

بارگذاری

ویژه آزمون محاسبات نظام مهندسی

ویرایش زمستان ۱۴۰۱

مسعود حسین زاده اصل

hoseinzadeh.net

۱- مقدمه	۱
۲- گروه خطر پذیری	۲
۳- ترکیب بار	۴
۳-۱- ترکیب بار تنش مجاز	۵
۳-۲- ترکیب بار بهره برداری	۶
۴- بار تیغه بندی	۷
۵- بار زنده	۱۵
۵-۱- بار زنده گسترده (جدول L_0)	۱۶
۵-۲- نامناسب ترین وضع بار گذاری	۳۱
۵-۳- بار زنده متمرکز	۳۴
۵-۴- بار وارد بر حفاظ ها	۳۵
۵-۵- بار ضربه ای	۳۷
۵-۶- کاهش بار زنده	۳۹
۵-۶-۱- کاهش بار زنده بام	۴۵
۵-۷- بار جرثقیل	۵۲
۶- بار سیل	۵۴
۷- بار برف	۵۷
۷-۱- کلیات	۵۷
۷-۲- مفاهیم	۵۸
۷-۳- بار برف زمین	۵۹
۷-۴- بار گذاری نامتوازن	۶۹
۷-۵- نامناسب ترین وضع بار گذاری	۸۰
۷-۶- انباشت برف	۸۲
۷-۷- بالا آمدگی و دست انداز بام	۸۸
۷-۸- برف لغزنده	۸۹
۷-۹- برف لغزنده	۹۰
۸- بار باران	۹۱
۹- بار یخ	۹۳
۱۰- بار باد	۹۸
۱۰-۱- ترکیب نیروی زلزله و باد	۹۸
۱۰-۲- عرض موثر سازه	۹۸
۱۰-۳- دوره تناوب ساختمان	۹۹

۹۹.....	۱۰-۴- سه روش محاسبه نیروی باد.....
۱۰۱.....	۱۰-۵- ارتفاع مبنا (Z).....
۱۰۲.....	۱۰-۶- نیروی داخلی و خارجی باد.....
۱۰۴.....	۱۰-۷- فشار مبنای باد.....
۱۰۸.....	۱۰-۸- ضریب اثر تغییر سرعت C_e
۱۰۹.....	۱۰-۹- ضریب پستی و بلندی C_t
۱۱۱.....	۱۰-۱۰- ضریب اثر تندباد $C_g C_{gi}$
۱۱۲.....	۱۰-۱۱- ضریب فشار خارجی C_p, C_{p^*} - ساختمانهای بلند.....
۱۱۳.....	۱۰-۱۲- بار باد خارجی - ساختمان بلند.....
۱۱۸.....	۱۰-۱۳- بار باد خارجی - ساختمان کوتاه.....
۱۱۹.....	۱۰-۱۴- بار باد خارجی - ساختمان کوتاه- سازه اصلی.....
۱۲۲.....	۱۰-۱۵- بار باد داخلی - ساختمان کوتاه و بلند.....
۱۴۱.....	۱۰-۱۶- سازه های خاص.....
۱۴۲.....	۱۰-۱۶-۱- بار باد- دیوارها، صفحات خودایستا و تابلوها.....
۱۴۶.....	۱۰-۱۶-۲- بار باد- ساختمانهای کروی و مخازن کروی.....
۱۴۷.....	۱۰-۱۶-۳- بار باد- دودکش ها، تانک ها، ساختمانهای استوانه ای.....
۱۴۸.....	۱۰-۱۶-۴- بار باد- لوله ها، کابل ها.....
۱۴۹.....	۱۰-۱۶-۵- بار باد- اعضا سازه ای تکی یا ترکیبی.....
۱۵۰.....	۱۰-۱۶-۶- بار باد- خرپاهای صفحه ای ساخته شده با مقطع تیز گوشه.....
۱۵۰.....	۱۰-۱۶-۷- بار باد- پل های خرپایی و تیورقی.....
۱۵۱.....	۱۰-۱۶-۸- بار باد- سایبان های یک شیبه.....
۱۵۲.....	۱۰-۱۶-۹- بار باد- سایبان های دو شیبه.....

۱-مقدمه

داوطلب گرامی ضمن آرزوی پیروزی برای شما قبل از استفاده از جزوه مطالب زیر را مطالعه بفرمایید:

- ✓ این کتاب کار ویژه تدریس سرکلاس و افزایش سرعت تدریس تهیه شده و کامل نیست. کتاب به مرور زمان ویرایش و تکمیل خواهد شد (تاریخ ویرایش در قسمت فوقانی صفحات درج شده است).
- ✓ برای اطلاع از برنامه های آموزشی و زمانبندی دوره ها به www.hoseinzadeh.net مراجعه کنید.
- ✓ کانال تلگرام: جهت آگاهی از کلاسهای نظام مهندسی اینجانب و نیز مشاهده پرسش و پاسخهای انجام شده در زمینه آزمون محاسبات می توانید در کانال تلگرام زیر عضو شوید:

لینک عضویت در کانال عمومی:

www.telegram.me/hoseinzadehasl

www.telegram.me/mhoseinzadehasl

ارسال سوال از طریق کانال عمومی:

www.telegram.me/nezam_hoseinzadehasl

لینک عضویت در کانال اختصاصی آزمون محاسبات:

www.telegram.me/nezam_mhoseinzadehasl

ارسال سوال از طریق کانال اختصاصی آزمون محاسبات:

- ✓ مسلماً جزوه خالی از اشتباه نیست. در صورتی که به اشتباهی برخوردید، ممنون می شوم که از طریق کانال تلگرام اطلاع دهید تا در ویرایش بعدی اصلاح شود.
- ✓ علاوه بر این جزوه، مطالب مفید دیگر را می توانید از سایت اینجانب (www.hoseinzadeh.net) دانلود نمایید.

مسعود حسین زاده اصل

ویرایش اول: ۱۳۹۳/۱۰/۲۱

ویرایش فعلی: ۱۴۰۱/۱۰

۲- گروه خطر پذیری

در محاسبات مربوط به بار زلزله، باد، برف و یخ باید به گروه بندی سازه ها توجه کرد.

- سازه ها به ۴ گروه دسته بندی میشوند: گروه خطر پذیری ۱، گروه خطر پذیری ۲، گروه خطر پذیری ۳ و گروه خطر پذیری ۴
- این گروه بندی بر اساس کاربری سازه انجام میشود. برای مثال بیمارستانها جزو گروه ۱ و سازه های مسکونی گروه ۳ می باشند.
- گروه خطر پذیری را یا باید طراح در صورت مساله ارائه کند و یا اینکه کاربری سازه را ذکر کند تا بر اساس آن گروه مشخص گردد.

۶-۱-۶ گروه بندی ساختمان ها و سایر سیستم های سازه ای

۱-۶-۱-۶ گروه بندی خطر پذیری

ساختمان ها و سایر سازه ها باید بنا بر میزان خطرپذیری جانی و خدمات رسانی که براساس میزان آسیب یا خرابی و با توجه به کاربری آن ها مطابق جدول ۱-۶-۱ تعیین می شود، برای اعمال بار زلزله، باد، برف و یخ دسته بندی گردند. اگر بخش هایی از یک ساختمان دارای کاربری های متفاوت باشند، بالاترین گروه خطرپذیری باید به آن ساختمان اختصاص یابد. حداقل نیروهای طراحی برای سازه ها باید براساس ضرایب اهمیت ارائه شده در جدول ۱-۶-۲ که از آن در سایر فصل های این مبحث استفاده شده، تعیین گردد.

بسته به گروه خطر پذیری ضریب اهمیت هر کدام از بارها تعیین میشوند. برای مثال ضریب اهمیت بار زلزله برای سازه با کاربری بیمارستان (که گروه ۱ محسوب میشود) طبق جدول زیر برابر $I_e = 1.4$ می باشد.

جدول ۱-۶-۲ ضریب اهمیت مربوط به گروه بندی خطرپذیری ساختمان ها و سایر سازه ها برای

بارهای باد، برف، یخ و زلزله

گروه خطر پذیری مطابق جدول ۱-۶-۱	ضریب اهمیت I_e بار زلزله،	ضریب اهمیت I_w بار باد،	ضریب اهمیت I_i بار یخ،	ضریب اهمیت I_s بار برف،
۱	۱/۴	۱/۲	۱/۲	۱/۲
۲	۱/۲	۱/۱	۱/۱	۱/۱
۳	۱	۱	۱	۱
۴	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸

- گروه خطرپذیری ۱ شامل سازه هایی میشود که لازم است از پس از زلزله قابل بهره برداری باشند مانند بیمارستانها، مراکز آتش نشانی، نیروگاهها. همچنین شامل سازه هایی میشود که انتشار گسترده مواد سمی میشود.
- گروه خطرپذیری ۲ شامل سازه هایی میشود که خرابی آنها هنگام زلزله موجب تلفات جانی قابل توجه میشود مانند مدارس، مساجد، فروشگاههای بزرگ. همچنین سازه هایی که خرابی آنها خسارت اقتصادی قابل توجهی دارد یا موجب از دست رفتن ثروت ملی میشود مانند موزه ها و کتابخانه ها
- گروه خطر پذیری ۳ شامل ساختمانهای مسکونی، اداری، تجاری، هتل و مانند آن میباشد. به طور کلی سازه هایی که در هیچیک از گروه های ۱-۲-۴ قرار ندارند.
- گروه خطر پذیری ۴ شامل سازه هایی هستند که خرابی آنها منجر به تلفات مالی و جانی نسبتا کم میشوند.

در جدول زیر توضیحات گروهها ارائه شده است. بهتر است کاربری های مهم را که در جدول زیر اسم آنها آمده است را به خاطر بسپاریم. برای مثال باید بدانیم که سازه های مسکونی، اداری و هتل ها جزو گروه ۳ محسوب می شوند.

جدول ۱-۱-۶ گروه بندی خطر پذیری ساختمان ها و سایر سازه ها برای بارهای باد، برف، زلزله و یخ

گروه خطر پذیری	نوع کاربری
۱	ساختمان ها و سایر سازه هایی که به عنوان <u>تأسیسات ضروری</u> طراحی می گردند و وقفه در بهره برداری از آنها به طور غیرمستقیم موجب افزایش تلفات و خسارات می شود مانند بیمارستان ها و درمانگاه ها، مراکز آتش نشانی و مراکز تأسیسات آبرسانی، نیروگاه ها و تأسیسات برق رسانی، برج های مراقبت فرودگاه ها، مراکز مخابرات، رادیو و تلویزیون، تأسیسات انتظامی، مراکز کمک رسانی و به طور کلی تمام ساختمان هایی که استفاده از آنها در امداد و نجات مؤثر باشد. ساختمان ها و سایر سازه ها و تأسیسات صنعتی که خرابی آنها موجب انتشار گسترده مواد سمی و مضر برای محیط زیست در کوتاه مدت یا درازمدت خواهد گردید. هرگونه ساختمان یا تأسیساتی که محل ساخت یا نگهداری مقادیری از مواد شیمیایی یا زباله های بسیار خطرناک باشند که انتشار این مواد منجر به خطری برای عموم شود، مشمول این گروه خطر پذیری می باشد. سایر ساختمان ها و سیستم های سازه ای که برای حفظ عملکرد ساختمان های گروه خطر پذیری ۱ مورد نیاز می باشند.
۲	ساختمان ها و سایر سازه هایی که خرابی آنها منجر به تلفات جانی قابل توجه شود مانند مدارس، مساجد، استادیوم ها، سینما و تئاترها، سالن های اجتماعات، فروشگاه های بزرگ، ترمینال های مسافری، یا هر فضای سرپوشیده ای که محل تجمع بیش از ۳۰۰ نفر زیر یک سقف باشد. ساختمان ها و سایر سازه هایی که جزو موارد گروه خطر پذیری ۱ نمی باشند لکن خرابی آنها خسارت اقتصادی قابل توجهی داشته یا باعث از دست رفتن ثروت ملی می گردد مانند موزه ها، کتابخانه ها و به طور کلی مراکزی که در آنها اسناد و مدارک ملی و یا آثار پرارزش نگهداری می شود. ساختمان ها و سایر سازه ها و تأسیسات صنعتی که جزو موارد گروه خطر پذیری ۱ نمی باشند لیکن خرابی آنها موجب آلودگی محیط زیست و یا آتش سوزی وسیع می شود مانند پالایشگاه ها، مراکز گازرسانی، انبارهای سوخت یا هرگونه ساختمان یا تأسیساتی که محل ساخت یا نگهداری مقادیری از موادی مانند سوخت های خطرناک یا مواد شیمیایی یا زباله خطرناک یا مواد منفجره باشند.
۳	کلیه ساختمان ها و سازه های مشمول این بحث که جزو ساختمان های عنوان شده در سه گروه خطر پذیری دیگر نباشند، مانند ساختمان های مسکونی، اداری و تجاری، هتل ها، پارکینگ های طبقاتی، انبارها، کارگاه ها، ساختمان های صنعتی و غیره.
۴	ساختمان ها و سایر سازه هایی که خرابی آنها منجر به تلفات جانی و خسارات مالی نسبتاً کم خواهد شد مانند انبارهای کشاورزی و سالن های مرغداری. ساختمان ها و سایر سازه های موقتی که مدت بهره برداری از آنها کمتر از دو سال است.

