



درز انقطاع؛ نحوه محاسبه درز انقطاع در ساختمان و پاسخ به سوال درز انقطاع چیست؟

گروه صنعتی
سبزسازه

مقدمه

درز انقطاع چیست؟ نحوه محاسبه درز انقطاع در ساختمان های نامنظم در ارتفاع به چه صورتی است؟ و از کجا شروع می شود؟

یکی از موضوعات بسیار مهم در هنگام تهیه نقشه های معماری و همچنین در زمان طراحی سازه، در نظر گرفتن درز انقطاع یا فاصله ایمن بین دو ساختمان است . **دلیل اهمیت درز انقطاع** این است که ساختمان های مختلف، دارای سختی، جرم و ارتفاع متفاوتی می باشند که این موارد سبب تفاوت رفتار آن ها در هنگام زلزله می شود و ممکن است به هم ضربه بزنند به همین دلیل، ساختمان ها را با یک فاصله مشخص که نحوه محاسبه آن در آیین نامه ها ذکر شده، از هم جدا می کنند.

در این مقاله جامع و روان به بررسی درز انقطاع ساختمان و نکات آیین نامه ای آن خواهیم پرداخت. برای درک بهتر مطالب، یک ویدئو جامع نیز برای شما عزیزان قرار داده ایم که پیشنهاد می کنیم حتما این ویدئوی فوق العاده را مشاهده کنید.

نام مقاله: درز انقطاع؛ نحوه محاسبه درز انقطاع در ساختمان و پاسخ به سوال درز انقطاع چیست؟
نویسنده: مهندس علیرضا آران، سید علی محمودی، سعید کاویان پور
ناظر علمی: مهندس علی پابخش، مهندس بهنام حمزه تاش
ناشر: سبزسازه
نسخه: اردیبهشت ماه ۱۴۰۱



نشانی دفتر مرکزی: تهران، خیابان مطهری، خیابان ملایری پور غربی،
پلاک ۱۰۲، طبقه ۵، واحد ۱۳

نشانی دفتر آموزش: بیرجند، پاسداران ۳۵، بلوک ۲، واحد ۸
تلفن: ۰۵۶۳۲۰۴۴۴۴۰

کد پستی: ۹۷۳۵۱۱۴۸۸۴
پرسش و پاسخ درباره این کتاب:

[/https://sabzsaze.com/seamless-disconnection](https://sabzsaze.com/seamless-disconnection)

حق چاپ و نشر محفوظ و مخصوص ناشر می باشد. لذا هرگونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب بدون ذکر نام سبزسازه ممنوع بوده، شرعا حرام است و پیگرد قانونی دارد.



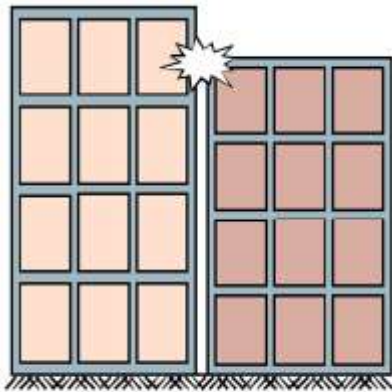
صفحه

فهرست مطالب

۱	اثر تنه زدن (pounding).....	۳
۲	درز انقطاع (separation joint) چیست؟.....	۳
۳	نمونه‌هایی از آسیب‌های وارد به ساختمان‌ها در صورت در نظر نگرفتن درز انقطاع.....	۴
۴	محاسبه مقدار درز انقطاع.....	۸
۱.۴	ساختمان‌های هشت طبقه و کمتر.....	۹
۲.۴	ساختمان‌های بیش از هشت طبقه و یا ساختمان‌های با اهمیت «زیاد» و «خیلی زیاد».....	۱۳
۱.۲.۴	معلوم بودن مشخصات ساختمان مجاور.....	۱۵
۲.۲.۴	معلوم نبودن مشخصات ساختمان مجاور.....	۱۶
۵	درز انقطاع در نرم‌افزار.....	۲۰
۱.۵	محاسبه مقدار درز انقطاع با استفاده از نرم‌افزار Etabs.....	۲۰
۲.۵	اثر تنه زدن در نرم‌افزار Sap.....	۲۴
۶	نحوه کنترل و اجرای درز انقطاع.....	۲۶
۱.۶	کنترل درز انقطاع در ساختمان بتنی.....	۲۷
۲.۶	کنترل درز انقطاع در ساختمان فولادی.....	۲۷
۷	کاربردهای مختلف درز انقطاع در ساختمان‌ها.....	۲۸
۸	نکات اجرایی و حقوقی در حوزه درز انقطاع.....	۳۱
۹	مسئولیت رعایت جزئیات فنی درز انقطاع.....	۳۳
۱۰	پاسخ به سؤالات متداول.....	۳۴
۱۱	اشکالات اجرایی.....	۳۶

۱ اثر تنه زدن (pounding)

منظور از تنه زدن، برخورد دو ساختمان مجاور در اثر زلزله به علت عدم رعایت فاصله کافی بین آنهاست که می‌تواند در رفتار دینامیکی آنها تأثیرگذار بوده و نیروی مضاعفی به آنها تحمیل کند. در صورت برخورد دو ساختمان به یکدیگر، احتمال گسیختگی برشی و خمشی اعضای آن (به خصوص ستون) وجود دارد. در زلزله‌های گذشته مانند زلزله مکزیکوسیتی، خرابی‌های جدی به علت تنه زدن ساختمان به ساختمان مجاور مشاهده شده است که نمونه‌ای از آن را در شکل زیر می‌بینیم. این زلزله دارای بزرگای سطحی ۸٫۱ بوده و حدود ۱۰۰۰۰ کشته و بیش از ۵۰۰۰۰ مجروح بر جای گذاشت. برای جلوگیری از اثر تنه زدن، می‌توان از درز انقطاع استفاده کرد.



اثر تنه زدن (pounding)



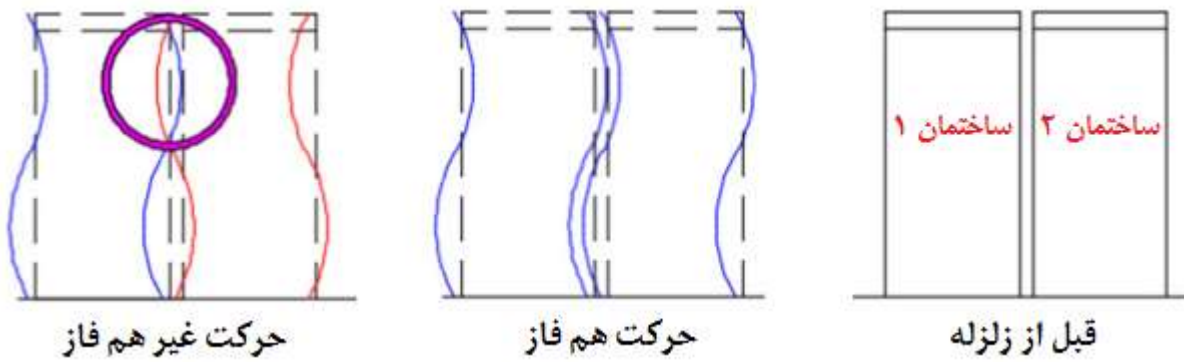
خسارت در اثر تنه زدن - زلزله مکزیکوسیتی (۱۹۸۵)

شکل ۱- اثر تنه زدن

۲ درز انقطاع (separation joint) چیست؟

با توجه به مشخصات جرم و سختی متفاوت در ساختمان‌های گوناگون، در هنگام زلزله سازه‌ها رفتارهای متفاوتی دارند و ممکن است در مودهای ارتعاشی مختلف، ساختمان‌های مجاور هم به یکدیگر نزدیک شده و به هم برخورد کنند. بنابراین نیاز به در نظرگیری یک فاصله ایمن به منظور جلوگیری از برخورد ساختمان‌های مجاور وجود دارد. این فاصله درز انقطاع نامیده می‌شود.

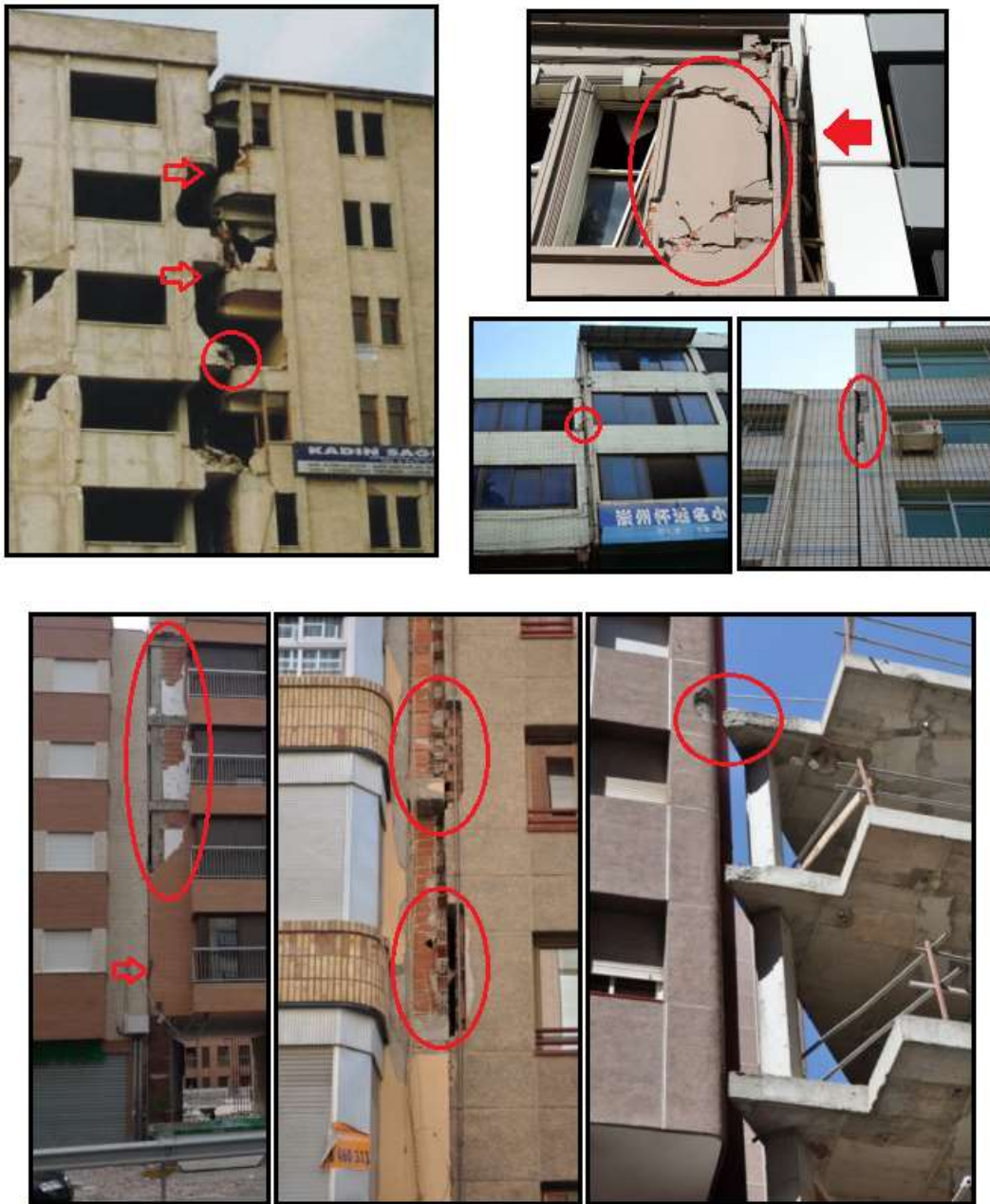
طبق استاندارد ۲۸۰۰ ایران، برای تمامی ساختمان‌ها باید درز انقطاع محاسبه و اعمال شود. درز انقطاع را می‌توان با مصالح کم مقاومت نیز پر کرد به طوری که پس از زلزله به سادگی قابل جایگزین کردن و بهسازی باشد. در شکل زیر دو ساختمان با حرکت هم فاز و غیر هم فاز را مشاهده می‌کنیم. واضح است که در بهترین حالت اگر ارتفاع ساختمان‌ها یکسان باشد و سقف هر دو ساختمان در یک تراز قرار بگیرد، به دلیل مشخصات مکانیکی مختلف سازه‌ها، امکان حرکت غیر هم فاز (مودهای ارتعاشی مختلف) و برخورد دو ساختمان به یکدیگر وجود دارد.



شکل ۲- حرکت دو ساختمان مجاور هم

۳ نمونه‌هایی از آسیب‌های وارد به ساختمان‌ها در صورت در نظر نگرفتن درز انقطاع

با توجه به این موضوع که نیروی ناشی از ضربه ساختمان‌ها به یکدیگر در حین زلزله مقداری زیاد بوده و برآورد دقیق آن مشکل می‌باشد (این نیرو با توجه به مفاهیم ضربه اجسام در دینامیک تعیین می‌شود)؛ خسارات ناشی از برخورد ساختمان‌های مجاور به یکدیگر زیاد بوده و می‌تواند باعث خرابی و آسیب‌های مختلفی در ساختمان‌ها شود که تعدادی از این خرابی‌ها در اشکال زیر نمایش داده شده است. بنابراین محاسبه و در نظرگیری صحیح این فاصله بین ساختمان‌های مجاور، اهمیت بالایی دارد.



شکل ۳- نمونه‌هایی از آسیب در اثر رعایت نکردن فاصله مناسب بین دو ساختمان

برخورد ساختمان‌های مجاور با یکدیگر می‌تواند در اثر موارد مختلفی باشد. در شکل ۵- الف دو ساختمان با ارتفاع‌های متفاوت را مشاهده می‌کنیم که برخورد دو سازه به یکدیگر در طبقه آخر ساختمان کوتاه‌تر رخ می‌دهد و یک نیروی ضربه در محل برخورد اعمال می‌شود. در اثر این نیروی ضربه، قسمت فوقانی ساختمان بلند در اثر شتاب وارده از سمت ضربه ساختمان کوتاه‌تر، نیروی اینرسی مضاعفی تولید می‌کند و جابه‌جایی‌های سازه بلند افزایش می‌یابد.

