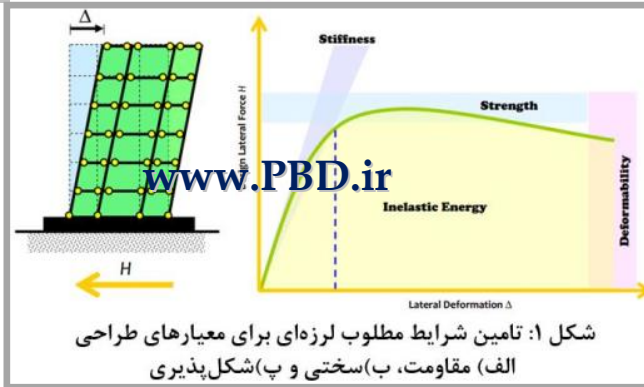




۶- اثرات مشخصات معماری یک ساختمان، در رفتار لرزه‌ای آن چیست؟

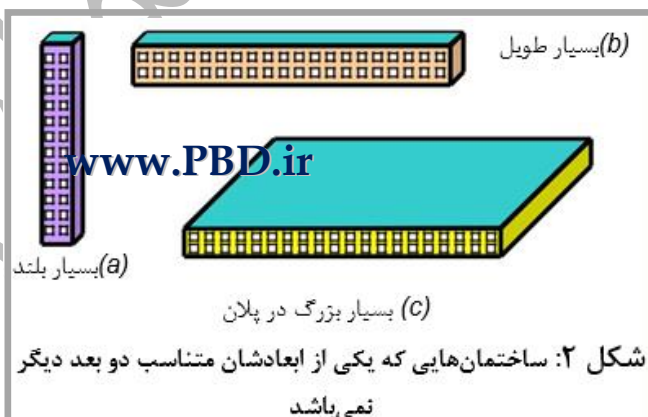


خصوصیات معماری

تمایل به ایجاد یک ساختار زیبا و دل‌انگیز با عملکرد کارآمد، معماران را به سمت ارائه طرح‌های تخیلی سوق می‌دهد. گاهی اوقات ظاهر ساختمان، بیننده را جلب می‌کند، گاهی اوقات سیستم سازه‌ای، در موارد دیگری نیز ظاهر و سیستم‌سازه‌ای هر دو باهم شگفت‌انگیز خواهند شد. با این حال پیکربندی و سیستم سازه‌ای هر دو تاثیر قابل توجهی در رفتار لرزه‌ای ساختمان دارند. طیف گسترده‌ای از خسارات سازه‌ای ناشی از زلزله‌های گذشته در سراسر دنیا، از نظر شناسایی پیکربندی‌های لرزه‌ای مطلوب در مقابل سیستم‌های نامطلوب بسیار آموزنده می‌باشند. در ادامه به هر کدام از این موارد اشاره می‌شود:

اندازه ساختمان‌ها

در ساختمان‌های بلند با نسبت‌های بعدی بزرگ (شکل ۲-ا)، جابجایی افقی کف‌ها تحت زلزله قابل توجه بوده و در ساختمان کوتاه و طویل (شکل ۲-ب) به دلیل مقاومت پیش‌پیشی پایین، خسارات ناشی از زلزله بسیار زیاد می‌باشد، نهایتاً در ساختمان‌های با مساحت پلانی بزرگ مانند انبارها (شکل ۲-ج) ممکن است نیروی افقی زلزله بیشتر از ظرفیت باربری دیوارها و ستون‌ها باشد.