محاسبات ۹۳

ضریب اهمیت بار برف برای مساجد و برای درمانگاهها می باشد.

(۴) ۱.۱ و ۱.۲

(۳) ۱.۲۵ و ۱.۲۵

(۲) ۱.۲ و ۱.۴

(۱) ۱.۲۵ و ۱.۱۵

گزینه ۴، با توجه به جدول فوق، مساجد در گروه خطر پذیری ۲ و درمانگاهها در گروه خطر پذیری ۱ قرار دارند.

گروه خطر پذیری مطابق جدول ۱-۱-۶	ضریب اهمیت I_e بار زلزله،	ضریب اهمیت I_w بار باد،	ضریب اهمیت I_i بار یخ،	ضریب اهمیت I_s بار برف،
۱	۱/۴	۱/۲	۱/۲	۱/۲
۲	۱/۲	۱/۱	۱/۱	۱/۱
۳	۱	۱	۱	۱
۴	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸

۳- ترکیب بار

- در بند زیر ترکیب بارهای طراحی به روش ضرایب بار و مقاومت ارائه شده است. این ترکیب بارها در طراحی اعضای سازه های فولادی و بتنی مورد استفاده قرار میگیرد.
 - علاوه بر ترکیب بارهای زیر، ترکیب بارهای بهره برداری نیز در صفحات بعدی قرار داده شده است.
- در برخی ترکیب بارها مانند ترکیب بار شماره ۲ در بند زیر، بارها داخل پاراتر با "یا" ترکیب شده اند. در این موارد تنها یکی از موارد ذکر شده باید منظور شود و هر کدام از بارها که اثر بیشتری دارد باید انتخاب شود. برای مثال ترکیب بار ۲ عملاً شامل بررسی سه ترکیب خواهد بود:

$$2) \quad 1.2D + 1.6L + 0.5 \left(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R \right) \rightarrow \begin{cases} 1.2D + 1.6L + 0.5(L_r) \\ 1.2D + 1.6L + 0.5(S) \\ 1.2D + 1.6L + 0.5(R) \end{cases}$$

۶-۲ ترکیب بارها

۶-۲-۳ ترکیب بارها در طراحی به روش ضرایب بار و مقاومت

۱) ۱/۴D

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

۵) ۱/۲D + E + L + ۰/۲S

۶) ۰/۹ D + ۱/۶W

۷) ۰/۹D + E

D: بار مرده

L_r: بار زنده بام

L: بار زنده طبقات به جز بام

R: بار باران

S: بار برف

E: بار زلزله طرح

W: بار باد

الف) ضرایب بار مربوط به L در ترکیب بارهای ۳، ۴ و ۵ را برای کاربری هایی که بار L_o (طبق جدول ۶-۵) آنها کمتر از ۵ کیلونیوتن بر مترمربع است، به استثناء کف پارکینگها یا محل های اجتماع عمومی می توان برابر با ۰/۵ منظور نمود. مشروط بر آنکه طبق ضوابط بند ۶-۵-۵ کاهش بارهای زنده در محاسبه بار L منظور نشده باشد.

ب) در طراحی سازه های پیش تنیده، اثر پیش تنیدگی باید با ضریب واحد یا ضریب بار مرده در ترکیب بارها وارد شود و هر کدام که اثر نامساعدتری دارند در طراحی لحاظ شود.

پ) در مواردی که بار سیال، F، بر سازه وارد می شود، اثر این بار باید با ضرایب باری همانند ضریب بار مرده، D، در ترکیب بارهای ۱ تا ۵ و ۷ منظور شوند.

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

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

ت-۱) اگر اثر این بار در جهت افزودن به اثرات دیگر بارها باشد، اثر بار H باید با ضریب ۱/۶ در ترکیب بارها منظور شود،

ت-۲) اگر اثر این بار در جهت کاهش اثرات دیگر بارها باشد، در صورت وجود دائمی بار H، اثر آن باید با ضریب ۰/۹ در ترکیب بارها منظور شود و در بقیه موارد باید از اثر بار H صرف نظر گردد.

ث) اگر طبق فصل ۶-۶ این مبحث در نظر گرفتن بار سیل برای سازه لازم باشد، علاوه بر ترکیب های ارائه شده، باید دو ترکیب بار اضافی با جایگزینی ۲/۰F_a به جای ۱/۶W در ترکیب های ۴ و ۶ نیز در نظر گرفته شود.

F_a: بار سیل

۱-۳- ترکیب بار تنش مجاز

اگر نیاز به طراحی به روش تنش مجاز باشد (مانند کنترل تنش زیر خاک به روش تنش مجاز) از ترکیب بارهای زیر استفاده میشود:

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

۱) D

۲) $D + L$

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

۴) $D + 0.75L + 0.75(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$

۵) $D + W$

۶) $D + 0.75L + 0.75W + 0.75(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$

۷) $D + 0.75E$

۸) $D + 0.75L + 0.75(0.75E) + 0.75S$

۹) $0.6D + W$

۱۰) $0.6D + 0.75E$

الف) در طراحی سازه‌های پیش‌تنیده، اثر پیش‌تنیدگی باید با ضریب واحد یا ضریب بار مرده در

ترکیب بارها وارد شود و هرکدام که اثر نامساعدتری دارند در طراحی لحاظ شود.

ب) در ترکیب بارهای ارائه شده در این مبحث، افزایش تنش مجاز نباید انجام شود.

پ) 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.

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

ت-۱) اگر اثر این بار در جهت افزودن به اثرات دیگر بارها باشد، اثر بار H باید با ضریب $1/0$ در ترکیب بارها منظور شود.

ت-۲) اگر اثر این بار در جهت کاهش اثرات دیگر بارها باشد، در صورت وجود دائمی بار H ، اثر آن باید با ضریب $0/6$ در ترکیب بارها منظور شود و در بقیه موارد باید از اثر بار H صرف‌نظر گردد.

ث) اگر طبق فصل ۶-۶ این مبحث در نظر گرفتن بار سیل برای سازه لازم باشد، علاوه بر ترکیب‌های ارائه شده فوق، باید ترکیب بارهای اضافی ۵ و ۶ و ۹ را با اضافه کردن $1/5 F_a$ به عبارت آن‌ها در نظر گرفت.

ج) در صورتی که بر طبق فصل ۶-۹ این مبحث در نظر گرفتن بار یخ جوی و بار باد وارده بر یخ بر روی سازه الزامی باشد، ترکیب بارهای زیر در طراحی سازه باید منظور شوند:

ج-۱) عبارت $0.75D_i$ باید به ترکیب بار شماره ۲ اضافه شود.

ج-۲) عبارت $(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$ در ترکیب بار شماره ۳ باید با عبارت $0.75D_i + 1/1 W_i + S$ جایگزین شود.

ج-۳) عبارت W در ترکیب بار شماره ۹ باید با عبارت $0.75D_i + 1/1 W_i$ جایگزین شود.

چ) در مواردی که اثر بارهای خودکرنشی وجود داشته باشد، علاوه بر ترکیب بارهای ارائه شده، دو ترکیب بار زیر نیز باید در نظر گرفته شوند:

۱) $D + T$

۲) $D + 0.75[L + (L_r \text{ یا } S) + T]$

ح) در مواردی که بر طبق ضوابط بند ۶-۱۱-۱۴ این مبحث، کنترل سازه برای زلزله سطح بهره‌برداری الزامی باشد، تلاش‌های ایجاد شده در اعضا و اجزا ساختمان باید برای ترکیب بار زیر نیز بررسی شود. در این حالت تنش یا مقاومت مجاز اعضا می‌تواند بر طبق ضوابط بند فوق‌الذکر و استاندارد ۲۸۰۰ ایران افزایش یابد.

$$D + 0.5L + 0.5(L_r \text{ یا } S) + E_{ser}$$

۲-۳- ترکیب بار بهره برداری

برای کنترل خیز (تغییر شکل قائم و افتادگی کف ها و سقفها) از ترکیب بارهای زیر استفاده میشود. در این ترکیب بارها ضریب بار مرده و زنده برابر ۱ میباشد.

۵-۲-۶ ملاحظات بهره برداری

۱-۵-۲-۶ تغییر شکل قائم (افتادگی)

تغییر شکل های قائم (افتادگی) اعضای کف ها و سقف ها تحت ترکیب بارهای زیر نباید از مقادیر مجاز آیین نامه های طراحی تجاوز نماید. در صورتی که در مباحث طراحی مقررات ملی ساختمان یا سایر آیین نامه های طراحی مرتبط، استفاده از ضرایب بار کمتر از واحد پیشنهاد شده باشد، می توان از آن ضرایب به جای واحد در ترکیب بارها استفاده نمود.

۱) D

۲) L

۳) D + L

۴) D + (L_r یا ۰/۵ S)

- در طراحی سازه های پیش تنیده، اثر پیش تنیدگی باید مانند اثر بار مرده در ترکیب بارها وارد شود.

- در صورت وجود بار سیال یا فشار مواد انباشته، باید اثرات آن ها با ضریب یک در ترکیب بارهای فوق لحاظ گردد.

در مبحث ششم ویرایش ۹۸، علاوه بر کنترل دررفت تحت زلزله طرح (E) که به صورت متعارف در سازه ها انجام می شود، باید دررفت سازه (تغییر مکان جانبی نسبی طبقات) تحت "ترکیب بارهای بهره برداری" نیز کنترل شود. نکات زیر در این رابطه قابل توجه میباشد:

- در کنترل دررفت تحت زلزله طرح از ترکیب بار استفاده نمیشود و تنها تغییر شکلها تحت زلزله طرح (E) به تنهایی محاسبه میشود. ولی در ترکیب بارهای زیر تغییر مکان جانبی ناشی از زلزله بهره برداری (E_{ser}) با تغییر مکان جانبی ناشی از بارهای مرده و زنده جمع میشود.
- در سازه های با پلان و بارگذاری متقارن تغییر مکان جانبی ناشی از مرده و زنده ناچیز و نزدیک به صفر است.
- زلزله بهره برداری در استاندارد ۲۸۰۰ تعریف شده است و از رابطه $E_{ser} = \frac{1}{6} ABI$ بدست میاید.

۵-۲-۶ ملاحظات بهره برداری

۲-۵-۲-۶ تغییر مکان جانبی نسبی

تغییر مکان جانبی نسبی طبقات قاب ها و دیوارها و سایر اعضای قائم ساختمان ها تحت ترکیب بارهای زیر نباید از مقادیر مجاز آیین نامه های طراحی تجاوز نماید.

۱) D + ۰/۵ L + ۰/۵ (L_r یا S) + W_{ser}۲) D + ۰/۵ L + ۰/۵ (L_r یا S) + E_{ser}

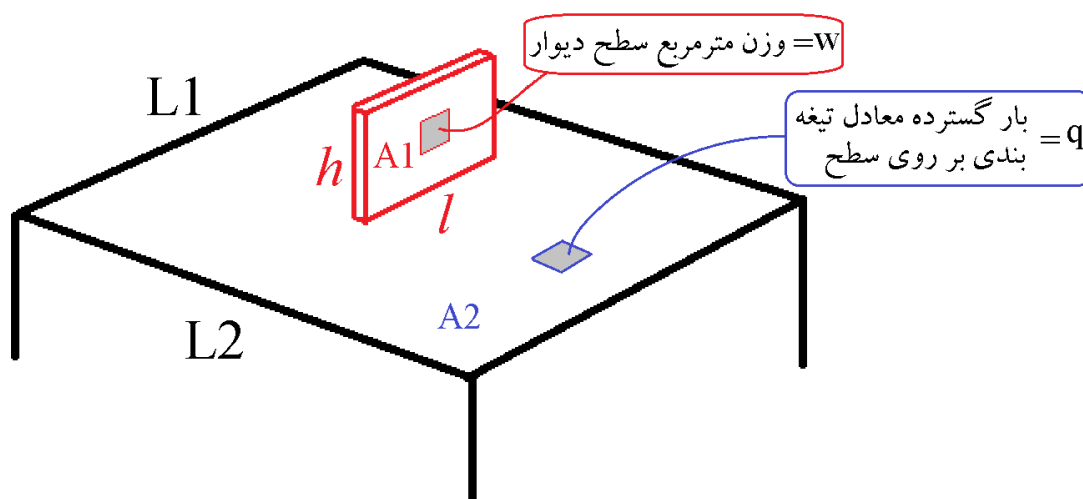
- در صورت وجود بار سیال، فشار جانبی خاک، فشار آب زیرزمینی یا مواد انباشته، باید اثرات آن ها با ضریب یک در ترکیب بارهای فوق لحاظ گردد.

۴- بار تیغه بندی

به شکل زیر توجه کنید.

