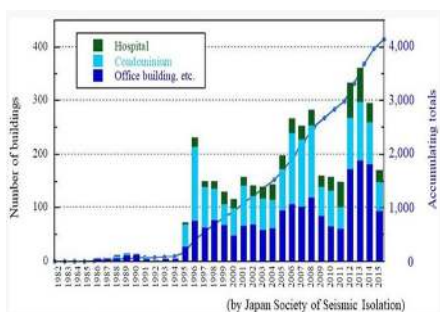


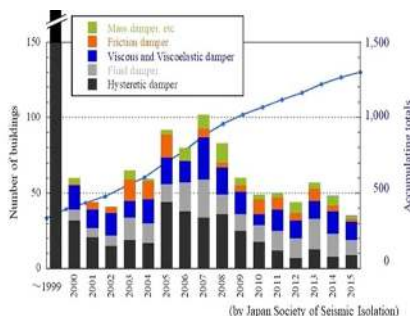
# دستورالعمل استفاده از میراگرها و جداگرها در ساختمان های کشور

## ۱- ضرورت تدوین دستورالعمل

استفاده از جداگرها و میراگرهای لرزه ای در سه دهه اخیر توسعه قابل توجهی در کشورهای صنعتی لرزه خیز داشته است. به عنوان نمونه تصویر شماره ای ۱ آمار منتشر شده از سوی JSSI جامعه جداگرهای لرزه ای ژاپن از رشد تعداد ساختمان های مجهز به میراگر و جداگر را در کشور ژاپن طی دو دهه اخیر نشان می دهد.



تعداد ساختمان های دارای جداگرهای لرزه ای



تعداد ساختمان های دارای میراگرهای لرزه ای



تصویر شماره ای ۱. رشد تعداد ساختمان های دارای جداگر و میراگر در کشور ژاپن طی دو دهه گذشته

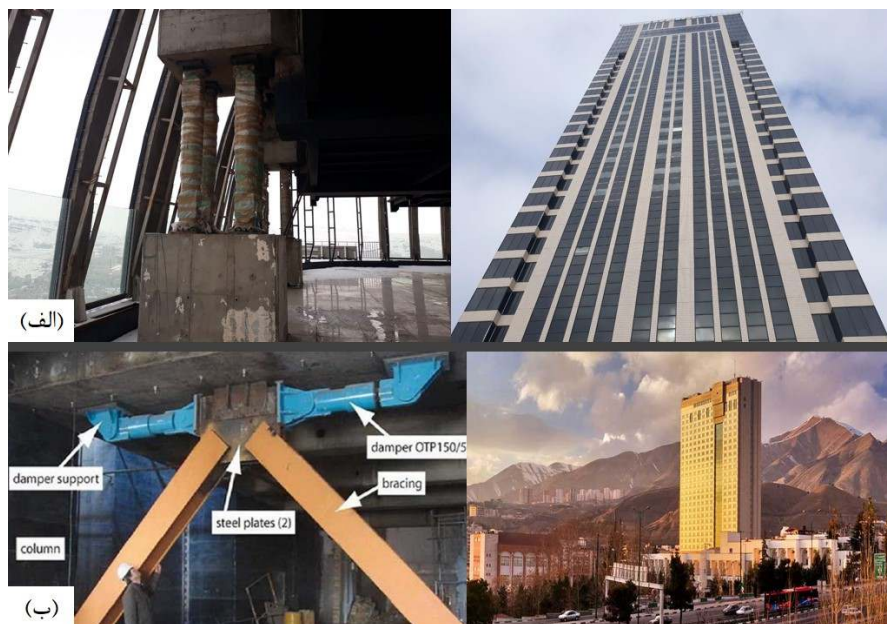
در سالیان اخیر در کشور خودمان برخی از سازندگان به استفاده از تکنولوژی های نوین تمایل پیدا کرده اند که نمونه هایی از آن در تصویر شماره ای ۲ تا ۴ نشان داده شده است. با توجه به قیمت بالای جداگرها و میراگرهای وارداتی و کیفیت نه چندان مطلوب برخی از برندهای نامعتبر، تعدادی از شرکت های دانش بنیان داخلی با اتکاء به توانمندی مهندسين داخلی اقدام به بومی سازی تکنولوژی طراحی، ساخت و تولید جداگرها و میراگرهای مختلف نموده اند. از این رو با توجه به افزایش آگاهی عموم مردم به اهمیت ایمنی در برابر زلزله و تمایل سازندگان به استفاده از تکنولوژی ها نوین در سازه و نیز قیمت مناسب تر محصولات با کیفیت تولید داخل در مقایسه با نمونه های خارجی و همچنین خدمات پس از فروش و گارانتی تولید کنندگان داخلی، انتظار می رود در سال های آینده شاهد استفاده بیش از پیش از این تکنولوژی در ساخت و سازه های کشور باشیم.



