازی به کنترل بار برف حداقل نیست $\beta = \tan^{-1}(10/10) = 45^\circ \approx 10^\circ$

②-۲ ضریب اهمیت I_s : انبار : جدول ۱-۱-۴ گروه ۳ $I_s = 1.0$

(۳-۲) ضریب برف گیس C_e : محیط شهری - برون‌ها هموار یا زیاد { جدول ۲-۷-۲
 $C_e = 0.9$ بلندترین ساختمان - برف ریز

(۴-۲) ضریب شرایط دما در سازه بدون گرفایش { جدول ۲-۷-۲
 $C_t = 1.2$

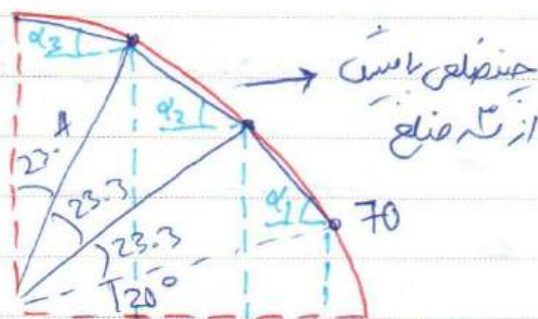
(۵-۲) ضریب سبب C_s :


قسمت AB : $C_t = 1.2$:
 بام فلتزی - لغزنده
 $\alpha_s = 15^\circ$ بدون مانع

$$\alpha_s = 15 \leq 21.88 \leq 70 \rightarrow C_s = 1 - \frac{21.88 - 15}{70 - 15} = 0.875$$

$$P_r = 0.7 C_s C_t C_e I_s P_g = 0.992 \text{ kN/m}^2 \text{ بر تصویر افق}$$

قسمت BC :



$$\alpha_1 = \frac{180 - 23.3}{2} - 20 = 58.35$$

$$\alpha_2 = \frac{180 - 23.3}{2} - 43.3 = 35.05$$

$$\alpha_3 = \frac{180 - 23.4}{2} - 66.6 = 11.7$$

$$\begin{aligned} & 10 \cos 20^\circ = 9.40 \quad 0.6 \\ & 10 \cos 66.6^\circ = 3.97 \quad 10 \cos 43.3^\circ = 7.37 \\ & 9.40 = (3.31 + 3.97) = 2.12 \end{aligned}$$

$$15 < \alpha_1 \leq 70 \longrightarrow C_s = 1 - \frac{58.35 - 15}{70 - 15} = 0.212 \longrightarrow P_r = 0.247$$

$$15 < \alpha_2 \leq 70 \longrightarrow C_s = 1 - \frac{35.05 - 15}{70 - 15} = 0.635 \longrightarrow P_r = 0.137$$

$$\alpha_3 < 15 \longrightarrow C_s = 1 \longrightarrow P_r = 1.134 \text{ kN/m}^2$$

③ بارگذاری جزئی: در اینجا یک قاب صلب یک دهانه است و چند دهانه نیست پس بار جزئی نداریم.

④ بار نامتوازن: لزوم کنترل: برای بام با شیب دو طرفه شیب بام بین 4٪ و 60٪ باشد.

$$4\% \leq \tan \alpha = \frac{70}{25} = 0.4 \leq 60\%$$

← باید کنترل شود.

$$70^\circ \leq \beta = 45^\circ \leq 60^\circ$$

سطح AB رو به باد

بار AB: 1-1-V-4

$$0.3 P_r = 0.3 \times 0.992 = 0.298 \text{ kN/m}^2$$

بار BC: 1-2-V-4

$$0.5 P_r = 0.5 \times 1.134 = 0.567$$

در آج 2

$$(C_s = 1.0)$$

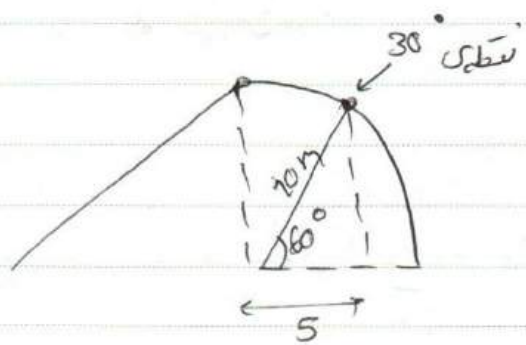
$$\psi_s (30^\circ)$$

در نقطه 30°

$$\frac{2 P_r}{C_e} = \frac{2 \times 0.7 (0.72) (1.2) (0.9) (1.0) (1.5)}{0.9} = 1.874$$

$$C_s = 1 - \frac{30 - 75}{70 - 75} = 0.72$$

در نقطه 70° ←



- سطح BC روبه باد

$i = 0.4$ + بار BC صفر

$$\frac{8hd}{3\sqrt{i}} = 1.99 \text{ m طول مسطح AB} +$$

$$\frac{1}{2} h_d \sqrt{i} = 0.849 \text{ شدت بار مسطح}$$

$$L_v = 10 \geq 6 \text{ OK} \rightarrow h_d = 0.72 \sqrt[3]{10} \sqrt[4]{100 \times 1.5 + 50 - 0.5} = 0.472$$

$$\delta = 0.43 P_g + 2.2 = 2.845 \text{ kN/m}^3$$

فرمول ۴-۷-۳

→ جگای برف

- بار انباشته نمی نداریم
- بار لغزنده نداریم
- بار برف → فقط در منطقه ای است که در آن منطقه ۲ و ۳ برف است
- نمای برفی → شیب < ۱/۲ → نداریم
- بامهای موجود → باید چک شود (اطلاعاتی نداریم)

همه این بارها و ترکیب ایشان به عنوان load case در نظر گرفته می شود و در هر نقطه load آنها در نظر گرفته می شود.

بار زلزله

بارگذاری زلزله بر مبنای آمیخته نامی طراحی ساختمانها در برابر زلزله (استاندارد 2800)
الف) کلیات و حدود کاربرد

گروه بنی براساس اهمیت	حالی زیاد	گروه ۱
	زیاد	۲
	متوسط	۳
	کم	۴

زلزله های مبنای طراحی

الف) زلزله شدید ← زلزله طرح

— احتمال فرارگشت در 50 سال، 10٪ است.

— وقوع زلزله با این قدرت یا بیشتر در 50 سال عمر سازه، 15٪ است.

$$T = 475 \quad \text{جهت اطلاع} \quad T = \frac{50}{1 - e^{-\frac{t}{50}}} \quad 0.1 = 1 - e^{-\frac{t}{50}} \quad \text{توزیع پواسن}$$

— این طریقی است و این مقدار قابل قبول اجتماعی طبق تعریف مهندسی زلزله است.

اهداف آیین نامه تحت این انواع سطح زلزله مطالعه گردد.

بم احتمال فراگشت در 50 سال 99.5٪ است ← زلزله‌ای بهره برداری

$$0.995 = 1 - e^{-\frac{50}{T}}$$

سال $T=10$

← سازه در عمر 50 ساله است 5 بار دچار این بار می شود.

الگوریتم بار برف در هر 50 سال 1 بار رخ می دهد ولی زلزله 5 بار اولی محدودیت نمی آیین نامه
برای برف بیشتر و دمای کمتر از زلزله است و برف اهمیت بیشتری می دهد و این صنف آیین نامه
است و نباید همیشه از آن کویر کویرانه تبعیت کرد.

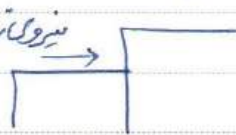
اهداف 2 سازه‌ای بلند و مهم ← تحت زلزله از نظر بهره برداری آسیب نبیند.

حدود کار برد:

برای طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی و بتن مسلح، چوبی و مصالح بنایی به کار می رود
برای طراحی ساختمان‌های مصالح بنایی به ضابطه‌ای جدا وارد (بمستثنای جدا) این آیین نامه برای
سد و دیوار سازه‌های هسته‌ای نیست.

ملاحظات معماری ← بند ۱-۴ به یک سری توصیه‌های معماری است، سازه‌ای که

معماری خاص دارند احتمال خرابی بیشتری دارند. (unknown unknown) PAPCO

در طراحی باید فاصله‌های کافی بین سازه‌ها موجود باشد که *pounding* رخ ندهد، طریقی بزرگ
 نیازیم، ارتعاشی زیاد دارد، باز مؤثر بار ایجاد کنیم تا سازه یک بار چه عمل کند، بار زمین
 روی دهانه‌های بزرگ نذاریم روی عناصر لافز نذاریم، مصالح سبک استفاده کنیم، اختلاف
 سطح در لف ایجاد کنیم  *نیروی زلزله* *صاحت طبقات را تغییر دهیم تا جرم کمتر باشد*
 باشد.

ملاحظات سازه ای بند ۵-۵ - تمام المان‌های سازه‌ای را باید چه کنیم، اتصال‌ها

مثل قاب و بام و دیوار من آنها باید خوب طراحی شده باشد سازه باید در هر دو امتداد
 افقی قائم بر هم در برابر زلزله طراحی شده باشند المان‌های بار روی هم باشند و بار به
 صورت افقی منتقل گردد، عنصر بار بر جایی را در یک صفحه قرار دهیم. عنصر بار بر جایی
 را طوری قرار دهیم که هیچ‌کس در سازه ایجاد نکند. شکل پذیری و مقاومت کافی تعیین گردد
 طراحی بر ضعیف و ستون قوی باشد. دیوارهای جداکننده را طوری طراحی کنند که در برابر
 حرکت سازه مانع نشود. سیستم‌های مختلف سازه‌ای را ترکیب نکنند.

روشن کنی تحلیل :

۱) روشن کنی خطی : روشن کنی که سازه را الاستیک فرض می کنند، اثر غیر خطی شدن

مواد را در سازه می بیند. با این روش هر سازه ای را می توان تحلیل کرد

- روشن کنی استاتیکی معادل

→ بعضی از سازه ها با این روش تحلیل می شود تا ۳ طبقه می شود بالای ۳ طبقه تا ارتفاع بیشتر از ۵۰ متر

- دینامیکی طیفی

ترازایی

روشن کنی دینامیکی برای همی سازه کشنده می شود

- تاریخچه زمانی

۲) روشن کنی غیر خطی :

- تحلیل استاتیکی غیر خطی

- دینامیکی تاریخچه زمانی غیر خطی

نامنظم اگر جرم نرم، خنثی نرم یا بیش از ۵٪ بیشتر زیاد → نمی توان طراحی کرد

اگر منظم باشد آیین نامه راحت تر می گذرد تا ۵۰ متر اما نامنظم به دلیل خطر خرابی بیشتر سخت تر گذرد

با مطالب این درس نهایتاً ساختمان کنی تا ۳ طبقه طراحی کنید

استائیک معادل بار زلزله دینامیکی را معادل با بار استاتیکی کرده و آن را استائیک تحلیلی می‌کند (بار درین تحلیل مقاومت سازه) و آن را استائیک تحلیلی می‌کند. معادل کردن و توزیع بار موضوع درس هاست.

روش دینامیکی تحت شتاب زلزله تحلیلی و تحت آن نیروها و جابجایی‌ها سیم‌تار طراحی لحاظ شود.

گروه بندی ساختمان‌ها بر اساس سیستم‌های سازه‌ای

سیستم سازه‌ای ۲ فولادی - بتنی

۱- مجموعه‌ای از عناصر سازه‌ای - ممکن است بار جانبی یا ثقلی یا هر دو را تحمل کنند

مثلاً ستون - بار ثقلی قاب خمشی - بار ثقلی و هم بار جانبی مهاربند - بار جانبی

در موارد برش - بار جانبی را حمل می‌کند. عضو بار برمی‌تواند قائم یا افقی باشد.

تیر عضو بار بر افقی و کار آن حمل بار ثقلی است، ستون عضو بار قائم کار آن حمل بار ثقلی

مهاربند عضو بار بر که بار جانبی را حمل می‌کند، کف عضو بار بر افقی و کار آن بار ثقلی و جانبی است.

دیوار همگن است نه نیرود؟ را متصل می کنند تا نیرو بین مسکون $\hookrightarrow$ تقسیم و نهایتاً به زمین متصل می شود

عناصر سازه ای قائم طر بر جانی

(۱) دیوار برشی بین مسلح ۱، اسلاب شماره ۲، بتن، آجری، فولادی $\rightarrow$ سیستم انتقال

را بتن دارد. بدلیل اتصال راحت تر. اما در فولادی اتصال آن کمی سخت است.

$$I = \frac{1}{12} b h^3 \quad \leftarrow \text{دیوار برشی} = \text{یک دهانه کاملاً به صورت بین مسلح است}$$

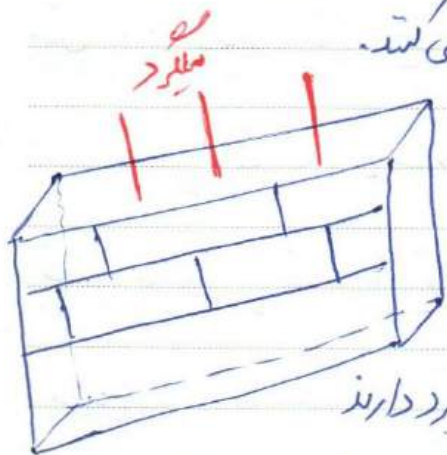
سیستم گسترده جانی را دارد لذا مسئول بردن بار زنده می شود.

بعد تکمیل ساخت تخفیف آن مثلاً می شود.

(۲) دیوار برشی با مصالح بنایی: میگردد در دیوار آجری قرار داد تا شکل پذیر شود همانند

اثر میگردد در بتن عمل می کند و میگردد و در تشار مهار می کنند.

* به آن دیوار آجری مسلح می گویند.

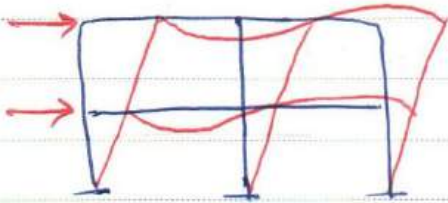


(۳) مهار بند (باد بند) معمولاً در سازه های فولادی کاربرد دارند

در قاب های که اتصال مفصلی است از این نوع استفاده می شود. اسلاب ۴

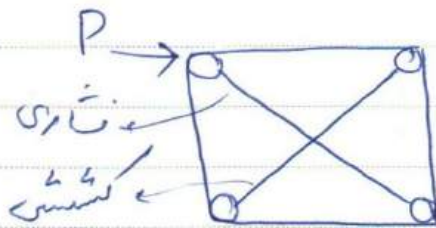
شکل ۴-۱-۱: مهار بند و مهار

۴ قاب خمشی و قابی که اتصال تیر به ستون گیردار است و این نوع قاب بار جانبی را گرفته و تحت آن خم می شود و این خم شدن باعث مقاومت در برابر زلزله می شود.



* به تنهایی می تواند سیستم باربر باشد.

بدون مهار بندوها با مهار بند کار می کند



* مهار بند فاصله مفصل محل می کند عفت

انواع سیستم های سازه ای

مجموعه ای از المان های سازه ای اند که می توانند در کنار هم کار کنند و بار سازه را منتقل کنند

۱- سیستم دیوارهای باربر بار قائم را دیوار باربر، بار جانبی را دیوار با عملکرد برشی

مثل مثل دیوار بتنی مسلح یا یک قاب مهار بند شده، باشد یک دیوار آجری مسلح

۲- سیستم قاب های صلبانی [سازه]

قاب خمشی نیست، بار قائم را قاب می برد با اتصال ساده غیر لنگری ← انحراف

فولادین، گاهایی بتنی، بتنی پیش ساخته، بار جانبی، الزامی است که توسط المان

باربر جانبی تامین نشود.

اتصال متداول : اتصال خبر جنی سے تیرے پیوستہ را از (و طرف سول) عبور و صرفاً روی آن نشسته ولی گیردار نیست و تحت نیروی کمی شروع به چرخش می تواند بکند . در شرایط خاص می توان گیردار طراحی کرد .

کمالات نشان می دهد که آنها ای که مفضل در نظر گرفته شده کمی کمتر تحمل می کند در این ایمان نیروی وارد می شود که هوش بر آن طراحی شده و باعث بیماری لوزج و میر شده است .
* همیشه جنی که محنت بیشتری دارد برای ما بهتر نیست .

