



- نوع محصول: کتاب (نسخه چاپی رنگی) + فیلم آموزشی
- پیش نیاز: بدون پیش نیاز
- تعداد صفحات: ۲۷۸
- تعداد فصل‌ها: ۱۰ فصل
- زمان فیلم آموزشی: ۳۵ ساعت
- روش دریافت فیلم آموزشی: دانلودی
- تعداد تست‌های کتاب: شامل تست تالیفی و به انضمام تست‌های سال ۹۶ تا ۱۴۰۰ نظام مهندسی
- ویرایش: فروردین ۱۴۰۱
- نوع چاپ: چاپ اول

مقدمه مؤلف

بنام یکتا مهندس هستی

بارگذاری در علم مهندسی عمران، همانند تشخیص بیماری در علم پزشکی است. چنانچه بارگذاری بخشی از سازه، عمداً و یا سهواً کم یا زیاد در نظر گرفته شود، حتی اگر تحلیل و طراحی توسط خبره‌ترین مهندسين انجام شود، نتیجه طراحی قابل قبول نخواهد بود. همانگونه که تشخیص نادرست بیماری منجر به تجویز روش درمان نادرست توسط پزشک می‌شود. در همین راستا به مهندسين محترم توصیه می‌شود، با دقت بسیار بالایی به یادگیری این مبحث از سری مباحث مقررات ملی ساختمان همت گمارند. یک فعالیت عمرانی شامل مراحل برنامه‌ریزی، تحلیل، طراحی، بهره‌برداری و تخریب می‌باشد. بار وارد بر سازه در تمامی این مراحل به طور مستقیم عامل تعیین‌کننده در تصمیم‌گیری‌ها است. ساختمان طراحی شده باید توانایی مقاومت در برابر بارهای ثقلی، جانبی و بارهای ناشی از حوادث غیرعادی را در مراحل طراحی و بهره‌برداری داشته باشد. امید است با مطالعه دقیق این اثر تا حد زیادی با مفاهیم، نکات و ضوابط مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش سال ۱۳۹۸ آشنا شده و با بررسی مثال‌های متعدد از بخش‌های مختلف این کتاب برای مواجهه با سوالات آزمون‌های نظام مهندسی آمادگی لازم را کسب نمایید.

در پایان ضمن قدردانی از زحمات تمامی همکاران و دوستانی که در نگارش این کتاب بنده را یاری نموده‌اند، از شما خوانندگان محترم درخواست دارم در صورت مواجهه با هر نوع ایراد نگارشی و یا علمی جهت بهبود کیفیت این اثر آن را از طریق آدرس الکترونیکی زیر با گروه علمی ACE در میان گذارید.

Email: amirfahimi@acefirm.ir

فهرست مطالب

فصل اول: اهمیت ساختمان‌ها	۱۱
۱-۱ گروه بندی خطرپذیری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها در برابر بارهای زلزله، باد، یخ و برف	۱۳
۱-۲ ضرایب اهمیت مربوط به گروه‌بندی خطرپذیری ساختمان‌ها	۱۴
فصل دوم: ترکیب بارها	۱۷
۲-۱ معرفی علائم اختصاری بارها	۱۹
۲-۲ ترکیب بارها در طراحی در برابر بارهای ثقیل و محیطی	۲۰
۲-۲-۱ ترکیب بارها در طراحی به روش ضرایب بار و مقاومت	۲۰
۲-۲-۱-۱ حالات خاص ترکیب بارها در طراحی به روش ضرایب بار و مقاومت	۲۲
۲-۲-۲ ترکیب بارها در طراحی به روش تنش مجاز یا مقاومت مجاز	۲۷
۲-۲-۲-۱ حالات خاص ترکیب بارها در طراحی به روش تنش مجاز یا مقاومت مجاز	۲۷
۲-۲-۳ ترکیب بارها برای حوادث غیر عادی	۳۲
۲-۲-۳-۱ ترکیب بار شامل بار ناشی از حادثه غیرعادی قبل از وقوع حادثه (ظرفیت)	۳۳
۲-۲-۳-۲ ترکیب بار شامل بار ناشی از حادثه غیر عادی بعد از وقوع حادثه (ظرفیت باقیمانده)	۳۳
۲-۲-۳-۳ ملاحظات پایداری	۳۴
۲-۲-۴ ضوابط بهره‌برداری	۳۵
۲-۲-۴-۱ تغییر شکل قائم (افتادگی) (خیز)	۳۶
۲-۲-۴-۲ تغییر مکان جانبی سازه (دریفت)	۳۷
۲-۲-۵ تغییر مکان ناشی از بارهای خودکرنشی	۳۸
فصل سوم: بار مرده	۴۱
۳-۱ بار مرده دیوارهای بنایی	۴۲
۳-۲ بار مرده سقف‌ها	۴۶
۳-۳ وزن تاسیسات و تجهیزات ثابت	۴۷
فصل چهارم: بارهای خاک و فشار هیدرواستاتیکی	۴۹
۴-۱ فشار جانبی	۵۰
۴-۲ زیر فشار وارد بر کف و شالوده	۵۶
۴-۳ ضریب اطمینان در مقابل لغزش، واژگونی و برکنش	۵۸
فصل پنجم: بار زنده	۶۱
۵-۱ بار زنده طراحی	۶۲



- ۵-۱-۱ نامناسب‌ترین وضع بارگذاری ۷۵
- ۵-۱-۲ ضوابط مربوط به بار تیغه‌ها ۷۹
- ۵-۱-۳ سطح بارگیر و توزیع بار ۸۳
- ۵-۱-۳-۱ سطح بارگیر تیرها ۸۴
- ۵-۱-۳-۲ سطح بارگیر ستون‌ها ۹۴
- ۵-۱-۳-۳ سطح بارگیر دال‌های یکطرفه ۹۴
- ۵-۱-۴ کاهش در بارهای زنده گسترده یکنواخت ۹۵
- ۵-۱-۴-۱ کاهش بارهای زنده بام ۹۷
- ۵-۱-۵ بارهای زنده وارد بر سیستم‌های جانبی پاركینگ، سیستم میله دستگیره، سیستم جان‌پناه، سیستم نرده و نردبان ثابت ۱۰۴
- ۵-۱-۵-۱ نیروی وارد بر سیستم نرده و نرده حفاظ (جان‌پناه): ۱۰۶
- ۵-۱-۵-۲ بار وارد به میله دستگیره ۱۰۷
- ۵-۱-۵-۳ بارهای وارد بر سیستم جان‌پناه پاركینگ ۱۰۸
- ۵-۱-۵-۴ بار وارد بر سیستم نردبان ثابت ۱۰۹
- ۵-۱-۶ بارهای ضرب‌های ۱۱۱
- ۵-۱-۶-۱ آویزهای کششی نگهدارنده کف‌ها و بالکن‌ها ۱۱۱
- ۵-۱-۶-۲ سازه‌های نگهدارنده ماشین آلات ۱۱۲
- ۵-۱-۶-۳ سازه‌های نگهدارنده آسانسورها ۱۱۳
- ۵-۱-۶-۴ بارهای جرثقیل سقفی ۱۱۳
- فصل ششم: بار برف ۱۱۷**
- ۶-۱ محاسبه بار برف متوازن ۱۱۸
- ۶-۱-۱ بار مبنای برف P_s ۱۱۹
- ۶-۱-۲ ضریب اهمیت بار برف I_s ۱۲۱
- 6-1-3 ضریب برف‌گیری C_n ۱۲۱
- ۶-۱-۴ ضریب شرایط دمایی C_h ۱۲۳
- ۶-۱-۵ ضریب شیب C_s ۱۲۳
- ۶-۲ بار برف نامتوازن ۱۳۰
- ۶-۲-۱ بار برف نامتوازن برای بام‌های با شیب دو یا چند طرفه ۱۳۱
- ۶-۲-۲ بار برف متوازن و نامتوازن برای بام‌های قوسی ۱۳۸
- ۶-۲-۳ بار برف متوازن و نامتوازن بام‌های دندارهدار، کنگره‌ای و تاوه چیندار ۱۴۵
- ۶-۲-۴ بار متوازن و نامتوازن در بام‌های گنبدی یا مدور ۱۴۷
- ۶-۳ انباشتگی برف در بام‌های پایین‌تر ۱۴۸
- ۶-۳-۱ بام پایین‌تر در ساختمان‌های با بام پل‌های ۱۴۸
- ۶-۳-۲ بام پایین‌تر در ساختمان مجاور ۱۵۲
- ۶-۳-۳ انباشتگی برف در اطراف قسمت‌های بالا آمده و دست انداز بام ۱۵۸



