Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 7 Date. 15

ABADANOMRAN

*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

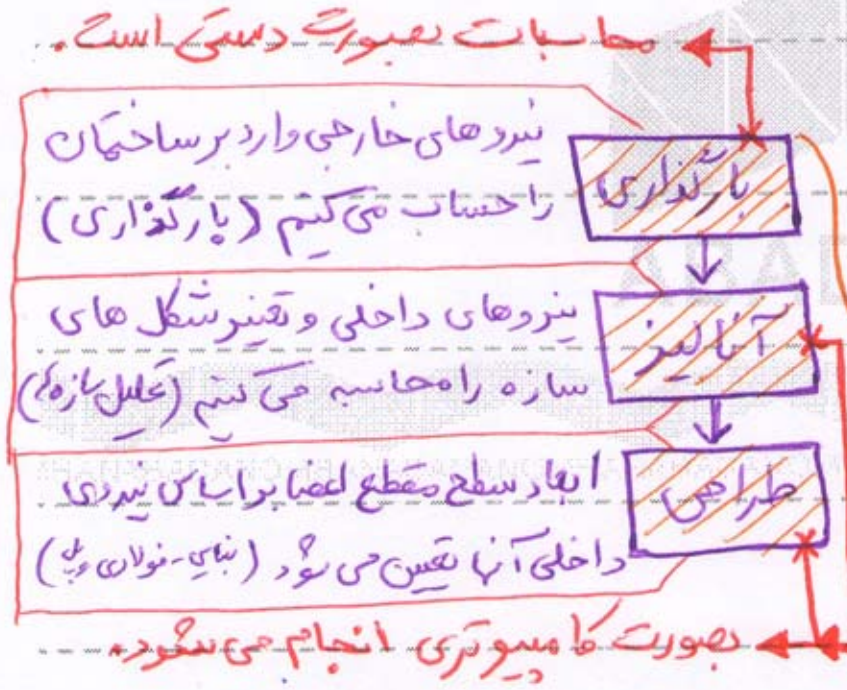
۱۵ نمره امتحان پایانترم «openbook»

فصل اول : کلیات

✓تعریف بارگذاری : شاخه ای 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 سازه ای ←



*اهمیت بارگذاری :

۱- گام اول در محاسبات سازه ای می باشد

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

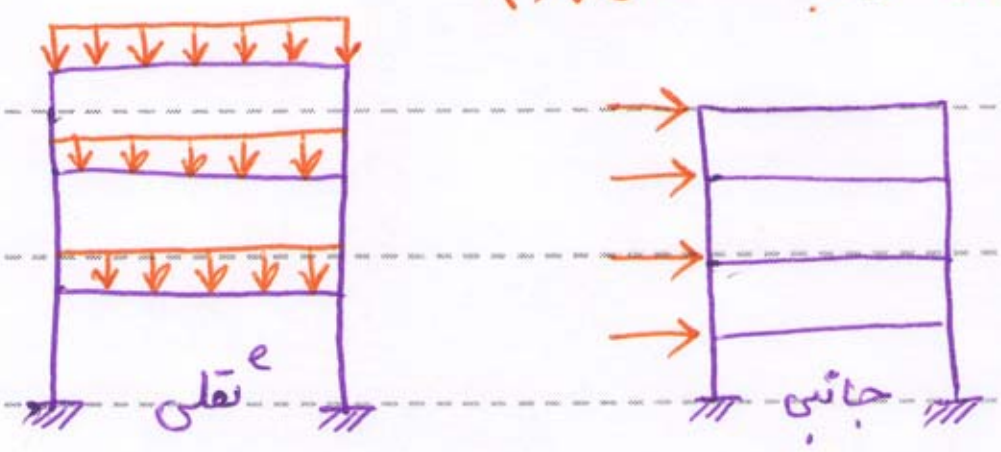
WWW.ABADANOMRAN.COM

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 7 Date. 15

ABADANOMRAN

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



1- بارهای ثقلی

2- بارهای جانبی

انواع بارهای ثقلی

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.

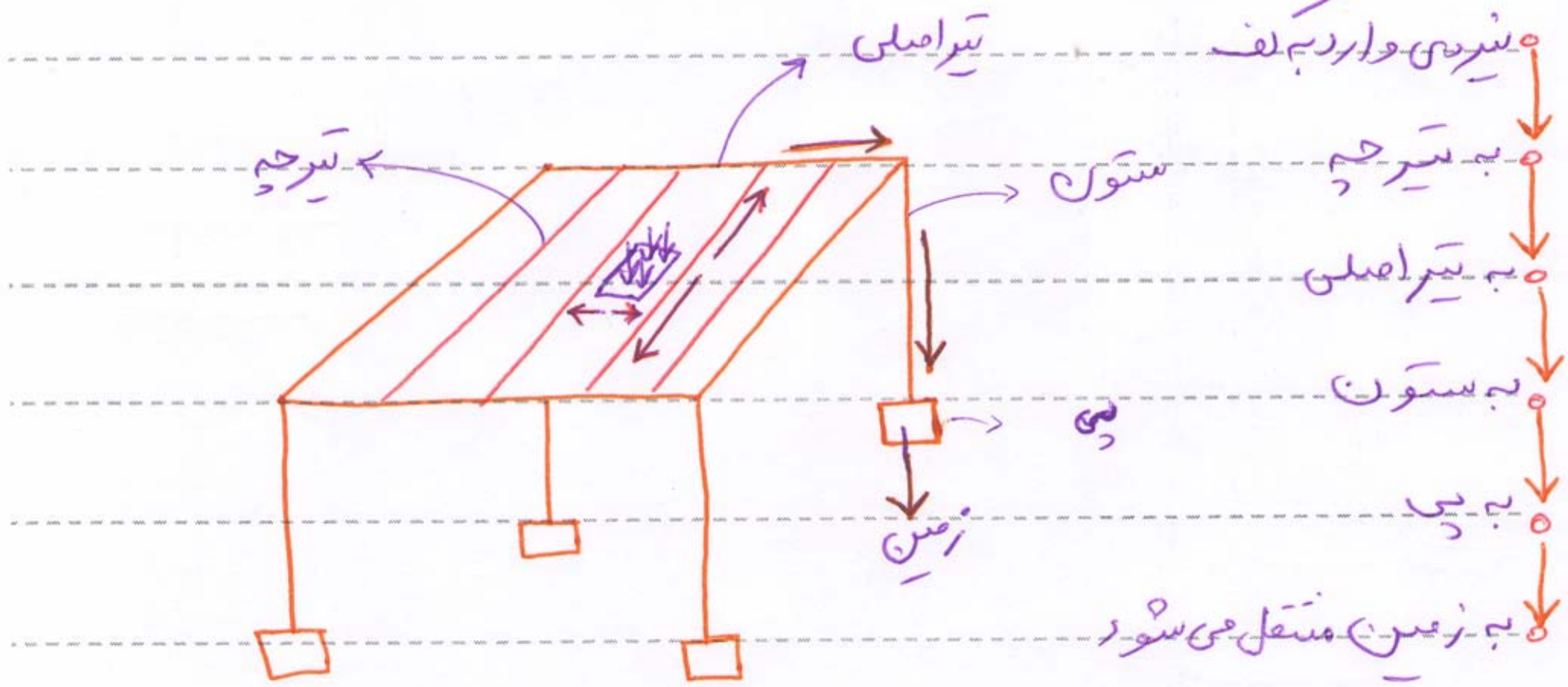
تعریف اعضای باربر : اعضایی هستند که نیروهای وارد برساختمان را تحمل می کنند و به زمین منتقل می نمایند

WWW.ABADANOMRAN.COM

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 7 Date. 15

ABADANOMRAN

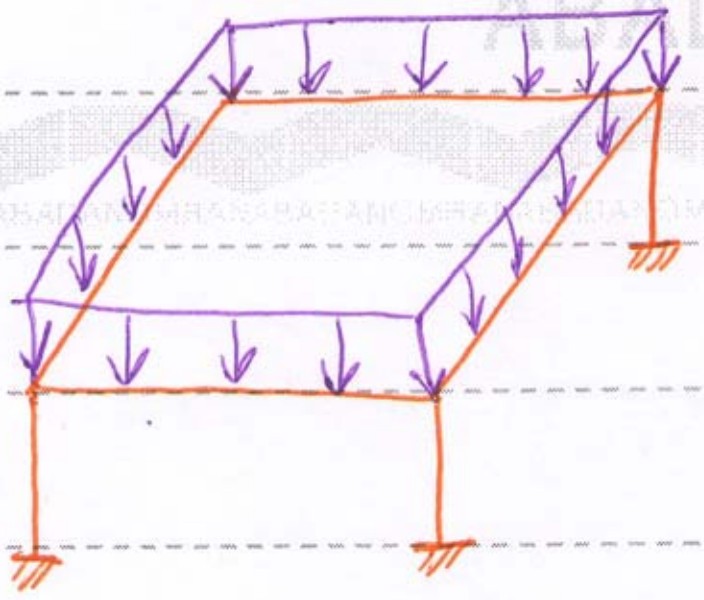


روش توزیع بارها

* توزیع بارهای ثقلی به کمک چشمه ی باربر اعضاء انجام می پذیرد. همین فعل
* توزیع بارهای جانبی به شکل 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 زیر:



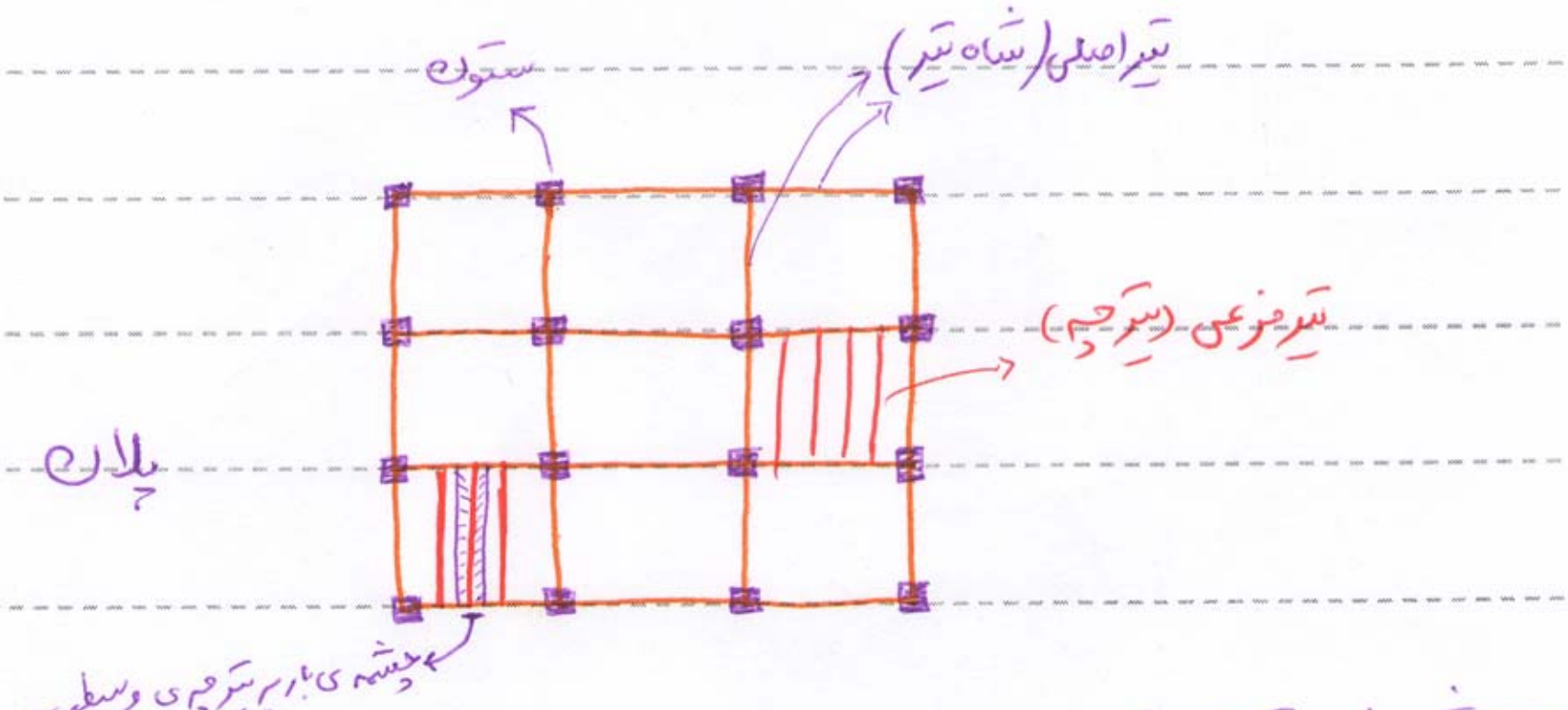
ABADANOMRAN

WWW.ABADANOMRAN.COM

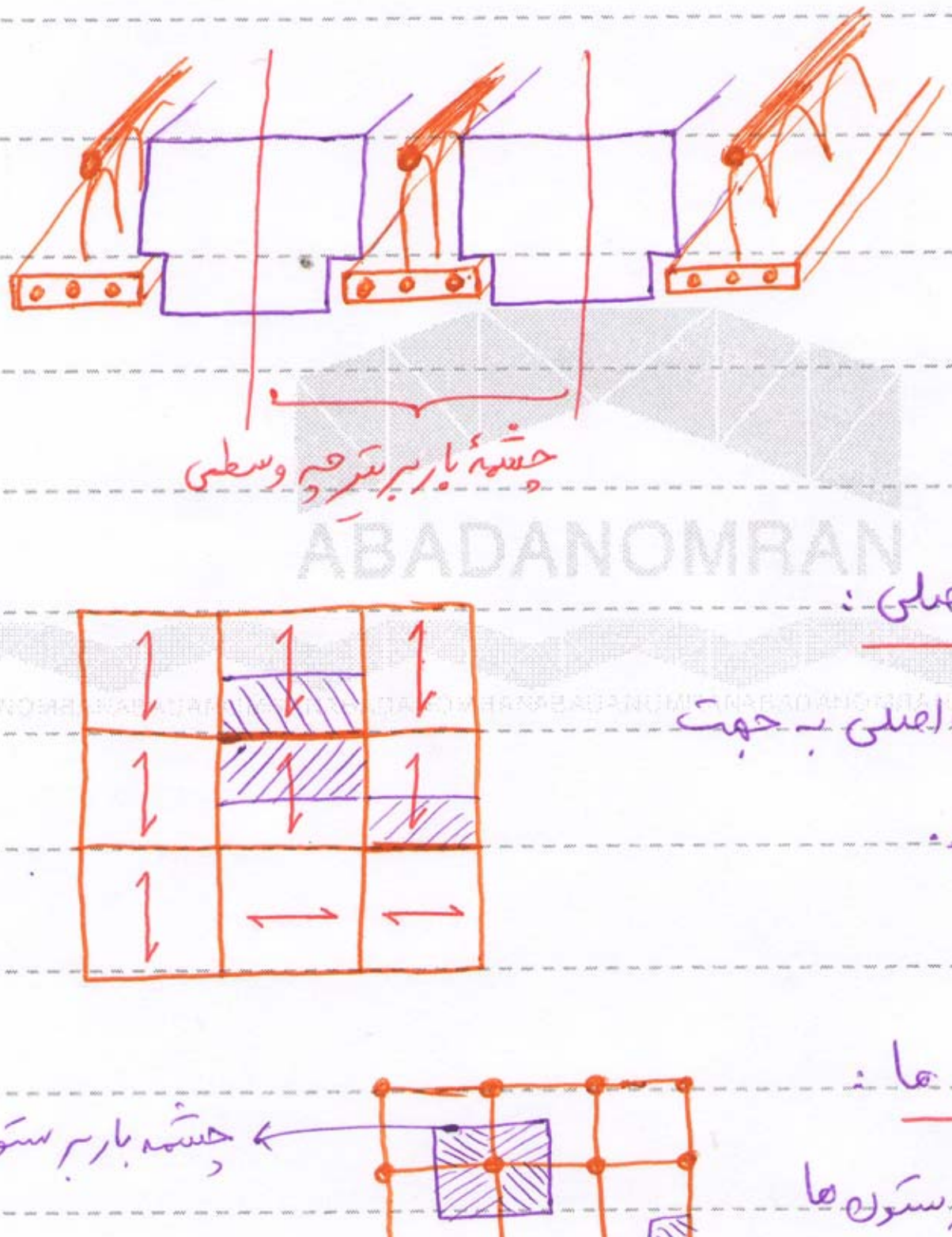
Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 7 Date. 15

ABADANOMRAN



* چشمه بار بر تیرچه ها:

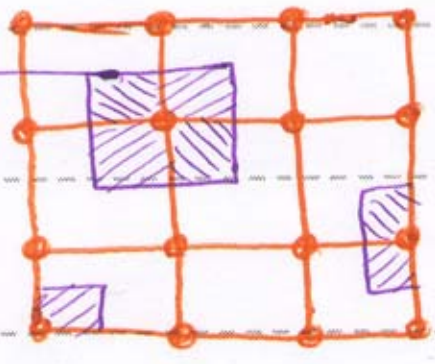


* چشمه ی بار بر های اصلی :

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

* چشمه ی بار بر ستون ها :

در تعیین چشمه ی بار بر ستون ها جهت تیرچه ها اهمیتی ندارد



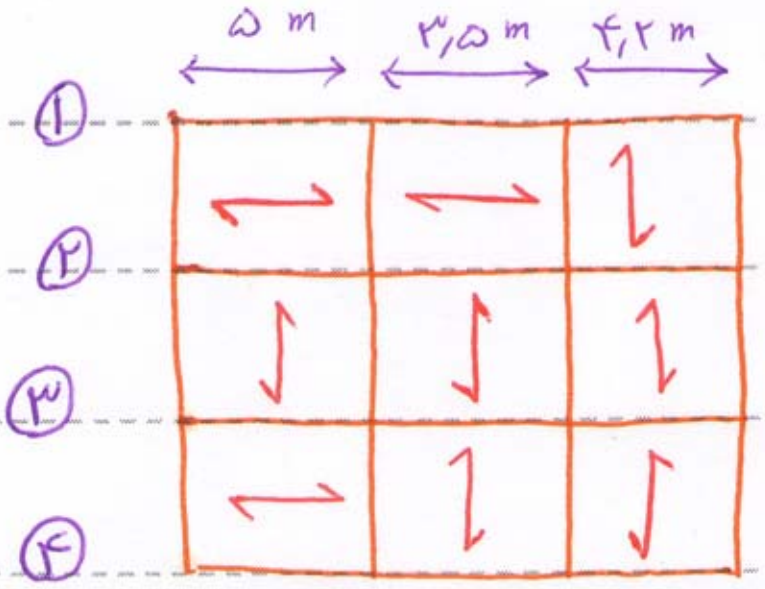
WWW.ABADANOMRAN.COM

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 7 Date. 15

ABADANOMRAN

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)

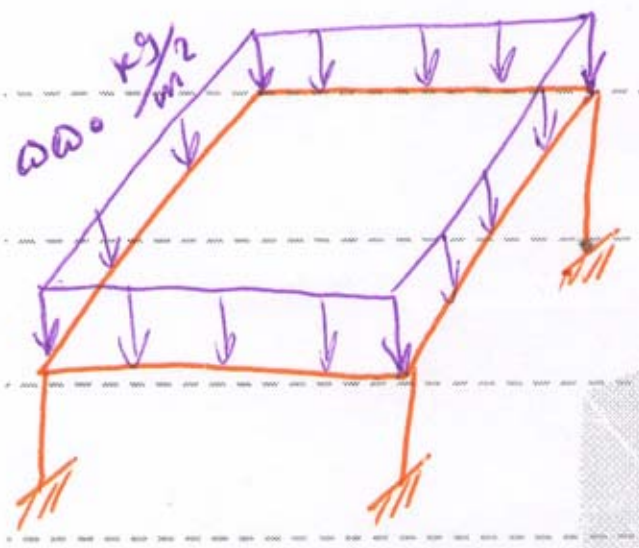
ج) جسمه‌ی بار بر و بار محوری ستون (2-D)

A B C D

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

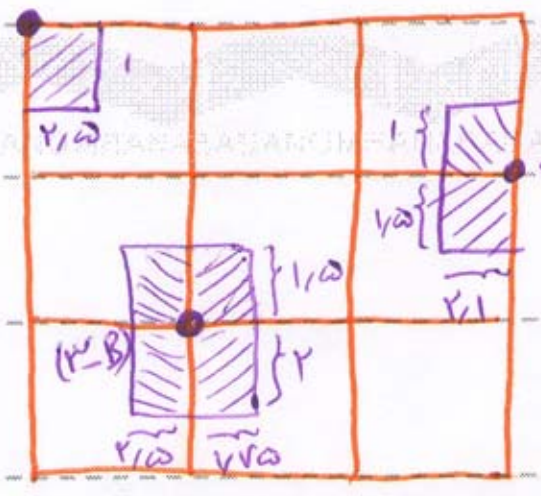
هـ) جسمه‌ی بار بر و بار گسترده سطحی وارد به تیر محور ③

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

WWW.ABADANOMRAN.COM

Subject : بارگذاری

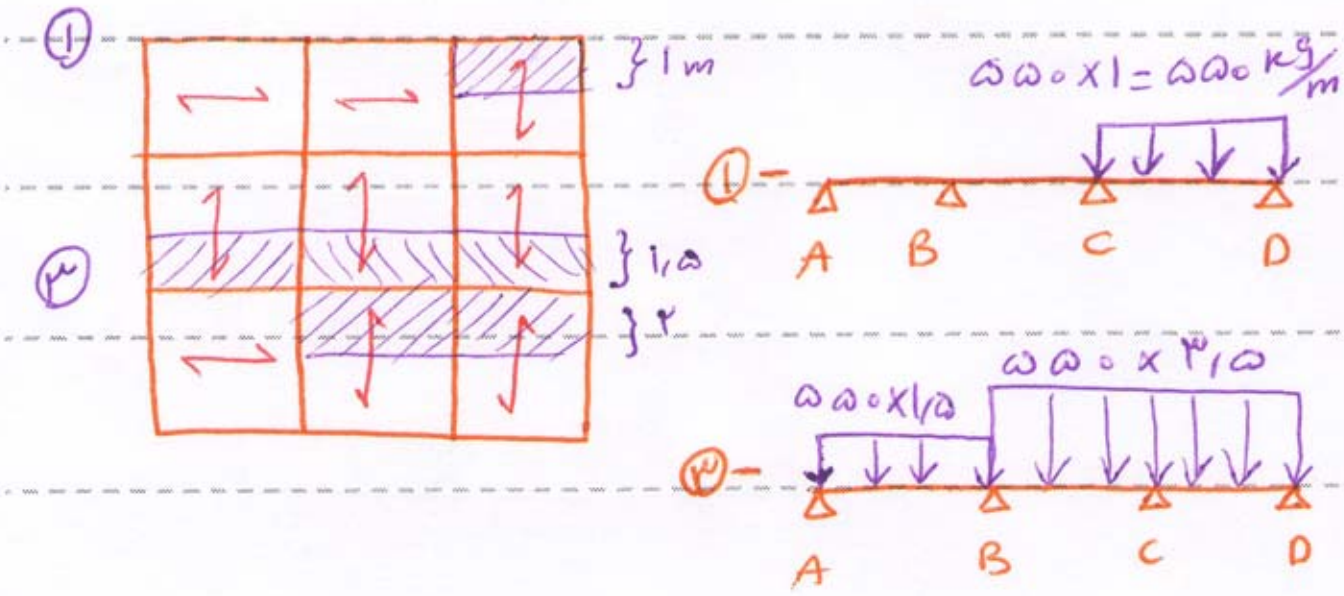
Year : 90 Month. 7 Date. 15

ABADANOMRAN

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

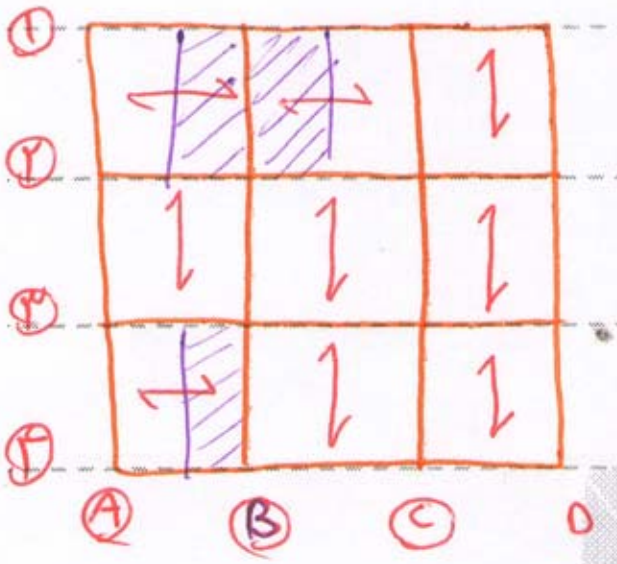
محوری P = ۵۵۰ × ۵٫۲۵ = ۲۸۸۷٫۵ kg

حل د) تیر محور ①

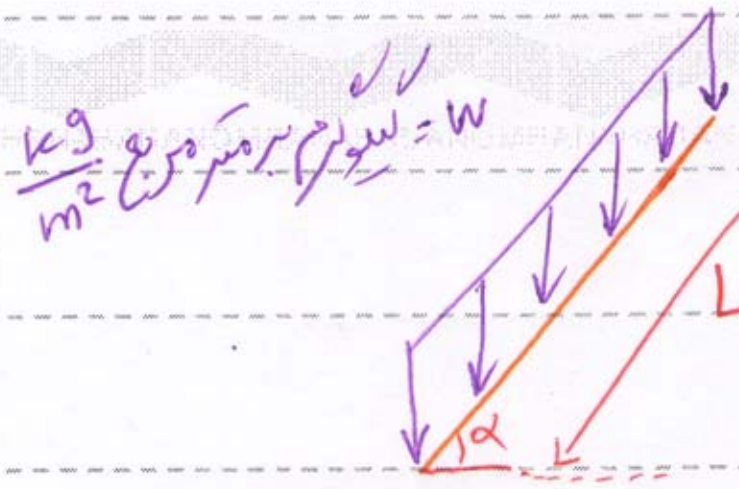


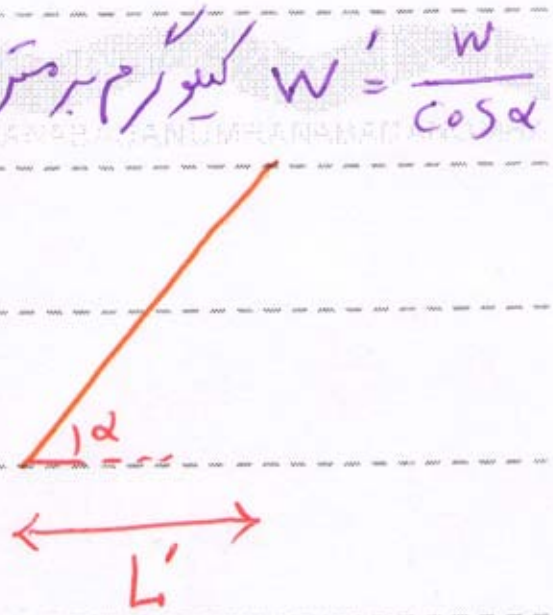
حل ه) تیر محور ③

حل ز) تیر محور Ⓑ



بارهای گسترده‌ی مایل





برآیند = w × L

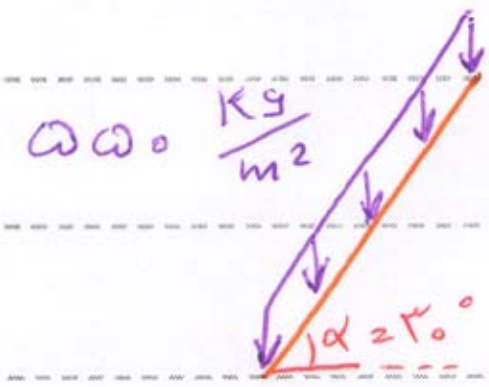
برآیند بار گسترده = w' × L'

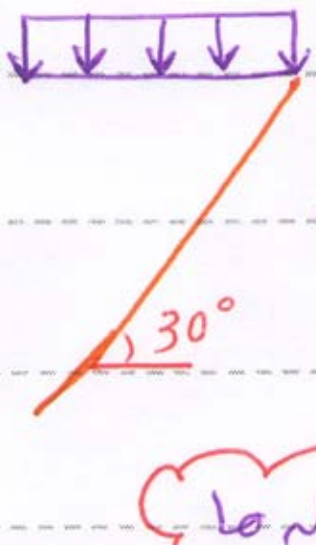
به هنگام بارگذاری ساختمان بار ثقلی قسمت‌های شیبدار مثل راه پله‌ها و سقف‌های شیروانی

