

تأثیر استفاده از دیوارهای XPS بر طراحی سازه و وزن آن
(ساختمان ۲۰ طبقه با سازه فلزی)



پیش‌گفتار:

به منظور بررسی تاثیر استفاده از دیوارهای XPS به جای مصالح سنتی بر طراحی سازه، دوساختمان ۲۰ طبقه متعارف اسکلت فلزی به صورت جداگانه مدلسازی و طراحی شده، که در یکی از ساختمان‌ها دیوارها از مصالح سنتی و در ساختمان دیگر از دیوارهای XPS استفاده شده است. ساختمان‌های مورد نظر دارای ۲۰ طبقه که شامل ۳ طبقه زیرزمین، طبقه همکف و ۱۶ طبقه مسکونی می‌باشد.

سازه طراحی شده برای ساختمان، فولادی، با سیستم باربر جانبی قاب خمشی فولادی ویژه در راستای شمالی- جنوبی و در راستای شرقی- غربی است. کف طبقات، دال بتنی همراه با تیرهای فولادی فرعی نگهدارنده (سیستم سقف کامپوزیت) می‌باشد. پی سازه از نوع گسترده می‌باشد. سه طبقه زیرزمین با دیوارهای پیرامونی بتنی به صورت صلب در نظر گرفته شده و تراز پایه طبقه همکف در نظر گرفته شده است.

مشخصات مصالح به کار رفته در سازه بدین شرح است:

- بتن از نوع B300، با مقاومت مشخصه ۲۴۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع نمونه استوانه‌ای و مدول الاستیسیته $2/5 * 10^5$ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع در نظر گرفته شده است.
- میلگرد در نظر گرفته شده در طراحی پی، از نوع AIII با حداقل تنش جاری شدن ۴۰۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می‌باشد.
- میلگرد در نظر گرفته شده در طراحی دال، از نوع AII با حداقل تنش جاری شدن ۳۰۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می‌باشد.

طراحی سازه به روش تنش مجاز (ASD) و بر اساس آیین‌نامه AISC-89 انجام گرفته است. آیین‌نامه‌هایی که در طراحی سازه از آنها استفاده شده است، عبارت‌اند از:

- آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) ویرایش سوم
- مقررات ملی ساختمان ایران، مبحث ششم بارهای وارد بر ساختمان
- مقررات ملی ساختمان ایران، مبحث دهم طرح و اجرای ساختمانهای فولادی
- مقررات ملی ساختمان، مبحث نهم طرح و اجرای ساختمانهای بتن آرمه

- ضوابط طراحی لرزه‌ای سازه‌های فولادی، اصلاحیه پیوست دوم آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) ویرایش سوم، (ناظر به بند ۵ یادداشتهای ذیل جدول ۶ این آیین‌نامه
- آیین‌نامه بتن ایران (آبا)

مدل‌سازی و تحلیل سازه، به کمک نرم افزار ETABS 9.5 ، مدل‌سازی و تحلیل پی به کمک نرم‌افزار SAFE 8.06 انجام شده است.



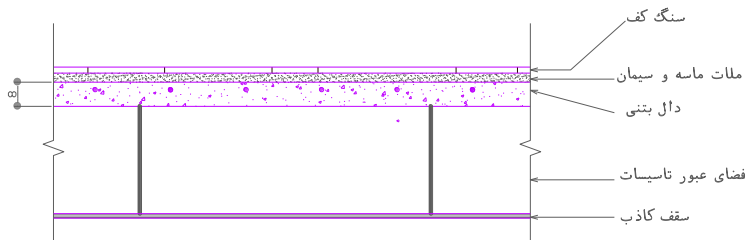
۱- بارهای بهره برداری:

۱-۱- بارهای مرده :

بارهای مرده وارد بر ساختمان به شرح زیر محاسبه می گردند. وزن دال بتنی و تیرهای اصلی و فرعی مستقیماً در مدل لحاظ می گردد.

ریز بار کف طبقات:

مقدار بار (کیلوگرم بر متر مربع)	نوع بار کف
$0.02 * 2400 = 48$	سنگ (به ضخامت ۲ سانتیمتر)
$0.02 * 2100 = 42$	ملات ماسه و سیمان (به ضخامت ۲ سانتیمتر)
$0.05 * 1300 = 65$	بتن با پوکه معدنی (به ضخامت ۵ سانتیمتر)
۵۰	سقف کاذب و تاسیسات
۱۴۰	وزن معادل پارتیشن در صورت استفاده از دیوارهای سنتی
۵۰	وزن معادل پارتیشن در صورت استفاده از دیوارهای XPS

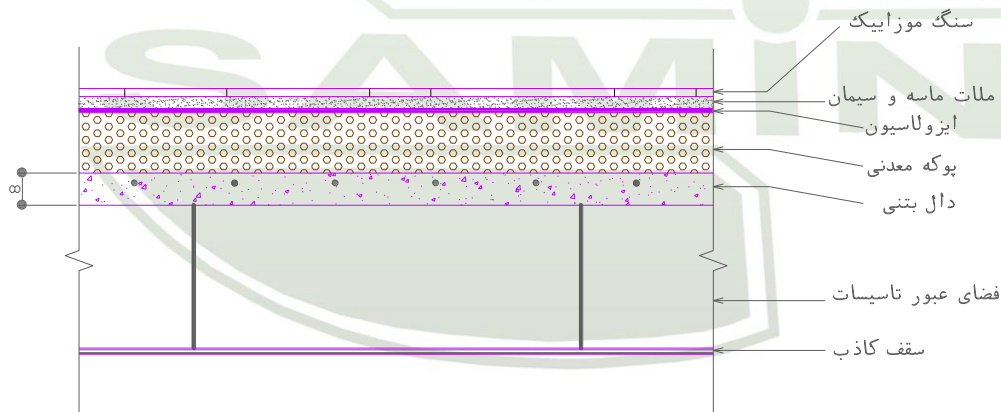


جزئیات کف طبقات

همانگونه که در جدول بالا مشخص می باشد اختلاف بار مرده طبقات در دو حالت مورد بررسی مربوط به بار معادل پارتیشن ها می باشد که در حالت سنتی خیلی بیشتر از حالت XPS می باشد که در افزایش بارهای طراحی سازه بسیار تاثیر گذار می باشد که در بخش های بعدی نشان داده شده است.

