کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران

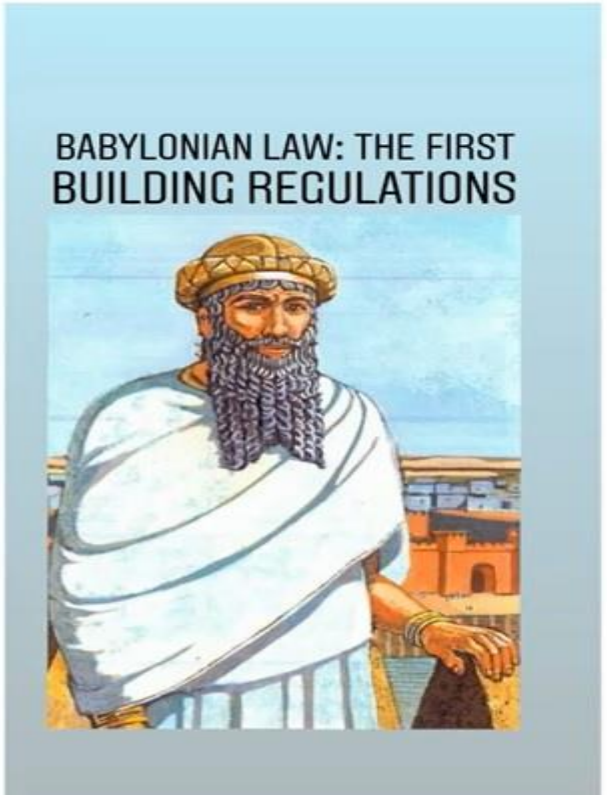
03- بارگذاری

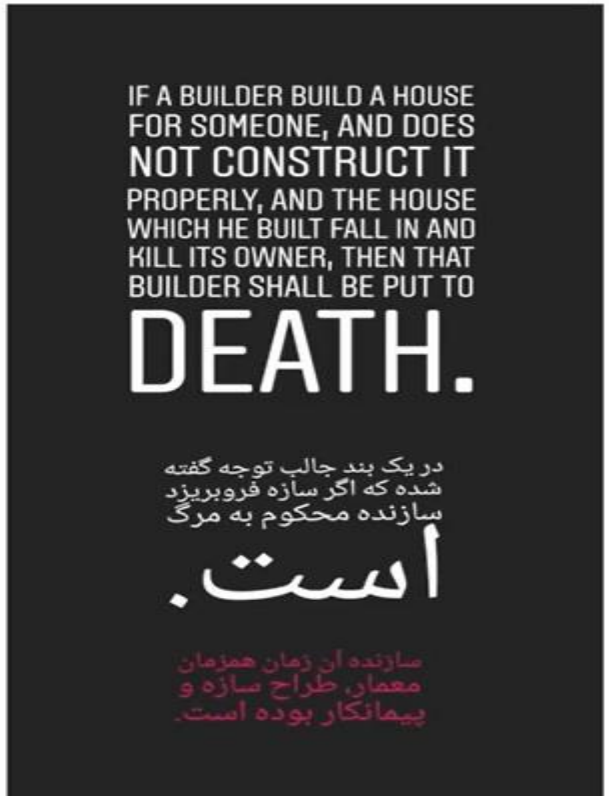
سید ایمان غفوریان - عضو هیات علمی دانشگاه آزاد مشهد

کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)
بارگذاری

ترسیم اعضا و تصمیم گیری
در خصوص محل قرارگیری

بارگذاری





سید ایمان غفوریان – عضو هیات علمی دانشگاه آزاد مشهد

کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)
بارگذاری

سید ایمان غفوریان - عضو هیات علمی دانشگاه آزاد مشهد

کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)
ترکیبات بارگذاری

ترکیبات بارگذاری یا همان سناریوهای محتمل

وزارت راه و شهرسازی
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مقررات ملّی ساختمان ایران
مبحث نهم
طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه

پیش نویس نهایی جهت نظرخواهی
(غیرقابل استناد)

(اسفند ۹۷)

۹-۷ ضریب‌های بار و ترکیب‌های بارگذاری - ضریب‌های کاهش مقاومت

۹-۷-۲-کلیات

۹-۷-۲-۱ بارهای وارد بر سازه بر اساس موارد مندرج در مبحث ششم مقررات ملی ساختمان و نوع کاربری سازه انتخاب می‌شود. این بارها عمدتا شامل بار مرده، زنده، برف، باران، باد، زلزله، فشار خاک، فشار آب، بارهای ناشی از تغییرات درجه حرارت، و نیز بارهای ناشی از تغییرات حجمی بتن (افت و خزش) هستند. مهندس طراح دارای صلاحیت ممکن است بسته به نوع سازه و عملکرد آن، بارهای دیگری را نیز در بارگذاری مورد توجه قرار دهد.

ضریب × مقاومت اعضای سازه > نیروهای بوجود آمده (بدترین سناریو)

$C40 \times \varphi_{1}(0.8, 0.7, \longrightarrow)$

سید ایمان غفوریان - عضو هیات علمی دانشگاه آزاد مشهد

کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)
بارگذاری

ممکن است با توجه به نوع سازه با بارخاصی مواجه شویم ، مثلا در شکل زیر بار باد باعث تشدید سازه زیر گردد

کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)
بارگذاری

D بارمرده L بارزنده (به جز پشت بام) Lrبارزنده پشت بام

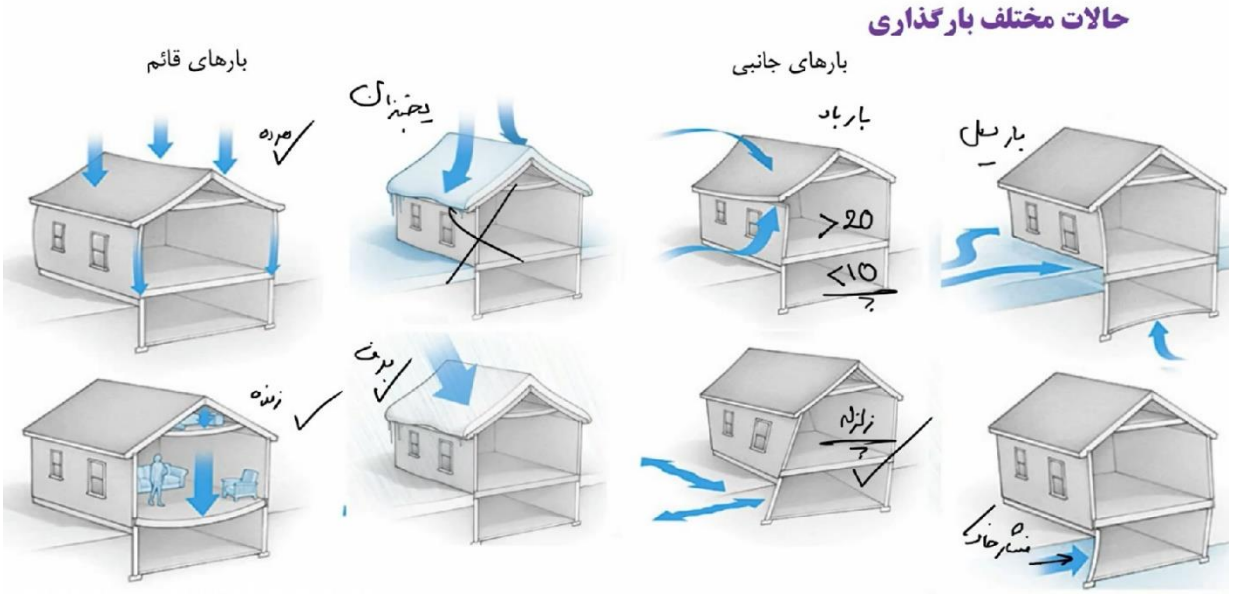
Wبارباد Eبار زلزله Rباربارانn

نکته :ضرایب بارها بر اثر آزمایش های مختلف و مطالعات و تجربیات و آیین نامه های مختلف بدست آمده است .

– در نرم افزار امکان ثبت دارد لیکن باید اصلاح شود .

جدول ۹-۷-۱ ترکیب‌های بارگذاری

شماره‌ی رابطه	بار اصلی	ترکیب‌های بارگذاری
(۹-۷-۱)	D	1) $U = 1.4D$
(۹-۷-۲)	L	2) $U = 1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
(۹-۷-۳)	L_r or S or R	3) $U = 1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (1.0L \text{ or } 0.5W)$
(۹-۷-۴)	W	4) $U = 1.2D + 1.0L + 1.0W + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
(۹-۷-۵)	E	5) $U = 1.2D + 1.0E + 1.0L + 0.2S$
(۹-۷-۶)	W	6) $U = 0.9D + 1.0W$
(۹-۷-۷)	E	7) $U = 0.9D + 1.0E$

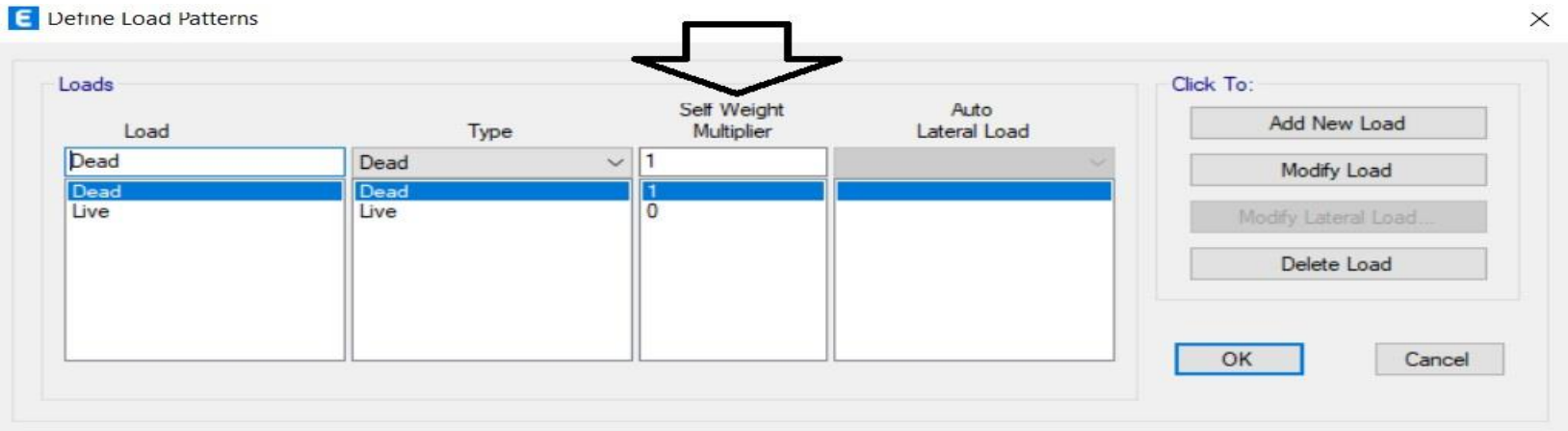


کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)
بارگذاری (بارهای ثقلی)

- **بارهای قائم**
  - **بارهای مرده**
    - بار مرده کف طبقات
    - بار مرده بام
    - بار مرده راه پله و آسانسور
    - بار مرده دیوارها (نما، بدون نما، جان پناه، خرپشته)
  - **بارهای زنده**
    - بار گسترده کف طبقات
    - بار زنده بام
    - بار زنده راه پله و آسانسور
    - بار زنده ناشی از دیوارهای جداکننده
  - **بار برف**

کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)
بارگذاری (بارهای ثقلی)

برای معرف بارمرده در نرم افزار: Define > Load Patterns در این قسمت برای بار اسم می دهیم ، مهم Type آن مهم است ، ضمنا پارامتر دیگری وجود دارد بنام Self Weight Multiplier می باشد .



بار مرده به دو دسته تقسیم بندی می گردد :

۱– بار مرده سازه ای: Dead (در نرم افزار ترسیم شده است مانند تیر ، ستون و.. آگاهی نسبت به آن داریم) و برای آنها Self Weight Multiplier را عدد یک درنظر گرفته می شود .

به عنوان مثال زمانی که یک ستون ترسیم می شود نرم افزار براساس مختصاد آنها وزن اعضا را محاسبه می کند :

(Self Weight Multiplier (ضریب= ۱) *ارتفاع * عرض*طول * وزن مخصوص بتن = وزن اعضا

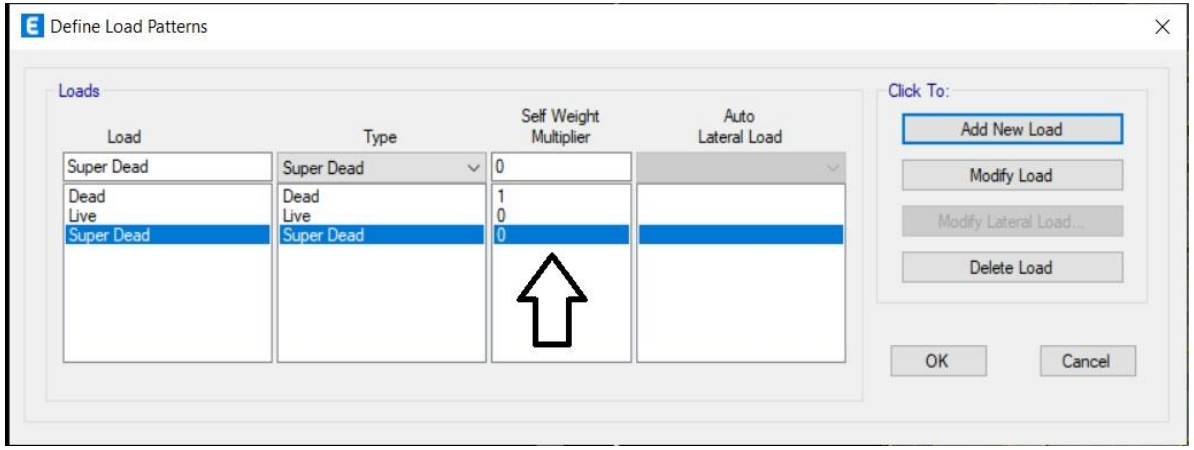
(C40) برابراست با (۲۵(KN/m^3 را دارد ، حال اگر Self Weight Multiplier را صفر قرار دهید وزن عضو را حساب نمی کند .

کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)
بارگذاری (بارهای ثقلی)

بار مرده به دو دسته تقسیم بندی می گردد :

۱– بار مرده غیر سازه ای: **Super Dead** : در نرم افزارموردی ترسیم نشده است مانند مانند کفسازی و ایزوگام ، بار دیوار و...که بتواند وزن آن را محاسبه کند، لذا برای آنها **Self Weight Multiplier** را عدد صفر درنظر گرفته می شود ، یعنی وزن آنها را حساب نمی شود .

مطابق شکل یک **Super Dead** ایجاد می کنیم :



جمع بندی :

۱– همواره برای بار **Dead** مقدار **Self Weight Multiplier**=۱

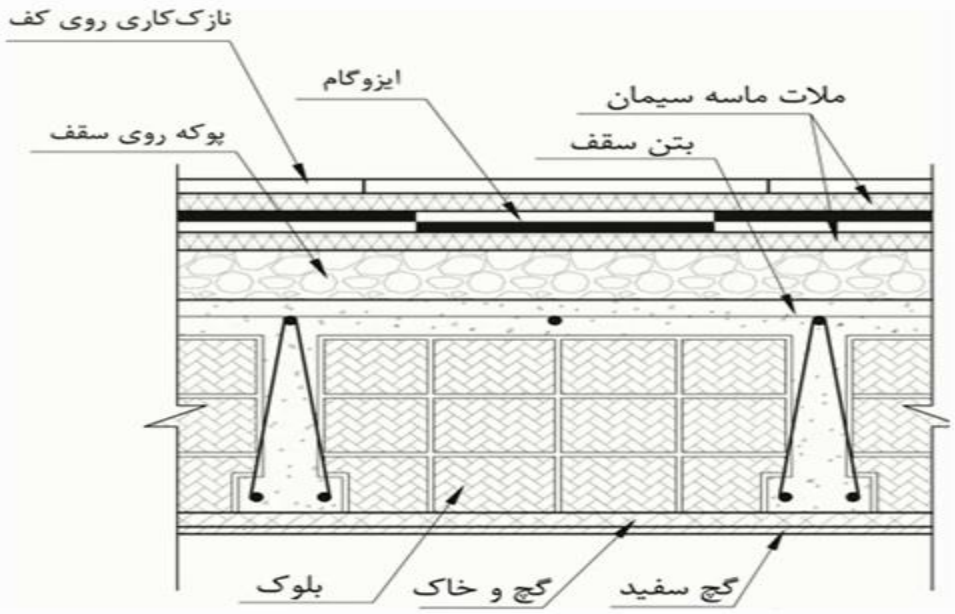
۲– همواره برای بار **Super Dead** مقدار **Self Weight Multiplier**=۰

کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)
بارگذاری –بارمرده D

۱ بار مرده بام

نام بار	وزن واحد حجم کیلوگرم بر متر مکعب	ضخامت سانتیمتر	وزن واحد سطح کیلوگرم بر متر مربع
موزاییک سیمانی	۲۲۵۰	۲	۴۵
ملات ماسه سیمان	۲۱۰۰	۳	۶۳
ایزوگام	–	–	۵
فوم بتن	۶۰۰	۱۰	۶۰
بلوک یونولیتی	–	–	۲
اندود گچ و خاک	۱۶۰۰	۲	۳۲
اندود گچ سفید	۱۳۰۰	۱	۱۳
مجموع		۲۲۰	

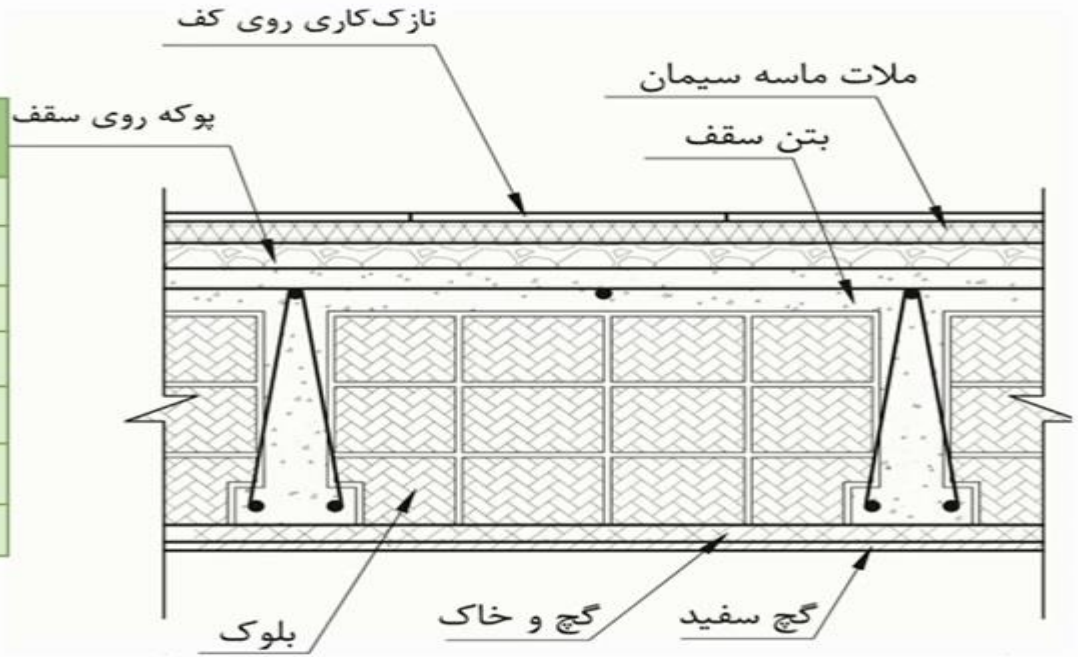
بتن با پوکه معدنی و سیمان	۱۳۰۰	۱۰	۱۳۰



نوع سقف اهمیت ندارد.

۲ بار مرده طبقات

نام بار	وزن واحد حجم کیلوگرم بر متر مکعب	ضخامت سانتیمتر	وزن واحد سطح کیلوگرم بر متر مربع
سرامیک	۲۱۰۰	۱	۲۱
ملات ماسه سیمان	۲۱۰۰	۳	۶۳
فوم بتن	۶۰۰	۱۰	۶۰
بلوک یونولیتی	–	–	۲
اندود گچ و خاک	۱۶۰۰	۲	۳۲
اندود گچ سفید	۱۳۰۰	۱	۱۳
مجموع		۱۹۱	



نوع سقف اهمیت ندارد.

کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)
بارگذاری

ویرایش سوم اسفند ۱۳۹۶	*واحد کنترل نقشه نظام مهندسی استان تهران*	سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران
ISO:WI/D.C/01.01	دفترچه راهنمای نکات حائز اهمیت در محاسبات و نقشه های سازه	
صفحه ۶۴		

۱۱ سایر نکات طراحی

۱. بار کفسازی(Super Dead) در کلیه پروژه های متداول برای کاربری مسکونی و اداری $200\ kg/m^2$ ، برای کاربری تجاری و پارکینگ $250\ kg/m^2$ و برای سقف بام $300\ kg/m^2$ اعمال گردد (بخش مربوط به وزن سازه ای سقف طبق جزئیات سقف در نقشه و مدل، اعمال گردد).

۲. بار کلیه دیوارهای خارجی(نما و غیر نما) در کلیه پروژه های متداول حداقل $220\ kg/m$ به ازای هر متر ارتفاع دیوار اعمال گردد.

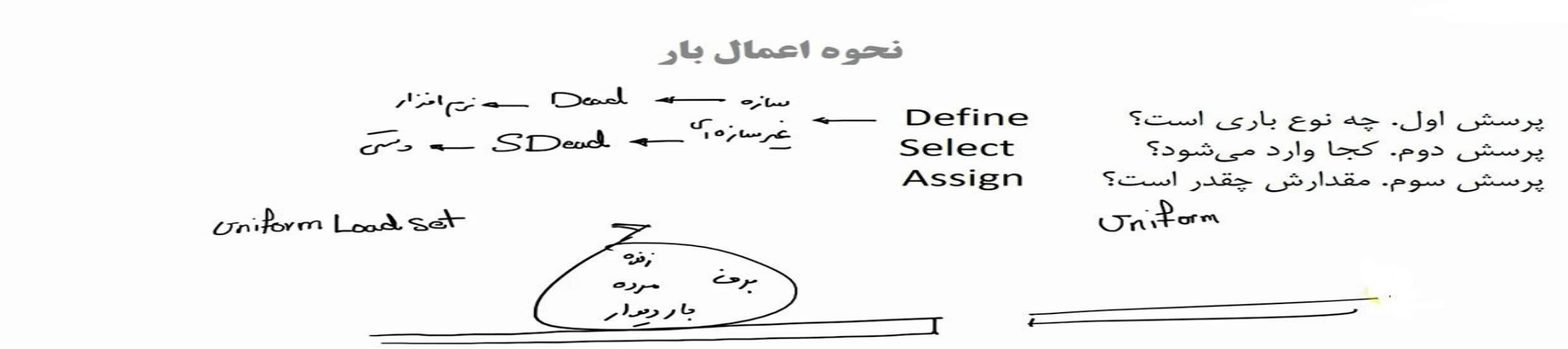
۳. لازم به ذکر است که مقادیر بارگذاری فوق بصورت حداقلی بوده و با توجه به جزئیات و مصالح عرف مورد استفاده می باشد و در صورت وجود جزئیات غیرعرف یا خاص، برای ساختمان (به عنوان مثال کف سازی ویژه و یا استفاده از نمای خاص)، محاسب پروژه موظف به افزایش مقادیر بارگذاری طبق جزئیات می باشد.

کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)
بارگذاری

میزان بارها

بار غیر سازه ای

ردیف	نام بار	حداقل مقدار در هر متر مربع	کاربری	توضیحات
1	Super Dead	200	مسکونی و اداری	نوع سقف اهمیت ندارد
2	Super Dead	250	تجاری و پارکینگ	نوع سقف اهمیت ندارد
3	Super Dead	300	بام	نوع سقف اهمیت ندارد
4	Super Dead	200	طبقات	نوع سقف اهمیت ندارد



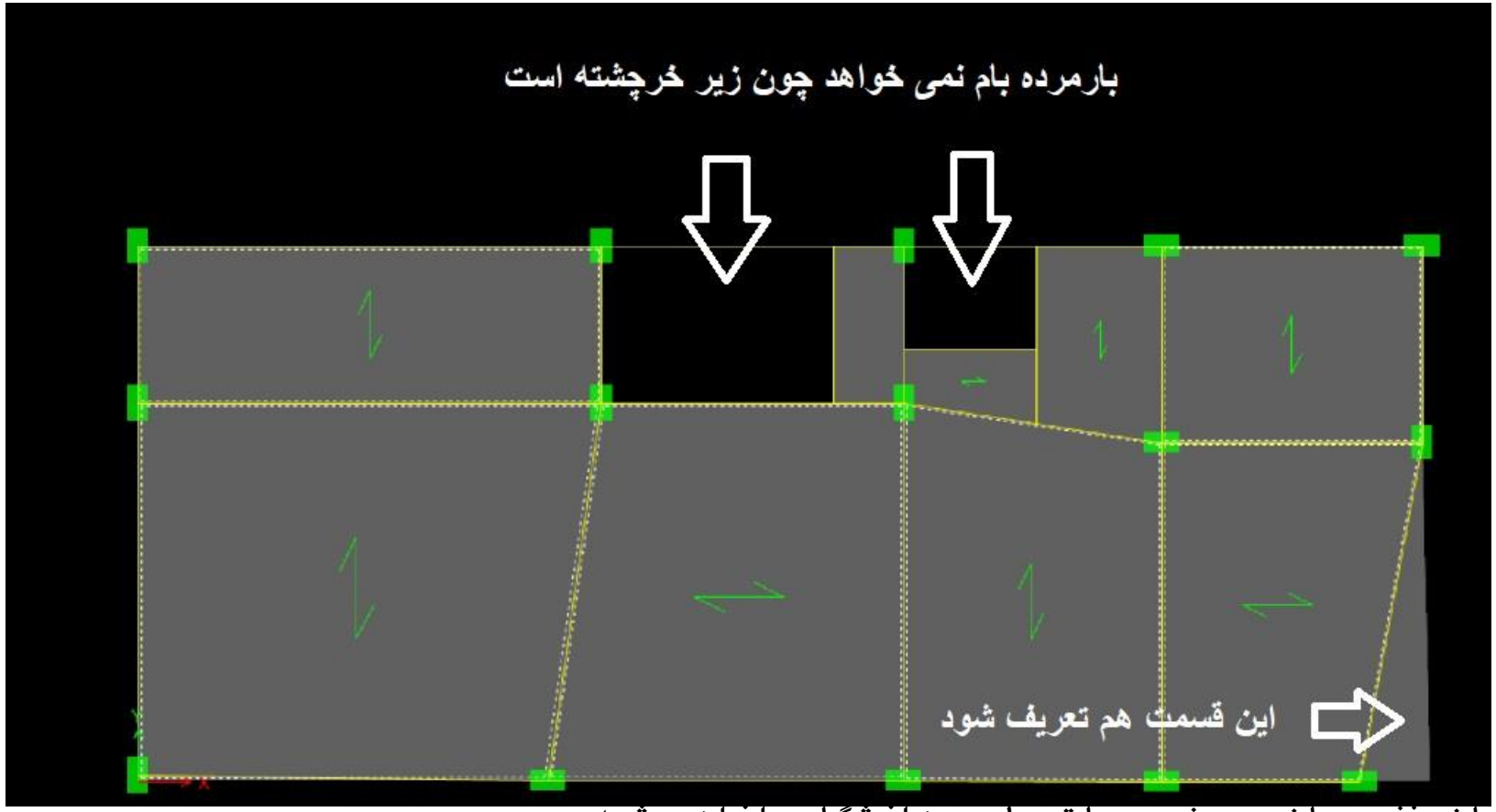
کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۱–معرفی بارمرده بام

پرسش اول : چه نوع باری ؟ بار کف سازی

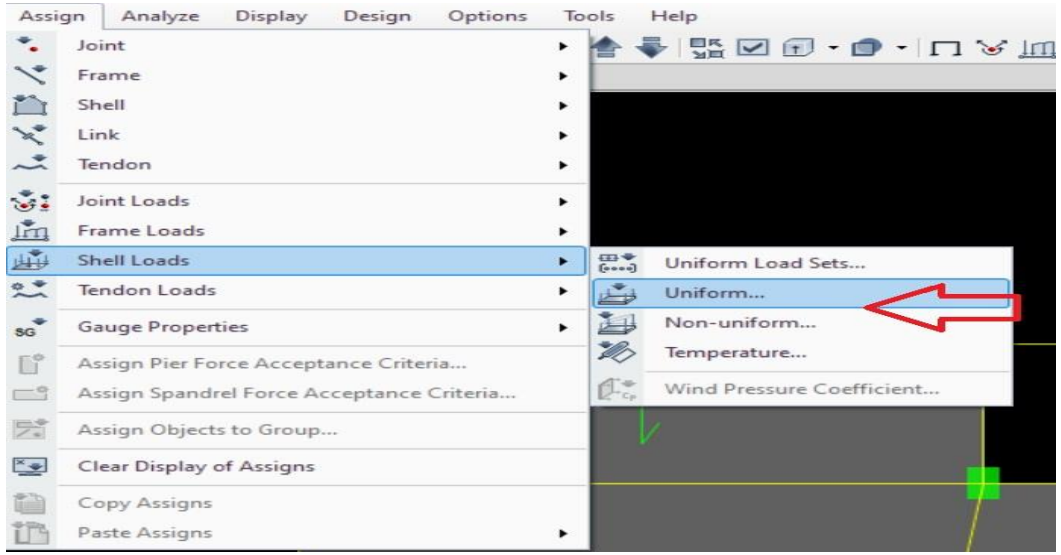
پرسش دوم : کجا وارد می شود ؟ بام و خرپشته

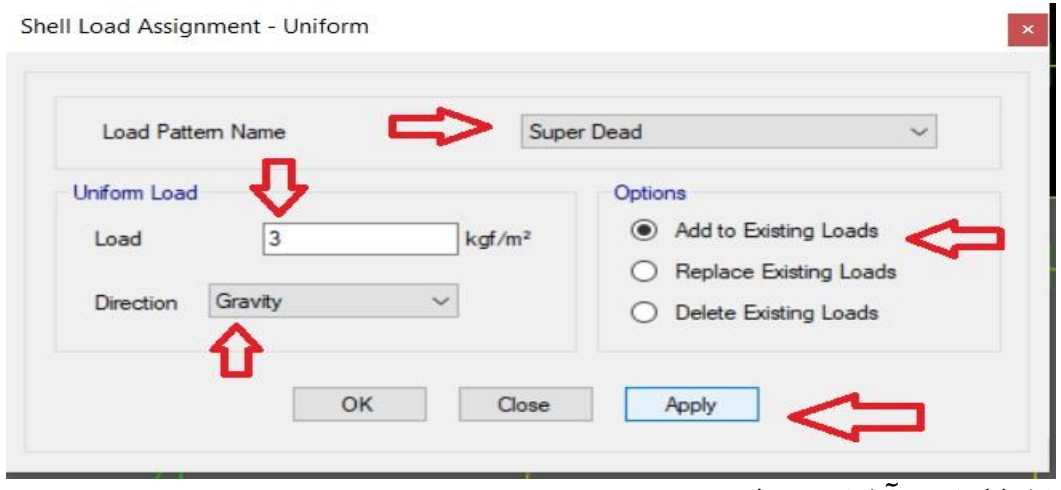
پرسش سوم : مقادیر بار چقدر است ؟



کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

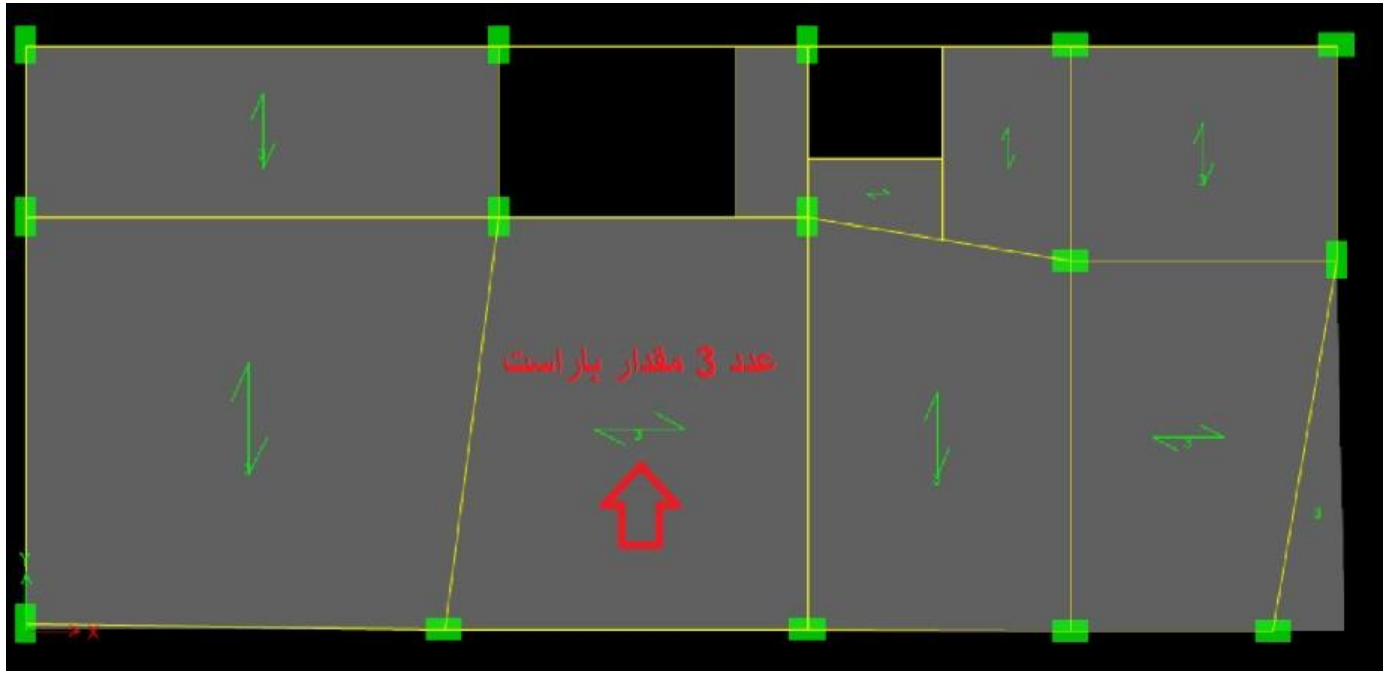
بارگذاری –۱– معرفی بارمرده بام





پرسش سوم : مقادیر بار چقدر است ؟ ۳ باید به واحد دقت کرد.

اگر بخواهیم وضعیت بار وارد شده را ملاحظه کنید کلیک راست کنید ، وارد قسمت Load شوید .



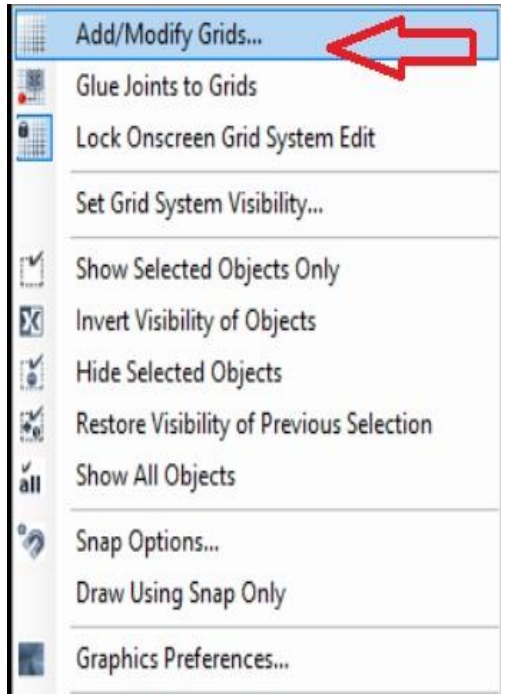
کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

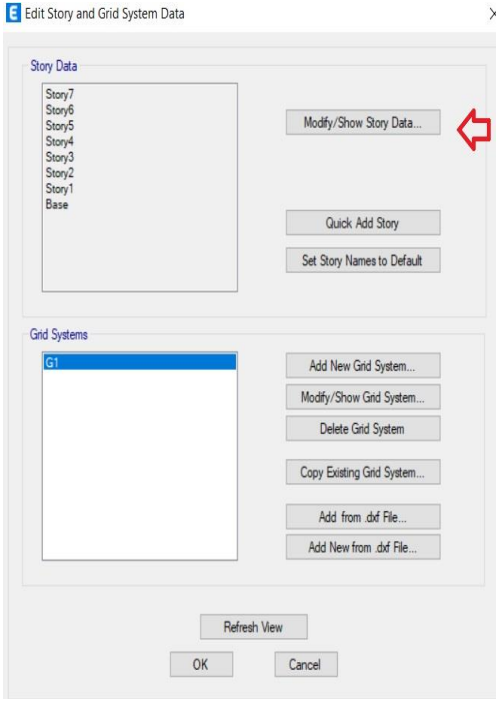
بارگذاری – ۲–معرفی بارمرده طبقات

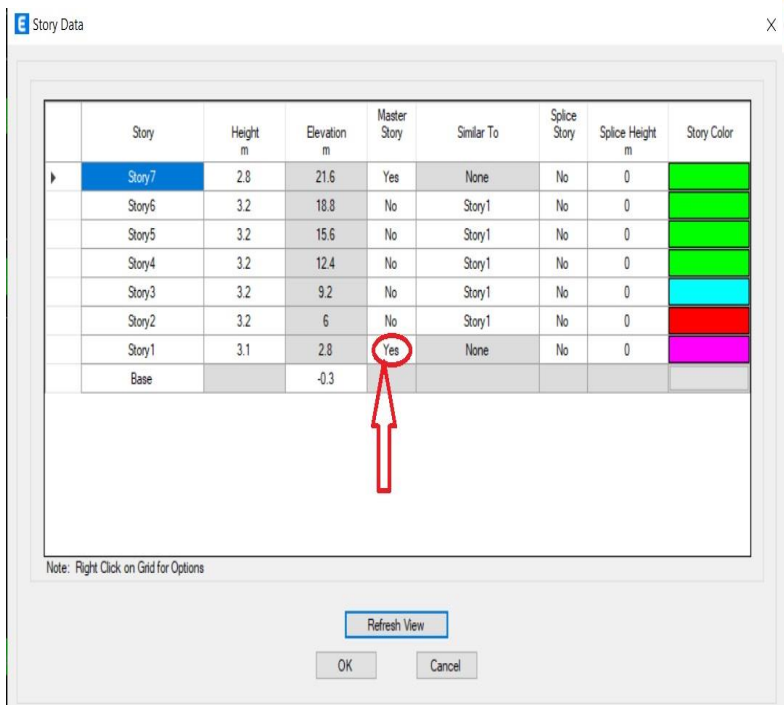
پرسش سوم : مقادیر بار چقدر است ؟ ۲ باید به واحد دقت کرد

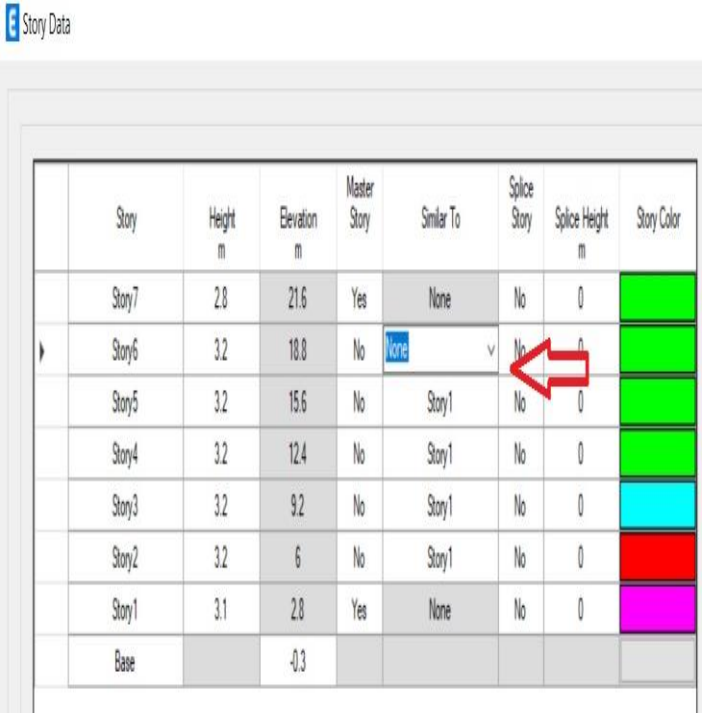
ضمنا چون تعداد طبقات مشابه زیاد است و وارد کردن بار در تک تک طبقات زمانبر است لذا طبقه اصلی (Master) را که قبلا تعریف کرده بودیم رابه شرح زیربا کلیک راست مجدد شناسایی می نماییم :

نکته : طبقه ششم را باید از حالت Similar خارج کنید چون بام است و مقدار بام آن با بار طبقات متفاوت است ، لذا آن را به None تغییر می دهیم .





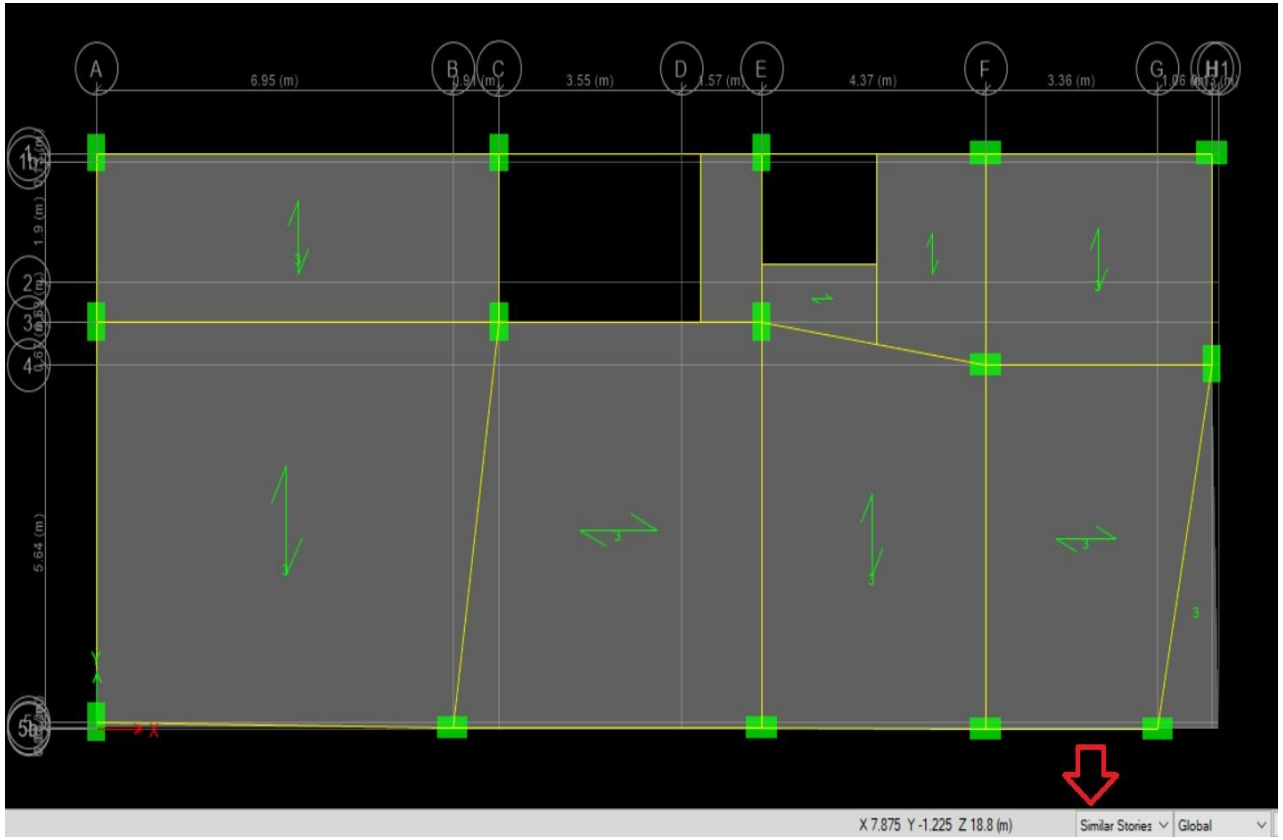


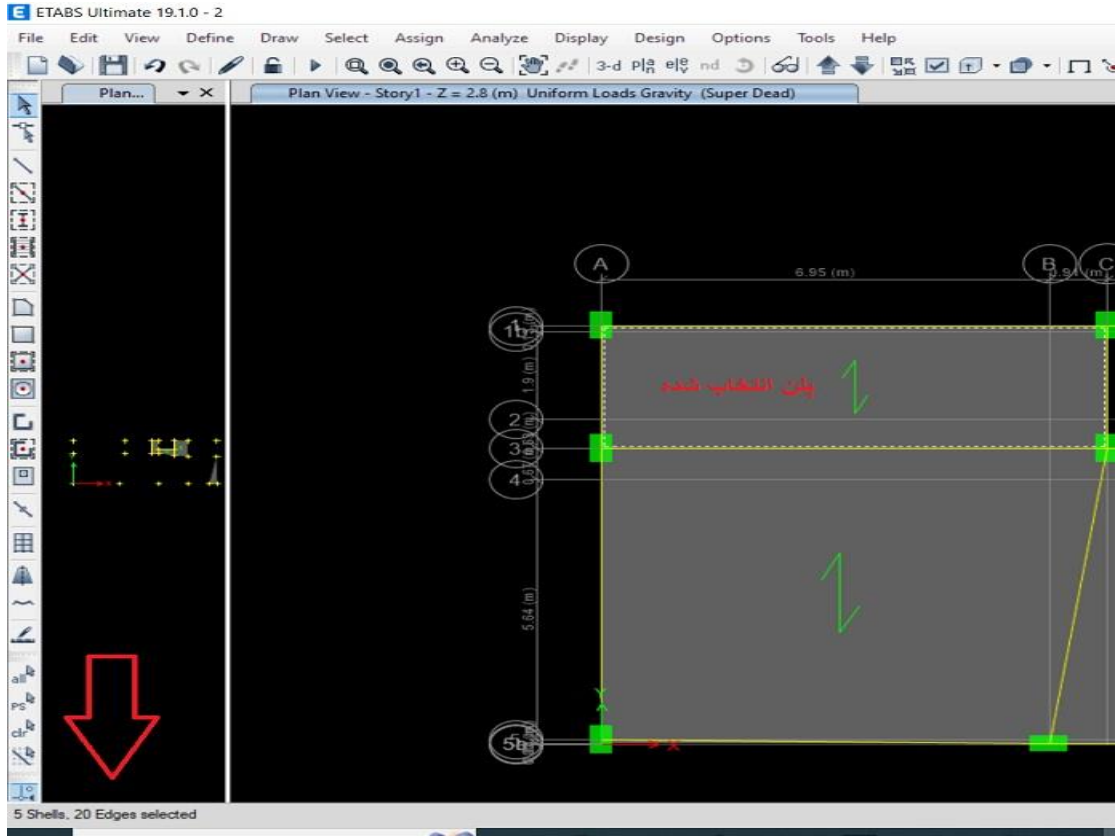


کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۲–معرفی بارمرده طبقات

با انتخاب Similar Story وارد طبقه Master (اول) شده و Select سقفها را انجام داده (اگر هر پلن را که انتخاب کنید در انتهای سم چپ صفحه تعداد طبقه ها و لبه های انتخاب شده را نشان می دهد که بیانگر انتخاب سقفهای مشابه است) ، سپس وارد منوی Assign >Shell Loads>Uniform شده و مقدار بار ۲ را وارد می کنیم.