محل تیغه ها در طول عمر سازه ممکن است تغییر کند. ممکن است در طول عمر سازه تیغه های جدید اضافه و یا حذف شود. بنابراین در تیغه های متعارف در مواردی که تیغه سبک باشد ($w \leq 1 \frac{kN}{m^2}$) وزن تیغه در محل واقعی خود اعمال نمیشود. بلکه فرض میشود که وزن کل تیغه بر روی کف پخش شده باشد. بنابراین یک بار گسترده معادل (q در شکل زیر) تعریف میشود که به صورت زیر محاسبه شود. q "بار گسترده معادل تیغه بندی" میباشد و w "بار واحد سطح تیغه" میباشد.

$$\left. \begin{aligned} \text{وزن کل تیغه} &= w \times A1 = w \times hl \\ \text{بار گسترده معادل تیغه بندی} &= q = \frac{\text{وزن کل تیغه ها}}{\text{سطح تحمل کننده تیغه}} = \frac{w \times hl}{A2} \end{aligned} \right\}$$



محاسبات ۹۴

۲- در آزمایشگاهی به مساحت ۱۰۰ مترمربع واقع در یک بیمارستان، از تیغه های جداکننده به وزن واحد سطح تیغه ۱.۲ کیلونیوتن بر مترمربع برای جدا کردن فضا استفاده شده است. اگر کل مساحت تیغه های به کار رفته ۱۵۰ مترمربع باشد، بار معادل متوسط تیغه بندی بر واحد سطح کف بر حسب کیلونیوتن بر مترمربع به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟

- | | |
|--------|--------|
| ۲) ۱.۲ | ۱) ۲.۰ |
| ۴) ۱.۰ | ۳) ۱.۸ |

گزینه ۳

$$\left. \begin{aligned} \text{وزن کل تیغه} &= w \times A1 = 1.2 \frac{kN}{m^2} \times 150 m^2 \\ \text{بار معادل متوسط تیغه بندی} &= q = \frac{\text{وزن کل تیغه ها}}{A2} = \frac{1.2 \times 150}{100} = 1.8 \frac{kN}{m^2} \end{aligned} \right\}$$

توجه:

- با توجه به اینکه وزن مترمربع سطح دیوار ($1 \frac{kN}{m^2} < w = 1.2 < 2 \frac{kN}{m^2}$) بیش از یک کیلونیوتن بر مترمربع است، از نوع مرده محسوب میشود.
- اگر مقدار محاسبه شده q کمتر از $1 \frac{kN}{m^2}$ بدست بیاید، باید به جای مقدار محاسباتی، مقدار $q = 1 \frac{kN}{m^2}$ را در نظر بگیریم.

با توجه به بندهای زیر بار جداگرها در مواردی از نوع بار مرده و در مواردی نیز از نوع بار زنده محسوب میشود.

۳-۶ بار مرده

۳-۳-۶ وزن تیغه‌ها و دیوارها

کلیه تیغه‌ها و دیوارها با وزن هر مترمربع سطح بیش از یک کیلونیوتن بر مترمربع به عنوان بار مرده در محاسبات منظور می‌شوند. در صورتی که هر مترمربع تیغه یا دیوار بین ۱ تا ۲ کیلونیوتن بر مترمربع باشد، بار معادل تیغه را می‌توان به صورت بار گسترده یکنواخت بر مساحت کف اعمال نمود. وزن معادل بار مرده تیغه‌ها که بر مساحت هر فضا اعمال می‌شود از تقسیم وزن کل تیغه‌ها بر مساحت فضای موردنظر به دست می‌آید. اما در هر صورت نباید کمتر از یک کیلونیوتن بر مترمربع منظور شود. چنانچه وزن تیغه با دیوار بیشتر از ۲ کیلونیوتن بر مترمربع باشد لازم است بار مرده تیغه یا دیوار در محل واقعی خود اعمال شود. وزن سایر جداکننده‌های سبک مطابق ضوابط بند ۲-۲-۵-۶ در محاسبات منظور می‌شود.

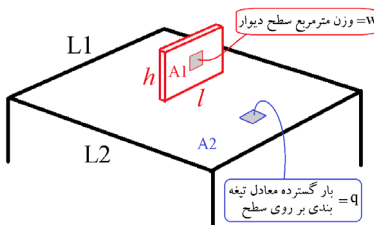
۵-۶ بار زنده

۲-۲-۵-۶ ضوابط مربوط به جداکننده‌ها

در ساختمان‌های اداری یا سایر ساختمان‌هایی که در آن‌ها احتمال استفاده از جداکننده‌های داخلی با وزن هر مترمربع ۱ کیلونیوتن بر مترمربع، با یا بدون جابجایی موقعیت آن‌ها وجود دارد، باید وزن آن‌ها بدون توجه به اینکه در نقشه‌ها نشان داده شده یا نشده باشند، منظور گردند.

در ساختمان‌هایی که جداکننده‌های سبک، نظیر دیوارهای ساندویچی و ورق گچی با وزن هر مترمربع سطح کمتر از ۰/۴ کیلونیوتن بر مترمربع دیوار به کار برده می‌شوند، بار گسترده معادل وارد بر کف را باید حداقل ۰/۵ کیلونیوتن بر مترمربع در نظر گرفت. در سایر موارد، بار گسترده معادل وزن جداکننده‌ها و تیغه‌ها بر کف را نباید کمتر از ۱ کیلونیوتن بر مترمربع منظور نمود. بار گسترده معادل جداکننده‌ها در محاسبات جزو بار زنده محسوب می‌گردند اما در تعیین نیروی زلزله این بارها باید در محاسبه وزن مؤثر لرزه‌ای به بار مرده اضافه شوند.

استثناء: اگر حداقل بار زنده، L_0 ، از ۴ کیلونیوتن بر مترمربع بیشتر باشد، نیازی به در نظر گرفتن بار زنده جدا کننده‌ها نیست.



• ضوابط فوق در روابط زیر خلاصه شده است. w وزن واحد سطح تیغه می‌باشد (شکل صفحه قبل را ببینید)

از نوع بار زنده	$q = \text{Max} \left\{ \left(0.5 \frac{kN}{m^2} \right), \left(\frac{w \times A1}{A2} \right) \right\}$	$0 \leq w < 0.4 \frac{kN}{m^2}$	جداکننده سبک
از نوع بار زنده	$q = \text{Max} \left\{ \left(1 \frac{kN}{m^2} \right), \left(\frac{w \times A1}{A2} \right) \right\}$	$0.4 \leq w \leq 1 \frac{kN}{m^2}$	جداکننده
از نوع بار مرده	$q = \text{Max} \left\{ \left(1 \frac{kN}{m^2} \right), \left(\frac{w \times A1}{A2} \right) \right\}$	$1 < w < 2 \frac{kN}{m^2}$	تیغه و دیوار
بار مرده دیوار در محل واقعی اعمال شود (مانند دیوارهای پیرامونی سازه)	$\rightarrow$	$2 < w$	تیغه و دیوار

• وزن متر مربع سطح تیغه‌های متعارف بنایی در سازه‌های مسکونی در ایران بین $1 \frac{kN}{m^2}$ الی $2 \frac{kN}{m^2}$ می‌باشد. در این حالت بار تیغه بندی باید از نوع مرده در نظر گرفته شود.

• توجه: استثنا مربوط به عدم اعمال بار تیغه بندی برای کاربری‌های با بار بیش از $4 \frac{kN}{m^2}$ تنها مربوط به زمانی است که تیغه‌ها از نوع زنده باشند. در مواردی که بار تیغه بندی از نوع مرده باشد، این استثنا قابل استفاده نیست.

محاسبات ۹۳

وزن یک متر طول دیوار تیغه متشکل از آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه و سیمان به ضخامت یکصد میلیمتر و نازک کاری با ملات گچ به ضخامت متوسط پانزده میلیمتر در هر طرف و ارتفاع دیوار برابر سه متر بر حسب کیلونیوتن به کدام مقدار نزدیکتر است؟

(۱) 3.7 (۲) 3.4 (۳) 4.0 (۴) 4.3

گزینه ۱

$$\left(\sum \text{وزن مخصوص} \times \text{ضخامت} \right) \times \text{ارتفاع دیوار} = 3\text{m} \times (0.1 \times 850 + 0.03 \times 1300) = 372 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 3.72 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

شرح	جرم واحد حجم (کیلوگرم بر متر مکعب)
۲- ملات‌ها	
ملات ماسه آهک	۱۸۵۰
ملات ماسه سیمان و آهک (با تارد)	۲۰۰۰
ملات ماسه سیمان	۲۱۰۰
ملات گچ	۱۳۰۰
ملات خاک نسوز	۱۹۰۰
کاهگل	۱۶۰۰
ملات گچ و خاک	۱۶۰۰
ملات گل	۲۰۰۰
۶- بنائی با آجر و بلوک *	
آجرکاری با آجر فشاری و ملات ماسه سیمان	۱۸۵۰
آجرکاری با آجر فشاری و ملات ماسه آهک	۱۸۰۰
آجر کاری با آجر فشاری و ملات گچ و خاک (طاق ضربی)	۱۷۵۰
آجرکاری با آجر سفال و ملات ماسه سیمان (سوراخ‌ها با ملات پر شود)	۲۱۰۰
آجرکاری با آجر سفال و ملات ماسه آهک (سوراخ‌ها با ملات پر شود)	۲۰۰۰
آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان	۸۵۰
آجرکاری با آجر نسوز و ملات نسوز	۲۰۰۰
آجرکاری با آجر ضد اسید و ملات قیری	۱۹۰۰

محاسبات-۹۱

۴۶- تیغه‌های غیر باربر داخلی یک ساختمان به‌صورت آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان به ضخامت ۲۰۰ میلیمتر و در دو طرف اندود گچ به ضخامت متوسط ۲۰ میلیمتر در هر طرف دیوار خواهد بود. اگر ارتفاع تیغه‌ها برابر ۲.۸ متر باشد، نیروی وارد بر واحد طول از طرف تیغه به کف برحسب کیلونیوتن برمتر، حدوداً چقدر باید در نظر گرفته شود؟

شتاب ثقل برابر ده متر بر مجذور ثانیه فرض می‌شود.

(۱) 6.2 (۲) 2.2 (۳) 5.8 (۴) 7.3

گزینه ۱:

$$w = 0.2 \times 850 + 2(0.02 \times 1300) = 222 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 2.22 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

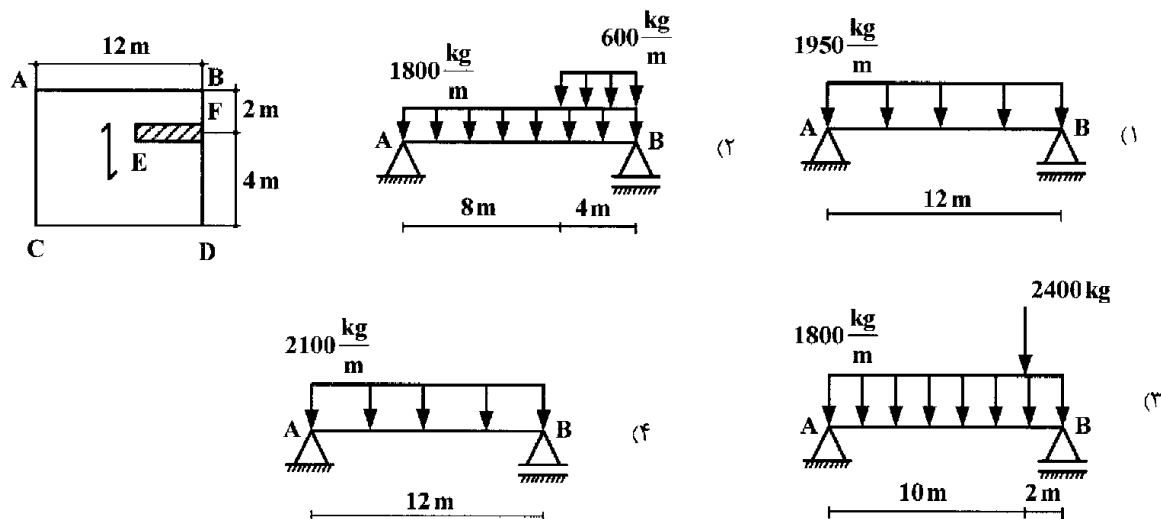
وزن واحد سطح دیوار برابر است با:

با توجه به اینکه وزن واحد سطح تیغه‌ها بیش از $2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ بدست آمد، باید در محل واقعی خود (به صورت یک بار گسترده خطی) وارد شود.

