

دیوار برشی چیست؟

معرفی انواع دیوارهای ساختمانی
پایگاه خبری تحلیل فولاد مرکز آهن

اصفهان-خیابان امام خمینی-چهار راه شریف-مجتمع الماس-طبقه ۵-واحد ۵۱۵ | مرکز آهن

دیوار برشی چیست ؟



معرفی انواع دیوارهای ساختمانی

دیوارها از قدیمی ترین اجزای ساختمانی هستند که در سازه ها به کار گرفته شده اند و در ساخت آن ها از سازه هایی اعم از میلگرد استفاده می شود. با توسعه استفاده از بتن در صنعت ساختمان از همان ابتدا دیوارهای بتنی چه به عنوان دیوارهای باربر و چه به عنوان دیوارهای غیر باربر در ساخت سازه ها بسیار مورد استفاده قرار گرفتند. دیوار به عنوان یک عضو صفحه ای نازک محسوب گردیده به طوری که ضخامت آن در مقابل عرض و ارتفاع آن به مراتب کمتر می باشد.

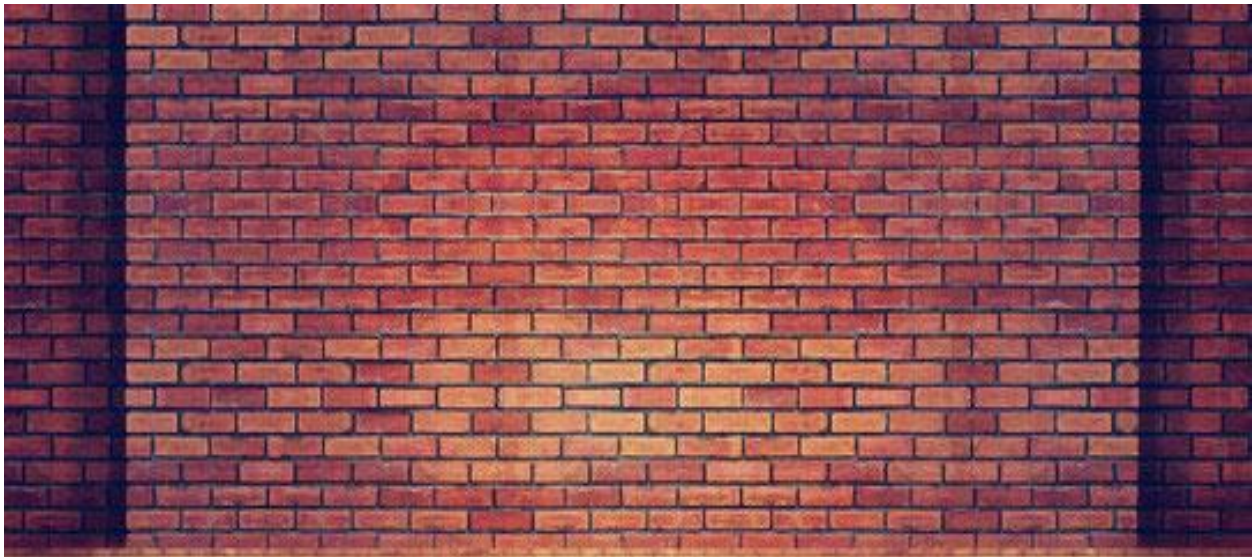
به صورت کلی یک دیوار بسته به وضعیت تکیه گاهی و بارهای وارد بر آن مشابه یکی از حالات زیر عمل می نماید.