تصویر شماره‌ای ۲- استفاده از جداگرهای لرزه ای در (الف) بیمارستان امام حسین (ع) کرمانشاه و (ب) پل ارتباطی مجتمع تجاری پالادیوم تهران



تصویر شماره‌ای ۳- (الف) میراگرهای تسلیم شوند در یک ساختمان مسکونی در تهران. (ب) میراگرهای اصطکاکی در مهدی کلینیک تهران



تصویر شماره‌ای ۴- استفاده از میراگرهای ویسکوز در (الف) مرکز تجارت جهانی تبریز و (ب) بهسازی هتل پارسیان آزادی تهران

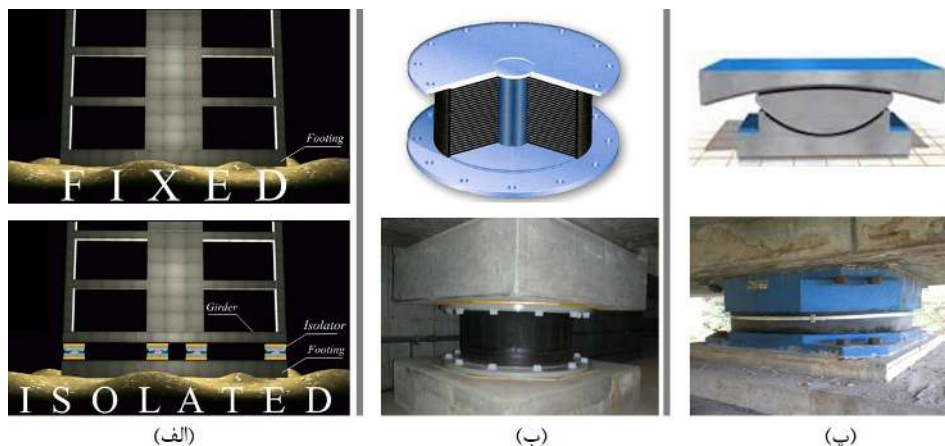
اگرچه در خصوص میراگرها و جداگرها آیین نامه های بین المللی موجود می باشند، لیکن آیین نامه های موجود در این زمینه تمام نیازهای طراح و ناظرین پروژه ساختمانی را پاسخ نداده و بسیاری از موارد را مسکوت باقی گذاشته اند. متن حاضر پیشنهادیست به منظور تالیف یک دستورالعمل ملی و جامع به منظور استفاده از میراگرها و جداگرها در ساخت و سازهای شهری. دستورالعمل مدنظر صرفا ترجمه ای از یک آیین نامه بین المللی نخواهد بود و در تدوین آن از تجربیات و مطالعات صورت گرفته توسط محققین و شرکتهای سازنده میراگر و جداگر در داخل کشور استفاده خواهد شد. انتظار می رود دستورالعمل تدوین شده از هر دستورالعمل بین المللی دیگری در زمینه میراگرها و جداگرها، جامع تر و کامل تر باشد.

