Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 7 Date. 15

*مراجع :

۱- مبحث ششم مقرارت ملی ساختمان «بارهای وارد بر ساختمان» لازم ✓

۲- بارگذاری و سیستم های باربر تالیف دکتر داود مستوفی نژاد

*ارزیابی :

۵ نمره پروژه های کلاسی

۱۵ نمره امتحان پایانترم «openbook»

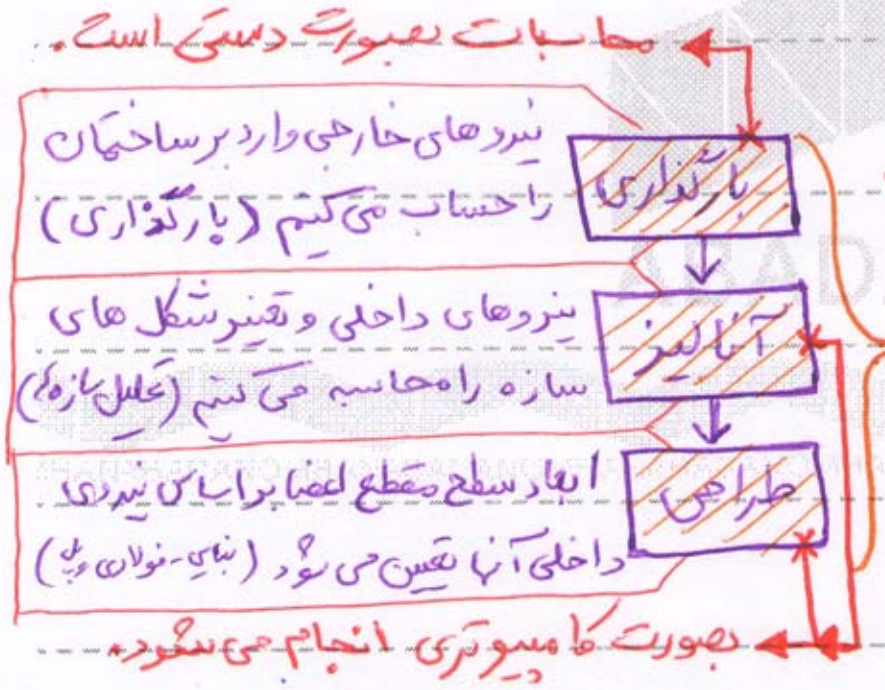
فصل اول : کلیات

✓تعریف بارگذاری : شاخه‌ای از علم مهندسی عمران است که به محاسبه و تعیین بارهای وارد به ساختمان می پردازد

✓جایگاه و اهمیت بارگذاری در مهندسی عمران :

*مراحل اصلی محاسبات سازه‌ای

محاسبات بصورت دستی است.



*اهمیت بارگذاری :

۱- گام اول در محاسبات سازه‌ای می باشد

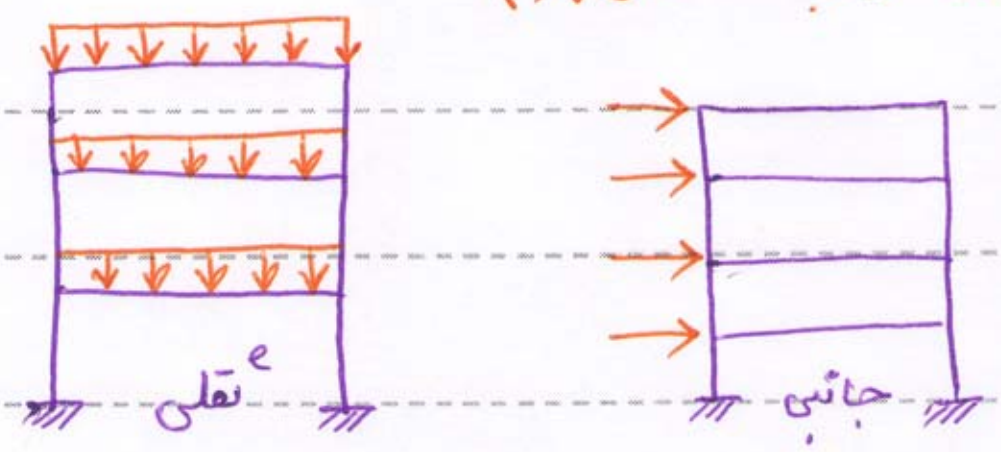
۲- هیچ نرم افزاری بارگذاری را انجام نمی دهد و می باشد این کار بصورت دستی انجام گیرد

KADANOMRAN

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 7 Date. 15

*انواع بارهای وارد برساختمان : (از نظر جهت اعمال بار)



1- بارهای نقلی
2- بارهای جانبی

انواع بارهای نقلی

1- بارهای مرده D.L
2- بارهای زنده L.L
3- بار برف S

انواع بارهای جانبی

1- بار باد W
2- بار زلزله E ← در درس اصول مهندسی زلزله

ABADANOMRAN

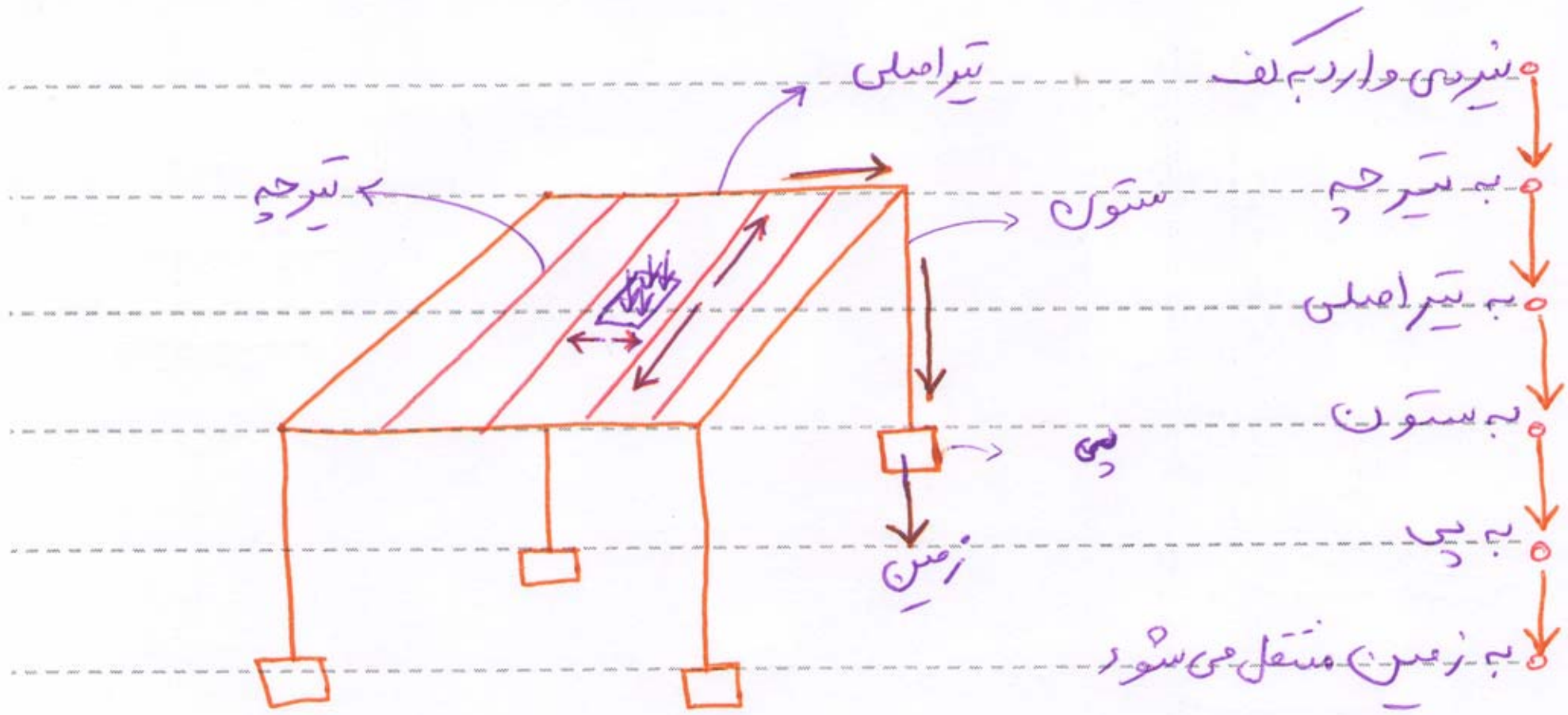
*در بارگذاری ساختمان دو عمل اصلی انجام می شود ←

1- بار کلی ساختمان را محاسبه می کنیم.
2- بار کلی محاسبه شده را بین تک تک اعضای باربر توزیع می نماییم.

تعریف اعضای باربر : اعضایی هستند که نیروهای وارد برساختمان را تحمل می کنند و به زمین منتقل می نمایند

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 7 Date. 15

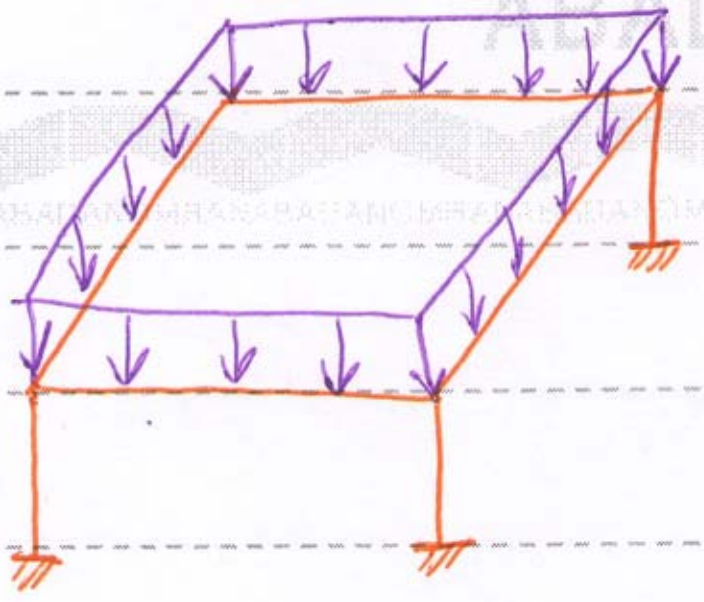


روش توزیع بارها

* توزیع بارهای ثقلی به کمک چشمه ی باربر اعضاء انجام می پذیرد. همین فصل

* توزیع بارهای جانبی به شیوه سختی اعضاء انجام می شود. در درس اصول مهندسی زلزله

نحوه ی توزیع بارهای ثقلی: شدت ۵۵۰ $\frac{kg}{m^2}$

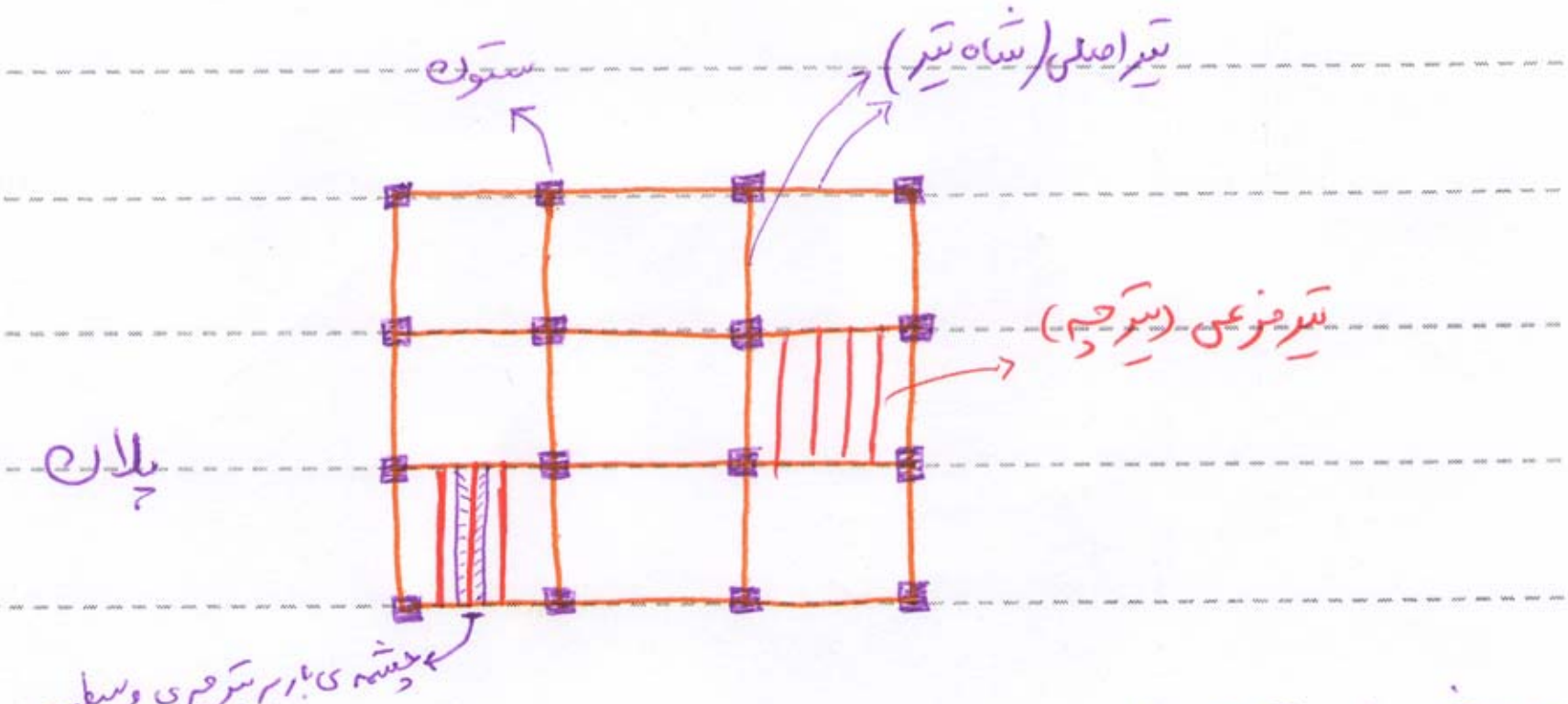


بارهای ثقلی معمولاً بصورت یک بار گسترده سطحی به کل کف وارد می شوند، مطابق شکل روبرو:

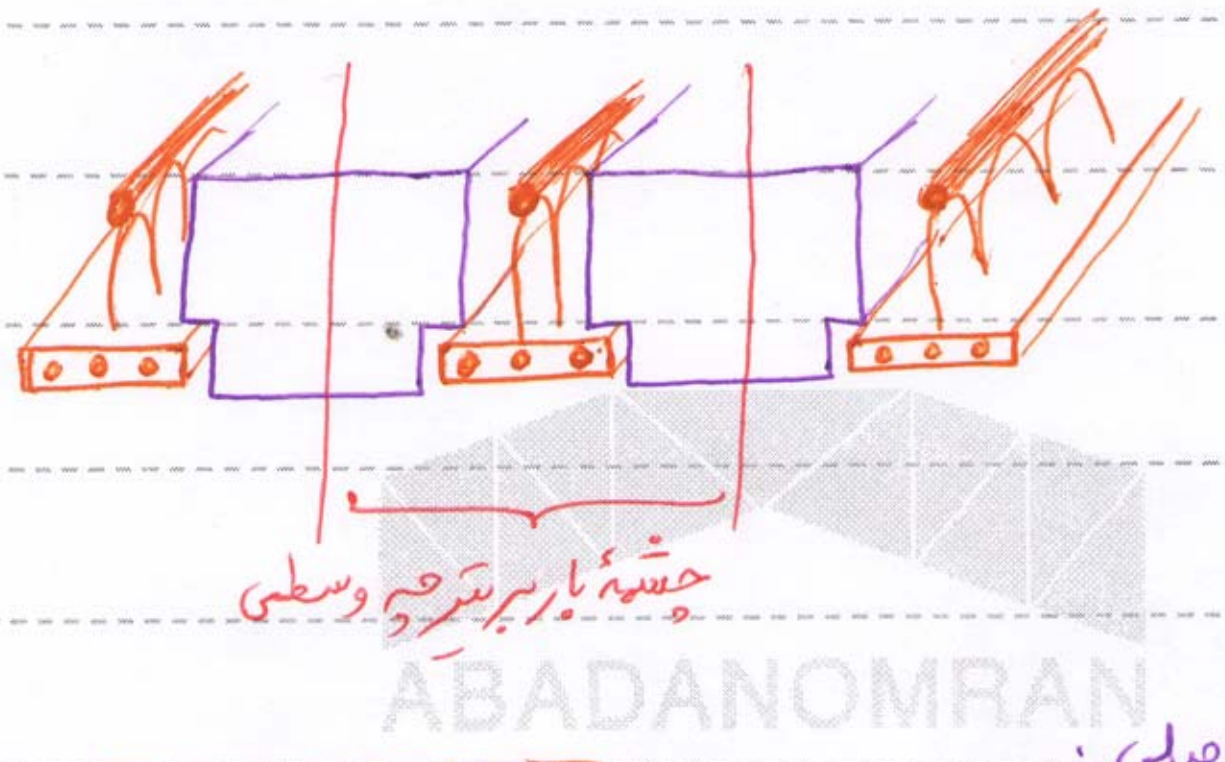
ARADANOMRAN

Subject : بارگذاری

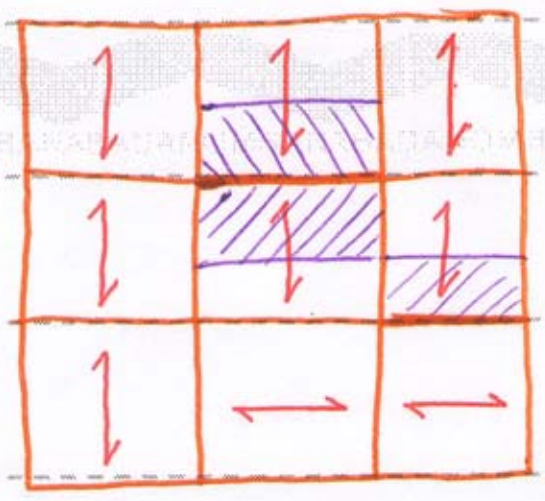
Year : 90 Month. 7 Date. 15



* چشمه بار بر تیر چه ها:

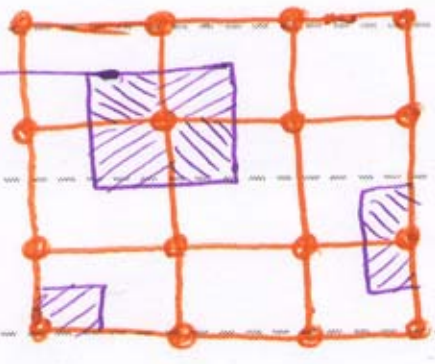


* چشمه ی بار بر تیرهای اصلی:



چشمه ی بار بر تیرهای اصلی به جهت تیر ریزی سبکی دارد.

* چشمه ی بار بر ستون ها:

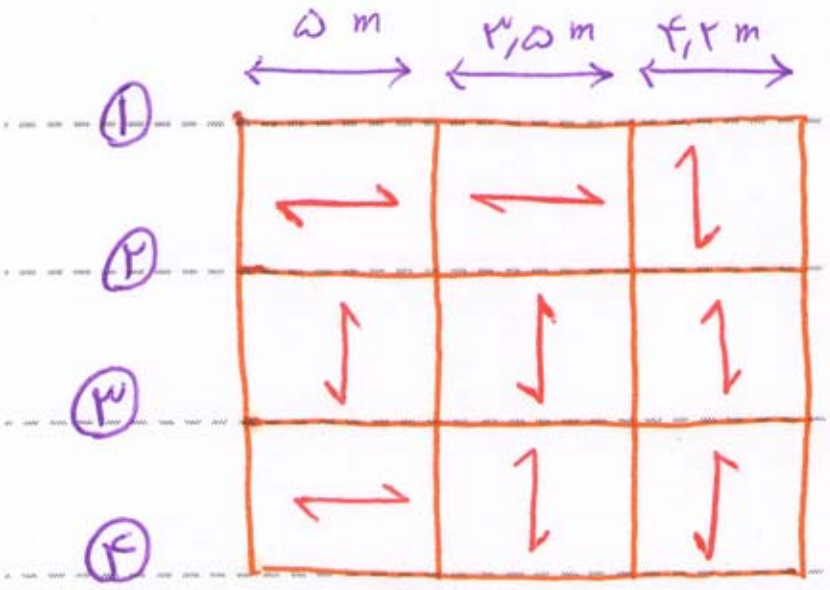


در تعیین چشمه ی بار بر ستون ها جهت تیر چه ها اهمیتی ندارد.

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 7 Date. 15

مثال در پلان نشان داده شده‌ی زیر بار گسترده‌ی ثقلی $550\ kg/m^2$ به کف وارد می‌شود موارد زیر را محاسبه کنید:



الف) جسمه‌ی بار بر و بار محوری ستون (1-A)

ب) جسمه‌ی بار بر و بار محوری ستون (1-B)

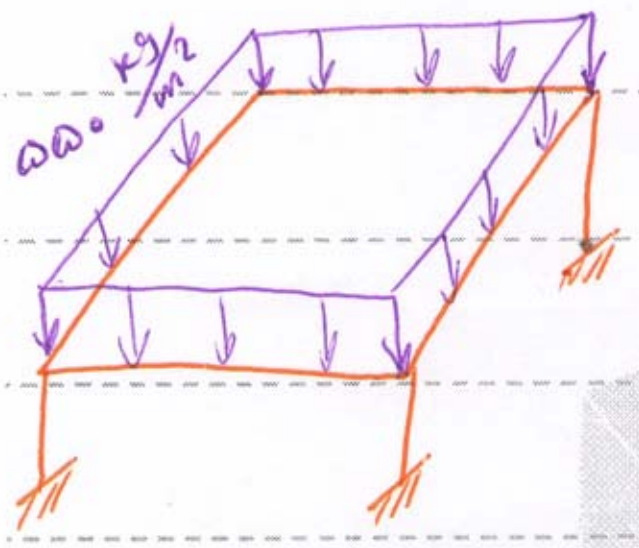
ج) جسمه‌ی بار بر و بار محوری ستون (2-D)

A B C D

د) جسمه‌ی بار بر و بار گسترده سطحی وارد به تیر محور ①

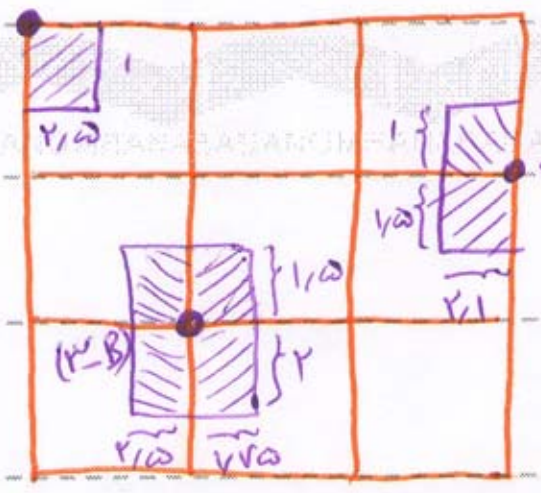
هـ) جسمه‌ی بار بر و بار گسترده سطحی وارد به تیر محور ③

ز) جسمه‌ی بار بر و بار گسترده سطحی وارد به تیر محور B



ABADANOMRAN

(1-A)



حل الف) ستون (1-A)

جسمه‌ی بار بر (2-D) $= 1 \times 2{,}5 = 2{,}5\ m^2$

نیروی متمرکز $P = 550 \times 2{,}5 = 1375\ kg$

حل ب) ستون (3-B)

جسمه‌ی بار بر $= 4{,}25 \times 3{,}5 = 14{,}875\ m^2$

نیروی متمرکز $P = 550 \times 14{,}875 = 8181{,}25\ kg$

Subject : بارگذاری

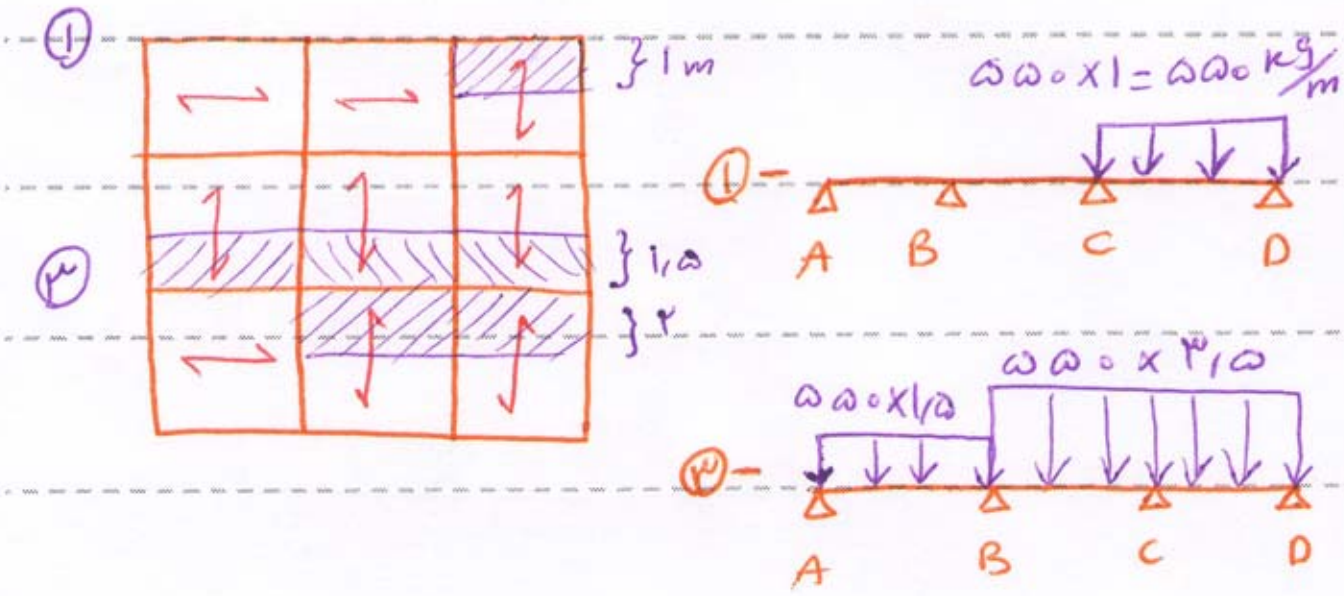
Year : 90 Month. 7 Date. 15

ABADANOMRAN

حل ج) ستون (2-D) — جشمه‌ی بارگیر = ۲٫۵ × ۲٫۱ = ۵٫۲۵ m²

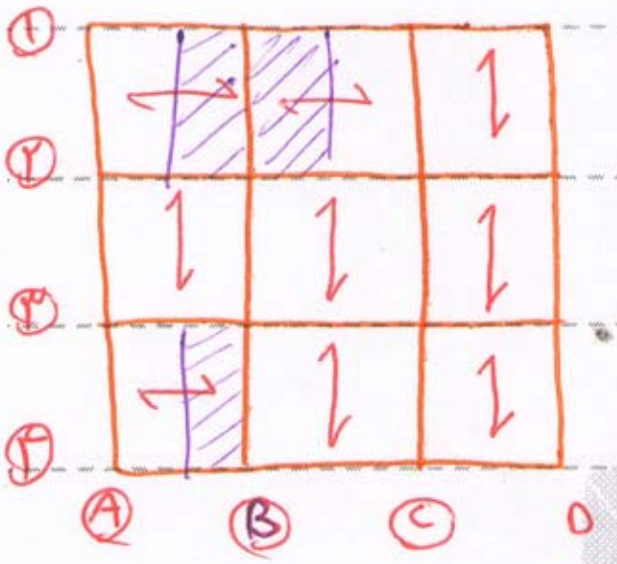
محوری P = ۵۵۰ × ۵٫۲۵ = ۲۸۸۷٫۵ kg

حل د) تیر محور ①

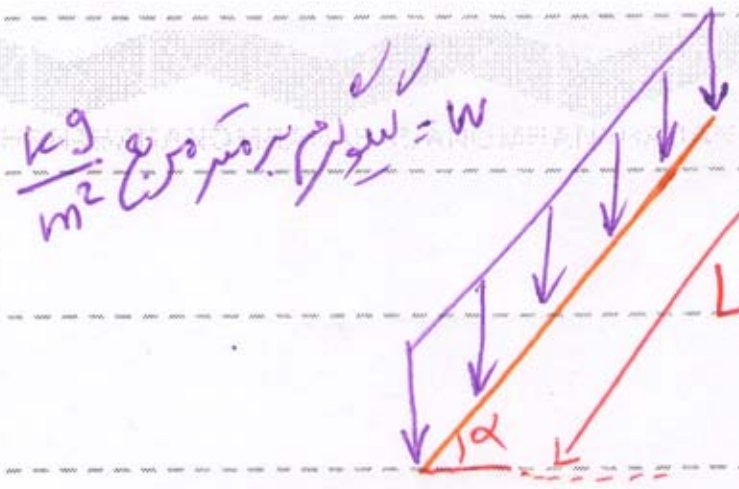


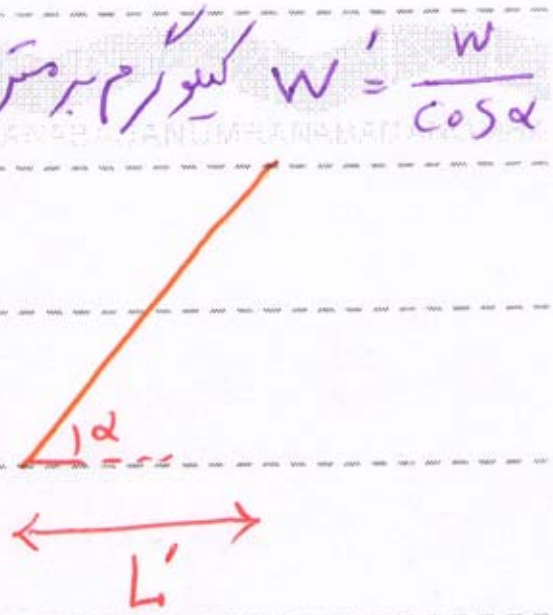
حل ه) تیر محور ③

حل ز) تیر محور Ⓑ



بارهای گسترده‌ی مایل





برآیند = w × L

برآیند بار گسترده = w' × L'

به هنگام بارگذاری ساختمان بار ثقلی قسمت‌های شیبدار مثل راه پله‌ها و سقف‌های شیروانی

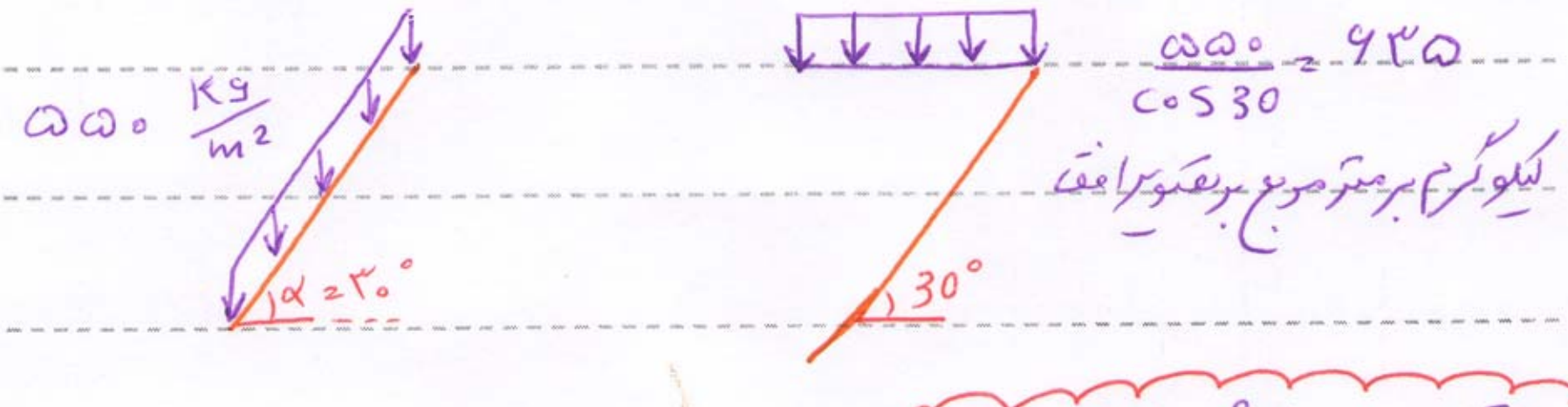
WWW.ABADANOMRAN.COM

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 7 Date. 15

بهتر است بصورت تصویر افق مطابق شکل های روبرو محاسبه شوند.