۳- سیستم قاب آهن خمشی

بار قائم به قاب فولادی یا بتنی با اتصال ماره

بار جانبی به قاب با اتصالات گیردار

↓ بعضی از قاب های خمشی همان گیر و بعضی سازه اسکالید 7

ترکیب از قالب ساده و همان گیر

معمولی - به رفتار شکل پذیر ندارد ، جزئیات خاص که نیاز است تا قاب شکل پذیر را بداند
متوسط - همین حالت و تیر و معمولی است و دارای شکل پذیری متوسط است .
و تیر -

کم جزئیات و تمهیدات خاص در آن رعایت شده تا شکست ترد فدا شده باشد و انرژی زلزله تلف نشود و عملکرد بهتر است .

۱۴ سیستم دوگانه یا متریک: بررسی از عناصر باربر - بار قائم: قاب های ساختمانی

قاب خمشی تحمل می کند. بار جانبی: دیوار برشی و قاب خمشی یا قاب مهاربند

شده و قاب خمشی مهم این تقسیم به نسبت نکته است. قاب خمشی باید بتواند

$\frac{1}{4}$ بار زلزله را تحمل و گرنه قاب ساده محسوب می شود، دیوار برشی قاب مهاربندی

شده باید $\frac{1}{2}$ بار را تحمل کند.

سیستم دوگانه مزایایی دارد که اگر موارد بالا رعایت شده باشد نمی توان از این

مزایا بهره برد.

۱۵ سایر سیستم ها: مثل خرپا - آیین نامه ای خاص خود را دارد.

نامنظمی ها: ساختمان منظم سازه ای است که هم در پلان و هم در ارتفاع نظم دارد اگر

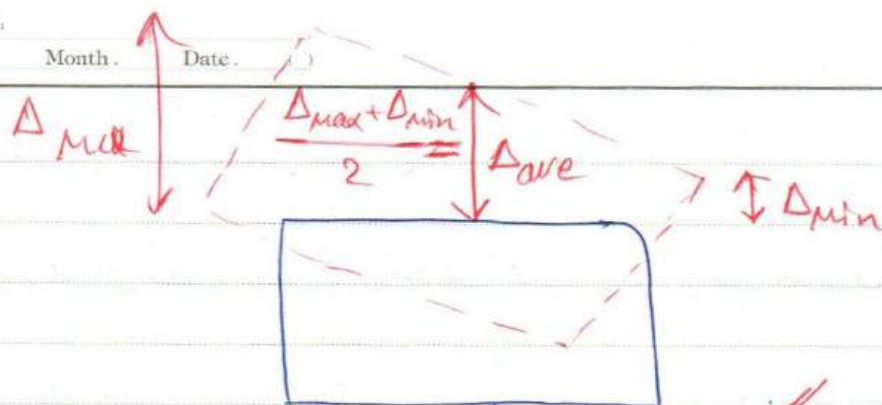
هر کدام از این موارد رعایت نشود سازه نامنظم است

۱- نامنظمی هندسی: پس از تنگ ارتفاع در هر جهت بیش از ۲۵٪ طول پلان

باشد. الاند $\frac{1}{8}$

۲- نامنظمی محلی: $\Delta_{max} / \Delta_{ave} > 1.2$ Torsional irregularity

$\Delta_{max} / \Delta_{ave} > 1.4$ severe Torsional irregularity



۳- نامنظمی در دیافراگم همان بدبرافقی که نیرو وارد اعضای باربر جانبی تقسیم به عبارت

دیگر ابرساخت دیافراگم ناگهانی تغییر و یا بخشی ناگهانی تغییر نامنظمی دیافراگم است

10

$$A > 0.5 \times y \rightarrow \text{نامنظمی دیافراگم}$$

↓
مساحت باز شو

↓
مساحت طبقه

↓
اگر منظم نبود مساحت می همان شکل

اگر تغییر منحنی بیش از 50٪ نسبت طبقه مجاور باشد نامنظمی دیافراگم است.

۴- نامنظمی خارج از صفحه در مسیر انتقال، انقطاع باشد.

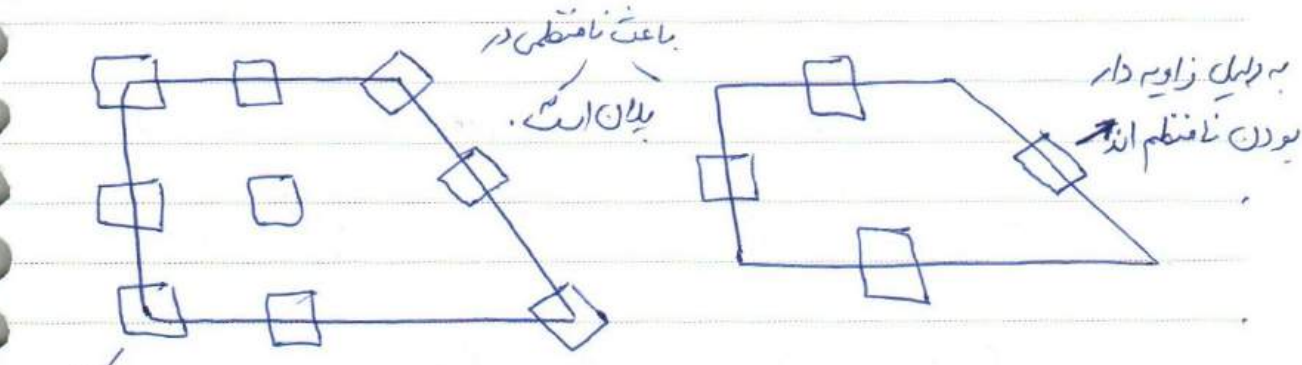
اسلاید ۱۱ ← در طبقه پایین نسبت به طبقه بالا نسبت به جیب بداند

لکن از توصیفاتی سازه ای گوییم نامنظم نبوده → اگر این کار را در دید کف آن را برای بار بسیار

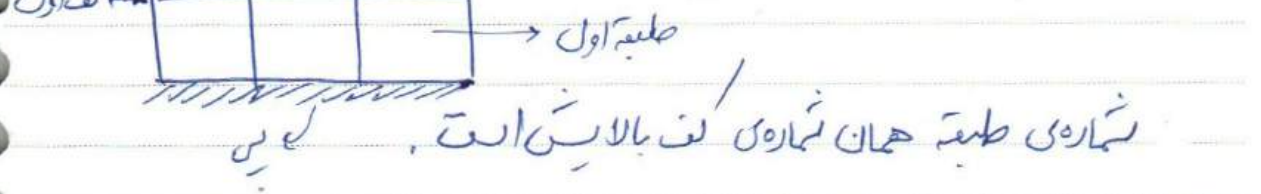
زیاد ستون بالایی طراحی کنید → این برای قاب های مهار بند نیز برقرار است.

۱۵) نامنظمی سیستم های موازی

بعضی از اجزای قائم دیوار برشی به موازات محورهای عمود بر هم ساختمان نباشد مثل اسلاید ۱۲



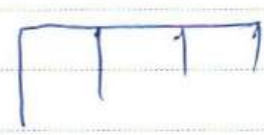
۱۶) نامنظمی در ارتفاع اسلاید ۱۳ طبقه دوم طبقه اول



۱۷) نامنظمی هندسی اسلاید ۱۴

نامنظمی هندسی $L_i + 1.3 L_i > L_i$

این L ، بعد سیستم باربری جانبی است ، نه بعد ساختمان

ممکن است .  ادامه داشته باشد .

۱۸) نامنظمی جرمی جرم طبقه بیش از ۱.۵ برابر جرم طبقه دیگر باشد

مثال ۱ گاراجی های متفرق یک ساختمان

(9) نامطمین قطعی سیستم باربر جانبی اسلند 76

جزئی از سیستم باربر جانبی در ارتفاع قطع شود

(10) نامطمین مقاومت جانبی مقاومت جانبی $= F_d$

اگر مقاومت جانبی کمتر از 80٪ مقاومت جانبی طبقه بالایی باشد آن طبقه ضعیف است. اگر مقاومت ~ ~ ~ 65٪

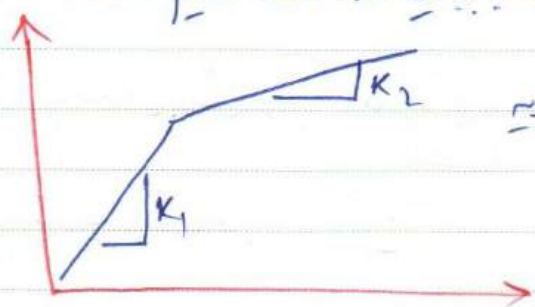
خلفی ضعیف محسوب می شود

مقاومت کل المان $=$ مقاومت طبقه

مقاومت و سختی دو چیز متفاوت اند

مقاومت فقط یک تسلیم طبقه است، نیرو ثابت

و جابجایی داریم. سختی $\leftarrow$ نسبت نیرو به جابجایی در حالت تسلیم است.



hardening سختی ثانویه

عبارت ضابطه برای سختی هم وجود دارد

(11) نامطمین سختی: اگر سختی طبقه از 70٪ طبقه بالایی یا از 80٪ میانی

طبقه بالاتر کم تر باشد $\rightarrow$ نرم $\rightarrow$ اسلاید 15

اگر 60-70 80-70 ضعیف نرم

اگر مقاومت کم باشد $\rightarrow$ طبقه ضعیف $\rightarrow$ اسلاید 19

اگر سختی کم باشد $\rightarrow$ طبقه نرم است .

در حالت کلی اگر طول 2 برابر شود سختی $\frac{1}{8}$ برابر می شود .

وقتی که بار کسب داریم در میان قاب نمی زنند اسلاید 20

دواری داخل قاب $\rightarrow$ باعث افتادن می شود $\rightarrow$ طبقات

ب د روش تحلیل استاتیکی معادل

- ① مشخص کردن سیستم باربر جانبی در دو جهت محمود برهم
- ② محاسبی وزن و اثر لرزه ای ساختمان به تفکیک طبقه و وزن کل ساختمان
- ③ محاسبی برش پایه به طور مجزا در دو امتداد محمود برهم
- ④ توزیع برش پایه در ارتفاع
- ⑤ توزیع برش هر طبقه در پلان با احتساب تدریجی

۴) کنترل ساختمان تحت زلزله بهره برداری

۷) کنترل واگرایی

۸) محاسبه نیروی قائم زلزله

۹) کنترل تغییر مکانهای ساختمان بار نظر گیری $P-\Delta$
زمانه متعام است.

در این روش نمی توان از سازهی بالایی ۵۰ متری یا بالایی ۳ طبقه و قفسه متعام است.

مورد ۱؟

اول باید مثلاً بین جهت شرقی غربی دیوار برش و شمالی جنوبی قاب خمشی استفاده کنیم.
بار دینامی زلزله را در دو جهت محدود برهم بر روی سازه قرار می دهیم و سازه را کنترل می کنیم.
بار باد و زلزله هم زمان احتمال رخ دادن یا منی دارند و سازه را تحت یکی از آنها تحلیل می کنیم.
در ایران اغلب زلزله محدود کننده است.

مورد ۲

به تفکیک طبقه وزن ساختمان را بدست می آوریم و وزن کل ساختمان جمع آنها می شود.
نیروی زلزله را به عنوان وزن از ساختمان بیان می کنند، شتاب زلزله $\times$ جرم = نیروی زلزله
درصدی از بار زنده برف + وزن تأسیسات ثابت + بار مرده = W وزن مؤثر لرزه ای

کامبری ساختمان تغییر می کند اولاد ۲۱

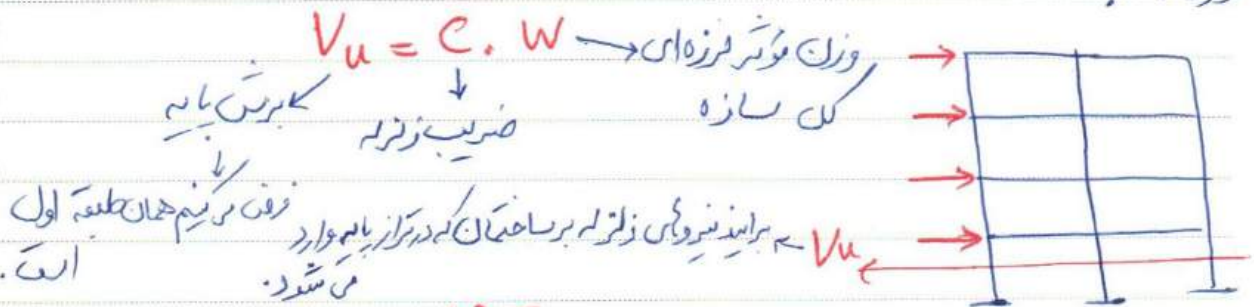
بار برف را که در مباحثات تعیین می کنند به اسلاید ۲۱

خط سیر جدول ← منظور ش هت است ← مناطق با بار کم است

بار زنده بر اساس در مباحثات و مورد آن بار زنده در سازه است

نصف وزن دیوارها + درصد بار زنده یا وزن سقف آ-ام = V_u وزن مؤثر لرزه ای
و ستون های بالادست برف طبقه می آ-ام
← اگر بام باشد

مورد ۲



$C = \frac{A B I}{R_u}$ رابطه ۲-۳

A_2 شتاب عرضی طرح

B ضریب بازتاب ساختمان

I اهمیت

R رفتار

بالحقیقت بدست آمده است

در ژاپن ۲۰-۴۰٪
در ایران ۱۵-۲۰٪
علت اصلی که ساختمان های V_u ژاپن مقاوم ترند همین است

$V_{u \min} = 0.12 A I W$ رابطه ۲-۳

← قسمت از بار زلزله تابع لرزه خیزی منطقه است.



شکاف مبای طرح (A)

که معیار از شدت زلزله

PGA → peak ground acceleration

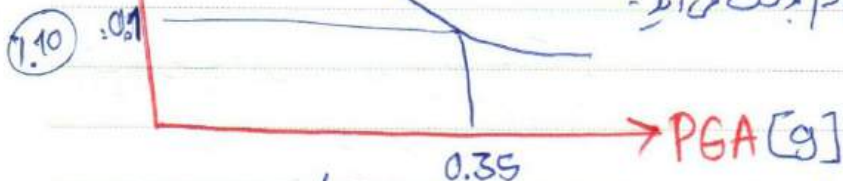
برای هر شهری این ضرب متفاوت و مجزا بدست می آید.

prob of
Exceedance
in 50
years

PSHA

→ probabilistic seismic hazard
Analysis

← با این مطالعه مقدار PGA بدست می آید.



در نقشه های زلزله ای ایران نواحی دانسته زلزله ای را مشخص کرده است که دارای ۴ ناحیه هستیم

برای تهران ۰.۳۵ ← زلزله ای که به طور متوسط ۴۷۵ سال یکبار رخ می دهد. بیشترین شکاف

۰.۳۵g دارد. اما در A و را وارد تکنیکه زیر در W، g داریم لذا $A_s = 0.35$ می گیریم.

ضرب بازناب ساختمان (B)

بازناب در این نامه به معنای پاسخ است و هر پاسخ می تواند باشد از جابجایی ، شک و ...
و این پاسخ به دلیل جابجایی زمین است و سازه لزوماً از تارخچه های شتاب زمین تبعیت نمی کند
در این است رفتار مقادیر نشان دهد

این ضرب به موارد زیر وابسته است :

۱- دوره تناوب ارتعاش

۲- نوع خاک محل ساختمان

۳- نزدیکی یا دوری ساختمان به منابع لرزه ای (گسل)

لرزه ای نزدیک ← near fault

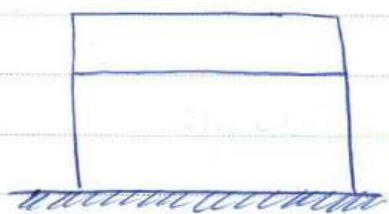
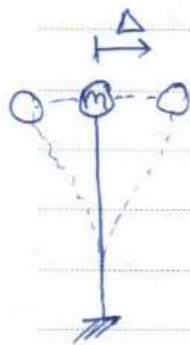
↓
N ضرب near fault ← برای جایی که نزدیک به زلزله هستند بازتابی
از زلزله را تجربه می کنند

ضرب اصلاح طیف → B = B₁ N ← ضرب بازناب
↓
ضرب شکل طیف

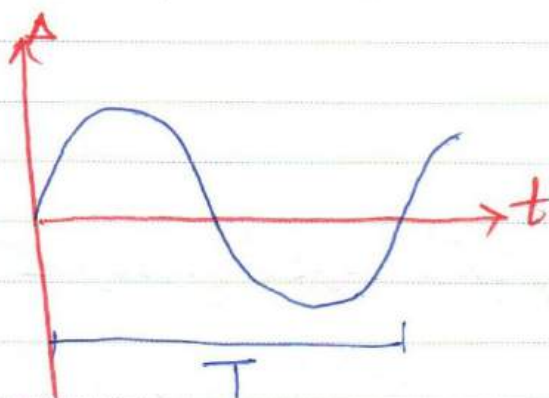
[طبیعی] B_1 : دوره تناوب ارتعاش و نوع خاک محل سازه

↓
جرم و سختی

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow \begin{matrix} \text{جرم} \\ \text{سختی} \end{matrix}$$



جرم ↑ ← دوره تناوب ↑
سختی ↑ ← " ↓



B_1 از نمودار طبق طراحی زلزله تعیین می شود.