## ۲- معرفی انواع جداگرها و میراگرها

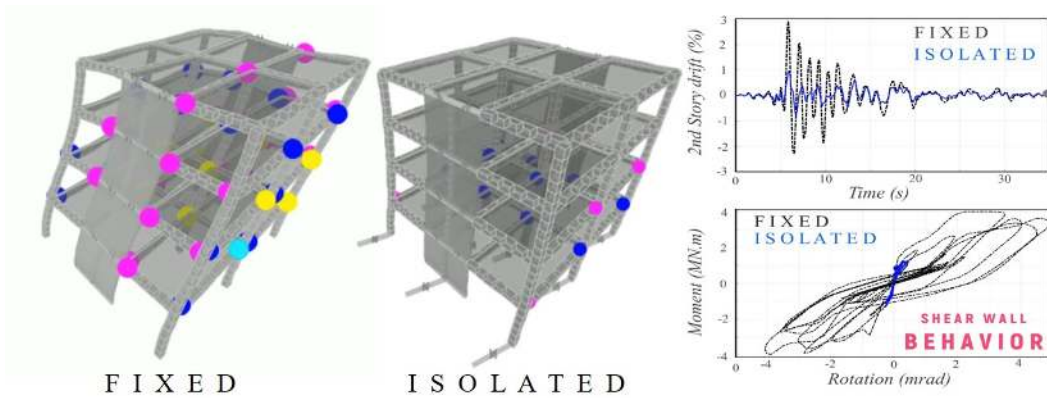
در این بخش میراگرها و جداگرهایی که در مهندسی عمران متداول هستند به طور اجمالی معرفی شده اند. لازم به توضیح است علاوه بر موارد اشاره شده در این متن، ادوات کنترل ارتعاشات (میراگرها و جداگرها) دیگری نیز وجود دارند که عمدتا در سایر صنایع کاربرد داشته و در صنعت ساخت و ساز چندان متداول نیستند.

### ۲-۱- جداگرهای لرزه ای

مطابق تصویر شماره ای ۵، جداگرهای لرزه ای قطعاتی هستند که دارای سختی برشی موثر کوچکی هستند و معمولا در تراز پای سازه قرار داده می شوند. بدین ترتیب درحین زلزله، حرکات زمین به شکل کامل به سازه منتقل نشده و نیروی لرزه ای اندکی از تراز پایه به سازه انتقال می یابد. جداگرهای متداول در مهندسی عمران معمولا به دو صورت الاستومریک (لاستیکی) و یا لغزشی ساخته می شوند. به عنوان نمونه، تاثیر جداگرهای لرزه ای بر روی یک ساختمان در تصویر شماره ای ۶ نشان داده شده است.



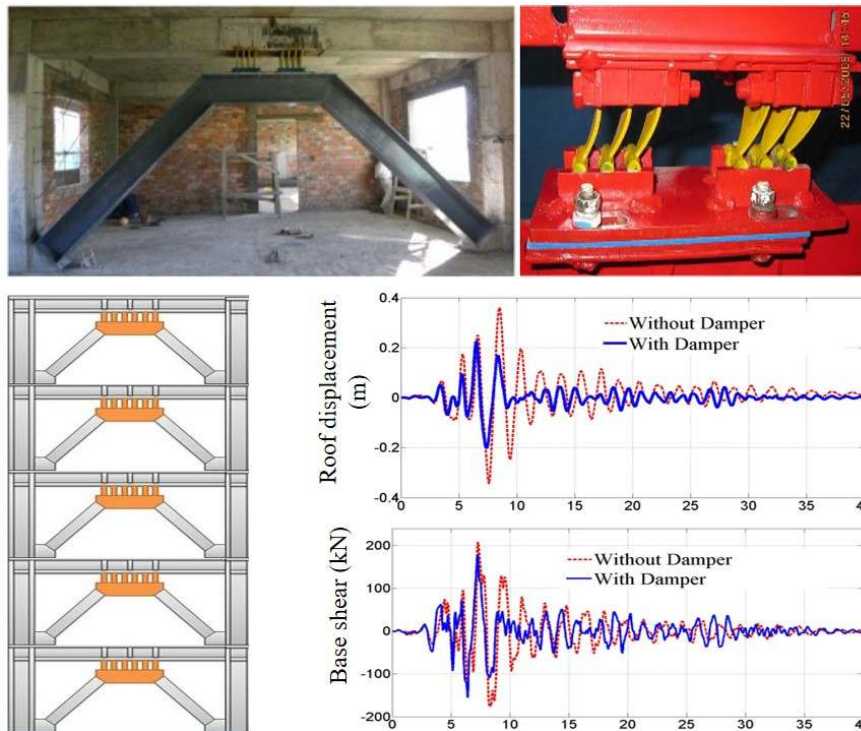
تصویر شماره ای ۵- (الف) ساختمان با پای ثابت و جداسازی شده، (ب) جداگرهای الاستومریک، (پ) جداگرهای لغزشی پاندولی



تصویر شماره‌ای ۶- تاثیر استفاده از جداگرهای لرزه ای در بهبود رفتار لرزه ای و کاهش پاسخ های یک ساختمان بتنی