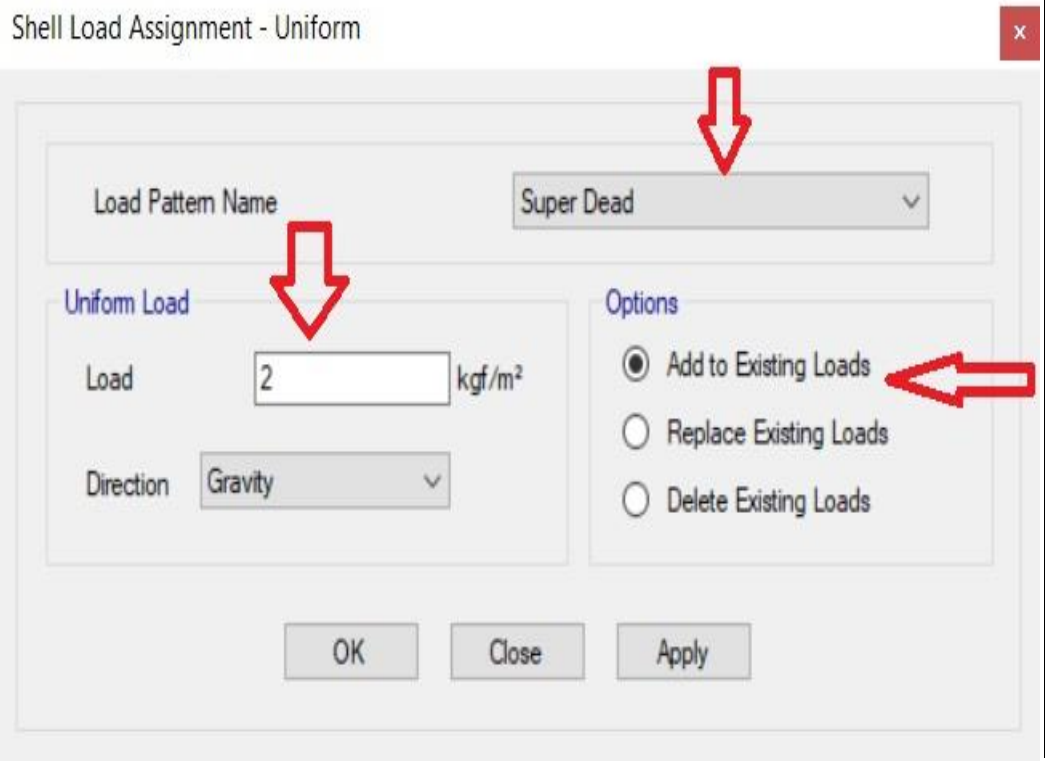


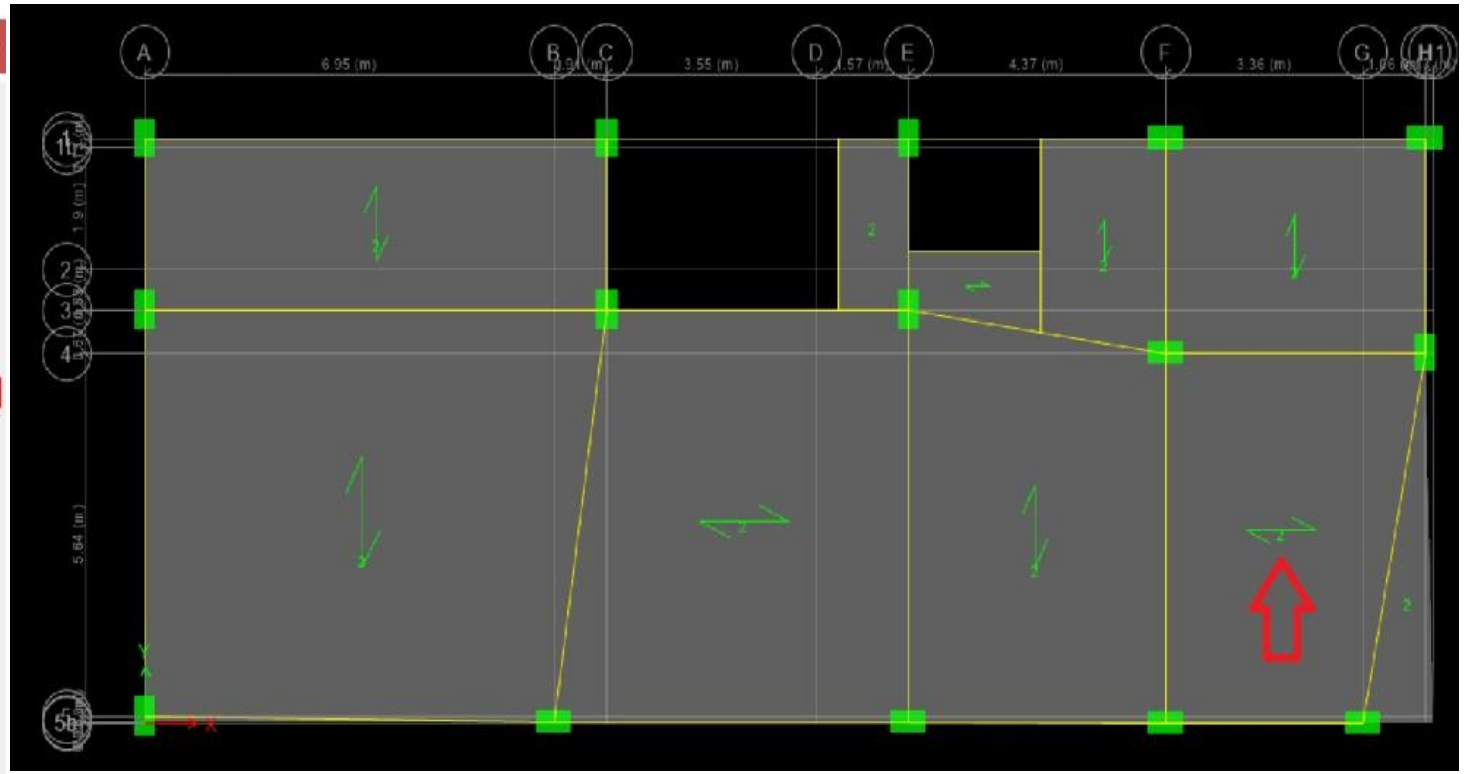


کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۳–معرفی بارمرده طبقات

مقدار بار در هر سقف نمایش داده می شود و اگر کلیک راست کنید و در قسمت بار وارد شوید مقدار بار را نشان می دهد .

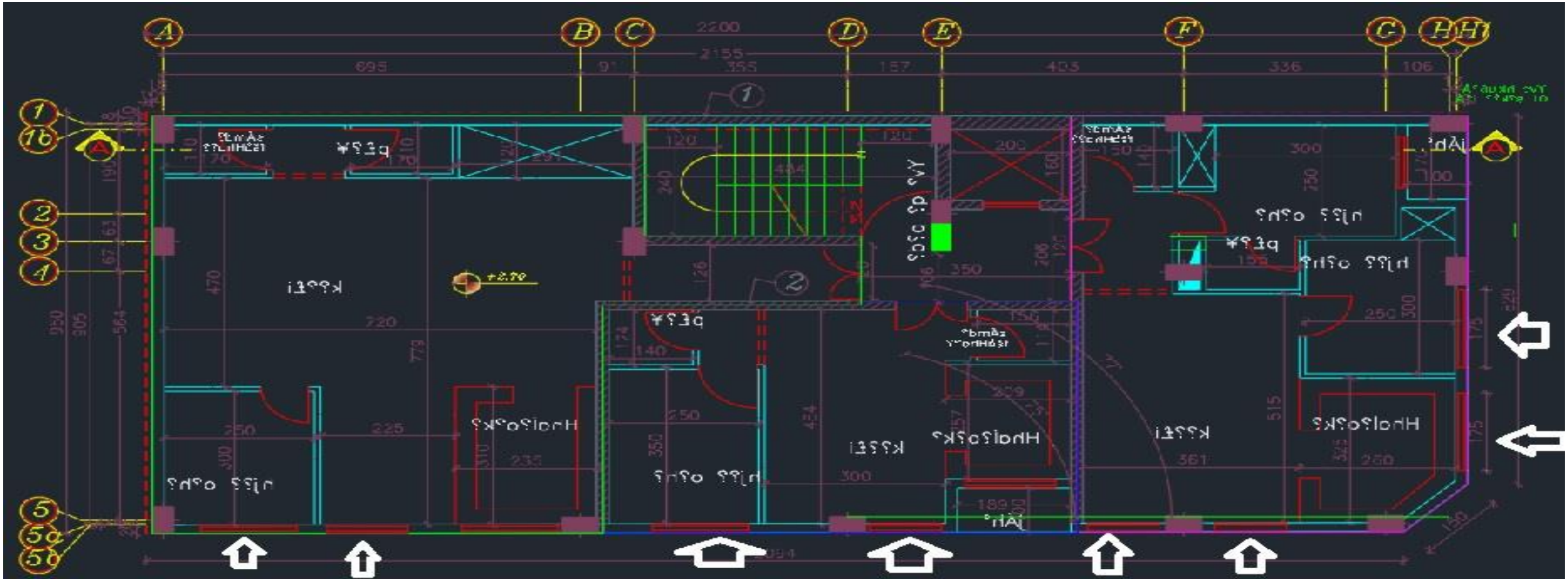




کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۳–معرفی دیوار پیرامونی (غیر نما)

وضعیت پنجرهای ـ نقشه های معماری و دیوارها

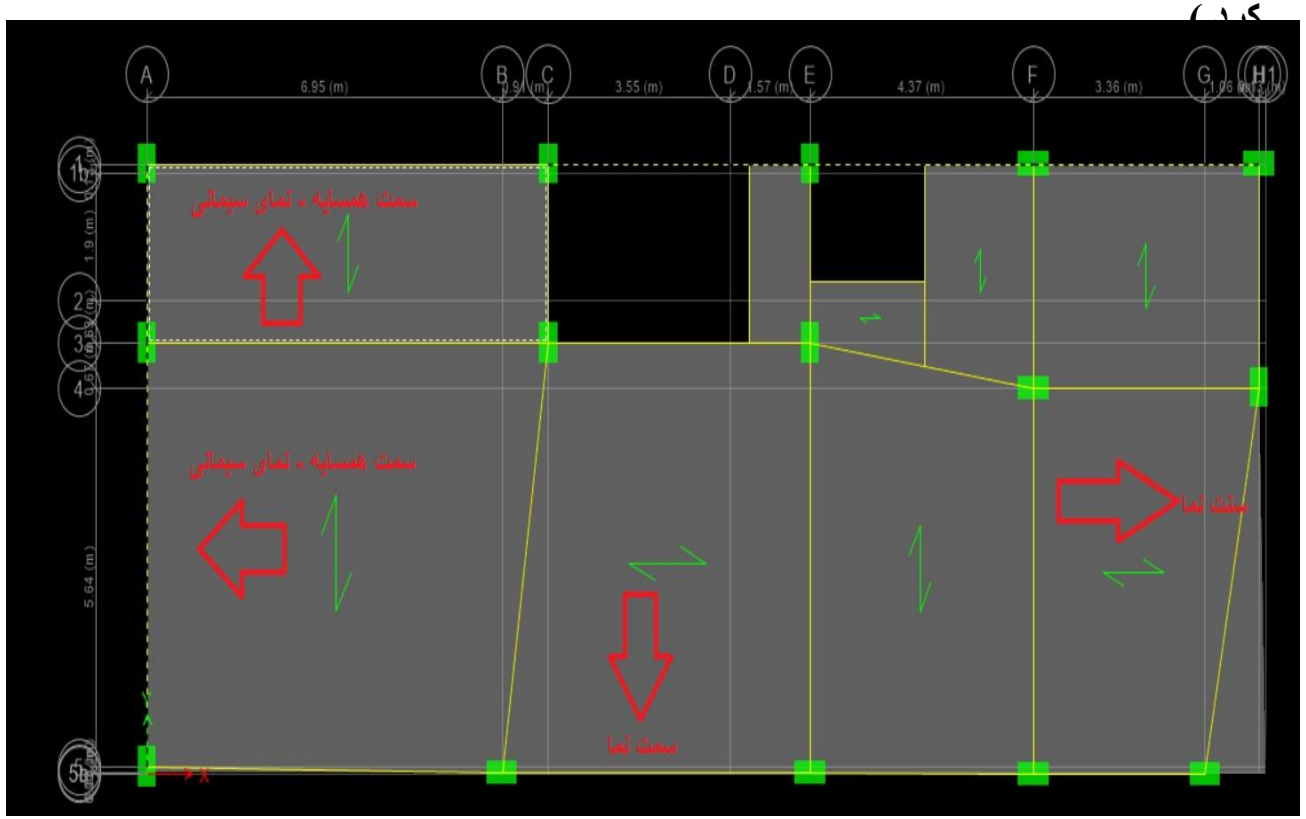


سید ایمان غفوریان – عضو هیات علمی دانشگاه آزاد مشهد

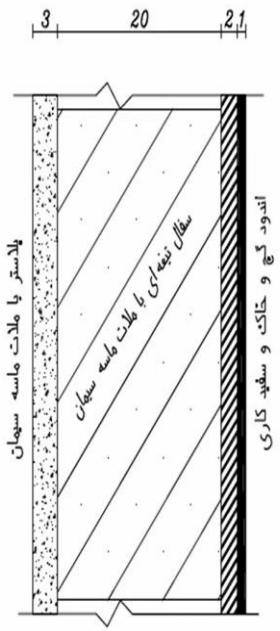
کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۳–معرفی دیوار پیرامونی(غیر نما)

نقشه زیر و محل قرار گیری پنجره ها و وضعیت دیوار کشی داخلی را نشان می دهد : در دیتیل دیوار زیر که یک طرف خاک گچ (سمت داخل ساختمان) و سمت دیگر سیمانکاری است ، در حال حاضر معمولا نمای اصلی ساختمان سمت پنجره نما سنگ و... اجرا می شود ، لذا دیتیل زیر جزییات اجرایی سمت همسایه (غیر نما) را نشان می دهد ضمنا تیر هایی که به صورت انتخاب شده (نقطه چین) درآمده اند مربوط به این دیتیل است. اخیرا دیواره های راه پله بین محورهای E- C را سنگ می کنند یا تا ارتفاع ۱.۵ متر سنگ می کنند(جلوگیری از تخریب در هنگام اسباب کشی)، لذا این قسمت از دیواررا از حالت انتخاب خارج کرده(باید سنگ کرده در جهت اطمینان حساب کرد)



گچ و خاک و سفید کاری به همراه سیمانکاری



بار مرده دیوار پیرامونی بدون نما

نام بار	وزن واحد حجم کیلوگرم بر متر مکعب	ضخامت سانتیمتر	وزن واحد سطح کیلوگرم بر متر مربع
اندود گچ و خاک	۱۶۰۰	۲	۳۲
اندود گچ سفید	۱۳۰۰	۱	۱۳
آجر کاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان	۸۵۰	۲۰	۱۷۰
پلاستر با ملات ماسه سیمان	۲۱۰۰	۳	۶۳
مجموع		۲۷۸ کیلوگرم بر مترمربع	

سید ایمان غفوریان – عضو هیات علمی دانشگاه آزاد مشهد

کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

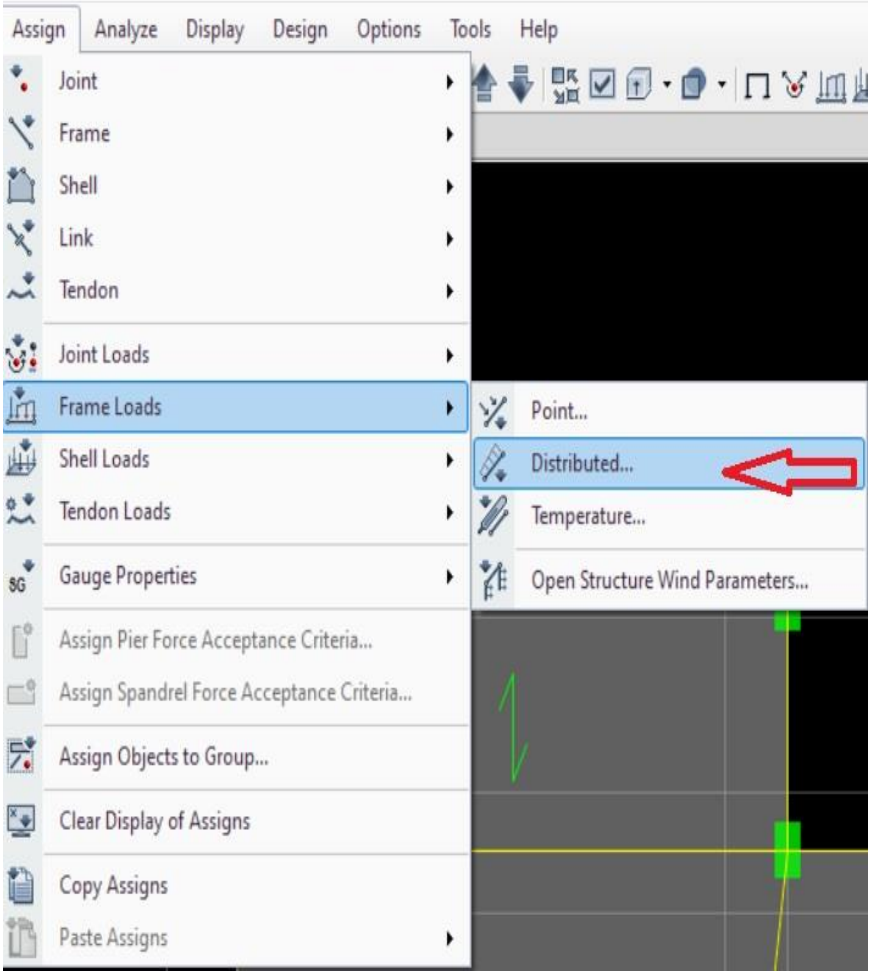
بارگذاری – ۳–معرفی بار دیوار پیرامونی(غیر نما)

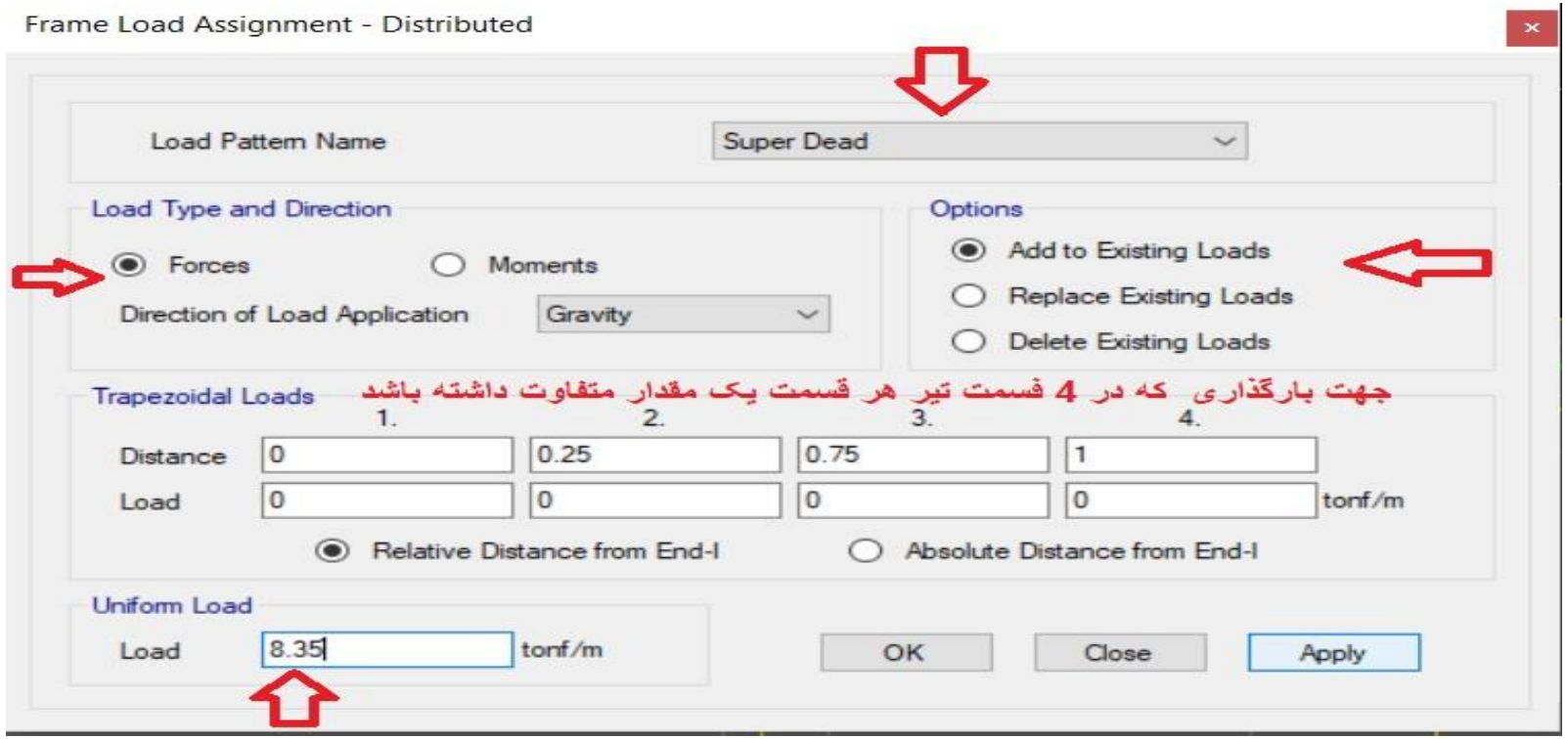
– دیوار های پیرامونی از نوع **Super Dead** است .

– منوی **Assign >Frame Loads>Distribution**

– دقت شود سقف ها همه **Similar** باشند .

–مقادیر بار را مطابق شکل زیر وارد می کنید :





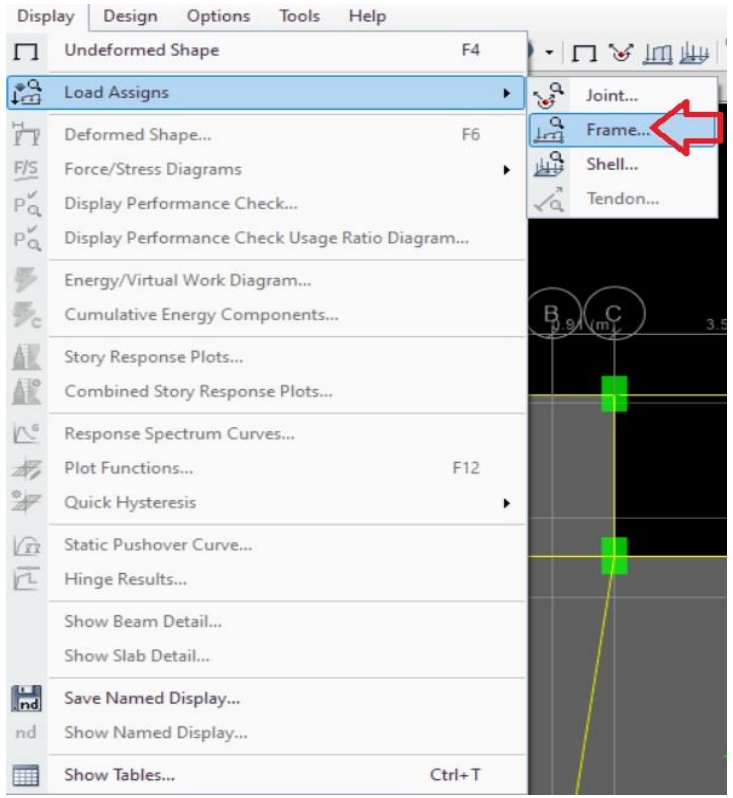
کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

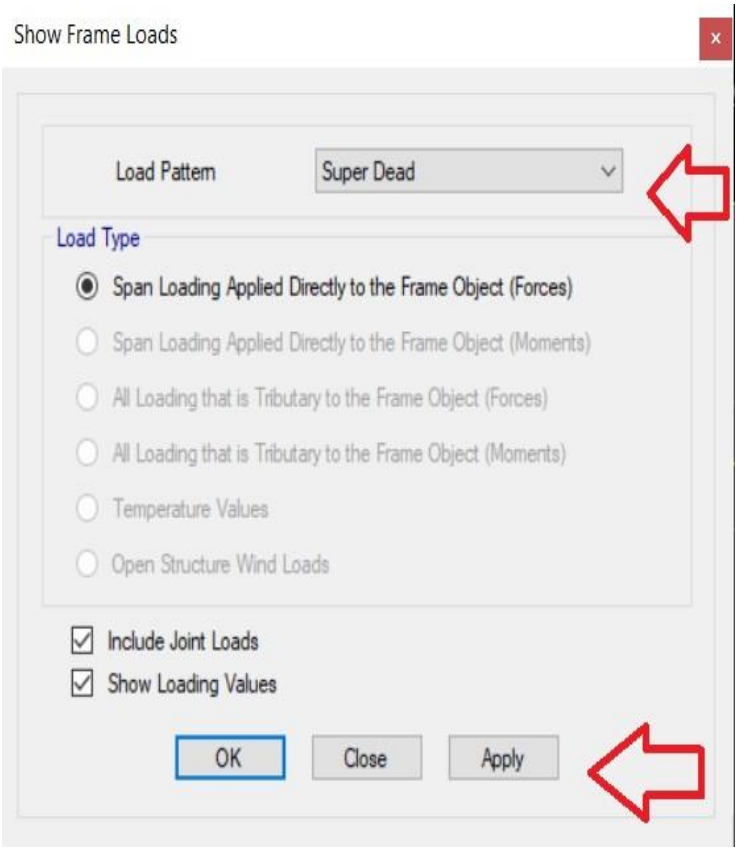
بارگذاری – ۳–نمایان شدن مقدار بارها

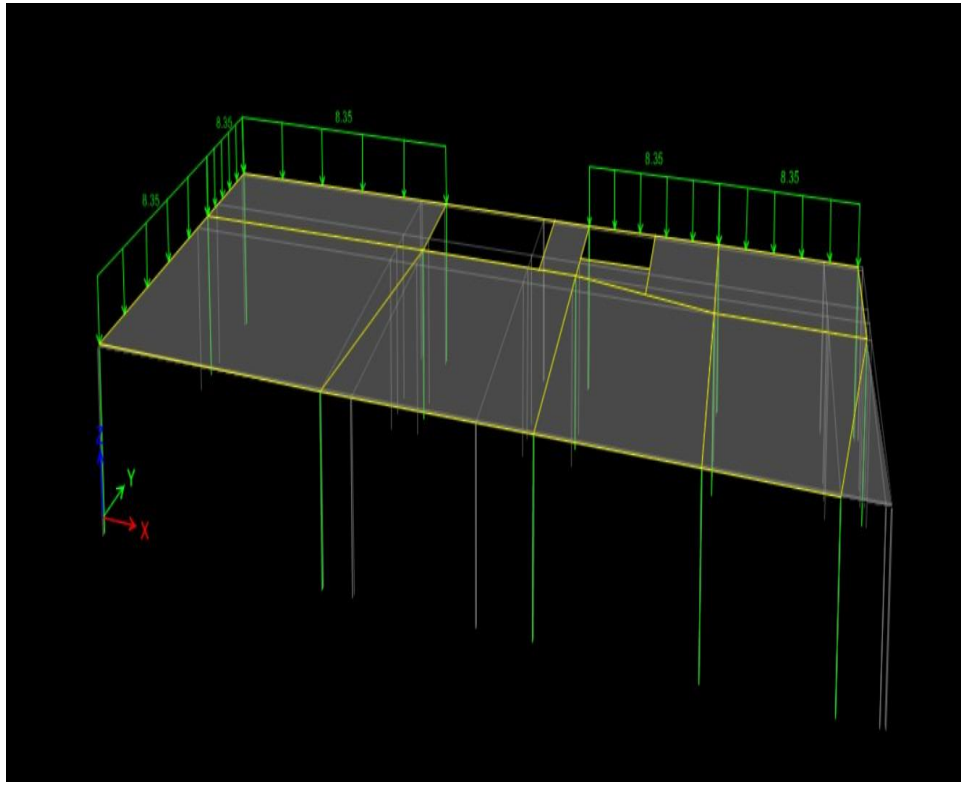
– مقدار بارها را می توان به صورت محلی و کلی نشان داد :

