عصرانه ای بـا طعم
مهندسی سازه

بارگذاری سازه ها ۱

مدرس و نگارنده:

احسان شادمند

کارشناس ارشد سازه

www.shadmand.org
ehsan_shadmand@yahoo.com

مقدمه:

از جمله توانایی های مورد انتظار از یک مهندس عمران به خصوص افـرادی کـه در زمینـه ساختمان فعالیت دارند توانایی طراحی سازه است. امروزه با گسترش کاربرد رایانه به منظور سرعت بخشیدن در انجام محاسبات، تسلط به نرم افزار های طراحی اهمیت ویـژه ای پیـدا کرده است. ولی نکته بسیار مهمی که در این مقوله مـی بایسـتی مـورد توجـه قـرار گیـرد استفاده از این نرم افزارها به صورت اصولی و منطبق با آیین نامه های طراحی است.

در سری کلاس های عصرانه‌سازه‌ای سعی بر این است که مباحث مختلـف سـازه در درس-های مختلف خدمت مهندسین ارائه گردد. بیشترین مباحثی که در این دوره هـا مـد نظـر است شامل نرم افزارهای کاربردی طراحی سـازه ازجملـه Etabs، Safe و Sap2000، آیـین نامه های داخلی و بین المللی، مبانی طراحی سازه و ... می باشد. به منظور ارتباط با بنـده، آشنایی با جزییات کلاس ها و هر گونه انتقاد و پیشنهاد می توانید از طریق یکی از راه های زیر با من تماس بگیرید.

احسان شادمند

۱ مهر ۱۳۹۵

تماس: ۰۹۱۷-۱۸۶-۴۵۱۶
تلگرام: @e_shadmand
ایمیل: ehsan_shadmand@yahoo.com
وب سایت: www.shadmand.org
لینک گروه تلگرامی عصرانه‌سازه‌ای:
https://telegram.me/joinchat/CTJy6UAzNHGuxSdrj9EZNg

فهرست مطالب

فصل ۱- مبانی بارگذاری ۴
۱-۱- تعاریف ۴
۱-۲- گروهبندی ساختمان ۴
۱-۳- انواع بارها: ۶
فصل ۲- بارهای ثقلی ۷
۲-۱- بار مرده ۷
۲-۲- بار زنده ۱۰
۲-۲-۱- بار زنده لازم ۱۰
۲-۲-۲- ضوابط مربوط به دیوارهای تقسیم کننده: ۱۱
2-2-3- بارهای ضربه ای ۱۲
۲-۳- بار برف ۱۳
فصل ۳- بارگذاری در Etabs 2015 ..... ۱۹
۳-۱- تعریف الگوی بار در نرم افزار ۱۹
۳-۲- ترکیبات بارگذاری ۲۲
۳-۳- تعریف ترکیبات بارگذاری در نرمافزار ۲۴
۳-۴- اعمال بار به المانهای سازه ۲۵
۳-۵- کنترل و مرور بارهای اعمالی ۲۸

فهرست اشکال

شکل ۱-۱:انواع بارها..... ۶
شکل ۲-۱: جزییات اجرایی سقف تیرچه بلوک..... ۷
شکل ۲-۲: جزییات سازه ای سقف یوبوت ۸
شکل ۲-۳جزییات اجرایی تیغه داخلی..... ۹
شکل ۲-۴:انواع بارگذاری برف ۱۵
شکل ۳-۱: منو Defineدر نرم افزار Etabs 2015..... ۲۰
شکل ۳-۲: Define load pattern ۲۱
شکل ۳-۳: Load combinations..... ۲۴
شکل ۳-۴: Load combination data ۲۴
شکل ۳-۵: انواع اعمال بار در نرم افزار Etabs 2015 ..... ۲۵
شکل ۳-۶: اعمال بار گره ای ۲۵
شکل ۳-۷: اعمال بار به المان خطی ۲۶
شکل ۳-۸: اعمال بار به المان های صفحهای ۲۷
شکل ۳-۹: نمایش بار های اعمال شده به سازه ۲۸

فهرست جداول

جدول ۱-۱:گروه بندی خطرپذیری ساختمانها و سایر سازهها برای بار سیل، باد، برف، زلزله و یخ ۵
جدول ۱-۲ضریب اهمیت مربوط به گروهبندی خطرپذیری ساختمانها سایر سازهها برای بارهای باد، برف، یخ و زلزله ۶
جدول ۲-۱: محاسبه بار مرده سقف طبقات- تیرچه تک ۸
جدول ۲-۲: محاسبه بار مرده سقف یوبوت طبقات ۸
جدول ۲-۳: محاسبه بار مرده دیوار داخلی..... ۹
جدول ۲-۴: حداقل بارهای زنده گسترده یکنواختL_0و بار زنده متمرکز کفها ۱۰
جدول ۳-۱: الگوهای بار ۱۹

فصل ۱- مبانی بارگذاری

۱-۱- تعاریف

- **اثرات بار:** نیروها یا تغییر شکل‌هایی که در اعضای سازه‌ای در اثر بارهای اعمالی ایجاد می‌شود.
- **بارها:** نیروها 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 قید می‌باشد. بارهای ثابت بارهایی هستند که تغییرات آن‌ها در طول زمان به ندرت اتفاق می‌افتد. سایر بارها، بارهای متغیر می‌باشد.
- **بارهای اسمی:** بزرگی بارهای تعریف شده در این مبحث برای بار مرده، زنده، خاک، باد، برف، یخ، باران، سیل، زلزله، و انفجار می‌باشد.
- **بارهای ضریب دار:** به حاصلضرب بار اسمی در ضریب بار اطلاق می گردد.
- **ضریب اهمیت:** به ضریبی اطلاق می‌گردد که برای در نظر گرفتن گروه خطرپذیری ساختمان استفاده می‌گردد.
- **کاربری:** به نوع و نحوه استفاده از ساختمان یا هر سازه دیگر یا قسمتی از آن‌ها، اطلاق می‌شود، مانند استفاده به صورت مسکونی یا اداری و غیره.
- **گروه خطرپذیری:** یک گروه بندی برای میزان خطرپذیری ساختمان‌ها و سایر سازه ها جهت محاسبه بار سیل، باد، برف، یخ و زلزله می‌باشد.

۱-۲- گروه‌بندی ساختمان

ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها با توجه به میزان خطرپذیری جانی، سلامت و رفاهی که بر اساس میزان آسیب یا خرابی و با توجه به کاربری آنها مطابق جدول ۱-۱ تعیین می شود، برای اعمال بار سیل، باد، برف و یخ دسته بندی گردند.