۶-۴	برف لغزنده	۱۶۲
۶-۵	نامناسبترین وضع بارگذاری	۱۶۷
۶-۶	سربار باران بر برف	۱۶۹
۶-۷	ناپایداری برکه‌ای و انباشتگی آب	۱۶۹
۶-۸	بام ساختمان‌های موجود	۱۷۰

فصل هفتم: بار باد..... ۱۷۳

۷-۱	روش‌های محاسبه بار باد	۱۷۴
۷-۱-۱	دوره تناوب اصلی ساختمان	۱۷۴
۷-۱-۲	محدودیت‌های استفاده از روش‌های مختلف محاسبه بار باد	۱۷۵
۷-۱-۳	همپایه‌سازی	۱۷۶
۷-۲	ارتفاع مبنا	۱۷۸
۷-۴	بار باد	۱۸۱
۷-۵	تنش ناشی از باد	۱۸۱
۷-۵-۱	فشار مبنای باد q	۱۸۲
۷-۵-۲	ضریب C_e	۱۸۹
۷-۵-۳	ضریب پستی و بلندی زمین C_t	۱۹۱
۷-۵-۴	ضریب اثر تند باد (C_g و C_{gi}) و فشار (C_p و C_{p^*})	۱۹۴
۷-۵-۴-۱	ضریب اثر تند باد (C_g و C_{gi}) ساختمان‌های بلند مرتبه و کوتاه مرتبه	۱۹۵
۷-۵-۴-۲	ضریب فشار خارجی (C_p و C_{p^*}) ساختمان‌های بلند مرتبه با بام تخت	۱۹۶
۷-۵-۴-۳	ضریب اثر تند باد (C_g) و فشار (C_p) خارجی برای ساختمان‌های کوتاه مرتبه	۲۰۱
۷-۵-۶	ضریب فشار داخلی (C_{pi}) در ساختمان‌های کوتاه مرتبه و بلند مرتبه	۲۲۵
۷-۵-۷	ضریب هم راستای باد C_d	۲۲۸
۷-۶	بارگذاری‌های بخشی وارد بر سازه باربر اصلی	۲۳۰
۷-۷	ضوابط عمومی طراحی ساختمان‌ها و سازه‌ها برای باد	۲۳۴
۷-۷-۱	کنترل لغزش	۲۳۴
۷-۷-۲	کنترل واژگونی	۲۳۶
۷-۸	کنترل سازه ساختمان‌ها در برابر باد سطح بهره‌برداری	۲۳۸

فصل هشتم: بار باران..... ۲۴۳

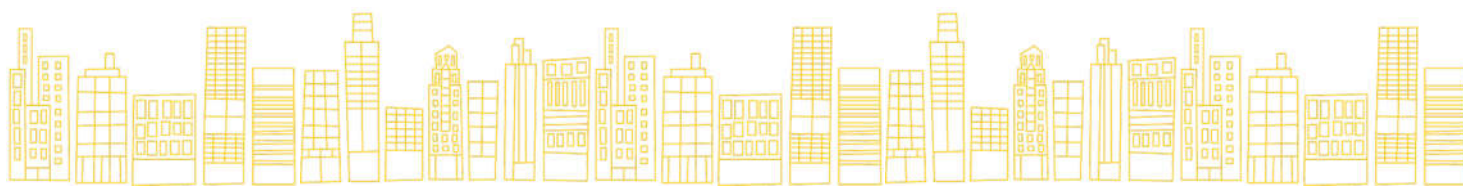
۸-۱	فرضیات محاسبه بار باران	۲۴۴
۸-۲	محاسبه بار باران	۲۴۵
۸-۲-۱	نحوه محاسبه ارتفاع هیدرولیکی dh	۲۴۶
۸-۳	ناپایداری برکه‌ای و انباشتگی آب	۲۵۱

فصل نهم: بار یخ..... ۲۵۵

۹-۱	محاسبه بار یخ	۲۵۶
-----	---------------	-----



- ۹-۱-۱ چگونگی محاسبه حجم یخ..... ۲۵۷
- ۹-۲ ضخامت طراحی یخ ناشی از یخ زدگی باران..... ۲۵۸
- فصل دهم: بار سیل ۲۶۵**
- ۱۰-۱ محاسبه بار سیل طرح..... ۲۶۹
- ۱۰-۲ دیوارهای فروریزشی..... ۲۷۶
- ۱۰-۳ ضرایب اطمینان در مقابل لغزش، واژگونی و برگشت کف‌ها..... ۲۷۷



- 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 ۸ و ۱۰ منظور شوند.

$$۱) D + F$$

$$۲) D + L + F$$

$$۳) D + (L_r \text{ یا } S \text{ یا } R) + F$$

$$۴) D + ۰/۷۵L + ۰/۷۵(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R) + F$$

$$۵) D + W + F$$

$$۶) D + ۰/۷۵L + ۰/۷۵W + ۰/۷۵(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R) + F$$

$$۷) D + ۰/۷E + F$$

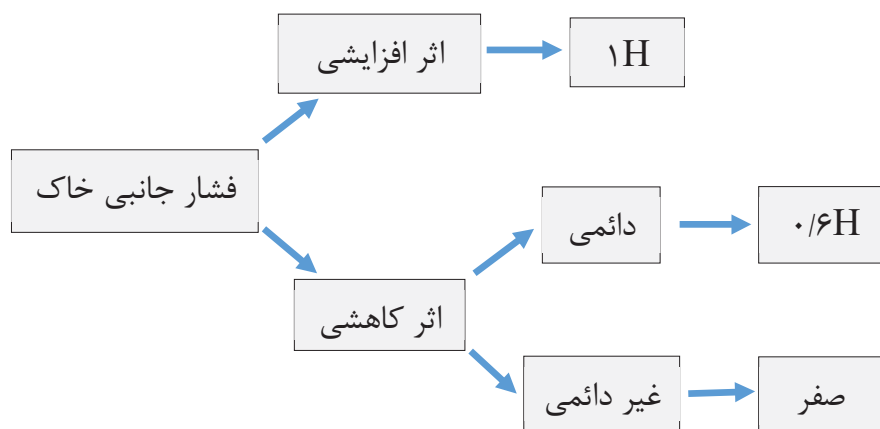
$$۸) D + ۰/۷۵L + ۰/۷۵(۰/۷E) + ۰/۷۵S + F$$