مثال بار گسترده مایل روبرو را بصورت تصویر افق نمایش دهید:



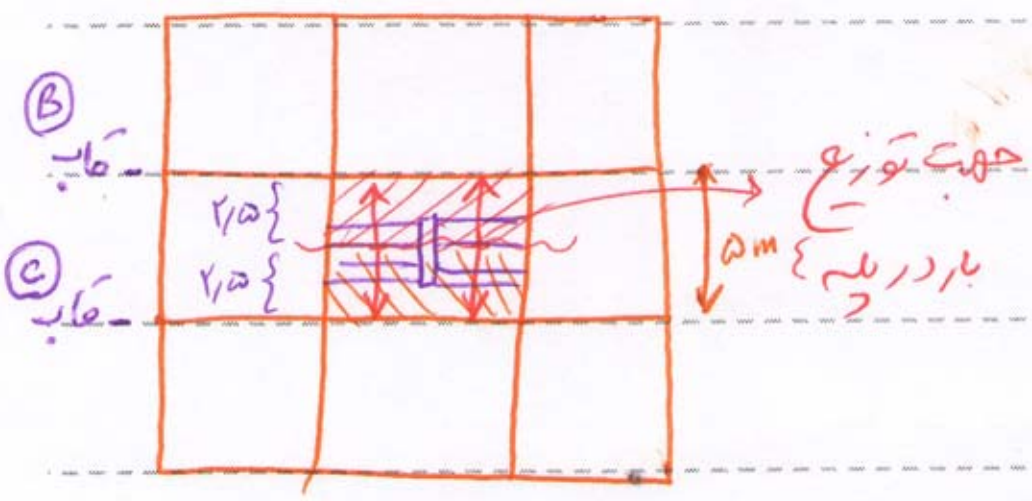
$\frac{۵۵۰}{\cos 30} = ۶۳۵$

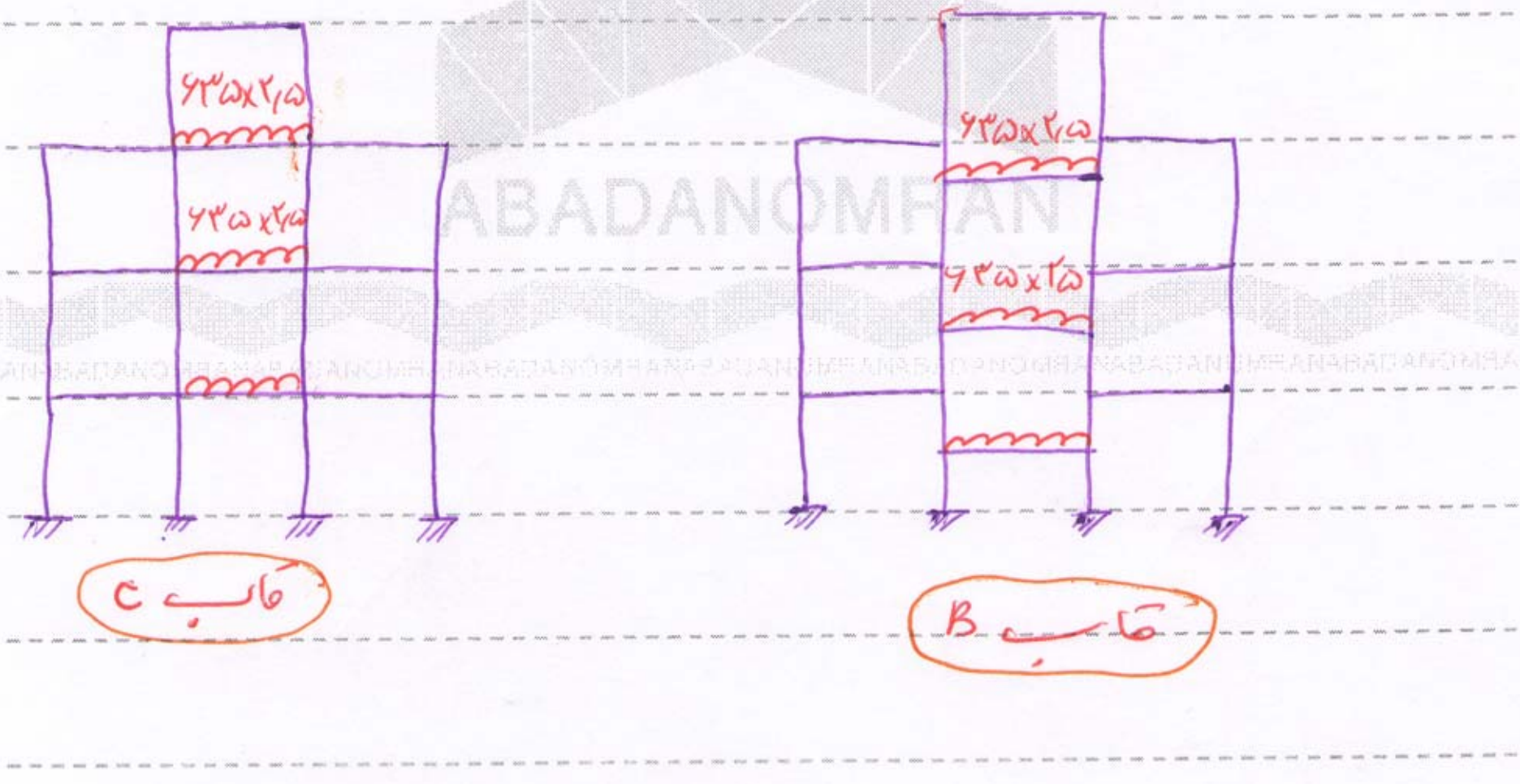
کیلوگرم بر متر مربع بر تصویر افق

**** تقسیم بارهای ثقلی در پله ها**

الف) پله های دو طرفه

مثلاً بار گسترده پله ۶۳۵ کیلوگرم بر متر مربع بر تصویر افق



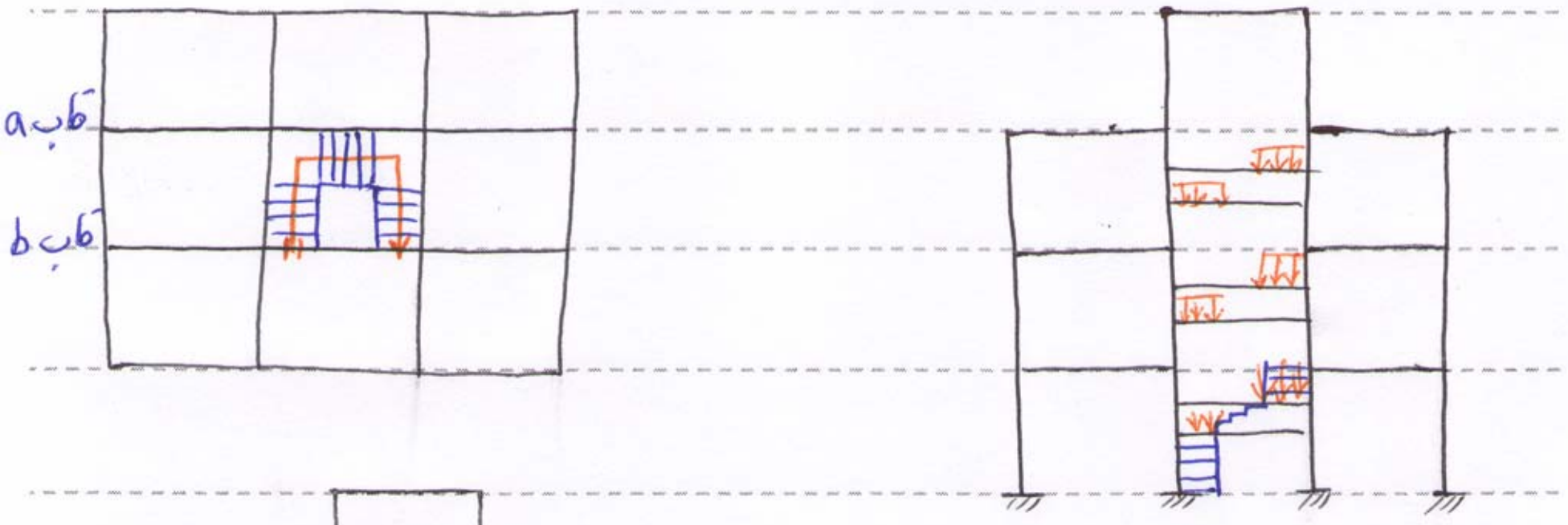


ABADANOMRAN

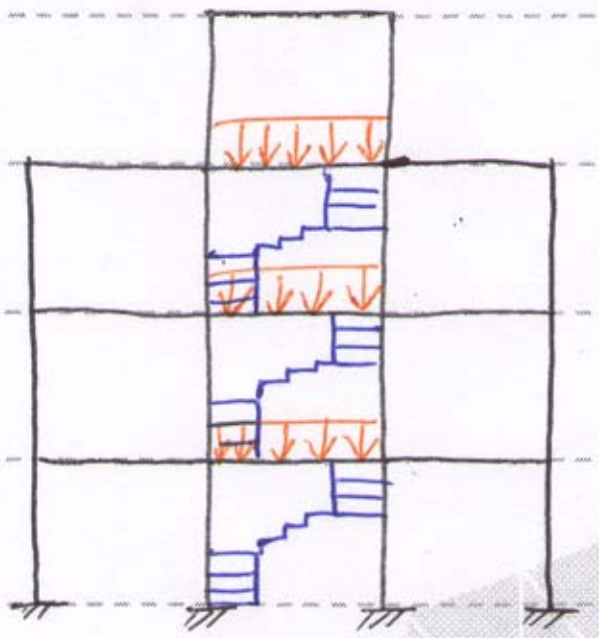
Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 7 Date. 22

تقسیم بار در پله های سه طرفه

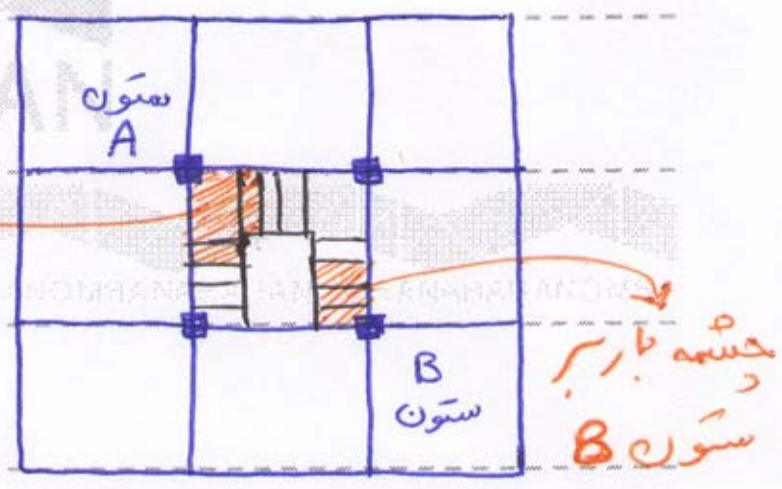


کاب (a)



کاب (b)

در مدل سازی اسکلت ساختمان بهتر است بار پله را بصورت متمرکز به ستون ها وارد نماییم



پروژه 1 بارگسترده‌ی یک پله ۳ طرفه $600 \frac{kg}{m^2}$ می‌باشد بر تصویر افقی. تقسیم بار پله را به دو روش زیر انجام دهید؟

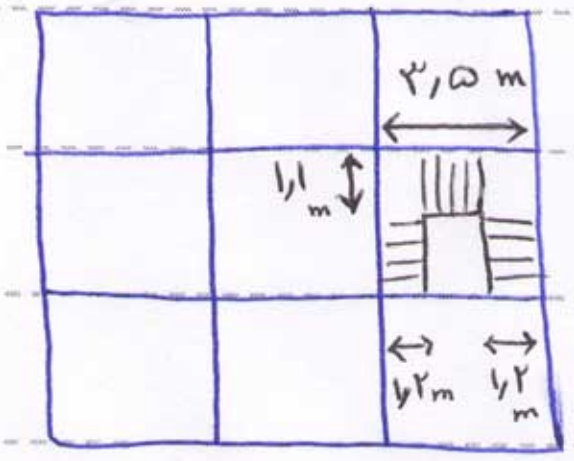
الف) بار را بین تیرهای کاب های دو طرف پله توزیع کنید.

ب) بار را بین چهار ستون اطراف پله توزیع کنید.

ABADANOMRAN

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 7 Date. 22



«دیال (۰)»

فصل دوم بارهای مرده «DEAD LOAD» (D.L)

بار مُرده : عبارت است از وزن اجزای دائمی ساختمان «(مثل) تیر، ستون، بادبند، کف ها و ...»

بار مُرده ی عمده ی ساختمان مربوط می شود به: ۱- وزن دیوارها
۲- وزن کف ها

دیوارها : دیوارهای اطراف ساختمان (بیرامون) محل آن ها ثابت است.
دیوارهای درون ساختمان (میعم های جدا کننده) محل آن ها در ساختمان متغیر است.

* چگونه می توان وزن یک متر مربع کف سازی یا دیوار را محاسبه نمود؟

گام اول) مشخص نمودن جزئیات دقیق کف یا دیوار توسط نقشه جزئیات (دیتال)

گام دوم) تعیین وزن واحد حجم مصالح بکار رفته به کمک پیوست (۱-۶) مبحث ششم

گام سوم) محاسبه ی وزن واحد سطح تک تک اجزاء دیوار یا کف

گام چهارم) از جمع کردن اعداد بدست آمده در گام سوم وزن یک متر مربع دیوار یا کف مشخص می گردد

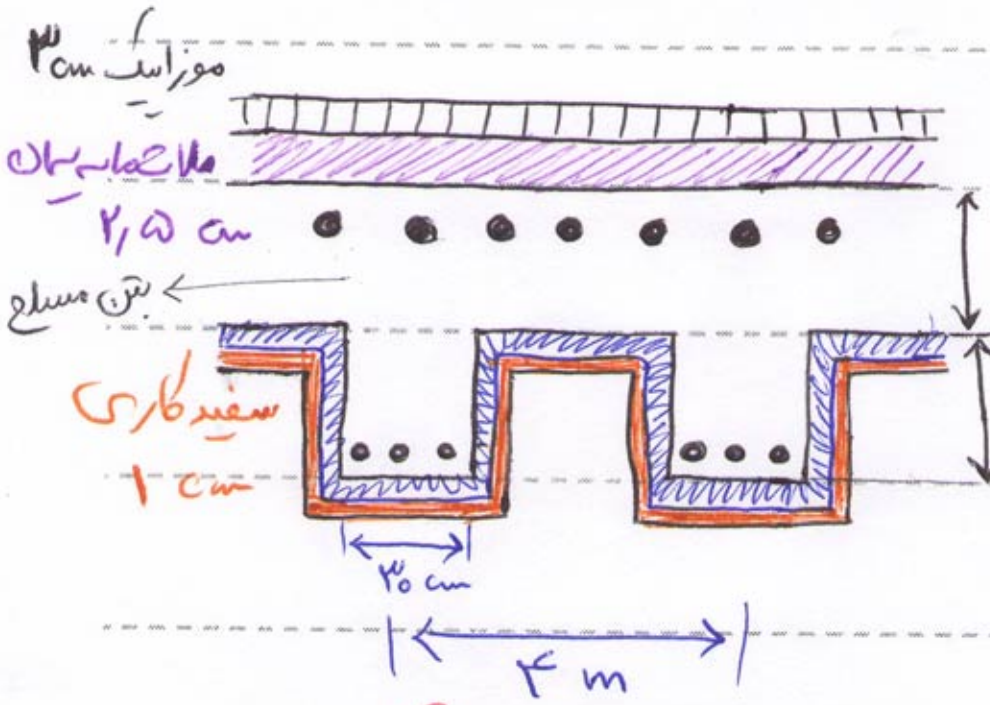
ABADANOMRAN

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 7 Date. 22

مثال تمرین ۳ کتاب مسعودی :

بار مرده ی دال شان داده شده را تعیین کنید ؟



گام اول) نقشه جزئیات مشخص است

گام دوم) استخراج وزن واحد حجم مصالح از جدول پیوست ۱-۶ مبحث ۶ام

موزاییک	۲۲۵۰	گچ و خاک	۱۶۰۰
ملات ماسه سیمان	۲۱۰۰	سفیدکاری	۱۳۰۰
بتن مسلح (آرمه)	۲۵۰۰		

گام سوم) محاسبه ی وزن واحد سطح تک تک اجزاء

الف) انجام محاسبات برای پوسته ها :

وزن واحد سطح : وزن واحد حجم × حجم

حجم = ضخامت × عرض × طول

موزاییک : $1 \times 1 \times 0/03 \times 2250 = 67/5 \frac{kg}{m^2}$

ملات ماسه سیمان : $1 \times 1 \times 0/025 \times 2100 = 52/5 \frac{kg}{m^2}$

پوسته بتن مسلح : $1 \times 1 \times 0/15 \times 2500 = 375 \frac{kg}{m^2}$

پوسته گچ و خاک : $1 \times 1 \times 0/025 \times 1600 = 40 \frac{kg}{m^2}$

پوسته گچ : $1 \times 1 \times 0/01 \times 1300 = 13 \frac{kg}{m^2}$

ب) محاسبه ی وزن واحد سطح قسمت های گسسته :

وزن واحد سطح = وزن واحد حجم × حجم

تعداد در یک متر

ABADANOMRAN

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 7 Date. 22

وزن واحد سطح سقف بتن مسلح $= 1 \times 0/20 \times 0/15 \times 2500 \times \frac{1}{4} = 28/125 \ \frac{kg}{m^2}$

وزن واحد سطح سقف تیرچه بلوک و خاک $= 1 \times 0/15 \times 0/025 \times \frac{1400}{1} \times \frac{1}{4} \times (2) = 4 \ \frac{kg}{m^2}$

هر ۴ متر ۲ تا داریم

وزن واحد سطح سقف تیرچه بلوک ماسه $= 1 \times 0/15 \times 0/01 \times 1300 \times \frac{1}{4} \times 2 = 1 \ \frac{kg}{m^2}$

جمع تابع (جمع همه)

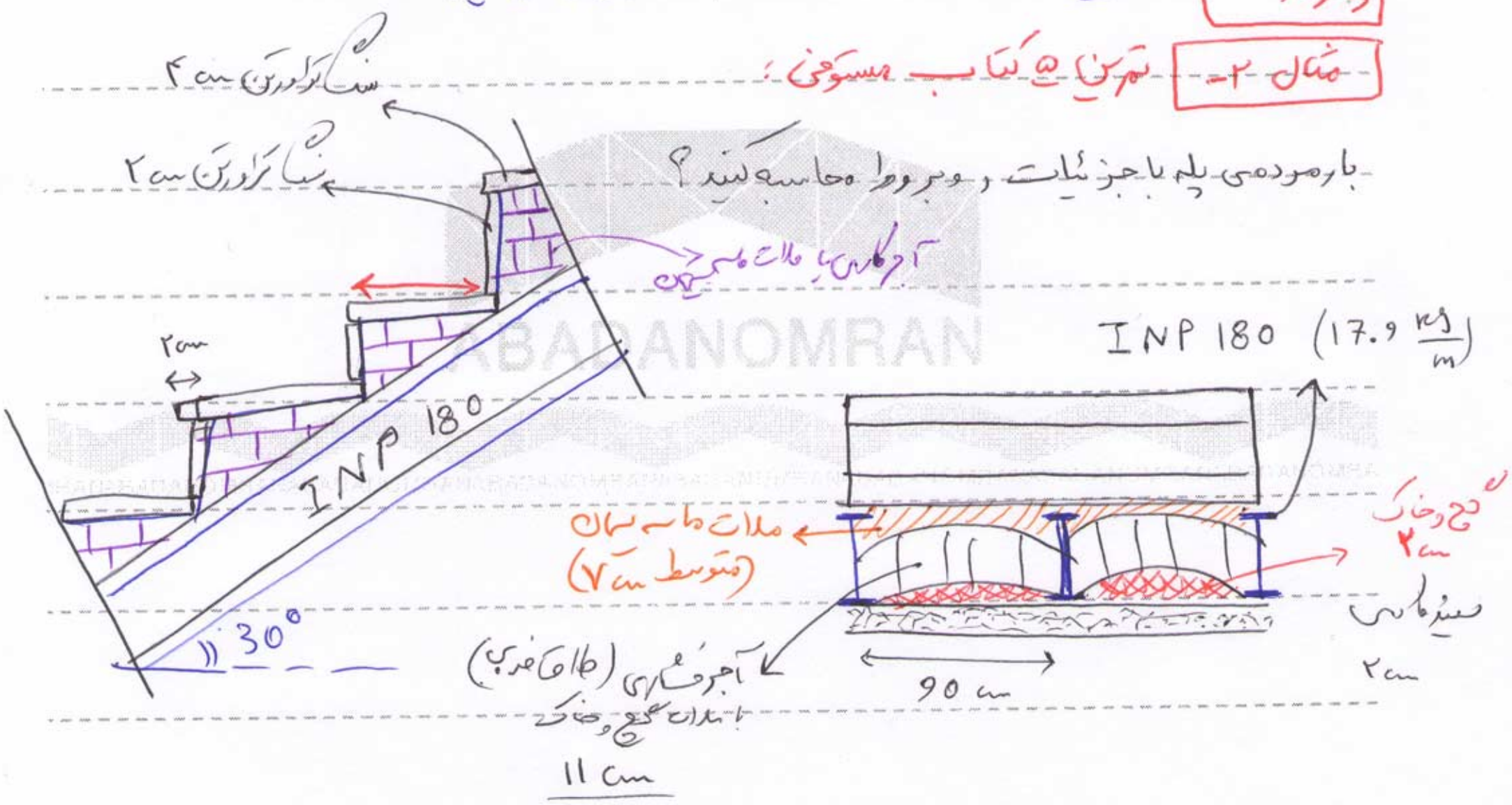
$$\sum = 580/125 \ \frac{kg}{m^2}$$

بنابراین بار مرده ی دال $DL = 580 \ \frac{kg}{m^2}$ می باشد.

تمرین شماره ی ۱ و ۲ کتاب مسعودی را حل کنید.

مثال ۲- تمرین ۵ کتاب مسعودی:

بار مرده ی پله با جزئیات و ابعاد را محاسبه کنید؟



حل) در این مسئله دو نکته می بایست رعایت شود: الف) محاسبات برای یک متر طول افقی پله انجام شود

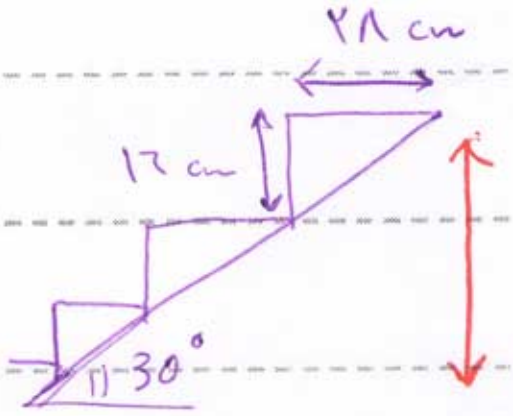
ب) برای محاسبه ی یک متر مربع پله از زمای جانبی و برای محاسبه یک متر مربع طاق ضربی پله از زمای روبرو

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 7 Date. 22

استفاده می‌کنیم و نتایج را با هم جمع می‌نامیم.

حل) باید ببینیم در یک متر طول افقی چند تا پله داریم!



تعداد پله‌ها در یک متر افقی: $\frac{1}{0/28} = 3/57$

$h = 1 \times tg30 = 0/577$

ارتفاع تمام پله: $\frac{0/577}{3/57} = 0/16$

ارتفاع سنگ تمام پله: $16 - 4 = 12\ cm$

وزن واحد سطح سنگ پله افقی = وزن واحد حجم × حجم × $3/57$ × تعداد در یک متر

$= 0/32 \times 0/04 \times 2300 \times 3/57 = 1053/1 \ \frac{kg}{m^2}$

وزن واحد سطح سنگ پله تمام = $0/12 \times 0/02 \times 2300 \times 3/57 = 98/71 \ \frac{kg}{m^2}$

وزن واحد سطح مسمت آجرکاری = $\frac{0/28 \times 0/16}{2} \times 1850 \times 3/57 = 147/94 \ \frac{kg}{m^2}$

وزن واحد سطح ملات ماله سیمان = $1 \times 0/07 \times \frac{1}{cos30} \times 2100 = 169/74 \ \frac{kg}{m^2}$

وزن واحد سطح طاق ضربی آجرکاری = $1 \times 0/11 \times \frac{1}{cos30} \times 1750 = 222/28 \ \frac{kg}{m^2}$

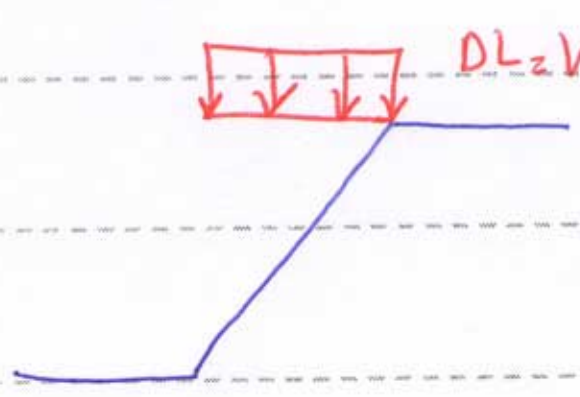
وزن واحد سطح کاه‌گل = $1 \times 0/02 \times \frac{1}{cos30} \times 1200 = 33/95 \ \frac{kg}{m^2}$

وزن واحد سطح بندکشی = $1 \times 0/02 \times \frac{1}{cos30} \times 1300 = 30/02 \ \frac{kg}{m^2}$

وزن یک متر مشبک پله = $\frac{1}{cos30} \times 119 \times \frac{1}{0/9} = 22/97 \ \frac{kg}{m^2}$

$\sum = 704/7 \ \frac{kg}{m^2}$

بار مرده کل = $DL = 704 \ \frac{kg}{m^2}$



ABADANOMRAN

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 7 Date. 22

* نکته: بار مرده ی کف سازی ها حدود $\frac{kg}{m^2}$ 500 تا $\frac{kg}{m^2}$ 600 است

- نکته: در دیر سقف شیروانی بلوک بجای بلوک سیمانی از پلی استایرن استفاده میشود

- وزن سقف حدود $\frac{kg}{m^2}$ 500 فاهش می یابد

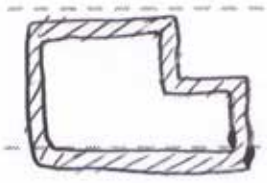
ABADANOMRAN

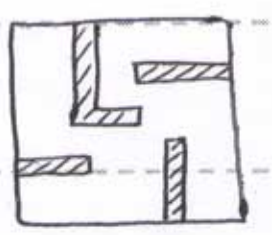
Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 7 Date. 29

محاسبه‌ی بار مرده‌ی دیوارها

انواع دیوارها در ساختمان ←
- الف) دیوارهای پیرامون (محیط)
- ب) دیوارهای درونی ساختمان (تیغه‌های جداکننده)

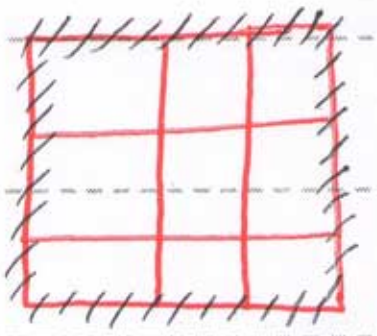




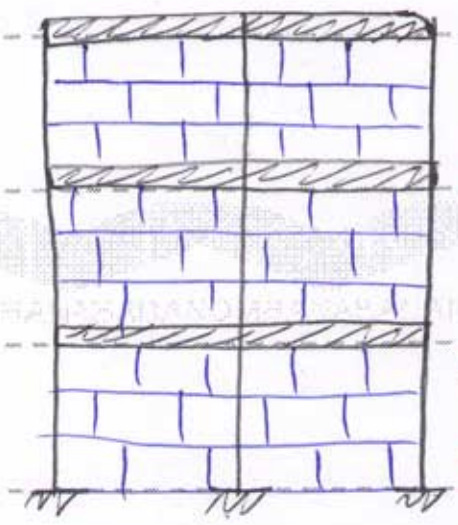
الف) محاسبه‌ی بار مرده‌ی دیوارهای پیرامونی ساختمان:

این دیوارها در محل خود ثابت می‌باشد بنابراین بار آن‌ها به تیر زیر خودشان وارد می‌شود

دیواره‌های دو طرف اتاقک بله نیز معمولاً ثابت هستند] ← || بار گسترده‌ی دیوارهای محیطی که به تیر زیر خود وارد می‌شود ||

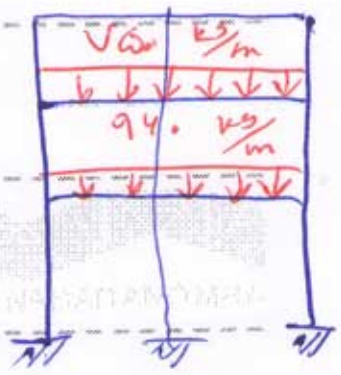


مثال) در قاب زیر بار گسترده‌ی ناشی از دیوارها را که به تیر ABC و DEF وارد می‌شود تعیین کنید. (وزن یک متر مربع تیغه را $300 \frac{kg}{m^2}$ فرض کنید)



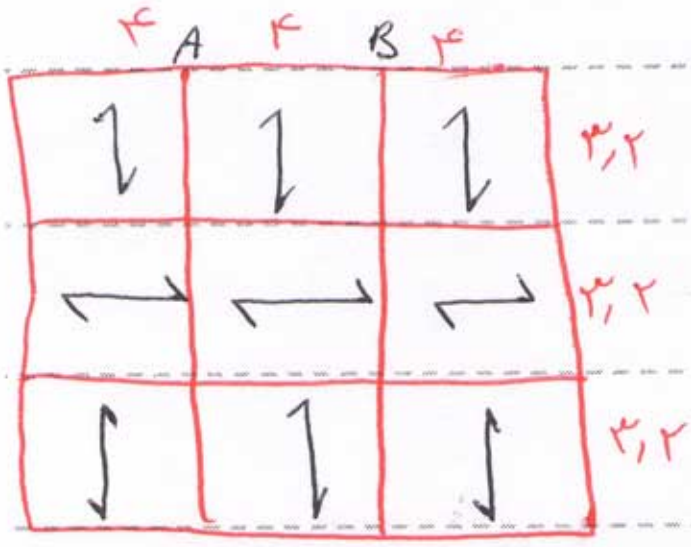
ABC: $300 \times 2,5 = 750 \frac{kg}{m}$

DEF = $300 \times 3,2 = 960 \frac{kg}{m}$



تمرین اضافی در پلان شکل زیر بار گسترده‌ی خطی تیر AB چقدر است؟ وزن یک متر مربع کف $600 \frac{kg}{m^2}$ و وزن یک متر مربع دیوار $250 \frac{kg}{m^2}$ و ارتفاع هر طبقه 3 متر باشد

(مجموع بار دیوارها و تیرچه‌های روی هر تیر)



Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 7 Date. 29

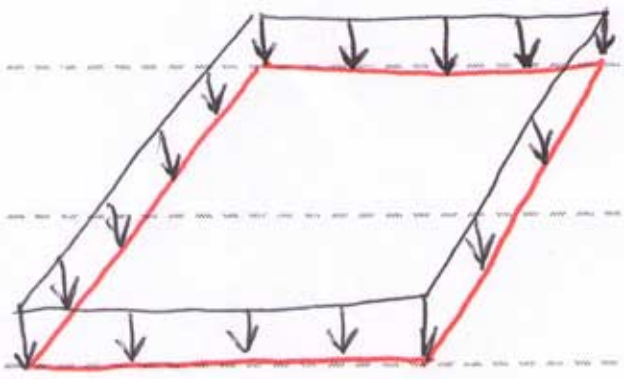
ب) محاسبه ی بار مرده ی دیوارهای داخلی ساختمان :

آیین نامه تیغه های داخلی ساختمان را به دو دسته تقسیم می نماید :

(الف) تیغه های سبک : اگر وزن یک مترمربع تیغه کمتر از $275 \frac{kg}{m^2}$ باشد. (بند ۶-۲-۲-۲)

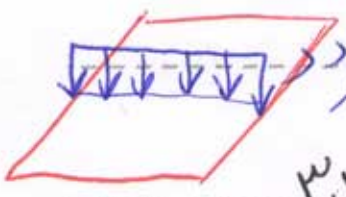
(ب) تیغه های سنگین : اگر وزن یک مترمربع تیغه بزرگتر یا مساوی $275 \frac{kg}{m^2}$ باشد (بند ۶-۲-۲-۴)

* برای تیغه های سبک وزن کل ساختمان را محاسبه می کنیم و بر مساحت کف تقسیم می نمائیم



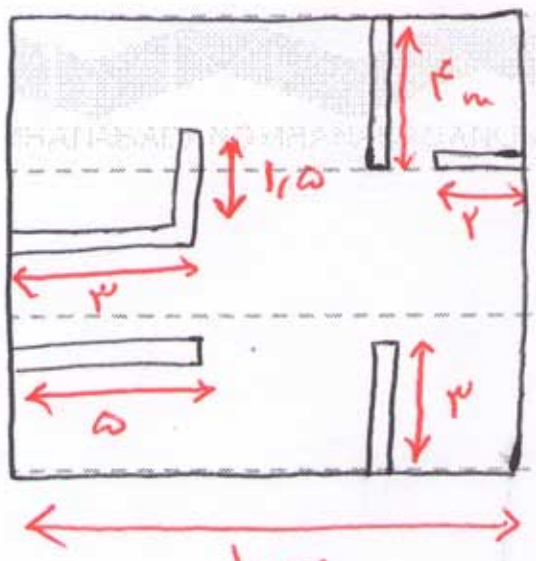
$$\text{سربار تیغه بندی} = \frac{\text{وزن کل تیغه ها}}{\text{مساحت کف}} \quad W$$

* برای تیغه های سنگین بار تیغه بصورت موضعی زیر خود دیوار اعمال می گردد



مثال در پلان شکل مقابل سربار تیغه بندی را محاسبه کنید. (ارتفاع طبقات 3/2m و وزن یک مترمربع کف ~~۶۵۰~~ $\frac{kg}{m^2}$ ۲۰۰ و وزن یک مترمربع تیغه ها $\frac{kg}{m^2}$ ۲۰۰ می باشد.)

حل) تیغه ها دارای وزنی کمتر از $275 \frac{kg}{m^2}$ هستند پس سبک محسوب می شوند



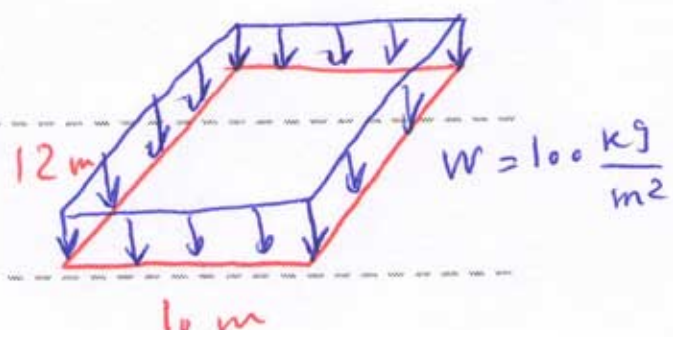
سربار تیغه بندی :

$$\text{سربار تیغه بندی} = \frac{\text{وزن کل دیوارها}}{\text{مساحت کل دیوارها}}$$

$$\text{وزن کل دیوارها} = \text{مساحت کل دیوارها} \times \text{وزن واحد سطح}$$

$$\text{مساحت کل دیوارها} = \underbrace{(3+1/5+4+2+5+3)}_{\text{طول}} \times \underbrace{3/2}_{\text{ارتفاع}} \times 200 = 11840 \ kg$$

$$\text{سربار تیغه بندی} = \frac{11840}{10 \times 12} \simeq 100 \ \frac{kg}{m^2}$$



ABADANOMRAN

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 7 Date. 29

«فصل سوم» بارهای زنده Live load (LL)

تعریف) بارهای **غیر دائمی** که در حین بهره برداری از ساختمان به آن وارد می شوند.

نکته ۱: بارهای برف، باد و زلزله نیز به نوعی بار زنده محسوب می شوند ولی ضوابط این فصل شامل این بارها نمی شود و در فصل مربوطه به آن ها خواهد شد.

نکته ۲: بارهای زنده بازمان و مکان تغییر می کنند، یعنی تابعی از زمان و مکان هستند.

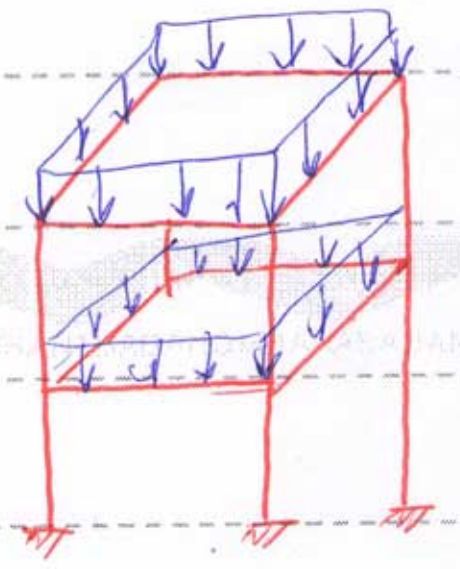
* انواع بارهای زنده در ساختمان:

① بارهای زنده استاتیکی: بارهای ساکن یا قابلیت حرکت مثل اثاثیه، افراد و ...

② بارهای زنده دینامیکی: بارهایی هستند که اثر جنبشی قابل ملاحظه دارند مثل آسانسور، پله برقی و حرکت خودرو در ساختمان، دستگاه های خاص در ساختمان

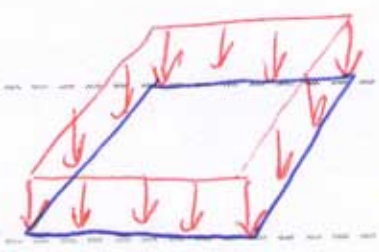
* نحوه ی محاسبه ی بارهای زنده استاتیکی:

این بارها بصورت یک بار گسترده به کل کف طبقات وارد می شود.



مقدار بار گسترده ی زنده استاتیکی کف ها با توجه به نوع کاربری آن در جدول ۶-۳-۱ آیین نامه تعیین شده است ص ۱۳

* مفهوم اثر کلی و موضعی بار:



اثر کلی بار

اثر موضعی بار

در محاسبات همواره طراحی را برای اثر کلی بار انجام می دهیم و برای اثر موضعی لنتر ال می نیم

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 7 Date. 29

مثال: بسمت اطراف

اثر بار کلی 250 $\frac{kg}{m^2}$

اثر موضعی 900 kg

* اثر موضعی بارهای زنده استاتیکی در جدول 6-3-2-15 تعیین شده است

سؤال: اگر برای محاسبه‌ی بار گسترده‌ی زنده، کاربری مورد نظر در جدول 6-3-1 موجود نباشد چه کنیم؟ (پاسخ) طبق بند 6-3-2-2 برای اساس موارد زیر را بار زنده راخودمان تعیین می‌کنیم.

الف) وزن افراد

ب) وزن تجهیزات

ج) وزن مواد انبار شدنی

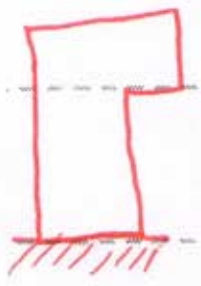
} حداقل بار گسترده زنده بدست آمده نباید کمتر از $150 \frac{kg}{m^2}$ باشد

* بار زنده‌ی برخی کف‌های خاص:

۱- کف‌های مراکز صنعتی (بند 6-3-2-3) حداقل بار زنده‌ی کف این مراکز نباید از $400 \frac{kg}{m^2}$ کمتر باشد.

۲- کف‌هایی که احتمال تردد خودرو و آسانسور در آن‌ها وجود دارد (بند 6-3-2-4)

تیرهای این کف‌ها باید برای بار زنده‌ی اتومبیل 9 تنی طراحی شوند، بار گسترده‌ی زنده $800 \frac{kg}{m^2}$ و بار زنده‌ی متمرکز زنده 4000 kg است.



۳- کف بالکن و طره‌ای (بند 6-3-2-5)

ABADANOMRAN

Subject : بارگذاری

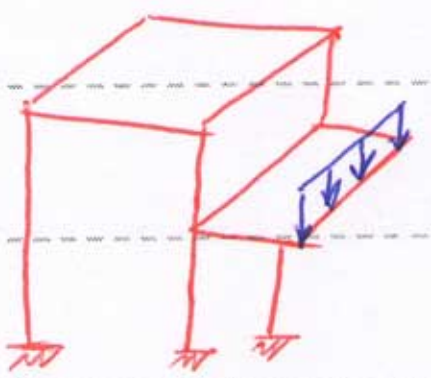
Year : 90 Month. 7 Date. 29

اولاً: بار زنده کف آتاق متصل به بالکن برابر بار کف بالکن در نظر می گیریم.

