

# بارگذاری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها

بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۹۲

فصل سوم: بارهای مرده

نویسنده:

بیژن سیاف‌زاده

کارشناس ارشد شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب

بازنگری علمی:

ایرج رسولان

عضو هیأت علمی دانشگاه شهید چمران اهواز

ویراستار:

محمد حسین فیاض‌مهر

کارشناس عمران دانشگاه آزاد اسلامی دزفول

### ۳- فصل سوم : بارهای مرده

#### 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.

- باتوجه به توضیحات فوق بارهای مرده بارهایی هستند که در طول عمر ساختمان تغییر نکنند و جابجا نشوند. روال مرسوم برای محاسبه این بارها محاسبه وزن یک متر مربع از جزء ساختمانی مورد نظر براساس دتایل در نظر گرفته شده و اعمال آن به مدل یا استفاده از آن برای محاسبات دستی می‌باشد.

#### وزن اجزای ساختمان و مصالح مصرفی

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 پیوست در نظر گرفته شود.

#### وزن تاسیسات و تجهیزات ثابت

وزن تاسیسات 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 محاسبات بارهای مرده منظور شود. چنانچه احتمال اضافه شدن این نوع تجهیزات در آینده وجود داشته باشد، وزن آنها نیز باید در نظر گرفته شود.

- آیین‌نامه در این بند بسیار کلی مسئله را مطرح کرده است و نحوه‌ی محاسبه صحیح در خصوص مقدار وزن تاسیسات و تجهیزات مطرح نشد است. بطور کلی در محاسبات مرسوم است که وزن لوله‌های آب و فاضلاب و سیم‌ها و تشکیلات برقی در نظر گرفته نشود اما در صورتی که سیستم متمرکز گرمایشی یا سرمایشی یا سیستم متمرکز تهویه‌ای برای ساختمان دیده شده باشد، باتوجه به وزن قابل توجه این تجهیزات باید این وزن را بصورت بار مرده در محل قرار گرفتن این سیستم در ساختمان توسط محاسب دیده شود.

## ۲-۳- محاسبه بار مرده

با داشتن وزن مخصوص مصالح و ضرب وزن مخصوص ( $\gamma$ ) در حجم ( $V$ ) آن، وزن ( $W$ ) مربوطه آن مصالح بدست می‌آید ( $W = \gamma V$ ).

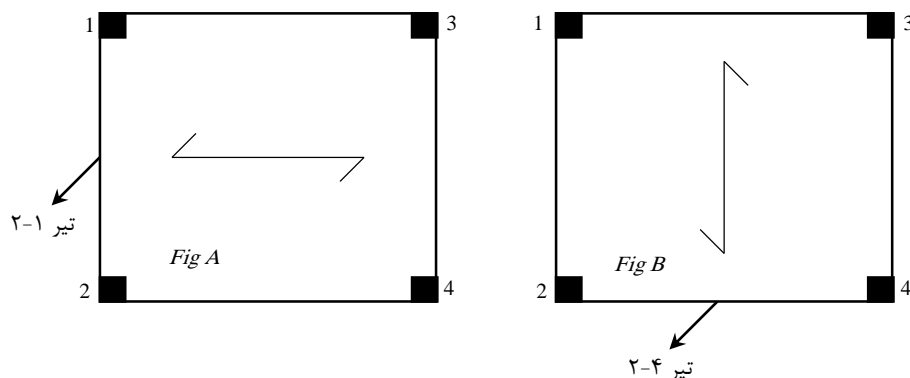
در ابتدا محاسب بر اساس دتایل مورد نظر اقدام به محاسبه حجم مصالح بکار رفته در یک متر مربع بصورت جداگانه برای هر آیتم نموده و سپس باتوجه به وزن‌های مخصوص ارائه شده توسط آیین نامه، وزن هر آیتم در واحد سطح بدست آمده و با جمع زدن تمامی آیتم‌ها وزن کل یک متر مربع جزء ساختمانی بدست می‌آید.

جزء ساختمانی معمولاً کف‌ها، دیوارها و پله‌ها، می‌باشند که در پیوست نمونه‌هایی از آنها جهت آشنایی با نحوه محاسبه آورده می‌شود.

