

به نام خداوند آفریننده علم و کاهن

جزوه آموزشی بررسی بارهای مرده

مدرس:

امین هاتف

بار مرده ساختمانی :

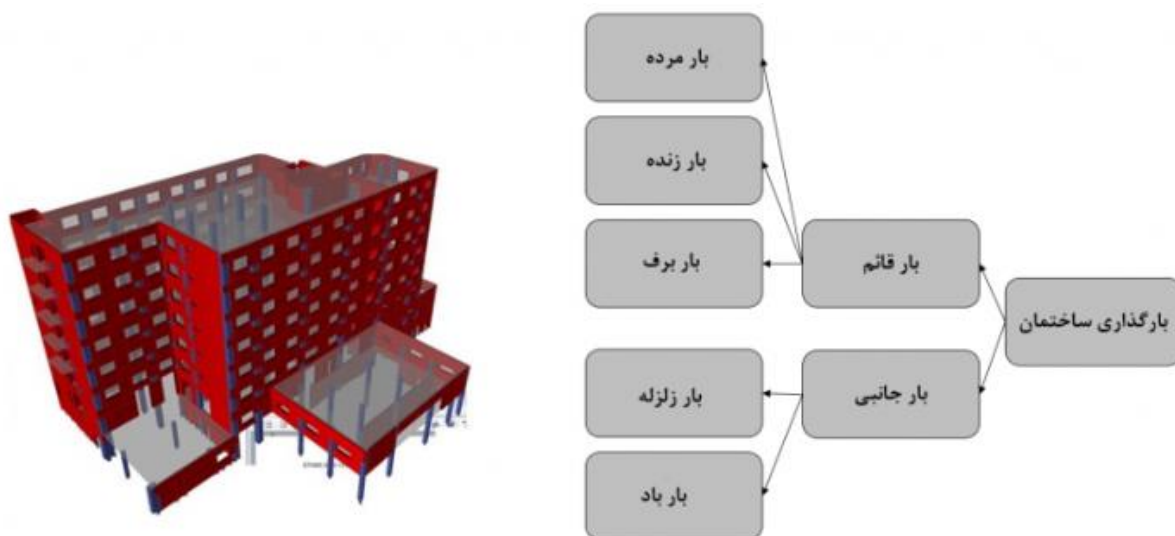
میتوان گفت بار مرده یکی از پارامترهای سنگین کننده ساختمان میباشد که از ابتدا ، یعنی زمانی که ما کارهای ابتدایی ساخت منزل را انجام میدهیم ، تا سالیان سال در کنار ساختمان ما میباشد. شاید در یک منزل مسکونی امروز یک خانواده ۴ نفره ساکن باشد و سال دیگر یک خانواده ۸ نفره و در طول زمان بار زنده تغییر کند و یا بار لرزه ای و یا هر بار دیگر در بارگذاری ساختمان تغییر کند اما بار مرده در طول مدت بهره برداری از ساختمان همیشه ثابت و ساکن میباشد.

بار مرده چیست؟

معمولا زمانی که در حال طراحی سازه (تفاوتی ندارد طراحی سازه بتنی و یا طراحی سازه فولادی) هستیم و با بارها و مخصوصا بار مرده و بار زنده سر و کله میزنیم با کتابی به نام مبحث ششم مقررات ملی ساختمان بسیار روبرو میشویم. میتوانیم بگوییم مبحث ششم مقررات ملی ساختمان مربوط به مجموعه قوانین و الزامات مربوط به بارگذاری ساختمان ها میباشد.

در صفحات ابتدایی مبحث ششم تعریف کلی در مورد بارها ارایه گردیده است که بد نیست با آن آشنا شویم. نیروها و یا سایر عواملی که ناشی از وزن کل مصالح سازه، ساکنان آن و سایر لوازم داخلی بوده یا ناشی از اثرات محیطی، تغییرات حرکتی، و تغییرات ابعاد مقید میباشد. بارهای ثابت بارهایی هستند که تغییرات آنها در طول زمان به ندرت اتفاق میافتد. سایر بارها، بارهای متغیر میباشد.

ما مهندسان عمران برای درک بهتر بار ها آن ها را در دسته های متفاوتی قرار میدهیم. به تصویر زیر دقت کنید ! بارها در مرحله اول به دو دسته بارهای قائم و جانبی تقسیم میشوند و با توجه به جهتشان که عمود بر سطح ساختمان میباشد و یا در مسیر جانبی آن میباشد در یکی از این دو دسته قرار میگیرند.



بارهای قائم و یا عمودی خودشان به دسته های کوچکتری مثل بار مرده ساختمان و بار زنده ساختمان ، بار برف ، بار باران و دسته کوچکی از بار سیل تقسیم میشوند.

بار مرده ساختمان مسکونی:

تا اینجای کار مسیر بارگذاری ساختمان را تا بارهای مرده طی کردیم و الان نوبت به آن میرسد که آن ها را بتوانیم حساب کنیم. معمولاً برای محاسبه بارهای مرده ما از جداولی کمک میگیریم، که اطلاعات درون این جدول مربوط به وزن مخصوص مواد و ارتفاع و عرض آن ها میباشد. در ادامه کار به طور کامل در مورد محاسبه بار مرده با هم صحبت میکنیم.

طبق توضیحات ارائه شده در مبحث ششم مقررات ملی ساختمان بارهای مرده عبارتند از وزن اجزای دائمی ساختمانی مانند: تیر و ستونها، دیوارها، کفها، بام، سقف، راهپله، نازک کاری، 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. و اما بد نیست به این موضوع اشاره کنیم که مرجع این تعریف آیین نامه ASCE7 میباشد که اینگونه بار مرده و یا Dead Load را تعریف کرده است:

Dead loads consist of the weight of all materials of construction incorporated into the building including, but not limited to, walls, floors, roofs, ceilings, stairways, built-in partitions, finishes, ladders, and other similarly incorporated architectural and structural items and fixed service equipment, including the weight of cranes and material handling systems.

با انواع مختلف بارهای مرده آشنا شویم:

۱. بار مرده سقفها
۲. بار مرده بام
۳. بار مرده راه پله و آسانسور
۴. بار مرده دیوارهای پیرامونی



• بار مرده سقف تیرچه بلوک :

در بالاتر توضیح دادیم که معمولا محاسبه بار مرده با جداولی همراه است. اما اطلاعات سطرو ستون موجود در این جدول ها را از کجا بیاوریم؟ آیا برای تمامی سقفهای موجود جدول ها یکسان اند؟ اگر سقف ما تغییر کرد اطلاعات جدید را چگونه محاسبه کنیم؟ و سوالات بسیاری از این قبیل!

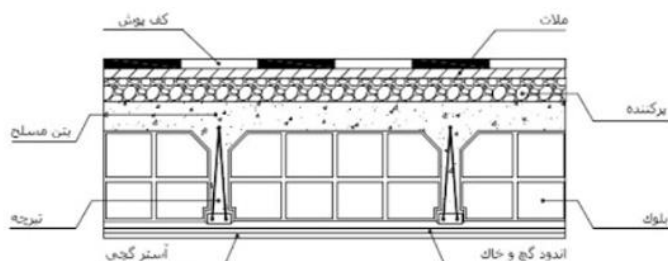
اگر شما روند کلی و ماهیت این محاسبات را یاد بگیرید دیگر هیچ ترسی از مواد و مصالح مختلف ندارید. در بسیاری از آموزشگاههای ایرانی مشاهده کرده ایم که یک فایل PDF در اختیار عموم با نام دیتایل بارگذاری میگذارند و در آن نوشته اند که ما دیتایل بارگذاری ۱۶ نوع سقف را به شما آموزش داده ایم.

سوال من از شما این است: آیا مطمئن هستید در طول سابقه طراحی خودتان تمامی سقف هایی که بار مردشان را حساب میکنید در یکی از این حالات میباشد؟

صد در صد خیر! پس نیاز است که ما پشت پرده این حالات را یاد بگیریم تا بتوانیم از پس تمامی این بارگذاری ها بر بیاییم!

روند کار محاسبه بار مرده سقف ها به صورت زیر میباشد:

۱. مشخص کردن مواد دقیق به کار رفته در انواع سقف. به تصویر زیر که یک دیتایل کلی از یک سقف معمولی مثل تیرچه بلوک میباشد دقت کنید. از پایین ترین مصالح ساختمانی چسبیده شده تا بالاترین مواد را در ذهن خود تصویر سازی کنید. در واقع مرحله اول پاسخ به این پرسش است که در سقف ما دقیقا چه مصالحی به کار رفته است.



در این مرحله مواد دقیق به کار رفته را در سقف
مشخص میکنیم!

نوشتن مواد به کار رفته در سقف ساختمان :

در مرحله دوم جدولی تهیه کنید و در ستون اول نام تمامی مواد به کار رفته در سقف ساختمان خودتان را بنویسید! به جدول زیر دقت کنید. ما در ستون اول از پایین ترین مواد به کار رفته در سقف تا بالاترین لایه را زیر هم نوشته ایم.

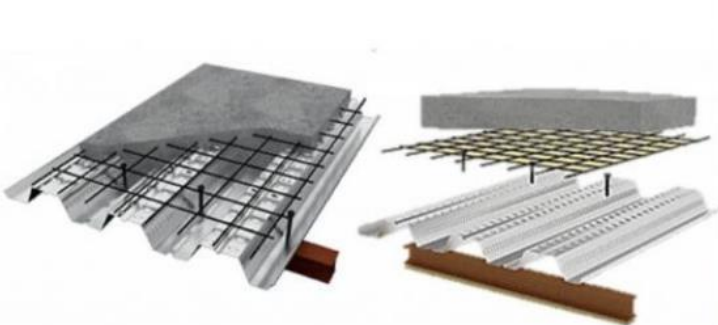
نام بار		
گچ سفید		
گچ و خاک		
بلوک سفالی ۸ عدد		
۲ عدد تیرچه		
دال بتنی		
ملات پوکه معدنی و ماسه و سیمان		
ملات ماسه و سیمان		
کاشی و سرامیک		

۱. یادداشت کردن ضخامت لایه های مواد به کار رفته : در تعیین بار مرده ساختمان ضخامت مواد نقش بسیار مهمی دارد به همین دلیل در ستون دوم دقیقاً مینویسیم که هر ماده موجود در انواع سقف ، چه مقدار ضخامت دارد.
۲. یادداشت کردن وزن واحد حجم مواد : در ستون سوم وزن مخصوص مواد را در جلوی شان مینویسیم. لازم به ذکر است که این وزن مخصوص ها از جدول پیوست مبحث ششم بدست می آید.
۳. بدست آوردن وزن واحد سطح : در ستون چهارم با ضرب کردن ضخامت هر ماده در وزن واحد حجم آن ماده میتوانیم وزن واحد سطح را محاسبه کنیم!

نام بار	وزن واحد حجم $\frac{Kg}{m^3}$	ضخامت سانتیمتر	وزن واحد سطح $\frac{Kg}{m^2}$
گچ سفید	۱۳۰۰	۱	۱۳
گچ و خاک	۱۶۰۰	۲	۳۲
بلوک سفالی ۸ عدد	-	-	۶۴
۲ عدد تیرچه	۲۵۰۰	$(0.25 \times 0.1) \times 2$	۱۲۵
دال بتنی	۲۵۰۰	۵	۱۲۵
ملات پوکه معدنی و ماسه و سیمان	۱۳۰۰	۸	۱۰۴
ملات ماسه و سیمان	۲۱۰۰	۰.۰۲۵	۵۲/۵
کاشی و سرامیک	۲۱۰۰	۰.۰۱	۲۱
مجموع : ۵۲۵ کیلوگرم بر متر مربع			

محاسبه بار مرده سقف ها دقیقا به راحتی مراحل بالا میباشد! یکی از سقف های پرکاربرد در صنعت ساختمان ، سقف عرشه فولادی میباشد که به دلیل پرکاربرد بودن آن در ادامه ، بار مرده آن به صورت جداگانه توضیح و محاسبه شده است.

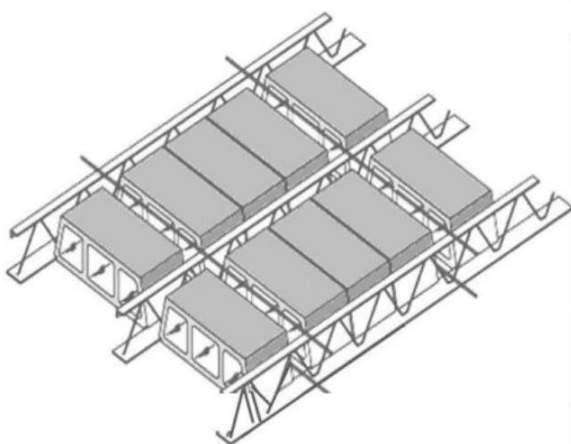
• بار مرده سقف عرشه فولادی



مصارف مصرفی	واحد	عرشه فولادی sky deck	کامپوزیت	دال تخت	تیرچه بلوک
بتن	m ³	0.85	0.1	0.2	0.13
میلگرد	kg	2.3	7.8	20.5	4
ورق فولادی (1 mm)	kg	10.7	0	0	0
سفال و فوندوله	kg	0	0	0	50
گل میخ	kg	0.46	1.5	0	0
تیر فرعی (تیرچه)	kg	4	14	0	0
وزن نهایی سقف	kg	219.3	253.3	480.5	360

• بار مرده بام :

برای محاسبه بار مرده بام دقیقا همان مراحل و روند موجود در قسمت قبل یعنی محاسبه بار مرده سقف را طی میکنیم با این تفاوت که به پارامترهای موجود در جداول یک مقدار بیشتر دقت میکنیم.



