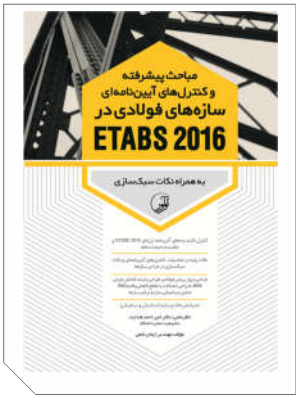
مباحث پیشرفته و کنترل‌های آیین‌نامه‌ای سـازه‌هـای فولادی در ETABS 2016

به همراه نکات سبک‌سازی



ناظر علمی:
دکتر امیر احمد هدایت
(عضو هیئت علمی دانشگاه
آزاد اسلامی واحد کرمان)
مؤلف:
مهندس ایمان نخعی

سرشناسه: نخعی، ایمان، ۱۳۶۲ –
عنوان و نام پدیدآور: مباحث پیشرفته و کنترل‌های آیین‌نامه‌ای سازه‌های فولادی در ETABS 2016: به همراه نکات سبک‌سازی/ مولف ایمان نخعی؛ ناظر علمی امیراحمد هدایت.
مشخصات نشر: تهران: نوآور، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری: ۲۷۴ ص.
شابک: ۹۷۸–۶۰۰–۱۶۸–۴۰۰–۵
وضعیت فهرست نویسی: فیپا
یادداشت: کتابنامه: ص. [۲۷۸].
موضوع: اتبز (برنامه کامپیوتر)
موضوع: ETABS (computer program)
موضوع: سازه‌های فولادی –– طرح و ساختمان –– نرم‌افزار
موضوع: Steel structures -- Design and construction -- Software*
موضوع: سازه‌های فولادی –– استانداردها
موضوع: Steel structures -- Standards*
موضوع: ساختمان‌های ضد زلزله –– نرم‌افزار
موضوع: Earthquake resistant design -- Software
موضوع: مهندسی سازه –– برنامه‌های کامپیوتری
موضوع: Structural engineering -- Computer programs
موضوع: سازه‌های فولادی –– اثر زلزله
موضوع: Earthquake effects –– Steel structures*
شناسه افزوده: هدایت، امیراحمد، ۱۳۴۹ –
رده‌بندی کنگره: TA۶۴۷/ن۳م۲ ۱۳۹۷
رده‌بندی دیویی: ۱۷۱۰۲۸۵/۶۲۴
شماره کتابشناسی ملی: ۵۱۹۶۳۹۱

مباحث پیشرفته و کنترل‌های آیین‌نامه‌ای سازه‌های فولادی در ETABS 2016

مؤلف: مهندس ایمان نخعی
ناظر علمی: دکتر امیر احمد هدایت
ناشر: نوآور
شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
مدیر فنی: محمدرضا نصیرنیا
شابک: ۹۷۸–۶۰۰–۱۶۸–۴۰۰–۵

نشرنوآور

مرکز پخش:

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان شهدای ژاندارمری نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸، طبقه دوم، واحد ۶ تلفن: ۹۲ـ ۶۶۴۸۴۱۹۱، www. noavarpub. com

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور می‌باشد. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس‌برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی‌دی، دی‌وی‌دی، فیلم فایل صوتی یا تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً حرام است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

فـهرست مطالب

پیشگفتار ۱۱
فصل اول: نکات اولیه محاسبات ۱۳
۱. مقدمه ۱۳
۱-۱ بررسی نقشه‌های معماری ۱۳
۱-۱-۱. نحوه ستون‌گذاری و محوربندی ۱۳
۱-۱-۲ ابعاد مفید آسانسور ۱۴
۱- ۲. انتخاب نوع اسکلت سازه ۱۴
۱-۳ انواع سیستم سازه‌ای ۱۵
۱-۳-۱ سیستم دیوارهای باربر ۱۵
۱-۳-۲ انواع دیوارهای باربر ۱۵
۱-۳-۳ سیستم قاب ساختمانی ساده ۱۵
۱-۳-۴ سیستم قاب خمشی ۱۵
۱-۳-۵ سیستم دوگانه یا ترکیبی ۱۶
۱-۳-۶ سایر سیستم‌های سازه‌ای ۱۷
۱- ۴ انتخاب سیستم باربری مناسب ۱۸
۱-۴-۱ قاب خمشی ۱۸
۱-۴-۲ قاب مهاربندی شده واگرا: (EBF) ۱۹
۱-۴-۳ قاب مهاربندی شده همگرای معمولی: (OCBF) ۱۹
۱-۴-۴ قاب مهاربندی شده همگرای ویژه: (SCBF) ۱۹
۱-۴-۵ دیوار برشی: (Shear Wall) ۱۹
۱-۴-۶ سیستم‌های رایج ۲۱
۱-۴-۷ نکته‌هایی در مورد انتخاب سیستم ۲۱
۱-۴-۸ نحوه قرارگیری سیستم مقاوم در سازه ۲۳
۱-۵ سقفها در سازه ۲۴
۱-۵-۱ تعریف دیافراگم در آیین‌نامه ۲۸۰۰ ..... ۲۴
۱-۵-۲ انواع دیافراگم ۲۴
۱-۵-۳ بررسی انواع سقف‌های متداول ۲۵
۱-۶ بررسی تیر ریزی در سازه‌های بتنی و فولادی ۲۷
۱-۶-۱ انواع تیر ریزی ۲۷
۱-۷ نحوه قرارگیری تیر، ستون و بادبند در سازه که بهترین عملکرد را داشته باشند ۲۸
۱-۷-۱ نحوه تعیین محور قوی و ضعیف پروفیل ۲۹
۱-۷-۲ نحوه اتصالات اعضای سازه ۲۹
۱-۸ بارگذاری سازه ۳۰
۱-۸-۱ بارهای ثقلی ۳۰

