

---

# شناخت و ارزیابی اولیه سیستم جداساز لرزه ای ساختمان

---

شناسه سند: HIC.RDE.RP.ST .129.V1.0

تعداد صفحات: ۱۸



شرکت سرمایه گذاری مسکن (سهامی عام)

<http://www.hic-iran.com>

معاونت توسعه فناوری و ساخت

مدیریت تحقیق و توسعه

بهار ۹۴

## فهرست مطالب

۱. مقدمه.....	۳
۲. عملکرد جداسازهای لرزه ای.....	۴
۱.۲. جداسازهای لاستیکی.....	۶
۲.۲. جداسازهای اصطکاکی.....	۸
۳.۲. سیستم های ترکیبی.....	۱۱
۳. ملاحظات عمومی در زمان طراحی.....	۱۳
۱.۳. مشخصات بستر.....	۱۴
۲.۳. اثر کانون و مولفه قائم زلزله.....	۱۴
۳.۳. توجه به تاثیر مودهای بالاتر.....	۱۵
۴.۳. ارتفاع ساختمان.....	۱۶
۵.۳. رفتار روسازه.....	۱۶
۴. نتیجه گیری.....	۱۶
۵. مراجع:.....	۱۸

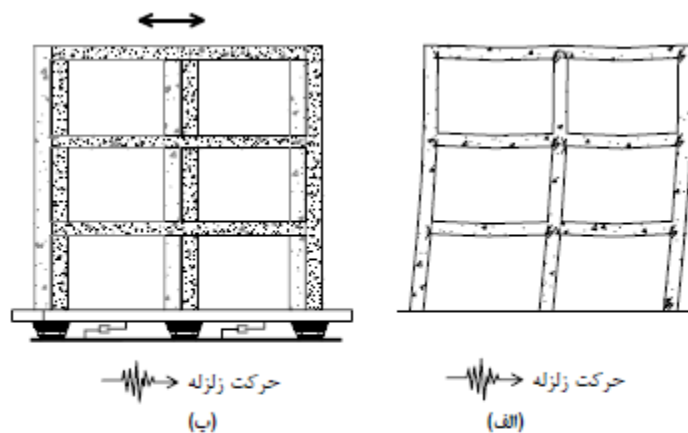
## فهرست اشکال

شکل ۱: رفتار سازه (الف) بدون سامانه جداساز لرزه ای و استفاده از شکل پذیری (ب) به همراه سامانه جداساز لرزه ای.....	۳
شکل ۲: نمونه ای از اجرای میراگر لاستیکی.....	۵
شکل ۳: جداسازهای لاستیکی با ورقه های فولادی.....	۶
شکل ۴: سیستم جداساز لرزه ای لاستیکی با هسته سربی (LRB).....	۸
شکل ۵: جداسازهای اصطکاکی پاندولی.....	۱۰
شکل ۶: سیستم جداساز لرزه ای پاندول اصطکاکی (FPS).....	۱۱
شکل ۷: سیستم ترکیبی جداساز لرزه ای اصطکاکی و لاستیکی.....	۱۲
شکل ۸: سیستم جداساز لرزه ای به صورت مجزا (شرکت DAMPTECH).....	۱۲
شکل ۹: اثر مولفه قائم زمین لرزه در سازه های با و بدون جداساز.....	۱۵
شکل ۱۰: تعداد سازه های دارای جداساز لرزه ای جهان (سال ۲۰۱۰).....	۱۷

## ۱. مقدمه

جداسازی لرزه ای عبارت است از جداکردن کل یا بخشی از سازه از زمین یا قسمتهای دیگر سازه بمنظور کاهش پاسخ لرزه ای آن بخش در زمان رویداد زلزله.

روش مرسوم طراحی لرزه ای سازه ها مبتنی بر افزایش ظرفیت سازه است. در این رویکرد طراحی لرزه ای، ایجاد ظرفیت باربری جانبی در سازه، با افزایش مقاومت و تامین شکل پذیری آن صورت میگیرد. در نتیجه اجرای این روش، ابعاد اعضای سازه ای و اتصالات افزایش یافته و در سازه، اعضای مهاربند جانبی همچون بادبند یا دیوار برشی یا سایر اعضای سخت کننده در نظر گرفته می شود.