جدول ۱-۱:گروه بندی خطرپذیری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها برای بار سیل، باد، برف، زلزله و یخ

گروه خطرپذیری	نوع کاربری ساختمان و سایر سازه‌ها
۱	در این گروه ساختمانهایی قرار دارند که قابل استفاده بودن آنها پس از وقوع زلزله اهمیت خاص دارد و وقفه در بهره برداری از آنها بطور غیر مستقیم موجب افزایش تلفات و خسارات می شود مانند بیمارستانها و درمانگاهها، مراکز آتش نشانی، مراکز و تأسیسات آبرسانی، نیروگاهها و تأسیسات برق رسانی، برجهای مراقبت فرودگاهها، مراکز مخابرات، رادیو و تلوزیون، تأسیسات نظامی و انتظامی، دادگستری و زندان، مراکز کمک رسانی و بطور کلی تمام ساختمانهایی که استفاده از آنها در امداد و نجات مؤثر می باشد. ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها و تاسیسات صنعتی که خرابی آن‌ها موجب انتشار گسترده مواد سمی و مضر برای محیط زیست در کوتاه مدت یا دراز مدت خواهد گردید. هرگونه ساختمان یا تاسیساتی که سازنده، پردازنده، فروشنده یا ترتیب دهنده مقادیری از مواد شیمیایی یا زباله‌های بسیار خطرناک با توجه به ضوابط قانونی موجود باشند که انتشار این مواد منجر به خطری برای عموم شود، مشمول این گروه خطرپذیری می‌باشد. سایر ساختمان‌ها و سیستم‌های سازه‌ای که برای حفظ عملکرد ساختمان‌های گروه خطرپذیری ۱ مورد نیاز می‌باشند.
۲	ساختمانهای «با اهمیت زیاد» ساختمانها و سایر سازه‌هایی که خرابی آنها موجب تلفات جانی قابل توجه شود مانند مدارس، مساجد، استادیوم‌ها، سینما و تأترها، سالن‌های اجتماعات، فروشگاه‌های بزرگ، ترمینالهای مسافری یا هر فضای سر پوشیده که محل تجمع بیش از ۳۰۰ نفر در زیر یک سقف باشد. ساختمانها و سایر سازه‌هایی که جزو گروه خطرپذیری ۱ نمی‌باشند لکن خرابی آنها خسارت اقتصادی قابل توجهی داشته باشد یا باعث از دست رفتن ثروت ملی می گردد مانند موزه ها، کتابخانه ها و بطور کلی مراکزی که در آنها اسناد و مدارک ملی و یا آثار پر ارزش نگهداری می-شود. ساختمانها و سایر سازه‌ها و تأسیسات صنعتی که جزو موارد گروه خطرپذیری ۱ نمی‌باشد لیکن خرابی آنها موجب آلودگی محیط زیست و یا آتش سوزی وسیع می شود مانند پالایشگاهها، مراکز گازرسانی، انبارهای سوخت و یا هرگونه ساختمان یا تأسیساتی که سازنده، پردازنده فروشنده یا ترتیب دهنده مقادیری از موادی مانند سوخت‌های خطرناک، مواد شیمیایی خطرناک، زباله‌های خطرناک و یا مواد منفجره باشند که با توجه به ضوابط قانونی موجود، انتشار گسترده این مواد سمی و مضر منجر به خطری برای عموم نمی‌شود.
۳	ساختمانهای «با اهمیت متوسط» کلیه ساختمانها و سازه‌های مشمول مبحث ششم، که جز ساختمانهای عنوان شده در سه گروه خطرپذیری دیگر نباشد، مانند ساختمانهای مسکونی، اداری و تجاری، هتلها و پارکینگهای طبقاتی، انبارها، کارگاهها، ساختمانهای صنعتی و غیره.
۴	ساختمانهای «با اهمیت کم»: ساختمانها و سایر سازه‌هایی که خرابی آنها منجر به تلفات جانی و خسارت مالی نسبتاً کم

	خواهد شد مانند انبارهای کشاورزی و سالن‌های مرغداری. ساختمانها و سایر سازه‌های موقتی که مدت بهره برداری از آنها کمتر از ۲ سال است.

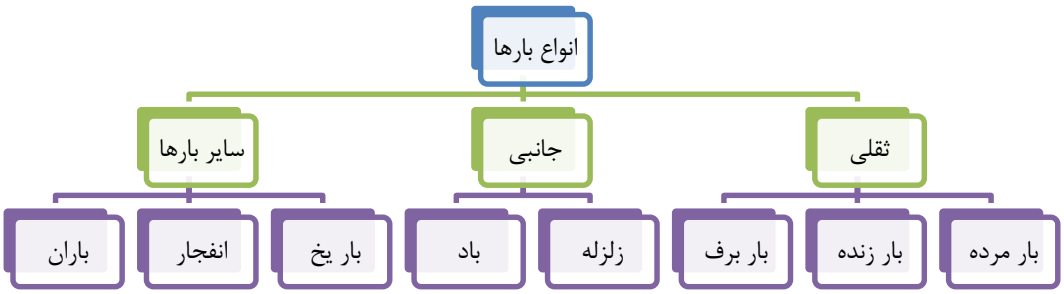
جدول ۱-۲ضریب اهمیت مربوط به گروه‌بندی خطرپذیری ساختمان‌ها سایر سازه‌ها برای بارهای باد، برف، یخ و زلزله

گروه خطر پذیری	ضریب اهمیت بار لرزه‌ای، I_e	ضریب اهمیت بار باد، I_w	ضریب اهمیت بار یخ، I_i	ضریب اهمیت بار برف، I_s
۱	۱/۴	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۲
۲	۱/۲	۱/۱۵	۱/۲۵	۱/۱
۳	۱	۱	۱	۱
۴	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸

توجه:مطابق با بند ۶-۱۲-۲ ضریب اهمیت به کار رفته برای بارهای ناشی از انفجار مشابه ضریب اهمیت زلزله در جدول بالا خواهد بود.

۱-۳- انواع بارها:

بارهای اعمالی به سازه را می توان به دو گروه اصلی بارهای ثقلی و بار های جانبی تقسیم می-شوند. بارهای ثقلی شامل بار زنده، مرده، برف و باران هست و بارهای جانبی شامل بار باد و زلزله می‌باشد (شکل ۱-۱). بارهای همچون باران، اثر یخ زدگی و انفجار نیز وجود دارند که در دسته سومی به نام بارهای متفرقه لحاظ می‌نماییم.