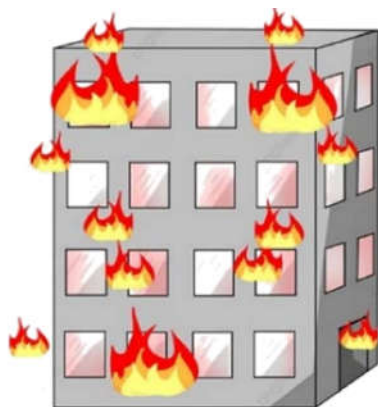
$$۱۰) ۰/۶D + ۰/۷E + ۰/۶F$$

- در صورت وجود فشار جانبی خاک و فشار آب زیر زمینی یا مواد انباشته، H ، اثر آن‌ها را باید به صورت زیر منظور نمود:

الف) اگر اثر این بار در جهت افزودن به اثرات دیگر بارها باشد، اثر بار H باید با ضریب ۱/۰ در ترکیب بارها منظور شود.

ب) اگر اثر این بار در جهت کاهش اثرات دیگر بارها 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 صرف نظر گردد.





شکل ۲-۲ خرابی‌های ناشی از حوادث غیر عادی مثل انفجار و آتش سوزی

۲-۲-۳-۱ ترکیب بار شامل بار ناشی از حادثه غیرعادی قبل از وقوع حادثه (ظرفیت)

بند ۲-۴-۲-۶: به منظور کنترل ظرفیت یک سازه یا عضو سازه‌ای به روش ضرائب بار و مقاومت در تحمل اثر یک حادثه غیر عادی، ترکیب بار زیر باید منظور شود:

$$\left(0.9 \text{ یا } 1/2 \right) D + A_k + 0.5L + 0.2S$$

A_k : اثر ناشی از حادثه غیر عادی می‌باشد.

فانوس ۴



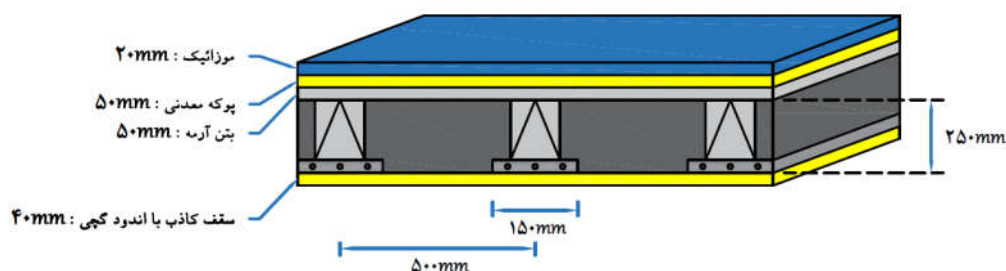
در ترکیب بار ارائه شده، چنانچه بار مرده اثر ناشی از حادثه غیر عادی را افزایش دهد از ضریب ۱/۲ و در غیر این صورت از ضریب ۰/۹ استفاده خواهد شد.

۲-۲-۳-۲ ترکیب بار شامل بار ناشی از حادثه غیر عادی بعد از وقوع حادثه (ظرفیت باقیمانده)

بند ۲-۴-۲-۶: جهت کنترل ظرفیت باقیمانده باربری سازه یا عضو سازه‌ای به روش ضرائب بار و مقاومت بعد از وقوع حادثه خسارت‌زا، اعضاء باربر باید به صورت فرضی حذف شوند، و ظرفیت سازه صدمه دیده تحت اثر ترکیب بار ثقلی زیر ارزیابی گردد:

$$\left(0.9 \text{ یا } 1/2 \right) D + 0.5L + 0.2(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$$





(د) ۳/۶

(ج) ۶/۳

(ب) ۴/۲

(الف) ۵/۲

حل:

با توجه به اینکه فاصله مرکز تا مرکز تیرچه‌ها برابر با ۵۰ سانتی‌متر است لذا در یک متر مربع از سقف ۲ عدد تیرچه وجود خواهد داشت. همچنین با توجه به ابعاد بلوک‌ها در یک متر مربع از سقف ۴ عدد بلوک به وزن ۶ کیلوگرم قرار دارد.

وزن واحد سطح سقف:

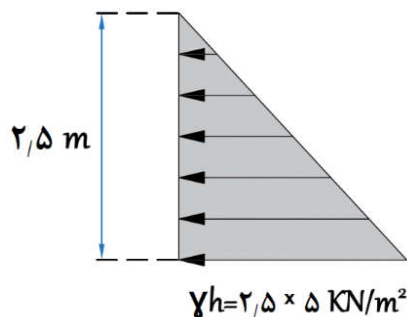
$$\begin{aligned}
 & \text{سقف کاذب} (0.4 \times 50) + \text{بلوک‌ها} (4 \times 6) + \text{تیرچه‌ها} (2 \times 0.15 \times 0.25 \times 1 \times 2500) \\
 & + \text{پوکه معدنی} (0.5 \times 600) + \text{بتن آرمه کف} (0.5 \times 2500) \\
 & + \text{موزائیک سیمانی} (0.2 \times 2250) = 413.5 \frac{Kg}{m^2} \\
 & \text{وزن واحد سطح سقف} = \frac{413.5 \times 10}{1000} = 4.135 \frac{KN}{m^2}
 \end{aligned}$$

گزینه ب صحیح است.

۳-۳ وزن تاسیسات و تجهیزات ثابت

وزن تاسیسات و تجهیزات ثابت از قبیل لوله‌های شبکه آب و فاضلاب، تجهیزات برقی، گرمایشی، تجهیزات تهویه‌ای و سیستم 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.





$$V_{min} = 2.5 \times 5 \times 2.5 \times \frac{1}{3} \approx 15.625 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$$

$$M_{min} = V_{min} \times \frac{1}{3} \times 2.5 \approx 13.02 \frac{\text{KN.m}}{\text{m}}$$

گزینه الف صحیح است.

مثال ۴



یک طبقه از ساختمانی به ارتفاع ۴ متر در زیر زمینی از جنس خاک شنی قرار گرفته است. سربار قرار گرفته بر روی سطح زمین فشار جانبی ۲ کیلونیوتن بر متر در واحد طول را به دیوار زیر زمین وارد می‌کند. تعیین نمایید حداقل لنگر ایجاد شده ناشی از فشار جانبی خاک و سربار بر روی شالوده برابر چند کیلونیوتن متر در واحد طول ساختمان است؟

تالیفی ACE

۶۰ (د)

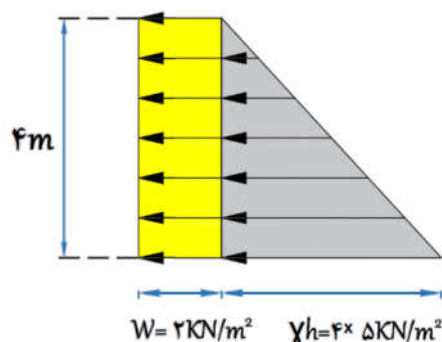
۷۰ (ج)

۴۰ (ب)

۵۰ (الف)

حل:

فشار جانبی خاک حداقل باید برابر فشار مایع معادل با وزن مخصوص ۵ کیلونیوتن بر متر مکعب در نظر گرفته شود.