شکل ۱: رفتار سازه (الف) بدون سامانه جداساز لرزه ای و استفاده از شکل پذیری، (ب) به همراه سامانه جداساز لرزه ای

کنترل بروز آسیب در اثر زلزله به خصوص در تکانهای نسبتاً شدید کار دشواری خواهد بود. بر اساس مشاهدات پس از رویداد زلزله های شدید، سازه های ساخته شده بر اساس روش های مرسوم طراحی و ساخت، مقادیر شتاب قابل توجهی را در طبقات تجربه میکنند که این امر در نهایت سلب آرامش از ساکنان ساختمانی بلند، آسیب در اجزای غیر سازه ای و تجهیزات و احتمال قطع خدمات ارایه شده از شبکه های مختلف در شریانهای حیاتی مانند تلفن، حمل و نقل، بیمارستانها، برق و آب را به همراه دارد.

در مقابل ایده طراحی و اجرای ساختمان های مقاوم در برابر زلزله، با توجه به آسیب های سازه ای و مشکلات بروز کرده برای ساکنان در طی زلزله ها، ایده طراحی سازه جداشده از پایه بر اساس کنترل نیروی زمین لرزه از طریق ممانعت از ورود آن به سازه بنا شده است. این ایده در سال های اخیر در موارد بسیاری در طراحی و اجرای سازه های مهم مورد استفاده قرار گرفته است. مطابق نتایج تحلیلی و آزمایشگاهی، سازه های مجهز به این فناوری پاسخ لرزه ای کمتری نسبت به سازه های معمول خواهند داشت.

## ۲. عملکرد جداسازهای لرزه ای

در جداسازی لرزه ای کل یا بخشی از سازه برای کاهش پاسخ لرزه ای آن بخش در زمان زلزله از زمین یا قسمت های دیگر سازه جدا می شود. این کار با استفاده از جداساز هایی که بر اساس مشخصات دینامیکی سازه، اهداف عملکردی مورد نظر طراح و شرایط خطر لرزه ای ساختگاه، طراحی و ساخته شده اند صورت می گیرد. وظیفه اصلی این جداساز ها ایجاد فاصله بین دوره ی تناوب طبیعی سازه و محدوده ی دوره ی تناوب حاکم در ارتعاش زمین لرزه احتمالی در محل سازه ی مورد نظر است. علاوه بر این، انرژی ارتعاشی ناشی از زلزله نیز با کمک سازوکارهای مختلفی جذب شده و از انتقال آن به سازه جلوگیری می گردد.



شکل ۲: نمونه ای از اجرای میراگر لاستیکی

دو گروه اصلی از جداسازهای لرزه ای برای کنترل نیروی منتقل شده به روسازه در ساختمانها استفاده می شوند:

الف - استفاده از جداسازهای لاستیکی برای افزایش دوره تناوب طبیعی سازه؛

ب - استفاده از جداسازهای اصطکاکی و کنترل حداکثر نیروی منتقل شده به روسازه و استهلاک انرژی در محل

جداساز.

جداسازهای زیر از جداسازهای لاستیکی به شمار می روند:

- جداسازهای لاستیکی با ورقه های فولادی و میرایی کم؛

- جداسازهای لاستیکی با میرایی زیاد؛

- جداسازهای لاستیکی با هسته ی سربی.

از جداسازهای اصطکاکی به طور عمده جداسازهای زیر در صنعت تولید می شوند:

-جداسازهای اصطکاکی؛

-جداساز های الاستیک اصطکاکی؛

-جداساز های اصطکاکی پاندولی.

برای استفاده ی همزمان از قابلیت های جداساز های لاستیکی و اصطکاکی، این دو سامانه در موارد زیر با هم ترکیب

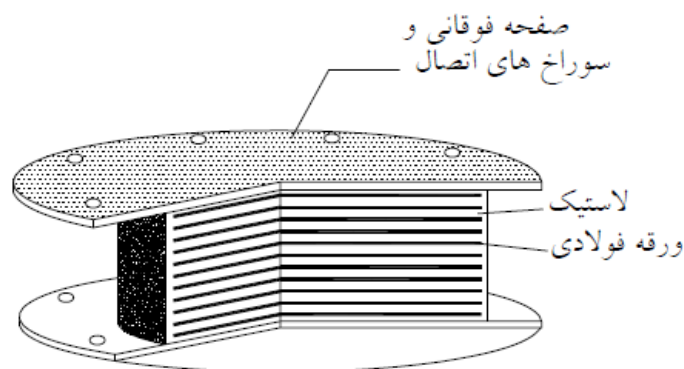
شده اند:

-ترکیب سری جداسازهای اصطکاکی و لاستیکی؛

-ترکیب موازی جداسازهای اصطکاکی و لاستیکی.