شکل ۱-۱:انواع بارها

فصل ۲- بارهای ثقلی

۲-۱- بار مرده

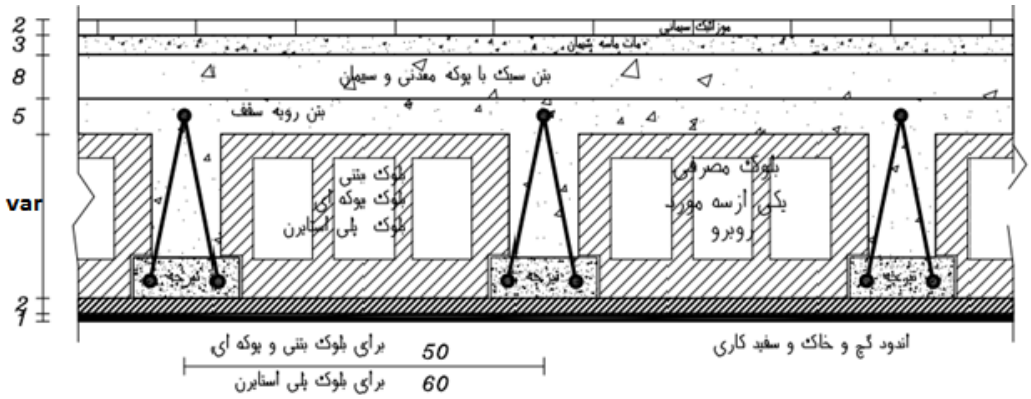
بارهای مرده عبارتند از وزن اجزای دائمی ساختمان‌ها مانند: تیر و ستون‌ها، دیوارها، کف‌ها، بام، سقف، راه‌پله، نازک کاری، پوشش‌ها و دیگر بخش‌های سهیم در اجزاء سازه‌ای و معماری. همچنین وزن تاسیسات و تجهیزات ثابت مانند جراثقل ثابت نیز در ردیف این بارها محسوب می‌شود.

توصیه می گردد در اعمال بار بام وزن مخازن آب به عنوان تاسیسات ثابت به بار مرده افزوده گردد. هرچند طبق بند ۲۱-۵-۴-۳-۱-۳ از مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان (پدافند غیرعامل) اجرای منبع ذخیره آب مصرفی روی بام مجاز نمی‌باشد.

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

در ادامه محاسبه بار مرده برخی از اجزاء ساختمان ارائه شده است.

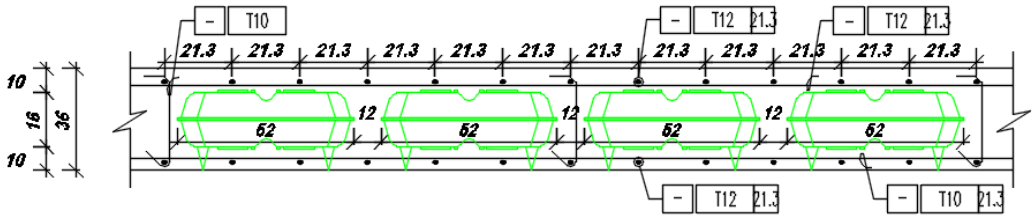
محاسبه بار مرده سقف تیرچه بلوک طبقات



شکل ۲-۱: جزییات اجرایی سقف تیرچه بلوک

جدول ۲-۱: محاسبه بار مرده سقف طبقات- تیرچه تک

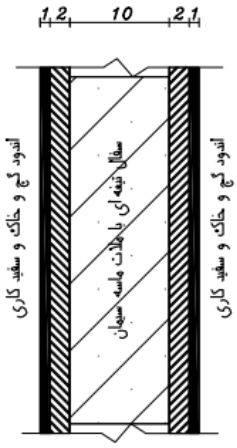
ردیف	مصالح مصرفی	وزن واحد حجم kg/m^۳	ضخامت m	وزن واحد سطح kg/m^۲
۱	موزاییک	۲۴۰۰	۰.۰۲	۴۸
۲	ملات ماسه و سیمان	۲۱۰۰	۰.۰۲۵	۵۲.۵
۳	بتن با پوکه معدنی و سیمان	۱۳۰۰	۰.۰۸	۱۰۴
۴	دال بتنی	۲۵۰۰	۰.۰۵	۱۲۵
۵	وزن تیرچه بتنی	۲۵۰۰	۲X.۱X.۲۵/۱.۲	۱۰۴.۲
۶	بلوک فوم	۲	۲	۴
۷	گچ و خاک	۱۶۰۰	۰.۰۲	۳۲
۸	اندود گچ	۱۳۰۰	۰.۰۱	۱۳
	مجموع kg/m^۲			۴۸۲.۷
وزن دال و تیرچه		۲۲۹.۲	وزن سقف بدون دال و تیرچه	۲۵۳.۵



شکل ۲-۲: جزییات سازه ای سقف یوبوت

جدول ۲-۲: محاسبه بار مرده سقف یوبوت طبقات

ردیف	مصالح مصرفی	وزن واحد حجم kg/m^۳	ضخامت m	وزن واحد سطح kg/m^۲
۱	موزاییک	۲۴۰۰	۰.۰۲	۴۸
۲	ملات ماسه و سیمان	۲۱۰۰	۰.۰۲۵	۵۲.۵
۳	بتن با پوکه معدنی و سیمان	۱۳۰۰	۰.۰۸	۱۰۴
۴	گچ و خاک	۱۶۰۰	۰.۰۲	۳۲
۷	اندود گچ	۱۳۰۰	۰.۰۱	۱۳
۸	دال بتنی یوبوت		۰.۳۶	۶۳۶
	مجموع kg/m^۲			۸۸۵.۵



شکل ۲-۳جزییات اجرایی تیغه داخلی

جدول ۲-۳: محاسبه بار مرده دیوار داخلی

ردیف	مصالح مصرفی	وزن واحد حجم kg/m^۳	ضخامت m	وزن واحد سطح kg/m^۲
۱	اندود گچ و خاک	۱۶۰۰	۰.۰۴	۶۴
۲	اندود گچ	۱۳۰۰	۰.۰۲	۲۶
۳	آجرکاری با آجر مجوف	۸۵۰	۰.۱	۸۵
	مجموع kg/m^۲			۱۷۵
ارتفاع دیوار	۲.۹	بار خطی		۵۰۷.۵

۲-۲- بار زنده

بارزنده: باری غیردائمی است که در حین استفاده و یا بهره‌برداری از ساختمان و یا سایر سازه‌ها به آن‌ها وارد شود و شامل بارهای حین ساخت و یا بارهای محیطی مانند بار باد، بار برف، بار باران، بار زلزله، بار سیل و یا باره‌های مرده نمی‌شود.

۲-۲-۱- بار زنده لازم

بار زنده ای که در طراحی ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها به کار می‌رود، باید بیشترین بار مورد انتظار برای کاربری موردنظر بوده و در هیچ حالتی از حداقل بارهای یکنواخت داده شده در جدول ۶-۵-۱ مبحث ششم (جدول ۲-۴) با در نظر گرفتن میزان کاهش‌های مجاز کمتر نباشد.

جدول ۲-۴: حداقل بارهای زنده گسترده یکنواختL_0 و بار زنده متمرکز کف‌ها

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

توجه در ردیف ۲-۴ جدول فوق برای اتاق‌های محل تجمع در ساختمان‌های مسکونی مقدار $5KN/m^{\wedge 2}$ منظور شده است(به منظور دسترسی به جدول کامل مبحث ۶ مراجعه گردد). در این کاربری منظور از محل تجمع لابی های و سالنهای مجتمع های مسکونی می باشد و نه قسمت پذیرایی از واحد مسکونی.

