



بررسی درز انقطاع در ساختمان‌ها

بررسی نکات استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش ۴ و پیشنویس ویرایش ۵ به همراه مثال عددی

بررسی نکات اجرایی به همراه تصاویر و دتایل‌ها

تهیه کننده مهندس مجتبی پاشاپور آذر (مدرس و طراح سازه)

تدریس خصوصی طراحی سازه بتنی و فولادی با نرم افزار ایتبس و سیف

Gmail: mojtabapashapour@gmail.com

[Tel:@Mojtaba_pashapour](tel:09904662396)

(09148863662-09904662396)

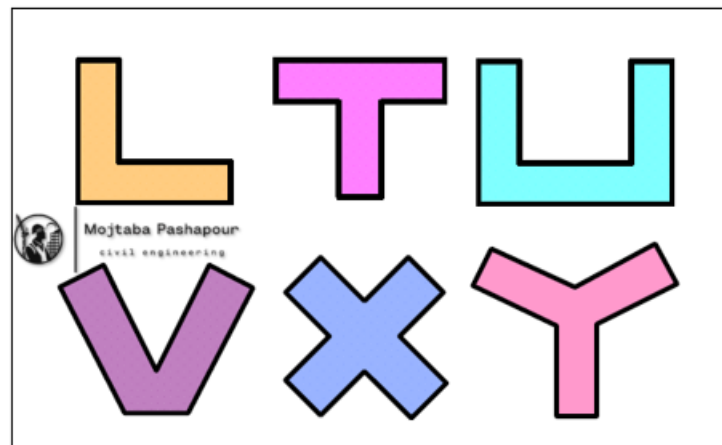


درز انقطاع

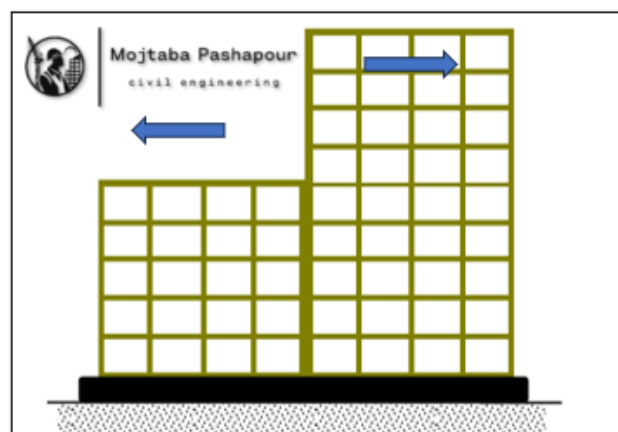
اغلب دو قسمت از یک ساختمان یا دو ساختمان مختلف نزدیک به یکدیگر ساخته می‌شوند، بدون اینکه پیامدهای این نزدیکی هنگام زلزله در نظر گرفته شود. به طور کلی در این حالت فاصله‌ای بین دو ساختمان در نظر گرفته می‌شود بدون اینکه واقعا فاصله مورد نیاز برطبق ملاحظات لرزه‌ای محاسبه شود.

در چهار مورد، دو ساختمان مجاور یا دو بخش از یک ساختمان باید با فاصله مناسب از هم جدا شوند. این موارد زمانی هستند که:

۱- ساختمان‌ها دارای اشکال الفبایی در پلان هستند؛ آن‌ها می‌توانند در محل اتصال بال‌های مختلف که از جهات مختلف به یکدیگر می‌رسند، از هم جدا شوند. (پلان ساختمان مانند اشکال زیر باشد)

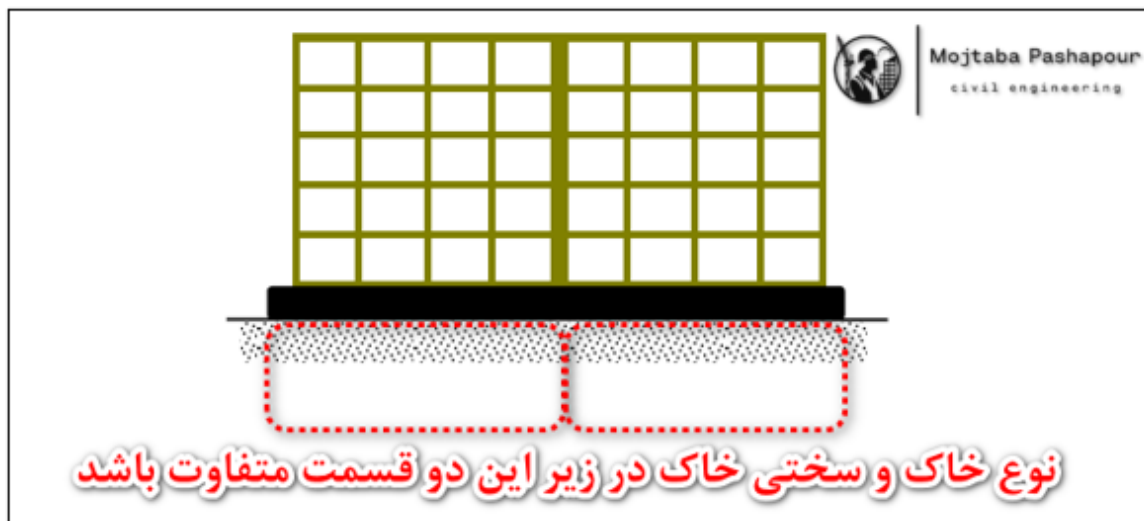


۲- دو قسمت از یک ساختمان ارتفاع‌های متفاوتی دارند؛ این دو قسمت تمایل دارند به صورت متفاوتی نوسان کنند.