## ۱.۲. جداسازهای لاستیکی

جداساز های لاستیکی با ورقه های فولادی یکی از جداساز هایی هستند که نیاز به انتقال دوره ی تناوب طبیعی سازه و وظیفه ی جدانمودن ارتعاش روسازه از بستر خود را برای مهندسان و طراحان برآورده می کنند. جداساز های لاستیکی با ورقه های فولادی همان طور که در شکل نشان داده شده است از ورقه های نازک لاستیکی و فولادی که به ترتیب بر روی هم چیده شده و تحت فشار و حرارت به شکل مجموع های متورق و یکپارچه در می آیند تشکیل شده اند.



شکل ۳: جداسازهای لاستیکی با ورقه های فولادی

## جنس لاستیکها:

لاستیک ها یا الاستومرها ترکیباتی از پلیمرها، فیلرها (پرکننده ها)، روغن، شتاب دهنده ها، مواد ضد ازن، مواد دیرگیر و کندگیرکننده هستند که با هم مخلوط و توسط حرارت با هم ترکیب و ولکانیزه می شوند.

لاستیک هایی که بیشترین کاربرد را در جداساز های لاستیکی دارند عبارتند از: لاستیک طبیعی، نئوپرن، بوتیل و نیتریل. همه ی این لاستیک ها تحت بارگذاری، فرآیند "کریستالی شدن کرنشی" را از خود نشان می دهند. این ویژگی بروز ترک در لاستیک را محدود کرده همچنین باعث میشود تا در کرنش های زیاد سختی برشی لاستیک افزایش یافته و از تغییر مکان بی رویه به نحوی جلوگیری گردد. البته این ویژگی را نباید به عنوان یک عامل ایمنی در برابر تغییر مکان های جانبی به هر مقدار در نظر گرفت.

## سامانه لاستیکی با هسته سربی

در شکل (۴) تصویری از این نوع سامانه جداساز لرزه ای نشان داده شده است. تاکنون در ساخت تعدادی از پلها و ساختمان های مهم و همچنین در تقویت و بهسازی لرزه ای برای برخی از بناهای تاریخی از این نوع سامانه استفاده شده است.



شکل ۴: سیستم جداساز لرزه‌ای لاستیکی با هسته سربی (LCRB)

شرکت تحقیقات مصالح لاستیکی مالایزیا در انگلیس نوعی الاستومر با میرایی بالا تولید کرده است. با استفاده از این الاستومر یک سیستم جداساز لرزه‌ای لاستیکی با میرایی زیاد در آمریکا برای جداساز لرزه‌ای ساختمان‌ها به کار رفته است.

تفلون ماده‌ای است که مورد توجه طراحان سامانه‌های جداساز لرزه‌ای می باشد. در برخی از سامانه‌ها برای ایجاد لغزش بین ورق‌های فولادی از لایه‌های تفلون استفاده می‌شود. یک هسته مرکزی لاستیکی برای کنترل تغییر مکان جانبی و برگرداندن سیستم به حالت اولیه‌اش در نظر گرفته شده است.

## ۲.۲. جداسازهای اصطکاکی

در این نوع از جداسازی، روسازه اجازه می یابد تا در زمان رخداد زلزله های نسبتا بزرگ بر روی جداساز بلغزد. سازه به محض تجاوز نیروی برشی در طبقه ی جداسازی شده از میزان نیروی اصطکاکی در نظر گرفته شده برای جداسازها بر روی آن ها شروع به لغزش میکند و به این ترتیب از ارسال نیروهای لرزه ای بزرگ به سازه جلوگیری می شود. در این حال نیروی اصطکاکی به وجود آمده در جداسازها در مقابل نیروی محرک زلزله عمل کرده و انرژی جنبشی را مستهلک



می کند. در مواردی که از این نوع جداسازها به تنهایی استفاده میشوند، سامانه ی جداسازی به محتوای فرکانس موجود در ارتعاش تحریک حساس نبوده و موجب تشدید مولفه های خاصی از آن نیز نمی گردد. در این حالت شتاب موجود در طبقه ی جداسازی متناسب با ضریب اصطکاک در نظر گرفته برای جداسازها خواهد بود. از این رو با کاهش ضریب اصطکاک می توان شتاب اعمال شده به سازه در طی ارتعاش را کاهش داد. برای کاهش میزان اصطکاک موادی مانند تفلون و فولاد استیل کارایی قابل توجهی در این گونه جداسازها از خود نشان داده اند. هرچند کاهش ضریب اصطکاک به هر میزان دلخواه به معنای افزایش تغییر مکان به وجود آمده در تراز جداسازی است.