Seismic Design Spectrum
کم و متوسط → ۱-۲-الف (معمول)
زیاد و خیلی زیاد → ۱-۲-ب

T (sec)

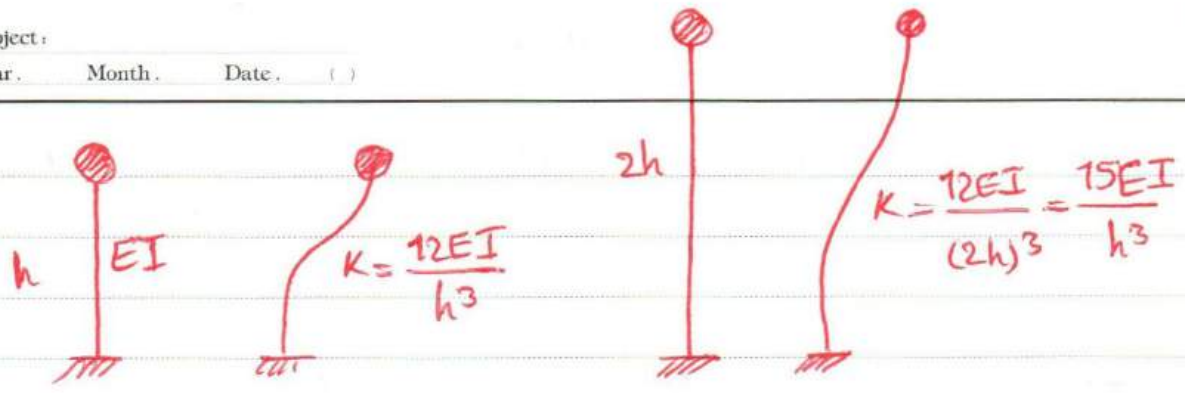
0.5 1 1.5 2

$$T \approx \frac{N}{10} \rightarrow \begin{matrix} \text{رابطه برای سرانگشت} \\ N \leq 12 \\ \text{تعداد طبقات} \end{matrix}$$

سازه ۲ طبقه دارای پیرود ۰.۲ ثانیه است.

Subject :

Year . Month . Date . ()



سازه‌ی بلندتر اصطلاحاً نرم تر هستند و نیروی بیشتری دارند

ارائه 24

به نحوی :

0.15 ~ 0.1

۱) ناحیه‌ی پروردگی کوتاه $T < T_0$ همراه با زمین حرکت می‌کنند و شتاب آنها تقریباً برابر شتاب زمین است. نسبت شتاب سازه به α_{max} شتاب زلزله ≈ 1 است و این ضریب به سرعت افزایش می‌دهد تا پرورد T_0 . (به صورت خطی)

$$AB=A, B=1 \longrightarrow (K \rightarrow \infty) T \rightarrow 0$$

صلب

۲) ناحیه‌ی پروردگی میانی $T_0 < T < T_s$

0.1 ~ 0.5 ← α α 1 ~ 0.4 ↓

معمولاً برای ساختمان‌های ۴ تا ۱۵ طبقه در محدوده‌ی ۰.۱ تا ۰.۵ ضریب در این محدوده است و هرچه پرورد زلزله با پرورد سازه برابر شود رزونانس یا تشدید رخ می‌دهد.

بخش می‌دهد - تا نرمیم B_1

۳) ناحیه بر روی بلند $T > T_s$

$$T \rightarrow \infty$$



$$B_1 \rightarrow 0$$

در این گونه بر روی هیچ توانی صورت نمی گیرد یا آنکه بر روی بسیار زیاد است مثلاً ۱۵ تا زمین بر می خورد و سازه می خواهد نرساند و زمین به چپ می رود بنابراین سازه در جایش ثابت می ماند.

برای مقابله با زلزله ۳ استراتژی داریم:

۱- ساختمان خنثی تحت با مقاومت بالا در سازه ای هسته ای کاربرد دارد فقط در

ناحیه الاستیک بماند. — مثلاً بار بار برش با ضخامت 4m

۲- طراحی سازه می خنثی نرم که نیروی خنثی کمی در زلزله می گیرد ولی شکل پذیری زیادی داشته

باشد یعنی بدون تسلیم بدون افتادن شکل پذیری آن زیاد شود.

۳- ترکیب اقتصادی دو حالت بالا

$$\beta_1 = \begin{cases} 1 + (S - S_0 + 1)(T/T_0) & 0 \leq T \leq T_0 \\ 1 + S & T_0 \leq T \leq T_S \\ (1 + S)(T_S/T) & T > T_S \end{cases}$$

اسلاید 27

دوره‌ی تناوب (T)

معارف ← نسبت جرم گنبد در ارتفاع به صورت متفاوت تغییر کند.

نامعارف ← به جای محاسبه جرم و گنبد یک سری را بطوری تجربی داده است.

(الف) قاب خمشی اگر میانقلب مانع برای حرکت نباشد.

$$T = 0.08 H^{0.75} \quad \text{— قاب فولادی}$$

ارتفاع از تراز پایه بسته

$$T = 0.05 H^{0.9} \quad \text{— در بتن}$$

اگر وزن خالص از 0.25 وزن تمام بشیر باشد یک طبقه محسوب می شود و در



$H \rightarrow$ متوسط ارتفاع تا سقف

محاسبه H تأثیر دارد

بم

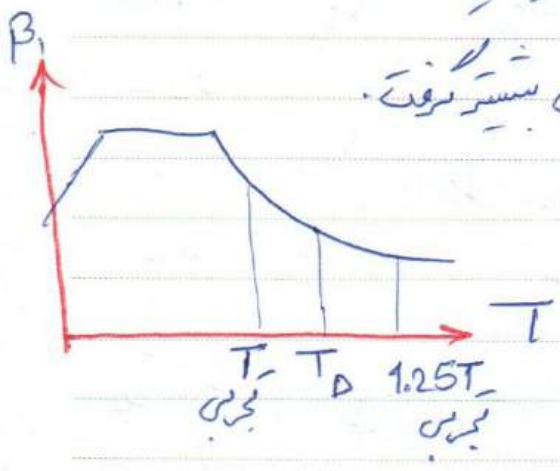
الیهای فایب مانع از شکست زیاد و پرورد کم می شود این نامه $T=0.8$ گرفته است.
 در قاب خمشی

(ج) ساختمانها با سیستم مهاربند و اگر
 $T = 0.08 H^{0.75}$

(د) برای سایر سیستم (دیوار برشی، مهاربند همراهِ -)

$$T = 0.05 H^{0.75}$$

- این نامه پرورد T (پرورد) و می توان از کلی دینامیکی (مثلاً به لحاظ $1.5g$ بدست آورد، ولی نمی توان از 1.25 برابر مقدار تجربی بشیر گرفته.



فاصله

Subject :

Year . Month . Date . ()

ارتفاع
فاصله بین دو ساختمان باید $\frac{1}{100}$ ساختمان باشد مثلاً ۲۰ متر شود

20 cm و ۱۰۰۵ . مهم هر ساختمان می شود . شتاب میانی طرح

$$V_u = \frac{ABEI}{R_u} W$$

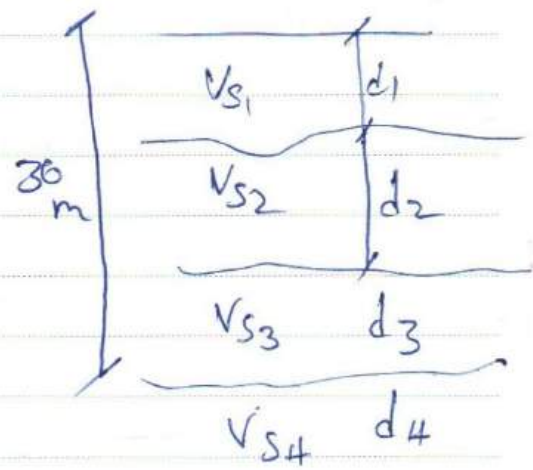
$$B = B_1 N$$

طبقه بندی نوع زمین

جدول ۲-۳ ص ۲۹ استفاده ۲۸

$$\bar{V}_s = \frac{\sum d_i = 30}{\sum \frac{d_i}{V_{si}}}$$

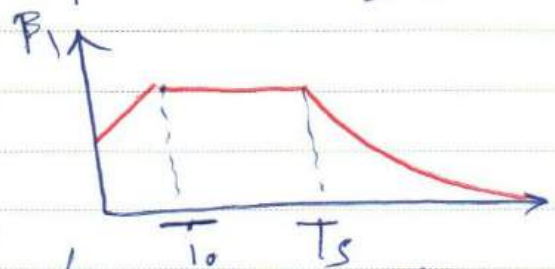
$$\frac{30}{\bar{V}_s} = \frac{d_1}{V_{s1}} + \frac{d_2}{V_{s2}} + \dots$$



هر وقت تردد داریم ، نوع خاکی که بیشترین B_1 را می دهد انتخاب کنید .

هر چه خاک متراکم تر و قوی تر باشد ، سرعت انتشار موج بیشتر است . خاک نرم قدرت

زلزله را بزرگتر می کند



هر چه خاک نرم تر باشد ، دورهی تناوب آن بیشتر است . آن طول موج را

نزدیک به خاک نرم باشند و طول موج بزرگی داشته باشند را شناسایی می کنند. خاک نرم برای سازه‌ی بلند خوب نیست.

جدول ۲-۳ این نامه مطالعه گردد. در نوع زمین IV و V در حالت کم و زیاد فرق می کنند. خاک نرم زودتر تحت تنش رفتار غیر خطی نشان می دهد و این علت متفاوت بودن توانایی آن برای بر نگه داشتن طول موج زلزله است.

ضریب N به ضریب اصلاح طیف شکل 2-2 این نامه به معطای خاک لرزه ایسم شده است.
 near fault و متر سازه نزدیک به گسل زلزله است

اثرات وی سازه می گذارد که در آن دیده نمی شود و با ضریب N اثر آن را اصلاح می کنند

۳-۲ ضریب اهمیت ساختمان (I) - همون دسته بندی که بر اساس کاربری

سازه و اهمیتش داریم. جدول ۳-۳

مثلاً برای گروه ۱۱ - مثل بیمارستان - ۱۴ گرفته است (۱۴٪ افزایش داده است)

۴-۲ ضریب رفتار ساختمان (Ru) - در دنیا یک سازه به ضریب کاهش مقاومت

هدف دارد و در طراحی سازه آن است که سازه طوری detail گردد که محل و اندازه‌ی

تخریب کنترل گردد. (نه اینکه تخریب نشود)

Subject :

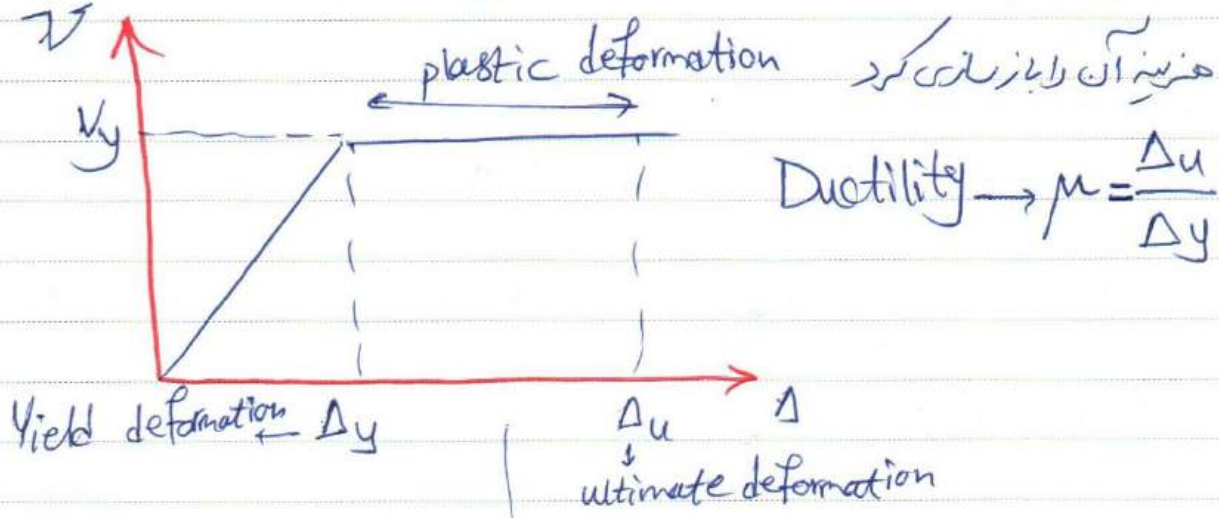
Year :

Month :

Date :

()

اگر R_u را بپذیریم به ABE در رسم این میزان نیروی است که برای سازه وارد گردد ، سازه الاستیک باقی می ماند اما این نیرو بسیار زیاد است (برای زلزله ۴۷۵ ساله) و برای طراحی آن استقامت جانبی سازه از نظر بیشتر است و جامعه قادر به پرداخت این هزینه نیست ، بنابراین سازه را با درصدی کاهش مقاومت و ریل پذیری می سازند که سازه مقدار کمی تحریک گردد و پس بتوان با پرداخت کمی هزینه آن را بازسازی کرد



زمانی سازه به yield در می آید مفهوم شکل پذیری را مشاهده می کنیم و مفهوم شکل پذیری $\rightarrow$ ductility مطرح می گردد



سیران R_n از جدول ۳-۴ این نامه استفاده می‌شود

برای ساختمان های با اهمیت حتماً زیاد در مناطق با خطر نسبی خیلی زیاد مثل بیمارستان

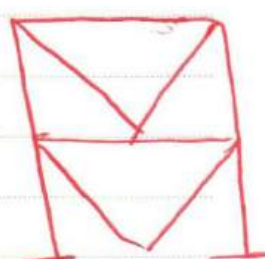
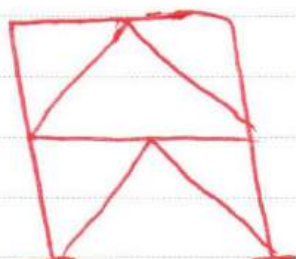
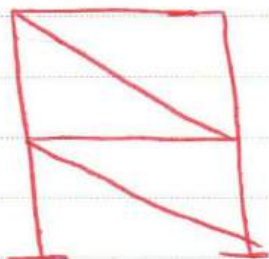
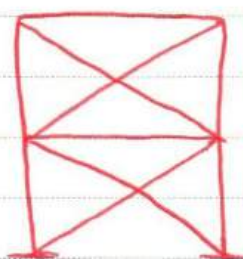
ص ۴۹ بالای صفحه ۱۰ باید از قاب های ویژه ساخت

در ساختمان های با لای ۱۵ طبقه ۵۰ متر باید از سیستم های گویانه مثل قاب
چوبی - دیوار برشی استفاده کرد.