### ۲-۲- میراگرهای تسلیم شونده

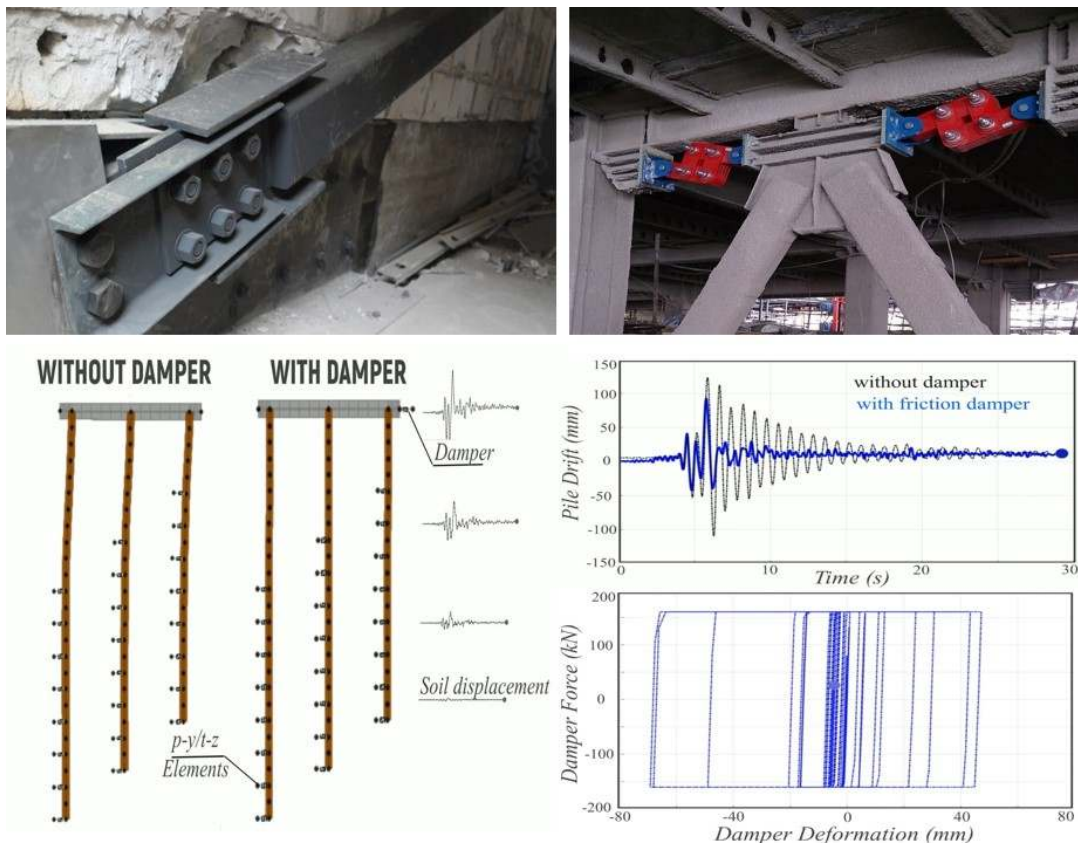
ارزان ترین و ساده ترین نوع میراگرها، میراگرهای تسلیم شونده می باشند که همانند یک فیوز سازه ای عمل کرده و با فدا کردن خود منجر به بهبود عملکرد لرزه ای سازه می شوند. این میراگرها متشکل از ورق هایی فولادی هستند که در حین زلزله به شدت وارد محدوده غیرخطی خود می شوند و انرژی ورودی را مستهلک می کنند. نمونه هایی از میراگرهای تسلیم شونده و تاثیر آنها در رفتار لرزه ای ساختمان در تصویر شماره‌ای ۷ نشان داده شده است.



تصویر شماره‌ای ۷- میراگرهای تسلیم شونده و تاثیر آنها در بهبود رفتار لرزه ای یک نمونه ساختمان

