دفترچه راهنمای نکات حائز اهمیت در محاسبات و نقشه های سازه

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان سمنان

کمیسیون تخصصی عمران استان سمنان

دی ماه ۱۳۹۸

پیش گفتار

راهنمای نکات حائز اهمیت در محاسبات و نقشه های سازه به منظور ایجاد هماهنگی برای تهیه مدارک محاسباتی و روشن نمودن ابهامات موجود در آیین نامه های رایج تهیه شده است.

ذکر این نکته ضروری است، برخی از موارد عنوان شده، صرفاً جنبه تفسیری داشته و با وجود اعتبار فنی آنها، به دلیل عدم طی روال تصویب و ابلاغ، از جنبه حقوقی، جایگزین ضوابط صریح استاندارد ۲۸۰۰ و مقررات ملی ساختمان نبوده و طراح سازه موظف به رعایت مفاد کامل مقررات ملی ساختمان و استاندارد ۲۸۰۰ می باشد.

با وجود تلاش انجام گرفته، این راهنما مصون از ایرادهای مفهومی، فنی و موارد ابهام نمی باشد .از اینرو از کلیه همکاران گرامی تقاضا دارد در صورت مشاهده هر گونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را به کمیسیون تخصصی عمران سازمان نظام مهندسی استان سمنان اعلام فرمایند.

کمیسیون تخصصی عمران

سازمان نظام مهندسی استان سمنان

بخش اول

کلیات مدل سازی و طراحی

۱- کلیات مدلسازی

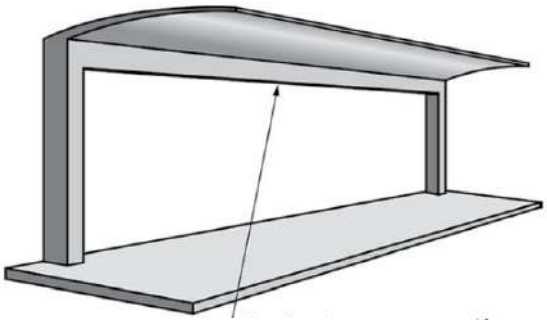
۱-۱ تعریف مصالح

- پروفیل و ورقهای فولادی دارای $F_y=2400kg/cm^2$, $F_u=3600\ kg/cm^2$ می‌باشد
- وزن مخصوص بتن آرمه $2500\ Kg/m^3$ و ضریب پواسون برابر ۰/۲۰ و مدول الاستیسیته متناسب با آیین نامه طراحی اعمال شود.

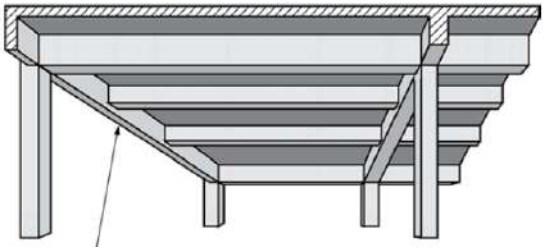
۱-۲ ضرایب ترک خوردگی

- در اختصاص ضرایب ترک خوردگی تیر ها $I_{22},I_{33}=0.35$ ضریب سختی پیچشی در پیچش تعادلی برابر ۱ و در پیچش همسازی مقدار محاسباتی جهت توزیع درست پیچش، اعمال گردد. در خصوص پیچش همسازی تیر ها، میتوان جهت سهولت کار، مقدار ۰/۱۵ را لحاظ نمود.

در شکل زیر دو نمونه از مواردی که ضریب ترک خوردگی بایستی الزاماً اعمال گردد ، آمده است.



ضریب ترک خوردگی پیچشی اعمال **نشود.(ضریب سختی پیچشی عدد ۱ بایستی در نظر گرفته نظر گرفته شود)**



ضریب ترک خوردگی پیچشی اعمال **شود(ضریب سختی پیچشی عدد ۰,۱۵ لحاظ گردد.)**

- در خصوص تعیین ضریب ترک خوردگی دیوارهای بتن آرمه ، تنش های محوری کشش در دیوار تحت بحرانی ترین ترکیب بار لرزه ای (عموما $0.9D-E-E_z$) با مقدار مجاز $f_r = 0.62 * \lambda * \sqrt{f_c}$ مقایسه

گردد. در صورت وجود تنشهای بیش از این مقدار، ترک خوردگی در دیوار رخ داده و ضرایب تصحیح دیوار ۰/۳۵ می‌باشد. بدیهی است در اینصورت ستونهای اطراف دیوار – المان مرزی – نیز همین ضرایب ترک خوردگی را خواهند داشت.

۱-۳ مدلسازی المان‌ها

- جهت تصحیح هر چه بیشتر نتایج طرح دیوارها، مش بندی دیوارها به مربع های یک متری الزامی است.
- تیپ بندی و اختصاص pier , spandrel با توجه به ضخامت، آرماتورگذاری و هندسه دیوار ها الزامی است (با تغییر هریک از این پارامترها تیپ pier , spandrelel عوض شده و مجزا طرح خواهد شد)
- دالهای بتن آرمه – به ویژه دالهای کنسول- میبایست به ابعاد منظم حداکثر یک در یک متر مش بندی شده و اثرات پیچش آنها بر تیر حمالشان اعم از آرماتور طولی و عرضی پیچشی در طرح تیر آورده شود.
- رمپهای سازه ای از نوع دال بتن آرمه در نظر گرفته شده و مدلسازی گردد.ذکر این نکته ضروری است که میتوان رمپ پله را بصورت فلزی با اتصالات مفصلی مدل کرد . ولی در هر صورت انطباق مدل طراحی شده با آنچه در عمل اجرا می گردد، ضروری است.
- ضخامت دال پله برای ارتعاش کنترل گردد و آرماتورهای آن در دفترچه محاسبات طرح گردد. (با توجه به الزامات پیوست ششم آیین نامه ۲۸۰۰؛ توصیه میگردد دستگاه پله به صورت فلزی با اتصال ساده طرح شود . بدیهی است در صورت استفاده از رمپ بتن آرمه میبایست الزامات مذکور اقناع گردد)
- در اختصاص دیافراگم صلب کفها، دقت شود نقاط ، تیرها و ستونهایی که متصل به کف نیستند (همانند برخی نقاط و اعضا در دستگاه پله یا بازشو ها) به کف صلب متصل نگردند.
- به جز اتصال تیرچه تک و دوبل به تیر اصلی، استفاده از هرگونه اتصال مفصل در سازه بتن آرمه بدلیل عدم ایجاد شرایط مفصلی در اتصال ، ممنوع است.
- تیرهایی که متصل به کف نیستند همانند تیرهای اطراف بازشوها به صورت زیر طرح شوند :

  به صورت تیر ستون؛ در صورتیکه نیروی محوری فشاری آنها از $0.1f_cA_g$ بیشتر باشد.

به صورت عضو کششی، در صورتیکه نیروی محوری از $0.1f_cA_g$ کمتر باشد. (آرماتورهای کششی به آرماتورهای خمشی افزوده شود)

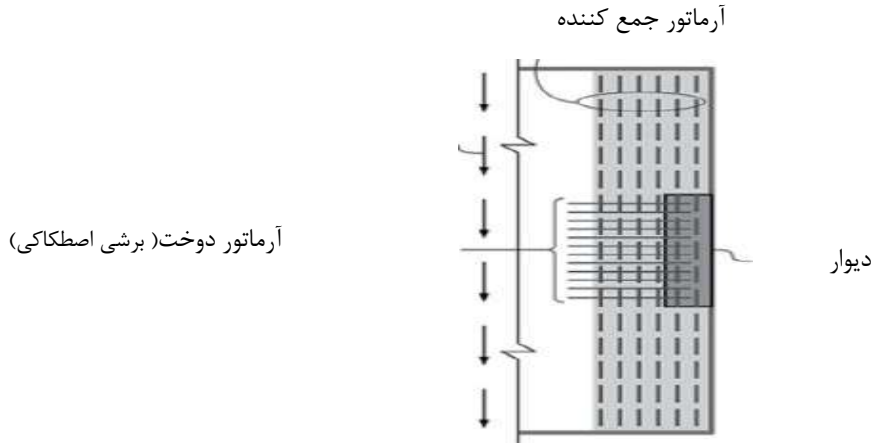
- تیرهای نیم طبقه (همانند حمال شمشیری پله و رمپ خودرو) در محل خود مدلسازی شده و دقیقا بارگذاری گردد.
- حداقل پوشش خالص روی آرماتور طولی تیرها و ستونها ۴ سانتیمتر، دیوارها و دالها حداقل ۲/۵ سانتیمتر و پی ها حداقل ۷ سانتیمتر لحاظ گردد.
- ضریب کاهش وزن و جرم تیرها در سازه های بتن آرمه بسته به ارتفاع تیر و ضخامت دال سقف، محاسبه میگردد. (توصیه می شود این ضریب کوچکتر از ۰/۹ در نظر گرفته نشود)

۱-۴ حداقل الزامات بارگذاری

- توصیه میگردد سقفها از متریال بتنی – با جرم و وزن واقعی – و متناسب با مشخصات هندسی سقف در نرم افزار مدلسازی شده و بار مرده ناشی از کفسازی مجزا به کفها اعمال شود. بار مرده کفهای مسکونی حداقل ۲۰۰ ، تجاری ۲۵۰ و بام ها ۳۰۰ کیلوگرم بر متربع لحاظ گردد.(وزن المان سازه ای به این اعداد افزوده می گردد)
- استخرهای با عمق بیش از ۲ متر مطابق با ضوابط نشریه ۱۲۳ و برای اعماق کمتر، با لحاظ اثرات بارگذاری کامل استخر بر سازه و فونداسیون، طرح گردد.
- بار مرده اعمال شده به تیر حمال شمشیری پله شامل سهم بارمرده ناشی از اتکای رمپ پله به همراه بار مرده دیوار پیرامونی پله خواهد بود.
- بار دیوار سنگین اطراف آسانسور، پله، نورگیر و .. برروی تیرحمال زیر دیوار اعمال گردد. مقدار حداقل این بار برابر $220kg/m^2$ می‌باشد. (بار خطی متناسب با ارتفاع خالص دیوار محاسبه گردد)

- دیوار جداکننده واحدها، دیوارهای پیرامونی و دیوارهای نما دارای حداقل وزن واحد سطح$220kg/m^2$ می‌باشند. (بار خطی متناسب با ارتفاع خالص دیوار محاسبه گردد)
- خرپشته در مدلسازی لحاظ شود. همچنین جرم لرزه ای خرپشته ($D_{FLOOR+WALL}+0.2L$) محاسبه شده و به صورت بار نقطه ای (رو به پایین) بروی ستونهای خرپشته - تراز بام – از نوع MASS اعمال گردد.
- همپایگی برش دینامیکی و استاتیکی صرفا به روش بردار جهت دار و از استخراج STORY SHEAR مجاز است استفاده از برآیند برداری، ممنوع است.
- در صورت لزوم به استفاده از ستونهای نیم طبقه – امتداد نیافته به صوت یکسره تا پی- لازم است تا حد امکان این ستونک ها ، فلزی و با اتصال مفصل لحاظ شود. در صورت الزام به استفاده ستونک بتنی، اولا مقطع آن ضعیف لحاظ شود. ثانیا تیر حمال برای اثرات برشی ناشی از حمل ستونک، قوی و با آرماتور گذاری ویژه عرضی و طولی لحاظ شود. ثالثا وصله آرماتور ستونک درون تیر به اندازه وصله فشاری آرماتور باشد. همچنین حسب بند ۳-۹ آیین نامه ۲۸۰۰، نیروی زلزله این ستونک می‌بایست به اندازه Ω برابر تشدید یافته و طراحی تیر حمال و نگهدارنده های تیر حمال بر اساس بار تشدید یافته انجام شود.
- به غیر از موارد ضروری، تا حد امکان از انتخاب سیستم " ویژه" خودداری شود.
- برش پانچ سقفهای دال، کوبیاکس، یوبوت و فونداسیون ها با SAFE 14&16 کنترل شود.
- مهار دیوارهای غیر سازه ای برابر مشخصات مندرج در پیوست ششم آیین نامه ۲۸۰۰ در نقشه های سازه‌ای ارایه گردد. می‌توان از جزئیات ارائه شده توسط سازمان نظام مهندسی استان که در وبسایت درج شده است، نیز استفاده نمود.
- در انتخاب سیستم تیرچه و بلوک دقت شود حداقل ارتفاع سقف برابر L/20 می‌باشد. لذا سقفهای دارای دهانه بزرگتر از ۶ متر در تیرچه های 25+5cm و دهانه های بزرگتر از ۸ متر در تیرچه های 33+7cm می‌بایست در نرم افزار Safe14&16 – با لحاظ کردن اثرات کوتاه و بلند مدت – کنترل خیز گردند.

- طرح و استفاده از آرماتور دوخت دیافراگم به دیوار برشی الزامی است.

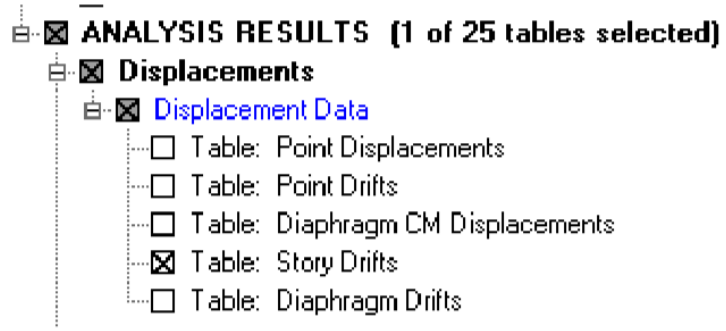


- طراحی کلیه اعضا بتنی صرفا با آیین نامه حداقل ACI-318 08/14 و طراحی کلیه اعضا فلزی با آیین نامه AISC 360 LRFD 05/10 انجام شود. (از ابتدای سال ۱۳۹۹ آیین نامه ACI2014 و یا بعد از آن، الزامی خواهد بود)

۲- نکاتی در مورد ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰

۲-۱ گروه بندی ساختمان بر حسب نظم کالبدی

۱) در مورد ساختمان های مشمول نامنظمی پیچشی شدید، اصلاح مقادیر بازتاب دینامیکی سازه با ۱۰۰ درصد برش پایه استاتیکی صورت می گیرد .همچنین در ساختمان های مشمول نامنظمی پیچشی زیاد و نامنظمی پیچشی شدید، محاسبه دریفت براساس ماکزیمم تغییر مکان نسبی طبقه در پیرامون ساختمان انجام می شود. (کنترل دریفت توسط گزینه story drift انجام گردد) :



۲) کنترل نامنظمی پیچشی، با احتساب پیچش تصادفی 5 درصد و بدون افزایش آن توسط ضریب Aj صورت گیرد.

۳) درخصوص نامنظمی سیستم های غیر موازی، با توجه به عدم ذکر زاویه معین برای تشخیص در آیین نامه، زاویه مذکور ۱۵ درجه در نظر گرفته می شود. (زاویه بزرگتر از ۱۵ درجه، نا منظم تلقی گردد)

۲-۲ کنترل سیستم های دوگانه

۱) در بخش سیستم های دوگانه علاوه بر اینکه قاب خمشی به تنهایی باید قادر به تحمل 25 درصد نیروی جانبی باشد، دیوارهای برشی و یا قابهای مهاربندی شده نیز به تنهایی باید توانایی مقاومت در برابر ۵۰ درصد نیروی زلزله را دارا باشند .بدین منظور می باید از سختی خمشی قاب صرفنظر نموده و پس از کاهش برش پایه به ۵۰ درصد نیروی اولیه، دیوارهای برشی و یا قاب های مهاربندی شده را کنترل نمود(در صورت وجود دال بتنی، از سختی آن نیز می باید صرف نظر کرد.) حذف سختی خمشی قاب با مفصلی نمودن تیرهای قاب(به استثناء تیرهای کنسولی)و کاهش سختی خمشی ستونها به میزان 0.01 می تواند انجام پذیرد . در صورتیکه دیوار برشی یا قابهای مهاربندی شده قادر به تحمل ۵۰ % نیروی زلزله نباشند ، صرفاً ضریب رفتار R در آن باید برابر ضریب رفتار سیستم قاب خمشی متناظر در نظرگرفته شود و کماکان زمان تناوب سازه با استفاده از رابطه $0.05H^{0.9}$ محاسبه می گردد.

۲) در خصوص کنترل قاب خمشی تحت نیروی 25 درصد، پارامترهای سختی دیوارهای برشی شامل f11,f22,m11,m22,m12 برابر 0.01 و پارامتر f12=0 لحاظ شده و قاب تحت 25 درصد نیروی زلزله کنترل گردد . در صورتیکه قاب خمشی الزام ۲۵ % را اقناع نکند باید از ضریب رفتار قاب ساختمانی ساده استفاده شود.

۳) بدیهی است که ارتفاع مجاز می باید طبق جدول ۳-۴ استاندارد ۲۸۰۰ رعایت گردد و در صورت جوابگو نبودن هر گونه از ضوابط کنترلی ۲۵ % یا ۵۰ % ، فرض سیستم دوگانه صحیح نخواهد بود(به عنوان مثال اگر در سیستم قاب خمشی بتن آرمه متوسط ، دیوار برشی بتن آرمه متوسط، دیوار برشی توانایی تحمل ۵۰ درصد برش پایه را نداشته باشد، حداکثر ارتفاع مجاز آن سیستم ۳۵ متر خواهد بود.) بدیهی است ترسیم نقشه های اجرایی، بر اساس حداکثر اثر هر یک از فایلهای اصلی، ۲۵٪ ، ۵۰٪ و یا زلزله سرویس (در صورت نیاز)، انجام خواهد شد.

۴) بدلیل ضعف نرم افزارهای موجود در توزیع دقیق تنش مربوط به نواحی مرزی دیوارهای برشی، لازم است نواحی مذکور بصورت ستون، مدلسازی شده و تحت ترکیبات بار طراحی ثقلی و لرزه ای در جهت عمود بر دیوار، جوابگو باشند ولی با توجه به تعداد زیاد ترکیب بارها و سختی تفکیک آنها، ستونهای کنار دیوار برشی، بصورت المان ستون پاسخگوی بارهای وارده باشند.(نسبت تنش در آنها در حالت طرح اعضا کمتر یا مساوی یک باشد)

۵) در مواردیکه از دیوار برشی با شکل پذیری ویژه استفاده می شود، لازم است که اجزای مرزی دیوارها برای مجموع بارهای قائم وارد به دیوار و نیروی محوری ناشی از لنگر واژگونی حاصل از نیروی جانبی زلزله طراحی شوند . برای این منظور علاوه بر طراحی دیوار با روش اصلی (GENERAL یا UNIFORM)، از فایل اصلی با نام Project_T&C.edbکپی گرفته شود و در آن دیوارهای برشی با روش Simplified T & C کنترل گردد.