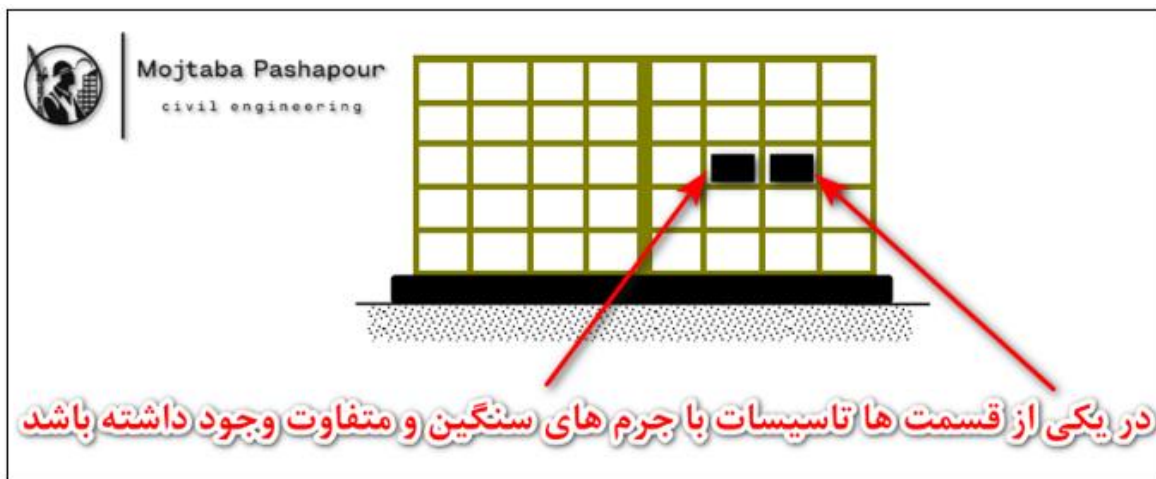




۳- ساختمان‌ها بر روی دو توده خاک مختلف قرار دارند که از نظر انعطاف‌پذیری متفاوت هستند؛ لایه‌های مختلف خاک باعث می‌شوند که دو قسمت تحت یک لرزش یکسان، به طور متفاوتی نوسان کنند.



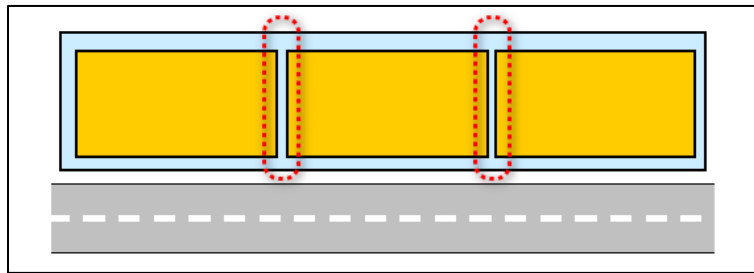
۴- ساختمان‌ها دو جرم متفاوت درون خود دارند؛ این دو جرم باید در محل اتصال از هم جدا شوند.



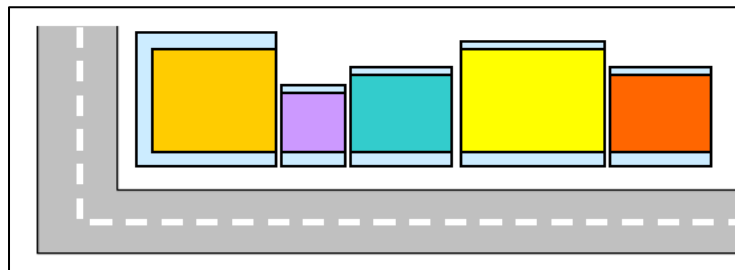
اما این امکان وجود دارد که ساختمان‌های در مجاور هم در طول زلزله با یکدیگر برخورد کنند. از این رو، حداقل یک فاصله جداسازی باید در نظر گرفته شود تا از برخورد دو ساختمان مجاور یا بخش‌هایی از یک ساختمان در طول زلزله جلوگیری کند. بنابراین، هنگامی که یک طراح مجبور به طراحی یک ساختمان در مجاورت ساختمان دیگر می‌شود، یا یک ساختمان به دو قسمت تقسیم شده ساخته می‌شود، باید جابجایی جانبی واقعی هر ساختمان یا بخشی از ساختمان را محاسبه کند و مقدار فاصله محاسبه شده‌ای را که بین آنها نیاز دارد، در نظر بگیرد.