ریز بار کف بام:

مقدار بار (کیلوگرم بر متر مربع)	نوع بار کف
۶۰	سنگ موزاییک (به ضخامت ۲/۵ سانتیمتر)
۶۳	ملات ماسه و سیمان (به ضخامت ۳ سانتیمتر)
۵۰	سقف کاذب
۵۰	لوله تاسیساتی
۱۳۰	پوکه معدنی جهت شیب بندی (به ضخامت ۱۰ سانتیمتر)
۱۵	قیر گونی



جزئیات کف بام

لازم به ذکر است که بار تیرها، ستونها و اعضای سازه ای دیگر به صورت خودکار توسط نرم افزار محاسبه می گردد.

بار پارتیشن‌ها:

مطابق بند ۶-۲-۲-۲ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران در ساختمان‌هایی که برای جداسازی فضاها از تیغه‌هایی استفاده می‌شود که وزن یک متر مربع سطح آنها کمتر از ۲۷۵ دکا نیوتون است، بار تیغه‌ها را می‌توان با رعایت ضابطه بند ۶-۲-۲-۵ به صورت بار معادل که به طور یکنواخت بر کف‌ها گسترده است در نظر گرفت.

ضابطه بند ۶-۲-۲-۵ متذکر می‌شود در صورتی که وزن یک متر مربع سطح تیغه‌ها بیش از ۱۵۰ دکا نیوتون باشد باید اثر موضعی بار تیغه‌ها را به صورت جداگانه در طراحی کف‌ها منظور داشت. اما به دلیل وزن کم پارتیشن‌های مورد نظر برای استفاده در ساختمان مذکور وزن یک متر مربع سطح آنها مطابق بند بالا کمتر از ۱۵۰ دکا نیوتون در نظر گرفته شد و لذا مطابق بند ۶-۲-۲ می‌توان بار را به صورت بار معادل یکنواخت گسترده بر کف‌ها در نظر گرفت. در ضمن به علت کمتر بودن وزن یک متر مربع سطح تیغه‌ها از ۲۷۵ دکا نیوتون، مطابق ضابطه بند ۶-۲-۲-۴ لازم نیست بار تیغه‌ها را در محل واقعی خود اعمال کرد.

وزن یک متر مربع دیوارهای پیرامونی در حالت سنتی:

نوع بار دیوار	مقدار بار (کیلوگرم بر متر مربع)
ملات ماسه و سیمان (به ضخامت ۴ سانتیمتر)	۸۴
بلوک سفال و ملات ماسه سیمان	۱۷۰
گچ و خاک	۳۲
گچ	۶/۵
جمع	۲۹۵

وزن یک متر مربع دیوارهای پیرامونی در حالت XPS:

نوع بار دیوار	مقدار بار (کیلوگرم بر متر مربع)
سازه های افقی و قائم نگهدارنده XPS	۱۳
ملات ماسه و سیمان (به ضخامت ۴ سانتیمتر)	۸۴
پانل گچی	۱۳
جمع	۱۱۰

همانطور که در جداول بالا ملاحظه می شود وزن هر متر در مجموع کلیه بارهای مرده به جز بار اعضای سازه‌ای به صورت گسترده یکنواخت در مدل لحاظ گردیده است. لازم به ذکر است که بار تیرها و ستونها و اعضای سازه‌ای دیگر به صورت خودکار توسط نرم افزار محاسبه گردیده، به صورت بار مرده همراه با بارهای مرده دیگر بر سازه اثر داده می شود.

۲-۱- بارهای زنده:

حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت وارده بر ساختمان بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران طبق جدول ۶-۳ به شرح زیر در نظر گرفته می‌شود:

مقدار بار (کیلوگرم بر متر مربع)	نوع باربری کفها
۱۵۰	بام ساختمان با شیب کم یا تخت
۳۵۰	راهروهای اصلی و پلکانها که در معرض رفت و آمد و تجمع کم باشد، نظیر راهروهای اصلی ساختمانهای مسکونی و اداری
۵۰۰	محل عبور و پارک خودروهای سواری با وزن حداکثر ۲۵۰۰ دکا نیوتون
۲۰۰	اتاقها و راهروهای خصوصی و سرویسها در ساختمانهای مسکونی
۵۰۰	انبارها در ساختمانهای مسکونی

علاوه بر آن کفها باید بار متمرکز مشخص شده در جدول زیر را بطور موضعی تحمل نمایند. محل آن باید طوری در نظر گرفته شود که بیشترین اثر در عضو ایجاد شود. این بار متمرکز باید در سطحی به ابعاد ۱۵ سانتیمتر در ۱۵ سانتیمتر وارد شود و کف باید بتواند این بار را تحمل کند.

۳-۱- بار برف:

مطابق بند ۶-۴-۲ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران، تهران در منطقه با برف زیاد قرار گرفته است که دارای بار برف مینا برابر ۱۵۰ دکا نیوتن بر متر مربع می‌باشد.

مطابق بند ۶-۴-۳ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران، بار برف روی بامها از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$P_r = C_s \cdot P_s$$

C_s : ضریب اثر شیب که مطابق بند ۶-۴-۳-۲ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران، برای بامهای مسطح و شیب دار با زاویه شیب کمتر از ۱۵ درجه برابر ۱/۰ می‌باشد.

$$P_r = C_s \cdot P_s = 1.0 \times 150 = 150 \frac{kg}{m^2}$$

از آنجا که بار زنده بام معادل ۱۵۰ کیلوگرم بر متر مربع در نظر گرفته شده است بار برف تعیین کننده نیست.

۲- بارگذاری زلزله:

۱-۲- تعیین ضریب اهمیت ساختمان:

مطابق بند ۱-۷ آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (۲۸۰۰) ویرایش ۳، ساختمان مورد مطالعه در رده ساختمان‌های گروه ۳ (با اهمیت متوسط) قرار می‌گیرد.

۲-۲- تعیین وضعیت ساختمان از نظر شکل:

مطابق بند ۱-۸-۱ آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (۲۸۰۰) ویرایش ۳، ساختمان مورد بررسی در پلان منظم می‌باشد.

