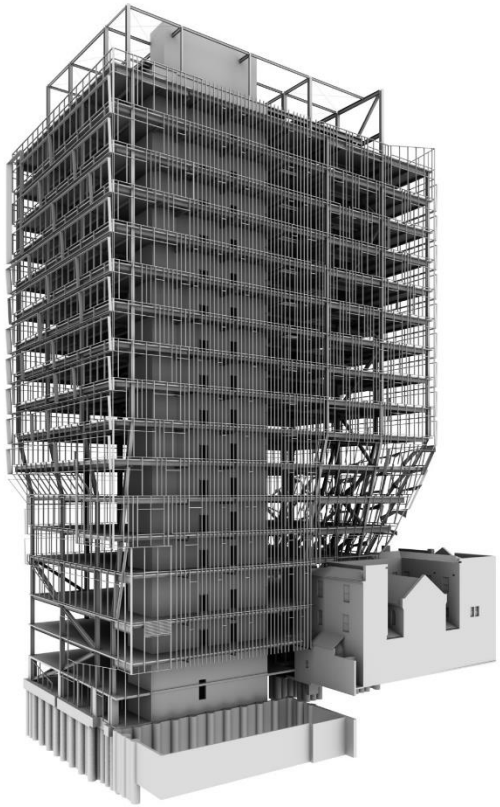
تفاوت‌های نامنظمی‌های در پلان بین ویرایش چهارم با پیش‌نویس ویرایش پنجم استاندارد ۲۸۰۰

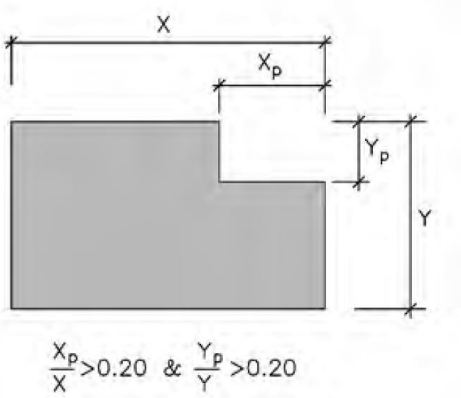
در طراحی لرزه‌ای ساختمان‌ها، یکنواختی و تقارن در هندسه و سختی سازه نقش اساسی در توزیع متعادل نیروهای جانبی دارد. هرگونه انحراف از این یکنواختی، که در قالب «نامنظمی‌ها در پلان» شناخته می‌شود، می‌تواند باعث تمرکز تنش، تغییر شکل‌های پیچشی، و رفتار غیرقابل‌پیش‌بینی در هنگام زلزله گردد. استاندارد ۲۸۰۰ ایران به عنوان مرجع اصلی طراحی لرزه‌ای، در ویرایش‌های چهارم و پیش‌نویس ویرایش پنجم خود، این نامنظمی‌ها را به‌طور دقیق طبقه‌بندی و معیارهای شناسایی آن‌ها را ارائه کرده است. بررسی تطبیقی این دو نسخه نشان می‌دهد که ضمن حفظ چارچوب کلی، تعاریف در ویرایش جدید به سمت دقت عددی، شفافیت تحلیلی، و قابلیت ارزیابی نرم‌افزاری بیشتر حرکت کرده‌اند؛ تغییری که به مهندسان امکان می‌دهد رفتار واقعی سازه را دقیق‌تر مدل‌سازی و کنترل نمایند.



نامنظمی هندسی(Geometric Irregularity)

تعریف ویرایش چهارم:

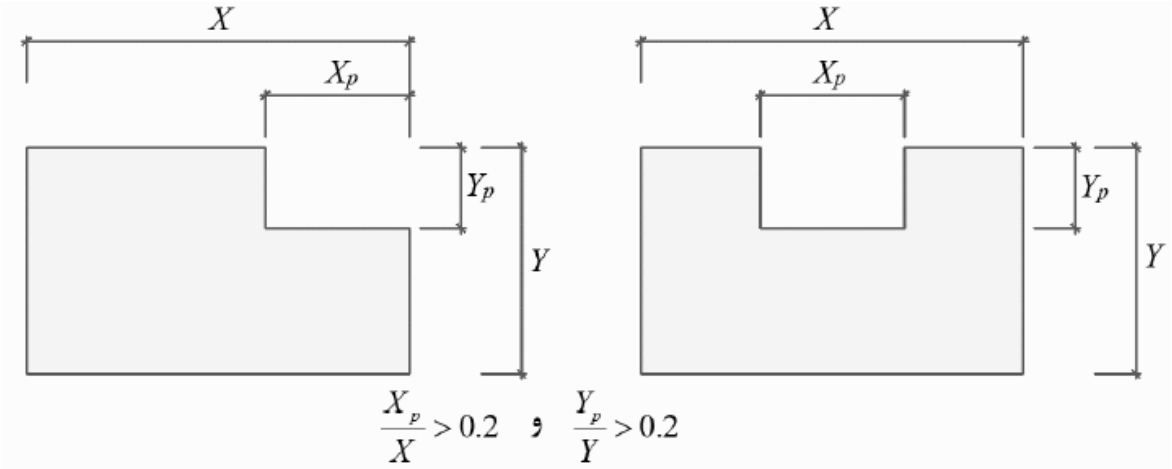
اگر پس‌رفتگی هم‌زمان در دو جهت، در یکی از گوشه‌های ساختمان از ۲۰٪ طول پلان در همان جهت بیشتر باشد، ساختمان نامنظم هندسی است.



الف – نامنظمی هندسی

تعریف پیش‌نویس ویرایش پنجم:

همان منطق با بیان کلی‌تر :میزان پس‌رفتگی هم‌زمان در دو امتداد اگر بیش از ۲۰٪ طول پلان در آن امتداد باشد.



الف – نامنظمی هندسی

- این نامنظمی معمولاً منجر به تمرکز تنش و سختی در «گوشه فرو رفته» و پیدایش مؤلفه پیچشی بزرگ می‌شود.
- در مدل‌سازی، مرکز سختی و مرکز جرم از هم دور می‌شوند و نامرکزی ذاتی ایجاد می‌گردد؛ لذا حساسیت به پیچش تصادفی افزایش می‌یابد.

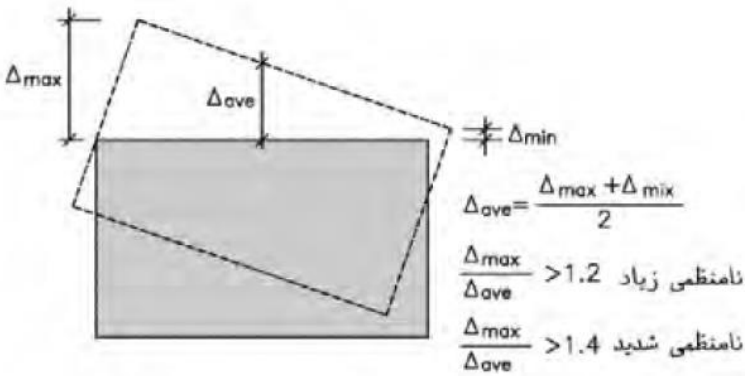
تفاوت ملموس دو نسخه :صرفاً بهبود نگارش و عمومی‌سازی عبارت؛ معیار ٪۲۰ و مفهوم «هم‌زمان در دو امتداد» حفظ شده است. لفظ صرفا در گوشه نیز برداشته شده است.

نامنظمی پیچشی(Torsional Irregularity)

ویرایش چهارم :

در مواردی که حداکثر تغییرمکان نسبی در یک انتهای ساختمان در هر طبقه، با احتساب پیچش تصادفی و با منظور کردن Aj=1.0 بیشتر از ۲۰ درصد متوسط تغییرمکان نسبی در دو انتهای ساختمان در آن طبقه

باشد. در این موارد نامنظمی"زیاد" و در مواردی که ا ین اختلاف بیشتر از ۴۰درصد باشد، نامنظمی"شدید" پیچشی توصیف می شود.