ثانیاً: حداقل بار زنده ی بالکن $300 \frac{kg}{m^2}$ می باشد

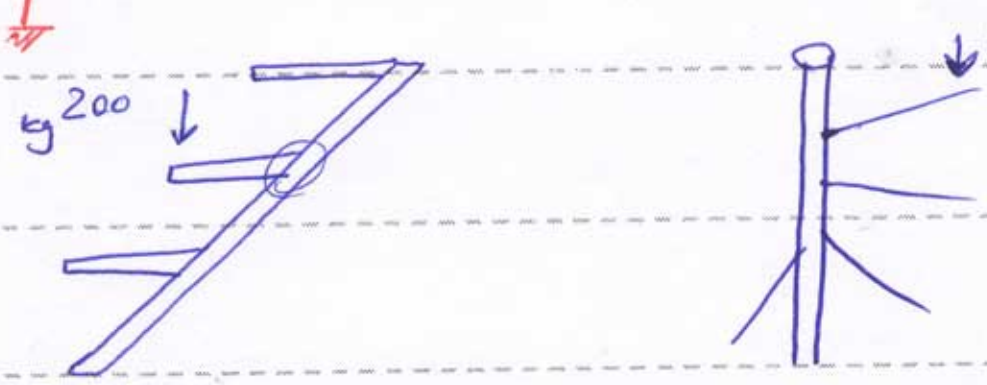
ثالثاً: در بالکن های محل از دحام مثل محل های تفریحی یا تجاری حداقل بار گسترده برابر $500 \frac{kg}{m^2}$ می باشد

رابعاً: علاوه بر بار زنده ی کف بالکن می بایست بار خطی بطور جداگانه به لبه ی انتهایی بالکن بطور مرضوعی وارد کرد.



$250 \frac{kg}{m}$

۴- پله هایی که کف پله بطور طره ای اجرا شود (بند ۶-۳-۲-۶)



۵- کف انبارهای اجناس (بند ۶-۳-۲-۷)

بار زنده کف انبارها در پیوست ۶-۲ آخر کتاب با توجه به نوع مواد مشخص شده است

حداقل بار زنده ی مربوط به این قسمت $750 \frac{kg}{m^2}$ می باشد

ABADANOMBAN

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 8 Date. 6

* کنترل بحرانی ترین شرایط بارگذاری (بند ۶-۳-۳-۳) *

بران تیرهای سراسری و تیرهایی که در قاب خمشی قرار دارند آنهایی از دو شرط زیر برقرار باشند:

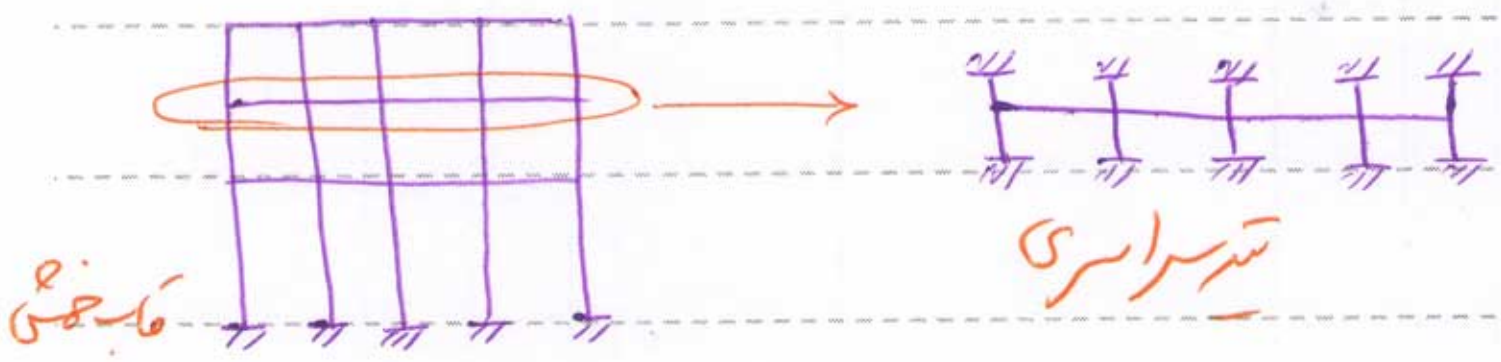
الف) بار زنده کف $< 500 \frac{kg}{m^2}$

یا

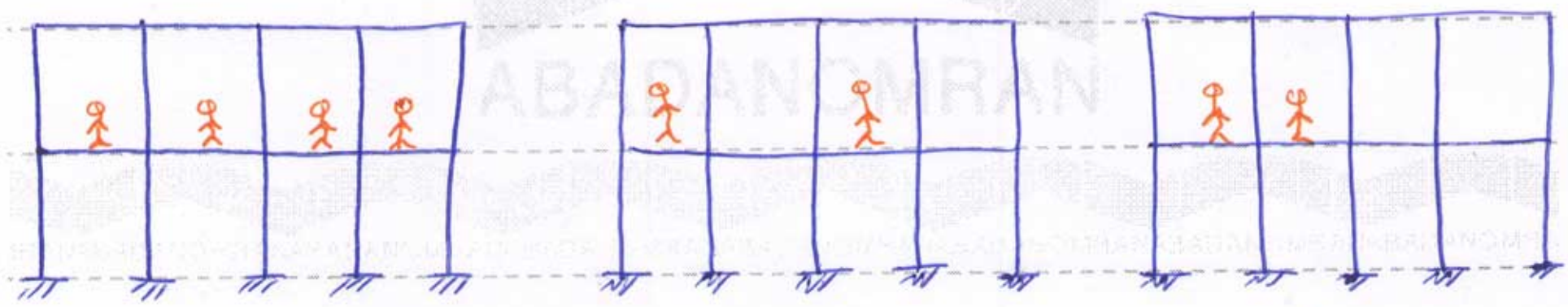
ب) بار زنده کف $\geq$ بار مرده کف $\times 1.5$

آنگاه بحرانی ترین شرایط بارگذاری باید کنترل شود.

* تیری که در طول آن بر روی چند تکیه گاه باشد را سراسری گویند



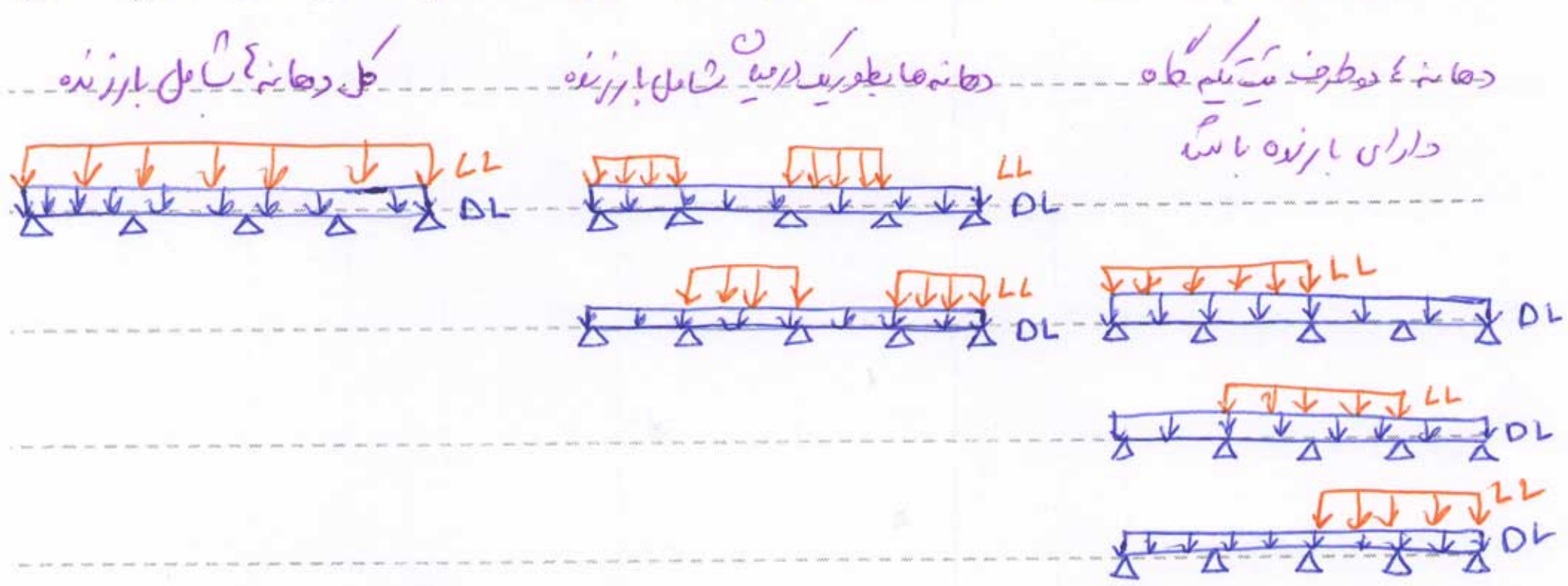
✓ بحرانی ترین شرایط بارگذاری زنده در سه حالت زیر می تواند اتفاق بیفتد:



دهانه ها بطور یک در میان شامل بار زنده

دهانه ها دو طرف میانی تکیه گاه دارای بار زنده باشد

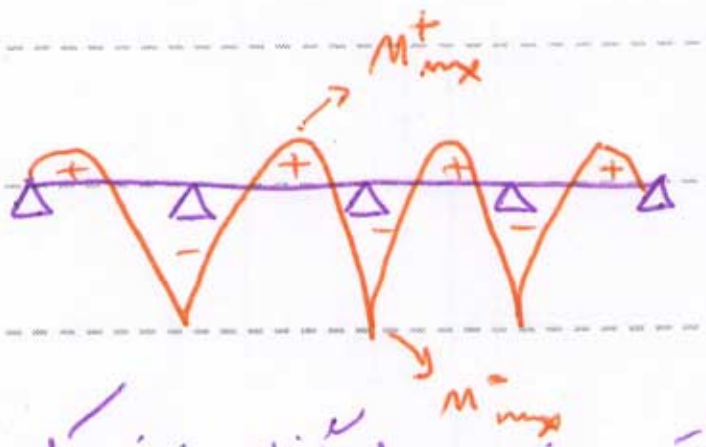
کل دهانه ها شامل بار زنده



Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 8 Date. 6

شکل شماتیک دیاگرام لنگر خمشی بولی یک تیر سراسری



نکات:

* در حالت کلی در میان دهانه ممکن است M^+_{max} بزرگتری نسبت به بارگذاری زنده کل دهانه ها داشته باشیم.

* در حالت جفت جفت ممکن است M^-_{max} و V_{max} بزرگتری نسبت به حالتی بارگذاری زنده کل دهانه ها داشته باشیم.

* کاهش سربار زنده (بند ۶-۳-۸):

وقتی چشمه‌ی باربر یک تیر یا ستون اقراسیتی می‌یابد احتمال این که بارهای زنده بطور همزمان به کل چشمه‌ی باربر اثر کند خیلی کم می‌شود، بنابراین براساس توصیه آیین نامه بااقراسیتی چشمه‌ی باربر می‌بایست مقدار بارهای زنده را کاهش داد.

برای چه کف‌های مجاز هستیم که بار زنده را کاهش دهیم؟ (جواب در بند ۶-۳-۸-۱)

انبار - پارکینگ - بام - صنعتی - محل اژدحام

نحوه‌ی کاهش سربار در تیرها: (۶-۳-۸-۲)

اگر یک تیر دارای هر دو شرط زیر باشد:

۱- سطح چشمه‌ی باربر تیر $> 18\ m^2$ $\quad R = 100 \times \left[0.7 - \frac{3}{\sqrt{A}}\right] \leq 0.50$

و ۲- تیر متعلق به کفی باشد که بار زنده‌ی کف $< 400\ \frac{kg}{m^2}$ باشد

A سطح چشمه‌ی باربر

بار زنده‌ی تیر توسط به میزان R می‌بایست کاهش یابد.

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 8 Date. 6

مثال: برای تیر ضریب کاهش سربار $R = \%40$ بدست آمده است.

$LL = 500 \frac{kg}{m}$

بار زنده‌ی کاهش یافته تیر = $500 \times (1 - 0.4) =$

بار زنده‌ی کاهش یافته = بار زنده $\times (1 - R_{11})$

* نحوه‌ی کاهش سربار در ستون ها (۳-۸-۳-۶)

A': مساحت مشمول بارگیری کف های مجموع

که شامل کاهش سربار می شوند:

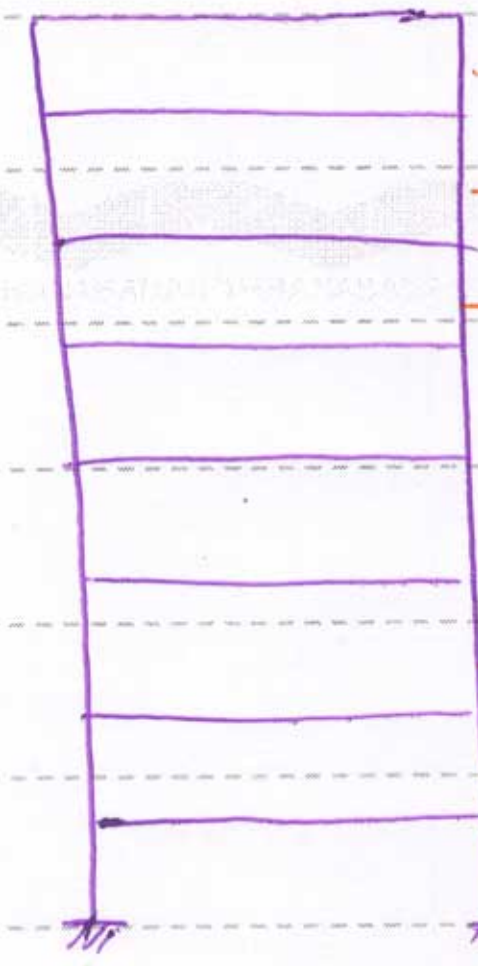
ستون ← وزن چهار کف را تحمل می کند

مثلا یعنی مسکونی و اداری $A' \geq 2 \times A$

اگر برای ستونی $A' > 18m^2$ بود، کاهش سربار در نظر می گیریم

$$R_1 = 100 \times \left[0.7 - \frac{3}{\sqrt{A'}}\right] \leq \%50$$

وزن تعداد طبقات که تحمل می کند



$R_{max} \{R_1, R_2\}$

نکته: برای اعمال کاهش سربار در بار زنده‌ی ستون، کاهش را برای کف های اعمال می کنیم

ASADANDMAN

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 9 Date. 6

که مشمول کاهش بار می شوند:

$$P_L = \text{بار زنده‌ی طبقاتی که شامل کاهش بار نمی شوند} + \text{بار زنده طبقاتی که شامل کاهش بار می شوند} \times \left(1 - \frac{R}{100}\right)$$

بار زنده‌ی کاهش یافته ستون

* حداقل بار تیغه بندی (بند ۶-۲-۲-۳)

- برای کف هایی که بار زنده‌ی کف $\leq 500 \frac{kg}{m^2}$ است ← نیازی نیست حداقل سربار تیغه بندی در نظر گرفته شود.

- برای کف هایی که بار زنده‌ی کف $> 500 \frac{kg}{m^2}$ است طبق دستورالعمل زیر یک حداقل سربار تیغه بندی می بایست رعایت شود:

★ اگر یک متر مربع تیغه $> 40 \frac{kg}{m^2}$ ← حداقل سربار تیغه بندی $= 100 \frac{kg}{m^2}$

★ اگر یک متر مربع تیغه از $40 \frac{kg}{m^2}$ ← حداقل سربار تیغه بندی $= 500 \frac{kg}{m^2}$

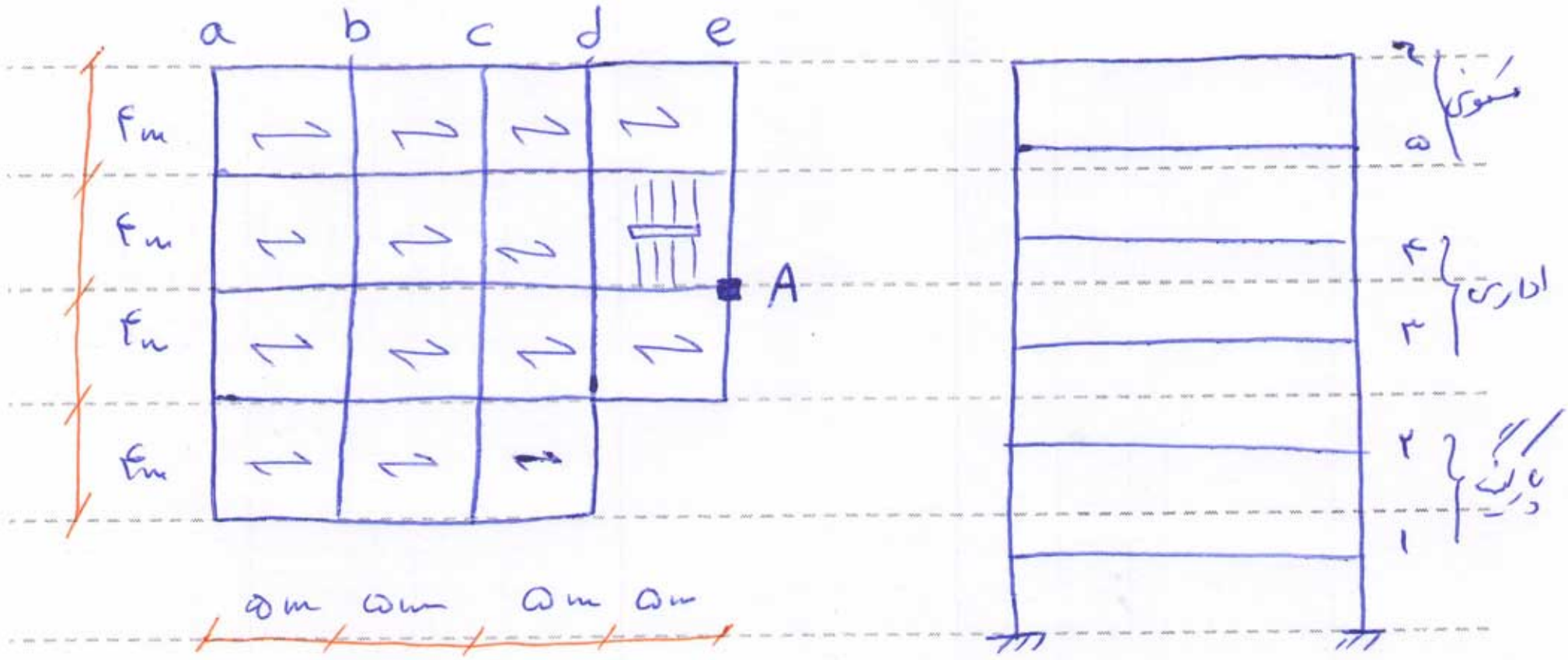
مثال (تمرین ۲ کتاب شروفی) پلان ساختمان شش طبقه شکل زیر را در نظر بگیرید. جزئیات سطح مقطع سقف ماشه شکل تمرین ۲ جلسه نوشته می باشد، برای بام دولایه قیر گونی و ۱۰ سانتی متر بتن با پوکه‌ی معدنی جهت شیب بندی اضافه می شود، کاربری طبقات به ترتیب طبقه ۱ و ۲ پارکینگ - طبقه ۳ و ۴ اداری - طبقه ۵ و ۶ مسکونی جداکننده ها در همه‌ی لایه ها ضخامت ۱۵ از آجرفشاری با ملات گچ خاک و ۲ سانتی گچ و خاک و ۱ اندود گچ در هر طرف می باشد. مطلوب است:

الف) بار وارد بر ستون A در طبقات ششم و سوم

ب) بار وارد بر تیر محور b در کف طبقات پنجم و دهم

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 8 Date. 6



حل) ابتدا بار مرده و زنده ی طبقات را تعیین می نمائیم :

① محاسبه ی بار مرده و زنده ی بام : از جدول ۶-۳-۱ بار زنده ی بام $LL = 150 \frac{kg}{m^2}$ زنده

★ محاسبه ی بار مرده بام و وزن بتن و پوکه و دولایه قیر گونی انجام می شود :

بتن یا پوکه $= 1 \times 1 \times 0/1 \times 1200 = 120 \frac{kg}{m^2}$

دولایه قیر گونی $= 15 \frac{kg}{m^2}$

$\frac{135 kg}{m^2}$ مجموع

بار مرده ی بام $DL = 580 + 135 = 725 \frac{kg}{m^2}$

② بار مرده و زنده طبقات مسکونی :

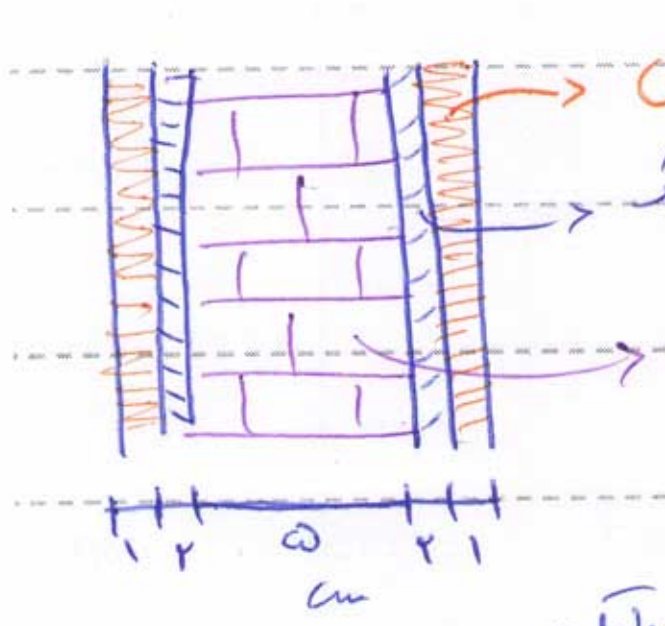
* بار زنده از جدول : $200 \frac{kg}{m^2}$ و بار مرده کف $580 \frac{kg}{m^2}$ طبق مثال قبل

سربار تیغه بندی : چون پلان مشخص نیست با توجه به این که بار زنده ی کف از 500 کمتر است لذا طبق بند (۶-۲-۳-۲) می بایست یک حداقل سربار تیغه بندی در نظر بگیریم. (دقت شود به چون پلان معلوم نیست نمی توان سربار تیغه بندی را بطور دقیق محاسبه نمائیم)

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 8 Date. 6

محاسبه‌ی یک متر مربع تیغه:



سفید کاری $= 1 \times 1 \times 0.01 \times 1300 \times 2 = 26 \frac{kg}{m^2}$

گچ و خاک $= 1 \times 1 \times 0.02 \times 1600 \times 2 = 64 \frac{kg}{m^2}$

آجرکاری با ملات گچ و خاک $= 1 \times 1 \times 0.05 \times 1750 = 87.5 \frac{kg}{m^2}$

$\Rightarrow 177.5 \frac{kg}{m^2}$ از 400 کیلوگرم بر متر مربع بیشتر شده. لذا جدول

سربار تیغه بندی $100 \frac{kg}{m^2}$ می‌باشد

$$\begin{cases} LL = 200 \frac{kg}{m^2} \\ DL = 580 + 100 = 680 \frac{kg}{m^2} \end{cases}$$

④ طبقات اداری — محاسبه‌ی بار مرده و زنده‌ی طبقات اداری:

بار زنده = اتاق‌ها $500 \frac{kg}{m^2}$ و راهروها $350 \frac{kg}{m^2}$ ... فرض کنید 20٪ مساحت راهروها

و 80 درصد اتاق‌ها تعلق داشته باشد، بنابراین:

$$LL = 1.80 \times 500 + 1.20\ 350$$

$$\Rightarrow \boxed{LL = 470 \frac{kg}{m^2}}$$

چون بار زنده از 500 کمتر بدست آمد حداقل سربار تیغه بندی برابر $100 \frac{kg}{m^2}$ می‌باشد

$$\boxed{DL = 580 + 100 = 680 \frac{kg}{m^2}}$$

④ طبقات پارکینگ — محاسبه‌ی بار زنده و مرده‌ی پارکینگ:

چون کاربری مسکونی و اداری می‌باشد فرض می‌شود که حداکثر خودروهای 4000 کیلوگرمی تردد کنند. از جدول

$$LL = 600 \frac{kg}{m^2}$$

$$DL = 580 \frac{kg}{m^2}$$

⑤ محاسبه‌ی بار مرده و زنده‌ی راه پله از جدول

$$LL = 350 \frac{kg}{m^2} \qquad DL = 725 \frac{kg}{m^2}$$

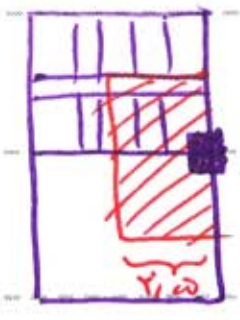
ABADANOMRAN

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 8 Date. 13

الف) محاسبه‌ی نیروی محوری ستون $\frac{A}{2}$:

طبقه‌ی ششم :



حیشه‌ی باربر ستون A در یک طبقه

$۲ \times ۲٫۵ + ۲ \times ۲٫۵ = ۱۰\ m^۲$

بارمحوری وارده $P_D = \underbrace{۵ \times ۷۲۵}_{\text{راه پله}} + \underbrace{۵ \times ۷۲۵}_{\text{دال کناری}} = ۷۲۵۰\ kg$

* کنترل لزوم کاهش سربار : برای بام کاهش سربار نداریم

بارمحوری زنده $P_L = \underbrace{۵ \times ۳۵۰}_{\text{راه پله (آسین نام)}} + \underbrace{۵ \times ۱۵۰}_{\text{دال کناری}} = ۲۵۰۰\ kg$

طبقه‌ی سوم :

بارمحوری وارده $P_D = \underbrace{۴ \times ۵ \times ۷۲۵}_{\text{راه پله}} + \underbrace{۵ \times (۳ \times ۶۸۰ + ۷۲۵)}_{\text{دال کناری}} = ۲۸۳۲۵\ kg$

* کنترل لزوم کاهش سربار : $A' = ۳۰\ m^۲$ جمع مساحت حیشه‌ی باربر ستون A در طبقاتی که شامل کاهش سربار می‌شوند $\leftarrow A' > 18\ m^۲$ شامل کاهش سربار را

$R_۱ = ۱۰۰ \times \left[۰٫۷ - \frac{۳}{\sqrt{A'}} \right] \leq \%\ ۵۰$

$R_۱ = ۱۰۰ \times \left[۰٫۷ - \frac{۳}{\sqrt{۳۰}} \right] \leq \%\ ۱۵٫۲۲$

$R_۲ = ۳۰\ \% \longrightarrow R = Max\{R_۱, R_۲\} = 30\ \%$

$P_L = \underbrace{\left[\frac{۵ \times ۳۵۰}{\text{پله}} + \frac{۵ \times ۱۵۰}{\text{دال}} \right]}_{\text{بام}} + \underbrace{\left[۳ \times ۵ \times ۳۵۰ + ۵ \times (۲ \times ۴۰۰ + ۴۷۵) \right] \times (۱ - \frac{۳۰}{۱۰۰})}_{\text{سایر طبقات} \{ \text{۲ کف مسکونی و ۱ کف اداری} \}}$

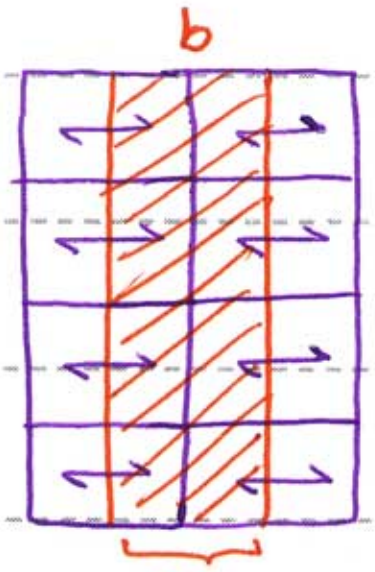
$\Rightarrow P_L = ۹۲۲۰\ kg$

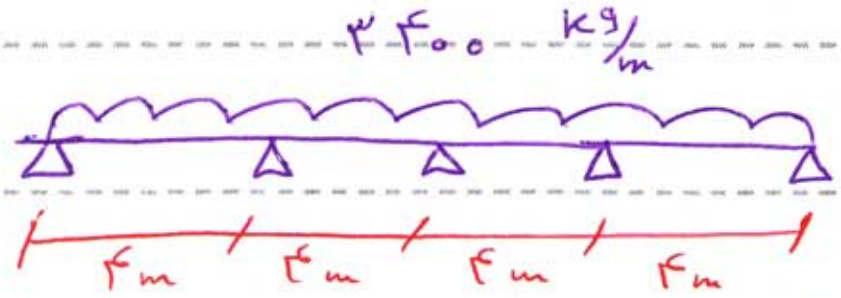
Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 8 Date. 13

ب) تیر محور b : مساحت حیشه بارگیر $A = 5 \times 16 = 80\ m^2$

طبقه‌ی پنجم: بار وارده $W_D = 680 \times 5 = 3400\ kg/m$





بررسی لزوم کاهش سربار:

$18 < 80$ ✓ ← $18\ m^2 < A$

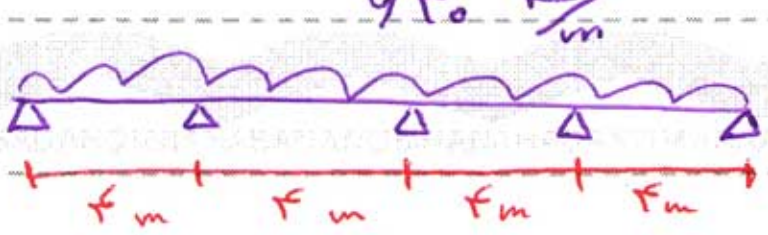
$400 > 200$ ✓ ← $400\ kg/m^2 > LL$ } باید

لذا مجاز به کاهش سربار هستیم ←

$$R = 100\left[0.7 - \frac{3}{\sqrt{A}}\right] \leq \%50$$

$$R = 100\left[0.7 - \frac{3}{\sqrt{80}}\right] = \%36.45$$

$$W_L = 200 \times 5 \times \left(1 - \frac{36.45}{100}\right) = 630\ \frac{kg}{m}$$ ← بارزنده تیر



بررسی لزوم کنترل بدترین حالت بارزنده ← باید

$LL > 500\ \frac{kg}{m^2}$

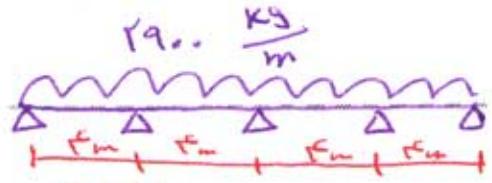
$LL > 1.5\ DL$

برای تیر { $200 \not> 500$; $200 \not> 1.5 \times 680$ } ⇒ نیازی به بارگیری بدترین حالت نمی‌باشد

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 8. Date. 13

طبقه‌ی دوم : بارمرده : $W_D = ۵۸۰ \times ۵ = ۲۹۰۰ \frac{kg}{m}$



بررسی لزوم/ کاهش سربار : ← سربار کلیه شامل کاهش سربار نمی‌شود

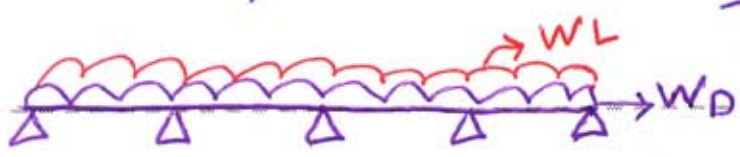
بارزنده : $W_L = ۶۰۰ \times ۵ = ۳۰۰۰ \frac{kg}{m}$

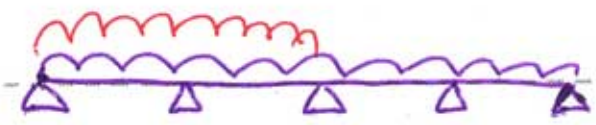
لزوم در نظرگرفتن بدترین حالت بارگذاری زنده :

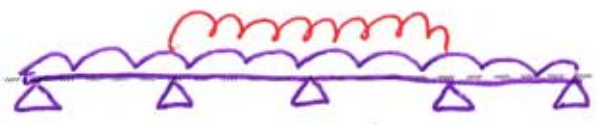
بدترین حالت بارزنده باید کنترل گردد ← $LL = ۶۰۰ > ۵۰۰$ ← $LL > ۵۰۰$

یا

$LL > 1,5DL$







پروژه ۳ تمرین شماره ۷ کتاب مستوفی را حل نمایید. بدون رسم دیاگرام‌ها همچون مثال بالا

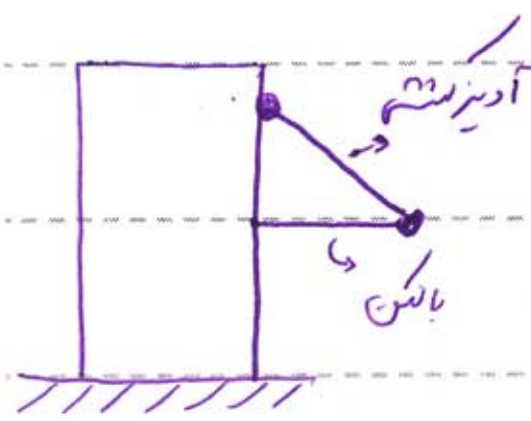
بارهای زنده دینامیکی (بارهای ضربه‌ای) (بند ۶_۳_۵) :

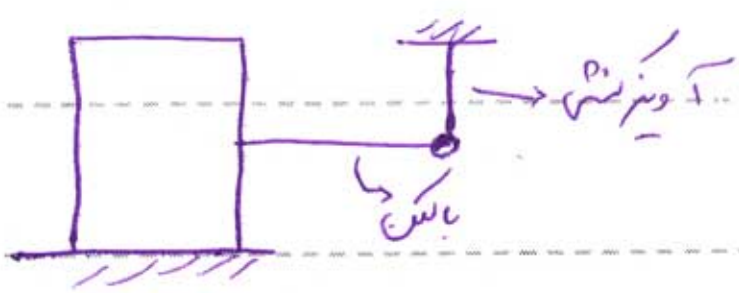
$F_{DYN} = \alpha \times F_{St}$ → بار استاتیکی (برابر جرم جسم نیرو وارد شده می‌باشد)

(بار دینامیکی / بار ضربه‌ای) ← ضریب ضربه

* بارهای ضربه‌ای متداول در ساختمان

الف) آسانسورهای کششی نگهدارنده بالابکن (بند ۶_۳_۵_۱)





$\alpha = 1,43$

$P_{dyn} = 1,43 \times P_{st}$ بارمحوری آسانسور بصورت دینامیکی

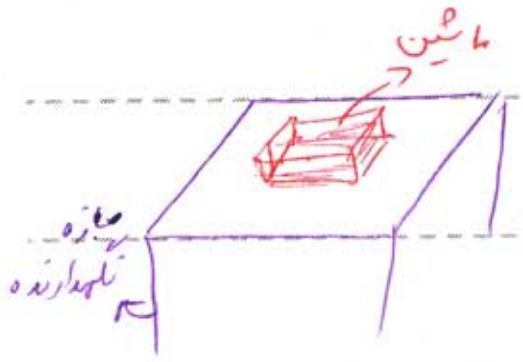
Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 8 Date. 13

ب) سازه های نگهدارنده ماشین آلات. بند (۶-۳-۵-۲)

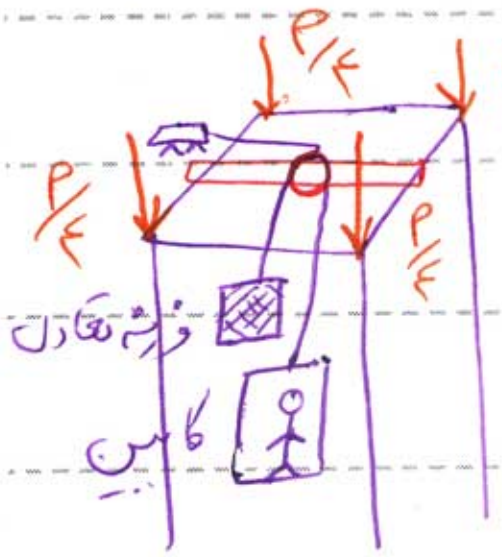
ماشین های دورانی (پمپ، ترنزاتور و ...) $\alpha = 1,2$

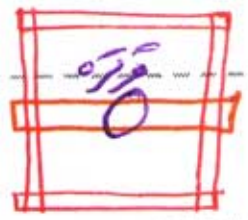
ماشین های رفت و برگشتی (دستگاه تراشکاری، بتن بندی، پلیر برقی و ...) $\alpha = 1,5$



ج) سازه ی نگهدارنده ی آسانسور. بند (۶-۳-۵-۳)

$\alpha = 2$





$F = W_{\text{وزنه تعادل}} + W_{\text{کابین}} + W_{\text{افراد}}$

$P = 2 \times F$

ضربه ← ضربه

ABADANOMRAN

Subject : بارگذاری

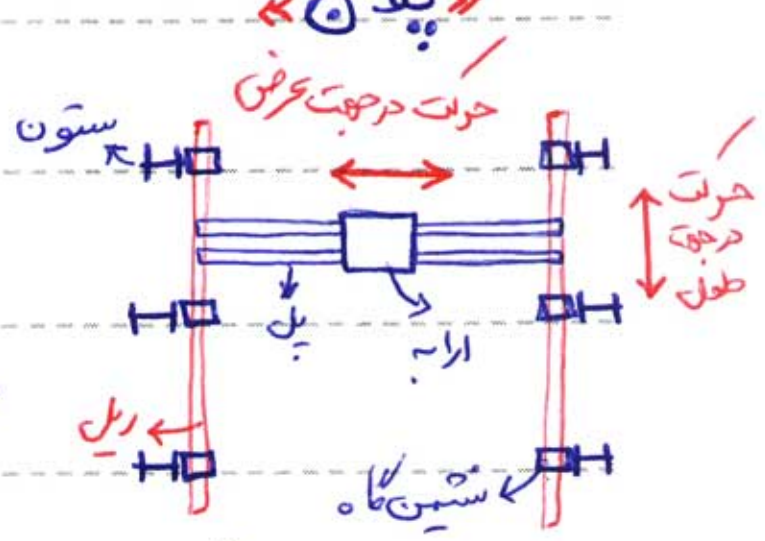
Year : 90 Month. 8 Date. 20

* بار دینامیکی وارد بر سازه نگهدارنده جرثقیل های سقفی * (بند ۶-۳-۶)

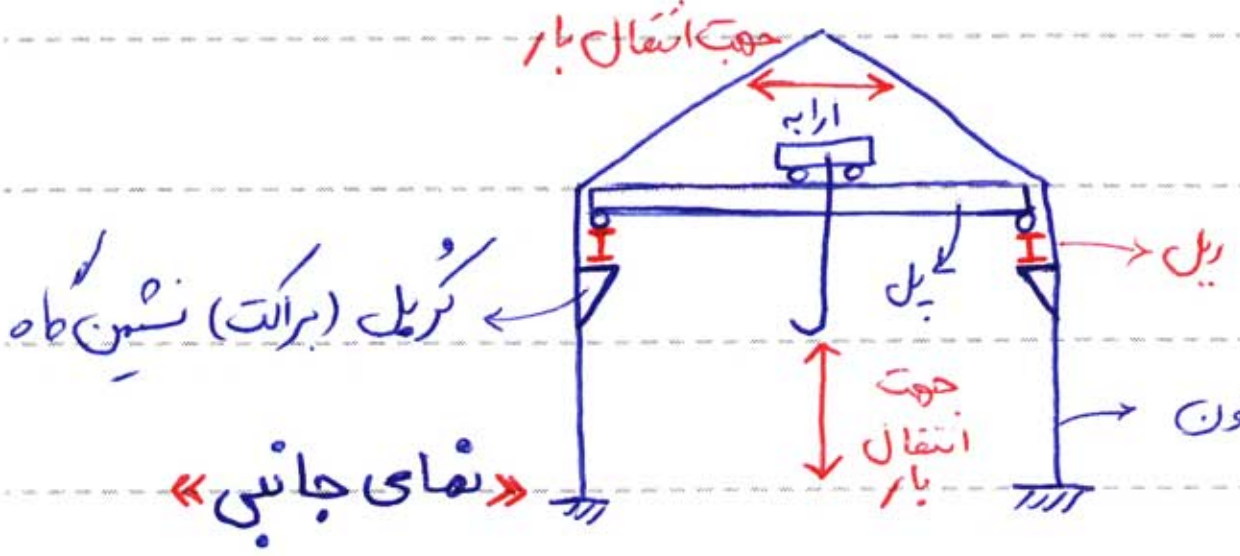
تعریف: ماشین هایی هستند که بار را در جهت قائم و افقی در یک کارگاه جابجا می کنند

سازه ی نگهدارنده جرثقیل ها از سه قسمت اصلی تشکیل شده است: ۱- پل ۲- ریل ۳- ستون

«پلان»

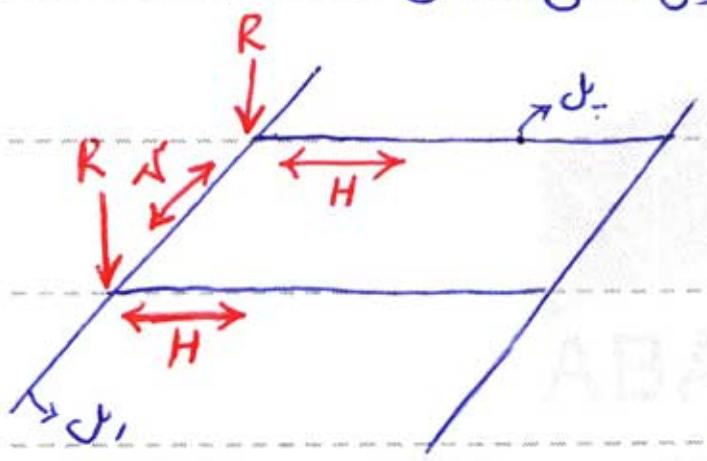


«نمای جانبی»



سه نیروی دینامیکی به ریل وارد می شود:

R: بار قائم ، H: نیروی افقی جانبی و V: نیروی افقی طولی



سه نیروی فوق در اثر حرکت و توقف ناگهانی

ارابه و پل ها به ریل وارد می شود.