۱– بررسی وضعیت بارها به صورت محلی : کلیک راست روی تیر

۲– نشان دادن تیر ها در حالت کلی به صورت شکل زیر :







سید ایمان غفوریان – عضو هیات علمی دانشگاه آزاد مشهد

کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

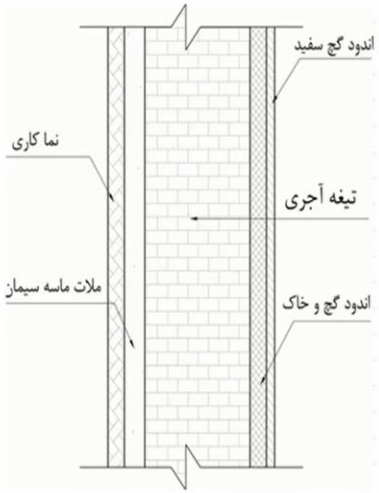
بارگذاری – ۴–معرفی دیوار پیرامونی(نما با ۳۰ درصد بازشو)

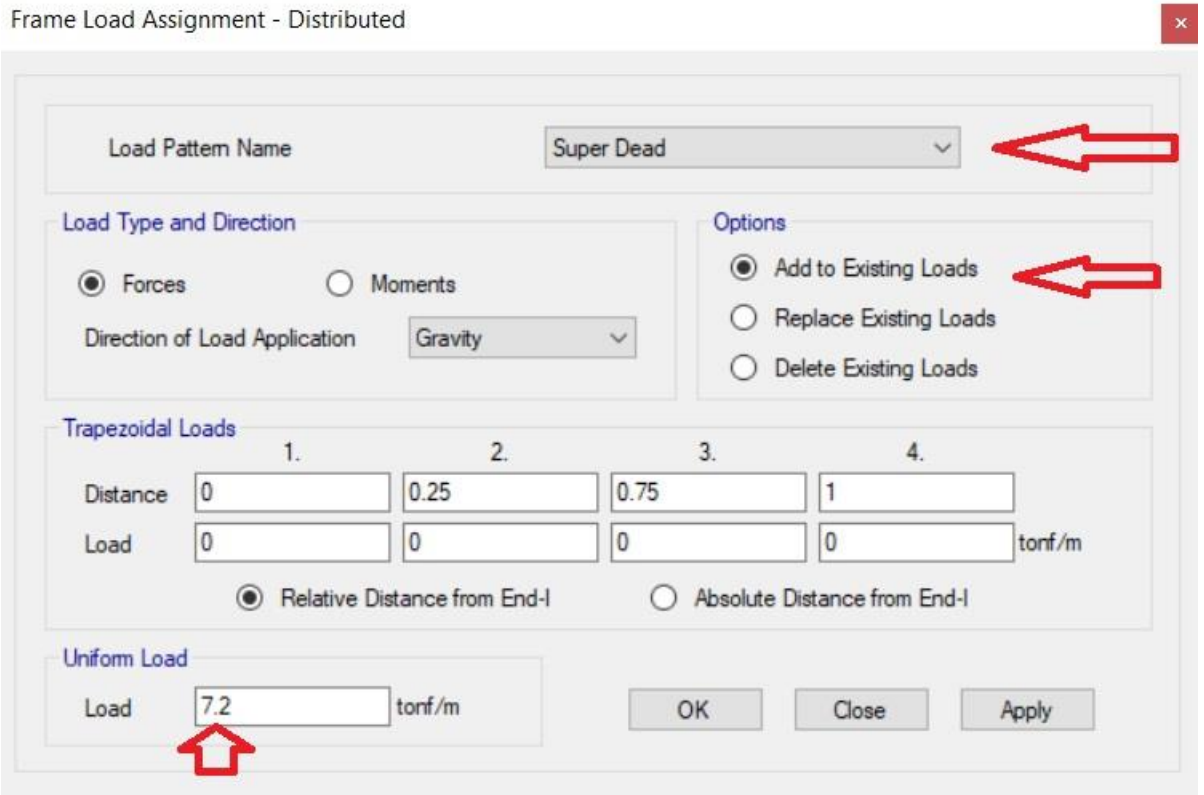
در محاسبه وزن مترطول دیوار ۲۴۰ کیلوگرم برمترمربع مقدار آن به اندازه سی درصد بازشو کم شده است ، لذا مقدار آن را اگر در ارتفاع سقف ۳ متر اگر ضرب کنیم ، مقدار بار گستره یکنواخت دیوار ۷۲۰ کیلوگرم بر متر بدست می آید ، که از مقدار دیوار های پیرامونی قبلی ۸۳۵ به دلیل کسر بازشو کمتر شده است (علی رغم داشتن وزن سنگ).

بار مرده دیوار پیرامونی نما دار دارای بازشو

نام بار	وزن واحد حجم کیلوگرم بر متر مکعب	ضخامت سانتیمتر	وزن واحد سطح کیلوگرم بر متر مربع
اندود گچ و خاک	۱۶۰۰	۲	۳۲
اندود گچ سفید	۱۳۰۰	۱	۱۳
آجر کاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان	۸۵۰	۲۰	۱۷۰
ملات ماسه سیمان	۲۱۰۰	۳	۶۳
سنگ تراورتن	۲۴۰۰	۲.۵	۶۰
درصد بازشو		۳۰	
مجموع با احتساب ۳۰ درصد بازشو		۲۴۰ کیلوگرم بر مترمربع	

دیوارهای نمادار





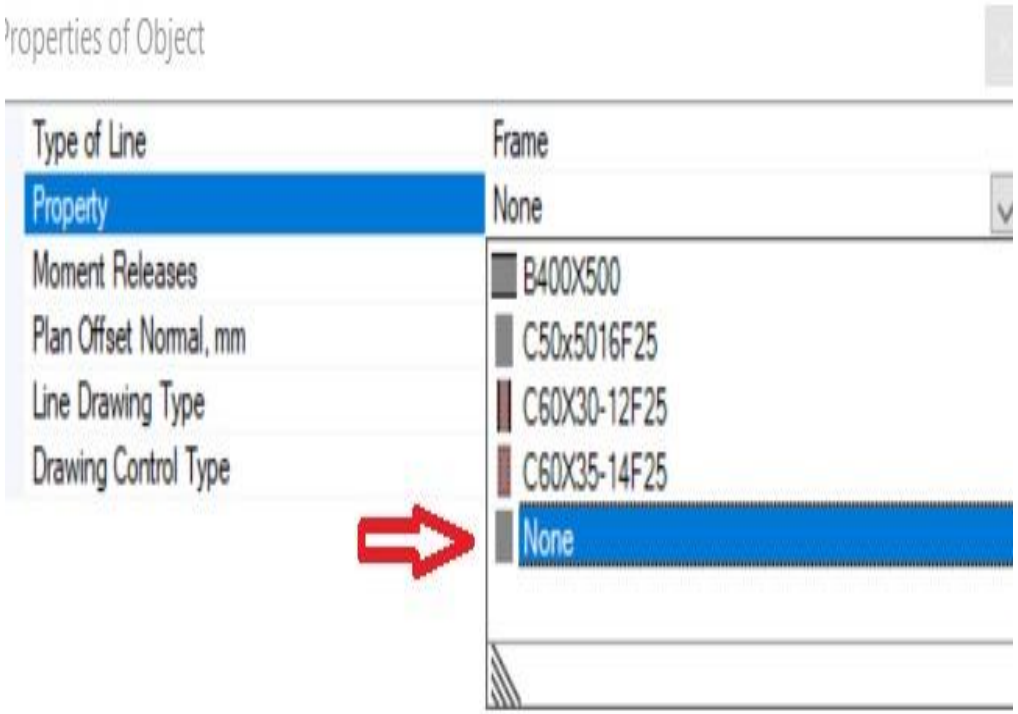
سید ایمان غفوریان – عضو هیات علمی دانشگاه آزاد مشهد

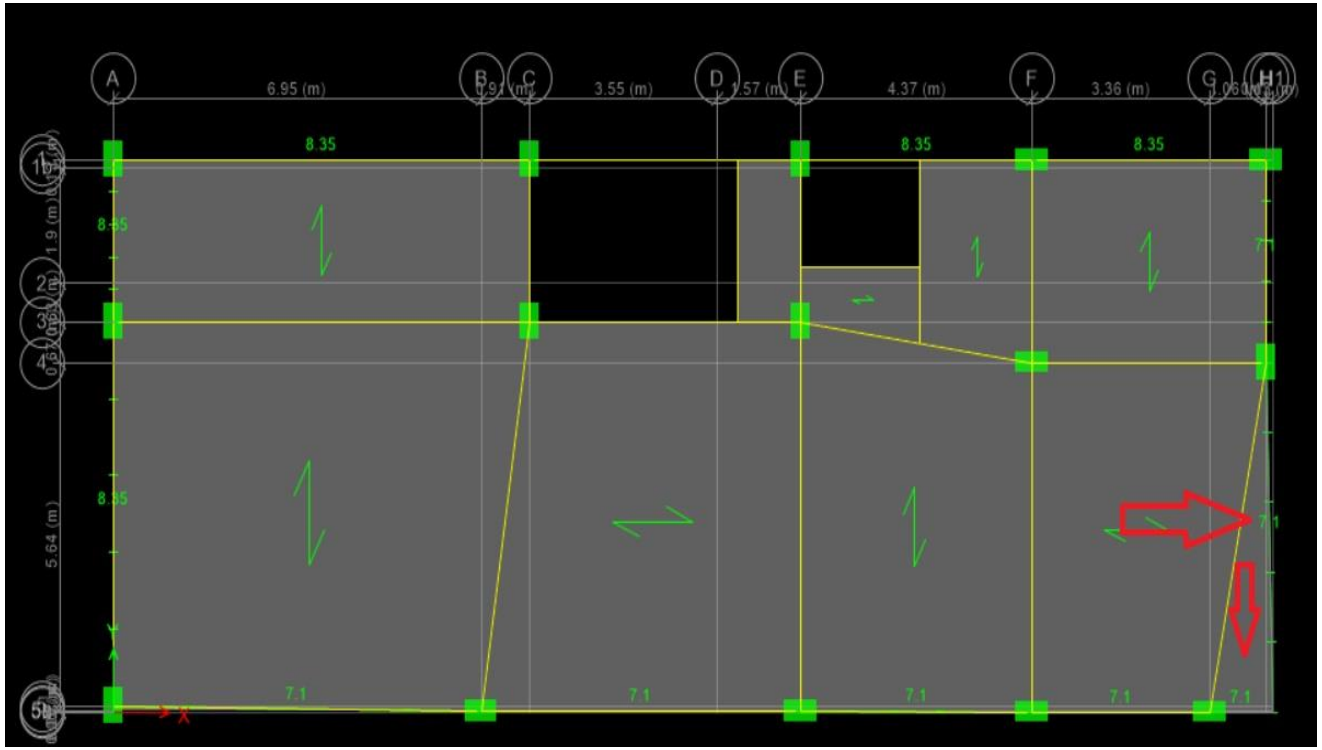
کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۵– بارگذاری دال آزاد

با توجه به اینکه در گوشه دال آزاد H -۵ بخواهیم بار دیواری را قرار دهیم ، چون تیری ندارد باید اقدامهای زیر را صورت داد :

یک تیر معرفی میکنیم لیکن در قسمت Property از گزینه None استفاد کنید ، تا صرفا بار روی دیوار را روی آن قرار دهیم .





کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۶ – نحوه محاسبه بار دیوار

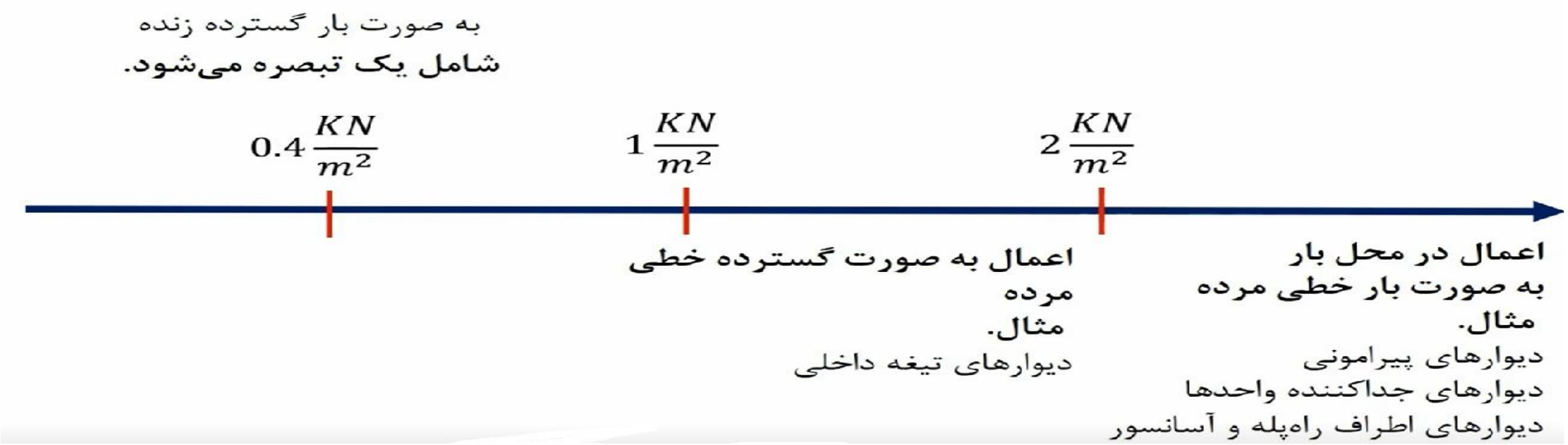
دیوارهای پیرامونی : وزن مترمربع آنها بیش از 2 (KN/m^2) است لذا در محل دقیق قراربار داده شود .

دیوارهای داخلی (تیغ ها) : وزن مترمربع آنها بین ۱ از 2 (KN/m^2) است و آیین نامه انتظار دارد که ،تیغه ها در همه جا توزیع شود ، ضمنا تیغه ها را به دو قسمت تقسیم می کنند :

۱-بارسنگین دیوار : وزن مترمربع آنها بین ۱ تا 2 (KN/m^2) است و تبصره به آن تعلق نمی گیرد و جنس آنها مرده است .

۲- بار دیوار سبک تر : وزن مترمربع آنها بین ۱ تا 0.4 (KN/m^2) است و تبصره به آن تعلق می گیرد و جنس آنها زنده است (بار گسترده زنده)

اگر بار تیغه ها مانند تیغه های متداول کشور است (نوع یک – دیوار سنگین) باید کلیه کفها را در نرم افزار انتخاب کرده ، سپس



کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۶ – نحوه محاسبه بار دیوار

استثنا مربوط به عدم اعمال بار تیغه بندی در کاربری های با بار زنده سنگین تنها برای بار زنده مطرح شده و شامل تیغه های متعارف (از نوع مرده) نمیشود

۶-۵ بار زنده

۶-۵-۲-۲ ضوابط مربوط به جداکننده‌ها

در ساختمان‌های اداری یا سایر ساختمان‌هایی که درآن‌ها احتمال استفاده از جداکننده‌های داخلی با وزن هرمترمربع ۱کیلونیوتن برمترمربع، 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.

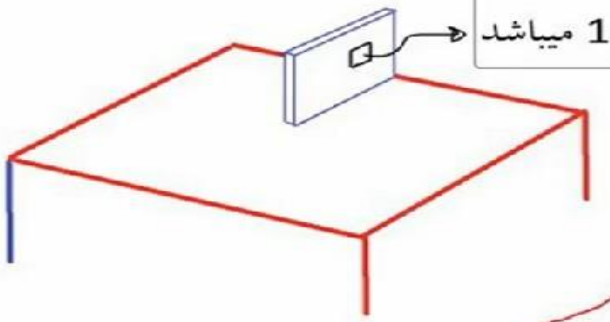
در ساختمان‌هایی که جداکننده‌های سبک، نظیر دیوارهای ساندویچی و ورق گچی با وزن هر مترمربع سطح کمتر از ۰/۴ کیلونیوتن بر مترمربع دیوار به کار برده می‌شوند، بار گسترده معادل وارد برکف را باید حداقل ۰/۵ کیلونیوتن بر مترمربع در نظر گرفت. درسایر موارد، بار گسترده معادل وزن جداکننده‌ها و تیغه‌ها برکف را نباید 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 بارمرده 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.

شکل فوق مربوط به مبحث 6 ویرایش 98 میباشد که چند هفته هست منتشر شده و من تازه تونستم تهیه کنم.

با توجه به بندهای فوق:
1- از این به بعد بار تیغه های متعارف را باید از نوع مرده در نظر بگیریم و نیازی به تعریف بار مجزای partition نیست. تنها لازم است بار مرده کف سازی را افزایش دهیم.
2- در مبحث 6 قبلی اجازه داشتیم در کاربری هایی مانند رستوران که بار زنده بیش از kg/m^2 400 دارند، بار تیغه بندی را وارد نکنیم.
ولی در مبحث 6 جدید این تبصره حذف شده است. البته منظورم برای تیغه های متعارف در ایران هست که وزن مترمربع سطح آنها حدود kg/m^2 170 هست.

وزن مترمربع تیغه ها در سازه های متعارف عموما بین $1\sim2\ \frac{kN}{m^2}$ میباشد



۶-۳ بار مرده

۶-۳-۳ وزن تیغه‌ها و دیوارها

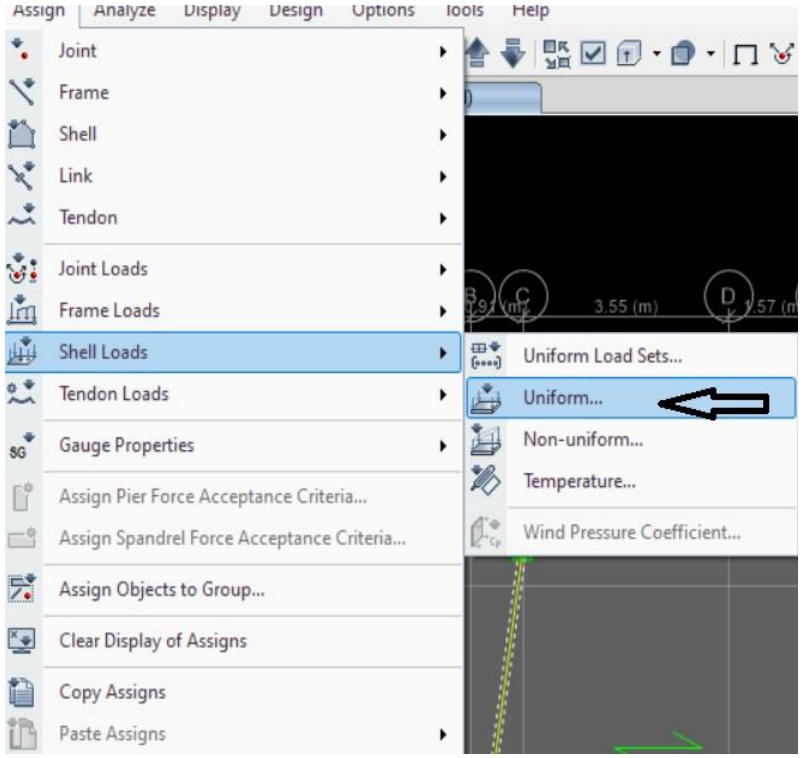
کلیه تیغه‌ها و دیوارها با وزن هر مترمربع سطح بیش از یک کیلونیوتن بر مترمربع به عنوان بار مرده در محاسبات منظور می‌شوند. درصورتی که هرمترمربع تیغه یا دیوار بین ۱تا۲ کیلونیوتن برمترمربع باشد، بار معادل تیغه را می‌توان به صورت بارگسترده یکنواخت بر مساحت کف اعمال نمود. وزن معادل بار مرده تیغه‌ها که بر مساحت هر فضا اعمال می‌شود از تقسیم وزن کل تیغه‌ها بر مساحت فضای موردنظر به دست می‌آید. اما در هر صورت نباید کمتر از یک کیلو نیوتون بر مترمربع منظور شود. چنانچه وزن تیغه با دیوار بیشتر از ۲ کیلونیوتون بر مترمربع باشد لازم است بار مرده تیغه یا دیوار در محل واقعی خود اعمال شود. وزن سایر جداکننده‌های سبک مطابق ضوابط بند ۶-۵-۲-۲ در محاسبات منظور می‌شود.

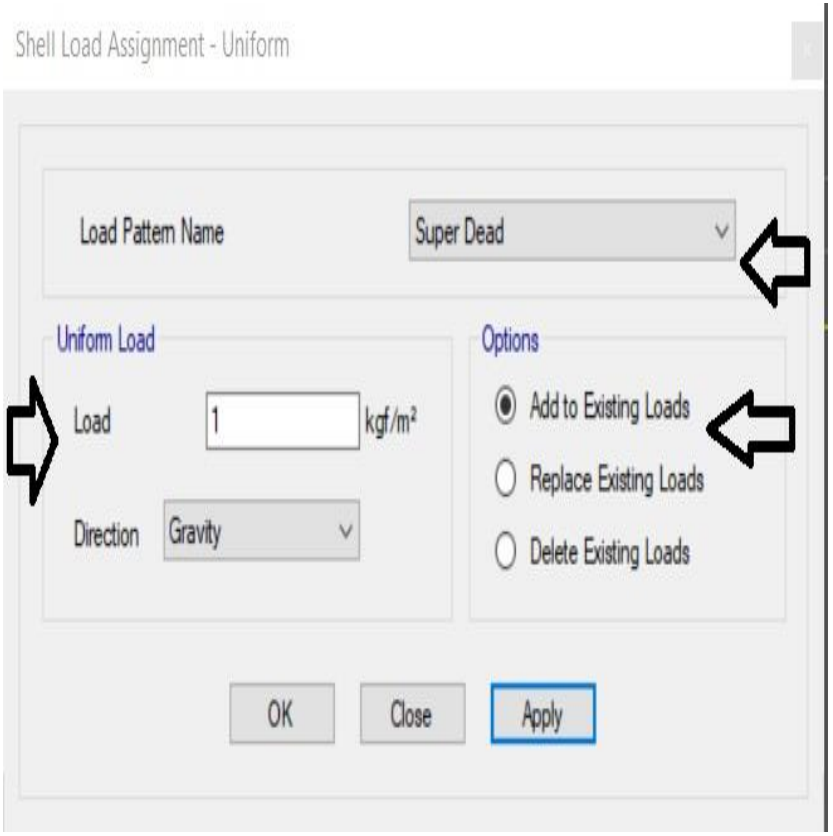
کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

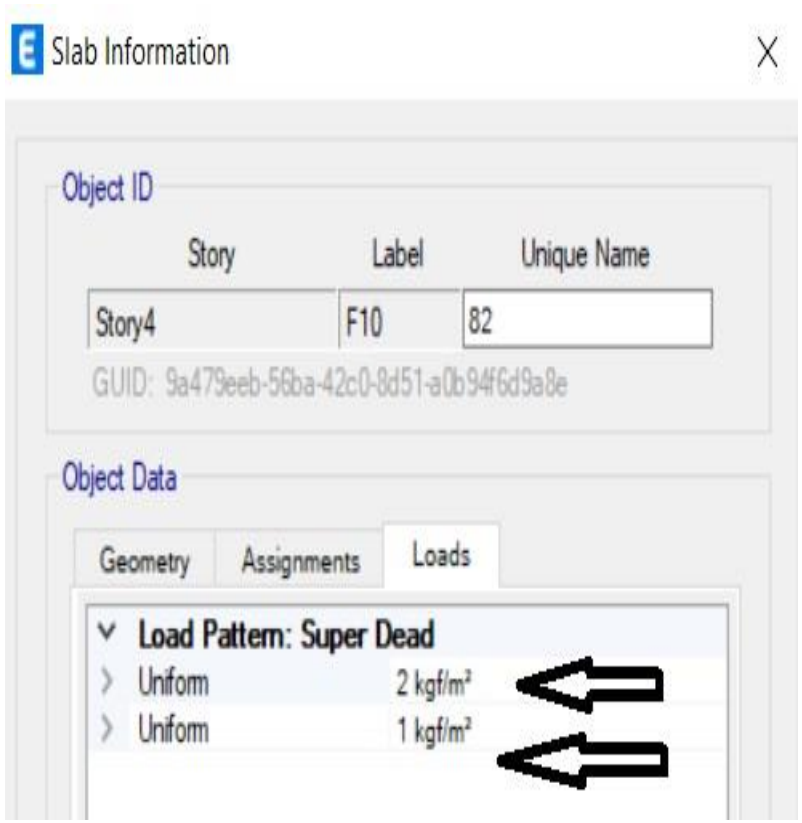
بارگذاری – ۶ – نحوه محاسبه بار دیوار

اگر بار تیغه ها مانند تیغه های متداول کشور است (نوع یک – دیوار سنگین) باید کلیه کفها را در نرم افزار انتخاب نمایید و سپس به شکل زیر بارتیغه معادل حدود یک را واردکنید .

