

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

طراحی کاربردی و آیین‌نامه‌های سازه‌های فولادی

مؤلفان:

دکتر مرتضی رئیسی دهکردی
(استادیار و عضو هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت)

مهندس مرتضی علیزاده

مهندس حبیب خدابخشی



نشر نوآور

سرشناسه	: رئیسی دهکردی، مرتضی، ۱۳۴۰ -
عنوان و نام پدیدآور	: طراحی کاربردی و آیین‌نامه‌های سازه‌های فولادی / مولفان مرتضی رئیسی دهکردی، مرتضی علیزاده، حبیب خدابخشی .
مشخصات نشر	: تهران : نوآور.
مشخصات ظاهری	: ۴۶۰ ص .
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۱۱۶-۵
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه .
موضوع	: سازه‌های فولادی -- طرح و محاسبه
موضوع	: سازه‌های فولادی -- طرح و ساختمان
شناسه افزوده	: علیزاده، مرتضی، ۱۳۶۶ -
شناسه افزوده	: خدابخشی، حبیب، ۱۳۶۶ -
رده بندی کنگره	: ۶۸۴/۹۴۷۴ ۱۳۹۲ TA
رده بندی دیویی	: ۶۲۴/۱۸۲۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۱۳۰۳۹۹

طراحی کاربردی و آیین‌نامه‌ای سازه‌های فولادی

مؤلفان: دکتر مرتضی رئیسی دهکردی، مهندس مرتضی علیزاده، مهندس حبیب خدابخشی

نوآور

ناشر:

نسخه ۱۰۰

شمارگان:

محمدرضا نصیرنیا

مدیر تولید:

۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۱۱۶-۵

شابک:



نشر نوآور

نمایشگاه دائمی و مرکز فروش:

نوآور: تهران - خ انقلاب، خ فخررازی، خ شهدای ژاندارمری نرسیده به خ دانشگاه ساختمان ایرانیان، پ ۵۸، طبقه اول، واحد ۳

۶۶۴۸۴۱۹۱-۹۲

www.noavarpub.com

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان مصوف سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصرأ 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، سی دی، وی دی، 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.

پیشگفتار مؤلفین:

خداوند بزرگ را شاکریم که توفیق داد تا تجربیات و دانسته‌های اندک خویش را به رشته‌ی تحریر درآوریم. امید است گامی باشد در راستای نشر علم و آغازی برای گام‌های محکم‌تر و مورد قبول حضرت حق قرار گیرد.

با توجه به نیاز مهندسان و دانشجویان عزیز در فراگیری مباحث نوین و برقراری ارتباط صحیح بین مفاهیم تئوری دانشگاهی و موارد کاربردی بر آن شدیم تا حاصل دانسته‌های خویش را هر چند اندک در مجموعه‌ای گردآوری کنیم. کتاب حاضر مشتمل بر ۶ فصل می‌باشد و در آن به بیان نکات فنی، آیین‌نامه‌ای و اجرایی در قالب یک پروژه ساختمانی پرداخته می‌شود.

در فصل اول کتاب به بیان عواملی پرداخته می‌شود که قبل از طراحی سازه می‌بایست مورد توجه مهندسین معمار، طراح و ژئوتکنیک قرار گیرد. در صورت آشنایی و تعامل مهندسین عزیز در به کارگیری این عوامل تا اندازه‌ای قابل قبولی می‌توان از رفتار لرزه‌ای مناسب سازه اطمینان حاصل کرد.

در فصل دوم کتاب برای آشنایی خوانندگان گرامی با بارهای وارد بر سازه و آیین‌نامه‌های بارگذاری، به بارگذاری ساختمان مورد بررسی پرداخته می‌شود. در موازات این بارگذاری، ضوابط آیین‌نامه‌های بارگذاری به همراه حل مثال‌هایی تشریح و تفسیر می‌گردد. در بخش بارهای جانبی ناشی از زلزله، تعیین نیروهای زلزله براساس روش تحلیل استاتیکی معادل صورت می‌گیرد و محدودیت‌ها و فلسفه‌ی پارامترهای موثر در این روش ارائه می‌گردد.