۲-۳ اثرات زلزله جهت متعامد

۱) کلیه اعضای سازه های نامنظم باید برای ترکیبات بار 30-100 مولفه های افقی نیروی زلزله طراحی شوند.(۱۰۰ درصد نیروی جانبی زلزله در هر جهت بعلاوه ۳۰ درصد جهت متعامد آن)

۲) در سازه های منظم، کلیه ستون هایی که در محل تقاطع دو یا چند سیستم باربر جانبی دارند(شامل کلیه ستون ها در سازه های دارای قاب خمشی در دو راستا)برای ترکیبات بار 30-100 مولفه های افقی نیروی زلزله طراحی شوند چنانچه بار محوری ناشی از اثر زلزله در ستون، در هریک از دو امتداد مورد نظر کمتر از ۲۰ درصد ظرفیت بار محوری ستون باشد، می توان این ضابطه را نادیده گرفت.

۳) اثر ۱۰۰-۳۰ (در صورت لزوم) برای فایلهای ۲۵٪ و ۵۰٪ نیز لحاظ گردد.

۲-۴ -بخش مربوط به محاسبات ضریب زلزله

۱) حداقل برش پایه به مقدا $V_{min}=0.12AIW$ تغییر یافته است .ضمنا محدودیت حداقل برش پایه در محاسبات تغییر مکان نسبی (Drift) نیز باید رعایت شود.

۲) نیروی جانبی زلزله ساختمان هایی که دارای نامعینی کافی نیستند، به مقدار ۲۰ % توسط ضریب ρ افزایش داده می شود.(کلیه نیروهای زلزله مندرج در ترکیب بارهای طراحی ۲۰٪ افزایش خواهند داشت).

الف)در ساختمان های منظم در پلان، در طبقاتی که برش در آنها از ۳۵ % برش پایه تجاوز می کند، در صورتیکه حداقل دو دهانه سیستم مقاوم جانبی در هر سمت مرکز جرم در هر دو امتداد عمود بر هم موجود باشد، می توان ضریب نامعینی را برابر ۱ در نظر گرفت.

- سیستم مقاوم جانبی موضوع بند فوق می تواند بصورت قاب خمشی، دیوار برشی و یا بادبند باشد. هریک از دهانه ها که راستای آن با محورهای اصلی ساختمان در امتداد مورد نظر کمتر از ۱۵ درجه باشد، در حالت الف می تواند به عنوان یک دهانه سیستم مقاوم جانبی در نظر گرفته شود .تعداد دهانه دیوار برشی از تقسیم طول دیوار بر ارتفاع آن بدست می آید، در سیستم های دارای بادبند نیز حداقل دو دهانه بادبند در هر سمت مرکز جرم می باید وجود داشته باشد.

ب) در سایر ساختمان ها (ساختمان های نامنظم و یا ساختمان های منظمی که بند الف را ارضا نمی کنند)، در طبقاتی که میزان برش در آنها از ۳۵ % برش پایه تجاوز می کند، چنانچه حذف جزئی از سیستم مقاوم جانبی

مطابق جدول ۳-۲ استاندارد ۲۸۰۰، موجب کاهش مقاومت جانبی طبقه به میزان بیش از ۳۳٪ نشود و در طبقه نامنظمی شدید پیچشی ایجاد ننماید، می توان ضریب ρ را برابر ۱ در نظر گرفت.

- در کلیه حالات بدون انجام هیچ گونه بررسی و در جهت اطمینان در نظر گرفتن ضریب ρ=1.2 امکانپذیر و در جهت اطمینان خواهد بود.
- ضریب نامعینی می تواند بصورت مستقل برای هر جهت در صورت انجام کنترل های بند" ب"، ضریب اعمال گردد(بطور مثال مقدار ۱ برای جهت طولی و مقدار ۱,۲ برای جهت عرضی)

با توجه به جدول ۳-۲ استاندارد ۲۸۰۰ ، جهت تعیین ضریب نامعینی، می باید برای کلیه اجزای محتمل به ترتیب اولویت آنها، بصورت مجزا و فقط در یک طبقه صورت گیرد .بطور مثال حذف تیرهای کناری با طول کوتاه تر و مقطع قویتر، تاثیربیشتری در افزایش پیچش طبقه و کاهش مقاومت جانبی طبقه خواهند داشت.

- جهت بررسی میزان کاهش مقاومت جانبی طبقه می توان از روش خطی و در صورت جوابگو نبودن آن، از روش غیر خطی استفاده نمود .در روش خطی با کاهش بارهای جانبی به میزان ۶۷ ٪ مقدار اولیه و حذف عضو مورد نظر نسبت تنش هیچ یک از اعضا تحت بارهای جانبی از میزان مجاز فراتر نرود (روش فوق تقریبی می باشد، و برای پروژه های خاص با توجه به قضاوت مهندسی می باید از روش دقیق استفاده شود.)

۲-۵ تغییر مکان جانبی ساختمان

۱) کنترل دریفت ساختمان های 5 طبقه و کمتر بطور خلاصه با استفاده از رابطه$\frac{\Delta_{eu}}{h} < \frac{0.025}{C_d}$ و برای ساختمان های بیشتر از5 طبقه از رابطه$\frac{\Delta_{eu}}{h} < \frac{0.02}{C_d}$ انجام می گردد.

۲) در محاسبه تغییر مکان نسبی هر طبقه، می توان پریود محاسباتی را جایگزین پریود تجربی کرد ولی در هر حال، محدودیت برش پایه حداقل کنترل شود، همچنین در مورد ساختمان های با اهمیت خیلی زیاد، استفاده از پریود محاسباتی مجاز نمی باشد. (بند ۳-۳-۳-۳ آیین نامه ۲۸۰۰ مد نظر قرار گیرد)

۳) برای محاسبه درز انقطاع ساختمان های ۹ طبقه و بیشتر از تراز پایه، حداقل فاصله ساختمان از مرز مجاور برابر ۷۰ % تغییر مکان جانبی افزایش یافته(غیرخطی Δ_M،) خواهد بود. $\Delta_j = 0.7\Delta_M = 0.7C_d.\Delta_{eu}$

۲-۶- حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان

۳) با توجه به ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰، حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان با سیستم مهاربندی همگرای معمولی به ۱۵ متر کاهش یافته است و لذا در ساختمان های با ارتفاع بیش از ۱۵ متر(تا ۵۰ متر)، می باید از سیستم مهاربندی همگرای ویژه استفاده شود. برخی از ضوابط حاکم بر سیستم فوق و نحوه اعمال آن در نرم افزار در فصل مربوطه ارائه شده است.

۲-۷ نیروی قائم زلزله

نیروی قائم زلزله برای ساختمان هایی که در پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد واقع شده اند، به کل سازه اعمال می گردد و مقدار آن برابر $F_V=0.6AIW$ می باشد .مقدار W برای کنسول ها، تیرهای با دهانه بالای ۱۵ متر و تیرهای با بار قائم متمرکز قابل توجه، برابر بار مرده بعلاوه کل بار زنده و برای سایر قسمت های ساختمان برابر بار مرده می باشد(برخلاف ویرایش سوم ۲۸۰۰ نیازی به دو برابر کردن مقدار آن، برای محاسبه زلزله قائم کنسول ها نمی باشد). اثر نیروی قائم زلزله می تواند با اعمال بار گسترده برای سطوح و بار خطی برای اعضا خطی(مانند بار دیوار پیرامونی و ...) منظور شود.

۲-۸ اثر نزدیکی ساختمان به گسل

با توجه به تاثیر فاصله ساختگاه از گسل در شتاب مبنای طرح، لازم است که در محاسبات ضریب زلزله، شتاب مبنای طرح (A)، بر اساس عدد ارائه شده در گزارش مکانیک خاک اصلاح شود.

در موارد مورد نیاز و بسته به تشخیص طراح سازه، شتاب مبنای طرح با – با در نظر گرفتن اثر نزدیکی به گسل- از آزمایشگاه ژِئوتکنیک استعلام گردد.

۳- نکاتی در مورد مبحث ششم ویرایش ۱۳۹۲

۳-۱ ترکیبات بار در حالت کلی

ترکیبات بار می بایست مطابق با آیین نامه در نظر گرفته شده برای طراحی باشد و در حالت کلی بصورت زیر خواهد بود(ترکیبات بار بصورت تفصیلی در پیوست ۱ ارائه شده است:)

D=Dead Load

L=Live Load (شامل بار پارتیشن ها)

E=±Earth Quake Load

T=±Thermal Load

Soil=Soil Pressure Load

ترکیب بارهای طراحی و کنترل تنش خاک زیر پی، الزاما می‌بایست بر اساس پیوست این دستورالعمل باشد.

۳-۲ بار پارتیشن

بار پارتیشن ها باید از نوع بار زنده در ترکیبات بار باشد و الزاما باید توسط یک حالت بار جدید به نام Part و با مشارکت جرمی ۱۰۰درصد در Mass source درنظر گرفته شود. مقدار بار پارتیشن ها در مواردی که احتمال

استفاده از دیوارهای تقسیم کننده وجود دارد، حداقل $100\ kg/m^2$ لحاظ گردد(بدون توجه به اینکه پارتیشن ها در پلان نشان داده شده اند یا خیر.)

۳-۳ کاهش سربار

ضوابط مربوط به کاهش سربار، در ویرایش جدید مبحث ششم تغییرات کلی داشته و بنابراین استفاده از ضوابط ویرایش قبلی مجاز نمی باشد.

با توجه به آیین نامه های موجود در ETABS9.7.4، امکان کاهش سربار در این ویرایش از برنامه وجود ندارد و تنها در صورت استفاده از آیین نامه AISC-10 / ACI318-14 مقدور است.

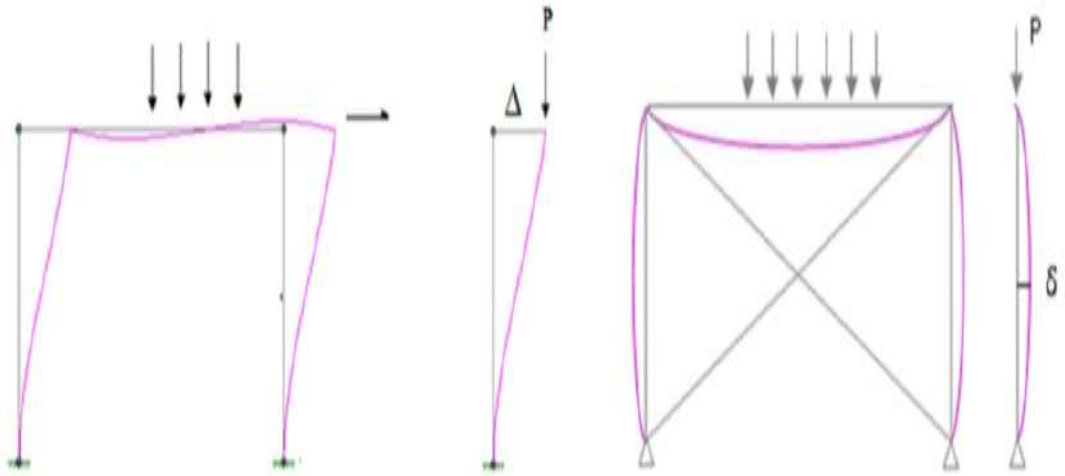
بخش دوم

نکات طراحی سازه فولادی

۱- نکات عمومی

طراحی سازه های فولادی شامل کلیه اعضا و اتصالات، باید بر اساس روش حدی مطابق مبحث دهم مقررات ملی ساختمان – انتشار ۱۳۹۲ – انجام شود؛ که در صورت انتخاب آیین نامه AISC-LRFD-05/10 بیشترین تطابق حاصل خواهد شد.

توصیه می گردد جهت طراحی اعضاء سازه فولادی از، روش تحلیل مستقیم (Direct Analysis) استفاده گردد. تحلیل مستقیم روش جدید جهت تحلیل سازه با در نظر گرفتن آثار غیر خطی مصالح می‌باشد. در این روش مناسب تر است؛ برای درنظرگرفتن آثار غیرخطی، از ضریب کاهش سختی خمشی متغیر(t_b تابع نیروی محوری) استفاده شود. همچنین توصیه می‌گردد برای در نظر گرفتن آثار مرتبه دوم، از تحلیل مرتبه ۲ (تحلیل P-D)به جای تحلیل مرتبه یک تشدید یافته استفاده شود. تحلیل پی دلتا به دو بخش تغییر مکان جانبی عضو (P-D) و اثر انحنا (P-d) تقسیم می‌گردد که به طور معمول، اثر P-D برای قاب خمشی و P-d برای قاب های دوگانه قابل ملاحظه تر می‌باشد:



آثار مرتبه دوم P-Δ و P-δ

تنظیمات این آثار در نرم افزار به شکل زیر است:

1	Design Code	AISC 360-05
2	Multi-Response Case Design	Step-by-Step - All
3	Framing Type	IMF
4	Seismic Design Category	D
5	Importance Factor	1
6	Design System Rho	1
7	Design System Sds	0
8	Design System R	5
9	Design System Omega0	3
0	Design System Cd	4
1	Design Provision	LRFD
2	Analysis Method	Direct Analysis
3	Second Order Method	General 2nd Order
4	Stiffness Reduction Method	Tau-b Variable
5	Phi(Bending)	0.9
6	Phi(Compression)	0.9
7	Phi(Tension-Yielding)	0.9
8	Phi(Tension-Fracture)	0.75

همانطور که دراین جدول دیده میشود ضریب S_{ds} برابر صفر لحاظ شده است. لذا اعمال بار قائم زلزله برای کف‌ها و تیرهای مورد نیاز (مطابق آیین‌نامه ۲۸۰۰) به صورت دستی اعمال خواهد شد. همچنین seismic design category از تیپ D الی F انتخاب گردد تا مباحث لرزه ای حین طراحی توسط نرم افزار چک شود.

استفاده از تیرهای لانه زنبوری بعنوان تیر اصلی باربر سازه ای توصیه نمی‌گردد؛ با این وجود استفاده از آن به عنوان تیر فرعی در سقف عرشه فولادی و کامپوزیت و نیز به عنوان تیر فرعی – مدفون کامل با چشمه های پر شده با بتن – در سقف تیرچه قابل استفاده است. بدیهی است استفاده از این تیرها در دهانه بادبندی، تیر حمال و تیر با اتصال گیردار به کلی ممنوع است.

استفاده از مقاطع ساخته شده با ورق، دارای جوش غیر پیوسته در سرتاسر عضو، تنها در تیرهای با اتصال ساده و یا ستون غیر باربر لرزه ای در قاب ساده مجاز است . بدیهی است استفاده از این مقاطع بدلیل غیرفشرده بودن، در

قابهای خمشی و اعضای مشارکت کننده در بارهای لرزه ای کلا ممنوع است. بدیهی است که کنترل کمانش جانبی- پیچشی این مقاطع در صورت عدم مهار جانبی عضو، الزامی است.

در صورتیکه برای معرفی مقطع تقویت شده از Section designer ، استفاده شود، نرم افزار ضوابط فشردگی مقطع را بررسی نکرده و ظرفیت خمشی عضو را بدون کنترل کمانش پیچشی-جانبی برابر ظرفیت نهایی الاستیکM_y در نظر می گیرد این روند برای تیرهای مهار شده (مدفون در بتن) مناسب است اما برای اعضای مهار نشده می بایدکنترل کمانش جانبی پیچشی به روش دستی انجام شده و در دفترچه به تفضیل ارایه گردد.

ستون‌ها و ملحقات آن – مانند کف ستون- باید برای بحرانی ترین ترکیب بار با در نظر گرفتن کلیه نیروها، و نیز بحرانی ترین ترکیب بار محوری – بدون برش و خمش- و در حالت تشدید یافته طراحی گردد. برای ستون های باربر لرزه ای، که در معرض بار جانبی در حد فاصل دو انتهای ستون قرار دارند، لنگر خمشی ناشی از این بار جانبی، باید با نیروی محوری ناشی از ترکیبات تشدید یافته به صورت توام در نظر گرفته شود (بعنوان مثال ستونهای حمال تیر نیم طبقه از این دسته هستند) که در نرم افزار توصیه می‌گردد ترکیب بار تشدید یافته برای کنترل این ستونها به صورت دستی وارد گردد.

در خصوص کف ستونها، بسته به اتصال گیردار یا مفصلی ستون، کف ستون به دو دسته تقسیم میگردد:

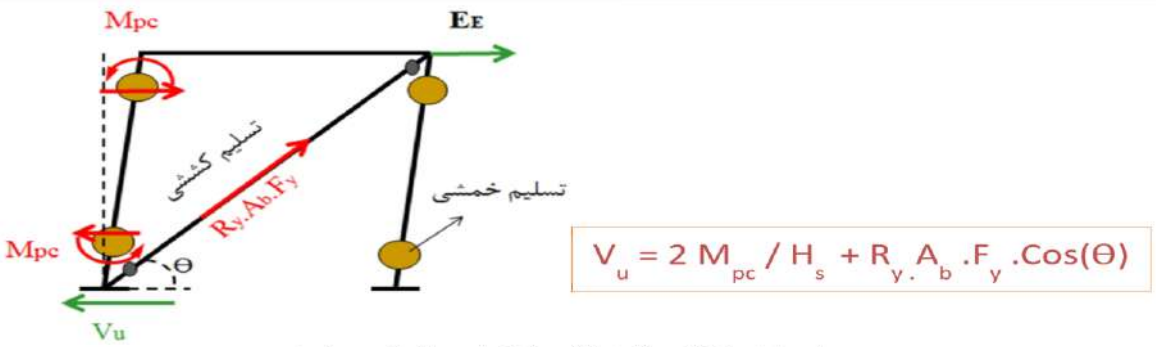
صفحه ستون با اتصال ساده، برای مقادیر زیر طرح گردد:

- بیشترین نیروهای داخلی(نیروی محوری و برش) ناشی از ترکیب بارهای متعارف بصورت هم زمان
- بیشترین نیروهای محوری(بدون اثر برش) ناشی از ترکیب بارهای تشدید یافته
- بیشترین نیروی برشی در هر دو راستا (بدون اثر نیروهای محوری) ناشی از مجموع مولفه های افقی مقاومت های مورد نیاز اتصالات مهاربندی رسیده به کف ستون

صفحه ستون با اتصال گیردار، برای مقادیر زیر طرح گردد:

- بیشینه نیروهای داخلی(محوری و برش و خمش) ناشی از ترکیب بارهای متعارف بصورت همزمان

- بیشترین نیروهای محوری(بدون اثر برش و خمش) ناشی از ترکیب بارهای تشدید یافته
- کمترین دو مقدار لنگرخمشی تشدید یافته و لنگر خمشی معادل $1.1R_Y$برابر ظرفیت پلاستیک ستون
- بیشترین نیروی برشی ناشی از بادبند و نیز ناشی از ظرفیت خمشی ستون $(\sum M_P/H_S)$



برش وارد به کف ستون ناشی از تسلیم بادبند و ستون

طراحی اتصالات باید به گونه ای باشدکه ظرفیت اتصال بزرگتر از ظرفیت عضو باشد. بدیهی است ارایه محاسبات از هر تیپ اتصال، در دفترچه محاسبات الزامی است.

