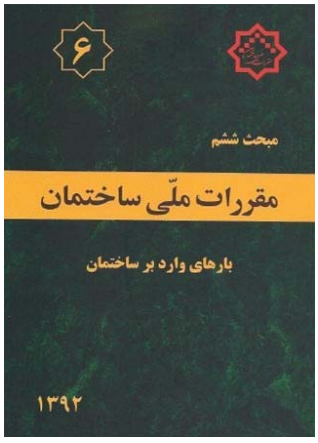
دوره تخصصی طراحی سازه
احسان شادمند
کارشناس ارشد سازه
www.shadmand.org
ehsan_shadmand@yahoo.com

1

بارهای وارد بر ساختمان



www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

2

ما در مقابل کسانی که جان خود را به دانش فنی ما سپرده اند مسئولیم.....

بارهای وارد بر ساختمان

3

مدرس: احسان شادمند www.shadmand.org

مقدمه

- از جمله توانایی های مورد انتظار از یک مهندس عمران به خصوص افرادی که در زمینه ساختمان فعالیت دارند توانایی طراحی سازه است. امروزه با گسترش کاربرد رایانه به منظور سرعت بخشیدن در انجام محاسبات تسلط به نرم افزار های طراحی اهمیت ویژه ای پیدا کرده است. ولی نکته بسیار مهمی که در این مقوله می بایستی مورد توجه قرار گیرد استفاده اصولی و منطبق با آیین نامه های طراحی است.
- در این جزوه که به منظور ارائه در کلاس دوره جامع محاسبات سازه تدوین گردیده است. سعی شده تا بند های مهم آیین نامه و نحوه رعایت آنها در نرم افزار Etabs مورد توجه و تاکید قرار گیرد و سعی می گردد این جزوه به همراه سایر جزوات به مرور زمان بروزرسانی و در اختیار مهندسین عزیز قرار گیرد. بی شک این نوشتار خالی از نقص نمی باشد بدین منظور از شما مهندسین عزیز تقاضا می گردد انتقادات و پیشنهادات خود را به نشانی رایانامه ehsan_shadmand@yahoo.com ارسال نمایید.

احسان شادمند
۱۴ اسفند ۱۳۹۴

بارهای وارد بر ساختمان

4

مدرس: احسان شادمند www.shadmand.org

بارهای وارد بر ساختمان

گروه بندی ساختمان ها

جدول ۶-۱-۱ گروه‌بندی خطرپذیری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها برای بار سیل، باد، برف، زلزله و یخ

گروه خطرپذیری	نوع کاربری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها
۱	ساختمان‌ها و سایر سازه‌هایی که به عنوان تاسیسات ضروری طراحی می‌گردند و وقفه در بهره‌برداری از آن‌ها به طور غیرمستقیم موجب افزایش تلفات و خسارات می‌شود مانند بیمارستان‌ها و درمانگاه‌ها، مراکز و تاسیسات آبرسانی، نیروگاه‌ها و تاسیسات برق‌رسانی، برج‌های مراقبت فرودگاه‌ها، مراکز مخابرات، رادیو و تلویزیون، تاسیسات انتظامی، مراکز کمک رسانی و به طور کلی تمام ساختمان‌هایی که استفاده از آنها در امداد و نجات موثر باشد. ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها و تاسیسات صنعتی که خرابی آن‌ها موجب انتشار گسترده مواد سمی و مضر برای محیط زیست در کوتاه‌مدت یا دراز مدت خواهد گردید. هرگونه ساختمان یا تاسیساتی که سازنده، پردازنده، فروشنده یا ترتیب دهنده مقادیری از مواد شیمیایی یا زباله‌های بسیار خطرناک با توجه به ضوابط قانونی موجود باشند که انتشار این مواد منجر به خطری برای عموم شود، مشمول این گروه خطرپذیری می‌باشد. سایر ساختمان‌ها و سیستم‌های سازه‌ای که برای حفظ عملکرد ساختمان‌های گروه خطرپذیری ۱ موردنیاز می‌باشند.

5

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

بارهای وارد بر ساختمان

گروه بندی ساختمان ها

۲	ساختمان‌ها و سایر سازه‌هایی که خرابی آن‌ها منجر به تلفات جانی قابل توجه شود مانند مدارس، مساجد، استادیوم‌ها، سینما و تئاترها، سالن‌های اجتماعات، فروشگاه‌های بزرگ، ترمینال‌های مسافری، یا هر فضای سرپوشیده‌ای که محل تجمع بیش از ۳۰۰ نفر زیر یک سقف باشد. ساختمان‌ها و سایر سازه‌هایی که جزو موارد گروه خطرپذیری ۱ نمی‌باشند لکن خرابی آن‌ها خسارت اقتصادی قابل توجهی داشته یا باعث از دست رفتن ثروت ملی می‌گردد مانند موزه‌ها، کتابخانه‌ها و به طور کلی مراکزی که در آنها اسناد و مدارک ملی و یا آثار پر ارزش نگهداری می‌شود. ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها و تاسیسات صنعتی که جزو موارد گروه خطرپذیری ۱ نمی‌باشند لیکن خرابی آن‌ها موجب آلودگی محیط زیست و یا آتش سوزی وسیع می‌شود مانند پالایشگاه‌ها، مراکز گازرسانی، انبارهای سوخت و یا هرگونه ساختمان یا تاسیساتی که سازنده، پردازنده، فروشنده یا ترتیب‌دهنده مقادیری از موادی مانند سوخت‌های خطرناک، موادشیمیایی خطرناک، زباله‌های خطرناک و یا مواد منفجره باشند که با توجه به ضوابط قانونی موجود، انتشار گسترده این مواد سمی و مضر منجر به خطری برای عموم نمی‌شود (مطابق بند۶-۱-۵-۳).