در شکل ۵- ب دو ساختمان با سختی متفاوت مشاهده می‌شود که لفظ سنگین به ساختمان سخت‌تر می‌تواند اطلاق شود. توجه شود که عباراتی همچون ساختمان «قوی» یا «ضعیف» صحیح نمی‌باشد؛ زیرا در تجربه‌ای از یک زلزله مشاهده شده است که ساختمان ساخته شده بر اساس آیین‌نامه به‌روزتر در اثر برخورد با ساختمان قدیمی دچار آسیب شده است ولی ساختمان قدیمی که سنگین‌تر و سخت‌تر بوده دچار مشکل جزئی شده است. در واقع آیین‌نامه‌ها به مرور زمان به سمت تأمین شکل‌پذیری سازه حرکت کردند و ساختمان‌های جدید به نسبت سختی کم‌تری دارند.

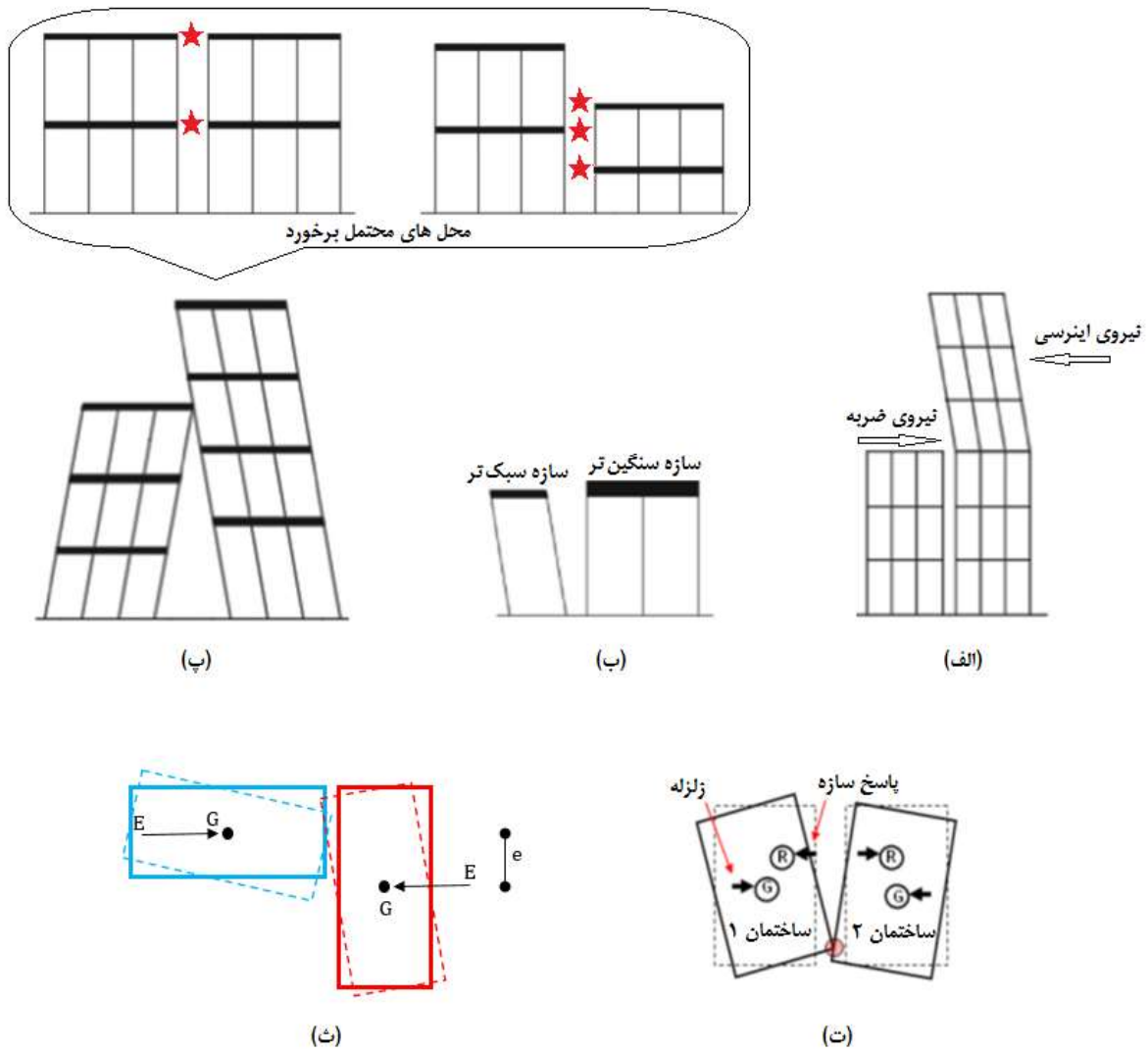


شکل ۴- تخریب کامل ساختمان جدید در اثر برخورد با ساختمان قدیمی

در شکل 5- پ دو ساختمان با ارتفاع یکسان یا متفاوت مشاهده می شود که برخورد کفها به یکدیگر یا به ستونها موجب اعمال نیروی مضاعف ضربه به یکدیگر می شود. از بین دو حالت برخورد «کف به کف» و «کف به ستون»، حالت برخورد «کف به ستون» به مراتب خطرناکتر است و ممکن است در اثر نیروی وارده به ستون، ساختمان ریزش کند. عدم رعایت این موضوع مهم و درز انقطاع را می توان در ساختمانهای احداث شده در سطوح شیبدار مشاهده کرد.

در شکل 5- ت دو ساختمان ۱ و ۲ که در کنار یکدیگر قرار دارند، به دلیل پیچش غیر هم فاز در یک مود ارتعاشی، به یکدیگر برخورد می کنند. نیروی زلزله به مرکز جرم و پاسخ سازه به مرکز سختی وارد می شود؛ لذا اگر فاصله این دو از هم بیشتر شود، پیچش سازه هم بیشتر خواهد شد.

در شکل 5- ت نمونه دیگری از برخورد دو سازه در اثر پیچش را مشاهده می کنیم که تفاوت آن خروج از مرکزیت زیاد محل اعمال نیروی زلزله در دو سازه می باشد. در این حالت ساختمانها، مشابه یکدیگر در کنار هم قرار نگرفته اند که مسئله پیچش در این حالت به مراتب از حالت «ت» پررنگتر است. این مورد را می توان در جدا سازی یک ساختمان با پلان L یا T شکل به دو ساختمان با پلان مستطیلی مشاهده کرد. البته گاهی چنین زمین هایی در تقسیم بندی اراضی شهری نیز مشاهده می شود.



شکل ۵- انواع مختلف برخورد دو ساختمان به یکدیگر

علاوه بر مواردی که ذکر شد، دو ساختمان می توانند در اثر نشست و روانگرایی نیز به یکدیگر برخورد کنند. البته مفهوم درز انقطاع زمانی مطرح می شود که برخورد در اثر زلزله محتمل باشد. جابه جایی ها در اثر نشست و روانگرایی بزرگتر از مقداری است که برای درز انقطاع در نظر گرفته می شود.



برخورد دو سازه به یکدیگر در اثر نشست



برخورد دو سازه به یکدیگر در اثر روانگرایی خاک

شکل ۶- انواع دیگر برخوردهای دو ساختمان به یکدیگر



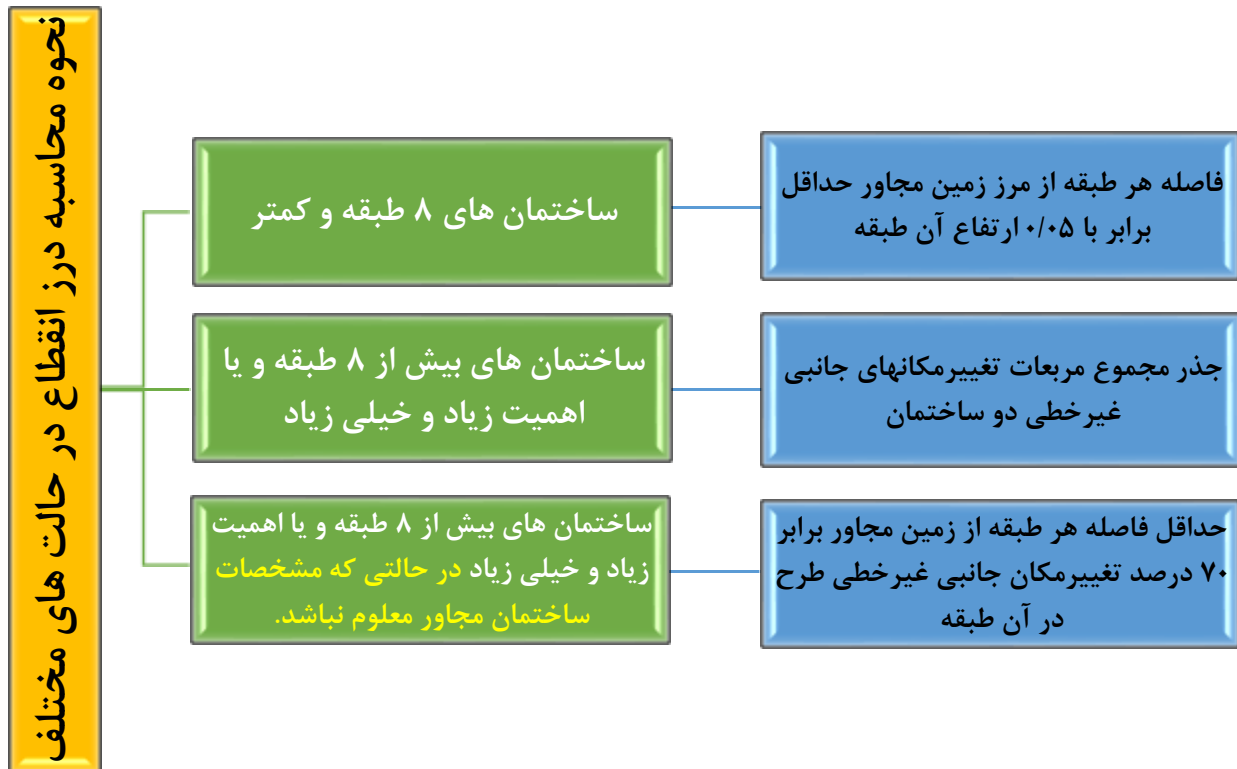
۴ محاسبه مقدار درز انقطاع

مبحث ۶ مقررات ملی ساختمان، برای جلوگیری از خسارت و خرابی ناشی از تنه زدن دو ساختمان مجاور به یکدیگر، به در نظر گرفتن فاصله‌ای میان آن‌ها تأکید کرده است. این فاصله می‌تواند از زمین یا ساختمان مجاور باشد که در هر صورت باید رعایت شود. در نهایت برای محاسبه درز انقطاع به استاندارد ۲۸۰۰ ارجاع داده است.

۳-۱۱-۶ ملاحظات معماری و پیکربندی سازه‌ای

۳-۱۱-۶-۱ برای حذف یا کاهش خسارات و خرابی‌های ناشی از ضربه ساختمان‌های مجاور به یکدیگر، ساختمان‌ها باید با پیش‌بینی درز انقطاع از یکدیگر جدا شده یا با فاصله‌ای حداقل از مرز مشترک با زمین‌های مجاور ساخته شوند. ضوابط درز انقطاع در استاندارد ۲۸۰۰ ارائه شده است.

مطابق استاندارد ۲۸۰۰، محاسبه درز انقطاع ساختمان در یکی از سه دسته زیر قرار خواهد گرفت.





۴-۱ ملاحظات معماری

۱-۴-۱ برای حذف و یا کاهش خسارت و خرابی ناشی از ضربه ساختمان‌های مجاور به یکدیگر، ساختمان‌ها باید با پیش‌بینی درز انقطاع از یکدیگر جدا شده و یا با فاصله‌ای حداقل از مرز مشترک با زمین‌های مجاور ساخته شوند. برای تأمین این منظور، در ساختمان‌های با هشت طبقه و کمتر، 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 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.



۳-۵-۶ در ساختمان‌های با اهمیت "خیلی زیاد" و "زیاد" با هر تعداد طبقه و یا در ساختمان‌های بیشتر از هشت طبقه، عرض درز انقطاع بین ساختمان و ساختمان مجاور باید با استفاده از تغییر مکان جانبی غیرخطی طرح در طبقه (با در نظر گرفتن اثر $P-\Delta$) 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٪ مقدار تغییر مکان جانبی غیرخطی طرح در آن طبقه ساختمان در نظر گرفته شود.

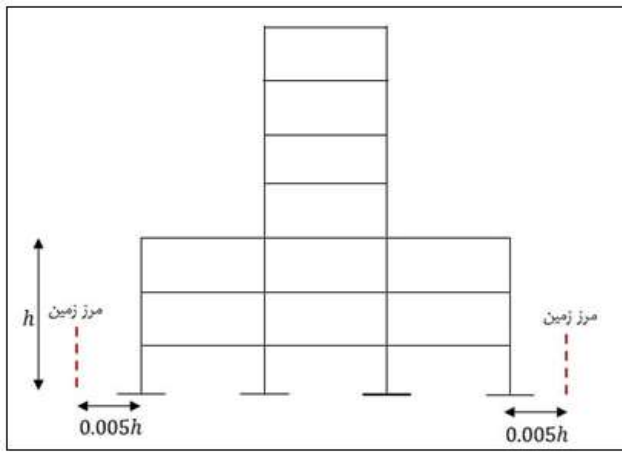
۱.۴ ساختمان‌های هشت طبقه و کمتر

مطابق استاندارد ۲۸۰۰، برای ساختمان‌های هشت طبقه و کمتر، فاصله هر طبقه از زمین یا ساختمان مجاور باید حداقل ۰,۰۰۵ ارتفاع آن طبقه از روی تراز پایه باشد. برای درک بهتر حالات مختلف، به اشکال زیر توجه کنید.