۲-۲-۲- ضوابط مربوط به دیوارهای تقسیم کننده:

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

در صورتی که وزن هر متر مربع سطح دیوارهای جداکننده از ۲ کیلونیوتن بیشتر باشد، وزن آن به عنوان بار مرده در نظر گرفته شده و در محل واقعی اعمال می‌گردد.

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

۲- در آزمایشگاهی به مساحت 100 مترمربع واقع در یک بیمارستان، از تیغه‌های جداکننده به وزن واحد سطح تیغه 1.2 کیلونیوتن برمترمربع برای جدا کردن فضا استفاده شده است. اگر کل مساحت تیغه‌های به‌کار رفته 150 مترمربع باشد، بار معادل متوسط تیغه‌بندی بر واحد سطح کف بر حسب کیلونیوتن برمترمربع به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

۱) 2.0 ۲) 1.2
۳) 1.8 ۴) 1.0

آزمون محاسبات بهمن ۹۴

۳- بار زنده گسترده درنظر گرفته شده در قسمتی از یک ساختمان اداری $4.5\ kN/m^2$ می‌باشد. در صورتیکه برای تیغه‌بندی فضاها از دیوارهای ساندویچی که وزن یک مترمربع آن 0.35 کیلونیوتن است استفاده شود، حداقل وزن معادل دیوارهای تقسیم‌کننده وارد بر کف آن قسمت از ساختمان را چه مقدار می‌توان درنظر گرفته شود؟

۱) صفر
۲) 1.0 کیلونیوتن بر مترمربع کف
۳) 0.75 کیلونیوتن بر مترمربع کف
۴) 0.5 کیلونیوتن بر مترمربع کف

آزمون محاسبات آبان ۹۳

۲-۲-۳- بارهای ضربه ای

۶-۵-۵ بارهای ضربه‌ای

۶-۵-۵-۱ کلیات

در بارهای زنده مشخص شده در بخش‌های ۶-۵-۲ الی ۶-۵-۴ اثرات ناشی از ضربه، در حد متعارف، منظور شده است. در طراحی اجزای سازه‌هایی که در آنها شرایط ارتعاش و ضربه به‌طور غیرمتعارف موجود است، می‌بایست ملاحظات لازم در نظر گرفته شود. در صورت عدم انجام تحلیل‌های دینامیکی، برای برخی از سازه‌های عنوان شده در بندهای ۶-۵-۵-۲ الی ۶-۵-۵-۴ بارها باید با ضرایب ضربه تعیین شده به‌شرح زیر افزایش داده شوند.

۶-۵-۵-۲ آویزهای کششی نگهدارنده کف‌ها و بالکن‌ها: بار زنده باید در ضریب ۱٫۳۳ ضرب شود.

۶-۵-۵-۳ سازه‌های نگهدارنده ماشین‌آلات: وزن ماشین، ملحقات و بارهای متحرک آن‌ها باید در ضرایب مشخص شده در زیر ضرب شوند. در صورت تعیین ضریب اضافه بار بیشتر توسط شرکت‌های سازنده، از آنها برای افزایش بار استفاده شود.

الف- ماشین‌آلاتی که دارای محور دورانی می‌باشند: ضریب ۱٫۲،

ب- ماشین‌آلاتی که دارای حرکت رفت و برگشتی می‌باشند: ضریب ۱٫۵.

۶-۵-۵-۴ سازه‌های نگهدارنده آسانسورها: وزن اتاقک، ماشین‌آلات، وزنه تعادل و بار زنده ناشی از وزن مسافران و وسایل باید در ضریب ۲ ضرب شوند، مگر آنکه بارهای اسمی ارائه شده توسط سازنده در ضریبی حداقل برابر این مقدار ضرب شده باشد.

۳۸- یک سازه نگهدارنده ماشین‌آلات، ماشینی با حرکت رفت و برگشتی را نگهداری می‌کند. چنانچه وزن ماشین و ملحقات و بارهای متحرک آن ده کیلو نیوتن بوده و از طرف شرکت سازنده ضریب اضافه بار برای آن توصیه نشده باشد، بار زنده وارد به سازه نگهدارنده حداقل چه مقدار باید در نظر گرفته شود؟

۱) 12 kN ۲) 10 kN ۳) 15 kN ۴) 20 kN

آزمون نظارت آبان ۹۳

۲-۳- بار برف

۶-۷-۱ بار برف زمین

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

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

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

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

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

۶-۷-۲ بار برف بام

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

$$P_r = ۰/۷ C_s C_t C_e I_s P_g \qquad (۱-۷-۶)$$

که در آن:

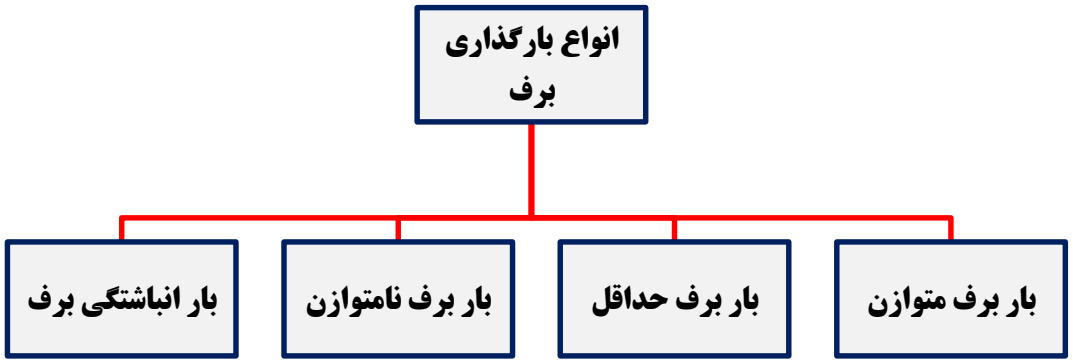
I_s = ضریب اهمیت طبق بخش ۶-۷-۳

C_e = ضریب برف‌گیری طبق بخش ۶-۷-۴

C_t= ضریب شرایط دمایی طبق بخش ۶-۷-۵

C_s = ضریب شیب طبق بخش ۶-۷-۶

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



شکل ۲-۴:انواع بارگذاری برف

جدول ۶-۷-۲ ضریب برف‌گیری، C_e

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

۶-۷-۵ ضریب شرایط دمایی

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

جدول ۶-۷-۳ ضریب شرایط دمایی، C_t

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

۶-۷-۶ ضریب شیب

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

(۶-۷-۴-الف)، $\alpha \le \alpha_0$ $C_s = ۱٫۰$

(۶-۷-۴- ب)، $\alpha_0 < \alpha < ۷۰^\circ$ $C_s = ۱ - \dfrac{\alpha - \alpha_0}{۷۰ - \alpha_0}$

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

زاویه α_0، طبق بند ۶-۷-۶-۱، با توجه به شرایط سطح شیب‌دار مشخص می‌شود.

