Archive of SID

بررسی مزیت تحلیل دینامیکی نسبت به تحلیل استاتیکی معادل در کاهش وزن ساختمانهای بتنی منظم تا ارتفاع۵۰ متر

صابر آسایش ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، گروه عمران Email:Saber_ Asayesh @yahoo.com

چکیده

کاهش وزن ساختمان به هر وسیله ممکن، مطلوب طراحان بوده و باعث اقتصادی و ایمن تر شدن ساختمان می شود. تحلیل دینامیکی طیفی سازه ها نسبت به تحلیل استاتیکی معادل از دقت بیشتری برخوردار بوده و مصالح مقاوم در محلهایی که نیاز واقعی سازه است، توزیع میشود. بنابراین در صورتی که تحلیل دینامیکی طیفی سازه باعث کاهش وزن سازه شود، بهتر است تا با انجام تحلیل دینامیکی طیفی علاوه بر تامین اقتصاد سازه نسبت به ایمنی بیشتر آن اطمینان حاصل نمود. با توجه به این که تأثیر استفاده از دو نوع روش تحلیل در وزن ساختمان ها دقیقاً مشخص نبوده و گاهی طراحان و کارفرمایان ساختمان را دچار اشتباه میکند، لذا بررسی دقیق ساختمانهای طراحی شده با هر دو روش هدف این مقاله میباشد. در این مقاله با در نظر گرفتن شرایط موجود ساخت و ساز در شهر تبریز و با مد نظر قرار دادن ساختمان های آتی شهر، نمونه های متعددی از ساختمان های واقعی بوسیله نرم افزار ETABS2000 مورد طراحی قرار رفته است. ضوابط آیین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله (آیین نامه ۲۸۰۰) و مبحث ۶ مقررات ملی ساختمانی ایران برای بارگذاری افقی و عمودی استفاده شده و ضوابط مبحث ۹ مقررات ملی ایران در طراحی سازه های تبریز مد نظر قرار گرفته است. نتایج حاصل از طراحی نشان دهنده کاهش ۴/۹ درصدی وزن بتن مصرفی در تیرها و ستون ها و کف های سازه ها میباشد.

واژه‌های کلیدی: تحلیل شبه دینامیکی، تحلیل استاتیکی معادل، ساختمانهای منظم بتن آرمه

۱- مقدمه

با توجه به اینکه در کشورهای در حال توسعه، ساخت ساختمانهای ایمن و اقتصادی دارای اهمیت بسزایی است، لذا ضروری است تا با روشهای مختلف و ارائه راهکارهای مناسب از وزن ساختمانها کاسته شده و صرفه جویی اقتصادی بعمل آید. با توجه به اینکه ساختمانها در دفاتر مهندسی و مهندسین مشاور طراحی شده و مقایسه اقتصادی بین آنها بصورت جامع وجود ندارد، لذا نتایج این طرح پژوهشی میتواند برای توجیه کارفرمایان و دفاتر طراحی مهندسی و مهندسین مشاور مورد استفاده قرار گیرد.

یکی از مسائل تاثیر گذار در وزن ساختمانهای بتنی، روش تحلیل سازه میباشد. با توجه به اینکه انجام هر دو روش تحلیل استاتیکی معادل و تحلیل دینامیکی برای ساختمانهای منظم تا ارتفاع ۵۰ متر مجاز است [۱] و همچنین انتخاب روش تحلیل در حجم بتن مصرفی و در نتیجه وزن ساختمان تاثیر دارد[۲]، لذا برای بهینه کردن مصرف بتن در ساختمانها و صرفه جویی در مصرف مصالح، نیاز به بررسی اثرات استفاده از دو روش فوق الذکر در وزن ساختمانها میباشد. در این مقاله نمونه هایی از ساختمانهای بتنی منظم انتخاب و با دو روش استاتیکی معادل و دینامیکی تحلیل خطی [۳]و طراحی شده و وزن ساختمانهای حاصل مقایسه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

برای کاهش وزن ساختمانها کارهای مختلفی انجام گرفته است. از جمله میتوان به تحقیقات انجام شده جهت افزایش مقاومت بتن و کاهش وزن مصالح اشاره نمود. در یک طرح تحقیقاتی مشخص شده است که حذف بلوک های بتنی سبک در ساختمان های با سقف تیرچه بلوک باعث کاهش ۶/۸ درصدی وزن بتن مصرفی در ساختمان میشود.[۴]

جهت انتخاب نمونه ها از ۳ سری مدل با تعداد طبقات ۵و۷و۱۰ استفاده شده است. به منظور در نظر گرفتن طیف وسیعی از ساختمانهای موجود ۳ سری پلان طوری انتخاب شده اند که حداکثر نسبت طول به عرض آنها به عدد ۳ محدود شود.

به منظور تحلیل سه بعدی و هم چنین طراحی اعضاء بتن آرمه مدلهای انتخابی، از نرم افزار Etabs [۵] استفاده شده است.

برای معرفی نیروی جانبی زلزله از روشهای تحلیل دینامیکی طیفی و تحلیل استاتیکی معادل استفاده شده است.

جهت کاربردی نمودن نتایج از مصالح و مواد مرسوم در ساخت و سازهای متعارف شهر تبریز استفاده شده است.