دقت کنید با کلیک راست مشخصات بار را کنترل کنید مطابق شکل دو نوع بار وجود دارد.







کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۷– بارگذاری پله ها

حفظ عملکرد پله ها در هنگام وقوع زلزله نقش مهمی در نجات انسانها دارند ، لذا باید در طراحی دقت ویژه به آن یاد کرد (در پیوست شش ویرایش چهرم استاندارد ۲۸۰۰) به آن پرداخته است .

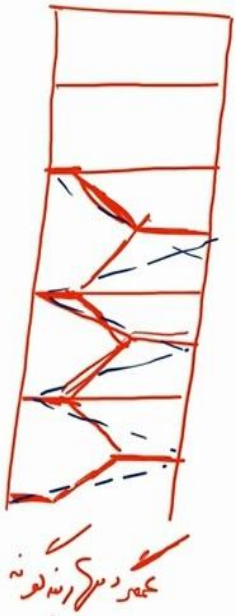
پ۶-۱-۴-۷- راه‌پله‌ها

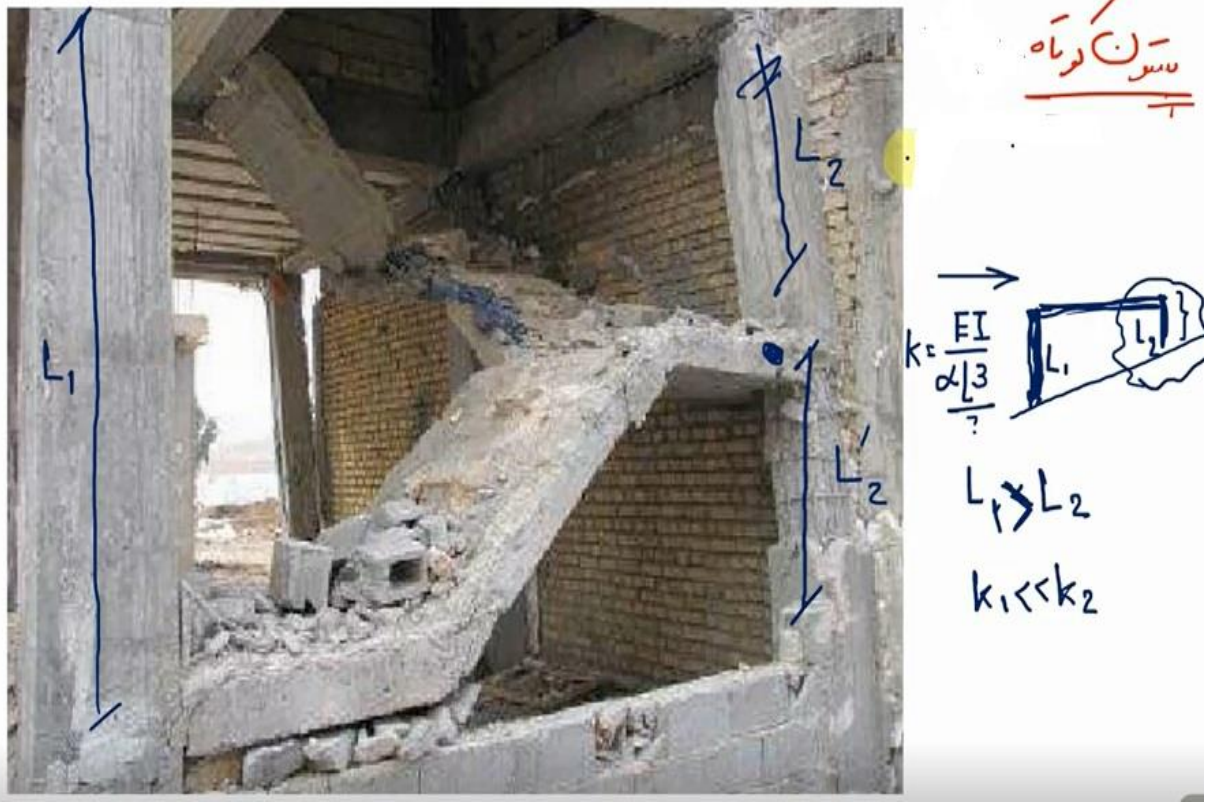
پله‌ها برای تخلیه ساکنان پس از وقوع زلزله مورد نیاز بوده و حفظ عملکرد آنها پس از زلزله از اولویت بالایی برخوردار می‌باشد. پله‌ها به دو گروه پله‌هایی که جزئی از سازه اصلی ساختمان می‌باشد و پله‌های فرار که جزئی از سازه اصلی ساختمان نمی‌باشد تقسیم می‌شوند.

کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۷– بارگذاری پله ها

یکی از مواردی که در طراحی سازه ها باید از آن اجتناب از موضوع ستون کوتاه است ،در شکل زیر اگر زمین شیبداری داشته باشیم طول آزاد ستون L1 با L2 هم اندازه نیست لذا سختی آنها نیز متفاوت است (بر اساس فرمول زیر) و از آنجاییکه زمان دریافت زلزله ، نیرو به نسبت سختی بین ستونهاتوزیع می گردد ، لذا ستون کوتاه مقدار نیروی بیشتری دریافت می کند ، در شکل زیر طول ستون دوم L2 به دو جز تقسیم شده و طول آزاد آن را کاهش داده شده ، لذا هنگام ورود نیروی زلزله به آن ها آسیب وارد می شود .
نحوه اتصال راه پله ها به ستونها نوعی رفتار عمکرد راه مهاربندی ایجاد می کند و سختی کاذب ایجاد می کند و می دانیم هرجا سختی زیادتر وجود داشته باشد ، نیروی بیشتری وارد می شود و چون در طراحی لحاظ نشده به سازه آسیب می رساند .

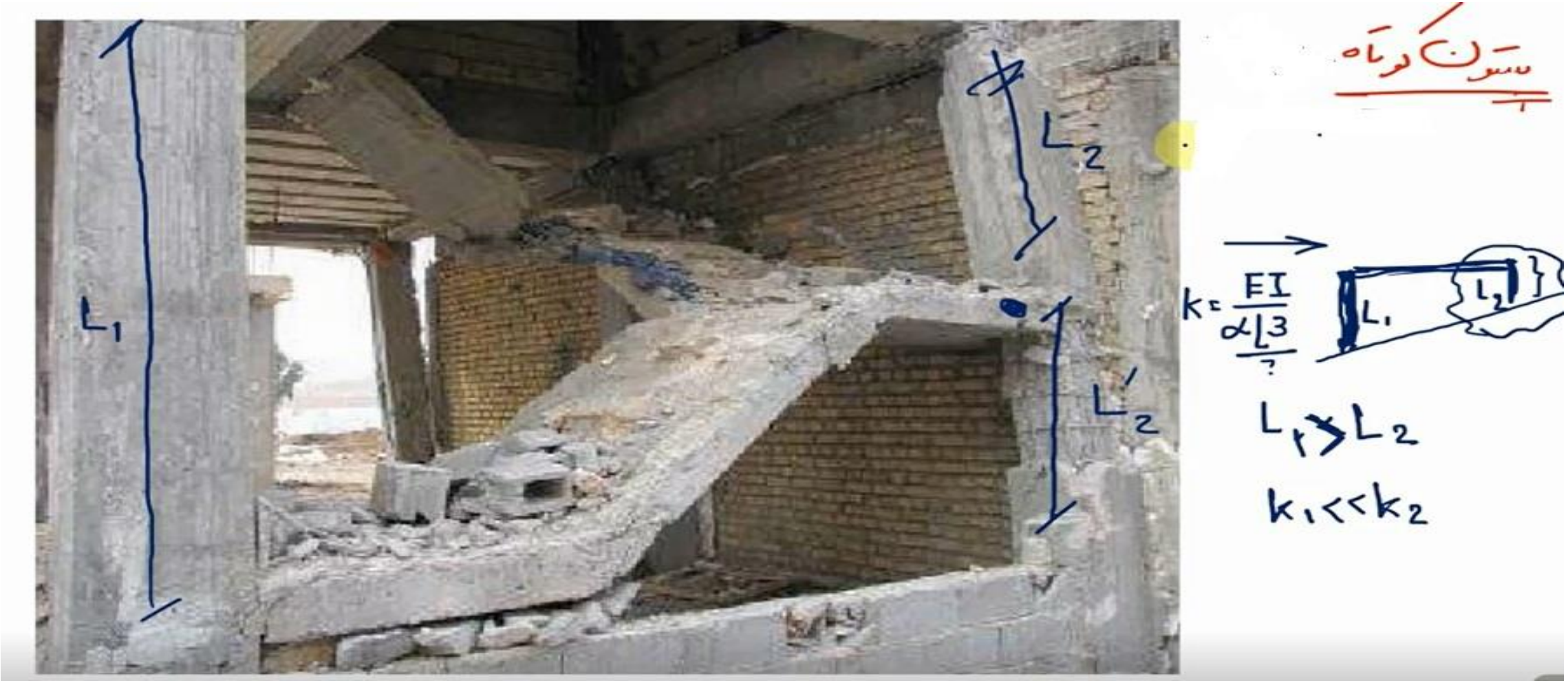




کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۷– بارگذاری پله ها

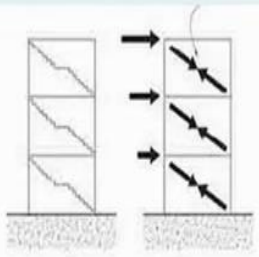
(روش ۱–۱ –دستک به ستون، سه رمپه)



کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

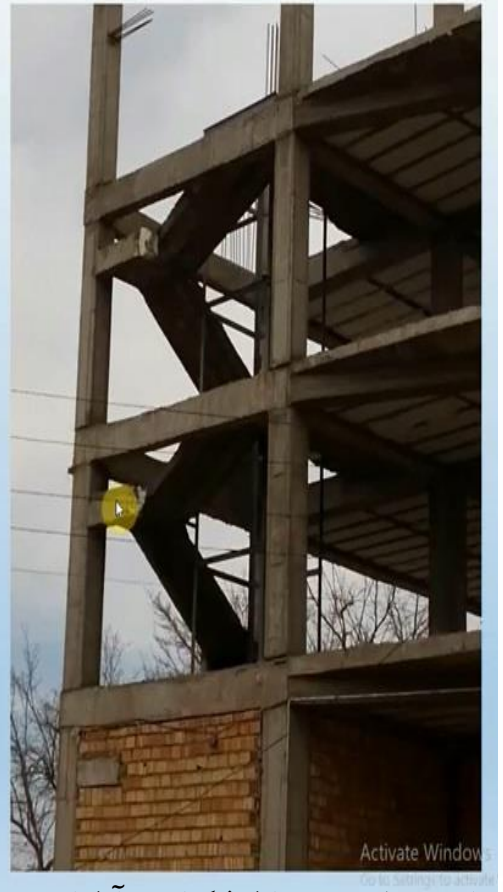
بارگذاری – ۷– بارگذاری پله ها

(روش ۱–۱ –دستک به ستون، سه رمپه)



راه پله تحت نیروی افقی به صورت دستک فشاری و یا کششی عمل می کند.

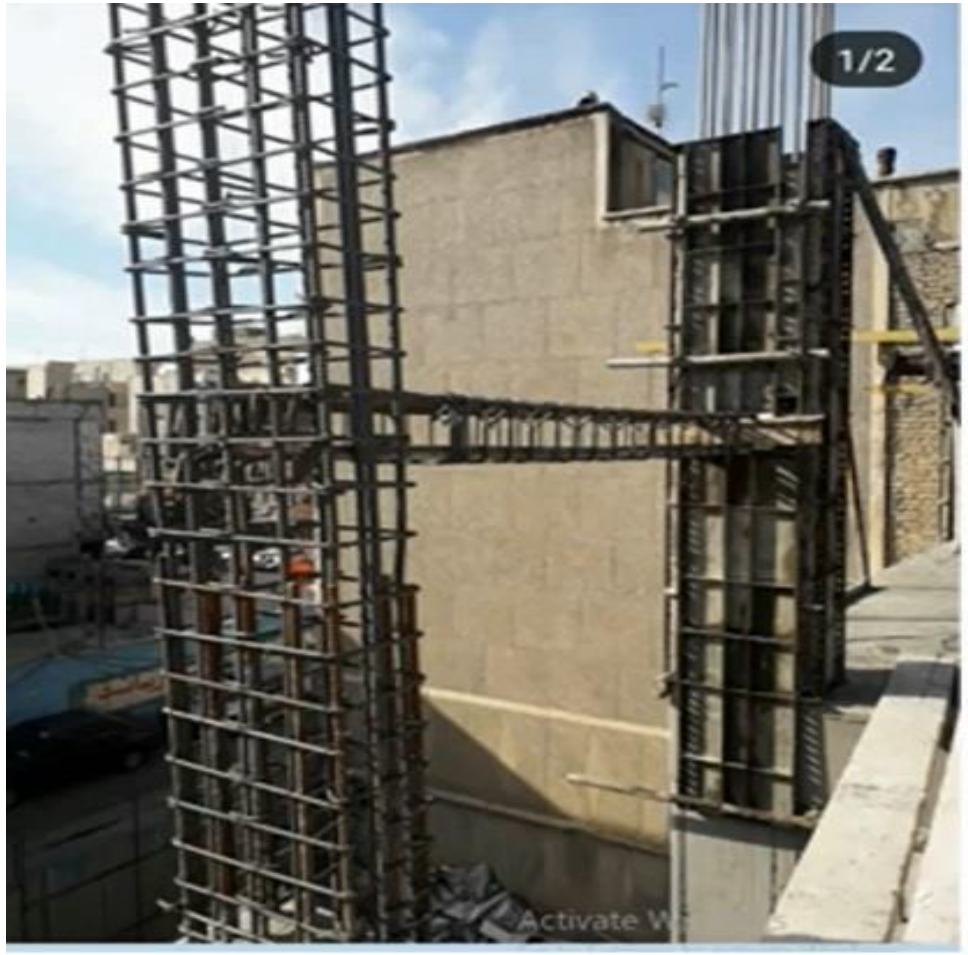
شکل ۱: عملکرد مهاربند گونه راه پله متصل به سازه (چارلسون، ۱۳۹۰)

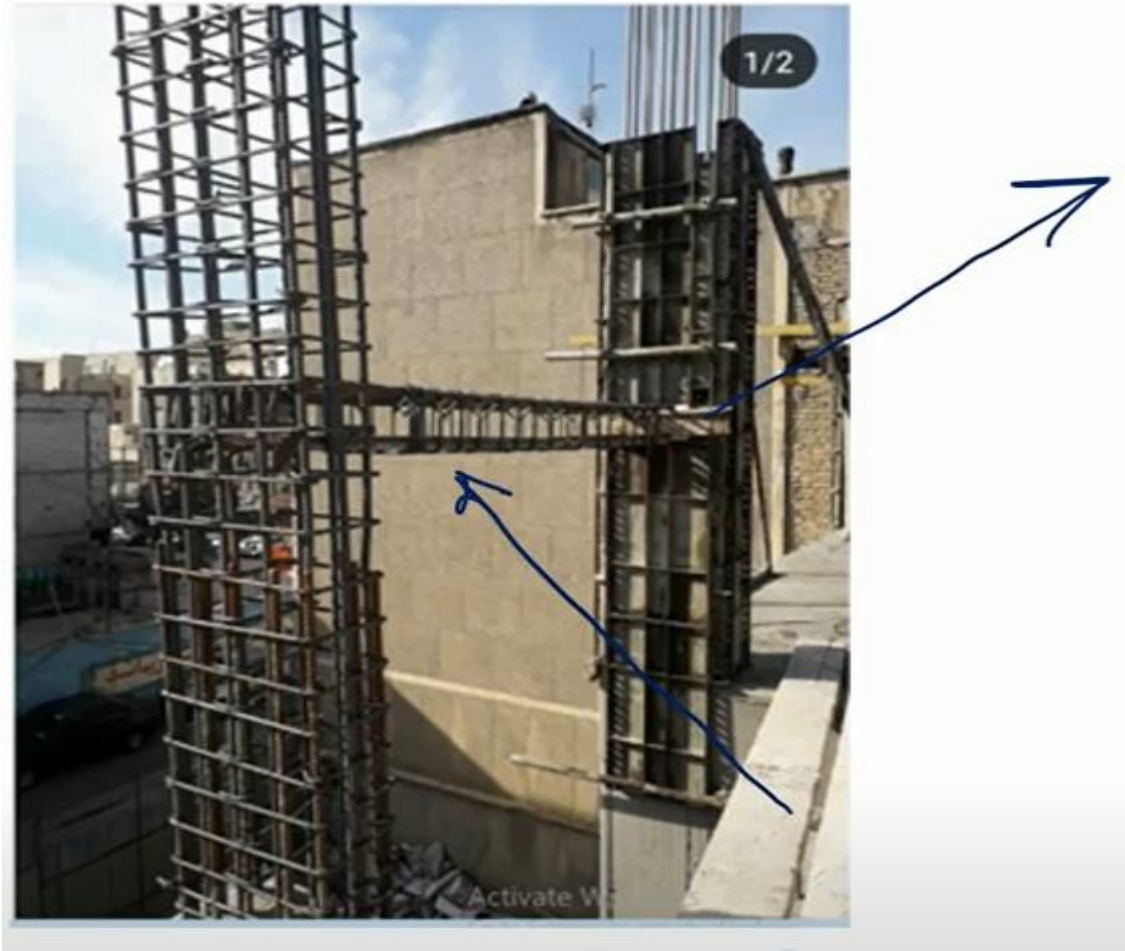


کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۷– بارگذاری پله ها

(روش ۱–۲– تیر میان طبقه، دو رمپه)

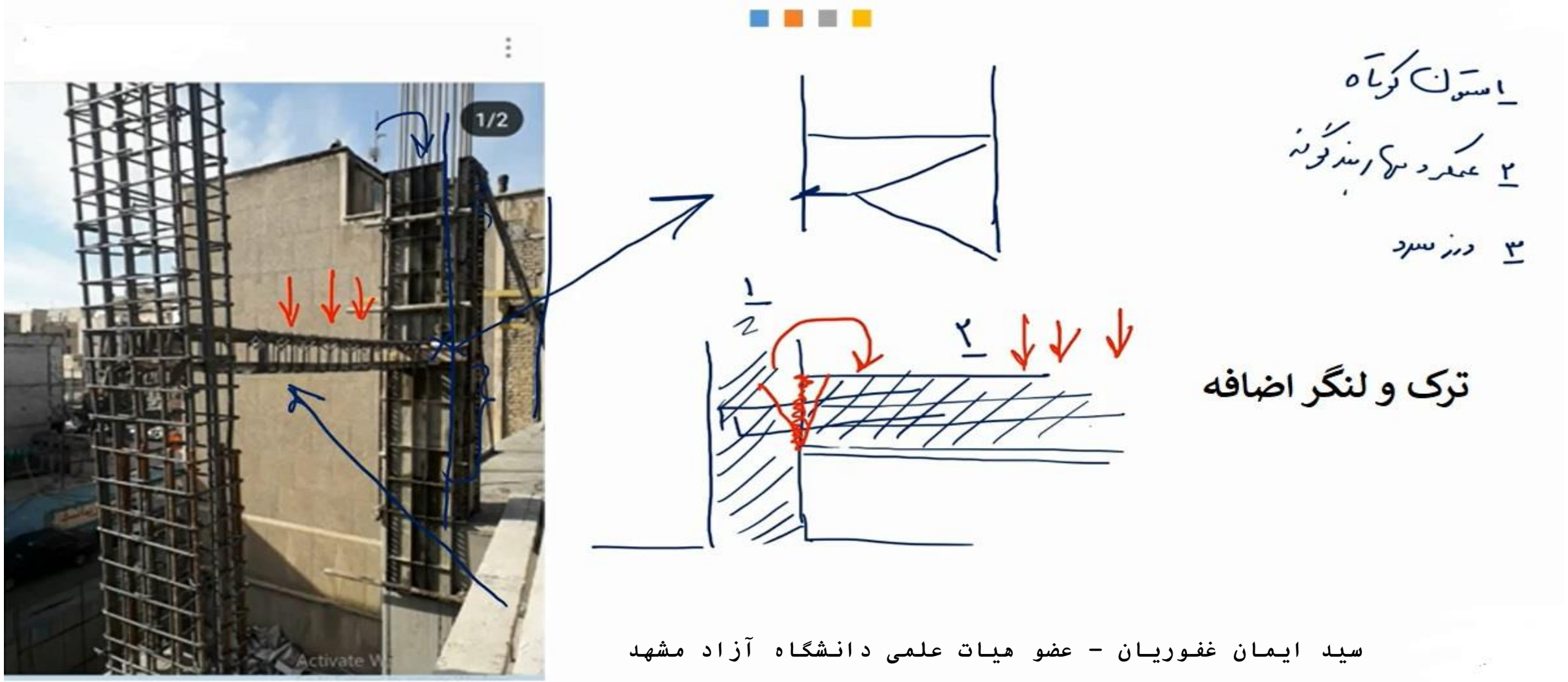




کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۷– بارگذاری پله ها

مشکلات در مدلسازی و واقعیت در توزیع نیروبه نسبت سختی



سید ایمان غفوریان – عضو هیات علمی دانشگاه آزاد مشهد

کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۷– بارگذاری پله ها

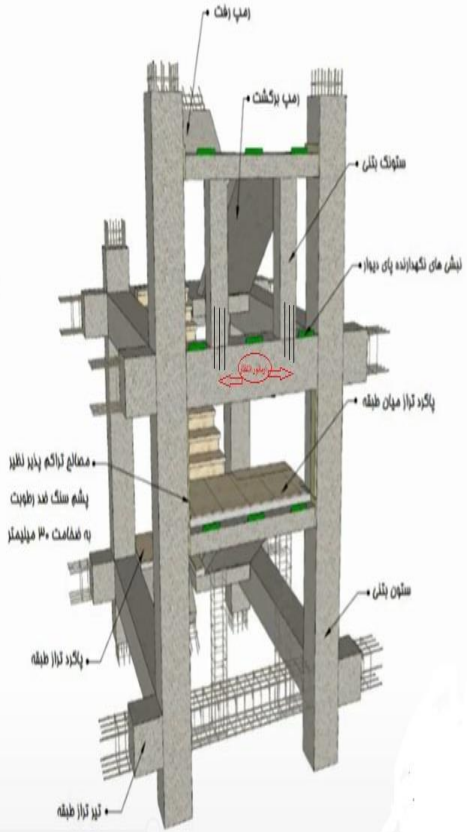
در پله‌هایی که جزئی از سازه اصلی ساختمان می‌باشند، در صورت اتصال راه‌پله‌ها به قاب سازه‌ای باید اثر آن در باربری لرزه‌ای و نیروهایی که به تیر و ستون اطراف آن براثر این باربری وارد می‌شود لحاظ شود. در این حالت لازم است اجزای راه‌پله شامل شمشیری‌ها، دال بتنی پله و پاگردها مدل‌سازی شوند. در این خصوص لازم است یکبار سازه بدون لحاظ نمودن سختی اجزای پله، مدل و طراحی شود تا سیستم باربرجانبی سازه به تنهایی قادر به تحمل کل نیروی زلزله طرح باشد و یکبار هم با مدل کردن اجزای پله و در نظر گرفتن تأثیر سختی آن، سازه مورد بررسی مجدد قرار گرفته و اجزای پله نیز تحت نیروهای ایجاد شده در آنها طراحی شوند. باید توجه شود در سازه‌های بتنی اجرای تیر و اتصال دال راه پله در تراز پاگرد میان طبقه باعث ایجاد ستون کوتاه در ستون‌های مجاور راه پله می‌شود. جهت جلوگیری از تشکیل ستون کوتاه می توان بجای اجرای تیر نیم طبقه، آن را در همان تراز طبقه اجرا نمود و بر روی آن دو ستونک اجرا کرد. سپس بر روی این ستونک ها تیری اجرا می‌شود که به ستون‌های اطراف متصل نبوده و انتهای آن با ستون‌های اطراف فاصله ای حداقل به اندازه ۰/۰۱ ارتفاع طبقه دارد. نهایتاً دال پله و پاگردها در تراز نیم طبقه به این تیر قرار گرفته بر روی ستونک ها متصل می‌شوند. لازم به ذکر است تیر نشیمن قرار گرفته در تراز طبقه که ستونک‌ها بر روی آن قرار دارند بایستی تحت پیچش ایجاد شده ناشی از بارهای ثقلی و لرزه‌ای طراحی شود. اعمال ضریب کاهش سختی پیچشی بر روی این تیر مجاز نیست (شکل پ۶–۳۸).

کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۷– بارگذاری پله ها

نقدهایی به اجرای ستونک راه پله

متوجه شدیم شیوهای متداول اجرای راه پله مشکل دارد ، چون توزیع نیروها با آنچه که در نرم افزار ایجاد کردیم تفاوت دارد (به دلیل وجود ستون کوتاه و ...)



در پیوست ۶– استاندارد ۲۸۰۰ زلزله راهکار(روش ۲) را ارایه کرده است :

الف –راه کار اول ازنوع متصل (روش سنتی– وجود ستون کوتاه):

۱– یکبار اجزای راه پله را مدل سازی کنید .

۲–بار دوم اجزای راه پله را مدل سازی نکنید .

نتیجه : بدترین نتیجه (سازه ای که مثلا میلگرد بیشتر دارد) انتخاب شود .

ب– راه کار دوم (جداسازی راه پله):

۱– راه حل اول (اجرای ستونک) :

راه پله به قاب سازه ای وصل نمی شود و مجموعه جداگانه دارد (فاصله بین آنها یونولیت) دارد.

۲–راه حل دوم (اجرای دیوارک) :

راه پله به قاب سازه ای وصل نمی شود و مجموعه جداگانه دارد .

کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۷– بارگذاری پله ها

مشکلات در مدلسازی و واقعیت در توزیع نیروبه نسبت سختی

July 11, 2019

Concrete & Steel Structures

نقدهایی بر جزئیات پیشنهادی راه پله‌ها در پیوست 6 استاندارد 2800

کمیته محترم استاندارد 2800 اخیراً در یک پیوست جزئیات اجرایی برای راه پله‌ها در سازه‌های بتنی ارائه کردند که شکل آن در ضمیمه همین پست ارائه شده است. لیکن نقدهای بسیار مهم و جدی به این جزئیات وارد است و معلوم نیست بر چه اساس این اساتید همچین جزئیاتی را از یک گروه تحقیقاتی پذیرفته‌اند. آیا واقعا کار آزمایشگاهی بر روی مقایس واقعی روی میز لرزان انجام شده است؟ بنده برای مقاله سرچ کردم اما چیزی یافت نشد و بعید است کار آزمایشگاهی انجام شده باشد.
[@costbook]

و اما از جمله اشکالات مهم این جزئیات می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

1-استفاده از دو ستونک برای نگه داری دال پاگرد نیم طبقه موجب اخلال در رفتار تیر اصلی در تراز طبقه خواهد شد. از جمله مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به عدم صحت فرض تیر برنولی (B-Region) اشاره کرد (منبع: فصل 23 آیین نامه ACI318-19، فصل 17 کتاب طراحی سازه‌های بتنی Wight). به عبارت ساده تر فرض کرنش خطی برای این تیرها اصلاً صحیح نیست. بنابراین طراحی تیرهای که نقش تکیه گاه برای ستونک ها دارند با روابط معمول در نرم افزار ETABS با اخلال و تقریب بسیار دور از واقعیت همراه خواهد شد. این یک اشکال بسیار بزرگ برای این جزئیات پیشنهادی محسوب می شود.

2-اتصال دو ستونک دقیقاً در محل تشکیل مفصل پلاستیک (ناحیه ویژه) تیرها طبقه به لحاظ رفتارلرزه ای کار مناسبی نیست.

3-به جهت اتصال مناسب ستونک ها به تیر طبقه باید حداقل طول مهاری آرماتور طولی ستونک¬ها مد نظر قرار گیرد. همین مسئله موجب افزایش ضخامت تیر طبقه خواهد شد. در این مورد ممکن است حداکثر ارتفاع مجاز تیر که جزئی از سیستم لرزه ای است اقناع نگردد. (منبع: فصل 18 آیین نامه ACI318-19). همچنین با توجه به اینکه احتمالاً ارتفاع تیر طبقه زیاد می‌شود، جدب انرژی این تیرها به شدت بالا رفته و احتمال خرابی آن‌ها و احتمالاً ستون‌های متصل به آن‌ها نیز بالاتر می‌رود. این یعنی احتمال آسیب به راه پله بیشتر می‌شود.

4-به جهت اتصال مناسب ستونک به تیر طبقه عرض این تیر از یک حد مشخص نمی‌تواند کمتر باشد. این یعنی ممکن است تیر مذکور شانه گیر شود.

5-استفاده از دو ستونک برای نگه داری دال پاگرد نیم طبقه ممکن است باعث ایجاد پانچ در خود دال پاگرد راه پله شود.
[@costbook]

6-در راستای عمود بر صفحه (جهت ترسیم شده در شکل زیر) وقتی نیروی زلزله اعمال شود در این راستا اگر از بحث پایداری جانبی ستونک ها چشم پوشی کنیم، یک لنگر پیچشی قابل ملاحظه ای به تیر طبقه اعمال می‌شود که اتفاقاً از نوع تعادلی است. این لنگر پیچشی را چطور باید در محاسبات دید مشخص نیست. بهتر است خود گروه تحقیقاتی که این دیتیل را پیشنهاد کرده‌اند نظر دهند. توجه کنید دهانه کوتاه> برش ناشی از زلزله زیاد> پیچش زیاد> ترکیب این نیروها در این تیر بسیار زیاد و گاها از محدودیت‌های آیین نامه فراتر می روند.

7-طراحی خود ستونک ها اگر رمپ و پاگرد راه پله‌ها مدل سازی نشوند و شتاب به جرم آن‌ها اعمال نشود با چالش بسیار جدی روبه رو خواهد شد.

و چندین مورد دیگر که برای جلوگیری از طولانی شدن از بیان آن‌ها فعلاً امتناع کردم.
[@costbook]

در این پیوست انصافاً زحمت بسیار زیادی کشیده شده است، خصوصاً در والپست ها. اما در بخش راه پله واقعاً استفاده از ادبیات و دیتیل ها اصلاً قابل انتظار نبود و از نظر بنده با ایرادات و نقدهای بسیار جدی همراه است.

به اصلاح؛ خواسته‌اند ابرو را درست کنند، زدند چشم را کور کردند!

[@costbook]

سید ایمان غفوریان – عضو هیات علمی دانشگاه آزاد مشهد

کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۷– بارگذاری پله ها

مشکلات در مدلسازی و واقعیت در توزیع نیروبه نسبت سختی

📌 در راه پله های دو طرفه (دو رمپه) برای جلوگیری از ایجاد ستون کوتاه، توصیه می شود که تیر میان طبقه در تراز طبقه اجرا شود و از دیوارک بتنی استفاده شود.

🔶 توجه شود که در حالتی که راه پله به سمت گذر می باشد، اجرای دیوارک بتنی روی همان تیر عملی نیست، زیرا مانع اجرای پنجره می شود و مشکل نور خواهیم داشت.

📌 یک راه حل این است که دو دیوارک بتنی در تیرهای طرفین راه پله در نظر گرفته شود.

در این حالت بار رمپ های پله و پاگرد به دیوارک های بتنی وارد می شود و باید تیرهای طرفین در طول محل دیوارک ها بارگذاری شوند.

📌 راه حل دیگر مطابق پیوست ۶ جدید ۲۸۰۰ زلزله اجرای دو عدد ستونک بتنی روی تیر است.

در اینحالت اجرای پنجره تا حدی امکان پذیر است. حسن ستونک ها نسبت به دیوارک بتنی وزن کمتر آنها می باشد.

⚠️ تجربتا" اجرای ستونک های بتنی روی تیر برای پیمانکاران مشکل تر است. این مورد باعث اختلافاتی بین مهندس ناظر و پیمانکار خواهد شد.

📚📖

@ETABS_Ghahramani

قابل توجه محاسبین عزیز:
الان داشتم متن پیوست 6 استاندارد 2800 را مطالعه می کردم. ظاهرا متن زیر میگه از این به بعد باید هنگام طراحی دو تا مدل بسازیم😏:
1- مدل اول با رمپ پله
2- مدل دوم بدون مدلسازی پله

البته اگر راه پله از نوع متصل به سازه باشه (که اغلب هم همینطور هست)

کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۷– بارگذاری پله ها

(روش ۳–اجرای دیوارک)

سید ایمان غفوریان – عضو هیات علمی دانشگاه آزاد مشهد

کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۷– بارگذاری پله ها (محاسبه بارمرده و زنده)

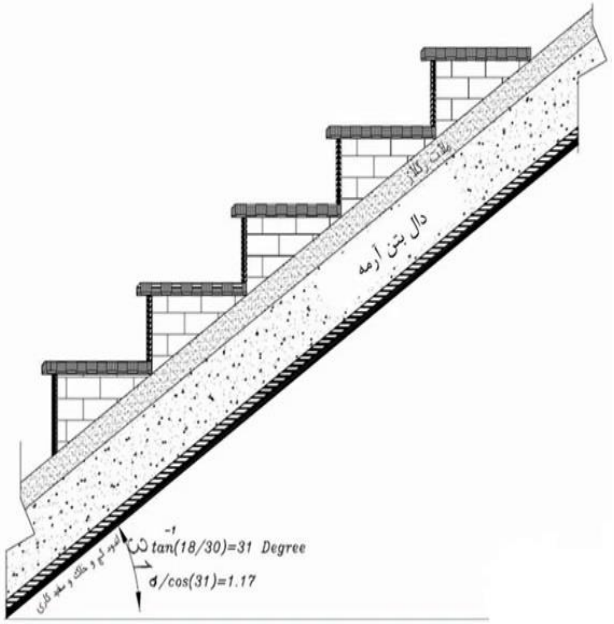
تعیین مقدار بار مرده و زنده پله ها به شرح زیر است :

بار زنده راه پله

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

۳	راهروها، راه پله‌ها[۴] و بالکن‌ها		
۳-۱	راهروهای مراکز تجمع و ازدحام واقع در طبقه همکف (ورودی)	۵	—
۳-۲	راهروهای مراکز تجمع و ازدحام واقع در سایر طبقات	مطابق بار زنده اتاق‌های مجاور	—
۳-۳	راه‌پله و راههای منتهی به درب‌های خروجی	۵ [۴] و [۱۴]	۱٫۳
۳-۴	راه پله اضطراری	۵	۱٫۳
۳-۵	راهرو دسترسی برای امور تعمیر و نگهداری تاسیسات	۲	۱٫۳
۳-۶	بالکن‌ها	۱٫۵ برابر بار زنده کف اتاق‌های متصل به آنها. لازم نیست بیش از ۵ کیلونیوتن بر مترمربع در نظر گرفته شود.	—

بار مرده راه پله

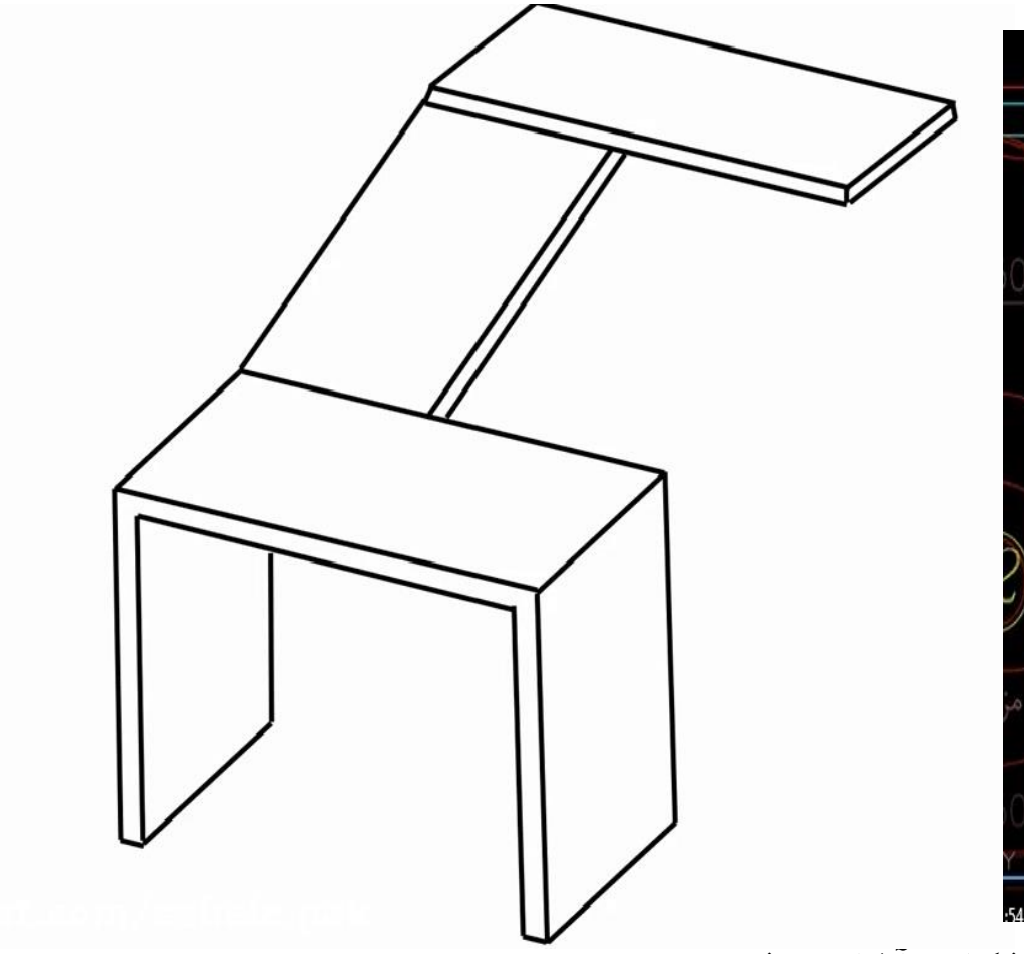


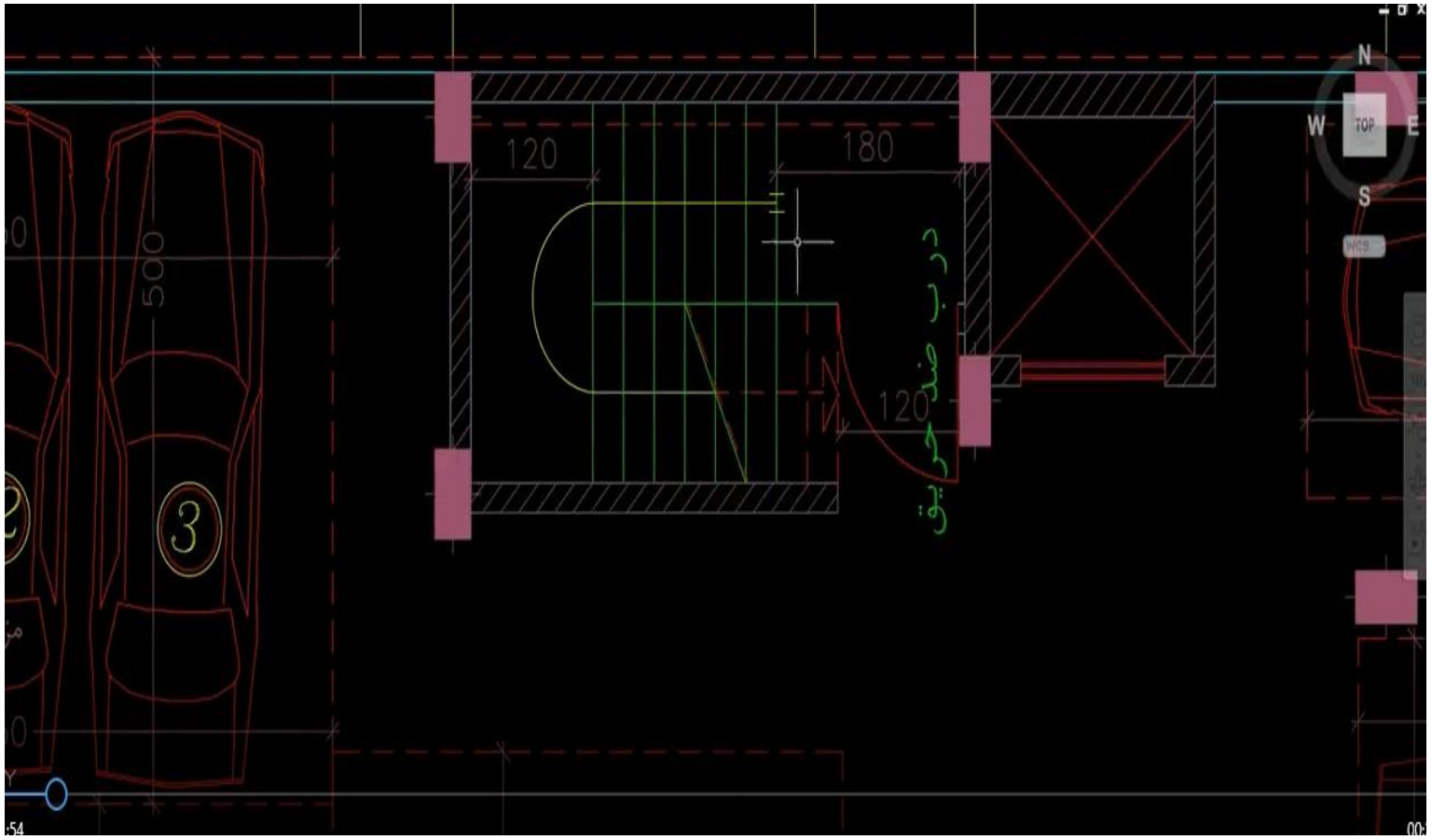
نام بار	وزن واحد حجم کیلوگرم بر متر مکعب	ضخامت سانتیمتر	وزن واحد سطح کیلوگرم بر متر مربع
گرانیت کف پله	۲۵۰۰	۳	۷۵
گرانیت خیز پله	۲۵۰۰	۱.۵	۱۷
آجرکاری زیر کف پله	۱۸۵۰	۱۵	۱۱۹
ملات رگلاژ	۲۱۰۰	۵	۱۲۳
بتن رویه سقف	۲۵۰۰	۱۵	۴۳۹
اندود گچ و خاک	۱۶۰۰	۲	۳۷
اندود سفیدکاری	۱۳۰۰	۱	۱۵
زاویه پله با سطح افق به درجه		۳۰	
مجموع با احتساب زاویه پله		۸۲۵ کیلوگرم بر مترمربع	

کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۷– بارگذاری پله ها (محاسبه بارمرده)

می خواهیم در ادامه طراحی از پله های استفاده کنیم که دیوارک دارد و دو رمپ دارد .





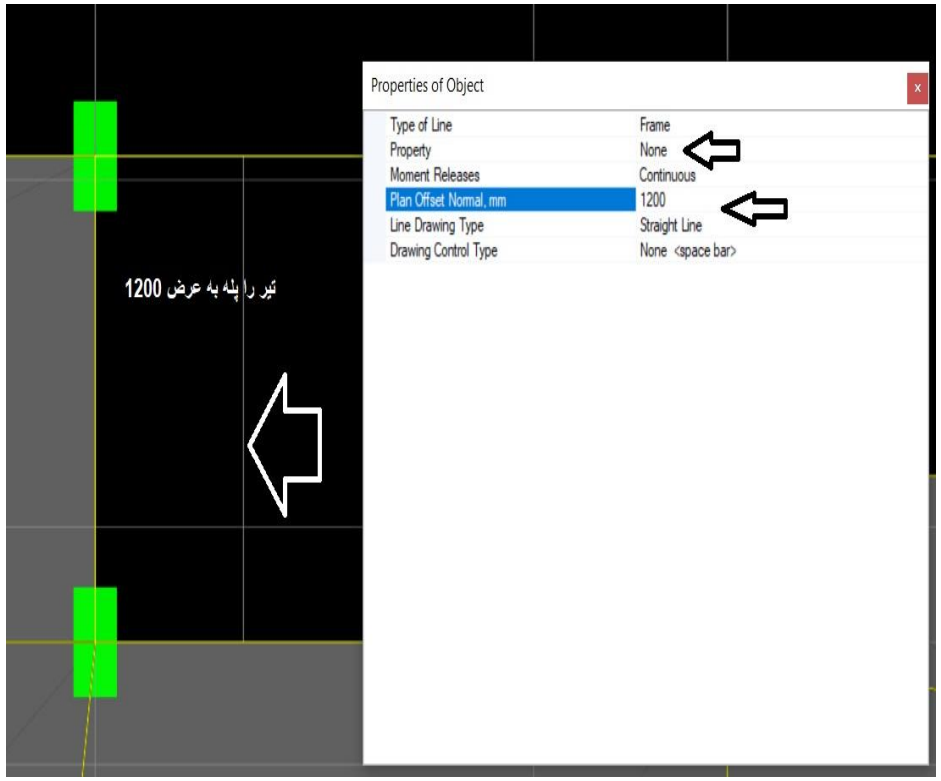
کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۷– بارگذاری پله ها (محاسبه بارمرده)

ارتفاع وسط ستون ۱.۵۰ متر است ، جهت معرفی پله در نرم افزار باید اقدامهای زیر صورت پذیرد :

۱– Similar Story را انتخاب کنید که برای تمام طبقات همین اتفاق بیافتد .

۲– معرفی تیر با Poropety را None قرار دهید ، و مقدار عرض پله را به عنوان Offset به میزان ۱۲۰۰ میلیمتر درنظر بگیرید .



سید ایمان غفوریان – عضو هیات علمی دانشگاه آزاد مشهد

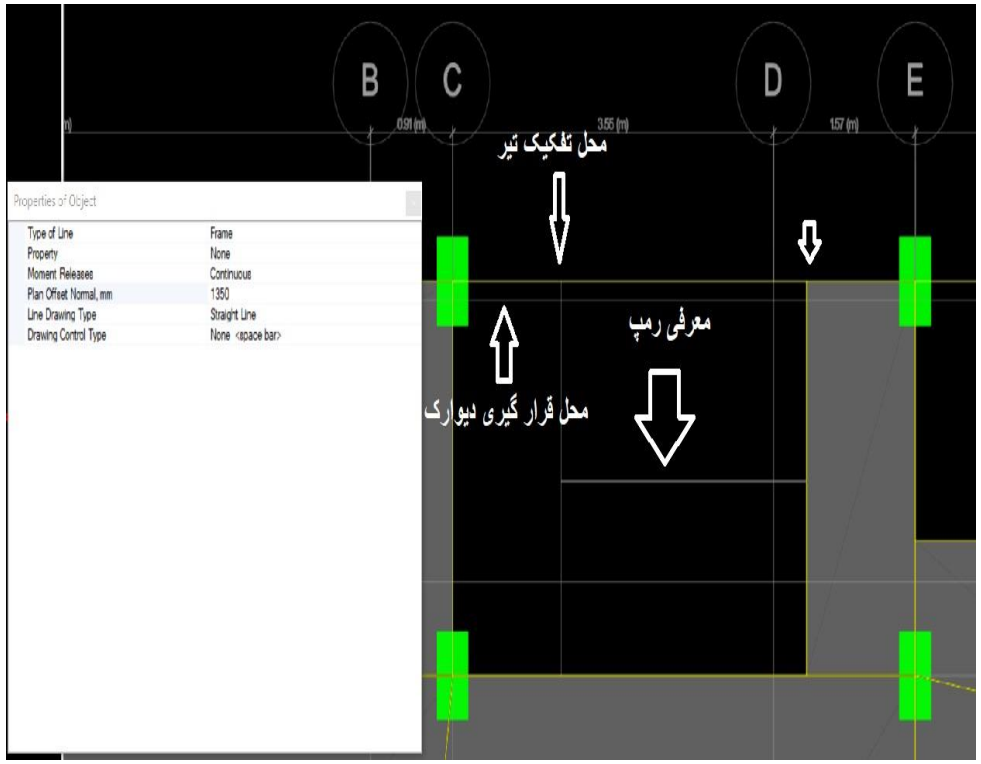
کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

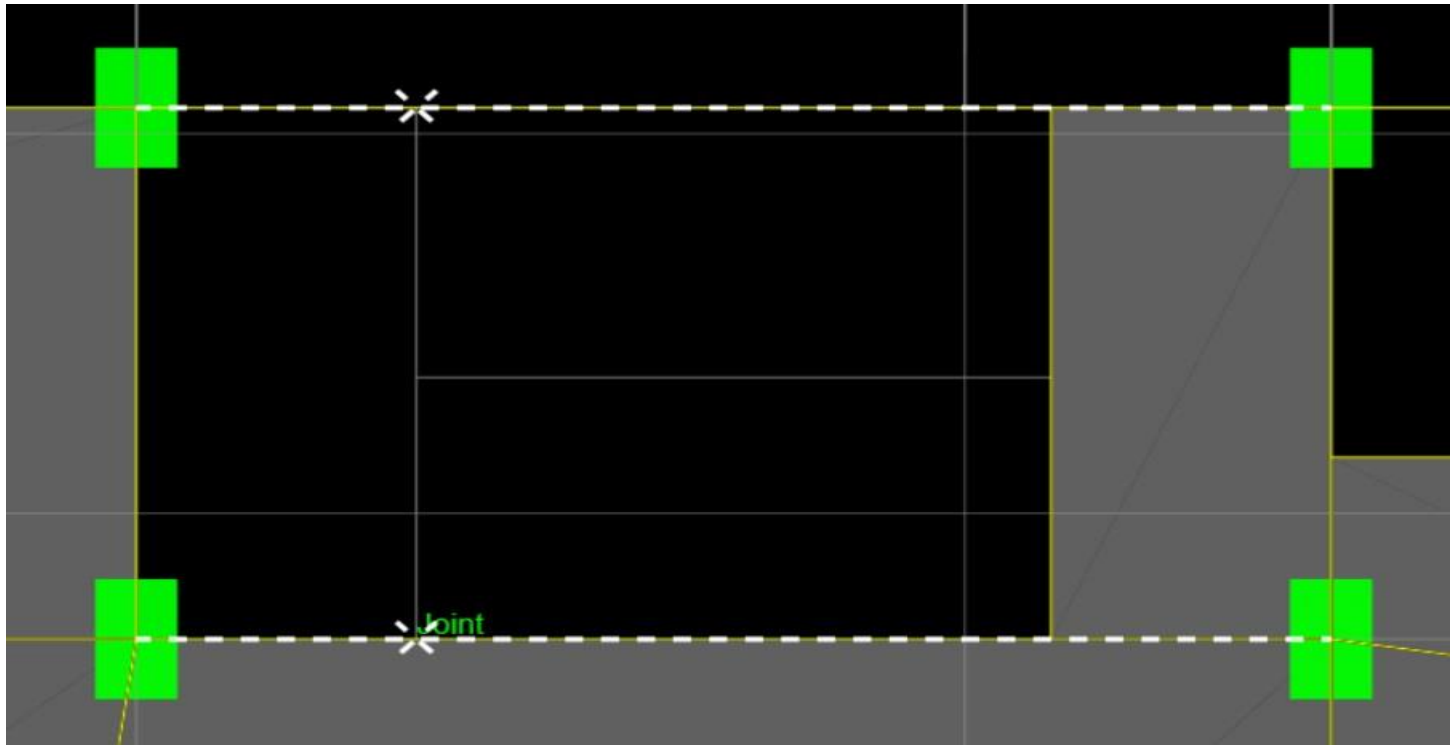
بارگذاری – ۷– بارگذاری پله ها (محاسبه بارمرده)

۱– معرفی رمپ با **Property** را **None** قرار دهید ، و مقدار عرض رمپ را به عنوان **Offset** به میزان ۱۳۵۰ میلیمتر درنظر بگیرید .