۶-۷-۶-۱ اگر سطح بام لغزنده بوده و لغزش برف بر روی سطح شیب‌دار بدون مانع باشد و همچنین فضای کافی پایین‌تر از لبه بام برای پذیرش برف موجود باشد، مقدار α_0 برای $C_t=۱$ برابر پنج درجه، برای $C_t= ۱٫۱$ برابر ده درجه و برای مقادیر بیشتر C_t برابر پانزده درجه خواهد بود. بام‌های لغزنده شامل پوشش‌های فلزی، سنگ برگ، شیشه‌ای و پوشش لاستیکی، پلاستیکی و قیراندود با سطوح صاف و هموار می‌باشد. غشاهای دارای سطوح آجدار را نمی‌توان صاف دانست. ورقه‌های پوشش آسفالتی و چوبی لغزنده محسوب نمی‌شوند.

در صورت عدم وجود شرایط لغزنده و مانع‌دار بودن بام، مقدار α_0 برای $C_t =۱$ برابر ۳۰° و برای C_t های بیشتر برابر ۴۵° می‌باشد.

www.shadmand.org ehsan_shadmand@yahoo.com

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

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

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

برای $P_g \le 1\ kN/m^2$ (۶-۷-۲-الف) $P_m = I_s P_g$

برای $P_g > 1\ kN/m^2$ (۶-۷-۲-ب) $P_m = I_s$

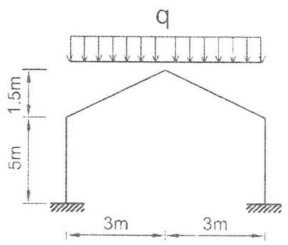
بار برف حداقل، یک امکان بار برف یکنواخت جداگانه محسوب می‌شود. در تعیین و ترکیب با حالت‌های بار برف متوازن، برف جزیی، برف نامتوازن، برف انباشتگی و برف لغزنده، بار برف حداقل درنظر گرفته نمی‌شود.

۵۲- در نظر است یک مسجد با بام تخت در مرکز شهر الیگودرز ساخته شود. فرض کنید بام مسجد از تمام جوانب پایین‌تر از موانع متصل به آن و یا موانع اطراف است. مقدار بار برف متوازن بام مسجد برحسب کیلونیوتن برمترمربع به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

۱) 1.68 ۲) 2.02 ۳) 2.31 ۴) 1.85

آزمون محاسبات بهمن ۹۴

۲۹- مقطع یک ساختمان تجاری در شهر آبعلی دارای سقف شیشه‌ای به صورت زیر می‌باشد. در صورتیکه ضریب شرایط دمایی یک باشد، بام برف‌ریز و گروه ناهمواری محیط زیاد باشد، شدت بار متوازن برف روی این سقف بر حسب kN/m^2 به کدامیک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟



۱) 0.74

۲) 0.84

۳) 0.94

۴) 1.23

وزارت راه و شهرسازی

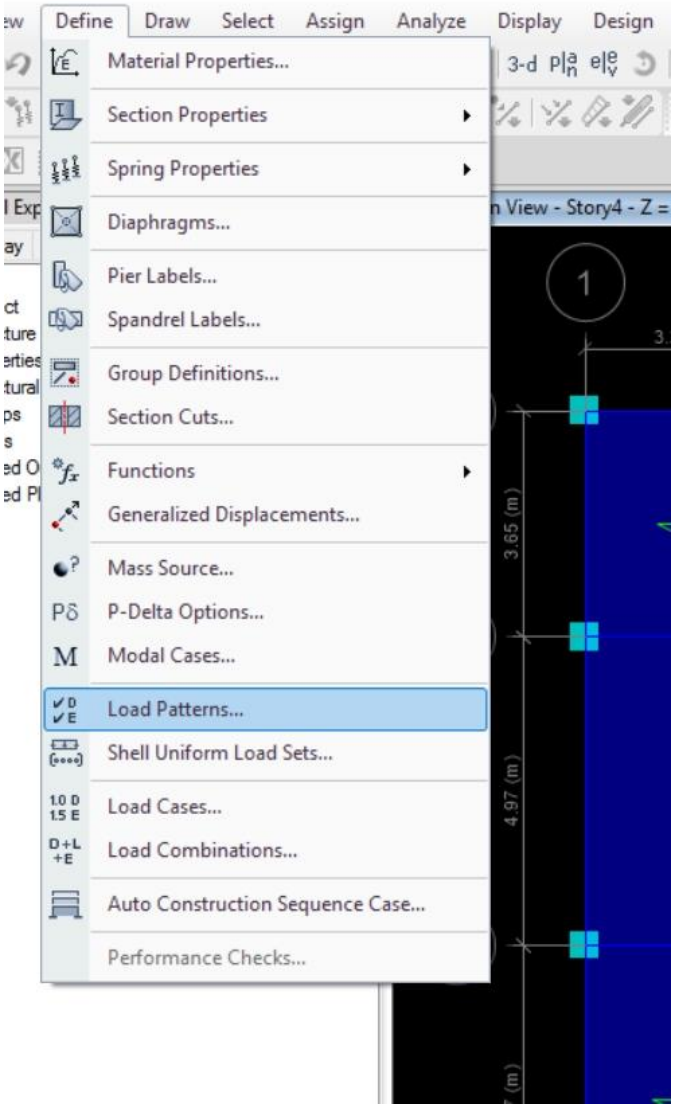
آزمون محاسبات مرداد ۹۴

فصل ۳- بارگذاری در Etabs 2015

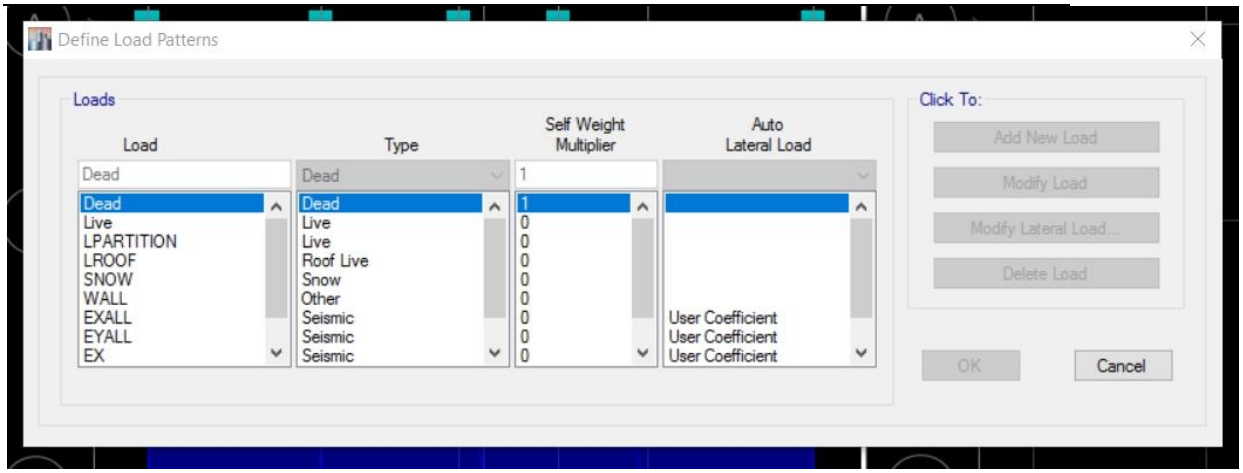
۳-۱- تعریف الگوی بار در نرم افزار

جدول ۳-۱: الگوهای بار

case	*type*	توضیحات
DEAD	*DEAD*	بار مرده
LIVE1	*LIVE*	بار زنده کمتر *5kn/m^2*
LIVE2	*LIVE*	بار زنده
LP	*LIVE*	سربار معادل تیغه بندی
LR	*LIVE*	بار زنده بام
SOIL	*OTHER*	فشار جانبی خاک
EX	*QUAKE*	بار زلزله جهت *x*
EXP	*QUAKE*	بار زلزله جهت *x* با خروج از مرکزیت مثبت
EXN	*QUAKE*	بار زلزله جهت *x* با خروج از مرکزیت منفی
EY	*QUAKE*	بار زلزله جهت *y*
EYP	*QUAKE*	بار زلزله جهت *y* با خروج از مرکزیت مثبت
EYN	*QUAKE*	بار زلزله جهت *y* با خروج از مرکزیت مثبت
EZ	*OTHER*	بار زلزله قائم
Snow	*Snow*	بار برف



شکل ۳-۱: منو Defineدر نرم افزار Etabs 2015



شکل ۳-۲: Define load pattern

۳-۲- ترکیبات بارگذاری

2.3.1 Applicability

The load combinations and load factors given in Section 2.3.2 shall be used only in those cases in which they are specifically authorized by the applicable material design standard.

2.3.2 Basic Combinations

Structures, components, and foundations shall be designed so that their design strength equals or exceeds the effects of the factored loads in the following combinations:

1. $1.4D$
2. $1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
3. $1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (L \text{ or } 0.5W)$
4. $1.2D + 1.0W + L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$

5. $1.2D + 1.0E + L + 0.2S$
6. $0.9D + 1.0W$
7. $0.9D + 1.0E$

EXCEPTIONS:

1. The load factor on L in combinations 3, 4, and 5 is permitted to equal 0.5 for all occupancies in which L_o in Table 4-1 is less than or equal to 100 psf, with the exception of garages or areas occupied as places of public assembly.
2. In combinations 2, 4, and 5, the companion load S shall be taken as either the flat roof snow load (p_f) or the sloped roof snow load (p_s).

Where fluid loads F are present, they shall be included with the same load factor as dead load D in combinations 1 through 5 and 7.

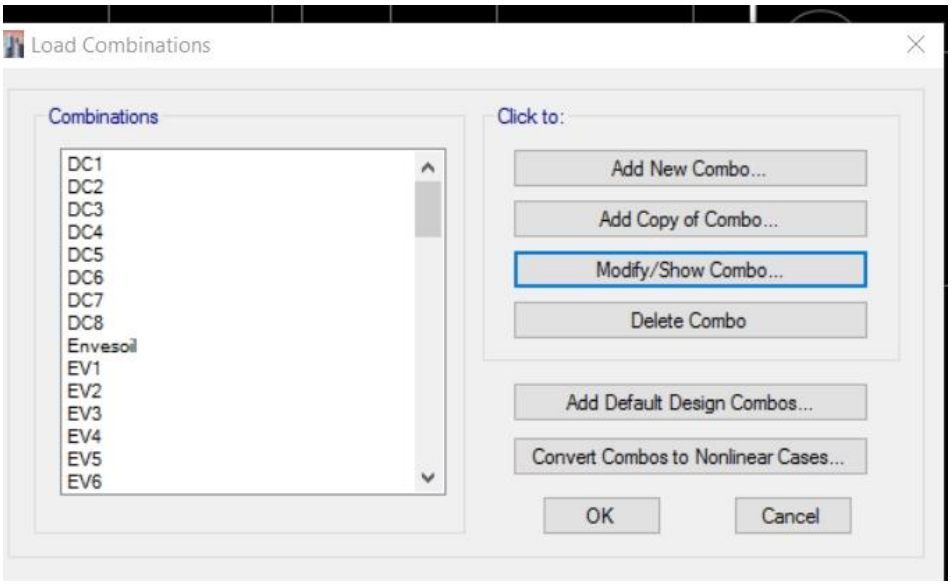
Where load H are present, they shall be included as follows:

1. where the effect of H adds to the primary variable load effect, include H with a load factor of 1.6;
2. where the effect of H resists the primary variable load effect, include H with a load factor of 0.9 where the load is permanent or a load factor of 0 for all other conditions.

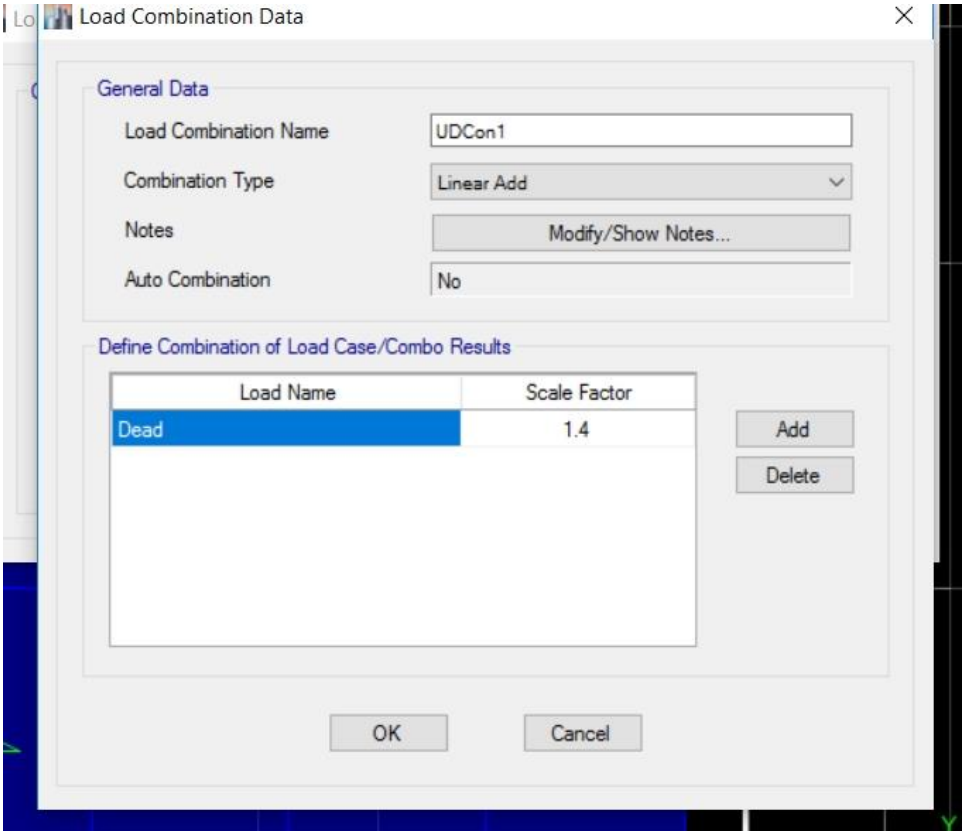
Effects of one or more loads not acting shall be investigated. The most unfavorable effects from both wind and earthquake loads shall be investigated, where appropriate, but they need not be considered to act simultaneously. Refer to Section 12.4 for specific definition of the earthquake load effect E.[1]

Each relevant strength limit state shall be investigated.