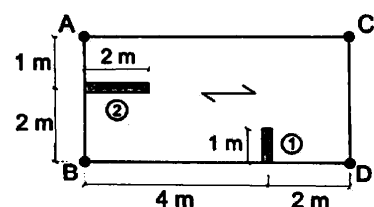
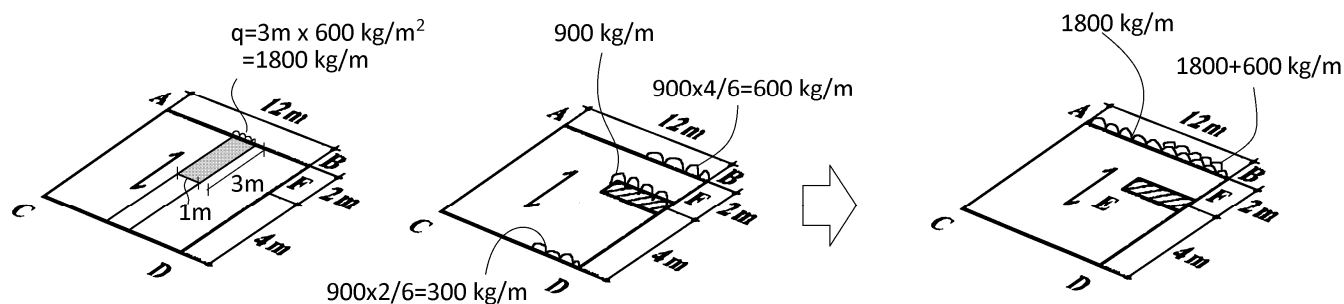
$$q = 222 \times 2.8 = 621.6 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 6.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

بار گسترده خطی در محل واقعی تیغه برابر است با:

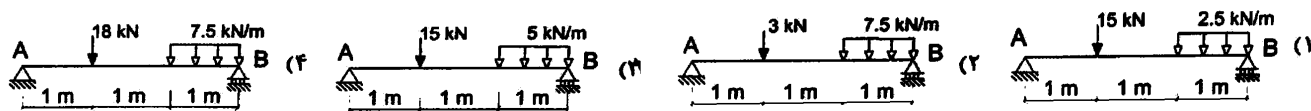
۳- در ساختمان مسکونی، بار مرده ی کف ۶۰۰ کیلوگرم بر مترمربع و وزن تیغه در چشمه ی ABCD، برابر با ۳۰۰ کیلوگرم بر مترمربع و ارتفاع تیغه ها ۳ متر می باشد. بار مرده ی وارد بر تیر AB کدام است؟ طول تیغه $EF = 4m$



گزینه ۲

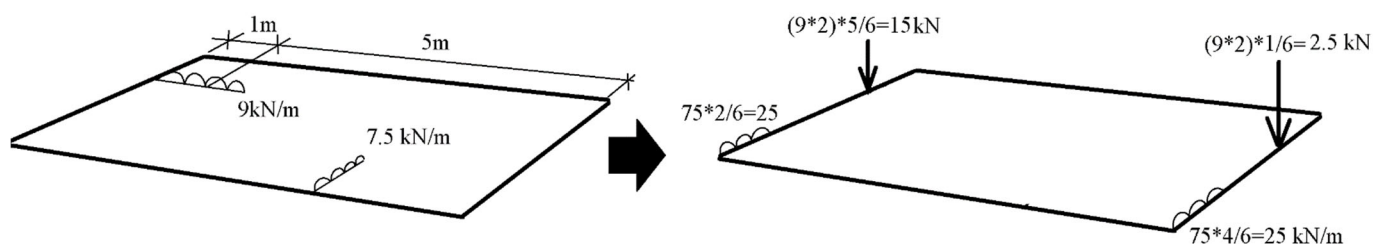


۱۸- در پلان شکل زیر، موقعیت تیغه های ۱ و ۲ با وزن واحد سطح به ترتیب برابر با $2.5 \frac{kN}{m^2}$ و $3 \frac{kN}{m^2}$ نشان داده شده است. بار (بدون ضریب) وارد بر تیر AB ناشی از این تیغه بندی ها به کدام یک از گزینه های زیر نزدیک تر است؟ (ارتفاع موثر تیغه ها برابر ۳ متر و بار زنده کف برابر $2 \frac{kN}{m^2}$ فرض شود).



گزینه ۱ (سطح سوال: متوسط)

با توجه به اینکه وزن واحد سطح تیغه ها بیش از $2 \frac{kN}{m^2}$ می باشد، بار مرده محسوب شده و باید در جای واقعی خود وارد شود.



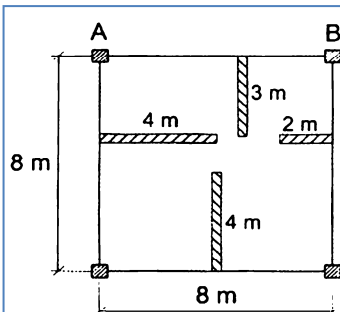
۶- در یک ساختمان مسکونی برای جداسازی فضاها از تیغه هائی استفاده شده است که وزن یک مترمربع سطح آنها ۳ کیلونیوتن است. چنانچه سطح پلان ساختمان در هر طبقه ۳۰۰ مترمربع و طول تیغه ها در هر طبقه ۶۰ متر و ارتفاع آنها ۳ متر باشد کدامیک از عبارات زیر درخصوص بار معادل تیغه ها درست است؟

- (۱) بار معادل تیغه ها را می توان ۱.۰ کیلونیوتن بر مترمربع (در واحد سطح پلان) در نظر گرفت.
- (۲) بار تیغه ها را باید در محل واقعی خود اعمال نمود.
- (۳) بار معادل تیغه ها را می توان ۱.۸ کیلونیوتن بر مترمربع (در واحد سطح پلان) در نظر گرفت.
- (۴) بار معادل تیغه ها را می توان ۳.۰ کیلونیوتن بر مترمربع (در واحد سطح پلان) در نظر گرفت.

گزینه ۲

وزن هر مترمربع تیغه برابر $w = 3 \frac{kN}{m^2}$ هست که بزرگتر از $2 \frac{kN}{m^2}$ میباشد و بنابراین باید در محل واقعی خود وارد شود و اجازه نداریم آنرا به صورت یک بار گسترده بر روی کف معادل سازی کنیم.

$$\begin{aligned} \text{از نوع بار زنده} \quad q &= \text{Max} \left\{ \left(0.5 \frac{kN}{m^2} \right), \left(\frac{w \times A1}{A2} \right) \right\} & 0 \leq w < 0.4 \frac{kN}{m^2} \quad \text{جداکننده سبک} \\ \text{از نوع بار زنده} \quad q &= \text{Max} \left\{ \left(1 \frac{kN}{m^2} \right), \left(\frac{w \times A1}{A2} \right) \right\} & 0.4 \leq w \leq 1 \frac{kN}{m^2} \quad \text{جداکننده} \\ \text{از نوع بار مرده} \quad q &= \text{Max} \left\{ \left(1 \frac{kN}{m^2} \right), \left(\frac{w \times A1}{A2} \right) \right\} & 1 < w < 2 \frac{kN}{m^2} \quad \text{تیغه و دیوار} \\ \text{بار مرده دیوار در محل واقعی اعمال شود (مانند دیوارهای پیرامونی سازه)} & \rightarrow & 2 < w \quad \text{تیغه و دیوار} \end{aligned}$$



۱۹- در ساختمان اداری با اسکلت بتن آرمه بار مرده کف برابر 5.5 kN/m^2 و بار زنده کف بدون لحاظ کردن اثر تیغه برابر 2.5 kN/m^2 می باشد. چنانچه وزن واحد سطح تیغه ها برابر 1.8 kN/m^2 باشد و توزیع گسترده یکنواخت بار تیغه ها مدنظر باشد، مجموع بار مرده و زنده بدون توجه به بار مرده دیوارهای پیرامونی و وزن واحد طول تیرها، در حالت حدی نهایی بر تیر AB برحسب kN به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟ (ارتفاع تیغه ها ۳.۵ متر بوده و سقف از دال بتنی با عملکرد دوطرفه است).

- (۱) ۱۴۸ (۲) ۱۷۰ (۳) ۱۹۴ (۴) ۲۰۱

گزینه ۴ (سطح سوال متوسط)

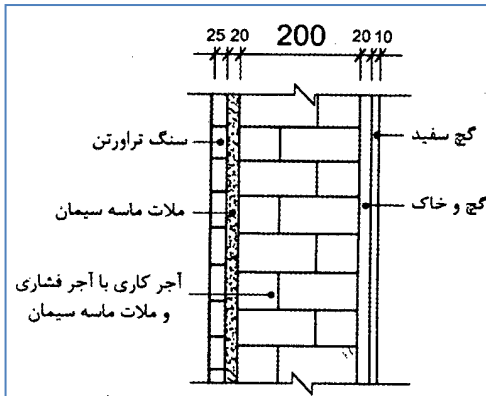
"وزن مترمربع سطح تیغه ها" $\frac{1.8 kN}{m^2}$ می باشد و بنابراین بار تیغه ها از نوع مرده بوده و به صورت گسترده یکنواخت بر روی کف باید منظور شود.

$$\text{سطح تیغه ها} = A1 = (3.5 \times \text{مجموع طول تیغه ها}) = (13 \times 3.5) = 45.5 \text{ m}^2$$

$$\text{از نوع بار مرده} \quad q = \text{Max} \left\{ \left(1 \frac{kN}{m^2} \right), \left(\frac{w \times A1}{A2} \right) \right\} = \text{Max} \left\{ \left(1 \frac{kN}{m^2} \right), \left(\frac{1.8 \times 45.5}{8 \times 8} \right) \right\} = 1.28 \frac{kN}{m^2}$$

سطح بارگیر تیر AB با توجه به دوطرفه بودن دال، یک چهارم کل سقف می باشد و بنابراین کل بار مرده و زنده وارد بر آن برابر است با:

$$\begin{aligned} \text{کل بار وارد بر تیر AB} &= (1.2 q_{\text{Dead}} + 1.6 q_{\text{Live}}) \times \left(\frac{64}{4} \right) \\ &= (1.2 \times (5.5 + 1.28) + 1.6 \times (2.5)) \times \left(\frac{64}{4} \right) = 194.17 \text{ kN} \end{aligned}$$



۱- فرض کنید ارتفاع طبقات (کف تا کف) یک ساختمان بتنی برابر ۴ متر و ارتفاع مقطع تیرهای پیرامونی برابر ۷۵۰ میلی‌متر است. دیوارهای پیرامونی این ساختمان مطابق شکل زیر از نوع آجر فشاری با مالت ماسه سیمان به ضخامت ۲۰۰ میلی‌متر بوده که وجه داخلی آن متشکل از ۱۰ میلی‌متر گل سفید و ۲۰ میلی‌متر گل و خاک و وجه بیرونی آن متشکل از ۲۰ میلی‌متر مالت ماسه سیمان و ۲۵ میلی‌متر سنگ تراورتن است. حداقل بار مرده یکنواخت طولی تیرهای پیرامونی ناشی از وزن دیوارهای پیرامونی بر حسب kN/m به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ دیوارهای پیرامونی فاقد بازشو بوده و بر روی تیرهای بتنی می‌نشینند. (ابعاد در شکل به میلی‌متر است).

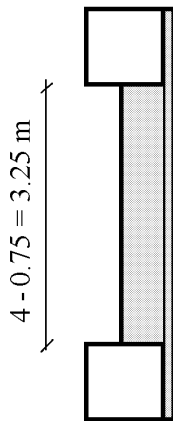
(۱) ۲۱ (۲) ۱۷ (۳) ۵.۲ (۴) ۲.۱

گزینه ۲

$$q_{\text{متر مربع دیوار}} = 0.025 \times 2500 + 0.02 \times 2100 + 0.2 \times 1850 + 0.02 \times 1600 + 0.01 \times 1300 = 519.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\text{متر مربع نما}} = 0.025 \times 2500 + 0.02 \times 2100 = 104.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\text{متر مربع دیوار}} \times (4 - 0.75) + q_{\text{متر مربع نما}} \times (0.75) = 1766 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 17.33 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



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

شرح	جرم واحد حجم (کیلوگرم بر متر مکعب)
مالت ماسه سیمان	۲۱۰۰
تراورتن	۲۵۰۰
آجر کاری با آجر فشاری و مالت ماسه سیمان	۱۸۵۰
مالت گل و خاک	۱۶۰۰
مالت گل	۱۳۰۰

تمرین: محاسبات ۸۳ پایه ۱

در یک ساختمان مسکونی از تیغه‌هایی به وزن $3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ استفاده شده است. سطح پلان ساختمان در هر طبقه ۱۵۰ متر مربع و طول تیغه‌ها ۲۰ متر و ارتفاع آنها ۲/۸ متر است. بار معادل تیغه بندی چقدر است؟ (۱) بار تیغه‌ها را باید در محل واقعی خود اعمال نمود. (۲) $1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ (۳) $1.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ (۴) $1.12 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

گزینه ۱

با توجه به اینکه متر مربع سطح دیوار برابر $3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ و بیش از $2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ می‌باشد باید از نوع بار مرده منظور شده و در محل واقعی خود وارد شود.

در صورتیکه بار سطح تیغه کمتر از $2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ می‌بود، بار معادل تیغه بندی به صورت زیر محاسبه می‌شد:

$$q_{\text{معادل کف}} = \frac{20\text{m} \times 2.8\text{m} \times 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}}{150} = 1.12 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

۸- در یک ساختمان تجاری با کاربری فروشگاه، برای جداسازی فضاها از تیغه‌هایی استفاده شده که وزن یک مترمربع سطح آنها ۱۰۰ دکانیوتن است. چنانچه سطح پلان هر طبقه ساختمان ۳۰۰ مترمربع و طول کل تیغه‌ها برابر ۵۲.۵ متر و ارتفاع آنها ۴ متر باشد، بار معادل تیغه بندی برحسب دکانیوتن بر مترمربع به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟

(۱) ۷۰

(۲) ۱۰۰

(۳) ۱۳۰

(۴) با توجه به کاربری ساختمان، می توان از بار معادل تیغه بندی صرفنظر کرد.