WWW.ABADANOMRAN.COM

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

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





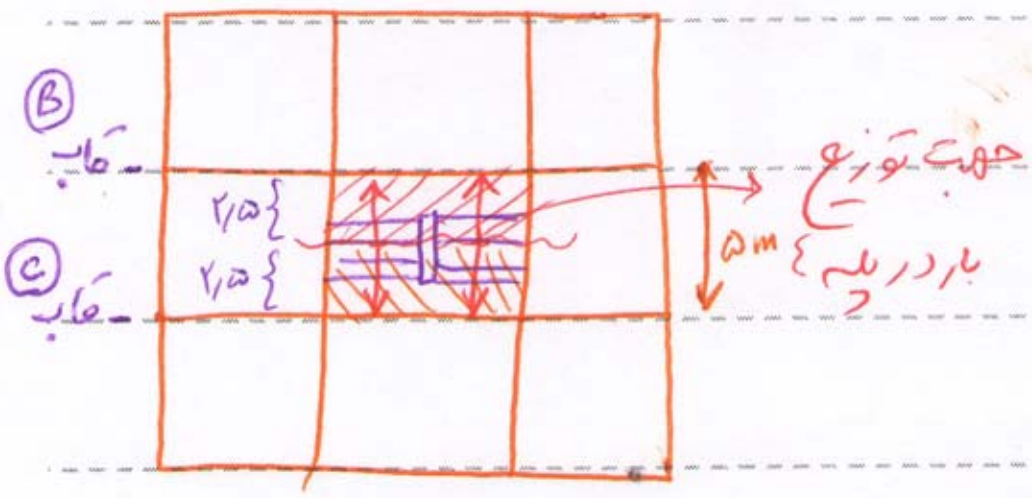
$\frac{۵۵۰}{\cos 30} = ۶۳۵$

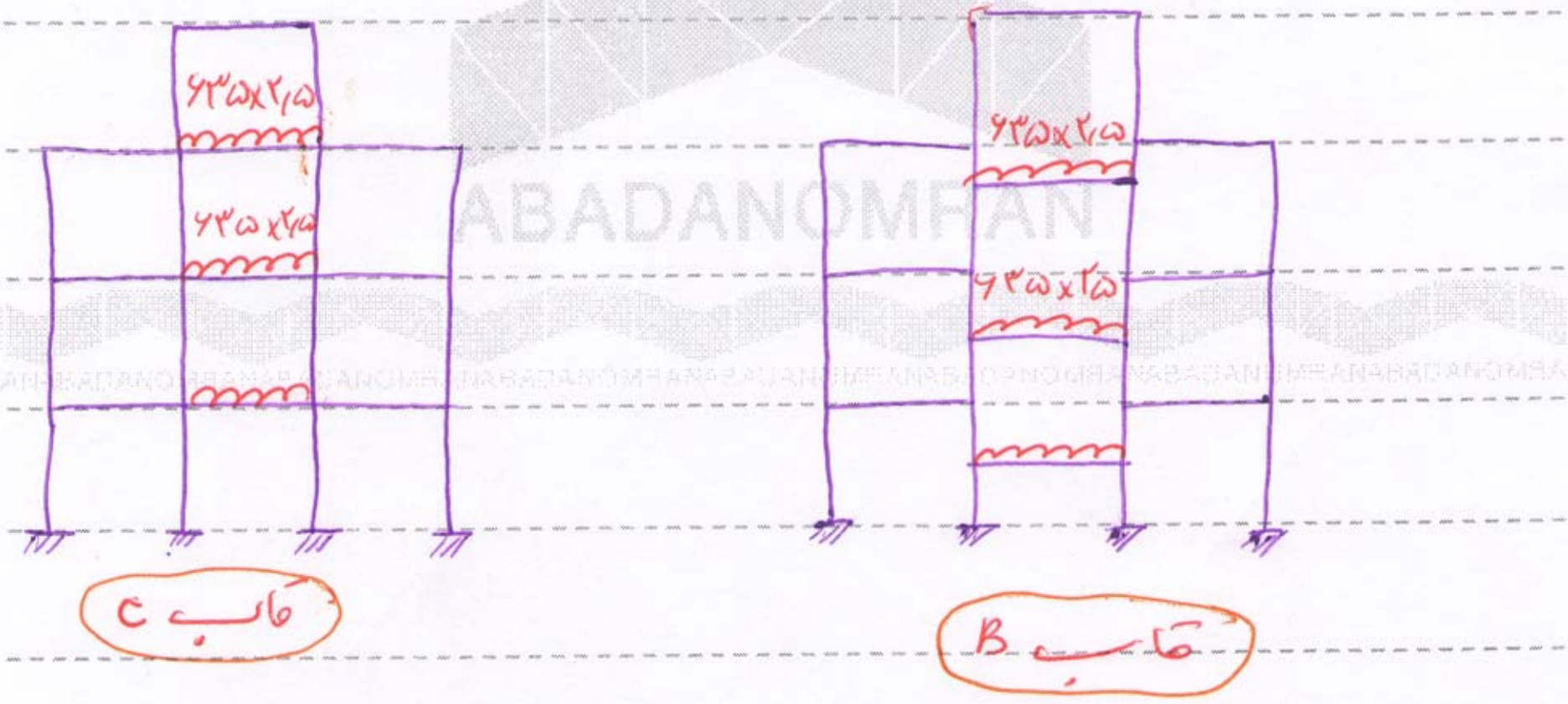
کیلوگرم بر متر مربع بر تصویر افق

**** تقسیم بارهای ثقلی در پله ها**

الف) پله های دو طرفه

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



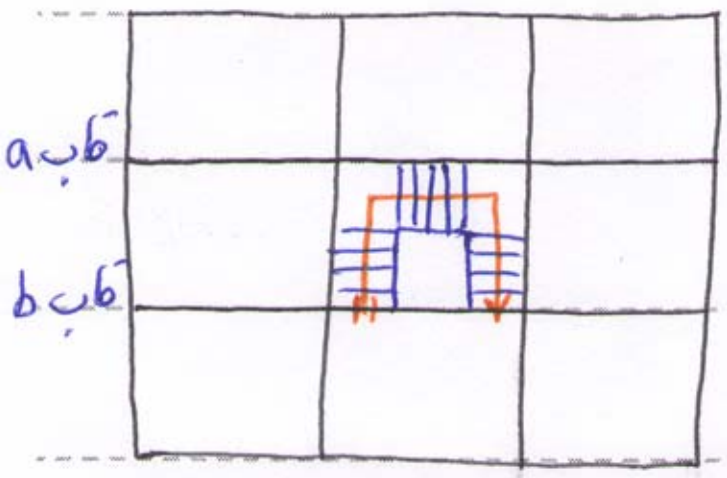


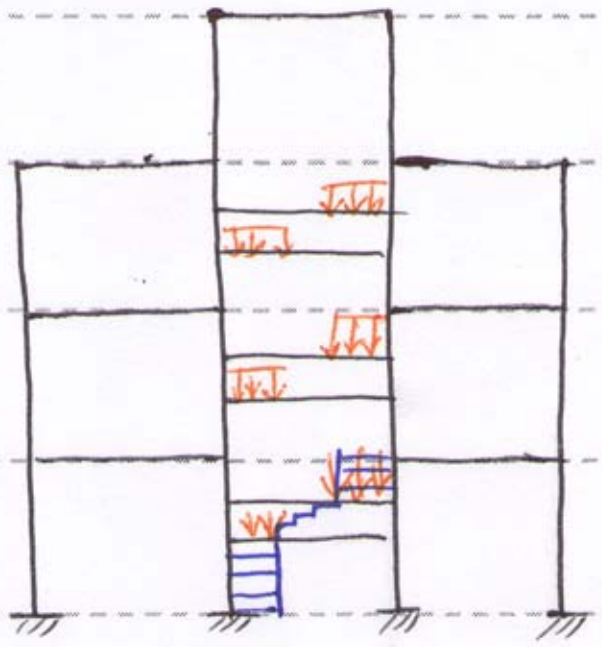
Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 7 Date. 22

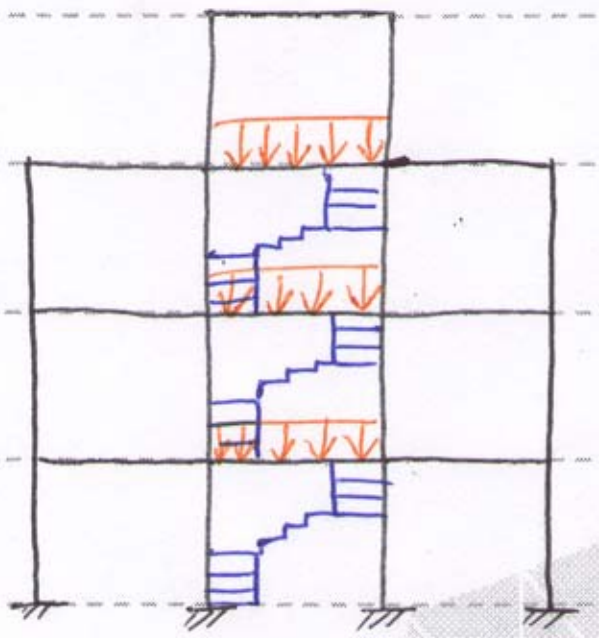
ABADANOMRAN

تقسیم بار در پله های سه طرفه



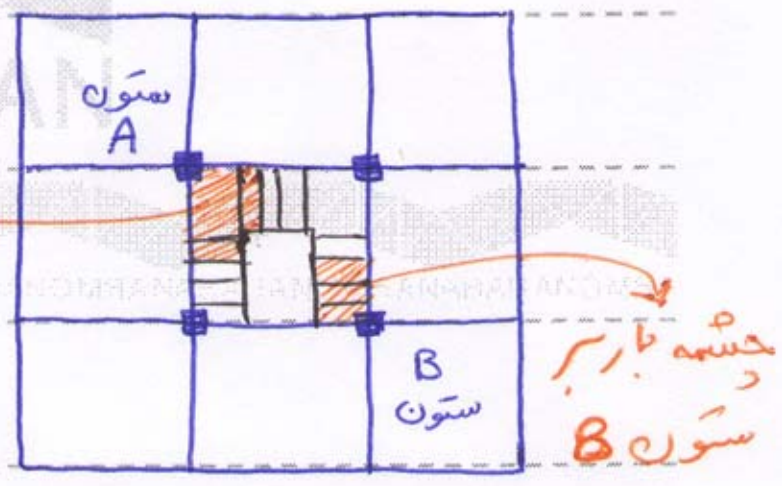


کاب (a)



کاب (b)

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



پروژه 1 بار گسترده ی یک پله ۳ طرفه $600 \frac{kg}{m^2}$ می باشد 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 .

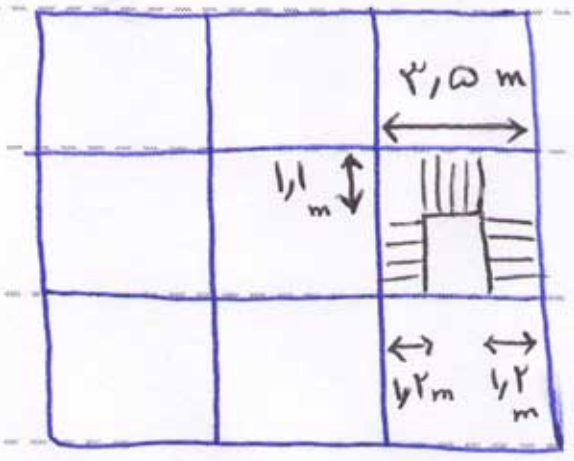
ABADANOMRAN

WWW.ABADANOMRAN.COM

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 7 Date. 22

ABADANOMRAN



«پلان»

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 (بیرونی) محل آن ها ثابت است.
دیوارهای درون ساختمان (تیغه 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 (دیتیل)

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

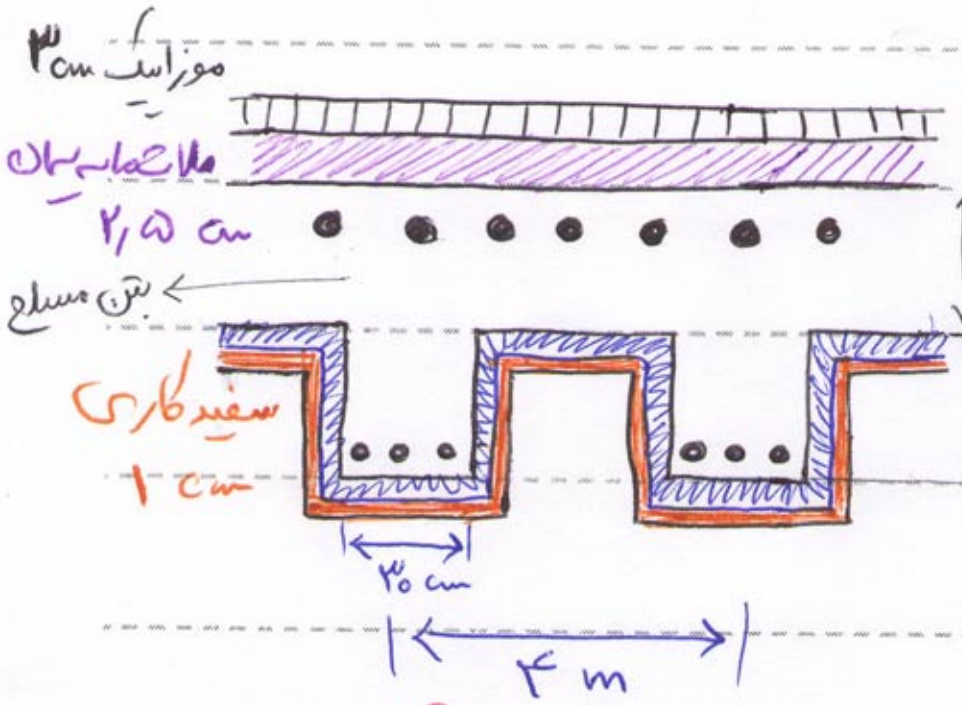
WWW.ABADANOMRAN.COM

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 7 Date. 22

ABADANOMRAN

مثال تمرین ۳ کتاب مسعودی :



بار مرده ی دال شان داده شده را تعیین کنید ؟

گام اول) تهیه جزئیات مشخص است

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

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

وزن واحد سطح موزاییک = ضخامت × عرض × طول = $1 \times 1 \times 0/03 \times 2250 = 67/5 \frac{kg}{m^2}$

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

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

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

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

ب) محاسبه ی وزن واحد سطح پوسته های گسسته :

تعداد در یک متر × وزن واحد حجم × حجم

WWW.ABADANOMRAN.COM

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 $= 1 \times 0/15 \times 0/025 \times 1400 \times \frac{1}{4} \times (2) = 4 \ \frac{kg}{m^2}$

هر ۴ متر ۲ تا داریم

وزن واحد سطح سقف تیرچه بلوک ماسه $= 1 \times 0/15 \times 0/01 \times 1200 \times \frac{1}{4} \times 2 = 1 \ \frac{kg}{m^2}$

جمع بارها (جمع تابع)

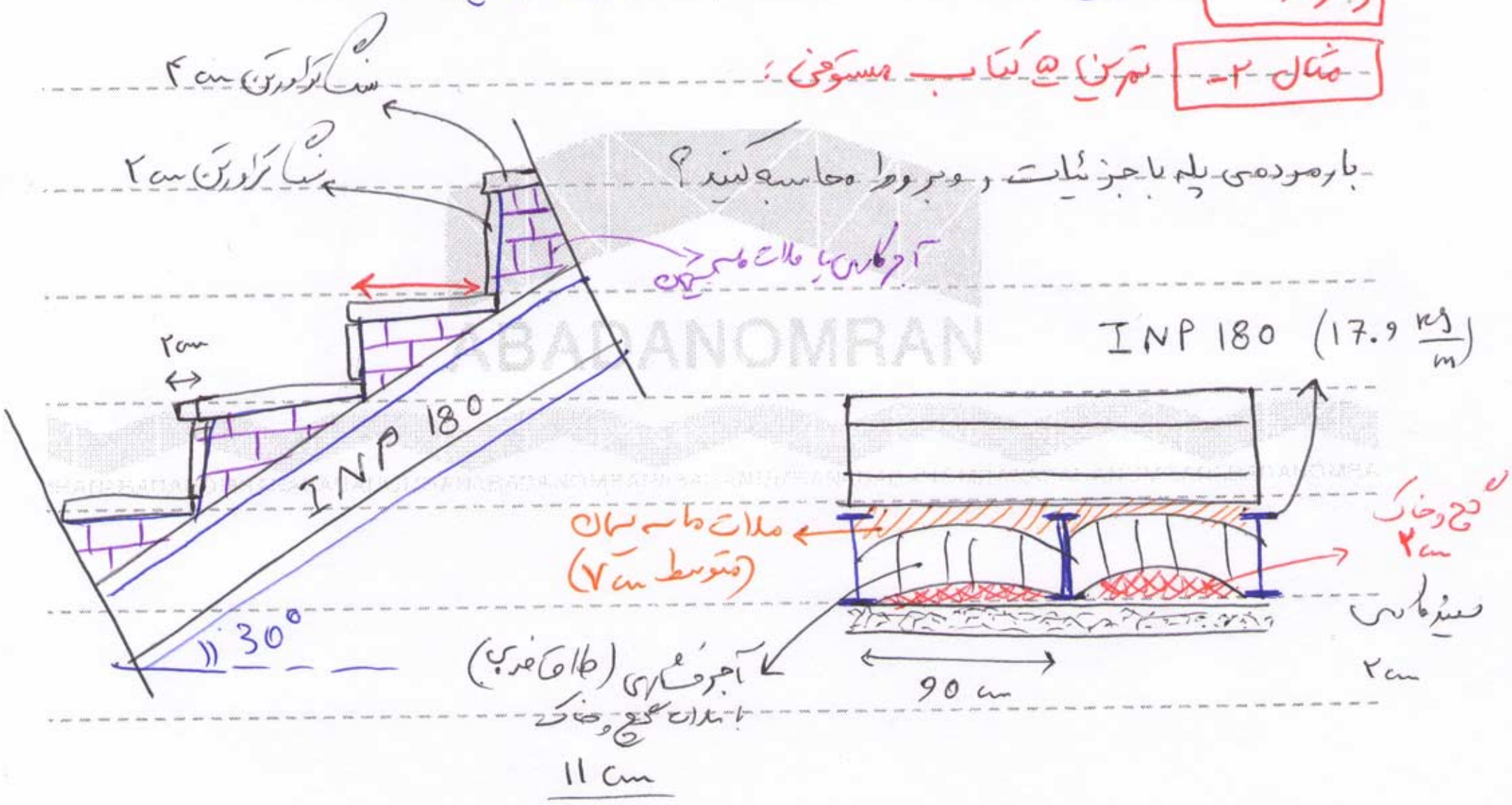
$$\sum = 580/125 \ \frac{kg}{m^2}$$

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

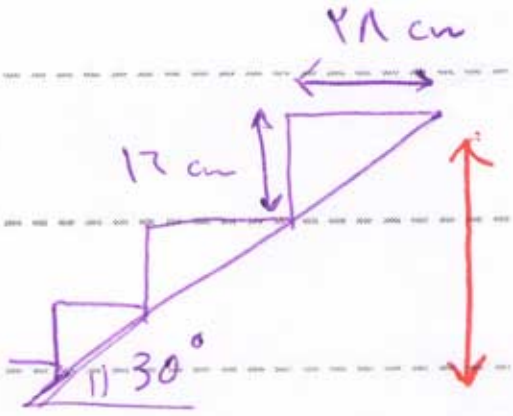
ب) برای محاسبه ی یک متر مربع پله از نمای جانبی و برای محاسبه یک متر مربع طاق ضربی پله از نمای روبرو

WWW.ABADANOMRAN.COM

ABADANOMRAN

استفاده می‌کنیم و نتایج را با هم جمع می‌نماییم.

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 = حجم × وزن واحد × تعداد در یک متر

$= 0/32 \times 0/04 \times 2300 \times 3/57 = 105/1 \ \frac{kg}{m^2}$

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 = $1 \times 0/11 \times \frac{1}{cos30} \times 1750 = 222/28 \ \frac{kg}{m^2}$

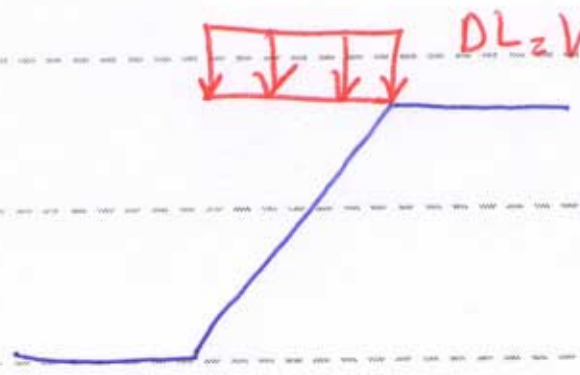
وزن واحد سطح کاه‌گل = $1 \times 0/02 \times \frac{1}{cos30} \times 1200 = 32/95 \ \frac{kg}{m^2}$

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

وزن یک متر مسطح پله = $\frac{1}{cos30} \times 149 \times \frac{1}{0/9} = 22/97 \ \frac{kg}{m^2}$

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

بار مرده (فوق) $DL = 700 \ \frac{kg}{m^2}$



WWW.ABADANOMRAN.COM

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 7 Date. 22

ABADANOMRAN

* نکته: بار مرده ی کف سازی ها حدود $\frac{kg}{m^2}$ تا $\frac{kg}{m^2}$ ۵۰۰ است ۶۰۰

نکته ۲: در دیوار سقف شیروانی بلوک پخش بلوک سیمانی از پلی استایرن استفاده میشود

وزن سقف حدود $\frac{kg}{m^2}$ ۵۰ / ۱ حاصل می شود

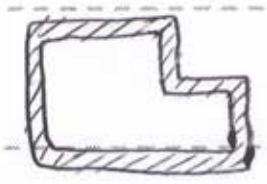
ABADANOMRAN

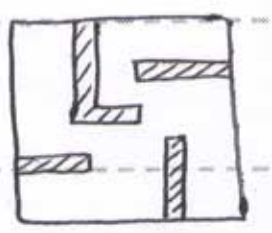
WWW.ABADANOMRAN.COM

ABADANOMRAN

محاسبه‌ی بار مرده‌ی دیوارها

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

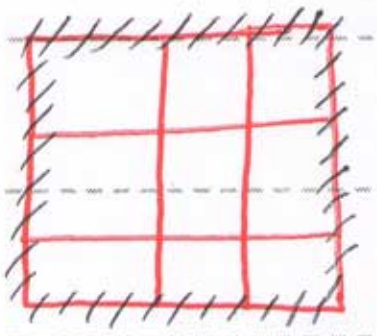




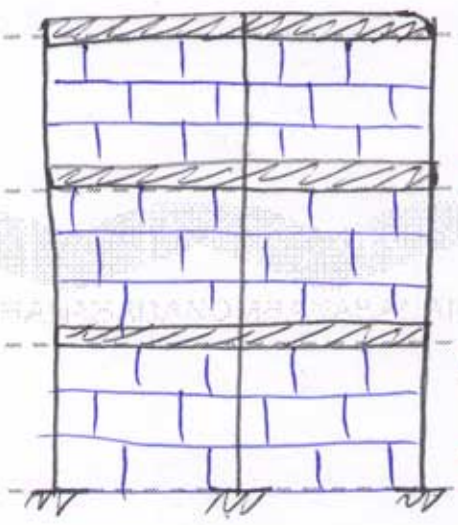
الف) محاسبه‌ی بار مرده‌ی دیوارهای پیرامونی ساختمان:

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"

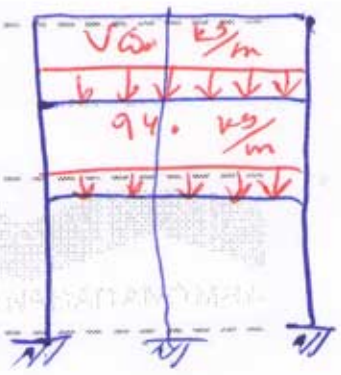


مثال) در قاب زیر بار گسترده‌ی ناشی از دیوارها را که به تیر ABC و DEF وارد می‌شود تعیین کنید. (وزن یک متر مربع تیغه را $300 \frac{kg}{m^2}$ فرض کنید)



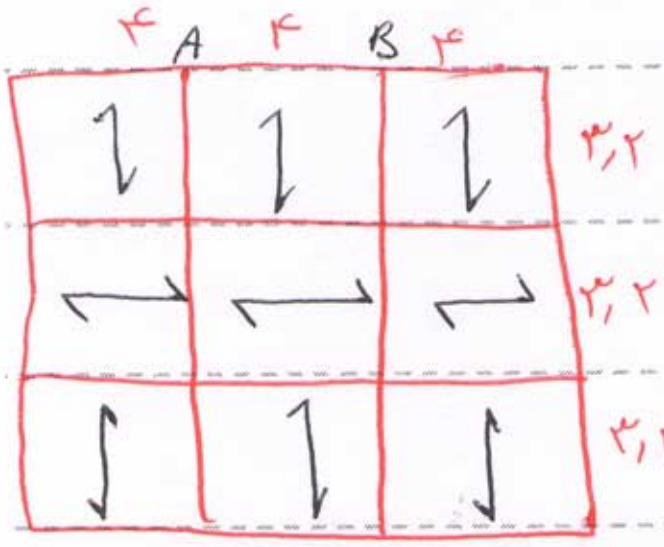
ABC: $300 \times 2,5 = 750 \frac{kg}{m}$

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"



WWW.ABADANOMRAN.COM

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 7 Date. 29

ABADANOMRAN

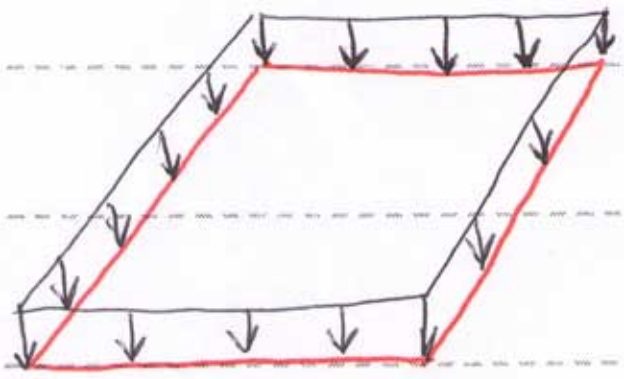
ب) محاسبه ی بار مرده ی دیوارهای داخلی ساختمان :

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)

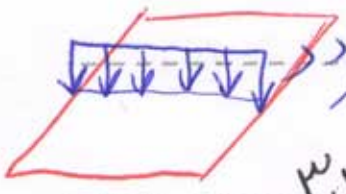
ب) تیغه های سنگین : اگر وزن یک مترمربع تیغه بزرگتر یا مساوی $275 \frac{kg}{m^2}$ باشد (بند ۶-۲-۲-۴)

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



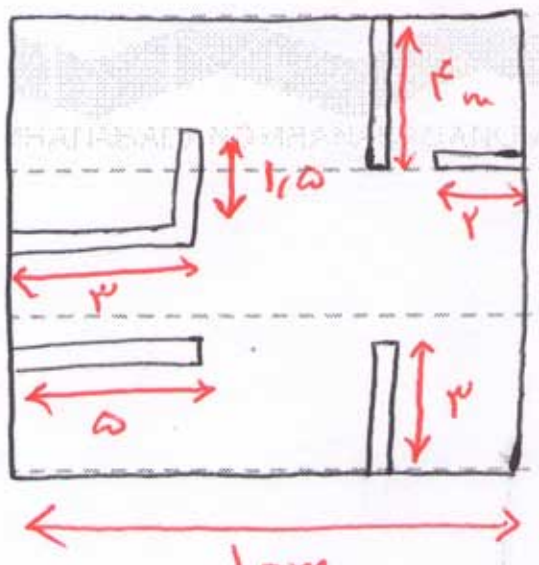
$$\text{سربار تیغه بندی} = \frac{\text{وزن کل تیغه ها}}{\text{مساحت کف}} \quad W$$

* 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~~ $\frac{kg}{m^2}$ و وزن یک مترمربع تیغه ها $\frac{kg}{m^2}$ ۲۰۰ می باشد.)

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



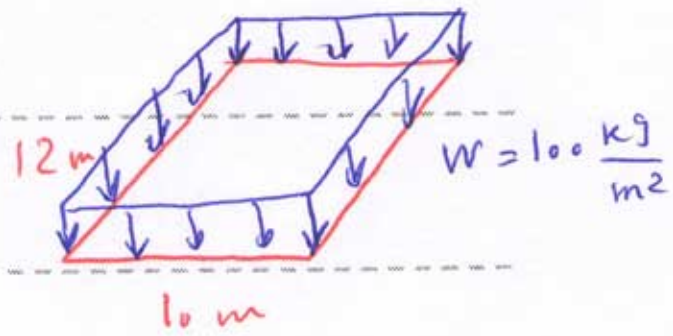
سربار تیغه بندی :

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

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

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

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



WWW.ABADANOMRAN.COM

ABADANOMRAN

فصل سوم» بارهای زنده Liveload (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.

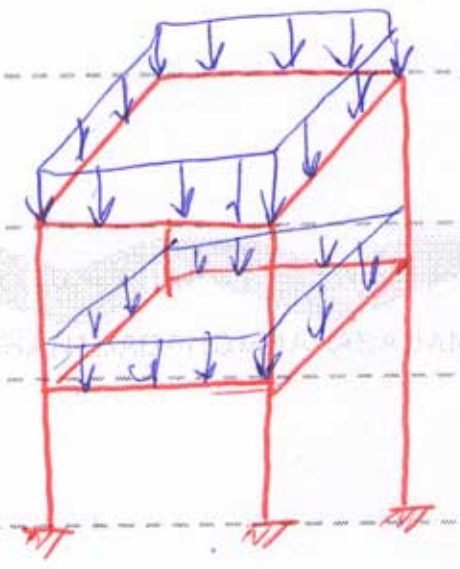
* انواع بارهای زنده در ساختمان:

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

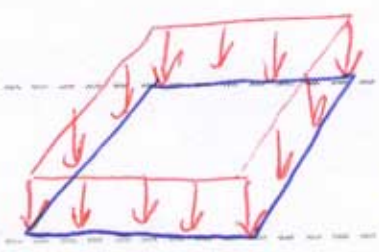
* نحوه ی محاسبه ی بارهای زنده استاتیکی:

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 6-3-1 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

WWW.ABADANOMRAN.COM

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 7 Date. 29

ABADANOMRAN

مثال بسمت اطراف

اثر بار کلی ---- 250 $\frac{kg}{m2}$

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

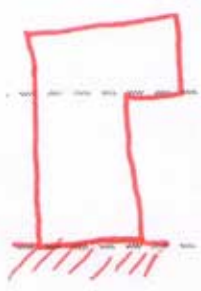
} حداقل بار گسترده زنده بدست آمده نباید کمتر از $150 \frac{kg}{m2}$ باشد

* بار زنده‌ی برخی کف‌های خاص:

۱- کف‌های مراکز صنعتی (بند 6-3-2-3) حداقل بار زنده‌ی کف این مراکز نباید از $400 \frac{kg}{m2}$ کمتر باشد.