پس از محاسبه وزن هر مترمربع (وزن واحد سطح)، این بارها به صورت همان واحد سطح بدست آمده یا به صورت تبدیل شده به واحد خطی و بعضاً بصورت متمرکز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### ۱-۲-۳- بارگذاری کف‌ها، سقف‌های یک طرفه:

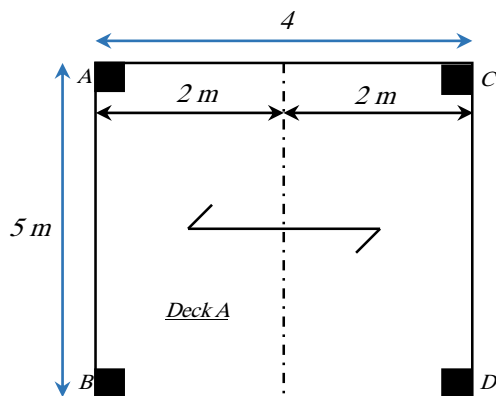
با مشخص شدن بار هر واحد سطح کف این بارها بسته به نوع سیستم سقف به المان‌های نگهدارنده آنها منتقل می‌گردند. یکی از این نوع سیستم‌ها، سیستم سقف‌های یکطرفه می‌باشد که در زیر نمونه ای از آنها آورده شده است.



علامت نشان داده شده در این کف‌ها جهت توزیع بار را نشان می‌دهد. در کف  $A$  با توجه به جهت نشان داده شده، بارها بر روی تیرهای  $1-2$  و  $3-4$  منتقل می‌گردند. اما در کف  $B$  جهت نشان داده شده از بالا به پایین است لذا بار وارد شده به تیرهای  $2-4$  و  $1-3$  منتقل می‌شود.

<sup>۱</sup> از جداول ارائه شده توسط مبحث یا استانداردها و یا تعیین توسط محاسب با رعایت مقادیر حداقلی قید شده در آیین‌نامه

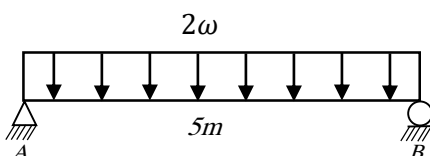
## ۲-۳- عرض بارگیر، سطح بارگیر



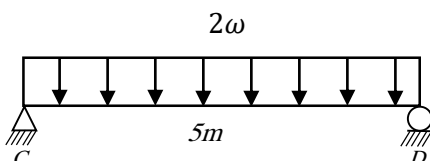
به شکل روبرو توجه فرمایید. طبق توضیحات داده شده بارکف به تیرهای  $A-B$  و  $C-D$  منتقل می‌شوند. این سیستم کف بار را به صورت مساوی به سراسر طول تیرهای دو طرف بصورت مساوی منتقل می‌کند. لذا میتوان گفت که نصف بار روی تیر سمت چپ و نصف بار روی تیر سمت راست قرار می‌گیرد.

پس با خط چینی عمود بر جهت تیرریزی کف را به ۲ قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم. سهم رسیده به هر تیر (۲متر) عرض بارگیر از کف مورد بحث گفته می‌شود. توجه شود که عرض بارگیر تیرهای  $A-B$  و  $C-D$  برابر با ۲ متر و عرض بارگیر تیرها  $A-C$  و  $B-D$  از این کف برابر صفر می‌باشد.

به حاصلضرب عرض‌های بارگیر تیر در طول تیر، سطح بارگیر تیر گفته می‌شود. به دلیل آنکه امکان وجود دو کف در طرفین یک تیر وجود دارد تیر می‌تواند از ۲ طرف عرض بارگیر داشته باشد که مجموع عرض‌های بارگیر، عرض بارگیر کل تیر می‌شود. جهت تحلیل تیر، بارهای سطحی با ضرب در عرض بارگیر تیر به بار خطی روی آن تیر تبدیل می‌گردد. به طور مثال اگر بار سطحی شکل فوق  $\omega$  باشد آنگاه بار رسیده به تیرها برابر است با:

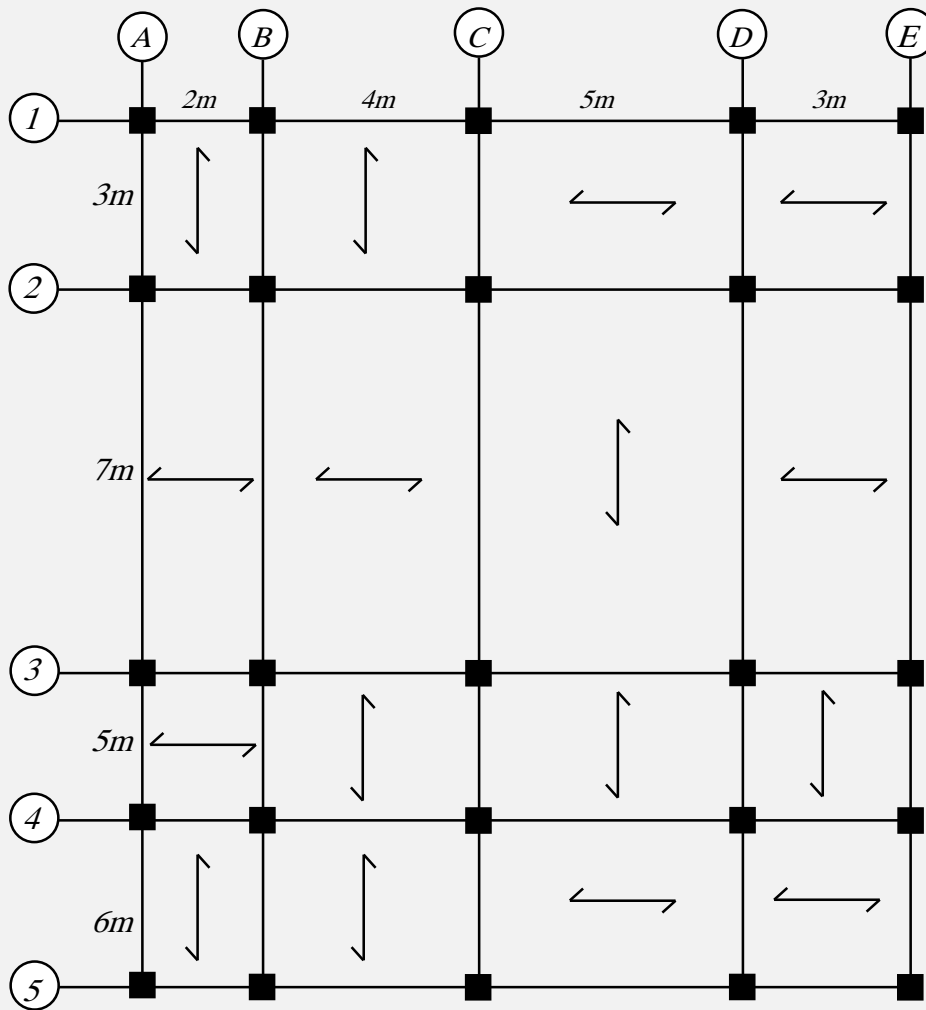


$$W = \omega \times 2 = \text{عرض بارگیر} \times \text{بار سطحی} = \text{بار خطی}$$



$$W = \omega \times 2 = \text{عرض بارگیر} \times \text{بار سطحی} = \text{بار خطی}$$

مثال: اگر بار گسترده کف رو به رو  $500 \frac{kg}{m^2}$  باشد عرض بارگیر تیرهای مورد نظر را تعیین کرده و بار خطی وارد به هر تیر تعیین شود.



- تیر  $1 - A - B$  :

$$b = 1.5 \rightarrow \text{بار خطی } W = 1.5 \times 500 = 750 \frac{kg}{m}$$

- تیر  $1 - B - C$  :

$$b = 1.5 \rightarrow \text{بار خطی } W = 1.5 \times 500 = 750 \frac{kg}{m}$$

- تیر  $1 - C - D$  :

$$b = 0 \rightarrow \text{بار خطی } W = 0 \times 500 = 0 \frac{kg}{m}$$

- تیر  $3 - C - D$  :

$$b = \frac{7}{2} + \frac{5}{2} = 6 \rightarrow \text{بار خطی } W = 6 \times 500 = 3000 \frac{kg}{m}$$

تیر  $B - 2 - 3$  :

$$b = \frac{4}{2} = 2 \rightarrow \text{بار خطی } W = 2 \times 500 = 1000 \frac{kg}{m}$$