۲- انتخاب نوع و ابعاد نمونه های انتخابی

ضوابط زیر در انتخاب ساختمان های نمونه مد نظر قرار گرفته است:

باتوجه به نیاز امروز در بخش مسکن و ساخت و سازهای فراوان با تنوع زیاد در این بخش و لزوم صرفه جویی در مصالح و هزینه ها در ساختمانهای مسکونی، این نوع ساختمانها در این مقاله مورد بررسی قرار میگیرد.

با توجه به اینکه ساختمانهای منظم در پلان میتوانند نهایتاً نسبت طول به عرض ۳ به ۱ داشته باشند، بنابراین نمونه های ساختمانی با سه نسبت طول به عرض ۱ به ۱ , ۲ به ۱ و ۳ به ۱ مورد تحلیل و طراحی قرار میگیرند که در بر گیرنده تمام ساختمانهای منظم میشوند.

به تجربه ثابت شده است که تغییر روش تحلیل لرزه ای تأثیر چندانی در کاهش وزن اسکلت ساختمانهای کوتاه تر از ۵ طبقه ندارد. همچنین اکثر ساختمانهایی که در حال حاضر ساخته میشوند تعداد طبقات بیشتر از ۵ طبقه دارند. بنابر این دراین مقاله ساختمانهای با تعداد طبقات ۵ و ۷ و ۱۰ طبقه به عنوان نمونه انتخاب و مورد بررسی قرار میگیرند.

چون عرض قطعات تفکیکی در سطح شهر تبریز بین ۷ الی ۱۴ متر است، لذا عرض متوسط قطعات یعنی ۱۰/۵ متر با فاصله محور تا محور ستون ها برابر۱۰ متر در نظر گرفته میشود. بنابراین ترکیبی از ساختمانهای با ابعاد ۱۰/۵×۱۰/۵ و ۱۰/۵×۲۰/۵ و ۱۰/۵×۳۰/۵ متر مورد مطالعه قرار خواهد گرفت.

چون موضوع مقاله در باره ساختمانهای منظم است، ابعاد سازه ها مربع یا مستطیل بدون پیش آمدگی یا فرو رفتگی در نظر گرفته شده است.

برای همسانی مدلهای ساخته شده فاصله محور تا محور ستونها ۵ متر در نظر گرفته میشود که تقریبا" یک اندازه متعارف میباشد. همچنین یک قسمت از پلان به قسمت راه پله باید اختصاص داده شود که در پلانهای مربع یک پانل گوشه ودر پلانهای مستطیل یک پانل میانی به این منظور اختصاص داده میشود.

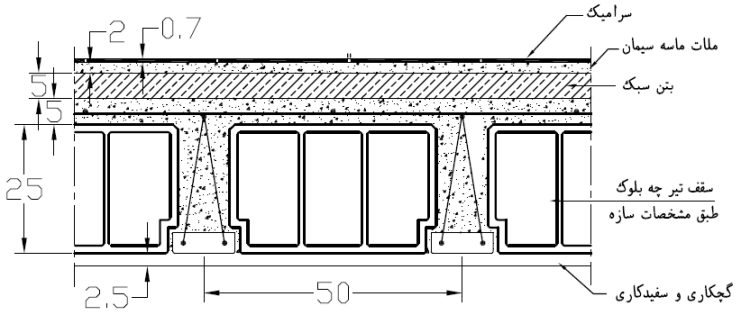
چون ساختمان ها مسکونی هستند، بنابراین ارتفاع طبقات ساختمان ۳/۲ متر وارتفاع خرپشته ۳/۵ متر در نظر گرفته میشود.

۳-بار مرده طبقات

بار مرده طبقات در ساختمانها مطابق آیین نامه ۵۱۹ با جزئیات مطابق شکل۱ و با در نظر گرفتن Kg/m^2 ۱۲۰ سربار معادل تیغه بندی و بدون احتساب وزن تیرچه و دال بتنی برابر $۴۴۰Kg/m^2$ برآورد و تعیین شده است. لازم بذکر است که وزن تیرچه ها و دال بتنی بطور خودکار توسط برنامه محاسبه و اعمال میشود. وزن تیرچه و دال بتنی بااحتساب فاصله محور تا محور۵۰ سانتی متر برای تیرچه ها $۲۵۰Kg/m^2$ است.

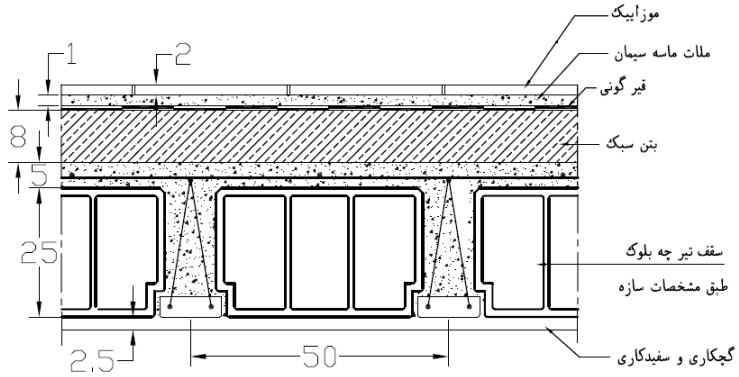
www.SID.ir

Archive of SID



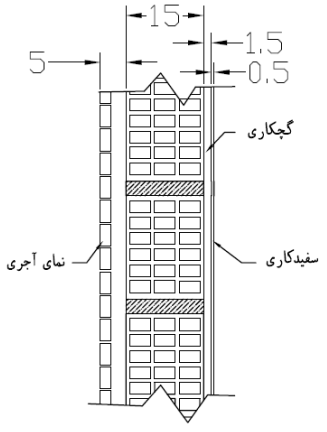
شکل۱- مقطع کف طبقات

بار مرده پشت بام در ساختمانها مطابق آیین نامه ۵۱۹ با جزئیات مطابق شکل۲ بدون احتساب وزن تیرچه و دال بتنی برابر $۳۴۰ Kg/m^2$ برآورد شده است.