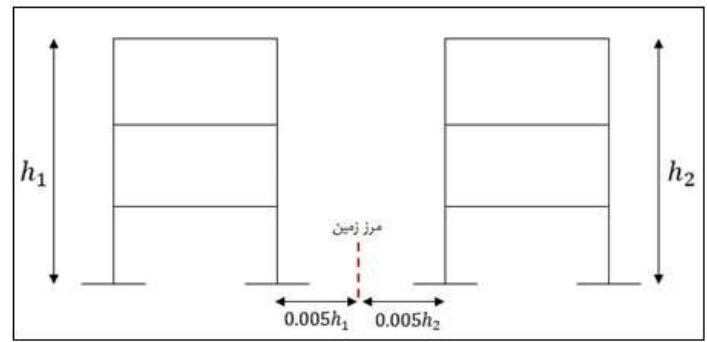
حالت (الف): دو ساختمان هشت طبقه یا کمتر را نشان می‌دهد که درز انقطاع هر یک، از پنج هزارم ارتفاع آن محاسبه می‌شود و فاصله بین دو ساختمان، مجموع درز انقطاع هر یک از آنهاست.

حالت (ب): ساختمان با پلان ناهم‌سان در طبقات را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که در محاسبه درز انقطاع ساختمان، ارتفاع بخشی از سازه که در مجاور زمین یا ساختمان مجاور است، مد نظر است.

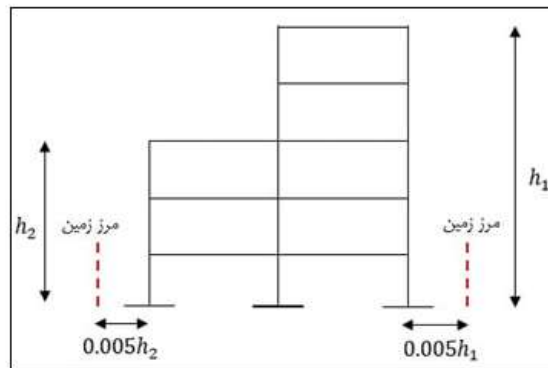
حالت (پ): ساختمان با ارتفاع متفاوت در دو بخش از سازه را نشان می‌دهد. در این حالت نیز درز انقطاع دو طرف ساختمان به دلیل ارتفاع متفاوت، جداگانه در نظر گرفته می‌شود.



(ب)



(الف)

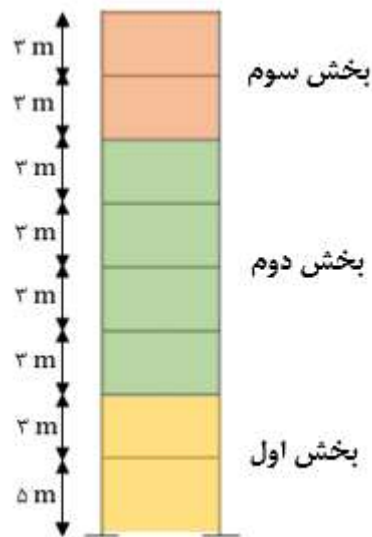


(پ)

شکل ۷- انواع حالات مختلف در محاسبه درز انقطاع (ساختمان هشت طبقه و کمتر)

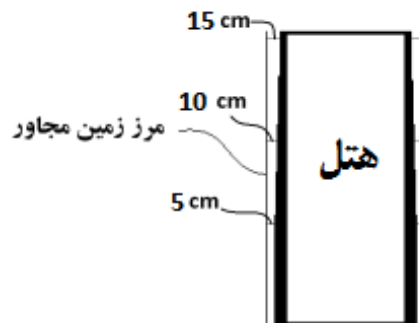
مثال ۱: هتل ۸ طبقه ای را در نظر بگیرید. ارتفاع طبقات هتل در شکل زیر مشخص شده است. برای درز انقطاع این ساختمان چه پیشنهادی دارید؟

حل: کاربری این ساختمان هتل می باشد که در گروه ساختمان با اهمیت متوسط قرار می گیرد. این ساختمان دارای ۸ طبقه می باشد؛ پس می توان درز انقطاع را از روش پنج هزارم ارتفاع ساختمان از تراز پایه بدست آورد. اما اگر درز انقطاع همه طبقات را با ارتفاع کل ساختمان محاسبه کنیم، از فضای مفید ساختمان در طبقات پایین تر بطور مناسب استفاده نمی شود. لذا به عنوان یک پیشنهاد، محاسبه درز انقطاع را به سه بخش مجزا تقسیم می کنیم.



شکل ۸- شکل مثال ۱

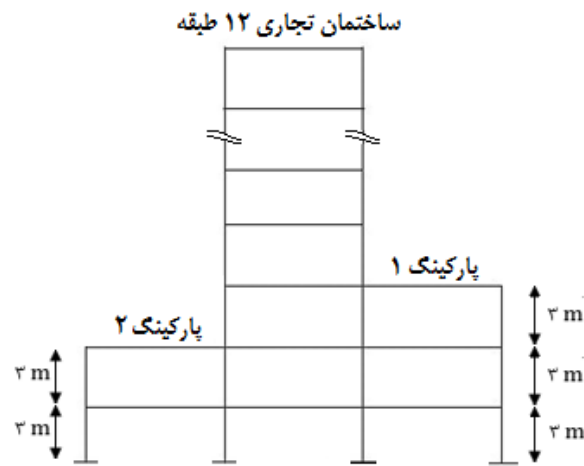
- بخش اول : $0.005 \times (300 + 500) = 4 \text{ cm}$ → انتخاب : 5 cm
- بخش دوم : $0.005 \times (5 \times 300 + 500) = 10 \text{ cm}$ → انتخاب : 10 cm
- بخش سوم : $0.005 \times (7 \times 300 + 500) = 13 \text{ cm}$ → انتخاب : 15 cm



شکل ۹- نمای درز انقطاع مثال ۱

مثال ۲: ساختمان با پلان ناهمسان در ارتفاع را در نظر بگیرید. کاربری قسمت میانی، تجاری و کاربری قسمت‌های کناری پارکینگ طبقاتی است. برای درز انقطاع این ساختمان چه پیشنهادی دارید؟

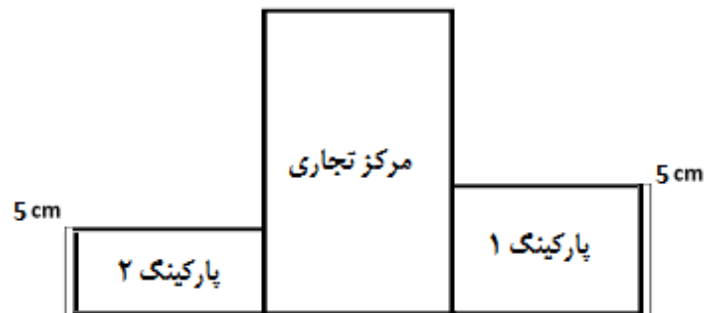
حل: ساختمان‌ها با کاربری تجاری و پارکینگ در گروه ساختمان‌های با اهمیت متوسط قرار می‌گیرند. همچنین آنچه در محاسبه درز انقطاع این ساختمان مهم است، بخش‌های کناری آن است؛ لذا طبقه بودن بخش میانی در محاسبه درز انقطاع با پنج هزارم ارتفاع، مشکلی ایجاد نمی‌کند.



شکل ۱۰- شکل مثال ۲

پارکینگ ۱ : $\text{درز انقطاع} = 0.005 \times (3 \times 300) = 4.5 \text{ cm}$ → انتخاب : 5 cm

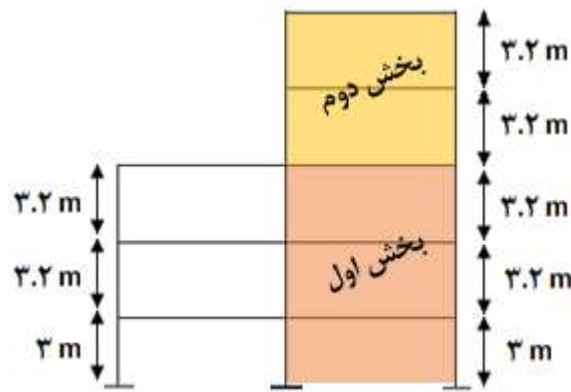
پارکینگ ۲ : $\text{درز انقطاع} = 0.005 \times (2 \times 300) = 3 \text{ cm}$ → انتخاب : 5 cm



شکل ۱۱- نمای درز انقطاع مثال ۲

مثال ۳: ساختمانی با کاربری مسکونی را مطابق شکل زیر در نظر بگیرید. برای درز انقطاع آن چه پیشنهادی دارید؟

حل: ساختمان‌ها با کاربری مسکونی در گروه ساختمان‌های با اهمیت متوسط قرار می‌گیرند. باتوجه به ارتفاع ناهمسان دو بخش از سازه، مقدار درز انقطاع آن در دو سمت مختلف را جداگانه محاسبه خواهیم کرد.

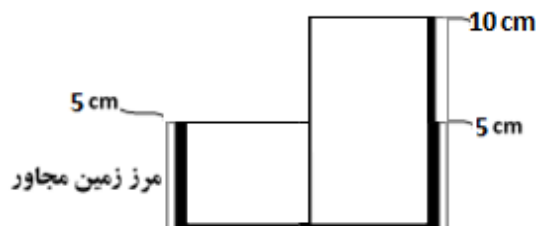


شکل ۱۲- شکل مثال ۳

3 طبقه : $\text{درز انقطاع} = 0.005 \times (300 + 2 \times 320) = 4.7 \text{ cm}$ → انتخاب : 5 cm

بخش اول 5 طبقه : $\text{درز انقطاع} = 0.005 \times (300 + 2 \times 320) = 4.7 \text{ cm}$ → انتخاب : 5 cm

بخش دوم 5 طبقه : $\text{درز انقطاع} = 0.005 \times (300 + 4 \times 320) = 7.9 \text{ cm}$ → انتخاب : 10 cm



شکل ۱۳- نمای درز انقطاع مثال ۳

۲.۴ ساختمان‌های بیش از هشت طبقه و یا ساختمان‌های با اهمیت «زیاد» و «خیلی زیاد»

در ساختمان‌های با اهمیت خیلی زیاد و زیاد با هر تعداد طبقه و یا در ساختمان‌های بیشتر از هشت طبقه، عرض درز انقطاع بین دو ساختمان مجاور باید با استفاده از تغییرمکان جانبی غیرخطی طرح با در نظر گرفتن اثر پی-دلتا تعیین شود. در این حالت ممکن است مشخصات سازه مجاور معلوم باشد یا نباشد. برای هر کدام از آن‌ها استاندارد ۲۸۰۰ روش محاسبه را ارائه داده است.

ساختمان‌ها بر اساس اهمیت به چهار دسته تقسیم‌بندی می‌شوند. این تقسیم‌بندی براساس نوع کاربری و میزان آسیب‌رسانی ناشی از خرابی آن‌ها می‌باشد. در جدول زیر برای کاربری‌های مختلف، اهمیت ساختمان مشخص شده است.



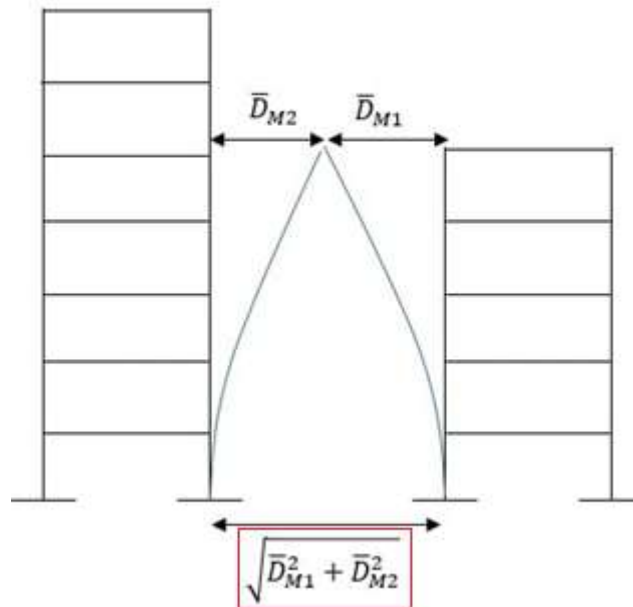
جدول ۱- گروه بندی ساختمان ها بر حسب اهمیت

<ul style="list-style-type: none"> - بیمارستان - درمانگاه - مراکز آتش نشانی - مراکز و تأسیسات آبرسانی - ساختمان های نیروگاه ها - تأسیسات برق رسانی - برج مراقبت فرودگاه - مراکز مخابرات - رادیو و تلویزیون - تأسیسات نظامی و انتظامی - ساختمان های امداد و نجات 	ساختمان های ضروری	ساختمان با اهمیت خیلی زیاد
<ul style="list-style-type: none"> - کارخانه تولیدکننده مواد شیمیایی - مراکز هسته ای 	ساختمان های خطرزا	
<ul style="list-style-type: none"> - مدارس - مساجد - استادیوم ها - سینما و تئاتر - سالن های اجتماعات - فروشگاه های بزرگ - ترمینال های مسافربری - فضاهای سرپوشیده با تجمع بیش از ۳۰۰ نفر 	ساختمان ها با تلفات زیاد	ساختمان با اهمیت زیاد
<ul style="list-style-type: none"> - پالایشگاه ها - انبارهای سوخت - مراکز گازرسانی 	ساختمان ها با تولید آلودگی	
<ul style="list-style-type: none"> - موزه ها - کتابخانه ها 	ساختمان ها با اهمیت فرهنگی و ملی	
<ul style="list-style-type: none"> - ساختمان مسکونی - ساختمان تجاری - ساختمان اداری - هتل ها - پارکینگ های طبقاتی - انبارها - کارگاه ها - ساختمان های صنعتی 	ساختمان با اهمیت متوسط	
<ul style="list-style-type: none"> - انبارهای کشاورزی - سالن های نگهداری دام - ساختمان های موقتی 	ساختمان با اهمیت کم	



۱.۲.۴ معلوم بودن مشخصات ساختمان مجاور

با فرض معلوم بودن تغییر مکان برای هر دو ساختمان، از جذر مجموع مربعات تغییر مکان‌های طبقات برای محاسبه فاصله درز انقطاع استفاده می‌کنیم. دلیل استفاده از جذر مجموع مربعات به جای جمع جبری جابه‌جایی‌ها این است که حداکثر تغییر مکان مطلق در هنگام زلزله در دو ساختمان، به طور همزمان اتفاق نمی‌افتد، بنابراین از جمع جبری تغییر مکان‌های مطلق استفاده نمی‌شود.