خصوصیت دیگر این نوع جداسازی تناسب نیروی اعمالی از سامانه جداسازی با جرم سازه است. بنابراین مرکز جرم سازه با مرکز اعمال نیرو یکی خواهد بود و در نتیجه آن پیچش در سازه های غیرممتقارن به وجود نخواهد آمد. یک نکته ی قابل توجه در این گونه سامانه های جداسازی، نبود نیروی بازگرداننده در آن است. این امر ممکن است موجب شود تا سازه پس از اتمام لرزه به محل اولیه خود باز نگردد. علاوه بر این طراح باید در طی طراحی به موارد زیر در طول دوره ساخت و نگهداری سامانه نیز توجه کافی داشته باشد:

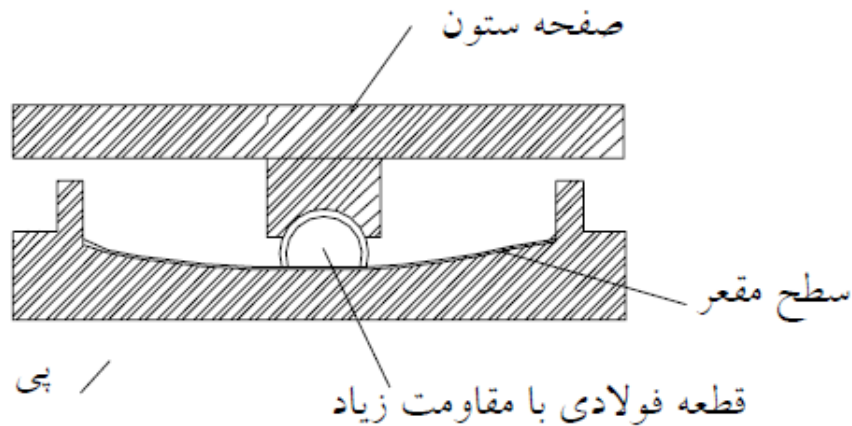
- امکان جوش خوردن سطح تماس جداسازها در طول زمان؛
- وقوع یخ زدگی؛
- بروز خوردگی؛
- از بین رفتن سطح کم اصطکاک این تجهیزات.

به طور خلاصه شرایط این جداسازها در طول زمان و در شرایط محیطی متغیر باید مورد توجه قرار گیرد. از این رو بازدیدهای منظم و دوره ای باید به منظور کنترل وضعیت این جداسازها انجام پذیرد.

در زمان کاربرد این سامانه باید در مورد میزان دقیق ضریب اصطکاک در آن، تغییرات آن در زمان حرکت و عوامل موثر بر آن به کمک آزمایش های مورد تایید کارفرما اطمینان یافت.

نبود نیروی بازگرداننده در این روش جداسازی، امکان بروز اشکال در عملکرد مطلوب آن را به همراه دارد. به این منظور لازم است طراح در زمان طراحی و به کمک تحلیل های دقیق به همراه آزمایش های لازم بر روی تجهیزات سامانه

و با در نظر گرفتن رفتار غیرخطی این نوع سامانه، از عملکرد آن اطمینان یافته و در صورت نیاز تمهیدات مناسب برای احتراز از وقوع اشکالات احتمالی پیش بینی نماید.



شکل ۵: جداسازهای اصطکاکی پاندولی

#### جداسازهای لاستیکی با میراگرهای فولادی در محل جداسازی

برای ایجاد نیروی بازگرداننده در سامانه های مجهز به جداسازهای اصطکاکی، استفاده همزمان از جداسازهای لاستیکی پیشنهاد می شود. در این حالت نیروی بازگرداننده در سامانه توسط جداساز لاستیکی و فرایند استهلاک انرژی به کمک جداساز اصطکاکی تامین می گردد. در زمان ایجاد مدل عددی برای رفتار سامانه ی مورد نظر باید به نحوه ی ترکیب این دو رفتار توجه گردد.

#### جداسازهای الاستیک اصطکاکی

این جداسازها شامل چندین لایه اصطکاکی پوشیده شده با تفلون است که با هم و با یک هسته ی لاستیکی در تماس هستند. هسته ی مرکزی لاستیکی نیروی بازگرداننده را در مجموعه به وجود می آورد و اصطکاک بین صفحات باعث از بین رفتن انرژی ارتعاشی می گردد.