نام بار	وزن واحد حجم $\frac{Kg}{m^3}$	ضخامت سانتیمتر	وزن واحد سطح $\frac{Kg}{m^2}$
گچ سفید	۱۳۰۰	۱	۱۳
گچ و خاک	۱۶۰۰	۲	۳۲
بلوک سفالی ۸ عدد	-	-	۶۴
۲ عدد تیرچه	۲۵۰۰	$(\frac{0.25 \times 0.1}{1}) \times 2$	۱۲۵
دال بتنی	۲۵۰۰	۵	۱۲۵
ملات پوکه معدنی و ماسه و سیمان	۱۳۰۰	۸	۱۰۴
ملات ماسه و سیمان	۲۱۰۰	۰/۰۲۵	۵۲/۵
ایزوگام	۲۲۰۰	۰/۰۷	۱۵/۴
مجموع : ۵۳۱ کیلوگرم بر متر مربع			

• بار مرده دیوار:

یکی از انواع بارهای مرده مهم موجود در ساختمان ها ، بار مرده دیوارهای میباشد. در علم مهندسی عمران انواع زیادی دیوار وجود دارد اما رکن مهم برای ما مهندسان عمران این میباشد که آیا این دیوار در طول عمر آن ساختمان ثابت و یکجا میباشد و یا ممکن است تغییر مکان و یا حتی حذف و یا شاید هم اضافه گردد.

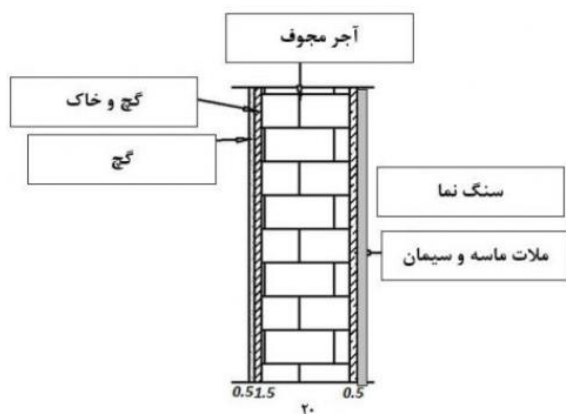
به عنوان مثال دیوارهای پیرامونی در طول عمر یک ساختمان همیشه وجود دارند و هیچگاه از سازه ما حذف نمیشوند. حال ممکن است این دیوارها نمادار و یا فاقد نما باشند.

در درون هر ساختمان ما یکسری از دیوارها را داریم که تنها وظیفه جداکردن فضاها را بر عهده دارند. ممکن است در طول دوران عمر این ساختمان این دیوارها حذف گردند (مثل برخی از دیوارهای آشپزخانه که ممکن است بر اثر بازسازی Open شوند) و یا ممکن است این دیوارها اضافه شوند (مثل زمانی که در نظر داریم یک اتاق بزرگ را به دو اتاق کوچکتر تقسیم کنیم).

در مثال های مطرح شده بالا مثال اول (یعنی دیوارهای پیرامونی که ثابت بوده اند) بار مرده ایجاد میکنند و اما مثال دوم دیوارهای داخلی که جداکننده هستند بار زنده ساختمانی را ایجاد میکنند.

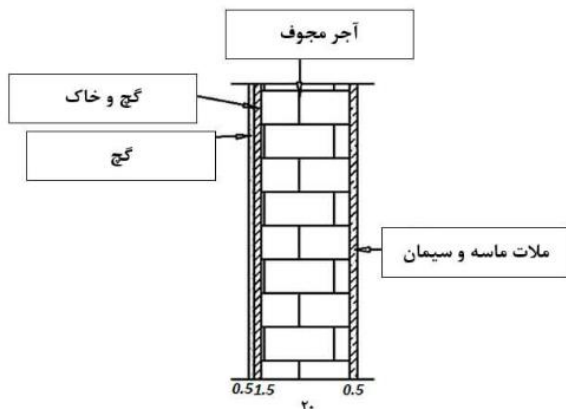
در اینجا موضوع مورد بررسی ما دیوارهای پیرامونی میباشد که خود این مورد به دیوارهای پیرامونی نمادار و دیوارهای پیرامونی بدون نما تقسیم میشود.

• محاسبه بار مرده دیوارهای نمادار



نام بار	وزن واحد حجم $\frac{Kg}{m^3}$	ضخامت سانتیمتر	وزن واحد سطح $\frac{Kg}{m^2}$
آجر مجوف	۸۵۰	۱۰	۸۵
ملات گچ و خاک	۱۶۰۰	۲	۳۲
گچ	۱۳۰۰	۱	۱۳
سنگ تراورتن	۲۵۰۰	۲	۵۰
ملات ماسه و سیمان	۲۱۰۰	۳	۶۳
مجموع: ۳۱۱ کیلوگرم بر متر مربع			
درصدبازشو ۳۰ درصد			
مجموع با احتساب ۳۰ درصد ۱۷۰			
شهر نوین عمران و معماری			
www.civilercity.com			
$170 \times 3 \approx 5.1 \frac{kN}{m}$			

• محاسبه بار مرده دیوارهای بدون نما



نام بار	وزن واحد حجم $\frac{Kg}{m^3}$	ضخامت سانتیمتر	وزن واحد سطح $\frac{Kg}{m^2}$
آجر مجوف	۸۵۰	۱۵	۱۲۷/۵
ملات گچ و خاک	۱۶۰۰	۲	۳۲
گچ	۱۳۰۰	۱	۱۳
ملات ماسه و سیمان	۲۱۰۰	۳	۶۳
مجموع: ۲۳۵/۵ کیلوگرم بر متر مربع			
$235.5 \times 3 \approx 7.1 \frac{kN}{m}$			

اعمال بارهای مرده در نرم افزار ایتبس :

پس از اینکه تمامی جداول مربوط به بارهای مرده را محاسبه کردیم میبایستی که این مقادیر را در نرم افزارهای محاسباتی وارد کنیم. یکی از این نرم افزارها ایتبس (ETABS) میباشد. اما قبل از اینکه به سراغ نرم افزار ایتبس برویم بهتر است که روند وارد کردن بار مرده را با هم مرور کنیم.

در هنگام بارگذاری ساختمان نیز ما با چنین مسایلی مواجه هستیم. ابتدا از گزینه Define به نرم افزار میگوییم که این بار را داریم و سپس از قسمت Assign میگوییم که این بار اینقدر و از این جنس میباشد.

دیوارهای جان پناه:

یکی دیگر از انواع دیوارهایی که در ساختمان ما وجود دارد دیوار جان پناه ها میباشد که دارای بار مرده نیز هستند و ما باید این بار مرده را محاسبه و به تیر مربوطه اعمال کنیم. روند محاسبه بار مرده جان پناه ها دقیقا همانند دیوار های پیرامونی میباشد اما به جای اینکه آن ها را در ارتفاع ۳ متر ضرب کنیم ، در ارتفاع ۱ متر و یا ۱.۲ متر به صورت دقیق تر ضرب میکنی و پس از آن دقیقا همانند سایر دیوارهای پیرامونی با آن ها رفتار میکنیم.

بارگذاری دیوار؛ بررسی دتایل انواع دیوارهای پیرامونی ساختمان

اگر مراحل بارگذاری سازه را به ترتیب زیر در نظر بگیریم، بارگذاری دیوار نیز جزئی از این مسیر می باشد. در این مقاله قصد داریم که با دتایل بارگذاری انواع دیوارهای با وزن زیاد که به صورت بار مرده لحاظ می شوند، آشنا شویم، جدول جزئیات این دیوار ها را برای شما قرار داده ایم.

مراحل بارگذاری سازه:

۱. بارگذاری سقف
۲. بارگذاری دیوار
۳. بارگذاری راه پله
۴. بارگذاری آسانسور
۵. بارگذاری خرپشته

1. علائم و تعاریف

در این بخش علائم اختصاری و تعاریف اصطلاحات استفاده شده در این مقاله را با هم بررسی و تعریف می کنیم.

واحد	تعریف	علامت
کیلوگرم بر مترمربع	بار مرده	D

2. شناخت انواع دیوار

دیوار ها از نظر موقعیت، می توانند به دو دسته دیوار های پیرامونی و داخلی تقسیم شوند البته دیوار جان پناه به دلیل مدل خاصی که دارد و ارتفاع آن حدودا یک سوم ارتفاع طبقه است، به عنوان دسته ی سوم تعریف می شود. در ادامه هر کدام از انواع دیوار را به طور جداگانه بررسی کردیم:



شکل ۱ دسته بندی انواع دیوارها در سازه

1.2. دیوار پیرامونی

دیوارهای پیرامونی دور تا دور سازه قرار می گیرند و در طول عمر یک سازه همیشه قرار دارند و حذف نمی شوند. دیوارهای پیرامونی اکثراً نما دارند ولی می توانند تحت شرایطی بدون نما هم باشند.

2.2. دیوار داخلی

دیوارهای داخلی در داخل ساختمان قرار داشته، و فضاهای درون سازه را از هم جدا می کند. این نوع دیوارها می توانند در طول عمر سازه حذف یا اضافه گردند.

3.2. دیوار جان پناه

دیوار جان پناه دیوار کوتاهی است که در پیرامون بام ساختمان قرار می گیرد.

3. انواع مصالح مورد استفاده برای دیوار

نمونه مصالح متداول برای دیوارها عبارتند از آجر سفالی، آجر مجوف و آجر فشاری. یکی از ایراداتی که هنوز در ایران، در ساخت سازه ها وجود دارد این است که وزن دیوارها نسبت به کارایی شان خیلی سنگین تر است. برای حفظ جان ساکنین هم که شده بهتر است، به استفاده از دیوارهای سبک روی بیاوریم که با این کار نه فقط دیوار بلکه سازه هم، چه از نظر نیروی ثقلی و چه از نظر نیروی جانبی (زلزله) سبک تر طراحی می شود.

4. دتایل بارگذاری انواع دیوار

بارگذاری دیوار بر اساس دیتیل دیوارها متفاوت خواهد بود که ۴ نوع دیوار را به عنوان نمونه با جزئیات مطرح می کنیم:

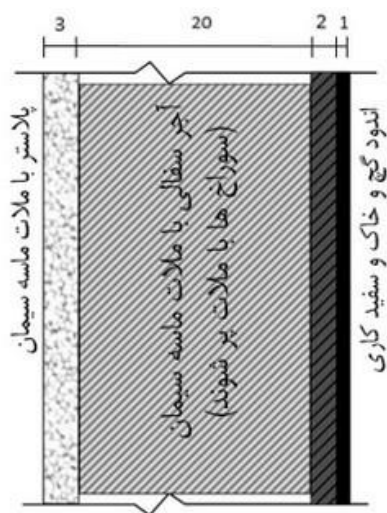
1.4. بارگذاری دیوار پیرامونی بدون نما ساختمان با تیغه آجر سفالی و ملات ماسه سیمان

در شکل زیر یک نمونه از دیوار با تیغه آجر سفالی و ملات ماسه سیمان برای حالتی که دیوار مورد نظر پیرامونی است و نمای سنگی ندارد اما دارای پلاستر می باشد را می بینیم. این تیپ دیوار برای دیوارهای اطراف نورگیر هم استفاده می شود که به شکل هایی، جداکننده فضای داخل منزل از فضای بیرون می باشد.

دیوارها مشابه با سقف دال بتنی از مصالح با ضخامت کاملاً یکسان اجرا می شوند و برای محاسبه وزن واحد سطح شان کافی است ضخامت هر کدام از مصالح را در وزن مخصوص ضرب کنیم و در نهایت وزن واحد سطح همه مصالح را با هم جمع کنیم.

یک نمونه از ابعاد مورد استفاده برای این تیپ دیوار در عکس زیر آمده است که **جزئیات بارگذاری دیوار** به این صورت است:

3 سانتی متر پلاستر ماسه سیمان، ۲۰ سانتی متر آجر سفالی و ملات ماسه سیمان با فرض پر شدن سوراخ های آجر از ملات، ۲ سانتی متر اندود خاک و گچ و ۱ سانتی متر اندود سفید کاری می باشد. در این صورت برای یک متر مربع سطح این دیوار ۶۳ کیلوگرم ملات ماسه سیمان برای پلاستر، ۴۲۰ کیلوگرم آجر سفالی با ملات ماسه سیمان، ۳۲ کیلوگرم اندود گچ و خاک و ۱۳ کیلوگرم اندود سفید کاری، نیاز است که در مجموع برابر می شود با ۵۲۸ کیلوگرم برای هر مترمربع.



جزئیات محاسبه بار مرده دیوار پیرامونی بدون نما با تیغه آجر سفالی و ملات ماسه سیمان	
0.03*2100=63 kg/m ²	پلاستر با ملات ماسه سیمان
0.2*2100=420 kg/m ²	آجر سفالی با ملات ماسه و سیمان (سوراخ‌ها با ملات پر شود)
0.02*1600=32 kg/m ²	اندود گچ و خاک
0.01*1300=13 kg/m ²	اندود سفیدکاری
528 kg/m ²	جمع کل
528*2.8=1480 kg/m	مقدار پیشنهادی برای مدل سازی

شکل ۲ نمونه بارگذاری برای یک دیوار پیرامونی بدون نما و بدون بازشو

در اینجا با یک نکته روبرو هستیم، اینکه بارگذاری دیوار به صورت خطی است و سطحی نیست. البته یک مورد خاص داریم که در بخش بار معادل تیغه بندی دیوار به آن پرداخته شده است.

برای تبدیل بار گسترده به بار خطی کافی است ارتفاع دیوار را در وزن واحد سطح دیوار ضرب کنیم، اما سوالی که مطرح است این است که کدام ارتفاع؟ ارتفاع کف تا کف ساختمان یا ارتفاع موثر دیوار؟

اگر دقت کنید می‌بینید که بالای دیوار، تیر، سقف و کف سازی قرار دارد و ارتفاع شان در مجموع حدوداً ۴۰ سانتی‌متر است و اگر ارتفاع کف تا کف ساختمان را ۳٫۲ متر در نظر بگیریم، ارتفاع موثر ۲٫۸ متر می‌شود پس کار معقولانه این است که از ارتفاع موثر استفاده کنیم. حال با ضرب ۲٫۸ متر ارتفاع موثر، در ۵۲۸ کیلوگرم بر متر مربع وزن واحد سطح دیوار، به جواب ۱۴۸۰ کیلوگرم بر متر می‌رسیم. دقت کنید که این تیپ دیوارها از محل شان حرکت نمی‌کنند و وزن شان هم بسیار زیاد است و باید به عنوان بار مرده لحاظ شوند و هیچ ربطی به توضیحات مبحث ششم در مورد دیوارهای تقسیم کننده ندارند.