شکل ۱۴- استفاده از جذر مجموع مربعات برای محاسبه درز انقطاع

مثال ۴: در کنار یک ساختمان ۹ طبقه، ساختمان ۹ طبقه دیگری را می‌خواهیم احداث کنیم. طراحی ساختمان انجام شده است و تغییر مکان‌های طبقات آن با تحلیل غیرخطی بصورت زیر بدست آمده است. اگر تغییر مکان‌های ساختمان مجاور نیز در دسترس باشد، با استفاده از جداول زیر، مقدار پیشنهادی خود برای فاصله بین دو ساختمان را ارائه کنید.

جدول ۲- مشخصات ساختمان ۹ طبقه موجود

طبقه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
فاصله از تراز پایه (cm)	۴۳۰	۷۵۰	۱۰۷۰	۱۳۹۰	۱۷۱۰	۲۰۳۰	۲۳۵۰	۲۶۷۰	۲۹۹۰
تغییر مکان جانبی غیرخطی (mm)	۴۱	۸۸	۱۲۲	۱۵۹	۱۹۵	۲۲۹	۲۵۰	۲۷۴	۳۱۰

جدول ۳- مشخصات ساختمان ۹ طبقه جدید

طبقه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
فاصله از تراز پایه (cm)	440	760	1080	1400	1720	2040	2360	2680	3000



تغییر مکان جانبی غیرخطی (mm)	۳۲	۵۷	۸۵	۱۱۰	۱۵۴	۱۸۹	۲۲۶	۲۶۴	۲۹۶
------------------------------	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

حل: باتوجه به اینکه مقادیر تغییرمکان‌های جانبی غیرخطی دو ساختمان موجود است، از روش جذر مجموع مربعات تغییرمکان‌های غیرخطی آن استفاده می‌کنیم. همچنین تعداد طبقات ساختمان از ۸ طبقه بیشتر بوده و نمی‌توان از روش پنج هزارم ارتفاع استفاده کرد.

$$\bar{D}_{M1} = 310 \text{ mm} \quad . \quad \bar{D}_{M2} = 296 \text{ mm}$$

$$D = \sqrt{\bar{D}_{M1}^2 + \bar{D}_{M2}^2} = 430 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad 45 \text{ cm}$$

همانطور که مشاهده می‌شود، دو سازه در طبقه آخر باید از هم ۴۵ سانتی‌متر فاصله داشته باشند. واضح است که اگر در طبقات پایین‌تر هم این فاصله در نظر گرفته شود، فضای زیادی از زیربنای ساختمان به درز انقطاع اختصاص داده می‌شود. لذا مشابه با مثال‌های قبل، می‌توان طبقات را تیپ‌بندی کرد.

توجه شود که فاصله بدست آمده از ساختمان مجاور می‌باشد نه مرز زمین مجاور.

نکته: اگر زمین مجاور معبر عمومی باشد، رعایت فاصله درز انقطاع بی معنی است.

نکته: اگر از تحلیل‌های غیرخطی نظیر تحلیل پوش‌آور و تحلیل تاریخچه زمانی استفاده شود، نرم افزار مقدار تغییرمکان جانبی غیرخطی را گزارش خواهد داد. اما در صورتیکه از تحلیل‌های خطی نظیر استاتیکی معادل و تحلیل طیفی استفاده شود، نرم افزار مستقیماً قادر به محاسبه تغییرمکان جانبی غیرخطی نیست و باید تغییرمکان جانبی خطی را در ضریب بزرگنمایی تغییرمکان C_d ضرب کرد تا تغییرمکان جانبی غیرخطی بدست آید.

۲.۲.۴ معلوم نبودن مشخصات ساختمان مجاور

در قسمت قبلی با در اختیار داشتن تغییرمکان جانبی ساختمان مجاور، فاصله بین ساختمان موجود و جدید را بدست آورده‌ایم. اما معمولاً شرایط به‌گونه‌ای است که به هنگام طراحی، اطلاعاتی از تغییرمکان‌های ساختمان مجاور نداریم. درواقع یا باید دفترچه محاسبات ساختمان مجاور را در اختیار داشته باشیم و یا با استفاده از نقشه‌های آن، سازه را مدلسازی کرده و تغییرمکان آن را بدست آوریم. باتوجه به دشواری این کار، استاندارد ۲۸۰۰ پیشنهاد دیگری را برای حالتی که اطلاعاتی از ساختمان مجاور نداریم، ارائه می‌کند. در این حالت درز انقطاع (فاصله ساختمان جدید از مرز زمین مجاور) را از فرمول زیر بدست می‌آوریم:

$$\text{تغییرمکان جانبی غیرخطی} = 0.7 C_d \Delta_{eu} = 0.7 \times (\text{درز انقطاع})$$

معمولاً برای ساختمان‌های طرح از ابتدا، از تحلیل‌های خطی مانند استاتیکی معادل یا طیفی استفاده می‌شود. تغییرمکان‌های خطی بدست آمده از این تحلیل‌ها را با ضرب در ضریب بزرگنمایی C_d به تغییرمکان جانبی غیرخطی تبدیل می‌کنیم.

مثال ۵: می‌خواهیم ساختمان ۱۰ طبقه‌ای را که در یک طرف آن معبر عمومی و در طرف دیگر آن ساختمان ۹ طبقه وجود دارد، احداث کنیم. سیستم باربر جانبی این ساختمان قاب خمشی بوده و تغییرشکل جانبی سازه تحت اثر زلزله EXALL در نرم‌افزار ETABS به‌صورت زیر ارائه شده است. مشخصات ساختمان مجاور در دسترس نیست. فاصله همه طبقات ساختمان از مرز زمین مجاور را بدست آورید و پیشنهادی برای درز انقطاع ارائه کنید.



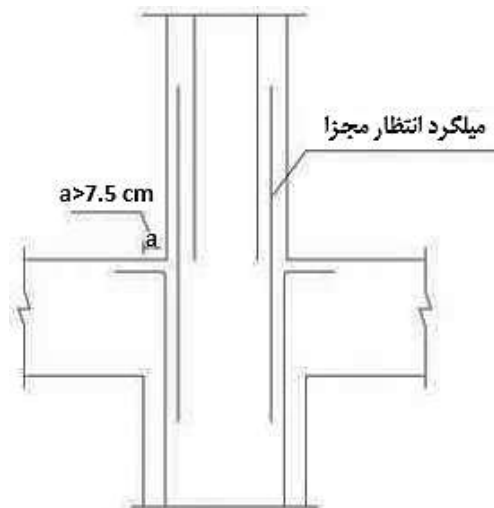
حل: ساختمان دارای تعداد طبقات بیشتر از ۸ طبقه بوده و نمی‌توان از روش پنج هزارم ارتفاع استفاده کرد. مطابق استاندارد ۲۸۰۰، برای سیستم قاب خمشی ضریب بزرگنمایی برابر ۴,۵ می‌باشد.

جدول ۴- مشخصات ساختمان ۱۰ طبقه جدید

طبقه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
$\Delta_{eu} (mm)$	10	18	27	38	49	60	72	84	94	106

- 1 $0.7 \times 4.5 \times 10 = 31.5 \text{ mm}$ = فاصله از مرز زمین مجاور طبقه 1 → انتخاب : 5 cm
- 2 $0.7 \times 4.5 \times 18 = 56.7 \text{ mm}$ = فاصله از مرز زمین مجاور طبقه 2 → انتخاب : 10 cm
- 3 $0.7 \times 4.5 \times 27 = 85.05 \text{ mm}$ = فاصله از مرز زمین مجاور طبقه 3 → انتخاب : 10 cm
- 4 $0.7 \times 4.5 \times 38 = 11.97 \text{ mm}$ = فاصله از مرز زمین مجاور طبقه 4 → انتخاب : 15 cm
- 5 $0.7 \times 4.5 \times 49 = 154.35 \text{ mm}$ = فاصله از مرز زمین مجاور طبقه 5 → انتخاب : 20 cm
- 6 $0.7 \times 4.5 \times 60 = 18.9 \text{ mm}$ = فاصله از مرز زمین مجاور طبقه 6 → انتخاب : 20 cm
- 7 $0.7 \times 4.5 \times 72 = 226.8 \text{ mm}$ = فاصله از مرز زمین مجاور طبقه 7 → انتخاب : 25 cm
- 8 $0.7 \times 4.5 \times 84 = 264.6 \text{ mm}$ = فاصله از مرز زمین مجاور طبقه 8 → انتخاب : 30 cm
- 9 $0.7 \times 4.5 \times 94 = 29.6 \text{ mm}$ = فاصله از مرز زمین مجاور طبقه 9 → انتخاب : 30 cm

نکته: در سازه‌های بلند مقرون به صرفه این است که در طبقات پایین درز انقطاع کمتر باشد و در طبقات بالاتر بیشتر شود. باید توجه داشت که کاهش مقطع ستون‌ها می‌تواند تنها از یک وجه انجام شود و کاهش مقطع ستون متقارن نیست؛ لذا در ستون‌های بتنی اگر یکی از وجوه ستون بیش از ۷,۵ سانتی‌متر کاهش داشته باشد، در خم میلگردهای طولی ستون از یک طبقه به طبقه دیگر مشکل ایجاد می‌شود. پس توصیه می‌شود اختلاف تیپ درز انقطاع‌ها با هم ۵ سانتی‌متر (کمتر یا مساوی ۷,۵ سانتی‌متر) تفاوت داشته باشند. در غیر این صورت، استفاده از دیتیل زیر پیشنهاد می‌شود.



شکل ۱۵- دیتیل خاص ستون در اختلاف درز انقطاع بیش از ۷,۵ سانتی متر از طبقه‌ای به طبقه دیگر

توجه: در ساختمان‌های ۸ طبقه و کمتر نیز می‌توان به‌جای استفاده از روش پنج هزارم ارتفاع، از روش تغییرمکان غیرخطی استفاده کرد.

مثال ۶: قرار است بیمارستانی ۳ طبقه در کنار کتابخانه‌ای ۳ طبقه احداث شود. پیشنهاد خود را برای درز انقطاع طبقه آخر در حالات زیر ارائه کنید و در نظر داشته باشید که سیستم باربر جانبی بیمارستان دیوار قاب خمشی ویژه بتنی + دیوار برشی ویژه می‌باشد.

الف) اطلاعات ساختمان مجاور (کتابخانه) در دسترس نباشد و اطلاعات بیمارستان بصورت زیر باشد.

جدول ۵- اطلاعات بیمارستان

طبقه	۱	۲	۳
$\Delta_{eu} (mm)$	a	b	c

ب) اطلاعات ساختمان مجاور (کتابخانه) در دسترس بوده و اطلاعات آن بصورت زیر باشد.

جدول ۶- اطلاعات ساختمان مجاور (کتابخانه)

طبقه	۱	۲	۳
$\Delta_{eu} (mm)$	d	e	f

قبل از حل قسمت الف) و ب) باید توجه داشت که بیمارستان در گروه « ساختمان‌های با اهمیت خیلی زیاد » قرار دارد و باتوجه به سیستم سازه‌ای، ضریب بزرگنمایی C_d برابر ۵,۵ می‌باشد.



حل (الف): حداقل فاصله طبقه آخر ساختمان از زمین مجاور را برابر ۷۰٪ مقدار تغییر مکان جانبی غیرخطی طرح در نظر می‌گیریم.

$$\text{فاصله از مرز زمین مجاور طبقه آخر} = 0.7 \times 5.5 \times c = 3.85 c$$

حل (ب): باتوجه به اینکه تغییر مکان خطی را در اختیار داریم، برای تبدیل به تغییر مکان غیرخطی، آن را در ضریب بزرگنمایی ضرب می‌کنیم.

$$\bar{D}_{M1} = 5.5 c \quad \cdot \quad \bar{D}_{M2} = 5.5 f$$

$$D = \sqrt{(5.5 c)^2 + (5.5 f)^2}$$

فاصله دو ساختمان از یکدیگر

نظر آیین‌نامه آمریکا برای محاسبه مقدار درز انقطاع چیست؟

محاسبه درز انقطاع در استاندارد ۲۸۰۰ برای ساختمان‌های بیش از ۸ طبقه و یا با اهمیت زیاد و خیلی زیاد تقریباً مشابه روند محاسبه درز انقطاع توسط آیین‌نامه آمریکا می‌باشد. آیین‌نامه ASCE7-22 مطابق بند زیر، برای محاسبه فاصله دو ساختمان از جذر مجموع مربعات جابه‌جایی‌های غیرخطی دو ساختمان استفاده می‌کند. از طرفی در نظر گرفتن پیچش و تغییر شکل دیافراگم‌ها را در صورت لزوم تأکید می‌کند.

آیین‌نامه ASCE7-22 در صورتی که سازه در مجاورت معبر عمومی نباشد و با یک مرزی مانند مرز ساختمان مجاور هم‌جوار باشد، حداقل فاصله از آن مرز را برابر تغییر مکان غیرخطی سازه در نظر می‌گیرد. از طرفی در مواردی که سازه دارای دیافراگم صلب به همراه دیوار برشی می‌باشد و مقدار تغییر شکل جانبی آن قابل تخمین زدن نیست، مطابق FEMA-2009 مقدار جداسازی ساختمان از ساختمان مجاور را بصورت زیر پیشنهاد می‌کند:

۱۳ میلی‌متر به ازای هر ۳ متر بالای ۶ متر ارتفاع + ۲۵ میلی‌متر = مقدار جداسازی از ساختمان مجاور

12.12.2 Structural Separation All portions of the structure shall be designed and constructed to act as an integral unit in resisting seismic forces unless separated structurally by a distance sufficient to avoid damaging contact as set forth in this section.