۱-۸-۲ بار زنده ۳۰
۱-۸-۳ بار برف ۳۵
۱-۸-۴ بارگذاری زلزله ۳۸
۱-۹ کنترل درز انقطاع ۳۸
۱-۱۰ تعیین تراز پایه ۳۹
۱-۱۱ ترکیب سیستم‌ها درارتفاع ۴۰
۱-۱۲ نامنظمی در پلان ۴۱
۱-۱۳ نامنظمی هندسی در ارتفاع ۴۴
۱-۱۴ نامنظمی جرمی در ارتفاع ۴۵
۱-۱۵ نامنظمی قطع سیستم باربر جانبی در ارتفاع ۴۵
۱-۱۶ نامنظمی در سختی جانبی ۴۶
۱-۱۸- نامنظمی در مقاومت جانبی ۴۶

فصل دوم: کنترل بندهای طراحی لرزه‌ای نرم‌افزار ETABS 2016 با مبحث دهم مقررات ملی ۱۳۹۲ ۴۸
۲. مقدمه ۴۸
۲-۱ تنظیمات طراحی Design Preferences در نرم‌افزار ۴۸
۲-۲ تنظیمات Design Overwrites در نرم‌افزار ۴۹
۲-۳ انواع سیستم‌های پشتیبانی شده در نرم‌افزار ۴۹
۲-۴ مقررات قابل اجراء طرح لرزه‌ای در نرم‌افزار ۴۹
۱۰-۳-۱ هدف و دامنه کاربرد ۵۰
۱۰ -۳-۲ تعاریف ۵۰
۲-۵ ترکیب بارهای طراحی نرم‌افزار ۵۲
۲-۶ تقسیم‌بندی مقاطع برای کمانش موضعی در نرم‌افزار ۵۳
۲-۷ کنترل‌های ویژه برای مقاومت ستون در نرم‌افزار ۶۰
۲-۸ طراحی عضو در نرم‌افزار ۶۲
۲-۹ طراحی گره Joint Design در نرم‌افزار ۸۱

فصل سوم: طراحی سازه فولادی ۹۸
۳. مقدمه ۹۸
۳-۱ روشهای متداول طراحی سازه فولادی ۹۸
۳-۱-۱ روش حالت حدی ۹۸
۳-۲ الزامات تحلیل و طراحی برای تامین پایداری ۹۹
۳-۳ دسته‌بندی سیستم‌های قاب‌بندی شده و طول موثر کمانش اعضاء ۹۹
۳-۴ روش‌های تحلیل مرتبه دوم ۱۰۰
۳-۵ روش‌های قابل قبول تحلیل و طراحی ۱۰۰
۳-۵-۱ روش تحلیل مستقیم ۱۰۰
۳-۵-۲ محدودیت‌ها و الزامات روش طول موثر ۱۰۱

۳-۵-۳ محدودیت‌ها و الزامات روش تحلیل مرتبه اول ۱۰۲
۳-۶ نکات طراحی سازه‌های فولادی به روش LRFD در نرم‌افزار ETABS ۱۰۳

فصل چهارم: ترکیب بارگذاری ۱۰۹
۴. مقدمه ۱۰۹
۴-۱ ترکیب بارهای سازه‌های فولادی در روش ضرائب بار و مقاومت ۱۰۹
۴-۲ معرفی حالات بار برای نرم‌افزار ETABS ۱۰۹
۴-۲-۱ نکات ساخت ترکیب بارها ۱۱۴
۴-۳ ترکیب بارهای طراحی سازه فولادی ۱۱۶
۴-۳-۱ ترکیب بارهای تحلیل استاتیکی سازه‌های فولادی در روش ضرائب بار و مقاومت ۱۱۶
۴-۳-۲ ترکیب بارهای آنالیر دینامیکی حالت حدی LRFD ۱۲۰
۴-۳-۳ ترکیب بارهای تیر کامپوزیت ۱۲۳
۴-۳-۴ ترکیب بار جهت محاسبه جرم موثر سازه جهت محاسبه برش پایه زلزله ۱۲۴
۴-۳-۵ ترکیب بارهای تشدید یافته در زلزله ۱۲۴
۴-۳-۶ ترکیب بار P-Δ ۱۲۴
۴-۳-۷ ترکیب بار طراحی اتصالات سازه ۱۲۵

فصل پنجم: سبک‌سازی سازه‌ها ۱۲۶
۵. مقدمه ۱۲۶

فصل ششم: برخی کنترل‌های مهم در سازه ۱۲۹
۶. مقدمه ۱۲۹
۶-۱ تعیین ضریب نامعینی سازه ρ ۱۲۹
۶-۱-۱ آیین‌نامه 2800 در رابطه با نحوه تعیین)ρ بند 3-3-2 آیین‌نامه ۲۸۰۰) ۱۲۹
۶-۱-۲ مراحل تعیین ضریب نامعینی ۱۳۰
۶-۱-۳ در ساختمان‌ها یا اجزاء زیر مقدار ضریب نامعینی برابر است با یک ۱۳۱
۶-۲ کنترل طبقه نرم و سختی طبقات ۱۳۱
۶-۳ کنترل دیافراگم صلب طبقات ۱۳۵
۶-۳-۱ کنترل دیافراگ صلب در طبقه بام ۱۳۶
۶-۴ کنترل بار تشدید یافته ۱۴۱
۶-۵ کنترل‌های قاب خمشی ویژه ۱۴۲