وصله ها به عنوان اتصال تلقی شده و میبایست دارای ظرفیت بزرگتر یا مساوی خود عضو باشند.

جوش وصله ستون ها و نیز جوش اتصال ستون به کف ستون در سیستم های قاب خمشی متوسط و ویژه و قاب ساده با مهار بند ویژه، به عنوان جوش بحرانی بوده و می باید بصورت شیاری با نفوذ کامل اجرا گردد.

۲- طراحی مهاربندهای فولادی

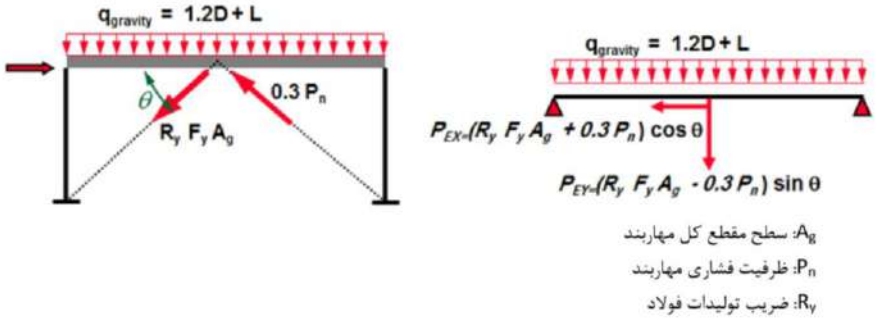
این بخش راجع به نکات کلی طرح مهاربند فولادی می‌باشد که در مورد تمام مهاربندها صادق است . بادبندهای ویژه به طور جداگانه بیان خواهد شد.

مقاطع زیر الزاما باید فشرده لرزه ای انتخاب گردند:

- ستونهای دهانه بادبندی
- بادبند ها
- تیرهای متصل به بادبند (بادبند شورون، خارج از محور)

گرچه فشرده لرزه ای بودن تمام ستونها قویا توصیه میگردد.

کنترل تحمل نیروهای نامتعادل ناشی از زلزله در ترکیب بارهای ثقلی ضریبدار برای طرح تیرهای دهانه مهاربندی از نوع ۸و ۷ و اتصالات آنها الزامی است



برای منظور کردن ضابطه مزبور در نرم افزار می‌توان بعد از حذف مهاربندهای ۷ و ۸ در یک فایل جداگانه و اعمال بارها، نسبت به بررسی کفایت تیر اقدام نمود.

همچنین استفاده از مهار جانبی برای این تیر – در محل اتصال بادبند – الزامی است.

رعایت خط آزاد خمش در طرح و رق اتصال مهاربند به اعضای تیر و ستون Gaset plat ، الزامی است.

طراحی تمام اتصالات بادبندی در دفترچه محاسبات الزامی است.

۳- کنترل های خاص مربوط به سیستم مهاربندی همگرای ویژه

۳-۱- کنترل مقاومت تیرها و ستون‌ها

طراحی تیرها و ستونها در قابهای مهاربندی شده همگرای ویژه مطابق روند زیر کنترل گردد:

۱- فرضیات نیروها

LRFD Provision (حالت حدی) :

The expected brace strength in tension $T= R_y.F_y.A_g$

The expected brace strength in compression $C_1=1.14F_{cre}.A_g=1.14.R_y.P_n$

The expected post-buckling strength $C_2=0.3x1.14F_{cre}.A_g=0.3\times C_1$

ASD Provision (تنش مجاز) :

The expected brace strength in tension $T= 0.6F_{ye}.A_g$

The expected brace strength in compression $C_1=1.14(R_y .F_a).A_g$

The expected post-buckling strength $C_2=0.3\times1.14(R_yF_a).A_g=0.3\times C_1$

Ag: سطح مقطع کلی عضو مهاربند

R_y: نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به حداقل تنش تسلیم فولاد

F_y: تنش تسلیم فولاد

F_{cre}: تنش فشاری مورد انتظار ناشی از کمانش عضو مهاربند ، با این تفاوت که به جایF_y از $R_y.F_y$ استفاده شود

F_a: تنش مجاز فشاری عضو مهاربند

F_{ye}: تنش تسلیم مورد انتظار فولاد تسلیم

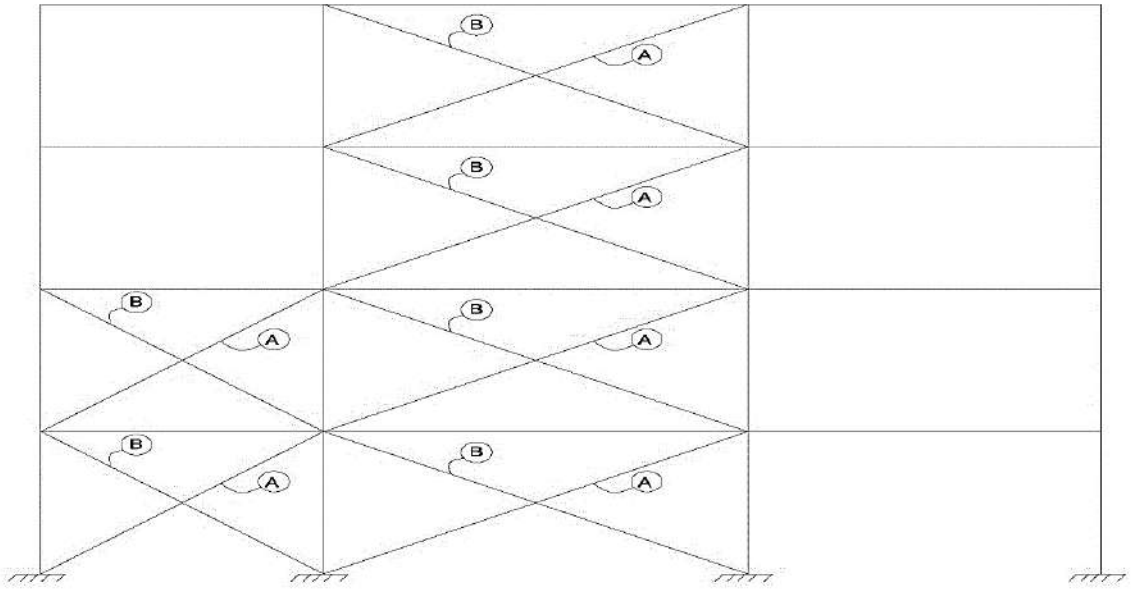
۲- یک save as از فایل طراحی اصلی با نام SCBF Control گرفته شود.

۳- ۴ حالت بار زیر از نوع Other ایجاد گردند:

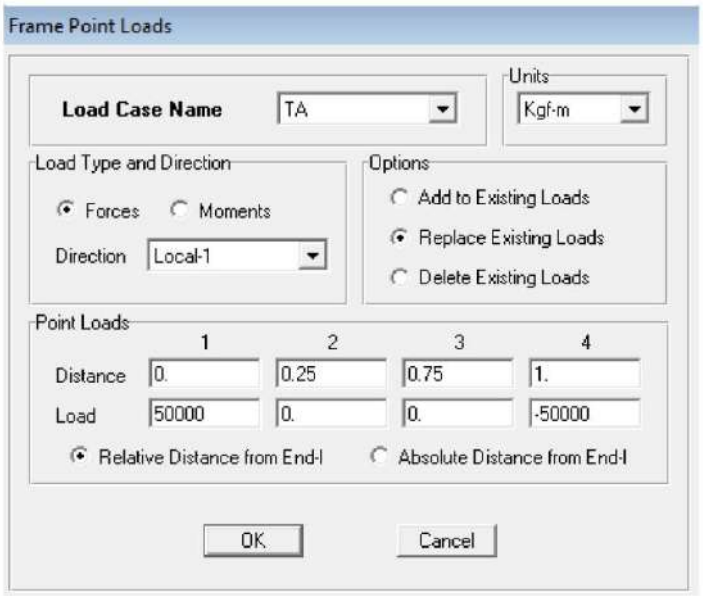
حالات بار مربوط به مهاربندهای گروه A شامل T_A و C_{1A}

حالات بار مربوط به مهاربندهای گروه B شامل T_B و C_{1B}

۴- مهاربندهای هر راستا بصورتیکه در شکل زیر نشان داده شده است به دو گروه A و B تقسیم گردند، و مراحل e تا i انجام گردد (در ادامه با انجام مراحل ذکر شده، هریک از گروه ها یک بار بصورت کششی و یکبار بصورت فشاری منظور خواهند شد:)



۵- به کلیه مهاربند های گروه A ، نیروهایی برابر T و C1 بر اساس محاسبات بخش a و تحت حالتهای بار TA و C1A وارد گردد .به کلیه مهاربند های گروه B ، نیروهایی برابر T و C1 بر اساس محاسبات بخش a و تحت حالتهای بار TBو C1B وارد گردد .این بارها توسط دستور Assign Frame Point Load و در راستای Local-1 در دو سمت انتهایی آن اعمال گردد .توجه شود که علامت نیروی فشاری و کششی متضاد خواهد بود:



۶- ضریب اصلاح سختی محوری (Area property modifier) مهاربندها برابر ۰,۰۰۱ اعمال شود.

g) جهت جلوگیری از ناپایداری در تحلیل باید حداقل دو نقطه در تمام طبقات مدل را توسط دستور Assign Restraint مقید نمود. (صرفاً انتقال جانبی و در راستای مورد نظر مقید شود و نقاط مربوطه در خارج از قاب‌های دهانه مهاربندی باشند)

۷-کلیه سقف ها از حالت دیافراگم صلب خارج شود.

۸- ترکیبات بار با الگوی زیر ساخته شوند:

ترکیبات بارLRFD	ترکیبات بارASD
CBF01=1.2Dead+Live+TA+C1B	CBF01=Dead+0.75Live+TA+C1B
CBF02=1.2Dead+Live+TA+0.3C1B	CBF02=Dead+0.75Live+TA+C1B
CBF03=0.9Dead +TA+C1B	CBF03=0.6Dead +TA+C1B
CBF04=0.9Dead +TA+0.3C1B	CBF04=0.6Dead +TA+0.3C1B
CBF05=1.2Dead+Live+TB+C1A	CBF05=Dead+0.75Live+TB+C1A
CBF06=1.2Dead+Live+TB+0.3C1A	CBF06=Dead+0.75Live+TB+0.3C1A
CBF07=0.9Dead +TB+C1A	CBF07=0.6Dead +TB+C1A
CBF08=0.9Dead +TB+0.3C1A	CBF08=0.6Dead +TB+0.3C1A

۹- تیرها و ستونهای واقع در دهانه های مهاربندی، باید مقاومت کافی در برابر نیروهای ناشی از ترکیبات بار فوق را داشته باشند.

۱۰- با توجه به حضور نیروی محوری قابل ملاحظه در تیرهای واقع در دهانه مهاربندی، برای طراحی اتصال آن به ستون، توجه ویژه منظور شود(در صورت مفصلی بودن اتصالات تیر به ستون در دهانه مهاربندی الزاما از ورق جان و با منظور کردن نیروهای محوری و برشی در طراحی آن، استفاده شود.)

۳-۲- اتصال مهاربندی ها

۱) مقاومت مورد نیاز اتصالات مهاربندی ها باید به شرح ذیل درنظر گرفته شود:

LRFD Provision:

Required strength in tension $T= R_y.F_y.A_g$

Required strength in compression $C=1.1\times1.14F_{cre}.A_g$

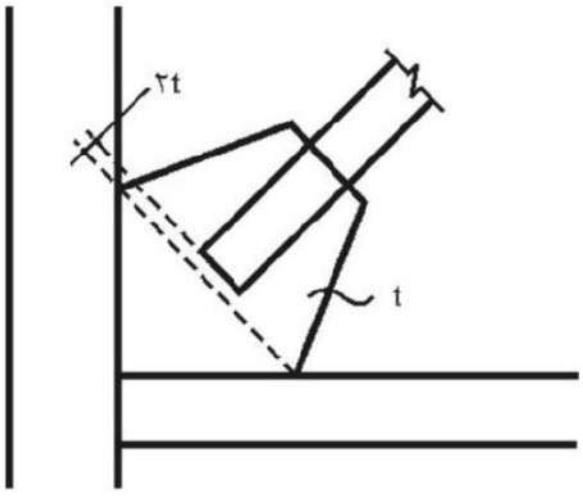
ASD Provision:

Required strength in tension $T= 0.6F_{ye}.A_g$

Required strength in compression $C=1.1 \times 1.14 \times R_yF_aA_g$

۲) به منظور سازگاری اتصال با کمانش مهاربندی ها، اتصالات مهاربندی باید یکی از الزامات زیر را برآورده نماید:

- اتصال اعضای مهاربندی باید دارای مقاومت خمشی مورد نیاز حداقل برابر $1.1R_yM_p$ در روش طراحی حدی و $0.6x1.1M_{pe}$ در روش تنش مجاز باشد (M_{pe} لنگر خمشی پلاستیک مورد انتظار مهاربند، و برابر $F_{ye}Z$ است.)
- قطع مهاربند به فاصله دو برابر ضخامت صفحه اتصال(2t) قبل از خط آزاد خمش(ایجاد سازگاری با دوران غیرالاستیک حاصل از تغییر شکل های پس از کمانش در خارج از صفحه مهاربندی)



۳-۳- کنترل ضابطه ۷۰-۳۰

مهاربندی ها در امتداد هر محور در هر طبقه باید یکی از الزامات زیر را برآورده نمایند:

۱) مهاربندی ها طوری در نظر گرفته شوند که در هر راستای بارگذاری حداقل ۳۰ درصد و حداکثر ۷۰ درصد نیروی جانبی سهم آن محور در کشش تحمل شود .بدین منظور به عنوان یک روش تقریبی باید نامساوی زیر تامین شود:

LRFD Provision:

$0.3<\frac{T}{T+C}<0.7$

$T=\Sigma(P_{nt}.\cos\theta)=\Sigma(\cos\theta.F_y.A_g)=$ حاصل جمع مقادیر مقاومت کششی اسمی مهاربندهای کششی

$C=\Sigma(P_{nc}.\cos\theta)=\Sigma(\cos\theta.F_{cr}.A_g)=$ حاصل جمع مقادیر مقاومت فشاری اسمی مهاربندهای فشاری

$\theta=$ افق خط با مهاربند زاویه

ASD Provision:

$0.3<\frac{T}{T+C}<0.7$

$T=\Sigma(\cos\theta\times 0.6F_y.A_g)=$ حاصل جمع مقادیر تنش مجاز کششی مهاربندهای کششی ضربدر سطح مقطع آنها

$C=\Sigma(\cos\theta\times F_a.A_g)=$ حاصل جمع مقادیر تنش مجاز فشاری مهاربندهای فشاری ضربدر سطح مقطع آنها

θ: مهاربند با خط افق زاویه

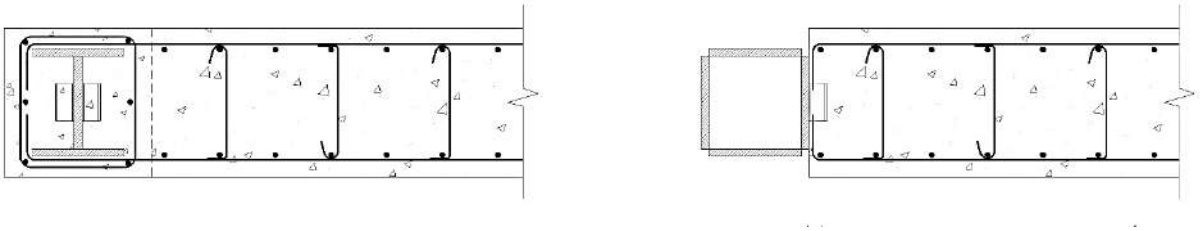
۲) مهاربندی های فشاری قادر به تحمل نیروی زلزله تحت ترکیبات بار تشدید یافته باشند.

۳-۴- کنترل فشردگی لرزه ای تیرها، ستون ها و مهاربندها

تیرها، ستون ها و مهاربندهای واقع در دهانه های مهاربندی شده، باید محدودیت نسبت پهنا به ضخامت مربوط به اعضای با شکل پذیری زیاد (λ_{hd}) را ارضا نمایند (جدول ۱۰-۳-۴-۱ مبحث دهم ویرایش ۱۳۹۲).

۴- کنترل ستونهای فولادی متصل به دیوار برشی

در مواردیکه در ساختمان با اسکلت فولادی از دیوار برشی بتنی استفاده می شود، رعایت اتصال دیوار به ستون فلزی مشابه جزییات زیر الزامی است.



۱-۴- موارد مشترک مربوط به ستون های فولادی غیر محاط و محاط در بتن

- عرض تیرهای واقع در داخل دیوار برشی، به نحوی در نظر گرفته شود که آرماتورهای قائم دیوار برشی بتوانند به راحتی از کنار آن عبور داده شوند
- توالی اجرا در نقشه ذکر گردد .گزینه اول اجرای همزمان سقف و دیوار بتنی و گزینه دوم اجرای بتن سقف پس از بتن ریزی دیوار می باشد .در صورتیکه بتن ریزی دیوار پس از اجرای سقف ها انجام می شود، لازم است که تیرها و ستون های درگیر با دیوار برشی، برای بارهای وارده بدون حضور دیوار، کنترل شود و ملاحظات لازم در نقشه ها منظور گردد.

- توصیه می شود که خم میلگرد منتهی به ستون فولادی جوش شود. این جوش الزاما با الکترود E7018G و با رعایت الزامات استفاده از الکترودهای کم هیدروژن – همانند الزام به خشک کن – خواهد بود.

توصیه می شود برای برشگیر از گل میخ یا Stud، استفاده شود و در صورت استفاده از ناودانی، جهت ناودانی رو به بالا باشد که مانع نفوذ بتن در زیر آن نشود.

تیرهای خارج از مجموعه دیوار برشی و اتصالات آنها به ستون فولادی، با توجه به نقش آنها به عنوان Collector باید برای نیروی کششی و فشاری کلکتور طراحی شوند(.در صوررت اتصال مفصلی الزاماً از ورق جان هم استفاده شود)

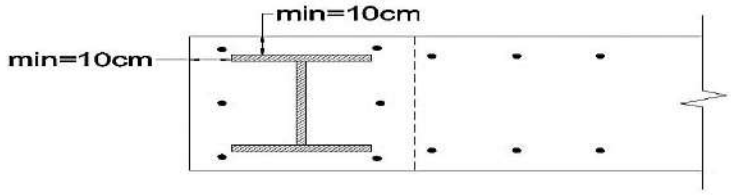
در صورت استفاده از سقف های عرشه فولادی لازم است که جزئیات اجرایی دقیق و مناسب، بطوریکه ورق عرشه باعث قطع بتن دیوار نشود، ارائه گردد(خصوصاً در حالتی که کنگره های عرشه، عمود بر محور طولی تیر می باشد.)