گزینه ۲

وزن مترمربع سطح تیغه ها برابر $1 \frac{kN}{m^2}$ می باشد:

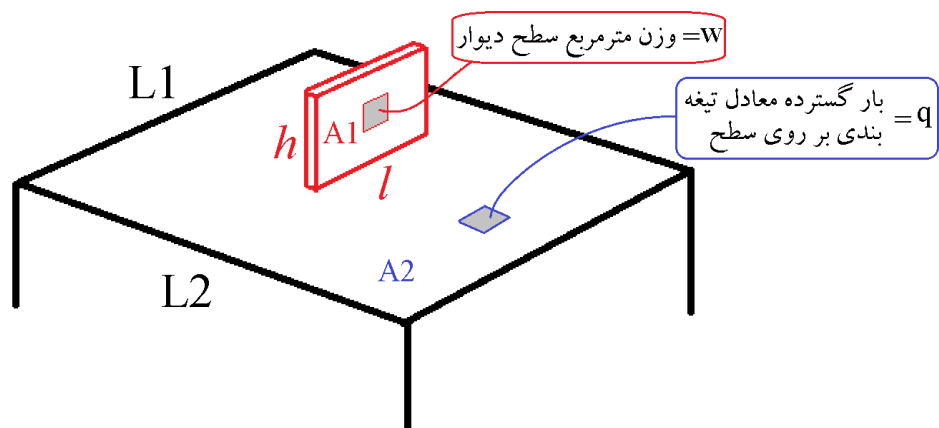
$$0.4 \frac{kN}{m^2} < q_{\text{معادل کف}} = \frac{52.5m \times 4m \times 1 \frac{kN}{m^2}}{300} = 0.7 \frac{kN}{m^2} < 1 \frac{kN}{m^2} \rightarrow q_{\text{معادل کف}} = 1 \frac{kN}{m^2}$$

$$\text{از نوع بار زنده} \quad 0 \frac{kN}{m^2} \leq w < 0.4 \frac{kN}{m^2} \rightarrow q = \text{Max} \left\{ \left(0.5 \frac{kN}{m^2} \right), \left(\frac{w \times A1}{A2} \right) \right\}$$

$$\text{از نوع بار زنده} \quad 0.4 \frac{kN}{m^2} \leq w \leq 1 \frac{kN}{m^2} \rightarrow q = \text{Max} \left\{ \left(1 \frac{kN}{m^2} \right), \left(\frac{w \times A1}{A2} \right) \right\}$$

$$\text{از نوع بار مرده} \quad 1 \frac{kN}{m^2} < w < 2 \frac{kN}{m^2} \rightarrow q = \text{Max} \left\{ \left(1 \frac{kN}{m^2} \right), \left(\frac{w \times A1}{A2} \right) \right\}$$

$$\text{بار مرده دیوار در محل واقعی اعمال شود (مانند دیوارهای پیرامونی سازه)} \quad 2 \frac{kN}{m^2} < w$$



۲- فرض کنید کف یک ساختمان اداری از دو قسمت مساوی A و B تشکیل شده و سطح هر قسمت ۲۰۰ مترمربع باشد، چنانچه مساحت کل تیغه های قسمت A برابر ۲۰۰ مترمربع و مساحت کل تیغه های قسمت B برابر ۱۰۰ مترمربع و وزن هر متر مربع سطح تیغه برابر ۱۴۰ کیلوگرم باشد. بار معادل تیغه بندی کدامیک از مقادیر زیر است.

(۱) ۱۰۰ کیلوگرم بر مترمربع برای هر دو قسمت A و B

(۲) ۱۰۰ کیلوگرم بر مترمربع برای قسمت A و ۷۰ کیلوگرم بر مترمربع برای قسمت B

(۳) ۱۴۰ کیلوگرم بر مترمربع برای قسمت A و ۱۰۰ کیلوگرم بر مترمربع برای قسمت B

(۴) ۱۴۰ کیلوگرم بر مترمربع برای هر دو قسمت A و B

گزینه ۳

$$q_{\text{معادل A}} = \frac{200 \times 140}{200} = 140 \frac{kg}{m^2}$$

$$\left(q_{\text{معادل B}} = \frac{100 \times 140}{200} = 70 \frac{kg}{m^2} \right) < 100 \frac{kg}{m^2} \quad q_{\text{معادل B}} = 100 \frac{kg}{m^2}$$

۸- چنانچه در سالن انتظار واقع در طبقه همکف یک ساختمان اداری از جداکننده ورق گچی با وزن ۰.۳ کیلونیوتن بر مترمربع سطح دیوار استفاده گردد، برای طراحی این سالن، کل بار گسترده زنده کف، حداقل چند kN/m^2 باید لحاظ شود؟

(۱) ۶.۰

(۲) ۵.۵

(۳) ۴.۸

(۴) ۴.۵

گزینه ۴

با توجه به اطلاعات مساله بار زنده معادل تیغه بندی و بار زنده سالن انتظار برابر مقادیر زیر می باشد:

$$0.5 \frac{kN}{m^2} = \text{حداقل بار زنده گسترده معادل تیغه بندی} \rightarrow 0.3 \frac{kN}{m^2} = \text{وزن متر مربع سطح دیوار}$$

$$4.5 \frac{kN}{m^2} = \text{حداقل بار زنده سالن انتظار طبقه همکف ساختمان اداری}$$

ولی باید توجه داشت طبق تبصره زیر در کاربری هایی که بار زنده آنها بیش از $4 \frac{kN}{m^2}$ می باشد، لازم نیست بار زنده تیغه بندی منظور شود. و بنابراین بار زنده کل وارد بر کف را می توان برابر $4.5 \frac{kN}{m^2}$ در نظر گرفت.

$$\text{از نوع بار زنده} \rightarrow q = \text{Max} \left\{ \left(0.5 \frac{kN}{m^2} \right), \left(\frac{w \times A1}{A2} \right) \right\} \quad 0 \frac{kN}{m^2} \leq w < 0.4 \frac{kN}{m^2} \quad \text{جداکننده سبک}$$

$$\text{از نوع بار زنده} \rightarrow q = \text{Max} \left\{ \left(1 \frac{kN}{m^2} \right), \left(\frac{w \times A1}{A2} \right) \right\} \quad 0.4 \frac{kN}{m^2} \leq w \leq 1 \frac{kN}{m^2} \quad \text{جداکننده}$$

$$\text{از نوع بار مرده} \rightarrow q = \text{Max} \left\{ \left(1 \frac{kN}{m^2} \right), \left(\frac{w \times A1}{A2} \right) \right\} \quad 1 \frac{kN}{m^2} < w < 2 \frac{kN}{m^2} \quad \text{تیغه و دیوار}$$

$$\text{بار مرده دیوار در محل واقعی اعمال شود (مانند دیوارهای پیرامونی سازه)} \rightarrow 2 \frac{kN}{m^2} < w \quad \text{تیغه و دیوار}$$

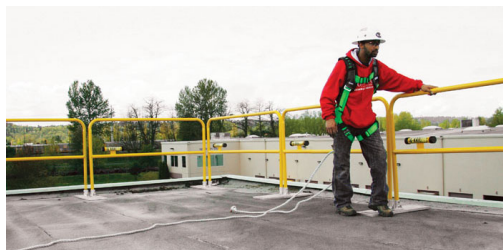
۵-۶ بار زنده

۵-۶-۲ ضوابط مربوط به جداکننده ها

استثناء: اگر حداقل بار زنده، L_0 ، از ۴ کیلونیوتن بر مترمربع بیشتر باشد، نیازی به در نظر گرفتن بار زنده جدا کننده ها نیست.

۵-۶ بار زنده

۱-۵-۶ تعاریف



سیستم جان پناه

بار زنده: باری غیردائمی است که در حین بهره‌برداری از ساختمان یا سایر سازه‌ها به آن‌ها وارد شود. بار زنده شامل بارهای حین ساخت نمی‌شود.

بار زنده بام: باری غیردائمی است بر روی بام که در حین بهره‌برداری یا انجام تعمیرات به آن وارد شده یا توسط اشیاء متحرکی چون گلدان و لوازم دیگر که ارتباطی با استفاده از ساختمان در طول عمر بهره‌برداری آن ندارند، به آن اعمال شود. این بار شامل بارهای حین ساخت یا بارهای محیطی مانند برف و باران نمی‌شود.

بار حین ساخت: باری است که در ضمن انجام عملیات ساختمانی به طور موقت به ساختمان وارد می‌شود. مقدار این بار باید هماهنگ با فرایند اجرای ساختمان به طور مناسبی در طراحی و اجر مورد نظر قرار گیرد.

سیستم جان پناه: سیستمی از قطعات شامل مانع، مهارها و ادوات اتصال به سیستم سازه‌ای است که در نزدیکی لبه‌های پرتگاه‌ها با هدف به حداقل رساندن امکان سقوط افراد یا تجهیزات یا مصالح از آن نقاط به کار می‌رود.

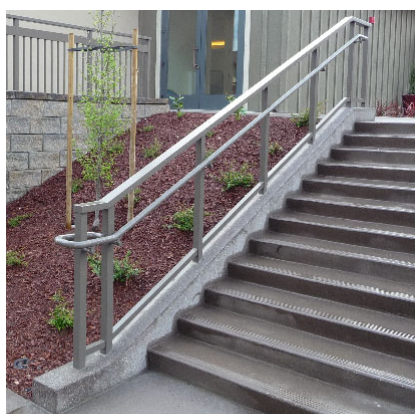
سیستم جان پناه پارکینگ: سیستمی از قطعات، شامل موانع، مهارها و ادوات اتصال به سیستم سازه‌ای است که مانع از حرکت وسائل نقلیه به سمت لبه‌های بدون حفاظ پارکینگ یا برخورد آن به دیواره‌های پارکینگ یا راه عبور وسایل نقلیه می‌شوند.

سیستم میله دستگیره: یک میله به همراه مهارهای مربوطه و ادوات اتصال آن به سیستم سازه‌ای که برای تحمل بار یا وزن، در مکان‌هایی مانند توالت، دوش و وان به کار می‌رود.

سیستم نرده: نرده‌ای که برای حفظ تعادل یا طی مسیر با دست مورد استفاده قرار گرفته و شامل مهارها و اتصالات آن به سیستم سازه‌ای می‌باشد.

فضابند: سازه واره ایست که به طور کامل یا موضعی خودایستا بوده و دیوار و سقفی برای جلوگیری از ورود حشرات، نور آفتاب یا جریان باد داشته باشد. جنس دیوار و سقف می‌تواند ورق‌های شفاف پلاستیکی یا پلی کربنات، آلومینیوم، پلاستیک یا توری باشد که فضایی مثل استخر، تأسیسات و تولیدات کشاورزی (گلخانه) یا محوطه برگزاری مراسم را از محیط اطراف جدا می‌کند.

نردبان ثابت: نردبانی که بطور دائمی به یک سازه، ساختمان یا تجهیزات متصل شده باشد.



سیستم نرده

۱-۵- بار زنده گسترده (جدول L0)

در جدول زیر (که در صفحات بعد نیز ادامه دارد) حداقل بارهای زنده کف ها ارائه شده است.

- موارد پر کاربرد در جدول علامت گذاری شده است.
- مقادیر این جدول بارهای کاهش نیافته و حداقل اولیه را نشان می‌دهد که در روابط تحت عنوان بار L0 با اندیس صفر نمایش داده می‌شود.

جدول ۱-۵-۶ حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت L0 و بار زنده متمرکز کف‌ها

ردیف	نوع کاربری	بار گسترده کیلو نیوتن بر مترمربع	بار متمرکز کیلو نیوتن
۱	بام‌ها		
۱-۱	بام معمولی تخت، شیب‌دار و قوسی	۱٫۵ ^(۱)	۱٫۳
۲-۱	بام با پوشش سبک	۰٫۵	۱٫۳
۳-۱	بام باغ (بام دارای باغچه و گلخانه)	۵	—
۴-۱	بام از نوع پوشش پارچه‌ای با سازه اسکلتی	۰٫۲۵ (غیرقابل کاهش)	۱٫۳
۵-۱	بام با امکان تجمع و ازدحام	بسته به نوع کاربری	—
۶-۱	قاب نگهدارنده فضا بند	۰٫۲۵ (غیرقابل کاهش، فقط به اعضای قاب‌ها وارد می‌شود)	۱

ادامه 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
۲	سالن‌ها و محل‌های تجمع و ازدحام در انواع ساختمان‌ها		
۱-۲	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)	—
۳-۲	سالن غذاخوری و رستوران	۵ ^(۳) 	—
۴-۲	سینما و تئاتر	۵ ^(۳)	—
۵-۲	صحنه سینما و تئاتر	۷٫۵ ^(۳)	—
۶-۲	سالن اجرای مراسم گروهی، اجرای سرود و ...	۷٫۵ ^(۳)	—
۷-۲	شبستان مساجد و تکایا	۶ ^(۳)	—
۸-۲	سالن انتظار و ملاقات	۵ ^(۳)	—
۹-۲	پایانه مسافربری	۶ ^(۳)	—
۳	راهروها، راه‌پله‌ها ^(۴) و بالکن‌ها در انواع ساختمان‌ها		
۱-۳	راهرو در معرض تجمع و ازدحام واقع در طبقه همکف (ورودی)	۵ 	—
۲-۳	راهرو در معرض تجمع و ازدحام واقع در سایر طبقات	مطابق بار زنده اتاق‌های مجاور	—
۳-۳	راه‌پله و راهرو منتهی به درب‌های خروجی	۵ (۴) 	۱٫۳ ^(۱۴)
۴-۳	راه‌پله اضطراری	۵	۱٫۳
۵-۳	راهرو دسترسی برای امور تعمیر و نگهداری تأسیسات	۲	۱٫۳
۶-۳	بالکن 	۱/۵ برابر بار زنده کف اتاق متصل به آن. (لازم نیست بیش از ۵ کیلونیوتن بر مترمربع در نظر گرفته شود.)	—