فصل هفتم: طراحی برخی از اعضاء سازه‌ای و اتصالات ۱۴۵
۷.مقدمه ۱۴۵
۷-۱ طراحی مهاربندهای جانبی (Lateral Brace) ۱۴۵
۷-۱-۱ مهارهای جانبی برای نیروهای زیر طراحی می‌شوند ۱۴۵

۷-۲ طراحی گام به گام اتصال گیردار با ورق روسری و زیر سری (کله گاوی)..... ۱۴۷
۷-۳ طراحی اتصالات گیردار مستقیم تیر با مقطع کاهش یافته (RBS)..... ۱۵۲
۷-۳-۱ انواع اتصالات گیرار از پیش تایید شده..... ۱۵۴
۷-۳-۲ الزامات عمومی اتصالات گیردار از پیش تایید شده..... ۱۵۴
۷-۳-۳ ساخت برش‌های بال..... ۱۵۷
۷-۳-۴ اصول طراحی..... ۱۵۸
۷-۳-۵ کنترل اتصال RBS در نرم‌افزار ETABS 2016..... ۱۶۶

فصل هشتم: روش‌های تحلیل دینامیکی..... ۱۶۷
۸. مقدمه..... ۱۶۷
۸-۱ روش تحلیل دینامیکی برای ساختمان‌های زیر الزامی است..... ۱۶۷
۸-۱-۱ تحلیل استاتیکی..... ۱۶۷
۸-۱-۲ تحلیل دینامیکی و روش‌های خطی آن..... ۱۶۷
۸-۲ روش تاریخچه زمانی..... ۱۶۸
۸- ۲-۱ اصلاح مقادیر بازتاب‌ها..... ۱۶۸
۸-۲-۲ روش کار:..... ۱۶۹
۸-۲-۳ محاسبه ضریب مقیاس..... ۱۷۴
۸-۲-۴ ادامه در نرم‌افزار ETABS 2016..... ۱۷۸
۸-۲-۵ اصلاح مقادیر بازتاب‌ها..... ۱۸۳
۸-۳- روش تحلیل طیفی..... ۱۸۳
۸-۳-۱ تعداد مدهای نوسان..... ۱۸۳
۸-۳-۲ ترکیب اثر مودها..... ۱۸۳
۸-۳-۳ اصلاح مقادیر بازتاب:..... ۱۸۴
۸-۳-۴ طیف طرح استاندارد:..... ۱۸۴
۸-۳-۵ طیف طرح ویژه ساختگاه:..... ۱۸۵
۸-۳-۶ محاسبه طیف طرح استاندارد..... ۱۸۵
۸-۳-۷ مراحل کار در نرم‌افزار ETABS 2016..... ۱۸۶
۸-۳-۸ همپایه‌سازی برش‌های پایه حاصل از تحلیل استاتیکی و دینامیکی..... ۱۹۲
۸-۳-۹ کنترل درصد مشارکت مودها..... ۱۹۵
۸-۳-۱۰ کنترل دریفت و نامنظمی پیچشی سازه در آنالیز طیفی..... ۱۹۶
۸-۳-۱۱ کنترل نامنظمی پیچشی سازه..... ۱۹۷

فصل نهم: طراحی بادبند کمانش تاب BRB در نـــرم‌افـــزار ETABS 2016..... ۱۹۸
۹. مقدمه..... ۱۹۸
۹-۱ آشنایی با مهار بند کمانش تاب (BRB)..... ۱۹۸
۹-۲ اجزاء تشکیل دهنده مهاربند کمانش تاب..... ۱۹۹
۹-۳ اصول طراحی مهاربند کمانش تاب..... ۲۰۰

۹-۴ طراحی اتصال مهار بند کمانش تاب ۲۰۴
۹-۵ ضوابط تیرها و ستونهای قاب مهاربند کمانش تاب ۲۰۴
۹-۶ منطقه محافظت شده ۲۰۴
۹-۷ طراحی مهاربند کمانش تاب در ETABS 2016 ..... ۲۰۶
۹-۷-۱ اصلاح سختی ۲۰۸
۹-۷-۲ پارامترهای طراحی بادبند کمانش تاب در ETABS 2016 ..... ۲۱۰
۹-۷-۳ نتایج طراحی بادبند کمانش تاب در Etabs 2016 ..... ۲۱۱
۹-۷-۴ کنترل ضریب اصلاح سختی مهاربندهای کمانش تاب ۲۱۹
۹-۷-۵ تعیین نیروهای نامتعادل و طراحی لرزه‌ای تیرها و ستون‌ها در قاب‌های مهاربندی‌شده ۲۱۹
۹-۷-۶ تعیین ابعاد تقریبی برای غلاف فولادی پیرامونی ۲۲۵
۹-۸ الزامات مهار جانبی تیرها در مهاربند کمانش تاب ۲۲۶