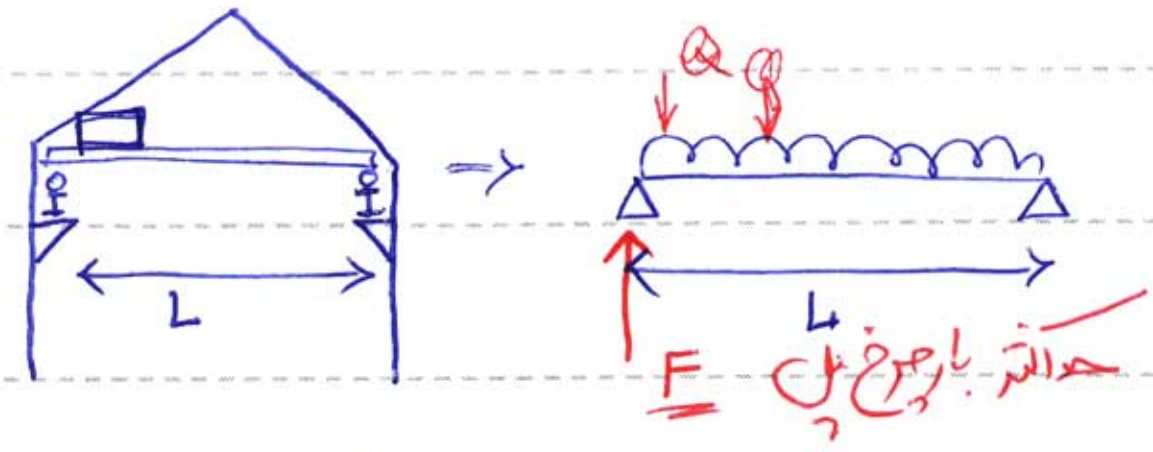
برای محاسبه ی نیروهای R ، V و H در محاسبات

می بایست حداکثر بار چرخ پل را محاسبه کنیم

* بند ۶-۳-۶-۱:

$$\text{حداکثر بار چرخ پل} \longrightarrow \left(W_{\text{ارابه}} + W_{\text{پل}} + W_{\text{بار}}\right)$$

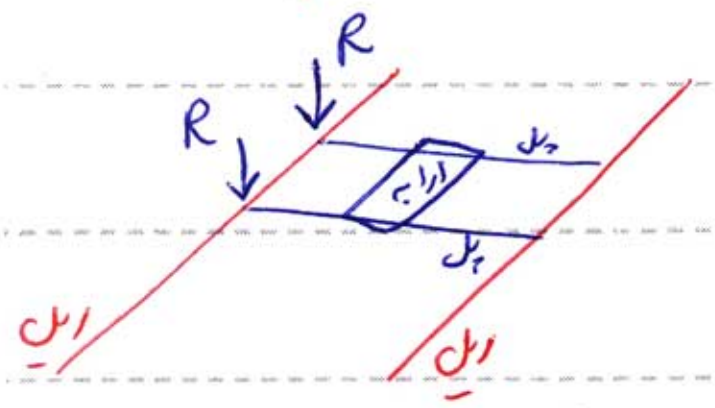
برای حالتی که ارابه در بدترین موقعیت قرار داشته باشد



Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 8 Date. 20

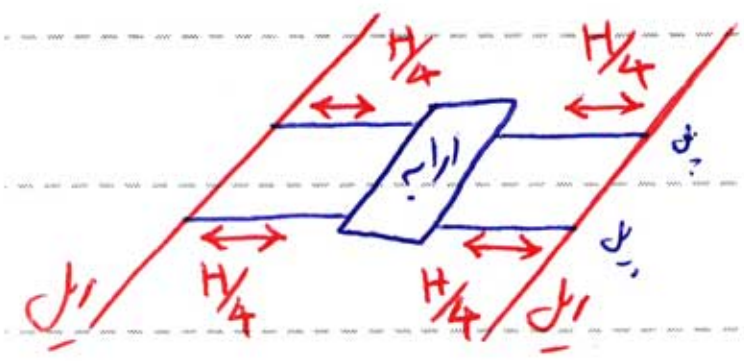
* محاسبه‌ی R : (نیروی قائم وارد به ریل) (بند ۶-۳-۶-۲) :



$$R = 1.25 \times \left(\text{حداکثر بار چرخ ریل} \right)$$

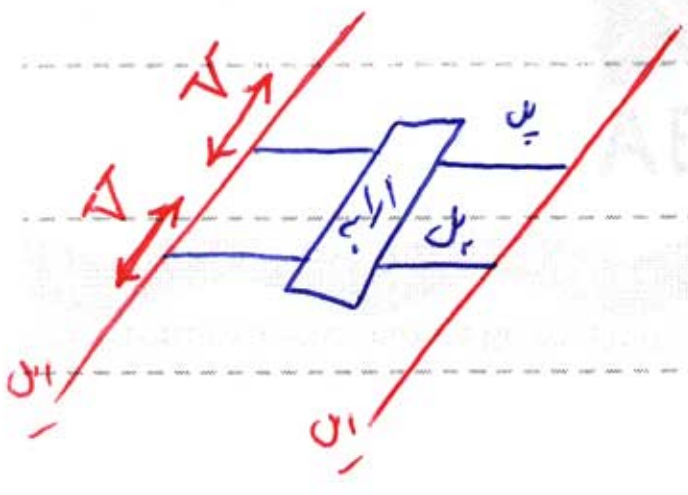
نکته: برای محاسبه‌ی بارمحوری ستون ها R = حداکثر بار چرخ پل

* محاسبه‌ی H : (بار افقی جانبی که از سمت پل به ریل وارد می‌شود (بند ۶-۳-۶-۳) :



$$H = \%20 \times \left(W_{\text{ارابه}} + W_{\text{بار}} \right)$$

* محاسبه‌ی T : (بار افقی طولی که از سمت پل به ریل وارد می‌شود) (بند ۶-۳-۶-۴) :



$$T = \%10 \times \left(\text{حداکثر بار چرخ ریل} \right)$$

مثال: سازه‌ی نگهدارنده‌ی یک جرثقیل مطابق شکل های زیر است: مطلوبست

الف) بارهای وارد به ستون

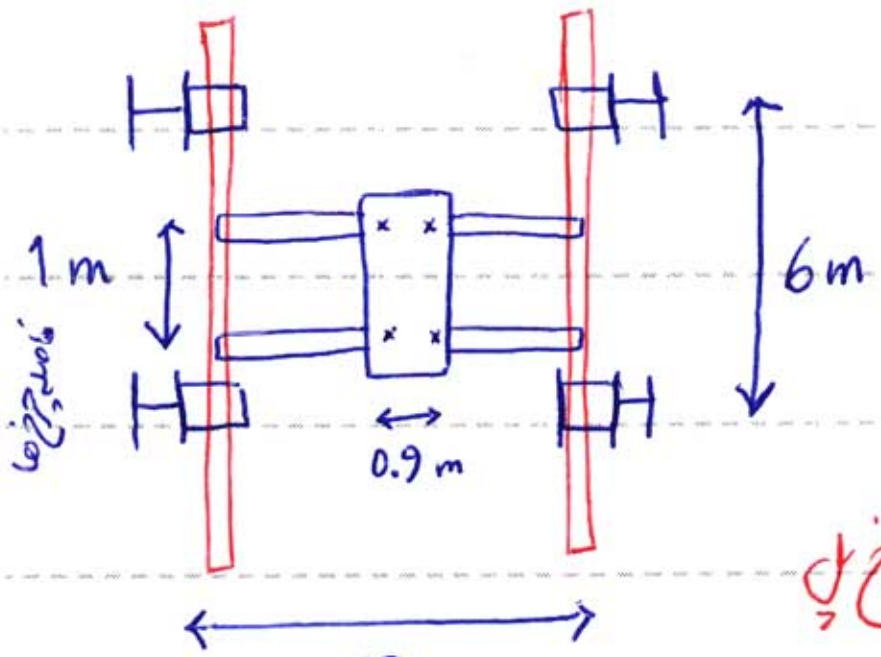
ب) حداکثر لنگر خمشی و نیروی برشی در پل و ریل

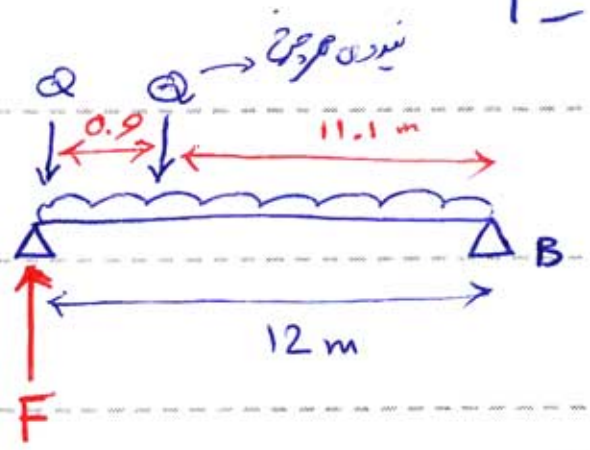
طرفین جرثقیل ۲ تن، وزن پل $50\ kg/m$، وزن ریل $100\ kg/m$ و وزن ارابه $200\ kg$

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 8 Date. 20

حل ابتدایی باید حداکثر بار چرخ پل را بدست آوریم:





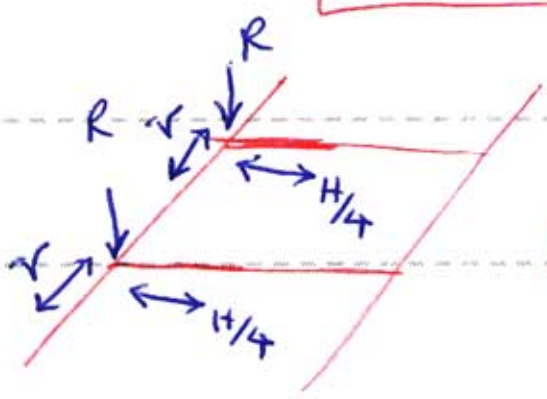
حداکثر بار چرخ پل

عکس العمل نیروی یک چرخ

هر $Q = \frac{2000}{4} + \frac{200}{4} = 550$ kg

$+\circlearrowleft \sum M_B = 0 \Rightarrow F(12) - 550\times12 - 550\times11.1 - 50\times12\times6 = 0$

$\Rightarrow$ **$F = 1358.75$ kg** حداکثر بار چرخ پل



- مطابق نیروهای R، V و H وارد بر پل:

(R) $R = 1.25 \times F = 1.25 \times 1358.75 = 1700$ kg

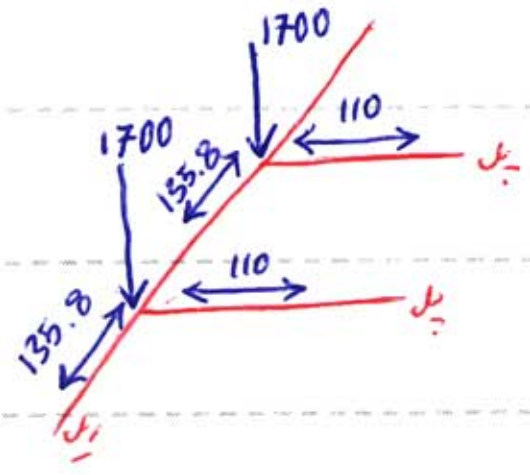
$\Rightarrow$ **$R = 1700$ kg**

(H) $= \%20 \times \left(\frac{W}{\text{پل}} + W_{\text{ل}}\right) = 0.2 \times (200 + 2000) = 440$ kg

$\frac{H}{4} = 110$ kg

(V) $= \%10 \times F = 0.1 \times (1358.75) = 135.8$ kg

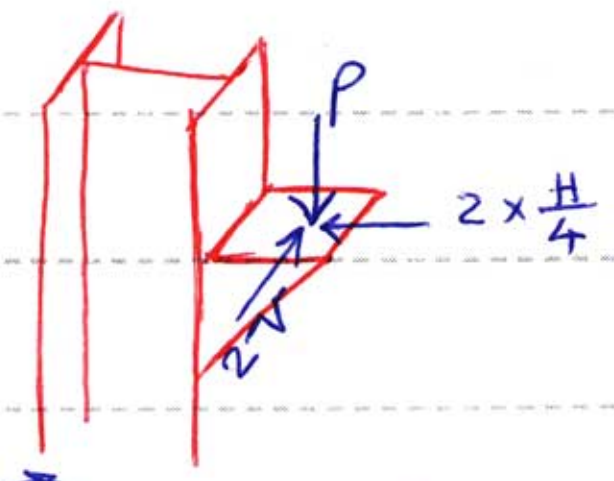
$\Rightarrow$ **$V = 135.8$ kg**

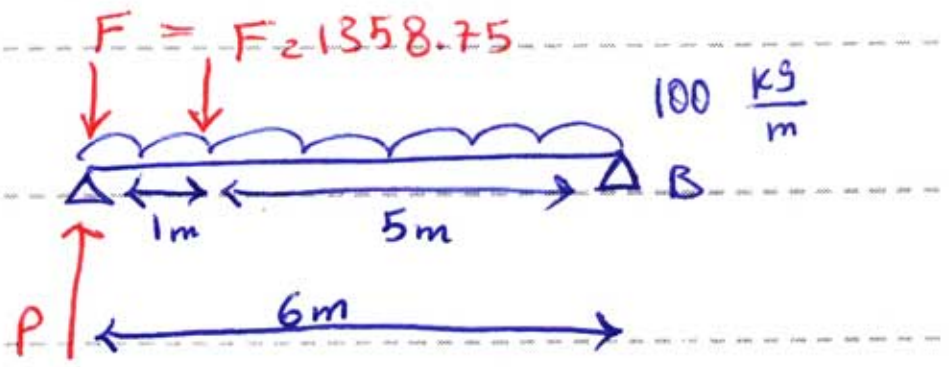


Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 8 Date. 20

الف) محاسبه‌ی بارهای وارد بر ستون

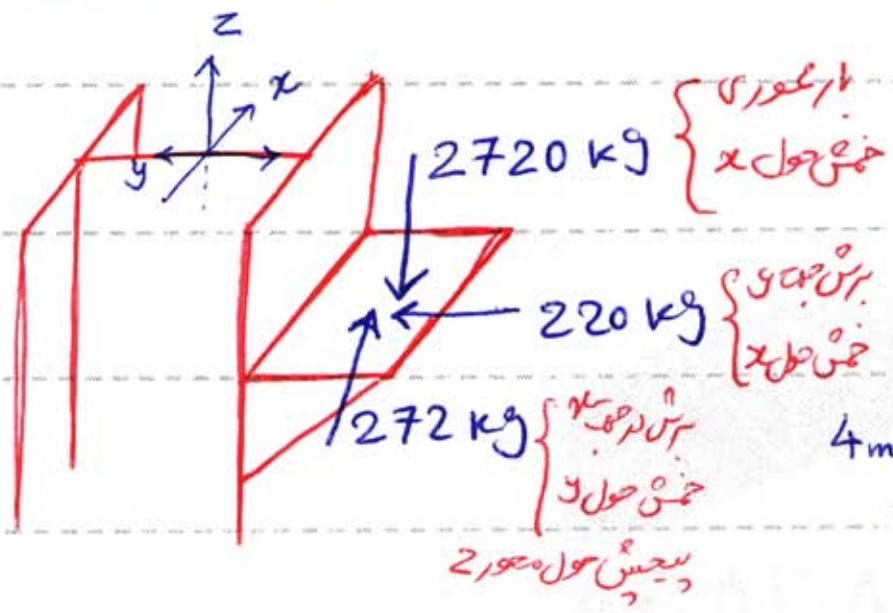




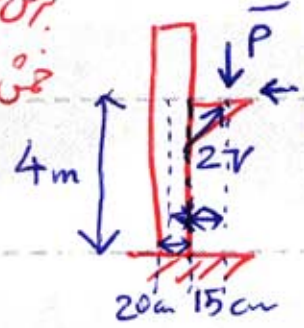
$+\circlearrowleft \sum M_{B=0} \rightarrow P \times 6 - 1358.75 \times 6 - 1358.75 \times 5 - 100 \times 6 \times 3 = 0$

$\Rightarrow \boxed{P = 2720 \text{ kg}}$

$\boxed{2V = 2 \times 136 = 272 \text{ kg}}$ ، $\boxed{2 \times \frac{H}{4} = 2 \times 110 = 220 \text{ kg}}$

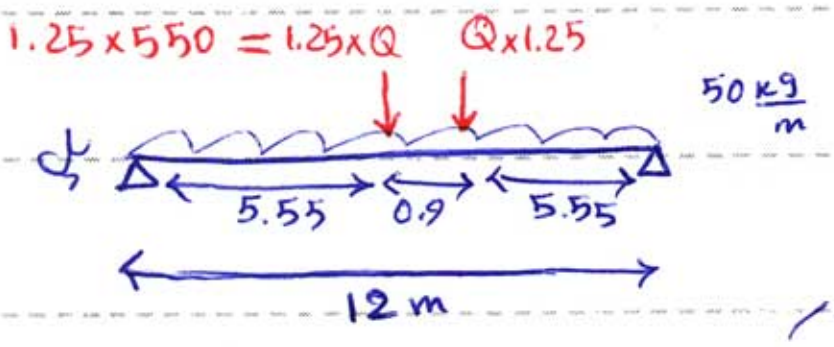


تکلیف: در شکل نشان داده شده تمام نیروهای داخلی ستون را محاسبه کنید:



در پایین نقطه

ب) محاسبه‌ی حداکثر خمش و برش در پل:

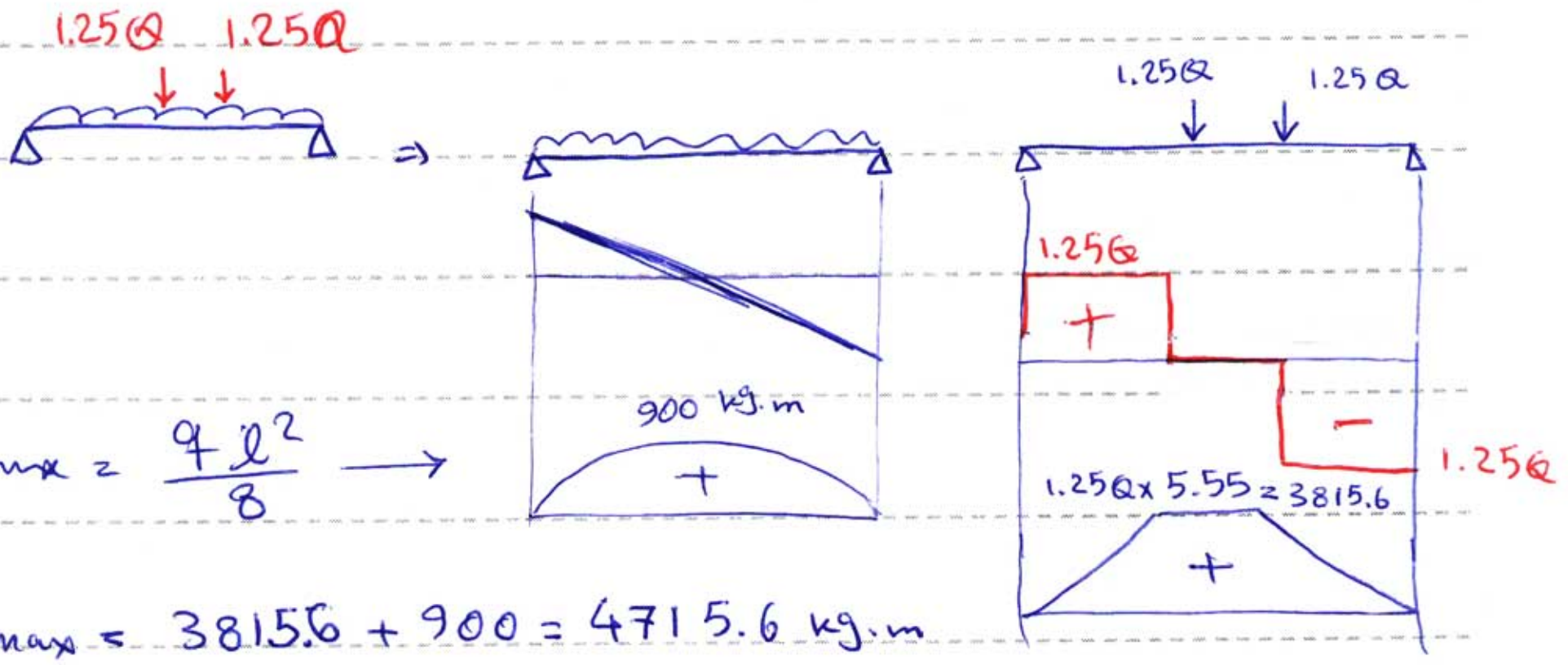


۱- حداکثر خمش M_{max}

چون چرخ را به روی پل اثر دینامیکی دارد Q را در 1.25 ضریب ضربه ضرب می‌کنیم.

Subject : بارگذاری

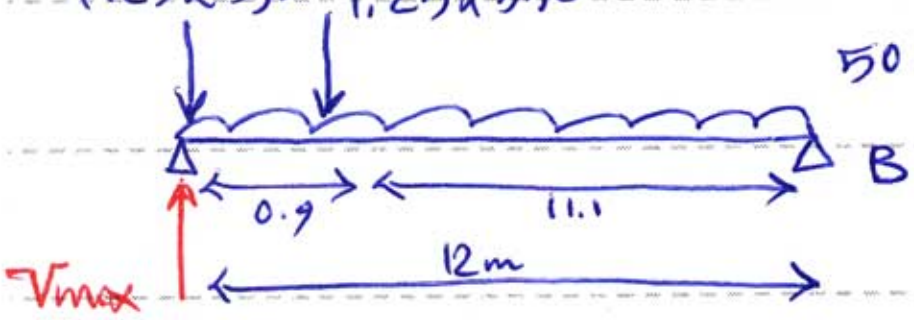
Year : 90 Month. 8 Date. 20



$M_{max} = \frac{q l^2}{8} \rightarrow$ 900 kg.m

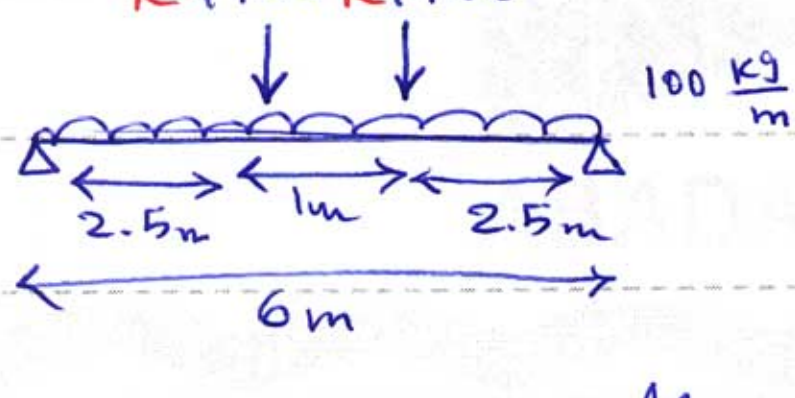
$M_{max} = 3815.6 + 900 = 4715.6$ kg.m

۱ـ حداکثر برش:



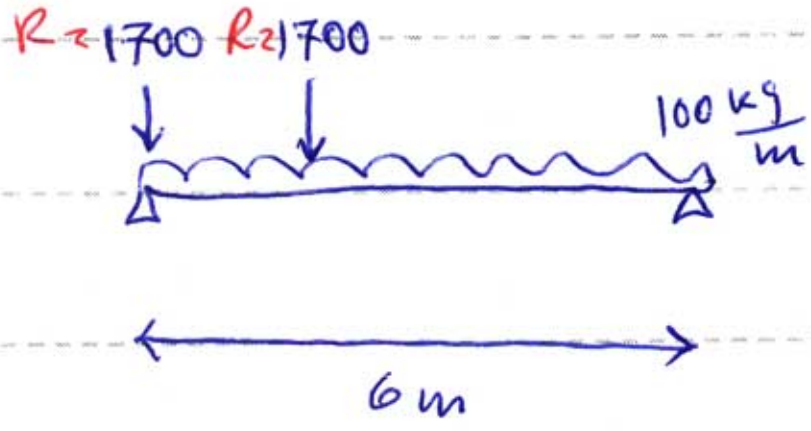
$\sum M_B = 0 \rightarrow V_{max} \times 12 - 1.25 \times 550 \times 11.1 - 50 \times 12 \times 6 = 0$

$\Rightarrow \boxed{V_{max} = 1623.4 \text{ kg}}$



حداکثر خمش و برش پل

$M_{max} = 4700$ kg.m



$V_{max} = 3416.67$ kg

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 8 Date. 27

فصل سوم - بار برف "Snow Load" "S.L"

قبل از پرداختن به محاسبه ی بار برف ساختمان ها مقایسه ای بین دو آیین نامه مبحث ششم و ANSI انجام می دهیم.

* مواردی که آیین نامه مبحث ششم در محاسبه ی برف ساختمان ها در نظر می گیرد:

۱- تقسیم بندی منطقه ای از نظر برف خیزی

۲- اثر شیب بام

* مواردی که آیین نامه ANSI در محاسبه ی برف ساختمان ها در نظر می گیرد:

۱- تقسیم بندی منطقه ای از نظر شدت برف خیزی

۲- اثر شیب بام

۳- اثر وزش باد

۴- اثر بارش باران روی برف سقف

۵- حرارت سقف

۶- زبری سقف

۷- اثر ساختمان های مجاور و ...

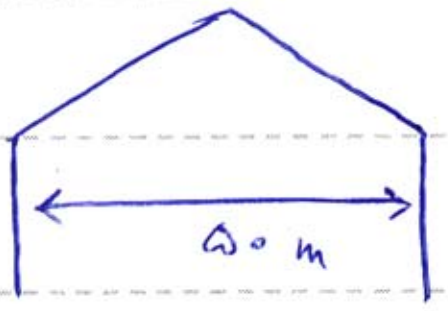
* بار برف برای چه ساختمان هایی اهمیت زیادی دارد؟

سقف هایی که دارای سطح بیار وسیع با ستون های کم هستند

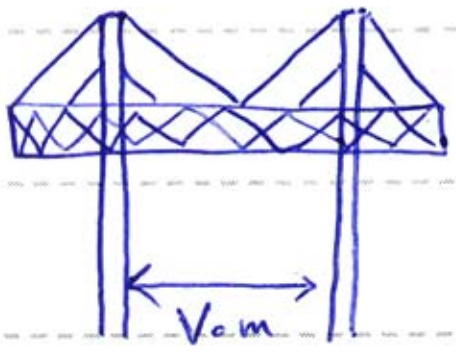
بار برف خیلی برای وخطرناک می باشد

و بار برف باید با دقت محاسبه گردد.

سوله



خرپایی



مراحل محاسبه‌ی بار برف یک ساختمان براساس آیین نامه‌ی ANSI :

گام اول) محاسبه‌ی بار برف بام مسطح (P_f):

$$P_f = 0.7 \times C_e \times C_t \times I \times P_g$$

در این رابطه: (P_f) بار برف روی سطح با شیب کمتر از ۵ درجه برحسب $\frac{kg}{m^2}$ برمتر مربع افق

($0.7P_g$) بار برف مبنا (میزان برفی که روی زمین می نشیند)

(C_e): ضریب وزش باد (I): ضریب اهمیت ساختمان

(C_t): ضریب حرارت سقف

✓ نحوه‌ی محاسبه‌ی بار برف مبنا ($0.7P_g$)

از جدول ۶-۳-۱ از بند ۶-۴-۲ آیین نامه مبحث ششم و جدول ۶-۳-۱ تعیین می‌شود.

مثلا → توچال → منطقه ۴ → $0.7P_g = 150 \frac{kg}{m^2}$

✓ نحوه‌ی محاسبه‌ی ضرایب C_e و C_t و I : از جدول تعیین شده

گام دوم) اثر بارش باران روی بام:

زاویه‌ی شیب سقف α	مقداری که باید به P_f اضافه شود
$\alpha < 2.4^\circ$	$25 \frac{kg}{m^2}$
$\alpha \geq 2.4^\circ$	0

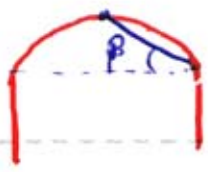
گام سوم) کنترل حداقل بار برف بام با شیب کم ($P_{f_{min}}$):

برای سقف هایی که شیب کم دارند، مقدار P_f نباید از $P_{f_{min}}$ کمتر باشد

منظور از سقف با شیب کم $\alpha < 15^\circ$ است

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 8 Date. 27



اگر سقف قوسی باشد $\beta \leq 10^\circ$

* روش کنترل:

اگر $P_g \leq 100 \frac{kg}{m^2} \longrightarrow P_f \geq P_g \times I$

اگر $P_g > 100 \frac{kg}{m^2} \longrightarrow P_f \geq 100 \times I$

گام چهارم) اثر شیب سقف (بار برف متعارف):

$P_S = C_S \times P_f$

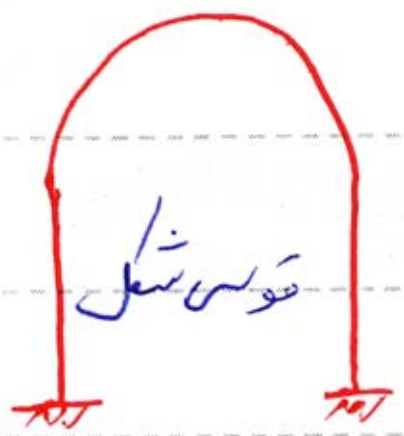
P_S: بار برف روی سطح شیبدار (سقف)

C_S: ضریب اثر شیب سقف

P_f: بار برف روی سقف مسطح

به منظور محاسبه ی C_S بام های شیب دار را به سه دسته تقسیم می کنیم:

۱- شیب دار معمولی
۲- سقف دندانه ای
۳- سقف های قوسی شکل



در مجابه ی ضریب C_S دو خصوصیت سقف می باید مشخص گردد.

۱- حرارت سقف
- بام گرم ← $C_t = 1$
- بام سرد ← $C_t = 1.1$ یا 1.2

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 8 Date. 27

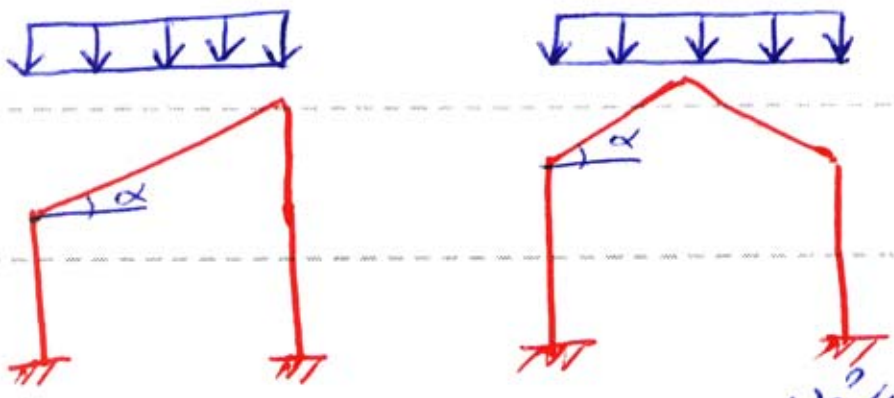
۲- زبری سقف ← بام لغزنده (کاشی کاری شده، فلزی و ...)

بام غیرلغزنده (بتن، آسفالتی، ورق موجدار و ...)

* تعیین ضریب C_s برای بام های شیبدار معمولی:

ابتدا مشخص می کنیم بام گرم یا سرد است

همچنین لغزنده یا غیرلغزنده است، سپس



براساس زاویه α از جدول مربوطه C_s تعیین می شود.