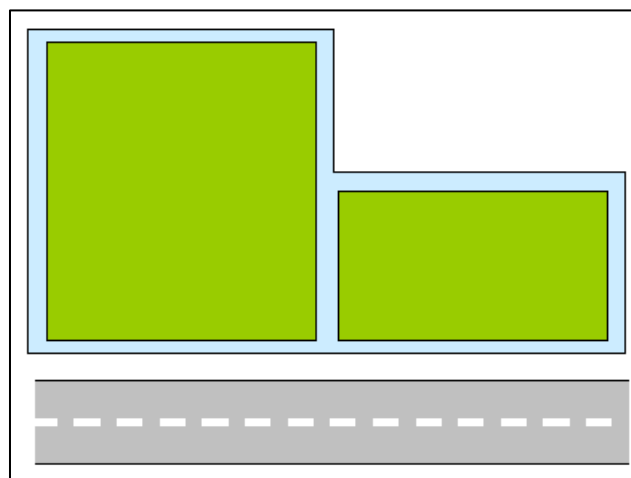
ساختمان با ارتفاع متفاوت در بخش های مختلف که توسط درز ساخته شده اند (مانند شکل زیر).



همچنین، روشی برای ساخت ردیفی، به ویژه در ساخت و سازهای قدیمی تر، وجود دارد که در آن ساختمان های مختلف در تماس با یکدیگر ساخته می شوند (مانند شکل زیر).



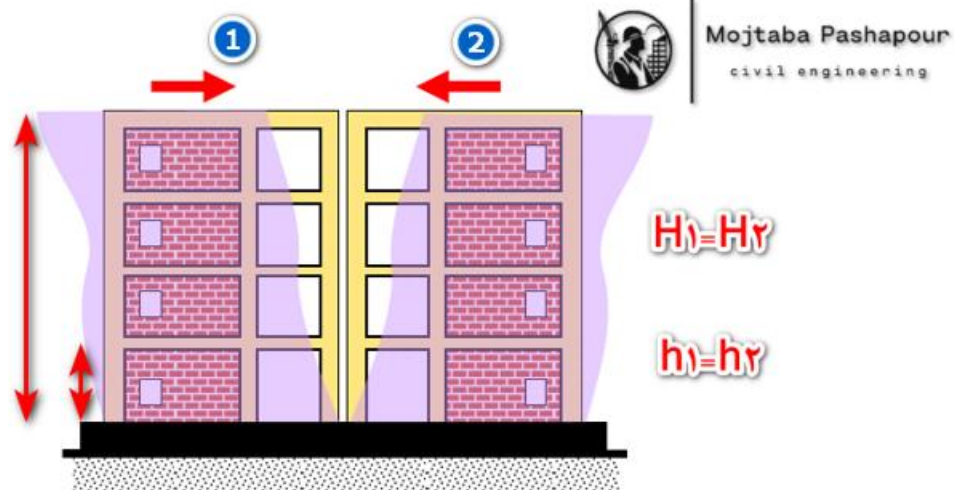
علاوه بر این، دسته سومی از چنین ساخت و سازی وجود دارد که در آن از یک مهندس خواسته می شود ساختمان هایی با اشکال الفبایی در پلان با توجه به ملاحظات عملکردی سازه و لرزه ای بسازد. تصمیم گرفته می شود که بال های مختلف ساختمان را به قطعات مستطیلی مستقل تقسیم کند اما، در هنگام زلزله، این ساختمان های مجاور یا بخش هایی از یک ساختمان به طور مستقل می لرزند و حتی به یکدیگر ضربه می زنند. (ساختمان L شکل که به دو قسمت مختلف تقسیم شده است).





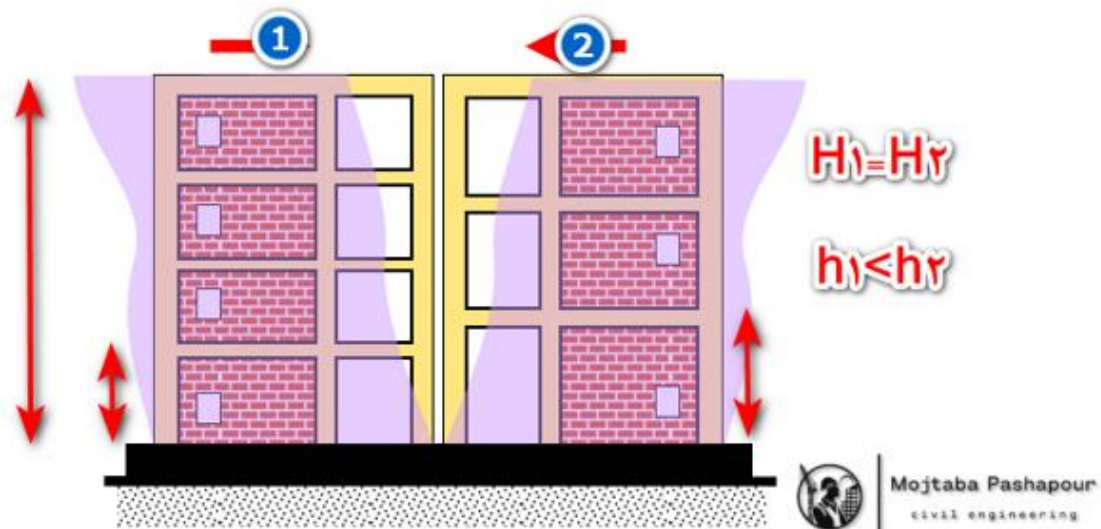
نحوه قرار گیری ساختمان ها در کنار هم ممکن است به چهار حالت زیر باشد:

۱- دو ساختمان با ارتفاع کل و طبقات یکسان در کنار هم قرار گرفته باشند (مانند شکل (a)



شکل (a)