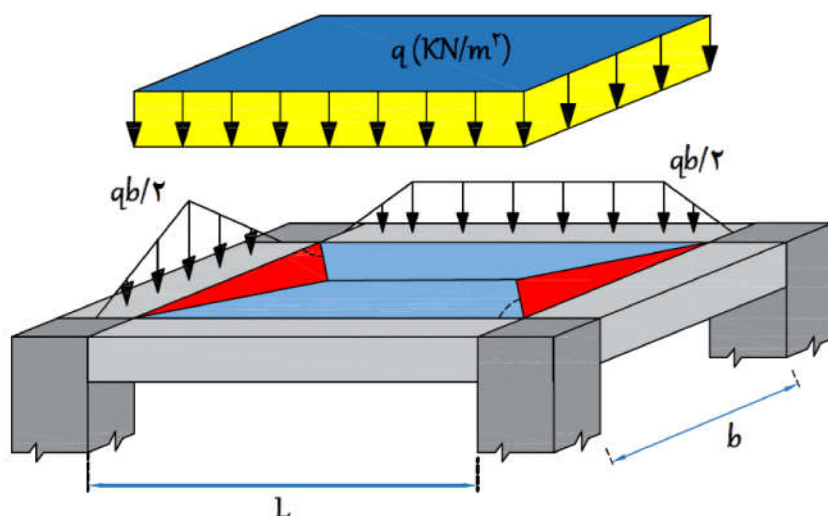
$$M_{min} = \left[\left(2 \times 4 \times \frac{1}{3} \times \frac{4}{3} \right) + (2 \times 4 \times 2) \right] \approx 69.34 \frac{\text{KN.m}}{\text{m}}$$

گزینه ج صحیح است



متصل به دال دو طرفه تحت بار گسترده:

با رسم خطوطی با زاویه ۴۵ درجه از گوشه دال، مثلث‌ها و یا ذوزنقه‌هایی در کنار هر یک از تیرها ایجاد می‌شود که نمایانگر سهم بارگیر این تیرها از بار گسترده قرار گرفته بر روی دال دو طرفه است. شکل ۵-۵ نمایانگر کامل بار ایجاد شده بر روی تیرهای اطراف دال دو طرفه ناشی از بار گسترده اعمالی بر روی دال است.



شکل ۵-۵ سهم بارگیر تیرهای متصل به دال دو طرفه

مثال ۱۴



دال دو طرفه‌ای به ابعاد 4×4 متر تحت بار گسترده ضریبدار ۵ کیلونیوتن بر متر مربع قرار دارد، با توجه به سطح بارگیر تیرهای ۳ متری متصل به دال، لنگر خمشی ناشی از بار گسترده کف، ایجاد شده در وسط تیرها برابر با چند کیلونیوتن متر است. (اتصال تیر به ستون‌ها مفصلی است).

تالیفی ACE

د) ۵/۶۲۵

ج) ۶/۴۲۱

ب) ۷/۵

الف) ۲۲/۵



مثال ۱۶



بعد از کاهش بار زنده، مقدار کل بار زنده متمرکز (بدون احتساب بار زنده معادل تیغه‌بندی) وارد بر یک تیر داخلی کف، مربوط به دفاتر کار معمولی اداری، که دارای ۵۹ متر مربع سطح بارگیر است، به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

الف) ۹۰ کیلونیوتن ب) ۱۰۰ کیلونیوتن ج) ۱۲۰ کیلونیوتن د) ۱۵۰ کیلونیوتن

حل

با توجه به جدول ۵-۱ بار زنده کف L_0 برای کاربری اداری برابر با $2/5 \text{ KN/m}^2$ می‌باشد. همچنین با توجه به اینکه موقعیت تیر در پلان، داخلی است ضریب K_{LL} برای آن برابر با ۲ خواهد بود.

امکان کاهش بار زنده وجود دارد $\Rightarrow 37 \text{ m}^2 \geq 118 \text{ m}^2 = 2 \times 59 \Rightarrow K_{LL} A_T = 2 \times 59 = 118 \text{ m}^2$

$$L = L_0 \left[0.25 + \frac{4/57}{\sqrt{K_{LL} A_T}} \right] = L_0 \left[0.25 + \frac{4/57}{\sqrt{118}} \right] = 0.67 L_0 \geq 0.5 L_0$$

$$P = A_T L = 0.67 \times 2/5 \times 59 = 98.825 \text{ KN}$$

گزینه ب صحیح است.

مثال ۱۷



در یک ساختمان شش طبقه (شامل شش سقف) از سطح زمین با کاربری اداری و با محور بندی منظم در هر دو امتداد، فاصله محورها در یک امتداد ۶ متر و در امتداد عمود بر آن ۷/۲ متر است. تیغه‌بندی‌های داخلی ساختمان از نوع سبک بوده و وزن متوسط آن‌ها بر روی کف 0.6 KN/m^2 برآورد شده است. بار زنده طبقات اداری (بجز بام) پس از کاهش برای یک ستون داخلی در پایین‌ترین طبقه (طبقه همکف) بر حسب KN به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ (ستون مورد نظر بار دفاتر کار معمولی را حمل می‌کند).

محاسبات ۹۴

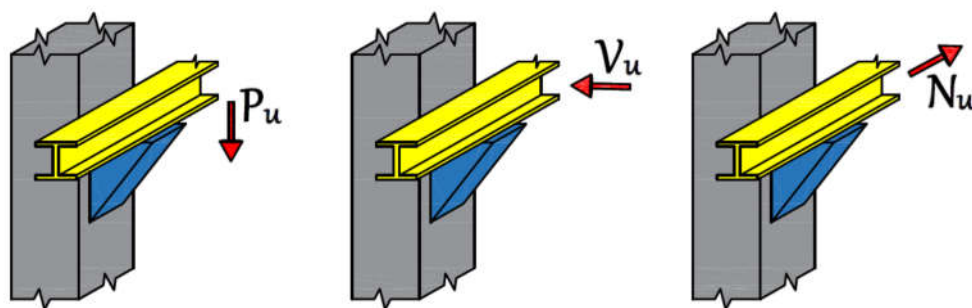
الف) ۶۷۰

ب) ۴۲۰

ج) ۳۵۰

د) ۲۴۰





شکل ۵-۱۱ نیروی قائم، جانبی و محوری وارد به تیر زیر سری ناشی از بار ضربه‌ای جرثقیل

مثال ۲۶



بار قائم ناشی از وزن پل، ارابه و ملحقات جرثقیل تک ریلی موتوردار وارد بر ستون فولادی برابر ۱۰۰ کیلونیوتن و حداکثر بار قائم ناشی از باری که جرثقیل جابجا می‌کند وارد بر همان ستون برابر ۱۸۰ کیلونیوتن می‌باشد. کمترین مقدار بار قائم ناشی از جرثقیل وارد بر ستون مورد نظر بر حسب کیلونیوتن در طراحی به روش طرح مقاومت چقدر می‌توان در نظر گرفت؟

محاسبات ۹۰ با کمی تغییر

- الف) ۳۵۰ ب) ۲۸۰ ج) ۵۶۰ د) ۳۰۵

حل)

$$P_u = 1/25 \times (\text{وزن باری که جرثقیل جابجا می‌کند} + \text{وزن جرثقیل و ملحقات})$$

$$P_u = 1/25 \times (100 + 180) = 350 \text{ KN}$$

$$\Rightarrow P_{u-\text{طراحی}} = 1/6 \times 350 = 560 \text{ KN}$$

گزینه ج صحیح است.