۱ - مانند یک ستون تحت بار محوری باشد

۲ - مانند یک دال تحت بار عمود بر صفحه باشد

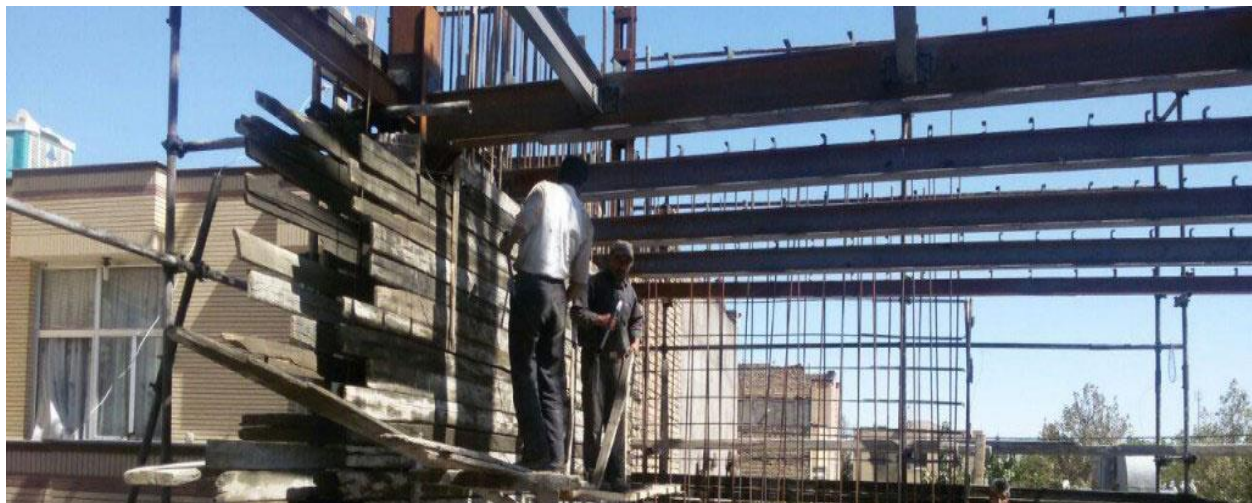
۳ - مانند یک تیر طره ای تحت بار جانبی باشد

مانند یک تیر - ستون تحت بارهای محوری و جانبی باشد



دیوارهای بتنی را با توجه به نوع کاربرد می توان به انواع زیر تقسیم نمود:

- ۱ - دیوارهای محیطی متصل به قاب که فضای بیرونی را از فضای درونی جدا کرده و مهمترین نیروی وارد شده به آن ها بار باد می باشد.
 - ۲ - دیوارهای محیطی مهار شده به قاب که تفاوت آن ها با مورد ۱ در این است که بار ثقلی آن ها در هر طبقه به قاب منتقل نمی گردد
 - ۳ - دیوارهای جداکننده یا تیغه که تنها به منظور جداسازی فضاهای داخلی به کار می روند.
 - ۴ - دیوارهای حائل که به منظور پایداری در مقابل فشارهای جانبی نظیر فشار خاک یا فشار آب ساخته می شوند. این دیوارهای دارای انواع وزنی، طره ای، پشتبنددار و جلوپنددار می باشند.
 - ۵ - دیوارهای برشی که به منظور مقاومت در مقابل بارهای جانبی نظیر بار باد یا زلزله به کار می روند. به منظور مقاومت در برابر نیروهای جانبی از جمله نیروهای زلزله و باد، استفاده از دیوارهای برشی بتن آرمه در تمام دنیا رایج می باشد. دیوارهای برشی با توجه به سختی بالایی که دارند در مقاومت سازه در برابر نیروهای جانبی نقش اساسی ایفا می کنند. دیوارهای برشی علاوه بر مقاومت کافی بایستی شکل پذیری کافی به منظور ممانعت از شکست ترد به خصوص در برابر نیروی قدرتمند زلزله را داشته باشند.
- در مناطقی که حرکات زمین لرزه ای قوی پیش بینی می شود، این امکان وجود ندارد که دیوار سازه ای را طوری طراحی کنیم که در طول یک زلزله قوی، الاستیک باقی بماند. بنابراین تغییر شکل های بزرگ و غیر الاستیک در پای دیوار انتظار می رود. در مورد بار جانبی ناشی از زلزله که ماهیت دینامیکی دارد، جذب انرژی دیوار در مقابل آن از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در همین ارتباط آیین نامه ها جهت طراحی اعضای بتن آرمه در مناطق زلزله خیزی بالا، فولادگذاری ویژه تعیین می کنند، به طوری که با این فولاد گذاری ویژه، دیوار سازه ای از رفتار شکل پذیر برخوردار شده و در مقابل بار زلزله، جذب انرژی و اتلاف انرژی قابل توجهی داشته باشد.
- با توجه به اهمیت دیوارهای برشی در تحمل نیروهای جانبی، لازم است طراحی دیوارهای برشی به شکل دقیق تری صورت پذیرد تا دیوارهای برشی از مقاومت و شکل پذیری کافی برخوردار شوند.