اهمیت خصوصیات معماری

رفتار لرزه‌ای یک ساختمان وابسته به شکل کلی، اندازه، هندسه و در نهایت نحوه انتقال نیروهای ایجاد شده توسط زلزله از دیافراگم‌ها به سمت فونداسیون می‌باشد. بنابراین در مرحله برنامه‌ریزی برای طراحی و ساخت پروژه، بایستی معماران و مهندسين سازه از ویژگی‌های نامطلوب لرزه‌ای اجتناب کرده و بهترین پیکربندی را برای سازه انتخاب نمایند. اهمیت پیکربندی یک ساختمان از زبان یکی از مهندسين زلزله آمریکا (مرحوم هنری دگنکلب) به صورت زیر می‌باشد "اگر شروع طراحی با یک پیکربندی نامطلوب باشد بهترین راه‌حلی که تمامی مهندسين سازه می‌توانند ارائه دهند به عنوان چسب زخمی است که می‌تواند یک طرح اساساً نامطلوب را اندکی بهبود بخشد، در سمت مقابل اگر شروع طراحی با یک پیکربندی مطلوب و سیستم برابر معقول باشد حتی اگر طراحی این سیستم توسط یک مهندس ضعیف انجام پذیرد بازهم نتیجه نهایی طرح، عملکرد لرزه‌ای را تحت الشعاع قرار نمی‌دهد. البته شاید این جمله اندکی اغراق آمیز باشد. در هر صورت با منظم بودن پیکربندی کلی سازه، بخش عمده‌ای از مشکلات مذکور حل خواهد شد، لیکن عواملی نظیر اقتصاد مساحت مفید بیشتر و تنوع چیدمان برای استفاده بهینه از فضاها و همچنین زیبا و دل‌انگیز بودن تناسبات، همگی مهندس سازه را ملزم به ارائه طرح‌های متنوع و مطلوب لرزه‌ای می‌کند."

برای ساخت یک ساختمان مقاوم در برابر زلزله ۴ فاکتور مهم در ارتباط با مسائل معماری و سازه‌ای بایستی مورد بررسی قرار گیرد:

۱- پیکربندی لرزه‌ای سازه

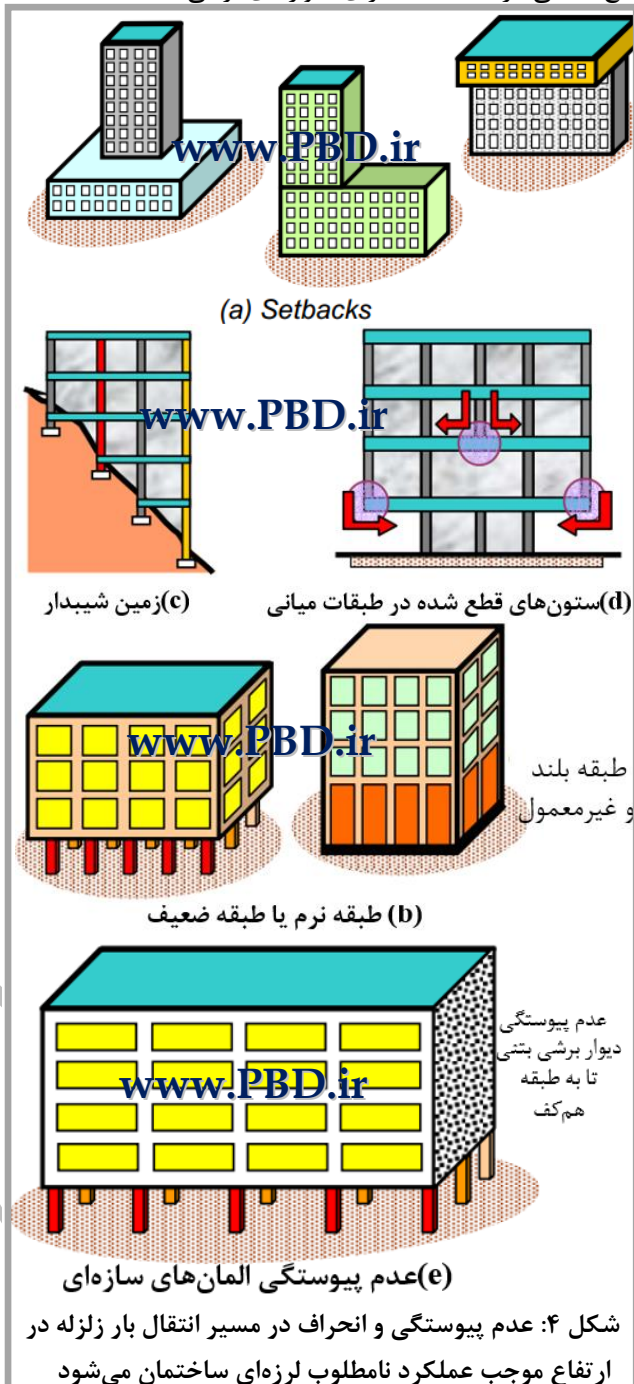
۲- سختی جانبی

۳- مقاومت جانبی

۴- شکل‌پذیری

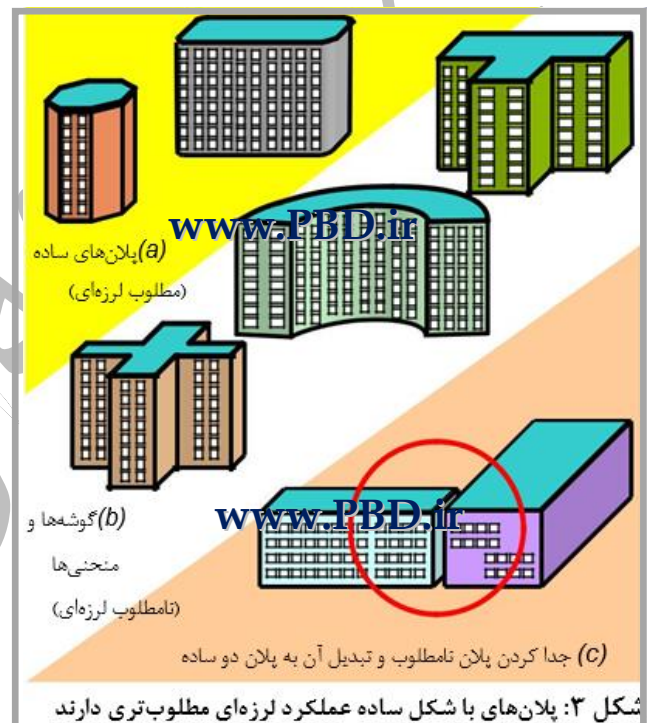
آئین‌نامه‌های لرزه‌ای موجود با ارائه ضوابط و کنترل‌ها عملاً تضمین کننده تامین شرایط مطلوب برای فاکتورهای سختی، مقاومت و شکل‌پذیری خواهند بود (شکل ۱)، در حالی که برای تامین شرایط مطلوب از نظر پیکربندی لرزه‌ای بایستی علاوه بر ضوابط آئین‌نامه‌ای، تعامل سازنده‌ای بین اهداف معماری و رفتار لرزه‌ای سازه برقرار گردد. نتیجه این تعامل سازنده جلوگیری از اجرای پیکربندی‌های نامطلوبی است که در ادامه به هر کدام اشاره خواهد شد.

بسیاری از ساختمان‌هایی که در طبقه هم‌کف پارکینگ کاملاً باز دارند دچار فروریزش یا آسیب‌های بسیار جدی در محل همین طبقه باز شده‌اند (زلزله بوج ۲۰۰۱). ساختمان‌های اجرای شده بر روی شیب‌ها به دلیل داشتن ستون‌های غیر هم‌ارتفاع در یک سطح، دچار مشکلاتی نظیر پیچش‌های بحرانی، تشکیل ستون کوتاه و ... می‌شوند (شکل ۴-۳). ساختمان‌های که در طبقات میانی آن ستون یا ستون‌هایی بر روی تیر قطع شده و تا فونداسیون ادامه پیدا نمی‌کنند این ساختمان به دلیل ناپیوستگی در مسیر انتقال زلزله دچار خرابی و آسیب‌های عمده لرزه‌ای خواهند شد (شکل ۴-۴). این آسیب وقتی شدیدتر می‌شود که این قطع شدگی در طبقات بالا برای دیوارهای برشی باشد.