فصل سوم کتاب به معرفی روش‌های تحلیل تقریبی سازه‌ها در برابر بارهای جانبی و ثقلی اختصاص یافته است. مثال‌هایی برای آشنایی خوانندگان گرامی در این بخش ارائه شده است.

در فصل چهارم به بیان نکات فنی و کلیدی در مدل‌سازی ساختمان‌ها در نرم‌افزار ETABS پرداخته شده است. ضمن اینکه برخی مباحث که در مورد آن ابهام‌هایی وجود داشته است، تفسیر و تشریح شده است. در این فصل در مورد شکل‌پذیری سازه‌ها و عواملی که می‌توانند در شکل‌پذیری یک سازه موثر باشند توضیحاتی ارائه شده است، همچنین روند گام به گام کنترل برخی ضوابط لرزه‌ای مبحث دهم مقررات ملی ساختمان، از جمله ترکیبات بار تشدید یافته ارائه شده است. هدف از این فصل کتاب آموزش نرم‌افزار ETABS نیست! بلکه برقراری ارتباط صحیح بین مفاهیم تئوری دانشگاهی و موارد کاربردی و نرم‌افزاری است.

طراحی بسیاری از اعضا اصلی ساختمان توسط نرم‌افزار ETABS انجام می‌شود. ولی این نرم‌افزار قابلیت طراحی اتصالات را ندارد. بنابراین پس از طراحی اعضای اصلی ساختمان می‌-

بایست براساس ضوابط مبحث دهم مقررات ملی ساختمان به طراحی اتصالات پرداخت. در این فصل روند گام به گام طراحی اتصالات سازه‌های فولادی ارائه می‌گردد؛ و نمونه‌های واقعی از اتصالات ساختمان مورد بررسی با در نظر گرفتن تمام ضوابط آیین‌نامه به صورت دستی و گام به گام طراحی می‌گردد. یکی از ویژگی‌های این کتاب استفاده هم‌زمان از مدل نرم‌افزاری و دانسته‌های مهندس محاسب است. در مواردی محاسب از نرم‌افزار کمک می‌گیرد و در مواردی خروجی‌های نرم‌افزار را کنترل می‌نماید، این مطلب در فصل ۴ و ۵ بیشتر به چشم می‌خورد. علاوه بر این در این فصل یک روش جدید طراحی برای ورق‌های اتصال مهاربند به تیر و ستون ارائه می‌گردد.

در فصل ششم به معرفی نرم‌افزار ابر سازه پرداخته می‌شود و نقشه‌های اجرایی ساختمان مورد بررسی به عنوان نمونه نقشه‌های استاندارد ارائه می‌گردد.

در پایان تقدیر و تشکر می‌کنیم از تمامی کسانی که در تألیف این اثر ما را همراهی نمودند و زحمات فراوانی را متحمل شدند به ویژه از:

اساتید گرامی دانشکده مهندسی عمران دانشگاه علم و صنعت، که بدون راهنمایی‌های ایشان تألیف این کتاب میسر نبود.

سرکار خانم مهندس هما صالح آبادی و سرکار خانم مهندس بهاره نوروزی که با دقت و حوصله متن اصلی کتاب را مطالعه و ویرایش نمودند.

جناب آقای علی سعیدی نژاد، دانشجوی ارزنده‌ی کارشناسی دانشکده مهندسی عمران دانشگاه علم و صنعت که با حوصله متن اصلی کتاب را مورد مطالعه و بررسی قرار دادند.

جناب آقای مهندس امیر خلیلی که در ویرایش متن اصلی کتاب زحمات فراوانی را متحمل شدند.

هر چند تلاش‌های فراوان در بازخوانی و ویرایش متن کتاب صورت گرفته است تا کتاب حاضر از حداقل اشتباهات ممکن برخوردار باشد ولی باور داریم که دارای کمبودها و نواقصی است. پیشاپیش از خوانندگان گرامی به دلیل وجود نواقص احتمالی پوزش می‌طلبیم. از نظرات و پیشنهادات عزیزان به منظور بهبود کتاب حاضر استقبال و سپاس‌گذاری می‌نماییم.