ادامه 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
۴ ۱-۴	ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی اتاق‌ها و سایر فضاهای خصوصی شامل (سرویس‌ها- انبار- راهروها)	۲ 	—
۵ ۱-۵ ۲-۵ ۳-۵ ۴-۵	هتل‌ها- فروشگاه‌ها اتاق‌ها و سایر فضاهای خصوصی هتل‌ها، مهمانسراها و خوابگاه‌ها فروشگاه کوچک و خرده‌فروشی- طبقه همکف (ورودی) فروشگاه کوچک و خرده‌فروشی- کف سایر طبقات فروشگاه عمده‌فروشی- همه طبقات	۲  ۵  ۳/۵  ۶ ^(۳) (۱۵) 	— ۴/۵ ۴/۵ ۴/۵
۶ ۱-۶ ۲-۶ ۳-۶ ۴-۶ ۵-۶ ۶-۶	ساختمان‌های آموزشی- فرهنگی و کتابخانه‌ها کلاس درس، آزمایشگاه‌های سبک اتاق مطالعه مخزن کتاب یا اتاق بایگانی با قفسه‌های ثابت مخزن کتاب یا محل بایگانی با قفسه‌های متحرک راهروهای طبقه همکف (ورودی) راهروهای سایر طبقات	۲/۵ ۳ ۲/۵ به ازای هر متر ارتفاع، حداقل ۷/۵ ۴ به ازای هر متر ارتفاع، حداقل ۱۰ ۵ ۴	۴/۵ ۴/۵ ۴/۵ ۷ ۴/۵ ۴/۵
۷ ۱-۷ ۲-۷ ۳-۷	ساختمان‌های اداری دفتر کار معمولی سالن انتظار و ملاقات- راهرو طبقه همکف (ورودی) راهرو سایر طبقات	۲/۵  ۴/۵ ۳/۵	۹ ۹ ۹
۸ ۱-۸ ۲-۸ ۳-۸	ساختمان‌های صنعتی کارگاه‌های صنعتی سبک کارگاه‌های صنعتی متوسط کارگاه‌های صنعتی سنگین	۶ ^(۲) (۳) (۶) ۱۰ ^(۲) (۳) (۶) ۱۲ ^(۲) (۳) (۶)	۹ ۱۱ ۱۴
۹ ۱-۹ ۲-۹ ۳-۹ ۴-۹	ورزشگاه‌ها و تأسیسات تفریحی سالن ورزشی سبک مانند تنیس روی میز- بلیارد و ... سالن ورزشی و تمرینات بدنی ورزشگاه دارای صندلی ثابت ورزشگاه فاقد صندلی ثابت یا دارای نیمکت	۳/۵ ^(۳) ۵ ^(۳) ۵ ^(۳) (۵) ۶ ^(۳)	— — — —

ادامه 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
۱۰	بیمارستان‌ها و مراکز درمانی		
۱-۱۰	اتاق بیمار	۲	۴/۵
۲-۱۰	اتاق عمل، آزمایشگاه‌ها	۳	۴/۵
۳-۱۰	راهرو طبقه همکف	۵	۴/۵
۴-۱۰	راهرو سایر طبقات	۴	۴/۵
۱۱	محل‌های عبور و پارک خودروها		
۱-۱۱	محل عبور و پارک خودروهایی با وزن حداکثر تا ۴۰ کیلونیوتن	۳ ^(۲) (۳) (۷)	۱۵ ^(۷)
۲-۱۱	محل عبور و پارک خودروهایی با وزن ۴۰ تا ۹۰ کیلونیوتن	۶ ^(۲) (۳) (۷) (۸)	۳۰ ^(۷)
۳-۱۱	معابر و بخش‌هایی از محوطه با امکان عبور کامیون	— ^(۸)	— ^(۸)
۱۲	سایر موارد		
۱-۱۲	آشپزخانه صنعتی و رختشوی‌خانه‌ها	۶ ^(۹)	—
۲-۱۲	اتاق آسانسور	۳/۶	۱/۳ (برروی سطحی برابر با ۵۰×۵۰ میلی‌متر وارد شود)
۳-۱۲	اتاق هواساز- پمپ و نظایر آن	۵ ^(۹)	—
۴-۱۲	انبار سبک در فضای داخل سقف کاذب	۱	—
۵-۱۲	انبارها	— ^(۲) (۱۰)	—
۶-۱۲	سردخانه‌ها	۵ به ازای هر متر ارتفاع مفید، حداقل ۱۵	—
۷-۱۲	کف کاذب برای اتاق‌های کامپیوتر	۵	۹
۸-۱۲	کف کاذب در فضاهای اداری	۲/۵	۹
۹-۱۲	محل فرود بالگرد	۳ ^(۱۱) و (۱۲) و (۱۳)	—
۱۰-۱۲	موتورخانه	۸/۵ ^(۹)	—

- در تبصره های زیر توضیحاتی تکمیلی در رابطه با جداول صفحات قبل ارائه شده است.
- در تمامی کاربری هایی که با شماره (۳) در جداول مشخص شده اند، کاهش بار زنده مجاز نمی باشد. برای مثال تمام کاربری های ردیف ۲ جدول (مانند سالن غذاخوری و رستوران در ردیف ۲-۳) بدون کاهش بار زنده باید در ترکیب بارها منظور شوند.

- (۱) چنانچه مقدار بار زنده گسترده یکنواخت بام پس از کاهش مطابق بخش ۶-۵-۶ به کمتر از ۱ کیلونیوتن بر مترمربع برسد، اعضائی که تحت این بار قرار گرفته و وظیفه یکپارچگی و پیوستگی سقف را نیز به عهده دارند، باید مطابق بند ۶-۵-۲-۳ برای نامناسبترین وضع بارگذاری طراحی شوند.
- (۲) اعضای خرپاها و تیرهای اصلی پوشش سالنهای صنعتی، پارکینگهای تعمیراتی، انبارها و باید علاوه بر بارهای زنده وارد به سقف، یک بار متمرکز برابر با ۱۰ کیلونیوتن را بطور موضعی تحمل نمایند. این بار در خرپاها و در تیرها در هر نقطه اختیاری از عضو که بیشترین اثر را ایجاد کند، وارد می شوند.
- (۳) کاهش بار زنده برای این نوع کاربری طبق بخش ۶-۵-۷ مجاز نمی باشد، مگر اینکه استثنای خاصی در آن منظور شده باشد.
- (۴) در راه پله هایی که کف پله ها رفتار طره ای مجزا دارند، کف پله ها باید برای یک بار متمرکز ۲ کیلونیوتن که در انتهای طره وارد می شود نیز طراحی گردند. این بار لزومی ندارد همزمان با بار گسترده یکنواخت اعمال شود.
- (۵) علاوه بر بارهای قائم، طراحی باید براساس بارهای افقی جانبی که به هر ردیف از صندلی ها به شرح زیر وارد می شود، انجام شود: ۰/۴ کیلونیوتن بر متر طول در راستای موازی ردیف صندلی ها و ۰/۱۵ کیلونیوتن بر متر طول در راستای عمود بر ردیف صندلی، نیازی به اعمال همزمان این دو بارگذاری نمی باشد.
- (۶) کفهای تعمیرگاه ها، کارخانجات، کارگاه های صنعتی و فضاهایی از این قبیل که دارای تجهیزات یا کاربری های خاص هستند، باید برای بار زنده متناسب با کاربری خود طراحی شوند.
- (۷) کف پارکینگ ها و یا بخش هایی از یک ساختمان که برای پارک وسیله نقلیه مورد استفاده قرار می گیرد، براساس بار زنده گسترده یکنواخت ارائه شده در ردیف های ۱-۱۱ و ۲-۱۱ و بارهای متمرکز نظیر همان ردیف ها طراحی می شوند، اما لازم نیست این دو بار به طور همزمان اعمال شوند. سطح تأثیر بار متمرکز ۱۲۰×۱۲۰ میلیمتر فرض می شود.
- پارکینگ های مکانیزه بدون دال یا سقف که به منظور پارک خودروهای سبک به کار می روند، براساس بار ۱۰ کیلونیوتن به ازای هر چرخ باید طراحی شوند.

۸) بارگذاری و طراحی کف‌ها برای عبور و پارک کامیونت، کامیون یا اتوبوس با وزن بیش از ۹۰ کیلونیوتن باید طبق آیین‌نامه بارگذاری پل‌ها، نشریه شماره ۱۳۹ دفتر امور فنی و تدوین معیارها، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور انجام شوند.

معايير وكف‌هایی كه روى آنها احتمال عبور يا توقف ماشین‌های آتش‌نشانی باشد، باید برای وزن کامیونت ۹۰ کیلونیوتن طراحی شود. چنانچه در طراحی مقاومت در برابر حریق ساختمان، عبور یا توقف ماشین سنگین‌تری پیش‌بینی شده باشد، وزن این ماشین در محاسبات منظور خواهد شد.

۹) بارگذاری را می‌توان بر اساس مشخصات دستگاه‌ها و توصیه‌های شرکت‌های سازنده آن‌ها انجام داد، مشروط بر آنکه مقدار بار در آشپزخانه‌ها کمتر از ۵، در موتورخانه‌ها کمتر از ۷/۵ و در اتاق‌های هواساز کمتر از ۵ کیلونیوتن بر مترمربع نباشد.

۱۰) بار گسترده یکنواخت کف انبارها باید براساس جداول پیوست شماره ۶-۳ تعیین شود. چنانچه وضع مواد انبارشونده روشن نباشد، این بار باید با تخمین نوع انبار و مقایسه آن با جداول پیوست مذکور، برابر با مقادیر پیشنهاد شده در آن جدول در نظر گرفته شود. این بار در هر صورت نباید کمتر از ۶ کیلونیوتن بر مترمربع منظور شود.

۱۱) بار زنده کف جایگاه بالگردهایی با وزن عملیاتی کمتر از ۱۴ کیلونیوتن، ۲ کیلونیوتن بر مترمربع در نظر گرفته شود. این بار قابل کاهش نیست. وزن و ظرفیت بالگرد باید توسط مرجع ذیصلاح اعلام شود.

۱۲) دو بار متمرکز منفرد به فاصله ۲/۴۵ متر باید به کف جایگاه بالگرد (محل قرارگیری چرخ‌ها) اعمال گردد. مقدار هر یک از این بارها برابر ۷۵٪ وزن عملیاتی بالگرد می‌باشد.

محل قرارگیری این دو بار باید طوری باشد که بیشترین اثر را بر سازه وارد نماید. این بارها باید در سطحی به ابعاد ۲۰۰ × ۲۰۰ میلی‌متر وارد شده و نباید با سایر بارهای زنده متمرکز و گسترده همزمان وارد شود.

۱۳) یک بار متمرکز منفرد با مقدار ۱۳/۵ کیلونیوتن در سطحی به ابعاد ۱۲۰ × ۱۲۰ میلی‌متر در محلی که بیشترین اثر را در عضو ایجاد کند، اعمال گردد. نیازی به در نظر گرفتن همزمان این بار با سایر بارهای زنده گسترده و متمرکز نمی‌باشد.

۱۴) بار متمرکز پله‌ها در سطحی به ابعاد ۵۰ × ۵۰ میلی‌متر و غیرهمزمان با بارهای یکنواخت اعمال شود.