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

تیرهای این کف‌ها باید برای بار زنده‌ی اتوبیل 9 تنی طراحی شوند، بار گسترده‌ی زنده $800 \frac{kg}{m2}$ و بار زنده‌ی متمرکز زنده 4000 kg است.



۳- کف بالکن و طره‌ای (بند 6-3-2-5)

ABADANOMRAN

WWW.ABADANOMRAN.COM

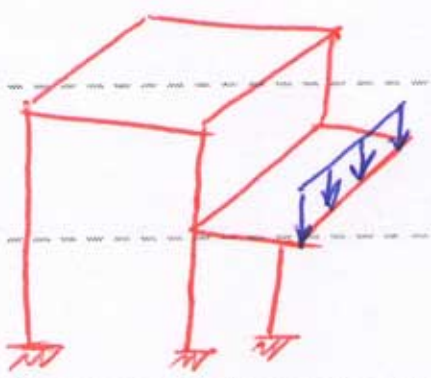
ABADANOMRAN

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

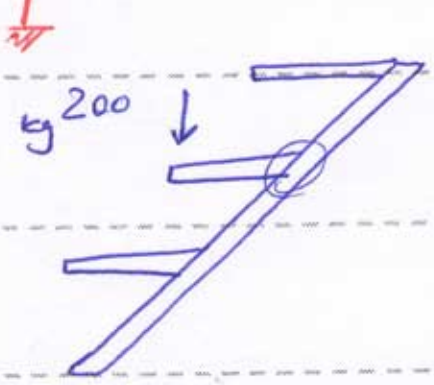
ثالثاً: در بالکن های محل از دحام مثل محل های تفریحی یا تجاری حداقل بار گسترده برابر $500 \frac{kg}{m^2}$ می باشد

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

WWW.ABADANOMRAN.COM

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 8 Date. 6

ABADANOMRAN

* 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:

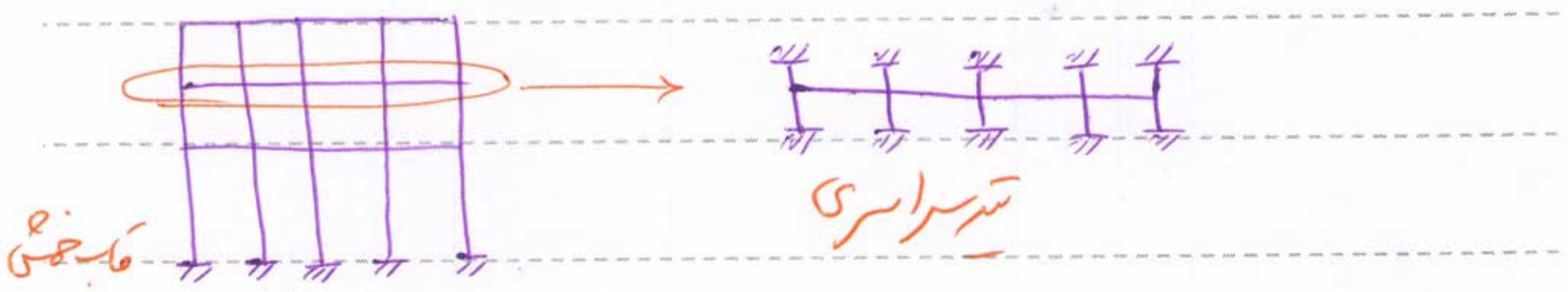
الف) بار زنده کف $< 500 \frac{kg}{m^2}$

یا

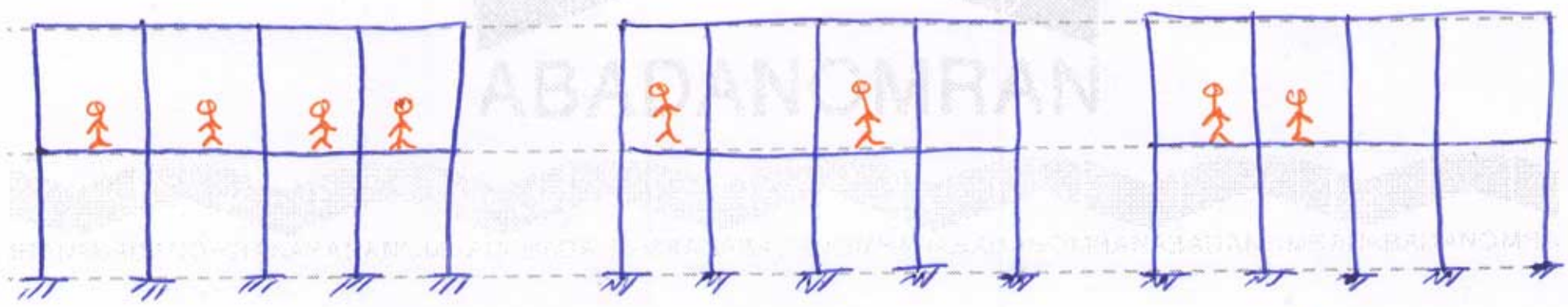
ب) بار زنده کف $\geq$ بار مرده کف $\times 1.5$

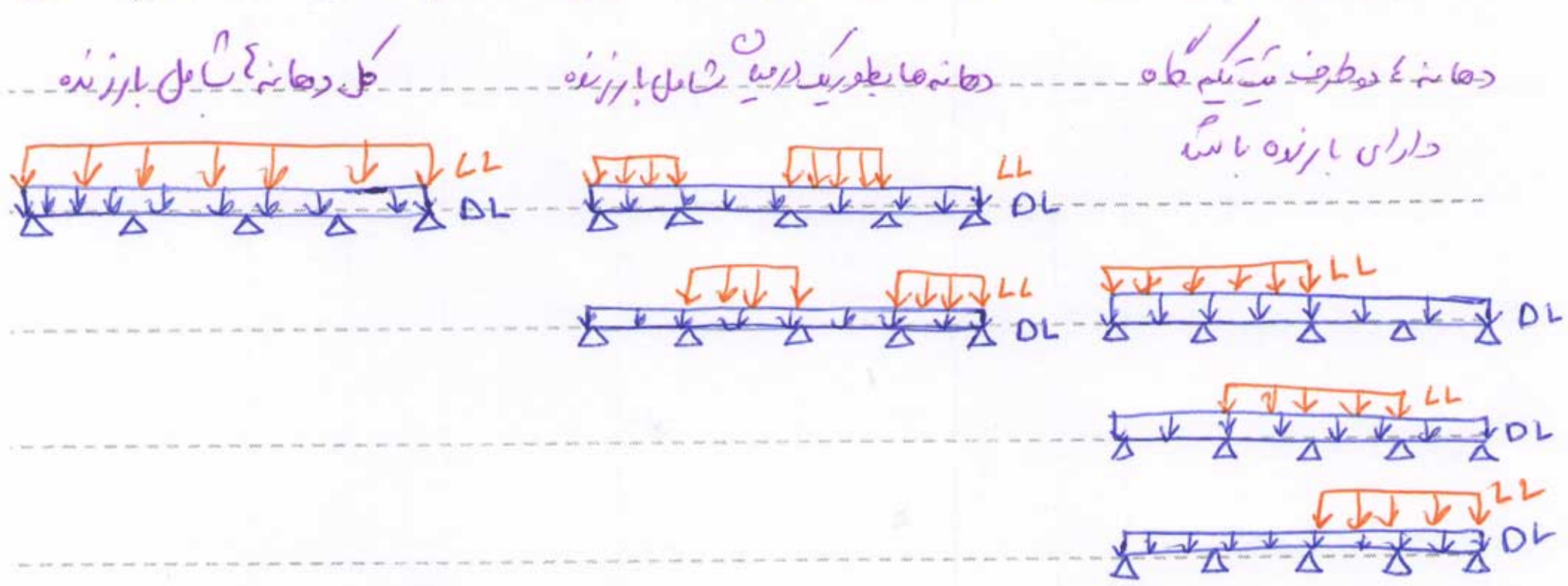
آنگاه بحرانی ترین شرایط بارگذاری باید کنترل شود.

* 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:





WWW.ABADANOMRAN.COM

Subject : بارگذاری

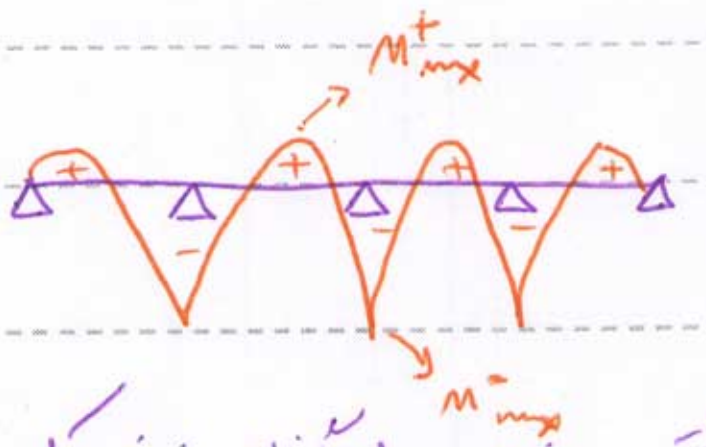
Year : 90 Month. 8 Date. 6

ABADANOMRAN

شکل شماتیک دیاگرام

لنگر خمشی بولی یک تیر سراسری

نکات :



* در حالت یکی در میان 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 حالت

بارگذاری زنده کل دهانه ها داشته باشیم.

* کاهش سربار زنده (بند ۶-۳-۸):

وقتی چشمه‌ی باربر یک تیر یا ستون افزایش می یابد احتمال این که بارهای زنده

بطور همزمان به کل چشمه‌ی باربر اثر کند خیلی کم می شود، بنابراین براساس توصیه

آیین نامه با افزایش چشمه‌ی باربر می بایست مقدار بارهای زنده را کاهش داد.

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

انبار - پارکینگ - بام - صنعتی - محل اژدهام

نحوه‌ی کاهش سربار در تیرها : (۶-۳-۸-۲)

اگر یک تیر دارای هر دو شرط زیر باشد:

۱- سطح چشمه‌ی باربر تیر $> 18\ m^2$ $\quad R = 100 \times \left[0.7 - \frac{3}{\sqrt{A}}\right] \leq 0.5$

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

بار زنده‌ی تیر توسط به میزان R می بایست کاهش یابد.

WWW.ABADANOMRAN.COM

ABADANOMRAN

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

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

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

بار زنده‌ی کاهش یافته $=$ بار زنده $\times (1 - R_1)$

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

A': مساحت هشتمی باربر کف ها $\leftarrow$ مجموع

که شامل کاهش سربار می شوند:

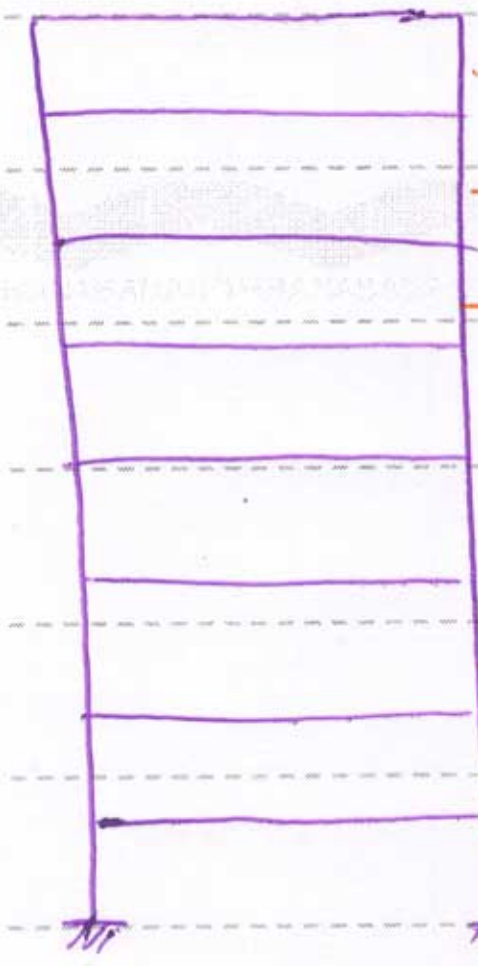
ستون ← وزن چهار کف را تحمل می کند

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 کف‌هایی اعمال می‌کنیم

که مشمول کاهش بار می شوند:

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

بار زنده ی کاهش یافته ستون

* حداقل بار تیغه بندی (بند ۶-۲-۲-۳)

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

- برای کف هایی که بار زنده ی 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 گذشته می باشد، برای بام دولایه قیر گونی و ۱۰ سانتی متر بتن با پوکه ی معدنی جهت شیب بندی استفاده می شود، کاربری طبقات به ترتیب طبقه ۱ و ۲ پارکینگ - طبقه ۳ و ۴ اداری - طبقه ۵ و ۶ مسکونی جداکننده ها در همه ی بارها به ضخامت ۱۵ سانتی متر از آجر فشاری با ملات گچ خاک و ۲ سانتی گچ و خاک و ۱ سانتی اندود گچ در هر طرف می باشد. مطلوب است:

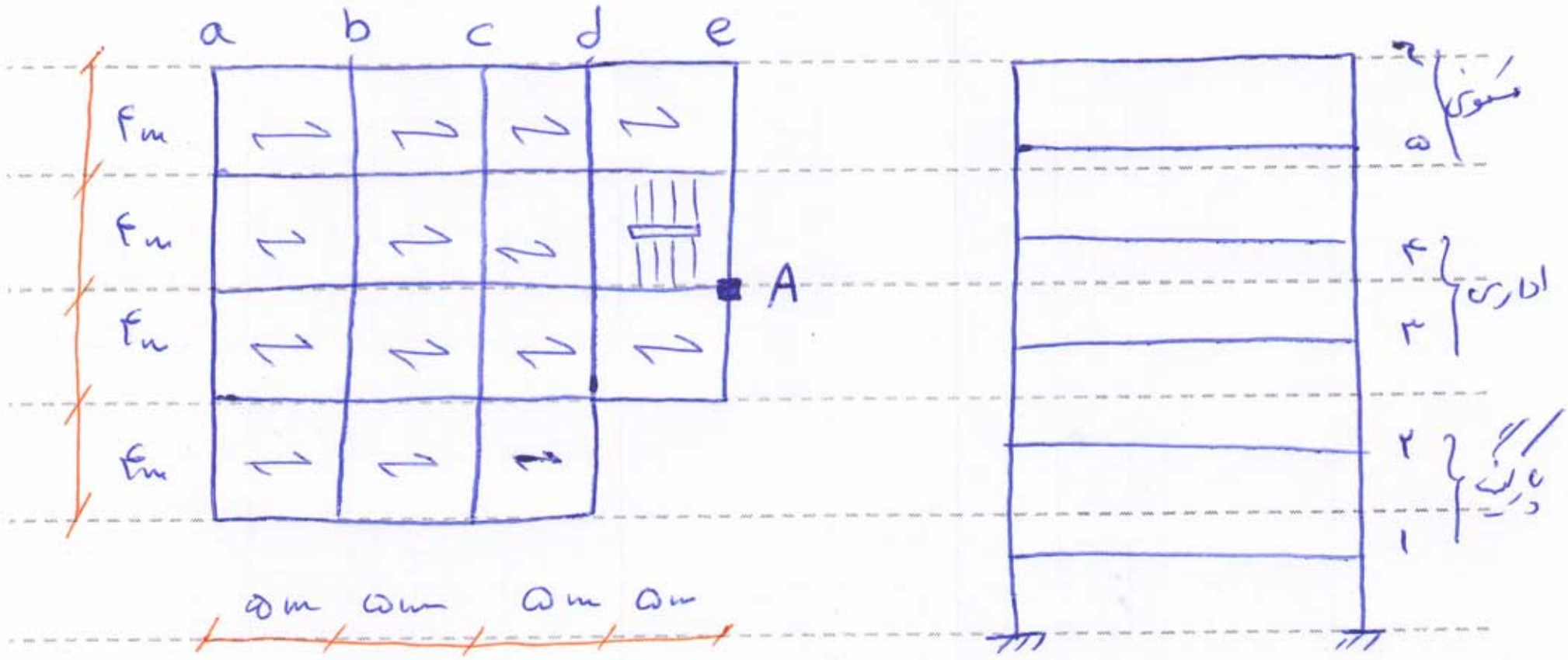
الف) بار وارد بر ستون A در طبقات ششم و سوم

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

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 8 Date. 6

ABADANOMRAN



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 $LL = 150 \frac{kg}{m^2}$

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

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

دولایه قیر گونی $= 15 \frac{kg}{m^2}$

$\sum 135 \frac{kg}{m^2}$ مجموع

بار مرده ی بام $DL = 580 + 135 = 715 \frac{kg}{m^2}$

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 (۶-۲-۳۲) 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)

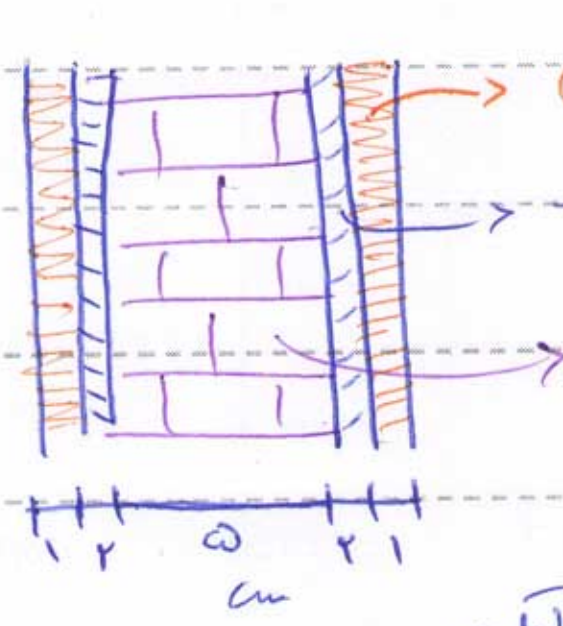
WWW.ABADANOMRAN.COM

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 8 Date. 6

ABADANOMRAN

محاسبه‌ی یک متر مربع تیغه :



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

آجر کاری با ملات گچ و خاک = 1×1×0.05×1750 = 87.5 $\frac{kg}{m^2}$

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

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

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

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

(۴) طبقات اداری — محاسبه‌ی بار مرده و زنده‌ی طبقات اداری :

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

و 80 درصد اتاق ها تعلق داشته باشد، بنابراین :

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

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

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

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

(۴) طبقات پارکینگ — محاسبه‌ی بار زنده و مرده‌ی پارکینگ :

چون کاربری مسکونی و اداری می باشد فرض می شود که حداکثر خودروهای 4000 کیلوگرمی

تردد کنند، از جدول

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

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

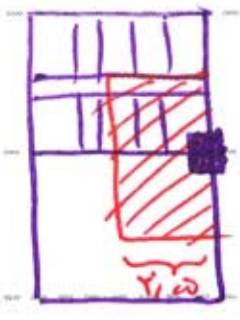
(۵) محاسبه‌ی بار مرده و زنده‌ی راه پله از جدول

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

WWW.ABADANOMRAN.COM

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

* 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

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

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

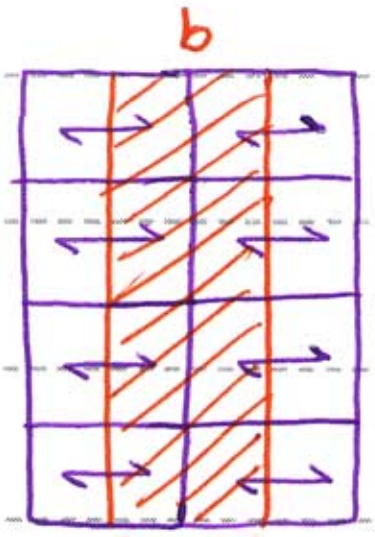
$R_۲ = ۳۰\ \% \longrightarrow R = Max\{R_۱, R_۲\} = 30\ \%$

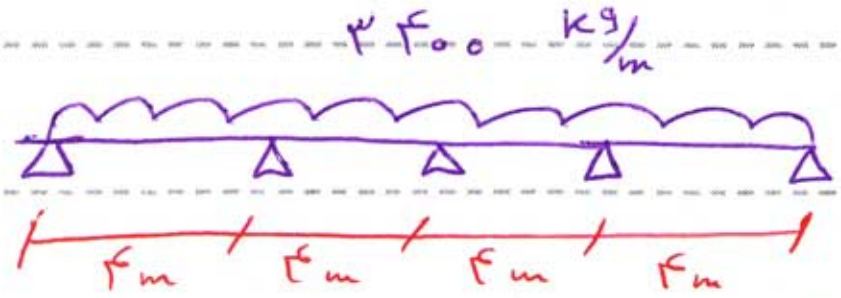
$P_L = \underbrace{\left[\frac{۵ \times ۳۵۰}{\text{پله}} + \frac{۵ \times ۱۵۰}{\text{دال}} \right]}_{\text{بام}} + \underbrace{\left[۳ \times ۵ \times ۳۵۰ + ۵ \times (۲ \times ۴۰۰ + ۴۷۵) \right] \times (۱ - \frac{۳۰}{۱۰۰})}_{\text{سایر طبقات} \{ \text{۲ کف مسکونی و ۱ کف اداری} \}}$

$\Rightarrow P_L = ۹۲۲۰\ kg$

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

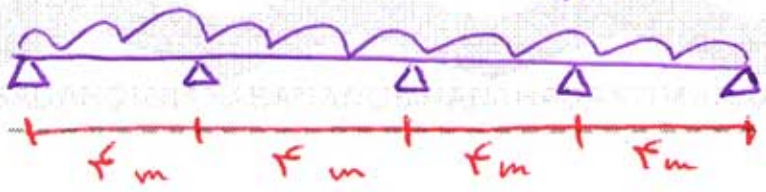
لذا مجاز به کاهش سربار هستیم

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

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

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

$630\ kg/m$



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 بارگذاری بدترین حالت نمی‌باشد

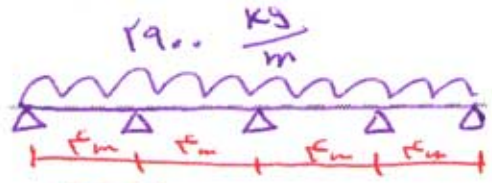
WWW.ABADANOMRAN.COM

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 8. Date. 13

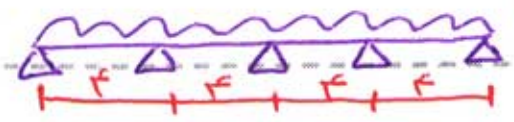
ABADANOMRAN

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



بررسی لزوم/ کاهش سربار ← بارگیرنگ شامل کاهش سربار نمی‌شود

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

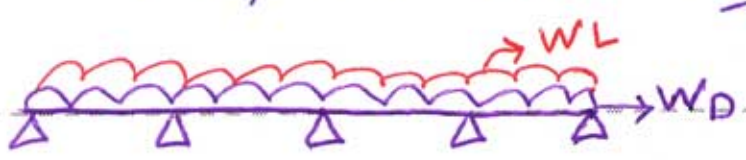


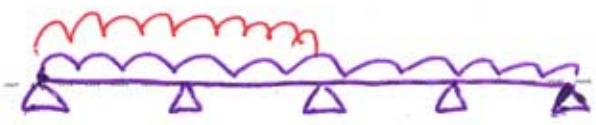
لزوم در تعیین بدترین حالت بارگذاری زنده :

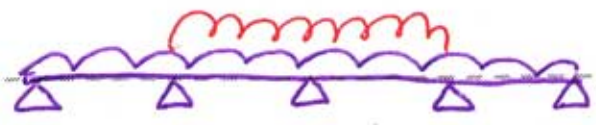
بدترین حالت بارزنده باید کنترل گردد ← $LL = ۶۰۰ > ۵۰۰$ ← $LL > ۵۰۰$

یا

$LL > 1,5DL$







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

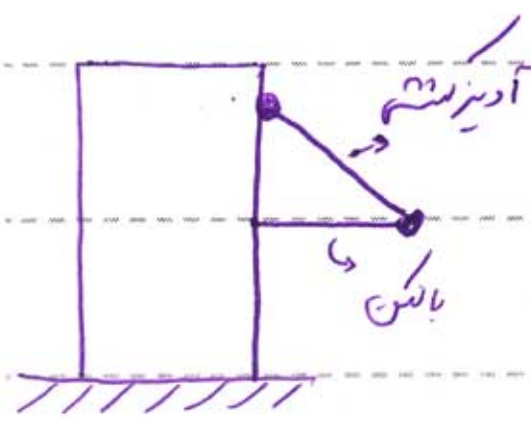
بارهای زنده دینامیکی (بارهای ضربه‌ای) (بند ۶_۳_۵) :

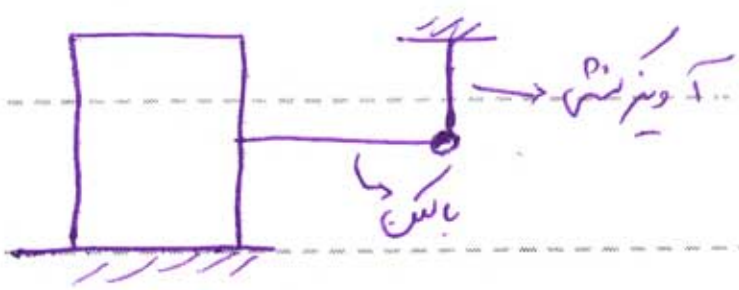
$F_{DYN} = \alpha \times F_{St}$ → بار استاتیکی (برابر جرم جسم نیرو وارد شده می‌باشد)

(بار دینامیکی / بار ضربه‌ای) ← (ضریب ضربه)

* بارهای ضربه‌ای متداول در ساختمان

الف) آسانسورهای کششی نگهدارنده با لنگها (بند ۶_۳_۵_۱)



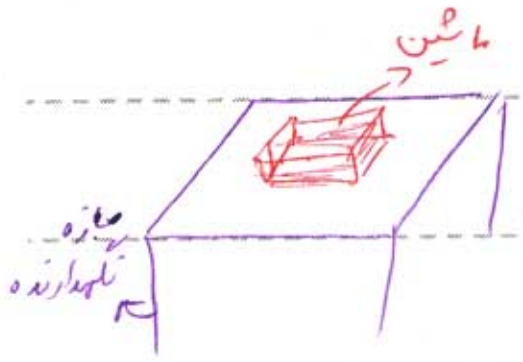


$\alpha = 1,۴۳$

$P_{dyn} = 1,۴۳ \times P_{st}$ بارمحوری آسانسور بصورت دینامیکی

WWW.ABADANOMRAN.COM

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

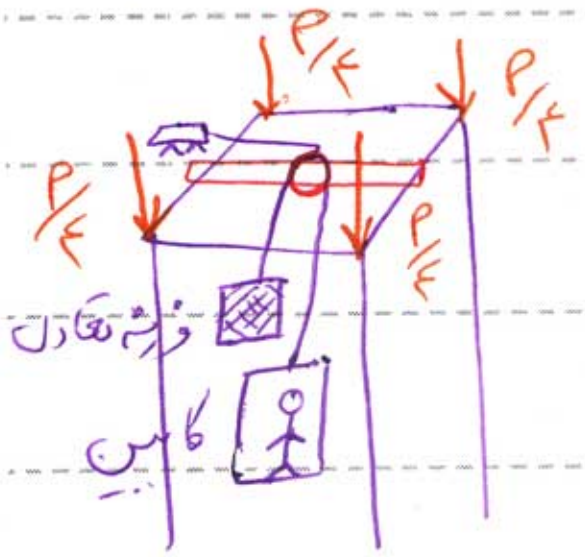


ماشین های دوار (پمپ، ترنس توربو و ...) $\alpha = 1.2$

ماشین های رفت و برگشتی (دستگاه تراشکاری، بتن بندی، پلیر چی 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

WWW.ABADANOMRAN.COM

Subject : پارکینگ‌داری

Year : 90 Month. 8 Date. 20

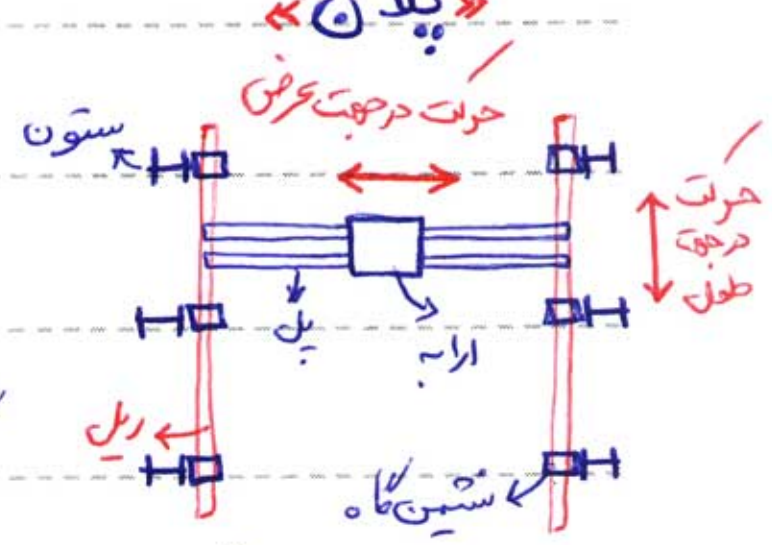
ABADANOMRAN

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

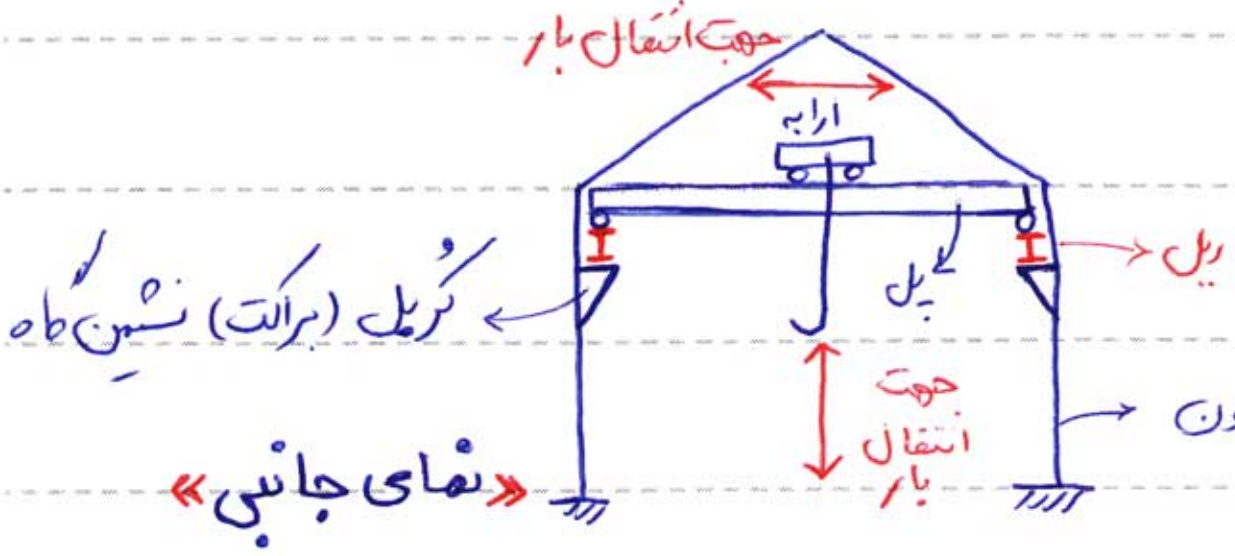
تعریف: ماشین هایی هستند که بار را در جهت ثابت و افقی در یک کارگاه جابجا می‌کند

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

«پلان»

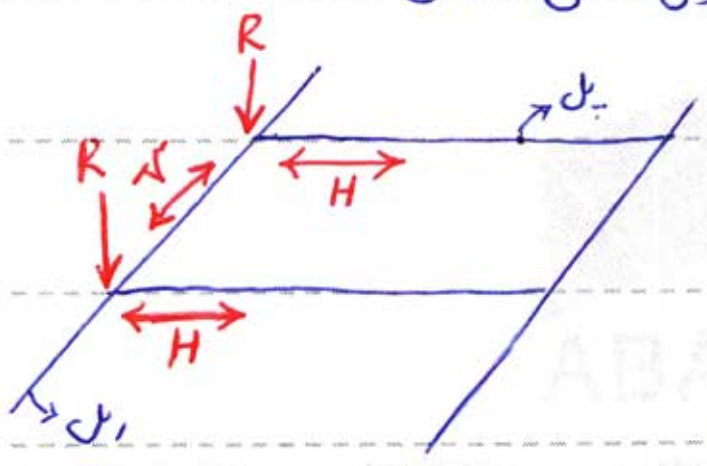


«نمای جانبی»



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.