۳-۲- معرفی سامانه سازه‌ای ساختمان:

مطابق بند ۱-۹ آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (۲۸۰۰) ویرایش ۳، سامانه سازه‌ای در جهت Y و X از نوع قاب خمشی ویژه می‌باشد.

۴-۲- محاسبه نیروی زلزله:

برای محاسبه نیروی زلزله از روش طیفی استفاده شده است. برای محاسبه برش پایه از روش استاتیکی معادل استفاده می‌شود و در روش طیفی برش‌های دو جهت با برش‌های به دست آمده از روش استاتیکی معادل همپایه می‌شوند. با توجه به جدول ۱ بند ۲-۳ آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (۲۸۰۰) درصد دخالت بار زنده در وزن ساختمان معادل ۲۰ درصد در نظر گرفته شد.

۵-۲- روش استاتیکی معادل:

مطابق بند ۲-۳-۳ آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (۲۸۰۰) نسبت شتاب مبنای طرح بر اساس جدول ۲ در همین بند در منطقه تهران معادل ۰/۳۵ در نظر گرفته شده و جزء پهنه با خطر نسبی بسیار زیاد محسوب می‌شود.

مطابق بند ۲-۳-۳ آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (۲۸۰۰) ضریب بازتاب ساختمان از روابط زیر به دست می‌آید.

$$0 \leq T \leq T_0 \quad \Rightarrow \quad B = 1 + S \left(\frac{T}{T_0} \right)$$

$$T_0 \leq T \leq T_s \quad \Rightarrow \quad B = S + 1$$

$$T \geq T_s \quad \Rightarrow \quad B = (S + 1) \left(\frac{T_s}{T} \right)^{\frac{2}{3}}$$

نوع زمین مطابق طبقه بندی جدول ۴ آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) ویرایش سوم، از نوع II می‌باشد.

مطابق جدول ۳ بند ۲-۳-۴ آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (۲۸۰۰) برای زمین نوع II:

$$T_0 = 0.1$$

$$T_s = 0.5$$

$$S = 1.5$$

مطابق بند ۲-۳-۶ آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (۲۸۰۰)، برای قاب‌های خمشی فولادی در صورت عدم وجود جداگرهای میانقابی:

$$T_{X,Y} = 0.08 H^{\frac{3}{4}}$$

$$T_{X,Y} = 0.08 H^{\frac{3}{4}} \quad \Rightarrow \quad T_{X,Y} = 0.08 \times (59.5)^{\frac{3}{4}} = 1.714s$$

$$T_{X,Y} = 0.88s \quad \Rightarrow \quad B_Y = (1.5 + 1) \left(\frac{0.5}{1.714} \right)^{\frac{2}{3}} = 1.1$$

سامانه سازه‌ای در جهت X, Y از نوع قاب خمشی فولادی ویژه می‌باشد؛ لذا مطابق جدول ۶ بند ۲-۳-۸ آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (۲۸۰۰):

$$R_{x,y} = 7 \quad \Rightarrow \quad C_{x,y} = \frac{AB_{x,y} I}{R_{x,y}} = \frac{0.35 \times 1.1 \times 1.0}{10} = 0.0385$$

۲-۶- توزیع نیروی برشی زلزله در پلان ساختمان:

مطابق بند ۲-۳-۱۰-۲ آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (۲۸۰۰)، لنگر پیچشی حاصل از رابطه زیر علاوه بر نیروی برشی ناشی از بارهای جانبی باید بین عناصر سازه‌ای طبقه توزیع شود.

$$M_i = \sum_{j=1}^n (e_{ij} + e_{aj}) F_j$$

که در آن e_{ij} برون مرکزی نیروی F_j نسبت به مرکز سختی طبقه i می‌باشد. اثر این مولفه به دلیل اعمال نیروی جانبی توسط نرم افزار در مرکز جرم لحاظ می‌شود.

e_{aj} برون مرکزی اتفاقی طبقه j می‌باشد که مطابق بند ۲-۳-۱۰-۳ آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (۲۸۰۰) باید در هر دو جهت و حداقل برابر با ۵ درصد بعد ساختمان در آن طبقه، در امتداد عمود بر نیروی جانبی، اختیار شود.

۳- ترکیب بارها:

۳-۱- ترکیب بارهای طراحی سازه :

در طراحی اجزای گوناگون این سازه ترکیب بارهای مختلفی به شرح زیر در نظر گرفته شده‌اند. در طراحی سازه بر اساس این ترکیب بارها مطابق بند ۴-۱ ضوابط طراحی لرزه‌ای سازه‌های فولادی، اصلاحیه پیوست دوم آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) ویرایش سوم، ۳۳ درصد افزایش تنشهای مجاز برای اثر زلزله مندرج در بند ۱۰-۵-۰ مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران در نظر گرفته نمی‌شود. از آنجا که نرم افزار مورد استفاده در طراحی سازه، به طور خودکار ۳۳ درصد افزایش تنشهای مجاز را برای اثر زلزله در نظر می‌گیرد؛ هنگام معرفی این ترکیب بارها به نرم افزار لازم است؛ تمامی ترکیب بارهای شامل اثر زلزله در ضریب افزایش ۱/۳۳ ضرب شوند.

ترکیب بارهای شامل زلزله طرح:

$$۱- 0.75D + 0.75L \pm 0.75S_x$$

$$۲- 0.75D + 0.75L \pm 0.75S_y$$

$$۳- 0.6D \pm 0.75S_x$$

$$۴- 0.6D \pm 0.75S_y$$

ترکیب بارهای ناشی از بارهای ثقلی:

$$۱- D$$

$$۲- D + L$$

ستون های قابها که نسبت تنش محوری (f_a) آن ها بیش از $0.3 F_y$ است باید دارای مقاومت کافی برای تحمل دو نیروی محوری زیر، بدون در نظر گرفتن لنگر خمشی ایجاد شده در آنها باشند:

$$P_{DL} + 0.8P_{LL} + 2.8P_E$$

فشار محوری

$$0.85P_{DL} + 2.8P_E$$

کشش محوری

نیروی محوری حاصله باید از $1/7 F_a A$ یا $F_y A$ به تناسب ایجاد کشش یا فشار در مقطع ستون، کمتر باشد.

