

اهمیت عدم وجود پدیده ستون کوتاه و طبقه نرم در ایمن سازی لرزه ای در مراحل طراحی و ساخت

پدram فرشته خو

کارشناسی مهندسی عمران عضو سازمان نظام مهندسی تهران, feri.eng1@gmail.com

چکیده

ذاتا هنگام زلزله است که ساختمان باید عملکرد مطلوب خود را نشان دهد و در مناطق لرزه خیز اصولاً مهندسی به منظور طراحی لرزه ای صورت میگیرد. در بین پارامترهای گوناگون ساختمان مقاوم در برابر زلزله، دو مقوله ستون کوتاه و طبقه نرم دارای نقش مهمی در خرابی لرزه ای بوده اند و نیازمند توجه ویژه اند. متأسفانه کم توجهی به این مهم، حتی در سازه هایی که اکثر نکات لرزه ای و سیستم مقاومت جانبی رعایت گردیده نیز مشاهده میگردد. مقوله های به اصطلاح ستون کوتاه و طبقه نرم، تخصصی بوده و باید از شکلگیری آن در مرحله طراحی جلوگیری بعمل آید و در مرحله ساخت نیز نکات آن رعایت گردد. اما راهکارهایی نیز برای ساختمان ساخته شده از جمله مقاوم سازی وجود دارد که میتوان اجرا نمود.

کلمات کلیدی: ستون، طبقه نرم، اتصال، لرزه ای

مقدمه

مقوله طبقه به اصطلاح نرم نقش ویژه ای در ویرانی لرزه ای داشته است. در زلزله جنوب ترکیه نیز واژگونی برخی سازه ها بدون آسیب طبقات بالایی را شاهد بودیم. همچنین مقوله ستون به اصطلاح کوتاه پدیده ای است که کمتر مورد توجه طراحان و سازندگان قرار میگیرد. به تفسیر ماهیت و شناخت پدیده ستون کوتاه و طبقه نرم و نحوه جلوگیری از ایجاد و شکلگیری در طراحی خواهیم پرداخت و نکات مربوطه به ساخت مطرح میشود. همچنین راهکارهای بدل مقاوم سازی جهت ساختمان تمام شده ارائه میگردد. رویکرد مطالب ذیل، دسته بندی موارد و کاربردی بودن در فاز طراحی و اجرا میباشد.

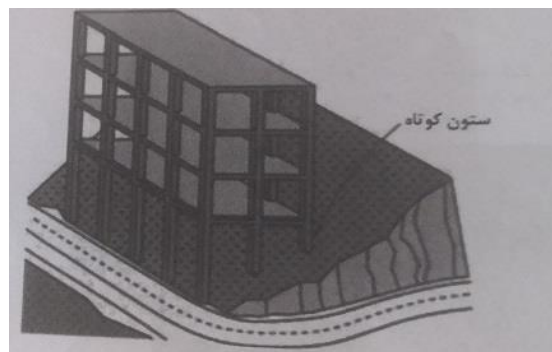
ستون کوتاه

اگر در یک سازه بتنی به دلایل مختلف طول ستونهای بتنی محدود شود مانند وجود دیوار آجری تا میانه ستون، سختی ستون فوق به علت طول کمتر، زیاد خواهد شد و در هنگام زلزله نیروی بیشتری جذب می نماید و این مساله باعث شکست برشی (ترک های ضربدری) ستون خواهد شد. [۱]

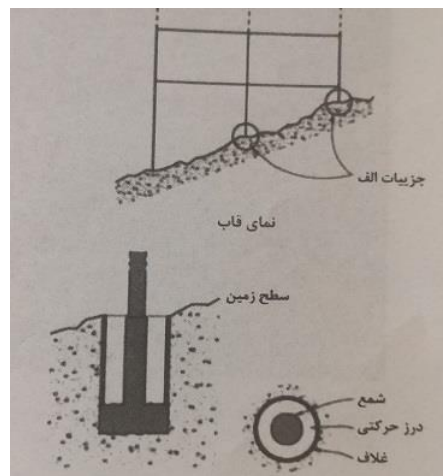
شکست ترد و برشی ستونها به دلیل ماهیت ناگهانی آن بدترین نوع شکست است به همین دلیل همواره سعی بر آن است که مکانیسم کنترل کننده خرابی ستون بصورت خمشی باشد و ستون نباید به عنوان عضو ضعیفی در قاب سازه ای عمل نماید. تشکیل مکانیسم ستون کوتاه معمولا باعث انهدام سازه میگردد. [۳]

شکلگیری پدیده ستون کوتاه در ۳ حالت می باشد:

۱. ساختمان روی زمین شیبدار. در این شرایط ستون به واضح کوتاه متحمل بار بیشتر و دچار شکست میشود. باید قبل از احداث، بیس ساختمان مسطح گردد. چنانچه بخواهیم زمین شیبدار بماند که توصیه نمیشود، باید ستون به مانند شمع غلافدار درون زمین کار شود.