فصل دهم: اثرات اندرکنش خاک و سازه ۲۲۷
۱۰. مقدمه ۲۲۷
۱۰-۱ آشنایی با اندرکنش خاک و سازه ۲۲۷
۱۰-۲ درنظر گرفتن اثر اندرکنش خاک و سازه ۲۲۸
۱۰-۳ روشهای مدلسازی خاک: ۲۲۸
۱۰-۳-۱ نمونه‌ای از مدلسازی اندرکنش خاک و سازه ۲۲۹
۱۰-۴ فرآیند تحلیل ۲۲۹
۱۰-۵ روش‌های تحلیل ۲۲۹
۱۰-۵-۱-روش تحلیل استاتیکی معادل ۲۳۰
۱۰-۵-۲ روش تحلیل دینامیکی طیفی ۲۳۴

فصل یازدهم: طراحی دیوار برشی فولادی ۲۳۹
۱۱. مقدمه: ۲۳۹
۱۱-۱ سیستم دیوار برشی فولادی ویژه (Special Steel Plate Shear Wall) ۲۳۹
۱۱-۱-۱ مزایای استفاده از دیوار برشی فولادی: ۲۴۰
۱۱-۱-۲ نکات مربوط به سیستم دیوار برشی فولادی: ۲۴۱
۱۱-۲ طراحی گام به گام دیوار برشی در نرم افزار ETABS: ۲۴۳
۱۱-۲-۱ روشهای تحلیل و طراحی دیوار برشی: ۲۴۳
۱۱-۲-۲ مراحل گام به گام طراحی: ۲۴۵
۱۱-۳ طراحی دستی المان‌های مرزی دیوار برشی فولادی مطابق با AISC DSIGN GUIDE 20: ۲۵۶
۱۱-۳-۱ طراحی تیر (HBE): ۲۵۶
۱۱-۳-۲ طراحی ستون (VBE): ۲۵۹
۱۱-۴ دیوار برشی سوراخ‌دار: ۲۶۱

پیوست ۱: جداول استاندارد ابعادی آسانسور ۲۶۳

آسانسورهای کنار هم دارای چاه مشترک ۲۶۳

پیوست ۲: جدول شماره خطاهای نرم‌افزار ETABS 2016 در سازه فلزی ۲۷۱

منابع و مآخذ ۲۷۸

پیشگفتار

همانطور که می‌دانید در طراحی کلیه سازه‌ها کنترل ضوابط لرزه‌ای اجباری است. فلسفه طراحی لرزه‌ای بالا بردن شکل‌پذیری سازه‌ها و جلوگیری از ریزش آنها می‌باشد که ضوابط آن در آیین‌نامه‌ها آمده است. در ایران از نرم‌افزار ETABS برای طراحی سازه‌ها استفاده می‌گردد که خوشبختانه ضوابط طراحی آیین‌نامه فولاد ایران (مبحث دهم۱۳۹۲) با آیین‌نامه AISC 360-10 این نرم‌افزار تقریبا مشابه است. در انتهای مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ایران ضوابط طراحی لرزه‌ای سازه‌های فولادی آمده است که برخی از این ضوابط توسط نرم‌افزار ETABS 2016 کنترل می‌گردد. دانستن کنترل ضوابط طراحی لرزه‌ای نرم‌افزار برای همه مهندسین محاسب اجباری است و مهندسین باید بدانند که نرم‌افزار چه ضوابطی از آیین‌نامه‌ها را کنترل می‌نماید. در فصل دوم این کتاب ضوابطی که نرم‌افزار در طراحی لرزه‌ای سازه‌های فولادی کنترل می‌نماید، آورده شده و همچنین ضوابط مبحث دهم نیز پشت هر بند گذاشته شده است تا مهندسین بتوانند این ضوابط را مقایسه نمایند. بدیهی است ضوابطی را که نرم‌افزار کنترل نمی‌کند باید توسط خود محاسب کنترل گردد.

در فصل اول نکات و توضیحات ابتدایی برای محاسبات سازه‌های فولادی گذاشته شده است که هر مهندس محاسب باید این نکات را بداند. فصل سوم نکات مربوط به طراحی سازه‌های فولادی در نرم‌افزار ETABS 2016 گفته شده و در فصل چهارم درباره ترکیبات بارگذاری (نظیر ترکیبات بارگذاری استاتیکی، دینامیکی، سقف کامپوزیت و....) در سازه فولادی صحبت شده است. در فصل پنجم نکات بهینه‌سازی و سبک‌سازی سازه‌ها آورده شده است که بار رعایت این نکات می‌توان سازه‌ها را بخوبی سبک نمود. فصل ششم به کنترلهای مهم در سازه‌های فولادی پرداخته است نظیر کنترل صلبیت سقف, کنترل ترکیب بار تشدید یافته، کنترل ضریب نامعینی و... و در فصل هفتم طراحی برخی از اعضاء سازه‌ای نظیر: مهاربند جانبی، دیوار برشی فولادی، اتصالات RBS و اتصالات کله گاوی گفته شده است.فصل هشتم مربوط به انواع تحلیل‌های دینامیکی و ضوابط آن می‌باشد و در فصل نهم طراحی بادبند کمانش تاب و کنترل ضوابط آن در نرم‌افزار ایتبز شرح داده شده و در فصل دهم اثرات اندرکنش خاک و سازه در تحلیل استاتیکی و دینامیکی آورده شده است.

لازم به ذکر است این اولین کتابی است در بازار که ضوابط طراحی لرزه‌ای سازه‌های فولادی نرم‌افزار ETABS ۲۰۱۶ را بصورت کامل توضیح داده است.