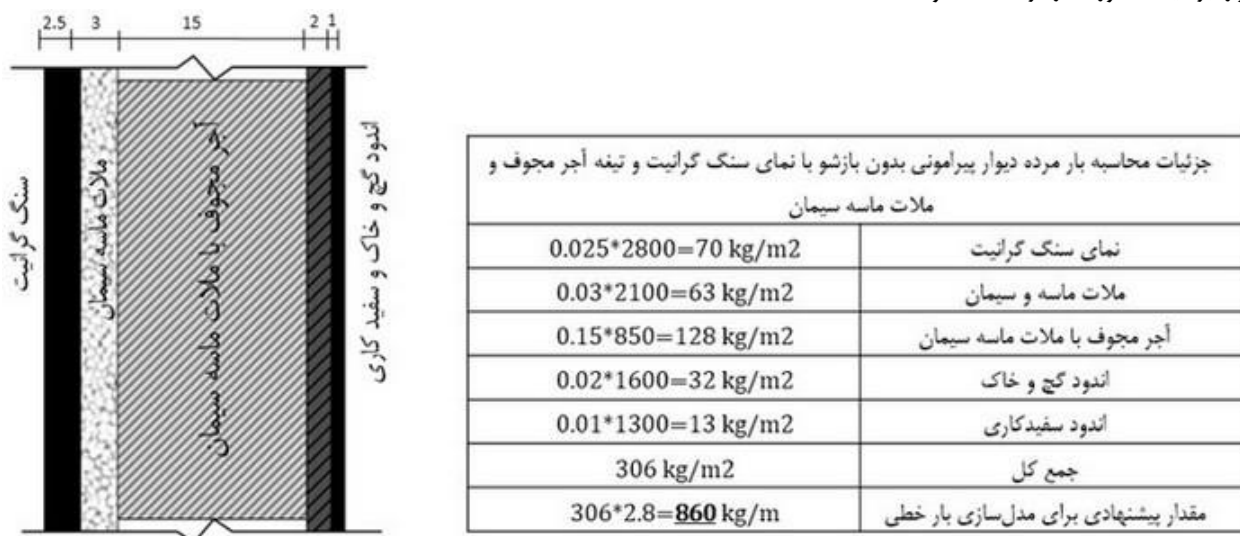
؟ اگر دیواری به دلیل وجود همسایه قابلیت نمakاری را نداشته باشد آیا باید در طراحی، دیوار را نما دار فرض کنیم یا بدون

نما؟ یا به عبارت دیگر با پلاستر ملات ماسه سیمان فرض کنیم یا بدون هیچ گونه پلاستری؟

در جواب باید گفته شود که حتی اگر سازه همسایه هم وجود داشته باشد با کمی آینده نگری این احتمال وجود دارد که همسایه بخواهد ساختمان خود را دوباره بسازد و به محض تخریب، این وظیفه ساکنین است که پلاستر ماسه سیمان را برای ساختمان خود اجرا کنند؛ پس شاید در ابتدا بدون پلاستر باشد اما چون احتمال می‌رود که در آینده شرایط طوری باشد که بر روی دیوار پلاستر ایجاد کنند کار معقولانه این است که پلاستر را در نظر بگیریم و اگر در طول سال های سرویس دهی ساختمان، همسایه اقدامی برای نوسازی نکند، طراحی ما در جهت اطمینان بوده است و ضرری نکرده ایم. اگر به برنامه دراز مدت شهرداری هم بتوانیم دسترسی داشته باشیم و بفهمیم که قرار است فرضاً قسمتی از زمین همسایه عقب نشینی کند و ساکنین برای زیبا سازی باید بعداً نما کاری انجام دهند پس به جای پلاستر می‌توانیم دیوار را نما دار فرض کنیم.

2.4. بارگذاری دیوار پیرامونی نما دار با نمای سنگ گرانیت و تیغه آجر مجوف و ملات ماسه سیمان

دیواری که در اینجا بررسی می کنیم با نمای گرانیتی و بدون بازشو است، که تیغه دیوار از آجر مجوف و ملات ماسه سیمان ساخته شده است. در این دیوار آجر مجوف تاثیر بسزایی در کاهش وزن در واحد طول دیوار دارد و همانطور که دیده می شود به مقدار ۸۶۰ کیلوگرم بر متر می رسیم، اما این تیپ دیوار نیز باید به صورت بار مرده لحاظ شود.

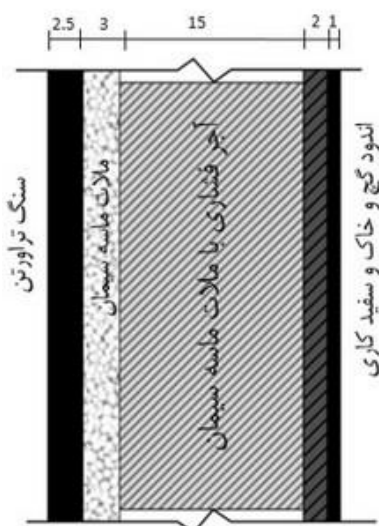


شکل ۳ نمونه بارگذاری برای یک دیوار پیرامونی نما دار و بدون بازشو

اگر این تیپ دیوار در داخل ساختمان به کار رود و در دو طرف آن از اندود گچ و خاک و سفید کاری استفاده شود، آیا مقدارش برابر ۶۱۰ کیلوگرم بر متر خواهد شد یا خیر؟ این موضوع را به عنوان تمرین بررسی کنید.

3.4. بارگذاری دیوار پیرامونی ساختمان دارای بازشو با نمای سنگ تراورتن و تیغه آجر فشاری و ملات ماسه سیمان

در این بارگذاری دیوار، ضمن استفاده از آجر فشاری و ملات ماسه سیمان، ضریب مربوط به لحاظ کردن اثر بازشو را هم آورده ایم. این ضریب به صورت تجربی برابر با ۰,۷ در نظر گرفته می شود، یعنی فرض می شود که دیوار دارای ۳۰ درصد بازشو است. ولی اگر می توانید مقدار و محل دقیق اثر بازشو را از پیش بدانید، خواهید توانست محاسبات مربوط به آن را انجام دهید و به ضریب ۰,۷ اکتفا نکنید. با وجود اعمال ۳۰ درصد بازشو، وزن دیوار موردنظر در زیر به ۸۷۰ کیلو گرم بر متر می رسد.



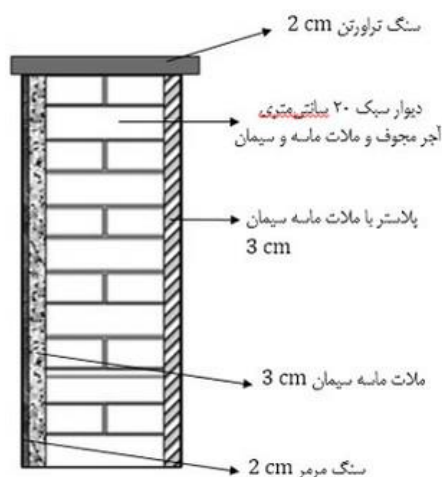
جزئیات محاسبه بار مرده دیوار پیرامونی دارای بازشو با نمای سنگ تراورتن با تیغه آجر فشاری و مالت ماسه سیمان	
0.025*2400=60 kg/m ²	نمای سنگ تراورتن
0.03*2100=63 kg/m ²	مالت ماسه و سیمان
0.15*1850=278 kg/m ²	آجر فشاری یا مالت ماسه سیمان
0.02*1600=32 kg/m ²	اندود گچ و خاک
0.01*1300=13 kg/m ²	اندود سفیدکاری
446 kg/m ²	جمع کل
446*2.8*(1-0.3)=870 kg/m	مقدار پیشنهادی برای مدل سازی بار خطی

شکل ۴ نمونه بارگذاری برای یک دیوار پیرامونی نمادار و با بازشو

این تیپ دیوار ها را باید به صورت خطی و تحت الگوی بار مرده در ایتبس وارد کرد اما یک مورد خیلی خاص برای مدل کردن پیش می آید، گاهی اوقات قرار است که دیوار در وسط سقف کشیده شود و هیچ تیری در زیر سقف نیست که بتوانید بار خطی دیوار را بر روی آن اعمال کنید، به نظر شما نحوه برخورد با این موضوع چگونه است؟

4.4. بارگذاری دیوار جان پناه ساختمان با نمای سنگ مرمر و تیغه آجر مجوف و مالت ماسه سیمان

در آخر مقطع دیوار جان پناه را می بینیم که کاملاً مشابه با سایر دیوار ها می باشد ولی در بالای دیوار یک سنگ به عنوان قرنیز برای پایان کار قرار می دهند. قرنیز یا درپوش به پلاک های آجری، بتنی یا سیمانی گفته می شود که برای جلوگیری از نفوذ آب باران و رطوبت در پای دیوار ها استفاده می شود. محل مصرف قرنیز در پایین دیوار، روی دیوارها و روی جان پناه پشت بام است. در دیوار جان پناه زیر از سنگ تراورتن استفاده شده است که عرض آن ۳۵ سانتی متر فرض شده است. تنها نکته محاسباتی که دارد این است که این سنگ فوقانی ربطی به ارتفاع دیوار جان پناه که ۸۵ سانتی متر در نظر گرفتیم ندارد و نیازی نیست در ارتفاع جان پناه ضرب شود. این موضوع از واحد های به کار برده شده برای اجزای دیوار قابل درک است، در مجموع بار خطی این دیوار برای جان پناه، برابر ۳۱۰ کیلو گرم بر متر می شود.



جزئیات محاسبه بار مرده دیوار جان پناه با نمای مرمر و تیغه آجر مجوف و مالت ماسه سیمان	
0.02*2700=54 kg/m ²	نمای سنگ مرمر
0.03*2100=63 kg/m ²	مالت ماسه و سیمان
0.2*850=170 kg/m ²	آجر مجوف یا مالت ماسه و سیمان
0.03*2100=63 kg/m ²	پلاستر یا مالت ماسه و سیمان
0.35*0.02*2400=17 kg/m	سنگ فوقانی تراورتن
(54+63+170+63)*0.85+17=314 kg/m	جمع کل برای ۸۵ سانتی متر ارتفاع جان پناه
310 kg/m	مقدار پیشنهادی برای مدل سازی

شکل ۵ نمونه دیوار جان پناه

• اجرای دیوار و اثر آن بر سازه

در زیر چند سوال مطرح شده است و حول این موضوع می گردد که آیا دیوار را به اعضای اصلی سازه وصل کنیم یا نه؟

- آیا بهتر است دیوار به اعضای اصلی چون ستون و تیر فوقانی تکیه داده باشد (دیوار میانقابی)، یا فاصله مناسبی را داشته باشد؟
- در صورت اجرای دیوار میانقابی، این دیوار چه تاثیری بر رفتار سازه می گذارد؟
- فروریزش دیوار در هر دو حالت اجرای آن (میان قابی و غیرمیان قابی) از چه نیروهای نشأت می گیرد؟
- در صورت اجرای دیوار غیرمیانقابی، برای مهار کردن آن چه باید کرد؟
- آیا اجرای وال پست الزامی است؟

استاندارد ۲۸۰۰ برای اجرای میان قاب اثرش را در دوره تناوب سازه دیده است و می دانیم که به دلیل افزایش سختی می

تواند باعث کاهش زمان تناوب سازه شود. نکته ای که هست این است که اگر چیدمان دیوارها در پلان و یا حتی در ارتفاع منظم نباشد و ما

در ایتبس اثر آن را ندیده باشیم، در واقع نامنظمی در پلان و نامنظمی ارتفاع سازه را نادیده گرفته ایم که می تواند موجب پدیده هایی مانند پیچش

شدید، ستون کوتاه و یا حتی طبقه نرم شود.

دقت شود که این نامنظمی با نامنظمی مربوط به خصوصیات کالبدی سازه که در استاندارد ۲۸۰۰ آمده است، اشتباه گرفته نشود؛ چرا که آنجا دسته بندی بر اساس سیستم باربر جانبی می باشد و این دیوارها سیستم باربر ما نیستند.

پیشنهاد این است که در صورت عدم توانایی در مدلسازی صحیح دیوار میان قاب در ایتبس، راحت ترین کار این است که دیوارها به اعضای اصلی سازه (ستون های اطراف و تیر فوقانی) اتصالی نداشته باشد و بگذاریم سازه رفتار خودش را داشته باشد.

حال نگاهی موشکافانه بر روی عملکرد دیوار و نیروهای وارد به آن که منجر به فرو ریزش آن می شوند داشته باشیم.

1.5. دیوار میانقاب و تاثیر آن بر روی سازه

اگر دیوار به صورت میانقابی اجرا شود، در هنگام وقوع زلزله در جهت موازی با دیوار، از طرف قاب، فشار خیلی زیادی وارد می شود که می تواند منجر به کمناش قاب، ترکیدن و حتی پرت شدن قسمت هایی از دیوار به اطراف شود و اگر در راستای عمود بر صفحه دیوار زلزله بیاید باز هم تحت تاثیر شتاب طبقه قرار خواهد گرفت و می تواند از قاب خارج شود. بدترین حالت هم این است که نمی دانیم زلزله از کدام جهت می آید و احتمال این هست که ترکیبی از دو حالت فوق باشد، پس دیوار به دلیل وزن بالا قطعا یک خطر برای سلامت انسان خواهد بود.