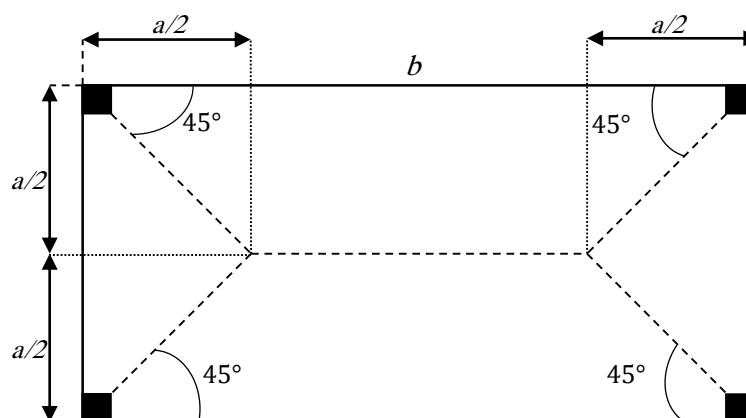
تیر  $B - 4 - 5$  :

$$b = 0 \rightarrow \text{بار خطی } W = 0 \times 500 = 0 \frac{kg}{m}$$

توجه: در روابط فوق  $b$  عرض بارگیر تیر می‌باشد.

### ۳-۲-۳- کف‌های ۲ طرفه

نوع دیگری از کف‌ها، دال‌هایی می‌باشند که در صورتی که نسبت طول بزرگتر ( $b$ ) به طول کوچکتر ( $a$ ) آنها کوچکتر مساوی ۲ باشد، رفتاری ۲ طرفه داشته و در غیر این صورت رفتاری یکطرفه خواهند داشت. منظور از رفتار ۲ طرفه توزیع بار در راستای اصلی می‌باشد و به ۴ تیر اطراف کف بار می‌رسد. شکل عمومی دال‌های ۲ طرفه به صورت روبرو می‌باشد که از ۲ فلش عمود بر هم جهت نمایش رفتار ۲ طرفه استفاده می‌گردد:



$b$  = ضلع بزرگتر

$a$  = ضلع کوچکتر

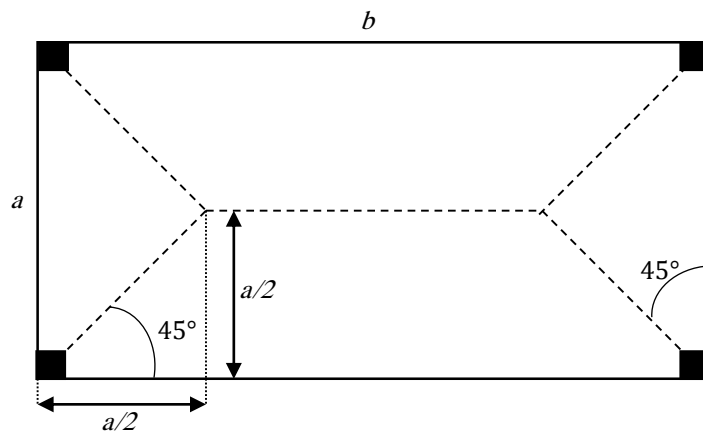
if  $\frac{b}{a} \leq 2 \longrightarrow$  دال دو طرفه

اگر نسبت  $\frac{b}{a} > 2$  باشد، در این صورت دال به صورت یکطرفه عمل خواهد کرد و بار به صورت یک طرفه بر روی تیرهای بلند اعمال می‌گردد.

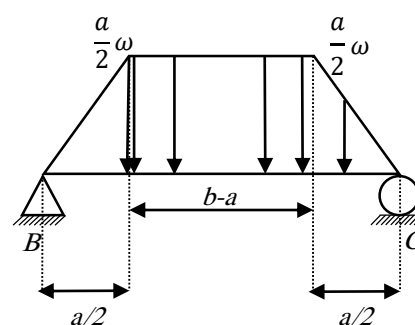
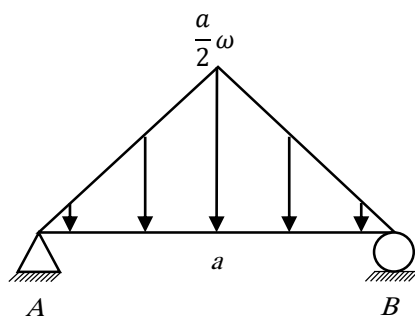
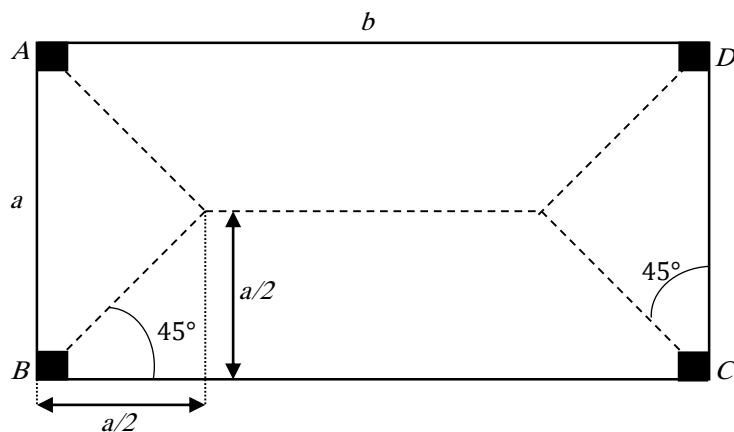
نحوه توزیع بار در دال‌های دو طرفه به این صورت است:

۱- از هر گوشه‌ی دال با زاویه ۴۵ درجه خطوطی ترسیم می‌نماییم تا به یکدیگر برسند. مسلماً این خطوط تیرهای کوچکتر را بصورت مثلث در بر می‌گیرند.

۲- رئوس مثلث‌ها را به هم در ادامه متصل می‌کنیم. مشاهده می‌گردد که تیرهای بلند توسط دوزنقه‌هایی احاطه می‌شوند. (بدیهی است که اگر اضلاع کف باهم برابر باشند ( $\frac{b}{a} = 1$ ) آنگاه ۴ ناحیه مثلثاتی خواهیم داشت).

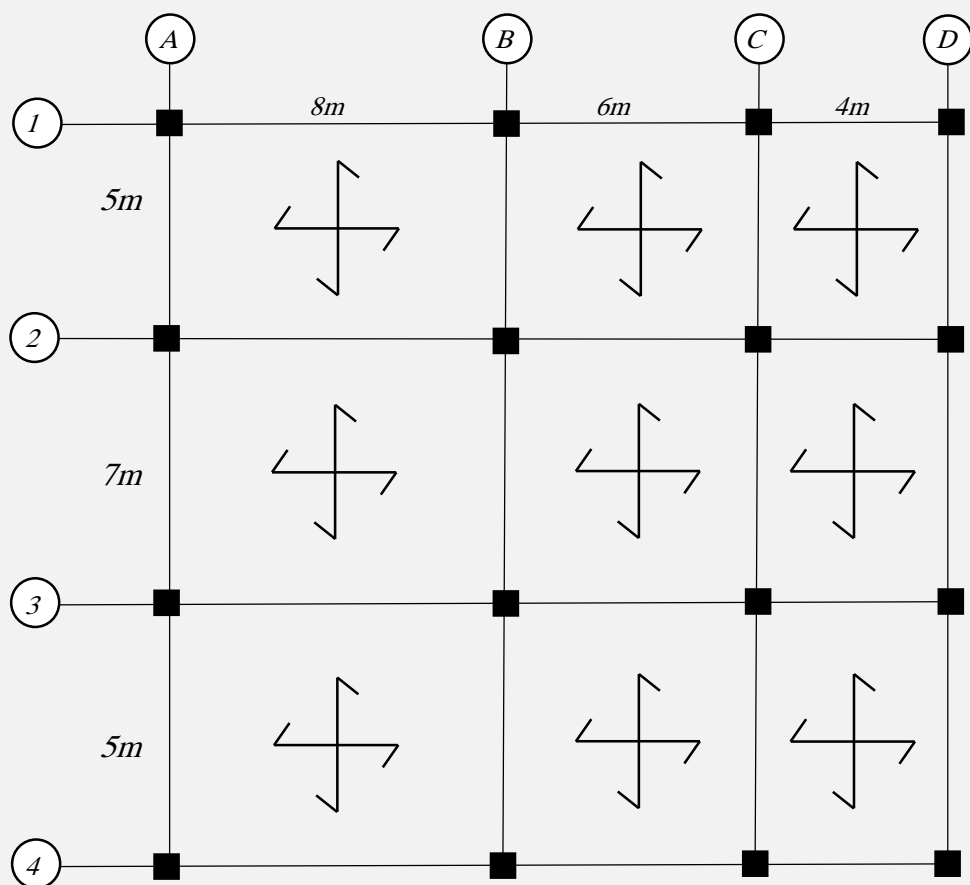


سطح بارگیر در هر تیر برابر سطحی است که آن تیر را احاطه کرده است. بارگذاری تیرها از حاصل ضرب عرض سطح بارگیر در بار سطحی بدست می‌آید. به طور مثال اگر بار سطحی کف روبه رو  $\omega$  باشد بارگذاری تیر  $AB$  و  $BC$  به ترتیب زیر می‌گردد.