محاسبات ۸۳ پایه ۳

تراس مقابل پنجره یک اتاق بیمار در بیمارستان به ابعاد 1.5×2 متر می باشد. کل بار زنده وارد به تراس طبق آیین نامه بار گذاری کدامیک از ارقام زیر است؟

- (۱) ۶۰۰ کیلوگرم (۲) ۷۵۰ کیلوگرم (۳) ۹۰۰ کیلوگرم (۴) ۱۵۰۰ کیلوگرم

گزینه ۳

با توجه به جدول بارهای زنده، بار زنده بالکن ۱.۵ برابر بار زنده کف متصل به آن می باشد ولی نباید بیش از ۵ کیلونیوتن بر مترمربع منظور شود. بار زنده اتاق بیمار برابر $2 \frac{kN}{m^2}$ می باشد و بنابراین بار زنده بالکن متصل به آن برابر خواهد بود با:

$$Min \left\{ \begin{array}{l} 5 \frac{kN}{m^2} \\ 1.5 \times 2 \frac{kN}{m^2} = 3 \frac{kN}{m^2} \end{array} \right.$$

$$= \frac{3kN}{m^2} \times (1.5m \times 2m) = 9 kN = 900 kg.$$

حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت L_0 و بار زنده متمرکز کفها

ردیف	نوع کاربری	بار گسترده کیلونیوتن بر مترمربع	بار متمرکز کیلونیوتن
۱۰	بیمارستان ها و مراکز درمانی	۲	۴/۵
۱-۱۰	اتاق بیمار	۳	۴/۵
۲-۱۰	اتاق عمل، آزمایشگاه ها	۵	۴/۵
۳-۱۰	راهرو طبقه همکف	۴	۴/۵
۴-۱۰	راهرو سایر طبقات		

حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت L_0 و بار زنده متمرکز کفها

ردیف	نوع کاربری	بار گسترده کیلونیوتن بر مترمربع	بار متمرکز کیلونیوتن
۳-۶	بالکن	۱/۵ برابر بار زنده کف اتاق متصل به آن. (لازم نیست بیش از ۵ کیلونیوتن بر مترمربع در نظر گرفته شود.)	—

محاسبات ۹۸

۲۱- در یک ساختمان مسکونی قسمتی از ساختمان به عنوان بالکن استفاده می شود. این بالکن در مجاورت راهروی طبقه دوم این ساختمان قرار دارد. اگر بار زنده این راهرو ۴ کیلونیوتن بر مترمربع باشد، حداقل بار زنده گسترده یکنواخت روی بالکن به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک تر است؟

- (۱) ۲ کیلونیوتن بر مترمربع (۲) ۴ کیلونیوتن بر مترمربع (۳) ۵ کیلونیوتن بر مترمربع (۴) ۶ کیلونیوتن بر مترمربع

گزینه ۳ (سطح سوال متوسط)

- طبق متن آیین نامه بار زنده بالکن ۱.۵ برابر بار زنده "اتاقهای" متصل به آن باید منظور شود. در این سوال اشاره شده که بالکن در مجاورت راهرو قرار دارد و احتمالاً استنباط طراح سوال این بوده که مطابق رابطه زیر بار زنده بالکن ۱.۵ برابر بار زنده راهرو منظور شود.

$$Min \left(\begin{array}{l} 5 \frac{kN}{m^2} \\ 1.5 \times 4 \frac{kN}{m^2} \end{array} \right) = Min \left(\begin{array}{l} 5 \frac{kN}{m^2} \\ 6 \frac{kN}{m^2} \end{array} \right) = 5 \frac{kN}{m^2}$$

ادامه 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
۳-۶	بالکن	۱/۵ برابر بار زنده کف اتاق متصل به آن. (لازم نیست بیش از ۵ کیلونیوتن بر مترمربع در نظر گرفته شود.)	—

۳- پله‌ها در یک فروشگاه بزرگ به صورت پله مارپیچی بوده و هر کدام از آنها بصورت طره مجزائی هستند که به یک ستون بصورت گیردار اتصال دارند. ابعاد کف پله ۱۵۰×۳۰ سانتی‌متر است. لنگر خمشی ناشی از بار زنده در محل اتصال پله به ستون چقدر است؟

(۱) ۱۱۸ کیلوگرم متر (۲) ۱۶۹ کیلوگرم متر (۳) ۳۰۰ کیلوگرم متر (۴) ۴۶۹ کیلوگرم متر

گزینه ۳

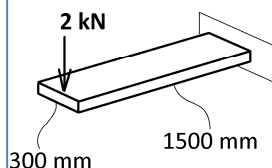
با توجه به تبصره زیر، پله‌های طره علاوه بر بار گسترده باید برای بار متمرکز زنده نیز کنترل شوند.

$$M_L = \text{Max} \left\{ \begin{aligned} P \times L &= 2 \text{ kN} \times 1.5 \text{ m} = 3 \text{ kN.m} \\ \frac{qL^2}{2} &= \frac{(5 \times 0.3) \times 1.5^2}{2} = 1.6875 \text{ kN.m} \end{aligned} \right. = 3 \text{ kN.m} = 300 \text{ kg.m}$$

لنگر ناشی از بار زنده

حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت L_0 و بار زنده متمرکز کف‌ها

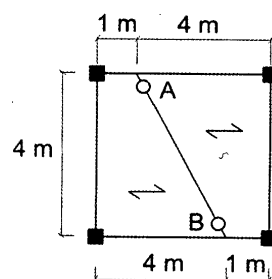
ردیف	نوع کاربری	بار گسترده کیلونیوتن بر مترمربع	بار متمرکز کیلونیوتن
۳	راهروها، راه‌پله‌ها ^(۴) و بالکن‌ها در انواع ساختمان‌ها	۵ ^(۴)	۱٫۳ ^(۴)
۳-۳	راه‌پله و راهرو منتهی به درب‌های خروجی	۵	۱٫۳
۴-۳	راه‌پله اضطراری	۵	۱٫۳
۵-۳	راهرو دسترسی برای امور تعمیر و نگهداری تأسیسات	۲	۱٫۳



(۴) در راه پله‌هایی که کف پله‌ها رفتار طره‌ای مجزا دارند، کف پله‌ها باید برای یک بار متمرکز ۲ کیلونیوتن که در انتهای طره وارد می‌شود نیز طراحی گردند. این بار لزومی ندارد همزمان با بار گسترده یکنواخت اعمال شود.



۲- در پلان نشان داده شده در شکل زیر بار مرده گسترده یکنواخت کف (با احتساب کلیه ملحقات) برابر 6 kN/m^2 و بار زنده گسترده یکنواخت کف (با احتساب تیغه‌بندی) برابر 3 kN/m^2 برآورد شده است. براساس طراحی به روش ضرایب بار و مقاومت (LRFD) مقاومت خمشی موردنیاز تیرچه فولادی مورب دو سر ساده (تیرچه AB) برحسب kN.m به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ در محاسبات از وزن تیرچه فولادی صرف‌نظر نمایید. همچنین فرض کنید ساختمان در شهر اصفهان واقع بوده و پلان مذکور مربوط به تراز طبقات (به جز بام) می‌باشد.



(۱) 48

(۲) 60

(۳) 75

(۴) 93.75

گزینه ۳

$$q_{u-\text{کف}} = 1.2 \times 6 + 1.6 \times 3 = 12 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

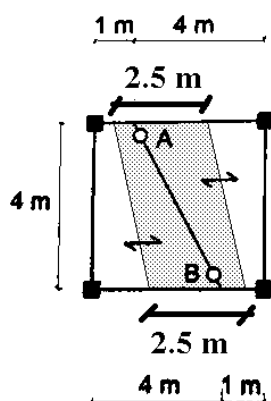
با توجه به شکل زیر نصف وزن سقف به تیرچه AB اثر می‌کند (طول بارگیر آن نصف کل مساحت سقف است). با توجه به اینکه مساحت سقف برابر 20 متر مربع می‌باشد، بار کل وارد بر تیر AB برابر است با:

$$\text{بار کل وارد بر تیر} = \frac{q_{u-\text{کف}} \times 20}{2} = 120 \text{ kN}$$

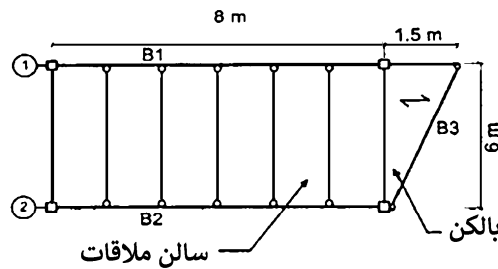
بار گسترده وارد بر تیر:

$$q_{u-\text{تیر}} = \frac{\text{کل بار}}{\text{طول تیر}} = \frac{120}{5} = 24 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{u-\text{تیر}} = \frac{q_{u-\text{تیر}} L^2}{8} = \frac{24 \times 5^2}{8} = 75 \text{ kN.m}$$



۶- در شکل زیر پلان تیرریزی یک قسمت از یک ساختمان اداری نشان داده شده است. لنگر خمشی حداکثر انتهای کنسول محور ۱ ناشی از بارهای مرده و زنده (بدون ضریب بار) به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ (بار مرده سالن ملاقات و بالکن 4 kN/m^2 ، از وزن جان‌پناه و وزن مرده تیرها صرف‌نظر گردد، اتصال تیر B3 در دو طرف ساده فرض شود و توزیع بار در قسمت طره مطابق شکل یک طرفه فرض شود.)

(۱) 18 kN.m (۲) 20 kN.m (۳) 25 kN.m (۴) 27 kN.m

گزینه ۲

بار بالکن با توجه به جهت تیرچه ابتدا به تیرهای لبه منتقل می‌شود و با توجه به شکل زیر این بار گسترده وارد بر تیرهای لبه مثلثی خواهد بود. سپس بار وارد بر تیر B3 در انتها به تیر طره وارد می‌شود. با توجه به مثلثی بودن بار وارد بر B3، $\frac{2}{3}$ بار آن به تیر طره وارد می‌شود. نتیجه:

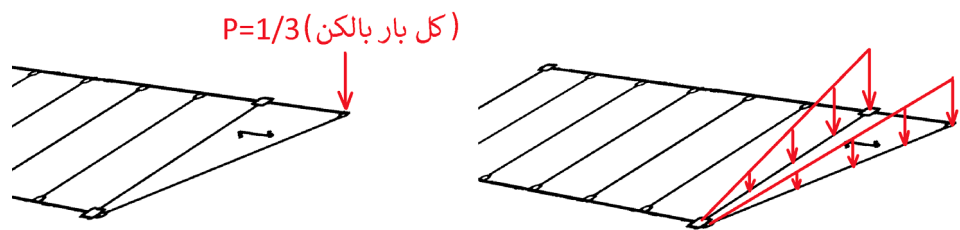
ابتدا نصف بار بالکن به تیر B3 وارد می‌شود.

سپس $\frac{2}{3}$ بار تیر B3 نیز به تیر طره وارد می‌شود.بنابراین بار P وارد بر بالکن برابر $\frac{1}{3}$ کل بار وارد بر بالکن خواهد بود:

$$P = \frac{1}{3} \left(\frac{1.5 \text{ m} \times 6 \text{ m}}{2} \times \left(4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right) \right) = 13.5 \text{ kN} \quad \rightarrow \quad M = 1.5P = 20.25 \text{ kN.m}$$

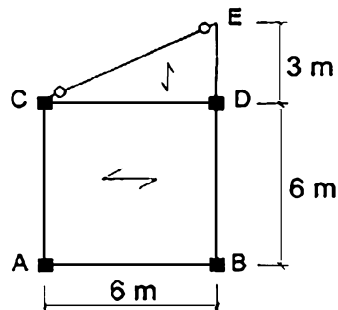
در رابطه فوق $5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ بار زنده مربوط به بالکن می‌باشد:

$$\text{بار زنده بالکن} = \text{Min}(4.5 \times 1.5, 5) = 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

ادامه 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
۸-۲	سالن انتظار و ملاقات	$5^{(۳)}$	—
۶-۳	بالکن	$1/5$ برابر بار زنده کف اتاق متصل به آن. (لازم نیست بیش از 5 کیلونیوتن بر مترمربع در نظر گرفته شود.)	—

۷- پلان نشان داده شده در شکل زیر مربوط به یک ساختمان اداری فولادی بوده که در آن مقدار بار مرده گسترده یکنواخت کف برابر $q_D = 10 \text{ kN/m}^2$ و مقدار بار زنده گسترده یکنواخت کف برابر $q_L = 2.5 \text{ kN/m}^2$ است. چنانچه از وزن واحد طول اعضا، وزن دیوارهای پیرامونی، وزن دیوارهای تقسیم‌کننده، اثر بُعد ستون و آثار نیروی قائم زلزله صرف‌نظر شود، در طراحی این ساختمان فولادی به روش ضرایب بار و مقاومت، حداقل مقاومت خمشی موردنیاز تیر طره‌ای DE در نقطه D به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟



(۱) 96 kN.m

(۲) 112.5 kN.m

(۳) 144 kN.m

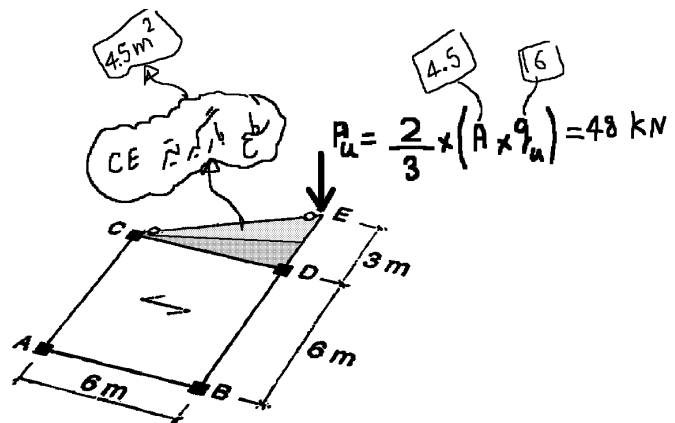
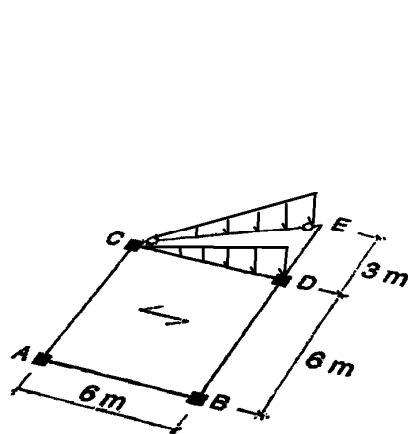
(۴) 161 kN.m

گزینه ۳ (سطح سوال متوسط)

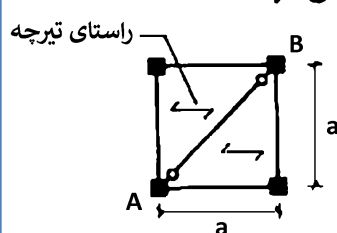
$$q_u = \text{Max}(1.4 \times 10, 1.2 \times 10 + 1.6 \times 2.5) = 16 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\rightarrow P_u = 48 \text{ kN} \quad (\text{مطابق شکل}) \rightarrow M_u = P_u \times 3 = 144 \text{ kN.m}$$

- دقت شود که اگر در روی سوال قید میشد که کاربری قسمت طره "بالکن" هست، باید بار زنده آن برابر $1.5 \times 2.5 = 3.75 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ در نظر گرفته میشد.