2.5. دیوار غیر میانقاب و تاثیر آن بر روی سازه

اگر دیوار را به صورت غیر میان قابی اجرا کنیم، به دلیل فاصله حساب شده برای عدم برخورد قاب ساختمان به دیوار، در راستای دیوار هیچ نیروی فشاری دیوار را تحت تاثیر قرار نمی دهد و اگر زلزله عمود بر راستای دیوار بیاید می تواند آن را از داخل قاب همچنان به سمتی پرتاب کند. در هر دو حالت فوق یک راه حل اساسی که می تواند از حرکت دیوار در جهت خروج از صفحه دیوار جلوگیری کند، این است که از وال پست استفاده شود، یعنی استحکام دیوار در جهت حرکت جانبی با نبشی ها یا سپری های افقی و قائم تامین شود. در حالت اول که دیوار میان قابی بود، به دلیل نیروی شدید کمناش خروج از صفحه، این نبشی و سپری ها خیلی قوی باید طراحی شوند. ولی در حالت دوم که دیوار غیر میان قابی بود نیروی کمتری

برای طراحی نبشی و سپری ها به دست می آید. پس به دلیل طراحی سبک تر چنین اعضایی که غیر سازه ای هستند و همچنین جلوگیری از پیچش شدید، ستون کوتاه و یا طبقه نرم پیشنهاد اکید این است که دیوار ها به صورت غیر میان قابی اجرا شوند و در پروسه طراحی و اجرا این مدل الزام شود.



شکل ۶ ساخت به روش دیوار غیر میانقاب

دکتر صادق معرفت از تجربیات و مشاهداتی که از زلزله بم داشتند چنین نقل می کردند که، بعضا مشاهده می شد که سازه حتی برای بار جانبی هم طراحی نشده بود و هیچ المانی برای مهار بار جانبی وجود نداشت، اما به دلیل وجود دیوار های میان قابی کاملا منظم، که سختی خوبی از خود نشان داده بودند، سازه دچار فروریزش نشده بود. در یک مورد هم که دیوار پیرامونی آجری، در نمایشگاه مبل وجود نداشت و به جای آن دیوار شیشه ای کار کرده بودند، طبقه نرم ایجاد شده بود و نمایشگاه مبل به صورت کامل بین طبقات زیرین و فوقانی پرس شده بود. از طرفی همراه با تیم اعزامی برای بازدید از زلزله سرپل، به عینه مشاهده شد که بسیاری از دیوار های منازل به بیرون از قاب واژگون شده بودند. این در حالی بود که قاب ساختمانی آسیب جزئی دیده بود و همانطور که مشاهده می شود دلیل اصلی آن عدم اجرای وال پست در سازه بوده است. زیرا در نزدیکی همین منطقه ساختمانی دیده می شد که وال پست داشت و تمام دیوارهای آن کاملا سالم و بدون آسیب جدی باقی مانده بود. مطمئن باشید که تمام سازه ها برای بار ثقیلی، سالیان سال و بدون مشکل جواب گو خواهند بود ولی عملکرد اصلی آنها در هنگام زلزله مشخص می شود که با رعایت این گونه نکات کوچک ولی پراهمیت، می توانید عملکرد سازه را به عالی ترین حد خودش برسانید.

بار معادل تیغه بندی؛ محاسبه و نحوه اعمال بار معادل تیغه بندی در ایتبس

همانطور که می دانید تیغه های داخلی ساختمان در طول مدت بهره برداری، توسط ساکنین و استفاده کنندگان قابل جابجایی بوده و همین امر ممکن است محاسبات طراحی سازه را بر هم بزند. بنابراین مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۱۳۹۸، با در نظر گرفتن این مسئله و میزان باری که با توجه به جزئیات این تیغه ها ایجاد می شود، ضوابطی را مشخص کرده است که در ادامه به آن ها می پردازیم.

1. ضوابط مربوط به بار دیوارهای داخلی و تیغه بندی

همان طور که می دانیم برای جداسازی فضاهای داخلی ساختمان از انواع تیغه و جداکننده استفاده می نماییم. بار مربوط به تیغه بندی معمولاً از نظر مقدار، ثابت بوده و تنها ممکن است در طول زمان، محل آن جابه جا شود. به خصوص در کاربری اداری، امکان جابجایی تیغه های داخلی بیشتر است. سوالی که مطرح می شود این است که بار تیغه ها و دیوارها جزو بارهای مرده محسوب می شود یا بار زنده و چگونه باید به سازه اعمال شود؟ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ضوابط خاصی را برای این سوال ارائه نموده است که در ادامه تشریح می نماییم.

2. انواع دیوار بر اساس وزن

مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۱۳۹۸، بار تیغه ها و دیوارها را بر اساس وزن یک مترمربع سطح آنها به شکل زیر تقسیم بندی نموده است:

- 1- دیوار سنگین: به دیوارهایی اطلاق می شود که وزن یک مترمربع آن از ۲۰۰ کیلوگرم بر مترمربع بیشتر باشد.
 - 2- دیوار متوسط (نیمه سنگین): به دیوارهایی اطلاق می شود که وزن یک مترمربع آن بین ۱۰۰ الی ۲۰۰ کیلوگرم بر مترمربع بیشتر باشد.
 - 3- دیوار متوسط (نیمه سبک): به دیوارهایی اطلاق می شود که وزن یک مترمربع آن بین ۴۰ الی ۱۰۰ کیلوگرم بر مترمربع بیشتر باشد.
 - 4- دیوار سبک: به دیوارهایی اطلاق می شود که وزن یک مترمربع آن از ۴۰ کیلوگرم بر مترمربع کمتر باشد.
- بر اساس بند ۳-۳-۶ تمام تیغه ها و دیوارهای با وزن بیشتر از ۱ کیلومیوتن بر مترمربع (۱۰۰ کیلوگرم بر مترمربع)، به عنوان بار مرده در محاسبات سازه منظور میشوند و بر اساس بند ۲-۲-۵، در ساختمانهای اداری یا کاربری هایی که احتمال جابجایی تیغه ها در مدت بهره برداری وجود دارد، بار تیغه های داخلی کمتر یا مساوی ۱ کیلومیوتن بر مترمربع به عنوان بار زنده در نظر گرفته میشود.
- در صورتی که بر اساس ضوابط مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۱۳۹۸، بار تیغه های داخلی جزو بارهای زنده محسوب شود، ماهیت آن با سایر بارهای زنده متفاوت خواهد بود زیرا سایر بارهای زنده به صورت ممتد و مداوم به سازه اعمال نمی شوند.

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 یا 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.

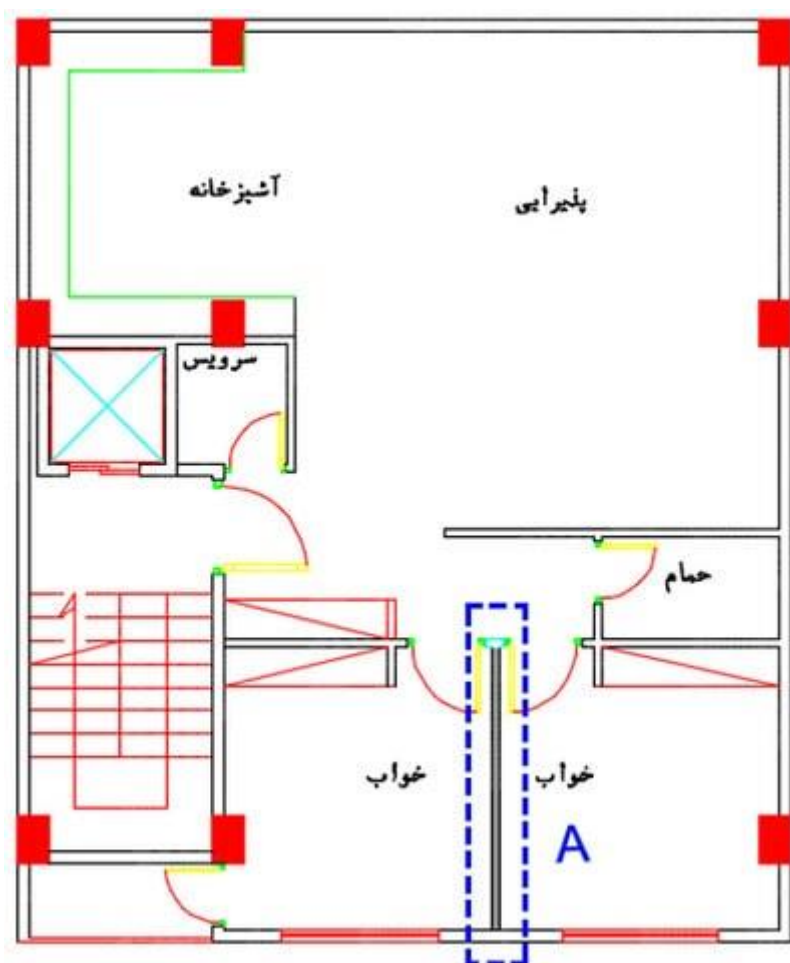
۲-۲-۵-۶ ضوابط مربوط به جداکننده‌ها

در ساختمان‌های اداری یا سایر ساختمان‌هایی که در آن‌ها احتمال استفاده از جداکننده‌های داخلی با وزن هر مترمربع ۱ کیلونیوتن بر مترمربع، یا با 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.



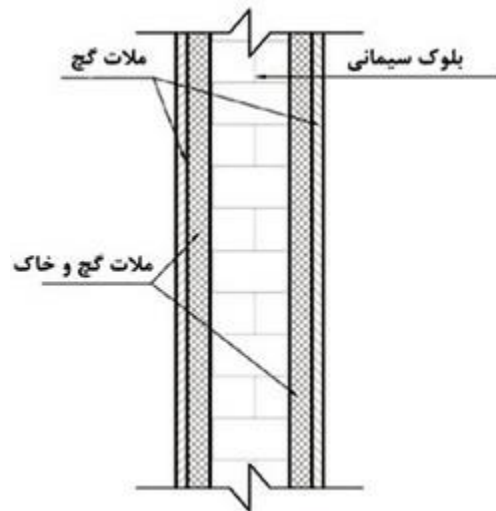
1.2. دیوار سنگین

اگر وزن یک مترمربع دیوار بیشتر از ۲۰۰ کیلوگرم بر مترمربع باشد آنگاه بار دیوار به عنوان بار مرده و در جای خود به صورت خطی به کف اعمال می شود. برای مثال پلان زیر را در نظر می گیریم.



شکل ۱ پلان فرضی سازه

فرض می‌کنیم با توجه به پلان، جزئیات بارگذاری دیوار A که با خطچین مشخص شده است، به شرح زیر باشد:



شکل ۲ نمای شماتیک دیوار سنگین

وزن واحد سطح (کیلوگرم بر مترمربع)	ضخامت (سانتیمتر)	وزن واحد حجم (کیلوگرم بر مترمکعب)	جزئیات
48	3	1600	مالات گچ و خاک
26	2	1300	مالات گچ
150	15	900 تا 1300	بلوک سیمانی
224			مجموع

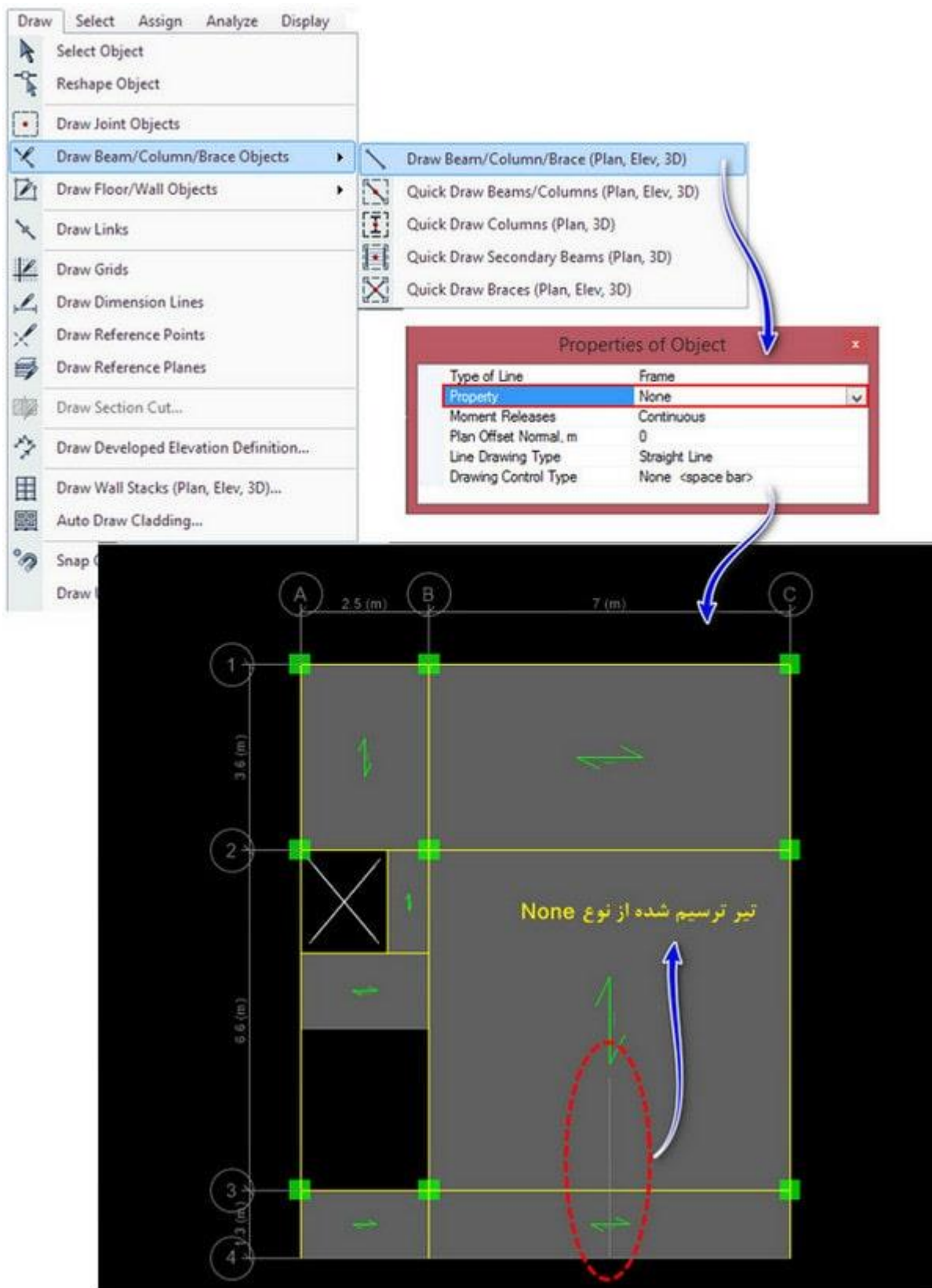
جدول ۱ جزئیات بارگذاری دیوار بر اساس جدول شماره پ ۶-۲-۲ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۱۳۹۸

