

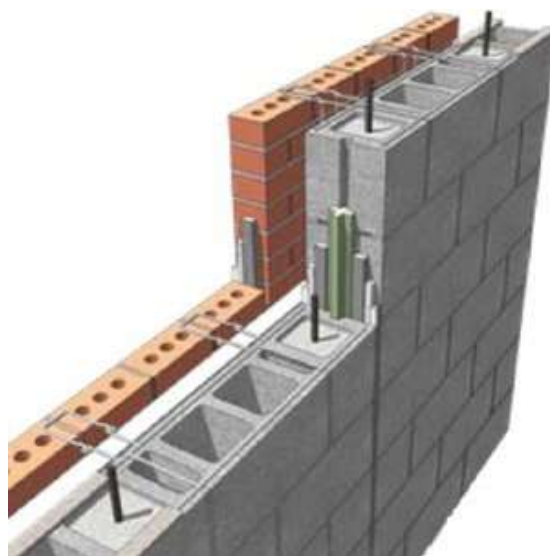
## انواع دیوارهای بنایی مقاوم در برابر زلزله

انواع مختلف دیوار بنایی وجود دارد که می‌توان از آنها در مناطقی که مستعد زلزله هستند، استفاده کرد. انواع دیوارهای بنایی مقاوم در برابر زلزله در این مقاله مورد بحث قرار گرفته‌اند.



### انواع دیوارهای بنایی مقاوم در برابر زلزله:

- دیوارهای بنایی طره‌ای
- دیوارهای بنایی همبسته با تشکیل مفصل در دیوارهای طرفین بازشوها
- دیوار بنایی همبسته با تشکیل مفصل در تیرهای همبند (رابط یا پیوند)
- سیستم مقاوم در برابر نیروهای جانبی اولیه و ثانویه
- دیوارهای بنایی تحت بار وارد بر نما



## دیوارهای بنایی طره‌ای

دیوارهای بنایی طره‌ای بر روی پی صلب یا انعطاف‌پذیر ساخته می‌شود. از دال‌های انعطاف‌پذیر معمولاً برای اتصال دیوارهای بنایی مختلف به هم استفاده می‌شود.

اگر تدابیر خاصی در نظر گرفته شود می‌توان از این دیوارها برای مقاومت در برابر نیروهای لرزه‌ای استفاده کرد؛ مثلاً توصیه می‌شود که از دال‌های انعطاف‌پذیر، به جای تیرهای کوپل صلب، برای اتصال دیوارهای بنایی طره‌ای استفاده می‌شود. این کار باعث کاهش ممان منتقل‌شده از یک دیوار به دیوار دیگر می‌شود.

دیگر ملاحظه‌ای که باید در نظر گرفته شود، کاهش هر چه بیش‌تر بازشوها در این دیوارها برای جلوگیری از تأثیر بازشوها بر عملکرد طره‌ای و عمودی دیوار است. علاوه بر آن، از ستون‌ها می‌توان برای کمک به پشتیبانی دیوارها در مقابل بارهای عمودی استفاده کرد.

از آنجا که نگرانی برای جذب انرژی وجود دارد، می‌توان از مفاصل پلاستیک که با دقت در پایه‌ی دیوار طراحی شده‌اند، برای مستهلک کردن انرژی زلزله استفاده کرد. در نهایت ظرفیت چرخش پلاستیک مفاصل پلاستیک، ظرفیت تغییر مکان دیوار بنایی طره‌ای را کنترل می‌کند.