ترکیب بارهای شامل زلزله تشدید یافته مطابق ضوابط طراحی لرزه‌ای سازه‌های فولادی، اصلاحیه پیوست دوم آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) ویرایش سوم باید در طراحی ستونهای باربر جانبی لرزه‌ای که نسبت تنش محوری (f_a) یا (f_t) آن ها بیش از $0.4 F_y$ است به کار رود. این ستونها باید دارای مقاومت کافی برای تحمل دو نیروی محوری زیر، بدون در نظر گرفتن لنگر خمشی ایجاد شده در آنها باشند :

$$۱- 0.6D + 0.6L + 0.6\Omega_0 E$$

$$۲- 0.5D + 0.6\Omega_0 E$$

نیروی محوری حاصله باید از $F_a A$ یا $F_t A$ به تناسب ایجاد کشش یا فشار در مقطع ستون، کمتر باشد. در روابط فوق ضریب افزایشدهنده Ω_0 برابر $2/8$ برای کلیه سیستم‌های باربر جانبی مطابق استاندارد ۲۸۰۰ بکار برده می شود.

DL اثر بار مرده، LL اثر بار زنده، S_x اثر طیف زلزله در راستای طولی سازه، S_y ، اثر طیف زلزله در راستای عرضی سازه است. ترکیب بارهای شامل نیروی زلزله در هر امتداد افقی، شامل صد

درصد نیروی زلزله در آن امتداد افقی با ۳۰ درصد نیروی زلزله در راستای عمود بر آن در نظر گرفته شده است. به منظور لحاظ نمودن نیروی قائم زلزله ترکیبات بار مناسب طراحی در به روش تنش مجاز (ASD) به مدل اضافه شده‌اند.

۲-۳- ترکیب بارهای طراحی پی :

ترکیب بارهای زیر، در طراحی سازه‌ای پی در نظر گرفته شده اند:

$$۱- 1.4DL + 1.7LL$$

$$۲- 0.75 (1.4DL + 1.7LL +/- 1.7*1.1 E_x)$$

$$۳- 0.75 (1.4DL + 1.7LL +/- 1.7*1.1 E_y)$$

$$۴- 0.9 DL +/- 1.3*1.1 E_x$$

$$۵- 0.9 DL +/- 1.3*1.1 E_y$$

DL اثر بار مرده، LL اثر بار زنده، E_x اثر زلزله در راستای طولی سازه و E_y اثر زلزله در راستای عرضی سازه می‌باشند.

ترکیب بارهای زیر، در کنترل تنش زیر خاک و نشستهای پی در نظر گرفته شده اند:

$$۱- DL + LL$$

$$۲- 0.75 (DL+ LL +/- E_x)$$

$$۳- 0.75 (DL + LL +/- E_y)$$

به منظور کنترل بلندشدگی پی از روی خاک و تامین ضریب ایمنی ۱/۵ در مقابل نیروهای بلند کننده، ترکیب بارهای زیر، براساس بند ۱۷-۴-۲-۵ آیین نامه بتن ایران (آبا) بررسی شده‌اند:

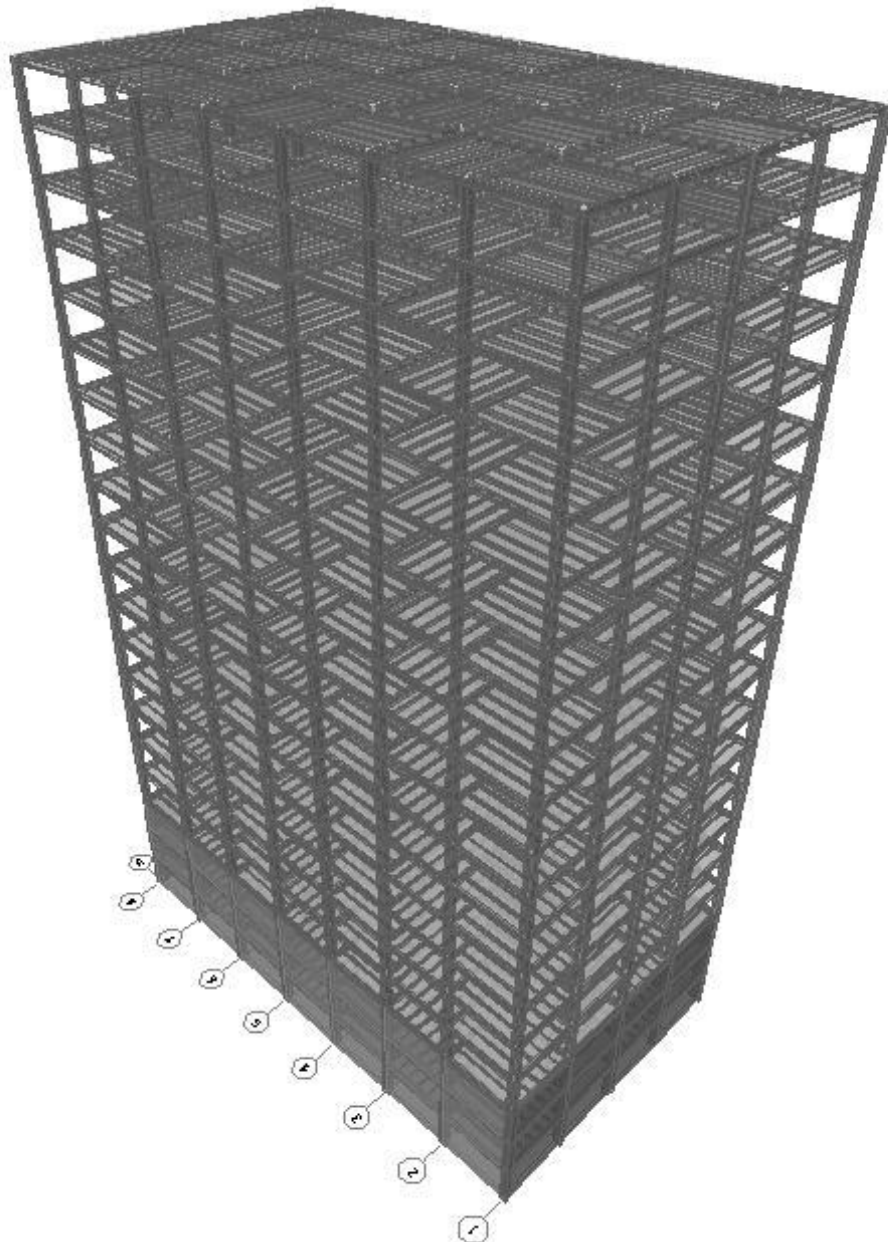
$$۱- DL+ +/- 1.5 E_x)$$

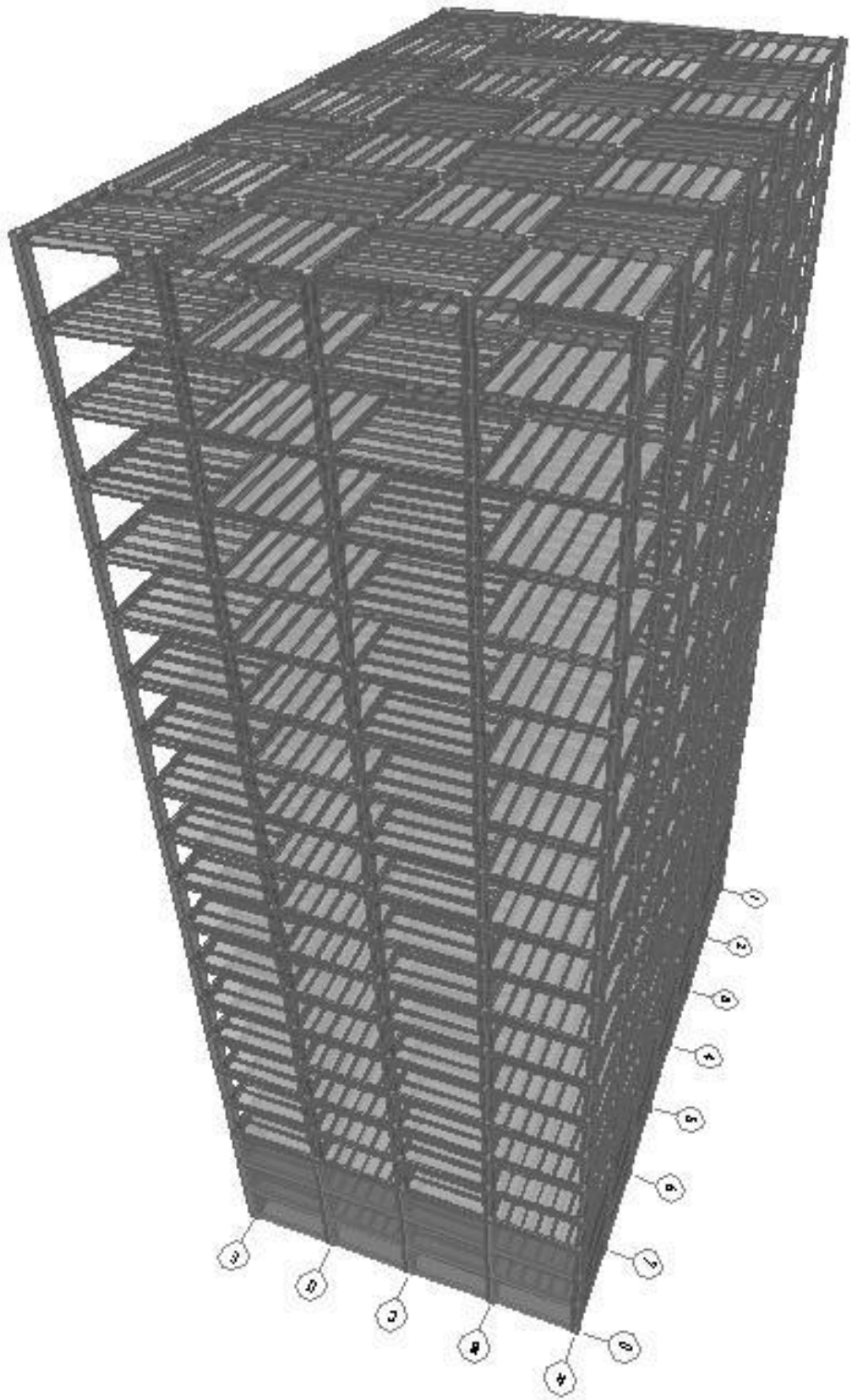
$$۲- DL +/- 1.5 E_y)$$

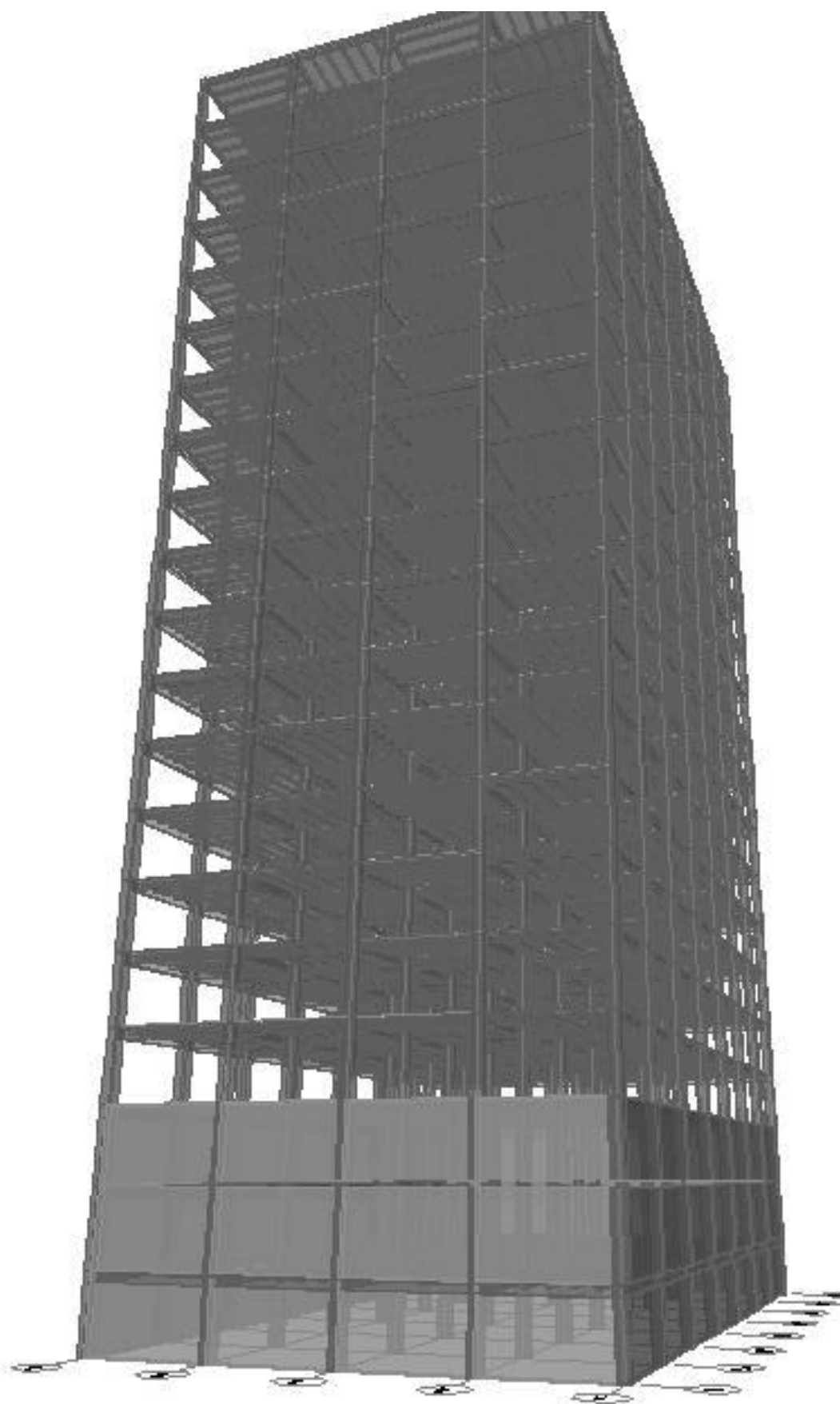
۴- مدل سازی و تحلیل:

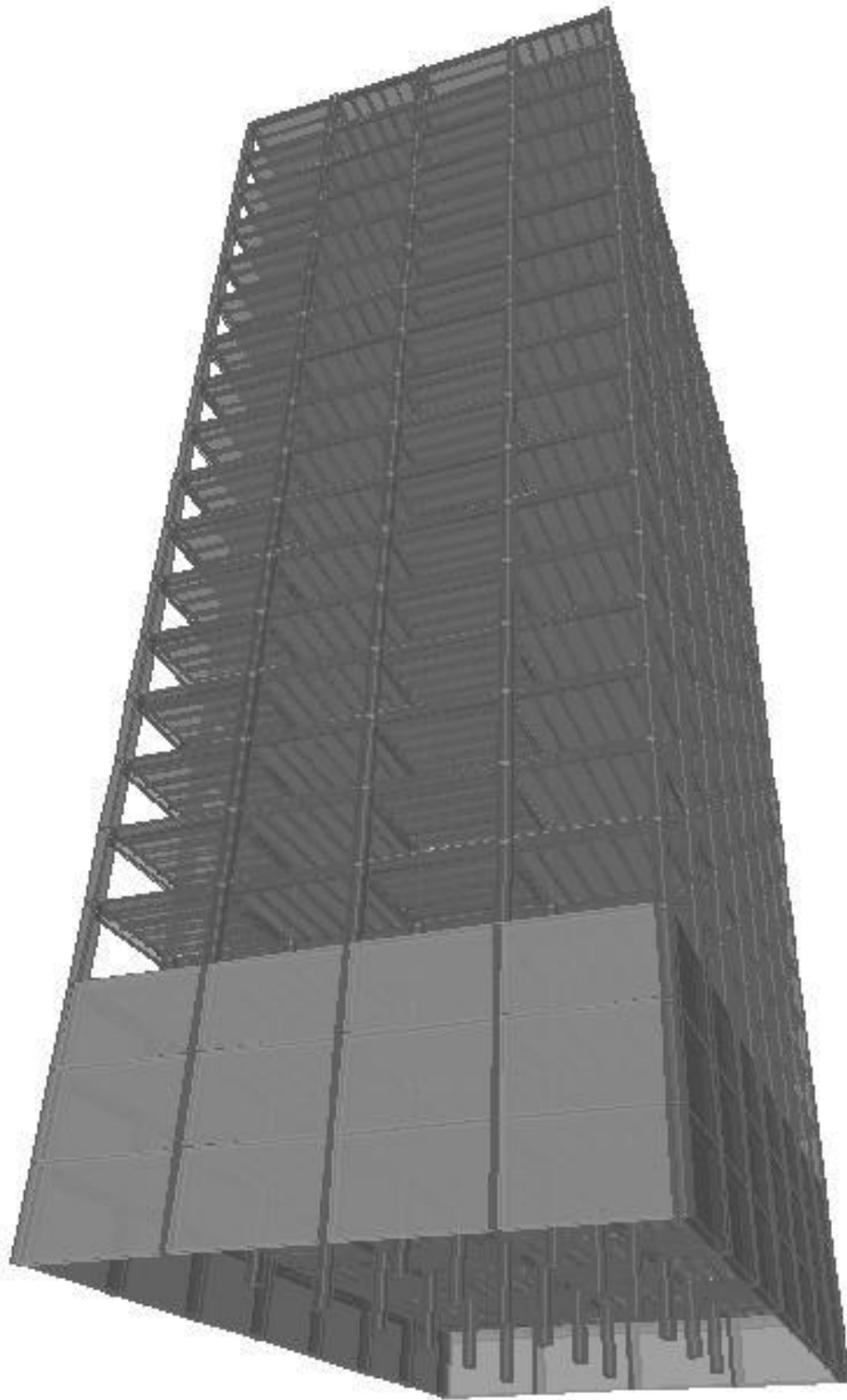
۴-۱- معرفی مدل:

مدل سازه، با استفاده از نرم افزار ETABS 8.54 تهیه شده است. تیرها، ستون ها و تیرچه ها به کمک المان تیر و دال های کف ، توسط المان پوسته به صورت Deck مدل شده اند. تکیه-گاه های ستون ها ، گیردار در نظر گرفته شده اند. درجات آزادی کلیه گره های کف هر طبقه، به-صورت دیافراگم صلب به گره مرجع واقع در مرکز جرم طبقه وابسته شده اند. در شکل های زیر چند نمای سه بعدی از مدل سازه ای قابل مشاهده است.