یک تناقض:

به دو تعریف زیر در خصوص پارامتر l_u بکار رفته در رابطه (۱) توجه کنید:

مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۱۳۹۸: l_u برابر با W در قسمت رو به باد بر حسب متر می باشد. چنانچه W کمتر از ۶ متر باشد، l_u برابر با ۶ متر در نظر گرفته می شود.

ASCE7-16: If $l_u < 6m$, use $l_u = 6m$, except h_d for this small fetch case need not be taken greater than $\sqrt{I_s P_g l_u / 4\gamma}$ where l_u is the actual fetch distance, not the minimum fetch of 6m

توضیح: همانطور که مشاهده می کنید تناقضی در بین تعریف مبحث ششم و آیین نامه

بارگذاری آمریکا وجود دارد. به سه دلیل تعریف ASCE7-16 درست است:

۱- مرجع استنادی مبحث ششم مقررات ملی ساختمان است.

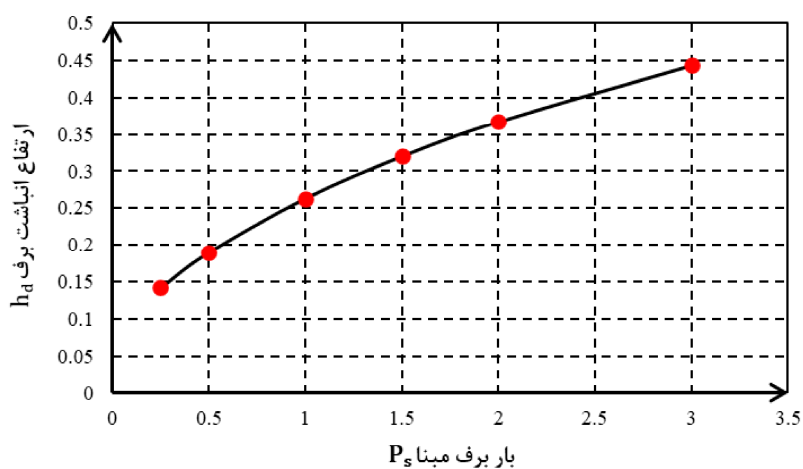
۲- اگر قرار باشد طبق گفته مبحث ششم در این خصوص W کمتر از ۶ متر باشد دیگر بارگذاری نامتوازن بام شیب دار مطابق حالت ب نیست و براساس حالت الف این بارگذاری انجام می شود.

۳- توضیح ویرایش قبلی مبحث ششم در این خصوص مشابه متن آیین نامه ASCE7-16 بوده است.

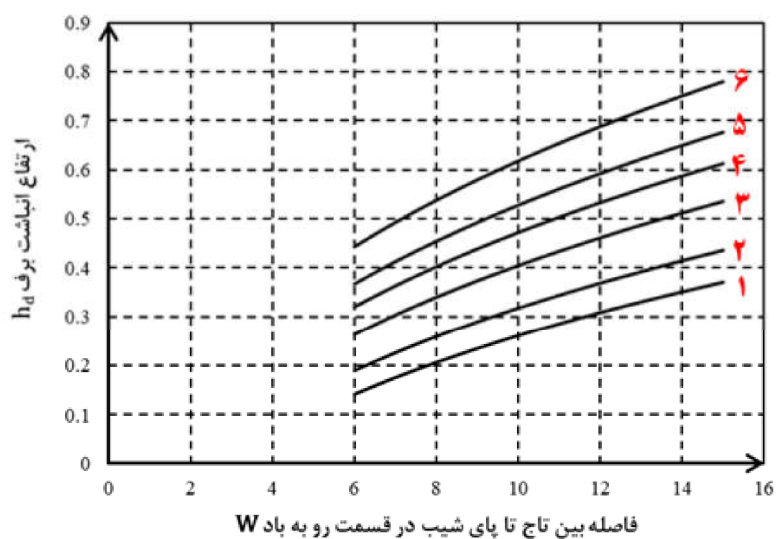
بنابراین l_u بکار رفته در رابطه (۱) با توجه به شکل ۶-۶ مشابه زیر تعیین می شود:

در این حالت می توان بجای استفاده از رابطه ۱ مقدار از نمودار ۶-۱ استفاده نمود $\left\{ \begin{array}{l} L_1 < 6m \Rightarrow l_u = 6m \\ L_1 \geq 6m \Rightarrow l_u = W \end{array} \right.$ اگر
در این حالت می توان بجای استفاده از رابطه ۱ مقدار از نمودار ۶-۲ استفاده نمود





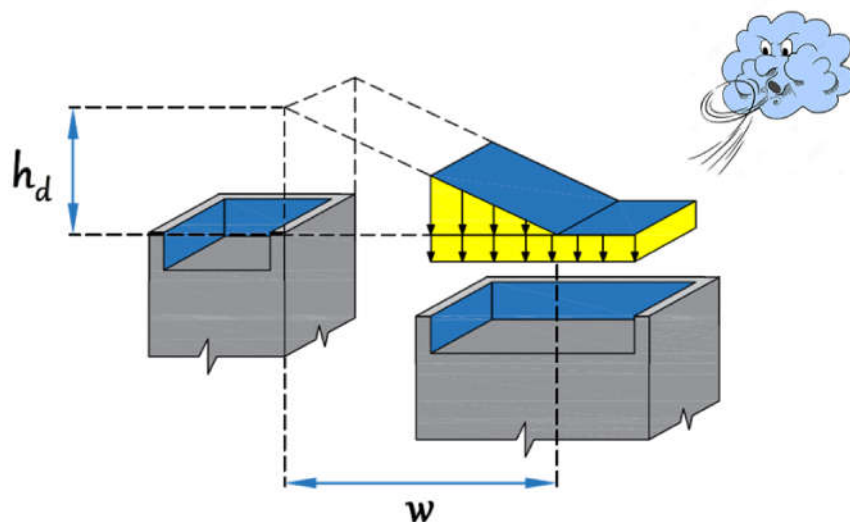
نمودار ۶-۱ ارتفاع انباشت برف h_d در محاسبه بار برف متوازن بام‌های شیب‌دار ($W \geq 6m$) برای حالت ($L_1 < 6m$)



نمودار ۶-۲ ارتفاع انباشت برف h_d در محاسبه بار برف متوازن بام‌های شیب‌دار ($W \geq 6m$) برای حالت ($L_1 \geq 6m$)

- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| منحنی ۱: منطقه ۱ (برف بسیار کم) | منحنی ۴: منطقه ۴ (برف زیاد) |
| منحنی ۲: منطقه ۲ (برف کم) | منحنی ۵: منطقه ۵ (برف سنگین) |
| منحنی ۳: منطقه ۳ (برف متوسط) | منحنی ۶: منطقه ۶ (برف فوق سنگین) |





شکل ۶-۱۵ بار انباشتی برف رو به باد روی بام پایین‌تر ساختمان مجاور

مثال ۱۳



دو بام سه و پنج طبقه به ابعاد 10×10 متر به فاصله ۱ متری از یکدیگر در شهر رشت قرار گرفته‌اند، ارتفاع تمام طبقات این دو ساختمان با یکدیگر یکسان و برابر با ۳ متر است. همچنین ارتفاع جان‌پناه بام نیز در هر دو ساختمان برابر با یک متر می‌باشد. در صورتی که جهت وزش باد از سمت ساختمان کوتاه‌تر به سمت ساختمان بلندتر باشد، ارتفاع و عرض مثلث انباشت برف بر روی ساختمان کوتاه‌تر به ترتیب برابر با چند متر است؟ تمامی ضرایب C_h ، C_n ، C_s و I_s برابر با یک فرض شود.

تالیفی ACE

الف) $۲/۵۴ - ۴/۶۲$

ب) $۰/۲۸ - ۱/۱۱$

ج) $۰/۵۲ - ۲/۱۱$

د) نیاز به در نظر گرفتن انباشت برف بر روی بام کوتاه‌تر نیست.

حل:

$$h = 2 \times 3 + 1 = 7 \text{ m}$$



با توجه به اینکه ارتفاع ساختمان بیش از ۲۰ متر است ساختمان بلند مرتبه محسوب شده و برای وجه پشت به باد ارتفاع مبنا برابر با نصف ارتفاع ساختمان یعنی ۲۰ متر می‌باشد.

$$C_e = \max \left\{ \left(\frac{20}{10} \right)^{0.7}, 0.9 \right\} = 1.14 \quad \text{ناحیه باز}$$

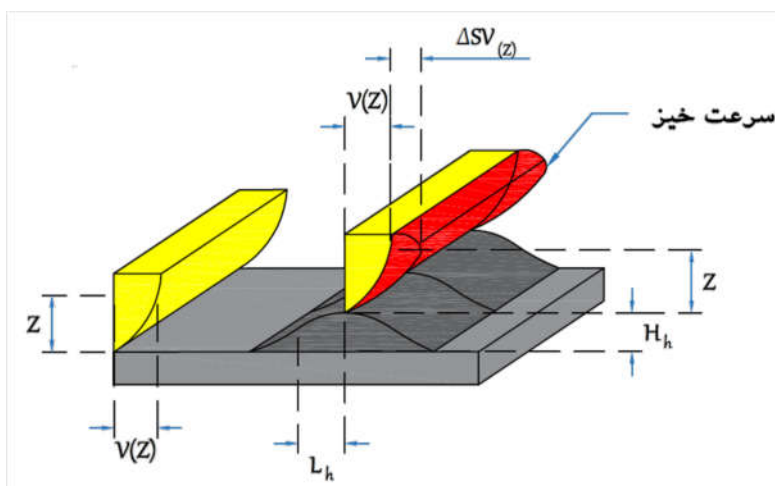
$$C_e = \max \left\{ 0.7 \left(\frac{20}{12} \right)^{0.7}, 0.7 \right\} = 0.81 \quad \text{ناحیه پرتراکم}$$

$$\frac{C_e - 1.14}{300 - 50} = \frac{C_e - 0.81}{300 - 1000} \Rightarrow C_e = 1.05 \quad \text{ناحیه بینابین}$$

گزینه ج صحیح است.

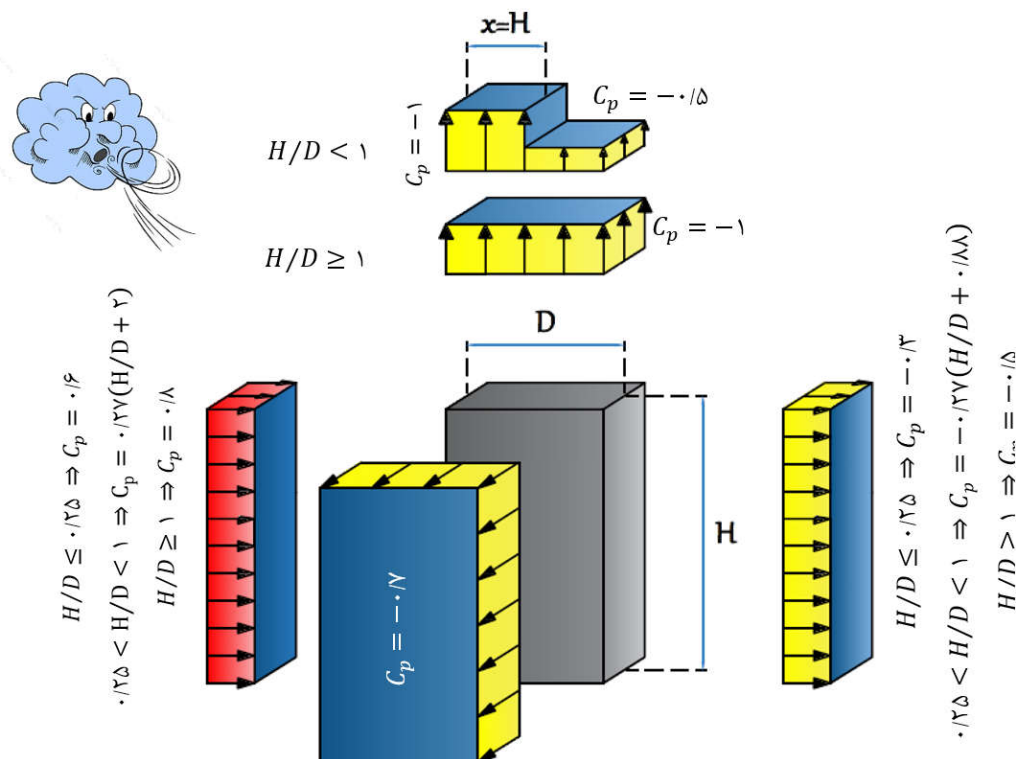
۷-۵-۳ ضریب پستی و بلندی زمین C_t

چنانچه ساختمان یا سازه در بالای تپه، پرتگاه یا سینه‌کش منفردی با شیب متوسط $\left(\frac{H_h}{L_h} \right)$ بیشتر از ۱۰ درصد قرار گرفته باشد، در نواحی پایینی ساختمان یا سازه سرعت باد افزایش می‌یابد. (شکل ۷-۲) این افزایش در نواحی نزدیک به راس تپه یا پرتگاه زیادتر از دیگر نواحی است. در شرایط معمولی، $C_t = 1$ خواهد بود.