نامنظمی‌های ساختمان در پلان

عموماً ساختمان‌های با پلان ساده (شکل ۳-۳a)، تحت زلزله‌های قوی عملکرد لرزه‌ای مطلوبی از خود نشان می‌دهند، این درحالی است که ساختمان‌های دارای گوشه‌های بازگشتی مانند ساختمان‌ها با اشکال U، V، H و شکل + در پلان (شکل ۳-۳b)، معمولاً متحمل خسارات قابل توجهی می‌شوند. در بسیار از اوقات با جدا کردن ساختمان و تبدیل آن به دو یا چند بخش، می‌توان از آثار مخرب این گوشه‌های بازگشتی جلوگیری کرد. به عنوان مثال یک پلان L شکل را می‌توان از محل گوشه بازگشتی به دو پلان مستقل مستطیلی تبدیل کرد (شکل ۳-۳c). حتی بعضاً با وجود ساده بودن پلان، ممکن است به دلیل عدم توزیع یکنواخت سختی در پلان، ساختمان دچار پیچش قابل ملاحظه‌ای می‌شود.



در ارتباط با توزیع مطلوب سختی در پلان، انواع نامنظمی‌های موجود نظیر نامنظمی‌های پلانی، پیچشی، سیستم‌های باربر غیرموازی و نکات آئین‌نامه‌ای هرکدام در PBD Tip 07 (فاکتور طلایی بعدی) به صورت مفصل بحث خواهیم کرد.

نامنظمی‌های ساختمان در ارتفاع

نیروهای زلزله به وجود آمده در ترازهای مختلف برای ساختمان بایستی در کوتاه‌ترین مسیر به سمت فونداسیون هدایت شوند، هرگونه انحراف یا گسستگی در این مسیر انتقال بار اثرات نامطلوبی بر روی رفتار لرزه‌ای ساختمان خواهد داشت. ساختمان‌های دارای Setbacks (مانند ساختمان‌های هتل که گاهی تعدادی از طبقاتش از سایر طبقات عریض‌تر می‌باشند) این حالت باعث تغییر قابل توجه نیروی زلزله در تراز شکستگی می‌باشد (شکل ۴-۳a). ساختمان‌هایی که در یک طبقه مشخص، ستون‌ها و دیوارهای کمتری دارند یا دارای یک طبقه با ارتفاع زیاد و غیرمعمول هستند (شکل ۴-۳b)، تمایل به فروریزش و انهدام در همان طبقه بخصوص را خواهند داشت.

۸- آئین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله "استاندارد ۲۸۰۰۰" (نشریه شماره ض-۲۵۳)، ویرایش چهارم، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۱۳۹۳.

ترجمه و تالیف:

جواد قدرتی

کارشناس ارشد زلزله از دانشگاه صنعتی شریف

پل‌های ارتباطی با نویسنده:

WebSite: www.PBD.ir

Mob: 09303091405

Telegram: <https://t.me/PBDEng/>

Instagram: https://www.instagram.com/PBD_ir/

Email: J.yengejeh@yahoo.com

کانال تلگرام طراح حرفه‌ای ساختمان

https://t.me/PBD_ir

در موضوعات زیر به جامعه مهندسی کشور ارائه خدمت می‌کند:

- ۱- نکات مهم سازه‌ای که اغلب مهندسين در رابطه با مفاهيم آنها اطلاعات ناکافی و يا بعضا اطلاعات اشتباهی دارند.
- ۲- نکات مهمی که بر خلاف استانداردهای بین‌المللی در آئین‌نامه‌های داخلی فعلی پوشش داده نشده است.
- ۳- نکات مهم و مفاهيم اساسی سازه‌ای که برای مدل‌سازی بندهای آئین‌نامه در نرم‌افزار ضروری است.
- ۴- نکات مهمی که نرم‌افزارهای طراحی قابلیت انجام آن را نداشته و بایستی دستی کنترل شوند.
- ۵- نکات مهم طراحی که برای عملیاتی شدن و اجرایی شدن طرح بایستی در نظر گرفته شود.
- ۶- نکات مهمی که اغلب در آئین‌نامه و استانداردها گنگ و نامعلوم می‌باشد.