6

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

گروه بندی ساختمان ها

۳	کلیه ساختمان‌ها و سازه‌های مشمول این مبحث که جزو ساختمان‌های عنوان شده در سه گروه خطرپذیری دیگر نباشند مانند ساختمان‌های مسکونی، اداری و تجاری، هتل‌ها، پارکینگ‌های طبقاتی، انبارها، کارگاه‌ها، ساختمان‌های صنعتی و غیره.
۴	ساختمان‌ها و سایر سازه‌هایی که خرابی آن‌ها منجر به تلفات جانی و خسارات مالی نسبتاً کم خواهد شد مانند انبارهای کشاورزی و سالن‌های مرغداری. ساختمان‌ها و سایر سازه‌های موقتی که مدت بهره برداری از آن‌ها کمتر از دو سال است.

جدول ۶-۱-۲ ضریب اهمیت مربوط به گروه‌بندی خطرپذیری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها برای بارهای باد، برف، یخ و زلزله

گروه خطرپذیری مطابق جدول ۶-۱-۱	ضریب اهمیت بار لرزه‌ای، I_e	ضریب اهمیت بار باد، I_w	ضریب اهمیت بار یخ I_i	ضریب اهمیت بار برف، I_s
۱	۱٫۴	۱٫۲۵	۱٫۲۵	۱٫۲
۲	۱٫۲	۱٫۱۵	۱٫۲۵	۱٫۱
۳	۱	۱	۱	۱
۴	۰٫۸	۰٫۸	۰٫۸	۰٫۸

بارهای وارد بر ساختمان

7

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

ترکیب بار ها

۶-۲-۲ علایم اختصاری

علایم به کار رفته در روابط این فصل عبارتند از:

A_k: بار یا اثر ناشی از حادثه غیر عادی A_K

D : بار مرده

D_i: وزن یخ

E : بار زلزله طرح

F : بار ناشی از سیال با فشار و ارتفاع حداکثر مشخص

F_a: بار سیل

بارهای وارد بر ساختمان

8

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

ترکیب بار ها

H : بار ناشی از فشار جانبی خاک، فشار آب زیرزمینی و یا فشار مواد انباشته شده

L : بار زنده طبقات به جز بام

L_o : حداقل بار زنده گسترده یکنواخت

L_r : بار زنده بام

R : بار باران

S : بار برف

T : بار خود کرنشی از قبیل اثرات تغییرات دما، نشست پایه‌ها و وارفتگی

W : بار باد

W_i : بار باد وارد بر یخ

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

بارهای وارد بر ساختمان

9

ترکیب بار ها

۶-۲-۳-۲ ترکیب بارهای حالت‌های حدی نهایی در طراحی ساختمان‌های بتن‌آرمه

در طراحی ساختمان‌های بتن‌آرمه، موضوع مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان، از ترکیب بارهای این بند استفاده می‌شود. سازه‌ها، اعضاء و شالوده‌های آنها باید به گونه‌ای طراحی شوند که مقاومت طراحی آن‌ها، بزرگ‌تر و یا برابر با اثرات ناشی از ترکیب بارهای ضریب‌دار زیر باشد:

۱) $1{,}25D+1{,}5L+1{,}5(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$

۲) $D+1{,}2L+1{,}2(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)+1{,}2(W \text{ یا } 0{,}7E)$

۳) $0{,}85D+1{,}2(W \text{ یا } 0{,}7E)$

۴) $1{,}25D+1{,}5L+1{,}5(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)+1{,}5(H \text{ یا } 0{,}84F)$

۵) $0{,}85D+1{,}5(H \text{ یا } 0{,}84F)$

۶) $D+1{,}2L+1{,}2(L_r \text{ یا } S)+T$

۷) $1{,}25D+1{,}5T$

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

بارهای وارد بر ساختمان

10

ترکیب بار ها

- برای کاربری‌هایی که بار L_o آن‌ها کمتر از ۵ کیلونیوتن بر مترمربع است، به استثناء بام، کف پارکینگ‌ها یا محل‌های اجتماع عمومی، ضریب بار مربوط به L را می‌توان برابر با ۰٫۶ برای ترکیب بار شماره ۲، و ۰٫۷۵ برای ترکیب بار شماره ۴ منظور نمود.
- در شرایطی که اثر بار زنده در هریک از ترکیب بارها کاهش دهنده باشد، این اثر می‌بایست معادل صفر منظور گردد.
- در طراحی سازه‌های پیش تنیده اثر پیش تنیدگی باید مانند اثر بار مرده در ترکیب بارها وارد شود.

بارهای وارد بر ساختمان

11

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

ترکیب بار ها

۶-۲-۳-۳ ترکیب بارهای حالت‌های حدی مقاومت در طراحی سایر ساختمان‌ها از جمله ساختمان‌های فولادی

در طراحی ساختمان‌های فولادی، به روش ضرایب بار و مقاومت، موضوع مبحث دهم مقررات ملّی ساختمان، و یا دیگر مصالح به جز بتن‌آرمه، از ترکیب بارهای این بند استفاده می‌شود. سازه‌ها و اعضای آن‌ها باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که مقاومت طراحی آن‌ها، بزرگ‌تر و یا برابر با اثرات ناشی از ترکیب بارهای ضریب‌دار زیر باشند:

۱) ۱٫۴D

۲) ۱٫۲D+۱٫۶L+۰٫۵(L_r یا S یا R)

۳) ۱٫۲D+۱٫۶(L_r یا S یا R)+[L یا ۰٫۵(۱٫۴W)]

۴) ۱٫۲D+ ۱٫۰(۱٫۴W)+L+۰٫۵(L_r یا S یا R)

۵) ۱٫۲D+۱٫۰E+L+۰٫۲S

۶) ۰٫۹D+۱٫۰(۱٫۴W)