قالب های خمشی معمولی در دیوار برشی معمولی برای ملاتمان آبی با اهمیت زیاد یا خیلی زیاد
مجاز نیستند → مثلاً shopping mall در سازه های با اهمیت کم تره ای زیاد خمشی از قالب

۴-۳-۵-۹ جنسی و عیالونی توان استفاده کرد

$R \prec R$ $R \prec R$ $R \prec R$



X

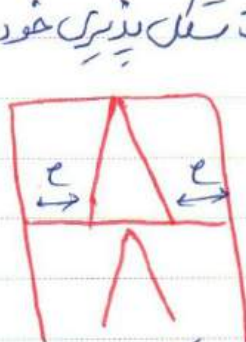
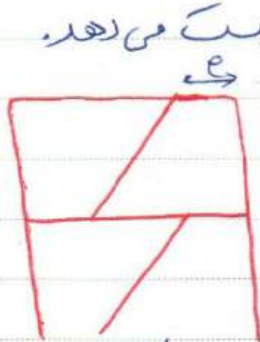
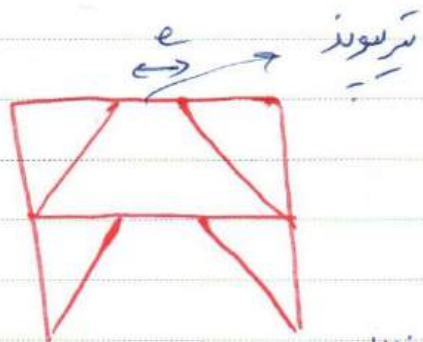
inverted charon

charon

۴۰ روزه ای که به هم می رسند و در دهانه ی کوچک خوب و امتقار و مقابله ای راحت

هستند و در شکل ای مختلف زلزله مقاومت خود را از دست می دهد و با از دست دادن

مقاومت شکل پذیر خود را از دست می دهد.



و آنرا

ترمیوند در بارنداری جانبی با yield کردن انرژی زلزله خود را از دست می دهد و خود

را self sacrifice می کند تا سازه خرابی اش کنترل گردد.

برش پایه
↓
k

(۳) توزیع برش پایه در ارتفاع

$$F_i = \frac{w_i h_i}{\sum_{j=1}^N w_j h_j} V_u$$

F_i : نیروی جانبی در مرکز طبقه i
 w_i : وزن طبقه i

$$k = \begin{cases} 1.0 & T < 0.5 \text{ sec} \\ 0.5T + 0.75 & 0.5 \leq T < 2.5 \text{ sec} \\ 2.0 & T \geq 2.5 \text{ sec} \end{cases}$$

h_i : ارتفاع مرکز ثقل طبقه از کف پایه
 N : تعداد طبقات

$$V_c = \sum_{j=1}^N F_j$$

برش طبقه i : F_i

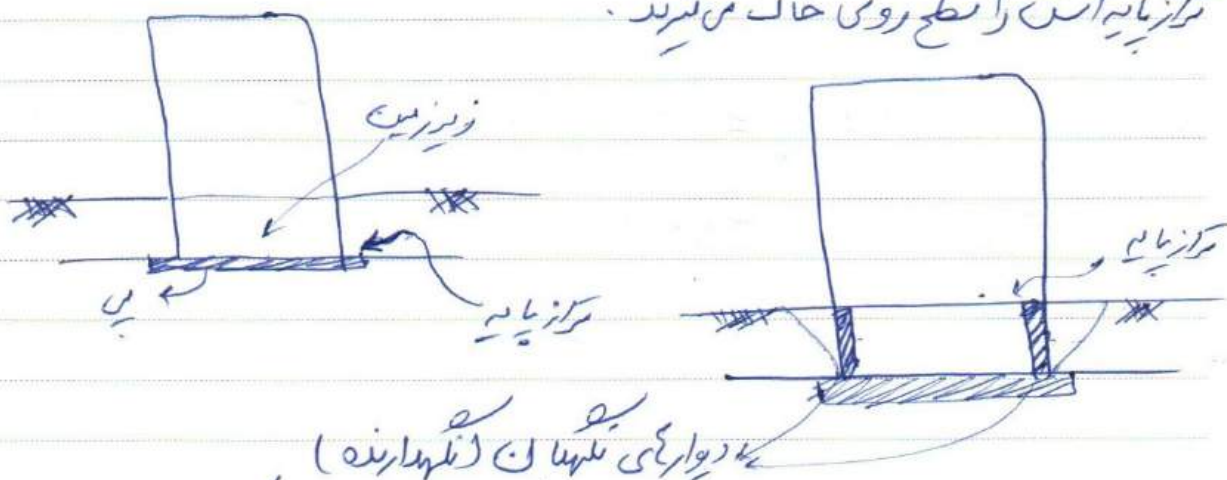
هر طبقه باید بر اساس برش هر طبقه طراحی گردد.

هر چه تعداد طبقه بیشتر باشد Mode های پلاze بیشتر می شود، بیشترین مهم ارتعاشی

سازه مربوط به طبقه اول و Mode اول است سازه با ۱۰ طبقه ۱۰ Mode مختلف دارد، (اسلاید شماره ۱۰) در طبقات که جابجایی بیشتری دارند (طبقات بالاتر)

نیروی بیشتری دارند. فاصله نیروی هر طبقه است که دارای توزیع مثلثی معکوس است و برش درجه ۲ است و هر طبقه جمع نیروی افقی طبقات است و

مركز يابيه ترازي است كه فرض مي شود از آنجا به بعد تكيه ماه است. با يوكشي و مقاوت طبقات پايين مركز ترازي يابيه بايد حداقل کمتر از كشي طبقات بالا تر نباشد. ساختمانهايي كه زير زمين ندارند يا زير زمين آنها ديوار تله هايش به سازه متصل است مركز يابيه اش را سطح روي خاك مي گيرند.



سطح ترازي در شكل هاي بالا، جايي است كه سازه از آنجا به بالا فوسان مي كند.

۵- توزيع نیروی برشی پلان

①- دياگرام صلب ۲ به نسبت كشي - منظور از صلب داراي كشي زياد است.

②- دياگرام اعطاف پذيرد - كشي آن نسبت به المان هاي جايگير است.

اگر كشي مَر نسبت به تكيه ماه داراي كشي بيار كمتري باشد آن تكيه ماه صلب

است و نیروی تكيه ماه با تحليل تير بدست مي آيد. اسلايد 41

زمانیکه بارها برین به کف وارد می شود کف ساختمان مثل یک تیر صلب بسیار محکم عمل می کند و ستون ها به دلیل محکمیت بسیار کمتر نسبت به کف می توانند مانند فنر انعطاف پذیر عمل کنند و سهم زیادی هر فنر به نسبت محکمیت آن فنر است. (دیافراگم صلب)

در برخی از سازه های صنعتی که کف سازه مقاومت بسیار کمتری نسبت به ستون ها دارد ستون ها صلب و کف (دیافراگم) انعطاف پذیر است. مانند یک تیر غیر صلب.

نواشر ها

① برین طبقه زها

② گنبر همیشه حاصل از برون مرکزی طبقه (Z) و قسمتی مرکز سطح و مرکز محکم

یک طبقه روی هم نباشد آنگاه در اثر بارگذاری جانبی در طبقه بچشم می افتد

مرکز سطح ~~همچون~~ که از روی شرایط هندسی بدست می آید ولی



در ساختمان های که توزیع بار غیر یکسان ندارند باید مرکز جرم

را با احتساب بارگذاری D و A به وجود حساب کنیم.

کتابخانه	دفتر کار
40%	20%

$$L = 250$$

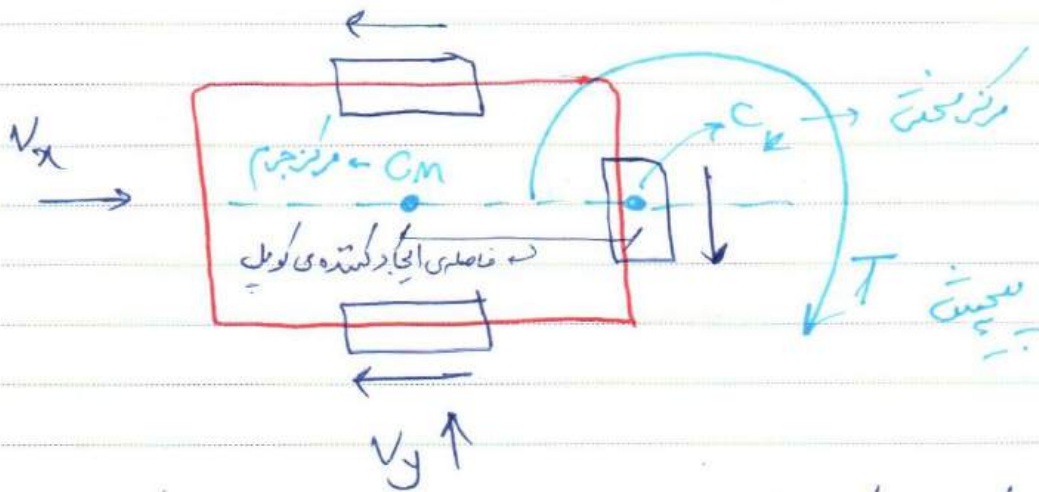
$$D = 500$$

$$L = 750$$

$$D = 500$$

مرکز محله هر طبقه محل برآیند نیروهای همان لای برش هر طبقه است. مثلاً

در مثال زیر دو برش V_x و V_y به سازه وارد شده است

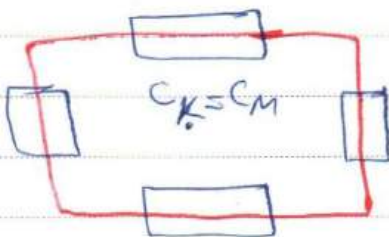


آیین نامه می گوید که باید یک محور تقادفن نیز در نظر بگیریم ۱- ممکن است

باربری در زمان سردی فرق کند ۲- ممکن است محله اجزای غیر مازده ای روی

مرکز محله نیز تأثیر بگذارد ۳- خطای ساخت اعضا ۴- بخش غیر خطی

- ۵



جابجایی غیر خطی

$$T_i = \sum_{j=1}^N (e_{ijz} \pm e_{ajz}) F_j$$

e_{ijz} = برون محوری نیروی جانبی طبقه i نسبت به مرکز محله طبقه j

= فاصلای افقی مرکز جرم طبقه i ~ ~ ~ ~ ~

زده: برون نوری انتفاضة طبقه $\bar{x} = 1.5$ بعد با همان در طبقه $\bar{x}$ نمود بر
استاد ز

نیز هر طبقه را ضرب بر 1.5 برون نوری تصادفی می کنیم در طبقه ی $\bar{x}$ ام تمام آنها را
در طبقات بالاتر جمع می کنیم.

زده می تواند علامت $\pm$ داشته باشد، ما باید علامت را برای هر عضو بگیریم که بیشتر از
مقدار کمتر می باشد را برای ما ایجاد کند.

خاصه ی مرکز جرم و مرکز مخته:

مرکز جرم — همان روش امتدادی تعیین مرکز جرم

$$\bar{x} = \frac{\sum k_{y_i} \cdot x_i}{\sum k_{y_i}} \quad \text{مرکز مخته} \leftarrow \text{استاد 45}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum k_{x_i} y_i}{\sum k_{x_i}}$$

ابتدا یک دستگاه مختصات در گوشه ی سمت چپ شکل می کشیم تا تمام اندازه ها +
شود و مرکز مخته بدست آید، سپس این دستگاه مختصات جدید را روی مرکز مخته

قرار می دهیم و J یا J_0 محاسب می کنیم (باید جدول C_x انجام شود) رابطه صورت زیر بدست می آوریم .

$$J_0 = \sum K_{x_i} y_i^2 + \sum K_{y_i} x_i^2 \quad \text{مثلا ۴۵}$$

فاصله C_x است .

سهم نیروی هر المان با فرض درافتن صلب و

$$V_{x_i} = \frac{K_{x_i}}{\sum K_{x_i}} \times V_x + \frac{K_{x_i} y_i}{J_0} \times T$$

المان i ام

اصلاح : علامت زنده باید به گونه ای + د - بشود که T ای بار را برابری فوق به ما بدهد

که در جهت Φ هم افتراش به برش بالا باشد

$$V_{y_i} = \frac{K_{y_i}}{\sum K_{y_i}} V_y + \frac{K_{y_i} x_i}{J_0} T$$

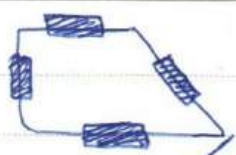
آهر طبقه i ام محاسب می شود
 V المان از آن طبقه

ترکیب نیروی زلزله در دو امتداد عمود بر هم (۳-۱-۴)

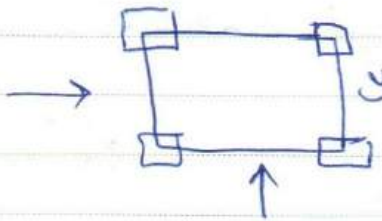
باید بار زلزله طر در هر دو جهت رفت و برگشت را وارد کنیم و برش و میخک را حساب

کنیم معین $\pm E_x$ و $\pm E_y$

۱- **استاندارد ۱۸۰۰** اگر نامطمئن غیر موازی داریم
اثر V_x و V_y را جداگانه برینت و باید برهم نهی کنیم.
انتهای نمی توان



۲- همی نتونها می که می تقاطع ۲-۱ چند سیستم بار مجانی اند.



چهار ستون در قاب چشی در هر دو جهت X و Y نیست.
بار محوری که زلزله در ستون ایجاد می کند اگر کمتر از ۲۰٪ بار وارد محوری روی ستون باشد نیازی به ترکیب بار زلزله روی ستون نیست.

نحوه ترکیب کردن ۱

۱- چرخش ۵° - ۵° بار زلزله ای وارده در بدلت آوردن حد اکثر نیروی وارده به ستون

۲- ۳۰٪ از بار زلزله در یک جهت با ۱۰۰٪ بار زلزله در جهت دیگر

$$\pm E_x + \pm 0.3 E_y \quad / \quad \pm E_y + \pm 0.3 E_x \quad (۸ حالت)$$

تکمیف ۲ بدون محوری تصادفی برای بار زلزله ای ۳۰٪ نیازی به حاب نیست.

④ کنترل زلزله‌ی بهره‌برداری (۳-۱۱)

هدف ما از این کنترل آن است که سازه‌ی با اهمیت زیاد قابلیت بهره‌برداری اش را بعد از زلزله‌ی بهره‌برداری حفظ کند. سازه‌ی با اهمیت زیاد یا خیلی زیاد و بیش از ۱۵ طبقه یا ۵۰ متر باید تحت این زلزله کنترل گردد. مقدار بیش‌پایه در این حالت ۲

$$U_{ser} = \frac{1}{6} ABIW$$

- مقدار بیش‌پایه ۱

چون باید الاستیک باشد. R را هم یک گرفته است. A را کم کرده چون شکب آن از تعداد طرح بسیار کمتر است.

سازه‌ی فولادی باید الاستیک باشد

افزایات ۱

الف) سازه‌ی فولادی ① تنش مجاز فولاد ϕ_y $\Rightarrow$ $\phi_y \leq 1.76 \phi_{allowable (all)}$

② روش حدی ۲

ب) پس از نیروی ایجاد شده در عضو $\Rightarrow$ مقاومت نهایی اسمی (بدون ضربه گاهش مقاومت)

۷) کنترل واژگون ساختن

$$M_o = \sum_{i=1}^N F_i h_i$$

- گنرواژگون

فاصله نیرو تا زیرین است چون سازه وین باهم می چرخند

$$M_R = \sum w_i l_i$$

- گنر مقاوم

Resistance

وزن هر طبقه

فاصله افقی مرکز ثقل

هر طبقه تا نقطه overturning point

که بار مرده و زنده و همان باری که در زلزله شرکت می کند

$$\frac{M_R}{M_o} > 1.75$$

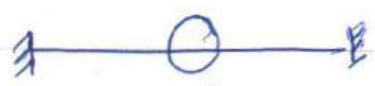
در وین مثبت در این وین منفی!

۸) نیروی قائم زلزله (3-3-19) اعداد 47

تولفی قائم را به صورت نسبت $\frac{2}{3}$ تولفی افقی می گیرند. وقتی زلزله زیر سازه رخ دهد بسیار تأثیرگذار است.

الف) کل سازه در منطقه با خطر نسبی خیلی زیاد

ب) تیرهای با دهانه بشیراز 15 متر به همراه ستون و دیوارهای بتنی آنها



ج) تیرهای با بار متمرکز قابل توجه

مثلاً یک بار متمرکز که حداقل نصف بار کل

تیر باشد. به دلیل اثرات لرزه ای و غیره

در بالینگ

$$F_v = 0.6 A I W_p$$

شد قبل

مقدار بار قائم

W_p در بند الف بار مرده

در سایر بندها بار مرده + کل بار زنده

نیروی قائم را باید در جهت بالا و پایین جداگانه وارد کنیم، در هنگام احتمال بار رو به بالا را در سطر طره بار ثقیل که اثر نا هنده دارد را در نظر نمی گیریم -
نیروی قائم در جهت رو به بالا برای طراحی پی نباید در نظر گرفته شود.