دیوارهای برشی بتنی

دیوارهای برشی را از چند جهت می توان تقسیم بندی کرد. از نظر رفتار، تغییر در شکل مقطع، تغییر در ارتفاع و دیگر اینکه دارای بازشو باشند یا نباشند.

دیوارهای برشی از نظر رفتار

طبق گزارش ۴۰-ATC اگر نسبت وضعیت دیوار (ارتفاع به طول) برابر یا متجاوز از ۴ باشد، دیوار لاغر در نظر گرفته می شود و اگر این نسبت کوچک تر از ۲ باشد دیوار چاق می باشد. آیین نامه FEMA-۳۶۵ برای نسبت های فوق به ترتیب اعداد ۳ و ۱/۵ را در نظر می گیرد و این در حالی است که دستورالعمل های بهسازی ایران پیشنهاد عددی ارائه نمی دهد. در ادامه توضیحات بیشتری در رابطه با این دو نوع دیوار برشی ارائه می گردد

• دیوارهای برشی کوتاه

اگر دیوار برشی دارای ارتفاع کم باشد یعنی نسبت ارتفاع به طول آن کمتر از ۲ یا ۳ باشد به آن دیوار برشی کوتاه می گویند و برای ساختمان های کوتاه می توان از آن استفاده کرد. در برخی موارد برای ساختمان های بلند از دیوار برشی کوتاه استفاده می کنند و آن هنگامی است که برای مقاوم ساختن ساختمان در برابر بارهای جانبی در تعدادی از دهانه های طبقه همکف یا بر فراز شالوده از دیوارهای برشی کوتاه به صورت پیوسته بین دهانه ها استفاده می کنند.

رفتار دیوارهای برشی کوتاه با دیوارهای برشی بلند تفاوت زیادی دارد. بیشترین تحقیقات در خصوص رفتار این نوع دیوارها توسط پارک و پاوولی در نیوزلند انجام شده است. آن ها توصیه دارند که فولادگذاری در این قبیل دیوارها تا حد امکان یکنواخت باشد و به سمت لبه قائم تمرکز بیشتری داشته باشد.

حداقل فولادگذاری در این دیوارها ۰/۰۰۲۵ است. اگرچه ممکن است شکل پذیری کافی را برای دیوار مهیا نسازد ولی از نظر مقاومت و شرایط لازم طراحی، کافی به نظر می رسد.

• دیوارهای برشی بلند (طره ای)

این دیوارها دارای نسبت ارتفاع به طول زیاد می باشند به نحوی که رفتار غالب آن ها برخلاف نامشان رفتار خمشی است. همان طور که بیان شد این قبیل دیوارها در تحمل بارهای ناشی از زلزله و استهلاک انرژی آن نقش بسیار موثری در ساختمان های متوسط و بلند دارند. شکل هندسی مقطع آن ها بر رفتار خمشی اثر بسیار زیادی دارد. در عین حال تغییر طول یا ضخامت آن ها در ارتفاع نیز برای رعایت مسائل مختلف سازه ای و یا معماری بر رفتارشان اثر می گذارد.

اثر شکل مقطع بر رفتار دیوار برشی

مشخص شده است که شکل مقطع دیوار بر رفتار آن اثر چشمگیری دارد. چنانچه دیوار در دو انتهای خود دارای بال باشد هم از پایداری و هم از شکل پذیری بیشتری در مقایسه با دیوار بدون بال برخوردار است. تحقیقات بر روی شکل مقطع با مقایسه بین دیوارهای بال دار و بدون بال نشان داده شده است که چه با مساوی در نظر گرفتن نیروهای محوری و چه مساوی بودن ظرفیت تحمل لنگر، با افزایش درصد فولاد موثر در مقاومت خمشی و شکل مقطع، شکل پذیری تا حد قابل توجهی افزایش می یابد و اثر شکل مقطع بر این افزایش به مراتب بیشتر است.