Separations shall allow for the Design Earthquake Displacements, δ_{DE} , as determined in accordance with Section 12.8.6.

Adjacent structures on the same property shall be separated by at least δ_{SS} , determined as

$$\delta_{SS} = \sqrt{(\delta_{DE1})^2 + (\delta_{DE2})^2} \quad (12.12-2)$$

where δ_{DE1} and δ_{DE2} are the Design Earthquake Displacements of the adjacent structures at their adjacent edges. Where a structure adjoins a property line not common to a public way, the structure shall be set back from the property line by at least the displacement δ_{DE} of that structure.

EXCEPTION: Smaller separations or property line setbacks are permitted where justified by rational analysis based on inelastic response to design ground motions.

$$\delta_{DE} = \frac{C_d \delta_e}{I_e} + \delta_{di} \quad (12.8-16)$$

where

C_d = Deflection amplification factor in Table 12.2-1.

I_e = Importance Factor determined in accordance with Section 11.5.1;

δ_e = Elastic displacement computed under design earthquake forces, including the effects of accidental torsion and torsional amplification as applicable; and

δ_{di} = Displacement due to diaphragm deformation corresponding to the design earthquake

C12.12.2 Structural Separation This section addresses the potential for impact from adjacent structures during an earthquake. Such conditions may arise because of construction on or near a property line or because of the introduction of separations within a structure (typically called "seismic joints") for the purpose of permitting their independent response to earthquake ground motion. Such joints may effectively eliminate irregularities and large force transfers between portions of the building with different dynamic properties.

The standard requires the distance to be "sufficient to avoid damaging contact under total deflection." It is recommended that the distance be computed using the square root of the sum of the squares (SRSS) of the lateral deflections. Such a combination method treats the deformations as linearly independent variables. The deflections used are the expected displacements (e.g., the anticipated maximum inelastic deflections including the effects of torsion and diaphragm deformation). Just as these displacements increase with height, so does the required separation. If the effects of impact can be shown not to be detrimental, the required separation distances can be reduced.

For rigid shear wall structures with rigid diaphragms whose lateral deflections cannot be reasonably estimated, the NEHRP provisions (FEMA 2009a) suggest that older code requirements for structural separations of at least 1 in. (25 mm) plus 1/2 in. (13 mm) for each 10 ft (3 m) of height above 20 ft (6 m) be followed.



توجه: آیین نامه FEMA273-1997 درز انقطاع را برای جلوگیری از تنه زدن مقداری بیش از ۴ درصد ارتفاع از تراز پایه لحاظ می کند که استاندارد ۲۸۰۰ برای ساختمان های ۸ طبقه و کمتر رویکردی تقریباً مشابه دارد.

۵ درز انقطاع در نرم افزار

در حالت کلی برای در نظر گرفتن برخورد دو ساختمان به یکدیگر دو رویکرد متفاوت وجود دارد. در رویکرد اول که مطلوب مهندسین است نیز می باشد، از برخورد دو سازه به یکدیگر با در نظر گرفتن فاصله مناسب بین آنها جلوگیری می شود. نحوه محاسبه این فاصله در قسمت قبلی توضیح داده شد و در این قسمت مراحل و نکات آن در نرم افزار ETABS توضیح داده خواهد شد.

در رویکرد دوم که بیشتر جنبه تحقیقاتی و مقاوم سازی دارد، دو سازه با فاصله کم در کنار یکدیگر در نرم افزار sap مدل سازی می شوند و اثر تنه زدن دو ساختمان به یکدیگر مورد بررسی قرار می گیرد. در ادامه توضیح مختصری در این مورد نیز داده خواهد شد.

۱.۵ محاسبه مقدار درز انقطاع با استفاده از نرم افزار Etabs

باتوجه به اینکه بند ۱ استاندارد ۲۸۰۰ در مورد در نظر گرفتن فاصله درز انقطاع ابهاماتی دارد، لذا به آیین نامه ASCE7-22 هم مراجعه می کنیم. مطابق آیین نامه ASCE7-22 که در قسمت قبلی بررسی شد، در استخراج تغییر شکل ها، پیچش سازه باید لحاظ شود. پس از case هایی در کنترل تغییر شکل ها استفاده می کنیم که در آنها پیچش تصادفی و خروج از مرکزیت لحاظ شده باشد. در تحلیل استاتیکی معادل EXALL و EYALL و در تحلیل دینامیکی طیفی SPEX و SPEY به عنوان case هایی خواهند بود که در بررسی تغییر شکل طبقه لحاظ خواهند شد.

در مواردی که از تحلیل دینامیکی طیفی استفاده کرده ایم، می توان پاسخ های مربوط به جابه جایی نقاط را از تحلیل دینامیکی طیفی و ترکیب مودها استخراج کرد که بند آیین نامه ای آن را در زیر مشاهده می کنیم. اما باید توجه داشت که تخفیف مربوط به تحلیل دینامیکی طیفی در همپایه سازی و تعیین جابه جایی در آیین نامه جدید آمریکا حذف شده است. ولی در هر صورت توصیه می شود اگر از تحلیل دینامیکی طیفی استفاده کرده ایم، دریافت و درز انقطاع آن را نیز بر اساس case های مربوط به این تحلیل کنترل کنیم.

استاندارد ۲۸۰۰

ASCE7-22

12.9 LINEAR DYNAMIC ANALYSIS

12.9.1 Modal Response Spectrum Analysis

12.9.1.2 Modal Response Parameters The value for each force-related design parameter of interest, including story drifts, support forces, and individual member forces for each mode of response, shall be computed using the properties of each mode and the response spectra defined in either Section 11.4.5 divided by the quantity R/I_e . The value for displacement and drift quantities shall be multiplied by the quantity C_d/I_e .

۳-۴ روش های تحلیل دینامیکی خطی

۳-۴-۱ روش تحلیل طیفی

۳-۴-۲ ترکیب اثر مدها

حداکثر بازتاب های دینامیکی سازه در هر مود، از قبیل نیروهای داخلی اعضا، تغییر مکان ها، نیروهای طبقات، برش های طبقات و عکس العمل پایه ها باید با استفاده از روش های آماری شناخته شده، مانند روش جذر مجموع مربعات و یا روش ترکیب مربعی کامل ترکیب گردد. در ساختمان های نامنظم در پلان و یا در ساختمان هایی که پیچش در آنها حائز اهمیت است، روش ترکیب مدها باید در برگیرنده اندرکنش مدهای ارتعاشی نیز باشد. در این موارد می توان از روش ترکیب مربعی کامل استفاده نمود.

بند استاندارد ۲۸۰۰ و ASCE7-22 در مورد استفاده از تحلیل دینامیکی طیفی برای بدست آوردن جابه جایی های طبقات



همانطور که اشاره شد، تخفیف مربوط به آنالیز دینامیکی طیفی جهت کنترل دررفت و تغییر مکان از ورژن ۱۶ و ۲۲ آیین نامه بارگذاری آمریکا حذف شده است که در ادامه مشاهده می‌کنیم.

ASCE7-10

12.9.4 Scaling Design Values of Combined Response

12.9.4.2 Scaling of Drifts

Where the combined response for the modal base shear (V_i) is less than $0.85C_sW$, and where C_s is determined in accordance with Eq. 12.8-6, drifts shall be multiplied by $0.85 \frac{C_sW}{V_i}$

ASCE7-16

12.9.1 Modal Response Spectrum Analysis

12.9.1.4 Scaling Design Values of Combined Response.

12.9.1.4.2 Scaling of Drifts Where the combined response for the modal base shear (V_i) is less than C_sW , and where C_s is determined in accordance with Eq. (12.8-6), drifts shall be multiplied by C_sW/V_i .

ASCE7-22

12.9.1.4 Scaling Design Values of Combined Response

12.9.1.4.2 Scaling of Drifts Where the combined response for the modal base shear, V_i , is less than C_sW , and where C_s is determined in accordance with Equation (12.8-7), displacements shall be multiplied by C_sW/V_i .

اما در نرم افزار ETABS چه نکاتی را بایستی کنترل کنیم؟

در طراحی بایستی بتوانیم ارتباط خوبی بین نکات آیین نامه ای و نرم افزار برقرار کنیم تا با کمترین خطا در کمترین زمان به نتایج مناسبی برسیم. پس قدم‌های زیر را طی می‌کنیم:

قدم اول: ملاحظات معماری و طراحی سازه

در ابتدا (قبل از شروع طراحی) بایستی دید مناسبی نسبت به وجوه کناری ساختمان و در جایی که درز انقطاع اهمیت دارد، پیدا کنیم. لذا نکات زیر را همزمان در نظر می‌گیریم و در طراحی لحاظ می‌کنیم و در صورت نیاز با مهندس معمار مشورت می‌کنیم.

(۱) ابعادی که مهندس معمار برای ستون‌های کناری سازه ارائه کرده است، فقط از سمت داخل ساختمان می‌توانند ابعاد بیشتری را به خود اختصاص دهند

و در قسمت بیرونی ساختمان، محدودیت وجود دارد.

(۲) در قسمت داخلی ساختمان ممکن است با محدودیت ابعادی نظیر ابعاد حداقل پارکینگ مواجه باشیم.

پس نتیجه می‌گیریم در صورتی که ابعاد بیشتری نسبت به آنچه که معمار در نظر گرفته باشد، نیاز باشد، بایستی توجه داشت که ستون‌های کناری به درز انقطاع و ملک مجاور تجاوز نکند.

قدم دوم: تعیین مقدار اولیه درز انقطاع

در ابتدای طراحی مقادیر تغییر مکان‌های طبقات را در اختیار نداریم. در نتیجه اگر ساختمانی با بیش از ۸ طبقه و یا ساختمان با اهمیت زیاد و خیلی زیاد مدنظر باشد، نمی‌توانیم مقدار درز انقطاع را در ابتدا مشخص کنیم. زیرا استاندارد ۲۸۰۰ برای این نوع ساختمان‌ها، درز انقطاع را به تغییر مکان‌های جانبی سازه مرتبط کرده است. در این حالت دو روش داریم:



روش ۱: به عنوان مقدار اولیه، درز انقطاع را در طبقات با استفاده از روش پنج هزارم ارتفاع از تراز پایه محاسبه کنیم و در انتهای طراحی در کنترل دریفت، دریفت طبقات را علاوه بر محدودیت آیین نامه‌ای، به عدد دیگری که در آن درز انقطاع رعایت می‌شود، محدود کنیم.

مثال: فرض کنید از دریفت طبقات سازه‌ای جواب گرفته‌ایم. حال جابه‌جایی طبقات را بررسی می‌کنیم. اگر از مقداری که برای درز انقطاع لحاظ کرده‌ایم کمتر یا مساوی باشد، درز انقطاع رعایت شده است. در غیر این صورت با افزایش سختی سازه، دریفت‌ها و جابه‌جایی‌ها را دوباره کاهش می‌دهیم تا کمتر از درز انقطاع شود.

روش ۲: در این روش ابتدا درز انقطاع طبقات را کمی دست بالاتر در نظر می‌گیریم و آن را با استفاده از تغییر مکان حداکثر مجاز ساختمان بدست می‌آوریم. در این حالت مطمئن هستیم که قطعاً درز انقطاع رعایت خواهد شد، زیرا جابه‌جایی و دریفت طبقات بایستی کمتر از مقدار مجاز باشند. پس ابتدا با استفاده از مقادیر مجاز آیین نامه مطابق زیر، مقدار درز انقطاع را مشخص می‌کنیم.

- ساختمان‌ها تا ۵ طبقه

$$\Delta_a = 0.025 h \rightarrow \text{درز انقطاع} = 0.7 \times 0.025 \times h$$

- سایر ساختمان‌ها

$$\Delta_a = 0.025 h \rightarrow \text{درز انقطاع} = 0.7 \times 0.02 \times h$$

توجه: در حالت کلی «روش اول» توصیه می‌شود.

قدم سوم: مشخص کردن زلزله‌های کنترلی درز انقطاع

در این قسمت باتوجه به جایگیری ساختمان و ساختمان‌های مجاور و همچنین نوع تحلیل، زلزله‌های کنترلی درز انقطاع را انتخاب خواهیم کرد.

جدول ۷ - تعیین زلزله کنترلی

حالت ۱	چهار طرف ساختمان فضای باز باشد.		-	تحلیل استاتیکی معادل
			-	تحلیل دینامیکی
حالت ۲	ساختمان از یک طرف به ساختمان مجاور محدود باشد.		EXALL	تحلیل استاتیکی معادل
			SPXE	تحلیل دینامیکی



حالت ۳	ساختمان از دو طرف به ساختمان مجاور محدود باشد.		تحلیل استاتیکی معادل	EXALL
			تحلیل دینامیکی	SPXE
حالت ۴	ساختمان از سه طرف به ساختمان مجاور محدود باشد.		تحلیل استاتیکی معادل	EXALL EYALL
			تحلیل دینامیکی	SPXE SPYE

توجه: در جدول فوق، حیاط و گذر فضای باز تلقی شود.

قدم چهارم: برداشت اطلاعات از نرم افزار

برداشت اطلاعات از نرم افزار به منظمی یا نامنظمی پیچشی سازه بستگی دارد. مطابق استاندارد ۲۸۰۰، جهت محاسبه تغییرمکان های سازه برای سازه های نامنظم پیچشی (زیاد یا شدید)، تغییرمکان های جانبی لبه های کناری ساختمان بررسی می شود ولی در سازه های منظم، تغییرمکان های جانبی مراکز جرم سازه می تواند در نظر گرفته شود.

توجه: در محاسبه جابه جایی طبقات بر اساس تحلیل طیفی توجه داشته باشیم که اگر بخواهیم همپایه سازی را لحاظ کنیم، همپایه سازی را بر اساس EXDRIFT و EYDRIFT که براساس دوره تناوب تحلیلی محاسبه می شوند، در نظر می گیریم. اما همانطور که اشاره شد، تخفیف با استفاده از همپایه سازی در آیین نامه آمریکا حذف شده است و در جهت اطمینان توصیه نمی شود.