بام سرد و غیرلغزنده

α	C_s
$0 \sim 45^\circ$	1
$45 \sim 70^\circ$	$1-[(\alpha-45)/25]$
$\alpha > 70^\circ$	0

بام گرم و لغزنده

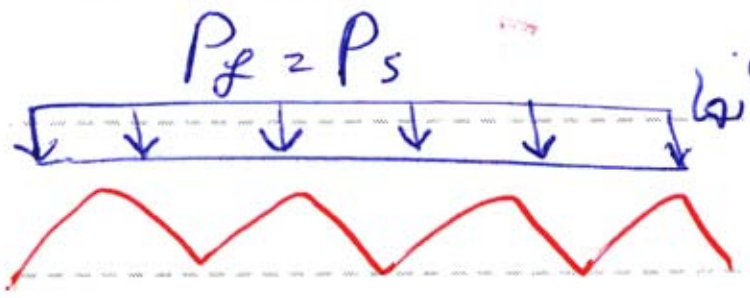
α	C_s
$0 \sim 15^\circ$	1
$15 \sim 70^\circ$	$1-[(\alpha-15)/55]$
$\alpha > 70^\circ$	0

α	C_s
$0 \sim 30^\circ$	1
$30 \sim 70^\circ$	$1-[(\alpha-30)/40]$
$\alpha > 70^\circ$	0

بام گرم و غیرلغزنده

یا

بام سرد و لغزنده

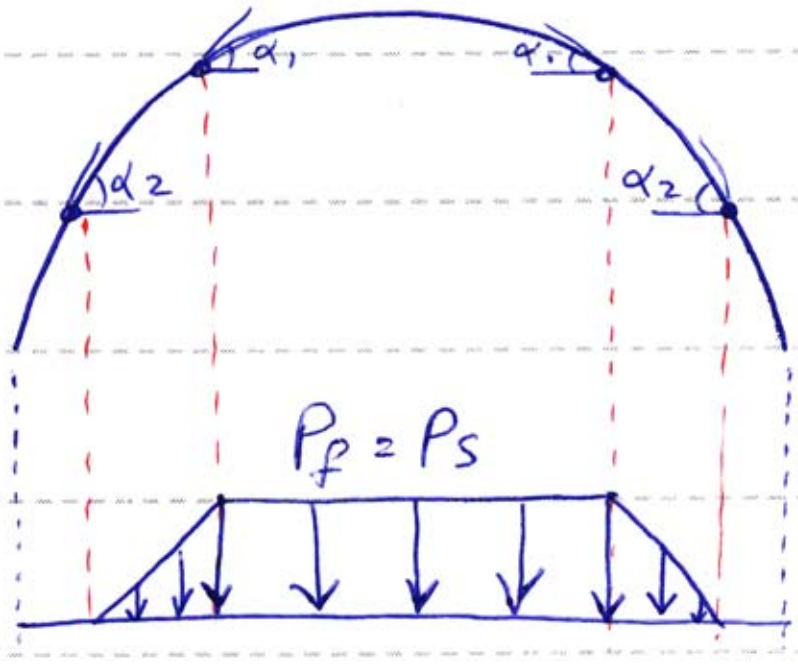


محاسبه ضریب C_s برای سقف های دندانه ای ← برای آنها $C_s = 1$ می باشد

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 8 Date. 27

* محاسبه‌ی ضریب C_S برای سقف‌های قوسی شکل

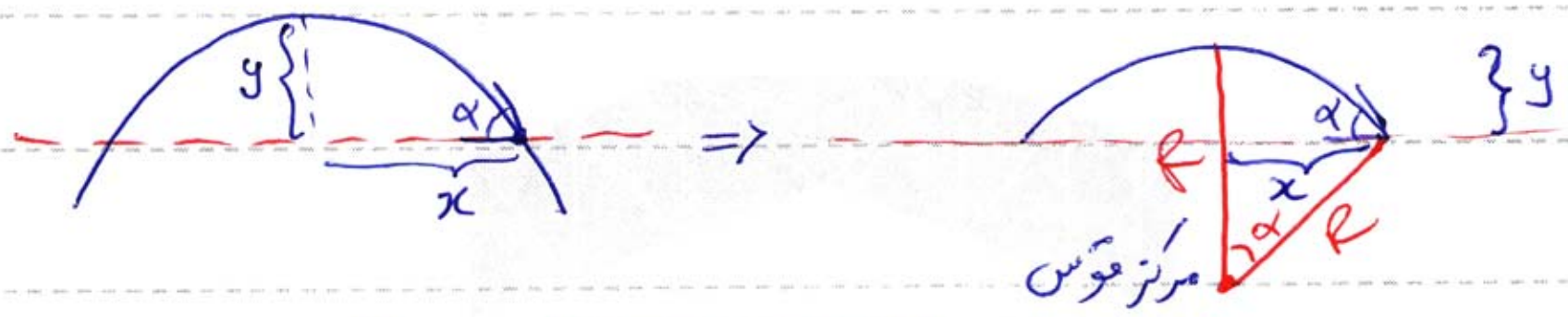


α_1 { بام گرم و لغزنده = 15°
بام گرم غیرلغزنده = 30°
یا
بام سرد و لغزنده }

بام سرد و غیرلغزنده = 45°

$\alpha_2 = 70° : \alpha_2$

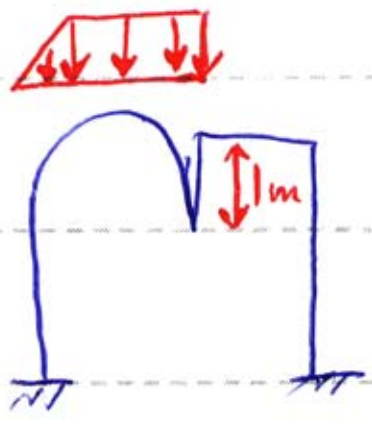
* دو رابطه‌ی مثلثاتی مفید برای بدست آوردن α روی قوس :



$$\sin\alpha = \frac{x}{R} \rightarrow \boxed{x = R\sin\alpha}$$

$$\cos\alpha = \frac{R-y}{R} \rightarrow \boxed{y = (1-\cos\alpha)\times R}$$

نکته در صورتی که در مجاورت ساختمان قوسی شکل یک ساختمان بلندتر وجود داشته باشد که حداقل از انتهای قوس 1 متر بالاتر باشد شکل بار برف متقارن سقف قوسی شکل به صورت زیر خواهد بود:



Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 8 Date. 27

گام پنجم) بار برف نامتقارن : به دلایل زیر ممکن است با برف نامتقارن روبه رو باشیم.

۱- وزش باد ✓ ۲- تابش خورشید به یک سمت سقف ✓ ۳- پارو کردن نصف یا بخشی از برف سقف ✓

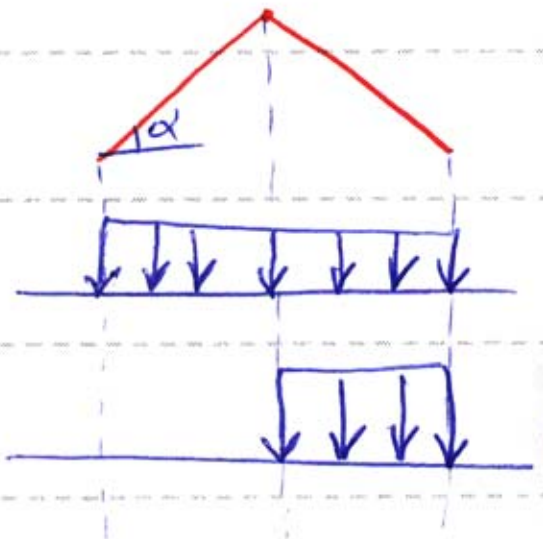
از چنین حالتی سازه را برای بار برف متقارن طراحی می کنیم و برای برف نامتقارن کنترل می نمائیم.

نکته: بار برف متقارن و نامتقارن نباید با هم جمع شوند.

* برای چه سقف هایی بار برف نامتقارن در نظر بگیریم؟

۱- سقف شیب دار دو طرفه ۲- سقف دندانه ای ۳- سقف قوسی شکل

✓ بار برف نامتقارن سقف شیبدار دو طرفه



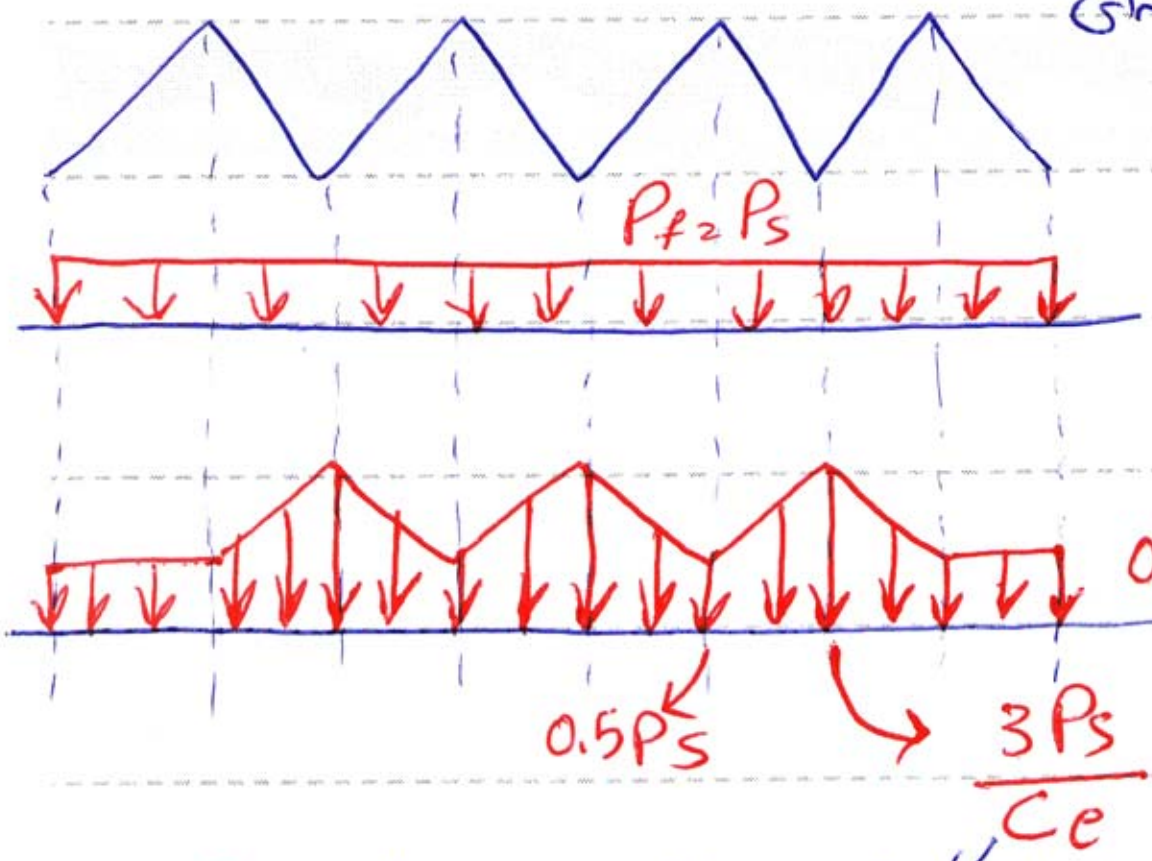
بار متقارن

بار نامتقارن = $\frac{1.5\ P_s}{C_e}$

نکته: اگر $\alpha > 70^\circ$ یا $\alpha < 15^\circ$ باشد بار نامتقارن نداریم

اگر $15^\circ \leq \alpha \leq 70^\circ$ باشد نامتقارن داریم ✓

✓ بار برف نامتقارن سقف دندانه ای



نکته: اگر دندانه ای قوسی بود طبق آیین نامه حمل فرد در قله سقف $\frac{2P_s}{C_e}$ می شود.

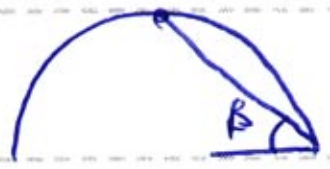
Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 8 Date. 27

نکته ۲: $\frac{3P_s}{Ce} \leq H \times \gamma$ $\gamma_{\text{خ}} 320 \frac{kg}{m^2}$

✓ بار برف نامتقارن سقف قوسی شکل :

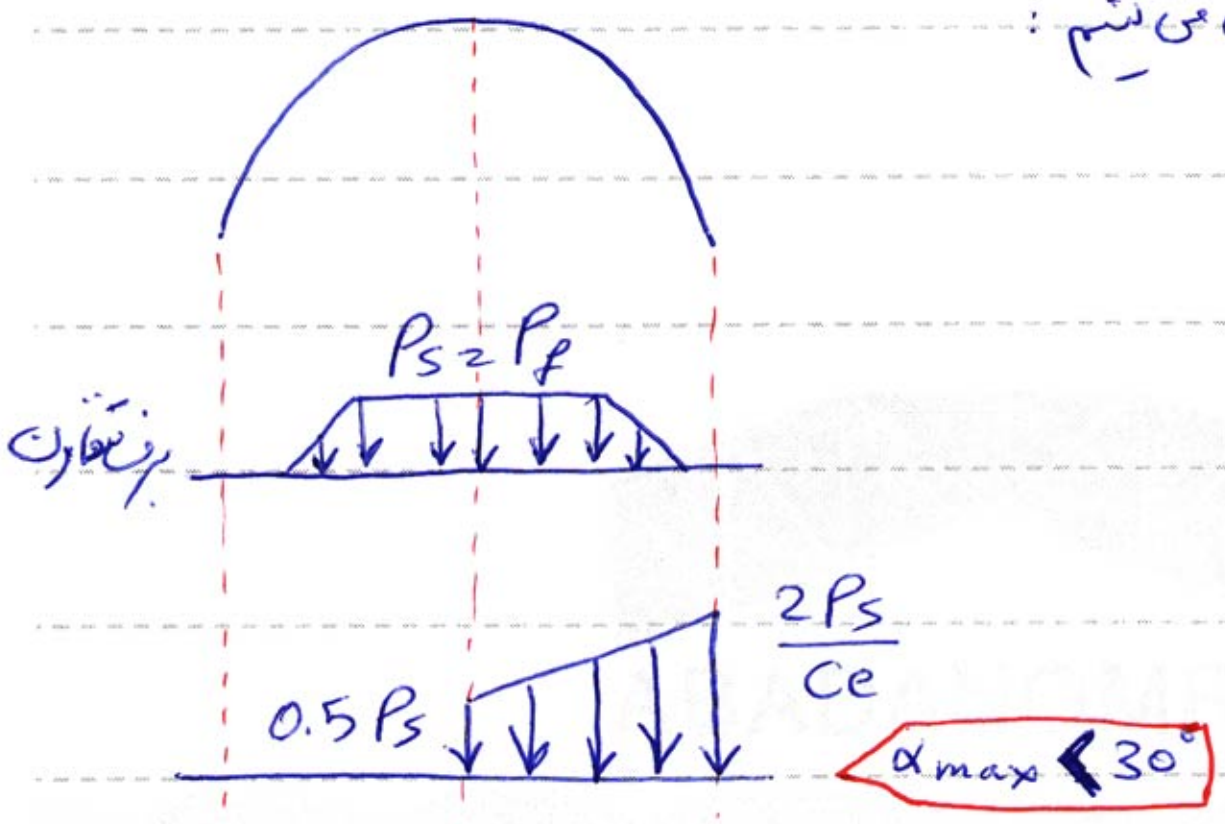
۱- ابتدا زاویه‌ی β را محاسبه می‌کنیم



اگر $\beta < 10^\circ$ یا $\beta > 60^\circ$ ⟹ نامتقارن نداریم

اگر $10^\circ \leq \beta \leq 60^\circ$ ⟹ برف نامتقارن داریم

سپس زاویه‌ی α_{max} را محاسبه می‌کنیم :

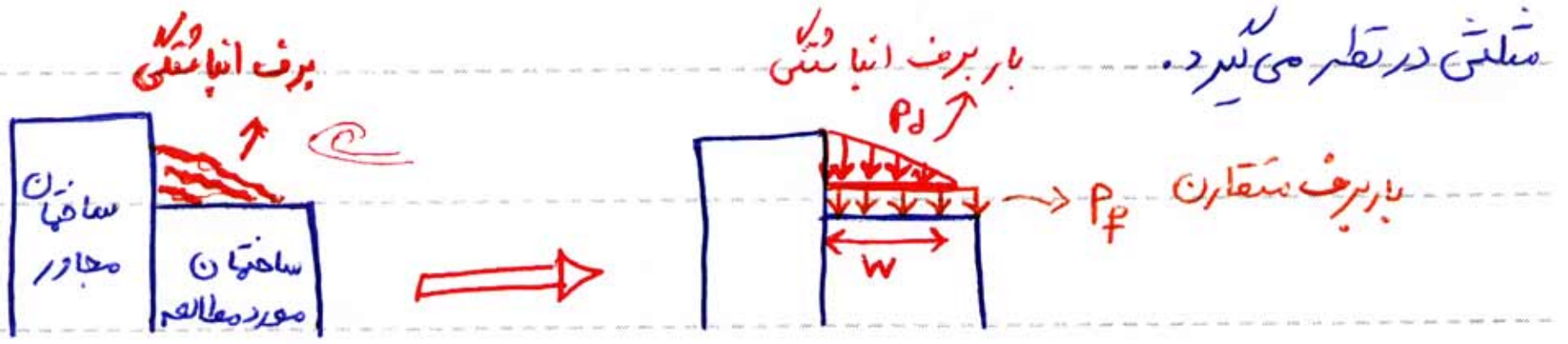


Subject : بارگذاری

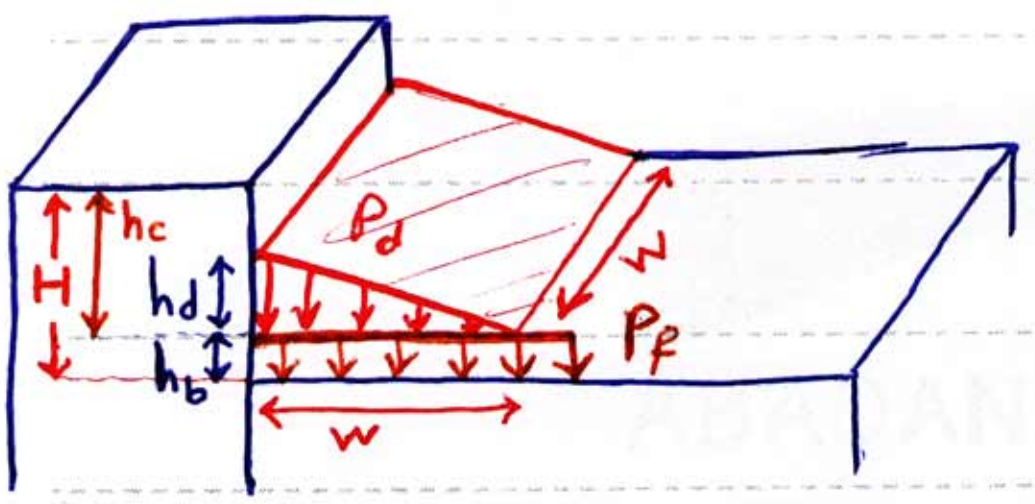
Year : 90 Month. 9 Date. 4

گام ششم) بار برف ناشی از برف انباشتگی : (Drift)

اگر در مجاورت ساختمان مورد محاسبه‌ی ما ساختمان بلندتری وجود داشته باشد، وزش باد سبب می‌شود مطابق شکل زیر مقداری برف در یک گوشه‌ی ساختمان تجمع کند که به آن برف انباشتگی یا برف باد آورده می‌گویند. آیین نامه آن را بصورت یک بار گسترده‌ی مثلثی در نظر می‌گیرد.



به کمک شکل مقابل که توسط آیین نامه ارائه گردیده است می‌توان بار ناشی از برف انباشتگی را محاسبه نمود.



در شکل مقابل P_f : بار برف متعارف می‌باشد

P_d : شدت بار برف انباشتگی می‌باشد

h_b : ارتفاع بار متعارف ، h_d : ارتفاع برف مثلثی ، H اختلاف ارتفاع دو بام

نحوه‌ی محاسبه‌ی پارامترهای فوق :

اگر بام تخت باشد

$$h_b = \frac{P_f}{\gamma} = \frac{P_s}{\gamma}$$

P_s ← اگر بام شیب دار باشد

γ ← وزن مخصوص برف

می‌توان γ را از جدول کمکی مقابل تعیین نمود:

γ ($\frac{kg}{m^3}$)	P_g ($\frac{kg}{m^2}$)
محاسبه نمی‌شود	0 - 5
234	50 - 150
312	151 - 300
390	> 300

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 9 Date. 4

$$h_c = H - h_b$$

* نیازی نیست که ارتفاع برف انباشتگی از لبه‌ی بام بلندتر تجاوز نماید *

$$h_d = \frac{2 I P_g}{C_e \gamma} \leq h_c \longrightarrow$$

* سؤال) چه موقع باید بار برف انباشتگی در نظر گرفته شود ؟

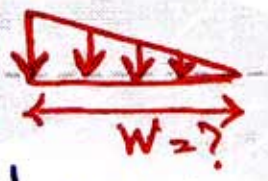
بایستی بار برف انباشتگی را در نظر بگیریم اگر

$$\begin{cases} P_g > 50 \ kg/m^2 \\ \text{"و"} \\ \frac{h_c}{h_b} \geq 0.2 \end{cases}$$

1 محاسبه‌ی شدت بار گسترده مثلثی :

$$h_d = \frac{2 I P_g}{C_e \gamma} \leq h_c \longrightarrow P_d = h_d \times \gamma$$

2 محاسبه‌ی طول بار گسترده مثلثی :

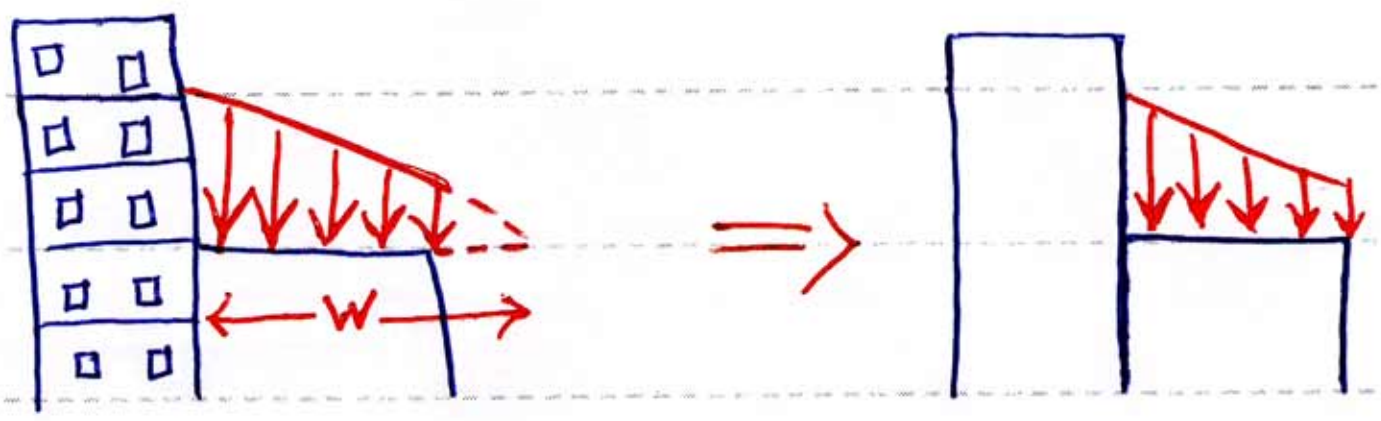


اگر $L \leq 15\ m \rightarrow W = 3 h_d \geq 3\ m$

اگر $L > 15\ m \rightarrow W = 4 h_d \geq 3\ m$

✓ نکته ۱) در هر صورت حداقل مقدار W برابر 3m می باشد

✓ نکته ۲) اگر طول سقف از W کمتر بود بار برف انباشتگی بصورت ذوزنقه خواهد بود.

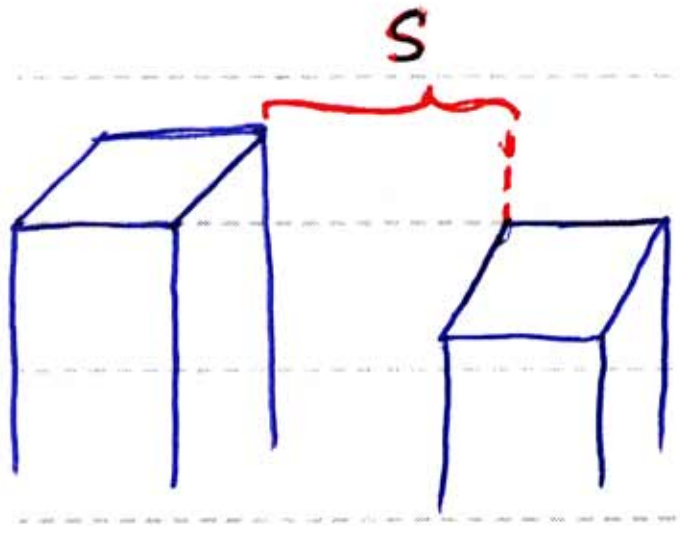


✓ نکته ۳) اگر سختی بلندتر با اندازه‌ی "S" باسختی مورد محاسبه ما فاصله داشت

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 9 Date. 4

شدت بار برف انباشتگی می بایست در ضریب کاهنده ی زیر ضرب شود:

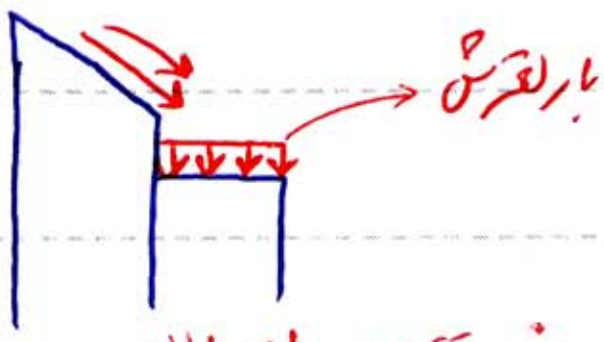


اگر $S > 6m$ → برف انباشتگی نداریم

اگر $S \leq 6m \rightarrow P'_d = \frac{6-S}{6} \times P_d$

ضریب کاهنده

گام هفتم) **اثر لغزش**: اگر در مجاورت ساختمان مورد محاسبه، ساختمان بلندتری وجود داشته باشد که بام آن شیب دار است اثر لغزش برف از بام بلندتر به بام کوتاه تر بصورت یک بار گسترده ی یکنواخت در نظر گرفته می شود.



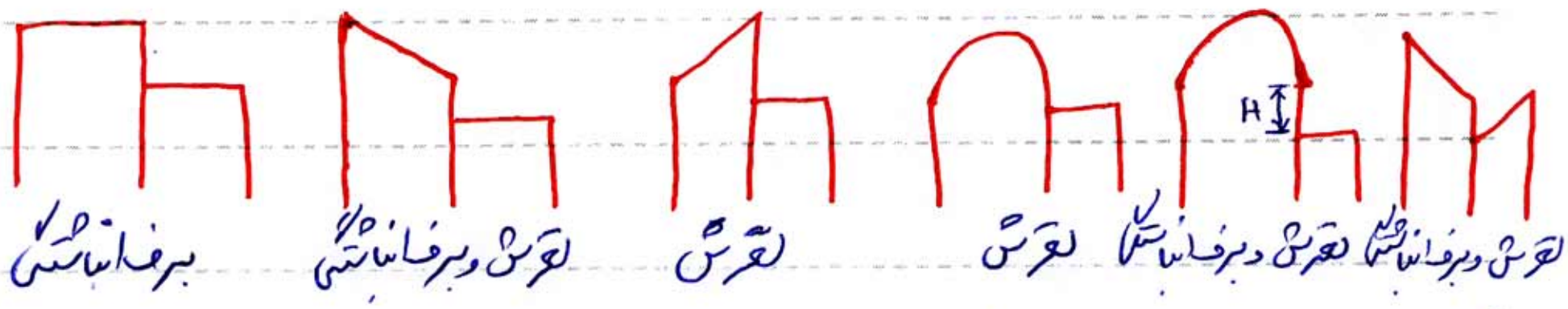
این بار طبق آیین نامه برابر است با:

① اگر بام بلندتر گنبدی شکل باشد؛ 50 % نصف بار برف متعارف بام بالایی

② اگر بام بلندتر شیب دار باشد؛ 100 % نصف بار برف متعارف بام بالایی

* نکته: لغزش به علت شیب دار بودن بام بلندتر اتفاق می افتد

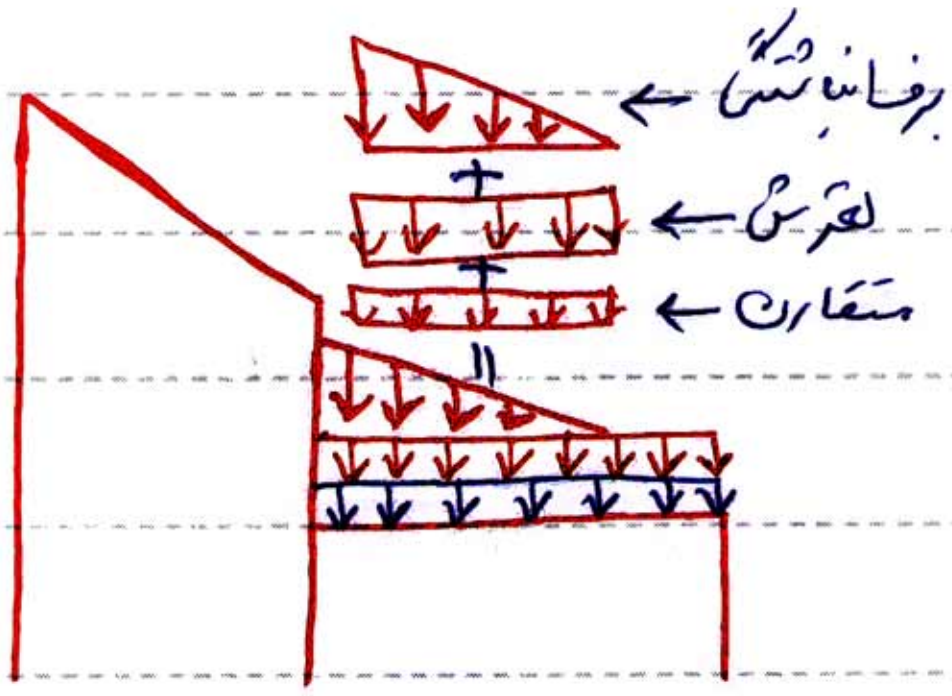
برف انباشتگی به علت اختلاف ارتفاع دو ساختمان در محل اتصال به هم بوجود می آید.



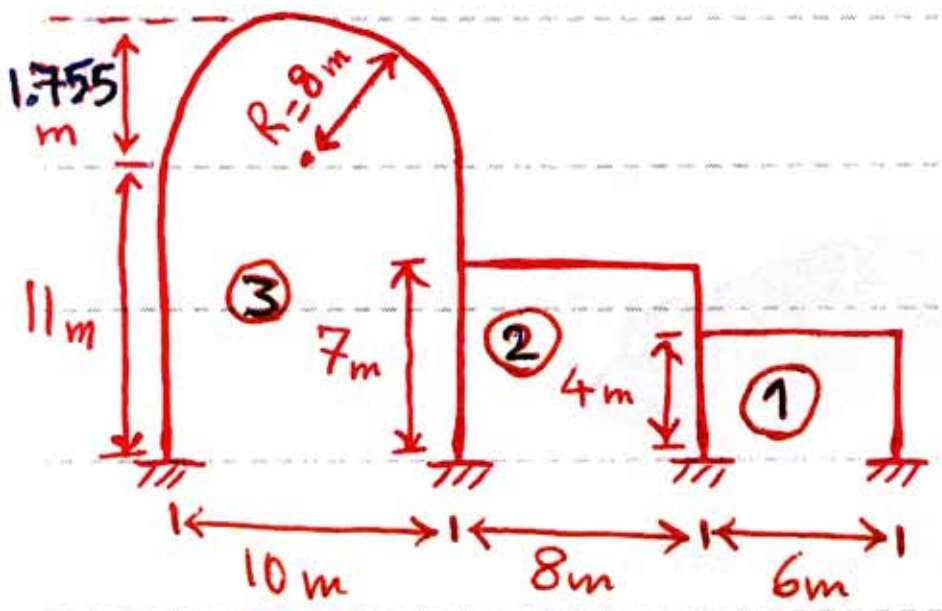
* نکته: اثر لغزش و برف انباشتگی و برف متعارف باهم جمع می شود. ولی برف نامتعارف با هیچ یک از بارهای مذکور جمع نمی گردد. و به تنهایی می بایست کنترل شود

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 9 Date. 4



مثال ساختمانی با مشخصات زیر موجود است، مطلوب است بارگذاری برف در بام این ساختمان در حالتی که محل آن مرکز شهر تهران و سقف گنبدی شکل کاشی کاری شده باشد؟



وزن مخصوص برف $\gamma = 235 \frac{kg}{m^3}$

① کاربری انبار

②، ③ سالن ورزشی

حل) همیشه در محاسبه‌ی بار برف یک ساختمان اگر از چندین سقف با تداخل مساله تشکیل شده بود، ابتدا برای هر سقف می‌بایست مشخص کنیم که شامل کدامیک از بارهای: 1- متعارف 2- نامتعارف 3- برف انباشتگی 4- لغزش می‌شود

سقف شماره ①:
- 1- متعارف
- 2- برف انباشتگی

سقف شماره ②:
- 1- متعارف
- 2- برف انباشتگی
- 3- لغزش

سقف شماره ③:
- 1- متعارف
- 2- نامتعارف

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 9 Date. 4

محاسبات را از بام بلندتر آغاز می‌کنیم:

الف) محاسبه‌ی بار برف بام ③ : این بام شامل { 1- متقارن / 2- نامتقارن } می باشد

[گام اول] محاسبه‌ی بار برف بام مسطح (P_f) $P_f = 0.7\, C_e\, C_t\, I\, P_g$

تهران → 4 منطقه → برف زیاد → $0.7 P_g = 150\ kg/m^2$

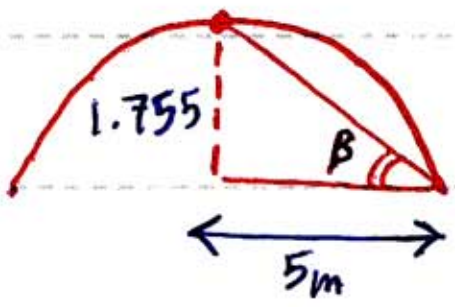
مرکز شهر → بادخیزنسبت → $C_e = 1.1$

بام ضد اینه ساخته شده با روی وسایل گرم کننده دارند. → $C_t = 1$

جمعیت بیش از 300 نفر → $I = 1.1$

بنابراین بار برف بام مسطح: $P_f = 150 \times 1.1 \times 1 \times 1.1 = 181.5\ kg/m^2$

[گام دوم] کنترل اثر بارندگی روی برف



$\beta = tg^{-1}\left(\frac{1.755}{5}\right) = 16.34^\circ > 2.4^\circ$

نیاز نیست اثر بارندگی روی برف لحاظ گردد.