مؤلفین

فهرست مطالب

عنوان.....صفحه

فصل اول: مروری بر ملاحظات طراحی

۱-۱	مقدمه	۱۰
۲-۱	ملاحظات ژئوتکنیکی	۱۱
۳-۱	ملاحظات معماری	۱۱
۱-۳-۱	پیکربندی در پلان ساختمان	۱۲
۲-۳-۱	پیکربندی در ارتفاع ساختمان	۱۴
۴-۱	ملاحظات سازه‌ای	۱۸
۵-۱	مسیر انتقال بار	۲۱
۶-۱	سیستم‌های باربر جانبی متداول	۲۲
۱-۶-۱	سیستم قاب‌های مهاربندی شده	۲۲
۱-۶-۱-۱	قاب‌های مهاربندی شده همگرا	۲۳
۲-۶-۱-۱	قاب‌های مهاربندی شده واگرا	۲۸
۲-۶-۱	سیستم قاب خمشی	۲۹
۳-۶-۱	سیستم دوگانه یا ترکیبی	۳۱
۷-۱	کنترل نقشه‌های معماری	۳۳
۱-۷-۱	کنترل ابعاد کلی پلان سازه و رقوم ارتفاعی	۴۲
۲-۷-۱	بررسی همجواری ساختمان	۴۳
۳-۷-۱	موقعیت بازشوها و ورودی‌ها در طبقات مختلف	۴۳
۴-۷-۱	کنترل ستون‌گذاری	۴۴
۸-۱	انتخاب سیستم سازه‌ای	۴۴
۹-۱	جانمایی مهاربندها در ساختمان	۴۸
۱۰-۱	خلاصه‌ی فصل	۵۴

فصل دوم: بارهای وارد بر ساختمان

۱-۲	مقدمه	۵۷
-----	-------	----

۵۷	۲-۲- مشخصات کلی ساختمان
۵۸	۳-۲ بارگذاری
۵۸	۱-۳-۲ بارگذاری ثقلی
۵۹	۱-۱-۳-۲ بارهای مرده
۷۴	۲-۱-۳-۲ بار زنده
۸۱	۳-۱-۳-۲ بار برف
۸۳	۲-۳-۲ بار جانبی
۸۴	۱-۲-۳-۲ بار باد
۹۰	۲-۲-۳-۲ بارهای جانبی ناشی از زلزله
۱۳۹	۳-۳-۲ سایر بارهای وارد بر ساختمان
۱۳۹	۱-۳-۳-۲ فشار خاک و آب
۱۴۱	۲-۳-۳-۲ بارهای محیطی یا خود کرنشی
۱۴۱	۴-۲ خلاصه فصل

فصل سوم: تحلیل تقریبی سازه‌ها

۱۴۴	۱-۳ مقدمه
۱۴۵	۲-۳ تحلیل تقریبی قاب‌ها برای بارهای ثقلی
۱۴۵	۱-۲-۳ تحلیل تقریبی قاب‌های خمشی برای بارهای ثقلی
۱۵۲	۲-۲-۳ تحلیل تقریبی قاب‌های مهاربندی برای بار ثقلی
۱۵۴	۳-۳ تحلیل تقریبی قاب‌ها برای بارهای جانبی
۱۵۴	۱-۳-۳ تحلیل تقریبی قاب‌های خمشی برای بارهای جانبی
۱۵۷	۲-۳-۳ تحلیل تقریبی قاب‌های مهاربندی شده برای بارهای جانبی
۱۶۲	۴-۳ خلاصه فصل

فصل چهارم: مدل‌سازی با نرم‌افزار ETABS

۱۶۴	۱-۴ مقدمه
۱۶۶	۲-۴ مقدمات مدل‌سازی
۱۷۰	۳-۴ بررسی منوهای نرم‌افزار
۱۷۰	۱-۳-۴ منوی Define
۲۱۷	۲-۳-۴ هندسه‌سازی مدل (Draw)
۲۳۰	۳-۳-۴ منوی Assign
۲۴۳	۴-۳-۴ منوی تحلیل (Analysis)