۵۷- در صورتی که مجموع شدت بارهای مرده و زنده در واحد سطح برابر q فرض شود، در طراحی به روش تنش مجاز تیر دو سر مفصل AB باید حداقل برای چه لنگر خمشی طراحی شود؟



- ۱) $\frac{qa^3}{8\sqrt{2}}$
 ۲) $\frac{\sqrt{2}}{8} qa^3$
 ۳) $\frac{1}{8} qa^3$
 ۴) $\frac{\sqrt{2}}{4} qa^3$

گزینه ۱

روش اول:

کل بار وارد بر سقف چقدر است؟

بار کل وارد بر سقف برابر است با: $W_{all} = qa^2$

چه بخشی از این بار به تیر AB اثر می کند؟

نصف کل بار به AB اثر می کند. چون تیرچه ها دو سرمفصل هستند و نصف بار خود را به تکیه گاهها منتقل می کنند.

$$W_{AB} = \frac{qa^2}{2}$$

بار کل وارد بر

بار گسترده AB چه خواهد شد؟

$$q_{AB} = \frac{W_{AB}}{L_{AB}} = \frac{\frac{qa^2}{2}}{a\sqrt{2}} = \frac{qa}{2\sqrt{2}}$$

لنگر AB؟

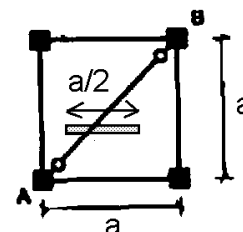
$$M_{AB} = \frac{q_{AB} L_{AB}^2}{8} = \frac{\frac{qa}{2\sqrt{2}} \times (a\sqrt{2})^2}{8} = \frac{qa^3}{8\sqrt{2}}$$

روش دوم:

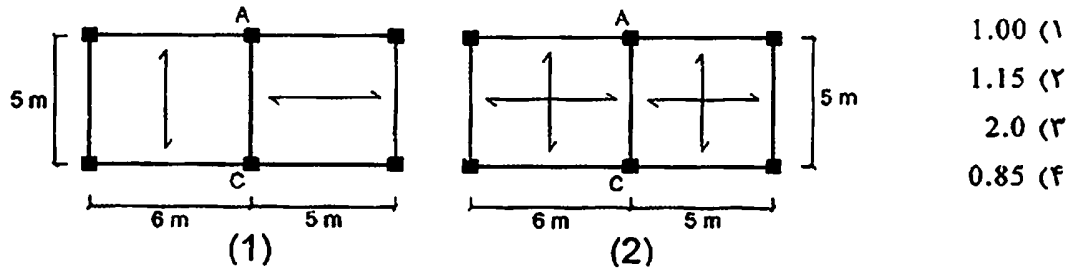
سطح بارگیر تیر AB مطابق شکل یک مقدار ثابتی می باشد ($a/2$). از کل بار سقف نصف آن به تیر مایل می رسد. کل بار سقف وارد بر تیر AB

برابر $\frac{qa^2}{2}$ می باشد. بنابراین بار گسترده وارد بر تیر AB برابر $\frac{qa}{2\sqrt{2}} = \frac{qa^2}{a\sqrt{2}}$ می باشد و لنگر وارد بر آن برابر است با:

$$\frac{\left(\frac{qa}{2\sqrt{2}}\right) (a\sqrt{2})^2}{8} = \frac{qa^3}{8\sqrt{2}}$$

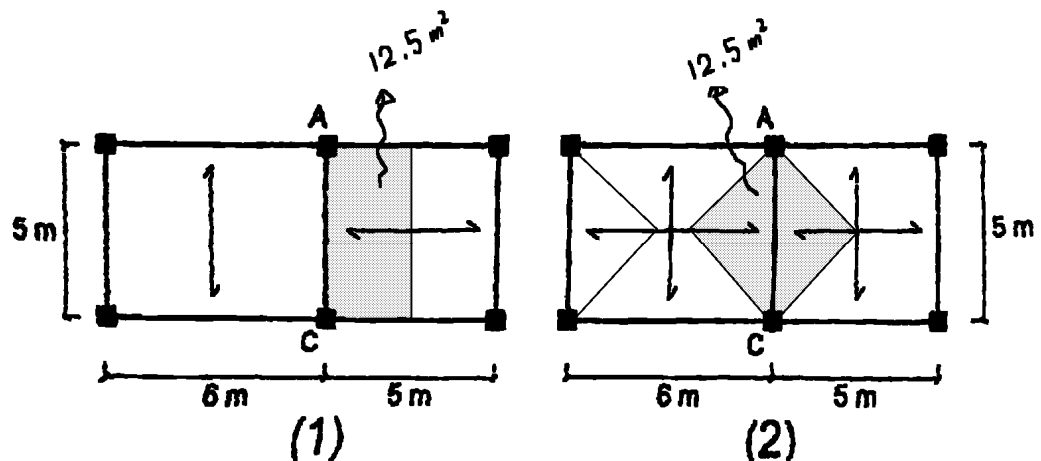


۲۱- شکل‌های زیر قسمتی از پلان یک ساختمان مسکونی فولادی می‌باشد. در هر دو شکل بار مرده کف برابر $5.5 \frac{kN}{m^2}$ و بار زنده کاهشی نیافته برابر $2 \frac{kN}{m^2}$ می‌باشد. براساس فقط همین بارهای گسترده یکنواخت، در صورتی که بیشترین مقدار کل بارهای ثقلی وارد بر تیر AC در طراحی به روش ضرایب بار و مقاومت، با در نظر گرفتن کاهش بار زنده در حالت سقف یک طرفه و دو طرفه به ترتیب برحسب kN برابر Q_1 و Q_2 باشد، نسبت Q_1/Q_2 به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ تیر AC مربوط به طبقات غیر از بام بوده و وزن کلیه اعضا و اجزاء سازه‌ای در بار مرده کف لحاظ شده است. از اثر بُعد ستون صرف‌نظر شود.



گزینه ۱ (سطح سوال آسان)

با توجه به اینکه سطح بارگیر دو تیر با هم برابر است، نیروی کل وارد بر آنها نیز برابر خواهد بود.



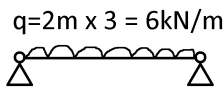
۲۰- یکی از تیرهای محل فرود بالگرد، طول آزاد ۵ متر و مجموع عرض بارگیر ۲ متر داشته و اتصالات دو انتهای آن ساده است. چنانچه بارهای زنده متمرکز مربوط به بالگرد، مستقیماً به این تیر وارد شوند و در جهت اطمینان و ساده‌سازی بارها به صورت نقطه‌ای در نظر گرفته شوند، حداکثر لنگر خمشی (M) و حداکثر برش (V) تیر ناشی از بارهای زنده مربوط به محل فرود بالگرد (بدون ضریب بار) به کدامیک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر خواهد بود؟ وزن عملیاتی بالگرد ۱۶ kN فرض شود.

$$M=19 \text{ kN.m} , V=15 \text{ kN} \quad (۲)$$

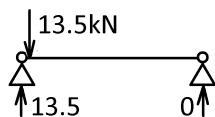
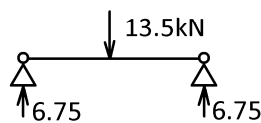
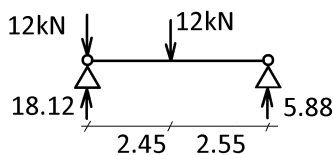
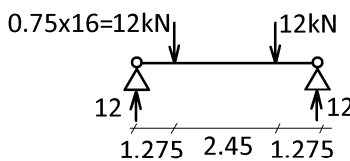
$$M=17 \text{ kN.m} , V=19 \text{ kN} \quad (۱)$$

$$M=19 \text{ kN.m} , V=19 \text{ kN} \quad (۴)$$

$$M=17 \text{ kN.m} , V=14 \text{ kN} \quad (۳)$$



گزینه ۴ (سطح سوال متوسط)



$$M = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{qL^2}{8} = \frac{6 \times 5^2}{8} = 18.75 \text{ kN.m} \\ 12 \times 1.275 = 15.3 \text{ kN.m} \\ 6.12 \times 2.55 = 15.6 \text{ kN.m} \\ \frac{PL}{4} = \frac{13.5 \times 5}{4} = 16.875 \text{ kN.m} \\ 0 \end{array} \right\} = 18.75 \text{ kN.m}$$

$$V = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{qL}{2} = \frac{6 \times 5}{2} = 15 \text{ kN} \\ 12 \text{ kN} \\ 18.12 \text{ kN} \\ 6.75 \text{ kN} \\ 13.5 \text{ kN} \end{array} \right\} = 18.12 \text{ kN}$$

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

ردیف	نوع کاربری	بار گسترده کیلونیوتن بر مترمربع	بار متمرکز کیلونیوتن
۹-۱۲	محل فرود بالگرد	۳ ^(۱۱) و ۱۲ ^(۱۲) و ۱۳ ^(۱۳)	—

(۱۱) بار زنده کف جایگاه بالگردهایی با وزن عملیاتی کمتر از ۱۴ کیلونیوتن، ۲ کیلونیوتن بر مترمربع در نظر گرفته شود. این بار قابل کاهش نیست.

وزن و ظرفیت بالگرد باید توسط مرجع ذیصلاح اعلام شود.

(۱۲) دو بار متمرکز منفرد به فاصله ۲/۴۵ متر باید به کف جایگاه بالگرد (محل قرارگیری چرخ‌ها) اعمال گردد. مقدار هر یک از این بارها برابر ۷۵٪ وزن عملیاتی بالگرد می‌باشد.

محل قرارگیری این دو بار باید طوری باشد که بیشترین اثر را بر سازه وارد نماید.

این بارها باید در سطحی به ابعاد ۲۰۰ × ۲۰۰ میلی‌متر وارد شده و نباید با سایر بارهای زنده متمرکز و گسترده همزمان وارد شود.

(۱۳) یک بار متمرکز منفرد با مقدار ۱۳/۵ کیلونیوتن در سطحی به ابعاد ۱۲۰ × ۱۲۰ میلی‌متر در محلی که بیشترین اثر را در عضو ایجاد کند، اعمال گردد. نیازی به در نظر گرفتن همزمان این بار با سایر بارهای زنده گسترده و متمرکز نمی‌باشد.

(۱۴) بار متمرکز پله‌ها در سطحی به ابعاد ۵۰ × ۵۰ میلی‌متر و غیرهمزمان با بارهای یکنواخت اعمال شود.

۲- حداقل شدت بار گسترده یکنواخت بر روی سطح تاثیر بار متمرکز ناشی از عبور و پارک خودروهای با وزن 40 کیلو نیوتن به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ فرض کنید کف محل عبور و پارک خودروها از نوع دال بتنی است.

$$15 \text{ kN/m}^2 \text{ (۲)}$$

$$1040 \text{ kN/m}^2 \text{ (۱)}$$

$$30 \text{ kN/m}^2 \text{ (۴)}$$

$$1500 \text{ kN/m}^2 \text{ (۳)}$$

گزینه ۱ (سطح سوال متوسط)

طبق جدول زیر از آیین نامه خودروهایی با وزن 40kN هم جزوه ردیف ۱-۱۱ محسوب میشوند و هم ۱۱-۲ در حقیقت متن مبحث ششم در این مورد ایراد نگارشی دارد.

$$\text{ردیف ۱۱ - ۱ : } \frac{P}{A} = \frac{15000}{120 \times 120} = 1.04 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 1040 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{ردیف ۱۱ - ۲ : } \frac{P}{A} = \frac{30000}{120 \times 120} = 2.08 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 2080 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

پاسخ دوم در گزینه ها موجود نیست و طراح سوال احتمالا به این ایراد نگارشی آیین نامه توجه نکرده است و بر مبنای ردیف ۱-۱۱ گزینه ها را تنظیم کرده است.

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

ردیف	نوع کاربری	بار گسترده کیلو نیوتن بر مترمربع	بار متمرکز کیلو نیوتن
۱۱	محل های عبور و پارک خودروها		
۱-۱۱	محل عبور و پارک خودروهایی با وزن حداکثر تا ۴۰ کیلو نیوتن	۳ (۲) (۳) (۷)	۱۵ (۷)
۲-۱۱	محل عبور و پارک خودروهایی با وزن ۴۰ تا ۹۰ کیلو نیوتن	۶ (۲) (۳) (۷) (۸)	۳۰ (۷)
۳-۱۱	معابر و بخش هایی از محوطه با امکان عبور کامیون	۸ (۸)	۸ (۸)

۷) کف پارکینگ ها و یا بخش هایی از یک ساختمان که برای پارک وسیله نقلیه مورد استفاده قرار می گیرد، براساس بار زنده گسترده یکنواخت ارائه شده در ردیف های ۱-۱۱ و ۲-۱۱ و بارهای متمرکز نظیر همان ردیف ها طراحی می شوند، اما لازم نیست این دو بار به طور همزمان اعمال شوند. سطح تاثیر بار متمرکز ۱۲۰×۱۲۰ میلیمتر فرض می شود.