با توجه به اینکه وزن یک متر سطح دیوار A بیشتر از ۲۰۰ کیلوگرم بر مترمربع شده است، لذا بار مرده باید به صورت خطی در جای خود اعمال شود. اگر ارتفاع دیوار را ۲/۹ متر در نظر بگیریم، بار خطی دیوار برابر است با:

$$q_D = 224 \text{ kg/m}^2 \times 2.9 \text{ m} = 649.6 = 650 \text{ kg/m}$$

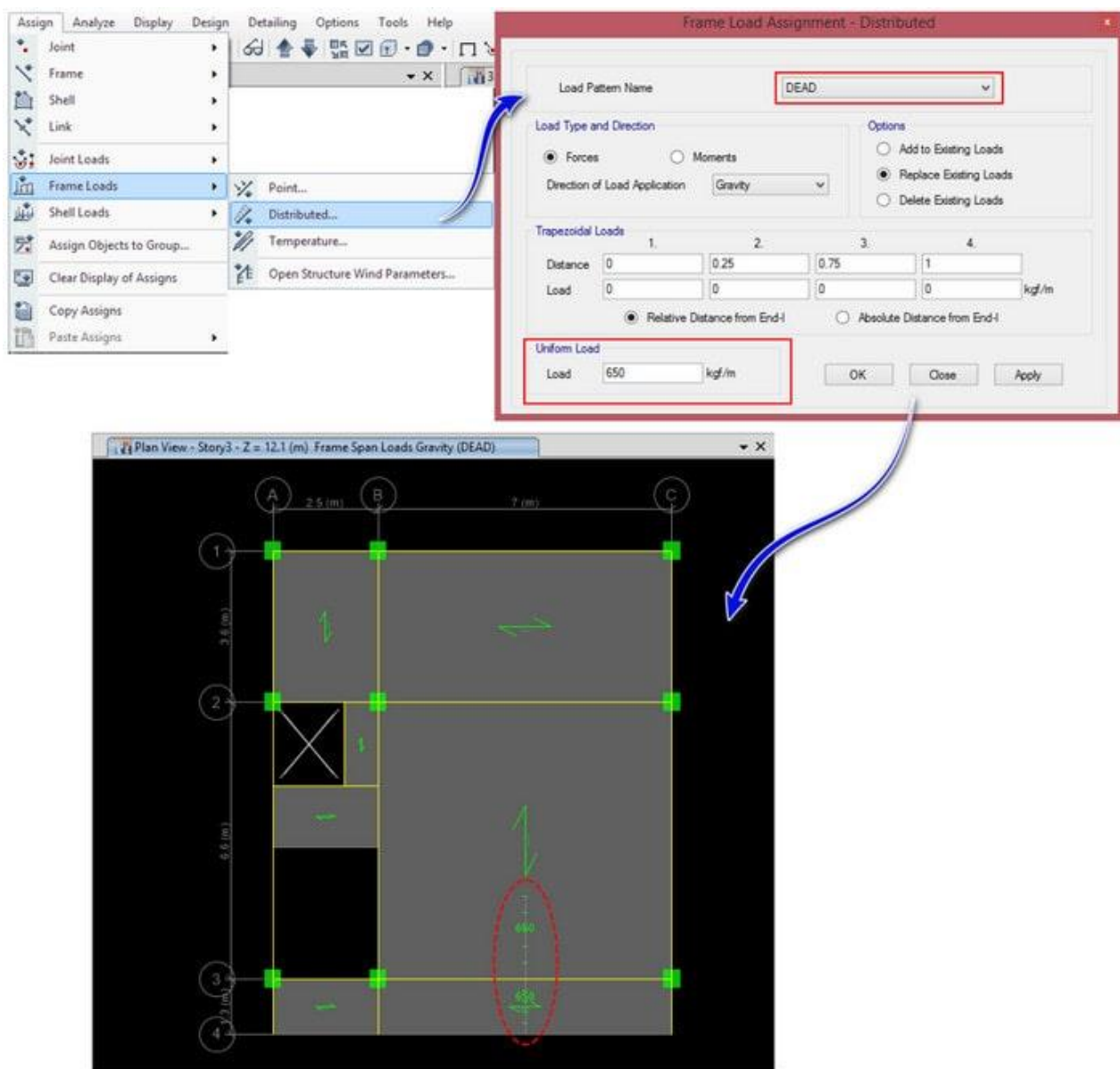
1.1.2. اعمال بار دیوار سنگین در Etabs

ابتدا در محل دیوار در طبقاتی که دیوار A وجود دارد (طبقات مسکونی) یک تیر از نوع None مطابق روند زیر ترسیم می‌کنیم.



شکل ۳ ترسیم تیر None جهت اعمال بار خطی دیوار در Etabs

حال تیرهای ترسیم شده از نوع None را انتخاب کرده و از مسیر زیر بار مرده ۶۵۰ کیلوگرم بر مترمربع را به آنها اعمال می‌کنیم.



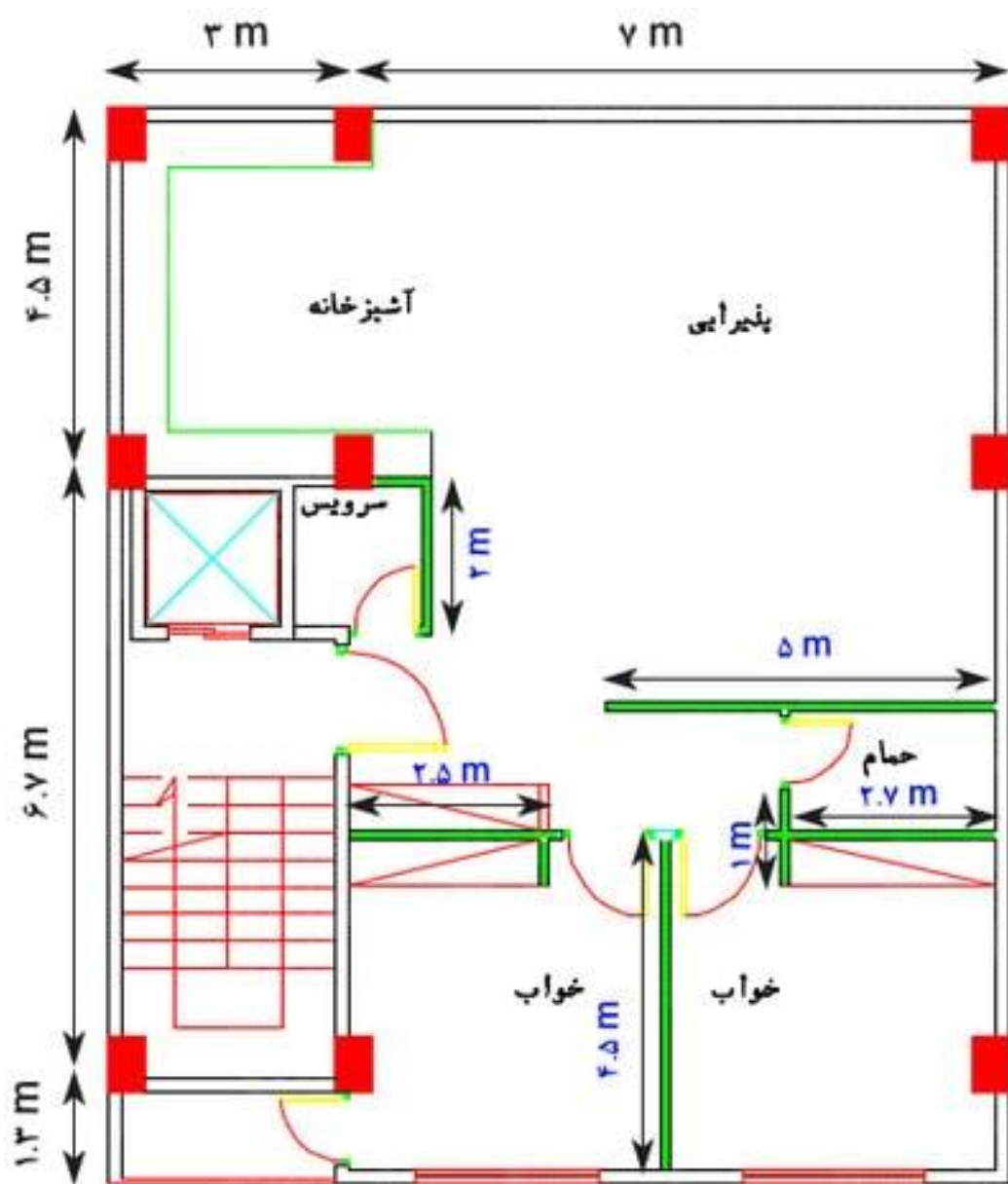
شکل ۴ اعمال بار خطی دیوار در جای خود در Etabs

2.2. دیوار متوسط (نیمه سنگین)

اگر وزن یک مترمربع از دیوار بین ۱۰۰ الی ۲۰۰ کیلوگرم بر مترمربع باشد، آنگاه باید بار معادل تیغه‌ها محاسبه شود و به صورت بار مرده به کف های موردنظر اعمال شود؛ لازم به ذکر است که حداقل این بار مرده معادل ۱۰۰ کیلوگرم بر مترمربع است.

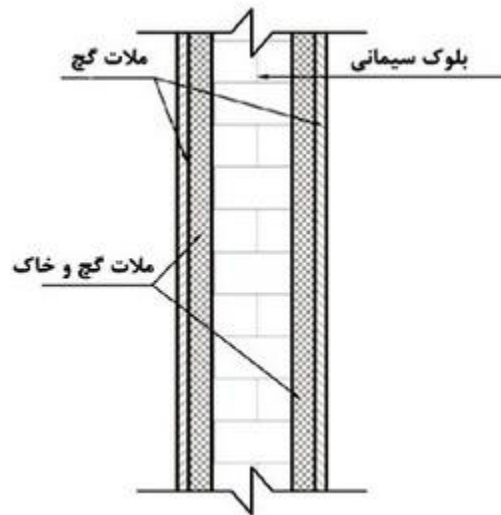
نکته: تقریباً وزن هر مترمربع سطح تیغه‌های متعارف در سازه‌های مسکونی در ایران از این نوع می‌باشد و طراحان سازه از این بند بیشتر استفاده مینمایند.

مثال ۱: پلان زیر را در نظر می‌گیریم.



شکل ۵ پلان فرضی سازه

فرض می‌کنیم با توجه به پلان، جزئیات بارگذاری دیوارهای داخلی (دیوارهای سبزرنگ) به شرح زیر باشد:



شکل ۶ نمای شماتیک دیوار متوسط (نیمه سنگین)

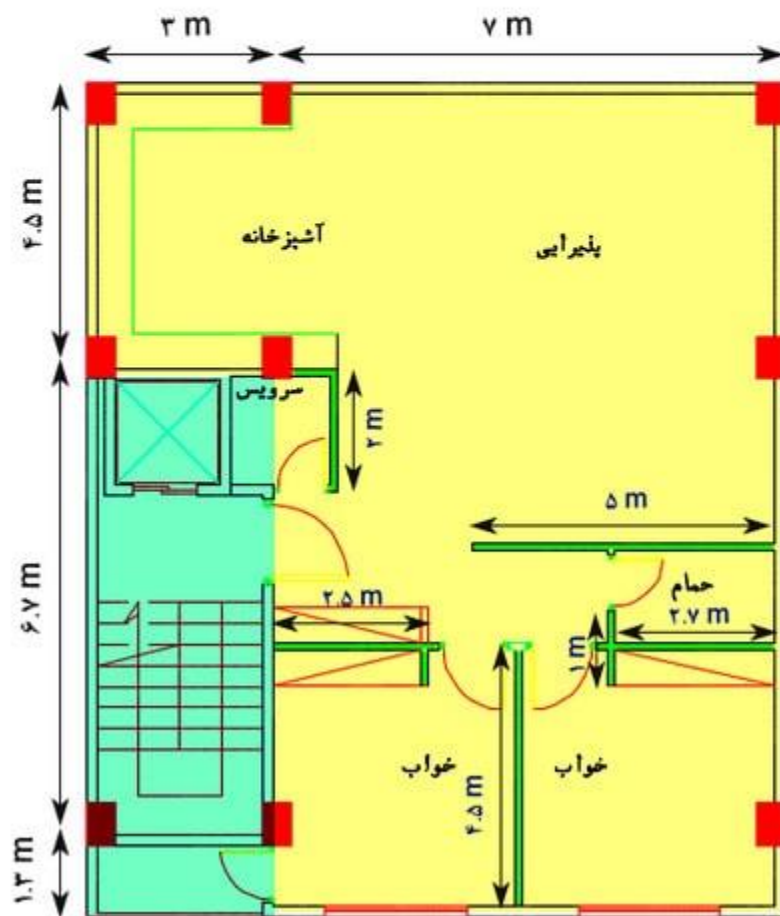
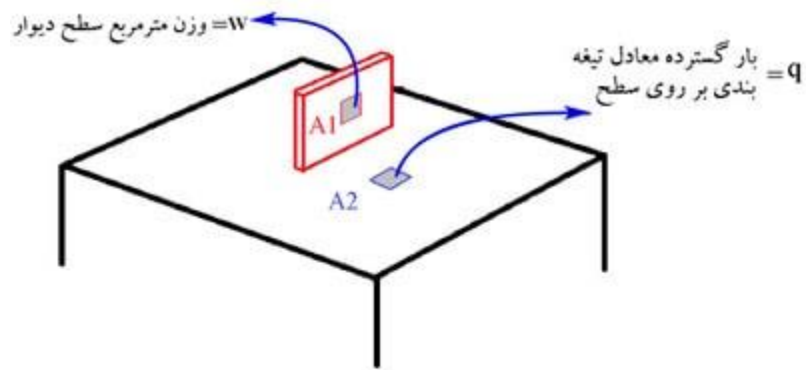
وزن واحد سطح (کیلوگرم بر مترمربع)	ضخامت (سانتی‌متر)	وزن واحد حجم (کیلوگرم بر مترمکعب)	جزئیات
48	3	1600	ملاک گچ و خاک
26	2	1300	ملاک گچ
100	10	900 تا 1300	بلوک سیمانی
174			مجموع

جدول ۲ جزئیات بارگذاری دیوار بر اساس جدول شماره پ ۶-۲-۲ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۱۳۹۸

تذکر: تفاوت این دیوار با دیوار سنگین در ضخامت بلوک سیمانی و ملاک ها می‌باشد.