۷) ۰٫۹D+۱٫۰E

۸) ۱٫۲D+۰٫۵L+۰٫۵(L_r یا S)+۱٫۲T

۹) ۱٫۲D+۱٫۶L+۱٫۶(L_r یا S)+۱٫۰T

بارهای وارد بر ساختمان

12

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

ترکیب بار ها

- ضرایب بار مربوط به L در ترکیب بارهای ۳، ۴ و ۵ را برای کاربری‌هایی که بار L_o انها کمتر از ۵ کیلونیوتن بر مترمربع است، به استثناء کف پارکینگ‌ها یا محل‌های اجتماع عمومی را می‌توان برابر با ۰/۵ منظور نمود.
- در شرایطی که اثر بار زنده در هریک از ترکیب بارها کاهش دهنده باشد، این اثر می‌بایست معادل صفر منظور گردد.
- در طراحی سازه‌های پیش تنیده، اثر پیش تنیدگی باید مانند اثر بار مرده در ترکیب بارها وارد شود.
- در هر حال باید ضوابط شکل‌پذیری لرزه‌ای رعایت گردد.
- اثرات یک یا چند بار که امکان وارد نشدن آنها بر سازه وجود دارد، باید در ترکیب بارها بررسی گردد.

بارهای وارد بر ساختمان

13

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

ترکیب بار ها

۶-۲-۳-۴ ترکیب بارها در طراحی به روش تنش مجاز

در طراحی به روش تنش مجاز و یا مقاومت مجاز، بارهای ذکر شده در این مبحث باید در ترکیب بارهای زیر منظور شود؛ و هرکدام که بیشترین اثر نامطلوب را بر روی ساختمان، شالوده یا اعضای سازه‌ای تولید می‌کنند، می‌بایست مد نظر قرار گیرد. اثرات یک یا چند بار که امکان وارد نشدن آن‌ها بر سازه وجود دارد، باید در ترکیب بارها بررسی گردد.

۱) D
۲) D+L
۳) D+(L_r یا S یا R)
۴) D+۰/۷۵L+۰/۷۵(L_r یا S یا R)
۵) D+[۰/۶(۱/۴W) یا ۰/۷E]
۶) D+۰/۷۵L+۰/۷۵[۰/۶(۱/۴W)]+ ۰/۷۵(L_r یا S یا R)
۷) D+۰/۷۵L+۰/۷۵(۰/۷E)+ ۰/۷۵S
۸) ۰/۶D+۰/۶(۱/۴W)
۹) ۰/۶D+۰/۷E
۱۰) ۱/۰D+۱/۰T
۱۱) ۱/۰D+۰/۷۵[L+(L_r یا S)+T]

بارهای وارد بر ساختمان

14

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

بارهای وارد بر ساختمان

ترکیب بار ها

- در طراحی سازه‌های پیش تنیده، اثر پیش تنیدگی باید مانند اثر بار مرده در ترکیب بارها وارد شود.
- بیشترین اثرات نامطلوب ناشی از بارهای باد و زلزله باید مورد ارزیابی قرار گیرد، ولی نیازی نیست که اثر آن‌ها به طور همزمان بر سازه منظور شود. در هر حال باید ضوابط شکل‌پذیری لرزه‌ای رعایت گردد.
- افزایش تنش مجاز در ترکیب بارهای ارائه شده در این مبحث نباید انجام شود.
- در مواردی که بار سیال F بر سازه وارد می‌شود، اثر این بار باید با ضریب باری همانند ضریب بار مرده D در ترکیب بارهای ۱ تا ۷ و ۹ منظور شوند.
- در صورت وجود فشار جانبی خاک، فشار آب زیرزمینی و یا فشار مواد انباشته شده، H، اثر آن‌ها را باید به صورت زیر منظور نمود:

۱- اگر اثر این بار در جهت افزودن به اثرات دیگر متغیرهای اصلی بارگذاری باشد، اثر بار H باید با ضریب ۱٫۰ در ترکیب بارها منظور شود،

بارهای وارد بر ساختمان

ترکیب بار ها

۲- اگر اثر این بار در جهت کاهش اثرات دیگر متغیرهای اصلی بارگذاری باشد، در صورت وجود دائمی بار H، اثر آن باید با ضریب ۰٫۶ در ترکیب بارها منظور شود و در بقیه موارد باید از اثر بار H صرفنظر شود.

- زمانی‌که سازه در محدوده وقوع سیل واقع شده است، علاوه بر ترکیب بارهای ارائه شده در بالا، باید عبارت $1.5F_a$ به ترکیب بارهای ۵ تا ۸ اضافه شده و ضریب بار E در ترکیب بارهای ۵ و ۷ برابر با صفر منظور شود.
- در صورتی‌که سازه تحت اثر بارهای یخ جوی و بار باد وارده بر یخ قرار گیرد، ترکیب بارهای زیر در طراحی سازه باید منظور شود:

۱- عبارت $0.7D_i$ باید به ترکیب بار شماره ۲ اضافه شود.

۲- عبارت (R یا S یا L_r) در ترکیب بار شماره ۳ باید با عبارت $0.7D_i+0.7(1.4W_i)+S$ جایگزین شود.

۳- عبارت $0.6(1.4W)$ در ترکیب بار شماره ۸ باید با عبارت $0.7D_i+0.7(1.4W_i)$ جایگزین شود.

ترکیب بار ها

۶-۲-۳-۵ ترکیب بارهای حالت‌های حدی بهره‌برداری

برای حالت‌های بهره‌برداری موضوع بند ۶-۱-۳-۲، باید ترکیب بارهای مناسب بارهای مرده، زنده و سایر بارهای مرتبط با توجه به مباحث طراحی مقررات ملّی ساختمان و یا سایر آیین‌نامه‌های طراحی مربوطه در نظر گرفته شود. در این ترکیب‌ها از بارهای کوتاه مدت نظیر زلزله طرح، باد، سیل، یخ جوی و ... استفاده نمی‌شود. ترکیب بارهای زیر باید برای حالت‌های بهره‌برداری به کار برده شود. در صورتی‌که در مباحث طراحی مقررات ملّی ساختمان و یا سایر آیین‌نامه‌های طراحی مربوطه پیشنهاد استفاده از ضرایب بار کمتر از یک را در ترکیب بارها داده باشد، باید از آن ضرایب به جای یک در ترکیب بارهای زیر استفاده گردد.