### سامانه پاندول اصطکاکی (FPS)

نمایی از این نوع سامانه در شکل (۶) ملاحظه می‌شود. اساس کار این سامانه مشابه پاندول نوسانی می‌باشد با این تفاوت که اصطکاک سطوح تماس در این سامانه باعث جذب انرژی می‌شود.



شکل ۶ سیستم جداساز لرزه‌ای پاندول اصطکاکی (FPS)

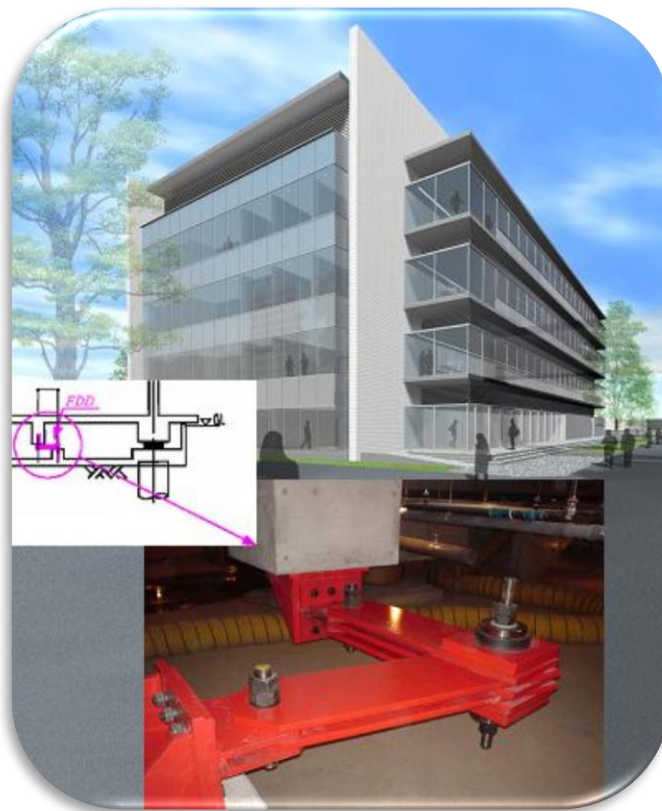
### ۳.۲. سیستم های ترکیبی

به منظور طرح بهینه و استفاده از خاصیت های مناسب هر دو نوع سیستم اصطکاکی و لاستیکی، می توان از ترکیب این دو نوع سیستم استفاده نمود. در شکل (۷) نمونه ای از این نوع سیستم ترکیبی ملاحظه می شود.



شکل ۷: سیستم ترکیبی جداساز لرزه ای اصطکاکی و لاستیکی

همچنین می توان قسمت های میراگر و تکیه گاه لاستیکی را از یکدیگر تفکیک نموده و سامانه جداساز لرزه ای پایه را مطابق شکل (۸) اجرا نمود.



شکل ۸: سیستم جداساز لرزه ای به صورت مجزا (شرکت DAMPTech)

### ۳. ملاحظات عمومی در زمان طراحی

در طراحی ساختمان های مجهز به سامانه های جداساز لرزه ای باید از "دستورالعمل طراحی ساختمان های دارای جداسازی لرزه ای" و "آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله- استاندارد ۲۸۰۰ ایران" استفاده نمود. سامانه جداسازی طراحی شده باید دارای قابلیت های مندرج در جدول زیر بوده و تامین این قابلیتها باید در مرحله طراحی در نظر گرفته شده و توسط آزمایشهای معینی تایید گردند:

هدف	قابلیت
جلوگیری از تاب خوردن سازه در زمان زلزله توزیع نامناسب بارهای قائم بر روی جداسازها	مقاوم در برابر وزن سازه
تامین دوره‌ی تناوب طبیعی مورد نیاز	سختی افقی کم
جلوگیری از تاب خوردن سازه Rocking	سختی قائم زیاد
کنترل تغییر مکان جانبی	جذب و از بین بردن انرژی کافی
جلوگیری از تغییر مکان‌های ناخواسته در زمان وزش باد و لرزه‌های خفیف	سختی اولیه‌ی کافی

جدول ۱- قابلیت‌های مورد نیاز برای سامانه های جداسازی لرزه ای

تعیین مشخصات فنی سامانه جداسازی در تراز جداسازی (تعداد و موقعیت جداسازها و میراگرهای مورد نیاز، دوره ی تناوب سازه جداسازی شده، روادار یها و ...) و اجزای سامانه، با توجه به عملکرد مورد انتظار از سازه جداسازی شده در زمان زلزله صورت می گیرد. در این زمینه طراح باید مبنای عملکرد مورد انتظار خود را با توجه به رفتار اجزای سازه ای، تجهیزات و اجزای غیرسازه ای (مثل سامانه های رایانه ای یا تجهیزات حساس به لرزه یا دارای اهمیت) یا آرامش ساکنان و کاربران ساختمان تعیین نماید و با توجه به یک یا همه این معیارها، برای مشخصات اصلی مانند سختی و میرایی سامانه ی جداسازی تصمیم گیری کند.