دیوارهای برشی از نظر تغییر در ارتفاع

در ساختمان های با ارتفاع متوسط شکل مقطع دیوارها از شالوده تا بالاترین تراز تقریباً ثابت می ماند. این عدم تغییر در مقطع دیوار بیشتر برای دیوار یکنواخت به کار می رود. از طرفی نیاز مقاومتی در اثر بارهای جانبی، کاهش فولادگذاری در مقطع را از پایین به بالا دیکته می کند. در مواردی نیز به منظور کاهش مقاومت مورد نیاز تغییر در ضخامت دیوار ایجاد خواهد شد.

دیوارهای برشی از نظر بازشو

معمولاً و نه به طور گسترده دیوارها دارای بازشو هستند. این بازشوها یا در جان و یا در بال دیوارها تعبیه می شوند و نیز لازم است با یک قضاوت مهندسی عرض و ارتفاع این بازشوها به نحوی تعیین شوند که نه آن قدر کوچک باشند که در طراحی از وجود آن ها صرف نظر شود و نه آن قدر بزرگ باشند که بر روی مقاومت برشی و خمشی اثر نامطلوب بگذارد. واضح است که در حالت اخیر باید محاسبه مقاومت و نیز جزئیات فولادگذاری به طور دقیق مشخص شود. به همین دلیل باید دیوارهای برشی را در دو حالت دارای بازشو و بدون بازشو مورد بررسی قرار داد.

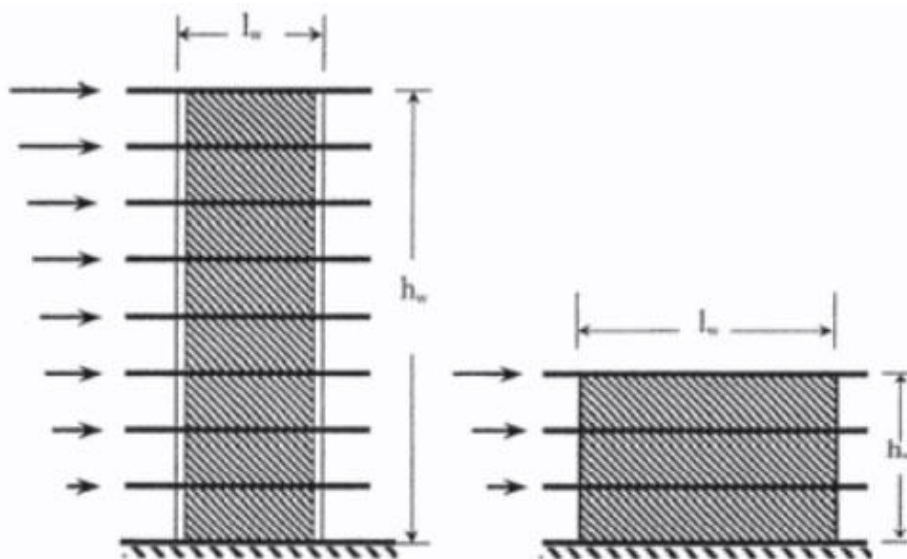
از نظر بازشو دیوارهای برشی به صورت دیوارهای توپر و سوراخ دارد (با الگوی منظم و نامنظم) تقسیم بندی می شوند. دیوارهای توپر، یا بدون بازشو هستند و یا دارای بازشوهایی کوچک قابل نظر کردن هستند. دیوارهای پنچ شده دارای بازشوهایی هستند که به طور عمودی قرار نگرفته اند. دیوارهای سوراخ شده از قطعات دیواری افقی و عمودی در الگوهای منظم تشکیل شده است که این دیوارها را گاهی دیوارهای قابی نیز می خوانند.