بارهای وارد بر ساختمان

17

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

ترکیب بار ها

۱) D
۲) D+L
۳) D+(L_r یا S یا R)
۴) D+L+(L_r یا S یا R)
۵) D+T
۶) D+L+T+(L_r یا S)

بارهای وارد بر ساختمان

18

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

ترکیب بار ها حوادث غیرعادی

بارهای وارد بر ساختمان

۶-۲-۴-۱ کاربرد

در صورت درخواست کارفرما و یا لزوم آن در دیگر مباحث مقررات ملّی ساختمان، مقاومت و پایداری سازه برای اطمینان از توانایی سازه در تحمل اثرات بارهای غیرعادی (با احتمال وقوع کم) مانند آتش، انفجار و ضربه وسایل نقلیه بدون ایجاد فروپاشی نامتناسب بررسی شود.

۶-۲-۴-۲ ظرفیت

به منظور کنترل ظرفیت یک سازه و یا عضو سازه‌ای در تحمل اثر یک حادثه غیرعادی، ترکیب بار ثقلی زیر باید منظور شود:

$(۰/۹ \text{ یا } ۱/۲)D+A_k+۰/۵L+۰/۲S$

A_k برای بار ناشی از انفجار طبق بخش ۶-۱۲-۲ تعیین می‌شود.

19

مدرس: احسان شادمند www.shadmand.org

ترکیب بار ها حوادث غیرعادی

بارهای وارد بر ساختمان

۶-۲-۴-۳ ظرفیت باقیمانده

جهت کنترل ظرفیت باقیمانده باربری سازه یا عضو سازه‌ای بعد از وقوع حادثه خسارت‌زا، اعضای باربر باید به صورت اسمی حذف شود، و ظرفیت سازه صدمه دیده با استفاده از ترکیب بار ثقلی زیر ارزیابی گردد:

$(۰/۹ \text{ یا } ۱/۲)D+ ۰/۵L+۰/۲(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$

اعضای منتخب باربری که حذف می‌شوند باید توسط یک مهندس طراح با تجربه مشخص گردد.

۶-۲-۴-۴ ملاحظات پایداری

الزامات پایداری کل سازه و هرکدام از اعضای آن باید با استفاده از روشی که اثرات مرتبه دوم را لحاظ می‌کند، مورد ارزیابی واقع شود.

20

مدرس: احسان شادمند www.shadmand.org

بار های مرده

بارهای وارد بر ساختمان

۶-۳-۱ کلیات

بارهای مرده عبارتند از وزن اجزای دائمی ساختمان‌ها مانند: تیر و ستون‌ها، دیوارها، کف‌ها، بام، سقف، راه‌پله، نازک‌کاری، پوشش‌ها و دیگر بخش‌های سهیم در اجزاء سازه‌ای و معماری. همچنین وزن تأسیسات و تجهیزات ثابت شامل وزن جراثقال ثابت نیز در ردیف این بارها محسوب می‌شود.

۶-۳-۲ وزن اجزای ساختمان و مصالح مصرفی

۶-۳-۲-۱ در محاسبه بارهای مرده، باید وزن واقعی مصالح مصرفی و اجزای ساختمان مورد استفاده قرار گیرد. برای انجام محاسبه، در صورت عدم وجود اطلاعات معتبر، جرم واحد حجم و یا جرم واحد سطح اجزای ساختمانی، باید به شرح مندرج در جداول ارائه شده در پیوست شماره ۶-۱ در نظر گرفته شوند.

21

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

بار های مرده

بارهای وارد بر ساختمان

۶-۳-۳ وزن تأسیسات و تجهیزات ثابت

وزن تأسیسات و تجهیزات ثابت از قبیل لوله‌های شبکه آب و فاضلاب، تجهیزات برقی، گرمایشی، تجهیزات تهویه‌ای و سیستم تهویه مطبوع باید به نحو مناسبی برآورد شده و در محاسبه بارهای مرده منظور شود. چنانچه احتمال اضافه شدن این نوع تجهیزات در آینده وجود داشته باشد وزن آن‌ها نیز باید در نظر گرفته شود.

22

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

بار های مرده

بارهای وارد بر ساختمان

23

پیوست شماره ۶-۱

جرم مخصوص مواد و جرم واحد حجم مصالح و اجزای ساختمان

جدول شماره پ ۶-۱-۱ جرم مخصوص مواد

شرح	جرم مخصوص (کیلوگرم بر متر مکعب)
۱- فلزات	
آلومینیم	۲۷۰۰
آهن خام خاکستری	۷۲۰۰
آهن خام سفید	۷۷۰۰
چدن	۷۲۰۰
فولاد نرم	۷۸۵۰
سرب	۱۱۴۰۰

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

بار های مرده

بارهای وارد بر ساختمان

24

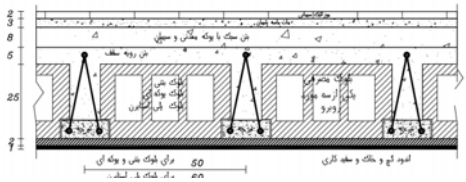
جدول شماره پ ۶-۱-۲ جرم واحد حجم مصالح و اجزای ساختمان

شرح	جرم واحد حجم(کیلوگرم بر متر مکعب)
۱- آجرها و بلوک‌های ساختمانی	
آجر توپر پخته رسی معمولی (آجر فشاری)	۱۷۰۰
آجر سوراخدار پخته رسی (آجر سفال)	۱۳۰۰
آجر ماسه آهکی متخلخل	۱۴۵۰
آجر ماسه آهکی توپر	۱۸۰۰
آجر نسوز	۱۸۵۰
آجر ضد اسید	۲۰۰۰
آجر شیشه ای مجوف	۱۲۵۰
آجر مجوف	۶۰۰
بلوک سیمانی	۹۰۰ تا ۱۳۰۰ (بسته به شکل)
۲- ملات‌ها	
ملات ماسه آهک	۱۸۵۰