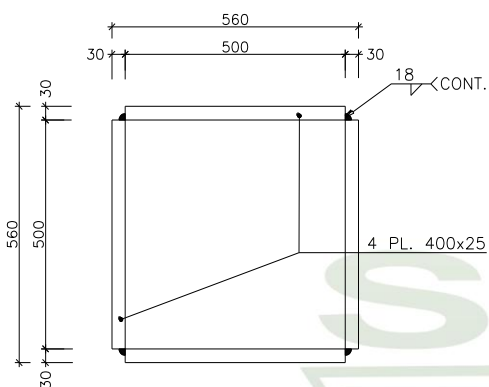




۵- معرفی مقطع اعضای سازه ای:

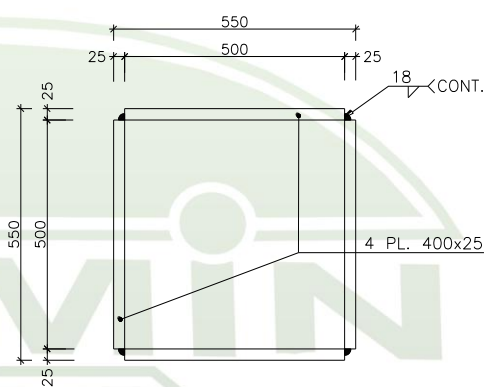
۵-۱- ستون ها در ساختمان با دیوارهای سنتی:

ستون ها در ۴ تیپ به صورت BOX مطابق شکل های زیر در نظر گرفته شده اند.



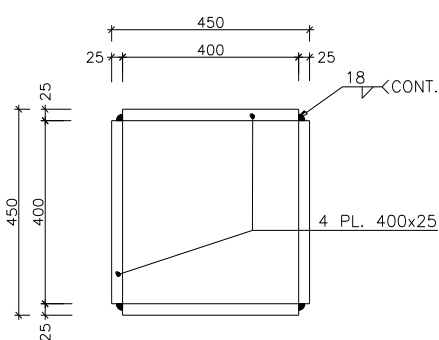
مقطع ستون C-530

Sc. 1/10



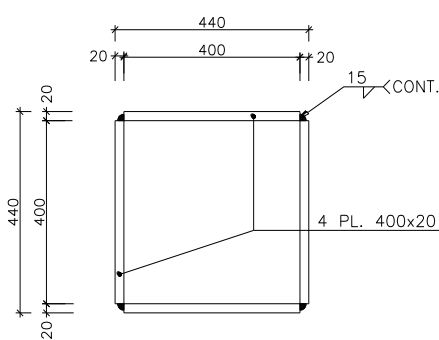
مقطع ستون C-525

Sc. 1/10



مقطع ستون C-425

Sc. 1/10

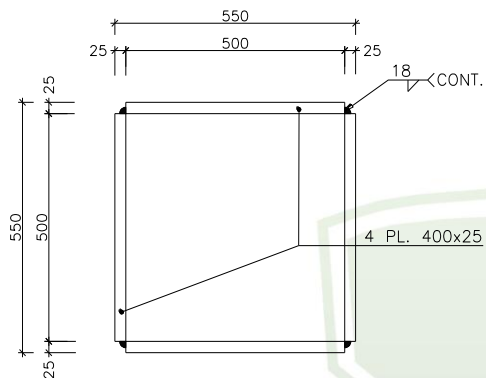


مقطع ستون C-420

Sc. 1/10

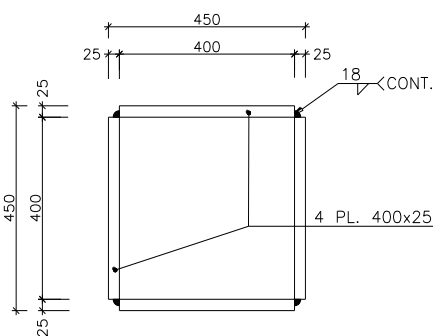
۵-۲- ستون‌ها در ساختمان با دیوارهای XPS:

ستون‌ها در ۳ تیپ به صورت BOX مطابق شکل‌های زیر در نظر گرفته شده‌اند.



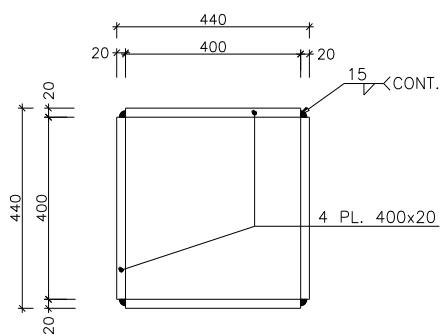
مقطع ستون C-525

Sc. 1/10



مقطع ستون C-425

Sc. 1/10

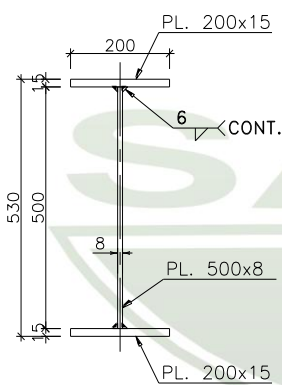


مقطع ستون C-420

Sc. 1/10

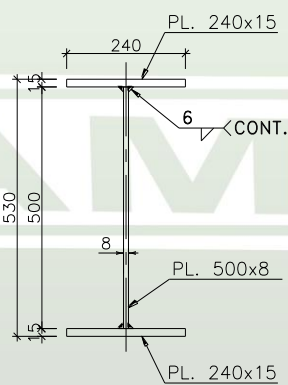
۵-۳- تیرها در ساختمان با دیوارهای سنتی:

تیرها در ۶ تیپ به صورت I مطابق شکلهای زیر در نظر گرفته شده‌اند. علاوه بر این از مقاطع مورد شده IPE220 برای تیرچه‌ها بهره گرفته شده است.