دیوارهای همبسته (مزدوج) نوع خاصی از دیوارهای سوراخ شده اند که توسط دو یا چند عضو قابی شکل افقی (تیرهای همبند) به یکدیگر متصل شده اند. دیوارهای ناپیوسته تا شالوده ادامه نمی یابند بلکه متکی به ستون های اجزای دیگری هستند. تاثیر متقابل دیوار با قاب ها یا دیوارهای مجاورش به خصوص دیوارهای ناپیوسته و اجزای قرار گرفته در محورهای دیگر ساختمان می بایست تعیین شود. در دیوارهای مزدوج و سوراخ شده به اجزای قائم غالباً پایه های دیواری و به اجزای افقی نیز تیرهای همبند، تیرهای رابط یا تیرهای طاقی می گویند. همچنین هریک از اجزای مذکور را قطعات دیواری می خوانند.

تعریف انواع اجزای دیوار برشی به مقاومت های نسبی دیوار وابسته است. اطلاعات کامل در طراحی این اجزا در FEMA-۳۰۶ موجود است. منتخب این اطلاعات نیز در تفسیر FEMA-۳۵۶ در قالب جداولی آمده است. دیوارهای برشی از نظر بازشو به انواع زیر تقسیم بندی می شوند.

معرفی دیوارهای توپر ساختمانی

مدل تحلیلی برای المان دیوار توپر می باشد معرف سختی، مقاومت و ظرفیت تغییر شکل پذیری دیوار در صفحه بارگذاری باشد. رفتار خارج از صفحه دیوار را نیز به جز در مواقعی که دیوار، بال اجزای دیواری متقاطع می باشد، می باید در نظر گرفت.



بیشتر دیوارهای برشی طره ای بدون بازشو را می توان مطابق شکل بالا به صورت تیر و ستون مدل کرد. بارهای جانبی را می توان به صورت بارهای متمرکز در تراز کف ها به دیوار وارد کرد و در این حالت تراز کف طبقات، دیافراگم صلب در نظر گرفته می شوند. این دیافراگم ها موجب پایداری بیشتر دیوارها شده و در نتیجه ضخامت کمتری برای دیوار در این حالت نیاز است.

دیوارهای لاغر معمولا با رفتار خمشی کنترل می شوند در حالی که دیوارهای چاق با رفتار برشی کنترل می شوند. رفتار دیوار با نسبت وضعیت بین دو مقدار فوق از هر دو رفتار خمشی و برشی متاثر است. در نظر گرفتن گسیختگی بالقوه مهارها و اتصالات نیز ممکن است در مدل سازی لازم باشد. بجز در دیوارهای چاق یک یا دو طبقه نیازی به مدل کردن لغزش بین درزهای اجرایی نیست.

دیوارهای دارای بازشو با تیر همبند

در اغلب موارد تعبیه بازشوی منظم برای پنجره ها و درها در دیوارهای برشی اجتناب ناپذیر است. تعیین محل بازشوها باید به نحوی باشد که رفتار سازه ای دیوار برای تحمل بارهای وارده مطلوب باشد. لازم است طراح مطمئن باشد که رفتار کلی و خمشی دیوار با کاهش قابل توجه در سطح مقطع آن دچار مشکل نمی شود. همچنین با تعبیه بازشوها نباید به هیچ وجه از مقاومت برشی مورد نیاز دیوار کاسته شود زیرا در این صورت رفتار دیوار ترد شده و قبل از اینکه به حداکثر ظرفیت خمشی خود برسد تحت اثر شکست برشی فرو می ریزد.

ملاحظات این نوع از دیوارها نیز عموما مشابه دیوارهای توپر است. با این توضیح که مدل سازی و روش های ارزیابی آن ها قضاوت مهندسی قابل توجهی را می طلبد. دیوارهای برشی لاغز و قطعات دیوار را می توان به صورت المان های تیر - ستون معادل با در نظر گرفتن تغییر شکل های خمشی و برشی مدل نمود.