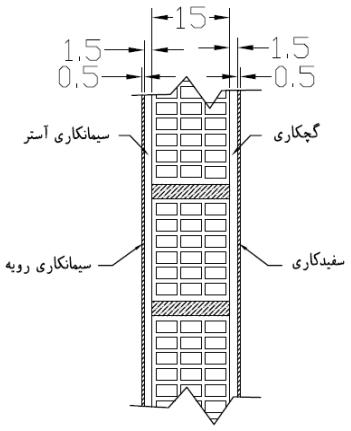


شکل۲- مقطع کف پشت بام

بار دیوارهای ۲۰ سانتی متری نمادار با نمای آجری و با احتساب ٪۳۰ بازشو مطابق آیین نامه ۵۱۹ با جزئیات شکل۳ برابر $۶۰۰ Kg/m$ برآورد شده است.بار دیوار جان پناه نمادار و بدون نما برابر با $۲۸۰ Kg/m$ برآورد شده است.



شکل۳- مقطع دیوار نما دار



شکل۴- مقطع دیوار بدون نما

بار دیوارهای۲۰ سانتی متری بدون نما مطابق آیین نامه ۵۱۹ با جزئیات شکل۴ برابر $۶۰۰ Kg/m$ برآورد شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

۴-بار زنده

مطابق آیین نامه بارگذاری ۵۱۹ ایران، بار زنده کف طبقات Kg/m^2 ۲۰۰ و بار زنده پشت بام Kg/m^2 ۱۵۰ و بار زنده راه پله Kg/m^2 ۳۵۰ منظور شده است.

۵-بار گذاری زلزله

با توجه به اینکه ساختمانها منظم بوده وکاربری مسکونی دارند و ارتفاع ساختمانها کمتر از ۵۰ متر است، لذا مطابق مجوز آیین نامه ۲۸۰۰ نوع تحلیل انجام شده برای ساختمانها می تواند از نوع استاتیکی معادل و یا دینامیکی باشد. همچنین استفاده از سیستم دوگانه (قاب خمشی + دیوار برشی) اجباری نمی باشد. لذا در طراحی کلیه ساختمانها سیستم قاب خمشی بدون دیوار برشی برای تحمل بار جانبی در نظر گرفته شده است.

۶-تعیین پارامترهای لرزه ای

بدلیل اینکه شهر تبریز در پهنه زلزله خیزی با خطر نسبی زیاد واقع شده است، لذا شتاب مبنای طرح $A=۰/۳۵\ m/s^2$ تعیین می گردد.

با توجه به اینکه ساختمانها کاربری مسکونی دارند ضریب اهمیت ساختمانها برابر $I=۱$ تعیین می شود.

بررسیهای انجام شده در سالهای اخیر نشان میدهد که اکثر زمینهای شهر تبریز که ساختمان در آن احداث میشود در طبقه بندی آیین نامه ۲۸۰۰ جزو زمین های نوع III میباشد. زمینهای نوع II وV میزان خیلی کمی از زمینها را تشکیل میدهد، لذا زمین نوع III با زمان تناوب $T0=۰/۷\ s$ انتخاب می شود.

نیاز به تحقیق و مطالعه بر روی مقادیر R با توجه به مشاهداتی که از رفتار سازه ها در هنگام وقوع زلزله های واقعی ثبت می شود، امری پذیرفته شده است. از این رو تجدید نظرهای دوره ای در این مقادیردر آیین نامه های معتبر دنیا امری طبیعی است. آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش سوم مقدار R را برای ساختمانهای بتن آرمه با قاب خمشی و ضوابط شکل پذیری متوسط در هر دو روش تحلیل استاتیکی معادل و دینامیکی برابر ۷ الزام میکند.

۷-تعیین زمان تناوب اصلی ساختمان

برای تعیین زمان تناوب اصلی ساختمان داریم :

$$C=ABI/R \quad (۱)$$

$$B=2.5\ (To/T)^{2/3} \quad (۲)$$

$$T=0.07\ (H)^{3/4} \quad (۳)$$

$T=0.07\ (16)3/4=0.56\ s$ *برای ساختمان ۵ طبقه* (۴)

$T=0.07\ (22.4)3/4=0.72\ s$ *برای ساختمان ۷ طبقه* (۵)

$T=0.07\ (\ 32\ )3/4=0.942\ s$ *برای ساختمان ۱۰ طبقه* (۶)

www.SID.ir

Archive of SID

چون زمان تناوب بدست آمده از تحلیل دینامیکی بیشتر از ۱/۲۵ برابر این مقادیر میباشد، پس میتوان این زمان تناوب را با ضریب ۱/۲۵ افزایش داد. لذا :