امید است که این کتاب مفید واقع شود و بتواند گامی در راستای ارتقاء دانش جامعه مهندسین باشد.

در آخر جا دارد که از زحمات بسیار زیاد استاد بزرگوار جناب آقای دکتر امیر احمد هدایت تشکر و قدردانی نمایم که زحمات زیادی برای بنده کشیده‌اند و همچنین از همکاران محترم انتشارات نوآور بخصوص آقایان نصیرنیا که زحمت چاپ و انتشار این مجموعه را برعهده داشته‌اند، تشکر و قدردانی ویژه داشته باشم.

ایمان نخعی
Info@noavarpub.com

فصل اول

نکات اولیه محاسبات

۱. مقدمه

همانطور که می‌دانید برای محاسبات سازه نیاز به داتش و تخصص کافی می‌باشد. در این فصل توضیحاتی درباره نکات مهم ابتدایی محاسبات سازه و آیین‌نامه‌ای داده شده است. این مباحث براساس تجربه و آیین‌نامه‌های معتبر تهیه شده‌اند و دانستن آن برای هر مهندس محاسب ضروری است.

۱-۱ بررسی نقشه‌های معماری

قبل از انجام هر کاری مهندس محاسب باید نقشه‌های معماری را کنترل و بررسی نماید. این کنترلها شامل: ستون گذاری و آکس بندی، تامین پارکینگ، ارتفاع طبقات و پارکینگ، درز انقطاع، کمک به تقارن سازه، کنترل ابعاد و اندازهاها نظیز پله‌ها، آسانسور، دستکها و بالکن، اندازه تیرها و....

-پلان ساختمان باید تا حد امکان ساده و متقارن در دو امتداد عمود بر هم و بدون پیش آمدگی و پس رفتگی زیاد باشد و از ایجاد تغییرات نامتقارن در ارتفاع ساختمان نیز حتی المقدور خودداری شود.

-از احداث طره‌های بزرگتر از ۱,۵ متر خودداری شود.

-از ایجاد بازشوهای بزرگ و مجاور یکدیگر در دیافراگم‌های کف خودداری شود.

-از قرار دادن اجزا ساختمانی، تاسیساتی و یا کالاهای سنگین بر روی طره‌ها و عناصر لاغر و دهانه‌های بزرگ پرهیز شود.

-از ایجاد اختلاف ارتفاع در کف‌ها تا حد امکان پرهیز گردد.

-از کاهش و افزایش مساحت زیربنای طبقات در ارتفاع بطوری که تغییرات قابل ملاحظه‌ای در جرم طبقات ایجاد شود، پرهیز گردد.

۱-۱-۱. نحوه ستون‌گذاری و محوربندی

ستون گذاری و محوربندی از اهمیت بالایی برخوردار است. پس به نکات زیر دقت فرمایید:

۱- ستونها باید طوری قرار گیرند که در معماری سازه مشکلی ایجاد نگردد.

۲- حتی الامکان ستونها در محیط ساختمان قرار گیرند و از جابجایی آنها در پلان‌ها خودداری شود.

۳- از قرار دادن ستون در فضاهای داخلی مثل راهرو، پله‌ها،.... خودداری نمایید.

۴- حتی الامکان ستون گذاری در یک آکس و در راس شکست‌ها باشد.

۵- بهترین فاصله بین ستونها ۳,۵ تـا ۵,۵ متـر اسـت. (ایـن فاصـله بسـیار در طراحـی تیـر و تیرهـای کامپوزیت تاثیرگذار می‌باشد).
۶- بهتر است در چهار طرف اتاق راه پله یا چاله آسانسور ستون قرار گیرد.
۷- در بعضی موارد استفاده از دستکها باعث کم شدن تعداد ستون‌ها می‌گـردد. بایـد دقـت کـرد کـه از طره‌های بیشتر از ۱,۵ متر استفاده نشود و پایداری دستکها حتما کنترل گردد.
۸- حتی الامکان ستونهای داخل در دیوار قرار گیرند.
۹- ستون گذاری باید طوری باشد که ضوابط پارکینگ مربوط به شهرداری تامین گردد.
۹-۱ فضای مورد نیاز پارک یک خودرو 15 متر مربع و به ابعاد ۳*۵
۹-۲ عرض خالص برای پارک یک خودور ۲,۶ متر است.
۹-۳ عرض خالص برای پارک دو خودور ۴,۶ متر است.
۹-۴. فضای مورد نیاز برای مانور خودرو برابر۲۵ مترمربع و به ابعاد ۵*۵ می‌باشد.
عرض خالص برای پارک سه خودور کنار هم ۶,۶ متر است.)
۱۰- دقت شود که در اجرای تیرها، ستون کوتاه ایجاد نگردد بخصوص تیر پله‌ها.