⑨ کنترل تغییر مکان های ساختمان (۳-۱۵) ← در بیان مهندس زلزله



Subject :

Year . Month . Date . ()

wind load

بخش ۴ : بار باد

سازه رابری بار باد و زلزله با هم طراحی نمی کنیم بلکه آن باری بیشترین اثر را دارد روی سازه قرار می دهیم، مثلاً برای سازه های مسکونی که جرم کمی دارند اثر بار باد از زلزله بیشتر است.

عزت بدایش : حرکت جریان های هوای اثر اختلاف دما

سرعت باد : هر چه ارتفاع بیشتر شود سرعت بیشتر است در سطح زمین به دلیل ویکتوریه بالایی باد، بار ساکن است.

اصول ۲ - گرادیان سرعت

ارتفاع گراژان : z_g
صفا مت لایه مرزی

$$V(z) = V_g \left(\frac{z}{z_g} \right)^\alpha \quad \alpha \rightarrow \text{ضریب توان} \quad \alpha < 1.0$$

سرعت گراژان : V_g

α در مناطق باز با مناطق پر ساختمان فرق می کند، در مناطق شهر یا به α
 α حومه شهر یا به α
 α دشت باز یا به α

نثر بار د اثرش جنبشی دارد تبدیل به انرژی یا تبدیل می شود $q = \frac{1}{2} \rho V^2$
 ρ چگالی هوا 1.2
 V سرعت

$$q = C V^2$$

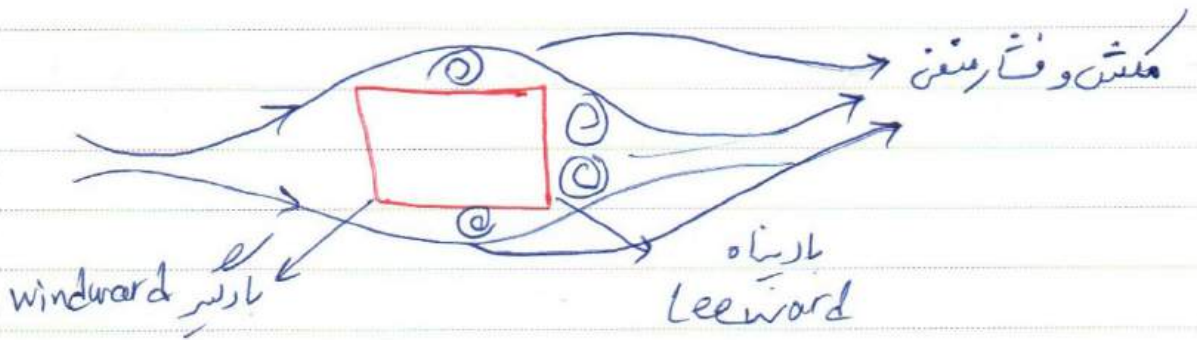
در حالت کلی

تا به این از شکل و زیر بری در حالت کلی هوا و ...

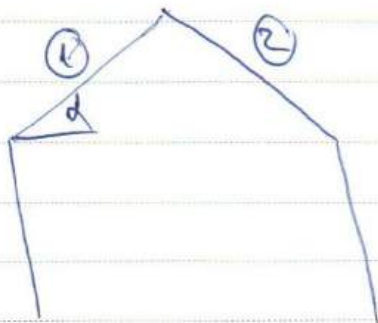
سرعت باد از آمار بار منطقه

جزایر آنفقه ۲

اسلاید ۳ - سرعت لحظاتی و میانگین، برای طراحی متوسط سرعت مد نظر است ولی سرعت باد در تند باد نیز برای ما مهم است که چند ثانیه طول می کشد. میانگین را به صورت ساعتی می گیرند.

گردبادی کارمن *Karman vortex*

اسلاید ۴



بسته به اینکه شیب سطح اچقدر باشد در سطح امکان است فشار یا مکش داشته باشیم.

تند باد Gaust (باد چپشی)

۱. بایده اثر انزایش فشر در سازه در این اثر در نظر گرفته شود و از جنس ارتفاع دوره تناوب مهم است.

۲. بار باد بر اساس محبت ششم (6-10)

۱۱. سرعت باد در منطقه

۱۲. ارتفاع و شکل هندسی ساختمان

۱۳. مواقع اطراف ساختمان

۱۴. تند باد

* باید بار را در دو جهت به صورت جداگانه به سازه وارد کرد و اثر آن را بررسی کرد.
 ۱. سازه و گاه اوقات به دلیل وجود باز شود سازه در داخل سازه فاکر یا فاکس
 ۲. باید می آید که باید اثر آن را هم لحاظ کرد.

فشار خارجی ناشی از باد بر ساختمان

$$P = I_w q C_e C_g C_p$$

P : فشار خارجی، در جهت استاتیکی عمود بر سطح

فشار بر سطح + فشار بر طرف خارج از سطح (کشش) -

$I_w +$ ضریب اهمیت برای بار باد - جدول ۴-۱-۲

$q +$ فشار مبنای باد - بخش ۴-۱۰-۳ و جدول ۶-۱۰-۲

$C_e +$ ضریب بادگیری - بند ۴-۱۰-۶ تا ۴-۱۰-۱۰-۳

$C_g +$ ضریب اثر جهش باد - بند ۴-۱۰-۶ تا ۴-۱۰-۱۰-۳

$C_p +$ ضریب فشار خارجی - بند ۲-۱۰-۲ تا ۵-۲-۱۰-۶ تا ۸-۴-۱۰-۶

بار خالص وارد بر ساختمان برابر جمع جبری تمام نیروهای مثبت به بار و رو به باد است.

روش های محاسبه بار باد

(الف)

① استاتیکی - برای طراحی نما و ظاهر ساختمان (عرض حداقل فوئر) $4 \leq$ ارتفاع سازه

$4w$ ارتفاع طبقه A

② دینامیکی

$$W = \frac{\sum h_i w_i}{\sum h_i}$$

عرض حداقل طبقه A

③ تجربی

ب) ارتفاع $\leq 60m$

ج) $T < 1 \text{ sec}$

موارد الف و ب و ج (هر سه شرط) باید برقرار باشد تا بتوان تحلیل استاتیکی کرد.
تحلیل دینامیکی ← استفاده از

تحلیل تجربی ← استفاده از تونل باد، در صورتی که $T \geq 4 \text{ sec}$ باشد (سازه‌های بسیار بلند با سبب از 40-50 طبقه) باید تحلیل تجربی گردد.

① فشار مبنای باد (q) Reference pressure

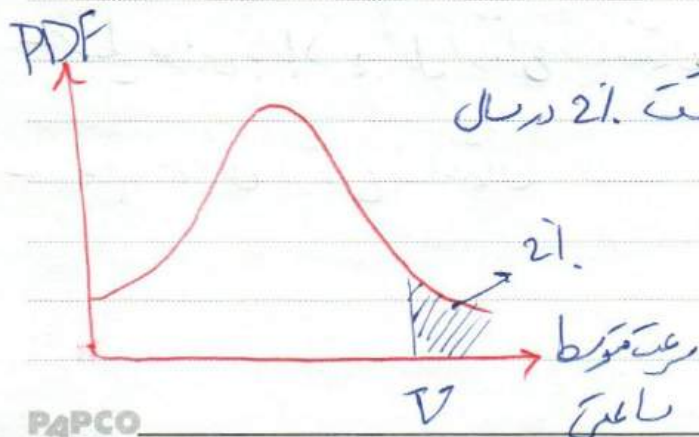
فشاری که با بار با سرعت مبنای سطح خود وارد می‌کند.

$$q = 0.000613 V^3$$

$\downarrow$ km/h

$\downarrow$ KN/m^2

V : سرعت مبنای باد



سرعت متوسط ساعتی با احتمال فراوانت 21 در سال

یعنی به عبارتی هر 50 سال یکبار

جدول 4-10-2

به درآیین نامه V در ارتفاع 60m انجام می‌شود

② ضریب بادگیری (C_e) Exposure Factor

الف : تغییرات سرعت باد با ارتفاع $C_e \leftarrow$

ب : اثرات ناشی از تغییر در توپوگرافی اطراف $C_e^* \leftarrow$ اسلاید ۱۹

اسلاید ۱۲ بار $\leftarrow$ همی توزیع در تمام جهات به صورت غطی تقریبی در زمین ولی تقریبی

که می توان تقریب زد تغییرات سرعت و فشار در سطح روبه باد است.

- ارتفاع مبنا $Reference\ height\ (h)$

الف) سازه ای بلند

- سطح روبه باد : در هر نقطه ای برابر ارتفاع واقعی نقطه تا سطح زمین است.

C_e برای ارتفاع زیر ۶م برابر همان C_e در ارتفاع ۶م است.

- سطح پشت به باد : نصف ارتفاع ساختمان

- سطح موازی با باد : کل ارتفاع ساختمان

- بام : کل ارتفاع ساختمان

$$\frac{H}{\min(D, W)} \leq 1.0$$

عرض W و قطر D

ب) سازه های کوتاه :

$$H_e = \max(6m, H)$$

ارتفاع مؤثر سازه

$$H \leq 20 \text{ m}$$

ج) سازه های بلند :

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

الف) زمین باز

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

ب) زمین پرتلاطم

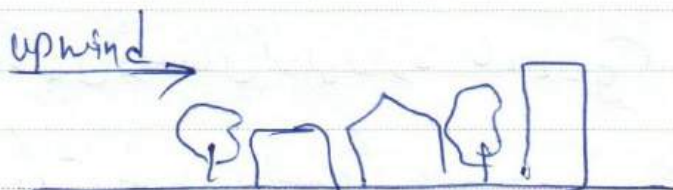
اگر فاصله زمین تا زمین باز $(\geq 1 \text{ km})$ باشد و $20H$ (برای ارتفاع H) ساختمان باشد

ج) برای ترکیب زمین باز و پرتلاطم

For $0.05 < x_r < 1 \text{ km}$,

$$C_e \leq C_{er} \left(0.816 + 0.184 \log \left(\frac{10}{x_r - 0.5} \right) \right) \leq C_{e0}$$

For $x_r \leq 0.05 \text{ km} \rightarrow C_e = C_{e0}$



x_r طول تا محور سازه

C_e : C_{er} برای زمین برترانیم

C_e : C_{eo} برای زمین باز

③ ضریب اثر جهش باد (g) Gaust effect Factor

بیانگر نسبت سرعت دانه‌سیم به سرعت متوسط + تغییرات نیرو + اثر ضربه ناشی از

بار + نیروی آئرو دینامیک به خاطر لرزش سازه در اطراف آن ایجاد می‌گردد.

Aero - elastic effect

تأثیر باد

① جزء پس زمینه Background Component

② جزء تشدید Resonant component

برای سازه‌های بلند، لاغر، سبک، اعطاف پذیر جزء تشدید می‌تواند غالب گردد پس

اینها را فقط با روش دینامیکی می‌توان تحلیل کرد.

- مقدار C_g در روش استاتیکی ← مقدار روش دینامیکی ← ضریب ۲
ضریب ۲.۵

① برای کمان و خم‌ها و اعضای اصلی سازه $C_g = 2.0$

② برای فشار و مکش خارجی در اعضای کوچک $C_g = 2.5$

برخی اوقات حاصل C_p را به فاسر دهند که در آن بایش توان بار بدست آمده است
و هم اثر فشار و هم اثر گرایی را در نظر گرفته است.

(۴) ضریب فشار (C_p) ← pressure coefficient

نسبت فشار واقعی وارده به سازه بر فشار تئوریک که بادمی تواند بر سازه وارد کند.

C_p وابسته است به :

- (۱) اثر شکل ابرودینامیکی ساختمان

- (۲) اثر زاویه سطح بار خور با جهت باد

- (۳) اثر پروفیل سرعت باد


جهت باد directionality

لے در هر منطقه ای با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه ممکن است در زمان های مختلف باد
در جهات مختلف بوزد. ضریب جهت باد در فاکتور بار در نظر گرفته شده است.
لے ضرایب ترکیب بار

اسلاید ۲۱ باد

۱-۴ ضرایب فشار برای ساختمان های کوتاه مرتبه

۶-۱۰-۶ ۷ ۲-۱۰-۶

اسلاید های 21 تا 30

لے تمام اعداد $C_p \times C_g$

* $C_p C_g$ برای سازه باربر جانبی اصلی ← ۶-۱۰-۶ الف و ب

متوازی خط الرأس تا 45° به سمت راست

عمود بر خط الرأس تا 45° به سمت چپ

4 گوشه و 2 حالت در گوشه ← 8 حالت ← $\max$ ل

اگر متعارف باشد ← دو حالت در گوشه کافی است .

اعداد + و - ← جهت فشار و مکش را نشان می دهد - جهت فشار در این قسمت مشخص می شود

حاطه بیان کمی C_p ← به سازه edge E →
گردباری در لب سازه مشخص
فشار بیشترین ایجاد می شود

$$z = \max(6m, 2z)$$

$$z = \min \left\{ 0.1B, 0.1L, 0.4H \right\} \geq \min \left\{ 0.04B, 0.04L, 0.04H \right\}$$

ابعاد پلان
ارتفاع پلان
ابعاد پلان

ضرایب $2E$ و 2 از به $2.5h$ $\rightarrow B_H < 5$

و ضرایب $3E$ و 3 از $2.5h$ تا خط الرأس اعمال می گردد.

یعنی در دهانه های کوچک مکش به Δ بیشتر از مکش تحت بالا تراست.

اعداد جدول اسلاید 21 و 22 برابر $C_p \times C_g$ است

۲-۴ ضریب $C_p C_g$ فشار خارجی برای طراحی پوسته ی خارجی آنها را اعضای سازه ای

ثانویه سازه ای کوتاه مرتبه

۱-۲-۴ $C_p C_g$ روی دیوارهای تنگ

اسلاید 24 e به لبه ای دیوار
 w رباط دیوار

هموار $C_p C_g$ بر حسب Area از افزایش طول بدست آمده است. و نام هر تیریس داشته

باشد روی $C_p C_g$ هیچ تأثیری ندارد.

مقدار حاصل برای فشارهای خارجی اند و دیوار باید طبق ترکیبات مختلف داخلی و خارجی

بررسی شود.

۴-۲-۲: هم C_p روی دیوارهای سقف های با شیب $\gamma > 7^\circ$ اسلاید 25

OS و OR به مربوط به overhang هستند. که سقف به داشته باشد.

اسلاید 29 به آفتاب شیب زیاد در شود خود بالای بام که مشخصی کناری پیدا می کند (side)

۴-۲-۳: هم C_p روی دیوارهای سقف های با شیب $\gamma < 7^\circ$ 1

۴-۲-۴: هم C_p روی دیوارهای سقف های ندانه ای با شیب $\gamma < 10^\circ$

هر چه برای بام تخت در نظر بگیریم برای بام های ندانه هم در نظر می گیریم
 $\gamma < 7^\circ$

۴-۳ اسلاید 35 در جمله امتحان آورده شود

ضریب فشار خارجی (C_p) برای طراحی سازه باربر جانبی سازه های بلند مرتبه اسلاید 36

۱. $H > 20m$ یا $\frac{H}{D_s} > 1.0$ — یعنی از این شرایط برقرار باشد بلند مرتبه است.

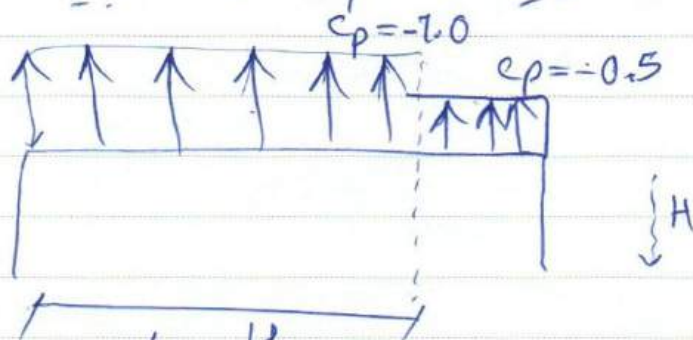
و C_p در سازه های بلند مرتبه جدا بدست می آید } سازه های باربر جانبی $C_g = 2$
طراحی جزو غیر سازه های پوشش و اجزای
در نمودار اسلاید فقط C_p را می دهد } سازه های ثانویه $C_g = 2.5$

C_p^* که برای طراحی اجزای کوچک است متوسط زمانی است چون برای یک واحد کوچک
است یعنی به صورت تجربی در زمان مایکروسافت گرفته اند.