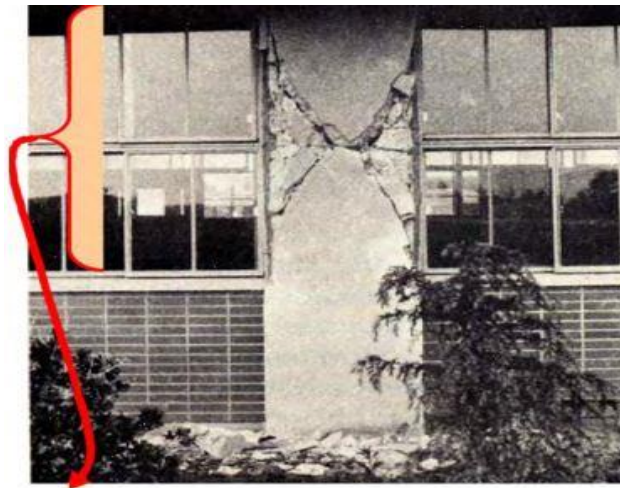
سطح شیبدار [۱]



راهکار بدل [۱]

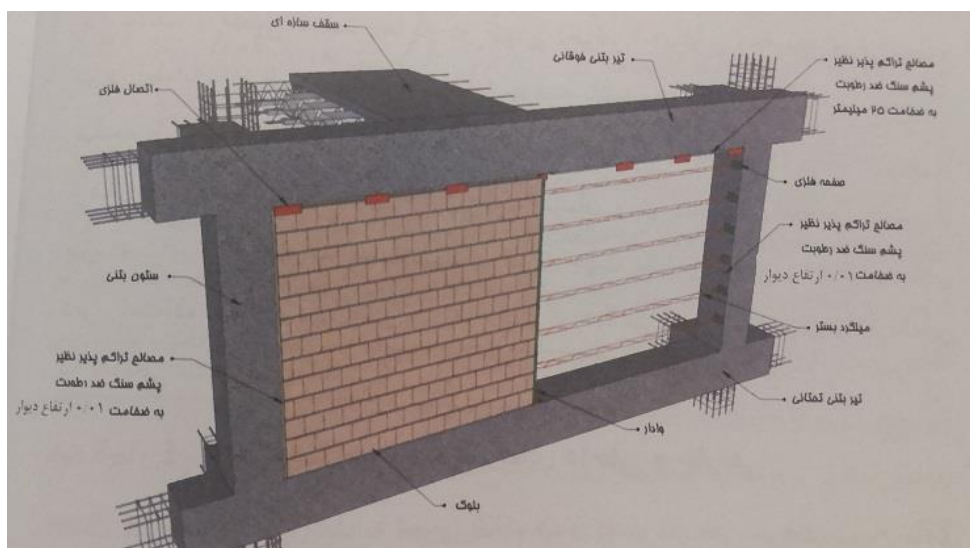
۲. عدم یکپارچگی دیوار کنار ستون به علت وجود بازشو.

تیغه هایی که تمام ارتفاع طبقه را پوشش نمیدهند (دیوار کوتاه) مانند دیوارهای خارجی بخصوص در ساختمان های بتنی، همواره باید از قاب سازه ای جدا شوند. فاصله جداسازی دیوار از ستون ها به اندازه $0.1/0$ ارتفاع کف تا کف طبقه باشد. [۲] در این مورد که به علت وجود پنجره و یا بازشو در مجاورت بخشی از ستون رخ میدهد، به علت عدم یکپارچگی عملکرد ستون در هنگام نوسان، ستون مستعد شکست برشی میشود. باید پنجره نصفه، با فاصله از ستون اجرا شود. چنانچه این امر اجتناب ناپذیر باشد، در اتصال دیوار نیمه کاره باید جداسازی با مواد الاستیک صورت گیرد.