شکل ۷-۲ الف تپه دو بعدی یا سه بعدی





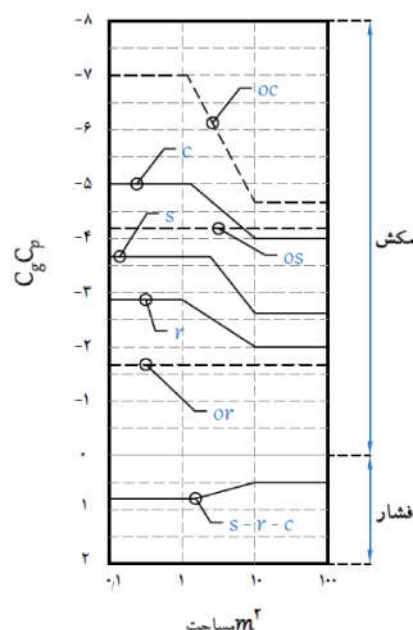
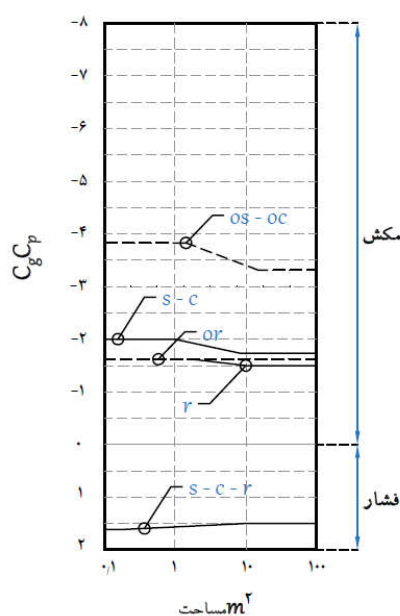
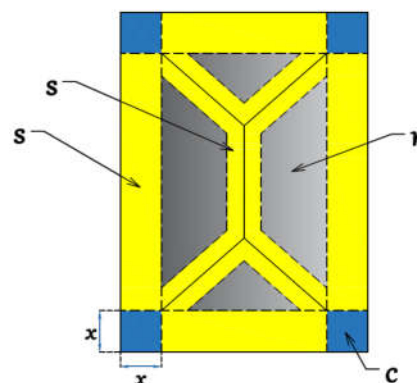
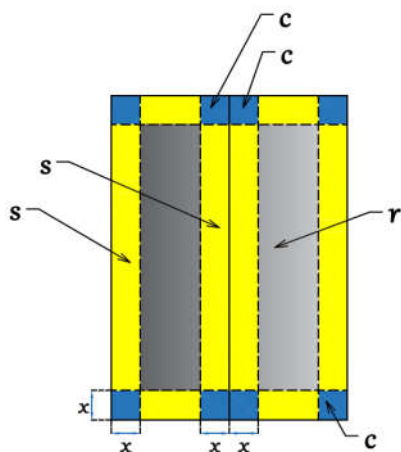
شکل ۳-۷ ضریب فشار C_p برای بارگذاری سازه برابر اصلی بلند مرتبه با بام تخت

یادداشت‌های مربوط به شکل ۳-۷

- D و W به ترتیب ابعاد پلان ساختمان در راستای جهت باد و عمود بر آن، در سطح زمین است.
- ضریب C_p نشان داده شده در سمت رو به باد زمانی که جهت باد عمود بر دیوار باشد قابل اعمال است.
- برای تعیین حالت بحرانی یارهای وارد بر ساختمان، باید ترکیب فشار (مکش)های خارجی و داخلی ساختمان با هم مورد ارزیابی قرار گیرند.
- ضریب فشار C_p^* برای محاسبه فشار یا مکش جزئی وارد بر پوشش‌ها، نماها و اجزاء پوششی بام و اتصالات آن در شکل ۴-۷ تعریف شده است. این ضریب صرفاً برای طراحی اعضا و اتصالات یاد شده به کار می‌رود.



۳- پوشش‌ها و اجزاء بام (بام‌های دو شیب یا چهار شیب با زاویه شیب بیش از ۷ درجه)



بام دو شیب با زاویه شیب

$$7^\circ < \alpha \leq 45^\circ$$

بام چهارشیب با زاویه شیب

$$7^\circ < \alpha \leq 27^\circ$$

شکل ۷-۱۰ ضرایب ترکیبی فشار و مکش خارجی $C_p C_g$ برای طراحی پوشش‌ها و اجزاء بام (بام‌های دو شیب یا چهار شیب با زاویه شیب بیشتر از ۷ درجه)

توضیحات شکل ۷-۱۰:

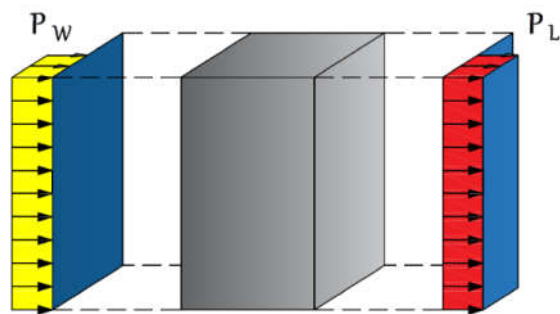
۱- نواحی که با خط چین بر روی بام نشان داده شده است مربوط به نواحی طره بام است.





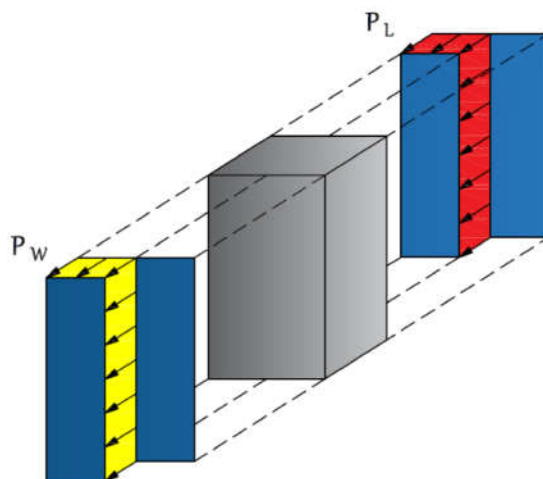
از بین بارگذاری‌های جزئی آمده در شکل ۱۸-۷ بارگذاری شکل ۱۸-۷ ب و ۱۸-۷ ت در ساختمان تولید پیش می‌کند که به بررسی هر کدام می‌پردازیم:

حالت اول: بارگذاری شکل ۱۸-۷ ب:



لنگر گیری حول مرکز ساختمان:

$$T_{u1} = \left(1/5 \times \frac{20}{2} \times 40\right) \times \frac{20}{4} + \left(1 \times \frac{20}{2} \times 40\right) \times \frac{20}{4} = 5000 \text{ KN.m}$$



لنگر گیری حول مرکز ساختمان:

$$T_{u2} = \left(1/5 \times \frac{30}{2} \times 40\right) \times \frac{30}{4} + \left(1 \times \frac{30}{2} \times 40\right) \times \frac{30}{4} = 11250 \text{ KN.m}$$

حالت دوم: بارگذاری شکل ۱۸-۷ ت:



۸-۲ محاسبه بار باران

بار ناشی از بارش باران بر روی بام از رابطه ۱ محاسبه می‌شود. هر بخش از بام باید بگونه‌ای طراحی شود که در صورت مسدود شدن شبکه تخلیه آب باران اصلی برای آن بخش، بار کل آب باران جمع شده روی بام به علاوه بار یکنواخت ایجاد شده جریان طرح به واسطه آبی که روی دهانه ورودی شبکه تخلیه آب باران فرعی بالا آمده است را بر مبنای رابطه ۱ تحمل کند.