### ۲-۳- میراگرهای اصطکاکی

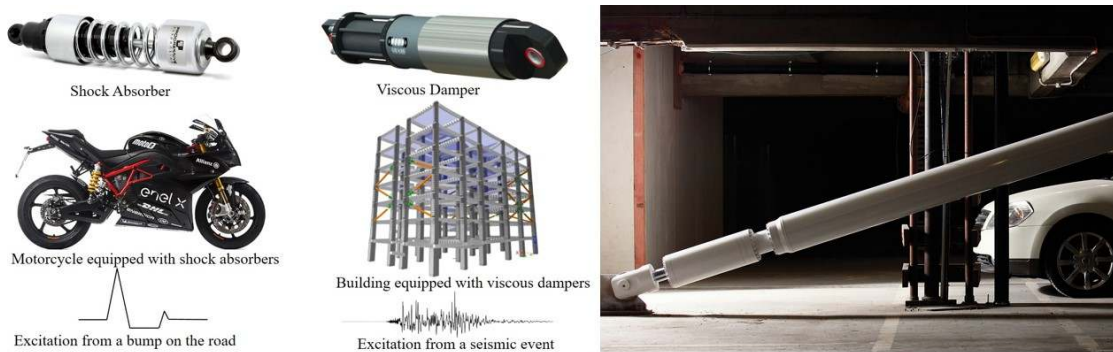
دسته ای دیگر از ادوات استهلاک انرژی، میراگرهای اصطکاکی هستند که بر مبنای ایجاد اصطکاک بین دو یا چند سطح در حین زلزله کار کرده و بدین ترتیب انرژی ورودی را مستهلک می کنند. نمونه هایی از میراگرهای اصطکاکی و نیز تاثیر آنها در بهبود عملکرد یک نمونه اسکله شمع و عرشه در تصویر شماره ای ۸ نشان داده شده است.



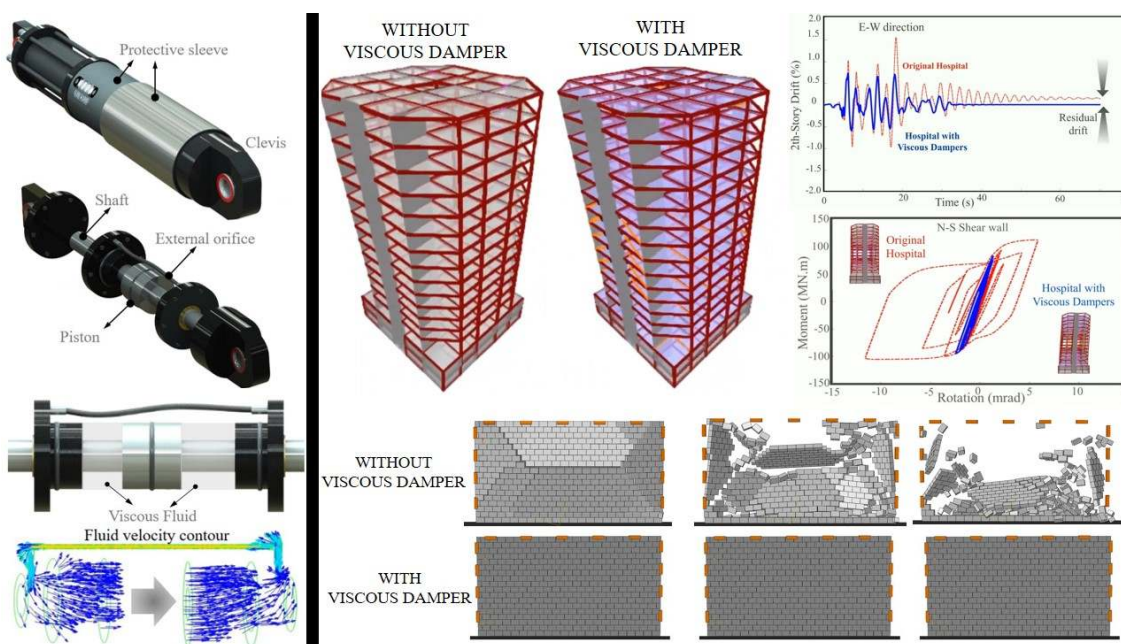
تصویر شماره ای ۸- میراگرهای اصطکاکی و تاثیر آنها در بهبود رفتار لرزه ای یک اسکله شمع و عرشه