۳-۳- تعریف ترکیبات بارگذاری در نرم‌افزار

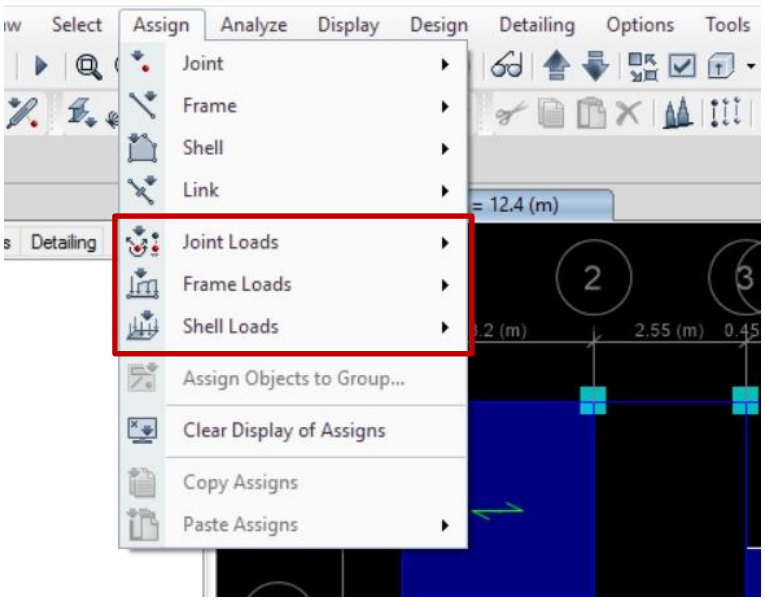


شکل ۳-۳: Load combinations

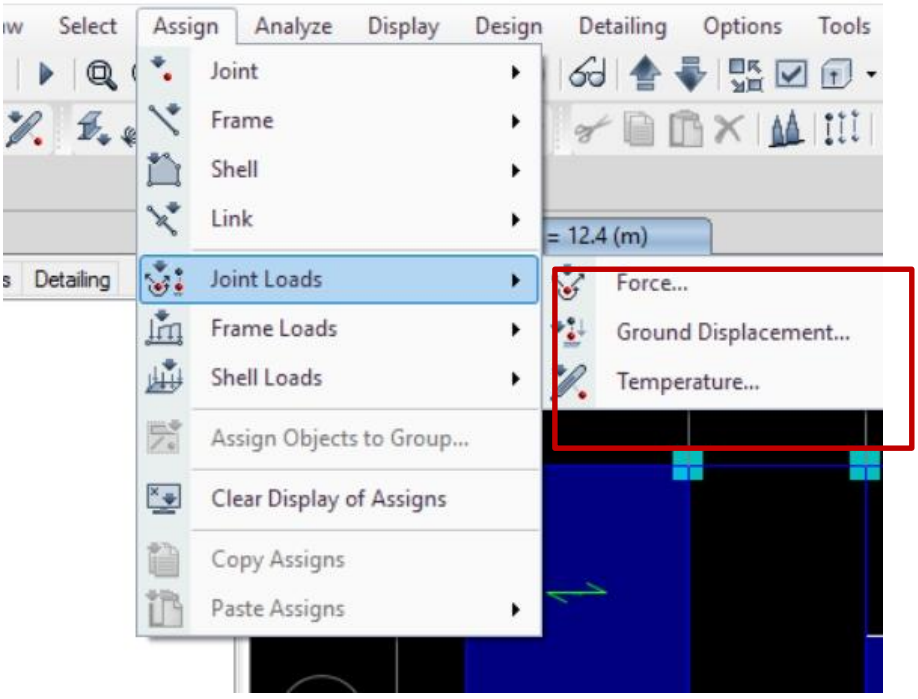


شکل ۳-۴: Load combination data

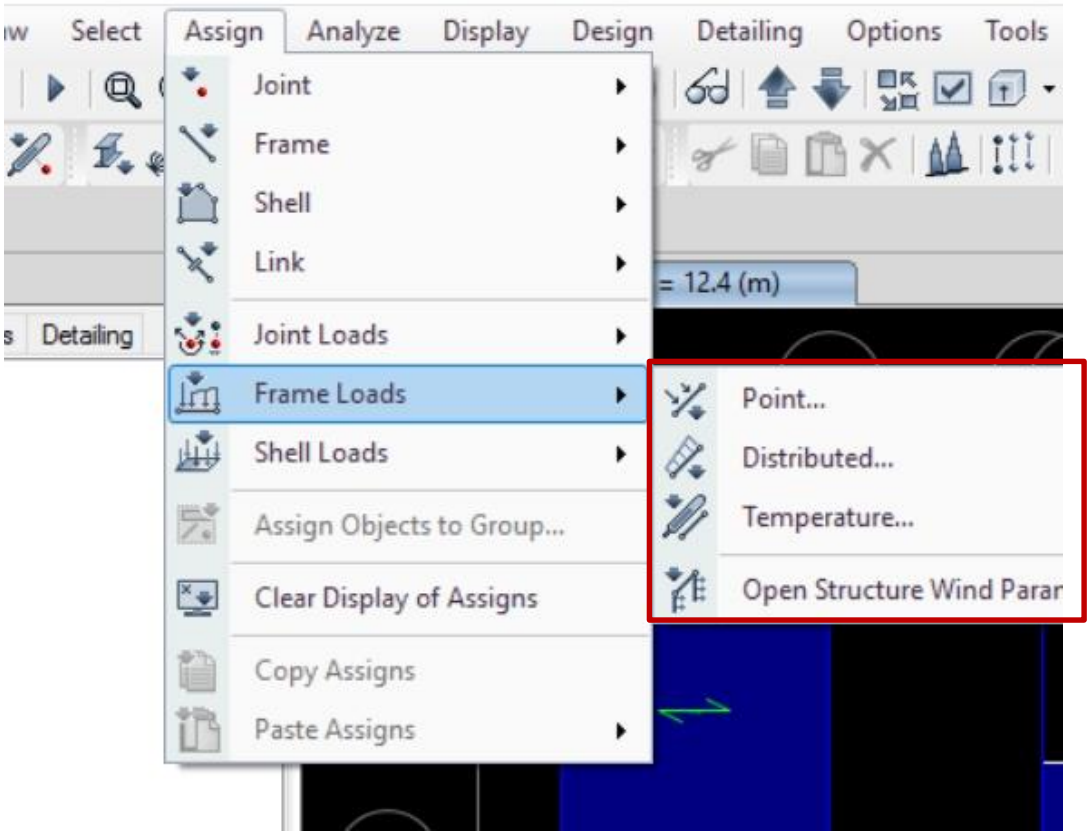
۳-۴- اعمال بار به المان‌های سازه



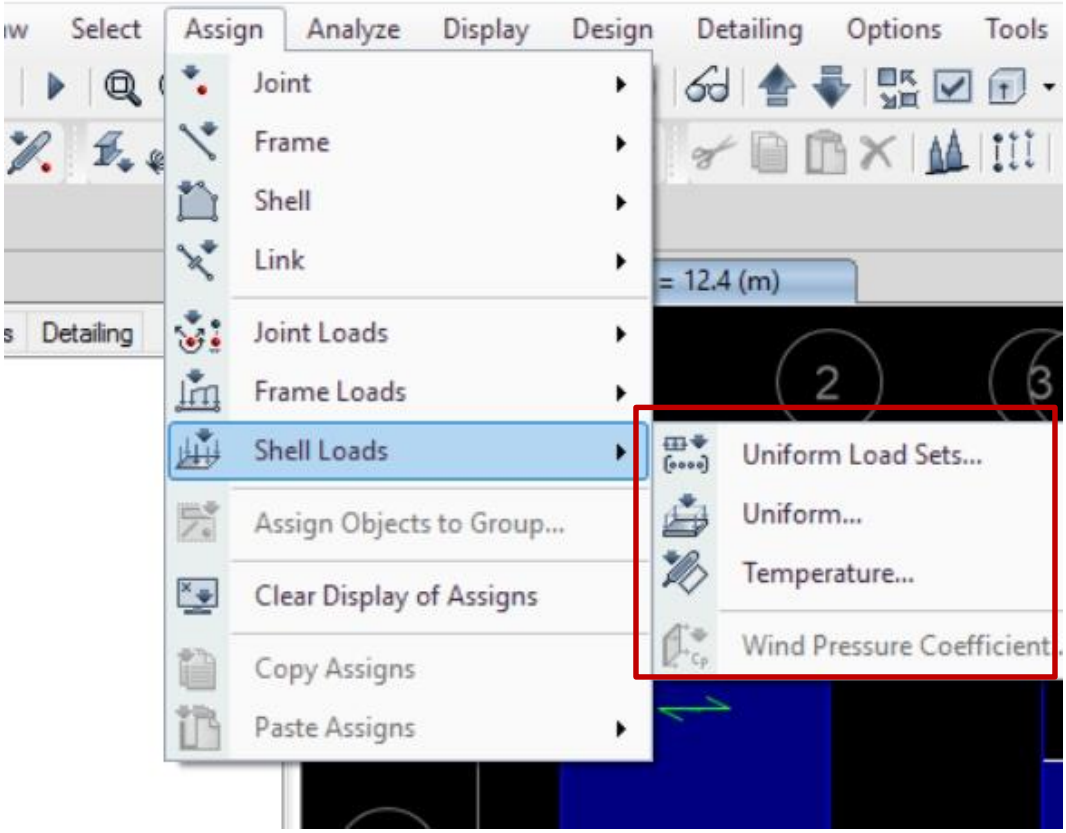