$\beta < 10^\circ$ → نیاز به کنترل نیست

[گام سوم] کنترل $P_{f\,min}$ برای بام با شیب کم، ←

[گام چهارم] محاسبه‌ی بار برف متقارن P_s (در نظر گرفتن اثر شیب بام)

ابتدا نوع سقف را مشخص می کنیم ← { بام گرم ← $C_t = 1$ / بام لعاب‌دار ← کاشی کاری }

چون بام گرم و لعاب‌دار می باشد روی سقف محل زوایای $\alpha_1 = 15^\circ$ و $\alpha_2 = 70^\circ$ را تعیین می کنیم

www.mohandesyar.com

عنـــــــوان

جزوه بارگزاری

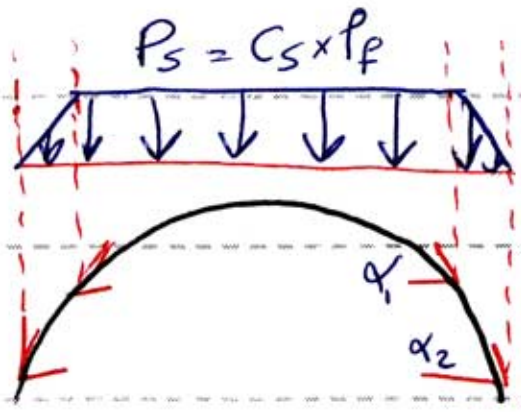
Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 9 Date. 11

گام چهارم) محاسبه‌ی بار برف متعارف

$P_S = C_S \times P_f$ ← بار برف سطح

↓ ضریب اشکال

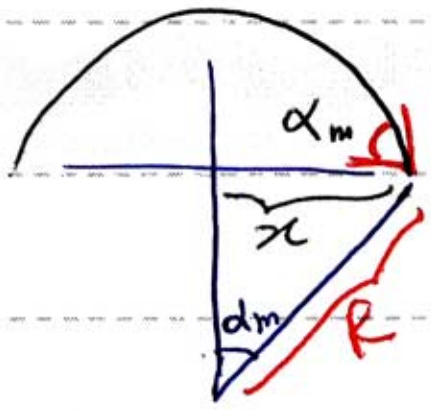


ابتدا نوع سقف را از نظر (گرم و سرد) و (لغزنده غیر لغزنده) تعیین می‌کنیم

$\alpha_1 = 15^\circ$
$\alpha_2 = 70^\circ$
} ← بام گرم لغزنده می‌باشد ← { بام گرم ← $C_t = 1$; کاشی کاری ← بام لغزنده

محل نقاط مربوط به $\alpha_1 = 15^\circ$ و $\alpha_2 = 70^\circ$ را روی سقف مشخص می‌کنیم:

* برای این‌که ببینیم روی سقف $\alpha_2 = 70^\circ$ وجود دارد یا خیر باستی α_{max} محاسبه شود



$x = R \sin \alpha_m$

$\Omega = \Lambda \sin \alpha_m$

$\rightarrow \alpha_m = 38.68^\circ$

بنابراین $\alpha_1 = 15^\circ$ روی سقف وجود دارد. اما $\alpha_2 = 70^\circ$ روی سقف موجود نیست

* پیدا کردن محل $\alpha_1 = 15^\circ$:

$x_2 = R \sin \alpha_1 \rightarrow x = 8 \sin 15^\circ \rightarrow$

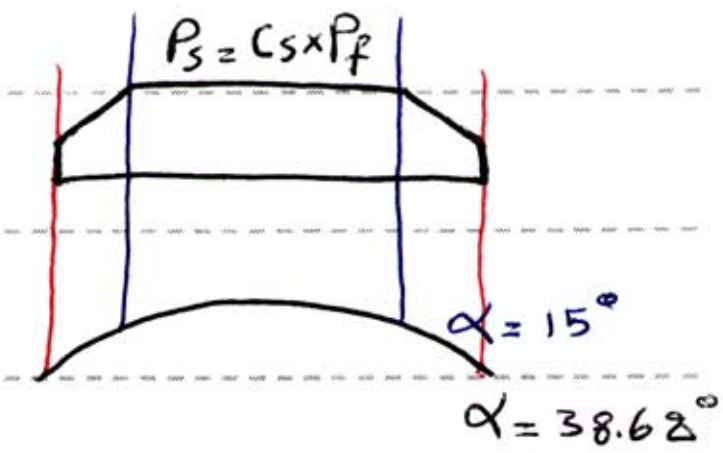
$\Rightarrow x = 2.07 m$

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 9 Date. 11

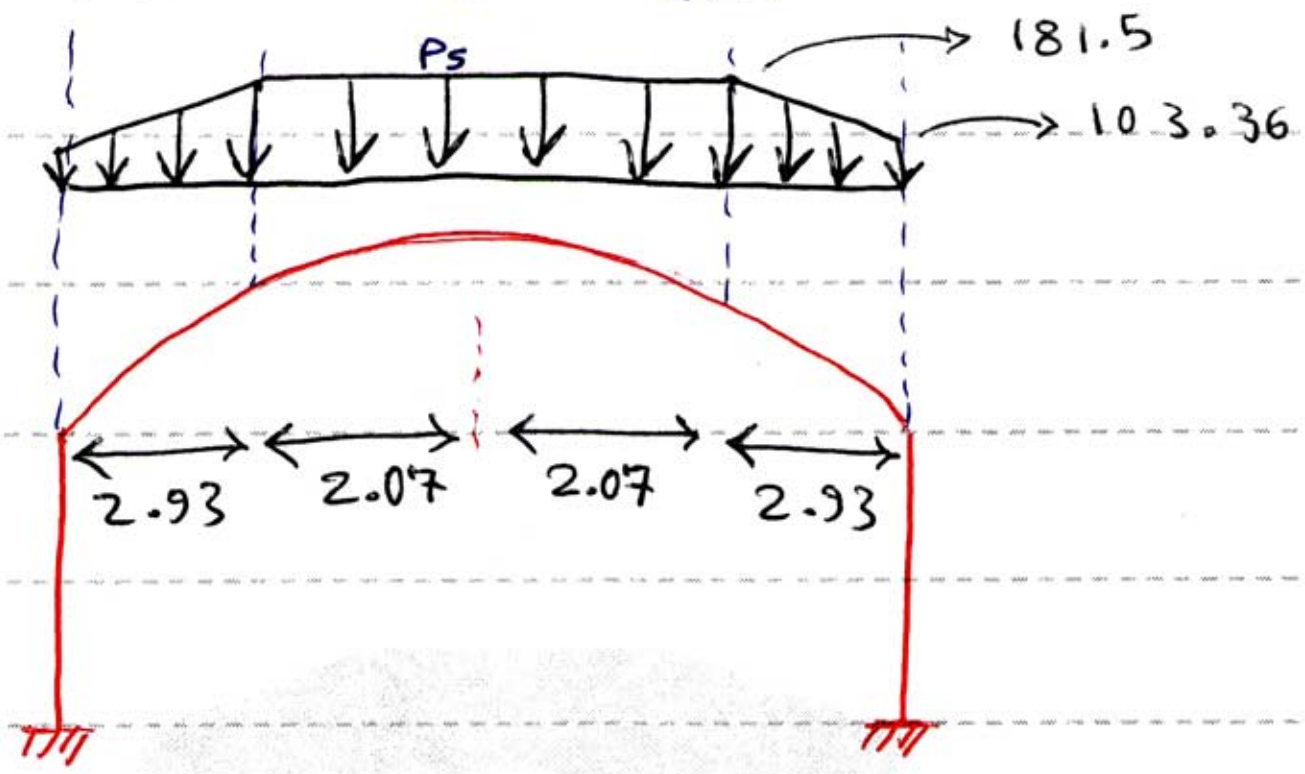
$\alpha = 15^\circ \rightarrow C_S = 1 - \frac{\alpha - 15}{55} = 1 - \frac{15-15}{55} = 1$

$\rightarrow P_S = 181.5 \times 1 = 181.5 \ (\frac{kg}{m^2})$



$\alpha = 38.68^\circ \rightarrow C_S = 1 - \frac{\alpha - 15}{55} \Rightarrow C_S = 1 - \frac{38.68 - 15}{55} = 0.57$

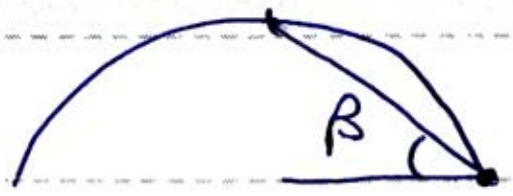
$\rightarrow P_S = 0.57 \times 181.5 = 103.36 \ (\frac{kg}{m^2})$



محاسبه‌ی بار برف نامتقارن : (طاق پنجم)

شرط در نظر گرفتن بار برف نامتقارن برای سقف قوس شکل ها

$\Rightarrow 10 \leq \beta \leq 60 \rightarrow \beta = \underline{16.34}$ ok ✓

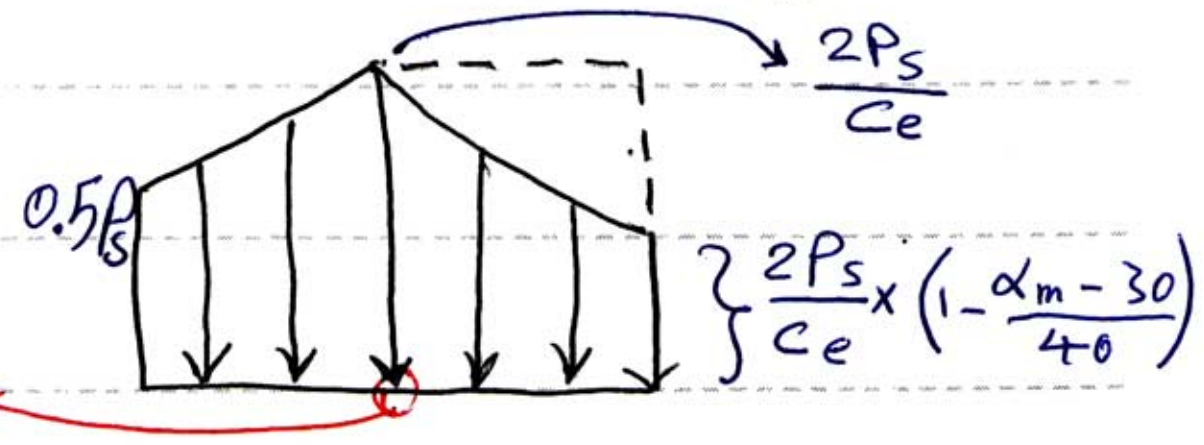


حال باید α_m را محاسبه کنیم که از

$\alpha_{max} = 38.68^\circ$

طاق متقارن داریم

$30 < \alpha_m < 70$



$\alpha = 30^\circ$ نقطه مربوط به

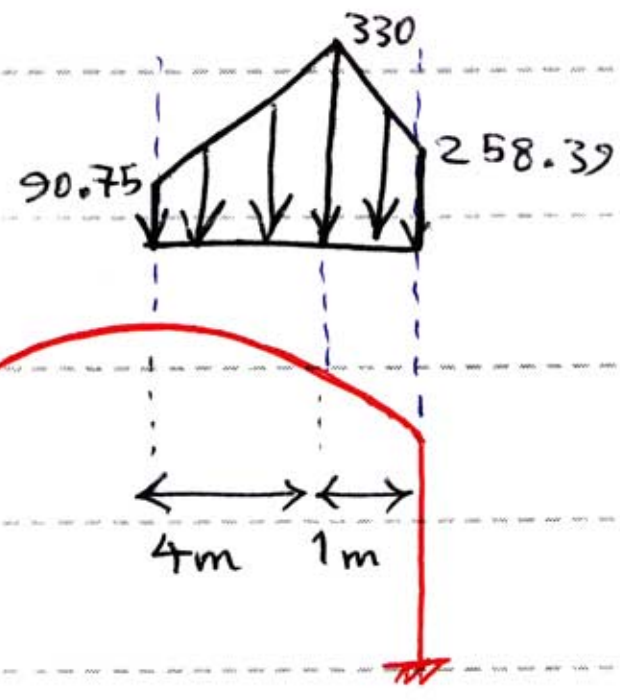
Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 9 Date. 11

$0.5\,P_s = 0.5 \times 181.5 = 90.75 \ \frac{kg}{m^2}$

$\frac{2P_s}{Ce}\left(1-\frac{\alpha_m - 30}{40}\right) = \frac{2\times 181.5}{1.1}\left(1-\frac{38.68-30}{40}\right) = 258.39 \ \frac{kg}{m^2}$

$\frac{2P_s}{Ce} = \frac{2\times 181.5}{1.1} = 330 \ \frac{kg}{m^2}$



$\chi = 8 \sin 30 = 4m$

گام ششم) برف انباشتگی نداریم — گام هفتم) لغزش نداریم

ب) سقف شماره (۲):

این بام شامل { متقارن / برف انباشتگی / لغزش } می باشد.

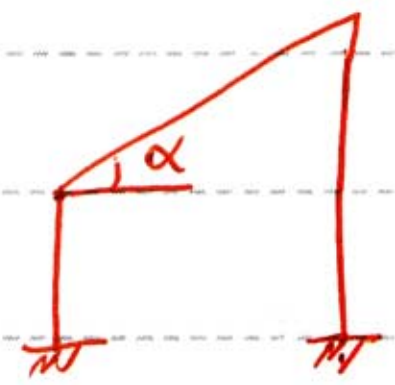
گام اول) محاسبه‌ی بار برف بام مسطح P_f

$P_f = 0.7\, C_e\, C_t\, I\, P_g$ →
- شهر تهران ⇒ $0.7P_g = 150 \ \frac{kg}{m^2}$
- مرکز شهر ⇒ $C_e = 1.1$
- جهت بیش از ۳۰۰ نفر ⇒ $I = 1.1$
- ساختمان گرم ⇒ $C_t = 1$

$P_f = 150 \times 1.1 \times 1.1 \times 1 = 181.5 \ \frac{kg}{m^2}$

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 9 Date. 11



گام دهم) کنترل اثر باربندگی

$\alpha = 0 < 2.4^\circ \rightarrow P_f = 181.5 + 25$

$\Rightarrow P_f = 206.5 \ \frac{kg}{m^2}$

گام سوم) کنترل $P_{f\,min}$ برای بام با سیب کم و بام تخت

$0.7 P_g = 150 \rightarrow P_g = \frac{150}{0.7} = 214.28 \ \frac{kg}{m^2}$

اگر $P_g > 100 \Rightarrow P_f \geq 100 \times I$

$P_f = 206.5 \geq 100 \times 1.1 = 110 \ \frac{kg}{m^2}$ ✓ok

گام چهارم) بار برف متقارن (اثر شیب)

چون بام تخت است $C_s = 1$

$P_s = C_s \times P_f \rightarrow P_s = P_f = 206.5 \ \frac{kg}{m^2}$

گام پنجم) بار برف نامتقارن برای بام تخت نداریم

گام ششم) اثر برف انباشتگی

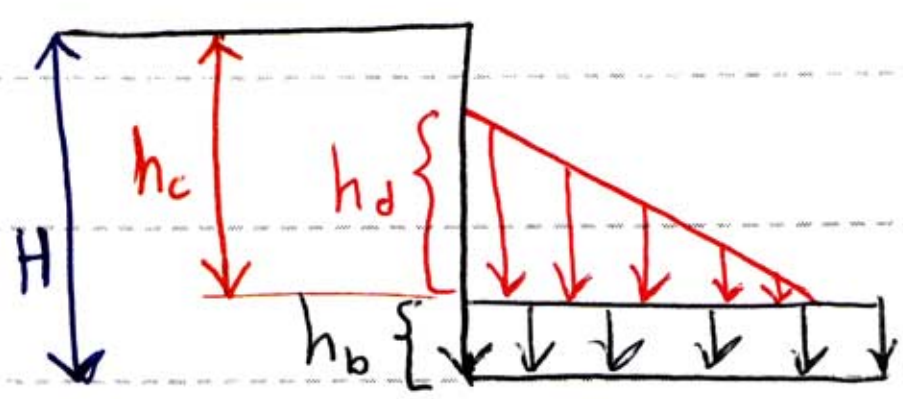
اگر $\Rightarrow$ اثر برف انباشتگی باید لحاظ شود $\Leftarrow$ $\left\{ P_g > 50 \text{ و } \frac{h_c}{h_b} \geq 0.2 \right\}$

شرط اول: $P_g = 214.28 > 50$ ✓ok

$h_b = \frac{P_f}{\gamma} = \frac{206.5}{235} = 0.88 \ m$

$h_c = H - h_b = 4 - 0.88 = 3.12 \ m$

$\Rightarrow \frac{h_c}{h_b} = \frac{3.12}{0.88} = 3.54 \geq 0.2$ ✓ok



Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 9 Date. 11

بنابراین بار برف انباشتگی باید در نظر گرفته شود

$$h_d = \frac{2 I P_g}{C_e \gamma} \leqslant h_c \Rightarrow h_d = \frac{2 \times 1{,}1 \times 214{,}28}{1{,}1 \times 235} = 1{,}82 \leqslant 3{,}12$$

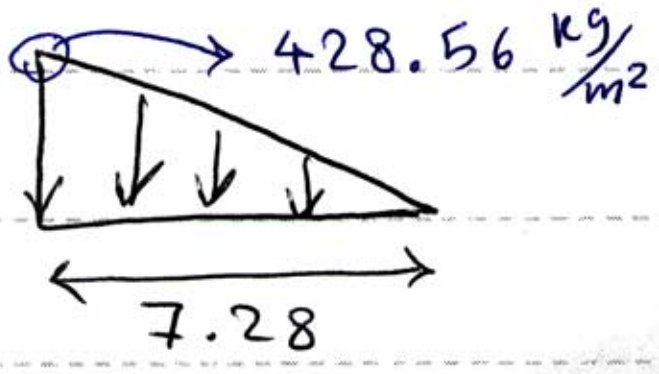
بنابراین شدت بار متلئی

$$\Rightarrow P_d = h_d \times \gamma = 1.82 \times 235 = 428.56$$

طول بار متلئی =>

$$W = ? \xrightarrow{\text{سالن سحتر انی}} L > 15 \rightarrow W = 4 h_d \geqslant 3m$$

$$W = 4 \times 1.82 = 7.28 \geqslant 3m$$

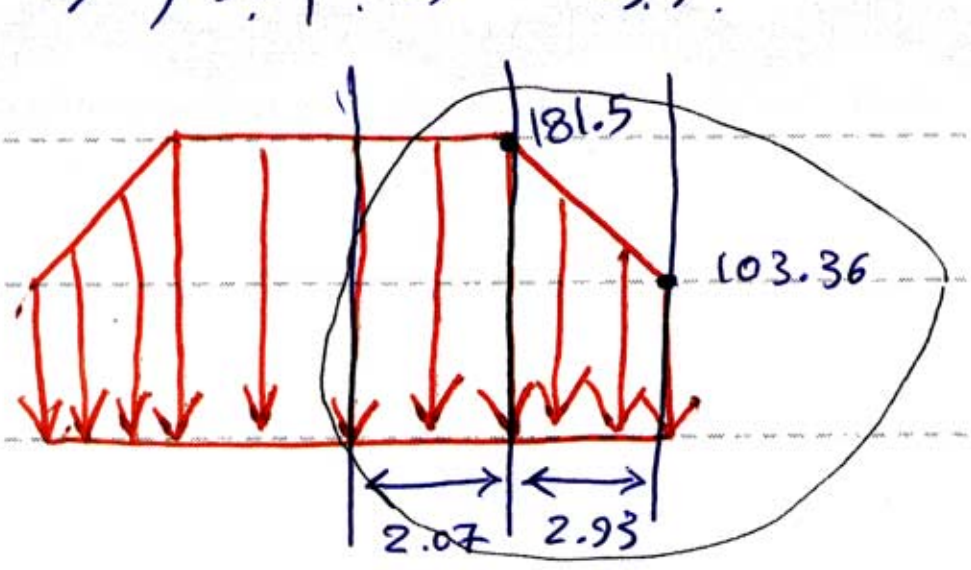


* عرض سقف ② 8 متر است لذا

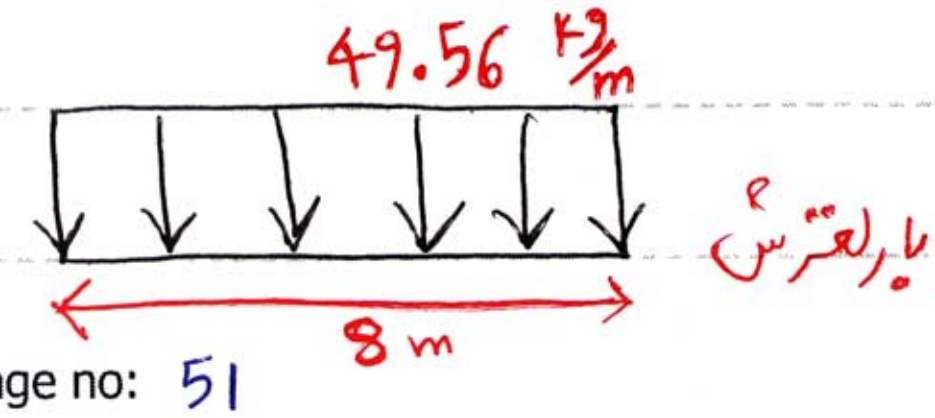
گام هفتم) اثر لغزش برف

سقف بلندتر گنبدی است

بار لغزشی = 50% نصف بار برف متقارن بام بلندتر



$$\%50 \times \left[181.5 \times 2.07 + \frac{181.5 + 103.36}{2} \times 2.93\right] \times \frac{1}{8} = 49.56 \ \frac{kg}{m^2}$$



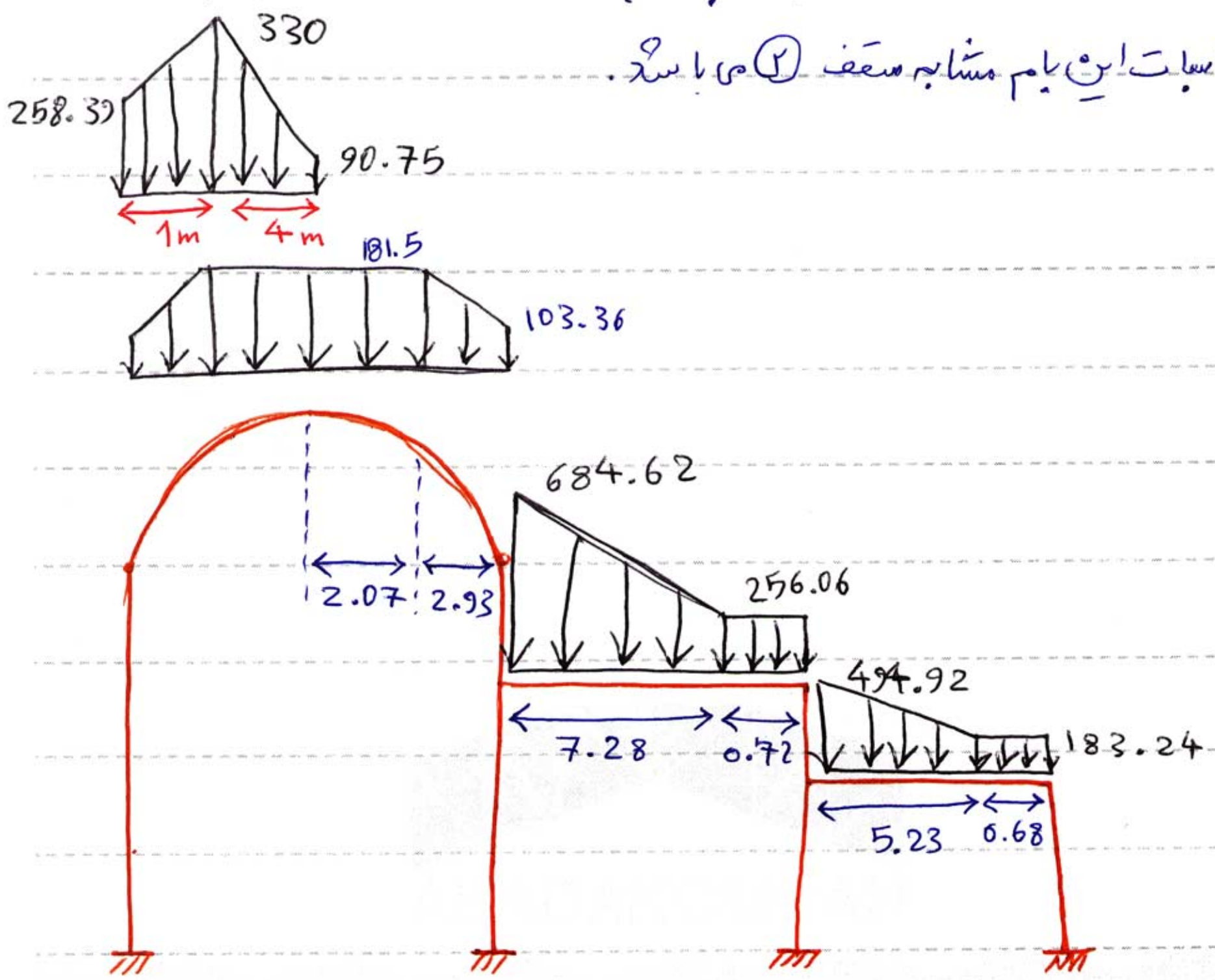
بار لغزشی

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 9 Date. 11

ج) بام شماره ① شامل { بار متقارن / بار برف نامتقارن } می باشد.

محاسبات این بام مشابه سقف ② می باشد.



تکلیف : مسأله شماره ④ کتاب مسکونی را حل کنید

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 9 Date. 18

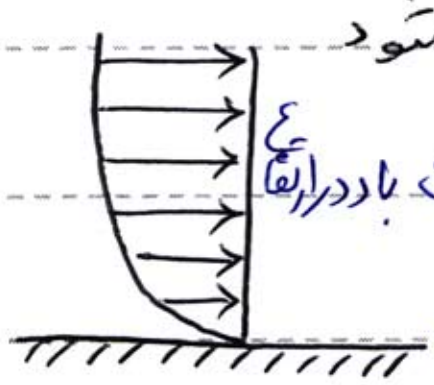
فصل پنجم - بار باد : Wind load «W.L»

بند ۶-۶-۱-۱) عوامل موثر بر نیروی باد :

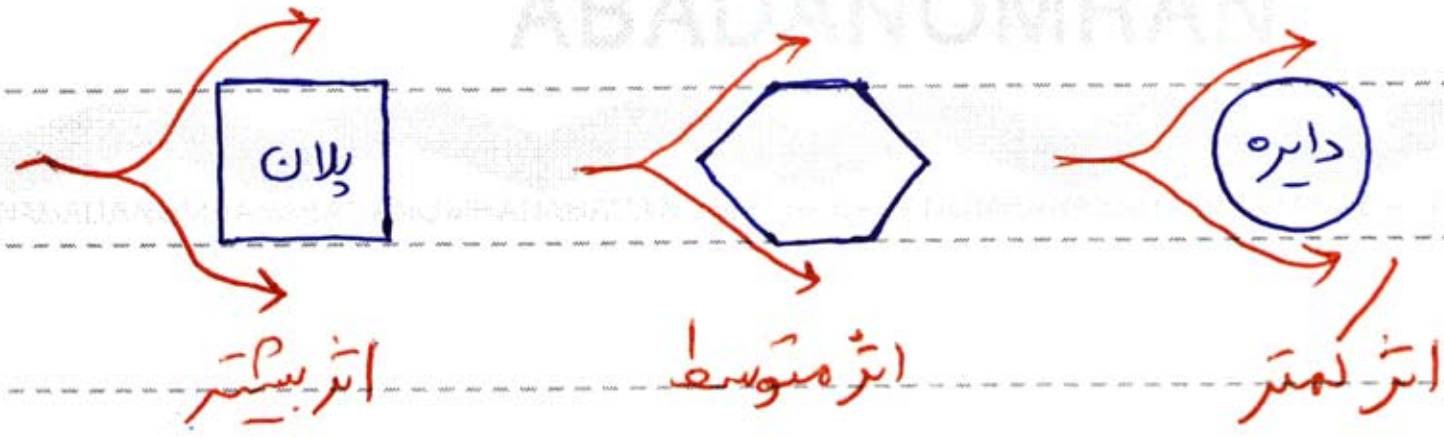
۱- سرعت باد : ← * سبب مستقیم با نیروی باد دارد (یعنی هرچه سرعت باد بیشتر شود نیروی ناشی از آن بیشتر خواهد بود)

* سرعت باد تابعی از مکان و زمان است ، لذا نیروی باد نیز تابعی از مکان و زمان خواهد بود ، پس نیروی باد یک اثر دینامیکی می باشد .

۲- ارتفاع ساختمان : ← * با افزایش ارتفاع اثر باد بیشتر می شود



۳- شکل ساختمان :

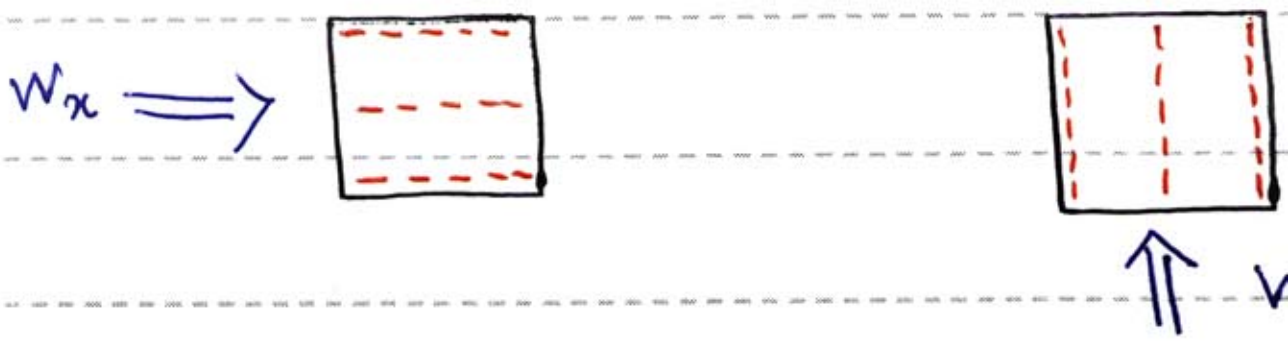


۴- محیط اطراف ساختمان : هرچه محیط اطراف ساختمان شلوغ تر باشد ، اثر باد کمتر خواهد بود .

بند ۶-۶-۱-۲) جهت اعمال نیروی باد : بار باد باید در جهت محورهای اصلی (محور همان ایزی مینیم و ماکزیمم [یا همان محورهای تقارن] بطور عمود همزمان اثر داده شود

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 9 Date. 18



بند ۶-۶-۱-۳) باد یا بار زلزله ؟

* هرکدام که اثر بیشتری داشته باشد اثر داده می‌شود

* باد و بار زلزله نباید با هم جمع شوند

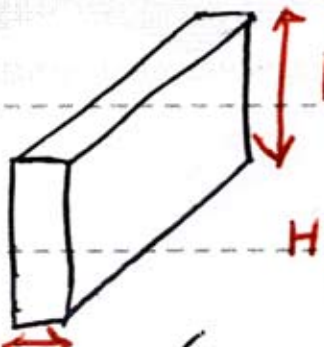
ترکیبات بارگذاری برای Etabs :

$DL + LL \pm W$ باد

$DL + LL \pm E$ زلزله

بند ۶-۶-۱-۴) اعتبار روش استاتیکی محاسبه‌ی نیروی باد :

با آن‌که نیروی باد یک اثر دینامیکی به شمار می‌رود آیین‌نامه در فصل ششم یک روش استاتیکی جهت محاسبه‌ی نیروی باد ارائه کرده است (یعنی ساختمان سرجای خود ساکن است و بار گسترده به وجوه آن وارد می‌شود) این روش برای هر ساختمانی قابل اجرا است بجز سازه های زیر :



الف) ارتفاع ساختمان بیش‌تر از ۱۲۰ متر

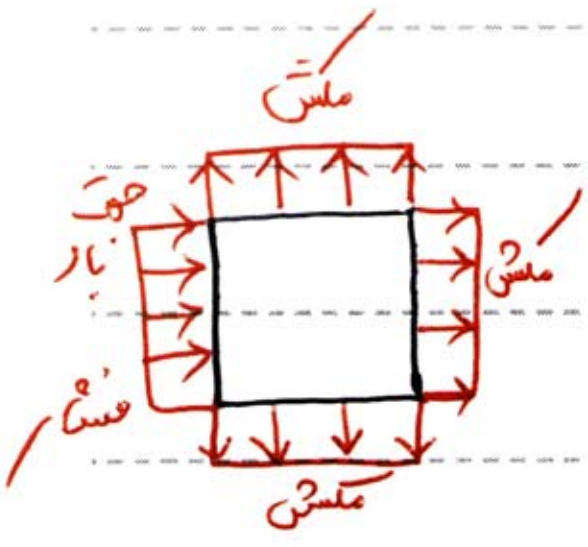
ب) ارتفاع ساختمان بیش‌تر از ۵ برابر عرض

ج) سازه های غیرساختمانی که زمان تناوب ارتعاش طبیعی آنها از یک ثانیه بیشتر است : $T > 1S$ "T" از پیوست ششم آخر کتاب تعیین می‌شود

Subject : بارگذاری

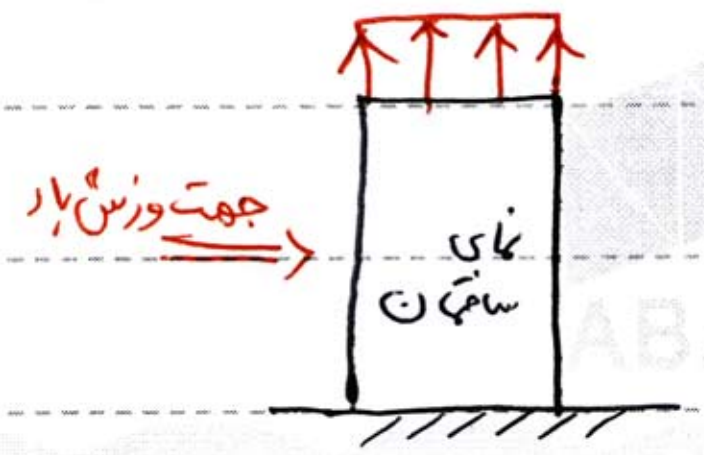
Year : 90 Month. 9 Date. 18

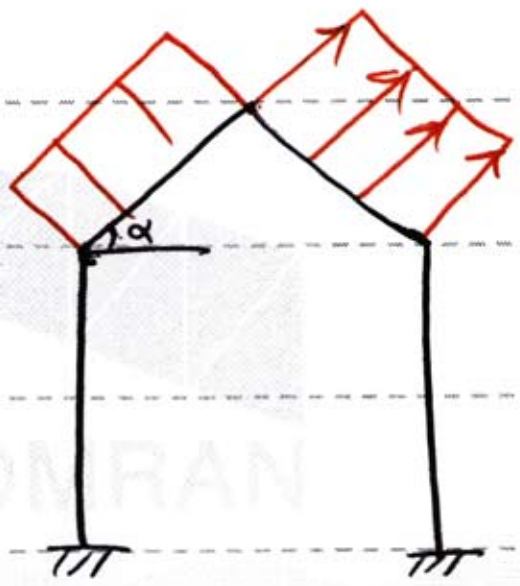
نحوه‌ی تاثیر بار باد بر سمت‌های مختلف ساختمان:



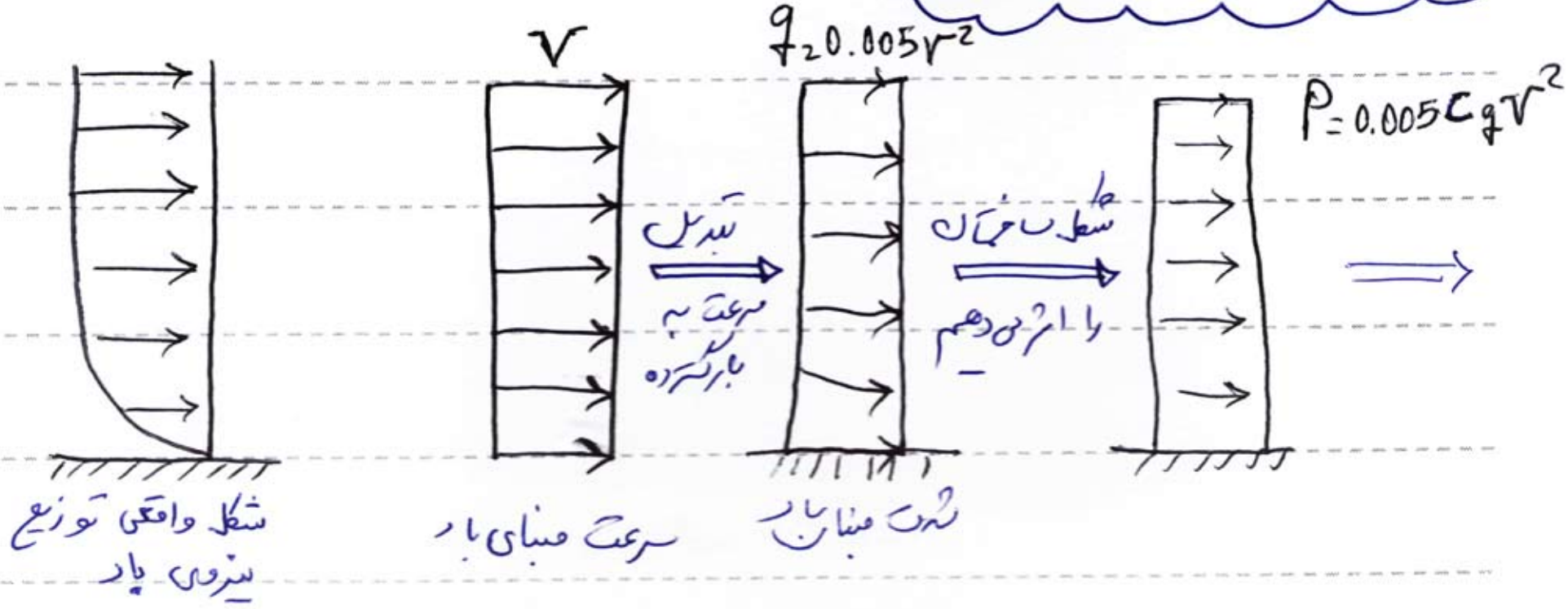
الف) دیوارها
- روبه باد ← فشار
- موازی باد ← مکشی
- پشت به باد ← مکشی

ب) سقف‌ها
- تخت ← مکشی
- شیب دار
  - روبه باد
    - $\alpha < 15°$ ← مکشی
    - $\alpha > 15°$ ← فشار
  - پشت به باد ← مکشی



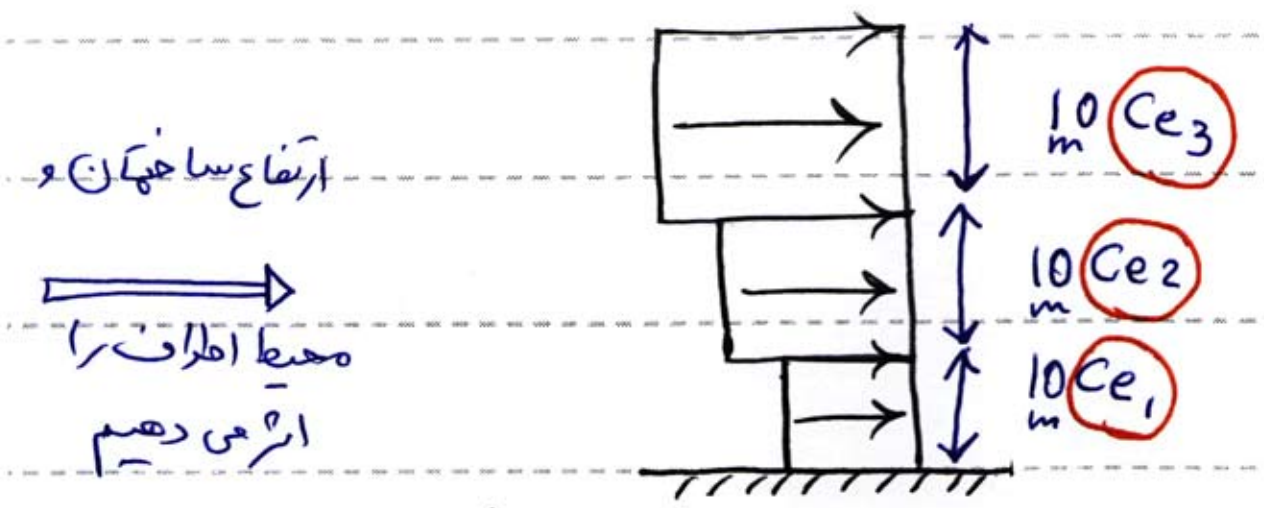


نحوه‌ی محاسبه‌ی بار باد



Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 9 Date. 18



شکل محاسباتی توزیع سرعت باد

با توجه به شکل‌های فوق فشار یا مکش ناشی از باد به صورت یک بار گسترده به ساختمان وارد می شود از فرمول زیر قابل محاسبه است.

$$P = 0.005\ Ce\ Cq\ V^2$$

- V: عامل سرعت
- Cq: عامل شکل
- Ce: عامل محیط اطراف ساختمان

* محاسبه‌ی سرعت مبنای باد (V) ـ بند ۶ـ۶ـ۲

✓ این پارامتر از جدول ۶ـ۶ـ۱ براساس دوره‌ی بازگشت ۵۰ ساله‌ی شهر مورد نظر ارایه شده است.