با توجه به اینکه وزن یک متر سطح دیوارهای داخلی (سبزرنگ) بین ۱۰۰ الی ۲۰۰ کیلوگرم بر مترمربع است لذا باید بار معادل تیغه‌ها را محاسبه کنیم.

1.2.2. محاسبه بار مرده معادل تیغه‌ها



شکل ۷ تعیین مساحت موردنظر برای محاسبه بار معادل تیغه بندی

$$q = (W \times A_1) / A_2$$

W : وزن یک مترمربع دیوارهای داخلی (سبزرنگ)

A_1 : مساحت دیوارهای داخلی (سبزرنگ) که برابر است با طول دیوارهای داخلی ضرب در ارتفاع دیوار (ارتفاع طبقه)

A_2 : مساحت کف ساختمان که برابر است با مساحت ساختمان منهای مساحت راهپله و بالکن (قسمت زردرنگ در شکل)

$$W = 174 \text{ kg/m}^2$$

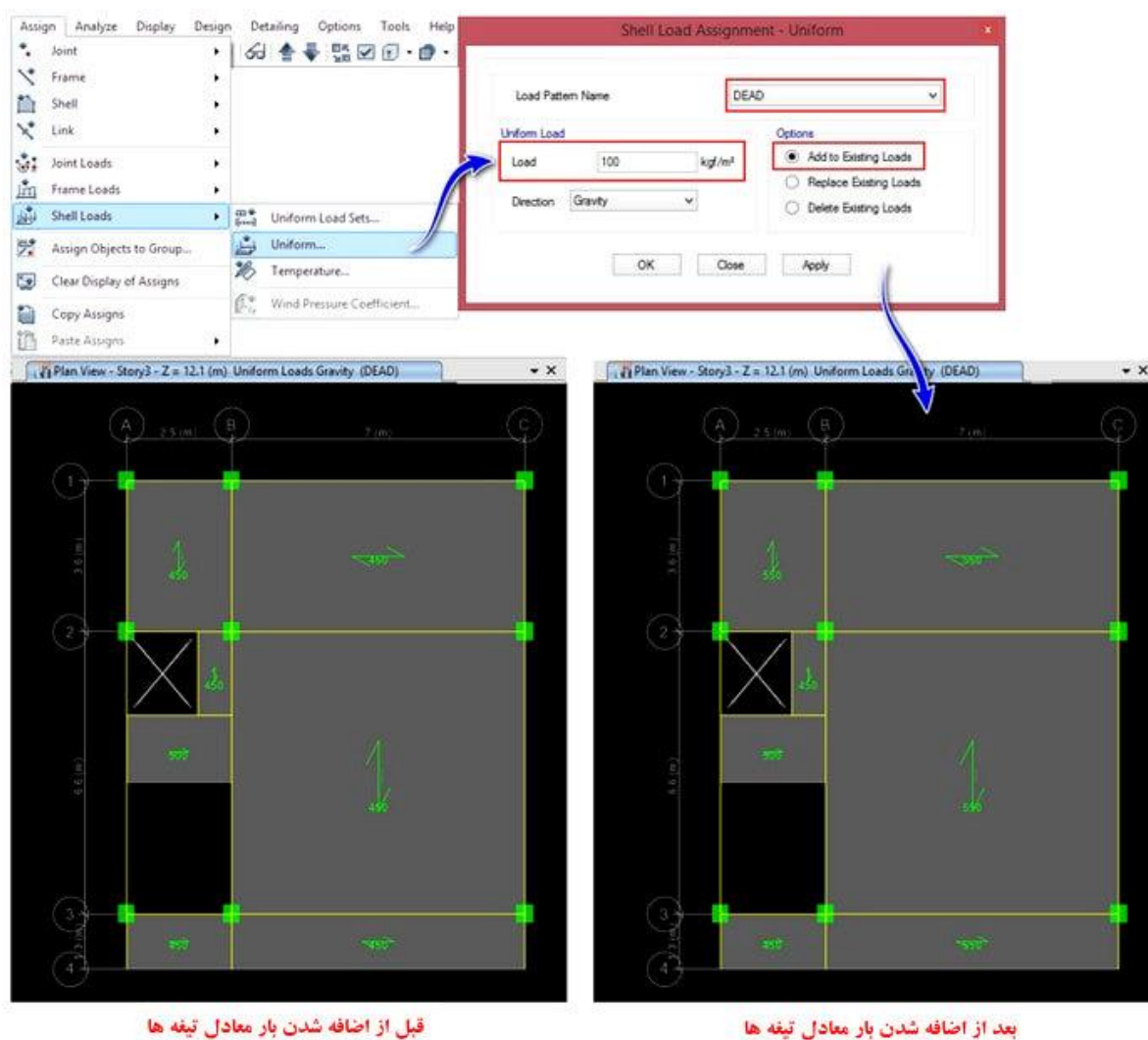
$$A_1 = (5 + 4.5 + 2.7 + 2.5 + 2 + 1) \times 3 = 53.1 \text{ m}^2$$

$$A_2 = (10 \times 12.5) - (3 \times 8) = 125 - 24 = 101 \text{ m}^2$$

$$q_D = (174 \times 53.1) / 101 = 91.48 \text{ kg/m}^2 < 100 \text{ kg/m}^2 \rightarrow q_D = 100 \text{ kg/m}^2$$

2.2.2 اعمال بار دیوار متوسط (نیمه سنگین) در Etabs.

ابتدا کف های موردنظر (طبقات مسکونی) را انتخاب کرده، سپس از مسیر زیر بار مرده معادل تیغه ها را که برابر ۱۰۰ کیلوگرم بر مترمربع به دست آمده به بار مرده کف ها اضافه می کنیم.



شکل ۸ اضافه کردن بار مرده معادل تیغه بندی به بار مرده کف ها در Etabs

3.2 دیوار متوسط (نیمه سبک)

اگر وزن یک مترمربع از دیوار بین ۴۰ الی ۱۰۰ کیلوگرم بر مترمربع باشد آنگاه باید بار معادل تیغه ها محاسبه شود و به صورت بار زنده به کف های موردنظر اعمال شود؛ لازم به ذکر است که این بار زنده حداقل باید ۱۰۰ کیلوگرم بر مترمربع باشد.

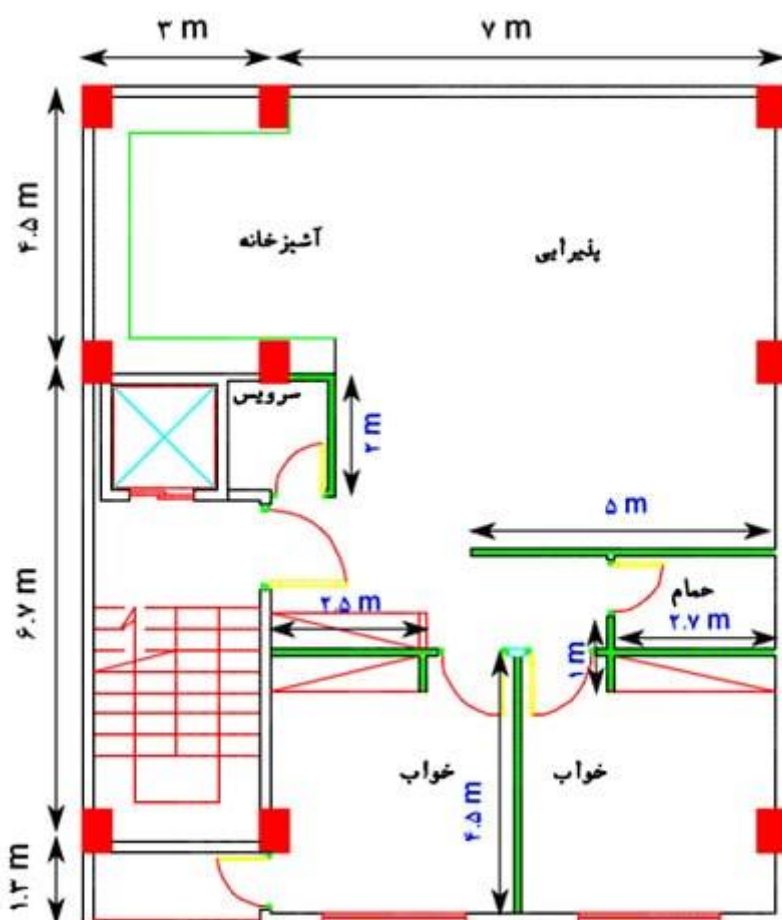
نکته: طبق استثناء بند ۶-۵-۲ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۱۳۹۸، اگر بار زنده کف ساختمان (متناسب با نوع کاربری) بیشتر از ۴۰۰ کیلوگرم بر مترمربع باشد، نیازی به در نظر گرفتن بار زنده دیوار نیست.

نکته: اگر دیوارهای داخلی و تیغه بندی در پلان معماری سازه نشان داده نشده بود باید باری معادل ۱۰۰ کیلوگرم بر مترمربع به صورت زنده به کف ها اعمال شود زیرا امکان دارد که در اجرا دیوار اضافه شود.

معادل وزن جداکننده ها و تیغه ها بر کف را نباید کمتر از ۱ کیلو نیوتن بر مترمربع منظور نمود. بار گسترده معادل جداکننده ها در محاسبات جزو بار زنده محسوب می گردند اما در تعیین نیروی زلزله این بارها باید در محاسبه وزن مؤثر لرزه ای به بار مرده اضافه شوند.

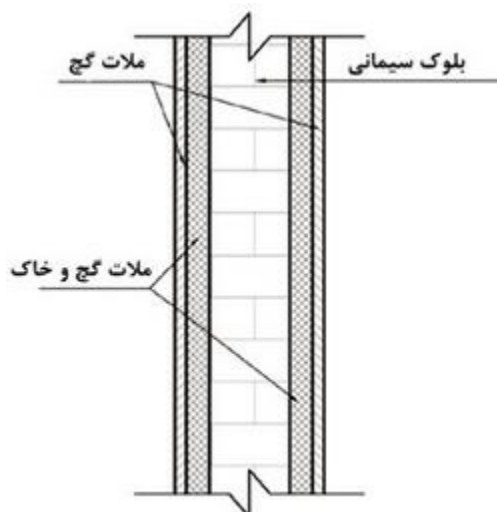
استثناء: اگر حداقل بار زنده، L_o ، از ۴ کیلو نیوتن بر مترمربع بیشتر باشد، نیازی به در نظر گرفتن بار زنده جدا کننده ها نیست.

مثال ۲: پلان زیر را در نظر می گیریم.



شکل ۹ پلان فرضی سازه

فرض می‌کنیم با توجه به پلان، جزئیات بارگذاری دیوارهای داخلی (دیوارهای سبزرنگ) به شرح زیر باشد:



شکل ۱۰ نمای شماتیک دیوار متوسط (نیمه سبک)

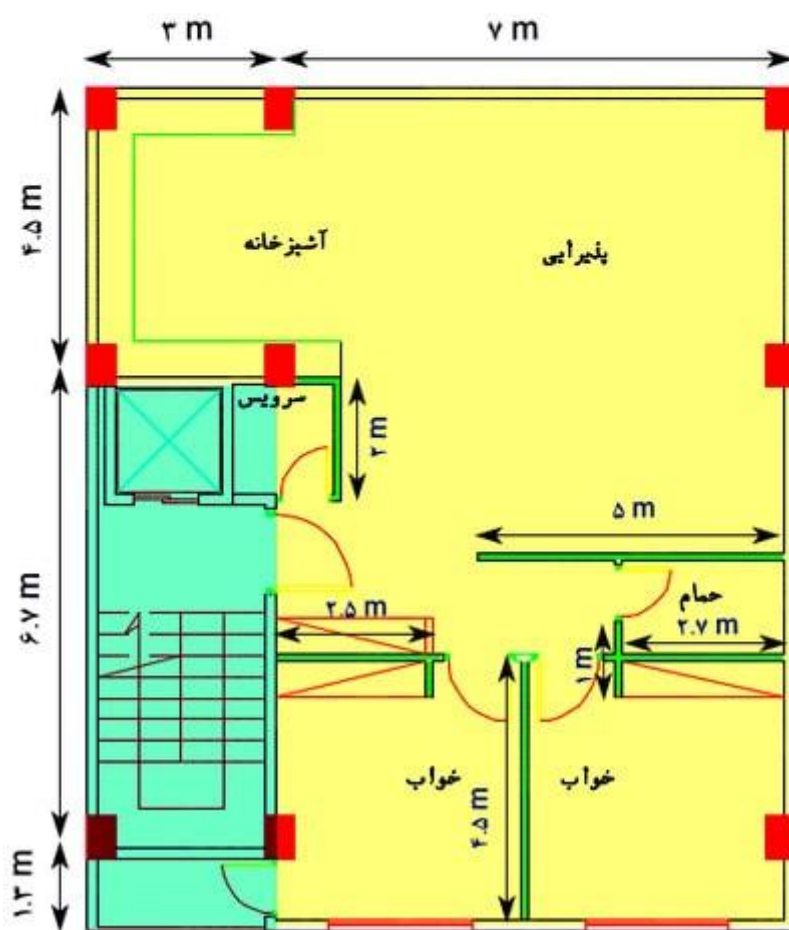
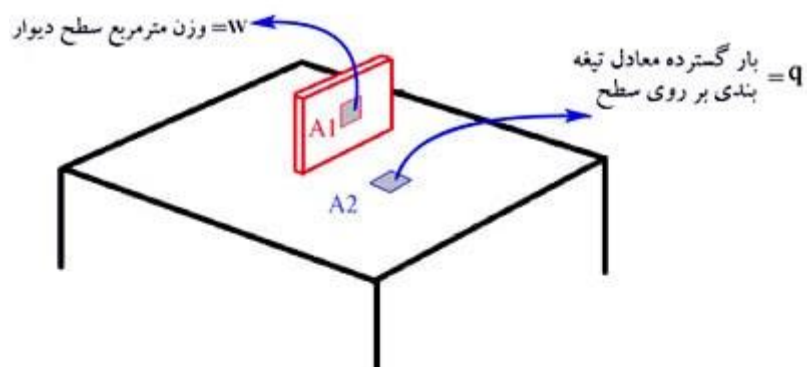
وزن واحد سطح (کیلوگرم بر مترمربع)	ضخامت (سانتی‌متر)	وزن واحد حجم (کیلوگرم بر مترمکعب)	جزئیات
32	2	1600	ملات گچ و خاک
13	1	1300	ملات گچ
50	5	900 تا 1300	بلوک سیمانی
95			مجموع

جدول ۳ جزئیات بارگذاری دیوار بر اساس جدول شماره پ ۶-۲-۲ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۱۳۹۸

تذکر: تفاوت این دیوار با دیوارهای قبلی در ضخامت بلوک سیمانی و ملات‌ها می‌باشد.