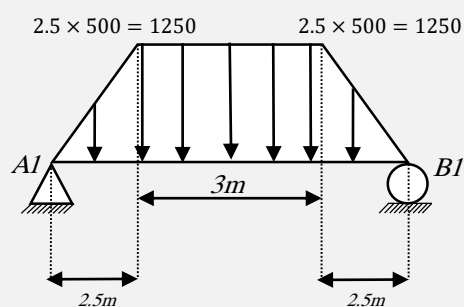
توجه داشته باشید که تیرها می‌توانند از طرفین بار ببرند و بار نهایی آنها برابر حاصل جمع بار طرفین آنها می‌گردد.

مثال: اگر بار گسترده سقف روبه‌رو  $500 \frac{kg}{m^2}$  باشد، تیرهای نشان داده شده را بارگذاری کنید.



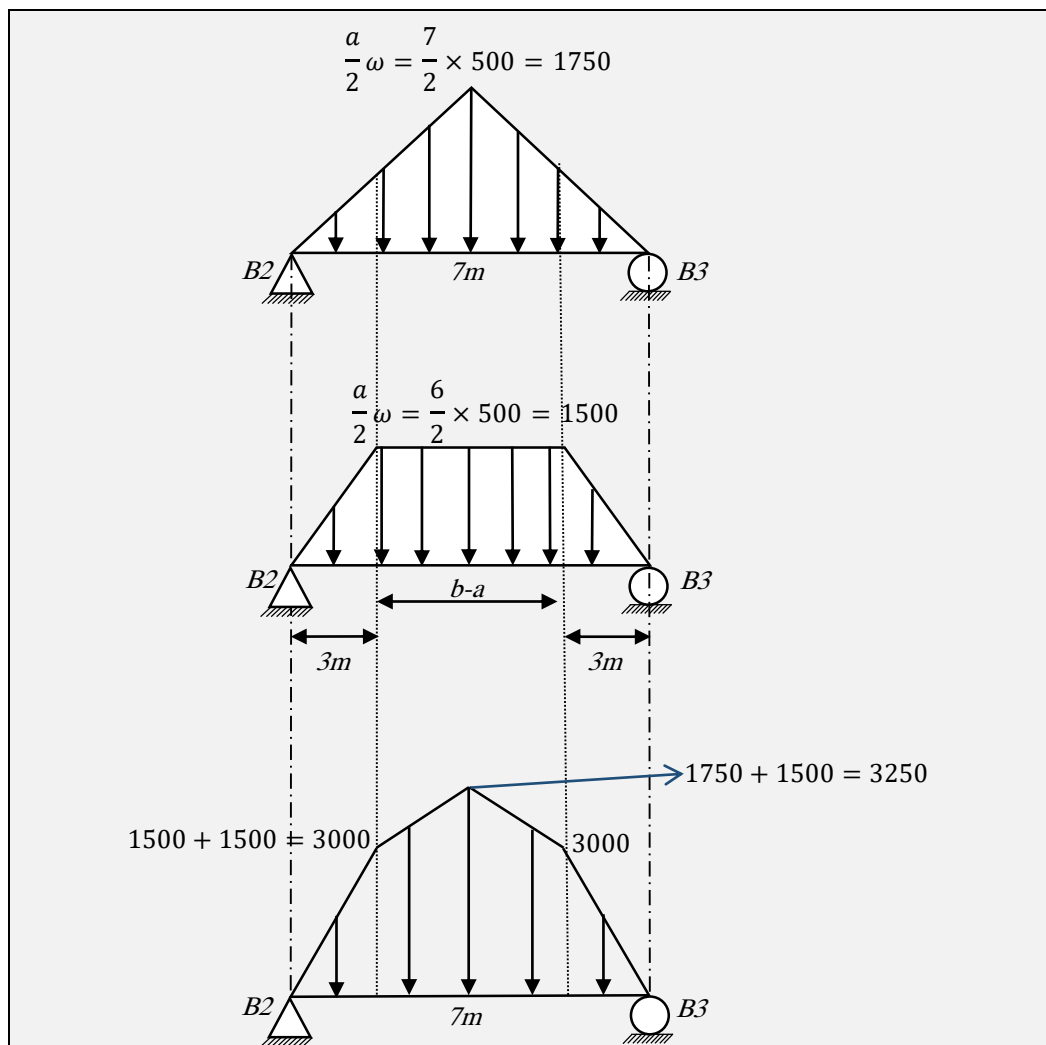
حل:

- تیر 1 - B - A :



- تیر B - 3 - 2 :



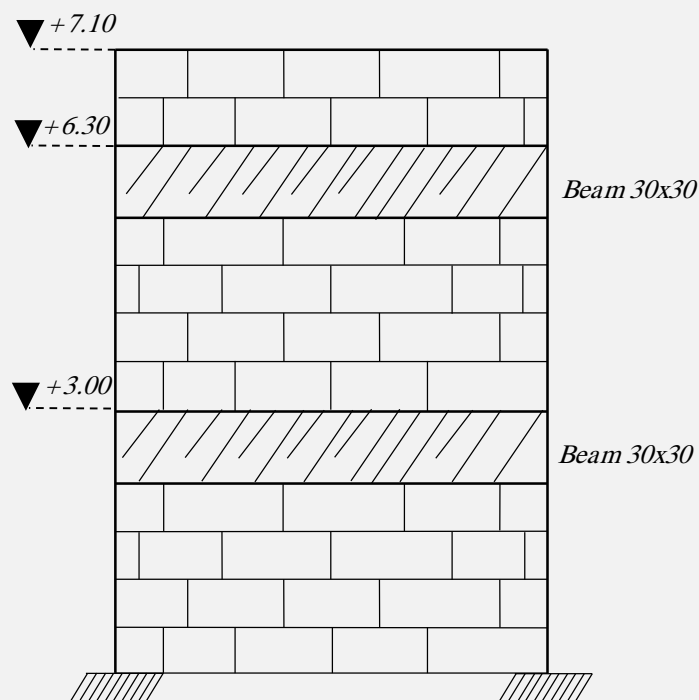


#### ۴-۲-۳- بارگذاری دیوارهای پیرامونی

باتوجه به دتایل ارائه شده (نمونه پیوست) وزن واحد سطح دیوار بدست می‌آید. معمول برآن است که وزن دیوارها به تیرهایی که دیوار روی آن قرار دارد بصورت خطی اعمال گردد. برای این منظور وزن واحد سطح در ارتفاع خالص دیوار ضرب گردد تا بار خطی وارده بر تیری که این دیوار روی آن قرار گرفته است بدست آید.

(مثال): در قاب تک دهانه‌ی روبه‌روی اگر بار دیوار  $w = 300 \frac{kg}{m^2}$  باشد، بار خطی وارده به تیرهای این قاب را تعیین نمایید.

<sup>۱</sup> با توجه به تصاویر مشاهده می‌گردد که ارتفاع طبقه اول برابر با 3.3 m می‌باشد که این ارتفاع از کف طبقه اول تا کف طبقه دوم می‌باشد اما به دلیل ارتفاع تیرها، ارتفاع دیوارها که تا زیر تیرها اجرا می‌شوند مسلماً کمتر از ارتفاع طبقه می‌باشد که به اصطلاح به آن ارتفاع خالص دیوار گفته می‌شود و برابر با ارتفاع طبقه منهای ارتفاع تیر فوقانی می‌باشد.



حل :

با توجه به توضیحات داده شده در قبل عمل می‌نماییم. اختلاف ارتفاع تیرهای طبقه اول و دوم برابر است با :

$$\Delta h_{1-2} = 6.3 - 3 = 3.3 \text{ m}$$

با توجه به اینکه دیوار تا تراز طبقه فوقانی ادامه ندارد و تا زیر تیر فوقانی به اتمام می‌رسد، ارتفاع دیوار به اندازه ارتفاع تیر کمتر از ارتفاع طبقه خواهد بود لذا ارتفاع خالص دیوار برابر است با :

$$h_w = 3.3 - 0.3 = 3 \text{ m}$$

لذا بار واحد طول دیوار طبقه اول برابر است با :

$$\omega_1 = h_w \times w = 3 \times 300 = 900 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

ارتفاع دیوار در طبقه فوقانی نیز برابر است با :

$$h_{wTop} = 7.1 - 6.3 = 0.8 \text{ m}$$

لذا بار واحد طول دیوار طبقه فوقانی نیز برابر است با :

$$\omega_2 = h_{wTop} \times w = 0.8 \times 300 = 240 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