✓ در صورتی که خودمان سرعت مبنا را تعیین کنیم حداقل مقدار آن $\frac{Km}{hr}$ ۸۰ کیلومتر بر ساعت است

* محاسبه‌ی ضریب اثر تغییر سرعت باد (Ce) ـ بند ۶ـ۶ـ۶

از جدول ۶ـ۶ـ۲ یا از فرمول های {۶ـ۶ـ۴ و ۶ـ۶ـ۵}

* محاسبه‌ی ضریب شکل ساختمان Cq :

در این قسمت برای محاسبه‌ی ضریب Cq مسائل باد را به سه دسته‌ی کلی تقسیم می کنیم :

۱ـ محاسبه‌ی اثر باد بروی سازه‌ی باربر جانبی ساختمان (اسکلت ساختمان)

۲- محاسبه‌ی اثر باد و پوشش سقف ها و دیوارها

۳- محاسبه‌ی اثر باد و سازه های غیرساختمانی (مخازن، دکل ها، تابلوها)

گام به گام محاسبه‌ی اثر باد بروی سازه‌ی اصلی ساختمان :

$$P = 0.005\, C_e\, C_g\, V^2$$

گام اول) محاسبه‌ی سرعت مبنای باد V :

از جدول ۶-۶-۱ تعیین می کنیم

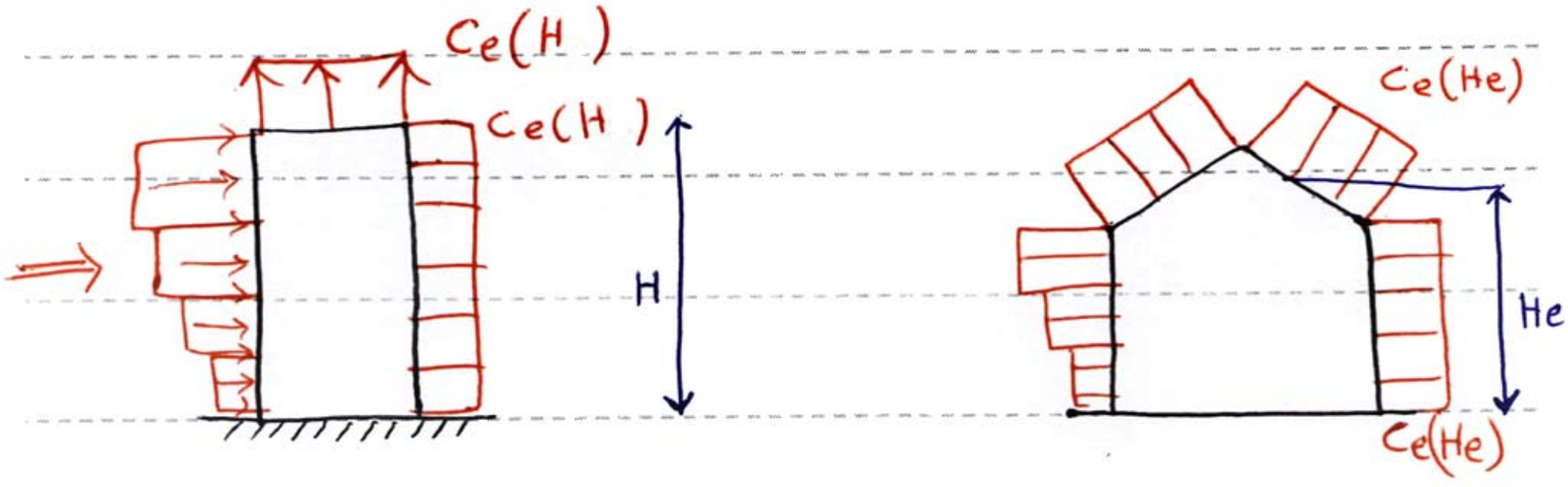
گام دوم) محاسبه‌ی ضریب اثر تغییر سرعت Ce :

از جدول ۶-۶-۲

یا فرمول های {۶-۶-۴ و ۶-۶-۵} تعیین می شود

یا شکل ۶-۶-۱

نکته: مطابق شکل ۶-۶-۱ و بند ۶-۶-۲-۶ مقدار Ce برای دیوار روبه باد متغیر است. مقدار Ce برای دیوار پشت به باد و موازی باد (و سقف) ثابت و برای تراز سقف محاسبه می شود. مقدار Ce برای سقف های شیب دار مربوط به تراز متوسط است.



Subject : بارگذاری

Year : ۹۵ Month. ۹ Date. 18

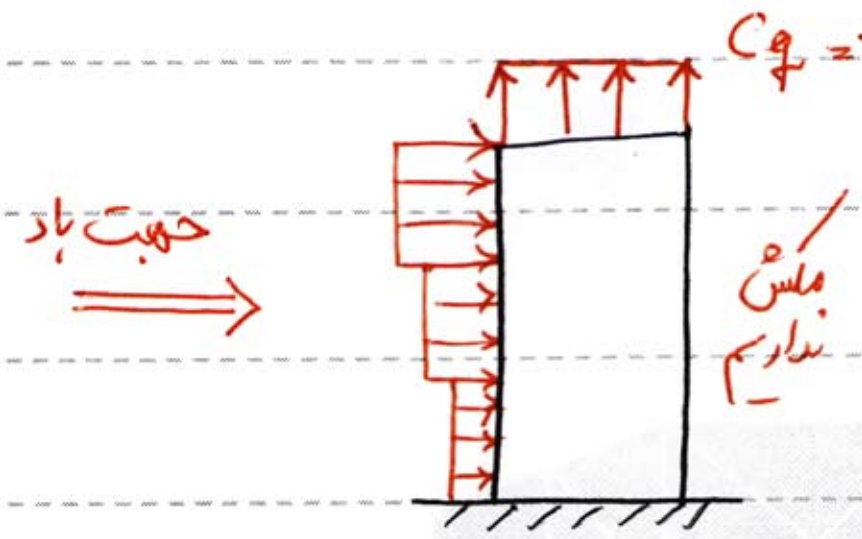
گام سوم) محاسبه‌ی ضریب شکل سازه‌ای C_q

از جدول ۶-۶-۳ بدست می‌آید یا شکل ۶-۶-۲

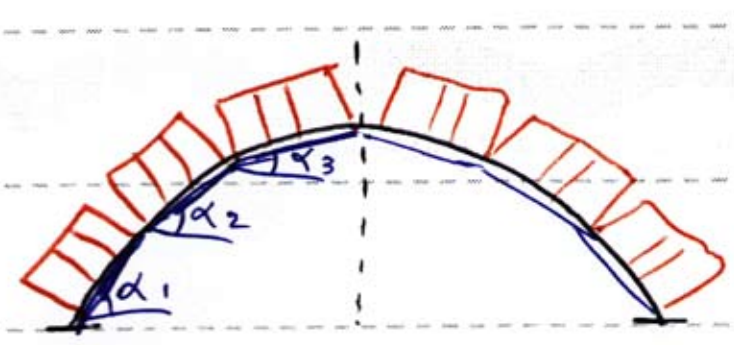
✓ نکته ۱: اگر ساختمان کوتاه تر از ۶۰ متر باشد و سقف آن تخت باشد می‌توان برای دیوارهای پشت به باد، مکش در نظر نگرفت و فقط به دیوار رو به باد فشار اعمال کرد.
بند ۶-۶-۷-۳

در این صورت اگر ارتفاع $\geq$ 12m باشد $\longleftarrow C_q = +1.3$

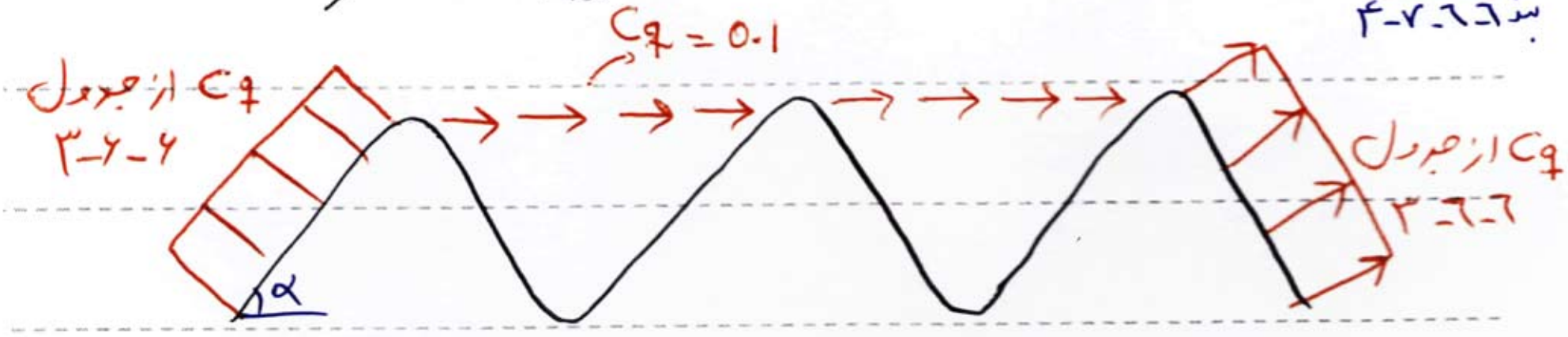
$60 \geq$ ارتفاع $\geq 12 \longleftarrow C_q = +1.4$



✓ نکته ۲: اگر سقف حوضی بود هر نصف قوس را جداگانه به سه بام تخت تقسیم می‌نماییم
بند ۶-۶-۷-۲



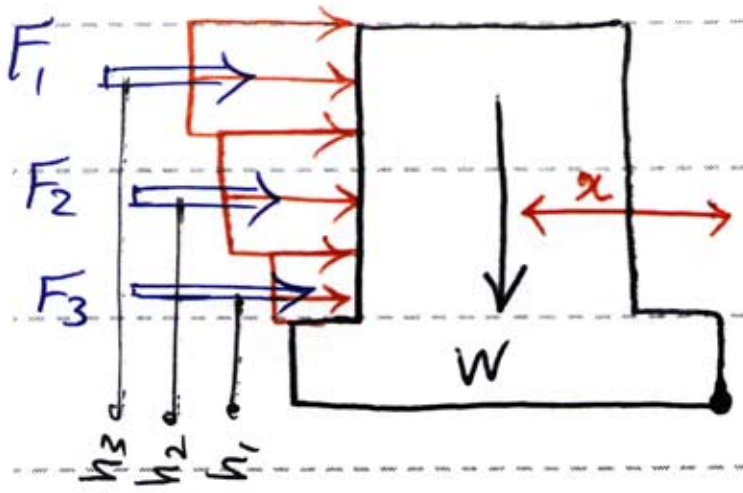
✓ نکته ۳: برای سقف های دندانه ای بار باد به شکل زیر اعمال می‌گردد.
بند ۶-۶-۷-۴



Subject : پارگذاری

Year : 90 Month. 9 Date. 18

گام چهارم) کنترل واژگونی ساختمان:



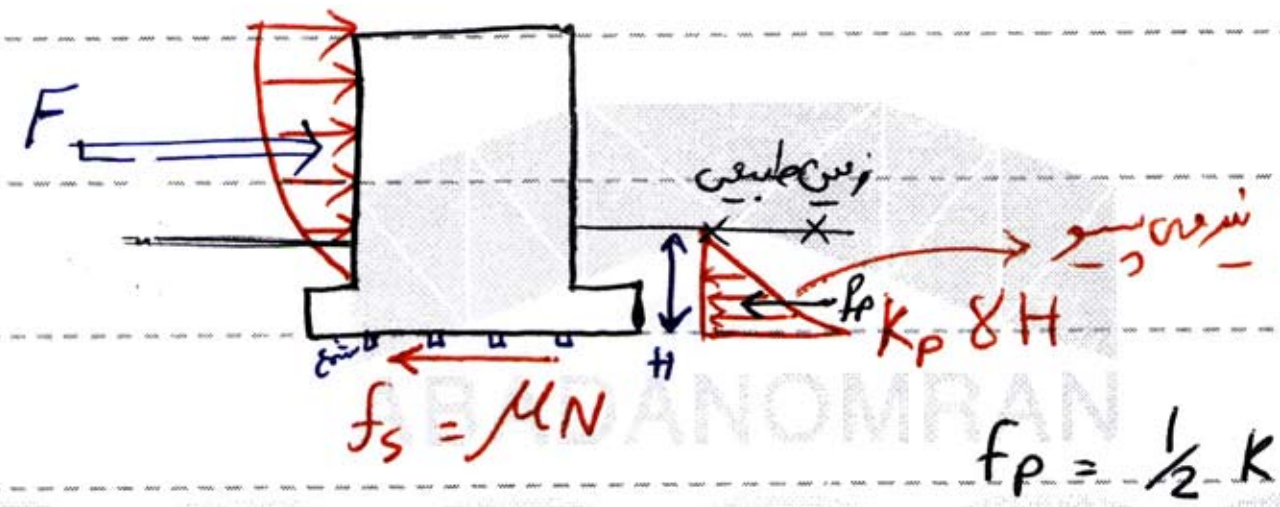
لنگر مقاوم $M = W \times x$

لنگر مخرب $M = F_1 h_1 + F_2 h_2 + F_3 h_3$

ضریب اطمینان در برابر واژگونی $F.S = \frac{\text{لنگر مقاوم}}{\text{لنگر مخرب}} \geq 1.75$

اگر جوابگو نبود وزن پی را افزایش می دهیم.

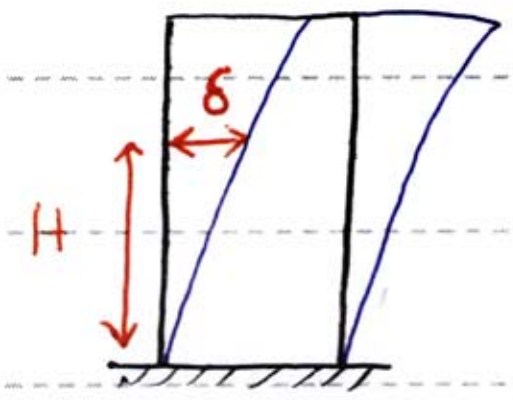
گام پنجم) کنترل لغزش ساختمان:



$f_p = \frac{1}{2} K_p \gamma H^2$

ضریب اطمینان در برابر لغزش $F.S = \frac{f_p + f_s}{F} > 1.5$

گام ششم) کنترل جابجایی ساختمان:



$\frac{\delta}{H} \leq 0.005$

اگر جوابگو نبود سختی قاب ها را با افزایش بادبند یا دیوار برشی بالا می بریم

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 10 Date. 2

محاسبه ی بار باد برای پوشش سقف ها و دیوار ها (بند ۶-۶-۸)

$$P = 0.005\, C_e\, C_q\, V^2$$

C_e و V ما تند قسمت های قبل از جداول (۶-۶-۲) و (۶-۶-۱) تعیین می شود

V (جدول ۶-۶-۱)

C_e ضریب اثر تغییر سرعت که از جداول ۶-۶-۲ یا فرمولها بدست می آید.

$$P = 0.005\, C_e\, C_q\, V^2$$

سرعت — ضریب تقل — ضریب اثر

تعیین C_q :

الف) تعیین C_q برای دیوار ها

بند (۶-۶-۸-۱)

دیوارهای محیطی ساختمان ← $C_q = +1.2$ و -1.4 (حالت مکش / حالت فشار)

این دیوارها فقط فشار وزش باد را تحمل می کنند

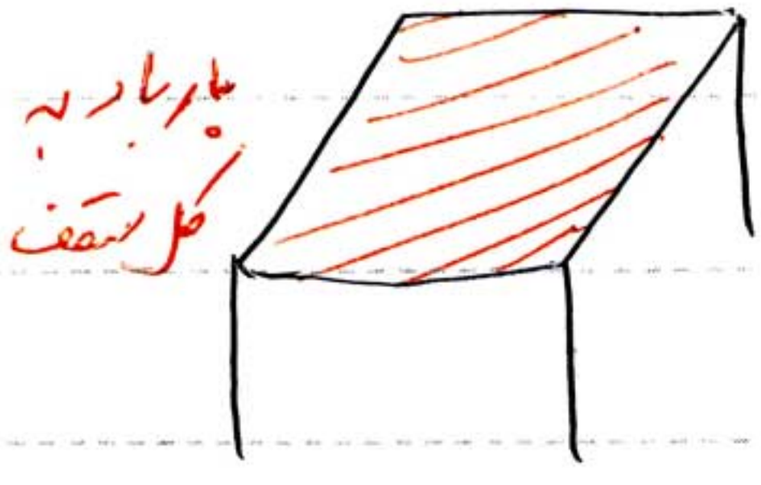
دیوارها در محیط باز $C_q = +1.3$

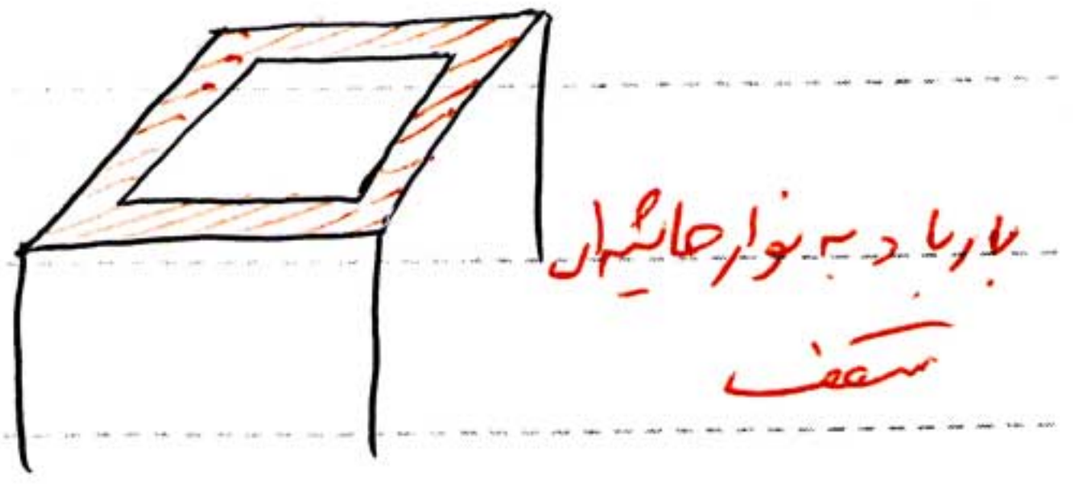
(مثل دیوارهای حیاط و جانپناه بام)

ب) تعیین C_q برای پوشش های سقف ها :

بند (۶-۶-۸-۲)

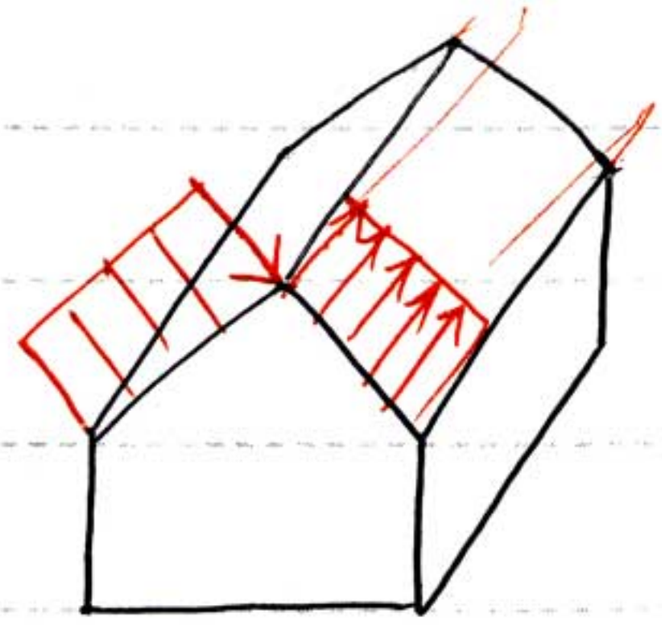
بار باد را باید به دو شکل زیر به سقف اثر دهیم و جواب برای تر انتخاب می شود



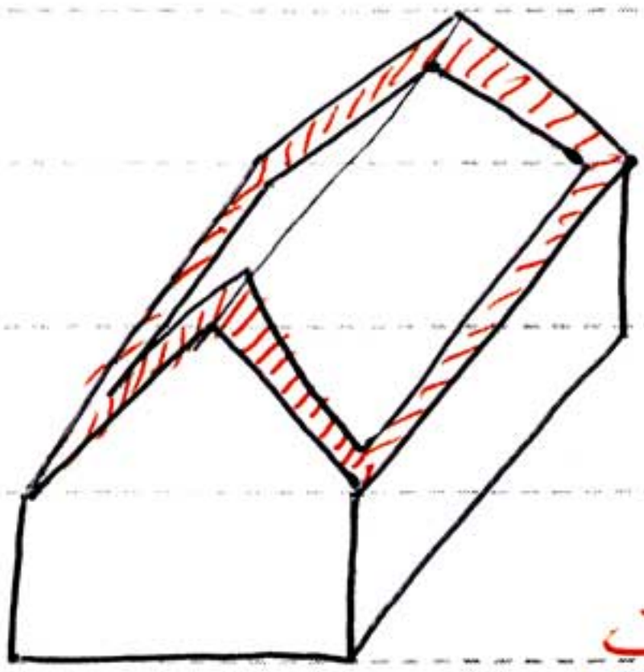


Subject : بارگذاری

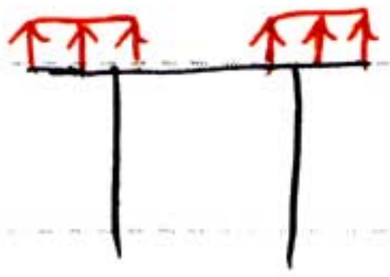
Year : 90 Month. 10 Date. 2

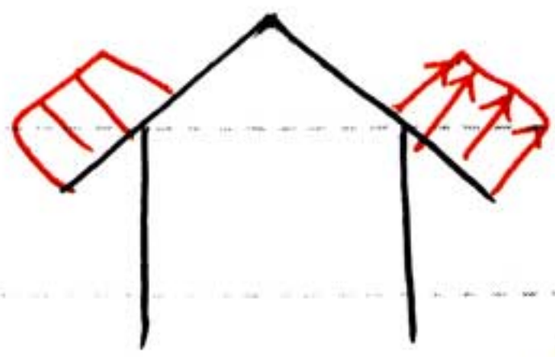


بار باد به کل سقف



بار باد به نوار حاشیه ای سقف





۱- اثر باد را به کل سقف از دهیم C_q از (جدول ۶-۶-۴) بدست می آید.

(بصورت فشار یا مکش)

C_q			α
روبه باد ← -1.4 → پشت به باد			$\alpha < 15^\circ$
+0.8	↓	-1.2	$15 < \alpha < 30$
+1.4	↓	-1.4	$30 < \alpha < 45$
+1.2	↓	-1.4	$\alpha > 45$

وجوه روبه باد

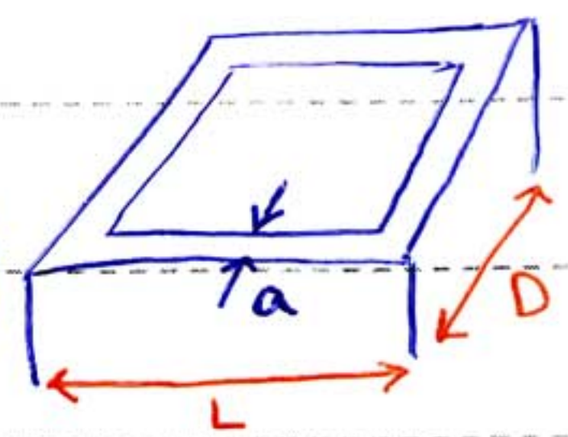
وجوه پشت به باد

۲- اگر باد باد را به نوار حاشیه ای سقف وارد کنیم در این حالت تنها مکش در نظر گرفته می شود

$C_q = -2.5$ ← $\alpha < 30$

$C_q = -1.6$ ← $30 < \alpha < 45$

$a = \min \{ 0.1D \text{ و } 0.1L \text{ و } 3m \}$



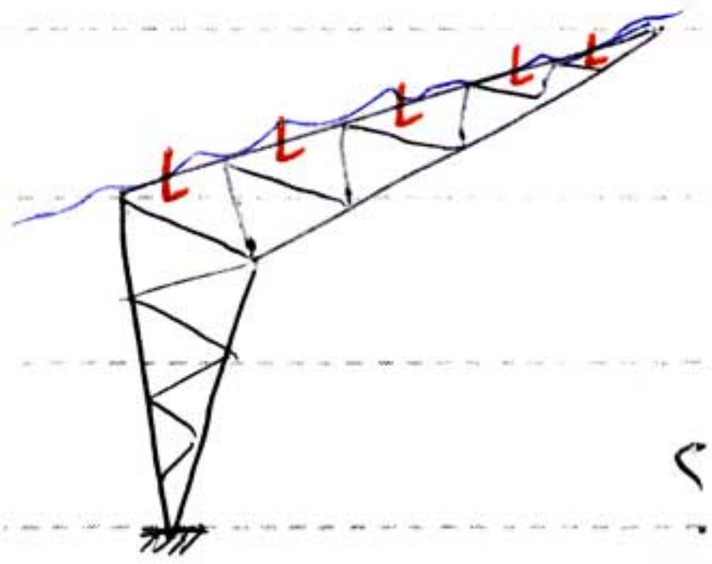
به شکل (۶-۶-۳) رجوع شود ص۴۱۰

مثال) برای پارکینگ شکل زیر مطلوب است:

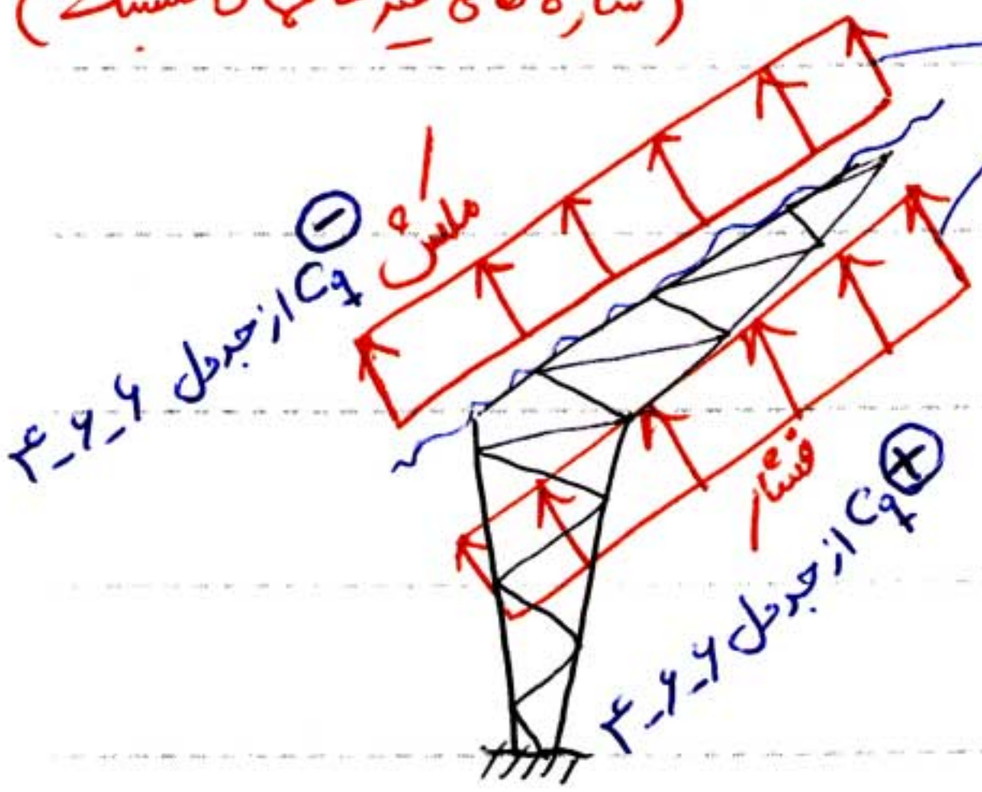
الف) تأمین نحوه ی اثر نیروهای بار؟

ب) متناسب پارکینگ چگونه باید طراحی شود؟

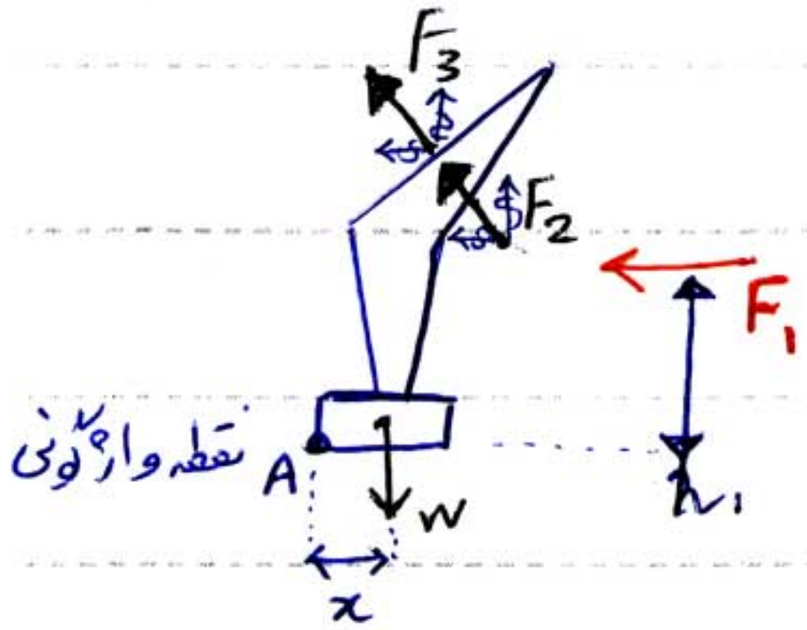
ج) اتصالات سقف پارکینگ چگونه طراحی می شود؟



حل الف) بار باد به دو قسمت وارد می شود { پوشش سقف ← دسته دوم مسائل باد ; بدنه ی جانبی ← دسته سوم مسائل باد (سازه های غیر ساختمانی مشبک)



حل ب) طراحی ابعاد فونداسیون : به گونه ای انجام می شود که سازه واژگون نگردد



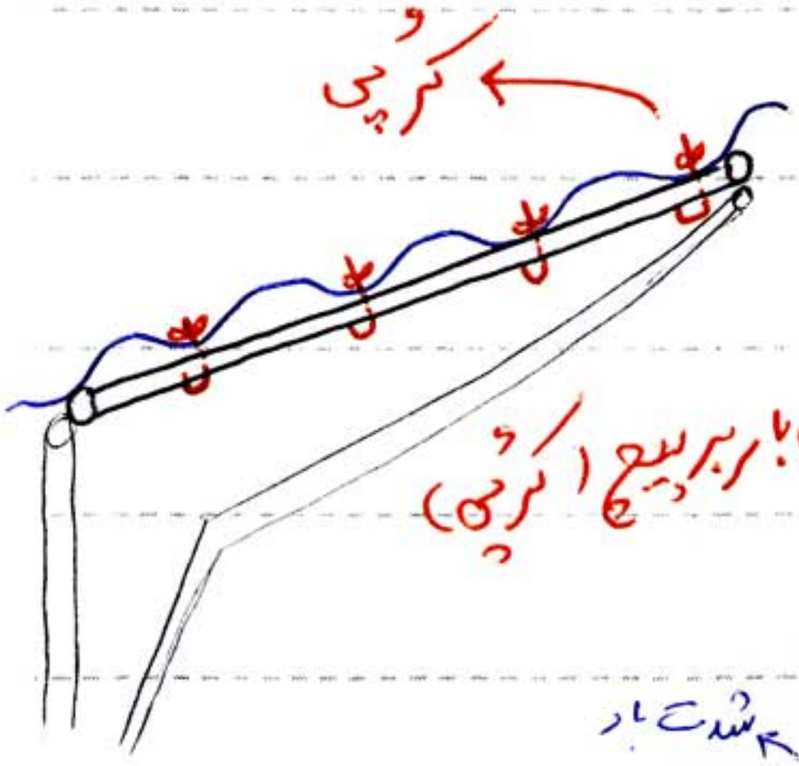
لنگر مقاوم = W × x

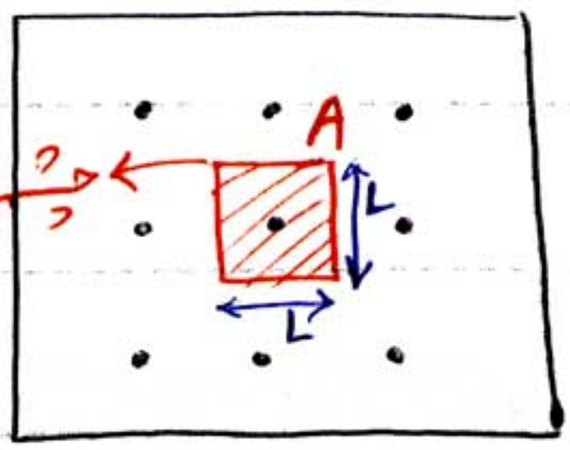
لنگر واژگونی M = F1 h1 + F2 × h2 + ...

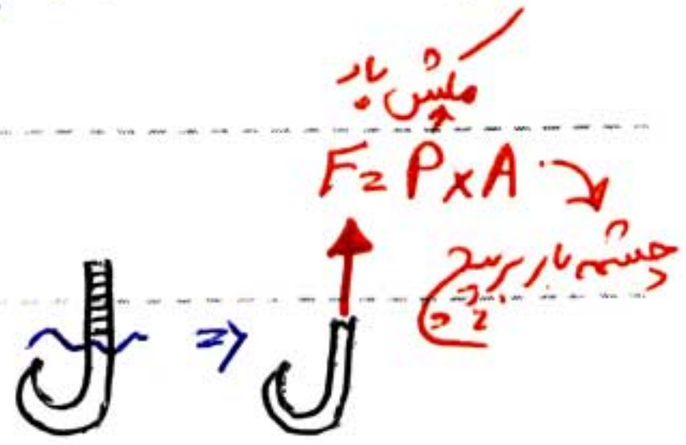
$$F.S = \frac{M_{مقاوم}}{M_{محرب}} = 1.75 \rightarrow W_2 ?$$ ابعاد پی ها

« - وزن بتن 2400 کیلوگرم در متر مکعب »

حل ج) طراحی فواصل پیچ ها و تعداد آن ها :







$$\begin{cases} f_t \leq F_t \\ \frac{F}{A_{bolt}} \leq 0.33 F_u \end{cases}$$

فاصله پیچ ها $L = ? \leftarrow \frac{P \times L^2}{A_b} \leq 0.33 F_u$

* محاسبه ی بار باد برای سازه های غیر ساختمانی *

نکته ① : برای سازه های غیرساختمانی مکش نداریم

نکته ② : سازه های غیرساختمانی به سه دسته تقسیم می گردند :

1- سازه های توپر : سیلو ها ، مخازن ، دودکش ها و ...