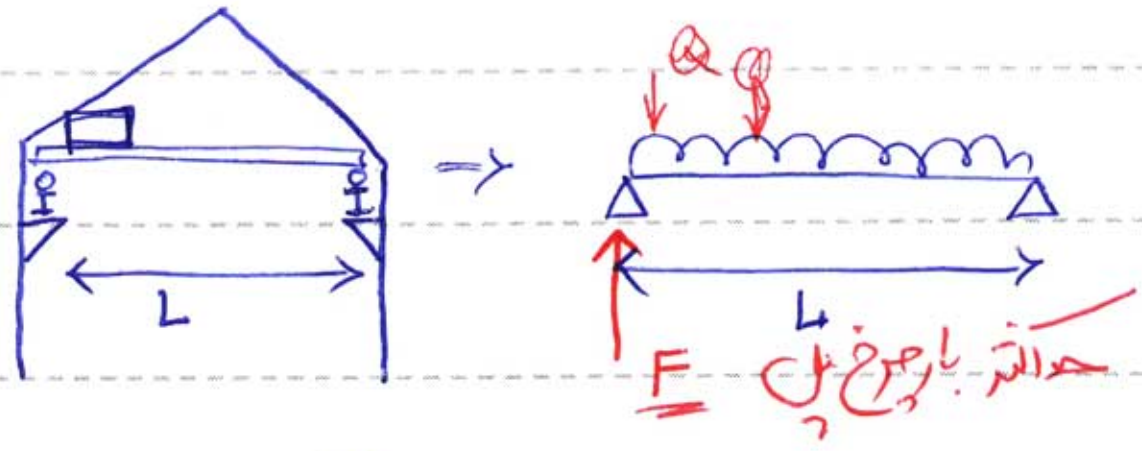
برای محاسبه ی نیروهای R ، V و H در محاسبات

می بایست حداکثر بار چرخ پل را محاسبه کنیم

* بند ۶-۳-۶-۱:

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



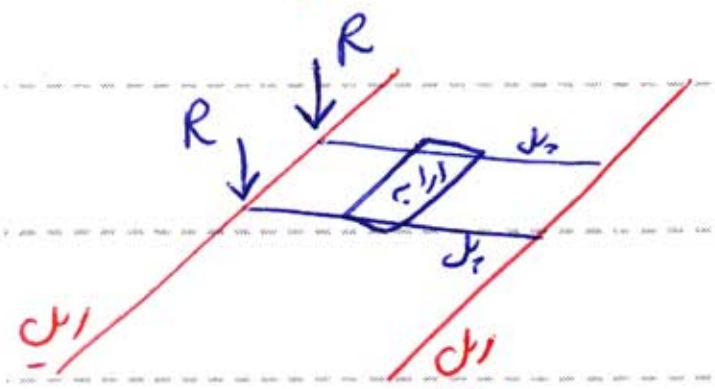
WWW.ABADANOMRAN.COM

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 8 Date. 20

ABADANOMRAN

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

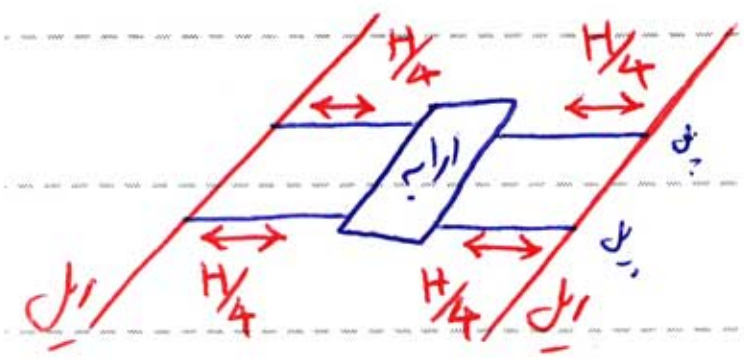


$$R = 1.25 \times \left(\text{حداکثر بار چرخ ریل}\right)$$

نکته: برای محاسبه‌ی بار محوری ستون ها

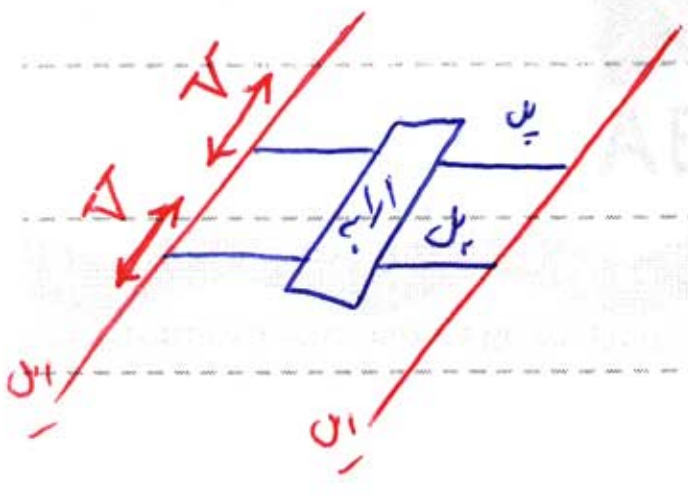
R = حداکثر بار چرخ پل

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



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

* محاسبه 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

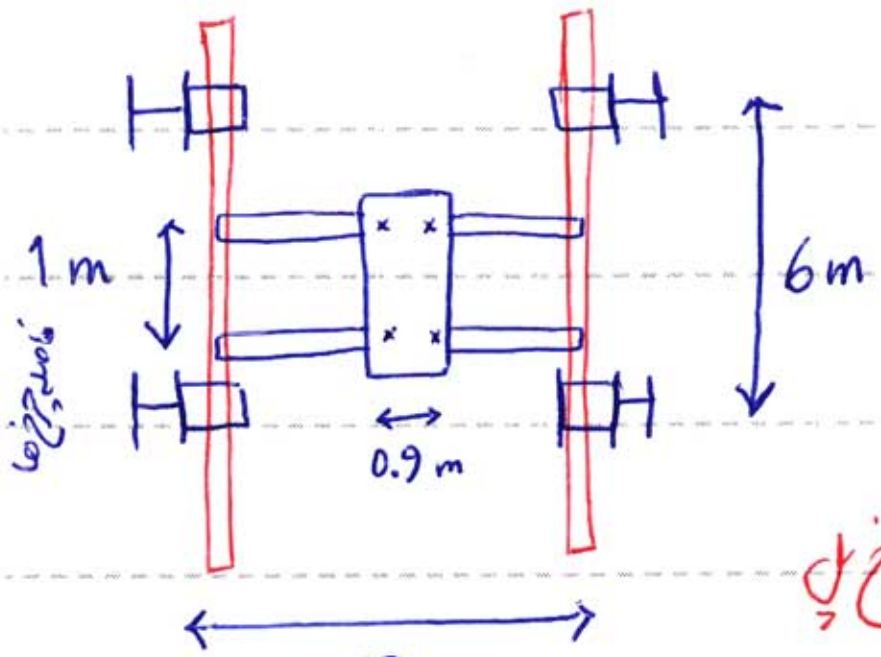
ب) حداکثر لنگر خمشی و نیروی برشی در پل و ریل

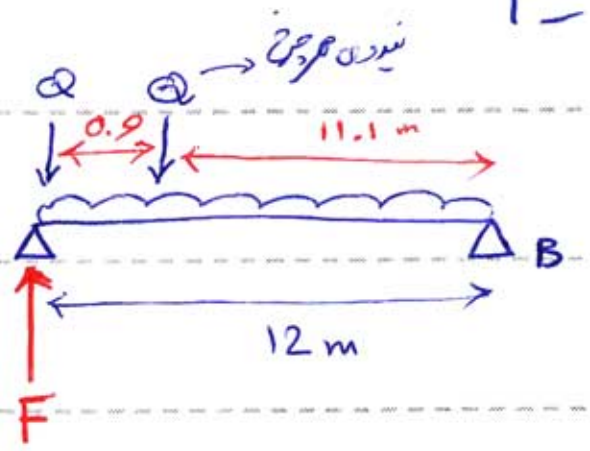
طرفین جرثقیل ۲ تن ، وزن پل $50\ kg/m$ ، وزن ریل $100\ kg/m$ و وزن ارابه $200\ kg$

WWW.ABADANOMRAN.COM

ABADANOMRAN

حل ابتدایی بایست حداکثر بار چرخ پل را بدست آوریم:





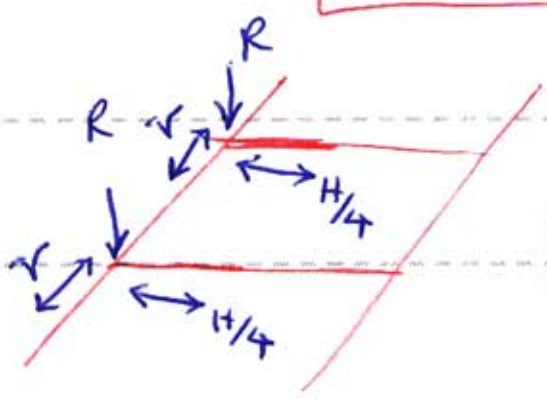
حداکثر بار چرخ پل

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



- مطلوبی نیروهای R، V و H وارد بر پل:

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

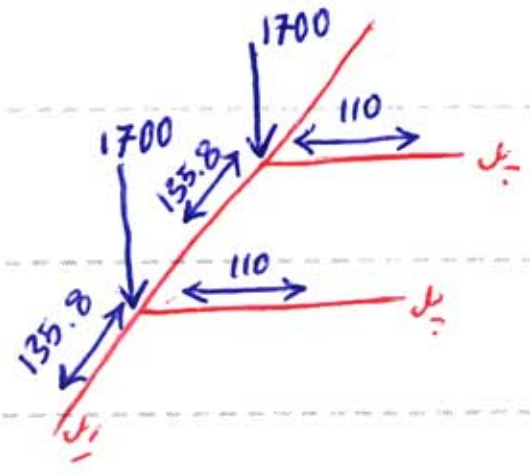
$\Rightarrow$ **$R = 1700$ kg**

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

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

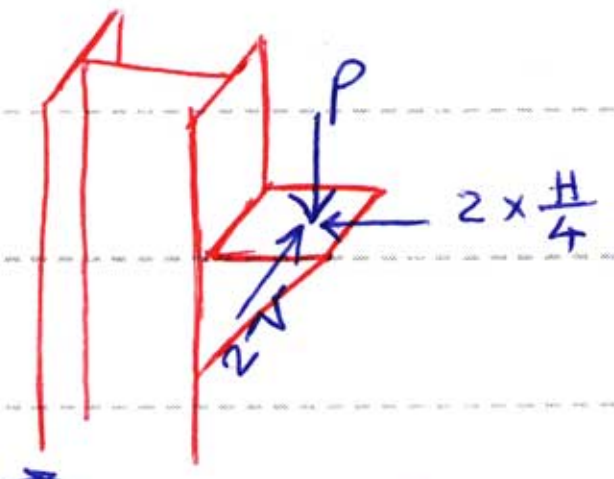
(V) $= \%10 \times F = 0.1 \times (1358.75) = 135.8$ kg

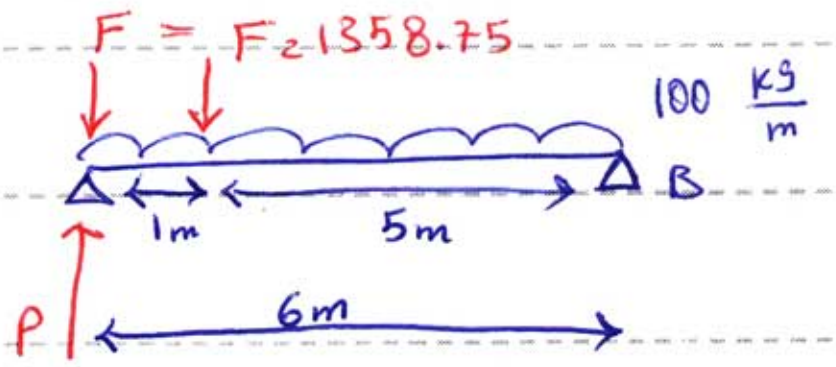
$\Rightarrow$ **$V = 135.8$ kg**



WWW.ABADANOMRAN.COM

الف) محاسبه‌ی بارهای وارد بر ستون

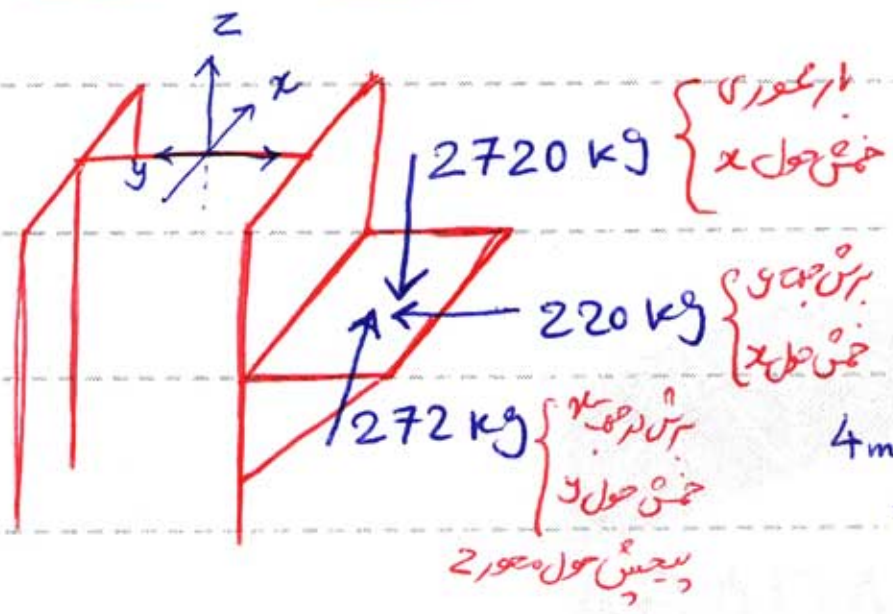




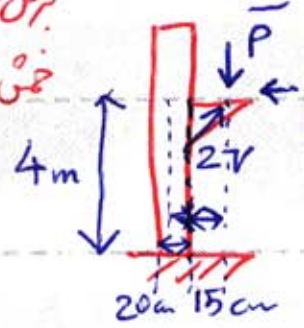
$+\circlearrowleft \sum M_{B=0} \rightarrow P \times 6 - 1358.75 \times 6 - 1358.75 \times 5 - 100 \times 6 \times 3 = 0$

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

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

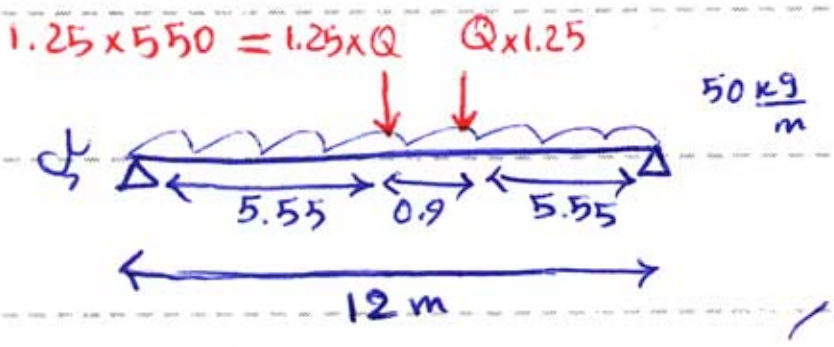


تکلیف: در شکل نشان داده شده تمام نیروهای داخلی ستون را محاسبه کنید:



در پایین نقطه

ب) محاسبه‌ی حداکثر خمش و برش در پل:



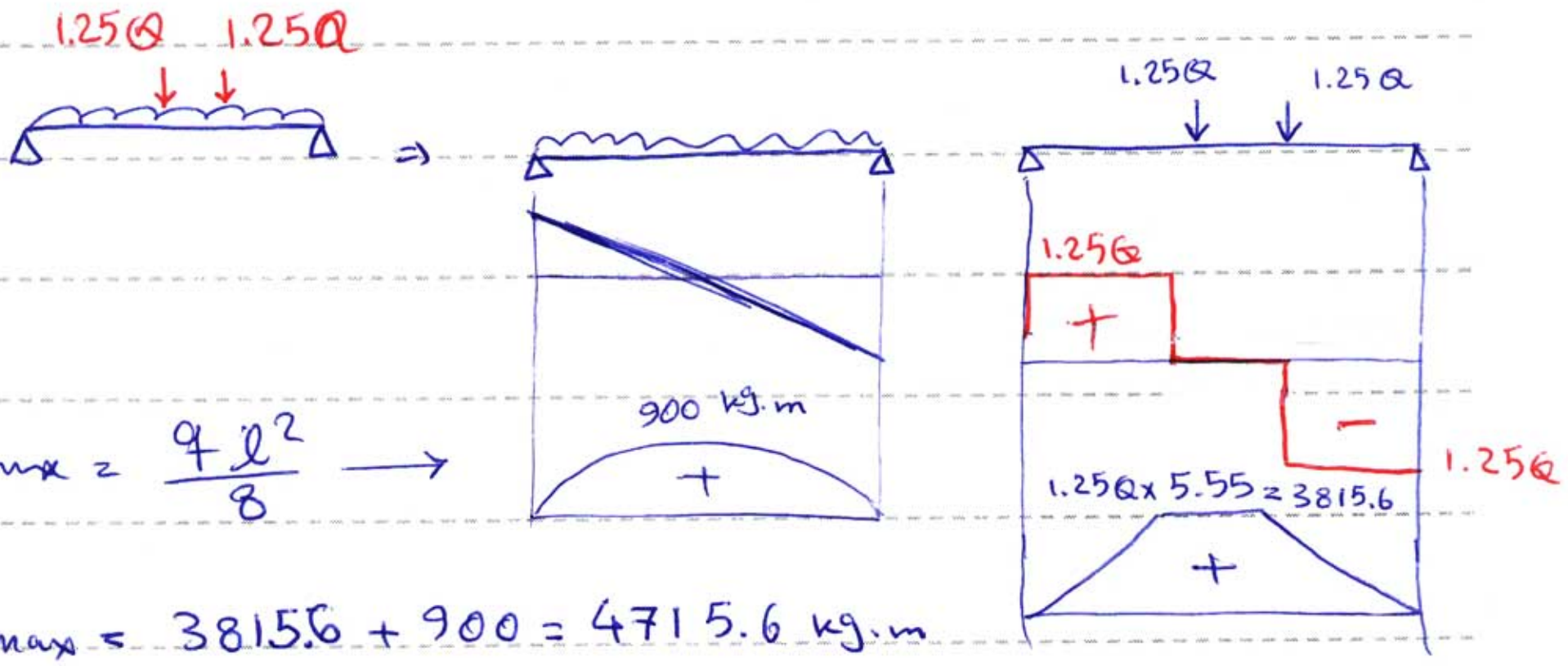
۱- حداکثر خمش M_{max}

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

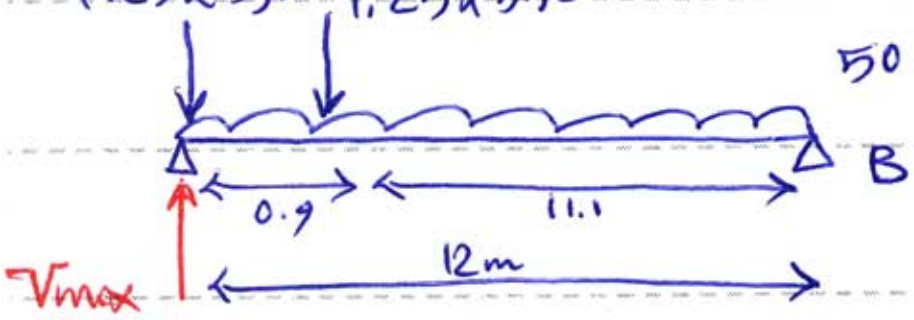
ABADANOMRAN



$M_{max} = \frac{q l^2}{8} \rightarrow$

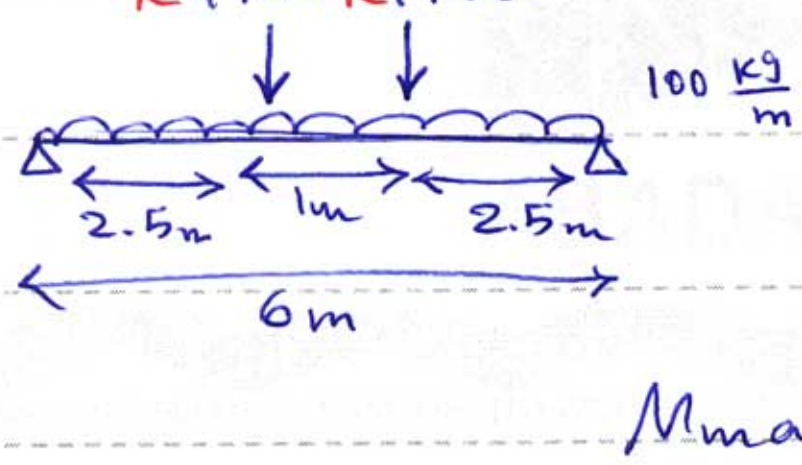
$M_{max} = 3815.6 + 900 = 4715.6 \text{ kg.m}$

۱ـ حداکثر برش:



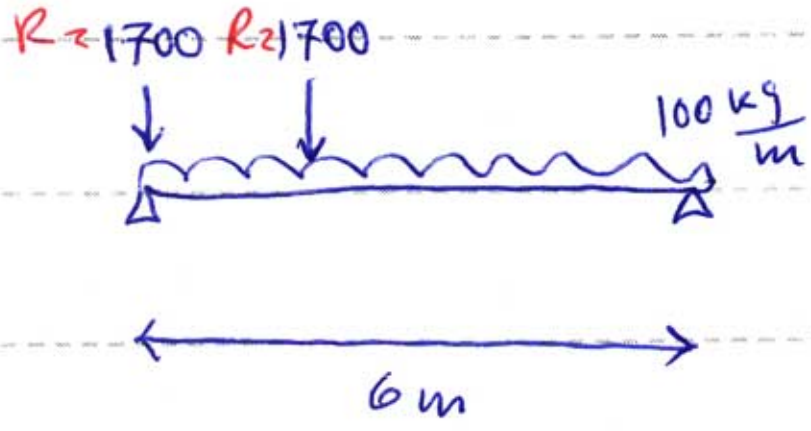
$\sum M_B = 0 \rightarrow V_{max} \times 12 - 1.25 \times 550 \times 11.1 - 50 \times 12 \times 6 = 0$

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



حداکثر خمش و برش یکی

$M_{max} = 4700 \text{ kg.m}$



$V_{max} = 3416.67 \text{ kg}$

WWW.ABADANOMRAN.COM

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

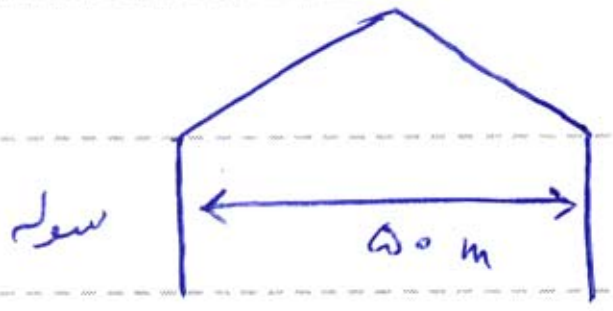
۷- اثر ساختمان های مجاور و ...

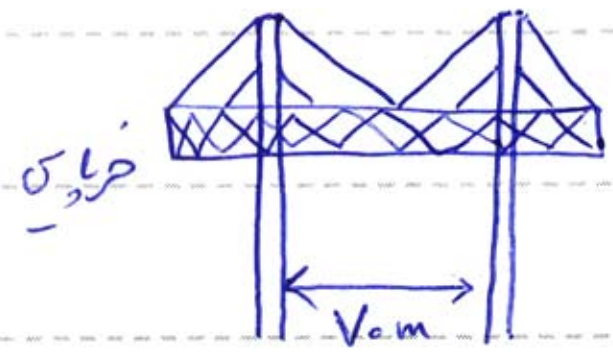
* بار برف برای چه ساختمان هایی اهمیت زیادی دارد؟

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

بار برف خیلی برای و خطرناک می باشد

و بار برف باید با دقت محاسبه گردد.





مراحل محاسبه ی بار برف یک ساختمان براساس آیین نامه ی ANSI :

گام اول) محاسبه ی 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

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

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

(C_t): ضریب حرارت سقف

✓ نحوه ی محاسبه ی بار برف مبنا ($0.7 P_g$)

از جدول ۶-۳-۱ از بند ۶-۴-۲ آیین نامه مبحث ششم و جدول ۶-۳-۱ تعیین می شود:

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

✓ نحوه ی محاسبه ی ضرایب C_e و C_t و I : از جدول کپی شده

گام دوم) اثر بارش باران روی بام:

زاویه 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

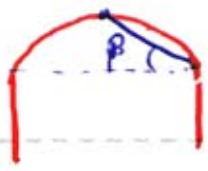
گام سوم) کنترل حداقل بار برف بام با شیب کم ($P_{f_{min}}$):

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

WWW.ABADANOMRAN.COM

ABADANOMRAN



و 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):

$P_s = C_s \times P_f$

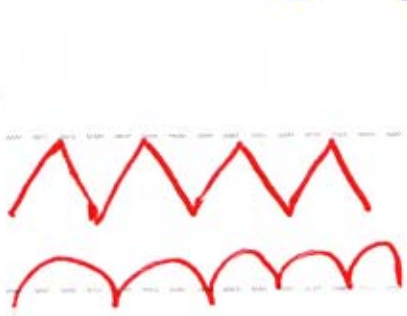
P_s: بار برف روی سطح شیبدار (سقف)

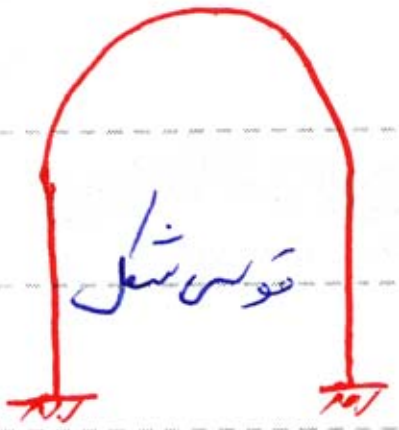
C_s: ضریب اثر شیب سقف

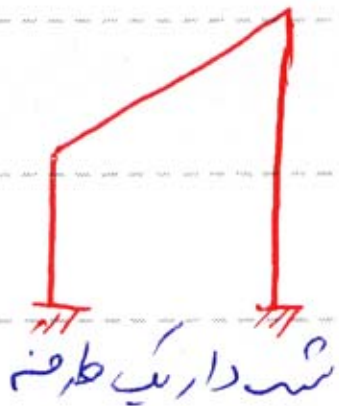
P_f: بار برف روی سقف سطح

به متعارف 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 مجاسبه 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

WWW.ABADANOMRAN.COM

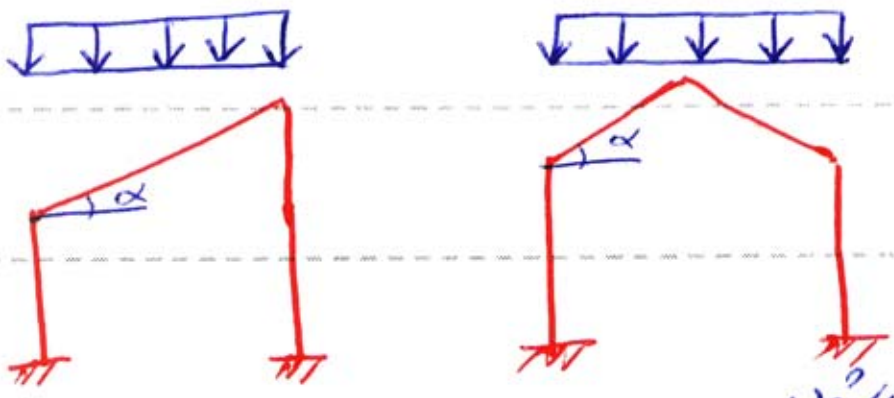
۲- زبری سقف ← بام لغزنده (کاشی کاری شده، فلزی و ...)