۲– **Similar Story** را انتخاب کنید که برای تمام طبقات همین اتفاق بیافتد .

۳– از آنجاییکه تیر بین محور **C** و **D** در محل راه پله یکپارچه است باید به دو قسمت تفکیک گردد تا امکان قرار گیری دیوارک در روی آن وجود داشته باشد ، لذا دو تیر را انتخاب و سپس گره ها **joint** را انتخاب کنید .

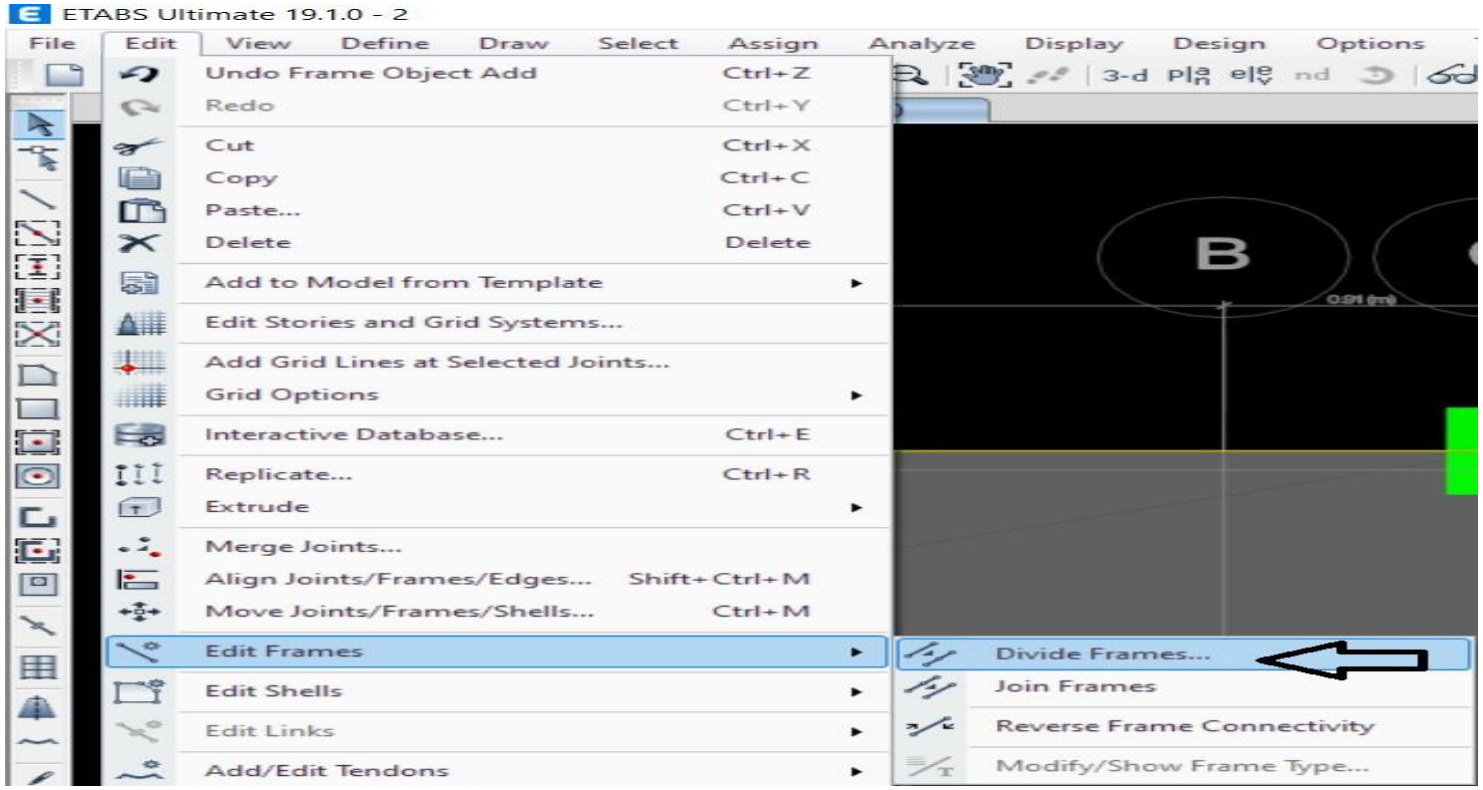


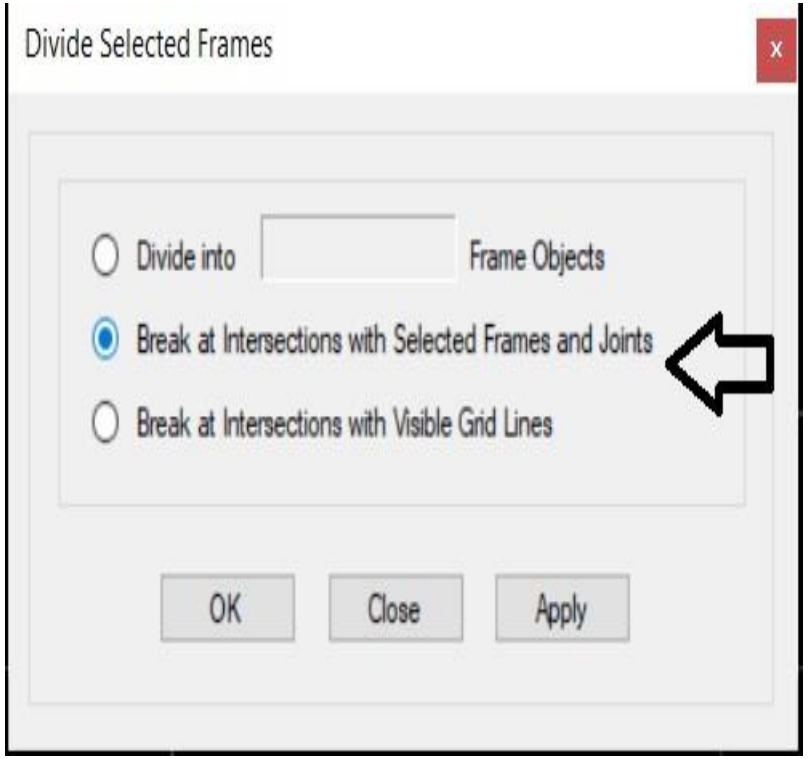


کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۷– بارگذاری پله ها (محاسبه بارمرده)

۴–از منوی **Edit** مطابق شکل زیر تیر را به دو قسمت از محل گره تقسیم شود .



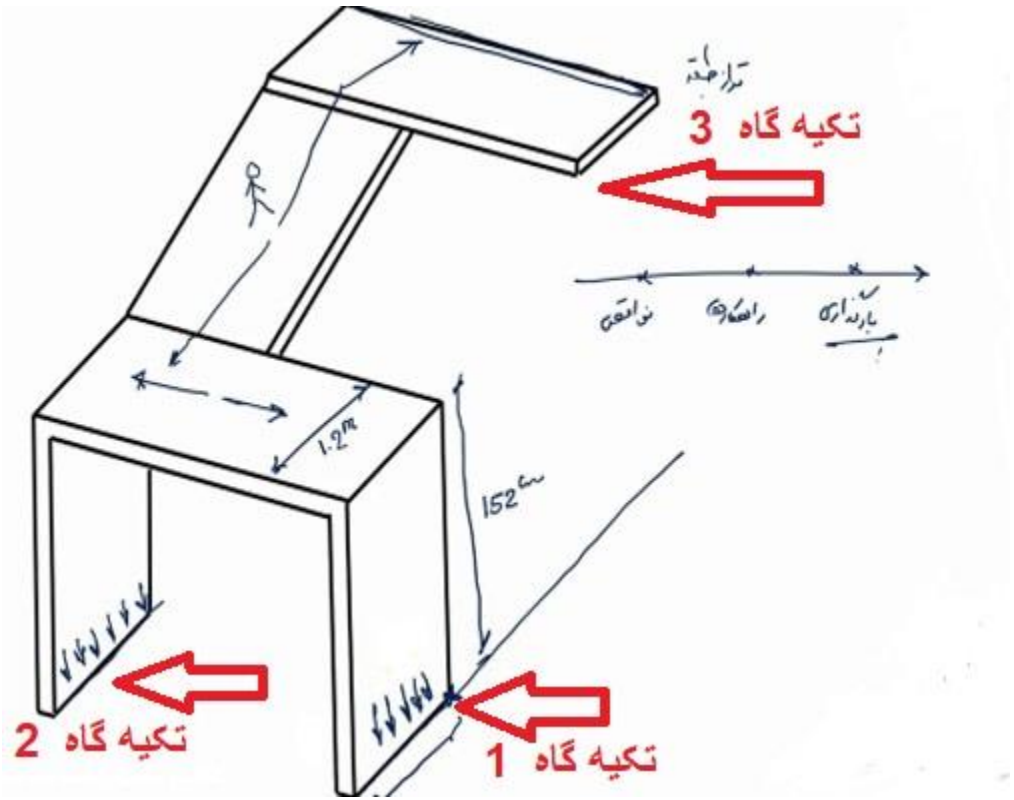


کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۷– بارگذاری پله ها (محاسبه بارمرده)

۵ـ محل تکیه گاه های راه پله در شکل زیر در سه مکان نمایش داده شده است .

۶ـ تعیین سهم هر تکیه گاه از بارمرده پله از شکل زیر بدست می آید :



تعیین سهم هر تکیه گاه از بار راه پله!!

$$\text{مقدار بار گسترده خطی} = \frac{\text{مقدار بار گسترده یکنواخت} \times \text{سطح راه پله}}{\text{طول تکیه ها} \times \text{تعداد تکیه ها}}$$

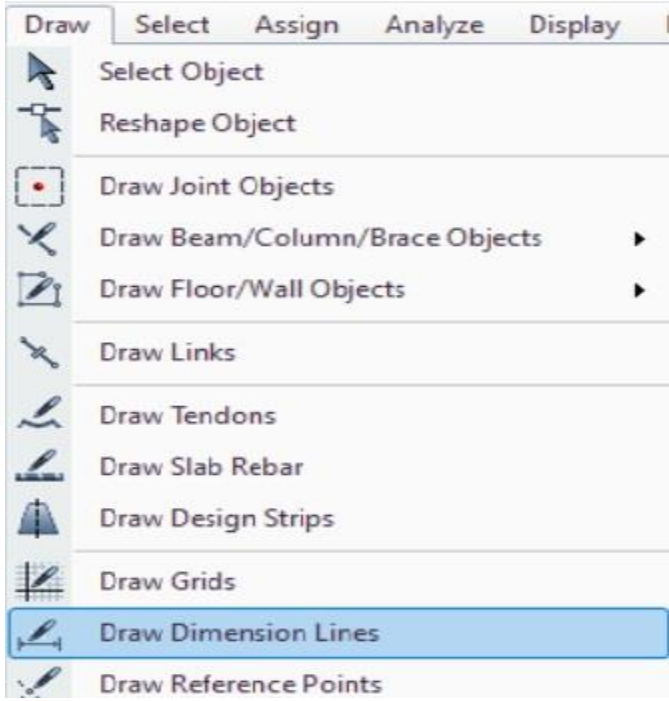
۵کیلو نیوتن : بار زنده گسترده یکنواخت

۸.۲۵کیلو نیوتن : بار مرده گسترده یکنواخت

مترمربع : سطح راه پله

عدد : تعداد تکیه گاه ها

: طول تکیه گاه ها



سید ایمان غفوریان – عضو هیات علمی دانشگاه آزاد مشهد

کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۷– بارگذاری پله ها (محاسبه بارمرده)

۷–مقدار بار گسترده مرده برای تکیه گاه ۱(۲) (کیلونیوتن بر متر)

۷–۱–مساحت راه پله و پاگرد میان طبقه : جهت تعیین مساحت (۱۰.۵ متر مربع) ، طول (۳.۹۲) و عرض راه پله (۲.۶۶) مطابق شکل عمل می کنیم .

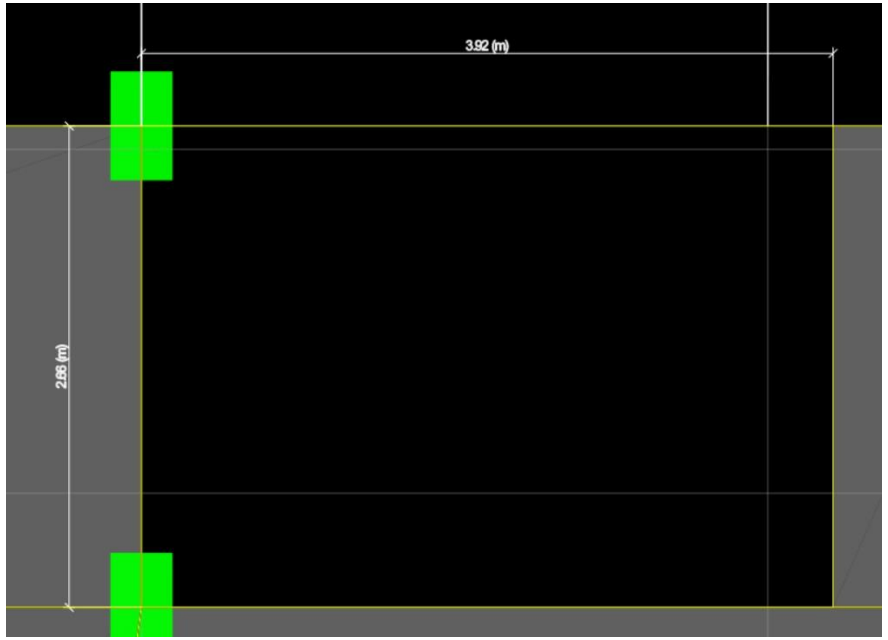
۷–۲–مقدار بار : ۸.۲۵ (KN/m^2)

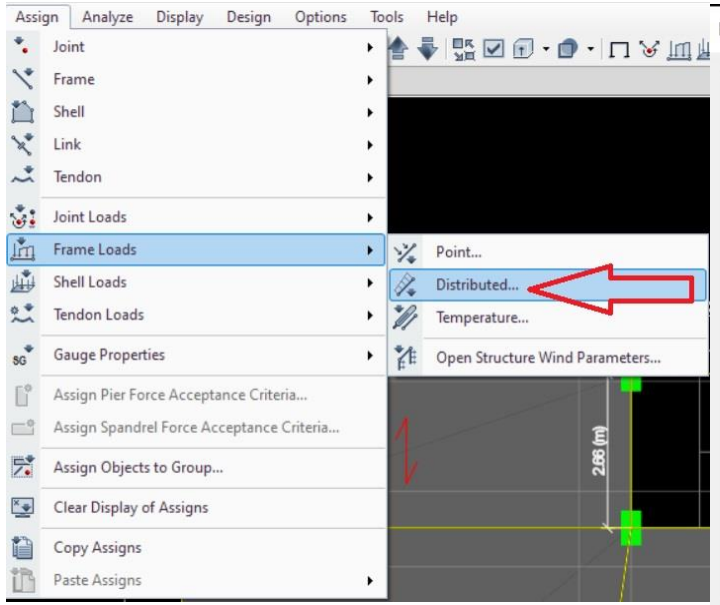
۷–۳– تعداد تکیه گاه : ۳ عدد

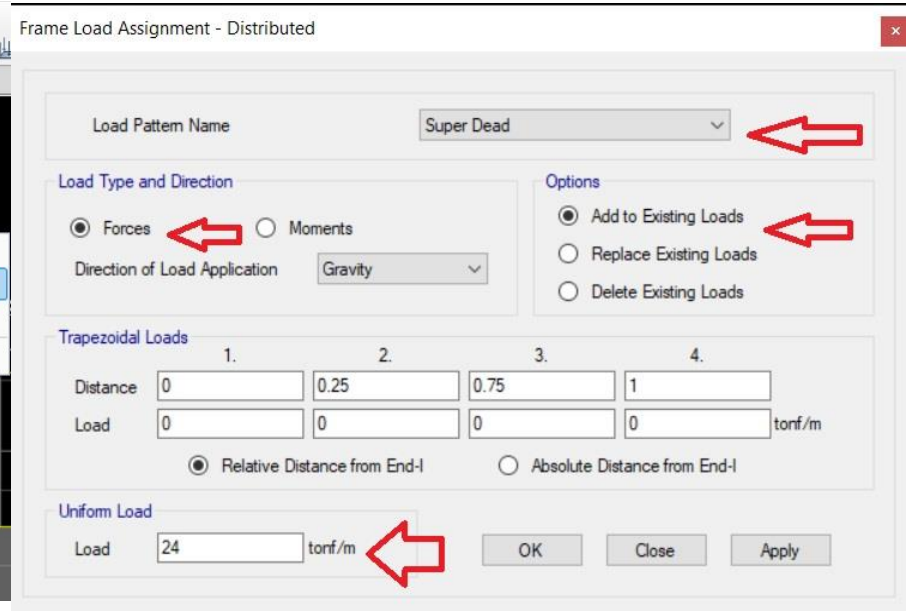
۷–۴– طول تکیه گاه ۱(۲): ۱.۲ متر

نکته : بارگسترده خطی برای تکیه گاه اول (دوم) به میزان (کیلونیوتن بر متر) ۲۴ محاسبه شده است که از نوع **Super Dead** است.

–– مقدار بار را به شکل زیر پس از انتخاب تکیه گاه ۱(۲)به مدل وارد می کنیم .







کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۷– بارگذاری پله ها (محاسبه بارمرده)

۸––مقدار بار گسترده خطی ناشی از وزن بتن دیوارک (کیلونیوتن بر متر)– تکیه گاه ۱و۲

طول دیوار /(وزن مخصوص بتن * حجم بتنی دیوارک) = مقدار بار گسترده خطی ناشی از وزن بتن دیوارک (کیلونیوتن بر متر)

۸–۱–حجم بتنی دیوارک :

ضخامت دیوارک : حدود ۰.۱۵ متر ارتفاع دیوارک : ۱.۵ متر طول دیوارک : ۱.۲ متر

۸–۲– وزن مخصوص بتن : (کیلونیوتن بر متر مربع) ۲۵

۸–۳– طول دیوار : ۱.۲ (متر)

(جهت رند شدن عدد شش در نظر بگیرید) ۵/۶ : مقدار بار گسترده خطی ناشی از وزن بتن دیوارک (کیلونیوتن بر متر)– تکیه گاه ۱و۲

نکته: عدد فوق را Super Dead لحاظ شود (به دلیل اینکه بعدا آن را رسم کردیم) .

۹–مقدار بار گسترده برای تکیه گاه سوم (کیلونیوتن بر متر)

۹–۱–مساحت راه پله و پاگرد میان طبقه : جهت تعیین مساحت (۱۰.۵ متر مربع) ، طول (۳.۹۲) و عرض راه پله (۲.۶۶) مطابق شکل عمل می کنیم .

۹–۲–مقداربار: ۸.۲۵(KN/m^2)

۹–۳– تعداد تکیه گاه : ۳ عدد

۹–۴– طول تکیه گاه ۳: ۲.۶۶ متر

نکته : بارگسترده خطی برای تکیه گاه سوم به میزان (کیلونیوتن بر متر) ۱۱ محاسبه شده است که از نوع Super Deadاست.

کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۷– بارگذاری پله ها (محاسبه بارمرده)

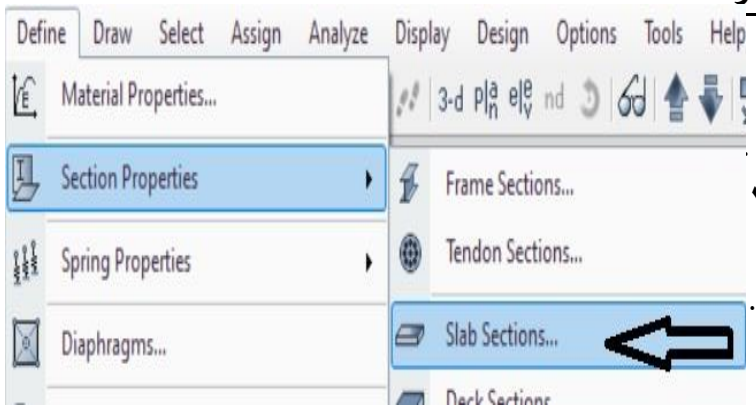
۱۰– مواردی که کشیده شده مانند رمپ راه پله باررروی آن قرار می گیرد و مواردی مانند دیوارک ها که کشیده نشده اند بار را به تکیه گاهای آن داده کی شود .

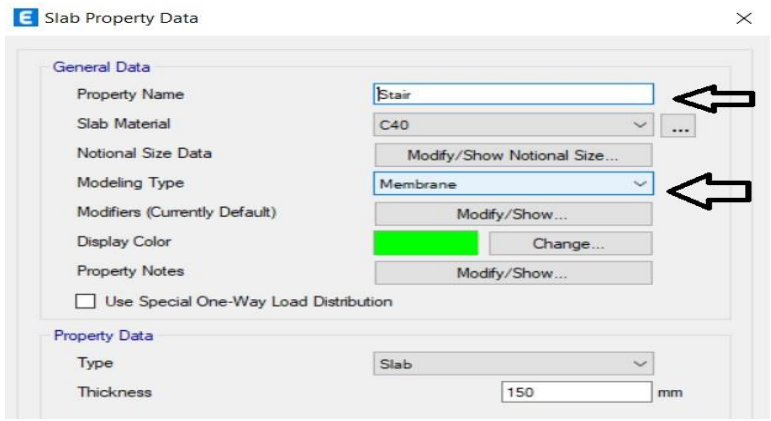
۱۱– برای انتقال لنگر پیچشی به تیر پاگرد به نکات زیر می باید توجه کرد :

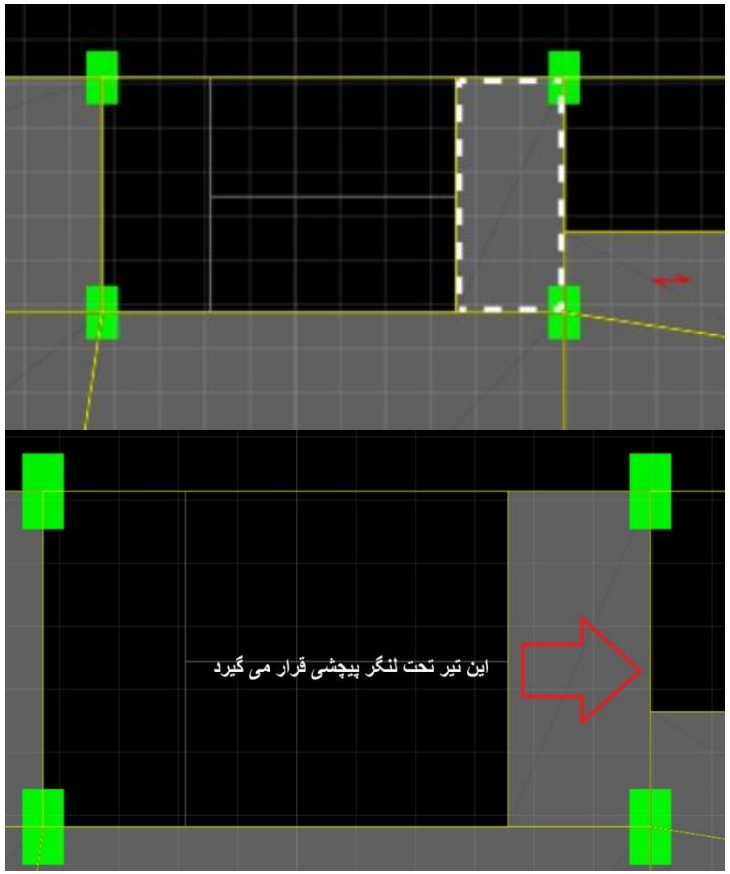
۱۱–۱– از منوی **Define** وارد شویم مشخص می گردد نوع مدل سقف **Membrane** است وآنها لنگر انتقال نمی دهند و فقط بار انتقال می دهند .