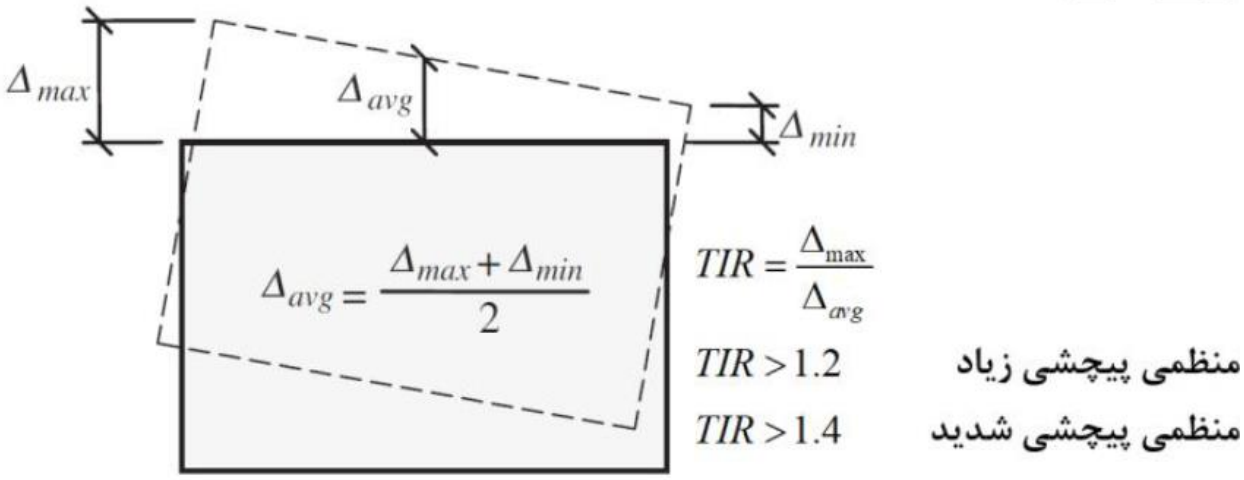
ب- نامنظمی پیچشی

نامنظمی های پیچشی تنها در مواردی که دیافراگم های کف ها صلب و یا نیمه صلب هستند کاربرد پیدا می کند.

پیش‌نویس ویرایش پنجم (استانداردسازی با شاخصTIR):

ب- نامنظمی پیچشی: در مواردی که در طبقه‌ای از ساختمان، تغییرشکل پیچشی نسبت به تغییرشکل جانبی، قابل ملاحظه باشد. این موضوع با استفاده از نسبت نامنظمی پیچشی ساختمان، TIR، بررسی می‌شود. در هر امتداد، TIR، نسبت حداکثر تغییرمکان نسبی در یک انتهای ساختمان در یک طبقه به متوسط تغییرمکان نسبی دو انتهای ساختمان در همان طبقه است که بر مبنای روش تحلیل استاتیکی معادل، با احتساب پیچش تصادفی و منظور نمودن A_j =۱٫۰ محاسبه می‌شود. برای محاسبهٔ TIR می‌توان دیافراگم‌ها را صلب در نظر گرفت. چنانچه نسبت TIR بیش از ۱٫۲ باشد، نامنظمی پیچشی "زیاد" و در مواردی که TIR بیش از ۱٫۴ باشد نامنظمی پیچشی "شدید" محسوب می‌شود.

بررسی نامنظمی‌های پیچشی صرفاً در مواردی که دیافراگم‌ها صلب یا نیمه صلب هستند، موضوعیت دارد.



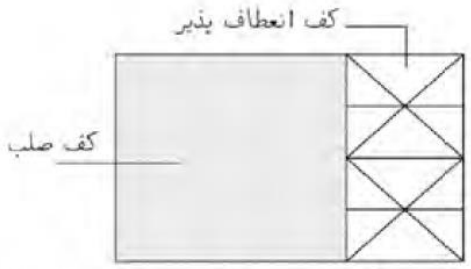
ب- نامنظمی پیچشی

شاخص TIR اندازه‌گیری عدم یکنواختی سختی/جرم در عرض پلان را استاندارد می‌کند و امکان کنترل و مقایسه بین پروژه‌ها را بهتر می‌سازد.

نامنظمی در دیافراگم(Diaphragm Discontinuity/Weakness)

ویرایش چهارم:

در مواردی که تغییر ناگهانی در مساحت دیافراگم ، به میزان مجموع سطوح بازشوی بیشتر از ۵۰ درصد سطح طبقه، و یاتغییر ناگهانی در سختی دیافراگم، به میزان بیشتر از ۵۰ درصد سختی طبقات مجاور، وجود داشته باشد.



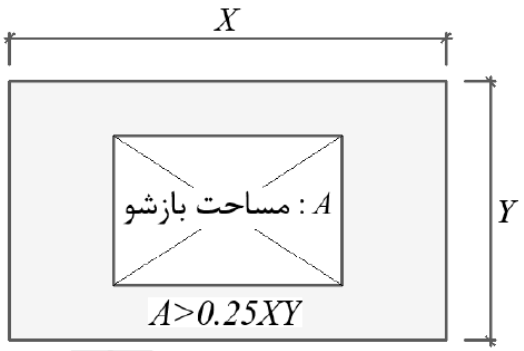
پ-۲ نامنظمی دیافراگم (در سختی)

- تغییر ناگهانی در مساحت دیافراگم به اندازه مجموع سطوح بازشو > ٪۵۰ سطح طبقه، یا
- تغییر ناگهانی در سختی دیافراگم بیش از ٪۵۰ سختی طبقات مجاور.