2- سازه های مشبک : دکل ها ، برج های مخابراتی

3- کابل ها

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 10 Date. 2

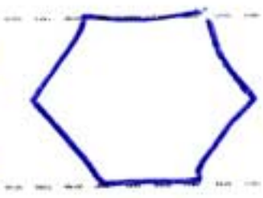
نکته : فشار ناشی از باد برای سازه های غیرساختمانی :

$$P = 0.005\, C_e\, C_q\, V^2$$

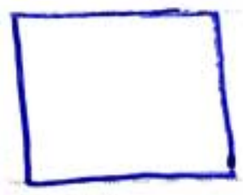
C_e و V از جدول ۱-۶-۶ و ۲-۶-۶ تعیین می شود

الف) محاسبه ی C_q برای سازه های توپر (بند ۶-۶-۹-۱)

مقدار C_q با توجه به شکل پلان تعیین می شود.

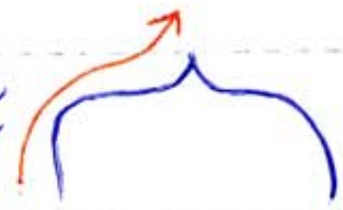


n ضلعی منتظم $C_q = +1.1$



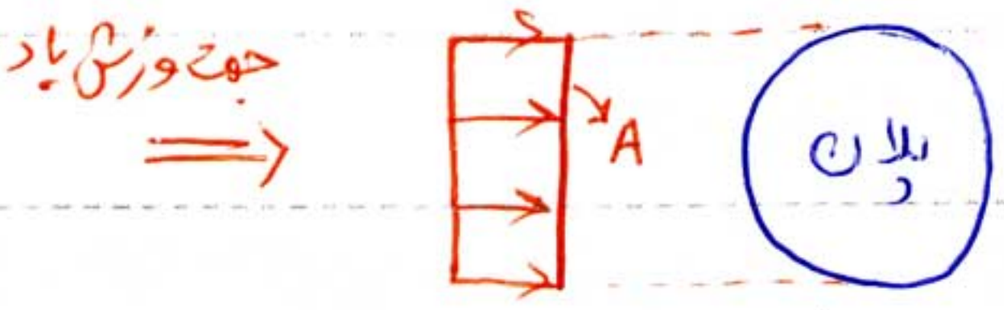
مربع یا مستطیل $C_q = +1.4$

دایره یا بیضی $C_q = +0.8$

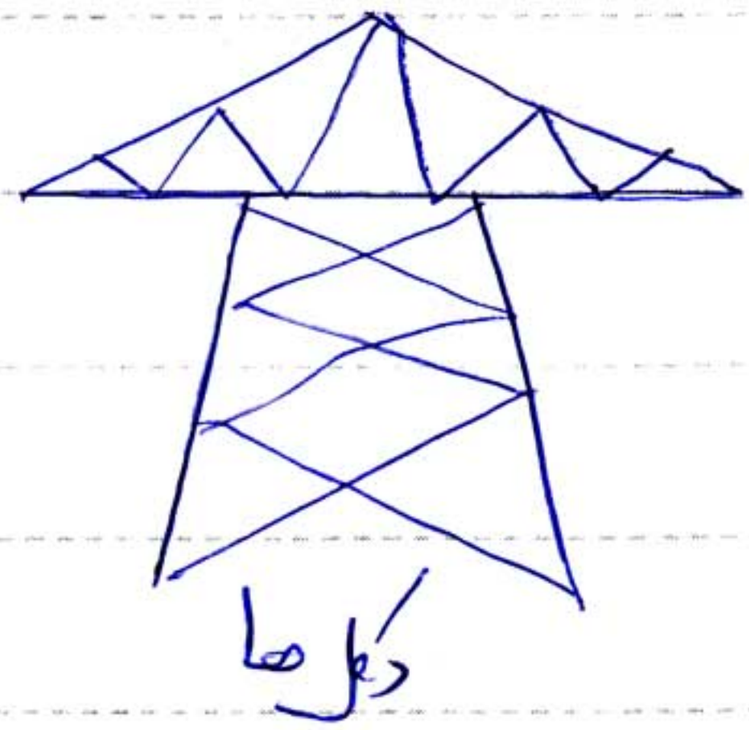


سازه های کندی $C_q = +0.6$

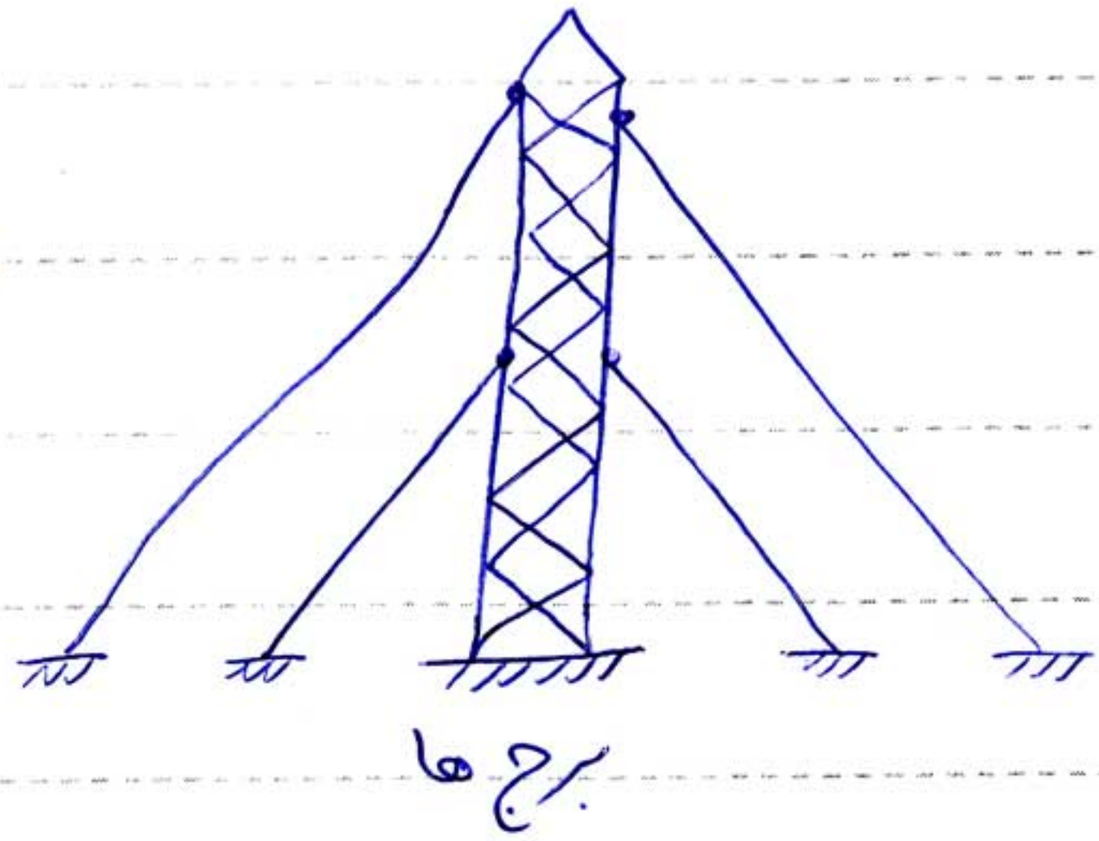
نکته : برای سازه های توپر بار باد به صفحه ی قائم عمود بر جهت باد وارد می شود



ب) بار باد برای سازه های شبکه ای (ضریب C_q) (بند ۶-۶-۹-۲)



دکل ها



برج ها

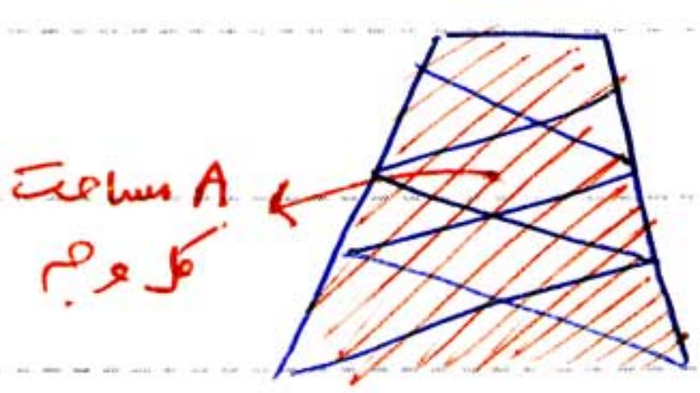
Subject : بارگذاری

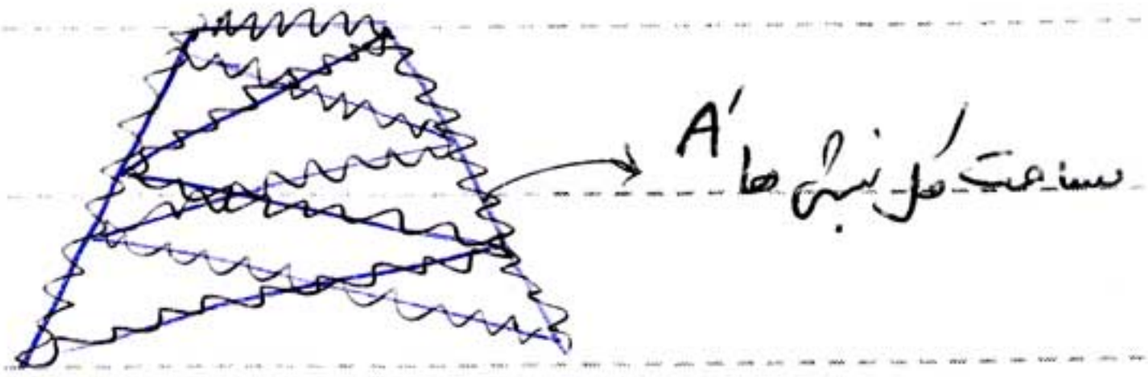
Year : 90 Month. 10 Date. 2

پلان مربع یا مستطیل ← $C_q = 4e^2 - 5.9e + 4$

پلان مثلث ← $C_q = 3.4e^2 - 4.7e + 3.4$

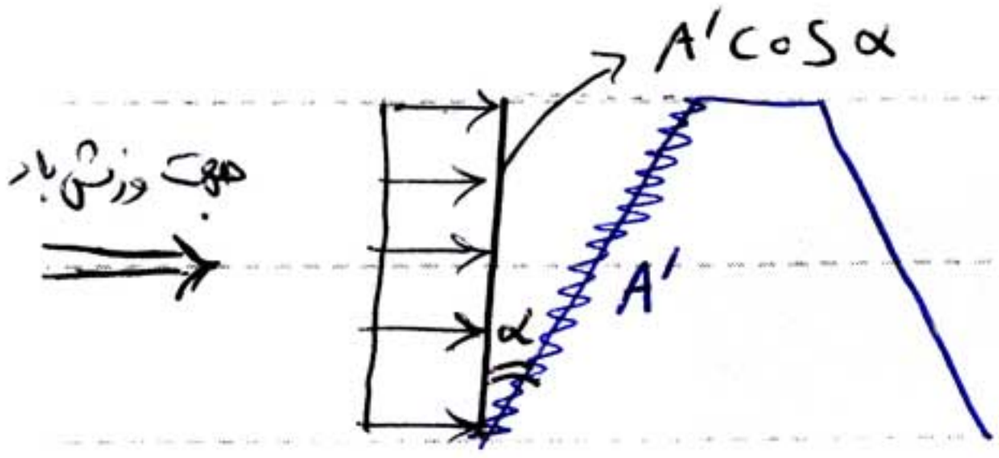
$$e = \frac{A'}{A} = \frac{\text{مساحت بتنی های وجه رو به باد}}{\text{مساحت کل وجه رو به باد}}$$





نکته ① : اگر اعضای کل لوله‌ای بودن C_q را 33 درصد کاهش میدهیم $C_q = C_q \times 0.67$

نکته ② : برای محاسبه ی برآیند نیروی باد تصویر سطح بتنی ها را بر صفحه‌ی قائم عمود بر جهت قائم باد در نظر می گیریم

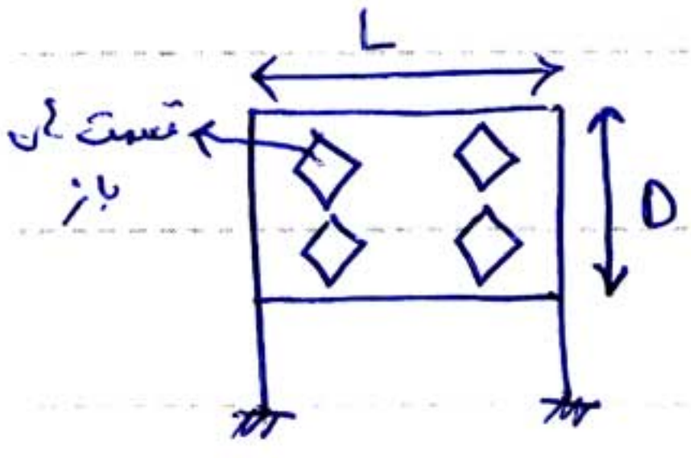


$$F = P \times A' \cos\alpha$$

نکته ③ : برای سازه های شیب بار بار برد وجه رو به باد اثر داده می شود

$$F = 2 P A' \cos\alpha \Rightarrow$$

ج) ضریب C_q برای تابلوها بند (۶-۶-۹-۴)



A مساحت کل تابلو $= D \times L$

A' مساحت قسمت باز تابلو = سوراخ ها ◇◇...

اگر $\frac{A'}{A} < 0.25 \longrightarrow C_q = +1.5 \longrightarrow F = P \times A$ ← مساحت کل تابلو ← شدت باد

تابلو را باد به کل تابلو اثر داده می شود

اگر $\frac{A'}{A} > 0.25 \longrightarrow C_q = +2 \longrightarrow F = P \times (A - A')$

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 10 Date. 2

مثال) شکل مقابل پلان یک ساختمان ۸ طبقه مسکونی را در مرکز شهر اهواز نشان می دهد، ارتفاع طبقات ۳/۵ متر فرض می شود، جهت کنترل نیروی باد در جهات x و y مهاربندی تعبیه شده است، مطلوب است:

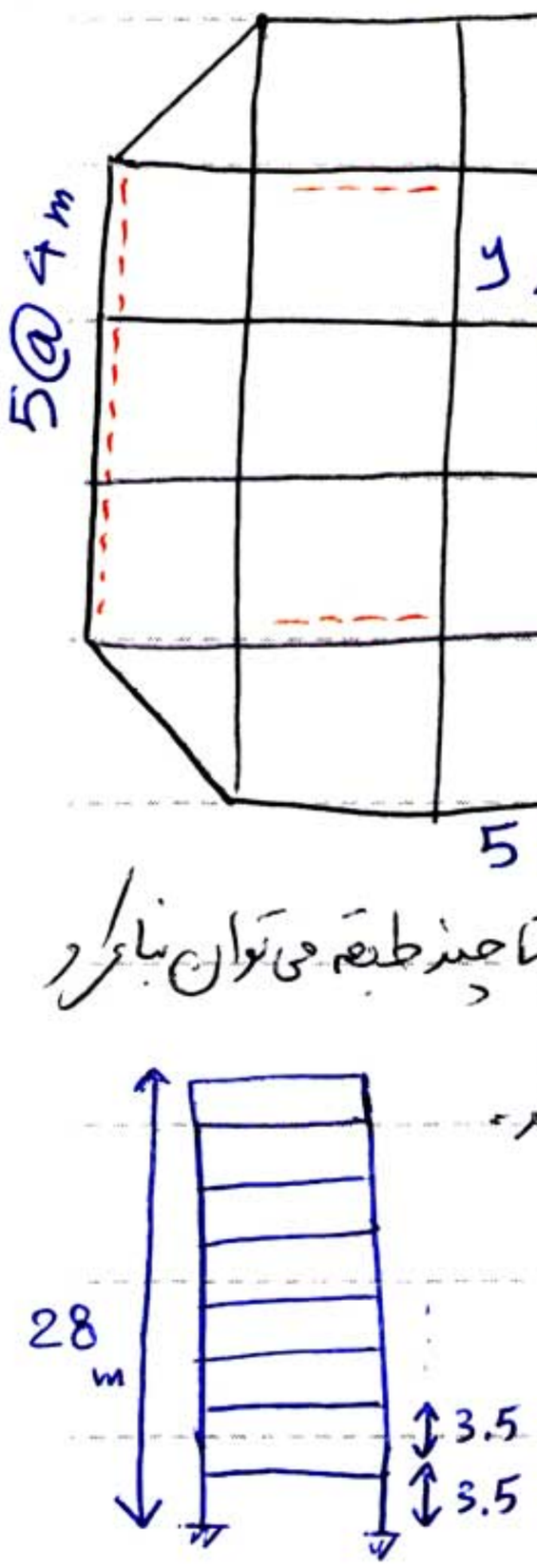
الف) بارگذاری باد در دو جهت

ب) کنترل واژگونی ساختمان

بار مرده بام $550 \frac{kg}{m^2}$

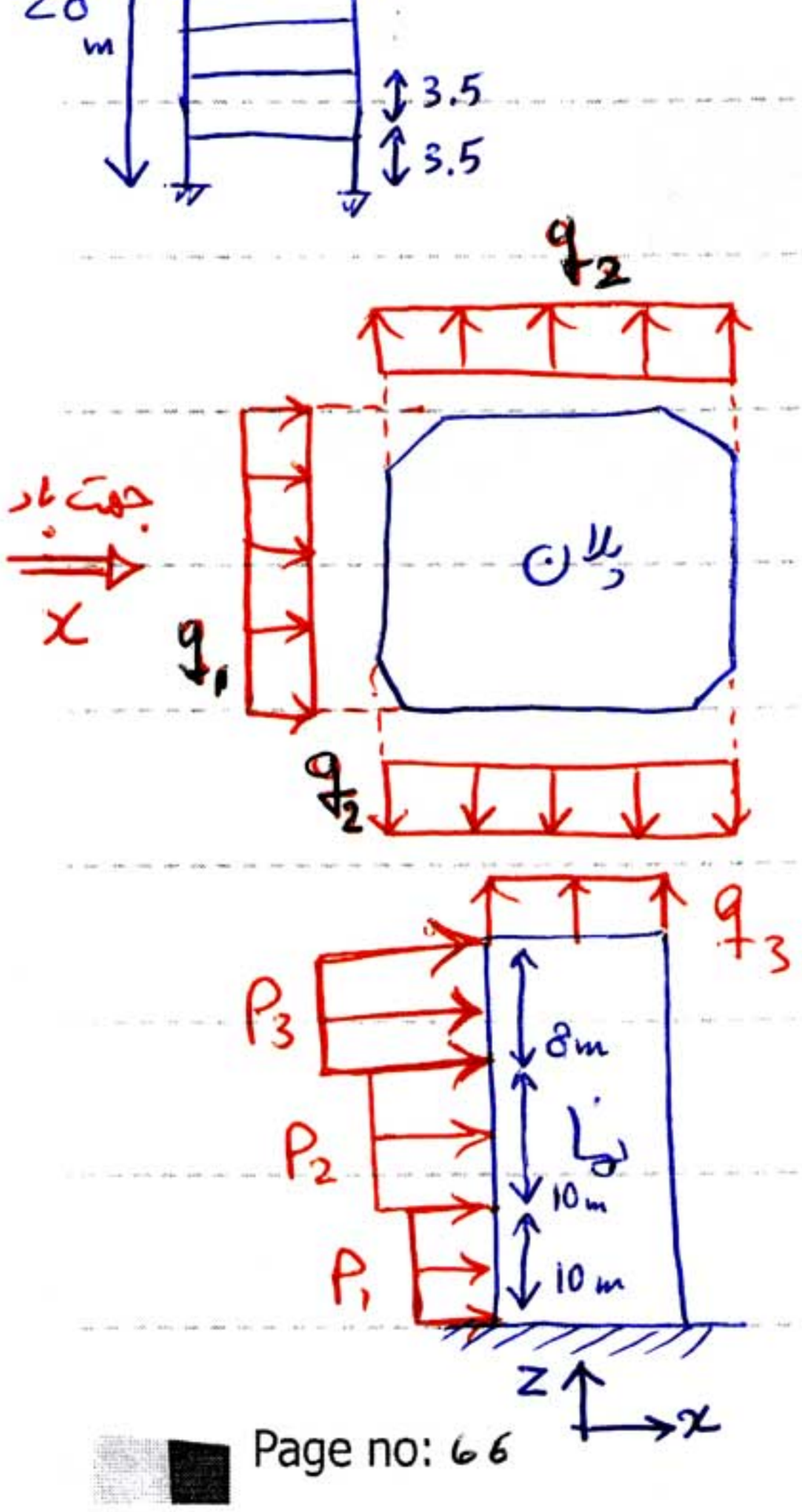
بار مرده طبقات $500 \frac{kg}{m^2}$

ج) این ساختمان را حداکثر تا چند طبقه می توان بنا کرد که از نظر واژگونی پایدار باشد.



حل الف) محاسبه ی بار باد در جهت x:

چون ارتفاع ساختمان از ۶۰ متر کمتر می باشد و بام آن تخت می باشد، طبق بند ۶-۶-۷-۲ می توان برای وجه پشت به باد از مکش صرف نظر کرد و برای وجه رو به باد C_q را برای این بند قرائت داد.



* محاسبه ی بار باد برای بام:

بام (تراز سقف) 20-30m $\begin{cases} V = 110 \frac{km}{hr} \\ Ce = 2.1 \end{cases}$

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 10 Date. 2

از جدول (۴-۶-۳) $C_q = -0.7$ (بام تخت)

$$q_3 = 0.005\, C_e\, C_q\, V^2$$

$$q_3 = 0.005 \times 2.1 \times 0.7 \times (110)^2 = 88.93 \ \frac{kg}{m^2}$$

- محاسبه‌ی بار باد برای دیوارهای موازی

$$\begin{cases} V = 110 \ \frac{km}{hr} \\ C_e = 2.1 \ ,\ C_q = -0.7 \end{cases}$$

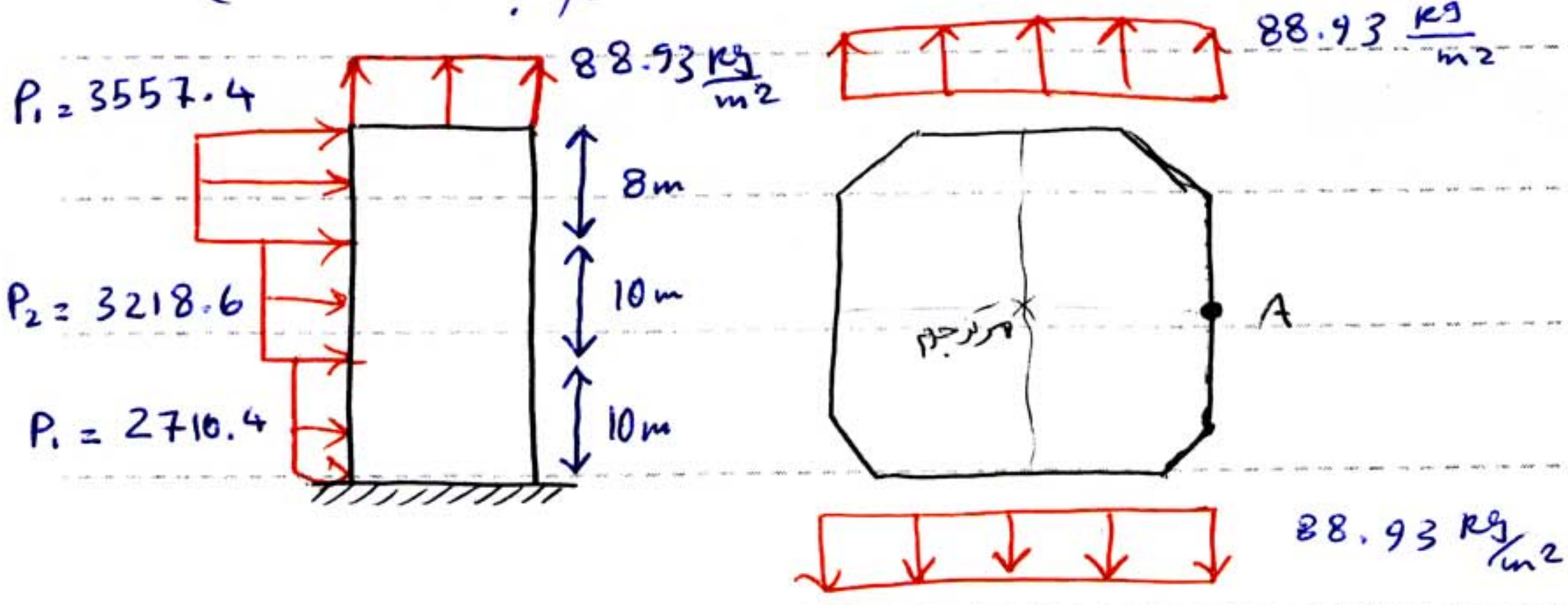
جدول ۳-۶-۶ — برای 20-30 متر

$$\Rightarrow q_2 = 88.93 \ \frac{kg}{m^2}$$

- محاسبه‌ی بار باد برای دیوار رو به باد:

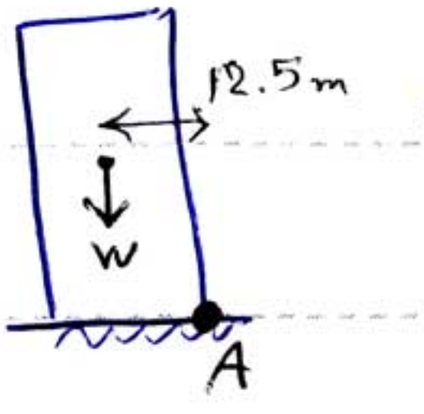
سرازطبقه	V	C_q	C_e	$P = 0.005\, C_e\, C_q\, V^2 \left(\frac{kg}{m^2}\right)$	$P \times 20$ kg/m
۲۰-۲۸	110	1.4	2.1	177.87 $\frac{kg}{m^2}$	3557.4
۱۰-۲۰	110	1.4	1.9	160.93 $\frac{kg}{m^2}$	3218.6
۰-۱۰	110	1.4	1.6	135.52 $\frac{kg}{m^2}$	2710.4

۳۲۰ (از بند ۲-۷-۶-۲)



$$\text{Solid } A = 20 \times 25 - 2 \times 4 \times 5 =$$

$$= 460\ m^2$$



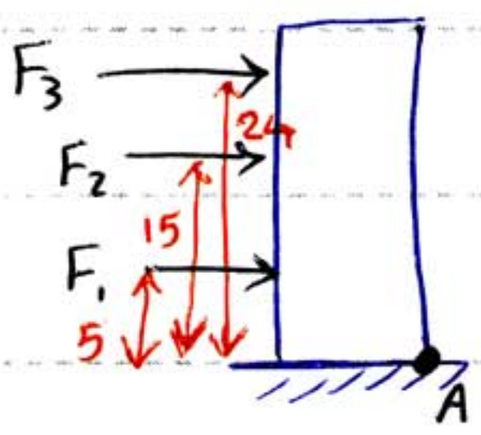
x عرض دیوار / سطح دیوار

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 10 Date. 2

$$M_{مقاوم} = W \times x = \left[\left[(550 + 7\times 500)\right]\times 460\right]\times 12.5$$

$$\rightarrow M_{مقاوم} = 23287500 \ kg.m$$



$$M_{مخرب} = \underbrace{P_1 \times 10}_{F_1} \times 5 + \underbrace{P_2 \times 10}_{F_2} \times 15 + \underbrace{P_3 \times 8}_{F_3} \times 24$$

$$\rightarrow M_{مخرب} = 1301330 \ kg.m$$

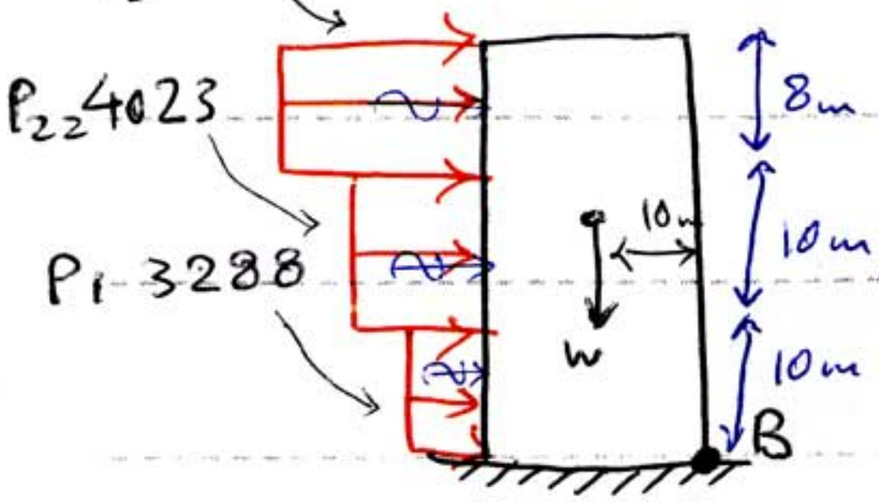
$$F.S = \frac{M_{مقاوم}}{M_{مخرب}} > 1.75 \rightarrow \frac{23287500}{1301330} = 17.89 > 1.75 \ \underline{ok}$$

ب) محاسبه ی نیروی باد در جهت y : بام و دیوارهای معماری کاملا "نیاز" است.

به علت مشابه بودن محاسبات با جهت x فقط نتایج را می نویسیم

$$M_{مقاوم} = (550 + 7\times 500)\times 460 \times 10$$

$P_3 = 4446.75 \ \frac{kg}{m}$



$$M_{مقاوم} = 18630000 \ kg.m$$

$$M_{مخرب} = P_1\times 10\times 5 + P_2\times 10\times 15 + P_3\times 8\times 24$$

$$M_{مخرب} = 1626663.5 \ kg.m$$

ضریب اطمینان در برابر واژگونی $F.S = \frac{M_{مقاوم}}{M_{مخرب}} = \frac{18630000}{1626663.5} = 11.45 > 1.75 \ \underline{ok}$

چون ضریب اطمینان در جهت y برای واژگونی عدد کوچکتری بدست آمد لذا ساختمان از نظر واژگونی در جهت y بحرانی تر است

ج) حداکثر ارتفاع ساختمان که از نظر واژگونی مشکل نداشته باشد؛

در جهت y $F.S = \frac{M_{مقاوم}(z)}{M_{مخرب}(z)} = 1.75 \rightarrow \quad z = ?$

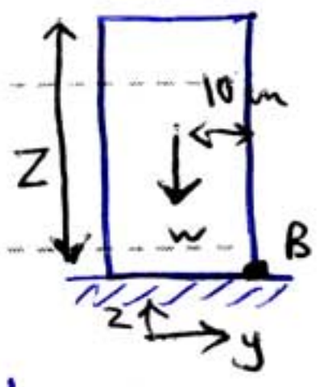
Subject : طراحی

Year : 90 Month. 10 Date. 2

* محاسبه لنگر مقاوم:

$$\text{مقاوم } M = W \times X = \left[550 + 500\left(\frac{Z}{3.5} - 1\right)\right] \times 460 \times 10$$

$$\text{مقاوم } M = 657142.85\ Z + 230000$$



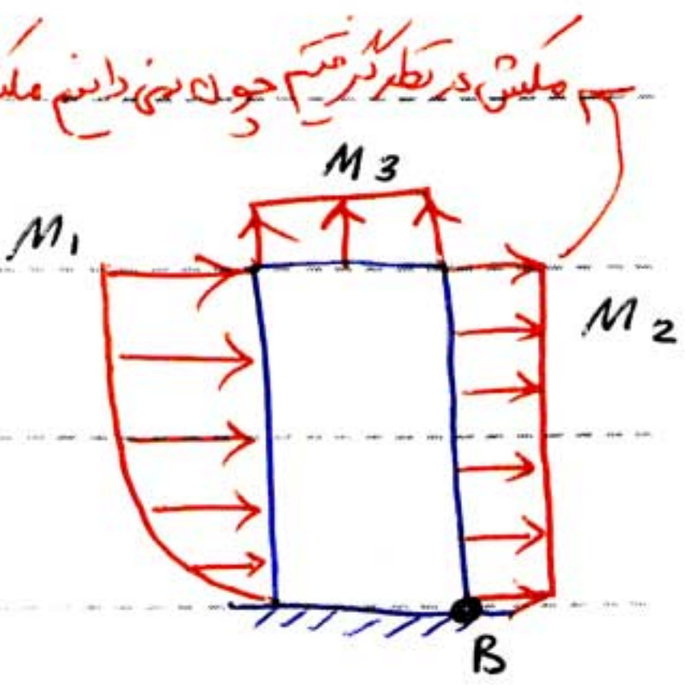
* محاسبه‌ی لنگر مخرب: لنگر مخرب از سه جزء M_1، M_2 و M_3 تشکیل شده است

* محاسبه‌ی M_1

فشار در نظر گرفته شده چون نمی‌دانیم مکش داریم یا نه!

$$P_1 = 0.005\ C_e\ C_q\ V^2$$

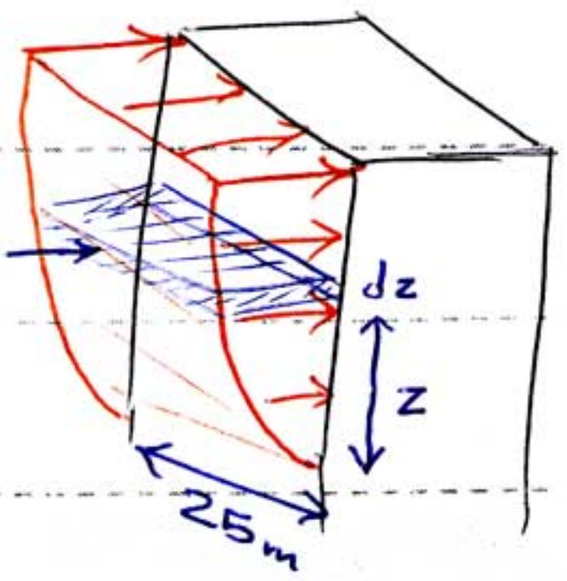
$$P_1 = 0.005 \times \underbrace{1.6\left(\frac{Z}{10}\right)^{0.24}}_{C_e} \times \underbrace{0.8}_{C_q} \times (110)^2$$



$$dM_1 = dF \times Z \rightarrow M_1 = \int_0^Z dM_1$$

$$dF = P_1 \times dz \times 25$$

$$dM_1 = P_1 \times 25 \times Z \times dz \rightarrow M_1 = \int_0^Z P_1 \times 25 \times Z \times dz$$



$$M_1 = \int_0^Z 25 \times 0.005 \times 0.8 \times 1.6 \times \left(\frac{Z}{10}\right)^{0.24} \times (110)^2 \times Z\ dz$$

$$\rightarrow M_1 = \int_0^Z 1114.05\ Z^{1.24}\ dz = 1114.05 \frac{Z^{2.24}}{2.24}$$

$$\rightarrow M_1 = 497.34\ Z^{2.24}$$

* محاسبه‌ی M_2:

$$M_2 = P_2 \times Z \times 25 \times \frac{Z}{2}$$

$$M_2 = 0.005 \times 1.6 \times \left(\frac{Z}{10}\right)^{0.24} \times 0.5 \times (110)^2 \times Z \times 25 \times \frac{Z}{2} = 348.14\ Z^{2.24}$$

$$M_3 = 0.005 \times 1.6 \left(\frac{Z}{10}\right)^{0.24} \times 0.7 \times (110)^2 \times 460 \times 10 = 179362.33\ Z^{0.24}$$

Subject : بارداری

Year : 90 Month. 10 Date.2

$$M = M_1 + M_2 + M_3 = 845.48\,Z^{2.24} + 179362.33\,Z^{0.24}$$

$$\frac{\text{مقاوم } M}{\text{مؤثر } M} = 1.75 \rightarrow \frac{657142.85\,Z + 23\times10^4}{845.48\,Z^{2.24} + 179362.33\,Z^{0.24}} = 1.75$$

$$\rightarrow 1479.59\,Z^{2.24} - 657142.85\,Z + 313884.08\,Z^{0.24} - 23\times10^4 = 0$$

روش نیوتن رافسون ---- $Z_1 = Z_0 - \frac{F(Z)}{F'(Z_0)}$ $F(Z) = 0$

از معادله بالا: $Z = 135.5$ m حداکثر ارتفاع تئوریک سازه

$$\text{حداکثر تعداد طبقات} = \frac{135.5}{3.5} = 38.7 \rightarrow$$

حداکثر 38 طبقه

تکلیف آخر مخزن آبی مطابق شکل مقابل

مفروض است، ظرفیت آن $400\ m^3$ می‌باشد، ارتفاع

وزن تانک خالی در حدود 220 ton و بقیه‌ی اجزاء

آن (ستون‌ها و مهارها) 120 ton باشد، با بارگذاری

تانک را در مقابل واژگونی بررسی و کنترل کنید.