Story	Output Case	Case Type	Direction	Maximum mm	Average mm	Ratio
Story8	EXALL	LnStatic	X	92.436	92.418	1
Story7	EXALL	LnStatic	X	87.197	87.117	1.001
Story6	EXALL	LnStatic	X	78.86	77.738	1.004
Story5	EXALL	LnStatic	X	68.067	67.629	1.004
Story4	EXALL	LnStatic	X	54.728	54.289	1.008
Story3	EXALL	LnStatic	X	39.797	38.589	1.007
Story2	EXALL	LnStatic	X	25.488	25.475	1.001
Story1	EXALL	LnStatic	X	9.292	9.235	1.006

شکل ۱۶- مسیر استخراج نتایج نرم افزار

قدم پنجم: محاسبه مقدار درز انقطاع

تا بدین جا تغییرمکان جانبی خطی طرح را از نرم افزار بدست آورده ایم. در انتها باتوجه به اینکه مشخصات ساختمان مجاور را در اختیار داریم یا نه، مطابق مثال های حل شده در قسمت های قبل، تغییرمکان غیرخطی طرح طبقات و در نهایت مقدار درز انقطاع را محاسبه می کنیم.

۲.۵ اثر تنه زدن در نرم افزار Sap

زمانی که درز انقطاع مناسب برای ساختمان ها لحاظ نشود، احتمال برخورد این ساختمان ها به یکدیگر به هنگام زلزله وجود دارد. اثر این برخورد یا تنه زدن را می توان در نرم افزار Sap مدل کرد و کفایت یا عدم کفایت مقاطع برای تحمل این نیروی ضربه را بررسی کرد. در این حالت مدل سازی سازه ها با در نظرگیری یک المان GAP بین دو سازه انجام می شود. در نهایت به وسیله انجام تحلیل خطی یا غیرخطی، به صوت استاتیکی یا دینامیکی، نیروهای ایجاد شده در اثر ضربه در المان های مختلف سازه ای بررسی می شود.

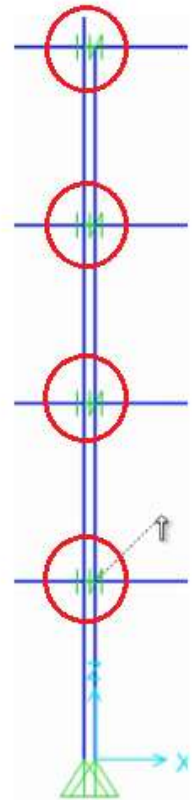
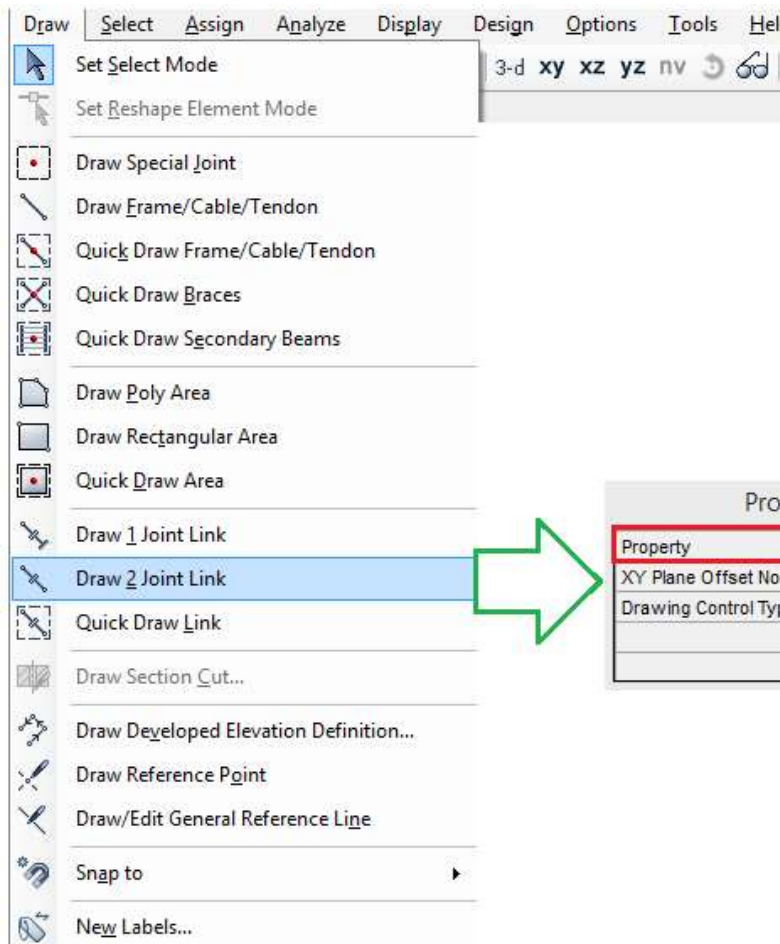


The image illustrates the steps to define a GAP link support in SAP2000:

- Structural Model:** A frame structure with two levels. The top level is labeled 'ساختمان ۷ طبقه' (7-story building) and the bottom level is 'ساختمان ۴ طبقه' (4-story building). A green arrow points from the model to the software interface.
- Software Menu:** The 'Define' menu is open, showing 'Link/Support Properties...' selected.
- Link/Support Properties Dialog:** The 'Add New Property...' button is highlighted.
- Link/Support Properties Dialog (Detailed):** Shows 'Link/Support Type' set to 'Gap' and 'Property Name' set to 'Gap'.
- Link/Support Directional Properties Dialog:** Shows 'Direction' set to 'U1' and 'NonLinear' checked. The 'Stiffness' and 'Open' fields are set to 0.

سختی المان، ۱ تا ۴ برابر سختی تراز المان های مجاور
مقدار فاصله بین دو ساختمان

شکل ۱۷- تعریف المان GAP در نرم افزار SAP



شکل ۱۸- ترسیم المان GAP بین دو ساختمان

۶ نحوه کنترل و اجرای درز انقطاع

در ساختمان بتنی و فولادی اگر قرار است نمای جانبی ساختمان اندود ماسه سیمان و پلاستر سیمان سفید شود، لازم است این ضخامت محاسبه شده تا در محل درز انقطاع قرار نگیرد. کنترل اصلی درز انقطاع به هنگام اجرای فونداسیون می‌باشد. کنترل‌های بعدی در بتن‌ریزی سقف‌ها خواهد بود که اگر کنترل اصلی (کنترل به هنگام اجرای فونداسیون) به درستی صورت نگیرد، کنترل‌های بعدی نیز با مشکل مواجه خواهد شد. کنترل درز انقطاع مطابق اصول اجرایی رایج در ساختمان بتنی و فولادی اندکی با یکدیگر تفاوت دارد که در ادامه به بررسی هریک خواهیم پرداخت.

نکته: کنترل درز انقطاع بایستی قبل از بتن‌ریزی انجام شود.

نکته: ناظر مربوطه باید دقت داشته باشد که با کم شدن فاصله ستون‌ها در اثر رعایت درز انقطاع، ابعاد پارکینگ استانداردها را نقض نکند و در چنین مواردی باید گزارش تهیه شود.



۱.۶ کنترل درز انقطاع در ساختمان بتنی

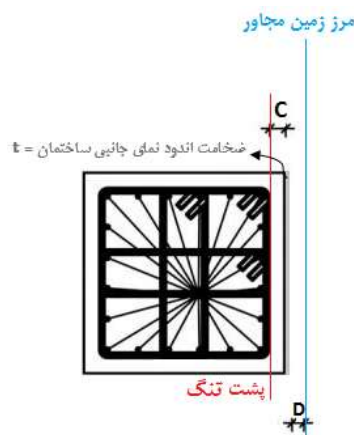
در ساختمان‌های بتنی، کنترل اصلی در زمان آرماتوربندی و قرار دادن ریشه‌های ستون در داخل فوندا سیون و قبل از بتن‌ریزی آن انجام خواهد شد. کنترل درز انقطاع در ساختمان بتنی باید از پشت تنگ‌ها تا مرز زمین مجاور لحاظ شود. در این حالت، فاصله‌ای که از پشت تنگ ستون تا مرز زمین مجاور باید لحاظ شود، بصورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{فاصله از پشت تنگ تا مرز زمین مجاور} = C + t + D$$

C: کاور بتن

t: ضخامت اندود نمای جانبی

D: عرض درز انقطاع



شکل ۱۹- کنترل ابعادی درز انقطاع در ساختمان بتنی

توجه ۱: در صورتی که دیوار برشی بتنی در وجوه کناری ساختمان موجود باشد، کنترل بصورت مشابه انجام خواهد شد.

توجه ۲: اندود نمای جانبی ساختمان معمولاً زمانی بکار می‌رود که در زمان احداث ساختمان، ملک مجاور خالی باشد؛ لذا زمانی که در ملک مجاور ساختمانی موجود باشد، $t=0$ خواهد بود.

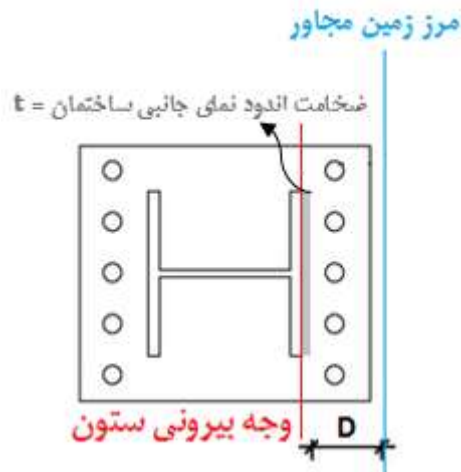
۲.۶ کنترل درز انقطاع در ساختمان فولادی

در ساختمان فولادی، کنترل اصلی در زمان اجرای آرماتورگذاری فوندا سیون و نصب صفحه ستون‌ها می‌باشد. در نصب صفحه ستون‌ها باید دقت زیادی داشت و اگر جابه‌جایی در حد ۱ یا ۲ سانتی‌متر باشد، می‌توان آن‌را به هنگام نصب ستون جبران کرد. کنترل درز انقطاع در ساختمان فولادی باید از وجه بیرونی ستون فولادی تا مرز زمین مجاور لحاظ شود. در این حالت، فاصله‌ای که وجه بیرونی ستون تا مرز زمین مجاور باید لحاظ شود، بصورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{فاصله از وجه بیرونی ستون تا مرز زمین مجاور} = t + D$$

t: ضخامت اندود نمای جانبی

D: عرض درز انقطاع



شکل ۲۰- کنترل ابعادی درز انقطاع در ساختمان فولادی

توجه: در صورتی که در ساختمان فولادی از دیوار برشی برای سیستم باربر جانبی استفاده شود، نکات مربوط به قسمت بتنی در مورد درز انقطاع باید رعایت شود.

۷ کاربردهای مختلف درز انقطاع در ساختمان‌ها

در قسمت‌های قبل به بررسی علت استفاده از درز انقطاع، نحوه محاسبات و کنترل آن در ساختمان پرداختیم. درز انقطاع گاهی کاربردهای دیگری نیز دارد که در ادامه به بررسی آن‌ها خواهیم پرداخت.

گاهی در ساختمان‌ها با پلان‌های پیچیده سر و کار داریم. پلان‌هایی که در شکل زیر مشاهده می‌کنیم نمونه‌ای از آن‌ها هستند. اگر ساختمانی با چنین پلانی ساخته شود، طراحی آن بدون در نظر گرفتن برخی تکنیک‌ها بسیار دشوار است. زیرا مسئله پیچش سازه را تحت تأثیر قرار خواهد داد.

پلان L شکل



پلان T شکل



شکل ۲۱- نمونه‌ای از پلان‌های پیچیده

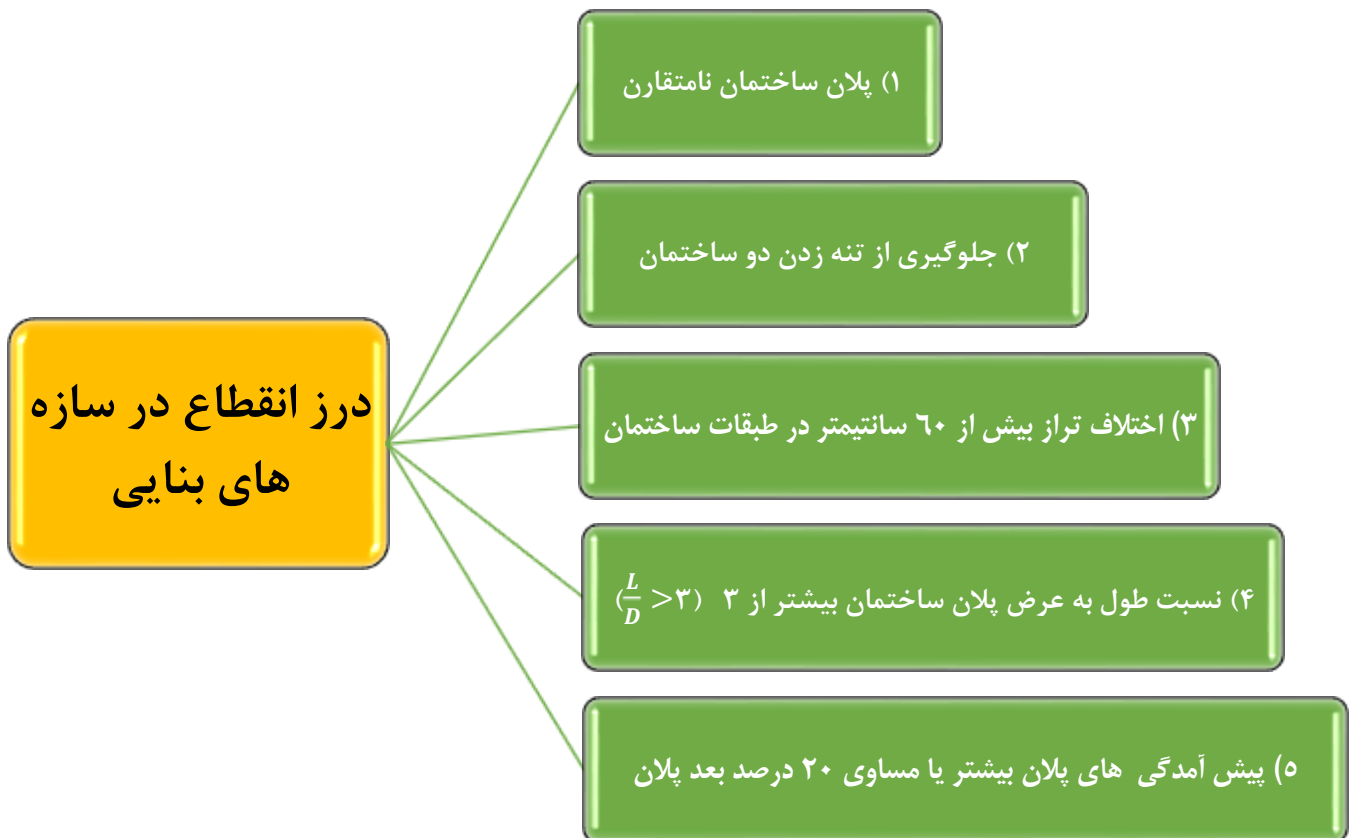


برای اینکه از شرایط سخت و پیچیده طراحی چنین پلان‌هایی فرار کنیم، ساختمان را به چند بخش منظم تقسیم می‌کنیم. با تقسیم ساختمان به چند بخش منظم توسط «درز انقطاع»، مسئله پیچش و پیچیدگی‌های طراحی کنترل می‌شود. در شکل زیر نمونه‌ای از اجرای درز انقطاع و تبدیل پلان‌های L و T شکل به پلان‌های منظم مستطیلی را مشاهده می‌کنیم.