- جزئیات اتصال سقف با دیوار بتنی، توسط میلگردهای برش اصطکاکی(میلگرد دوخت)ارائه شود.
- سایر ضوابط دیوار برشی، از جمله ضوابط المان مرزی، بکارگیری رکابی و .. طبق روال معمول رعایت گردد.
- در صورت وجود دیوار L شکل ، ضرورت استفاده از آرماتورهای ۴۵ و ۴۵- چک شود . (آرماتورها دوخت دیوار به دیافراگم)

۴-۲- موارد مربوط به ستون فولادی محاط در بتن

- در این حالت جهت محاط شدن ستون فولادی، صرفاً از مقاطع H شکل استفاده شود.
- عملکرد مختلط دیوار و ستون، توسط تعبیه برشگیرهای مناسب تامین گردد(طبق ضوابط ستون های مختلط محاط در بتن.)
- به ستون مورد نظر Pier همنام با دیوار اختصاص داده شود و دیوار برشی طبق روال معمول طراحی گردد.
- در این حالت ستون فولادی باید تحت ترکیبات بار طراحی ثقلی و لرزه ای در جهت قاب خمشی تنها، جوابگو باشد. (می تواند به همراه بتن دور آن بصورت کامپوزیت طراحی شود.)

- ابعاد ستون فولادی با توجه به تیرها و اتصالات فولادی متصل شونده به آن درنظر گرفته شود و حداقل فاصله نقاط گوشه ستون فولادی از هر وجه دیوار حداقل ۱۰ سانتی متر لحاظ گردد.



حداقل پوشش بتنی اطراف هسته فولادی

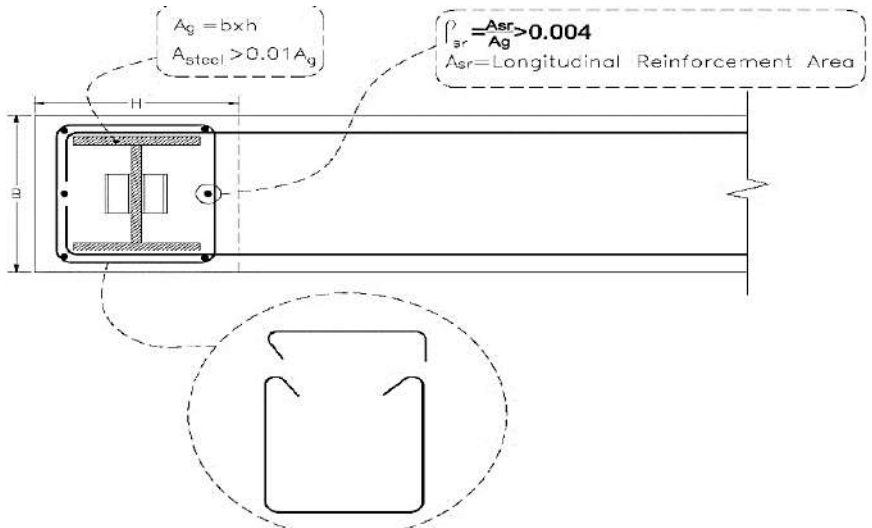
- آرماتورهای افقی دیوار تا پشت ستون فولادی امتداد یابند(به همراه قلاب انتهایی.)

جهت جلوگیری از تداخل میلگردهای قائم اطراف ستون فولادی با کف ستون، یا باید عرض دیوار را در نواحی انتهایی افزایش داد و یا تیپ کف ستون مجزا با ابعادی که آرماتورهای قائم دیوار به راحتی از کنار آن عبور کنند، در نظر گرفته شود (همچنین میتوان در کف ستون، سوراخ های اضافی جهت عبور میلگرد قائم دیوار تعبیه نمود.)

- ستون فولادی درون دیوار باید تحت ترکیبات بار ثقلی جوابگو باشد.

اتصال تیر به جان ستون فولادی باید از نوع مفصلی باشد(توصیه می شود جهت سهولت اجرایی اتصال مذکور با ورق جانT connection ، انجام شود.)

- سطح مقطع ستون فولادی حداقل ۱ %مساحت کلی ناحیه مرزی باشد.
- اطراف هسته فولادی باید توسط آرماتورهای قائم و خاموت های عرضی محصور گردد.
- حداقل نسبت آرماتورهای قائم اطراف هسته فولادی ۰,۰۰۴ باشد.
- خاموت های عرضی باید ضوابط المان مرزی دیوار(با توجه به شکل پذیری متناظر) را تامین نمایند.



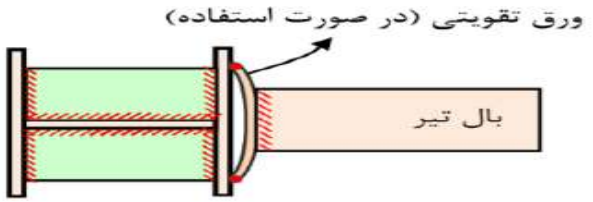
- با توجه به توالی اجرای اسکلت، امکان استفاده از خاموت بسته در اطراف هسته فولادی وجود نخواهد داشت، لذا که در دو انتها دارای قلاب ۱۳۵ درجه باشد و U می توان از دوقطعه میلگرد استفاده نمود .یک میلگرد به شکل میلگرد گوشه ستون را در برگیرد و میلگرد دیگر به شکل قلاب دوخت که با میلگرد اول تشکیل یک خاموت بسته می دهد .همچنین خاموت ها در ارتفاع عضو چرخانده شوند تا محل قلاب همواره در یک ناحیه قرار نگیرد.

۴-۳- موارد مربوط به ستون فولادی غیر محاط در بتن

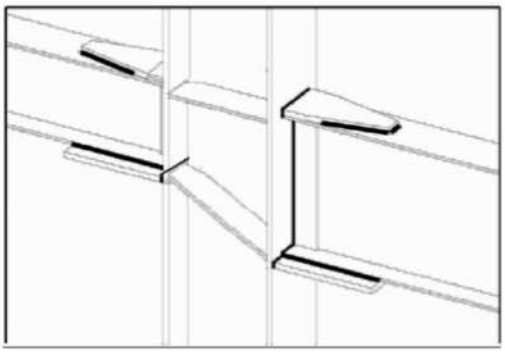
- در این حالت ستون فولادی باید بطور مستقل تحت ترکیبات بار عادی(اندرکنش نیروی محوری و لنگر خمشی) و ترکیبات بار تشدید یافته(فقط نیروی محوری)طراحی و کنترل گردد.
- با توجه به ضعف نرم افزار های موجود برای منظور نمودن مناسب اندرکنش دیوار بتنی و ستون متصل به آن، می توان سختی محوری ستون ها) پارامتر) A را طبق ضریب اصلاح سختی دیوار کاهش داد.
- عملکرد مختلط دیوار و ستون، توسط تعبیه برشگیرهای مناسب تامین گردد.
- نیازی به اختصاص Pier به ستون مورد نظر نمی باشد.
- در این حالت ابعاد مقطع ستون، کف ستون و تعداد بولت های کف ستون نسبت به حالتی که ستون فولادی در بتن محاط باشد، بیشتر خواهد بود و از نظر اجرایی مشکل تر می باشد.
- فاصله و شکل هندسی برشگیرها با محاسبه جریان برش تحت زلزله تشدید یافته تعیین می گردد.
- در خصوص این گونه ستونها، الزام استفاده از جوش نفوذی در سرتاسر طول ستون (جوش ساخت ستون) و صحت سنجی با تست UT/RT در نقشه ها قید گردد.

۵- ضوابط مربوط به قاب خمشی متوسط

- مقاطع تیر و ستون در این قابها می باید از نوع فشرده لرزه ای متوسط (با محدودیت λ_{md}) باشد .لازم به ذکر است محدودیتهای ذیل می باید در انتخاب مقاطع اعضاء مد نظر قرار گیرد. بدیهی است در تعریف این سیستم به نرم افزار از گزینه IMF استفاده گردد
- نظر به عدم ارائه ضوابط فشرده لرزه ای برای ورق تقویتی درجداول مربوطه (به دلیل رفتار ناشناخته لرزه ای مقاطع تقویت شده)، استفاده از مقاطع مرکب برای تیر یا ستون‌ها (حتی با جوش ممتد) در این سیستم مناسب نیست و استفاده از آنها ممنوع است.
- مقاطع قابل توصیه H , I, BOX و پروفیل های تک نورد شده می‌باشد . همچنین تعریف و طراحی مقطع باید به گونه ای باشد تا کنترل فشردگی انجام شود. ضمنا استفاده از ورق تقویتی بر روی بال ستونهای H یا جعبه ای، به دلیل قطع پیوستگی بال تیرها در چشمه اتصال مناسب نیست.



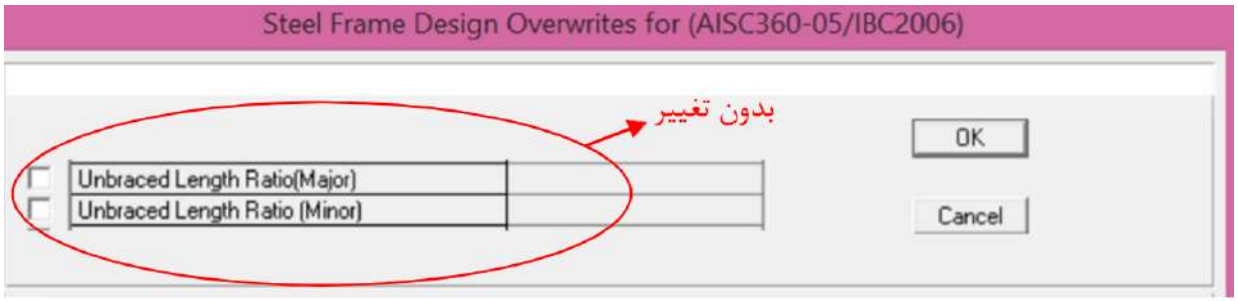
- بهره‌گیری از تیرهایی با ارتفاع متفاوت در دو طرف یک چشمه اتصال به دلیل اجرای نامناسب ورق های پیوستگی، توصیه نمی‌گردد .لیکن در شرایط خاص میباید، با ارایه جزییات مناسب، نیرو به نحو مناسبی بین بال تیرها در دو طرف ستون انتقال یابد.



- حداکثر فاصله بین مهار تیرها برای جلوگیری از کمانش جانبی پیچشی تیر های I شکل برابر $0.17r_yE/F_y$ است. که r_y در این رابطه شعاع ژیراسیون تیر نسبت به محور قائم می باشد. بر این اساس محدودیت های ذیل می باید رعایت گردد:

در صورت استفاده ازکف عرشه فولادی یا کامپوزیت، مهار بال پایینی، برابر همین مقدار می‌باشد لذا در مدل نرم افزار نباید " ضریب طول مهار نشده " توسط کاربر معرفی شود تا ضابطه فوق توسط نرم افزار چک شود.

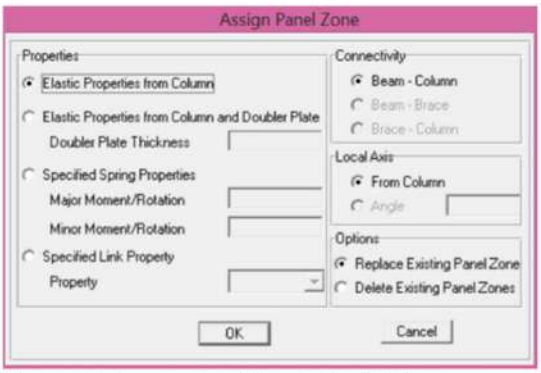
براین اساس، برای حالتی‌که تیرچه های کف موازی تیر اصلی باشند، طول مهار نشده تیر اصلی برابر ، طول کل آن، و اگر تیرچه های کف عمود بر تیر اصلی باشند، طول مهارنشده تیر اصلی برابر فواصل بین تیرچه ها، در نظر گرفته می شود.به این ترتیب اگر طول مهار نشده تیر بیشتر از مقدار مجاز باشد، هشدار لازم توسط نرم افزار ارایه میگردد.



استفاده از پیش فرض نرم افزار برای مهار بال جانبی تیرهای عرشه فولادی

در صورت استفاده ازسقف تیرچه بلوک، در صورتیکه تیر اصلی تنها از یک سمت به کف متصل باشد، بال پایینی تیر، در هر دو حال تیرچه موازی و عمود بر تیر اصلی فاقد مهار جانبی بوده و ضریب طول مهارنشده آن تیر نباید توسط کاربر معرفی گردد.

- جهت حصول اطمینان از نتایج، توصیه اکید میشود اثر تغییر شکل چشمه اتصال در تحلیل لحاظ شود



در نظر گرفتن اثر تغییر شکل برشی چشمه اتصال در نرم افزار

- اتصالات گیردار میبایست از نوع از پیش تایید شده مطابق جدول زیر باشد:

ردیف	نوع اتصال	مخفف	نوع سیستم سازه‌ای قابل کاربرد
۱	اتصال مستقیم تیر با مقطع کاهش‌یافته	RBS	قاب‌های خمشی متوسط و ویژه
۲	اتصال فلنجی چهار پیچی بدون استفاده از ورق لچکی	BUEEP	قاب‌های خمشی متوسط و ویژه
۳	اتصال فلنجی چهار یا هشت پیچی با استفاده از ورق لچکی	BSEEP	قاب‌های خمشی متوسط و ویژه
۴	اتصال پیچی به کمک ورق‌های روسری و زیرسری	BFP	قاب‌های خمشی متوسط و ویژه
۵	اتصال جوشی به کمک ورق‌های روسری و زیرسری	WFP	قاب‌های خمشی متوسط
۶	اتصال مستقیم تقویت نشدهٔ جوشی	WUF-W	قاب‌های خمشی متوسط و ویژه

لازم به ذکر است اتصال با استفاده از ورقهای روسری و زیرسری جوشی،در منبع اصلی- AISC 358-10- وجود ندارد و تاییدیه آن ارائه نشده لذا استفاده از آن توصیه نمی‌گردد. با این وجود، با رعایت الزامات مبحث دهم مقررات ملی، استفاده از این اتصال فعلا ممنوع نیست.

همچنین یادآوری میگردد ضوابط تکمیلی اتصالات از پیش تایید شده فولادی در منبع اصلی آورده شده است.

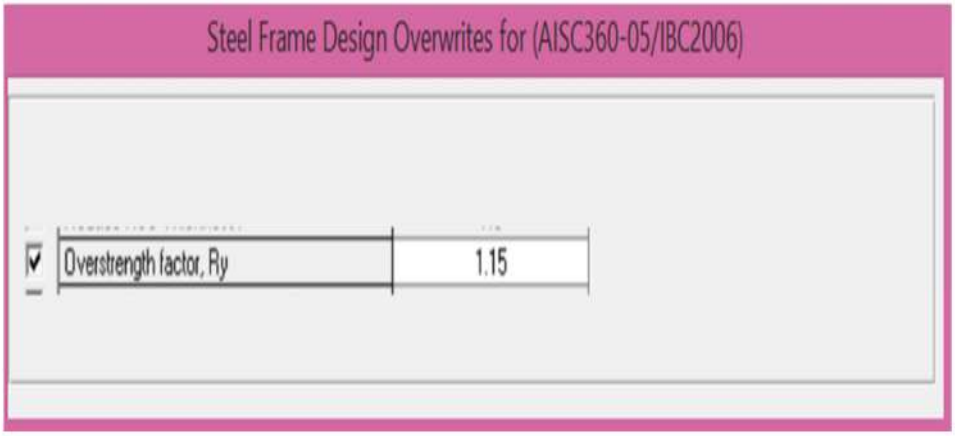
در پایان این بخش یادآوری میگردد ارایه جزییات طراحی اتصالات – با درج کلیه ضوابط و کنترلهای آیین نامه- در دفترچه محاسبات الزامی است.

۶- ضوابط مربوط به قاب خمشی ویژه

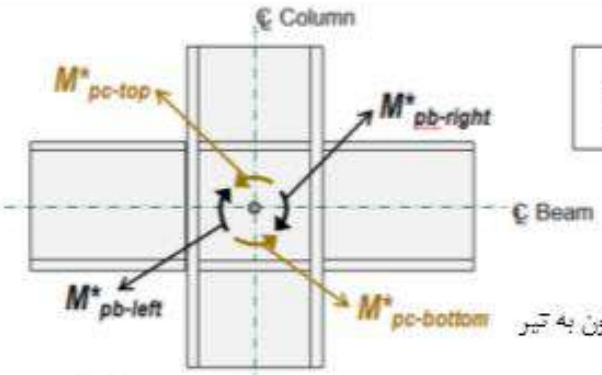
در تعریف این سیستم به نرم افزار از گزینه SMF استفاده گردد. ضوابط زیر علاوه بر ضوابط بخش قاب متوسط، می‌بایست رعایت گردد:

- مقاطع تیر و ستون در این قابها می باید از نوع فشرده لرزه ای ویژه (با محدودیت λ_{hd}) باشد .لازم به ذکر است محدودیتهای مقاطع مربوط به قاب خمشی متوسط نیز می باید مد نظر قرار گیرد.