در ضمن طراحی باید به ایمنی سازه و سامانه جداسازی به عنوان یکی از حدود و سطوح عملکرد توجه کرد. با توجه به تاثیر سامانه جداسازی لرزه ای بر روی پاسخ روسازه، عملکرد لرزه ای سازه جداسازی شده با نحوه طراحی و عملکرد اجزای سامانه جداسازی (جداسازها و میراگرها) تعیین می شود.

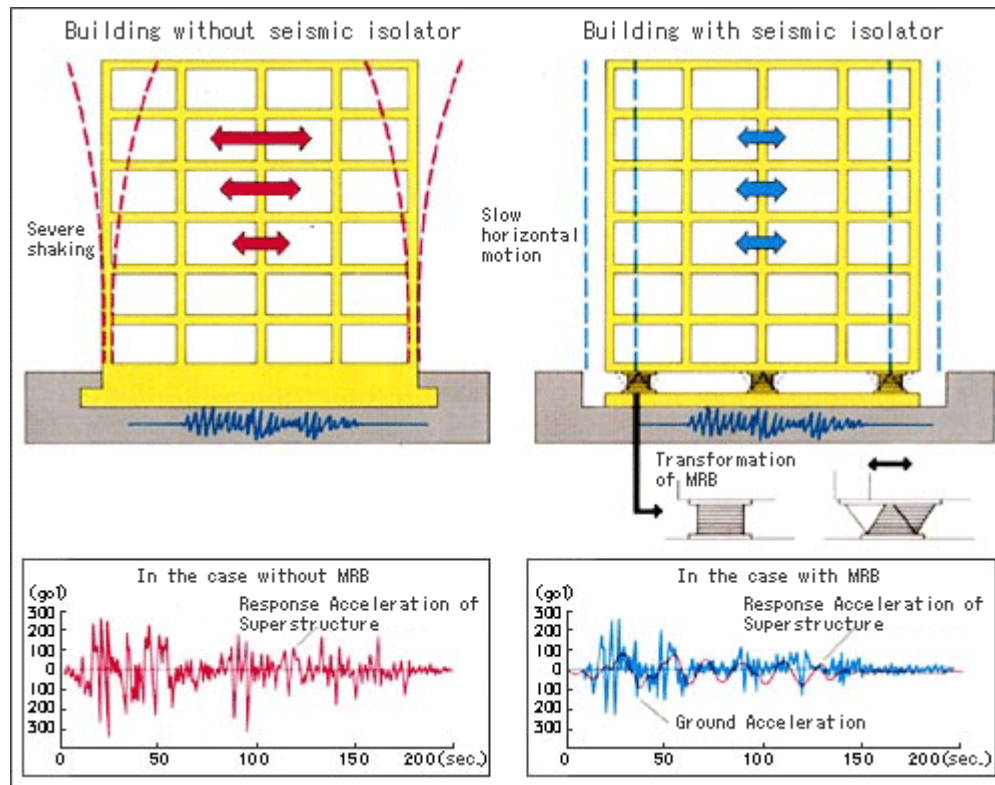
### ۱.۳. مشخصات بستر

بررسی نوع بستر سازه از اقدامات اولیه لازم در طراحی سازه است. وجود بستر نرم برای سازه ی جداسازی شده شرایط ویژه ای به وجود آورده و مستلزم توجه خاص و دقیق طراح به موضوع است. با توجه به ویژگی های دینامیکی سازه جداسازی شده باید مطالعه دقیق بر روی تاریخچه ی لرزه ای منطقه و بافت بستر سازه به منظور شناسایی زلزله های احتمالی و ویژگی های آن ها مانند محتوای فرکانسی یا حداکثر شتاب و غیره صورت پذیرد.