۱-۱-۲ ابعاد مفید آسانسور

در این قسمت ابعاد چاه، چاهک، موتورخانه و کابین آسانسور ذکر گردیده ا ست، این جدول مربـوط بـه آسانسورهای ساختمانهای مسکونی، غیرمسکونی، بیمارستانها و آسانسورهای حمل خودرو می‌باشد.
توضیحات: ساختمانهای غیرمسکونی به ساختمانهایی نظیر بانکها، دفاتر اداری، هتلها و... اطـلاق مـی‌شـود.
این جداول ابعاد آسانسورها تا سرعت ۲,۵ متر بر ثانیه را نشان می‌دهد. ابعاد مربـوط بـه سـرعتهای بـالاتر باید از شرکتها و مشاورین صاحب صلاحیت اخذ گردد. سـرعت ۰,۴ متربرثانیـه فقـط بـرای آسانسـورهای هیدرولیک و سرعتهای ۱,۶و ۲,۵ متر برثانیه فقط برای آسانسورهای کششی الکتریکی بکار می‌رود.
آسانسورهای ۳۰۰,۳۷۵ و ۴۵۰ کیلوگرم فقط برای انتقال عادی مسـافرین بکـار مـی‌رود، ظرفیـت ۶۰۰ کیلوگرم برای جابجایی افراد با صندلی چرخدار و آسانسور ۱۰۰۰ کیلوگرم در سـاختمانهای مسـکونی و بیمارستانها برای حمل برانکارد با دسته‌های قابل جدا شدن کاربر دارد.
آسانسورهای ۱۶۰۰ و ۲۰۰۰ کیلوگرم برای حمل تخت‌های بیمارستانی در مراکز بیمارستانی و درمـانی بکار می‌رود و ظرفیت ۲۵۰۰ کیلوگرم برای حمل تخت بیمارستانی بهمراه مسـافرین و وسـایل پزشـکی کاربرد دارد.

برای اطلاعات بیشتر به پیوست ۱ مراجعه نمایید.

۱- ۲. انتخاب نوع اسکلت سازه

یکی از عوامل مهم در محاسبات سازه انتخاب نوع اسکلت می‌باشد که مهندس محاسب می‌تواند آنرا بـر اساس: شرایط اقتصادی، شرایط آب و هوایی، محدودیت‌هـای اجرایـی، نقشـه‌هـای معمـاری، کیفیـت و نظارت اجرا و نظر کارفرما انتخاب نماید.

۱-۳ انواع سیستم سازه‌ای

۱-۳-۱ سیستم دیوارهای باربر

نوعی سیستم سازه‌ای است که فاقد یک سیستم قاب ساختمانی کامل برای باربری قائم می‌باشد. در این سیستم دیوارهای باربر و یا قاب‌های مهاربندی شده عمدتاً بارهای قائم را تحمل نموده و مقاومت در برابر نیروهای جانبی نیز بوسیله همان دیوارهای باربر که بصورت دیوارهای برشی عمل می‌کند و یا قابهای مهاربندی شده تأمین می‌شود.
از این سیستم به ندرت در نواحی خطر زلزله کم یا متوسط استفاده می‌گردد.

۱-۳-۲ انواع دیوارهای باربر

۱ .دیوار برشی بتن مسلح ویژه
۲ .دیوار برشی بتن مسلح متوسط
۳ .دیوار برشی بتن مسلح معمولی
۴ .دیوار برشی با مصالح بنایی

۱-۳-۳ سیستم قاب ساختمانی ساده

نوعی سیستم سازه‌ای است که در آن بارهای قائم عمدتاً توسط قابهای ساختمانی کامل با اتصالات تحمل شده و مقاومت در برابر نیروهای جانبی توسط دیوارهای برشی یا قابهای مهاربندی شده تأمین می‌شود. سیستم قابهای با اتصالات خورجینی (یا رکابی) همراه با مهاربندی‌های قائم نیز از این گروهند.
- دارای اتصالات ساده و اجرای سریع.
- به دلیل مفصلی بودن این سیستم و داشتن مهاربند، وزن سازه کاهش میابد.
- این سیستم دارای محدودیت استفاده دارد که معمولا تا ۳ طبقه از ان استفاده می‌گردد.
- اتصالات مفصلی پای ستون سبب می‌شود که ابعاد فونداسیون کاهش میابد.

۱-۳-۴ سیستم قاب خمشی

نوعی سیستم سازه‌ای است که در آن بارهای قائم توسط قاب‌های ساختمانی کامل تحمل شده و مقاومت در برابر نیروهای جانبی توسط قاب‌های خمشی تأمین می‌گردد .سازه‌های فضایی خمشی کامل و یا سازه‌های با قابهای خمشی در پیرامون و یا در قسمتی از پلان، همراه با قابهای با اتصالات ساده در سایر قسمتهای پلان، از این گروهند.
در این سیستم قابهای خمشی بتنی و فولادی را می‌توان به صورت‌های معمولی، متوسط یا ویژه طراحی کرد.
- دارای اتصالات گیردار و پیچیده که نیاز به کنترل و نظارتهای خاص خود می‌گردد.
- استفاده از سیستم قاب خمشی معمولی برای ساختمانهای با اهمیت زیاد و خیلی زیاد در تمام مناطق لرزه‌خیزی و برای ساختمانهای با اهمیت متوسط در مناطق لرزه‌خیزی ۱و۲ مجاز نمی‌باشد. برای ساختمانهای با اهمیت کم و متوسط تا ۱۸ متر مجاز است.
- به دلیل نداشتن هیچ مهاربندی این سیستم تغییر مکانهای نسبتا زیادی دارد و این یکی از دلایل بالا

رفتن وزن سازه در این سیستم می‌شود.
- اتصالات گیردار پای ستون و انتقال لنگرهای سنگین به فونداسیون که سبب بالا رفتن ابعاد و اندازه فونداسیون می‌گردد.
- شکل‌پذیری مناسب و استهلاک بسیار خوب نیروی زلزله.
- به علت سختی جانبی کم، تغییر مکان افقی زیادی درمقابل نیروهای جانبی از خود نشان داده و ممکن است عناصر غیر سازه‌ای در معرض آسیب قرار گیرند.
- مقطع ستون‌ها معمولاً بسیار بزرگ بوده و جای زیادی می‌گیرند که در این صورت مزیت عمده سازه فولادی نسبت به بتنی که جایگیری کم اعضاء می‌باشد خدشه دار می‌شود.