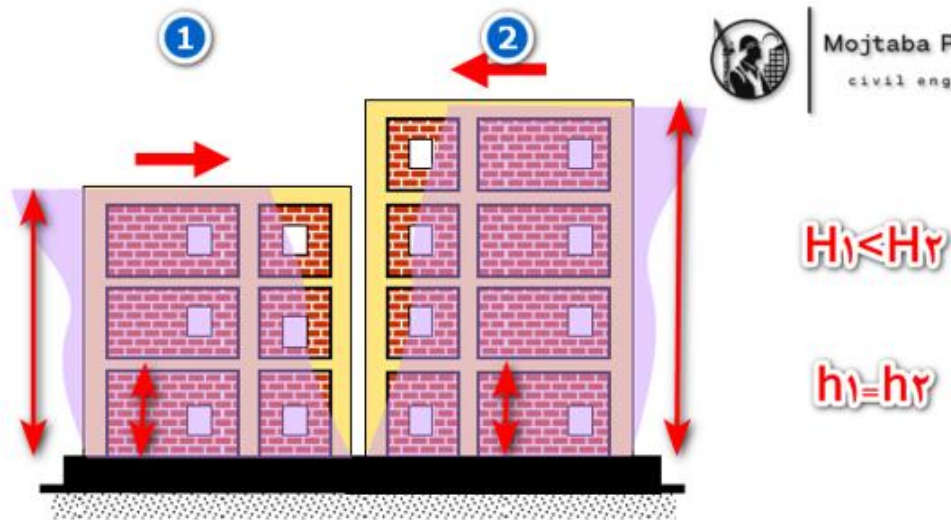
۲- دو ساختمان با ارتفاع کل یکسان و ارتفاع طبقات متفاوت در کنار هم قرار گرفته باشند (مانند شکل (b)



شکل (b)

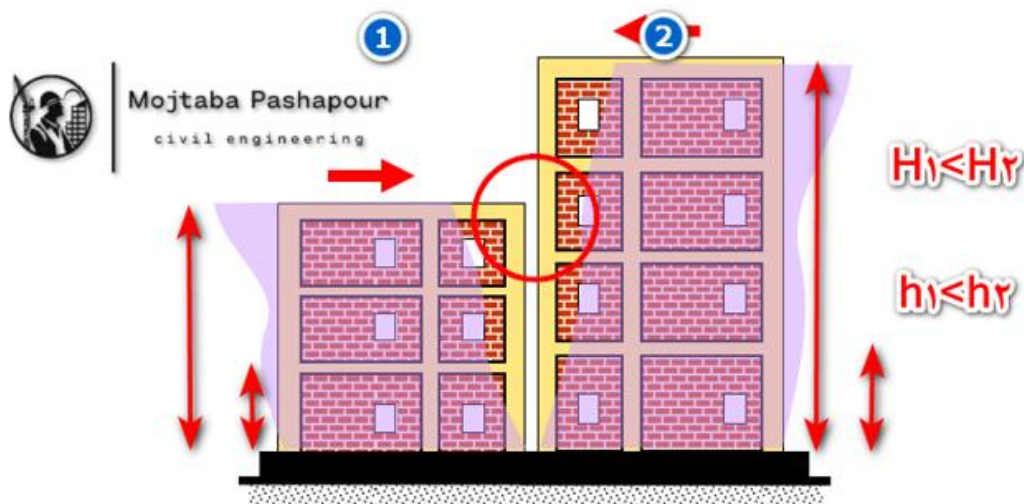


۳- دو ساختمان با ارتفاع کل متفاوت و ارتفاع طبقات برابر در کنار هم قرار گرفته باشند (مانند شکل c)



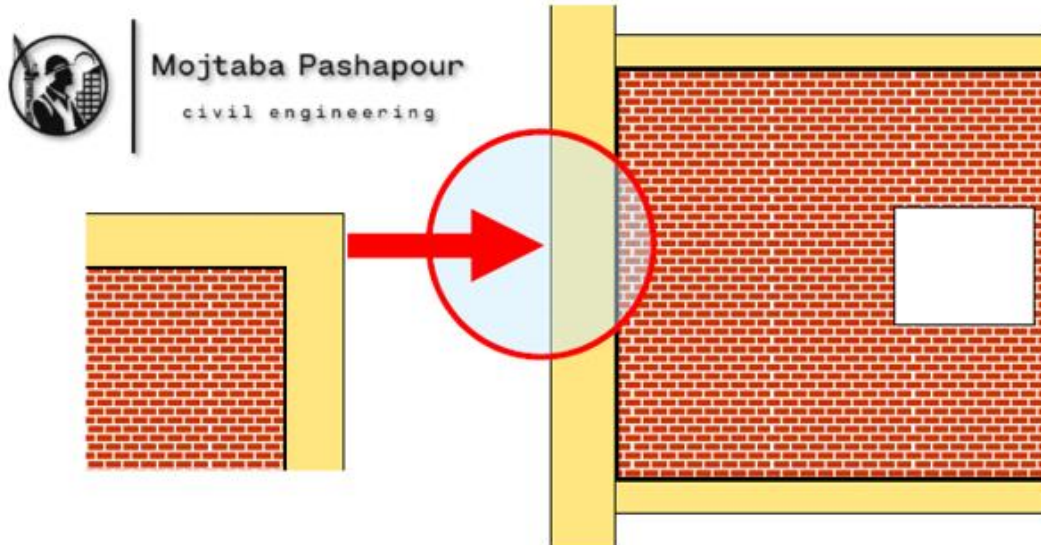
شکل (c)

۴- دو ساختمان با ارتفاع کل و طبقات متفاوت در کنار هم قرار گرفته باشند (مانند شکل d)



شکل (d)

از بین چهار حالت ممکن، حالت ارتفاع کف متفاوت جدی‌ترین حالت است (شکل‌های b و d)؛ کف یک ساختمان در مکانی بین دو انتهای آن به ستون ساختمان مجاور برخورد می‌کند و به آن ضربه می‌زند (شکل e). از این حالت باید به هر نحوی اجتناب شود.