جداسازی لرزه ای در خاک های سخت عملکرد مطلوبی دارد. با کاهش سختی خاک یا کاهش سرعت موج برشی در آن، تاثیر جداسازی کاهش می یابد، با نرم شدن خاک تناوب های بلند در موج انتقالی در آن تقویت می شوند. این امر با توجه به ماهیت جداسازی لرزه ای در عملکرد مطلوب آن تاثیر منفی به جا می گذارند. طراح باید با دانش کافی از نوع خاک ساختگاه، در مورد انتخاب نوع و دوره تناوب طبیعی سازه جداسازی شده تصمیم گیری نماید.

### ۲.۳. اثر کانون و مولفه قائم زلزله

همچنین در فاصله نزدیک از کانون زلزله اثرات نزدیکی به گسل، وجود فرکانسهای ارتعاشی کوتاه در ارتعاشات زلزله و وجود اثر ضربه ای در تحریکات ناشی از زلزله اغلب موجب پیچیده شدن عملکرد جداسازی لرزه ای و عدم قطعیت در کارکرد مناسب آن است. از این رو در مواردی که سازه مورد مطالعه در فاصله نزدیکی از گسل فعال و با احتمال بالای فعالیت در طول عمر پیشبینی شده سازه قرار گرفته باشد مطالعه ویژه بر روی این موضوع ضروری است.



شکل ۹: اثر مولفه قائم زمین لرزه در سازه های با و بدون جداساز

اثر مولفه ی قائم زمین لرزه در طراحی سازه های با پایه های ثابت در حالت عادی به جز بندهای محدود آیین نامه ای در نظر گرفته نشده است. در سازه های جداسازی شده با توجه به احتمال وجود تجهیزات و دستگاه های حساس به شتاب در داخل سازه مانند دستگاه های ابزار دقیق و رایانه ها باید اثر شتاب قائم زلزله به طور خاص مورد توجه قرار گیرد. همچنین در زمان استفاده از سامانه های اصطکاکی در جداسازی لرزه ای سازه ها توجه به تاثیر مولفه ی قائم شتاب زلزله بر روی عملکرد جداسازهای اصطکاکی ضروری است.

### ۳.۳. توجه به تاثیر مودهای بالاتر

برای عملکرد مناسب تر سامانه جداسازی لرزه ای لازم است سهم عمده پاسخ سازه در مود اول حرکت آن قرار گیرد. افزایش سهم مودهای بالاتر باعث کاهش تاثیر جداسازی لرزه ای در عملکرد لرزه ای سازه میشود. با به اصطلاح "لاغرتر

شدن ساختمان " که به مفهوم افزایش دوره ی تناوب طبیعی آن است، یا "افزایش میرایی در سامانه جداسازی" یا "افزایش رفتار غیرخطی در سامانه جداسازی" سهم موده‌های بالاتر ارتعاشی سازه افزایش مییابد.

### ۴.۳. ارتفاع ساختمان

افزایش ارتفاع ساختمان در حالت کلی متناظر با افزایش دوره ی تناوب طبیعی آن است. باید توجه نمود که در جداسازی لرزه ای ساختمان ها با نزدیک شدن دوره تناوب موده‌های ارتعاشی در سازه بدون جداسازی لرزه ای به مود ارتعاشی سازه ی جداسازی شده، تاثیرروش جداسازی لرزه ای کاهش می یابد.

### ۵.۳. رفتار روسازه

دوره ی تناوب طبیعی روسازه تابعی از "ارتفاع سازه"، "جنس سازه"، "سامانه سازه ای" و "شکل سازه" است. از نظر مفهومی، درحالت ایده آل، سازه جداسازی شده یک سامانه ی یک درجه ی آزادی با یک جرم صلب بر روی یک فنر نرم در نظر گرفته می شود. هرچه سختی جانبی روسازه بیش تر باشد، شتاب طبقات، نیروی اعمالی به سازه در زمان زلزله و تغییرشکل نسبی در طبقات کاهش خواهد یافت.