۲۴۹	.....۵-۳-۴ تنظیم پارامترهای طراحی ساختمان‌های فولادی
۲۵۳	.....۴-۴ کنترل ضوابط لرزه‌ای مبحث دهم در نرم‌افزار
۲۵۴	.....۱-۴-۴ شکل‌پذیری
۲۶۱	.....۲-۴-۴ ترکیب‌های بار زلزله‌ی تشدید یافته
۲۶۶	.....۳-۴-۴ کنترل ترکیب‌های بار تشدید یافته برای ستون‌ها در نرم‌افزار ETABS
۲۷۱	.....۵-۴ کنترل اثرات تعامد
۲۷۶	.....۶-۴ کنترل تغییر مکان جانبی نسبی طبقات

فصل پنجم: طراحی اعضا و اتصالات و کنترل ضوابط لرزه‌ای

۲۸۳	.....۱-۵ مقدمه
۲۸۴	.....۲-۵ طراحی اتصالات
۲۸۴	.....۱-۲-۵ طراحی اتصالات مفصلی (ساده)
۲۸۴	.....۱-۱-۲-۵ اتصال ساده تیر با نبشی جان
۲۸۸	.....۲-۱-۲-۵ اتصال ساده تیر با نبشی نشیمن
۲۹۲	.....۳-۱-۲-۵ اتصال ساده تیر با نشیمن تقویت شده
۲۹۳	.....۲-۲-۵ طراحی اتصالات خمشی
۳۲۰	.....۳-۲-۵ طراحی اتصالات مهاربند
۳۵۰	.....۴-۲-۵ طراحی اتصال پای ستون
۳۸۱	.....۳-۵ طراحی و کنترل اعضای سازه‌ای
۳۸۱	.....۱-۳-۵ طراحی سقف مرکب (مختلط)
۳۸۹	.....۲-۳-۵ طراحی ستون
۴۰۱	.....۳-۳-۵ طراحی اعضای قطری مهاربند
۴۰۵	.....۴-۳-۵ طراحی تیرها

فصل ششم: نقشه‌های اجرایی

۴۳۱	.....۱-۶ مقدمه
۴۳۲	.....۲-۶ معرفی نرم‌افزار ابرسازه
۴۳۶	.....۳-۶ نقشه‌های اجرایی ساختمان مورد بررسی
۴۵۹	.....مراجع

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب سال ۱۳۴۸ و آیین‌نامه اجرایی آن مصوب ۱۳۵۰، برای ناشر محفوظ و منحصرأ متعلق به نشر نوآور است. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از مطالب، اشکال، نمودارها، جداول، تصاویر این کتاب، در دیگر کتب، مجلات، نشریات، سایت‌ها و موارد دیگر، و نیز هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از مطالب کتاب به هر شکل از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، تایپ از کتاب، تهیه پی دی اف از کتاب، عکس‌برداری از کتاب، نشر الکترونیکی، هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی دی، دی وی دی، فیلم، فایل صوتی یا تصویری و غیره بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع و غیرقانونی بوده و **شرعاً نیز حرام است**، و متخلفین تحت پیگرد قانونی و قضایی قرار می‌گیرند.

با توجه به اینکه هیچ کتابی از کتب نشر نوآور به صورت فایل ورد یا پی دی اف و موارد این چنینی، توسط این انتشارات در هیچ سایت اینترنتی ارائه نشده است، لذا در صورتی که هر سایتی اقدام به تایپ، اسکن و یا موارد مشابه نماید و کل یا قسمتی از متن کتب نشر نوآور را در سایت خود قرار داده و یا اقدام به فروش آن نماید، توسط کارشناسان امور اینترنتی این انتشارات، که مسئولیت اداره سایت را به عهده دارند و به طور روزانه به بررسی محتوای سایت‌ها می‌پردازند، بررسی و در صورت مشخص شدن هر گونه تخلف، ضمن اینکه این کار از نظر قانونی غیرمجاز و از نظر شرعی نیز حرام می‌باشد، وکیل قانونی انتشارات از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، پلیس فتا (پلیس رسیدگی به جرایم رایانه‌ای و اینترنتی) و نیز سایر مراجع قانونی، اقدام به مسدود نمودن سایت متخلف کرده و طی انجام مراحل قانونی و اقدامات قضایی، خاطیان را مورد پیگرد قانونی و قضایی قرار داده و کلیه خسارات وارده به این انتشارات و مؤلف از متخلف اخذ می‌گردد.