- حداکثر فاصله بین مهار تیرها برای جلوگیری از کمانش جانبی پیچشی تیر هایI شکل برابر $0.86r_yE/F_y$ است. که r_y در این رابطه شعاع ژیراسیون تیر نسبت به محور قائم می باشد که محدودیت های مشابه در قاب خمشی متوسط نیز باید رعایت گردد.
- جهت حصول اطمینان از نتایج، توصیه اکید میشود اثر تغییر شکل چشمه اتصال در تحلیل لحاظ شود (رجوع به بخش قاب خمشی متوسط)
- ضوابط اتصالات از پیش تایید شده، همانند ضوابط قاب متوسط می‌باشد، با این تفاوت که استفاده از اتصال با ورق زیرسری و روسری مجاز نمی‌باشد.
- ضریب تولید فولاد برابر ۱/۱۵ لحاظ میگردد:



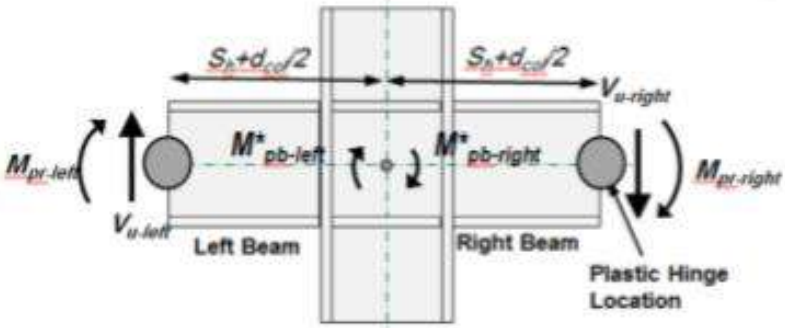
- در تمامی گره های اتصالات خمشی، نسبت ظرفیت خمشی ستون به تیر می با ید از یک بیشتر باشد. که این مورد توسط نرم افزار با تقریب قابل قبولی محاسبه میگردد.



$$\frac{\sum M^*_{pc}}{\sum M^*_{pb}} > 1/\cdot$$

کنترل نسبت ظرفیت خمشی ستون به تیر

$\sum M^*_{pb}$= مجموع تصاویر لنگرهای خمشی تیرها در گره اتصال نسبت به راستای مورد نظر. این لنگرهای خمشی باید با در نظر گرفتن تعادل استاتیکی بارهای ثقلی ضریبداری که با نیروی زلزله ترکیب می‌شوند و اثرات لرزه‌ای ناشی از لنگر خمشی $M_{pe}=C_{pe}R_{yb}M_{pb}$ در محل تشکیل مفصل پلاستیک نسبت به محور ستون تعیین شوند (شکل ۴۰)

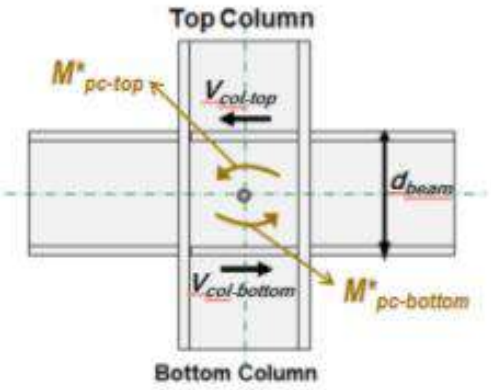


$$M^*_{pb} = M_{pr} + V_u(S_h + d_{col}/2)$$

تصاویر لنگرهای خمشی تیرها در گره اتصال

$\sum M^*_{pc}$= مجموع لنگرهای خمشی ستون‌های بالا و پایین گره اتصال در امتداد مورد نظر مطابق با

$$\sum M^*_{pc} = \sum Z_c(F_{yc} - P_{uc}/A_g)$$



$$M^*_{pc} = M_{pc} + V_{col}(d_{beam}/2)$$

لنگرهای خمشی ستون‌ها بالا و پایین گره اتصال

بخش سوم

نکات طراحی سازه بتن آرمه

با توجه به اینکه نکات عمده و کلیدی در بخشهای ابتدایی آورده شده است در این بحث تنها به طراحی اعضای خاص بتن آرمه اشاره میگردد:

۱- ضوابط مربوط به طراحی دال ها

۱-۱- ضریب رفتار مورد استفاده در محاسبات زلزله

در صورت استفاده از دال تخت به همراه دیوار برشی از ضریب رفتار های زیر می توان استفاده نمود:

- سیستم قاب ساختمانی ساده با دیوار برشی متوسط $R_u=5$ (حداکثر ارتفاع 95 متر)
- سیستم دیوارهای باربر با شکل پذیری متوسط $R_u=4$ (حداکثر ارتفاع 52 متر)
- سیستم قاب ساختمانی ساده با دیوار برشی ویژه $R_u=6$ (حداکثر ارتفاع 52 متر)

در صورت استفاده از تیرهای میانی یا پیرامونی به عنوان عضو خمشی باربر جانبی، ضریب رفتار سیستم های قاب خمشی یا دوگانه متناسب با تعریف آیین نامه ۲۸۰۰ مورد استفاده قرار خواهد گرفت(که ضوابط آن مطابق بخش مربوط کنترل می گردد.)

۱-۲- نحوه در نظرگیری سختی دال

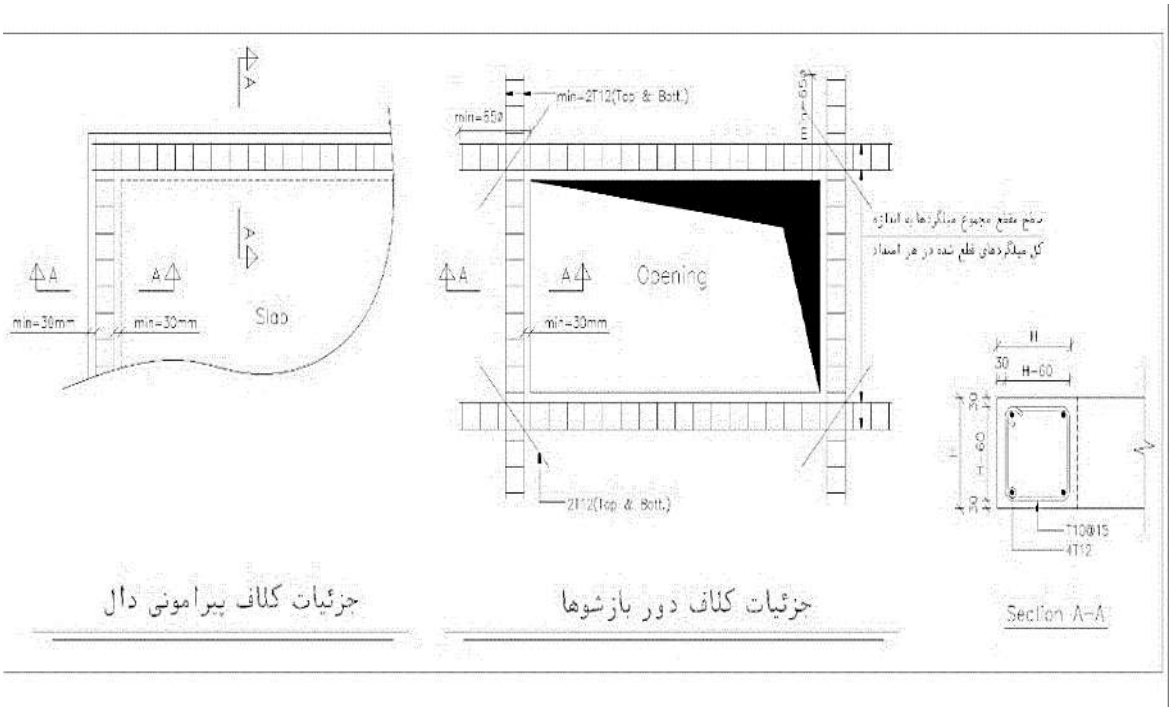
- استفاده از سختی خمشی دال در کنترل مقاومت اعضای باربر جانبی و کنترل تغییرمکان جانبی، مجاز نمی باشد .در این حالت:
- دال باید از نوع غشایی (Membrane) تعریف شود و یا در صورت استفاده از المان پوسته ای (Shell) ، پارامترهای سختی خمشی m11 و m22 برابر 0.001 و m12 برابر 0.01 لحاظ گردد.
- ستونهایی که در باربری جانبی مشارکت نمی کنند، یا باید دو سر مفصل شوند و یا ضریب اصلاح سختی آنها 0.01 لحاظ شود .به نحوی که در روند تحلیل مدل مشکلی ایجاد نشود .در این حالت ستون ها مشارکت کمی در تحمل نیروی جانبی خواهند داشت که باید برای آن نیرو طراحی شوند.

- در صورتیکه تیرها یا ستونها در باربری جانبی سازه شرکت نمی کنند، ضوابط اعضای غیر باربر جانبی برای آنها باید رعایت گردد(بدین منظور لازم است که در ستونها ضوابط میلگرد گذاری عرضی ویژه مطابق بند ۲۰-۴-۲-۳ گردد)
- طراحی فونداسیون بر مبنای خروجی حاصل از تحلیل فوق انجام گردد.
- باربری ثقلی کلیه ستون های سازه، در یک فایل جداگانه که از سختی خمشی دال و ستونها صرفنظر نشده است، کنترل شود (فایل با نام Column Gravity Control ارائه شود.)
- دالها، علاوه بر طراحی برای مقابله با نیروهای ثقلی، باید برای نیروهای لرزه ای نیز طراحی شوند .در فایل مورد استفاده برای طراحی لرزه ای دالها، باید سختی دال0.25 منظور شده و از سختی ستونها صرفنظر نشود.

۱-۳- سایر نکات مربوط به دالها

- نسبت سطح مقطع میلگردهای کششی به کل سطح مقطع بتن در دالها، نبایداز $\rho_{min} = 0.002$ کمتر باشد.
- کلیه تیپ سقف ها و رمپ های سازه می باید تحلیل و طراحی شوند(هرگونه تغییر در بارگذاری و یا شکل هندسی سقف می باید به عنوان یک تیپ مستقل در نظر گرفته شود.)
- در محل های اتصال دیوار برشی به دیافراگم سقف (Collector) الزاماً از عضو محصور شده بتنی با خاموتگذاری ویژه استفاده شود و ریز محاسبات Collector بطور مناسب و با در نظر گرفتن بند ۳-۸-۶ آیین نامه ۲۸۰۰ ، در دفترچه محاسبات ارایه گردد.
- در نقشه های سازه، جزئیات مربوط به کلاف دور بازشو و لبه های دال بطور کامل ارائه شود(کلاف مورد نظر می باید دارای حداقل دو میلگرد سراسری با شماره حداقل ۱۲ در بالا و پایین، و توسط خاموتهای بسته با فواصل حداکثر ۱۵ سانتی متر و تعیین میلگردهای آن با توجه به ریز Chord محصور گردد(در

موارد خاص نیاز به بررسی نیروی اجزای مرزی دیافراگم محاسبات می باشد) جزئیات زیر به عنوان نمونه می تواند مورد استفاده قرار گیرد:



- در صورت استفاده از سیستم های دال با قالب ماندگار، حداکثر کاهش وزن مربوط به نواحی مجوف، بر اساس کاتالوگ شرکت تولید کننده محصول باشد، مقدار کاهش وزن برای سیستم های معمول ۳۰ % در نظر گرفته شود، اثر نواحی دال توپر، در وزن سقف نیز می باید به نحو مناسب لحاظ گردد .بطور میانگین مقدار کاهش وزن کل سقف با در نظرگیری نواحی توپر ۲۵ % در نظر گرفته شود.
- دیافراگم کف طبق ضوابط مراجع معتبر کنترل و طراحی می شود.

لازم به ذکر است در دهانه های بلند و در تمام سیستمهای سقف، کنترل صلبیت و کنترل لرزش میبایست در برنامه SAFE v.12/13/14/16 ارایه گردد

منظور از دهانه های بلند، دهانه های بزرگتر ۷/۵ متر است.

۱-۴- نحوه کنترل تغییر شکل

- کنترل مقدار تغییر شکل دراز مدت دال، صرفاً در نرم افزار safe12 و نسخه های بعدی آن قابل قبول می باشد و بررسی آن به شکل خلاصه بصورت زیر می باشد:

Define Load Cases:

Load Case Name	Loads Applied	Analysis Type
Case1	Dead Loads + Live Loads	(Nonlinear Cracked)
Case2	Dead Loads + 20%Live Loads	(Nonlinear Cracked)
Case3	Dead Loads + 20%Live Loads	(Nonlinear Longterm Cracked)

Define Load Combinations:

Def240(combo)=+CASE1-CASE2+CASE3 <L/480

Def360(combo)=+CASE1-CASE2 <L/360

- جهت کنترل تغییر شکل دال های مجوف، لازم است که با استفاده از دستور property modifier ، سختی خمشی دال ۰,۹ اختصاص داده شود.
- بار پارتیشن در کنترل تغییر شکل به عنوان بار دائمی لحاظ می گردد(ضرایب بار آن از گروه Dead Loads در نظر گرفته شود.)
- تغییر شکل دال، می باید برای تمام تیپ های سقف و همینطور رمپ های سازه که اختلاف شکل هندسی با یکدیگر دارند کنترل و ارائه گردد.

۱-۵- ضوابط خاص دالهای تخت بتنی

۱) در اتصال مستقیم دال به ستون برای کنترل برش دوطرفه(پانچ)دال ، باید برش ناشی از بارهای ثقلی(V_1) و برش ناشی از لنگر نامتعادل حاصل از بارهای ثقلی و جانبی(V_2) به صورت مناسب منظور شوند:

Vu=V1+V2 Vr=Vs+Vc check Vu≤Vr

V1 = برش ناشی از بارهای ثقلی

V2=Muv.C/J = برش ناشی از لنگر نامتعادل

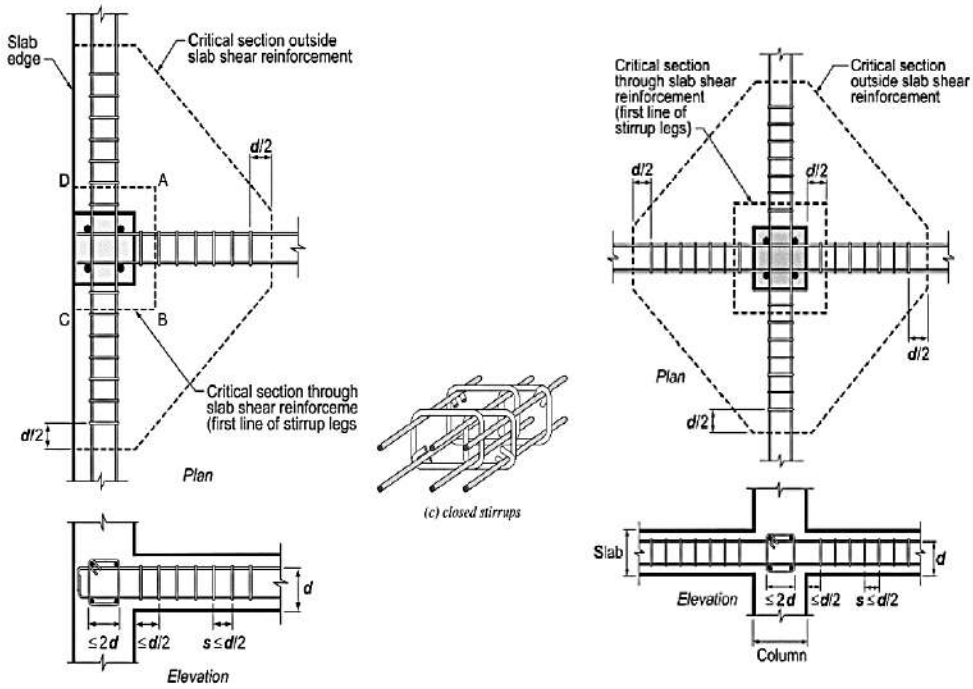
J = مدول پیچشی مقطع بحرانی

Vc = نیروی برشی مقاوم بتن

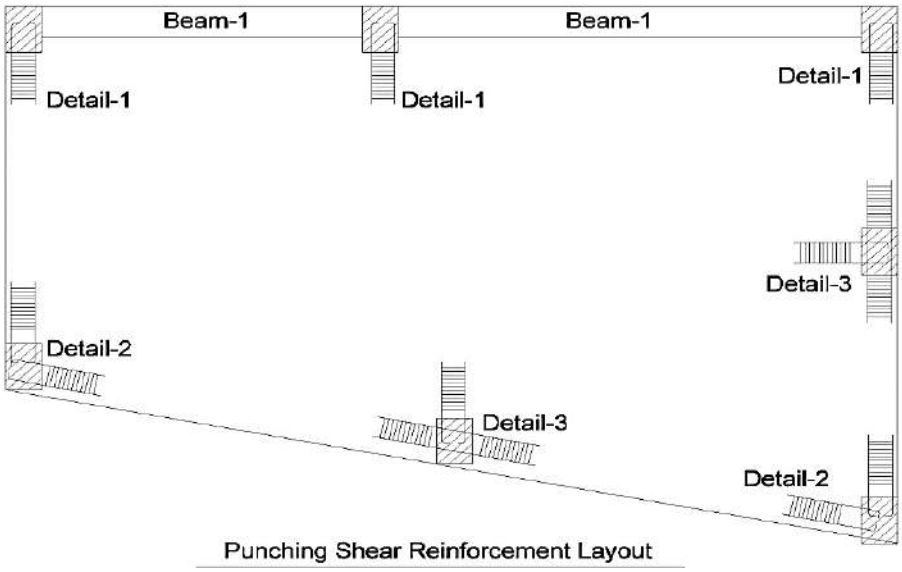
Vs = نیروی برشی مقاوم فولاد

Vr = نیروی برشی مقاوم مقطع

با توجه به بند 8.7.6 آیین نامه ACI2014 لازم است که آرماتورهای برشی بصورت خاموت بسته در نقشه نمایش داده شوند. ریز محاسبات برش پانچ حداقل سه مورد از ستونهای با بیشترین سطح باربری، در دفترچه ارایه گردد.



۲) لازم است در هر یک از وجوه ستون که نیاز به میلگرد پانچ می باشد، در پلان هر سقف مشخص شده (مطابق شکل زیر)و جزئیات میلگردگذاری آن در دتایل مربوطه بصورت دقیق نمایش داده شود.



Punching Shear Reinforcement Layout

۳) فاصله حداقل ناحیه توپر دال از وجه ستون در هر سمت نیز توسط محاسبات برش صورت می پذیرد(در صورت عدم انجام محاسبات این طول حداقل 3 برابر ضخامت دال در نظر گرفته شود.)

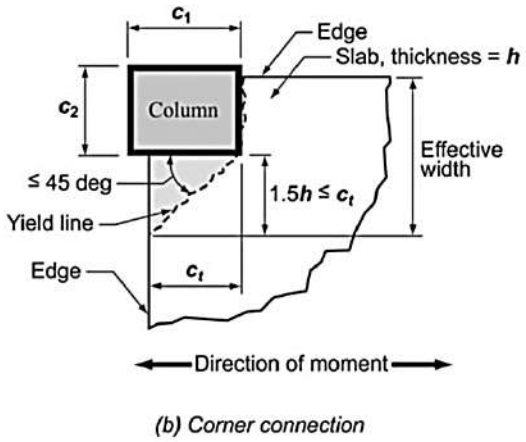
۴) آرماتورهای تقویتی فوقانی باید حداقل ۳۰ درصد طول کل دهانه در هرطرف، از بر ستون امتداد داشته باشند، و توصیه می شود میلگردهای تقویتی تحتانی ۱۰۰ درصد طول کل دهانه را پوشش دهند.

۵) تمام آرماتورهای تقویتی فوقانی دال در محل تکیه گاه، باید در محدوده نوار ستونی قرار داشته باشند. ضوابط خاموت گذاری ویژه در کلیه ستونها(باربر جانبی و غیر باربر جانبی)، رعایت گردد.