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

بار های مرده

سقف تیرچه با بلوک ۲۵ (طبقات)



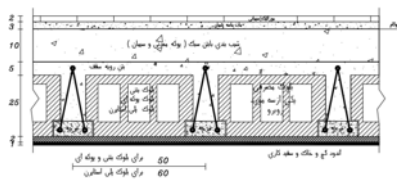
جدول محاسبه بار			
موزائیک سیمانی	0.02x2250	= 45kg/m2	
ملات ماسه سیمان	0.03x2100	= 63kg/m2	
بتن سقف با پوکه معدنی و سیمان	0.08x1300	= 104kg/m2	
بتن روبه سقف	0.05x2500	= 125kg/m2	
تیرچه بتنی	جداگانه اضافه میشود		
بلوک	جداگانه اضافه میشود		
اندود گچ و خاک	0.02x1600	= 32kg/m2	
اندود سقف کاری	0.01x1300	= 13kg/m2	
جمع : بدون بلوک و تیرچه	382	kg/m2	

مقدار جهت بار گذاری سازه					
با بلوک بتنی	جمع بار از جدول مقابل	= 382 kg/m2	تیرچه : 2x0.1x0.25x2500	= 125 kg/m2	تعداد بلوک در هر متر مربع ۹ عدد
		= 117 kg/m2	بلوک : 9*13		حداکثر وزن هر بلوک ۱۳ کیلوگرم
		= 624 kg/m2			عدد نهائی 620
با بلوک پوکه ای	جمع بار از جدول مقابل	= 382 kg/m2	تیرچه : 2x0.1x0.25x2500	= 125 kg/m2	تعداد بلوک در هر متر مربع ۹ عدد
		= 72 kg/m2	بلوک : 9*8		حداکثر وزن هر بلوک ۸ کیلوگرم
		579 kg/m2			عدد نهائی 580
با بلوک پلی استایرن	جمع بار از جدول مقابل	= 382 kg/m2	تیرچه : 2x0.1x0.25x2500/1.2	= 104 kg/m2	
		= 1 kg/m2	بلوک : 1		
		487 kg/m2			عدد نهائی 490

دتایل کفسازی بپوست نقشه های اجرائی گردد

بار های مرده

سقف‌تیرچه با بلوک ۲۵ (بام)



جدول محاسبه بار			
موزائیک سیمانی	0.02x2250	= 45kg/m2	
ملات ماسه سیمان	0.03x2100	= 63kg/m2	
ایزولام		kg/m2	
شیب بندی با بتن سبک	0.10x1300	= 13kg/m2	
بتن روبه سقف	0.05x2500	= 125kg/m2	
تیرچه بتنی	جداگانه اضافه میشود		
بلوک	جداگانه اضافه میشود		
اندود گچ و خاک	0.02x1600	= 32kg/m2	
اندود سقف کاری	0.01x1300	= 13kg/m2	
جمع : بدون بلوک و تیرچه	413	kg/m2	

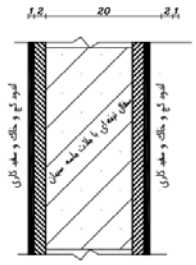
مقدار جهت بار گذاری سازه					
با بلوک بتنی	جمع بار از جدول مقابل	= 413 kg/m2	تیرچه : 2x0.1x0.25x2500	= 125 kg/m2	تعداد بلوک در هر متر مربع ۹ عدد
		= 117 kg/m2	بلوک : 9*13		حداکثر وزن هر بلوک ۱۳ کیلوگرم
		= 655 kg/m2			عدد نهائی 650
با بلوک پوکه ای	جمع بار از جدول مقابل	= 413 kg/m2	تیرچه : 2x0.1x0.25x2500	= 125 kg/m2	تعداد بلوک در هر متر مربع ۹ عدد
		= 72 kg/m2	بلوک : 9*8		حداکثر وزن هر بلوک ۸ کیلوگرم
		610 kg/m2			عدد نهائی 610
با بلوک پلی استایرن	جمع بار از جدول مقابل	= 413 kg/m2	تیرچه : 2x0.1x0.25x2500/1.2	= 104 kg/m2	
		= 1 kg/m2	بلوک : 1		
		518 kg/m2			عدد نهائی 520

دتایل کفسازی بپوست نقشه های اجرائی گردد

بار های مرده

دیوار چینی با آجر سفال

دیوار ۱۵ سانتی



دو طرف گچ و خاک و سفید کاری

جدول محاسبه بار			
سفال تیغه ای با ملات ماسه سیمان	0.2x850 = 127kg/m2		
اندود گچ و خاک	2x0.02x1600 = 64	kg/m2	
اندود سفید کاری	2x0.01x1300 = 26	kg/m2	
جمع	217.5	kg/m2	
مقدار جهت بار گذاری سازه	220	kg/m2	