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

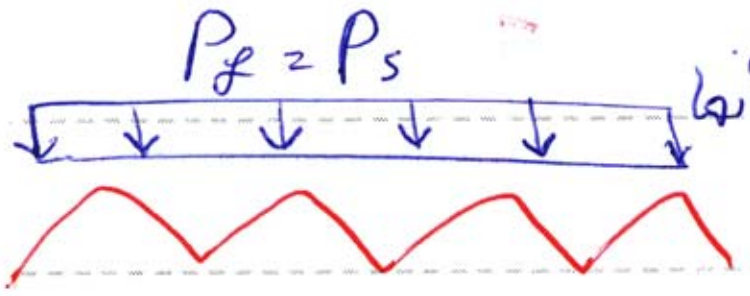
α	C_s
$0 \sim 15^\circ$	1
$15 \sim 70^\circ$	$1-[(\alpha-15)/55]$
$\alpha > 70^\circ$	0

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

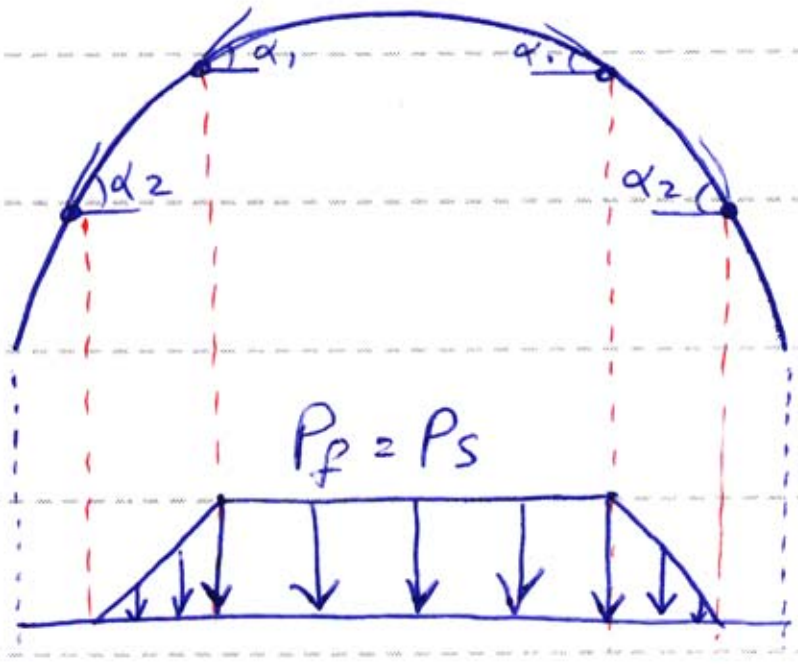


محاسبه ی ضریب C_s برای سقف های دندانه ای ← برای آنها $C_s = 1$ می باشد

WWW.ABADANOMRAN.COM

ABADANOMRAN

* محاسبه‌ی ضریب C_S برای سقف‌های قوسی شکل



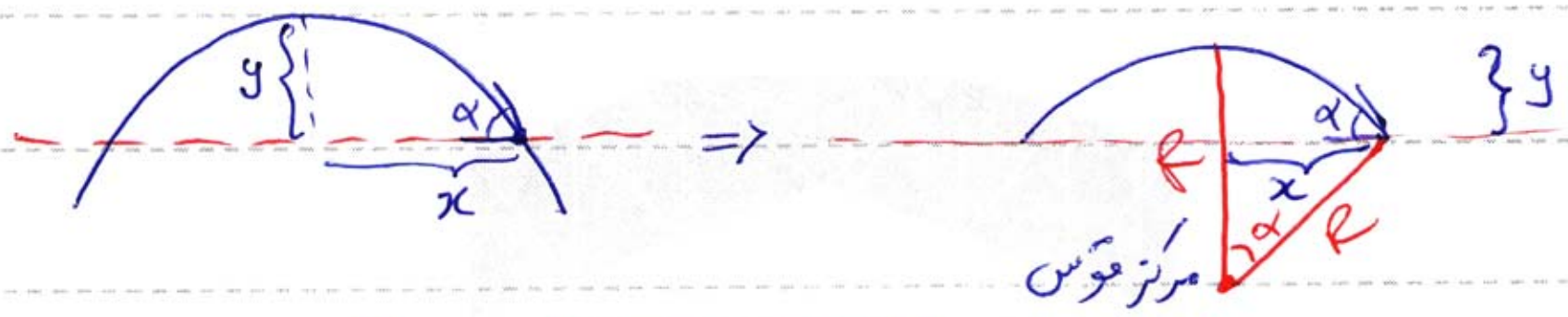
α_1 ← بام گرم و لغزنده = 15°

بام گرم غیرلغزنده = 30° ← با برف سر دو لغزنده

بام سرد و غیرلغزنده = 45°

$\alpha_2 = 70° : \alpha_2$

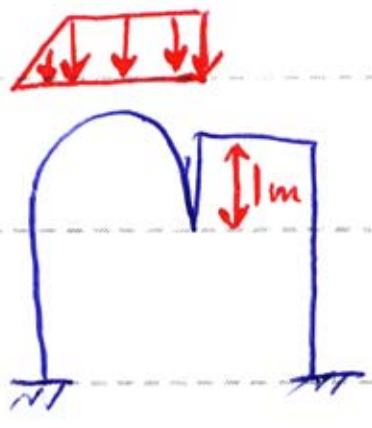
* دو رابطه‌ی مثلثاتی مفید برای بدست آوردن α روی قوس:



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

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

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

ABADANOMRAN

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 متقارن

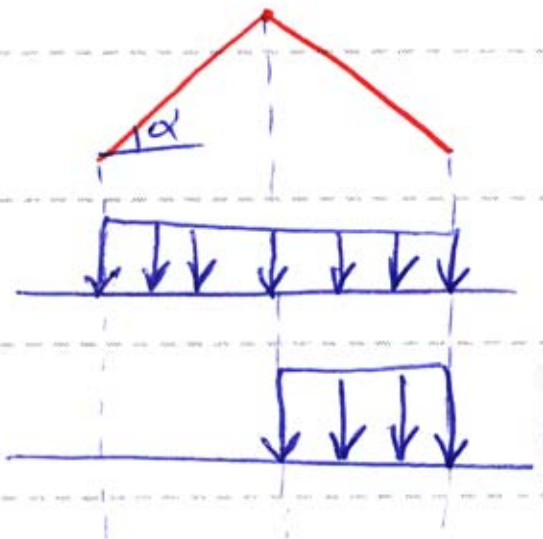
در چنین حالتی سازه را برای بار برف متقارن طراحی می کنیم و برای برف نامتقارن کنترل می نماییم.

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



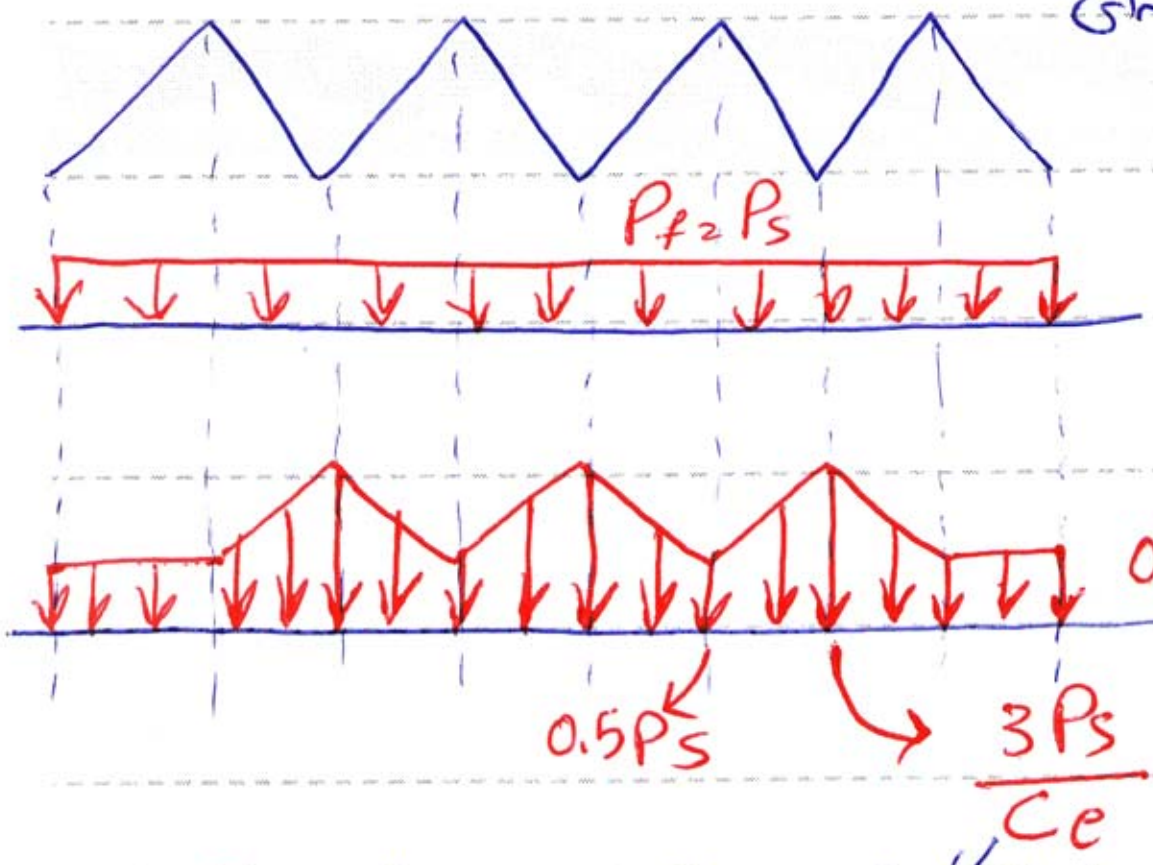
بار متقارن

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.

WWW.ABADANOMRAN.COM

ABADANOMRAN

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

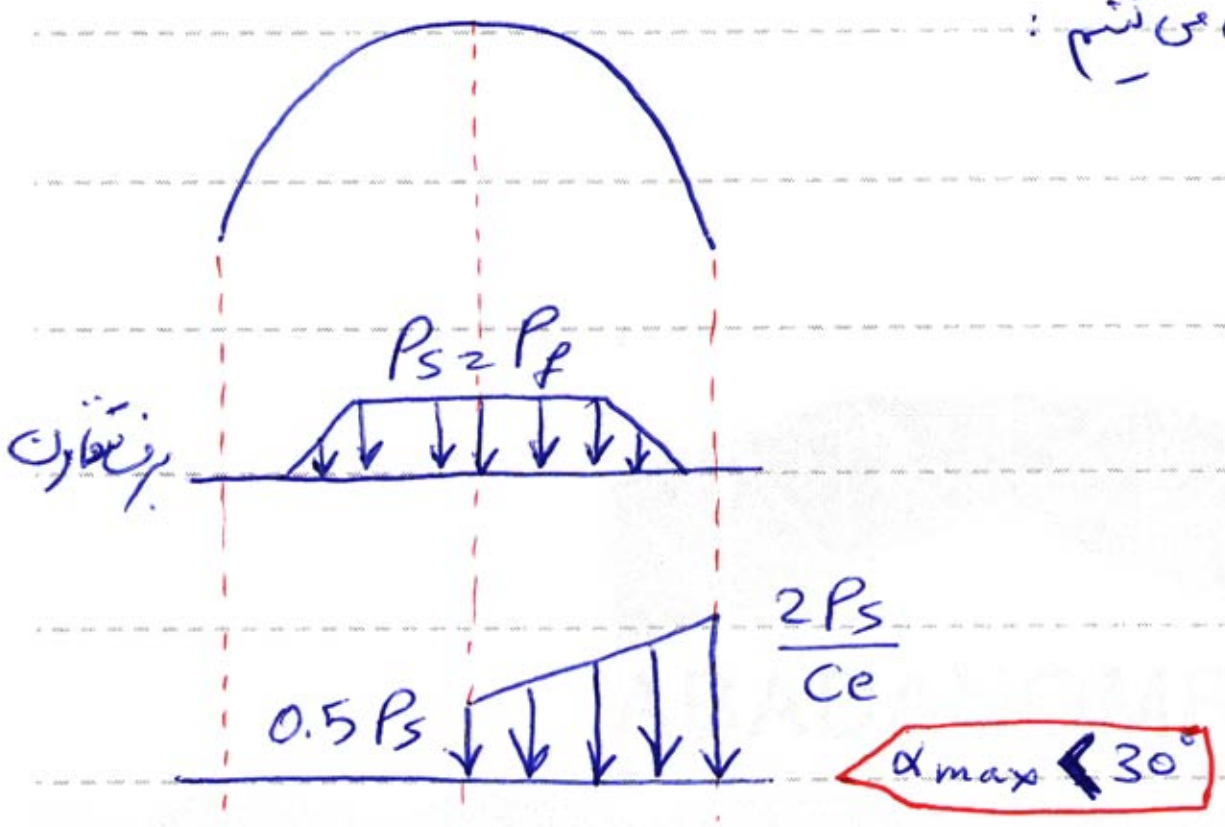
✓ بار برف نامتقارن سقف قوسی شکل :

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

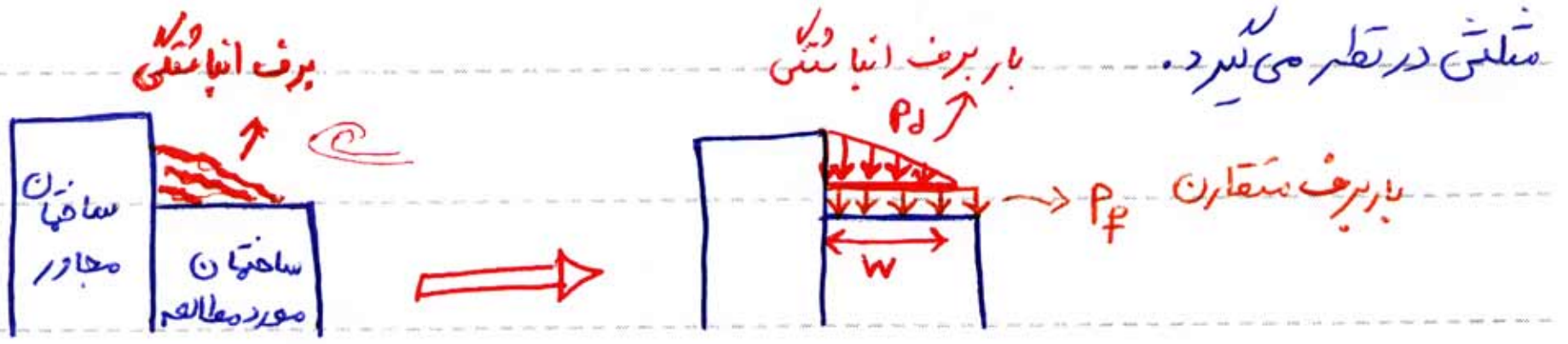
سپس زاویه‌ی α_{max} را محاسبه می‌کنیم :



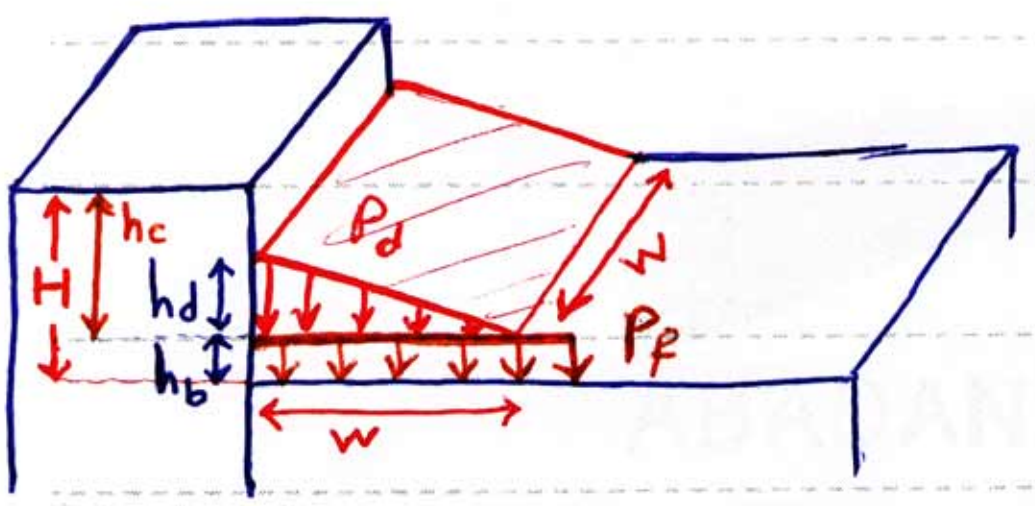
WWW.ABADANOMRAN.COM

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 :

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

(P_f: اگر بام شیب دار باشد، P_s: اگر بام تخت باشد، γ: وزن مخصوص برف)

می‌توان γ را از جدول کمکی مقابل تعیین نمود:

γ (kg/m^3)	P_g (kg/m^2)
محاسبه نمی‌شود	0 - 5
234	50 - 150
312	151 - 300
390	> 300

WWW.ABADANOMRAN.COM

$$h_c = H - h_b$$

* 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 ؟

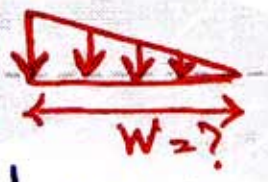
باید بار برف انباشتگی را در نظر بگیریم

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 :

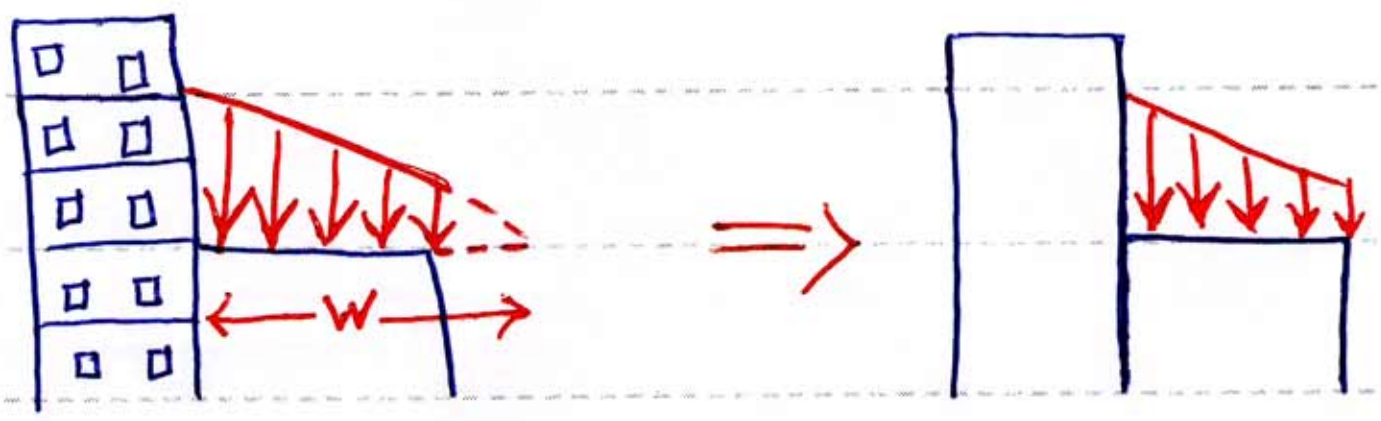


اگر $L \leq 15\ m \rightarrow W = 3 h_d \geq 3\ m$

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

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

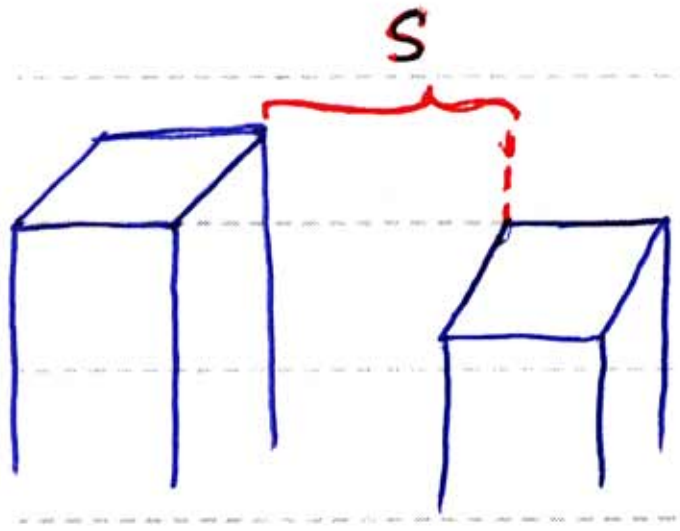
✓ نکته ۲) اگر طول سقف از W کمتر بود بار برف انباشتگی بصورت ذوزنقه خواهد بود.



✓ نکته ۳) اگر سختی بلندتر با اندازه‌ی "S_n" با ساختمان مورد محاسبه ما فاصله داشت

WWW.ABADANOMRAN.COM

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

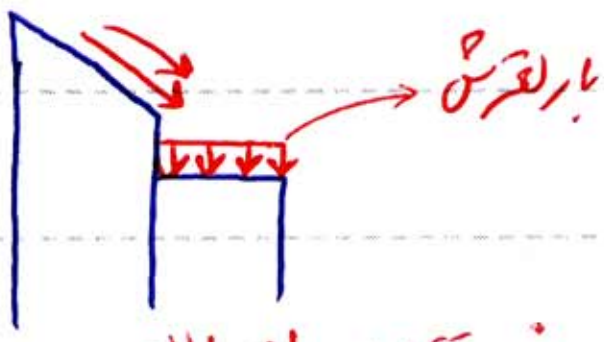


اگر $S > 6m$ → برف انباشتگی نداریم

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.

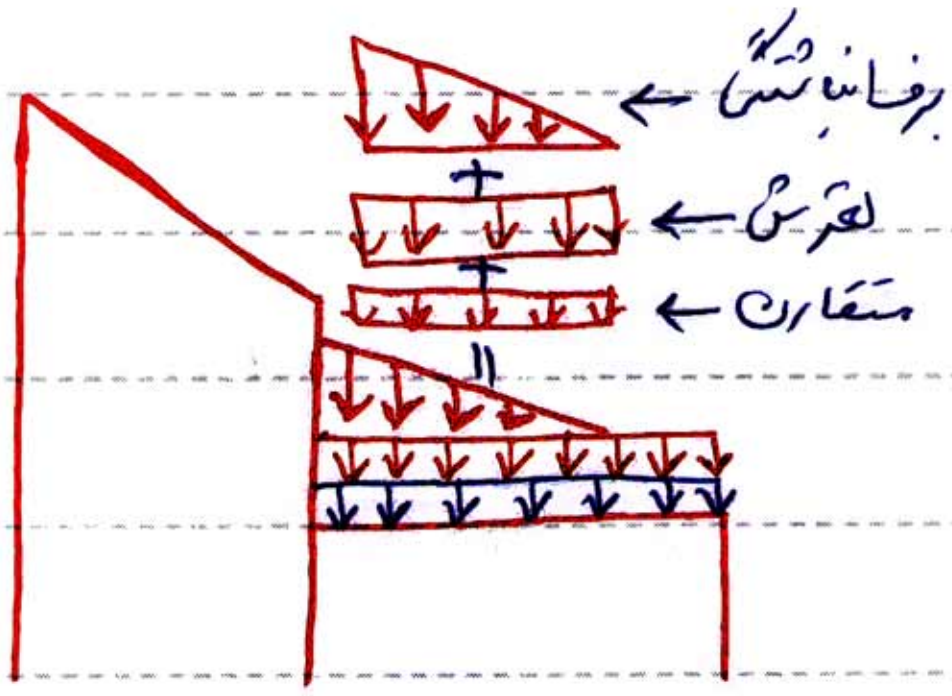
* نکته: اثر لغزش و برف انباشتگی و برف متعارف باهم جمع می شود. ولی برف نامتعارف با هیچ یک از بارهای مذکور جمع نمی گردد. و به تنهایی می بایست کنترل شود

WWW.ABADANOMRAN.COM

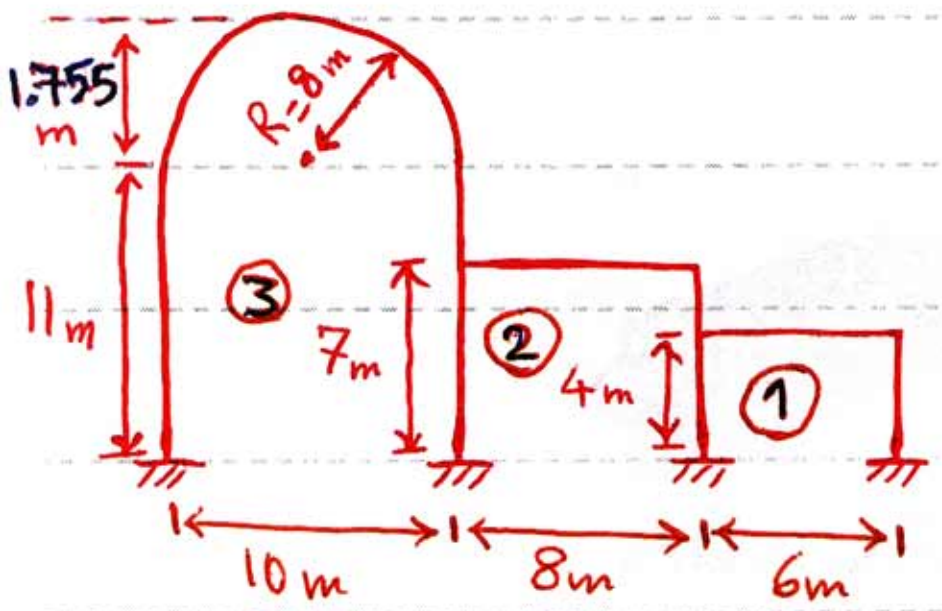
Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 9 Date. 4

ABADANOMRAN



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

WWW.ABADANOMRAN.COM

محاسبات را از بام بلندتر آغاز می‌کنیم:

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

[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 → $0.7 P_g = 150\ kg/m^2$

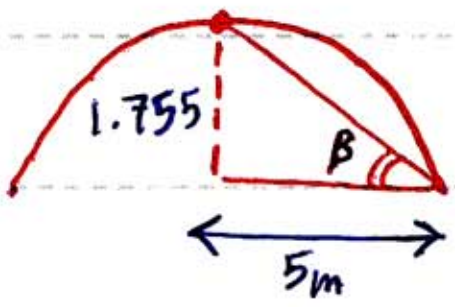
مرکز شهر → بادخیزنسبت → $C_e = 1.1$

باوضعیت سازه ساخت‌یه شبانه‌روزی 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 به کنترل 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)

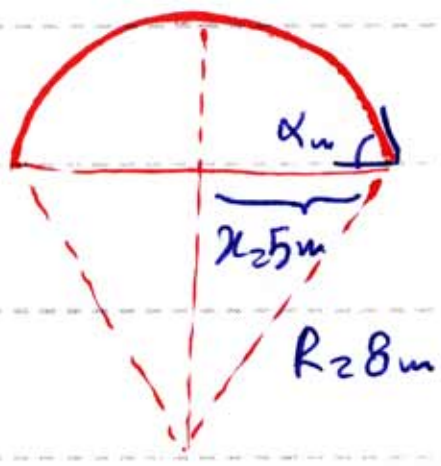
ابتدا نوع سقف را مشخص می‌کنیم ← { بام گرم ← $C_t = 1$ / بام لعاب‌دار ← بام سرد }

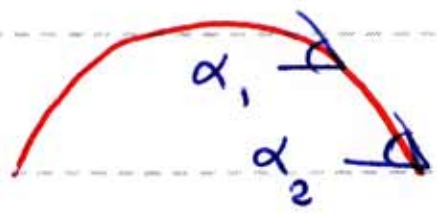
چون بام گرم و لعاب‌دار می‌باشد روی سقف محل زوایای $\alpha_1 = 15^\circ$ و $\alpha_2 = 70^\circ$ را تعیین می‌کنیم

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 9 Date. 4

ABADANOMRAN





$x = R \sin \alpha_m$

$5 = 8 \sin \alpha_m$

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

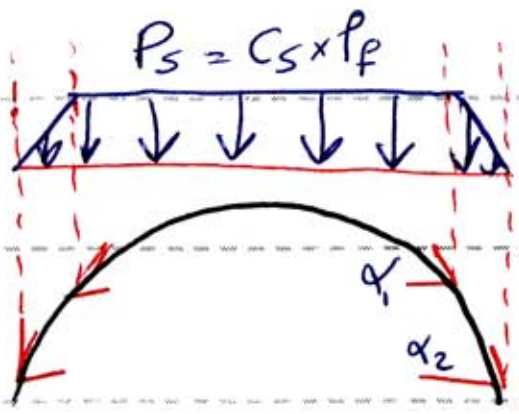
از آن جایی که ماکزیمم زاویه روی قوس 38.68 بدست آمده لذا لقطه ی مربوطه $\alpha_2 = 70^\circ$ روی قوس وجود ندارد.