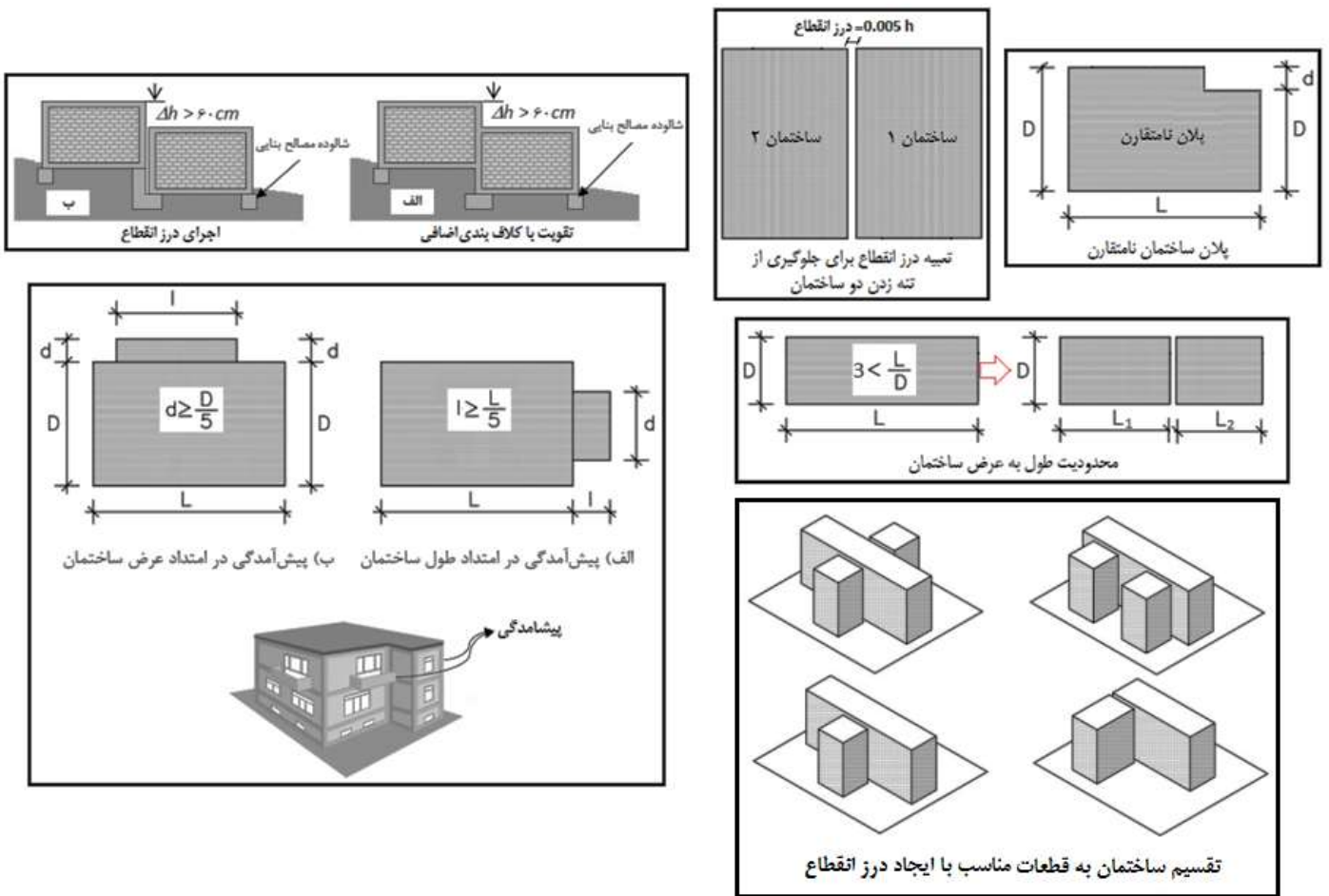


شکل ۲۲- کاربرد در انقطاع در منظم کردن پلان‌های پیچیده

همچنین در سازه‌های بنایی مطابق استاندارد ۲۸۰۰، در نظر گرفتن درز انقطاع در موارد زیر الزامی است. تأکید آیین‌نامه برای این سازه‌ها بیشتر از جهت عملکرد آن در برابر زلزله می‌باشد. همچنین تعبیه درز انقطاع برای جلوگیری از تنه زدن دو ساختمان مجاور نیز ضروری است. با توجه به محدودیت طبقات سازه‌های بنایی، عرض درز انقطاع از روش اول و در حدود ۵ سانتی‌متر محاسبه می‌شود.



- (۱) در ساختمان های بنایی بحث نامنظمی پلان به صورتی که در سایر سازه ها مطرح است، مورد بحث نیست؛ زیرا این سازه ها برای عملکرد مناسب دارای محدودیت زیادی هستند. یکی از این محدودیت ها «نامتقارن» بودن پلان است که در این صورت نیاز هست تا برای آن سازه درز انقطاع تعبیه شود.
- (۲) در ساختمان های بنایی نیز مانند سایر ساختمان ها لازم است فاصله ای را به عنوان درز انقطاع جهت جلوگیری از تنه زدن به ساختمان مجاور تعبیه کنیم. در این حالت به دلیل اینکه در تعداد طبقات محدود به ۲ طبقه بدون زیرزمین هستیم، از رابطه پنج هزارم ارتفاع ساختمان برای تعیین مقدار درز انقطاع استفاده می کنیم.
- (۳) زمانی که فاصله دو سقف در یک طبقه از ۶۰ سانتی متر بیشتر شود، با توجه به رفتار متفاوت دو قسمت ساختمان، نیاز است در محل اختلاف ارتفاع درز انقطاع قرار داده شود و دو قسمت ساختمان در این محل جدا شوند. البته در روش دیگری آیین نامه اجازه می دهد دیوارهای حد فاصل دو قسمتی که اختلاف تراز دارند، با کلاف بندی اضافی مناسب تقویت شوند.
- (۴) اگر نسبت طول به عرض ساختمان بنایی بیش از یک مقدار خاصی باشد، پلان آن مستطیلی شده و آیین نامه برای عملکرد مناسب این ساختمان ها، آن ها را به دو یا چند قسمت با استفاده از درز انقطاع تقسیم می کند.
- (۵) در صورتی که پیش آمدگی ساختمان بیش از حد معینی باشد، ساختمان را از حالت متقارن بودن خارج کرده و عملکرد آن بدون تعبیه درز انقطاع نامناسب خواهد بود.

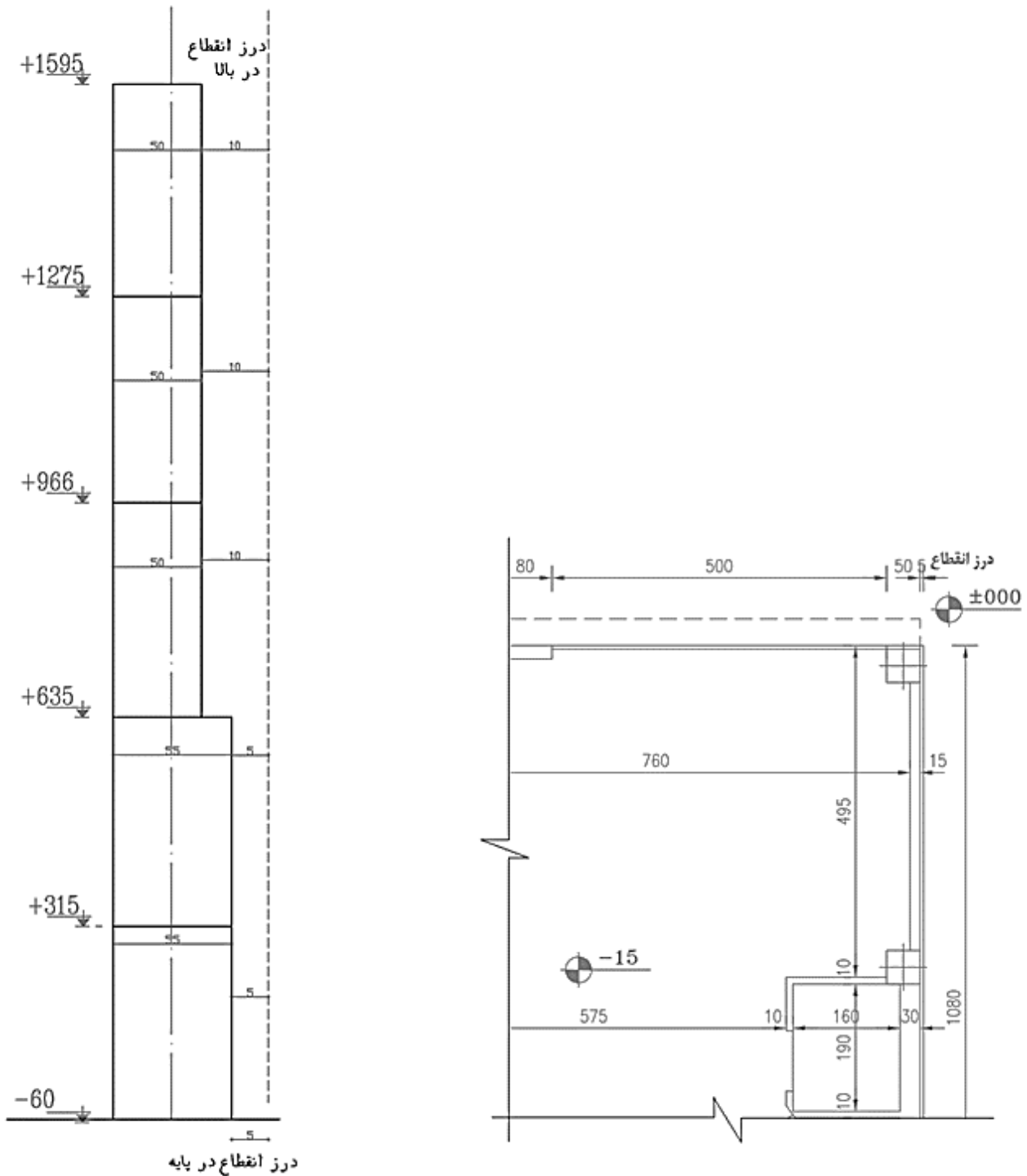


شکل ۲۳- درز انقطاع در سازه های بنایی

۸ نکات اجرایی و حقوقی در حوزه درز انقطاع

طراحان معماری و سازه باید دقت لازم را نسبت به درج درز انقطاع در نقشه های مصوب داشته باشند، چون در غیر این صورت و حتی با وجود تایید مراجع قانونی (نظام مهندسی و شهرداری)، مسئولیت هرگونه عواقب ناشی از عدم طراحی صحیح بر عهده مهندس طراح سازه می باشد. همچنین مهندس ناظر نیز موظف به اجرای دقیق درز انقطاع مطابق با نقشه های طراحی می باشد و در صورتی که جزئیات لازم وجود نداشته و همکاری از طرف تیم اجرای ساختمان صورت نگیرد، لازم است گزارش تهیه کرده و به مراجع ذیصلاح تحویل دهد.

ناظر ساختمان بایستی با مراجعه به نقشه های معماری، مقدار درز انقطاع را استخراج کند. ناظر باید توجه داشته باشد که نیازی به بررسی رعایت یا عدم رعایت درز انقطاع توسط ساختمان مجاور (چه نو ساز و چه قدیمی) نیست. آنچه برای ناظر مهم است رعایت درز انقطاع و اجرای آن مطابق نقشه های سازه ای است که نظارتش را بر عهده دارد.



شکل ۲۴- نحوه نمایش درز انقطاع در نقشه‌ها

در انتهای کار برای این که درزها باز نمانند، بر روی زیبایی فضای شهری تأثیر منفی نداشته باشد و همچنین خطری برای انسان‌ها و جانوران نداشته باشند؛ نیاز است تا با مصالح مناسب فاصله درز انقطاع پر شود. این موضوع در استاندارد ۲۸۰۰ و مبحث ۶ مقررات ملی ساختمان بیان شده است و مطابق این دو آیین‌نامه، می‌توان درز انقطاع را توسط مصالح انعطاف‌پذیر پر کرد.



استاندارد ۲۸۰۰+

۴-۱ ملاحظات معماری

فاصله درز انقطاع را می‌توان با مصالح کم‌مقاومت، 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.