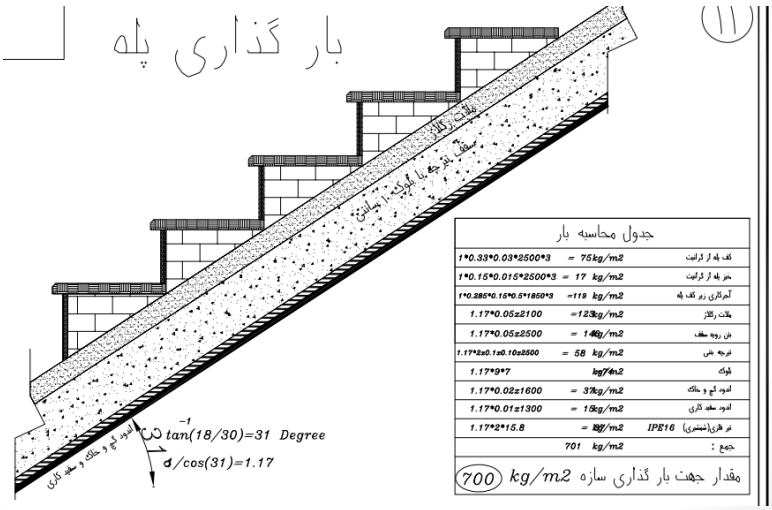
بارهای وارد بر ساختمان

27

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

بار های مرده

بار گذاری پله



جدول محاسبه بار			
کف پله از گرانیت	1*0.33*0.03*2500*3 = 75kg/m2		
جلو پله از گرانیت	1*0.15*0.015*2500*3 = 17 kg/m2		
آجرکاری زیر کف پله	1*0.285*0.15*0.5*1850*3 =115 kg/m2		
ملات زیرکار	1.17*0.05±2100 =123kg/m2		
بتن روبه سطف	1.17*0.05±2500 = 146kg/m2		
فرجه بتنی	1.17*2±0.1±0.10±2500 = 58 kg/m2		
شوک	1.17*3*7 kg/m2		
اندود گچ و خاک	1.17*0.02±1600 = 37kg/m2		
اندود سطف کاری	1.17*0.01±1300 = 15kg/m2		
تیر فلزی(متصری)	1.17*2*15.8 = kg/m2	IPE16	
جمع :	701 kg/m2		
مقدار جهت بار گذاری سازه	700 kg/m2		

بارهای وارد بر ساختمان

28

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

بار های زنده

۶-۵-۱-۱ بار زنده: باری غیر دائمی است که در حین استفاده و یا بهره‌برداری از ساختمان و یا سایر سازه‌ها به آنها وارد شود و شامل بارهای حین ساخت و یا بارهای محیطی مانند بار باد، بار برف، بار باران، بار زلزله، بار سیل و یا بارهای مرده نمی‌شود.

۶-۵-۱-۲ بار زنده بام: باری بر روی بام که توسط کارگران، تجهیزات و مصالح در حین انجام تعمیرات بر روی آن بدان وارد شده و یا توسط اشیاء متحرکی چون گلدان و یا لوازم تزئینی کوچک که ارتباطی با استفاده از ساختمان در طول عمر بهره‌برداری آن نداشته باشند، به آن اعمال شود.

بارهای وارد بر ساختمان

29

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

بار های زنده

۶-۵-۲ بار زنده گسترده یکنواخت

۶-۵-۲-۱ بار زنده لازم

بار زنده‌ای که در طراحی ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها به کار می‌رود، باید بیشترین بار مورد انتظار برای کاربری مورد نظر بوده و در هیچ حالتی از حداقل بارهای یکنواخت داده شده در جدول ۶-۵-۱ با در نظر گرفتن میزان کاهش‌های مجاز کمتر نباشد.

بارهای وارد بر ساختمان

30

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

بار های زنده

بارهای وارد بر ساختمان

۶-۵-۲-۲ ضوابط مربوط به دیوارهای تقسیم کننده

در ساختمان‌های اداری و یا سایر ساختمان‌هایی که در آن‌ها احتمال استفاده از دیوارهای تقسیم‌کننده و یا جابجایی آن‌ها وجود دارد، باید ضوابطی برای وزن دیوارهای تقسیم‌کننده بدون توجه به اینکه آن‌ها در پلان نشان داده شده باشند و یا خیر، اقدام گردد. وزن دیوارهای تقسیم کننده نباید کمتر از ۱ کیلونیوتن بر متر مربع در نظر گرفته شود. در ساختمان‌هایی که از تیغه‌های سبک نظیر دیوارهای ساندویچی استفاده می‌شود، این بار را می‌توان حداقل به ۰٫۵کیلونیوتن بر مترمربع کاهش داد، مشروط بر آن‌که وزن یک مترمربع از این نوع دیوارهای جداکننده و ملحقات آنها از ۰٫۴ کیلونیوتن تجاوز نکند.

در صورتی‌که وزن هر مترمربع سطح دیوارهای جداکننده از ۲ کیلونیوتن بیشتر باشد، وزن آن به‌عنوان بار مرده در نظر گرفته شده و در محل واقعی خود اعمال می‌گردد.

استثناء: اگر حداقل بار زنده از ۴ کیلونیوتن بر متر مربع بیشتر باشد، نیازی به در نظر گرفتن بار زنده دیوار تقسیم‌کننده نیست.

31

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

بار های زنده

بارهای وارد بر ساختمان

۶-۵-۶ بار زنده نامشخص

برای کاربری‌ها و یا استفاده‌هایی که در این فصل مشخص نشده‌اند، بار زنده بر طبق سایر آیین‌نامه‌های معتبر و یا طبق روش مورد تائید مرجع ذیصلاح تعیین می‌شود.

برای بار کف، در مواردی که کاربری بخشی از ساختمان با موارد مندرج در جدول شماره ۶-۵-۱ تطابق نداشته باشد، مقدار این بار باید با در نظر گرفتن نکات زیر تعیین شود. ولی در هر حال مقدار این بار نباید کمتر از ۱٫۵ کیلونیوتن بر مترمربع در نظر گرفته شود:

الف- وزن افرادی که احتمالا در آن‌جا تجمع خواهند نمود.

ب- وزن تجهیزات و دستگاه‌هایی که احتمالاً در آنجا قرار خواهند گرفت.

پ- وزن موادی که احتمالاً در آنجا انبار خواهد شد.