شکل (e)

بررسی ضوابط درز انقطاع براساس استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش ۴

در پلان‌های معماری و سازه، معمولاً باید عرض درز انقطاع نشان داده شود. بر اساس بند (۱-۴-۱) از ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰، در ساختمان‌های با اهمیت متوسط (مسکونی) و حداکثر ۸ طبقه، عرض درز انقطاع برای هر ساختمان در هر طبقه باید ۰.۰۰۵ برابر ارتفاع طبقه از مرز زمین مجاور باشد.

بند ۱-۴-۱ برای حذف و یا کاهش خسارت و خرابی ناشی از ضربه ساختمان‌های مجاور به یکدیگر، ساختمان‌های باید با پیش‌بینی درز انقطاع از یکدیگر جدا شده و یا با فاصله‌ای حداقل از مرز مشترک با زمین‌های مجاور ساخته شوند. برای تامین این منظور، در ساختمان‌های با هشت طبقه و کمتر، فاصل هر طبقه از مرز زمین مجاور حداقل باید برابر پنج هزارم ارتفاع آن طبقه از روی تراز پایه باشد. در ساختمان‌های با بیشتر از هشت طبقه و یا ساختمان‌های با اهمیت خیلی زیاد و زیاد با هر تعداد طبقه، عرض درز انقطاع باید با استفاده از ضابطه بند (۳-۵-۶) تعیین شود.

فاصله درز انقطاع را می‌توان با مصالح کم مقاومت، که در هنگام وقوع زلزله بر اثر برخورد دو ساختمان به آسانی خرد می‌شوند، به نحو مناسبی پر نمود به طوری که پس از زلزله به سادگی قابل جایگزین کردن و بهسازی باشد.



طبق بند ۱-۴-۱ استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم برای حذف یا کاهش خسارات و خرابی ناشی از ضربه ساختمان- های مجاور به یکدیگر، ساختمان‌های باید با پیش‌بینی درز انقطاع از یکدیگر جدا شده و یا با فاصله‌ای حداقل از مرز مشترک با زمین‌های مجاور ساخته شوند؛ لذا طبق آیین‌نامه ساختمان‌ها به دو گروه کلی تقسیم می‌شوند:

الف) ساختمان‌های با هشت طبقه و کمتر: فاصله هر طبقه از مرز زمین مجاور حداقل باید برابر پنج هزارم ارتفاع آن طبقه

ب) در ساختمان‌های بیش از هشت طبقه: عرض درز انقطاع بین ساختمان و ساختمان مجاور باید با استفاده از تغییر مکان جانبی غیرخطی طرح در طبقه تعیین شود. برای این منظور پس از محاسبه این تغییر مکان برای هر دو ساختمان می‌توان از جذر مجموع مربعات دو عدد برای تعیین درز انقطاع استفاده نمود.

در صورتی که مشخصات ساختمان مجاور در دسترس نباشد، حداقل فاصله هر طبقه ساختمان از زمین مجاور باید برابر ۷۰ درصد مقدار تغییر مکان جانبی غیرخطی طرح در آن طبقه ساختمان در نظر گرفته شود.

برای در نظر گرفتن رفتار غیرخطی مصالح سازه (تأثیر شکل‌پذیری) به این صورت عمل می‌شود که چنانچه تغییر مکان حاصل از تحلیل خطی برابر Δ_{eu} باشد، تغییر مکان جانبی نسبی غیرخطی طرح به صورت زیر به دست می‌آید.

$$\Delta_m = C_d \times \Delta_{eu} \quad (۱)$$

Δ_m تغییر مکان جانبی نسبی غیرخطی طبقه

C_d ضریب بزرگنمایی تغییر مکان

Δ_{eu} تغییر مکان نسبی طبقه حاصل از تحلیل خطی



در جدول زیر نحوه محاسبه درز انقطاع براساس آیین نامه ASCE و استاندارد ۲۸۰۰ ارائه شده است.

ASCE		
ASCE 7-02	$\delta_x = C_d \cdot \frac{\delta_{xe}}{I}$	در این رابطه I ضریب اهمیت ساختمان، C_d ضریب بزرگنمایی تغییر مکان و δ_{xe} تغییر مکان حداکثر الاستیک ساختمان تحت اثر نیروی زلزله است. δ_x تغییر مکان غیر الاستیک است که باید برای هر دو ساختمان مجاور محاسبه و جمع گردد.
ASCE 7-05		
ASCE 7-10 و ASCE 7-16	$\delta_{MT} = \sqrt{\delta_{M1}^2 + \delta_{M2}^2}$	Δ_{M1} و Δ_{M2} : تغییر مکان جانبی دو سازه مجاور است که از رابطه $\delta_M = C_d \cdot \frac{\delta_{max}}{I_e}$ به دست می‌آید و در این رابطه I_e ضریب اهمیت ساختمان، C_d ضریب بزرگنمایی تغییر مکان و δ_{max} تغییر مکان حداکثر الاستیک ساختمان تحت اثر نیروی زلزله است.

استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش ۴		
ویرایش چهارم ۱۳۹۴	فاصله هر طبقه از مرز زمین مجاور حداقل 0.005 ارتفاع طبقه از تراز پایه	برای کلیه ساختمان‌های مجاور یکدیگر
	جزر مجموع مربعات تغییر مکان جانبی غیرخطی طرح در طبقه برای دو ساختمان مجاور	ساختمان‌های با بیشتر از هشت طبقه و یا ساختمان‌های با اهمیت خیلی زیاد و زیاد با هر تعداد طبقه

در ادامه یک مثال از نحوه محاسبه درز انقطاع طبق استاندارد ۲۸۰۰ می‌پردازیم:

بنا بر توضیحات فوق درز انقطاع سازه‌های منفرد از مرز مجاور به ترتیب جدول زیر است:

محاسبه درز انقطاع سازه‌ها

ردیف	تعداد طبقات	ارتفاع طبقات (m)	ارتفاع کل (m)	در انقطاع (cm)
۱	۴	۳.۲۰	۱۲.۸۰	$\Delta = 0.005 \times 12.80 = 6.4 \text{ cm}$
۲	۶	۳.۲۰	۱۹.۲۰	$\Delta = 0.005 \times 19.20 = 9.60 \text{ cm}$
۳	۸	۳.۲۰	۲۵.۶۰	$\Delta = 0.005 \times 25.60 = 12.80 \text{ cm}$
۴	۱۲	۳.۲۰	۳۸.۴۰	$\Delta = 5.5 \times 9.80 = 53.90 \text{ cm}$
۵	۱۵	۳.۲۰	۴۸.۰۰	$\Delta = 5.5 \times 13.70 = 75.35 \text{ cm}$

بنابراین درز بین دو سازه مجاور هم به‌صورت زیر محاسبه و تعیین می‌گردد:



- درز انقطاع بین دو قاب شش طبقه و چهار طبقه:

$$\Delta = \Delta_6 + \Delta_4 = 9.6 + 6.4 = 16 \text{ cm}$$

- درز انقطاع بین دو قاب هشت طبقه و چهار طبقه:

$$\Delta = \Delta_8 + \Delta_4 = 12.8 + 6.4 = 19.2 \text{ cm}$$

- درز انقطاع بین دو قاب هشت طبقه و شش طبقه:

$$\Delta = \Delta_8 + \Delta_6 = 12.8 + 9.6 = 22.4 \text{ cm}$$

- درز انقطاع بین دو قاب دوازده طبقه و هشت طبقه:

$$\Delta = \Delta_{12} + \Delta_8 = (0.7 \times 53.90) + 12.8 = 50.53 \text{ cm}$$

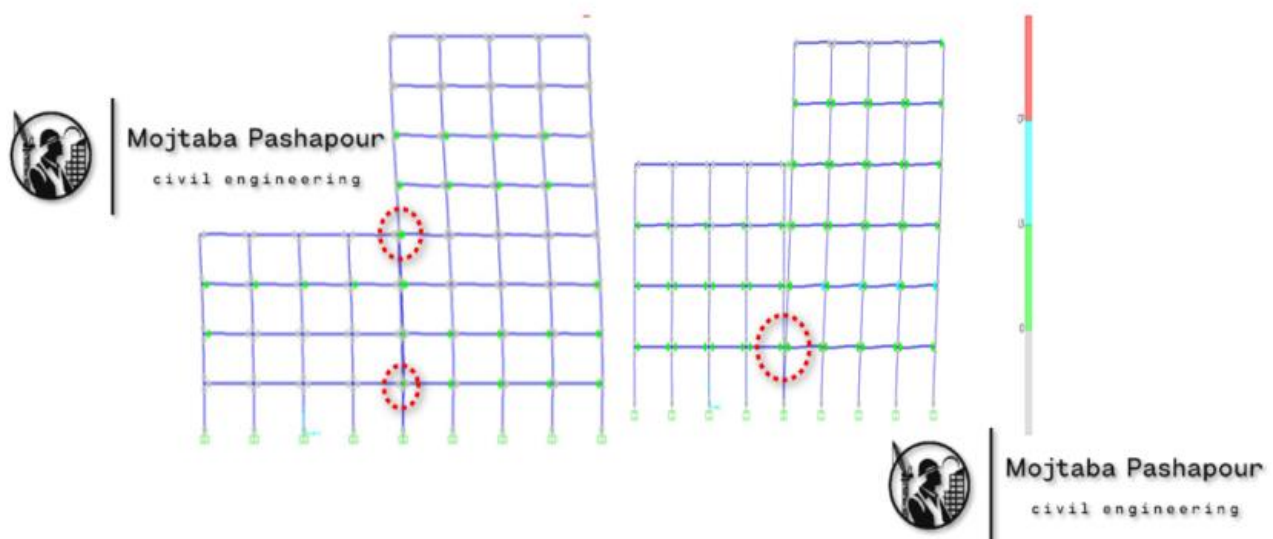
- درز انقطاع بین دو قاب پانزده طبقه و دوازده طبقه:

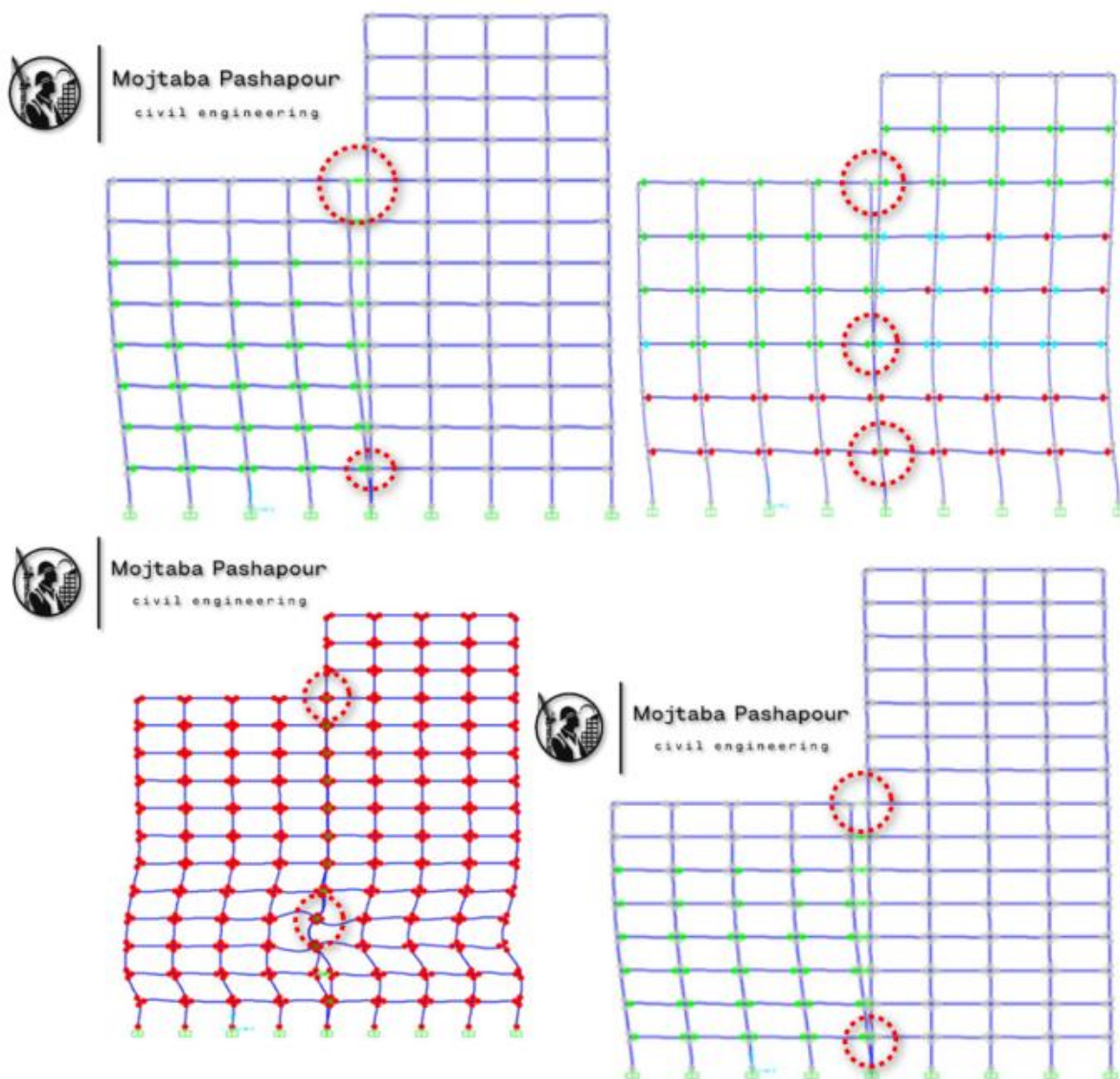
$$\Delta = \sqrt{(\Delta_{15})^2 + (\Delta_{12})^2} = \sqrt{75.35^2 + 53.90^2} = 92.64 \text{ cm}$$

- درز انقطاع بین دو قاب پانزده طبقه و هشت طبقه:

$$\Delta = \Delta_{15} + \Delta_8 = (0.7 \times 75.35) + 12.8 = 65.54 \text{ cm}$$

در تصاویر زیر نحوه برخورد و عملکرد سازه ها بدون رعایت درز انقطاع نشان داده شده است.





با بررسی اشکال بالا مشاهده می شود که عدم رعایت درز انقطاع در سازه های مجاور هم باعث می شود که در هنگام زلزله با نوسان سازه ها برخوردهایی در سازه به وجود آید حتی در طبقات پایین، که این امر باعث می شود سازه آسیب بیشتری ببینند.



در تصویر زیر جزئیات مربوط به درز انقطاع برای پروژه ارائه شده است. درز انقطاع باید در کلیه پلانها توسط خط چین ترسیم شده و خط اندازه آن نیز درج گردد.