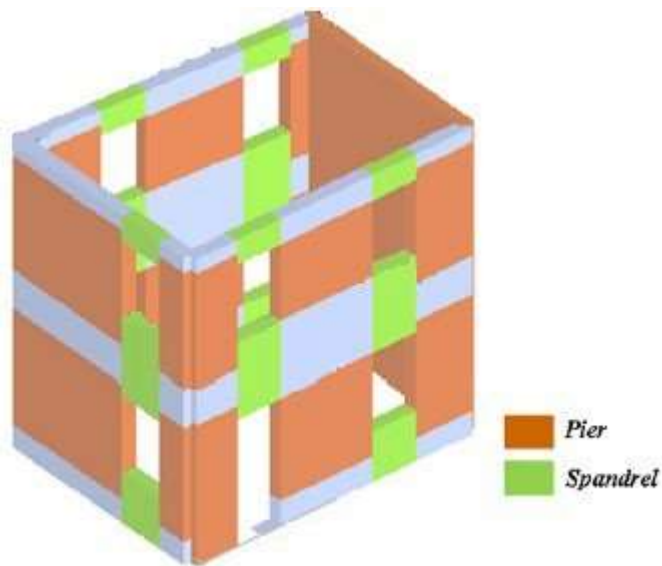
شکل ۱: دیوار بنایی طره‌ای متصل شده با دال‌های انعطاف‌پذیر

## دیوارهای بنایی همبسته با تشکیل مفصل در دیوارهای طرفین بازشوها

معمولاً ساختمان بنایی از دیوارهای بنایی محیطی تشکیل شده است که در آن بازشوهایی مانند پنجره‌ها و درها، همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است، وجود دارد.

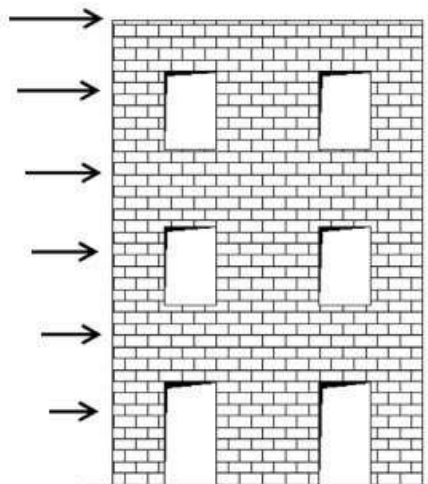


شکل ۲: دیوار بنایی با بازشوها در و پنجره

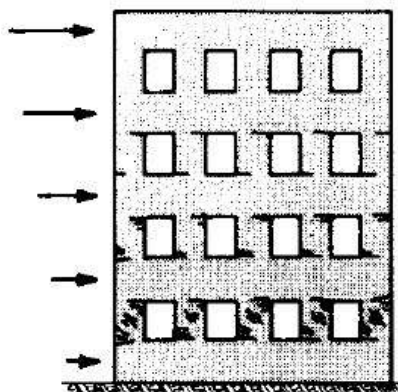


شکل ۳. دیوارهای طرفین (نارنجی) و تیر همبند (سبز) در دیوار بنایی

هنگامی که نیروی جانبی لرزه‌ای بر دیوار بنایی، همانند شکل ۴ اعمال می‌شود، مفاصل در دیوارهای طرفین (شکل ۵) یا در تیرهای همبند (شکل ۶) به وجود می‌آیند.

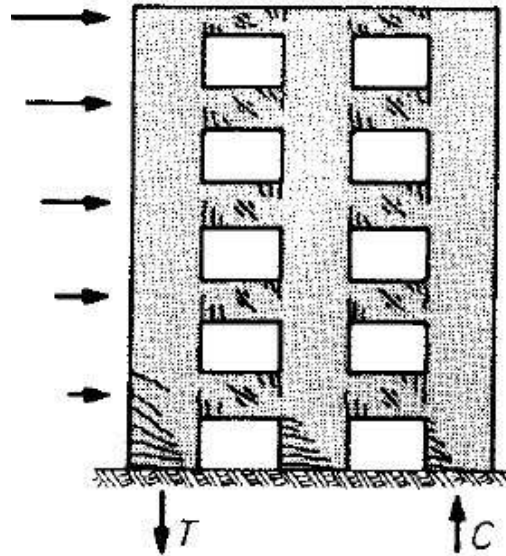


شکل ۴. نیروی لرزه‌ای جانبی اعمال شده بر دیوار بنایی همبسته



شکل ۵. نیروی لرزه‌ای جانبی وارد بر دیوار بنایی. ایجاد ترک در دیوارهای طرفین (مفاصل در پایه‌ها ایجاد می‌شود)