$T=0.56\times1.25 = 0.7\ s$ افزایش یافته برای ساختمان ۵ طبقه (۷)

$T=0.72\times1.25 = 0.9\ s$ افزایش یافته برای ساختمان ۷ طبقه (۸)

$T=0.942\times1.25 = 1.177\ s$ افزایش یافته برای ساختمان ۱۰ طبقه (۹)

۸-محاسبه ضریب زلزله ساختمان برای تحلیل استاتیکی معادل

مطابق آئین نامه ۲۸۰۰ ایران داریم :

$$C=ABI/R \quad (۱۰)$$

چون طبق آیین نامه، دوره تناوب ساختمان $T>$ ۰/۷ s میباشد لذا باید اثر شلاقی را نیز اعمال نمود. برای لحاظ کردن اثر شلاقی از آیین نامه UBC94 استفاده خواهیم کرد. لذا خواهیم داشت:

$$ABI/R=Z_{UBC}\times I_{UBC}\times C_{UBC}/R_W \quad (۱۱)$$

چون $A=Z_{UBC}$ و $R=R_W$ میباشد لذا از طرفین ساده شده و فرمول بصورت زیر در خواهد آمد :

$$BI=I_{UBC}\times C_{UBC} \quad (۱۲)$$

در سمت راست رابطه فوق C_{UBC} ضریبی است که در آئین نامه UBC94 بصورت زیر محاسبه میشود :

$$C_{UBC}=1.25\times S/(T0)^{2/3} \quad (۱۳)$$

S در آیین نامه UBC94 که ضریب نوع خاک محل است، برابر ضریب اهمیت ساختمان در آئین نامه ۲۸۰۰ لحاظ میشود (برای ساختمانهای مسکونی $S=1$). T0 رابطه فوق بر اساس نوع زمین و خاک موجود درمحل تعیین میشود که برای زمین نوع III مقدار $T0=$۰/۷ s میباشد. لذا داریم :

$$C_{UBC}=1.25\times1.0/(0.7)^{2/3} \quad (۱۴)$$

$$C_{UBC}=1.585 \quad (۱۵)$$

همچنین برای آئین نامه ۲۸۰۰ ایران داریم :

$$B=(S+1)(TS/T)^{2/3} \quad (۱۶)$$

$$B=(1.75+1)(0.7/T)^{2/3} \quad (۱۷)$$

$B=2.75\times(0.7/0.7)^{2/3}=2.75$ برای ساختمان ۵ طبقه (۱۸)

$B=2.75\times(0.7/0.9)^{2/3}=2.3254$ برای ساختمان ۷ طبقه (۱۹)

www.SID.ir

Archive of SID

$B=2.75\times(0.7/1.177)^{2/3}=1.9448$ *برای ساختمان ۱۰ طبقه* (۲۰

بنابراین ضریب I_{UBC} که برای تبدیل مقادیر آئین نامه ۲۸۰۰ ایران به آئین نامه UBC94 در زمین نوع III استفاده خواهد شد به قرار زیر است:

$$I_{UBC}=B/C_{UBC}=2.75/1.585=1.735 \quad (۲۱$$

۹-پارامترهای تحلیل دینامیکی

در این روشها نیروی جانبی زلزله با استفاده از بازتاب دینامیکی که سازه بر اثر حرکت زمین ناشی از زلزله، از خود نشان میدهد، تعیین میگردد. انتخاب یکی از این روشها که شامل روش تحلیل طیفی و روش تحلیل تاریخچه زمانی است اختیاری بوده و در این طرح از روش تحلیل طیفی استفاده شده است.

حرکت زمین که در تحلیلهای دینامیکی مورد استفاده قرار میگیرد باید حداقل دارای شرایط زلزله طرح باشد، آثار حرکت زمین بصورت طیف بازتاب شتاب مشخص میشود. به این منظور از طیف طرح استاندارد استفاده میشود.

طیف طرح استاندارد منعکس کننده اثر حرکت زمین برای زلزله طرح در آئین نامه ۲۸۰۰ است و از حاصلضرب مقادیر بازتاب ساختمان B در پارامترهای: نسبت شتاب مبنای A، ضریب اهمیت I و عکس ضریب رفتار 1/R به دست می آید. در تعیین این طیف نسبت میرایی ۵٪ در نظر گرفته شده است.

در هر یک از دو امتداد متعامد ساختمان تمام مدهای نوسان با زمان تناوب بیشتر از ۰/۴ ثانیه و یا تمام مدهای نوسان که مجموع جرمهای موثر در آنها بیشتر از ۹۰٪ جرم کل سازه است در نظر گرفته میشود.

برای ترکیب آثار مدها از روش آماری شناخته شده ترکیب مربعی کامل یا روش CQC استفاده شده است.

برای ترکیب جهتی پاسخهای مدی از روش جذر مجموع مربعات یا روش SRSS استفاده شده است.

با توجه به منظم بودن تمامی نمونه مقادیر بازتابها در ۹۰٪ نسبت برش پایه استاتیکی معادل به برش پایه بدست آمده از تحلیل طیفی ضرب شده است.