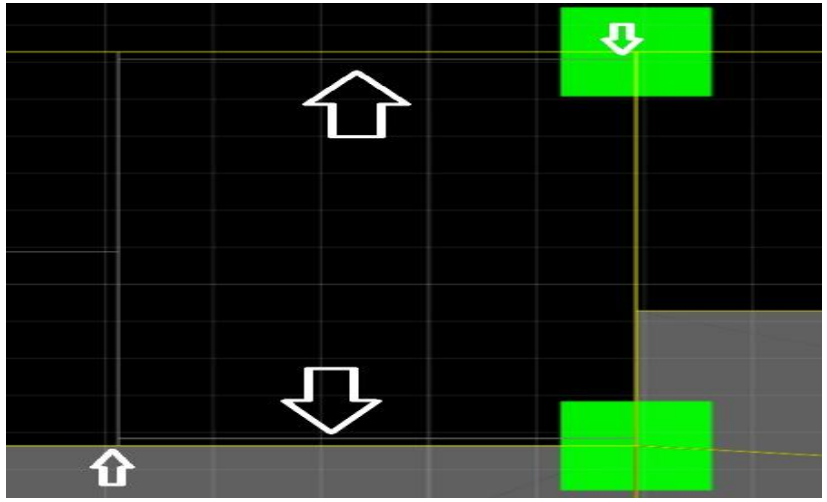
۱۱–۲–پاگرد و تیر آن را حذف نموده تیر **None** مجدد با **Offset** =۱۲۰۰ رسم شود .

۱۱–۳–به اندازه ۵۰ میلی متر مطابق شکل دوتیر **Offset**داده ورسم می کنیم.









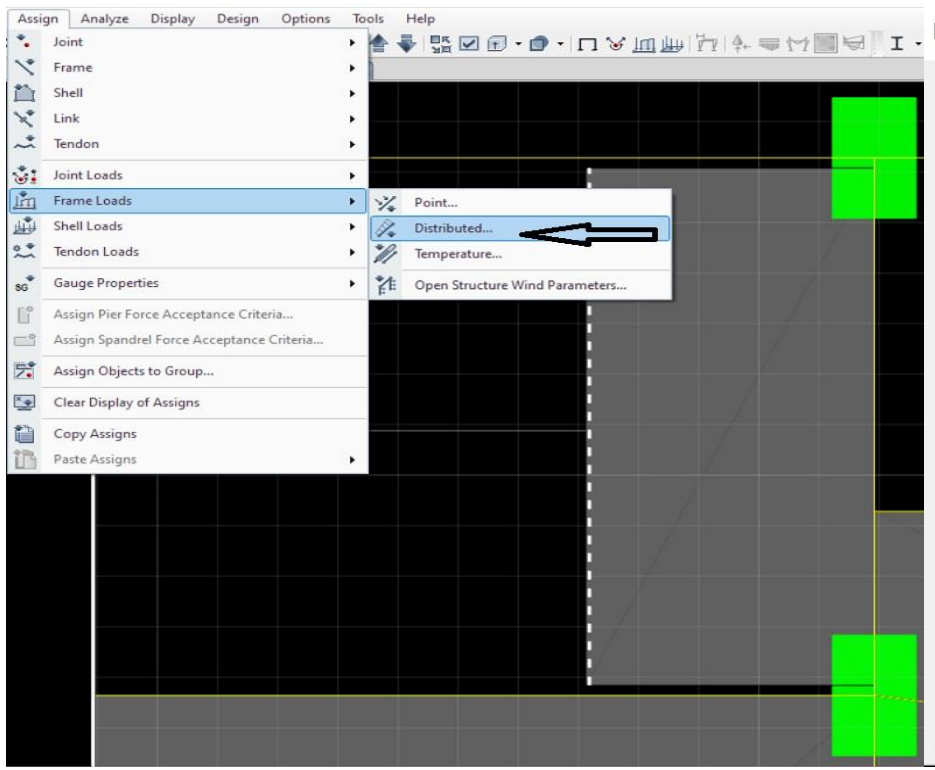
کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

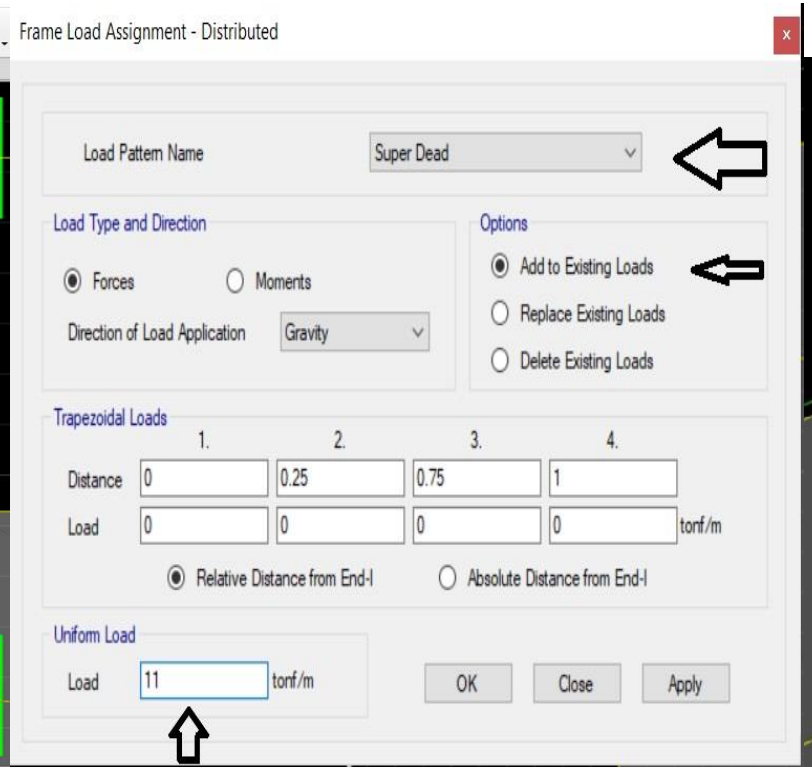
بارگذاری – ۷– بارگذاری پله ها (محاسبه بارمرده)

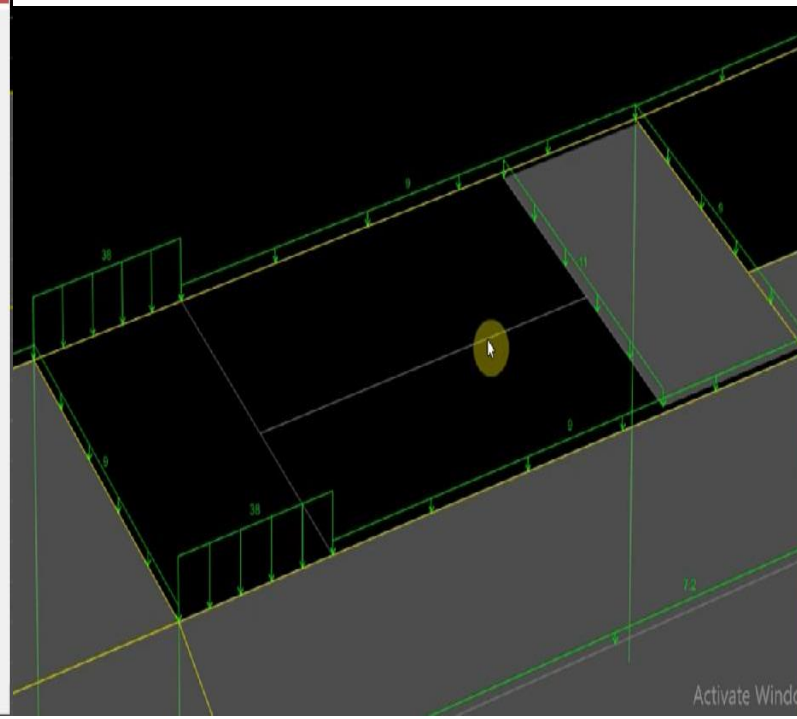
توجه : تا الان قصد داشتیم پاگرد ها از سیستم سازه ای جدا شود (با پشم سنگ و... پرشود)

۱۱–۴–سقف را انتخاب کرده و در حالت کنسول (سقف از نوع **Shell** است دقیقا لنگرها را انتقال می دهد) قرار دهید وتیرهای **None** را پاک می کنیم .

۱۱–۵– مطابق شکل زیر لبه پاگرد انتخاب و بارگسترده خطی برای تکیه گاه سوم به میزان (کیلونیوتن بر متر) ۱۱ بر آن وارد می کنیم .







کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۷– بارگذاری پله ها (محاسبه بار زنده)

تعیین مقدار بار زنده پله ها به شرح زیر است :

۱۲–مقدار بار گسترده زنده برای تکیه گاه ۱(۲) (کیلونیوتن بر متر)

۱۲–۱–مساحت راه پله و پاگرد میان طبقه : جهت تعیین مساحت (۱۰.۵ متر مربع) ، طول (۳.۹۲) و عرض راه پله (۲.۶۶) مطابق شکل عمل می کنیم .

۱۲–۲–مقدار بار : ۵ (KN/m^2) :(تنها گزینه ای که تغییر کرده است)

۱۲–۳– تعداد تکیه گاه : ۳ عدد

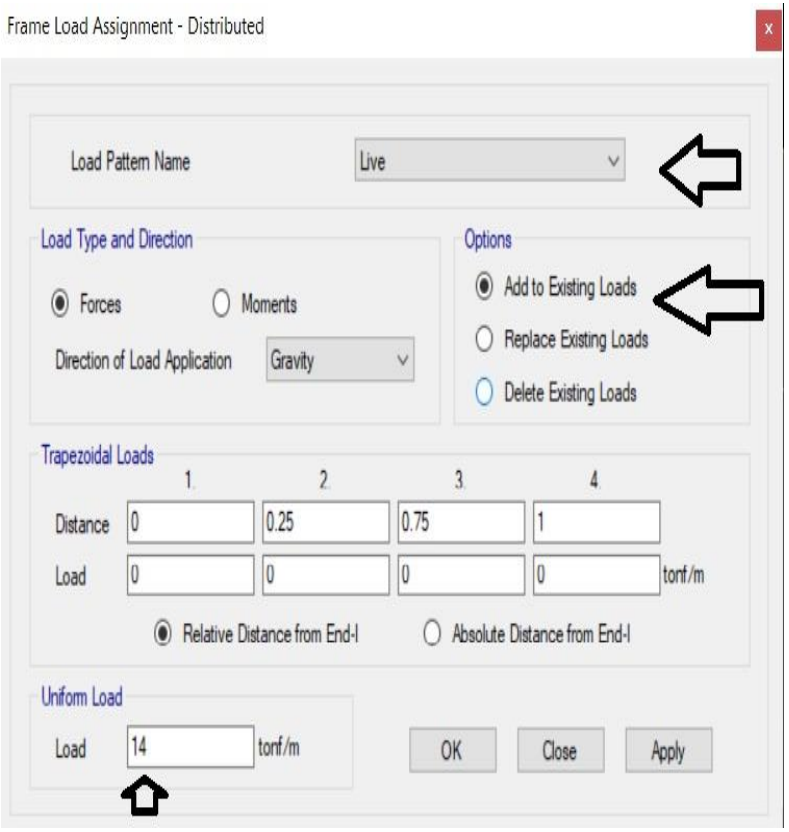
۱۲–۴– طول تکیه گاه ۱(۲): ۱.۲ متر

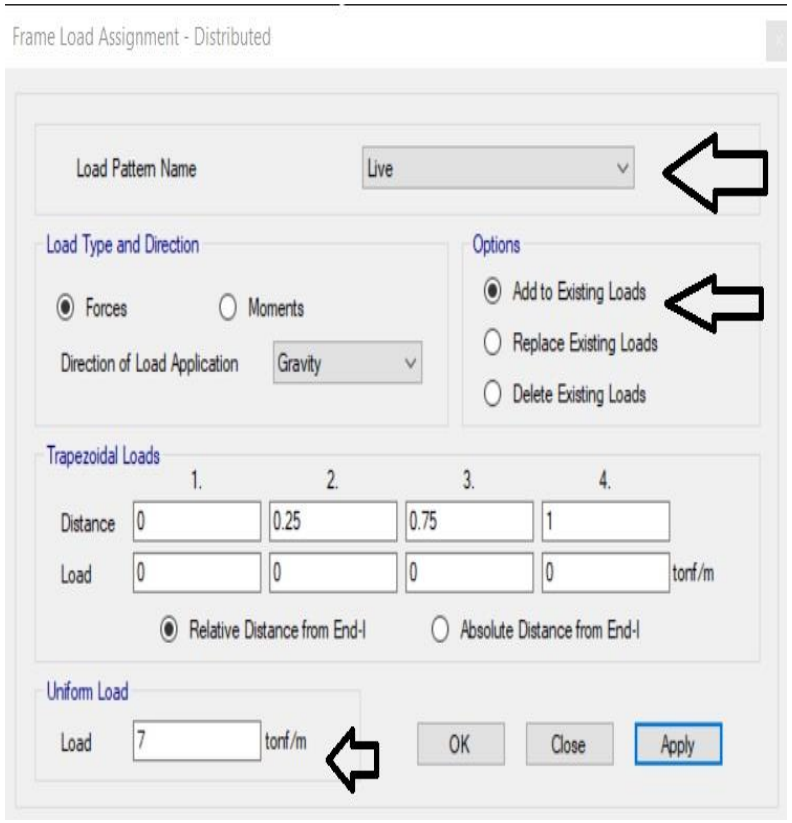
نکته : بارگسترده خطی برای تکیه گاه اول (دوم) به میزان (کیلونیوتن بر متر) ۱۴ محاسبه شده است که از نوع Live است ، لذا در تکیه گاه ۱و۲ آن را وارد می کنیم و به طور مشابه مطابق جدول زیر مقداز بارگسترده خطی برای تکیه گاه ۳ را به میزان رند شده (کیلونیوتن بر متر) ۷ محاسبه می کنیم و بر آن وارد می کنیم .

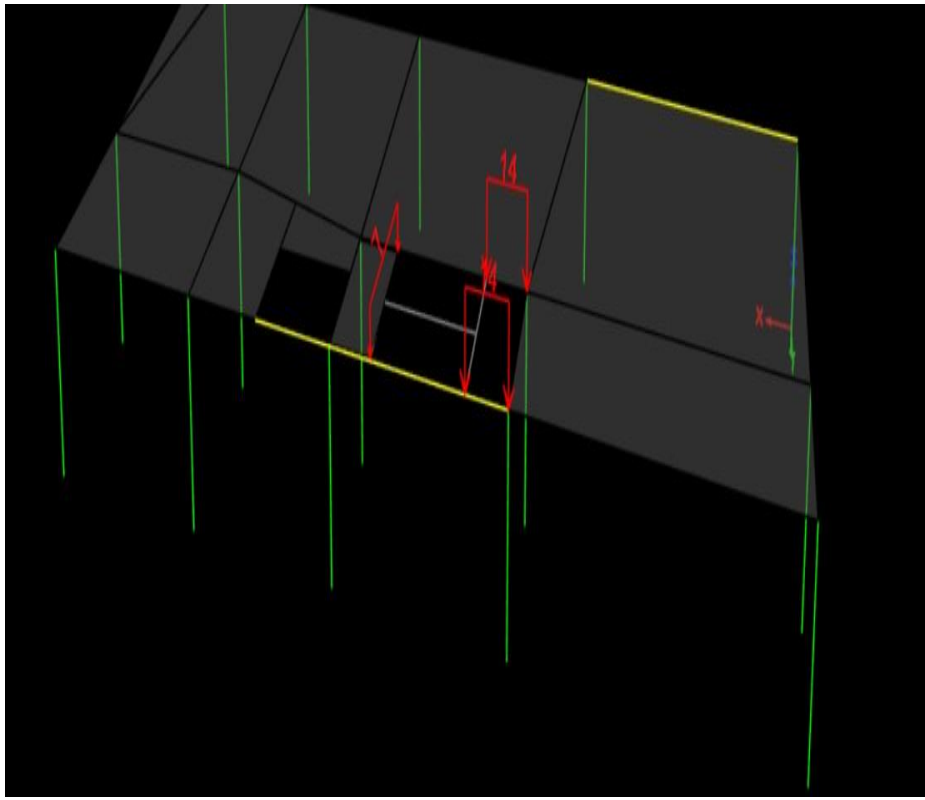
زنده		بار پله			
مقدار بار گسترده خطی (کیلونیوتن بر متر)	واحد - متر	ردیف	مقدار بار(کیلوگرم بر مترمربع)	نام بار	ردیف
14	1.2	طول تکیه گاه ۱٬۲	825	Dead	1
7	2.66	طول تکیه گاه ۳	500	Live	2
	3	تعداد تکیه گاه	3.92	طول راه پله– m	3
	0.15	ضخامت بتن	2.66	عرض راه پله –m	4
	1.5	ارتفاع دیوارک	10.43	سطح را پله–m^2	5
			25	وزن مخصوص بتن	6

کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۷– بارگذاری پله ها (محاسبه بار زنده)

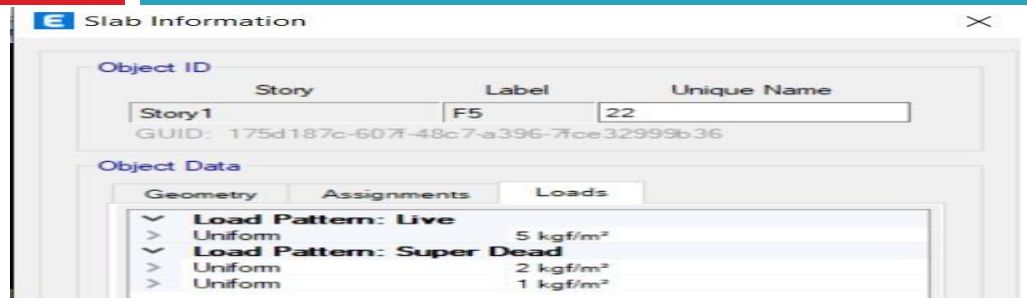
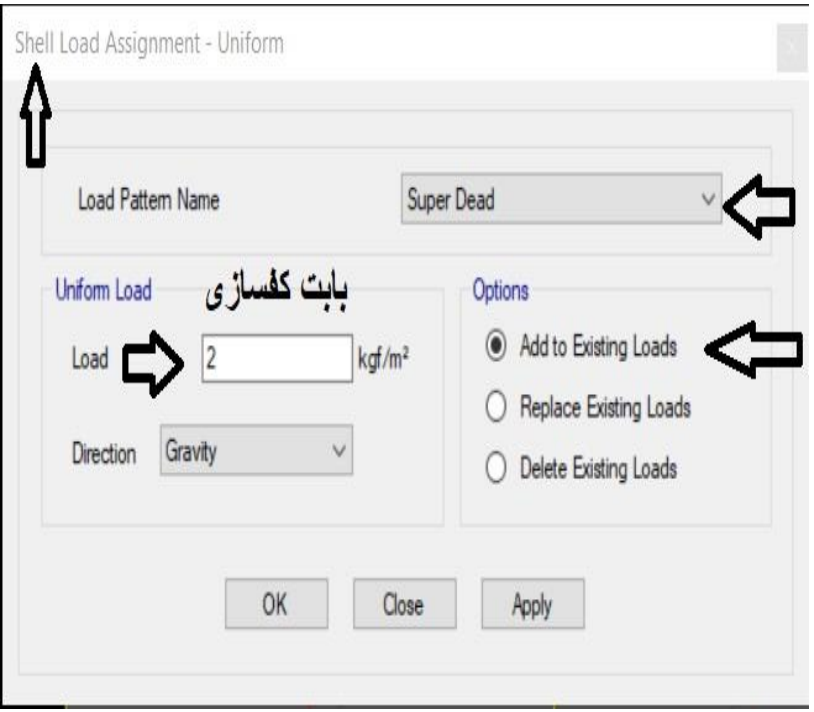
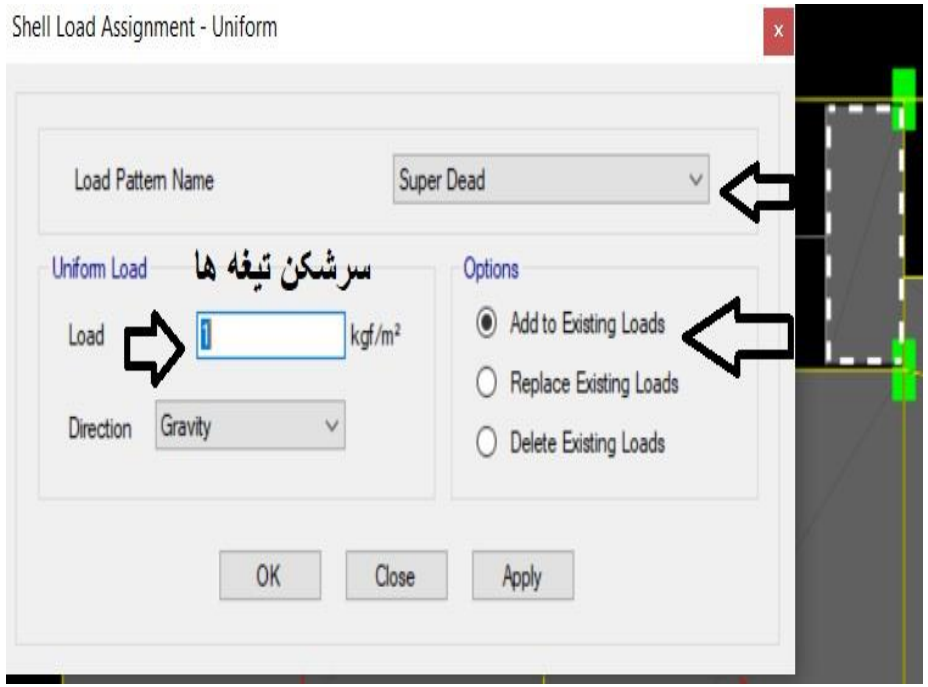
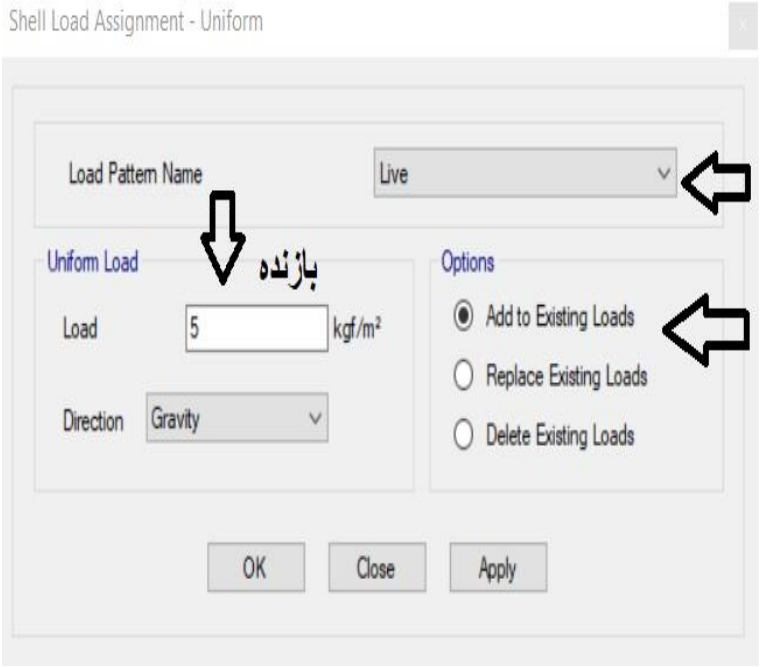






سید ایمان غفوریان – عضو هیات علمی دانشگاه آزاد مشهد

کاربرد کامپیوتر درمهندسی عمران (ETABS)

بارگذاری – ۷– بارگذاری پله ها (محاسبه بار زنده)

مطابق شکل زیر بار قسمت پاگرد را که پاک کرده بودیم و مجدد باید وارد کنیم :