4 تا C_p داریم - وجوه موازی با بار (2 تا) } 4 ناحیه - وزش باد داریم
 وجوه عمود بر جهت باد

در سمت راست سازه در امتداد به دلیل منفی بودن مکش است.

C_p در بام = 1 است، مگر اینکه طول بام از ارتفاع سازه بیشتر باشد



فشار باد یکسان نیست در جهت فشار توزیع سهمی است ولی در مکش مطلق است.

بار باد به مرکز سطح دیوار وارد می شود (در هر طبقه اگر خطی کشیم در راستای z به مرکز سطح)

وارد می شود، نه چون اینها مرکز کش نیست یک مندرجش در هر طبقه اعمال می گردد.

۴-۴ ضریب فشار خارجی (C_p) برای طراحی پرستش خارجی نما و اعضای سازه ای

شماره سازه ای بلند مرتبه - 37 (احتمالی)

38 ← partial bating

Subject:

Year: Month: Date: ()

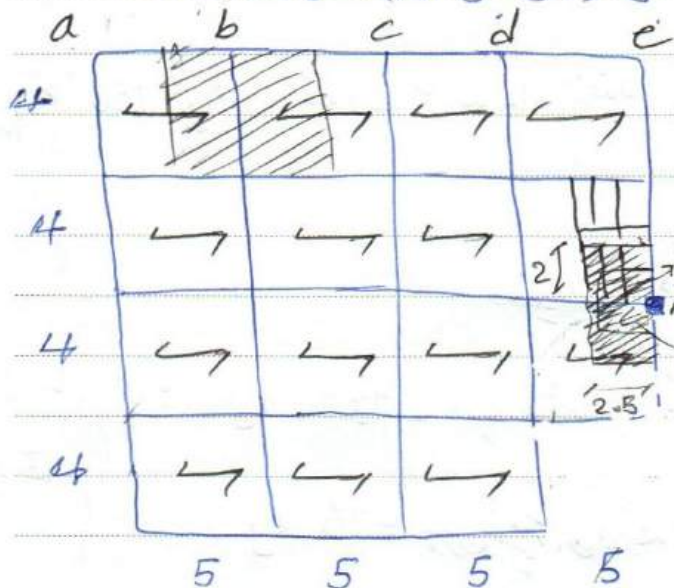
9K

Load combination ترکیب بار

E بار زلزله ای طرح است نه بهره برداری

سید محمد علی

خریفات طبع مقطوع لف مابہ مثال قلی (دال بین ارم) ے لف طبعان



برای پیام - مریکون - سید بکر محمدی

↓
رواية

15 cm

در دو طبقه ①، ② به این ترتیب

اداری ← (4), (3)

5 و 6 ← مسائل

تبیغی ای جدا کنندہ - آہرٹ ہی، ملائی لچ و خاک 5 cm

گچ و خاک ضخامت 2 cm در هر طرف / اندود گچ در طرف

تفہیم دہی ~ صول 55 مہ

بہ ارتفاع 3 م

جراثیمات راہ پہ مشابہ مثال حل شدہ در کلاس درس
طبقہ تہ کہ راہ ← ۱.80 امامی (دستکار) ۱.20 راہرو

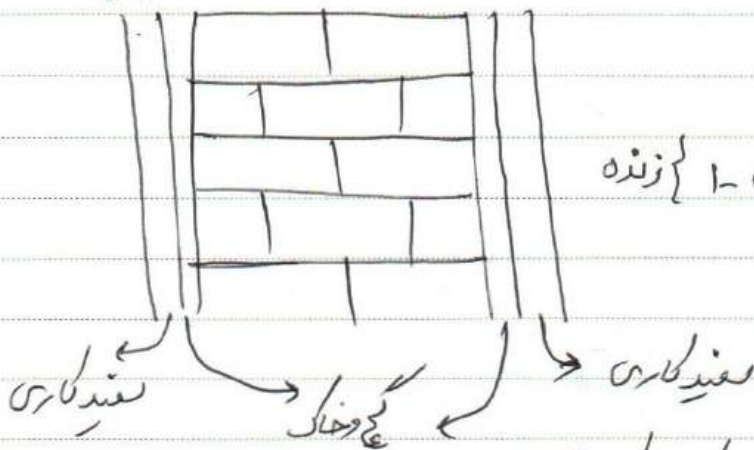
مطلوبات ۱ الف) شروی محوری ستون A در طبقات 3, 6

(ب) تیرہ پطاعت طاعت ۵ و ۲

حل ۲: ابتدا بار بار مرده و زندهی طبقات و ابدیت می آوریم.

① بام معمولی ؟

$L_o = 750 \text{ kg/m}^2$ جدول ۶-۵-۱ زنده



1300 kg/m^2 وزن یک متر مربع سیمان
 $\times 0.1 = 130$
 15 kg/m^2 وزن متر گونی فولادی
 580 kg/m^2 وزن گچ ساری
 جدول سیمک ۱-۲ مرده
 ۲-۱-۶
 ۳
 لایه بر اساس مثال های مشابه

$$\sum D = 725 \text{ kg/m}^2$$

② بار مرده و زندهی طبقات فکونی :

جدول ۶-۵-۱ $L_o = 200 \text{ kg/m}^2$

زنده 580 kg/m^2 بار مرده گچ ساری $\rightarrow$ مثال مشابه

بررسی تغییر پذیری :

سر بار تیغه بندی به عنوان بار زنده $\rightarrow 400 \text{ kg/m}^2 < L_0 = 200 \text{ kg/m}^2$
بررسی شود

وزن واحد سطح تیغه بندی را حساب کنیم

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{آجر کاری با آجر} \\ \text{فشاری و ملات} \\ \text{گچ و خاک} \end{array} \right. = 1750 \times 0.05 = 87.5 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{وزن گچ و خاک} = 2 \times 0.02 \times 1600 = 64 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{وزن بند کاری} = 0.07 \times 2 \times 1300 = 26 \text{ kg/m}^2$$

دوار یک نیست $\rightarrow$

$$\sum = 177.5 > 4$$

وزن واحد سطح تیغه بندی kg/m^2 kg/m^2

طبق بند ۲-۵-۲ حداقل سر بار تیغه بندی 100 kg/m^2

ارتفاع دیوار $= 3 \text{ m}$ و طول دیوار $= 55$

$$\rightarrow \frac{35 \times 3 \times 177.5}{20 \times 15} = 97.6 < 100 \text{ kg/m}^2 \checkmark$$

100 kg/m^2 به عنوان حداقل سر بار تیغه بندی در نظر گرفته می شود.

بند ۲-۵-۲ نیاز به در نظر گرفتن $200 \text{ kg/m}^2 < 177.5 \text{ kg/m}^2$
وزن تیغه بندی به عنوان بار مرده در محل قرار گیری آن نیست.

$$L = 200 + 100 = 300$$

با احتساب تیغه بندی

$$\text{kg/m}^2$$

$$\leftarrow 100 \text{ kg/m}^2 \leftarrow \text{تیغه بندی}$$

③ طبقات اداری ۱

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{دفتر کار معمولی} = 250 \text{ kg/m}^2 \\ \text{حدول ۱-۵-۶} \end{array} \right.$$

$$\left(\begin{array}{l} \text{دفتر کار معمولی و راهرو} \\ 20\% \quad 80\% \end{array} \right)$$

$$\text{راهرو} = 350 \text{ kg/m}^2$$

$$\rightarrow 80\% \times 250 + 20\% \times 350 = 270 \text{ kg/m}^2$$

با زرنده‌ی طبقه‌ی اداری بدون احتساب تیغه بندی
 $270 < 400 \text{ kg/m}^2 \rightarrow$ باید سربار تیغه بندی را به عنوان بار دزنده در نظر بگیریم.

$$L = 270 + 100 \text{ kg/m}^2 = 370 \text{ kg/m}^2$$

محدول سربار تیغه بندی

$$D = 580 \text{ kg/m}^2 \text{ مرده}$$

④ بار مرده وزنده‌ی پارکینگ

$$\text{حدول ۱-۵-۶} \rightarrow L = 600 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{کف سازی مشام طبقات} \rightarrow D = 580 \text{ kg/m}^2$$

دیوار است

$$D = 755 \text{ kg/m}^2, L = 350 \text{ kg/m}^2 \text{ (راه پله‌ها)}$$

الف) نیروی محوری ستون A

$$A_T = 2 \times 2.5 + 2 \times 2.5 = 10 \text{ m}^2 \quad \text{طبقه 4}$$

$$D \times A_T = P_D = 10 \times 725 = 7250 \text{ kg}$$

مردم بام

کستل لزوم کفشی برابر ۲-۸-۵-۴-۲

مساحت $A_T = 10 \text{ m}^2 < 28 \text{ m}^2 \rightarrow R_1 = 1$

ستون A

بام تحت $R_2 = 1 \leftarrow 0 \rightarrow R_2 = 1$

$$R = R_1 \times R_2 = 1 \times 1 = 1 \quad \text{کفشی نداریم}$$

سربار زنده (L) برای بام

۱۱ در بام پله نداریم

$$P_L = 10 \times 150 = 1500 \text{ kg}$$

مساحت A_T

جدول ۴-۵-۱

طبقه ۵ سوم

$$P_D = 5 \times 755 \times 3 + 10 \times 725 + 5 \times 2 \times 880 + 500 \times 5$$

وزن بام که با توجه به جزئیات بدست آوریم.

پله ۴ در ۳ طبقه بالایی آن در مساحت

۲۵ m² طبقه ۵ بام راه پله ندارد

مساحت (دارای)

$$A_T = 3 \times 10 = 30 \quad \text{مساحت عتقی برابر ۳۰}$$

عتقی برابر تیر جمع تمامی مساحت های طبقات است.

Subject:

Year. Month. Date. ()

طبق جدول $k_u = 2$ ۲-۵-۴

$$k_u \times A_T > 37 \rightarrow OK \leftarrow \boxed{2-۵-۴}$$

$\downarrow \quad \downarrow$
 $2 \quad 30$

ضریب کاهش را
عابث می کنیم.

$$R = \left(0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{(k_u \times A_T)}} \right) = 0.84 > \boxed{0.4} \quad OK$$

$\downarrow$
 حداقل ضریب کاهش بار زنده

$$P_L = 70 \times 150 + (3 \times 5 \times 350 + 2 \times 300 \times 5 + 370 \times 5) \times R$$

$\downarrow$
 0.84

$$\rightarrow P_L = 9984 \text{ kg}$$

$$370 < 500 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow \text{مجاز به کاهش برابر هستیم.}$$

بار زنده ای که افت می ده

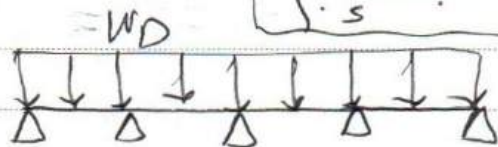
$$A_T = 4 \times 5 = 20 \text{ m}^2$$

(ب) تیر محور $\underline{ط}$

$$W_D = 580 \times 5 = 2900 \text{ kg/m}$$

$\downarrow$
 زنده

طبق جدول k_u



بررسی لزوم کاهش برابر $\Rightarrow$ تیر داخلی $\Rightarrow k_u = 2$ عابث
برای تیر $\underline{ط}$

$$A_T = 20 \text{ m}^2 \rightarrow k_u \times A_T > 37 \quad OK \checkmark$$

P4PCO

$$L = 300 < 500 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow \text{مجاز به کاهش برابر هستیم}$$

بار زنده

Subject:

Year. Month. Date. ()

بند ۲-۵-۲

$$R = \left(0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{k_u \times A_T}} \right) = 0.97 > 0.95$$

حدائق ضریب کاهش بار زنده

2 ← 20

$$W = 300 \times 5 \times 0.97 = 1455 \text{ kg/m}$$

بار گسترده زنده

بند ۲-۵-۳ بررسی لزوم کنترل بدترین حالت بار گذاری

$$L = 300 \text{ kg/m}^2 < 400 \text{ kg/m}^2$$

$$L/D = \frac{300}{580} < 1.5$$

نیازی نیست ✓

$$W_D = 580 \times 5 = 2900 \text{ kg/m}$$

طبقه سوم

بار کثیف آب جز در مواردی که عضو مورد نظر بار بیشتر از دو طبقه را تحمل می کند

بند ۲-۵-۴ مجاز به کاهش سربار نیست. تیر داخلی (بار کف های طبقه را تحمل می کند)

$$W_L = 800 \times 5 = 3000 \text{ kg/m}$$

مردول ۲-۵-۱

طبقه بند ۲-۵-۳ تا مناسب ترین حالت

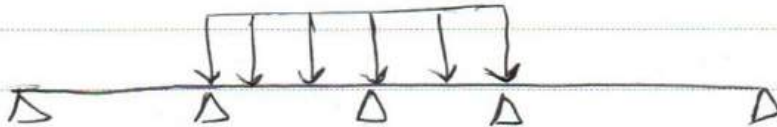
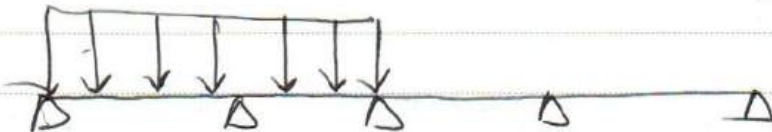
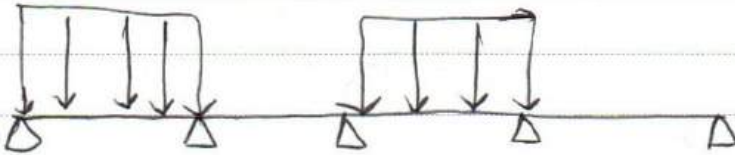
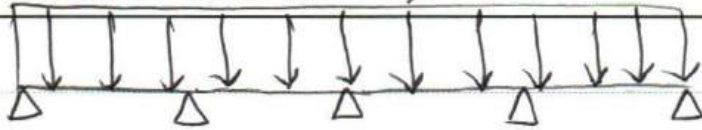
$$L = 800 > 400$$

بار گذاری باید بررسی شود

Subject:

Year. Month. Date. ()

فقط کافی است حالت های مختلف بارگذاری را رسم کنیم.



* حالت های دیگر قریبی حالت های بارگذاری است.
این

کف سری +

$$1 \times 1 \times 0.015 \times 2100 = 31.5$$

سرامیک

$$1 \times 1 \times 0.025 \times 2100 = 52.5$$

ملاطه ماله سیمان

$$1 \times 1 \times 0.055 \times 1300 = 71.5$$

بتن با یونیه معدن

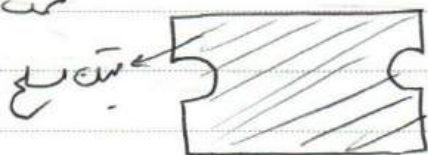
$$1 \times 1 \times 0.075 \times 1600 = 120$$

ملاطه گچ و خاک

$$1 \times 1 \times 0.01 \times 1300 = 13$$

پنجره سری

قیمت کفی گسسه



$$\text{قیمت کفی گسسه} = \frac{1 \times (0.25 \times 0.35 - \pi \times 0.1^2) \times 2500}{0.35}$$

له عرفه

$$\text{Sum} = 593.2$$

کف سازی

بررسی بار مرده و زندهی طبقات:

$$150 \text{ kg/m}^2 = L_0 \rightarrow \text{بار مرده}$$

① بار معمولی:

$$593.7 \text{ kg/m}^2 = \text{کف سازی} = \text{وزن واحد} = D_s = \text{وزن واحد سطح بار}$$

سطح طبقات

$$L_{01} = 250 \text{ kg/m}^2$$

② دانه معمولی

PAPCO جدول ۱-۵-۲

$$L_{02} = 350 \text{ kg/m}^2$$

بازرسی آباری

Subject :

Year , Month , Date , ()

$$L_o = 20\% \times 350 + 80\% \times 250 = 270 \text{ kg/m}^2$$

بررسی سربار تنگه بندی:

$$L_o = 270 \text{ kg/m}^2 < 400 \text{ kg/m}^2 \rightarrow$$

سربار تنگه بندی می باشد به صورت بار زنده

قابل گردد.

$$1.2 \text{ kN/m}^2 = 120 \text{ kg/m}^2 > 40 \text{ kg/m}^2$$

وزن واحد سطح تنگه بندی

دوایر یک نسبت و حداقل سربار تنگه بندی برابر

kg/m^2 می شود.

$$\text{مساحت این هر طبقه بتون} = 16 \times 17 - 16 - 4 \times 2 = 248 \text{ m}^2 \checkmark$$

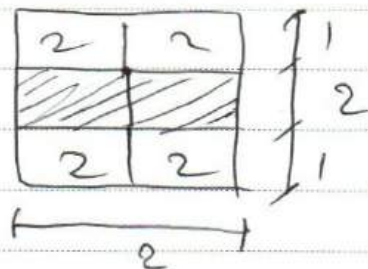
احتمالاً آسانسور

چاه

$$\text{طول دیواری} = 45 \text{ m}$$

طبقه

$$\text{ارتفاع طبقه} = 3 \text{ m}$$



$$\text{سربار تنگه بندی} = \frac{45 \times 3 \times 22.5}{248} = 66.65 > 100 \text{ kg/m}^2$$

$$120 < 200$$

نیازی به در نظر گرفتن وزن تنگه بندی به عنوان بار مرده در محاسبات قرارگیری نیست.