۱۰- ترکیبات بارگذاری

ترکیبات بارگذاری مطابق آئین نامه ACI 318-99 می باشد:

$$1.4D.L + 1.7\ L.L \quad (۲۲$$

$$0.75(1.4D.L + 1.7\ L.L+1.87E.Q) \quad (۲۳$$

$$0.9D.L + 1.43E.Q \quad (۲۴$$

طبق آیین نامه ۲۸۰۰ زلزله، میزان مشارکت بارهای قائم در بارگذاری زلزله از رابطه زیر تعیین میشود:

$$P = D.L + 0.2\ L.L \quad (۲۵$$

همچنین برای اعمال اثر P-DELTA میزان مشارکت بارهای زنده و مرده از رابطه زیر حاصل میشود:

$$P = 1.4\ D.L + 1.7\ L.L \quad (۲۶$$

www.SID.ir

Archive of SID

با در نظر گرفتن موارد فوق و با اعمال کلیه الزامات محاسباتی مدل کامپیوتری تمام نمونه ها در نرم افزارETABS8.50 ایجاد شده است.

۱۱-انتخاب مقاطع ستونها

در این مقاله همانند مسائل عملی برای ستونها ابعاد مشخصی تعریف شده است. مطابق آیین نامه بتن ایران، حداقل درصد آرماتور در مقطع برابر ۱ درصد و حداکثر ۶درصد می‌باشد با توجه به اینکه در محل وصلهٔ ستونها آرماتورها دو برابر می‌شوند، لذا حداکثر درصد آرماتور مقطع به ۳ درصد محدود شده است.

با توجه به محدودیتهایی که برای کاور بتنی وجود دارد و با در نظر گرفتن کلیه ستونها اعم از داخلی و خارجی، فاصلهٔ خاموتها تا سطح بتن ستون ۴ سانتی متر و فاصله محور میلگردهای طولی تا لبه بتن برابر ۶ سانتی‌متر انتخاب شده است

۱۲-انتخاب ابعاد تیرها

چون مقاطع ستونها با روشهای توضیح داده شده انتخاب شد، می‌توانیم مقاطع تیرها را متناسب با ابعاد ستونها انتخاب کنیم. تنها محدودیت عرض تیر مربوط به عرض ستون است که حداکثر عرض تیر نمی‌تواند از عرض ستون باضافه ۵ سانتی‌متر بیشتر باشد. همچنین عرض تیر نباید از ۲۵ سانتی‌متر کمتر باشد. با توجه به مسایل اجرایی و برای هماهنگی بیشتر، اجزاء سازه کلیهٔ تیرها هم عرض ستونهای طبقه و ارتفاع آنها ۵ سانتی‌متر بیشتر از عرض ستونها انتخاب شده است. بعنوان مثال اگر در یک طبقه از ستونهای ۴۰×۴۰ سانتی‌متر استفاده شده، ابعاد تیر ۴۵×۴۰ سانتی‌متر قرار داده شده است.

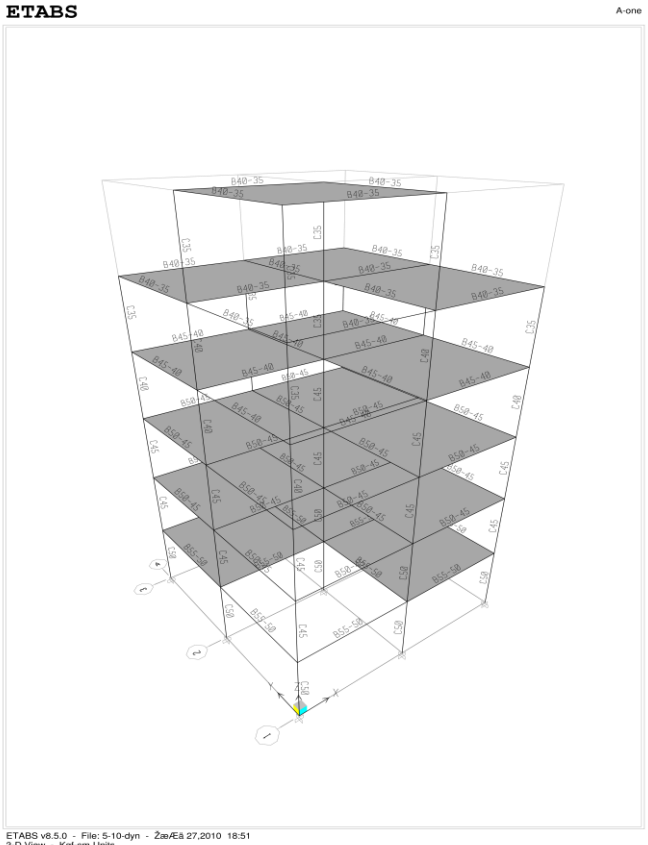
همچنین با توجه به طرح معماری در قسمت راه پله مدلها، یک تیر میان طبقه نیز وجود دارد که ابعاد آن همسان با ابعاد تیرهای نیم طبقه بالاتر آن در نظر گرفته شده است.

با توجه به محدودیتهایی که برای کاور بتنی وجود دارد و با در نظر گرفتن شرایط کلیه تیرها اعم از داخلی و خارجی، فاصلهٔ محور میلگردهای طولی تا لبه بتن برابر ۷ سانتی‌متر انتخاب شده است.