32

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

بار های زنده

جدول ۶-۵-۱ حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت L_0 و بار زنده متمرکز کف‌ها

ردیف	نوع کاربری	بار گسترده کیلونیوتن بر مترمربع	بار متمرکز کیلونیوتن
۱	بام‌ها		
۱-۱	بام‌های معمولی تخت، شیب‌دار و قوسی	۱٫۵[۱]	۱٫۳
۱-۲	بام با پوشش سبک	۰٫۵	۱٫۳
۱-۳	بام‌های دارای باغچه و گلخانه	۵	—
۱-۴	بام‌هایی با پوشش پارچه‌ای با سازه اسکلتی	۰٫۲۵ (غیر قابل کاهش)	۱٫۳
۱-۵	بام‌هایی با امکان تجمع و ازدحام	بسته به نوع کاربری	—
۱-۶	قاب‌های نگهدارنده یک فضابند	۰٫۲۵ (غیر قابل کاهش، فقط به اعضای قابها وارد می‌شود)	۱
۲	سالن‌ها و محل‌های تجمع و ازدحام		
۲-۱	سالن‌های عمومی و محل‌های تجمع دارای صندلی‌های ثابت (چسبیده به کف)	۳[۳]	—
۲-۲	سالن‌های عمومی و محل‌های تجمع فاقد صندلی‌های ثابت	۵[۳]	—
۲-۳	سالن‌های غذاخوری و رستوران‌ها	۵[۳]	—

بارهای وارد بر ساختمان

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

بار برف

۶-۷-۱ بار برف زمین

بار برف زمین، P_g ، وزن لایه برف بر روی سطح افقی زمین است که، بر اساس آمار موجود در منطقه، احتمال تجاوز از آن در سال دو درصد باشد (دوره بازگشت ۵۰ سال).

بار برف زمین در مناطق مختلف کشور را باید با توجه به تقسیم‌بندی مشخص شده در جدول ۶-۷-۱ و یا شکل ۶-۷-۱، حداقل برابر با مقادیر زیر درنظر گرفت:

منطقه ۱- برف بسیار کم (نادر)	۰٫۲۵ کیلونیوتن بر متر مربع
منطقه ۲- برف کم	۰٫۵ کیلونیوتن بر متر مربع
منطقه ۳- برف متوسط	۱ کیلونیوتن بر متر مربع
منطقه ۴ – برف زیاد	۱٫۵ کیلونیوتن بر متر مربع
منطقه ۵ – برف سنگین	۲ کیلونیوتن بر متر مربع
منطقه ۶- برف فوق سنگین	۳ کیلونیوتن بر متر مربع

بارهای وارد بر ساختمان

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

بار برف

جدول ۶-۷-۱ تقسیم‌بندی شهرهای کشور از نظر بار برف

ردیف	شهر	منطقه	ردیف	شهر	منطقه
۱	آستارا	۵	۳۱	بوشهر	۱
۲	اراک	۴	۳۲	بیجار	۴
۳	اردبیل	۵	۳۳	بیرجند	۲
۴	اردستان	۲	۳۴	پیرانشهر	۵
۵	ارومیه	۴	۳۵	تبریز	۴
۶	اسلام آباد غرب	۴	۳۶	تربت جام	۴
۷	اصفهان	۳	۳۷	تربت حیدریه	۳
۸	الیگودرز	۵	۳۸	تکاب	۴
۹	امیدیه	۱	۳۹	تهران جنوب	۴
۱۰	انار	۲	۴۰	تهران شمال	۴
۱۱	اهر	۴	۴۱	جاسک	۱
۱۲	اهواز	۲	۴۲	جلفا	۴
۱۳	ایرانشهر	۱	۴۳	جیرفت	۲
۱۴	ایلام	۴	۴۴	چابهار	۱

بارهای وارد بر ساختمان

35

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

بار برف

۶-۷-۲ بار برف بام

بار برف بر روی بام، P_r ، با توجه به شیب و دمای بام، برف‌گیری، و اهمیت سازه، برای هر متر مربع تصویر افقی سطح آن، به کمک رابطه ۶-۷-۱ تعیین می‌شود:

$$P_r = 0.7 C_s C_t C_e I_s P_g \qquad (۶-۷-۱)$$

که در آن:

I_s = ضریب اهمیت طبق بخش ۶-۷-۳

C_e = ضریب برف‌گیری طبق بخش ۶-۷-۴

C_t = ضریب شرایط دمایی طبق بخش ۶-۷-۵

C_s = ضریب شیب طبق بخش ۶-۷-۶

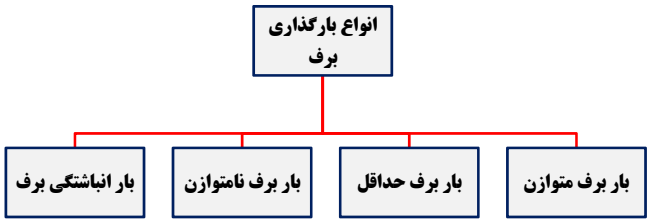
بارهای وارد بر ساختمان

36

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

بار برف

می‌باشند. بار برف P_r بیانگر بار برف متوازن می‌باشد که به عنوان یک امکان بارگذاری برف درنظر گرفته می‌شود. امکان‌های دیگر باربرف شامل بار برف حداقل طبق بند ۶-۷-۲-۱، بار برف جزیی طبق بخش ۶-۷-۷، بار برف نامتوازن طبق بخش ۶-۷-۸، بار انباشتگی برف طبق بخش ۶-۷-۹، و بار برف لغزنده طبق بخش ۶-۷-۱۱ می‌باشد.



بارهای وارد بر ساختمان

37

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

بار برف

۶-۷-۳ ضریب اهمیت

ضریب اهمیت ساختمان از نظر بار برف از جدول ۶-۱-۲ بدست می‌آید.

جدول ۶-۱-۲ ضریب اهمیت مربوط به گروه‌بندی خطرپذیری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها برای بارهای باد، برف، یخ و زلزله

گروه خطرپذیری مطابق جدول ۶-۱-۱	ضریب اهمیت بار لرزه‌ای، I_e	ضریب اهمیت بار باد، I_w	ضریب اهمیت بار یخ I_i	ضریب اهمیت بار برف، I_s
۱	۱٫۴	۱٫۲۵	۱٫۲۵	۱٫۲
۲	۱٫۲	۱٫۱۵	۱٫۲۵	۱٫۱
۳	۱	۱	۱	۱
۴	۰٫۸	۰٫۸	۰٫۸	۰٫۸

بارهای وارد بر ساختمان

38

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

ضریب برف گیری

جدول ۶-۷-۲ ضریب برف‌گیری، C_e

گروه ناهمواری محیط	بام برف‌ریز	بام نیمه برف‌گیر	بام برف‌گیر
زیاد	۰٫۹	۱٫۰	۱٫۲
متوسط	۰٫۹	۱٫۰	۱٫۱
کم	۰٫۸	۰٫۹	۱٫۰

بارهای وارد بر ساختمان

39

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

ضریب شرایط دمایی

۶-۷-۵ ضریب شرایط دمایی

ضریب شرایط دمایی، C_t، از جدول ۶-۷-۳، با توجه به شرایط مورد انتظار ساختمان در سال‌های عمر مفید، تعیین می‌شود.