درز انقطاع طبق پیشنویس استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش ۵

۱-۶-۱- برای حذف و یا کاهش خسارت و خرابی ناشی از ضربه ساختمانهای مجاور به یکدیگر، ساختمانها باید با پیش بینی درز انقطاع از یکدیگر جدا شده و یا با فاصله ای حداقل از مرز مشترک با زمینهای مجاور ساخته شوند. برای تامین این منظور، در ساختمانهای با پنج طبقه و کمتر (حداکثر ۱۸ متر)، فاصله هر طبقه از مرز زمین مجاور حداقل باید برابر پنج هزارم ارتفاع آن طبقه از روی تراز پایه باشد. در ساختمانهای با بیشتر از پنج طبقه و یا با ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد و زیاد با هر تعداد طبقه، عرض درز انقطاع باید با استفاده از ضابطه بند ۳-۷-۱۲ تعیین شود.



۳-۱۲-۷- در ساختمان های با اهمیت خیلی زیاد و زیاد با هر تعداد طبقه و در سایر ساختمان ها در صورتی که بیش از پنج طبقه یا بلندتر از ۱۸ متر از تراز پایه باشند، حداقل عرض درز انقطاع بین ساختمان و ساختمان مجاور در هر طبقه ساختمان باید برابر با جذر مجموع مربعات δ_M از رابطه زیر تعیین میشود.

$$\delta_M = C_d \cdot \frac{\delta_{eu}}{I_e}$$

در رابطه فوق:

δ_M حداکثر تغییر مکان جانبی کلی غیر ارتجاعی در محل بحرانی طبقه مورد نظر، تحت اثر زلزله طرح
 δ_{eu} حداکثر تغییر مکان جانبی کلی ارتجاعی در محل بحرانی طبقه مورد نظر تحت اثر زلزله طرح و با احتساب آثار $P - \Delta$ ، که بر مبنای یکی از روش های تحلیل خطی محاسبه شده است. در صورتی که سازه در امتداد مورد نظر دارای نامنظمی پیچشی باشد باید اثر ضریب تشدید پیچش اتفاقی، A_j ، موضوع تبصره بند ۳-۴-۹-۳ نیز در تعیین این تغییر مکان لحاظ شده باشد.

C_d : ضریب بزرگنمایی تغییر مکان جانبی مطابق جدول ۳-۱ استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش ۵

I_e : ضریب اهمیت ساختمان مطابق بند ۳-۹-۱-۴.

تبصره ۱: در مواردی که ساختمان، مشمول موضوع ضابطه الف بند ۳-۶-۲ شده باشد، تغییر مکان جانبی کلی غیر ارتجاعی طبقه تحت اثر زلزله طرح باید به صورت ترکیبی، مشابه روش مذکور در تبصره بند ۳-۱۲-۲ محاسبه شود.

تبصره ۲: در صورتی که مشخصات ساختمان مجاور در دسترس نباشد، حداقل فاصله هر طبقه ساختمان از زمین مجاور باید برابر ۷۰ درصد δ_M در آن طبقه ساختمان در نظر گرفته شود.

تبصره ۳: در سایر ساختمان هایی که مشمول محاسبه درز انقطاع مطابق ضوابط این بند نیستند، عرض درز انقطاع باید بر مبنای بند ۱-۶-۱ تعیین شود.

با بررسی ضوابط مربوط به پیش نویس استاندارد ۲۸۰۰ مشاهده می شود که در این ویرایش بحث درز انقطاع سخت گیرانه تر شده است و مشاهده می شود که در ویرایش پنجم تا ۵ طبقه یا حداکثر ۱۸ متر ضوابط را مانند ویرایش چهارم در نظر گرفته است در حالی که در ویرایش چهارم تا ۸ طبقه در نظر گرفته شده بود که این موضوع نشان میدهد در این ویرایش اهمیت درز انقطاع بیشتر می باشد.



بررسی نکات اجرایی درز انقطاع

- ۱- در هنگام طراحی و تهیه نقشه‌های اجرایی نیز به کوچک شدگی ستون‌ها و عرض تیرها نیز دقت شود تا با افزایش درز انقطاع در طبقات بالاتر مشکلی در این مورد پیش نیاید.
- ۲- درز انقطاع نباید با مصالح سنگ سخت نظیر سنگ نما، ملات، بتن و خرده آجر و ... پر شود.
- ۳- در هنگام اجرای نما باید حتما دقت شود تا سنگ نما تا قسمت درز انقطاع امتداد نیابد.

روش‌های پوشش درز انقطاع در نماسازی

۱- پوشش با ورق های انعطاف پذیر (رایج‌ترین روش)

۲- پر کردن درز انقطاع با فوم



نکته مهم در پوشش درز انقطاع این است که حرکت ورق در هنگام زلزله تامین شده باشد. یعنی از یک طرف پیچ شود و از طرف دیگر آزاد باشد.



روش های پوشش درز انقطاع در نما سازی

۱- اجرای شاسی کشی با قوطی به صورتی که شیب دار باشد. شیب باید به سمت کفشور بام باشد تا از جمع شدن و نفوذ آب باران به درز جلوگیری شود.

۲- حتما شاسی کشی به طور مناسبی ساپورت شود.

۳- شاسی کشی به دیوار جان پناه یا بام همسایه متصل و جوش نشود تا در زمان زلزله بتواند آزادانه حرکت کند. در شکل زیر دتایل اجرایی نشان داده شده است.