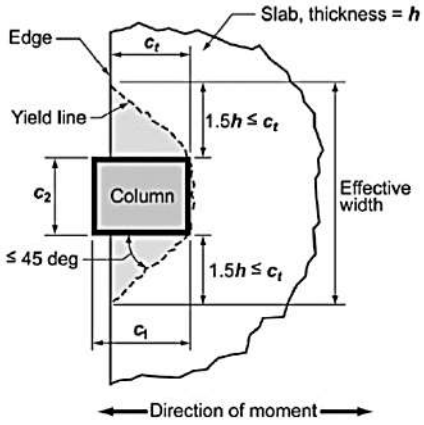
۶) در دالهای تخت از ایجاد بازشوهای تاسیساتی و غیره در اطراف ستون حتی المقدور اجتناب گردد .در صورت لزوم، باید کنترل برش پانچ بر مبنای محیط مقطع بحرانی موثر انجام یافته و ریز محاسبات مربوط به آن ارائه گردد

۷) حداقل نصف کل آرماتورهای فوقانی دال در نوار ستونی در محل تکیه گاه، ادامه می باید در عرض موثر دال به اندازه (3H+C) برای ستون های میانی و کناری و (1.5H+C) برای ستون های گوشه، توزیع شوند. (H ضخامت دال و C بعد ستون در جهت عمود بر راستای آرماتورها می باشد). به عنوان مثال با فرض ضخامت دال ۳۰ و بعد ستون40 x 40 ، اگر تعداد کل آرماتور فوقانی در نوار ستونی برابر ۲۰ عدد می

باشد، حداقل ۱۰ عدد از آن می باید در عرض ۱۳۰ سانتی متر قرار داشته باشند .در این حالت جهت تامین حداقل فاصله آزاد میلگردها می توان از میلگرد با شماره بزرگتر استفاده نمود.



(b) Corner connection



(a) Edge connection

۸) معرفی نوارهای طراحی (Design Strips) در برنامه طراحی دال، تا حد امکان بصورتی انجام گردد که نمایانگر نوارهای ستونی و میانی طبق تعریف مبحث نهم باشند(بطور معمول عرض نوار طراحی از ۱ متر کمتر و از ۳ متر بیشتر نشود).

۹) حداقل یک چهارم کل آرماتورهای فوقانی دال در نوار ستونی در محل تکیه گاه، می باید در کل دهانه بصورت سراسری وجود داشته باشند(توصیه می شود جهت اقناع این ضابطه، مقادیر شبکه اصلی آرماتور بطور مناسب انتخاب گردد).

۱۰) حداقل یک سوم کل آرماتورهای فوقانی در نوار ستونی در محل تکیه گاه، می باید بصورت آرماتور تحتانی سراسری در همان نوار ستونی تعبیه شوند.

۱-۶- توضیحات لازم برای دال های مجوف(هم در طراحی و هم در اجرا):

بخش مستقلی با عنوان توضیحات مربوط به دالهای مجوف در نقشه ارائه شود و توضیحات ذیل به همراه سایر نکات مربوط به نحوه اجرا با توجه به سیستم مورد استفاده، به موارد زیر اضافه گردد:

۱) قالبهای ماندگار می باید قادر به تحمل بار متمرکز حداقل ۱۰۰ کیلوگرم باشند و درصورت تغییر شکل قالب ها، هنگام عبور کارگران از روی آن، ناظر پروژه می باید مجوز بتن ریزی سقف را تا برطرف نمودن مشکل لغو نماید(.توصیه اکید می شود که قبل از شروع عملیات بتن ریزی، با آزمایشات کارگاهی مقدار بار قابل تحمل قالبها تعیین گردد)

۲) در بتن ریزی دالهای مجوف که در آنها از قالب ماندگار استفاده می شود، می باید از بتن با روانی(اسلامپ) بالا به همراه فوق روان کننده استفاده نمود(جهت بالا بردن اسلامپ، به هیچ عنوان افزایش نسبت آب به سیمان مجاز نمی باشد)و همچنین ویبره کردن بتن جهت پرشدن زیر قالبها باید با دقت بالا انجام شود . در غیر اینصورت بتن به زیر قالب ها نفوذ نکرده و نتیجه آن ایجاد حفره در زیر سقف می باشد.

۳) در تمام مراحل طراحی، تولید و اجرا، مسئولیت نظارت عالیه و کنترل کیفی بر عهده شرکت ..... می باشد(.نام شرکت تولید کننده قالب، که گواهینامه فنی آن نیز به پیوست مدارک سازه می باشد، می باید در محل نقطه چین درج شده و شرکت مذکور طی نامه ای به ریاست سازمان نظام مهندسی، با ذکر متن فوق و شماره پرونده سازه مورد نظر، قبول مسئولیت نماید .نامه مذکور پس از ثبت در دبیرخانه، اسکن شده و به همراه مدارک دیگر آپلود گردد).

۴) لازم است کلیه قالب های ماندگار بصورت منظم و در دو امتداد متعامد قرار گیرند.

۵) بتن ریزی کل مقطع سقف شامل فضای زیر، بین و بالای قالبها باید از آغاز تا پایان بصورت عملیاتی پیوسته انجام شده و از بوجود آمدن اتصال سرد بین لایه ها احتراز شود.

۶) جهت جلوگیری از ایجاد خیز و ترک در سقف، در هنگام بتن ریزی سقفهای طبقات بالا، الزاماً از جک اطمینان در زیر دو سقف قبلی استفاده گردد.

۷) در صورت نیاز به اجرای هرگونه بازشو مغایر با نقشه های سازه، باید استعلام از طراح صورت گیرد(خصوصاً در مواردی که فاصله بازشو از بر ستون کمتر از 2 برابر ضخامت دال می باشد.)

۸) حداقل 2 عدد آرماتور سراسری تحتانی، می باید از هسته ستون عبور کند.

۲- نکات دارای اهمیت در طرح و اجرای سقف تیرچه بلوک

مرجع اصلی در طرح و اجرای سقف تیرچه و بلوک ، مقررات ملی ساختمان و نشریه ۵۴۳ سازمان برنامه و بودجه می‌باشد . با این وجود در این بخش به یادآوری و تاکید بر نکات کلیدی پرداخته می‌شود.

۲-۱- طراحی

ارتفاع سقف حداقل برابر L/20 باشد (منظور از L طول محور به محور و ناخالص تیرچه است) که در صورت عدم امکان تامین این موضوع میبایست از تیرچه دوبل یا طراحی گیردار تیرچه استفاده نمود . بدیهی است در این صورت محاسبات لرزش و صلبیت سقف به کمک نرم افزار safe 14 الزامی است

حداقل عرض مفید تیرچه ها از فرمول h/3.5 تعیین میگردد که در این فرمول h ارتفاع مفید سقف است . بدیهی است عرض تیرچه حداقل به اندازه 4~5cm بزرگتر از عرض فوق میباید در نظر گرفته شود تا پس از عرض نشیمن بلوک، عرض مفید – دارای بتن – به اندازه مورد نظر تامین گردد.

حداقل عرض مفید تیرچه – عرض بتن ریزی شده- 10 cm می‌باشد.

جان محاسبه شده تیرچه – مطابق بند فوق- میبایست عیناً در محاسبه وزن سازه سقف لحاظ گردد.

در صورت وجود تیر کج در پلان، در چشمه ذوزنقه، طولهای مختلف تیرچه وجود خواهد داشت که در اینصورت ضروری است طراح نسبت به محاسبه طول بحرانی اقدام نموده و جزییات لازم برای کاهش مثلثی طول تیرچه ها، در نقشه های اجرایی را ارایه نماید.

حداکثر فاصله محور به محور تیرچه ها 75cm مد نظر قرار گیرد.

ضخامت دال رویی تیرچه حداقل برابر 1/12 فاصله محور به محور تیرچه ها و بیشتر از 5cm لحاظ شود

در صورت وجود بار سنگین نقطه ای و یا بارهای مرتعش، این سقف توصیه نمی‌گردد.

در خصوص پارکینگ ها، در صورت اصرار به استفاده از سقف تیرچه بلوک، ضروری است اولا ضخامت دال رویی 8cm لحاظ شود. ثانیا برش پانچ سقف در زیر اثر بار نقطه ای چرخها کنترل و جزییات ارایه گردد (بار متمرکز ناشی از چرخها در جدول ۶-۵-۱ مقررات ملی مبحث ششم ارایه شده است)

حداقل پوشش بتن تیرچه 3~3.5cm توصیه می‌گردد.

آرماتور خرپای اصلی تیرچه حداقل از شماره ۱۰ برای تا دهانه های شش متر و از شماره ۱۲ برای دهانه های بلند تر باشد.

ضخامت پاشنه بتنی بین 4~5.5cm باشد. بتن آن حداقل از رده C20 باشد.

حداکثر قطر مجاز میلگرد تقویتی ۱۶ می‌باشد.

با توجه به الزام استقرار 15 cm از میلگردهای تیرچه درون تیر اصلی، جزییاتی در نقشه ها ارایه شود که بر اساس آن 15cm ابتدایی و انتهایی تیرچه بدون پاشنه بتنی باشد . بدین ترتیب الزامی به خرد کردن بتن پاشنه در محل کارگاه نیست و از رویداد ترک‌های طولی و عرضی بتن پاشنه جلوگیری می‌شود.

فواصل خالص بین میلگردهای کششی و امکان بتن ریزی مورد توجه قرار گیرد. لذا توصیه می‌گردد فواصل مفید بین میلگردها در پاشنه تیرچه از 3.5cm کمتر نشود.

آرماتورهای تقویتی برشی و منفی (محاسباتی و اسمی) مد نظر قرار گرفته و در نقشه‌ها ارایه گردد.

آرماتور برشی تکیه‌گاه در تیرچه های کناری و میانی الزامی است و این موضوع فارغ از میلگرد ممان منفی اسمی است.

در طراحی برشی و خمشی تیرچه به تنش تسلیم فولاد مصرفی (نیمه سخت یا سخت) توجه گردد.

۲-۲- اجرا

عمل آوری بتن پاشنه در محل کارگاه پیش ساخت، الزامی است.

استفاده از تیرچه های تولید شده با قوس الکتریکی ممنوع بوده و تیرچه های کارخانه‌ای، با تکنیک جوش نقطه ای که دارای تاییدیه استاندارد هستند ، مورد تایید است.

در صورت الزام به خرد کردن بتن پاشنه در ابتدا و انتها، از بروز ترک طولی و عرض بتن تیرچه جلوگیری شود. در صورت بروز چنین ترک‌هایی در بتن تیرچه ، از استفاده از این تیرچه جلوگیری شود.

در صورت استفاده از بلوک پلی استایرن ،استفاده از بلوک استاندراد نسوز الزامی است.

تعبیه میلگرد انتظار جهت نگهداری سقف کاذب قویاً توصیه می‌گردد.

در صورت الزام به استفاده از آویزهای کششی از سقف (برای سقف کاذب یا لوله تاسیسات) استفاده از تفنگ بدلیل احتمال ترک دادن بتن، توصیه نمیگردد. که میتوان از بولتهای مکانیکی و یا شیمیایی در این راستا استفاده گردد.

لخت کردن آرماتور های تیرچه و جوش دادن هر عضوی به میلگردهای تیرچه ممنوع است.

اجرای خیز منفی وسط دهانه برای سقف تیرچه بلوک ،الزامی است.

برای دهانه های تا هفت متر جمع آوری جک‌ها و تعبیه پایه اطمینان مقدور است . لیکن برای دهانه‌های بلند تر از ۷ متر ، جمع آوری جکها قبل از تعبیه پایه اطمینان ممنوع است.

طی شدن مدت زمان استاندارد جهت گیرش بتن – حسب جدول ۹-۱۲-۲ الزامی است.

بخش چهارم

نکات طراحی فونداسیون

مراحل گام به گام طرح فونداسیون ، به شرح زیر است:

گام ۱- اعمال بارهای وارده به فونداسیون. انتقال محل استقرار و واکنش های تکیه گاهی از سازه (در حالات مختلف بارگذاری) ثقلی و جانبی(به نرم افزار طراحی پی)

لازم به ذکر است بارهای لرزه ای در حالت استاتیکی از نرم افزار اصلی به برنامه SAFE انتقال می یابند.

گام ۲- حدس اولیه هندسه فونداسیون. با توجه به تجربیات موجود در خصوص پی ساختمان های متعارف، هندسه نهایی پی این ساختمان ها معمولاً بصورت شبکه ای یا گسترده خواهد بود. توصیه میشود به منظور عملکرد مناسب این گونه پی ها عرض نوارهای پی شبکه ای از ۱۲۰سانتیمتر کمتر نباشد ، تا نسبت به عملکرد شبکه ای پی اطمینان بیشتری حاصل گردد. بدیهی است در موارد خاص جهت پی های تکی، نواری و یا مرکب، هندسه پی بعنوان حدس اولیه می باید با توجه به نیروهای وارده و با فرض تنش یکنواخت زیر پی تعیین گردد .

توصیه میگردد ترسیم پی های نواری در نرم افزار، تا حد امکان از OPENING استفاده نشود تا نتایج کنترل پانچ دقیقتر محاسبه گردد.

گام ۳ – حدس اولیه ضخامت فونداسیون: در حدس اولیه ضخامت پی طوری اتخاذ میگردد که کل نیروی برشی توسط بتن تحمل شده و نیازی به تعبیه آرماتورهای برشی نباشد. بدیهی است در مراحل بعدی طراحی پی علاوه بر وضعیت تنش خاک، نشست و چرخش، میزان تراکم میلگردهای اصلی و تقویتی و همچنین مسایل اقتصادی طرح نیز در تعیین ضخامت نهایی پی موثر می باشند. در ساختمانهای متعارف میان رده ارتفاعی با پی سطحی، به ازای هر طبقه حدود ۱۵ سانتیمتر ضخامت، حدس اولیه نسبتا قابل قبولی می‌باشد که بدیهی است این حدس طی مراحل طرح فونداسیون تدقیق و تصحیح میگردد.

گام ۴- تعیین ضریب ارتجاعی بستر . ضریب ارتجاعی بستر می باید براساس نتایج مطالعات ژئوتکنیک معتبر در نظر گرفته شود. درخصوص ساختمان هایی که مطابق ضوابط مقررات ملی ساختمان ایران انجام مطالعات ژئوتکنیک برای آنها الزامی نباشد، طراح سازه باید پس از بازدید از محل ساختگاه و با استفاده از تجربیات موجود، نسبت به تعیین مقدار مناسب برای این پارامتر اقدام نماید.

گام ۵- با توجه به بار های زنده و مرده سطحی پی (مثلا بار ناشی از تردد خودرو نیز کفسازی روی پی و نیز بار دیوارهای سنگین قرار گرفته بروی پی) بارگذاری سطحی روی پی انجام شود.

گام ۶- کنترل تنش خاک در پی در این مرحله میباید ابعاد هندسی پی با توجه به خاک بستر کنترل گردد بدیهی است تنش در هیچ نقطه ای از زیر پی نباید منفی(کششی) باشد. این کار با حذف مرحله ای کشش در زیر پی و انتقال تنش به بخش های مجاور انجام می گیرد. بطور مثال در نرم افزار Safe با فعال سازی گزینه غیرخطی

Uplift و اصلاح هندسه پی، می توان نسبت به حذف تنش های کششی و باز توزیع تنش اقدام نمود. در صورت عدم امکان حذف کشش استفاده از شمع، ریز شمع Micro pile در زیر پی توصیه می گردد.در نهایت تنش زیر پی تحت اثر ترکیب بارهای مربوطه، نباید از مقاومت مجاز خاک – استخراج شده از گزارش ژئوتکنیک، بیشتر باشد.

لازم به ذکر است ترکیب بارها جهت کنترل تنش خاک صرفا از پیوست همین دستورالعمل استخراج گردد.

گام ۷- با توجه به خط برش پانچ در هر نقطه -بسته به موقعیت ستون نسبت به پی – ضروری است برش پانچ کنترل گردد. بدین منظور میتوان از نرم افزار SAFE 12&14&16 استفاده نمود . بدیهی است آیین نامه طرح و کنترل نیز همان آیین نامه طراحی سازه می‌باشد.

گام ۸ – آخرین گام طراحی سازه پی که شامل جزییات آرماتور بندی می‌باشد. بدیهی است الزامات آرماتور بندی مندرج در آیین نامه میبایست رعایت گردد.

سایر نکات حایز اهمیت:

- مدل نرم افزاری پی میبایست به لحاظ هندسه با نقشه معماری و سازه منطبق باشد.
- چنانچه هندسه پی بدلیل چاهک آسانسور تغییر مینماید – مثلا کاهش عرض نوار پی – تغییرات حادث شده، عینا در مدل اعمال گردد.
- تا حد امکان ضخامت پی به گونه ای باشد که نیاز به استفاده از آرماتور برشی نباشد. با این وجود درصورت اصرار بر استفاده از این نوع میلگرد، لازم است بر اساس ظرفیت برشی آرماتورهای مذکور، برش پانچ باز محاسبه شده و کفایت برشی پی بررسی دقیق شده و جزییات کامل این محاسبات در تمام نقاط ، در دفترچه ارایه گردد.
- در صورت لزوم به قطع بتن در پی، لازم است این نقاط در پلان مجزا در نقشه نمایش داده شده و تدابیر لازم شامل محلهای مجاز قطع بتن، آرایش میلگردها در نقاط قطع، آرماتورهای زبانه – اصطکاکی-، زاویه قطع بتن در ارتفاع پی و سایر مشخصات فنی در نقشه های اجرایی به تفضیل ارایه گردد.
- حدود هندسی پی در محل درزهای انبساط ، انقطاع و ... در نقشه های اجرایی نمایش داده شود.
- موقعیت دقیق ستونها با توجه به حریم هندسی پی – به لحاظ گوشه یا لبه بودن ستون – در نرم افزار و نقشه بدرستی ارایه گردد.
- در صورت نیاز به استفاده از شناژ در محل استقرار رمپ پله، این شناژ با ابعاد دقیق در مدل ترسیم و طرح شود.

بخش ششم

ترسیم نقشه های سازه

ترسیم نقشه های سازه میبایست تا حد امکان متحد الشکل و جامع باشد. بدیهی است نقشه های سازه میبایست به گونه ای باشد که مفروضات و نتایج طراحی را منعکس نماید. همچنین نقشه ها میبایست تا حد امکان اجرایی بوده و حاوی تمام جزییات اجرایی باشد و تیم اجرایی بدون هیچ گونه کسری، امکان اجرا داشته باشد.