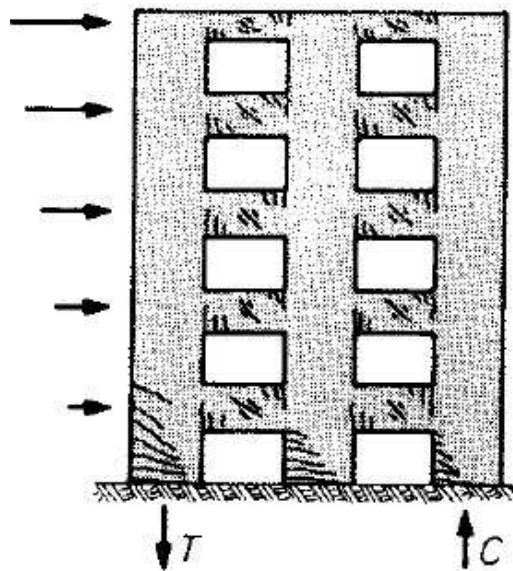


شکل ۶. بار لرزه‌ای جانبی وارده بر دیوار بنایی. ایجاد ترک در تیرهای همبند (مفاصل در تیرهای همبند شکل گرفته است)

شکل‌گیری مفاصل در دیوارهای طرفین بازشوها اتفاقی بسیار معمول و در مقایسه با شکل‌گیری مفصل در تیرهای همبند رایج‌تر است. در حالت اول دیوارهای طرفین باید شکل‌پذیری بالایی داشته باشند.

دیوار بنایی همبسته با تشکیل مفصل در تیرهای همبند (رابط یا پیوند)

موارد محدودی وجود دارد که در آن دیوارهای طرفین بازشوها مقاوم‌تر از تیرهای همبند هستند. در این حالت، مفاصل در تیرهای همبند شکل می‌گیرند (شکل ۷).



شکل ۷. تیرهای همبند ضعیف‌تر از دیوارهای طرفین بوده و در نتیجه ترک‌ها و مفاصل در تیرهای همبند شکل می‌گیرند

به‌علاوه، رفتار دیوار بنایی تقریباً شبیه به دیوار همبند خواهد بود. این نوع از دیوار می‌تواند عملکرد رضایت‌بخشی در طول زلزله داشته باشند و نیاز شکل‌پذیری قابل‌توجهی که در تیرهای همبند به‌خصوص در ترازهای بالا ایجاد می‌شود را می‌توان با طراحی و ساخت مناسب دیوار همبند از بتن مسلح حل کرد.

با این وجود دیوار بنایی همبند چنین مزیتی ندارد، زیرا کرنش فشاری نهایی آن پایین است. به همین دلیل دیوار بنایی همبند در مناطقی که مستعد زلزله هستند گزینه‌ی مناسبی نیست.

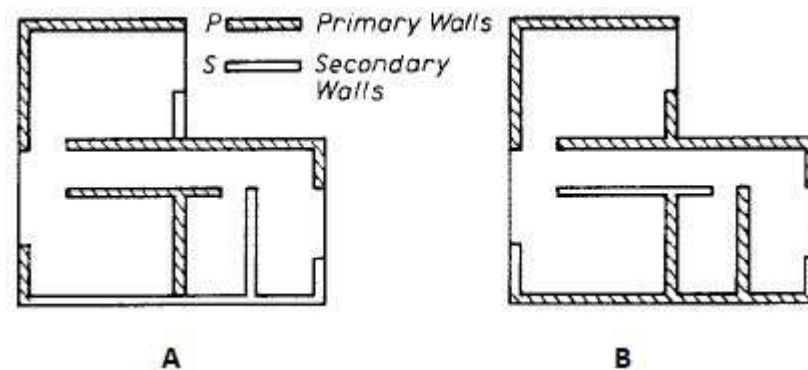
علاوه بر این گزینه‌هایی وجود دارد که در آن برای افزایش مقاومت لرزه‌ای دیوار بنایی همبند از مفصل‌هایی در تیر همبند استفاده می‌شود؛ مثلاً پیشنهاد می‌شود که دیوار برای تغییر مکان کلی کمتری طراحی شده و یا اتصالاتی بین دیوار و تیرهای همبند ایجاد شود تا از آسیب تیرهای همبند به دلیل چرخش دیوار جلوگیری شود.