مهندسين و اساتید عزیز منتظر انتقادات، نظرات و پیشنهاداتتان هستیم.

نکات تکمیلی را از سایت طراح حرفه‌ای ساختمان پیگیری کنید:

www.PBD.ir

طراح ساختمان و آئین‌نامه‌ها

برای طراحی ساختمان‌های مقاوم در برابر زلزله لازم است آئین‌نامه‌های زلزله و طراحی سازه مربوطه در دست باشد. از این رو طراح بایستی به آئین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله که در واقع آئین‌نامه بارگذاری زلزله هستند، و آئین‌نامه طراحی ساختمان فولادی و بتنی تسلط کافی داشته باشد. البته بایستی توجه داشت که طراح نمی‌تواند مسئولیت طراحی خود را به عهده هیچ آئین‌نامه‌ای بگذارد. به عبارت ساده‌تر اگر کلیه جزئیات یک آئین‌نامه معتبر هم رعایت شود، هیچگونه مصونیتی برای طراح در قبال هر گونه حادثه احتمالی در زمان بهره‌برداری ساختمان که ناشی از عدم طرح سازه‌ای مناسب باشد، تامین نخواهد شد. (اگر آئین‌نامه دارای ایرادات علمی باشد چه رخ می‌دهد؟) به همین دلیل طراح بایستی به قضاوت مهندسی خود متکی باشد. به همین دلیل خوب است طراح حداقل به ۲ یا ۳ آئین‌نامه مسلط باشد تا در موارد خاص بهترین تصمیم را مبتنی بر استفاده جامع از آئین‌نامه‌ها، اتخاذ نماید.

معمولا طرح معماری که نیازهای اصلی ساختمان را در زمان بهره‌برداری مشخص می‌کند، نحوه استقرار ستون‌ها، تیرها و سایر اجزای سازه‌ای را تعیین می‌کند. البته پس از مشورت با طراح سازه و در نظر گرفتن مسائل اقتصادی ناشی از نوع طرح معماری و سازه‌ای و پیش‌بینی عملکرد مناسب سازه ساختمان در برابر بارهای ثقلی و بارهای زلزله، آرایش نهائی سیستم مقاوم باربر سازه تعیین خواهد شد. طراح سازه باید تلاش کند تا سازه‌ای را انتخاب کند که حتی‌المقدور متقارن و منظم باشد و تغییرات سختی قابل ملاحظه‌ای در آرایش اجزای سازه‌ای در پلان و ارتفاع به وجود نیارد. از این جهت نظر طراح سازه بایستی همواره مورد توجه معمار و مالک قرار گیرد و البته نقش خود او در لزوم رعایت این نکات بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

منابع:

- 1- Arnold, C., and Reitherman, R., (1982), Building Configuration and Seismic Design, John Wiley, USA.
- 2- Lagorio, H.J., (1990), EARTHQUAKES An Architect's Guide to Non-Structural Seismic Hazard, John Wiley & Sons, Inc., USA
- 3- Chopra, A.K., (1980), Dynamics of Structures - A Primer, EERI Monograph, Earthquake Engineering Research Institute, USA.
- 4- www.bmtpc.org
- 5- www.nicee.org

۶- تسنیمی، عباسعلی، "رفتار و طرح لرزه‌ای ساختمان‌های بتن مسلح (آبا+۲۸۰۰)" مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، جلد اول، ۱۳۸۰.

۷- عادل، حاجت‌الله، "مهندسی زلزله" دانشگاه تهران، جلد اول،