۱-۳-۴-۱ انواع قاب خمشی عبارتند از

۱. قاب خمشی بتنی: ویژه – متوسط - معمولی .(در آیین‌نامه بتن ایران این تقسیم بندی به صورت، شکل‌پذیری زیاد، متوسط و کم ارائه شده است.)

۲. قاب خمشی فولادی: ویژه، متوسط و معمولی (در چنین سیستمی، مجموع بارهای قائم و جانبی توسط قاب خمشی تحمل می‌شود.)

۱-۳-۵ سیستم دوگانه یا ترکیبی

نوعی سیستم سازه‌ای است که در آن:
الف- بارهای قائم عمدتاً توسط قاب‌های ساختمانی کامل تحمل می‌شوند.
ب -مقاومت در برابر بارهای جانبی توسط مجموعه‌ای از دیوارهای برشی یا قاب‌های مهاربندی شده همراه با مجموعه‌ای از قاب‌های خمشی صورت می‌گیرد. سهم برش‌گیری هر یک از دو مجموعه با توجه به سختی جانبی و اندرکنش آن دو، در تمام طبقات، تعیین می‌شود.
پ- قاب‌های خمشی باید مستقلاً قادر به تحمل حداقل ۲۵ درصد نیروهای جانبی در تراز پایه و دیوارهای برشی یا قاب مهاربندی شده باید مستقلا قادر به تحمل حداقل ۵۰ درصد نیروی جانبی در تراز پایه، باشند.

تبصره ۱) در ساختمان‌های کوتاه‌تر از هشت طبقه و یا با ارتفاع کمتر از ۳۰ متر به جای توزیع بار به نسبت سختی عناصر باربر جانبی، می‌توان دیوارهای برشی یا قابهای مهاربندی شده را برای 100درصد بار جانبی و مجموعه قاب‌های خمشی را برای ۳۰ درصد بار جانبی طراحی کرد.

تبصره ۲) در مواردی که قاب خمشی الزام بند (پ) را اقناع نکنند، سیستم دوگانه جزء سیستم قاب ساختمانی محسوب می‌شود و در مواردی که دیوارهای برشی یا قابهای مهاربندی شده الزام بند فوق را اقناع نکنند، ضریب رفتار R در آن باید برابر ضریب رفتار سیستم قاب خمشی با شکل‌پذیری متناظر درنظر گرفته شود.
- کنترل تغییر مکانها.
- کاهش وزن سازه.
- استفاده در سازه‌های بسیار بلند.
- محدودیت ارتفاع و طبقات طبق آیین‌نامه ۲۸۰۰.
- در ساختمانهای بیشتر از ۱۵ طبقه یا بلندتر از ۵۰ متر استفاده از قاب خمشی ویژه یا سیستم دوگانه

الزامی است و برای مقابله با زلزله به یک سیستم ساده در ترکیب دیوار برشی یا مهاربند نمی‌توان استفاده نمود.

تذکر سیستم سازه‌ای که در یک امتداد مهاربند و در امتداد دیگر قاب خمشی باشد جزء سیستم دوگانه محسوب نمی‌گردد.

۱-۳-۶ سایر سیستم‌های سازه‌ای

ویژگی‌های سیستم‌های دیگر از نظر باربری‌های قائم و جانبی باید بر مبنای آیین‌نامه‌ها و تحقیقات فنی و یا آزمایشهای معتبر تعیین شود.

سیستم طره‌ای: این نوع سیستم به ندرت اجرا می‌شود و تقریبا بد ترین نوع سازه می‌باشد چرا که در مقابل بارهای جانبی بسیار ضعیف عمل می‌کند.

سیستم فضایی: عالی ترین و بهترین نوع سازه‌ای بوده و کاملترین رفتار در مقابل باهای جانبی و ثقلی دارد اما اجرای ان بسیار مشکل است و امروزه فقط برای پوشش سقف‌های سبک با دهانه‌های بزرگ استفاده می‌شود و تنها یک ساختمان ۲۵ طبقه در هنگ کنگ که بانک مرکزی هنگ کنگ است با این سیستم ساخته شده است.

سیستم معلق: یکی از معروفترین سیستمها برای پل‌سازی است اما در ساختمان‌سازی و بلند مرتبه‌سازی هم به ندرت مورد توجه قرار می‌گیرد در این سیستم برخی المان‌ها به فرم کششی برای تحمل بارهای ثقلی طرح می‌شود که اکثرا کابلهای کششی با مقاومت زیاد می‌باشند پل‌های بزرگ مثل گلدین گیت در سانفرانسیسکو و ساختمان ۲۵ طبقه‌ی مرکز پلیس سیاتل با این سیستم طرح شده اند.