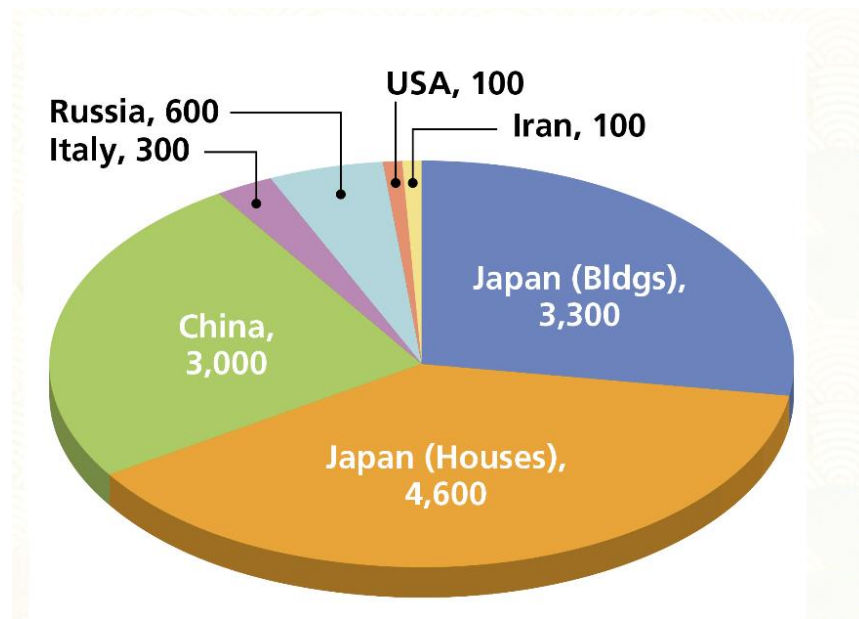
## ۴. نتیجه گیری

افزایش سختی سازه که روش مرسوم طراحی متداول سازه ها می باشد، جذب نیروی بیشتر ناشی از زلزله را به دنبال داشته و سبب افزایش ابعاد اعضای سازه ای به منظور تامین مقاومت میشود، درنتیجه موجب کاهش ارزش اقتصادی پروژه میگردد. علاوه بر آن، در روش های مرسوم طراحی، به دلیل تغییر شکلهای غیرخطی در اعضای سازه ای و غیر سازه ای امکان بروز خرابی در این اعضا و وقوع آسیب در اجزای غیرسازه ای و تجهیزات داخل طبقه به دلیل وقوع تغییر مکان و شتابهای قابل توجه در طبقه وجود دارد.

استفاده از جداسازهای لرزه ای منجر به کاهش انتقال انرژی لرزه ای به سازه می شود و خطرات جانی و مالی سازه در هنگام وقوع زلزله بویژه در ساختمانهای با اهمیت بالا (بیمارستان، مراکز دولتی، مراکز فرهنگی و تاریخی و...) تنزل می یابد. از آنجا که اجرای ساختمانهای مسکونی، تجاری و اداری بخش خصوصی نیز با رویکرد ارتقا ایمنی جانی و مالی



فضاها ، همچنین افزایش برند ساخت و ساز در راه توسعه پایدار گام برمی دارد ،می توان با بکارگیری این ابزار در این راه پیشرو بود. آمار سازمان توسعه زیرساختهای ژاپن Bosai در زمینه میزان استفاده از جداسازهای لرزه ای در ساختمانها را در سال ۲۰۱۰ به صورت نمودار زیر اعلام نموده است:



شکل ۱۰: تعداد سازه های دارای جداساز لرزه ای جهان (سال ۲۰۱۰)

بدیهی است استفاده از این تکنیک در ساختمانهای مسکونی و تجاری داخل کشور برای نخستین بار افزایش هزینه ای را در پی دارد، ولی با ارتقا عملکرد و رفتار لرزه ای سازه و همچنین سبک سازی ساختمان و المانهای سازه ای می توان با بکارگیری بهینه آن، انعطاف پذیری در معماری ( افزایش دهانه پارکینگها، کاهش ارتفاع پوترهای ساختمان و حتی کاهش ارتفاع سقف کاذب و...) را نیز به مزیت های آن اضافه نمود.<sup>۱</sup> از طرفی سبک سازی ساختمان کاهش مصرف مصالح استراتژیک را نیز در پی دارد که د رمنافع توسعه پایدار و حفظ محیط زیست می تواند لحاظ گردد.

<sup>۱</sup> برآورد اولیه از طراحی و استفاده از جداساز لاستیکی ( پلی آمیدی ) این تکنولوژی برای ساختمان ۶-۱۲ طبقه با در نظر گرفتن کاهش ابعاد سازه ای ، حدود ۵-۱۰٪ قیمت ساخت می باشد.

## ۵. مراجع:

۱. نشریه ۵۲۳ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
۲. دستورالعمل های مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
۳. [www.fanomran.com](http://www.fanomran.com) شرکت فن و عمران
۴. [http://en.wikipedia.org/wiki/Civil\\_engineering](http://en.wikipedia.org/wiki/Civil_engineering)
۵. سازمان توسعه زیرساختهای Bosai ژاپن <https://bosai-jp.org/>