در نهایت بهترین گزینه جلوگیری از استفاده از دیوار بنایی همبند با مفصل‌هایی در تیرهای همبند در مناطق لرزه‌خیز است.

### سیستم مقاوم در برابر نیروی جانبی اولیه و ثانویه

انواعی از دیوارهای بنایی وجود دارند که آن‌ها را به دلایلی همچون جهت‌گیری، پیچیدگی شکل و تعداد دیوارهای باربر نمی‌توان تحت آنالیز به لحاظ وجود نیروهای لرزه‌ای جانبی وجود ندارد.

بنابراین واقع‌بینانه‌تر این است که فرض کنیم دیوار بنایی از سیستم اصلی و سیستم ثانویه تشکیل شده است. سیستم اصلی بارهای ثقیل و کل بارهای لرزه‌ای جانبی می‌کند و سیستم ثانویه بارهای ثقیل و نما را حمل می‌کند.



شکل ۸. تقسیم کردن دیوارهای بنایی به سیستم‌های اصلی و ثانویه، تقسیم دیوارها در A ضعیف و در B خوب است، زیرا دیوارهای اصلی و ثانویه در A خارج از مرکز هستند

در تحلیل فرض شده است که سیستم ثانویه تحت نیروهای لرزه‌ای جانبی قرار نمی‌گیرد، اما این فرض دقیق نیست، زیرا این سیستم مقدار نامشخصی از بارهای جانبی را تحمل می‌کند.

به این دلیل چنین دیوارهایی باید برای مقاومت در برابر تغییر مکان‌هایی که ممکن است به دلیل نیروهای لرزه‌ای جانبی به وجود بیایند طراحی شوند. این کار را می‌توان با پذیرش حداقل مقررات آیین‌نامه‌ای انجام داد.

بعلاوه سختی هر دیوار ثانویه نباید بزرگ‌تر از یک‌چهارم بزرگ‌ترین سختی دیوار اصلی باشد. این مقیاس برای جلوگیری از تغییر شکل پلاستیک قابل توجه دیوار ثانویه و حفظ نقش آن در تحمل کردن بار ثقیل است.

در نهایت باید مرکز سختی هر دو سیستم دیوارهای اصلی و ثانویه حتی‌الامکان به هم نزدیک باشند تا از اثرات پیچشی نامطلوب جلوگیری شود.

### دیوارهای بنایی تحت بار وارد بر نما

دیوارهای بنایی باید قادر باشند ممان خمشی صفحه‌ای یا بار نما را تحمل کنند. دلیل این امر این است که دیوارهای بنایی احتمالاً تحت بارهای نما قرار خواهند گرفت. مثالی از بارهای نما فشار لرزه‌ای زمین بر دیوار حائل و پاسخ دیوارها به تحریک لرزه‌ای عرضی است.

بنابراین، نه تنها دیوار بنایی باید در برابر بارهای لرزه‌ای صفحه‌ای مقاومت کند، بلکه باید در برابر اثر لرزه‌ای صفحه‌ای و خارج از صفحه هم به صورت هم‌زمان مقاومت کند.

مترجم: علی‌اکبر خلیلی

منبع:

<https://theconstructor.org/structural-engg/earthquake-resistant-masonry-walls-construction//۱۷۸۹۴>