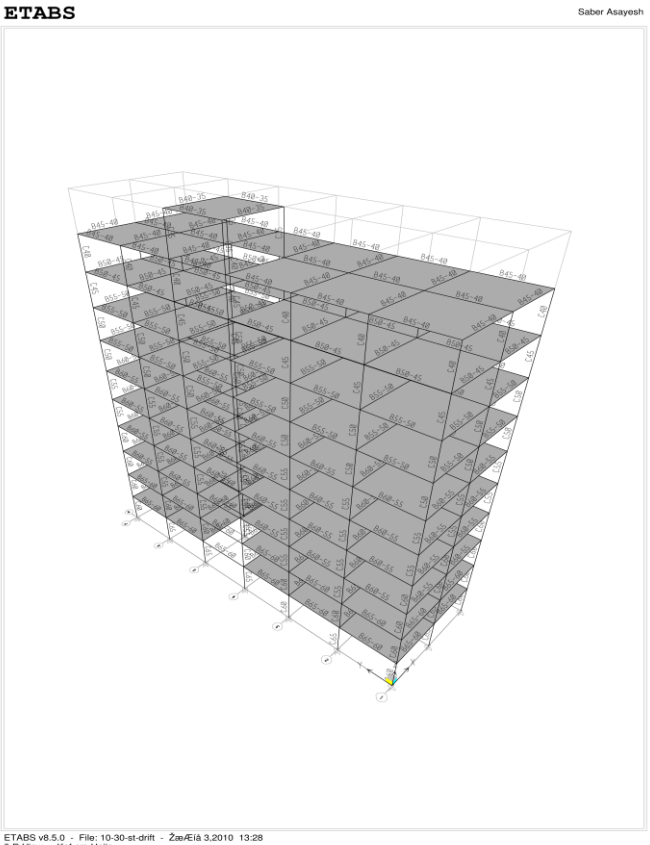
. نمای سه بعدی کوچکترین ساختمان طراحی شده با روش های تحلیل دینامیکی طیفی در شکل ۵ و نمای سه بعدی بزرگترین ساختمان های طراحی شده با روش تحلیل استاتیکی معادل در شکل۶ نمایش داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- ساختمان ۵ طبقه با ابعاد ۱۰/۵×۱۰/۵ متر (تحلیل دینامیکی)



شکل ۶- ساختمان ۱۰ طبقه با ابعاد ۱۰/۵×۳۰/۵ متر (تحلیل استاتیکی معادل)

www.SID.ir

Archive of SID

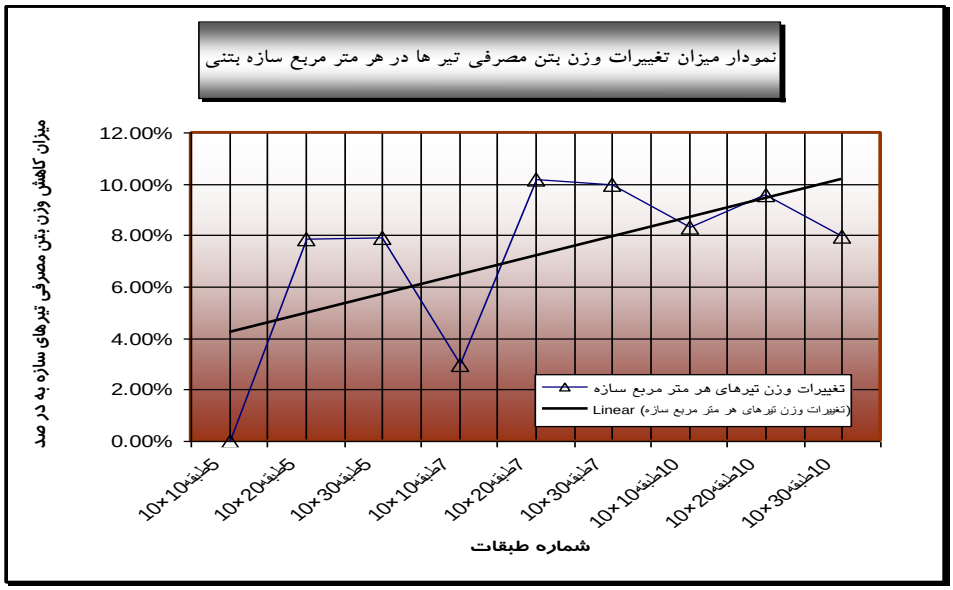
۱۳-بررسی و مقایسه نتایج

در این قسمت به جمع بندی نتایج و بررسی نتایج بدست آمده از ۱۸ مدل معرفی شده خواهیم پرداخت. چون شباهت نسبتاً زیادی در نتایج بدست آمده وجود دارد، میتوان نتیجه گرفت که نتـایج بدسـت آمـده از دقـت کـافی برخـوردار هسـتند. همچنین استفاده از نمونه هایی با شرایط ساختمانهای واقعی نیز مؤید این مطلب میباشد.

در نمودارها و جداول زیر میزان کاهش وزن بتن مصرفی درتیرها ، میزان کاهش وزن بتن مصرفی درستون هـا و میـزان کاهش وزن بتن مصرفی کل سازه شامل وزن کف ها و تیر ها و ستونها، در نمونه های مشابه مقایسه شده و به صورت درصـد در جداول ۱و۲و۳ ارائه شده و در نمودارهای ۱و۲و۳ ترسیم شده است.