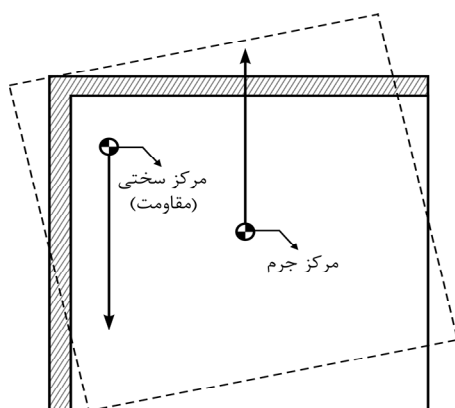
همچنین در صورتی که هر کتابفروشی، اقدام به تهیه کپی، جزوه، چاپ دیجیتال، چاپ ریسو، اُفست از کتب انتشارات نوآور نموده و اقدام به فروش آن نماید، ضمن اطلاع‌رسانی تخلفات کتابفروشی مزبور به سایر همکاران و مؤذعین محترم، از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، اتحادیه ناشران، و انجمن ناشران دانشگاهی و نیز مراجع قانونی و قضایی اقدام به استیفای حقوق خود از کتابفروشی متخلف می‌نماید.

خرید، فروش، تهیه، استفاده و مطالعه از روی نسخه غیراصل کتاب، از نظر قانونی غیرمجاز، و شرعاً نیز حرام است.

انتشارات نوآور از خوانندگان گرامی خود درخواست دارد که در صورت مشاهده هر گونه تخلف از قبیل موارد فوق، مراتب را با از طریق تلفن‌های انتشارات نوآور به شماره‌های ۰۲۱ ۶۶۴۸۴۱۹۱-۲ و ۰۹۱۲۳۰۷۶۷۴۸ و یا از طریق ایمیل انتشارات به آدرس info@noavarpub.com و یا از طریق منوی تماس با ما در سایت www.noavarpub.com به این انتشارات ابلاغ نمایند، تا از تزییع حقوق ناشر، پدیدآورنده و نیز خود خوانندگان محترم جلوگیری به عمل آید، و نیز به‌عنوان تشکر و قدردانی، از کتب انتشارات نوآور نیز هدیه دریافت نمایند.

فصل اول:

مروری بر ملاحظات طراحی



آنچه در این فصل می‌خوانیم:

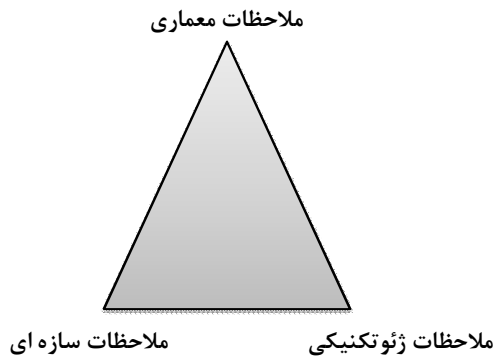
- ۱-۱ مقدمه
- ۲-۱ ملاحظات ژئوتکنیکی
- ۳-۱ ملاحظات معماری
- ۴-۱ ملاحظات سازه‌ای
- ۵-۱ مسیر انتقال بار
- ۶-۱ سیستم‌های بار بر جانبی متداول
- ۷-۱ کنترل نقشه‌های معماری
- ۸-۱ انتخاب سیستم سازه‌ای
- ۹-۱ جانمایی مهاربندها
- ۱۰-۱ خلاصه فصل