$$R = 0.01(d_s + d_h) \quad \text{رابطه (۱)}$$

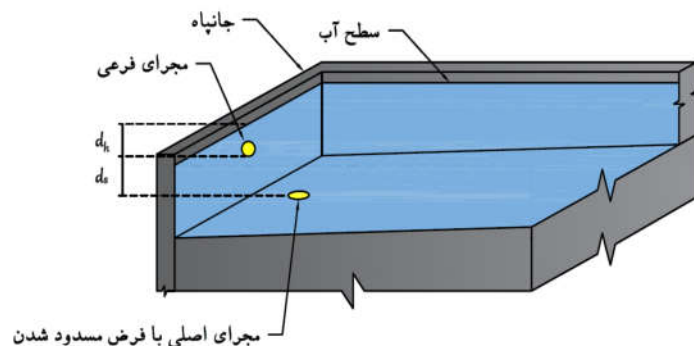
R : بار باران روی بام تغییر شکل نیافته ($\frac{KN}{m^2}$)

d_s : عمق آب روی بام تغییر شکل نیافته تا دهانه ورودی شبکه فرعی در زمانی که شبکه زهکشی اصلی مسدود است. (ارتفاع استاتیکی) (mm)

d_h : عمق آب مازاد بر روی بام تغییر شکل نیافته براساس جریان طرح و در بالای دهانه ورودی شبکه زهکشی فرعی (ارتفاع هیدرولیکی) (mm)

هنگامی که اصطلاح بام تغییر شکل نیافته استفاده می‌شود، تغییر شکل ناشی از بارها (شامل بار مرده) نباید در میزان باران روی بام لحاظ گردد.

پارامترهای d_s و d_h در شکل ۸-۱ نشان داده شده‌اند.



شکل ۸-۱ پارامترهای هیدرولیکی محاسبه بار باران

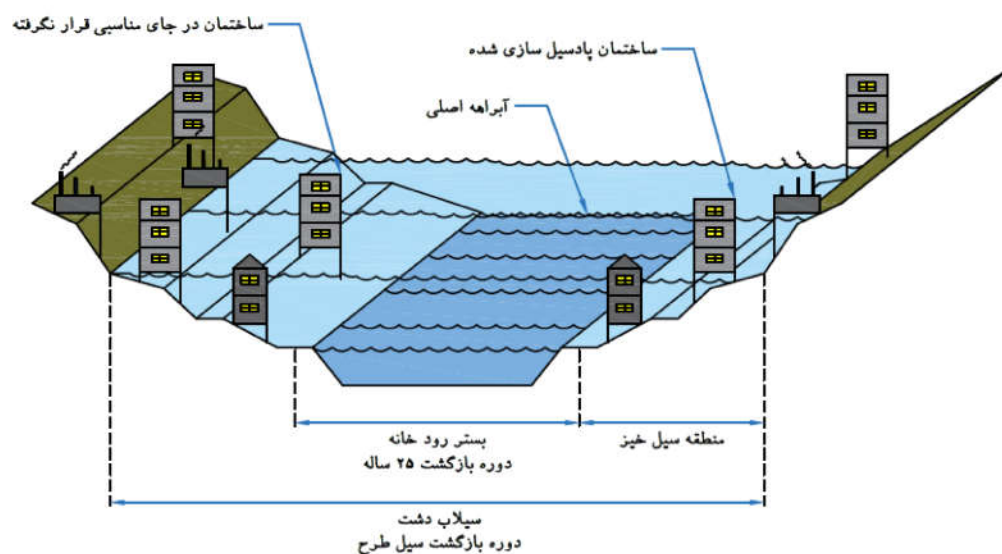


سیل طرح: بزرگترین سیلاب از بین دو سیل: (۱) سیل پایه (۲) سیل متناظر با منطقه تعیین شده به عنوان منطقه سیل خیز که از مراجع ذیصلاح استعلام می‌گردد. ارتفاع این سیلاب که شامل ارتفاع موج ناشی از آن است، ارتفاع سیل طرح نامیده می‌شود.

سیلابدشت: بخشی از پهنه یک رودخانه شامل بستر اصلی که زمانی که دبی سیل طرح از ظرفیت عبور رودخانه تجاوز کند، غرقاب می‌گردد. شکل ۱-۱۰

منطقه سیل خیز: نواحی ذیل که محدوده آن‌ها باید از مراجع ذیصلاح استعلام گردد. به عنوان منطقه سیل خیز تعریف می‌شوند:

الف- بخشی از محدوده اطراف بستر رودخانه‌ها و مسیل‌ها که به علت بارندگی در بالا دست و وقوع سیل طرح به زیر آب می‌رود. شکل ۱-۱۰



شکل ۱-۱۰ نمایی از وضعیت آبراه اصلی، بستر، منطقه سیل خیز و سیلابدشت رودخانه

ب- سواحل مجاور آب‌های آزاد، خطوط ساحلی دریاچه‌های بزرگ که جزر و مدها، طوفان‌های ساحلی، گردبادها، نوسان‌های امواج یا سونامی‌ها می‌توانند منشاء بروز سیل باشند. در این مناطق باید ارتفاع آب ساکن سیل، بیشتر از ۶۰۰ میلی‌متر و ارتفاع موج شکننده، برابر یا بزرگتر از ۴۵۰ میلی‌متر در سیل طرح به صورت توانمند اختیار شود.





ساختمانی تحت جریان سیلی با سرعت ۲/۵ متر بر ثانیه قرار گرفته است. در صورتی که ارتفاع هیدرواستاتیکی سیل برابر با ۱ متر باشد. نسبت نیروی سیل وارد بر دیوار سمت رو به جریان سیل به دیوار سمت پشت به جریان سیل برابر با کدام گزینه است؟ (هر دو دیوار مشابه هم بوده و ضریب شکل دیوار برابر ۱/۲۵ فرض شود).

تالیفی ACE

الف) ۱/۵ ب) ۲ ج) ۱ د) ۲/۵

حل:

محاسبه بار سیل برای دیوار قرار گرفته در سمت رو به جهت جریان سیل:

ضریب گرانش زمین ۱۰ متر بر مجذور ثانیه فرض می‌شود.

$$d_h = \frac{aV^2}{2g} = \frac{1/25 \times 2/5^2}{2 \times 10} = 0/4 \text{ m}$$

$$P_u = \frac{\gamma(H + d_h) \times (H + d_h)}{2}$$

$$P_{u2} = \frac{\gamma(1 + 0/4) \times (1 + 0/4)}{2} = 0/98\gamma$$

محاسبه بار سیل برای دیوار قرار گرفته در سمت پشت به جهت جریان سیل:

$$P_u = \frac{\gamma H \times H}{2}$$

$$P_{u1} = \frac{\gamma}{2} = 0/5\gamma$$

محاسبه نسبت P_{u2} به P_{u1} :

$$\frac{P_{u2}}{P_{u1}} = \frac{0/98\gamma}{0/5\gamma} = 1/96$$

گزینه ب صحیح است.