جدول ۶-۷-۳ ضریب شرایط دمایی، C_t

تمام ساختمان‌های به‌جز موارد زیر	۱٫۰
سازه‌هایی که همیشه در دمای کمی بالاتر از صفر درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌شوند.	۱٫۱
سازه‌های با زیر بام باز و سازه‌های بدون گرمایش	۱٫۲
سازه‌هایی که همیشه دمای آنها زیر صفر درجه نگهداشته می‌شود	۱٫۳

بارهای وارد بر ساختمان

40

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

ضریب شیب

۶-۷-۶ ضریب شیب

برای بام‌های مسطح، ضریب شیب، C_s، برابر واحد می‌باشد. برای بام‌های شیب‌دار ضریب شیب بر حسب زاویه شیب، α، به‌صورت زیر تعیین می‌شود:

$C_s = ۱/۰$ $\quad \alpha \le \alpha_\circ$ (۶-۷-۴-الف)،

$C_s = ۱ - \frac{\alpha - \alpha_\circ}{۷۰ - \alpha_\circ}$ $\quad \alpha_\circ < \alpha < ۷۰^\circ$ (۶-۷-۴- ب)،

$C_s = ۰$ $\quad \alpha \ge ۷۰^\circ$ (۶-۷-۴- پ)،

زاویه $\alpha_\circ$، طبق بند ۶-۷-۶-۱، با توجه به شرایط سطح شیب‌دار مشخص می‌شود.

بارهای وارد بر ساختمان

41

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

ضریب شیب

۶-۷-۶-۱ اگر سطح بام لغزنده بوده و لغزش برف بر روی سطح شیب‌دار بدون مانع باشد و همچنین فضای کافی پایین‌تر از لبه بام برای پذیرش برف موجود باشد، مقدار $\alpha_\circ$ برای $C_t=۱$ برابر پنج درجه، برای $C_t= ۱/۱$ برابر ده درجه و برای مقادیر بیشتر C_t برابر پانزده درجه خواهد بود. بام‌های لغزنده شامل پوشش‌های فلزی، سنگ برگ، شیشه‌ای و پوشش لاستیکی، پلاستیکی و قیراندود با سطوح صاف و هموار می‌باشد. غشاهای دارای سطوح آجدار را نمی‌توان صاف دانست. ورقه‌های پوشش آسفالتی و چوبی لغزنده محسوب نمی‌شوند.

در صورت عدم وجود شرایط لغزنده و مانع‌دار بودن بام، مقدار $\alpha_\circ$ برای $C_t =۱$ برابر ۳۰° و برای C_t های بیشتر برابر ۴۵° می‌باشد.

بارهای وارد بر ساختمان

42

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

ضریب شیب

۶-۷-۶-۲ در بام‌های قوسی ضریب اثر شیب باید با توجه به شیب قوس در طول آن تعیین گردد. برای این منظور کافی است قوس به صورت یک چند ضلعی درنظر گرفته شود و ضریب اثر شیب برای هر یک از اضلاع بر حسب زاویه ضلع با افق و بر طبق بند ۶-۷-۶-۱ تعیین گردد. تعداد قطعات در هر نیمه قوس نباید از سه قطعه کمتر باشد. برای قسمت‌های با شیب بیشتر از هفتاد درجه بار برف درنظر گرفته نشده و این نواحی جزو تقسیمات قوس درنظر گرفته نمی‌شود.

۶-۷-۶-۳ برای بام‌های کنگره‌ای و شیب‌دار دندانه‌ای ضریب شیب برای کلیه سطوح برابر یک خواهد بود.

بارهای وارد بر ساختمان

43

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

ضریب شیب

۶-۷-۶-۴ بر روی طره لبه پایین بام، که امکان تجمع برف وجود خواهد داشت، از ضریب یک برای C_s و C_t استفاده شده ولی مقدار P_r در ناحیه تجمع برف دو برابر می‌شود. عرض ناحیه تجمع برف برابر طول طره خواهد بود ولی مقدار آن از بر دیوار زیر سقف به سمت بیرون را لازم نیست بیشتر از ۱٫۵ متر درنظر گرفت.

بارهای وارد بر ساختمان

44

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند

بار برف حداقل برای بام های با شیب کم

۶-۷-۲-۱ بار برف حداقل برای بام‌های با شیب کم

برای بام‌های شیب‌دار با شیب کمتر از پانزده درجه و برای بام‌های قوسی با زاویه قائم بین تاج و پای قوس کمتر از ده درجه باید بار حداقل، P_m ، طبق رابطه ۶-۷-۲، نیز بطور جداگانه درنظر گرفته شود.

(۶-۷-۲-الف) برای $P_g \leq ۱ \ kN/m^۲$ $P_m = I_s P_g$

(۶-۷-۲-ب) برای $P_g > ۱ \ kN/m^۲$ $P_m = I_s$

بار برف حداقل، یک امکان بار برف یکنواخت جداگانه محسوب می‌شود. در تعیین و ترکیب با حالت‌های بار برف متوازن، برف جزیی، برف نامتوازن، برف انباشتگی و برف لغزنده، بار برف حداقل درنظر گرفته نمی‌شود.

بارهای وارد بر ساختمان

45

www.shadmand.org مدرس: احسان شادمند