پیش‌نویس ویرایش پنجم (دقیق‌تر و محلی‌تر):

پ- نامنظمی در دیافراگم: تغییر ناگهانی در سختی دیافراگم به میزان بیش از ۵۰ درصد در یک دهانه نسبت به دهانه مجاور اتفاق افتاده باشد، یا در مواردی که بازشویی با مساحت بیش از ۲۵ درصد مساحت دیافراگم وجود داشته باشد.

پ-۱- نامنظمی در دیافراگم (سختی)



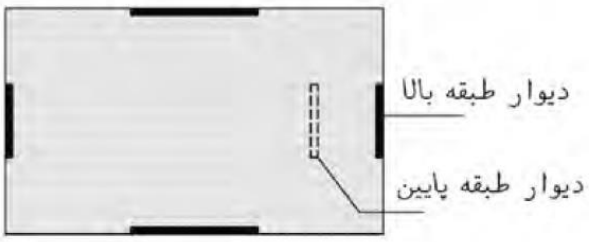
پ-۲- نامنظمی در دیافراگم (مساحت)

- تغییر ناگهانی در سختی دیافراگم بیش از ٪۵۰ در یک دهانه نسبت به دهانه مجاور، یا
- وجود بازشویی با مساحت > ٪۲۵ مساحت دیافراگم.
- آستانه بازشو از ٪۵۰ سطح طبقه به ٪۲۵ سطح دیافراگم جزو تغییرات مهم این بخش می باشد.
- به‌جای مقایسه با طبقات مجاور، مقایسه سختی به‌صورت محلی (دهانه نسبت به دهانه مجاور) آمده است.

نامنظمی خارج از صفحه(Out-of-Plane Offset / Discontinuity)

ویرایش چهارم:

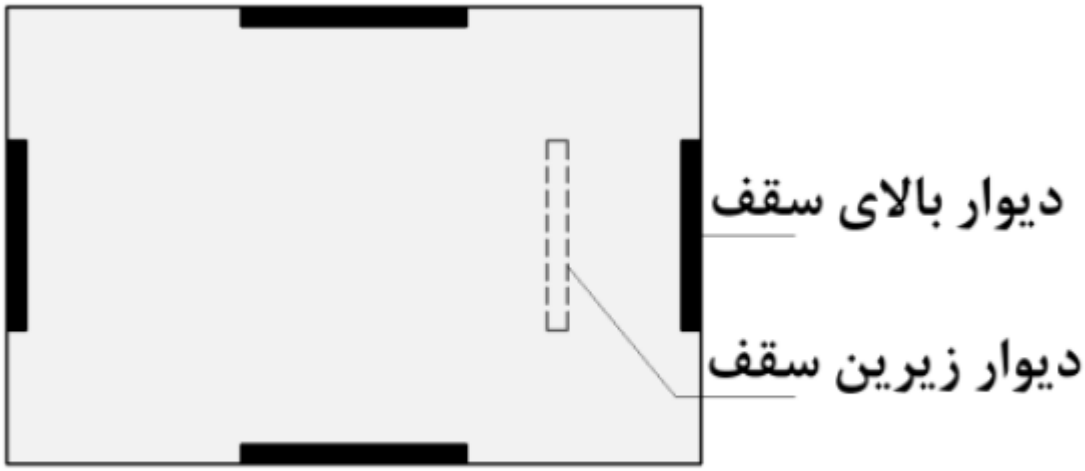
در مواردی که در سیستم باربرجانبی انقطاعی در مسیر انتقال نیروی جانبی، مانند تغییر صفحه، حداقل در یکی از اجزای باربر جانبی در طبقات، وجود داشته باشد.



ت – نامنظمی خارج از صفحه

پیش‌نویس ویرایش پنجم:

ت- **نامنظمی جابجایی خارج از صفحه:** انقطاعی در مسیر انتقال نیروهای جانبی به دلیل تغییر صفحهٔ حداقل یکی از عناصر قائم مقاوم لرزه‌ای ایجاد شده باشد.