۱-۱ مقدمه

برای اطمینان از عملکرد ساختمان در هنگام وقوع زلزله می‌بایست قبل از طراحی سازه ملاحظات را مد نظر داشت. این ملاحظات ممکن است در ظاهر چندان اهمیتی نداشته باشند ولی در حقیقت می‌توانند رفتار یک سازه را در هنگام وقوع زلزله تحت تأثیر خود قرار دهند. این ملاحظات که به اختصار به بررسی هر یک پرداخته خواهد شد برای طراحی یک سازه‌ی مقاوم در برابر زلزله ضروری می‌باشند. ملاحظات ژئوتکنیکی از مواردی است که مهندس طراح باید در هنگام طرح سازه به آن توجه اساسی داشته باشد. طرح معماری نقش مهمی در عملکرد ساختمان در برابر زلزله دارد. مهندس معمار می‌بایست تا حد امکان طرحی را انتخاب نماید که از نظر لرزه‌ای مناسب باشد. در عین حال اهداف عملکردی و زیبایی شناختی سازه را امکان‌پذیر سازد، در حقیقت ارتباط میان ملاحظات ژئوتکنیکی، معماری و سازه‌ای را می‌توان مانند یک مثلث در نظر گرفت که در رأس آن ملاحظات معماری قرار دارد. تصمیماتی که یک معمار در مورد پیکربندی سازه می‌گیرد، طرح سازه‌ای را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. در نهایت، مهندس طراح با انتخاب یک سیستم سازه‌ای مقاوم و مناسب آخرین مرحله از این فرآیند را تکمیل می‌کند تا به یک سازه ایمن در برابر زلزله دست یابد. از اینرو در این فصل، ابتدا جهت آشنایی خواننده با ملاحظات معماری، ژئوتکنیکی و سازه‌ای مختصری بحث می‌گردد. سپس سیستم‌های سازه‌ای متداول معرفی می‌گردد و در مرحله بعد به انتخاب سیستم سازه‌ای مناسب برای ساختمان مورد بررسی پرداخته می‌شود. در نهایت نحوه صحیح و اصولی جانمایی سیستم‌های مقاوم باربر جانبی در پلان و ارتفاع پرداخته خواهد شد.

۱-۲ ملاحظات ژئوتکنیکی

برای طرح یک سازه‌ی مقاوم در برابر بارهای جانبی علاوه بر رعایت ضوابط و مقررات آیین-نامه‌های ساختمانی، می‌بایست قبل از شروع طراحی تا حد امکان از شرایطی که باعث افزایش آسیب‌پذیری سازه در هنگام بروز زمین‌لرزه می‌شود، جلوگیری شود. بنابراین نیاز است تا طراح و معمار با این شرایط آشنا باشند تا در صورت امکان از به وجود آمدن آن در سازه جلوگیری کنند و در صورتی که وضعیت سازه به نحوی باشد که این شرایط را الزام کند، طراح و معمار با آشنایی با این ملاحظات راهکار مناسب را برای جلوگیری از آسیب‌پذیری سازه در هنگام وقوع زمین‌لرزه به کار بندند. این ملاحظات می‌تواند بر رفتار و عملکرد لرزه‌ای سازه تأثیرات زیادی داشته باشد.



شکل (۱-۱) مثلث طرح سازه‌ی مقاوم

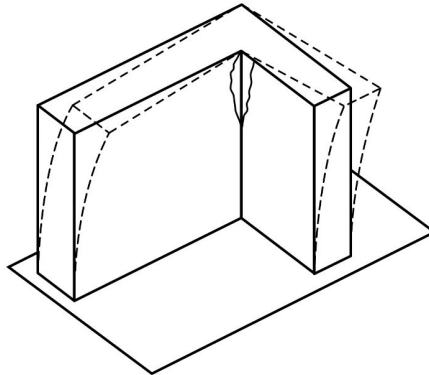
رفتار لرزه‌ای یک سازه، از نوع خاکی که روی آن احداث شده است تأثیر می‌پذیرد. وقوع گسیختگی در زمین موجب آسیب به سازه می‌گردد. شتاب وارده بر سازه در هنگام زلزله متأثر از نوع خاک زیر سازه می‌باشد. بنابراین قبل از احداث سازه باید اطلاعاتی در مورد شرایط خاک محل احداث سازه از جمله، پتانسیل روانگرایی خاک‌ها، گسل‌های منطقه، محدوده‌ی گسل‌ها، دوری و نزدیکی ساختمان از گسل‌های منطقه، سطح آب‌های زیرزمینی، نشست و لغزش‌های زمین، حساسیت خاک منطقه و ... بدست آورد.