Subject:

Year: Month: Date: ()

$$L = L_{\text{تغیباتی}} + L_{\text{بدون تغییرات}} = 270 + 100 = 370 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{جدول ۴-۵-۱} \rightarrow L = 600 \text{ kg/m}^2 \quad (3)$$

$$D = 593.1 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned} 850 \times 2 &= 1700 \text{ kg/m}^2 & (4) \text{ انبار چوب گردو} \\ \downarrow & \\ \text{ارتفاع} & \\ L_0 &= 1300 \text{ kg/m}^2 \\ D &= 593.1 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

لایه چوب گردو
کف
(بدون سیمان)

دیوارهای جانبی >

$$\text{آجر چوب} = 0.200 \times 850 = 170 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{کچ و خاک} &= 0.015 \times 1600 = 24 \text{ kg/m}^2 \\ \text{کچ} &= 0.01 \times 1300 = 13 \text{ kg/m}^2 \end{aligned} \quad \left\{ = 263 \text{ kg/m}^2 \right.$$

$$\text{گرافیت} = 0.02 \times 2800 = 56 \text{ kg/m}^2$$

بار ناشی از آسانسور: به هر ستون بار یک آسانسور وارد می شود.

$$2 \times (2000 + 500 + \frac{45}{100} \times 2000) = 6800 \text{ kg}$$

Subject :

Year . Month . Date . ()

۱۲

الف) بررسی سربلر تیر محور ۲

$$A_T = \begin{cases} AB \text{ دهانی} = 4 \times 2 = 8 \text{ m}^2 \\ BC \text{ دهانی} = 4 \times 9 = 36 \text{ m}^2 \\ CD \text{ دهانی} = 4 \times 4 - 4 = 12 \text{ m}^2 \end{cases}$$

$$K_u = 2 \rightarrow K_u \times A_T = \begin{cases} AB \rightarrow 2 \times 8 = 16 < 37 \text{ X} \\ BC \rightarrow 2 \times 36 = 72 > 37 \text{ OK} \\ CD \rightarrow 2 \times 12 = 24 < 37 \text{ X} \end{cases}$$

مجاز بار بستر سربلر دهنی $L = 370 \text{ kg/m}^2 < 500 \text{ kg/m}^2$ زنده
BC هستیم.
 پس فقط برای دهنی BC ، R را حساب می‌کنیم.

$$R = \left(0.25 + \frac{9.57}{\sqrt{K_u \times A_T}} \right) = 0.788 \approx 0.79 \text{ 70.5} \quad \text{OK} \checkmark$$

$$w_L = 370 \times 4 \times 0.79 = 1167 \text{ kg/m} \quad \text{باری دهانی BC}$$

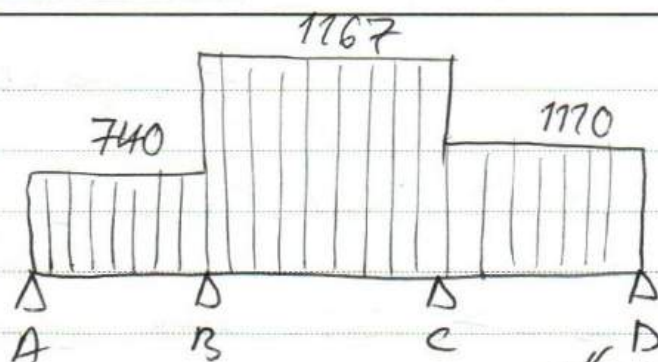
$$AB \text{ دهانی} \rightarrow 370 \times 2 = 740 \text{ kg/m}$$

$$CD \text{ دهانی} \rightarrow 370 \times 2 + 370 = 1110 \text{ kg/m}$$



Subject:

Year: Month: Date: ()



برای بدترین حالت و حالت

رسم بارگذاری
فقط بار زنده روی تیر رسم می‌شود

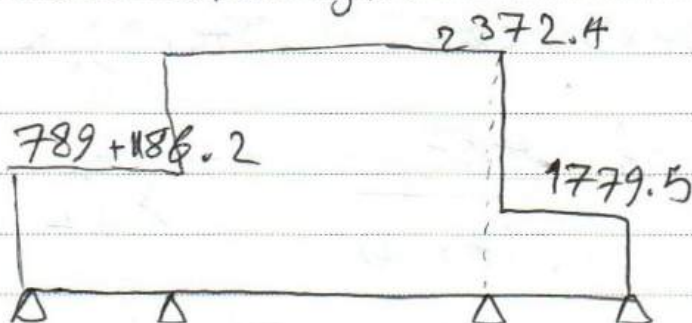
بررسی لزوم کنترل بدترین حالت بارگذاری

$$\left. \begin{array}{l} L = 370 \text{ kg/m}^2 < 400 \text{ kg/m}^2 \\ \frac{L}{D} = \frac{370}{593.7} < 1.5 \end{array} \right\} \rightarrow \begin{array}{l} \text{نیازی به بررسی بدترین} \\ \text{حالت بارگذاری نیست.} \end{array}$$

۴-۲-۵-۶

$$W_D = \begin{cases} 593.7 \times 3 = 1779.3 \text{ kg/m} & \text{دهانه‌ی CD} \\ 593 \times 2 = 1186.2 \text{ kg/m} & \text{دهانه‌ی AB} \\ 593 \times 4 = 2372.4 \text{ kg/m} & \text{دهانه‌ی BC} \end{cases}$$

$$L_{\text{ردو/دهانه‌ی}} = 263 \times 3 = 789 \text{ kg/m}$$



تیرمور b در طبقه دوم

$$L \text{ زنده } \left\{ \begin{array}{l} AB \text{ دهانه‌ی } = 2 \times 1300 = 2600 \text{ kg/m} \\ BC \text{ دهانه‌ی } = 4 \times 1300 = 5200 \text{ kg/m} \\ CD \text{ دهانه‌ی } = 3 \times 1300 = 3900 \text{ kg/m} \end{array} \right.$$

$L > 400$ $\rightarrow$ بدترین حالت بارگذاری بار زنده باید بررسی شود.
 $L \rightarrow 1300$

b) بارمورس بون D_2

$$A_T = 2 \times 6 = 12 \text{ m}^2$$

در طبقه چهارم :

$$k_u \times A_T = 4 \times 12 = 48 > 37 \rightarrow \text{کاهش داریم}$$

$\frac{80}{cm} = \text{جان پناه}$

$$PL = 150 \times 8 + 6800 + (2 \times 370 \times 6) \times R$$

$$R = \left(0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{(4 \times 12)}} \right) = 0.90 \begin{array}{l} OK \\ > 0.4 \end{array}$$

$$PL = 150 \times 8 + 6800 + (2 \times 370 \times 6) \times 0.9$$

$$P4PCO \quad PL =$$

Subject:

Year: Month: Date: ()

$$P_D = (6 \times 593.1 + 4 \times 263 \times 3) \times 2 +$$

$$\begin{aligned} & \boxed{4 \times 3 \times 263} + \underbrace{2 \times 263 \times 0.8}_{\text{چائنه}} + (8) \times 593.1 \\ & = 21750.8 \text{ kg} \end{aligned}$$

در طبقه اول

$$A_T = 3 \times 6 = 18 \text{ m}^2$$

$$A_T \times R_k = 4 \times 18 > 370 \text{ k} \rightarrow \text{باز به نصف قسم}$$

$$R = \left(0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{R_k \cdot A_T}} \right) = 0.78 > 0.4$$

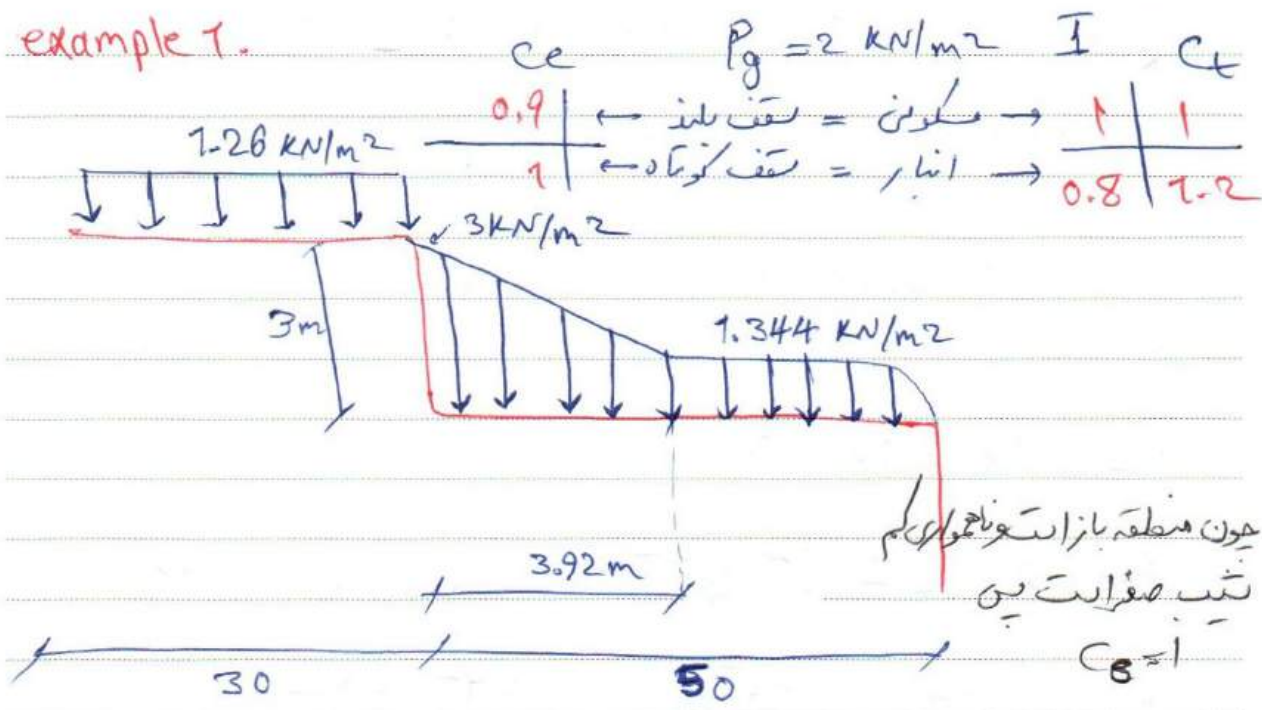
$$P_t = 8 \times 150 + 6800 + 2 \times 1300 + (3 \times 370) \times 0.78$$

=

$$\begin{aligned} P_D &= \underbrace{6 \times 5 \times 593.1}_{\text{طبقه ۲}} + \underbrace{8 \times 593.1}_{\text{م ۲}} + \underbrace{2 \times 0.8 \times 263}_{\text{اتاقک آسانسور جاک ۲}} + \underbrace{4 \times 3 \times 263}_{\text{اتاقک آسانسور جاک ۲}} \\ &+ \underbrace{5 \times 9 \times 263 \times 3}_{\text{دیوار طبقه ۲}} \end{aligned}$$

$$P_D = \quad \checkmark$$

example 1.



چون منطقه بارز است و ناهموار است
ثبت مقررات بین

↓
ساحت این سقف = 30x30

↓
ساحت این سقف = 50x30

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

فصول 4-7-9 برای P_m باید یک گرد

سقف بلند $P_r = 0.7 \times 0.9 \times 1 \times 1 \times 1 \times 2 = 1.26 \text{ kN/m}^2$

سقف کوتاه $P_r = 0.7 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 2 \times 0.8 \times 2 = 1.34 \text{ kN/m}^2$

$$P_g > 1 \rightarrow P_m = I_s$$

سقف بلند $P_m = 1 \text{ kN/m}^2$

سقف کوتاه $P_m = 0.8$

3-7-6 $\rightarrow 0.43 \times 2 + 2.2 = 3.66 \text{ kN/m}^3$

$$h_b \xrightarrow{1-9-7-6 \text{ بند}} h_b = \frac{1.34}{3.06} = 0.439 \approx 0.44 \text{ m}$$

$$h_c \xrightarrow{1-9-7-6 \text{ بند}} h_c = 3 - 0.44 = 2.56 \gg 0.2$$

اگر کوچکتر از 0.2 باشد نیاز به محاسبه ای اضافی است برف نیست ولی در این جا باید حساب کرد

$$h_d \xrightarrow{1-9-7-6 \text{ بند} - 1 \text{ اف}} h_d = 0.12 \times \sqrt[3]{30} \times \sqrt[4]{100 \times 2 + 50} - 0.5 = 0.98 \text{ m} \checkmark$$

$$h_d \xrightarrow{55 \text{ م} \text{ بند} 1-9-7-6 \text{ اب}} h_d = \frac{3}{4} \left[0.12 \sqrt[3]{50} \sqrt{100 \times 2 + 50} - 0.5 \right] = 0.94$$

بیشترین مقدار که بجز این تراز دارد نظر من نیمه

در اسلاید 5 ← قوت سقف یاسین : ~~50~~

$$\text{مورد} \rightarrow h_d = 0.98 \rightarrow (h_d \leq h_c) \rightarrow \text{کمتر باشد} \rightarrow \text{بدترین است}$$

$$1-4-7-6 \text{ بند} \rightarrow h_d > h_c \text{ اگر} \rightarrow w = \frac{4h_d^2}{h_c} \quad \text{فول 4-7-6}$$

$$h_d < h_c \rightarrow w = 4h_d \leq 8h_c \quad (\text{من در آوردی TA بودا})$$

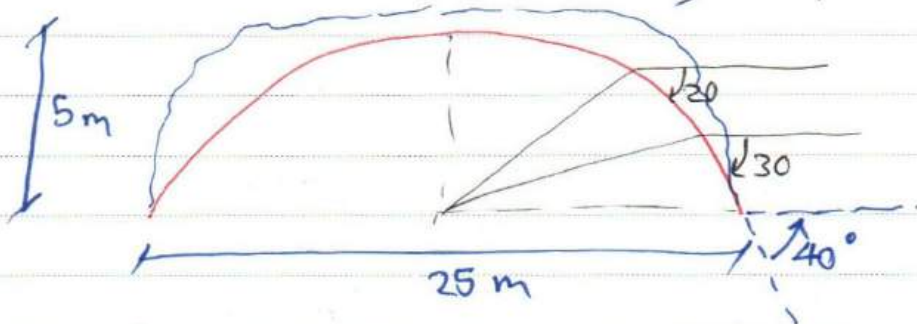
$$h_c \nless h_d \rightarrow w = \frac{4h_d^2}{h_c} \leq 8h_c$$

$$h_d = 0.98 \rightarrow h_c = 2.56 \rightarrow w = 4h_d = 3.92 \text{ m}$$

$$P_d = h_d \gamma = 0.98 \times 3.06 \approx 3 \text{ kN/m}^2$$

Example 2 - stopped roof

سقف یک سالن بتاثر به صورت زیر است :