شکل ۳-۵: انواع اعمال بار در نرم افزار Etabs 2015



شکل ۳-۶: اعمال بار گره ای

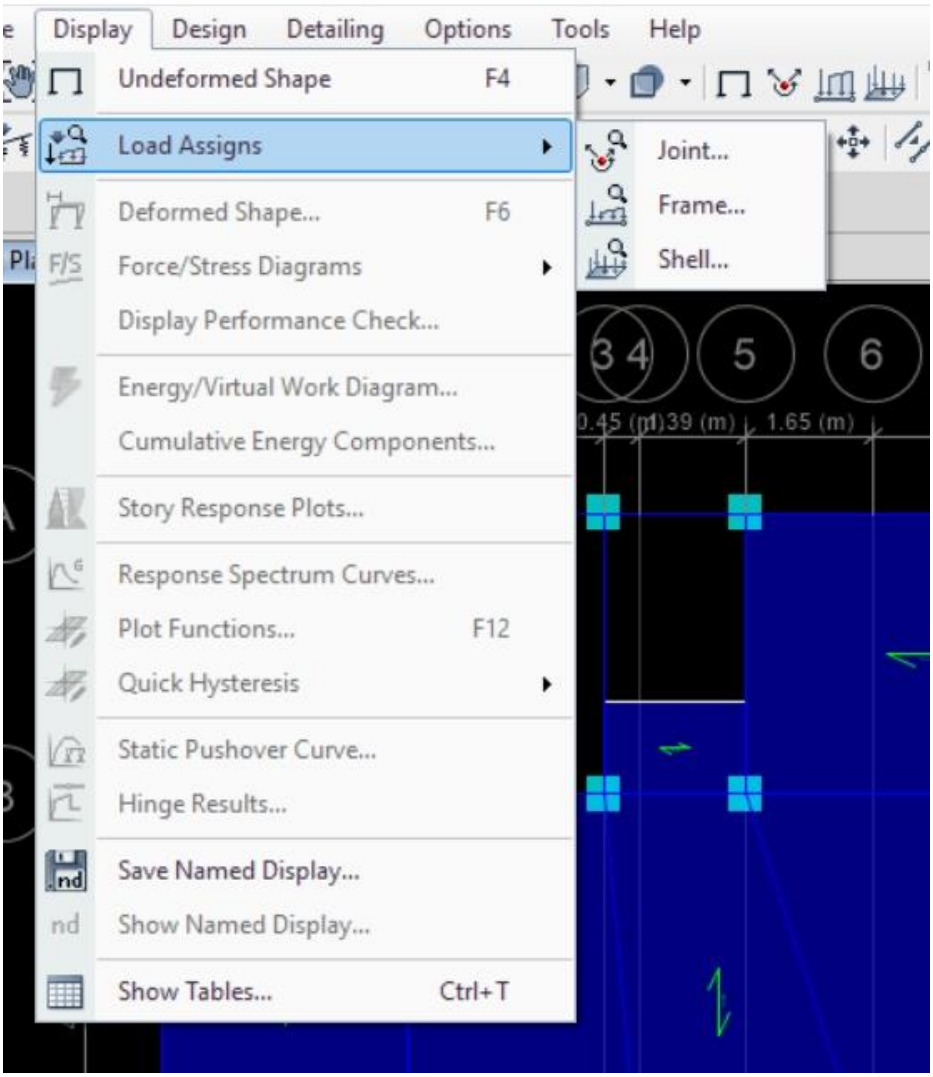


شکل ۳-۷: اعمال بار به المان خطی



شکل ۳-۸: اعمال بار به المان های صفحه‌ای

۳-۵- کنترل و مرور بارهای اعمالی



شکل ۳-۹: نمایش بار های اعمال شده به سازه