ادامه پاسخ : جلسه آینده

گام چهارم) محاسبه‌ی بار برف متقارن

$P_S = C_S \times P_f$ ← بار برف سطح

↓ ضریب اشکال



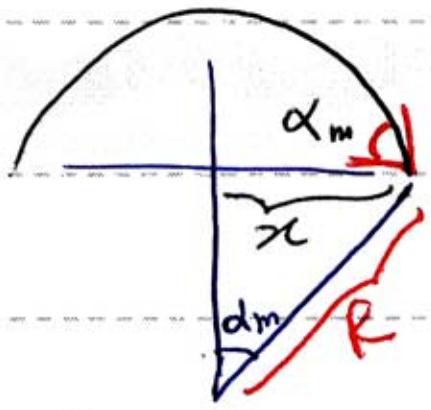
ابتدا نوع سقف را از نظر (گرم و سرد) و (تخلیه شونده غیر تخلیه شونده) تعیین می‌کنیم

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

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

* برای این که 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 $\alpha_1 = 15^\circ$:

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

$\Rightarrow x = 2.07 m$

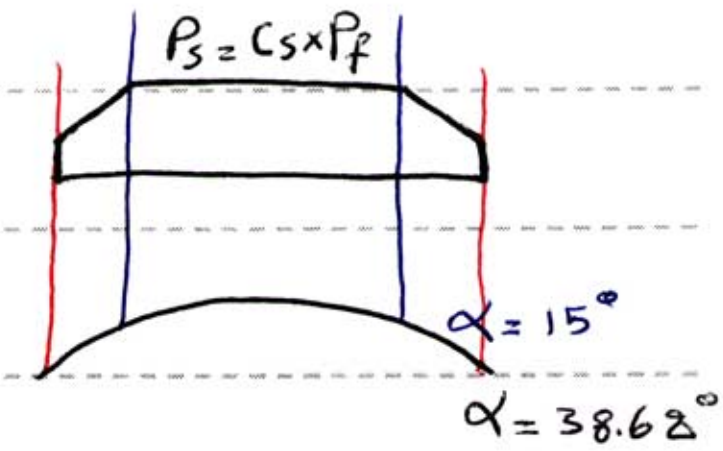
Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 9 Date. 11

ABADANOMRAN

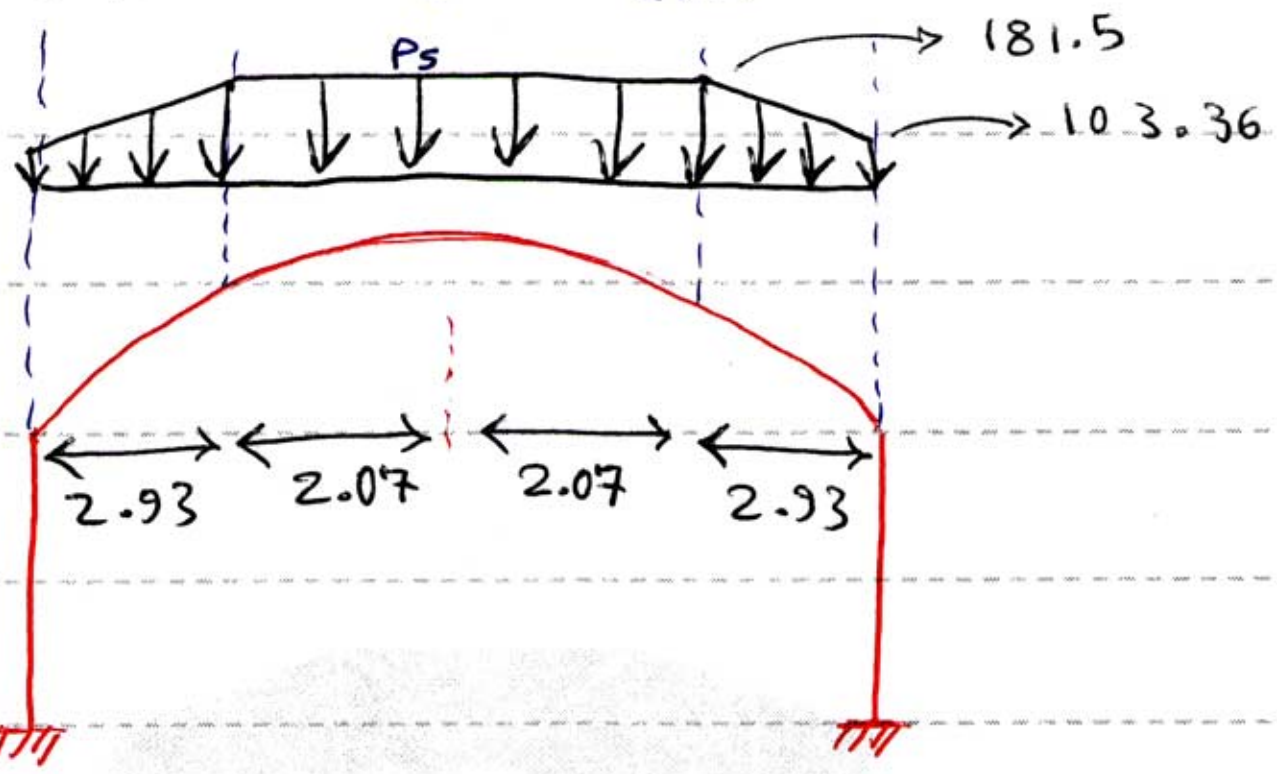
$\alpha \geq 15^\circ \rightarrow C_S = 1 - \frac{\alpha - 15}{55} = 1 - \frac{15-15}{55} = 1$

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



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

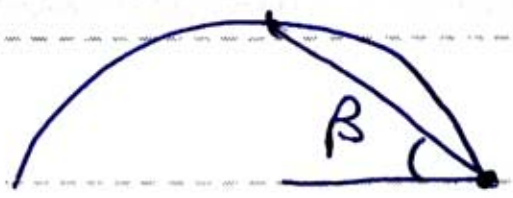
$\rightarrow P_S = 0.57 \times 181.5 = 103.36 \ (\frac{kg}{m^2})$



محاسبه‌ی بار برف نامتقارن : (طاق پنجم)

شرط در نظر گرفتن بار برف نامتقارن برای سقف قوس شکل

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

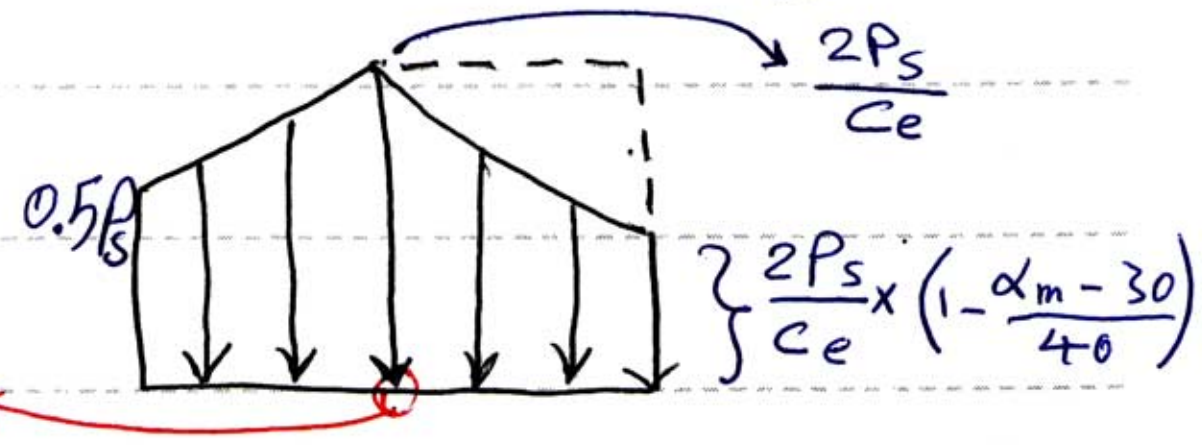


حال باید α_m را محاسبه کنیم که از

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

طاق قبلی داریم

$30 < \alpha_m < 70$



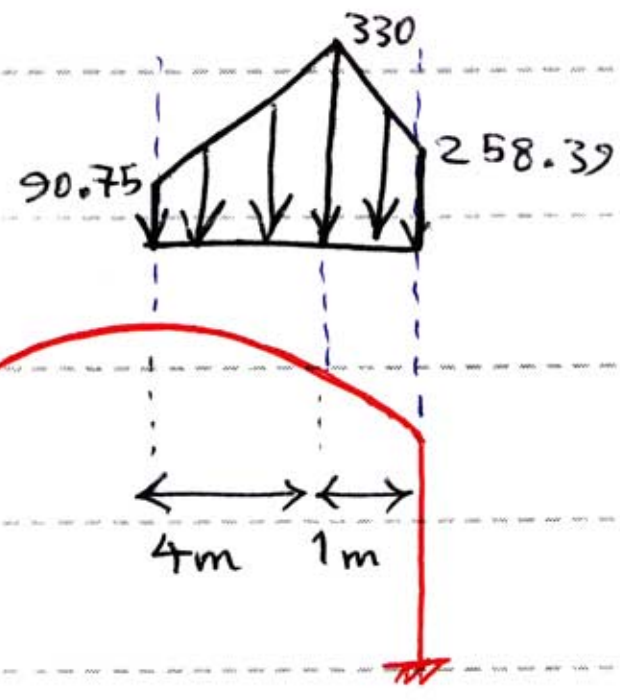
$\alpha = 30^\circ$ نقطه مربوط به

WWW.ABADANOMRAN.COM

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

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

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



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

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

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

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

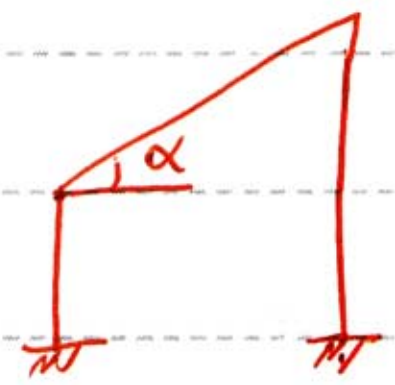
- شهر تهران $\Rightarrow 0.7P_g = 150 \ \frac{kg}{m^2}$
- مرکز شهر $\Rightarrow C_e = 1.1$
- جهت بیش از ۳۰۰ نفر $\Rightarrow I = 1.1$
- ساختمان گرم $\Rightarrow C_t = 1$

Subject : بارگذاری

Year : 90 Month. 9 Date. 11

ABADANOMRAN

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

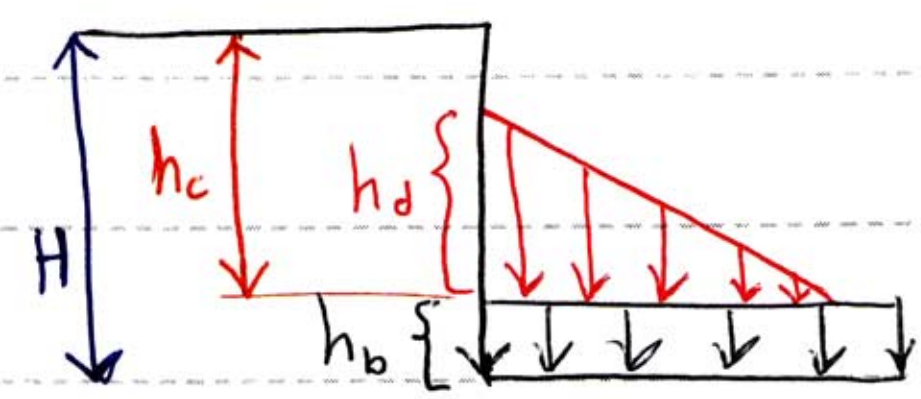
اگر $\Rightarrow$ اثر برف انباشتگی باید لحاظ شود $\Leftarrow \left\{ P_g > 50 \text{ و } \frac{h_c}{h_b} \geq 0.2 \right\}$

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



WWW.ABADANOMRAN.COM

بنابراین بار برف انباشتگی باید در نظر گرفته شود

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

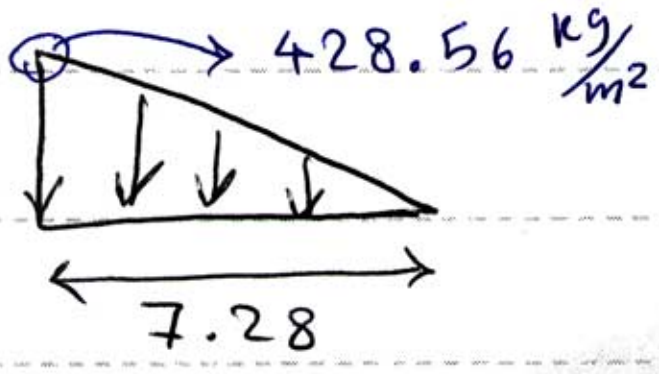
بنابراین شدت بار مثلثی

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

طول بار مثلثی =>

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

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

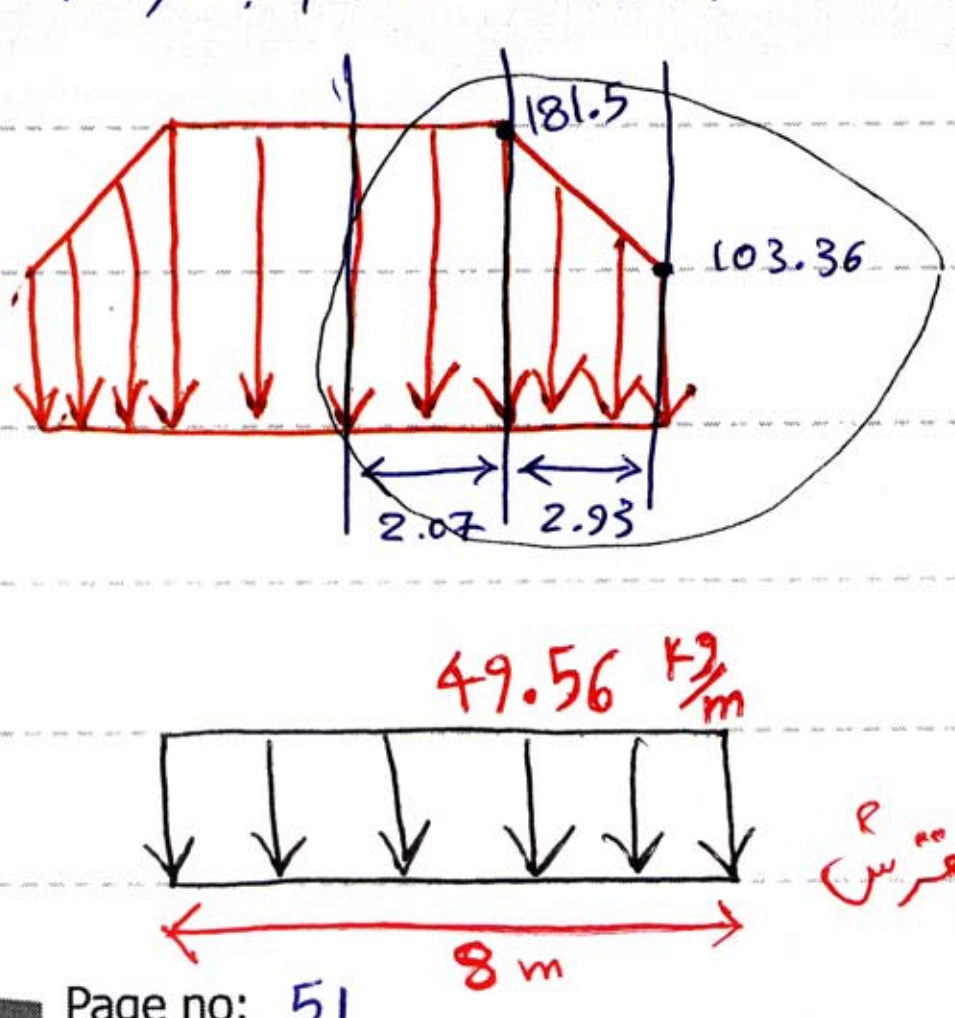


* عرض سقف ② 8 متر است لذا

گام هفتم) اثر لغزش برف

سقف بلندتر گنبدی است

بار لغزشی = 50% نصف بار برف متقارن بام بلندتر



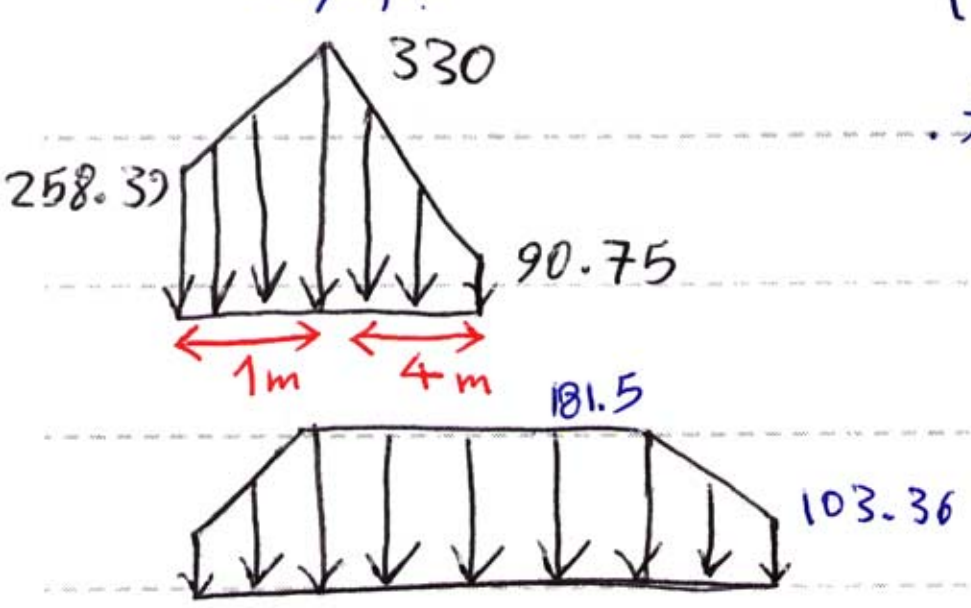
$$\%50 \times \left[181.5 \times 2.07 + \frac{181.5 + 103.36}{2} \times 2.93\right] \times \frac{1}{8} = 49.56 \ \frac{kg}{m^2}$$

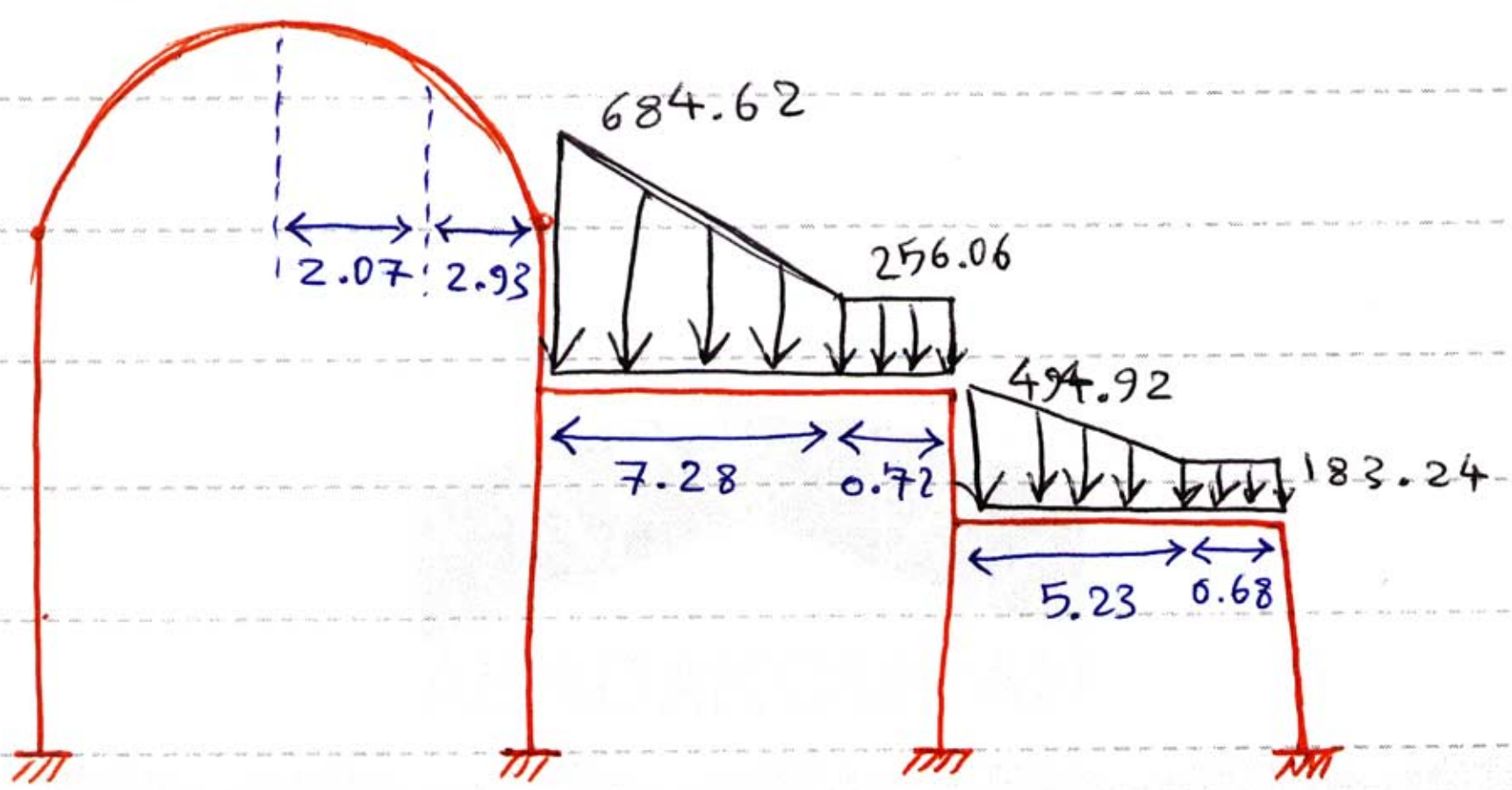
بار لغزشی

ABADANOMRAN

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

محاسبات این بام مشابه سقف ② می باشد.





تکلیف : مسأله شماره ④ کتاب مسکونی را حل کنید

ABADANOMRAN

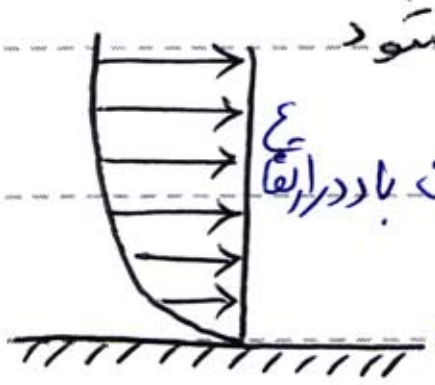
فصل پنجم - بار باد :

Wind load «W.L»

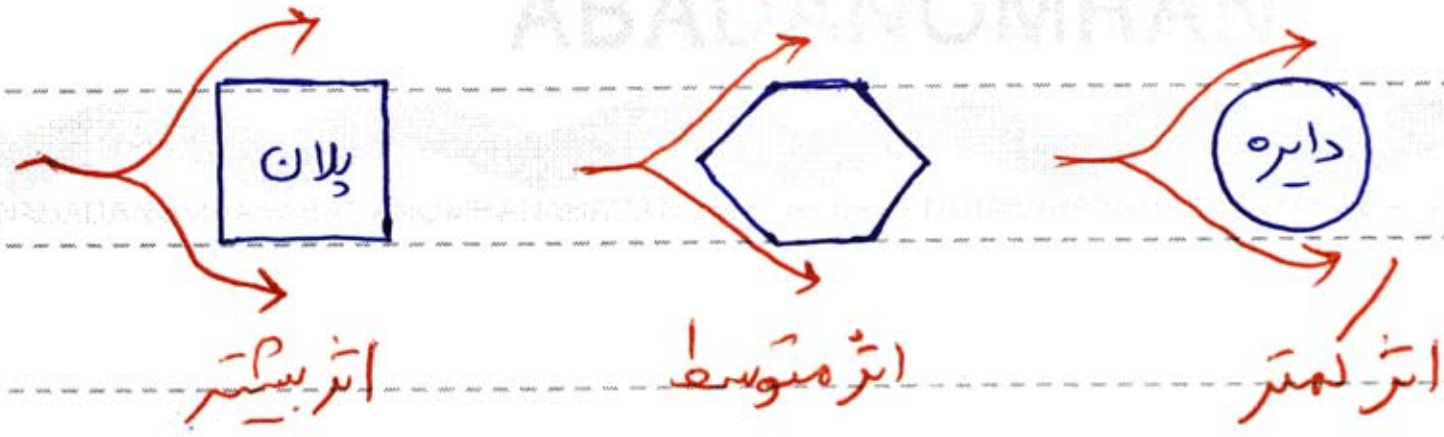
بند ۶-۶-۱-۱) عوامل موثر بر نیروی باد :

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



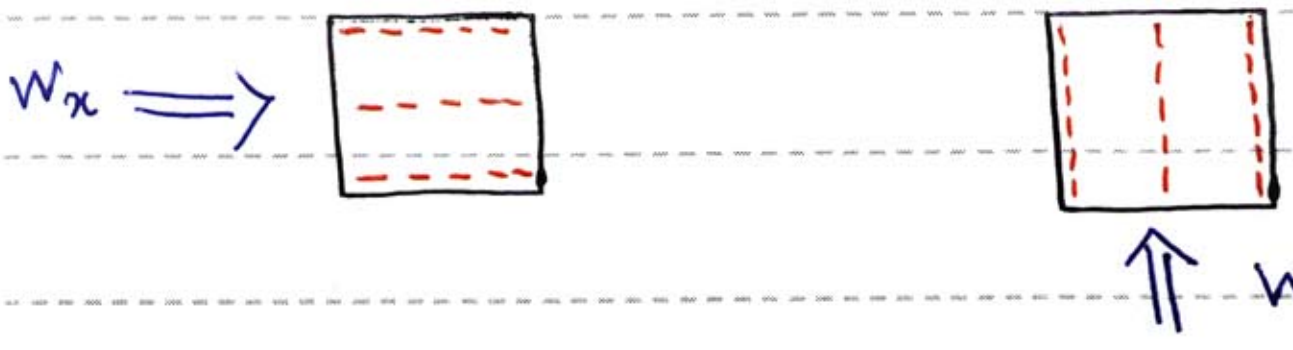
۳- شکل ساختمان :



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 سینیم و ماکزیمم [یا همان محورهای تقارن] بطور عمود همزمان اثر داده شود

WWW.ABADANOMRAN.COM



بند ۶-۶-۱-۳) باد یا بار زلزله ؟

* هرکدام که اثر بیشتری داشته باشد اثر داده می شود

* باد و بار زلزله نباید با هم جمع شوند

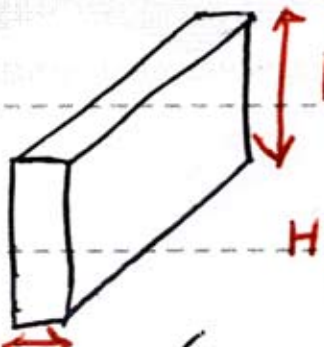
ترکیبات بارگذاری برای Etabs :

$DL + LL \pm W$ باد

$DL + LL \pm E$ زلزله

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

با آن که نیروی باد یک اثر دینامیکی به شمار می رود آیین نامه در فصل ششم یک روش استاتیکی جهت محاسبه ی نیروی باد ارائه کرده است (یعنی ساختمان سرجای خود ساکن است و بار گسترده به وجوه آن وارد می شود) این روش برای هر ساختمانی قابل اجرا است بجز سازه های زیر :



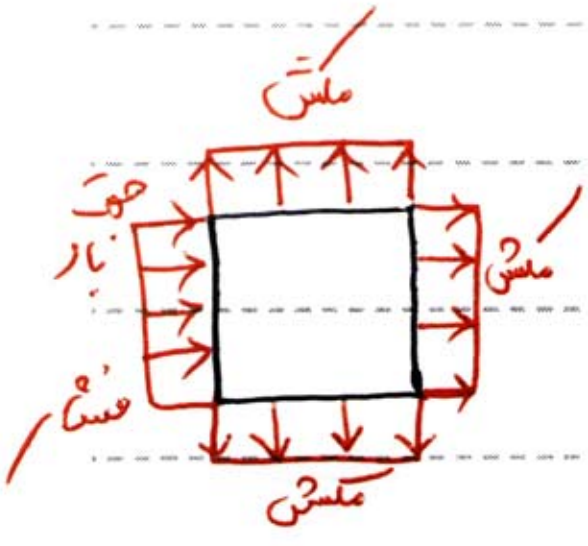
الف) ارتفاع ساختمان بیش تر از ۱۲۰ متر

ب) ارتفاع ساختمان بیش تر 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 می شود