ت – نامنظمی جابجایی خارج از صفحه

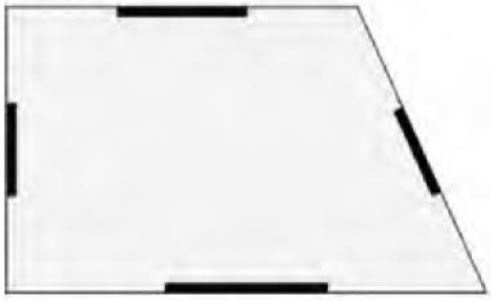
- این انقطاع‌ها (مانند دیوار برشـــی روی تکیه‌گاه ناپیوســـته یا جابجایی محور ســـتون بین طبقات) منجر به نیروهای دیافراگمی بزرگ، تقاضای وصله‌های جمع‌کننده، و نیروی زانویی (knee force) در محل شکست صفحه می‌شود.
- راهکار :اتصال‌های جمع‌کننده قوی، تیرهای رابط، دیوارهای رابط، یا هم‌محور کردن عناصر.

تفاوت دو نسخه :ثابت‌ماندن معیار؛ صرفاً شفاف‌سازی اصطلاحات (عنصر قائم مقاوم لرزه‌ای).

نامنظمی سیستم‌های غیرموازی(Non-Parallel Lateral Systems)

ویرایش چهارم:

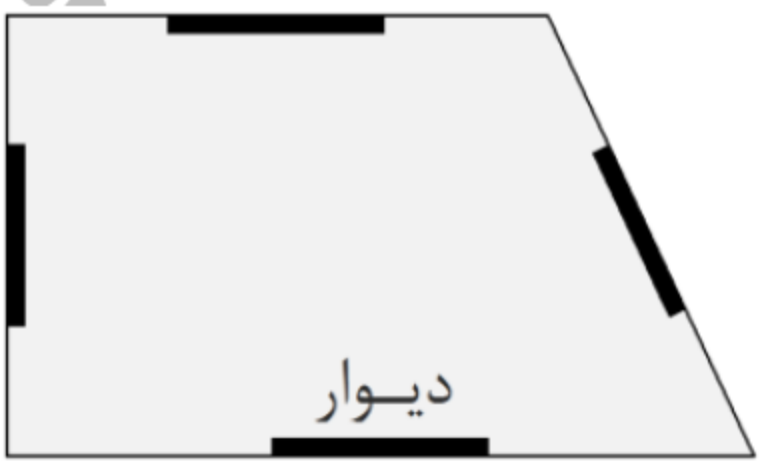
در مواردی که بعضی اجزای قائم باربر جانبی به موازات محورهای متعامد اصلی ساختمان نباشد



ث –نامنظمی سیستم‌های غیرموازی

پیش‌نویس ویرایش پنجم:

ث- **نامنظمی سیستم‌های غیر موازی:** بعضی از عناصر قائم مقاوم لرزه‌ای به‌موازات محورهای متعامد اصلی سیستم مقاوم لرزه‌ای نباشند.



ث – نامنظمی سیستم‌های غیر موازی

تفاوت دو نســـخه :تغییر واژگان (از «اجزای باربر جانبی» به «عناصـــر قائم مقاوم لرزه‌ای») برای هماهنگی ترمینولوژی؛ ماهیت معیار ثابت.

نتیجه گیری

در مجموع، مقایسه‌ی ویرایش چهارم و پیش‌نویس ویرایش پنجم استاندارد ۲۸۰۰ نشان می‌دهد که روند تکامل ضوابط به سمت شفافیت، عددی‌سازی و انطباق با روش‌های تحلیل مدرن پیش رفته است. هرچند اصول کلی نامنظمی‌های در پلان ثابت مانده، اما در ویرایش جدید با معرفی شـــاخص‌هایی مانند TIR، بازتعریف دقیق‌تر معیارهای دیافراگم و استفاده از واژگان سازه‌ای استاندارد، کنترل و شناسایی نامنظمی‌ها واقع‌بینانه‌تر و قابل اتکاتر شده است. این تغییرات، مهندسان را به سمت مدل‌سازی سه‌بعدی دقیق‌تر، تحلیل جامع‌تر سختی و جرم، و توجه بیشـــتر به انتقال بار در پلان و دیافراگم‌ها ســـوق می‌دهد؛ گامی مؤثر در جهت افزایش ایمنی، عملکرد قابل پیش‌بینی‌تر و طراحی بهینه‌تر ساختمان‌های مقاوم در برابر زلزله.