این نوشتار با اهداف یاد شده تدوین شده است و حاوی بخشهای مختلف زیر می‌باشد:

۱. الزامات عمومی نقشه کشی
۲. ترسیم نقشه سازه های بتن آرمه
۳. ترسیم نقشه های سازه های فولادی

۱- الزامات عمومی نقشه کشی

- نقشه ها تماما در کادر مشخصه واحد باشد.
- پلانهای سازه تا حد امکان در مقیاس ۱:۱۰۰ باشد
- نقشه ها حاوی راهنما، (نام طراح ؛ نام دفتر طراحی ؛ مهندس هماهنگ کننده طراحی؛ تاریخ ترسیم ؛ شماره نقشه ؛ مقیاس نقشه؛ جهت جغرافیایی؛ نام مالک ؛ شماره پلاک ثبتی شماره، دیسیپلین نقشه ها) باشد.
- تعداد صفحات نقشه به صورت ..... برگ ..... از ..... برگ کلی – نوشته شود تا تعداد کل شیتها مشخص باشد.
- کادر دارای حاشیه حداقل ۱۰ میلیمتری باشد.
- ترسیم نقشه ها ترجیحا در قطع A3 باشد.(رعایت مقیاس برای پلان و جزییات الزامی است)
- حداقل سایز فونت ۰/۲ می‌باشد (خوانا بودن نوشته های نقشه)
- مقاطع و بزرگ نمایی اعضا و بخشهای خاص نقشه در مقیاس ۱:۵۰ یا ۱:۲۵ یا ۱:۲۰ یا ۱:۱۰ باشد و ترسیم بدون مقیاس ممنوع است.
- شماره ویرایش نقشه میبایست درج گردد.
- درج اطلاعات و ترسیم ، بصورت دست نویس ممنوع است .
- اندازه گذاری میبایست به صورت کامل انجام شود. به گونه ای که تیم اجرایی بدون جمع و تفریق کردن؛ به تمام اندازه های لازم ؛ دسترسی داشته باشد.
- اندازه گذاری تا حد امکان بیرون حدود موضوع، ترسیم شده باشد.
- تا حد امکان مقیاس اندازه ها در نما و برش و پلانها و در صفحات مختلف نقشه یکسان باشد.
- نقشه ها حاوی صفحه (های) فرضیات عمومی اجرایی تفکیک بندی شده (نکات اجرایی تخریب؛ عملیات خاکی؛ کارهای بتنی؛ کارهای فلزی؛ تیغه کشی و کفسازی) باشد. بدیهی است مشخصات فنی مصالح خام (بتن؛ میلگرد؛ فولاد؛ الکترود و....) میبایست درج گردد.
- در برگهای فرضیات عمومی اجرایی، که به صورت نوشتاری ضمیمه نقشه ها میگردد، از ارایه اطلاعات غیر مرتبط به پروژه خودداری گردد.
- **جزییات سازه آسانسور به صورت کامل ،که از سوی شرکت ذی صلاح طراحی آسانسور تهیه شده است؛ صرفا ممهور به مهر آن شرکت ، در نقشه های سازه الصاق گردد.**

۲- الزامات نقشه سازه های بتن آرمه

۲-۱- الزمات و جزییات عمومی

- برگ (های) جزییات عمومی حاوی موارد زیر ارایه گردد:
- اتصال تیر یه ستون
- اتصال تیر به تیر
- اتصال رمپ و شمشیری به تیر حمال
- اتصال تیرچه به تیر
- جدول باز و بست قالب اعضا مختلف سازه
- جدول طول همپوشانی ؛ قطع و خم میلگردها
- نمایش کاور اعضا مختلف سازه
- نمایش محل عمومی قطع و همپوشانی آرماتورها
- نمایش جزییات سقف تیرچه شامل برش دارای خط اندازه – دال و جان تیرچه-، آرماتورهای منفی و ادگا اتصال تیرچه به تیر، جزییات اجرایی تیرچه ها بر اساس کاربری و دهانه تیرچه ها، جزییات تیر مهاری تیرچه
- نمایش جزییات عمومی بارگذاری کفها (بام ، طبقات، پارکینگ)
- نمایش جزییات دیوارهای داخلی و پیرامونی (دقیقا همخوان با معماری)
- جزییات مهار دیوارهای غیر سازه ای
- جزییات کامل نعل درگاه ها
- جزییات کامل سازه نگهبان (حاوی جزییات سازه ای کامل سازه نگهدارنده، پلان نمایش محل استقرار خرپاها با اندازه گذاری کامل در پلان، مهار خرپاها به یکدیگر، مراحل اجرای سازه نگهدارنده ، جزییات فونداسیون خرپاها و المانهای الحاقی آن، ...)

تبصره : با عنایت به بند ۷-۳-۳-۴، تنها برای گودبرداری با خطر معمولی، پایدار سازی گود توسط مهندس محاسب انجام و مهر و امضا میگردد و در سایر موارد این نقشه توسط شرکت ذی صلاح ژئوتکنیک تهیه و مهر و امضا میگردد.

۲-۲- فونداسیون

نقشه های فونداسیون شامل پلان قالب بندی ؛ پلان آرماتور های تقویتی طولی ؛ پلان آرماتور های تقویتی عرضی و نهایتا جزییات فونداسیون می‌باشد.

پلان قالب بندی فونداسیون میبایست شامل موارد ذیل باشد:

- نمایش درز انقطاع بروی فونداسیون و نمایش محل قرارگیری ستونها نسبت به درز انقطاع
- نمایش محورهای سازه و ترسیم خط اندازه در دو راستا جهت امکان پیاده سازی محورها برروی زمین و فونداسیون
- ترسیم ابعاد دقیق ستونها و دیوار برشی ها و ترسیم محل قرارگیری دیوار برشی برروی فونداسیون
- ترسیم ابعاد دقیق و محل قرار گیری چاله آسانسور
- ترسیم ابعاد دقیق و محل قرارگیری دال پله برروی فونداسیون
- ترسیم علامت کد ارتفاعی سطح بتن تمام شده فونداسیون
- ترسیم خط اندازه کامل برروی فونداسیون در دو راستای طولی و عرضی به طور کامل . (توجه گردد استفاده از عناوینی همانند F1 , T1) مجاز نیست .

پلان آرماتور تقویتی فونداسیون میبایست شامل موارد ذیل باشد:

- برای هر یک از سفره های تحتانی و فوقانی؛ یک پلان مجزا ترسیم شود(دوپلان)
- در کنار آرماتور تقویت میبایست تعداد و شماره آرماتور و نیز طول آن به وضوح درج گردد.
- هر آرماتور تقویتی شامل دو خط اندازه ؛ یکی محل استقرار آرماتور نسبت به لبه فونداسیون و دیگری طول پخش آرماتور باشد.
- پلان آرماتور تقویت حاوی آکسها و خطوط اندازه آنها می‌باشد.
- رعایت حداقل فاصله آرماتور تقویت – با در نظر داشتن آرماتورهای سراسری و عرض فونداسیون – کنترل گردد.

جزییات عمومی فونداسیون حاوی موارد زیر است:

- برش از تمام عرضهای موجود فونداسیون (با مقیاس حداقل ۱:۵۰) . برش شامل آرماتورهای طولی و عرضی بالاو پایین، کد ارتفاعی بتن تمام شده فونداسیون، کد ارتفاعی تمام شده بالا و پایین بتن مگر، ضخامت فونداسیون و ضخامت بتن مگر.

- نمایش اتصال رمپ پله به فونداسیون . این جزییات شامل کد تمام شده روی فونداسیون، کد تمام شده سطح شیب دار رمپ پله ، نحوه اتصال و قطع خم آرماتور رمپ پله با فونداسیون و ضخامت رمپ باشد.
- نمایش اتصال رمپ خودرو – در صورت وجود – با جزییات مشابه رمپ پله
- نمایش اتصال و آرماتور بندی چاله آسانسور به پی
- نمایش جزییات همجواری فونداسیون سازه با فونداسیون سازه مجاور . این جزییات حاوی نمایش جنس و ضخامت جداگر دو فونداسیون، فاصله ستون سازه از لبه فونداسیون (درز انقطاع) با در نظر داشتن ضخامت جداگر ؛ خواهد بود

۳-۲- ستون‌ها

نقشه ستونگذاری حاوی موارد زیر است

- نمایش ابعاد ستونها در محل اتصال به فونداسیون
- نمایش محور بندی ستونها
- فاصله درز انقطاع تا بر ستون نمایش داده شود. تطابق ستون گذاری با فایل معماری الزامی است.
- تیپ بندی ستونها میبایست درج گردد.

نقشه جزییات ستون‌ها

- هریک از تیپ ستونها میبایست به صورت نمای روبرو ترسیم گردد.
- آرماتورهای طولی ستونها به همراه محل وصله و طول وصله ترسیم گردد.
- طول ناحیه بحرانی و فواصل خاموت در ناحیه بحرانی و غیر بحرانی میبایست ترسیم گردد.
- نمای ستون در تک تک طبقات میبایست مقطع زده شده و مقاطع با مقیاس حداقل ۱:۲۵ ترسیم شود.
- کد ارتفاعی تیرهای متصل به ستون در تمام طبقات درج گردد.
- مقیاس ترسیم ستونها حداقل ۱:۵۰ است.

۴-۲- تیرها

پلان تیرریزی میبایست شامل موارد زیر باشد:

- پلان تیرریزی برای طبقات مشابه یکدیگر؛ به صورت مجزا ترسیم میگردد.
- مقیاس ترسیم ۱:۱۰۰ می‌باشد.
- درز انقطاع در تمام پلانهای تیرریزی ترسیم گردد.

- بازشوی سقفی شامل نورگیر، داکت تاسیساتی و.. در پلان‌ها به همراه ابعاد مفید بازشو و دو خط اندازه در دو راستای مجزا ترسیم گردد، به نحوی که امکان پیاده سازی بازشو مقدور باشد (انطباق محل و ابعاد بازشو با نقشه معماری الزامیست).
- دستگاه پله و چاله آسانسور به همراه خط اندازه و محل قرارگیری آنها دو خط اندازه ترسیم گردد.
- عبور تیر از درون بازشو سقفی یا چاله آسانسور ممنوع است.
- شانه‌گیر بودن تیرهای اطراف دستگاه پله کنترل شده و محل قرارگیری دقیق این تیرها ترسیم گردد.
- تیرها در پلان تیرریزی متناسب با مقیاس تعریف شده و به عرض واقعی ترسیم گردند.
- جهت تیرچه ها به همراه کمربندهای عرضی بتنی (TIE BEAM) ترسیم شود. چشمه های ملزم به اجرای تیرچه مضاعف، میبایست با نوشتن عبارت - تیرچه مضاعف-و یا نمایش مضاعف بودن آنها ، با فونت حداقل ۰/۴ مشخص گردد.
- تیرهای فرعی اطراف بازشوها یا زیر دیوارهای سنگین – در صورت نیاز- ترسیم گردد.
- دالهای کنسول مطابق معماری طبقه ترسیم شده و خط اندازه کامل ترسیم شود (ابعاد دال و دو خط اندازه جهت پیاده سازی محل استقرار دال)

جزییات تیرها

- نمای روبروی تیرها به همراه آرماتورهای طولی و عرضی نمایش شود.
- طول ناحیه بحرانی تیرها به لحاظ فشردگی خاموتها ترسیم گردد.
- محل وصله آرماتور طولی به همراه طول وصله ترسیم گردد.
- از هر تیر حداقل یک مقطع زده شده و در کنار تیر ترسیم شود.(مقطع با مقیاس ۱:۲۵ بوده و در صورت تغییر عرض تیر، مقطع اضافه ترسیم گردد)
- مقیاس ترسیم نمای روبروی تیرها: ۱:۵۰ می‌باشد.
- محورهای سازه برروی هر تیر نمایش داده شده و خط اندازه بین محورها و تیرهای کنسول ترسیم گردد.
- آرماتورهای گونه ترسیم شود. ترسیم مقطع تیر در محل های دارای آرماتور گونه الزامی است.
- ترسیم گروه آرماتور – در صورت وجود – الزامی است
- رعایت حداقل فاصله آرماتورهای سراسری و تقویتی کنترل شده و با الزامات آیین نامه ای چک شود.
- فواصل آرماتورهای عرضی – در خارج از ناحیه بحرانی- تا حد امکان مضربی از پنج سانتیمتر باشد.

۵-۲- دیوارهای بتن آرمه

پلان استقرار دیوارها

- ترسیم پلان استقرار دیوارها برروی فونداسیون الزامی است .
- درز انقطاع و آکسها به همراه اندازه گذاری، در پلان استقرار دیوارها نمایش داده شود.
- تیپ بندی دیوارها برروی پلان نمایش داده شود.
- ضخامت دیوار – در پایین ترین تراز- در ترسیم رعایت گردد.
- دیوارهای متصل به یکدیگر - T , U- دارای یک شماره به لحاظ تیپ بندی هستند.

جزییات دیوارها

- نمای روبروی دیوار – از پایین ترین تراز تا بالاترین تراز- ترسیم شود.
- برای هر دیوار دو نما ترسیم شود. یک نما حاوی اندازه گذاری دیوار و بازشوهای درون دیوار – در صورت وجود- و نمای دوم حاوی نمایش آرماتورهای طولی و عرضی است.
- دیوارهای متصل به یکدیگر – T, U - میبایست به تعداد وجوه نما ترسیم گردند. همچنن در کنار هر نما، یک شکل شماتیک از پلان دیوار نمایش شده و وجه مورد نظر مشخص گردد.
- آرماتورهای طولی و عرضی با توجه به محل قطع به تفکیک ترسیم گردد. (بعنوان نمونه آرماتورهای عرضی طرفین پنجره داخل دیوار به صورت مجزا ترسیم شود)
- ترسیم مقطع دیوار در هر طبقه الزامی است . ضخامت هر طبقه با خط اندازه ترسیم شود. همچنین پوشش بتن و محل قرار گیری آرماتورهای طولی و عرضی به طول دقیق ترسیم شود.
- آرماتورهای قطری – اطراف بازشو- به همراه قطع و خم یا مقیاس دقیق ترسیم شود.
- آرماتورهای طولی و عرضی میبایست به تفکیک دارای تعداد و فاصله تکرار باشند.
- جزییات اتصال دیوار به سقف (آرماتور دوخت ؛ شامل شماره و فاصله تکرار) ترسیم گردد.
- نمایش ابعاد المان مرزی به همراه آرماتور گذاری ویژه المان مرزی، ترسیم گردد.

۶-۲- سقفهای دال

این بخش شامل سازه های دارای سقف دال به صورت کل مساحت یا بخشی از سقف – مثلا کنسولها – می‌باشد.

پلان سقف:

- تمام یا بخشی از سقف که از نوع دال می‌باشد میبایست در پلان تیرریزی نمایش داده شود.
- در خصوص سازه هایی که بخشی از سقف دال بتن آرمه می‌باشد، آن بخش با هاشور مشخص گردد. بدیهی است ترسیم خطوط اندازه گذاری کامل و دقیق دال و محل استقرار آن – در دو راستا – الزامی است.
- در صورت نیاز، ترسیم آرماتور های سراسری در دو راستا دال در پلان مجزا به صورت خط توزیع انجام شود.
- ترسیم آرماتور های تقویتی طولی و عرضی دال در پلان مجزا به صورت خط توزیع انجام شود. بدیهی است دو خط اندازه – محل استقرار و توزیع – مورد نیاز است
- نحوه مهار آرماتورهای ممان منفی ترسیم شود.
- ترسیم مقطع سقف جهت نمایش آرماتورهای در دو راستا، پوشش بتن، ضخامت دال و... الزامی است
- المانهای نهان درون دال در پلان نمایش داده شده و آرماتورهای طولی و عرضی آنها در پلان و مقطع نمایش داده شوند.
- جزییات ویژه برای آرماتور دالها (طبق بند ۹-۱۸-۴-۲) ترسیم گردد.

۷-۲- رمپ پله بتن آرمه

- برروی پلان مجزا – با مقیاس ۱:۵۰، دستگاه پله در طبقات مشابه ، ترسیم شده و رمپ پله های مختلف تفکیک شده و نامگذاری گردد. (S1, S2,..)
- تفکیک رمپها با هاشورهای مجرا نمایش گردد. همچنین نقطه مبدا و مقصد رمپ میبایست به روشنی مشخص گردد.
- حداقل یک برش برای پله های دو گردشه و دو برش برای پله های سه و چهار گردشه از پله نمایش داده شود. و تمام طبقات در این برش ها ترسیم گردد.در این برش خطوط سازه ای رمپ با ضخامت بیشتر و خطوط معماری با ضخامت حداقل نمایش شود. کد ارتفاعی تمام رمپها (سازه ای و معماری) نمایش داده شود.

- هریک از رمپها – به تفکیک نمایش شده در پلان رمپها- به صورت مجزا از نمای روبروی ترسیم شده و نقطه شروع رمپ و پایان رمپ ترسیم شود. همچنین در نمای روبروی ضخامت رمپ، آرماتورهای طولی و عرضی و نحوه مهار و قلاب آنها نمایش داده شود.
- از هریک از تیپ رمپ‌ها یک مقطع به همراه آرماتور گذاری آن نمایش داده شود.

۳– الزامات نقشه سازه های فولادی

۱-۳- الزمات و جزییات عمومی

جزییات عمومی حاوی موارد زیر ارایه گردد:

- اتصال تیرچه به تیر فلزی
- جدول باز و بست قالب اعضا مختلف سازه (بخش های بتن آرمه)
- جدول طول همپوشانی ؛ قطع و خم میلگردها (بخش های بتن آرمه)
- نمایش محل عمومی قطع و همپوشانی آرماتورها
- جزییات عمومی الکترودهای مصرفی (نوع، قطر)
- جزییات عمومی پیچ و مهره های مصرفی (نوع ، قطر، نحوه بستن و گشتاور مورد نیاز سفت کردن در صورت اصطکاکی بودن اتصال)
- نمایش جزییات سقف تیرچه شامل برش دارای خط اندازه – دال و جان تیرچه-، آرماتورهای منفی و ادگا اتصال تیرچه به تیر، جدول آرماتور تیرچه ها بر اساس کاربری و دهانه تیرچه ها، جزییات تیر مهاری تیرچه
- نمایش جزییات عمومی بارگذاری کفها (بام ، طبقات، پارکینگ)
- نمایش جزییات دیوارهای داخلی و پیرامونی (دقیقا همخوان با معماری)
- جزییات مهار دیوارهای غیر سازه ای
- جزییات کامل نعل درگاه ها
- جزییات کامل سازه نگهبان (حاوی جزییات سازه ای کامل سازه نگهدارنده، پلان نمایش محل استقرار سازه نگهبان با اندازه گذاری کامل در پلان، مهار سازه نگهدارنده به یکدیگر، مراحل اجرای سازه نگهدارنده ، جزییات فونداسیون سازه نگهدارنده و المانهای الحاقی آن، ...)

۲-۳- فونداسیون

نقشه های فونداسیون شامل پلان قالب‌بندی، پلان آرماتورهای تقویتی فوقانی و تحتانی و نهایتا جزئیات فونداسیون می‌باشد.