دیوارهای ناپیوسته

گاهی به دلایلی از قبیل نوع ساختمان و شیوه های مورد نظر در بهره برداری از آن موجب می شود که پیوستگی دیوار برشی نقض گردد. در این نوع دیوارها، ستون ها یا تیرهای اتکایی، به علت ایجاد شدن طبقه نرم در طبقه زیرین یا همکف، ممکن است در معرض نیروها و تغییر شکل های زیادی قرار گیرند. بنابراین این دیوارها به صورت بالقوه برای گسیختگی مستعد هستند. به علاوه در تراز ناپیوستگی برای مدل، جریان نیروهای برشی از یک صفحه قائم مقاوم به سایر صفحات از میان دیافراگم طبقه ممکن است ضروری باشد.

در محل تقاطع دیوار با اعضای اتکایی که تمرکز تنش به وجود می آید، مدل سازی مناسب با توجه به جریان نیروها الزامی است. مدل تحلیلی می باید بیانگر مودهای محتمل پاسخ غیر ارتجاعی باشد. در اجزای مرکب از قاب و دیوار به منظور مدل کردن تیر برای اتصال به لبه دیوار می باید محدوده مناسبی از صلبیت تا خط وسط دیوار در نظر گرفت. کمک گرفتن از کف های صلب جانبی، یکی از راه کارهایی است که می تواند تا حد قابل قبولی از جابجایی ستون ها در تراز بحرانی جلوگیری کند.



برخی ملاحظات دیگر درباره دیوار برشی

در ادامه به چند مورد از موارد مهم که در تحلیل دیوارهای برشی می بایست مدنظر قرار گیرند اشاره می گردد.

- انتخاب محل دیوار برشی

نحوه انتخاب محل دیوار برشی در پلان هر دیوار برشی ممکن است در اثر نیروهای محوری، دچار جابجایی یا تغییر شکل انتقالی و چرخشی شود. اینکه یک دیوار برشی تا چه میزان و چگونه تحت تاثیر لنگر واژگونی، نیروهای برشی یا پیچشی قرار گیرد، بستگی به شکل هندسی، جهت آن در برابر نیروی زلزله و محل استقرار آن در پلان ساختمان دارد. در میان نکات بسیار مهمی که از نظر سازه ای رعایت آن ها الزامی است، باید به موارد زیر اشاره کرد.

۱- برای دیوارهای منفرد، تامین تقارن در سختی، پایداری پیچشی و ظرفیت مناسب شالوده اهمیت زیادی دارد.

۲- توزیع یکنواخت تغییر شکل های غیر ارتجاعی در تمامی سطح پلان ساختمان در نظر گرفته شود.

- شکل پذیری

به طور کلی در دیوارهای مسلح لاغر رفتار برشی حاکم است و لولای خمیری خمشی در نزدیکی پای دیوار تحت بارگذاری جانبی شدید تشکیل می شود. شکل پذیری دیوار تابعی از تسلیح طولی متمرکز در نزدیکی مرزهای دیوار، میزان بار محوری، مقدار برش مورد نیاز به منظور جاری شدن برشی، ضخامت و تسلیح استفاده شده در قسمت جان دیوار خواهد بود. به طور کلی تنش های ناشی از بار محوری و برشی بیشتر، شکل پذیری خمشی و توانایی جذب انرژی در دیوار برشی را کاهش می دهد.

- بارهای محوری و خمشی

در مقاطع دیوار چاق تاثیرات غیر خطی تغییرات کرنشی ممکن است دخیل باشد. طبق تحقیقات به عمل آمده در اعضای شامل بال و جان که عملکرد درستی دارند، سختی و مقاومت ترکیب شده برای بارگذاری محوری و خمشی باید با در نظر گرفتن پهنای موثری برای بال از هر طرف جان برابر با کمترین مقادیر زیر در نظر گرفته شود.

- عرض موجود بال

- نصف فاصله تا جان بعدی

- یک هشتم دهانه برای تیرها یا یک چهارم کل ارتفاع برای دیوارها

وقتی بال در فشار می افتد بتن و میلگردها هر دو می باید در محدوده بال موثر در برابر بار محوری و خمشی موثر در نظر گرفته شوند.