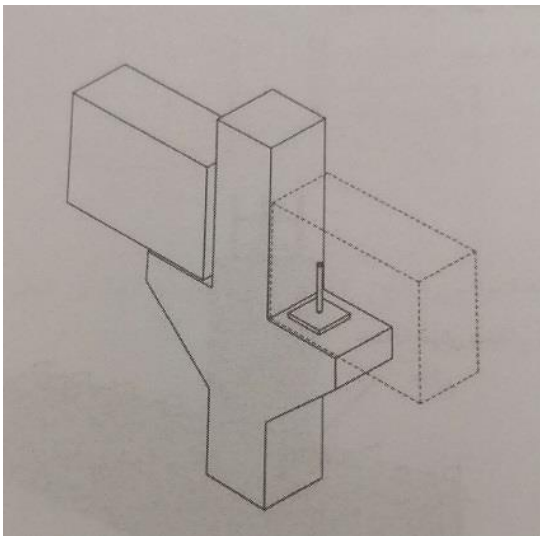
ستون کوتاه

دیوار کوتاه [۳]



جداسازی اتصال [۲]

۳. تقاطع تیر پله: این موردی است که کمتر مورد توجه و اهمیت داده نمیشود. در این شرایط توصیه بر اجرای مفصلی اتصال در محل تقاطع و یا به کارگیری تیر فولادی به جای تیر بتن آرمه است. مفصلی بودن اتصال تیر و ستون بتن آرمه، به مثابه پیش ساخته بودن مقاطع تلقی میشود و در روش به کارگیری تیر فولادی، نبشی نشیمن اتصال مفصلی خواهد بود.



بالشتک باربر



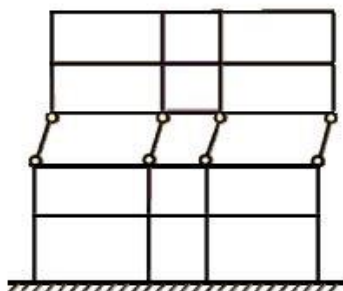
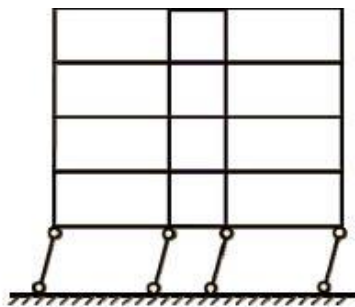
تیر فولادی و ستون بتنی

در مواردی که سختی جانبی هر طبقه کمتر از ۷۰ درصد سختی جانبی طبقه روی خود و یا کمتر از ۸۰ درصد متوسط سختی های جانبی سه طبقه روی خود باشد، چنین طبقه ای اصطلاحاً طبقه نرم نامیده میشود. در مواردی که مقادیر فوق به ۶۰ درصد و ۷۰ درصد کاهش پیدا کنند، طبقه اصطلاحاً خیلی نرم توصیف میشود. [۴]

یکی از مشخصه های اصلی طبقه نرم، ناپیوستگی در استحکام یا سختی است که در اتصالات ایجاد میشود. این ناپیوستگی بدین سبب ایجاد میشود که هرچه طبقه نرم ساختمان استحکام کمتر و یا انعطاف پذیری بیشتر داشته باشد تغییر شکل های بیشتری در آن ایجاد میشود که به نوبه خود به تمرکز نیروها در اتصالات می انجامد. [۳]

این پدیده علت خرابی اکثر سازه های دارای طبقه نرم همکف در زلزله میباشد که حتی بدون آسیب طبقات بالایی، سازه دچار واژگونی در اثر شکست ستونهای طبقه نرم میشود. شکلگیری طبقه نرم در ۴ حالت میباشد:

۱. ستون طبقه، بلندتر از ستون سایر طبقات باشد. این مورد بیشتر در طبقه همکف با افزایش ارتفاع طبقه به علل تجاری و فرهنگی و ... هستیم. بدان سبب که سختی ستون با ارتفاع آن رابطه عکس دارد با افزایش ارتفاع ستون، سختی آن کاهش میابد.



طبقه نرم در همکف و در طبقات میانی [۳]

۲. تیر قوی تر از ستون باشد. به نوعی ابعاد تیر قوی تر از ابعاد ستون زیرین باشد. رخداد چنین حالتی جای تاسف چه در مرحله طراحی و چه در مرحله اجرا دارد.