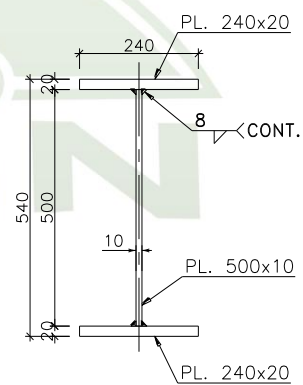
مقطع تیر PG-51

Sc. 1/10



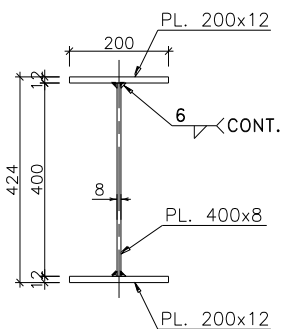
مقطع تیر PG-52

Sc. 1/10



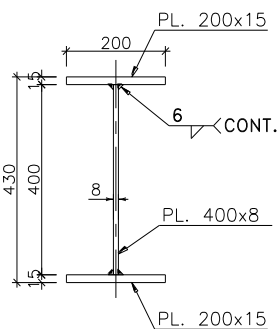
مقطع تیر PG-53

Sc. 1/10



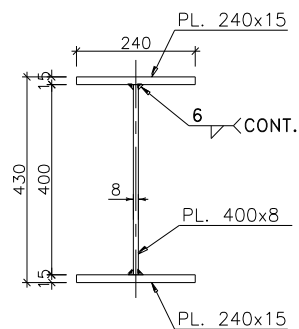
مقطع تیر PG-41

Sc. 1/10



مقطع تیر PG-42

Sc. 1/10

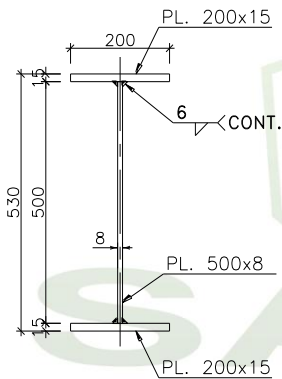


مقطع تیر PG-43

Sc. 1/10

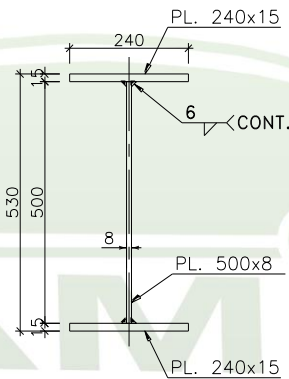
۴-۵- تیرها در ساختمان با دیوارهای XPS:

تیرها در ۶ تیپ به صورت I مطابق شکل‌های زیر در نظر گرفته شده‌اند. علاوه بر این از مقاطع نورد شده IPE200 برای تیپ‌ها بهره گرفته شده است.



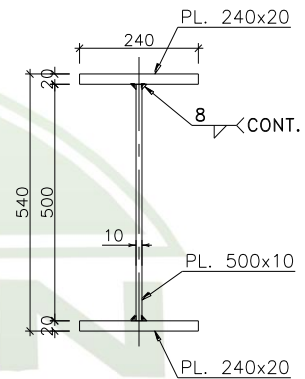
مقطع تیر PG-51

Sc. 1/10



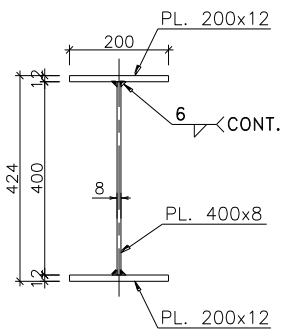
مقطع تیر PG-52

Sc. 1/10



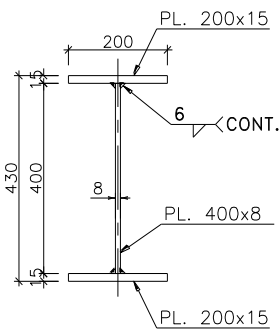
مقطع تیر PG-53

Sc. 1/10



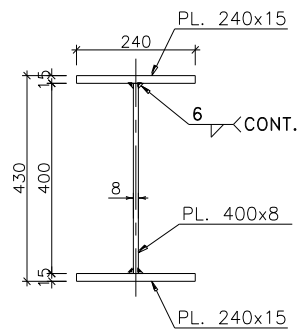
مقطع تیر PG-41

Sc. 1/10



مقطع تیر PG-42

Sc. 1/10



مقطع تیر PG-43

Sc. 1/10

در صفحات بعد نتایج طراحی تیر و ستون‌ها در پلان و قاب‌ها مربوط به هر دو سازه نشان داده شده و با هم مقایسه شده‌اند که به پیوست می‌باشد.

وزن کل سازه در دو حالت دیوارهای سنتی و دیوارهای XPS

برآورد وزن کل آهن آلات مصرفی سازه در حالت استفاده از دیوارهای سنتی	
شرح	وزن (تن)
ستون	955
تیرهای اصلی	710
تیرهای فرعی	440
جمع کل	2105

وزن آهن آلات مصرفی برای هر مترمربع = $2105000 / 20160 = 104$ کیلوگرم

برآورد وزن کل آهن آلات مصرفی سازه در حالت استفاده از دیوارهای XPS	
شرح	وزن (تن)
ستون	834
تیرهای اصلی	603
تیرهای فرعی	375
جمع کل	1812

وزن آهن آلات مصرفی برای هر مترمربع = $1812000 / 20160 = 89$ کیلوگرم

همانطور که مشاهده می شود وزن آهن آلات مصرفی در هر متر مربع در حالت استفاده از دیوارهای XPS ۱۵ کیلوگرم کمتر از حالت استفاده از دیوارهای سنتی می باشد که مقدار قابل توجهی است و هزینه اسکلت را به میزان قابل توجهی کاهش می دهد. شایان ذکر است کاهش بار ساختمان بر وزن آهن آلات اتصالات و همچنین ضخامت و آرماتورهای فونداسیون تاثیر گذار است که قابل ملاحظه می باشد.