۱-۳ ملاحظات معماری

هر چند برای طراحی یک سازه مقاوم و ایمن در برابر زلزله رعایت اصول و مقررات سازه‌ای اهمیت زیادی دارد ولی طرح معماری نیز نقش مهمی در عملکرد ساختمان در برابر زلزله دارد. مقیاس، اندازه، موقعیت و شکل اعضای سازه‌ای که توسط معمار تعیین می‌گردد و به آن پیکربندی ساختمان می‌گویند نقش مهمی در عملکرد لرزه‌ای و رفتار سازه در هنگام وقوع زلزله دارد. به طور کلی می‌توان ملاحظات معماری را در دو دسته‌ی پیکربندی در پلان و پیکربندی در ارتفاع تقسیم بندی نمود.

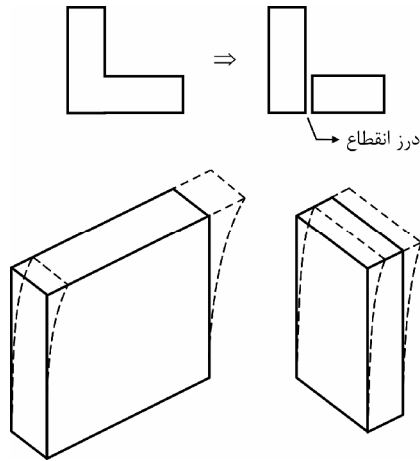
۱-۳-۱ پیکربندی در پلان ساختمان

کنج‌های فرو رفته: شامل پیکربندی‌های ساختمانی که در پلان، شکل‌هایی به صورت T، L، +H و یا ترکیبی از این اشکال را دارند. در این گونه سازه‌ها حرکت نسبی متفاوت بین قسمت‌های مختلف ساختمان به دلیل تفاوت در هندسه هر قسمت، منجر به تمرکز تنش در کنج می‌گردد، ضمن اینکه مرکز جرم و مرکز صلبیت ساختمان نمی‌توانند از لحاظ هندسی برای تمامی جهات بر هم منطبق باشند، بنابراین موجب پیچش در ساختمان خواهد شد.



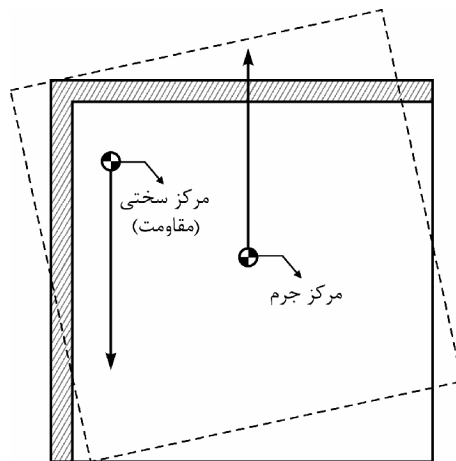
شکل (۱-۲) رفتار متفاوت دو قسمت سازه به دلیل شکل هندسی

از طرفی این شکل‌ها جزء سودمندترین شکل‌های ساختمانی در معماری به شمار می‌آیند، که باعث می‌شوند درصد زیادی از اتاق‌ها به نور و هوا دسترسی پیدا کنند. آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰)، ضوابط و راهکارهایی را بدین منظور ارائه نموده است. مطابق این آیین‌نامه، طول قسمت‌های اضافی در یک جهت نباید از ۲۵٪ طول همان جهت بیشتر شود و همچنین پیشنهاد می‌کند که اگر طول قسمت‌های اضافی از این محدوده تجاوز نماید، ساختمان از لحاظ سازه‌ای به شکل‌های ساده در پلان و ارتفاع تقسیم گردد. در این حالت هر قسمت به صورت مجزا تغییرشکل داده و به سایر قسمت‌ها آسیبی وارد نمی‌گردد. به عنوان مثال در شکل (۱-۲) تغییر شکل‌های متفاوت در هر قسمت از سازه صورت گرفته است و با تقسیم این سازه L شکل به دو سازه مستطیلی مطابق شکل (۱-۳)، از ایجاد تنش‌های شدید در کنج سازه که منجر به شکست سازه در این قسمت می‌شود، جلوگیری شده است.