جدول۱- میزان کاهش وزن بتن مصرفی تیرها درحالت تحلیل دینامیکی نسبت به تحلیل استاتیکی معادل

ردیف	ابعاد و تعداد طبقات نمونه	نوع بار	موقعیت بار	میزان کاهش وزن (در صد)
۱	۵ طبقه ۱۰×۱۰	DEAD	Bottom	۰
۲	۵ طبقه ۱۰×۲۰	DEAD	Bottom	۷/۸۸۱
۳	۵ طبقه ۱۰×۳۰	DEAD	Bottom	۷/۹۹۳
۴	۷ طبقه ۱۰×۱۰	DEAD	Bottom	۲/۹۵۶
۵	۷ طبقه ۱۰×۲۰	DEAD	Bottom	۱۰/۱۸۵
۶	۷ طبقه ۱۰×۳۰	DEAD	Bottom	۹/۹۶۱
۷	۱۰ طبقه ۱۰×۱۰	DEAD	Bottom	۸/۳۴۳
۸	۱۰ طبقه ۱۰×۲۰	DEAD	Bottom	۹/۵۷۶
۹	۱۰ طبقه ۱۰×۳۰	DEAD	Bottom	۷/۹۷۴
متوسط میزان کاهش وزن تیر ها (درصد)				**۷/۳۷۴۶**



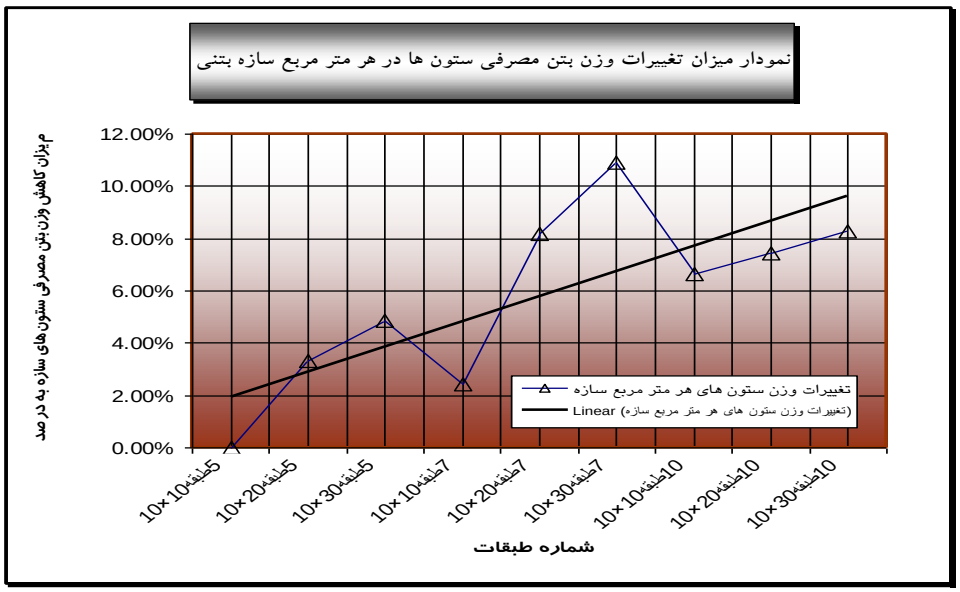
نمودار۱- کاهش وزن تیرها

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲- میزان کاهش وزن بتن مصرفی ستون ها درحالت تحلیل دینامیکی نسبت به تحلیل استاتیکی معادل

ردیف	ابعاد و تعداد طبقات نمونه	نوع بار	موقعیت بار	میزان کاهش وزن (در صد)
۱	۵ طبقه ۱۰×۱۰	DEAD	Bottom	۰
۲	۵ طبقه ۱۰×۲۰	DEAD	Bottom	۳/۳۳۶
۳	۵ طبقه ۱۰×۳۰	DEAD	Bottom	۴/۸۷۹
۴	۷ طبقه ۱۰×۱۰	DEAD	Bottom	۲/۴۱۰
۵	۷ طبقه ۱۰×۲۰	DEAD	Bottom	۸/۱۷۲
۶	۷ طبقه ۱۰×۳۰	DEAD	Bottom	۱۰/۹۲۳
۷	۱۰ طبقه ۱۰×۱۰	DEAD	Bottom	۶/۶۶۴
۸	۱۰ طبقه ۱۰×۲۰	DEAD	Bottom	۷/۴۴۲
۹	۱۰ طبقه ۱۰×۳۰	DEAD	Bottom	۸/۳۰۱
متوسط میزان کاهش وزن ستون ها (درصد)				**۵/۸۸۳۴**