سیستم هسته‌ای: در این روش بارهای ثقلی توسط یکی از روشهای فوق مثلا قاب مفصلی طراحی شده و بارهای جانبی بر هسته‌ی سازه وارد می‌شود هسته به دو فرم هسته‌ی باز و بسته می‌تواند اجرا شود درحقیقت هسته همان دیوارهای برشی در پروفیل‌های مختلف در مقیاس بزرگ می‌باشد.مثلا به شکل Uکه همان هسته‌ی باز است. لازم به ذ کر است که در طراحی هسته بایستی اثر پیچش دقیقا مورد بررسی قرار گیرد اما به دلیل مشکل بودن محاسبات پیچش در گذشته این بررسی صورت نمی‌گرفت ولی امروزه به دلیل وجود ماشینهای حسابگر دقیق اثر پیچش نیز دقیقا مورد محاسبه قرار می‌گیرد.

مجموعه اپارتمانهای در دست

احداث در منطقه‌ی شاهگلی تبریز با این روش ساخته می‌شود این سیستم برای ساختمانهای بین ۲۰ الی۳۵ طبقه مناسب است.

سیستم قاب محیطی: عالی ترین و پیشرفته ترین فرم ساختمان‌سازی می‌باشد که برای ساختمانهای بالای ۱۵۰ طبقه می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.در این سیستم بارهای جانبی به قاب محیطی وارد می‌شود و نیز قاب محیطی خود نمای جالبی به ساختمان می‌دهد. برجهای دوقلوی سازمان تجارت جهانی در نیویورک که مورد حمله‌ی تروریستی قرار گرفت تحت این سیستم ساخته شده بودند. یکی از نکات مهمی که باید در طراحی این سیستم مورد توجه قرار گیرد بررسی اثر shear lag در قاب محیطی است اگرچه برخی از مهندسین براین باورند که اثر shear lag در ان وجود ندارد اما برخی دیگر در وجود این اثر اصرار می‌کنند من خودم نیز در وجود اثر shear lag در قاب محیطی معتقدم اما باید گفت که هرگز نمی‌توان مقدار واقعی این اثر را محاسبه نمود لذا برای حل این مشکل سیستم زیر پیشنهاد می‌شود.

قاب محیطی مهاربندی شده: در این حالت کل قاب محیطی توسط مهاربندهای کلی و بزرگ مهاربندی می‌شود و تنها وجود مهاربندها برای حذف اثر احتمالی shear lag می‌باشد و باز نیروهای جانبی را خود قاب محیطی تحمل می‌کند. ساختمانی راکه در جهان با این روش ساخته شده باشد را بنده اطلاع ندارم.

مجموعه قاب محیطی: این سیستم نیز مانند قاب محیطی می‌باشد با این تفاوت که ساختمان از چند قاب محیطی تشکیل یافته است به عنوان مثال برج سیرزتاور در شیکاگو که بلندترین برج امریکا می‌باشد که از چهار قاب محیطی ساخته شده است.

۱- ۴ انتخاب سیستم باربری مناسب

به علت اینکه نیروهای افقی می‌توان در تمام جهت‌ها اثر می‌کند ساختمان باید در هر دو امتداد عمود بر هم قادر به تحمل نیروهای افقی باشد به همین دلیل ساختمان را در دو جهت متعامد مجهز به سیستم باربر جانبی می‌کنند انواع متداول سیستم‌های باربر جانبی عبارتند از:

۱- قاب خمشی
۲- قاب مهاربندی شده
۳- دیوار برشی
۴- سیستم دوگانه یا ترکیبی

انتخاب نوع سیستم مقاوم در برابر نیروهای جانبی بستگی به ترکیب بارگذاری،چگونگی رفتار سازه،نحویه هدایت بارهای قائم به شالوده و طرح معماری دارد،همچنین نوع سیستم مقاوم به ابعاد هندسی سازه،محدودیت‌های آیین‌نامه ای،امتداد نیروهای جانبی،حداکثر تغییر مکان و... نیز وابسته است.

۱-۴-۱ قاب خمشی

سیستم باربری است که باربری جانبی آن، توسط رفتار طرهای و برشی قاب و عملکرد برشی چشمه اتصال تأمین میگردد. در رفتار طرهای، قاب مانند یک طره قائم عمل می‌کند و خمش حاصل از بار جانبی را به طور عمده، توسط کوتاه شدگی ستونهای تحت فشار و کش آمدن ستونهای تحت کشش، تحمل می‌نماید. در رفتار برشی، تیرها و ستون‌ها در اثر بار جانبی در هر طبقه و هر دهانه، تغییر انحنا داده، با خمش و برش ایجاد شده در آنها، بارهای وارده را تحمل مینمایند.

۱-۴-۱-۱ قاب خمشی متوسط: (IMF) قاب خمشی‌ای است که اجزای تشکیل دهنده آن، دارای آنچنان جزییاتی است.که تغییرشکلهای غیرارتجاعی محدودی را، در برابر زلزله طرح، از خود نشان میدهد.

۱-۴-۱-۲ قاب خمشی معمولی: (OMF) قاب خمشی‌ای است که اجزای تشکیل دهنده آن، دارای آنچنان جزییاتی است که تغییرشکلهای غیرارتجاعی اندکی را، در برابر زلزله طرح، از خود نشان میدهد.

۱-۴-۱-۳ قاب خمشی ویژه: (SMF) قاب خمشی‌ای است که اجزای تشکیل دهنده آن، دارای آنچنان جزییاتی است که تغییرشکلهای غیرارتجاعی قابل ملاحظهای را، در برابر زلزله طرح، از خود نشان می‌دهد.