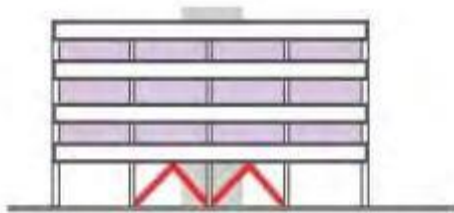
۳. حذف ستون یک طبقه. این چنین فاجعه ای ممکن است به ویرانی سازه بدون وقوع زلزله منتهی شود.

۴. (مختص ساختمان بنایی باربر) طبقات بالایی صلب و قوی تر.

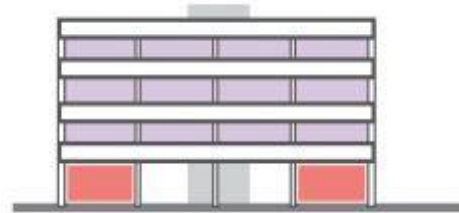
در ساختمانهای ساخته شده ای که دارای معضل موارد ۱ و ۲ مذکور هستند، راهکارهای بدل وجود دارد:

الف. افزودن دیوارهای برشی (در سازه بتن آرمه) ب. افزودن مهاربند (در سازه فولادی) ج. افزودن تیرها با اتصال مفصلی.

د. تقویت ستونها.



افزودن مهاربند [۳]



افزودن دیوار برشی [۳]

در مورد راهکارهای تقویت ستون تقسیم بندی زیر انجام میگیرد:

الف. ستون بتنی: اجرای ژاکت بتنی پیرامون ستون – اجرای الیاف FRP^1 (پلیمر یا پلاستیک تقویت شده با الیاف).

ب. ستون فولادی: اجرای ژاکت بتنی پیرامون ستون – افزودن ورق پوششی به بال ستون.

1. Fiber reinforced polymer



روکش بتنی [۳]

در اجرای ژاکت، حداقل ضخامت روکش بتنی ۱۰۰ میلیمتر باشد و مقاومت فشاری بتن روکش برابر و یا بیشتر از مقاومت فشاری بتن موجود باشد. حداقل قطر خاموتها ۸ و حداکثر ۱۴ میلیمتر باشد. [۳]

در افزودن پلیت تقویتی به ستون فولادی باید توجه و بررسی شود که تنش پسماند ناشی از جوش، اثر نامطلوب بر ستون نداشته باشد.

نتیجه گیری

حالات دسته بندی شده ستون به اصطلاح کوتاه و طبقه به اصطلاح نرم و جلوگیری از ایجاد آن در فاز طراحی و ساخت تفسیر گردید و اهمیت نقش تخریبی آن در بحث لرزه ای مشخص شد. مواردی که در مرحله طراحی، ابتدایی به نظر می‌رسد و در مرحله ساخت نیازمند رعایت نکات اجرایی است، نقش وجود طبقه نرم در واژگونی سازه بسیار واضح بوده و جای سوال است این چنین سازه ای به چه علت باید طراحی و اجرا شود. بسیاری از ایرادات توجیه ناپذیر طراحیها در روند اجرایی باید

اصلاح کردند که اصولاً بحث نقض مقاومت لرزه ای توجیه پذیر نیست. نقش ستون کوتاه در تخریب سازه کمتر مورد توجه بوده است و نیازمند اقدام موثر است. امید است که مطالب مطروحه به عنوان هندیوک کاربردی مهندسان طراح و محاسب و مجری مورد استفاده قرار گیرد.

مراجع

- [۱] اندرو چارلسون، (۱۳۹۰)، "طراحی لرزه ای برای معماران مقابله ای هوشمندانه با زلزله"، ترجمه محمود گلابچی و احسان سروش نیا، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران
- [۲] کمیته دائمی بازنگری آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله، (۱۴۰۱)، "طراحی لرزه ای و اجرای اجزای غیر سازه ای معماری"، ویرایش چهارم، مرکز تحقیقات راه مسکن و شهرسازی
- [۳] نظام فنی و اجرایی کشور، (۱۳۸۹)، "راهنمای روش ها و شیوه های بهسازی لرزه ای ساختمان های موجود و جزئیات اجرایی"، سازمان برنامه و بودجه
- [۴] کمیته دائمی بازنگری آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله، (۱۳۹۹)، "آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله"، ویرایش چهارم، مرکز تحقیقات راه مسکن و شهرسازی