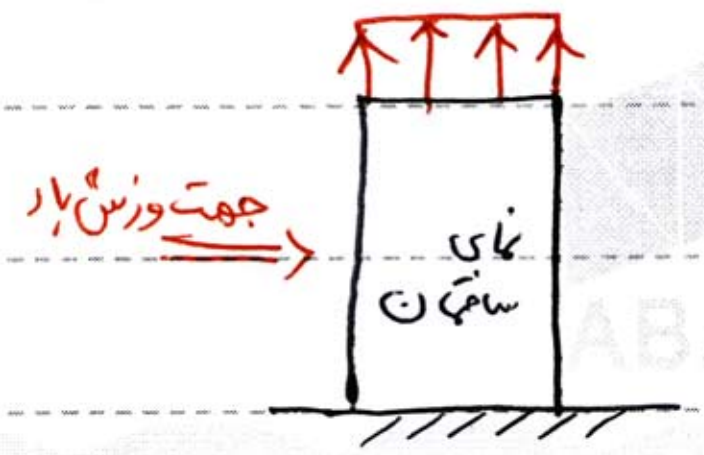
ABADANOMRAN

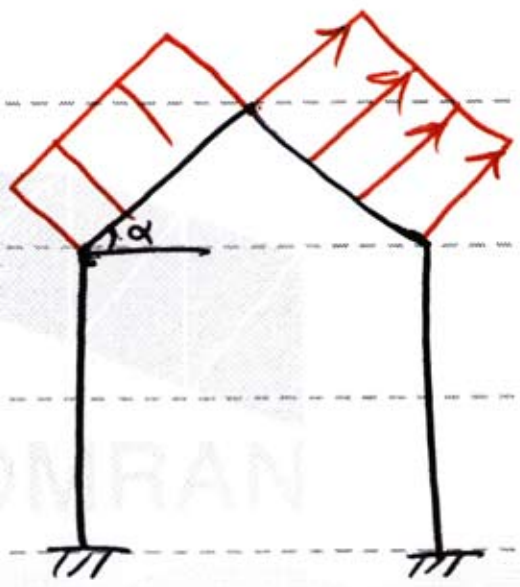
نحوه‌ی تاثیر بار باد بر سمت‌های مختلف ساختمان:



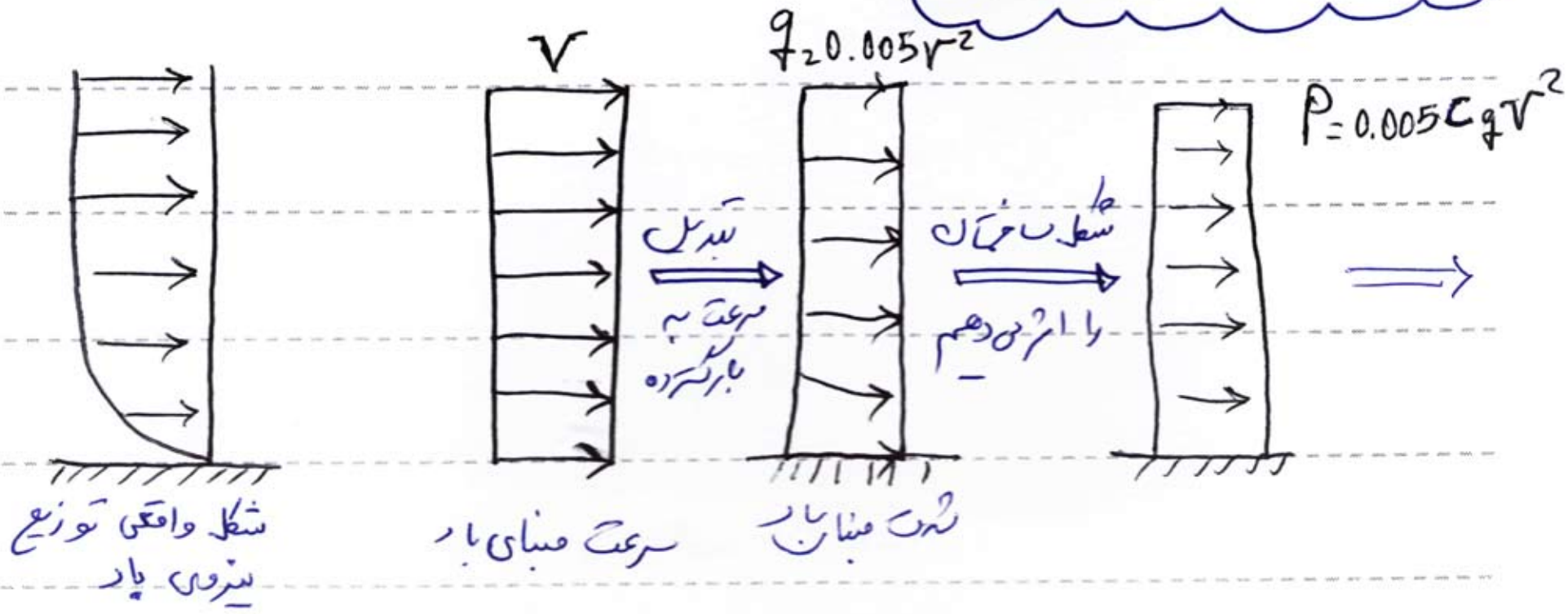
الف) دیوارها
- روبه باد ← فشار
- موازی باد ← مکشی
- پشت به باد ← مکشی

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

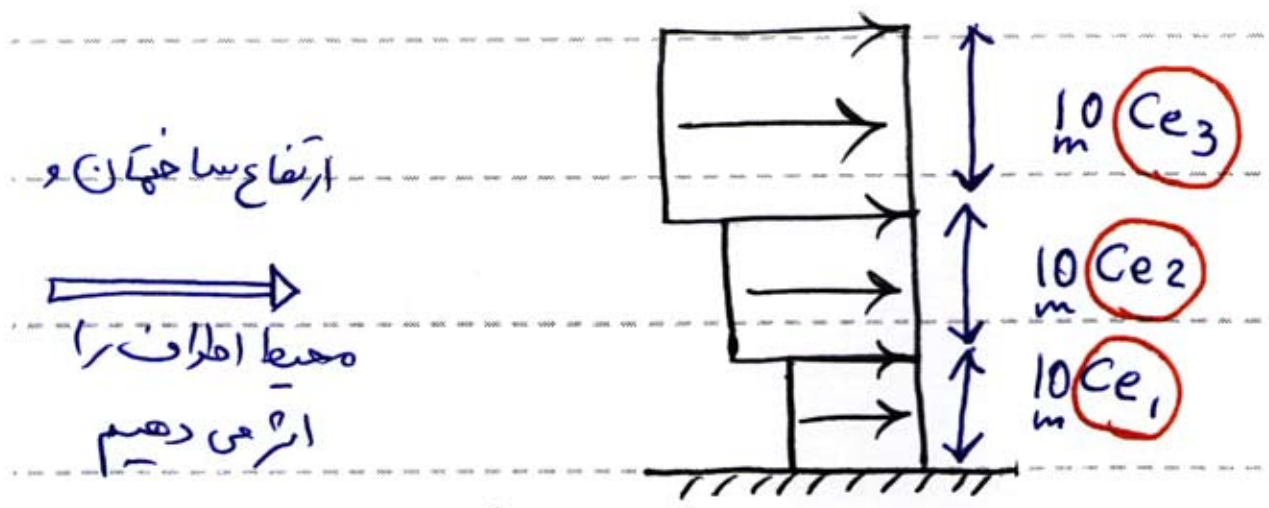




نحوه‌ی محاسبه‌ی بار باد



WWW.ABADANOMRAN.COM



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 ۸۰ $\frac{Km}{hr}$ 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

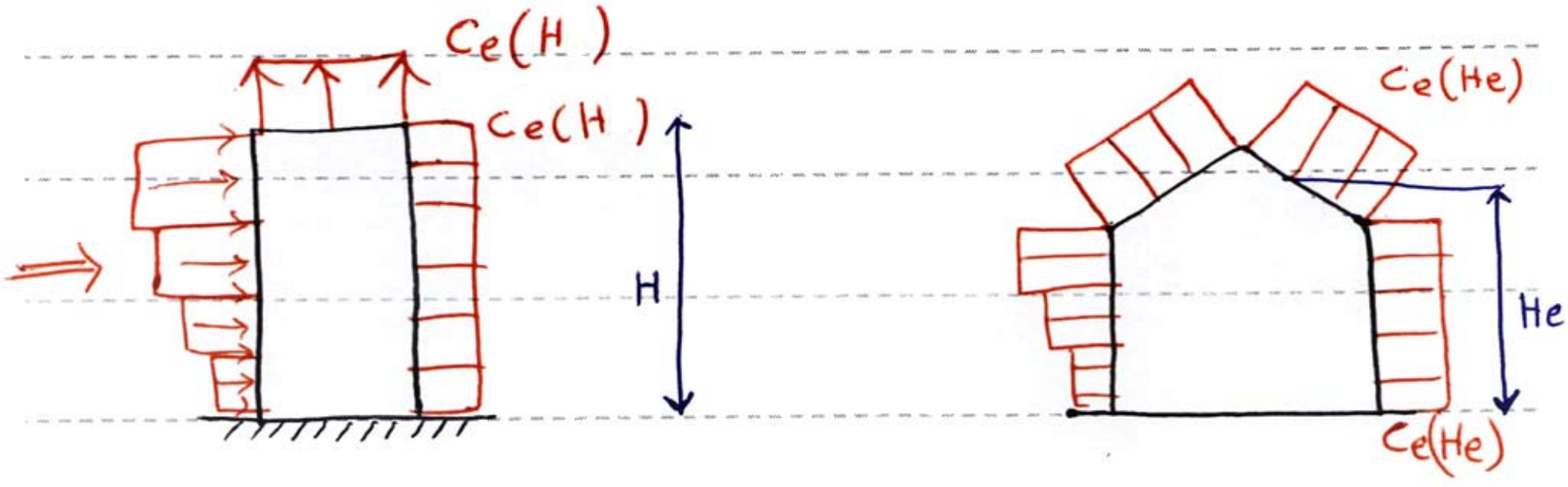
گام دوم) محاسبه‌ی ضریب اثر تغییر سرعت Ce :

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.



گام سوم) محاسبه‌ی ضریب شکل سازه‌ای C_f

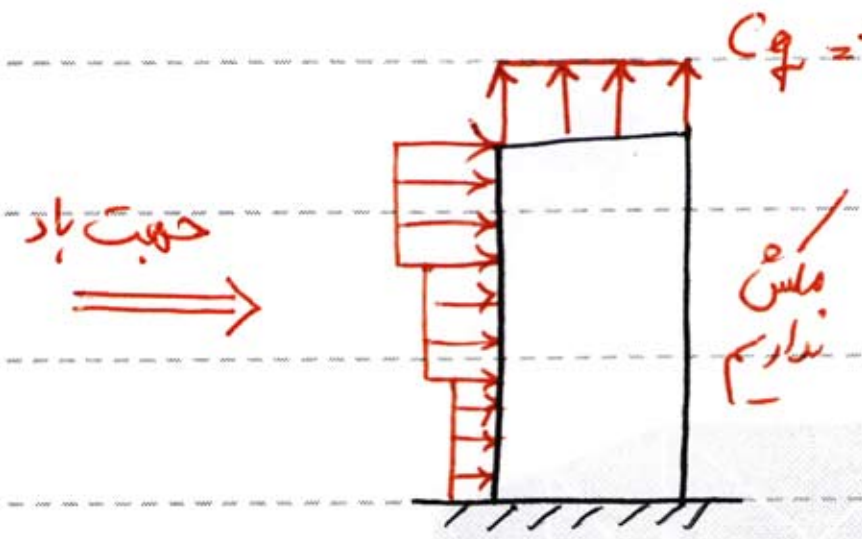
از جدول ۶-۶-۳ بدست می‌آید یا شکل ۶-۶-۲

✓ 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

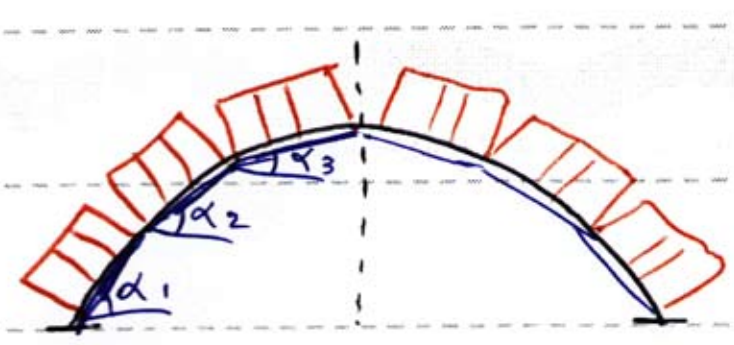
در این صورت اگر ارتفاع $\geq$ 12m باشد $\longleftarrow C_f = +1.3$

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



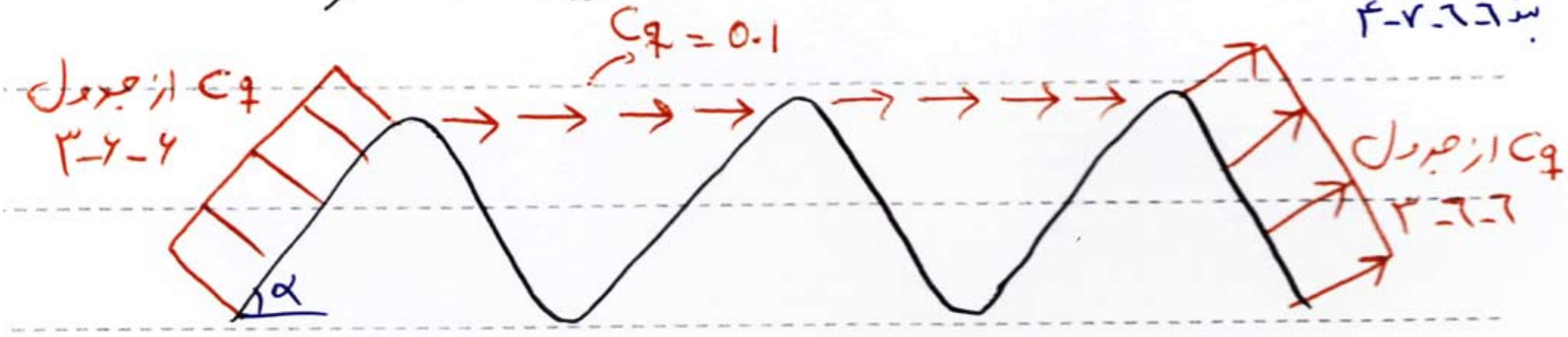
✓ نکته ۲: اگر سقف خمیده بود هر نصف قوس را جداگانه به سه بام تخت تقسیم می‌نماییم

بند ۶-۶-۷-۲



✓ نکته ۳: برای سقف های دندانه ای بار باد به شکل زیر اعمال می‌گردد.

بند ۶-۶-۷-۴



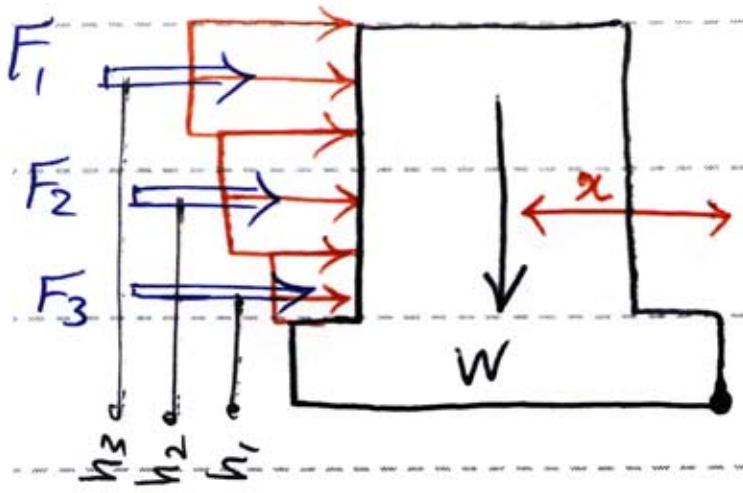
WWW.ABADANOMRAN.COM

Subject : پایدارسازی

Year : 90 Month. 9 Date. 18

ABADANOMRAN

گام چهارم) کنترل واژگونی ساختمان:



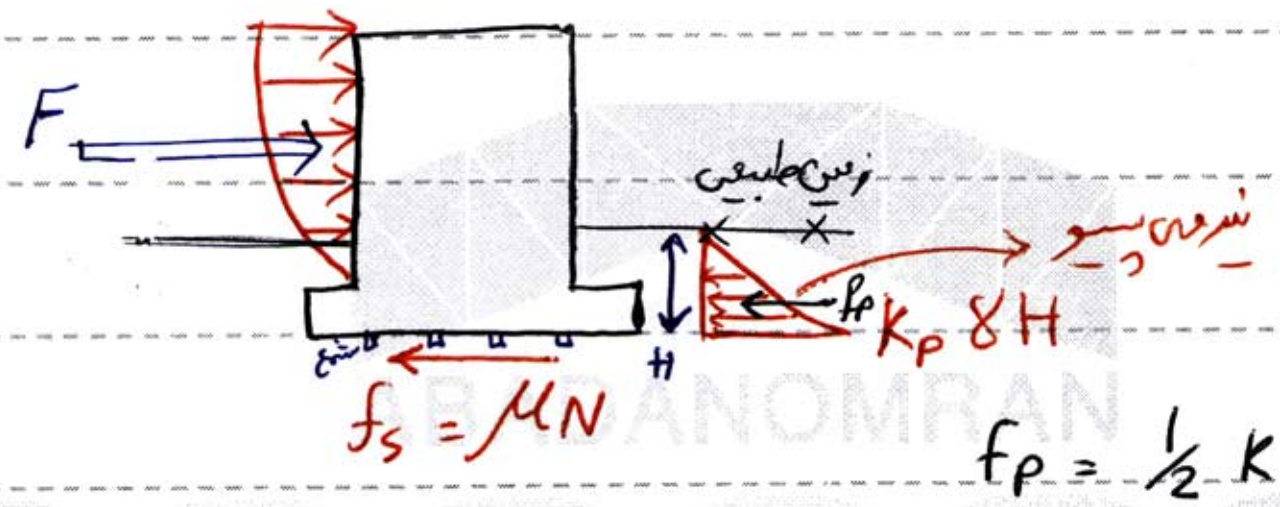
لنگر مقاوم $M = W \times x$

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

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

اگر جوابگو نبود وزن پی را افزایش می دهیم.

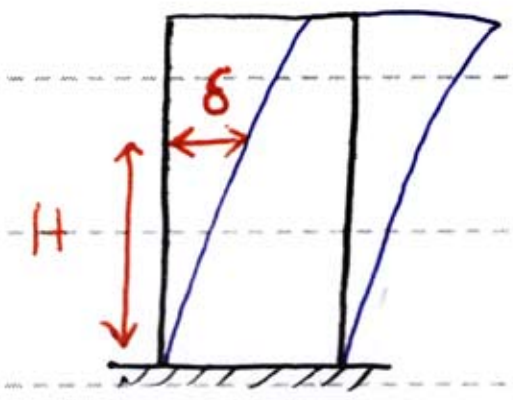
گام پنجم) کنترل لغزش ساختمان:



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

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

WWW.ABADANOMRAN.COM

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 به دست می آید.

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

C_e: ضریب اثر — C_q: ضریب اثر — V: سرعت

تعیین C_q:

الف) تعیین C_q برای دیوار ها ← دیوارهای محیطی ساختمان $C_q = +1.2$ و -1.4 (حالت مکش / حالت فشار)

بند (۶-۶-۸-۱)

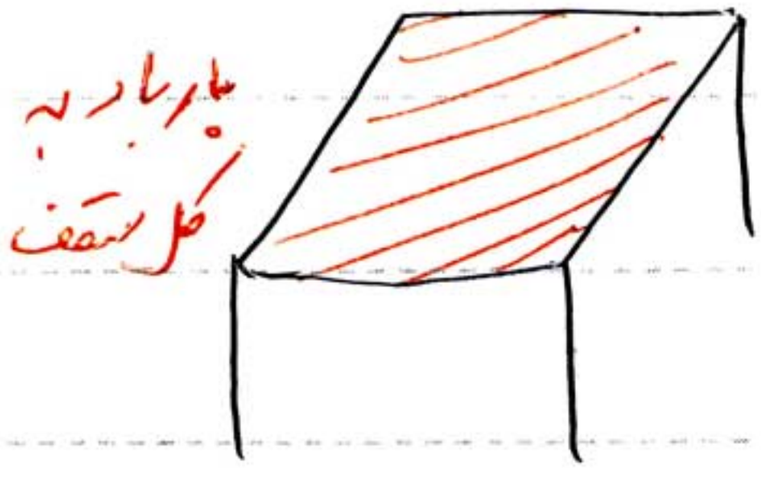
این دیوارها فقط فشار در آن اثر می کند

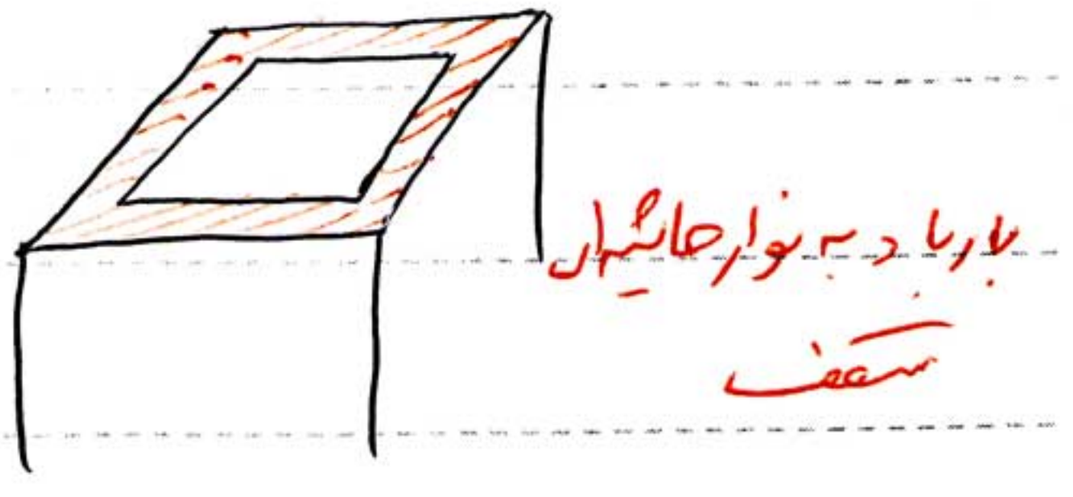
دیوارها در محیط باز $C_q = +1.3$

(مثل دیوارهای حیاط و جایگاه بام)

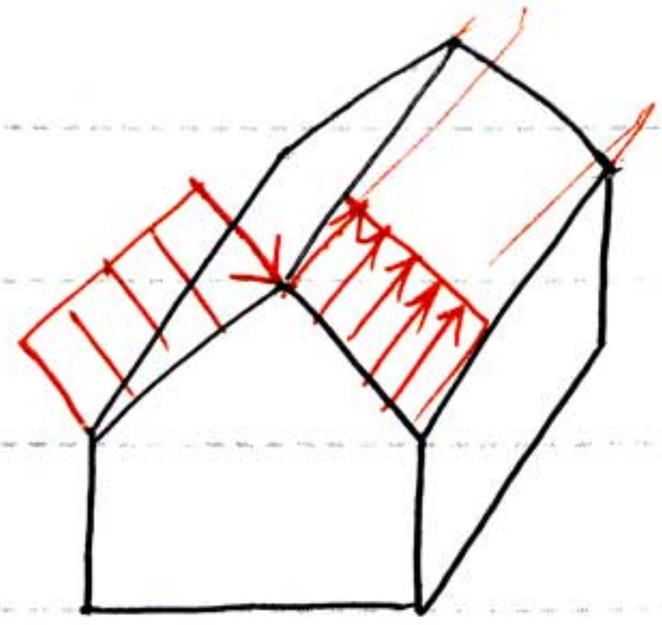
ب) تعیین C_q برای پوشش های سقف ها: بار باد را باید به در شکل زیر به سقف اثر دهیم و جواب برای تر انتخاب می شود

بند (۶-۶-۸-۲)

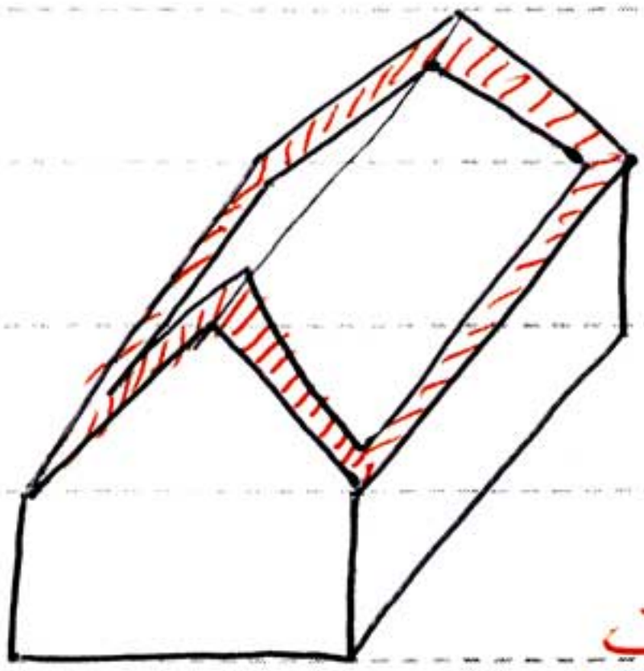




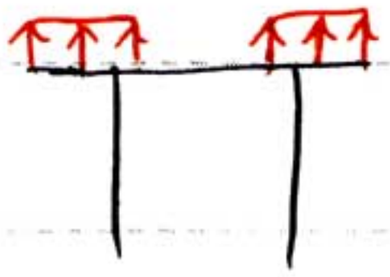
ABADANOMRAN

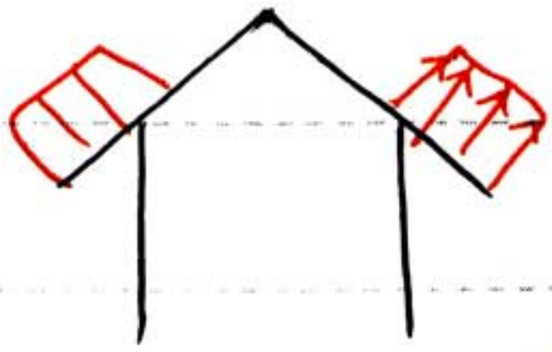


بار باد به کل سقف



بار باد به نوار حاشیه ای سقف





۱- اثر بار باد را به کل سقف از دهم C_q از (جدول ۶-۶-۴) بدست می آید.
(بصورت فشار یا مکش)

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

وجوه رو به باد

وجوه پشت به باد

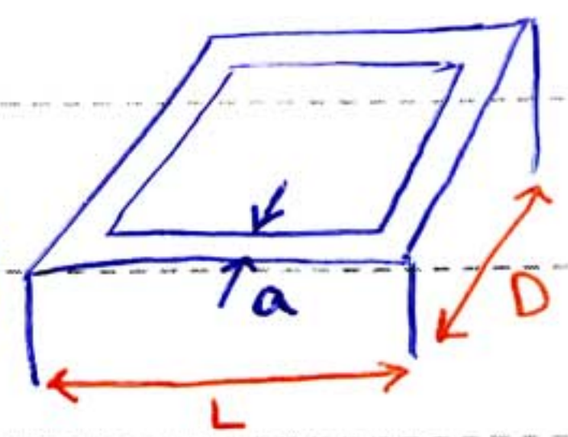
۲- اگر باد باد را به نوار حاشیه ای سقف وارد کنیم در این حالت تنها مکش در نظر گرفته می شود

WWW.ABADANOMRAN.COM

ABADANOMRAN

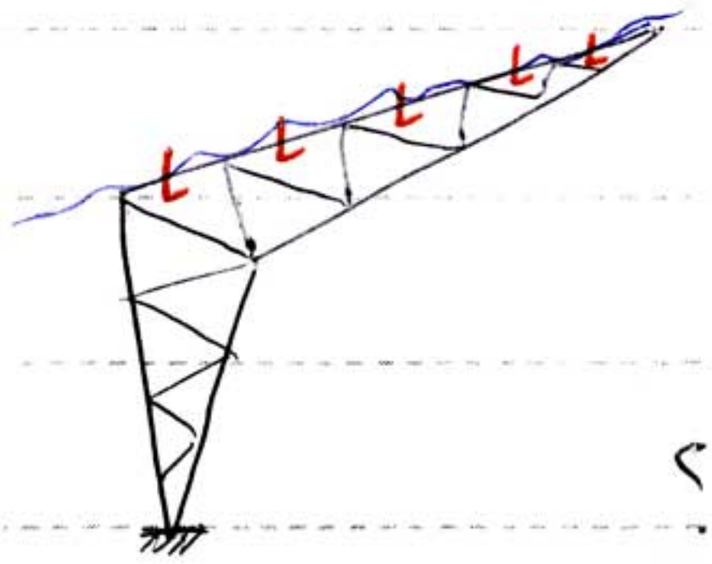
$C_q = -2.5 \longleftarrow \alpha < 30$

$C_q = -1.6 \longleftarrow 30 < \alpha < 45$



$a = \min\{0.1D, 0.1L, 3m\}$ به شکل (۶-۶-۳) رجوع شود ص۴۱۸

مثال) برای پارکینگ شکل زیر مطلوبست :



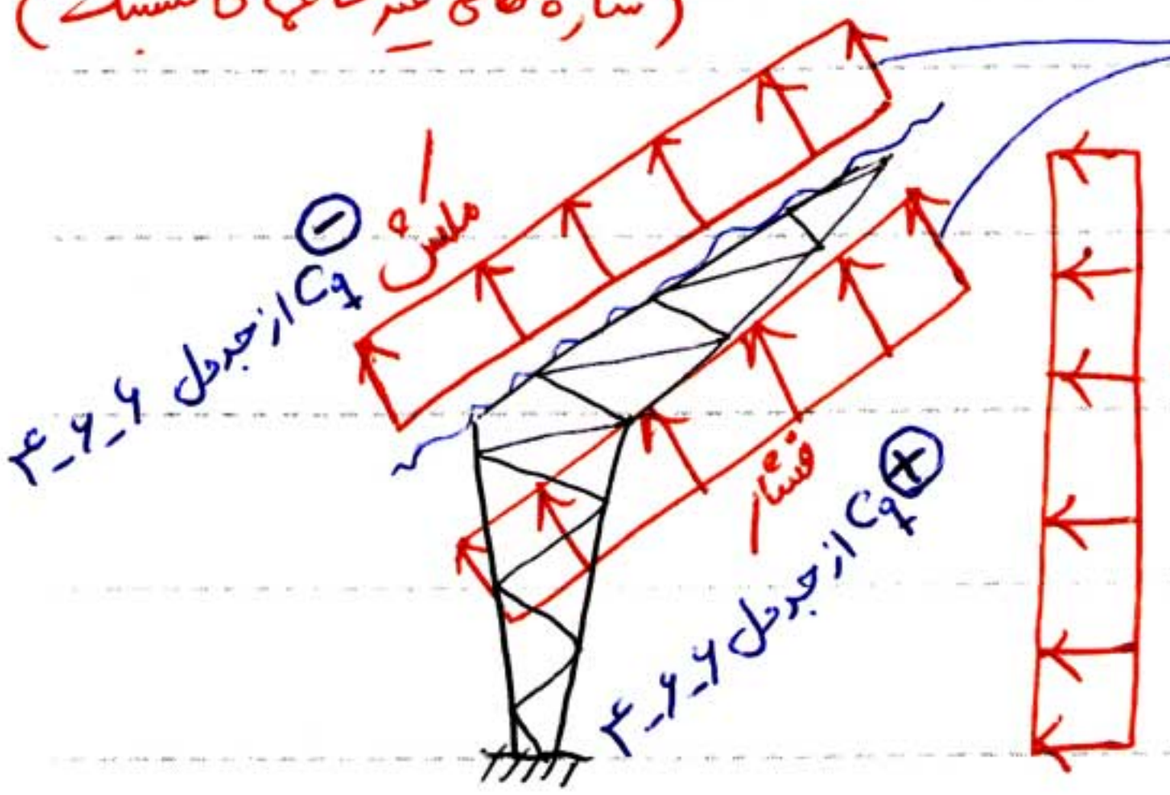
الف) تأمین نحوه ی اثر نیروهای بار؟

ب) متناسبون 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)



WWW.ABADANOMRAN.COM

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

F_3 F_2 F_1 W A x h_1

نقطه واژگونی

$\text{لنگر مقاوم} = W \times x$

$\text{مخرب } M = F_1 h_1 + F_2 \times h_2 + \dots$

$F.S = \frac{M_{\text{مقاوم}}}{M_{\text{مخرب}}} = 1.75 \rightarrow W = ?$ ابعاد پی

« - وزن به بتن 2400 کیلوگرم در متر مکعب »

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

کرپی

فشار باد

فشار باد بر پیچ (کرپی)

A L L

فشار باد

$F_2 = P \times A$

فشار باد بر پیچ

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

سطح مقطع پیچ

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

* محاسبه ی بار باد برای سازه های غیر ساختمانی *

نکته ① : برای سازه های غیرساختمانی ملکش نداریم

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

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

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

3- کابلو ها

ABADANOMRAN

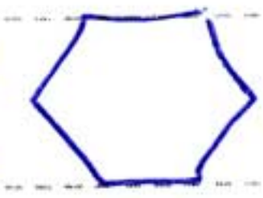
نکته : فشار ناشی از باد برای سازه های غیرساختمانی :

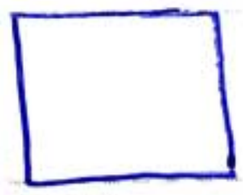
$$P = 0.005\, C_e\, C_q\, V^2$$

V و C_e 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.