سقف بتاثر 1-1-6 و 2-7-6 $I_s = 1.1$

اصطلاح $P_g = 1 \text{ kN/m}^2$ ← جدول 7-7-6 ← منطقه 3 بند 7-7-6

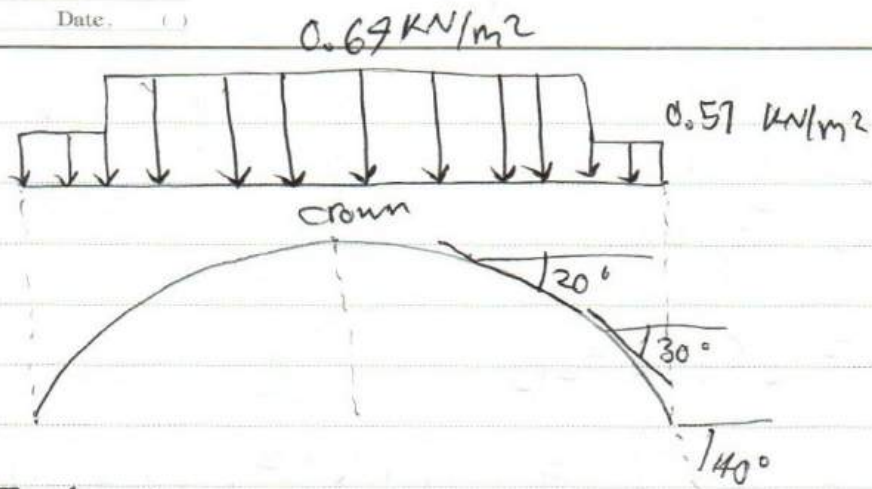
$C_t = 1$ ← 3-7-6 C_t

عرضی شهر 1-4-7-8 ← ناآهوازی زیاد $C_e = 0.9$ ← 2-7-6

سقف زیر $d_o = 30$ ← بند 7-6-7-8 $C_t = 1$ ← برای قابهای

بند 2-6-7-6 ← حداقل 3 قسمت

تاج $C_s = 1$ → $d = 0$ → $C_s = 1$
 4-7-6 $\left\{ \begin{array}{l} d = 20 \\ d = 30 \\ d = 40 \end{array} \right. \begin{array}{l} = 1 \\ = 1 \\ = 0.75 \end{array}$
 لبه



$P_r \xrightarrow{\text{2-7-6 بند}} 0.7 \times C_s \times 1 \times 0.9 \times 1 \times 1 \times 1 = 0.693 C_s$
Pr kN/m²

$\alpha = 0$	0.693
$\alpha = 20$	0.693
$\alpha = 30$	0.693
$\alpha = 40$	0.51

فوتن این بند هم است و نمودار دارد

$P_m \xrightarrow{\text{12-7-6 بند}} \alpha = \text{Arc tan} \left(\frac{5}{25/2} \right) = 21.8^\circ \approx 10^\circ$

نیاز به در نظر گرفتن P_m نیست.

2-8-7-6 بند $\rightarrow$ ب

بار ناموازن در تاج $= \frac{1}{2} \times 0.693 = 0.341.5 \text{ kN/m}^2$

بار ناموازن در $30^\circ = \frac{2}{0.9} \times 0.693 = 1.54$

بار $= \frac{2}{0.9} \times 51 = 1.5$

باران و اهرم باید در آنها چک کرد که در این مسئله گفته است:

این سطح ۲ تمرین سری ۲

$$P_g = 1 \text{ منطقه 3}$$

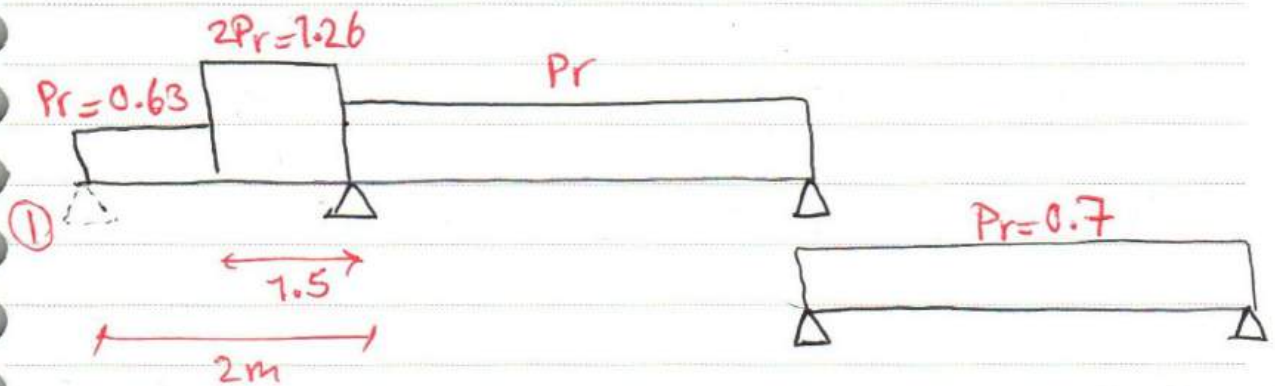
$$e_t = 1 \text{ مگونی}$$

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

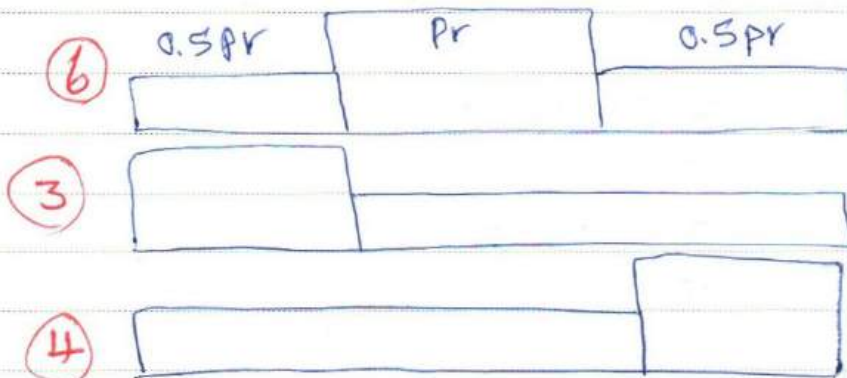
بام بلندتر $P_r = 0.7 \times 1 \times 1 \times 0.9 \times 1 \times 1 = 0.63 \text{ KN/m}^2$

بام کوتاهتر $P_r = 0.7 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 0.7 \text{ KN/m}^2$

← نیمه برف گیر



② P_m → بار متوسط روی سطح → این حالت جداگانه است و باید حساب شود و رسم شود.



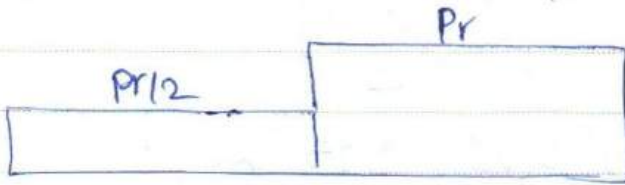
Subject:

Year: Month: Date: ()

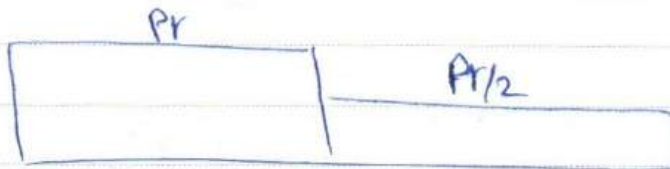
5



7



8



بار جزئی

$$P_d = \gamma h_d$$

$$h_d = 0.12 \sqrt[3]{L_u \sqrt{100 P_g + 50} - 0.5} \rightarrow h_d = 0.512$$

14 → بار جزئی (بار جزئی) → بار جزئی

$$h_d = \frac{3}{4} \left[0.12 \sqrt{L_u \sqrt{100 P_g + 50} - 0.5} \right] \rightarrow h_d = 0.346$$

بار جزئی

12

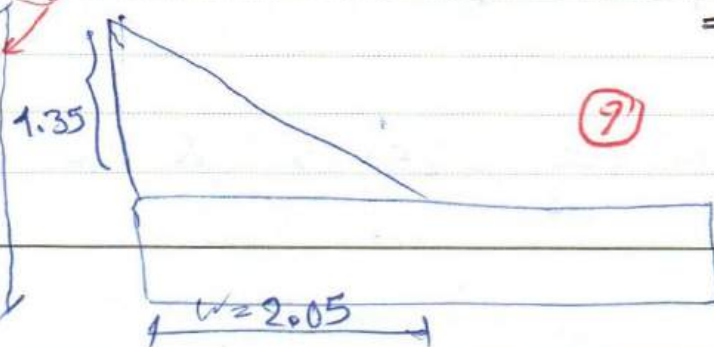
$h_d = 0.512$
m

$$\gamma = 0.43 P_g + 2.2 = 2.63 \text{ KN/m}^3$$

$$P_d = 1.35 \text{ KN/m}^2$$

$$h_c = 3 - \frac{P_r}{\gamma} = 2.73 \text{ m} \rightarrow h_c > h_d \rightarrow w = 4 h_d = 4 \times 0.512 = 2.05$$

ارتفاع بار جزئی موازن



9

$P_r = 0.7$

1.35 + 0.7

سربار باران برف

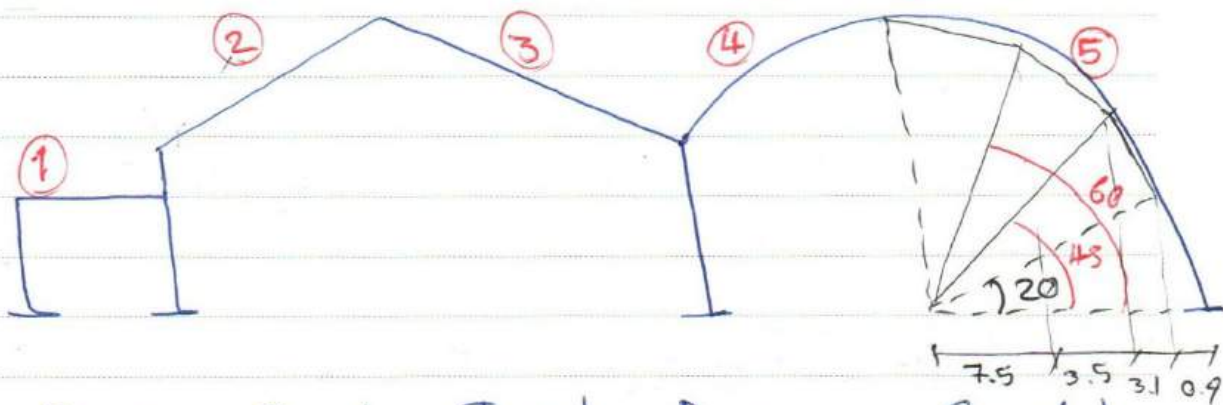
منطقه 3

$$\frac{u}{15} < \text{ثب}$$

→ ✓

$$(10) \quad 0.25 \text{ kg/m}^2 + \text{شکل متوازن}$$

سوال ۱ تمرین سری 2 :



$$P_g = 2 \quad C_e = 1 \quad I_s = 1 \quad P_m =$$

$$C_t = 1.1$$

لازمه رانده برف سربار است ← $C_e = 1$

$$1) \quad P_m = I_s = 1 \text{ KN/m}^2$$

$$C_s = 1$$

$$P_r = 1.54 \text{ KN/m}^2$$

$$2) \quad \text{Arc tan} \left(\frac{6}{13} \right) = 25 \text{ } 15 \times P_m$$

Subject:

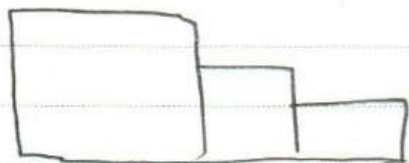
Year. Month. Date. ()

$$C_t = 1.1 \left\{ \begin{array}{l} \text{لغزنده} \end{array} \right\} \rightarrow d_o = 10 \rightarrow C_g = 1 - \frac{25 - 10}{70 - 10} = 0.75$$

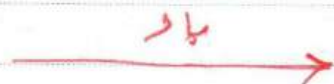
$$P_r = 1.155 \text{ kW/m}^2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} C_s = 0.183 \\ = 0.533 \\ = 0.917 \end{array} \right.$$

$$Pr = \left\{ \begin{array}{l} 0.28 \\ 0.82 \\ 1.41 \end{array} \right.$$



① $\rightarrow$ X (مستطابق)

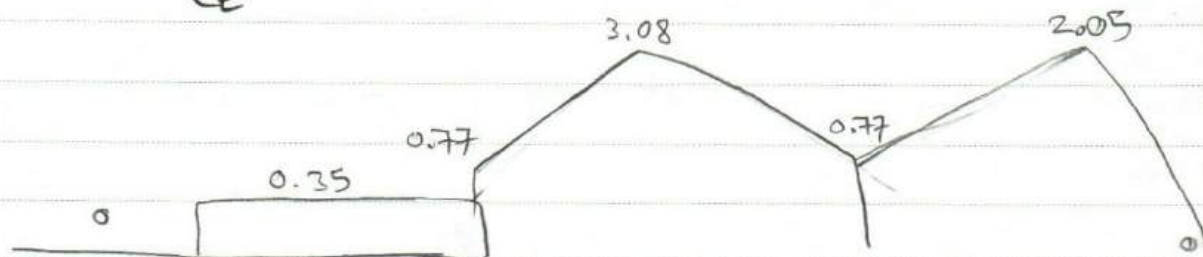


② $0.3 P_r = 0.35$

③ $\rightarrow 0.5 P_r = 0.77$

④ $\rightarrow \frac{2Pr}{C_e} = 3.08$

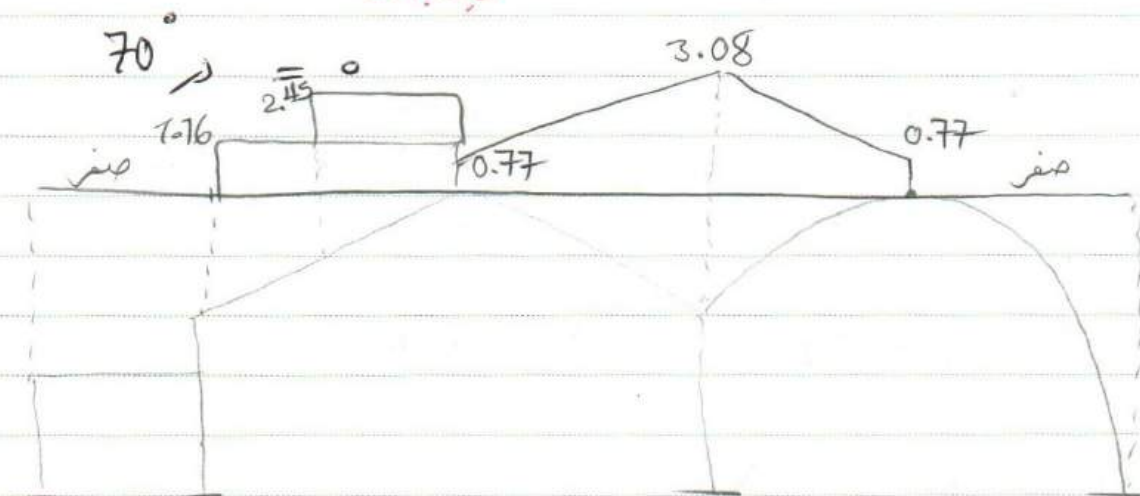
3-8-7-6 بی



اشتباه = ۱

⑤ در بالا $\frac{1}{2} \times 0.7 C_s C_t C_e I_s P_g = 0.77$

$30^\circ \rightarrow \frac{2}{C_e} \times 0.7 C_s \times \sim \sim \sim \sim = 2.05$
 مربوط به 30°



اگر باد از راست به چپ بوزد ۲

③ و ④ → مانند حالت قبل
 محاسبه می گردند.

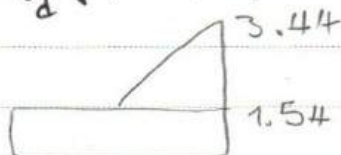
②

$$h_d = 0.622$$

$$\frac{8 h_d}{3 \sqrt{i}} = 0.24$$

① و ② → ۰

$$8 h_d \sqrt{i} = 1.29$$



با انباشته مقطع بام ایستاده

$$2.44$$

بار برف لغزنده کن یا متمرکز در فرمول برای بام نیمه راست بام ایستاده

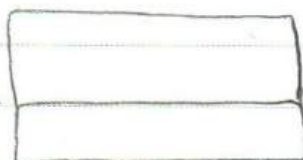
10

Subject:

Year: Month: Date: ()

3.33

1.54



Subject:

Year. Month. Date. ()