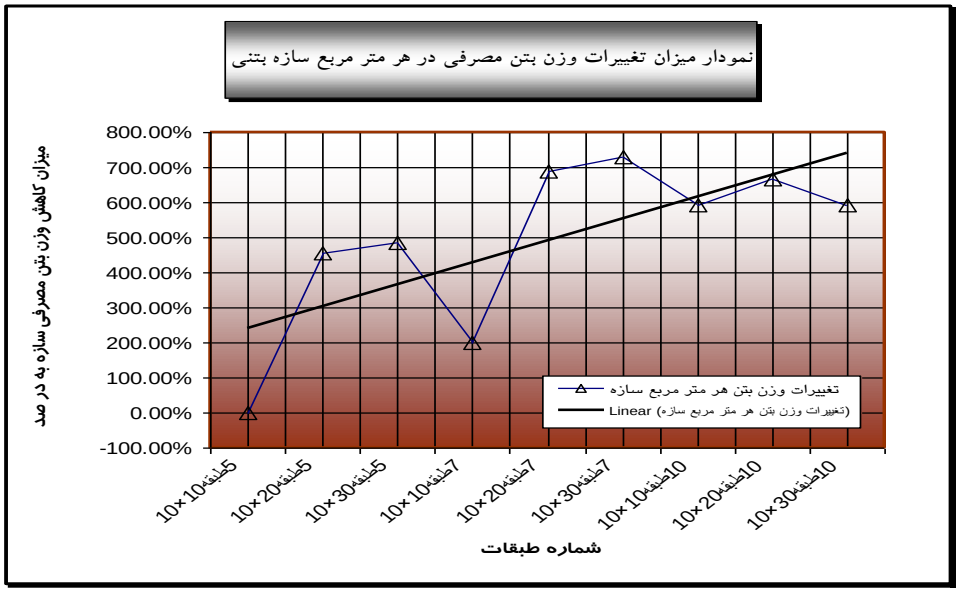
نمودار۲- کاهش وزن ستون ها

جدول۳- میزان کاهش وزن بتن مصرفی کف ها و تیرها و ستون ها درحالت تحلیل دینامیکی نسبت به تحلیل استاتیکی معادل

ردیف	ابعاد و تعداد طبقات نمونه	نوع بار	موقعیت بار	میزان کاهش وزن (در صد)
۱	۵ طبقه ۱۰×۱۰	DEAD	Bottom	۰
۲	۵ طبقه ۱۰×۲۰	DEAD	Bottom	۴/۵۷۲
۳	۵ طبقه ۱۰×۳۰	DEAD	Bottom	۴/۸۴۷
۴	۷ طبقه ۱۰×۱۰	DEAD	Bottom	۲/۰۰۸
۵	۷ طبقه ۱۰×۲۰	DEAD	Bottom	۶/۸۷۹
۶	۷ طبقه ۱۰×۳۰	DEAD	Bottom	۷/۲۹۳
۷	۱۰ طبقه ۱۰×۱۰	DEAD	Bottom	۵/۹۲۲
۸	۱۰ طبقه ۱۰×۲۰	DEAD	Bottom	۶/۶۶۷
۹	۱۰ طبقه ۱۰×۳۰	DEAD	Bottom	۵/۹۳۵
متوسط میزان کاهش وزن کف ها و تیرها و ستون ها (درصد)				**۴/۹۰۲۶**

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار۳- کاهش وزن سازه ها

۱۴- نتیجه‌گیری

با مطالعه جداول و نمودارهای حاصله از نتایج خروجی از برنامه رایانه ای نتایج زیر بدست میاید:

۱- وزن بتن مصرفی تیرها بطور متوسط ۲۴/۸۲ کیلوگرم برای هر متر مربع ساختمان کاهش می یابد. میزان کاهش نسبی وزن بتن مصرفی تیرها ۷/۳۷ ٪ میباشد.

۲- وزن بتن مصرفی ستون ها بطور متوسط ۸/۱۳ کیلوگرم برای هر متر مربع ساختمان کاهش می یابد. میزان کاهش نسبی وزن بتن مصرفی ستون ها ۵/۸۸ ٪ میباشد.

۳- وزن بتن مصرفی کل سازه شامل کف ها و تیرها و ستون ها بطور متوسط ۳۲/۹۵ کیلوگرم برای هر متر مربع ساختمان کاهش می یابد. میزان کاهش نسبی وزن بتن مصرفی کل سازه شامل کف ها و تیرها و ستون ها ۴/۹ ٪ میباشد.

۴- میزان بتن مصرفی در تیرها ۵۱/۰۶ ٪ از کل بتن مصرفی ساختمان و میزان بتن مصرفی در ستون ها ۲۰/۹۷ ٪ از کل بتن مصرفی ساختمان و میزان بتن مصرفی در کف ها ۲۷/۹۷ ٪ از کل بتن مصرفی ساختمان میباشد.

تشکر و قدردانی

این مقاله بر اساس طرح پژوهشی با همین نام که با استفاده از منابع مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز انجام یافته نگارش شده است

مراجع

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، دفترتدوین ضوابط و معیارهای فنی(۱۳۸۲). "آیین نامه بتن ایران(آبا)"، نشریه شماره۱۲۰ ،تجدید نظر اول ویرایش۲، چاپ هفتم.

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن(۱۳۸۴). "آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله"، ویرایش سوم ، استاندارد شماره۲۸۰۰.

دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان(۱۳۸۶). "مقررات ملی ساختمان ایران-مبحث ششم-بارهای وارد بر ساختمان"، چاپ دوم.

آسایش،ص.(۱۳۸۷) " بررسی تاثیر بکارگیری بلوک یونولیتی به جای بلوک بتنی سبک در وزن ساختمان های بتنی منظم تا ارتفاع ۱۰ طبقه" ،طرح پژوهشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز.

Habibuallah, A."ETABS: Three Dimensional Analysis and Design of Building System".

www.SID.ir