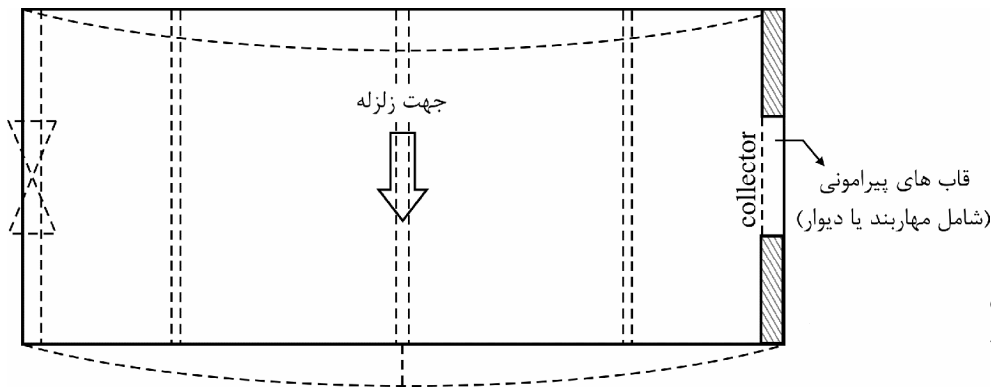
شکل (۳-۱) تعبیه درز انقطاع و جداسازی دو قسمت

تغییرات سختی و نامنظمی: مهندس معمار باید تلاش نماید، سازه‌ای که برمی‌گزیند تا حد امکان متقارن و منظم باشد و تغییرات سختی قابل ملاحظه‌ای در آرایش اجزا سازه‌ای در پلان و در ارتفاع نداشته باشد، چه بسیارند طرح‌های معماری که از لحاظ هندسی متقارن و ساده هستند ولی برای مقاصد طراحی در برابر زلزله نامنظم‌اند. در حقیقت طراحی معماری به گونه‌ای است که اجازه نمی‌دهد مراکز جرم و سختی به یکدیگر نزدیک شوند، در نتیجه لنگرهای پیشی ایجاد شده باعث می‌شوند ساختمان حول مرکز سختی دوران کند. مانند یک ساختمان آتش‌نشانی که نیاز به درهای بزرگ برای جابجایی تجهیزات دارد. این نوع نامنظمی را می‌توان ناشی از چینش نامناسب سیستم‌های باربر جانبی دانست.



شکل (۴-۱) رفتار پیشی ساختمان

پیکربندی دیافراگم: دیافراگم به عنوان جزئی از سازه که وظیفه پخش نیروهای جانبی بین اجزای قائم باربر را دارد، معرفی می‌گردد. اگر یک دیافراگم به یک تیر تشبیه شود خود دیافراگم جان تیر و لبه‌هایش بال‌های تیر را تشکیل می‌دهند. ایجاد بازشو در چنین تیری موجب تمرکز تنش و پیچش می‌گردد. بازشوها در دیافراگم باید در محل مناسبی قرار داده شوند و به طور مناسبی تقویت گردند. موقعیت نامناسب بازشوهای بزرگ که برای عبور پله و آسانسور استفاده می‌شود، نباید مانعی برای مسیر انتقال بار ایجاد کند. همچنین باید اطمینان حاصل کرد که این بازشوها اعضای کششی و جمع‌کننده‌های نیروی برشی^۱ را قطع نمی‌کنند.



شکل (۵-۱) عملکرد دیافراگم در زلزله و تغییر شکل درون صفحه‌ای

۱-۳-۲ پیکربندی در ارتفاع ساختمان

طبق تعریف استاندارد ۲۸۰۰، طبقه‌ی نرم طبقه‌ای است که سختی جانبی آن کمتر از ۷۰٪ سختی جانبی طبقه روی خود و یا کمتر از ۸۰٪ متوسط سختی ۳ طبقه روی خود باشد.

طبقه‌ی ضعیف، طبقه‌ای است که مقاومت جانبی آن کمتر از ۸۰٪ مقاومت جانبی طبقه روی خود باشد.

زمانی که طبقه اول نرم باشد بحرانی‌ترین حالت رخ می‌دهد، زیرا در این تراز بارهای ثقلی و برش‌های ناشی از زلزله بیشترین مقدار را دارند. تغییر شکل زیاد طبقه‌ی اول موجب تمرکز تنش در اتصالات این طبقه می‌شود و در نهایت موجب انهدام اتصالات طبقه‌ی اول می‌گردد.

1. Collector