پلان قالب‌بندی فونداسیون می‌بایست شامل موارد ذیل می‌باشد:

- نمایش درز انقطاع برروی فونداسیون و نمایش محل قرارگیری ستونها نسبت به درز انقطاع
- نمایش محورهای سازه و ترسیم خط اندازه در دوجهت، به منظور امکان پیاده سازی برروی زمین و فونداسیون
- ترسیم ابعاد دقیق ستونها و دیوارهای برشی و ترسیم محل قرارگیری دیوار های برشی برروی فونداسیون
- ترسیم ابعاد دقیق و محل قرار گیری چاله آسانسور
- ترسیم ابعاد دقیق و محل قرارگیری صفحه ستون شمشیری برروی فونداسیون
- ترسیم علامت کد ارتفاعی سطح بتن تمام شده فونداسیون
- ترسیم خط اندازه کامل برروی فونداسیون در دو راستای طولی و عرضی به طور کامل . (توجه گردد استفاده از عنواینی همانند F1 , T1 مجاز نیست)
- ترسیم صفحه ستونها برروی فونداسیون و نمایش محل استقرار کف ستون نسبت به لبه های فونداسیون و محورها و درز انقطاع

پلان آرماتور تقویتی فونداسیون میبایست شامل موارد ذیل می‌باشد:

- برای هر یک از دو شبکه های فوقانی و تحتانی ؛ یک پلان مجزا ترسیم شود(دوپلان)
- در کنار آرماتور تقویت میبایست تعداد و شماره آرماتور و نیز طول آن به وضوح درج گردد.
- هر آرماتور تقویتی شامل دو خط اندازه ؛ یکی محل استقرار آرماتور نسبت به لبه فونداسیون و دیگری طول پخش آرماتور می‌باشد.
- پلان آرماتور تقویت حاوی آکسها و خطوط اندازه آنها می‌باشد.
- رعایت حداقل فاصله آرماتور تقویت – با در نظر داشتن آرماتورهای سراسری و عرضی فونداسیون – کنترل گردد.

جزییات عمومی فونداسیون حاوی موارد زیر است:

- برش از تمام عرضهای موجود فونداسیون (با مقیاس حداقل ۱:۵۰) . برش شامل آرماتورهای طولی و عرضی بالاو پایین، کد ارتفاعی بتن تمام شده فونداسیون ، کد ارتفاعی تمام شده بالا و پایین بتن مگر، ضخامت فونداسیون و ضخامت بتن مگر می‌باشد.
- نمایش اتصال کف ستون شمشیری پله به فونداسیون .
- نمایش اتصال رمپ خودرو – در صورت وجود – با جزییات مشابه رمپ پله
- نمایش اتصال و آرماتور بندی چاله آسانسور به پی
- نمایش جزییات همجواری فونداسیون سازه با فونداسیون سازه مجاور . این جزییات حاوی نمایش جنس و ضخامت جداگر دو فونداسیون، فاصله ستون سازه از لبه فونداسیون (درز انقطاع) با در نظر داشتن ضخامت جداگر ؛ خواهد بود.

۳-۳- ستون ها و کف ستونها

نقشه ستون گذاری حاوی موارد زیر است:

- نمایش ابعاد کف ستونها و نمایش محل استقرار آنها
- نمایش محور بندی ستونها (هر ستون تلاقی دو محور است)
- درز انقطاع نمایش داده شده و فاصله ستونهای مشرف به درز انقطاع دارای خط اندازه نسبت به درز باشد. تطابق ستون گذاری با نقشه معماری الزامی است.
- تیپ بندی ستونها میبایست درج گردد.
- تیپ بندی صفحه ستون باید نمایش داده شود.

نقشه جزییات ستونها و کف ستونها

- هریک از تیپ ستونها میبایست به صورت نمای روبرو ترسیم گردد.
- نمای ستون در کلیه طبقات میبایست مقطع زده شده و مقاطع با مقیاس حداقل ۱:۱۰ ترسیم شود.
- کد ارتفاعی تیرهای متصل به ستون در تمام طبقات درج گردد.
- مقیاس ترسیم ستونها حداقل ۱:۵۰ است
- مقطع ستونهای به کارگیری شده ؛ با مقیاس ۱:۱۰ ترسیم شود.
- ستونهای ساخته شده از ورق به همراه جزییات جوشکاری در طول عضو ترسیم گردد.
- ورقهای سخت کننده پای ستون به لحاظ تعداد توزیع ؛ ابعاد و ضخامت سخت کننده ترسیم شود.

- ترسیم فرآیند ساخت ستونهای چهار طرف بسته (باکس)– به لحاظ کردن بعد چهارم و جوشکاری ورق پیوستگی و مضاعف در صورت نیاز– ترسیم گردد.
- نمایش محل مجاز وصله ستون و محل مجاز کاهش مقطع ستون الزامیست.
- جزییات وصله ستون به طور کامل ارایه گردد.
- جزییات کاهش مقطع ستون به طور کامل ارایه گردد.
- جزییات کامل کف ستونها شامل ابعاد کف ستون، محل و قطر سوراخ میل مهار و سوراخ هواگیری، ابعاد و محل ورق های سخت کننده به همراه جزییات جوش آنها ارایه گردد.
- جزییات جوش ستون به کف ستون ارایه گردد
- جزییات میل مهارها شامل طول میل مهار، طول رزوه، تعداد مهره، طول خم و جنس میل مهار ارایه گردد.
- حداقل یک برش از اتصال ستون به کف ستون با جزییات کامل ترسیم گردد.

۴-۳- تیرها

پلان تیرریزی:

- پلان تیرریزی برای طبقات مشابه یکدیگر ؛ به صورت مجزا ترسیم گردد.
- مقیاس ترسیم ۱:۱۰۰ باشد.
- درز انقطاع در تمام پلانهای تیرریزی ترسیم گردد.
- بازشوی سقفی شامل نورگیر؛ داکت تاسیساتی و.. در پلانها به همراه ابعاد مفید بازشو و دو خط اندازه – در دو راستای مجزا- ترسیم گردد به نحوی که امکان پیاده سازی بازشو مقدور باشد.
- دستگاه پله و چاله آسانسور به همراه خط اندازه و محل قرارگیری آنها – دو خط اندازه – ترسیم گردد.
- عبور تیر از دورن باشو سقفی یا چاله آسانسور ممنوع است.
- تیرها در پلان تیرریزی متناسب با مقیاس تعریف شده و با عرض واقعی ترسیم گردند.
- جهت تیرچه ها به همراه کمر بند عرضی بتنی ، (TIE BEAM) ترسیم شود. چشمه های ملزم به اجرای تیرچه مضاعف میبایست با نوشتن عبارت - تیرچه مضاعف- با فونت حداقل ۰/۴ و یا ترسیم مضاعف بودن تیرچه ، مشخص گردد.
- تیرهای فرعی اطراف بازشوها یا زیر دیوارهای سنگین – در صورت نیاز- ترسیم گردد.
- دالهای کنسول مطابق معماری طبقه ترسیم شده و خط اندازه کامل ترسیم شود (ابعاد دال و دو خط اندازه جهت پیاده سازی محل استقرار دال)

- اتصال تمام تیرهای مفصلی با علامت دایره توپر و اتصال تیرهای گیردار با علامت مثلث توپر نشانه گذاری شود.
- تیپ بندی تیرها در هر پلان نمایش داده شود.
- در صورت وجود ورق تقویتی تیر؛ ورق تقویت و ابعاد آن در پلان تیرریزی نمایش گردد.

جزییات تیرها

- مقطع تیرهای بکارگیری شده در سقفها باید با مقیاس ۱:۱۰ ترسیم شود
- ترسیم ورقهای سخت کننده تیرها و مهار جانبی (شامل ابعاد و توزیع آنها در طول تیر) نمایش داده شود
- جزییات جوش تیرورقها نمایش داده شود.
- جزییات وصله تیرها به تفکیک هر تیر ترسیم گردد.

۵-۳- دیوارهای بتن آرمه

پلان استقرار دیوارها

- ترسیم پلان استقرار دیوارها بروی فونداسیون الزامی است .
- درز انقطاع و محورها به همراه اندازه گذاری، در پلان استقرار دیوارها نمایش داده شود
- تیپ بندی دیوارها برروی پلان نمایش داده شود.
- ضخامت دیوار – در پایین ترین تراز- در ترسیم رعایت گردد.
- دیوارهای متصل به یکدیگر - T , U- دارای یک شماره به لحاظ تیپ بندی هستند.

جزییات دیوارها

- نمای روبروی دیوار – از پایین ترین تراز تا بالاترین تراز- ترسیم شود.
- برای هر دیوار دو نما ترسیم شود. یک نما حاوی اندازه گذاری دیوار و بازشوهای درون دیوار – در صورت وجود- می‌باشد. نمای دوم حاوی نمایش آرماتورهای طولی و عرضی است.
- دیوارهای متصل به یکدیگر – T, U - میبایست به تعداد وجوه ترسیم نما گردند. همچنن در کنار هر نما، یک شکل شماتیک از پلان دیوار نمایش شده و وجه مورد نظر مشخص گردد.

- آرماتورهای طولی و عرضی با توجه به محل قطع به تفکیک ترسیم گردد. (بعنوان نمونه آرماتورهای عرضی طرفین پنجره داخل دیوار به صورت مجزا ترسیم شود)
- ترسیم مقطع دیوار در هر طبقه الزامی است . ضخامت هر طبقه با خط اندازه ترسیم شود. همچنین پوشش بتن و محل قرار گیری آرماتورهای طولی و عرضی به طول دقیق ترسیم شود.
- آرماتورهای قطری – اطراف بازشو- به همراه قطع و خم یا مقیاس دقیق ترسیم شود.
- آرماتورهای طولی و عرضی میبایست به تفکیک دارای تعداد و فاصله تکرار باشند.
- جزییات اتصال دیوار به تیر و ستون ترسیم شود.(برشگیر به همراه مقطع عضو؛ فاصله تکرار؛ جزییات جوش برشگیر به تیر یا ستون) ترسیم گردد
- جزییات اتصال دیوار به سقف (آرماتور دوخت ؛ شامل قطر و فاصله تکرار) ترسیم گردد.

۶-۳- سقفهای دال

- تمام یا بخشی از سقف که از نوع دال می‌باشد میبایست در پلان تیرریزی نمایش داده شود.
- در خصوص سازه هایی که بخشی از سقف دال بتن آرمه می‌باشد، آن بخش با هاشور مشخص گردد. بدیهی است ترسیم خطوط اندازه گذاری کامل و دقیق دال و محل استقرار آن – در دو راستا – الزامی است.
- در صورت نیاز، ترسیم آرماتور های سراسری در دو راستا دال در پلان مجزا به صورت خط توزیع انجام شود.
- ترسیم آرماتور های تقویتی طولی و عرضی دال در پلان مجزا به صورت خط توزیع انجام شود. بدیهی است دو خط اندازه – محل استقرار و توزیع – مورد نیاز است
- نحوه مهار آرماتورهای ممان منفی ترسیم شود.
- ترسیم مقطع سقف جهت نمایش آرماتورهای در دو راستا، کاور، ضخامت دال ... الزامی است
- المانهای نهان درون دال در پلان نمایش شده و آرماتورهای طولی و عرضی آنها در پلان و مقطع نمایش شود.
- جزییات ویژه برای آرماتور دالها (طبق بند ۹-۱۸-۴-۲) ترسیم گردد.

۳-۷- رمپ پله فلزی

- برروی پلان مجزا – با مقیاس ۱:۵۰، دستگاه پله در طبقات مشابه ، ترسیم شده و رمپ پله های مختلف تفکیک شده و نامگذاری میگردد. (S1, S2,..)
- تفکیک رمپها با هاشورهای مجرا نمایش گردد. همچنین نقطه مبدا و مقصد رمپ میبایست به روشنی مشخص گردد.
- حداقل یک برش برای پله های دو گردشه و دو برش برای پله های سه و چهار گردشه از پله زده شده و تمام طبقات در این برش ها ترسیم گردد.در این برش خطوط سازه ای رمپ با ضخامت بیشتر و خطوط معماری با ضخامت حداقل نمایش شود. کد ارتفاعی تمام رمپها (سازه ای و معماری) نمایش شود.
- هریک از رمپها – به تفکیک نمایش شده در پلان رمپها- به صورت مجزا از نمای روبروی ترسیم شده و نقطه شروع رمپ و پایان رمپ ترسیم شود. همچنین در نمای روبروی ضخامت رمپ، پروفیل به همراه شماره آن ؛ نمایش شود.
- هریک از رمپها (شمشیری) به تفکیک ابعاد و شماره آن ؛ ترسیم شده و جزییات خم پروفیل و اتصال آن به عضو دیگر ترسیم شود.

۳-۸- مهاربند های فولادی

- به لحاظ ابعاد و پروفیل هر مهاربند ؛ پلان تیپ بندی مهاربندی ترسیم گردد
- پلان تیپ بندی مهاربندها ، مجزا از مابقی پلانها است.
- نمای روبروی هر تیپ مهاربندی در تمام ارتفاع ترسیم گردد (شکل و پروفیل محل قرارگیری مهاربند نسبت به تیر و ستون ترسیم گردد)
- جزییات اتصال مهاربند به تیر و ستون در محلهای گوشه و تلاقی مهاربند و ... به تفکیک شماره پروفیل مهاربند ؛ ترسیم گردد.
- ارایه اطلاعات به صورت جدولی ممنوع است.
- نمایش لقمه ها (محل شروع و فواصل تکرار آن) در نمای مهاربند ترسیم گردد.
- جزییات اتصال ورق لقمه به مهاربند ترسیم گردد.
- نمایش خط آزاد خمش – بالطبع جزییات اتصال مهاربند و محل اتصال مهاربند به گاست- ترسیم گردد.
- جزییات سخت کننده تیر پیوند در مهاربندهای مربوطه نمایش داده شود.
- انطباق جزییات ورق گاست با اتصال تیر به ستون انجام شده و جزییات لازم ترسیم گردد.

۹-۳- اتصالات

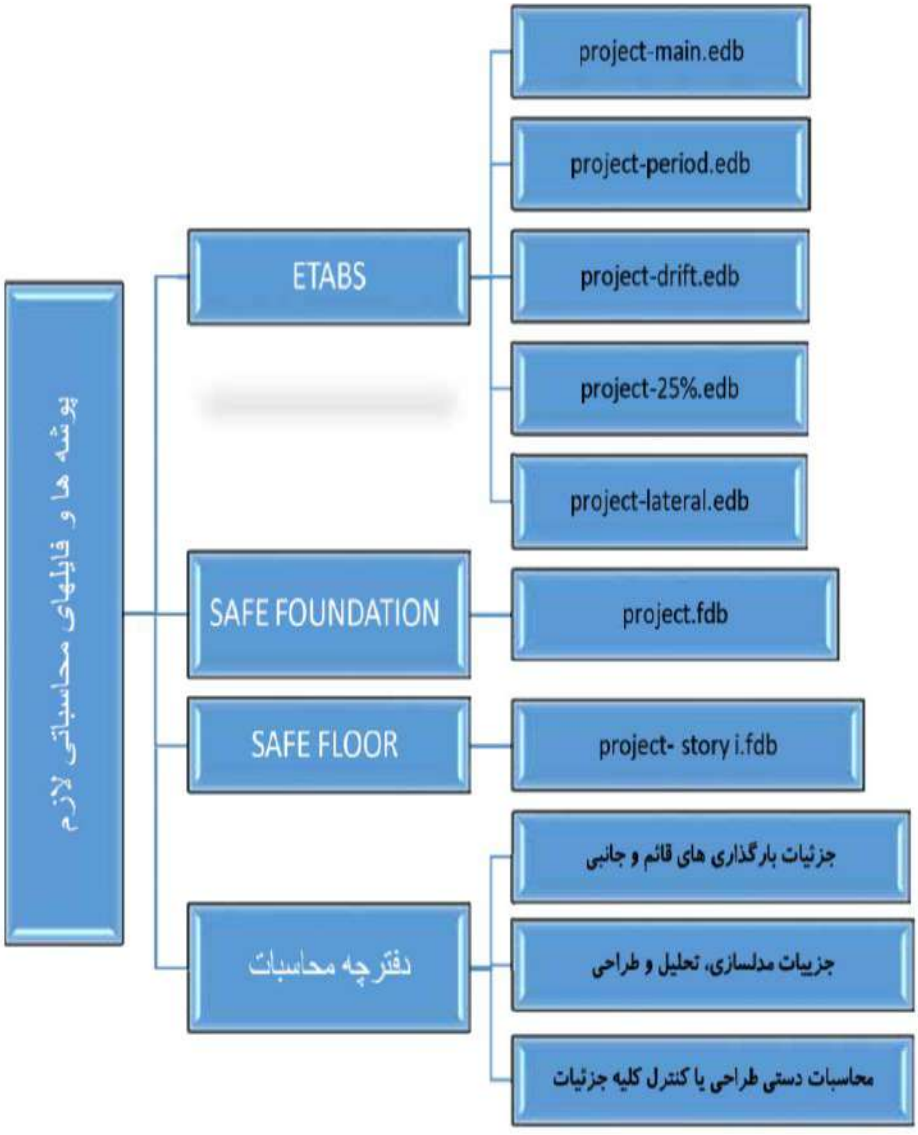
- اتصالات مفصلی و گیردار تیر به ستون به تفکیک تیر و ستون ترسیم گردد.
- اتصالات ارایه شده به صورت مجزا و از دو نما و یک پلان ترسیم گردد.
- اتصال تیر به تیر به تفکیک تیر فرعی و تیر حمال ترسیم گردد.
- ارایه اطلاعات جدولی بطور کلی ممنوع بوده و اتصال هر تیر مجزا ترسیم شود.
- جزییات جوشها در اتصالات به تفکیک ترسیم گردد.
- جزییات سوراخ دسترسی (در صورت نیاز) جهت جوشکاری ارایه گردد.

بخش ششم

پیوست ها

۱ – نحوه ارایه فایلها

نحوه ارایه فایلهای طراحی سازه - جهت کنترل - به شکل زیر می‌باشد:



- نقشه های سازه میبایست در یک نسخه کاغذی – ممهور به مهر مهندس طراح سازه – و فایل الکترونیک با فرمت PDF ارایه گردد. فایل الکترونیک می‌بایست اسکن نقشه‌های مهر شده کاغذی باشد و در لوح فشرده مدارک محاسباتی موجود باشد. همچنین بدیهی است در صورت تغییرات نقشه های سازه، آخرین نسخه میباست در لوح فشرده موجود باشد.
- از ارایه فایلهای محاسباتی یا نقشه‌های ویرایش قبل در لوح فشرده قویاً خودداری شود.
- در لوح فشرده فایلها با فرمت فوق موجود باشد و از ارایه فایلهای اضافی همانند فایل‌هایی که نرم افزار هنگام تحلیل تولید می‌کند، خودداری گردد.
- فایلهای مدلسازی باید بدون خطا (error) و هشدار (warning) باشد.
- فایلهای با دسته بندی فوق (حاوی چهار پوشه ETABS , SAFE FOUNDATION, SAFE FLOOR , NOTE, DWG) باشد که در هر پوشه مدارک مربوطه موجود باشد. از ارایه فایل به صورت فشرده خودداری شود.

*****توضیح اینکه ترکیبات بار ، جهت طراحی سازه فلزی ، طراحی سازه بتنی و تغییر شکلها و کنترل تنش خاک بر اساس آیین نامه های مربوطه (ACI-318&AISC LRFD05) ، متعاقباً و همزمان با ابلاغ نهایی اجرایی، پیوست خواهد شد.**