با توجه به اینکه وزن یک متر سطح دیوارهای داخلی (سبزرنگ) بین ۴۰ الی ۱۰۰ کیلوگرم بر مترمربع است، لذا باید بار زنده معادل تیغه‌ها را محاسبه کنیم.

1.3.2. محاسبه بار زنده معادل تیغه‌ها



شکل ۱۱ تعیین مساحت موردنظر برای محاسبه بار زنده معادل تیغه بندی

$$q = (W \times A_1) / A_2$$

W : وزن یک مترمربع دیوارهای داخلی (سبزرنگ)

A_1 : مساحت دیوارهای داخلی (سبزرنگ) که برابر است با طول دیوارهای داخلی ضرب در ارتفاع دیوار (ارتفاع طبقه)

A_2 : مساحت کف ساختمان که برابر است با مساحت ساختمان منهای مساحت راه‌پله و بالکن (قسمت زرد رنگ در شکل):

$$W=95 \text{ kg/m}^2$$

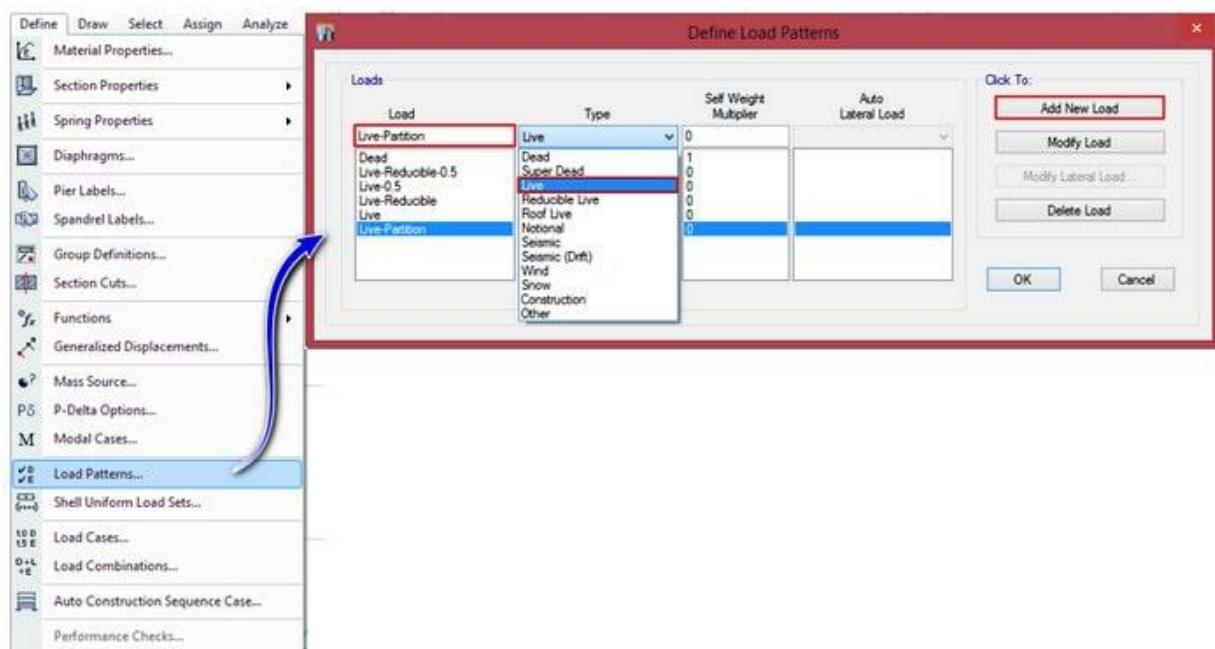
$$A_1=(5+4.5+2.7+2.5+2+1)\times 3=53.1 \text{ m}^2$$

$$A_2=(10\times 12.5)-(3\times 8)=125-24=101 \text{ m}^2$$

$$q_L=(95\times 53.1)/101=49.94 \text{ kg/m}^2 < 100 \text{ kg/m}^2 \rightarrow q_L=100 \text{ kg/m}^2$$

2.3.2. اعمال بار دیوار متوسط (نیمه سبک) در Etabs

ابتدا یک بار زنده برای تیغه‌ها تعریف می‌کنیم.

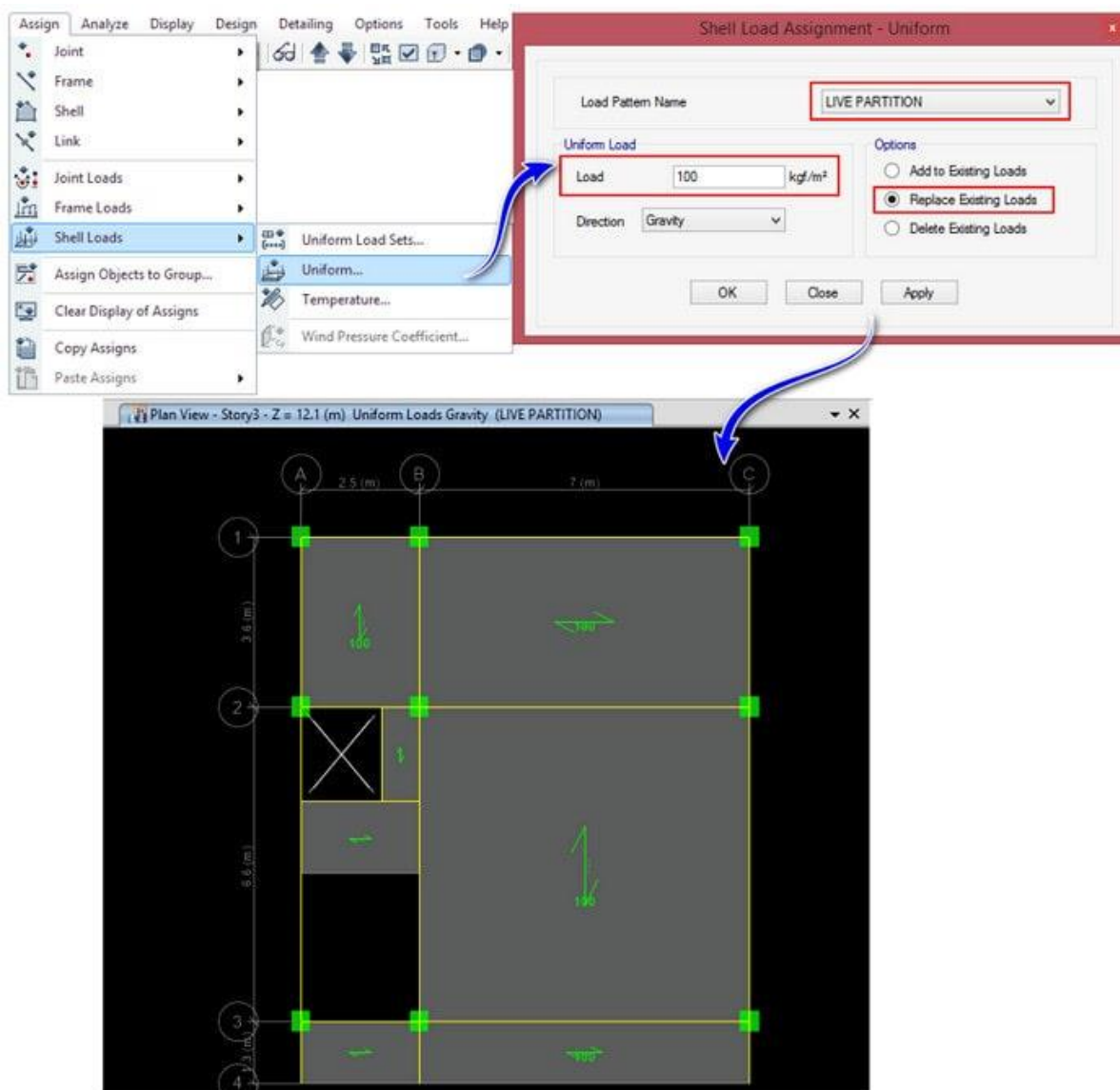


شکل ۱۲ تعریف بار زنده Live Partition در ایتبس

سپس کف‌های موردنظر (طبقات مسکونی) را انتخاب کرده و از مسیر زیر بار زنده معادل تیغه‌ها را که برابر ۱۰۰ کیلوگرم بر مترمربع به‌دست‌آمده

به‌صورت بار زنده به کف‌ها اعمال می‌کنیم.

نکته: از آنجا که این بار زنده تعریفی جداگانه دارد، فعال کردن گزینه Add to Existing Loads هم نتیجه مشابه دارد.



شکل ۱۳ اعمال بار زنده معادل تیغه بندی به کف ها در Etab

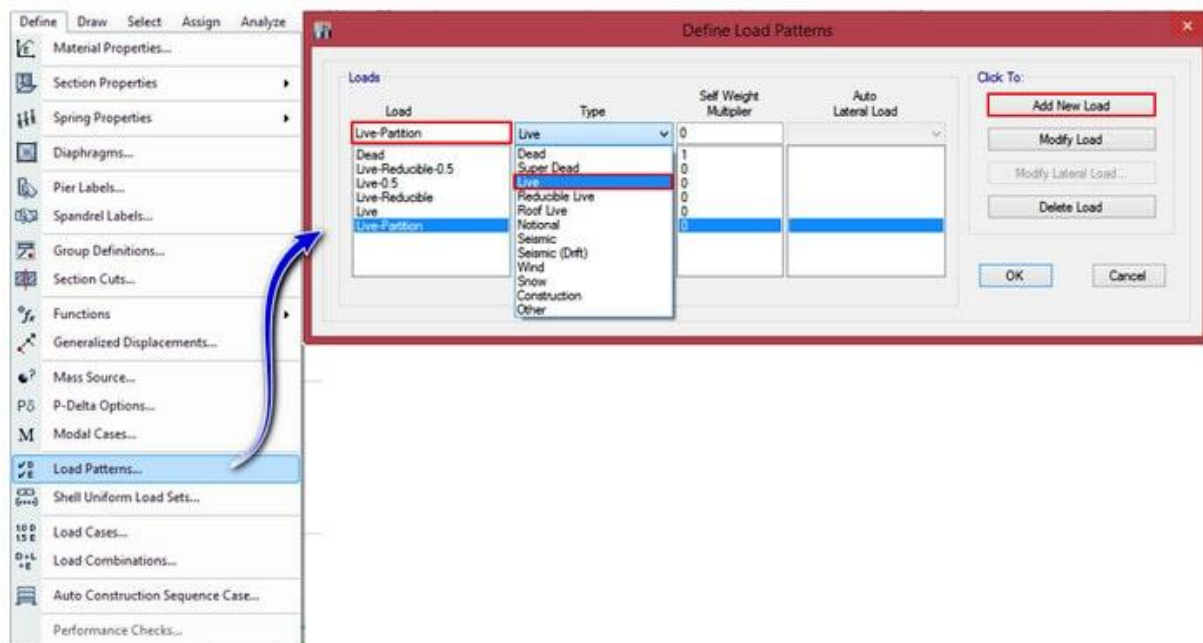
4.2. دیوار سبک

اگر وزن یک مترمربع از دیوارهای داخلی کمتر از ۴۰ کیلوگرم بر مترمربع باشد مثل دیوارهای ساندویچ پانل و تیغه‌های گچی، آنگاه صرف نظر از مقدار محاسباتی بار زنده معادل تیغه، باید حداقل ۵۰ کیلوگرم بر مترمربع به صورت بار زنده گسترده به کف ها اعمال شود.

نکته: طبق استثناء بند ۶-۲-۲ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۱۳۹۸، اگر بار زنده کف ساختمان بیشتر از ۴۰۰ کیلوگرم بر مترمربع باشد نیازی به در نظر گرفتن بار زنده دیوار نیست.