مبحث ۶ مقررات ملی ساختمان

۳-۱۱-۶ ملاحظات معماری و پیکربندی سازه‌ای

فاصله درز انقطاع را صرفاً می‌توان با مصالح کم‌مقاومت که در هنگام وقوع زلزله بر اساس برخورد دو ساختمان به آسانی خرد می‌شوند، به نحو مناسبی پر نمود.

مصالح انعطاف‌پذیر شامل ماسه بادی، پلاستوفوم و سایر موارد دیگر می‌باشد. در هیچ صورتی این فاصله نباید توسط مصالح بنایی و بتن پر شود. در چنین مواردی ناظر نباید به مالک اجازه این کار را دهد و لازم است در گزارشات خود قید نماید. همچنین استفاده از یونولیت برای بستن درز انقطاع پیشنهاد نمی‌شود؛ زیرا یونولیت با تابش آفتاب و بارش باران جمع شده و از محل تعیین شده برای آن خارج می‌شود. در بعضی از موارد برای پوشاندن درز انقطاع از ورق‌های گالوانیزه یا توری مرغی استفاده می‌شود؛ به این صورت که ورق یا توری مرغی بر روی درز انقطاع گذاشته می‌شود و به دو طرف نما پیچ می‌شود تا از افتادن آن جلوگیری شود.



شکل ۲۵- پر کردن درز انقطاع در فونداسیون با یونولیت

۹ مسئولیت رعایت جزئیات فنی درز انقطاع

در بیشتر پروژه‌ها، دو حالت متفاوت وجود دارد. پروژه‌هایی که دارای یک مهندس ناظر است و پروژه‌هایی که چهار مهندس ناظر دارد. در پروژه‌های تک ناظر، مسئولیت رعایت جزئیات فنی مربوط به محاسبه درز انقطاع با مهندس عمران و یا معماری می‌باشد. در پروژه‌های چهار ناظر، با توجه به کنترل‌های مشترکی که در بخش سازه و معماری ساختمان در مراحل آکس‌بندی، اجرای اسکلت و سفت‌کاری ساختمان وجود دارد، لازم است هر دو ناظر نسبت به بررسی و مطابقت درز انقطاع با نقشه‌های مصوب و پیگیری‌های مربوطه اقدام نمایند. بنابراین هر دو مهندس ناظر رشته‌های معماری و عمران در ارتباط با عدم رعایت درز انقطاع ساختمان مسئولیت دارند و تعیین میزان قصور آن‌ها با کارشناسی پروژه و بررسی اسناد و مدارک و گزارش‌های ارائه شده، انجام می‌شود. پس مهندس ناظر موظف است عدم رعایت درز انقطاع را طی گزارش مرحله‌ای و به موقع به مرجع صدور پروانه اعلام نماید. لازم به ذکر است که در پروژه‌هایی که ناظر نقشه‌بردار حضور داشته باشد، کنترل اجرای صحیح باید توسط وی صورت گیرد.



۱۰ پاسخ به سؤالات متداول

در مواردی که دیوار ملک مجاور دارای برآمدگی و فرورفتگی است، کنترل اجرای صحیح درز انقطاع به چه صورت انجام می‌شود؟

باید توجه داشته باشیم که ملاک محاسبه، اجرا و کنترل درز انقطاع، پشت تا پشت ستون‌ها و همچنین ملک مجاور است. پس می‌توان با اندازه‌گیری پشت تا پشت تنگ یا ستون، از اجرای صحیح درز انقطاع اطمینان حاصل کرد.



شکل ۲۶- کنترل درز انقطاع در مواجهه به سطح ناصاف دیوار ملک مجاور

آیا ادامه درز انقطاع تا انتهای فونداسیون ضروری است؟

الزامی نبودن ادامه درز انقطاع در فونداسیون «صرفاً» در بخش سازه‌های بنایی استاندارد ۲۸۰۰ ذکر شده است. در این استاندارد برای سایر سازه‌ها در این مورد صحبتی نشده است اما در حالت کلی دو دیدگاه وجود دارد:

دیدگاه ۱: به دلیل این که فاصله درز انقطاع مربوط به ضربه در اثر مشخصات متفاوت دو سازه است و طبیعتاً فونداسیون‌های دو ساختمان نقشی در این ضربه نخواهند داشت، پس نیازی به ادامه درز انقطاع در فونداسیون نیست.

دیدگاه ۲: اگر درز انقطاع در فونداسیون ادامه نداشته باشد و فونداسیون آن با فونداسیون ساختمان مجاور در تماس باشند، در اثر نشست تحکیمی ساختمان جدید، ممکن است بر سازه مجاور تأثیر منفی گذاشته و در نازک‌کاری ترک‌هایی بوجود آید. این موضوع بخصوص زمانی پررنگ می‌شود که ساختمان مجاور قدیمی بوده و فونداسیون آن سنگی است. در نتیجه بتن فونداسیون سازه جدید با فونداسیون سنگی سازه قدیمی دارای قفل و بست شده و تا حدودی یکپارچه می‌شود. این درز که را که در فونداسیون‌های دو ساختمان مجاور رعایت می‌شود، «درز نشست» می‌نامیم.

نتیجه: اگر مهندس تشخیص دهد که عدم رعایت درز انقطاع در فونداسیون (درز نشست) موجب آسیب به ساختمان مجاور می‌شود، بایستی درز انقطاع را تا انتهای فونداسیون ادامه دهد. در غیر اینصورت با استناد به دیدگاه ۱، می‌تواند این کار را انجام ندهد.



۲-۲-۲-۷ درز انقطاع

اگر پلان ساختمان واجد شرایط زیر باشد، باید با ایجاد درز انقطاع مطابق بند (۱-۶-۳) ساختمان را به قطعات مناسب‌تر مانند شکل (۷-۲) تقسیم کرد، به طوری که هر قطعه واجد شرایط بند (۷-۲-۲-۱) شود. در این صورت ادامه درزهای انقطاع در شالوده ساختمان الزامی نیست.

- ۱- نسبت طول به عرض پلان ساختمان بیشتر از ۳ باشد.
- ۲- پلان ساختمان نامتقارن بوده و یا دارای پیش‌آمدگی‌هایی بیش از مقادیر مندرج در زیربند ۳ از بند (۷-۲-۲-۱) باشد.

آیا درز انقطاع جزو زیربنای خالص ساختمان محسوب می‌شود؟

بر اساس قانون شورای مسکن و شهرسازی، درز انقطاع جزو زیربنای ناخالص واحد مسکونی یا تجاری یا هر کاربری دیگر که در مجاورت آن قرار گرفته است، محاسبه می‌گردد.

آیا پس از اجرای درز انقطاع، نیاز به مراقبت و نگهداری از آن می‌باشد؟

بله، مطابق مبحث ۲۲ مقررات ملی ساختمان، در سازه‌های بتنی و فولادی، وضعیت درزهای انقطاع باید به طور مستمر مورد بازرسی و بررسی قرار گیرد. این بازرسی بدین منظور انجام می‌شود که به هنگام زلزله در اثر جابه‌جایی ساختمان‌ها، ضربه‌ای به یکدیگر وارد نشود.

۲۲-۳-۳-۴ درز انقطاع

در سازه‌های بتن آرمه و فولادی وضعیت مناسب درزهای انقطاع باید مورد بازرسی قرار گیرد تا از خسارت و خرابی ناشی از ضربه ساختمان‌های مجاور به یکدیگر بخصوص در زمان وقوع زلزله کاسته شود.

برای محاسبه درز انقطاع یک ساختمان ۱۰ طبقه که دو طبقه آن زیرزمین است و تراز پایه آن مطابق شرایط استاندارد ۲۸۰۰ (بند ۳-۳-۱-۲) در سطح زمین و بالای طبقات زیرزمین در نظر گرفته شده است، آیا مجاز به استفاده از روش پنج هزارم ارتفاع از تراز پایه هستیم؟

باتوجه به اینکه درز انقطاع زمانی اهمیت پیدا می‌کند که در ساختمان حرکت و احتمال برخورد با ساختمان مجاور وجود داشته باشد، پس تعداد طبقات بالای تراز پایه برای انتخاب روش محاسبه درز انقطاع ملاک خواهد بود. پس در این سازه که ۸ طبقه آن بالای تراز پایه می‌باشد، می‌توان از فرمول $0,005 h$ جهت محاسبه درز انقطاع استفاده کرد.

۱۱ اشکالات اجرایی

مشابه همه قسمت‌های یک ساختمان، گاهی در اجرای درز انقطاع نیز اشکالاتی دیده می‌شود. با شناخت دقیق از این اشکالات اجرایی می‌توان از تکرار آن در پروژه‌های جدید جلوگیری کرد.



پر کردن درز انقطاع برای استفاده بیشتر از فضا !!



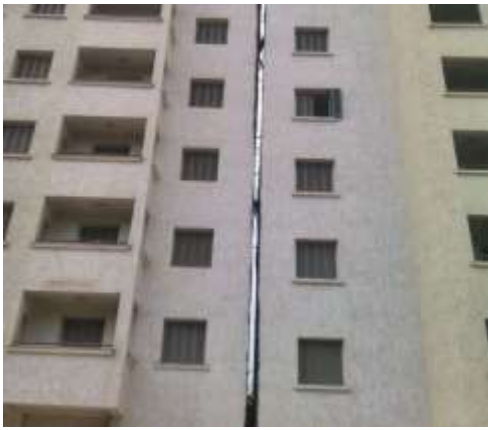
عبور لوله و تأسیسات از محل درز انقطاع



استفاده از فضای درز انقطاع برای عبور لوله‌های گاز و برق



اجرای یکسره دیوار و عدم استفاده از وال پست - پر کردن درز انقطاع برای استفاده بیشتر از فضا !!



عدم پر کردن درز انقطاع توسط مصالح انعطاف پذیر



استفاده از فضای درز انقطاع برای عبور لوله های گاز در ساختمان سمت راست - عدم رعایت فاصله درز انقطاع

جمع بندی

درز انقطاع به منظور جلوگیری از ضربه ساختمان های مجاور به یکدیگر در هنگام زلزله در نظر گرفته می شود و در صورت عدم اجرای آن، آسیب های فراوانی به ساختمان های مجاور وارد می شود. درز انقطاع در ساختمان های کمتر از ۸ طبقه و بیشتر از ۸ طبقه و با اهمیت زیاد و خیلی زیاد به دو صورت متفاوت محاسبه می شود. مسئولیت اجرا و در نظرگیری صحیح درز انقطاع با مهندسین ناظر معماری و سازه است و طراحان معماری و سازه نیز مسئولیت درج مناسب درز انقطاع در نقشه های مصوب را دارند. البته در صورتی که ناظر نقشه بردار حضور داشته باشد، وظیفه کنترل و اجرای صحیح درز انقطاع بر عهده اوست. مطابق آیین نامه، فاصله درز انقطاع را می توان با مصالح کم مقاومت پر نمود.

منابع

۱. [مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۱۳۹۸](#)
۲. [آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله، استاندارد ۲۸۰۰، ویرایش چهارم، چاپ ۱۳۹۳](#)
۳. [مبحث ۲۲ مقررات ملی ساختمان ویرایش ۱۳۹۲](#)
۴. اثر برخورد سازه های مجاور بر نیازهای لرزه ای سازه های با جداگر لرزه ای در اثر زلزله، قدرتی امیری، برارنیا، عابدپور و نمیرانیان، شماره ۲۴ مجله مدل سازی در مهندسی بهار ۱۳۹۰
۵. بررسی آیین نامه ای ممانعت از ضربه بین ساختمان های چند طبقه مجاور، شاه محمدی، ۱۳۹۵
۶. جزوه دکتر مسعود حسین زاده اصل، ویرایش ۱۴۰۰-۱
7. Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures, ASCE 7-22
8. Building Pounding Damage Observed in the 2011, G.L. Cole, R.P. Dhakal and N. Chouh, 2012
9. Pounding Effect in Building, Pradeep Karanth, Ravindranatha, Shivananda S.M and Suresh H.L, 2007
10. ANALYSIS OF SEISMIC POUNDING EFFECT BETWEEN NEIGHBORING BUILDINGS HAVING DIFFERENT STRUCTURAL SYSTEMS, Pradeep Karanth, 2020



کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر برای شرکت مهندسی سبز سازه محفوظ می باشد و هرگونه کپی برداری ، تقلید یا بازنشر غیرقانونی بوده و تحت پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.



دوره تخصصی طراحی سازه سبزسازه (ویژه بازار کار)

تور طراحی سازه شبیه سازی یک دوره ۳ ساله هست که در مدت ۱۲ ماه به شیوه نوین پروژه آزمونی، جزئی ترین نکات تخصصی طراحی سازه را یاد می گیرید. در این دوره شما تنها با فیلم، آموزش نمی بینید. چون فیلم همه جا یافت می شود!

- ✓ بیش از ۱۲۰ ساعت فیلم آموزش مفهومی طراحی سازه های مسکونی، اداری و صنعتی به همراه مثال های کاربردی و واقعی بازار کار
- ✓ انجام سه پروژه تمرینی برای سنجش تسلط به طراحی انواع سازه متداول
- ✓ آزمون، پروژه نهایی و دفاع از پروژه در مقابل کنترلر نظام مهندسی
- ✓ مشاوره تخصصی و پشتیبانی علمی در گروه تلگرامی به مدت ۱۲ ماه
- ✓ اعطای گواهینامه سبزسازه پس از قبولی در آزمون نهایی با امضای کنترلر نظام مهندسی
- ✓ ۸ ساعت آموزش ارزش آفرینی برای رسیدن به ارزش درآمدی مدنظرتان
- ✓ آموزش های پیشرفته طراحی سازه (طراحی شمع و ریزشمع، دیوار حائل، رمپ سازه ای، بیمارستان، وال پست و ...)

سه فاکتور مهم تبدیل شدن به یک طراح خبره

داشتن درک درستی از اجرا

توانایی ارائه طراحی بهینه

تسلط همه جانبه و دید مهندسی

ما شما را برای کسب این سه مهارت آماده خواهیم کرد.

برای اطلاعات بیشتر روی لینک زیر کلیک کنید:

sbz.one/atts