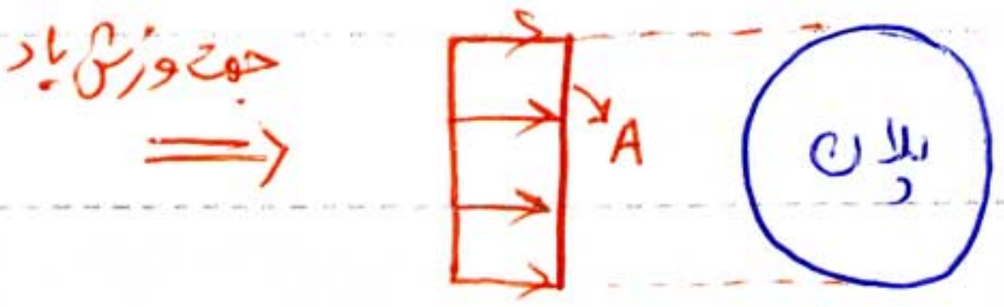

n ضلعی منتظم $C_q = +1.1$


مربع یا مستطیل $C_q = +1.4$

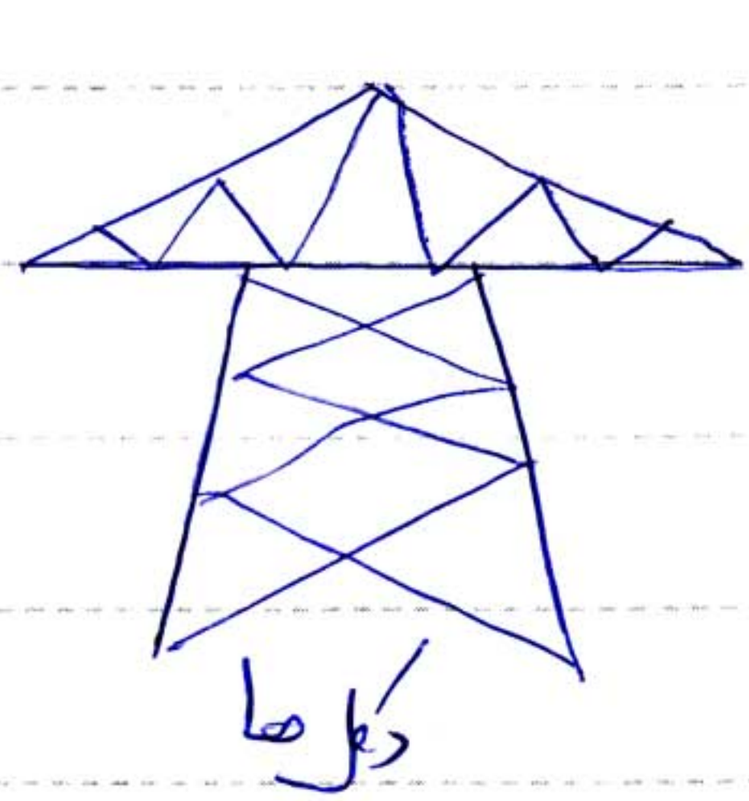
دایره یا بیضی $C_q = +0.8$

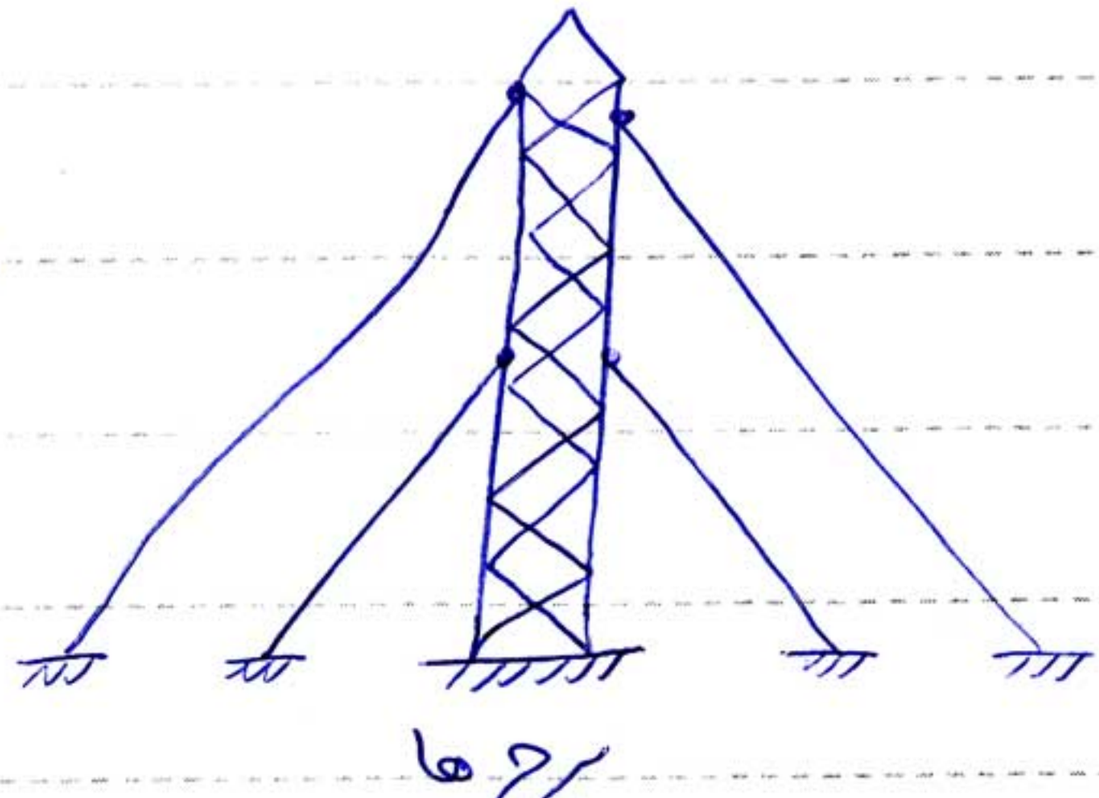
سازه های کندی $C_q = +0.6$

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

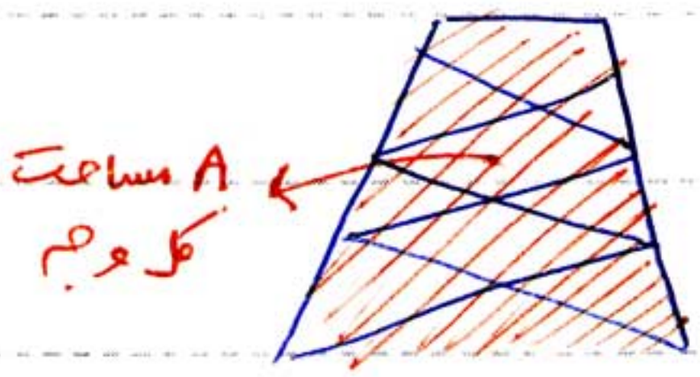

برج ها

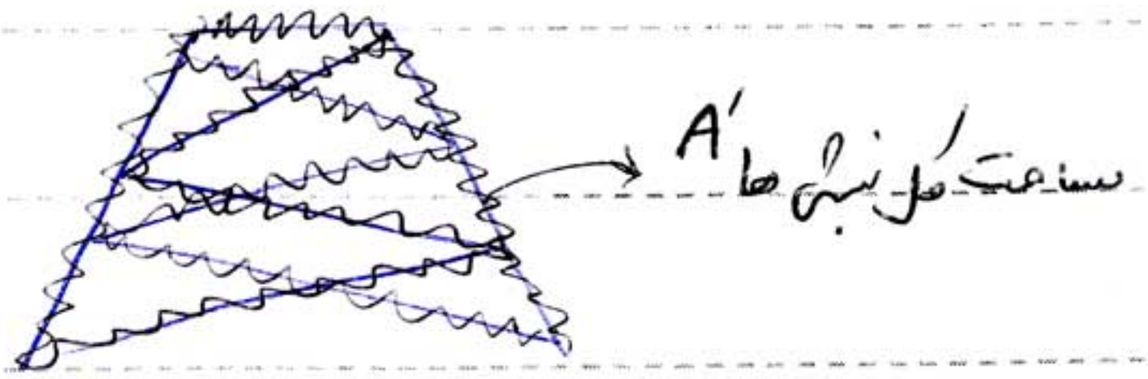
WWW.ABADANOMRAN.COM

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

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

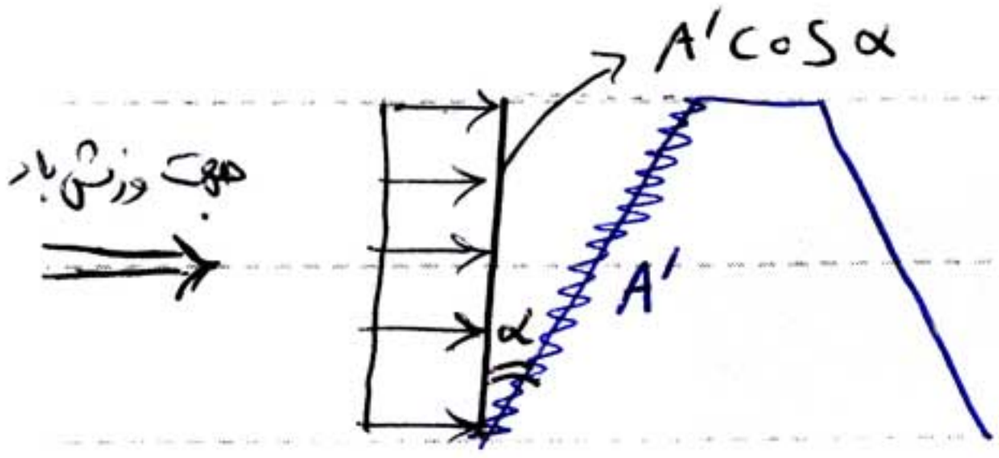
$$e = \frac{A'}{A} = \frac{\text{مساحت بیشینه‌ی وجه رو به باد}}{\text{مساحت کل وجه رو به باد}}$$





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

نکته ② : برای محاسبه‌ی برآیند نیروی باد تصویر سطح بازشوها را بر صفحه‌ی قائم عمود بر جهت قائم باد در نظر می‌گیریم

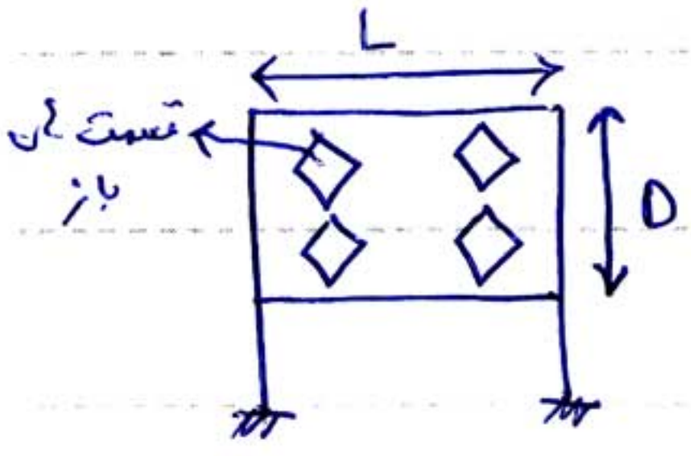


$$F = P \times A' \cos\alpha$$

نکته ③ : برای سازه‌های شیب‌دار بار باد بر دو وجه رو به باد اثر داده می‌شود

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

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



A مساحت کل تابلو $= D \times L$

A' مساحت قسمت باز تابلو = سوراخ‌ها ◇◇...

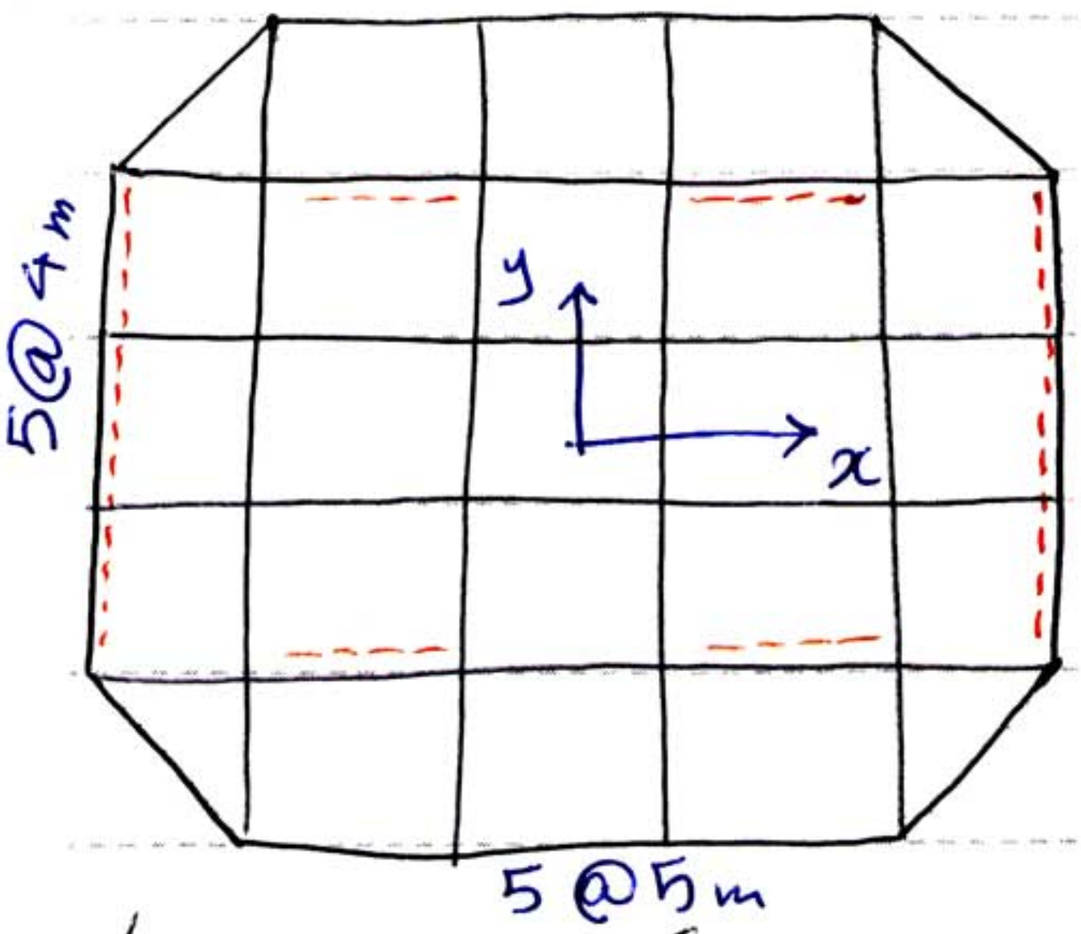
اگر $\frac{A'}{A} < 0.25 \longrightarrow C_q = +1.5 \longrightarrow F = P \times A$ ← مساحت کل تابلو ← شدت باد

بار باد به کل تابلو اثر داده می‌شود

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

بار باد به قسمت پر تابلو اثر داده می‌شود

ABADANOMRAN



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:

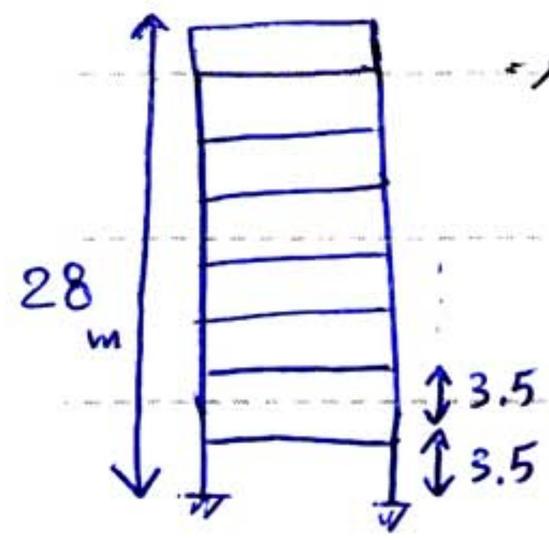
الف) بارگذاری باد در دو جهت

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 $\begin{cases} V = 110 \frac{km}{hr} \\ C_e = 2.1 \end{cases}$

WWW.ABADANOMRAN.COM

ABADANOMRAN

از جدول (۶-۶-۳)

(بام تخت) $C_q = -0.7$

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

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

- محاسبه‌ی بار باد برای دیوارهای موازی

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

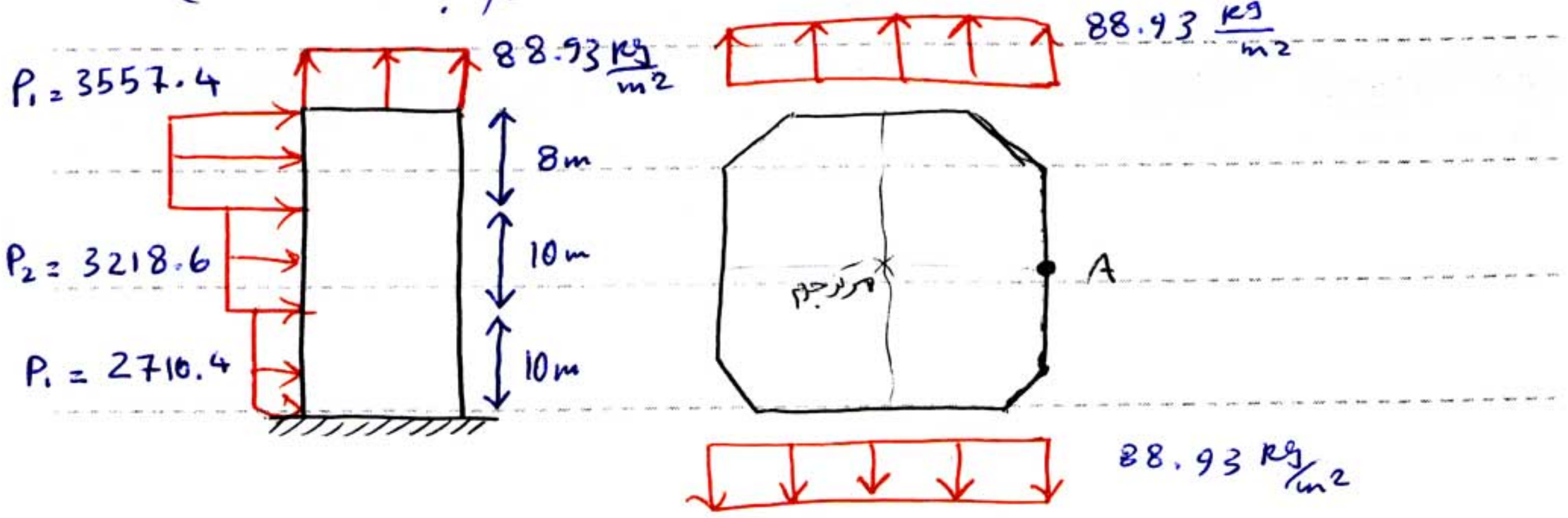
جدول ۳-۶-۶ ---- برای 20-30 متر

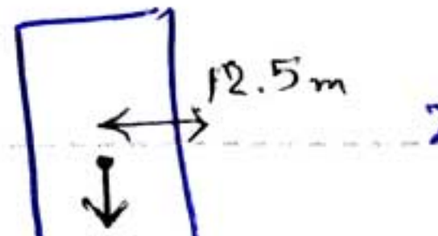
$$\Rightarrow q_2 = 88.93 \ \frac{kg}{m^2}$$

- 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

(از بند ۶-۷-۲) ۲۲۰





Solid $A = 20 \times 25 - 2 \times 4 \times 5 =$ سطح زیر دیوار

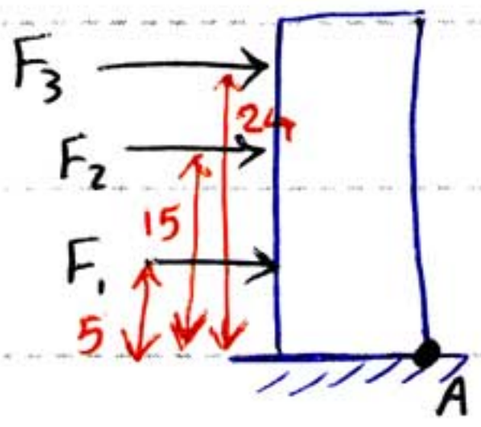
$= 460\ m^2$

WWW.ABADANOMRAN.COM

ABADANOMRAN

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

$$\rightarrow \text{مومنت مقاوم } M = 23287500 \ \ kg.m$$



$$\text{مومنت واژگونی } M = \underbrace{P_1 \times 10}_{F_1} \times 5 + \underbrace{P_2 \times 10}_{F_2} \times 15 + \underbrace{P_3 \times 8}_{F_3} \times 24$$

$$\rightarrow \text{مومنت واژگونی } M = 1301330 \ \ kg.m$$

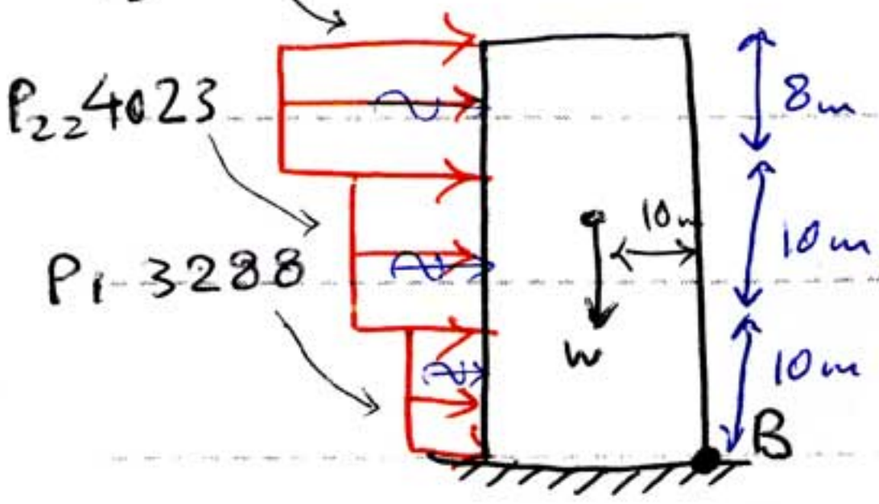
$$F.S = \frac{\text{مومنت مقاوم } M}{\text{مومنت واژگونی } M} > 1.75 \rightarrow \frac{23287500}{1301330} = 17.89 > 1.75 \ \ \underline{ok}$$

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

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

$$\text{مومنت مقاوم } M = (550 + 7\times 500)\times 460 \times 10$$

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



$$\text{مومنت مقاوم } M = 18630000 \ \ kg.m$$

$$\text{مومنت واژگونی } M = P_1\times 10\times 5 + P_2\times 10\times 15 + P_3\times 8\times 24$$

$$\text{مومنت واژگونی } M = 1626663.5 \ \ kg.m$$

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

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؛

$$\text{در جهت y } F.S = \frac{\text{مومنت مقاوم } M(z)}{\text{مومنت واژگونی } M(z)} = 1.75 \rightarrow \quad z = ?$$

WWW.ABADANOMRAN.COM

Subject : طراحی

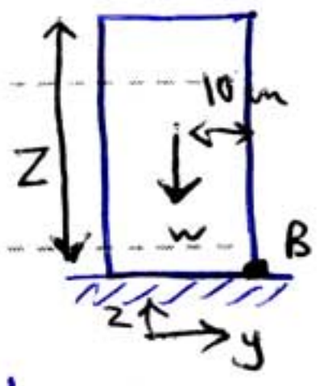
Year : 90 Month. 10 Date. 2

ABADANOMRAN

* محاسبه لنگر مقاوم:

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

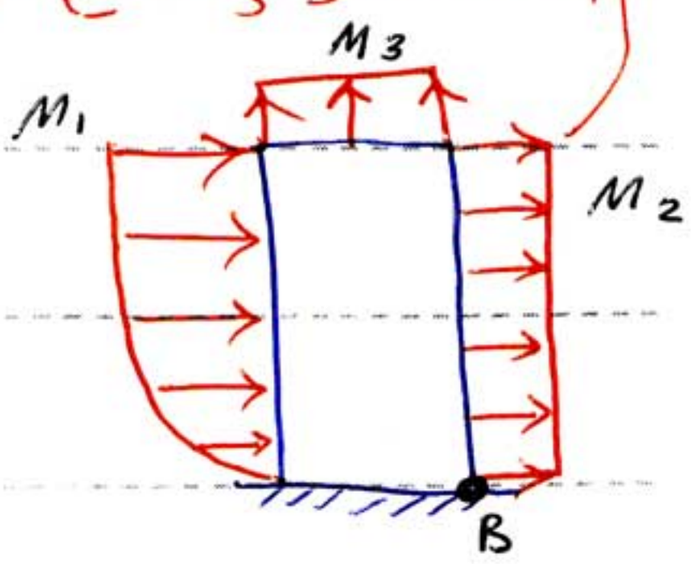
$$\text{مقاوم } M = 657142.85\,Z + 230000$$



* 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!



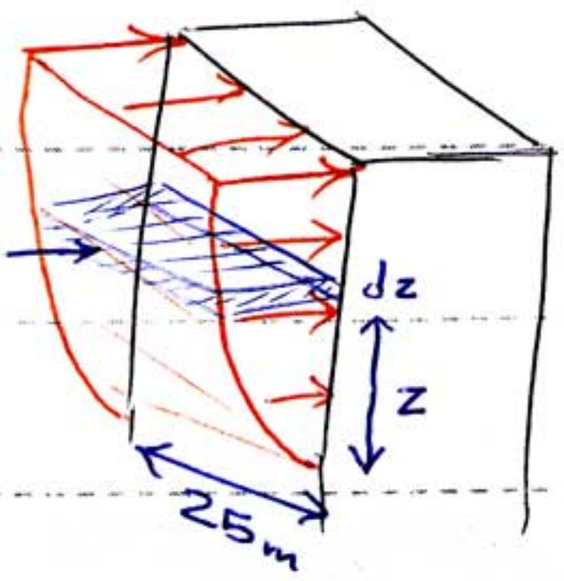
$$P_1 = 0.005\, Ce\, Cq\, V^2$$

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

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

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

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



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

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

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

* محاسبه‌ی M_2:

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

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

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

WWW.ABADANOMRAN.COM

ABADANOMRAN

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

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

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

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، ارزن تانک خالی در حدود $220\ ton$ و بقیه‌ی اجزای آن (ستون‌ها و مهارها) $120\ ton$ باشد، پایداری تانک را در مقابل واژگونی برآثر باد کنترل کنید.

WWW.ABADANOMRAN.COM