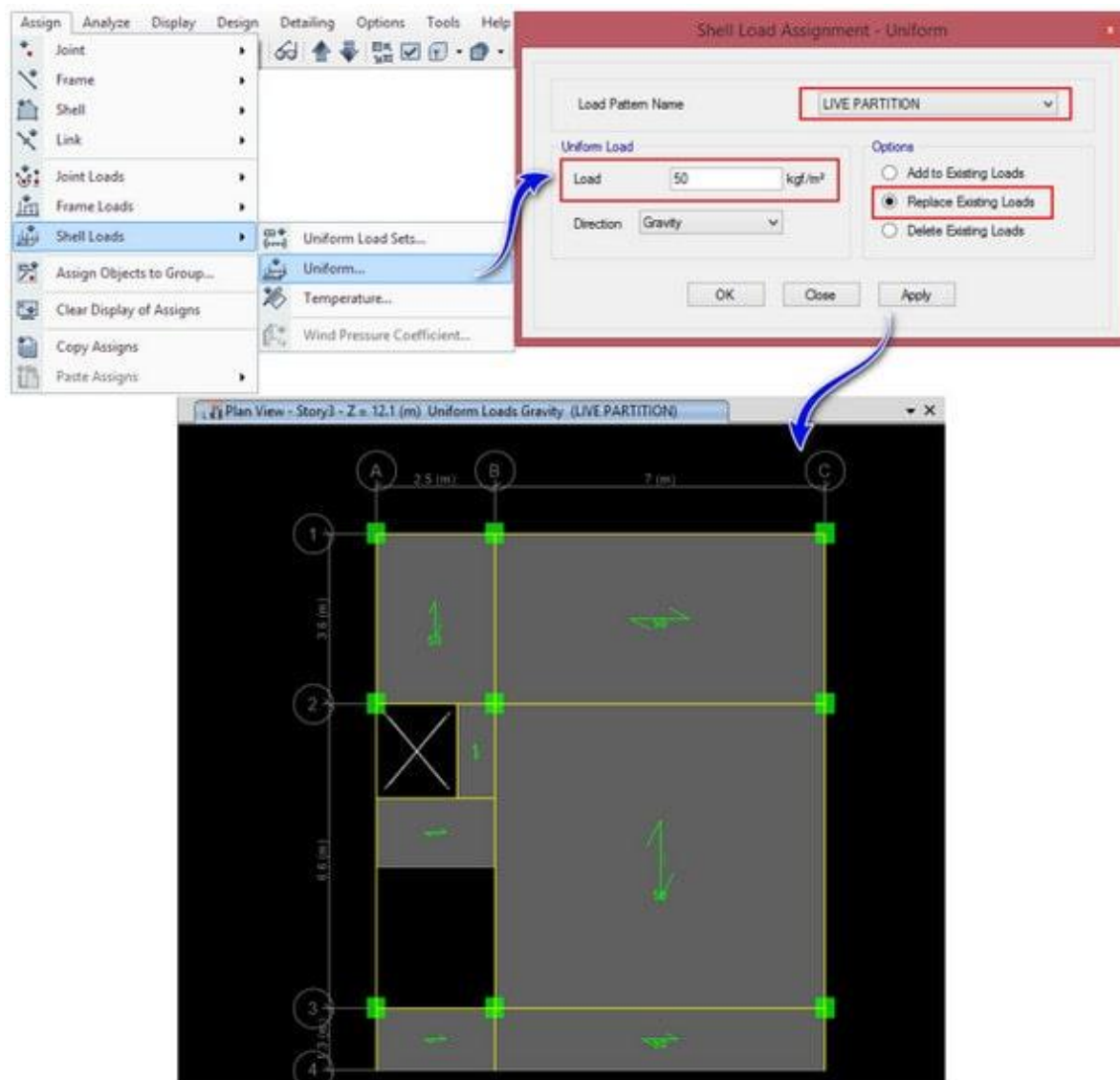
1.4.2. اعمال بار دیوار سبک در Etabs

ابتدا یک بار زنده برای تیغه‌ها تعریف می‌کنیم.



شکل ۱۴ تعریف بار زنده Live Partition در ایتبس

سپس کف‌های موردنظر را انتخاب کرده و از مسیر زیر بار زنده معادل تیغه‌ها را که برابر ۵۰ کیلوگرم بر مترمربع می‌باشد به صورت بار زنده به کف‌ها اعمال می‌کنیم.



شکل ۱۵ اعمال بار زنده معادل تیغه بندی به کف ها در Etabs

3. کاهش بار زنده تیغه بندی

ماهیت بار زنده ناشی از تیغه بندی با سایر بارهای زنده متفاوت است زیرا در هنگام زلزله اغلب اشیا و افراد روی کف طبقات حرکت میکنند اما دیوارها و تیغه ها به کف متصل هستند و جرم آنها به طور دائمی به سازه اعمال میشود.

با توجه اثرات تیغه ها و جداکننده ها، مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۱۳۹۸ الزام داشته که در محاسبه ی جرم موثر لرزه ای مطابق استاندارد ۲۸۰۰، کل بار زنده ی تیغه ها باید مانند بار مرده به صورت ۱۰۰ درصد لحاظ شود، در حالیکه سایر بارهای زنده میتوانند با ضریب کمتر مثلاً ۰٫۲ در نظر گرفته شوند.

از طرفی به دلیل اهمیت تیغه ها، به هیچ وجه نمیتوان بار زنده آنها را چه از طریق فرمول کاهش مربوط به سطح بارگیر و چه از طریق ضریب کاهش ۰٫۵ در ترکیبات بارگذاری کاهش داد و باید اثرات آنها را دقیقاً در محاسبات سازه بررسی نمود.

الف) ضرایب بار مربوط به L در ترکیب بارهای ۳، ۴ و ۵ را برای کاربری‌هایی که بار L_0 (طبق جدول ۱-۵-۶) آن‌ها کمتر از ۵ کیلو نیوتن بر مترمربع است، به استثناء کف پارکینگ‌ها یا محل‌های اجتماع عمومی می‌توان برابر با ۰٫۵ منظور نمود. مشروط بر آنکه طبق ضوابط بند ۵-۵-۶ کاهش بارهای زنده در محاسبه بار L منظور نشده باشد.

۱-۵-۵-۶ کاهش در بارهای زنده گسترده یکنواخت

بار زنده گسترده اعضایی را که برای آنها، مقدار $K_{LL} A_T$ برابر با ۳۷ مترمربع یا بیشتر باشد، می‌توان با در نظر گرفتن محدودیت‌های بندهای ۲-۵-۵-۶ تا ۵-۵-۵-۶، طبق رابطه (۱-۵-۶) کاهش داد:

$$L = L_0 \left[0.75 + \frac{4.57}{\sqrt{K_{LL} A_T}} \right] \quad (1-5-6)$$

4. میزان مشارکت بارهای زنده در جرم لرزه‌ای

طبق بند ۱-۱-۳-۳ استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم، وزن مؤثر لرزه‌ای شامل مجموع بارهای مرده و وزن تأسیسات ثابت و وزن دیوارهای تقسیم‌کننده به‌اضافه‌ی درصدی از بار زنده کاهش نیافته و بار برف می‌باشد.

درصدی از بار زنده یا بار برف + وزن دیوارهای تقسیم‌کننده + وزن تأسیسات ثابت + بار مرده = وزن مؤثر لرزه‌ای

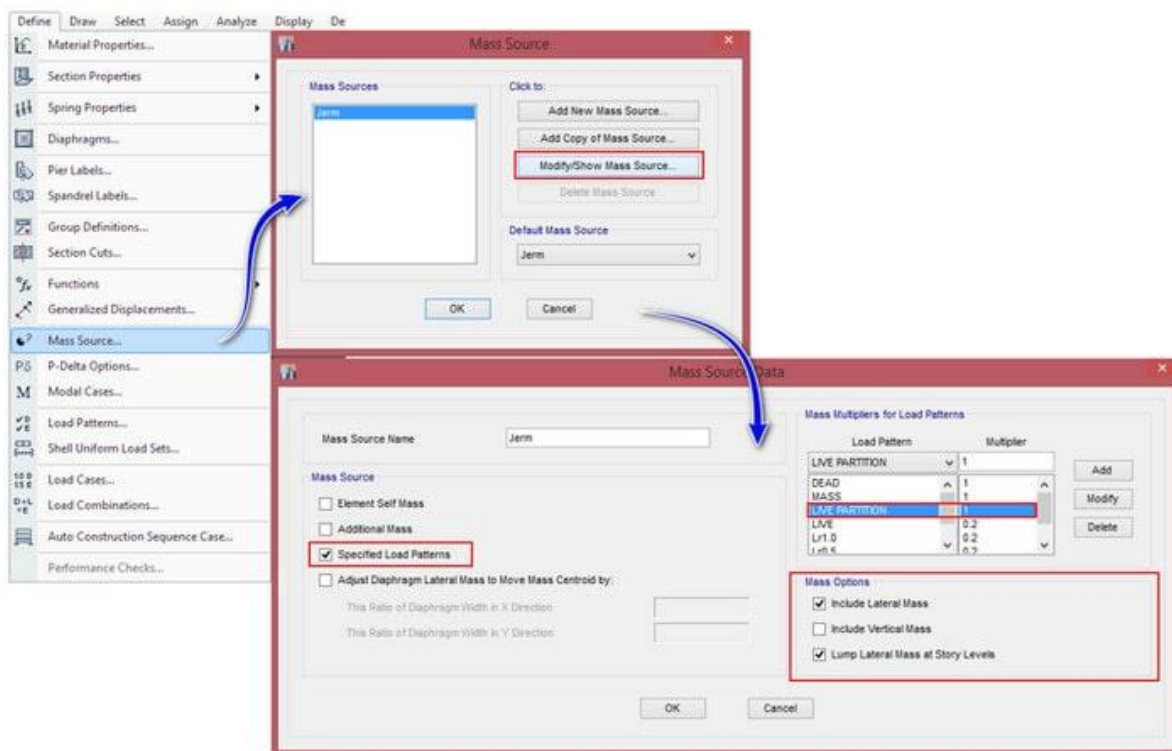
میزان درصد مشارکت بارهای زنده در وزن مؤثر لرزه‌ای در جدول ۱-۳ استاندارد ۲۸۰۰ آمده است.

نکته: قاعدتاً طبق جدول ۱-۳ استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم، آن دسته از دیوارها و تیغه‌های داخلی که وزن آن به‌صورت بار زنده اعمال شده است باید

به‌صورت ۲۰ درصد در محاسبات وزن لرزه‌ای آورده شود اما همان‌طور که قبلاً هم به آن اشاره شد، بار زنده تیغه بندی ماهیتی متفاوت با سایر بارهای

زنده دیگر دارد، لذا به‌صورت کامل در محاسبات وزن لرزه‌ای آورده می‌شود.

برای اعمال میزان مشارکت بارهای زنده در Etabs از مسیر زیر اقدام می‌کنیم.



شکل ۱۶ اعمال درصد مشارکت بارهای زنده در جرم لرزه‌ای در Etabs

نکته: برای تعریف وزن لرزه‌ای در Etabs باید به موارد زیر توجه داشت:

گزینه: Element Self Mass

با استفاده از این گزینه، نرم‌افزار از طریق جرم‌های اعضای سازه، وزن لرزه‌ای سازه را محاسبه می‌کند. با توجه به اینکه جرم همه اعضای سازه را به‌صورت الگوی بار در نظر گرفته‌ایم، نیازی به انتخاب این گزینه نیست.

گزینه: Additional Mass

در صورتی که به قسمتی از سازه جرمی به‌صورت متمرکز اختصاص داده شده باشد برای در نظر گرفتن تأثیر این جرم در وزن لرزه‌ای، می‌توان از این گزینه استفاده کرد اما در اکثر مواقع نیازی به در نظر گرفتن این گزینه نیست.

گزینه: Specified Load Patterns

در صورت انتخاب این گزینه، قسمت Mass Multipliers for Load Patterns در سمت راست پنجره فعال شده و وزن مؤثر لرزه‌ای بر اساس الگوی بار و ضرایب مشارکت هر یک از آن‌ها محاسبه می‌شود. شایان‌ذکر است که در پروژه‌های ساختمانی متداول، به دلیل اعمال جرم لرزه‌ای ساختمان به‌صورت نیرو به سازه، همواره از این گزینه برای تعریف وزن مؤثر لرزه‌ای استفاده می‌شود.

گزینه : Include Lateral Mass

با انتخاب این گزینه، اثر جرم‌های لرزه‌ای در راستای درجات آزادی انتقالی X ، Y و دوران حول محور Z در نظر گرفته می‌شود. در سازه‌های ساختمانی، در نظر گرفتن این موضوعات بیشترین اهمیت را داشته و نمی‌توان از آن صرف‌نظر کرد.

گزینه : Include Vertical Mass

با انتخاب این گزینه، اثر جرم‌های لرزه‌ای در راستای درجات آزادی انتقالی Z و دوران حول محورهای X و Y در نظر گرفته می‌شود. در سازه‌های ساختمانی، در نظر گرفتن این موضوعات اهمیت چندانی نداشته و لذا اغلب از آن صرف‌نظر می‌کنیم.

گزینه : Lump Lateral Mass at Story Levels

در صورت انتخاب این گزینه، برنامه اثر وزن عناصر بین طبقه‌ها (مانند تیرهای نیم‌طبقه پله) را به نسبت فاصله آن عناصر تا کف‌های بالا و پایین، بین این طبقات تقسیم می‌کند. این موضوع هرچند گاهی اوقات محافظه‌کارانه و مواقعی دیگر در خلاف جهت اطمینان است، ولی در ساختمان‌هایی که دارای نیم‌طبقه هستند بهتر است این گزینه انتخاب نشود تا وزن هر قسمت دقیقه در محل خود در نظر گرفته شود. در سایر ساختمان‌ها به دلیل وزن کم عناصر میان طبقه‌ای نسبت به وزن طبقه، انتخاب این گزینه در هر صورت، خطای چندانی وارد محاسبات نمی‌کند.

نتیجه‌گیری

طبق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۱۳۹۸، بارگذاری دیوارهای داخلی و تیغه بندی‌ها به یکی از ۴ حالتی که توضیح داده شد به سازه اعمال می‌شود؛ لازم به ذکر است که اگر بار تیغه بندی جزو بار زنده محسوب شود، به هیچ‌وجه نمی‌توان آن‌ها را کاهش داد و از طرفی میزان مشارکت بار زنده تیغه‌ها در جرم لرزه‌ای به صورت ۱۰۰ درصد می‌باشد. این امر به دلیل اهمیت و تأثیری است که این اجزا بر عملکرد لرزه‌ای سازه دارند.