#### ۲-۴- میراگرهای ویسکوز

در میان میراگرهای متداول در صنعت ساخت و ساز، میراگرهای ویسکوز دارای بالاترین تکنولوژی هستند و می توان مطابق تصویر شماره ای ۹ آنها را به کمک فنرهایی غول پیکر در سازه تشبیه نمود. همانطور که در تصویر شماره ای ۱۰ نشان داده شده است، مکانیزم عملکردی میراگرهای ویسکوز برخلاف دو میراگر دیگر وابسته به تغییر شکل سازه نبوده و به سرعت سازه وابسته است. این به آن معنی است که حتی در زلزله های بسیار ضعیف یا سایر بارهای دینامیکی از جمله باد نیز میراگرهای ویسکوز قادر به استهلاک انرژی هستند. همچنین میراگرهای ویسکوز منجر به افزایش سختی سازه نشده و میرایی ویسکوز خالص به سازه تزریق می کنند. از این رو منجر به کاهش شتاب طبقات و بهبود عملکرد اجزای غیرسازه ای نیز خواهند شد (تصویر شماره ای ۱۰).



تصویر شماره‌ای ۹- میراگرهای ویسکوز در سازه



تصویر شماره‌ای ۱۰- مکانیزم عملکرد میراگرهای ویسکوز و تاثیر میراگرهای ویسکوز در بهبود رفتار لرزه ای اجزای سازه ای و غیرسازه ای یک بیمارستان ۱۴ طبقه

### ۳- روند استفاده از میراگرها و جداگرها در ساخت و سازهای شهری

چرخه حیات و روند کاری استفاده از میراگرها و جداگرها را می توان در گام های زیر خلاصه نمود:

- طراحی سازه توسط مشاور بر اساس دستورالعمل تهیه شده.
- سفارش مشخصات و تعداد میراگرها یا جداگرهای مدنظر به شرکت سازنده.
- شرکت سازنده پس از دریافت سفارش، قیمت نهایی به همراه شرایط گارانتی محصول را اعلام میکند.
- در صورت توافق طرفین، قرار داد ساخت میراگرها یا جداگرها منعقد شده و شرکت سازنده متعهد می گردد در بازه زمانی مشخص شده در قرارداد، میراگرها یا جداگرها را آماده سازد.
- تست میراگرها و جداگرها مطابق پروتکل های موجود در دستورالعمل در آزمایشگاهی بی طرف (به عنوان مثال آزمایشگاه پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله و یا آزمایشگاه مرکز تحقیقات راه،

مسکن و شهرسازی). هزینه مربوط به تست ها معمولا بر عهده شرکت سازنده میراگر یا جداگر می باشد. اما در صورت توافق در قرارداد، این هزینه می تواند به طرق دیگر نیز تامین شود. کلیه تست ها توسط شرکت سازنده و در حضور نماینده کارفرما و نماینده مشاور انجام می شود.

- کنترل نتایج تست ها توسط مشاور و بررسی معیارهای پذیرش موجود در دستورالعمل.
- نصب میراگرها و جداگرها در سازه مطابق نقشه های تهیه شده توسط مشاور.
- انجام بازدیدهای دوره‌ای از جداگرها و میراگرها نصب شده. این بازدید توسط شرکت سازنده و در با حضور نماینده کارفرما مطابق دوره‌های ذکر شده در قرارداد و دستورالعمل‌های مربوطه انجام می‌پذیرد.

#### ۴- مباحث اقتصادی پیرامون استفاده از میراگر و جداگر در سازه

به طور کلی استفاده از جداگرها و میراگرها منجر به افزایش هزینه اولیه ساخت و ساز می شود. اما به علت آنکه سازه های مجهز به میراگر و جداگر نیاز به مصالح کمتری در اسکلت خود دارند، بخش قابل توجهی از هزینه های مربوط به جداگر و میراگر خنثی خواهد شد. یک نمونه تحلیل اقتصادی مربوط به هزینه های اولیه ساخت برای یک بیمارستان ۸ طبقه در جدول ۱ ارائه شده است. همانطور که مشخص است، وزن اسکلت در حالتی که از میراگر استفاده شده باشد حدود ۳۴٪ کاهش یافته است و این کاهش هزینه بخش اعظمی از هزینه های مربوط به تامین میراگرها را جبران می کند. به عبارت دیگر تنها افزایش هزینه ای در حدود ۶/۲ میلیارد تومان می توان بیمارستان مدنظر را به میراگرهای ویسکوز مجهز نمود که نتیجه آن کاهش صدمات وارده بر اجزای سازه ای و غیرسازه ای بیمارستان پس از زلزله می باشد.

جدول ۱. مقایسه هزینه های ساخت اسکلت بیمارستان ۸ طبقه فولادی با و بدون میراگرهای ویسکوز

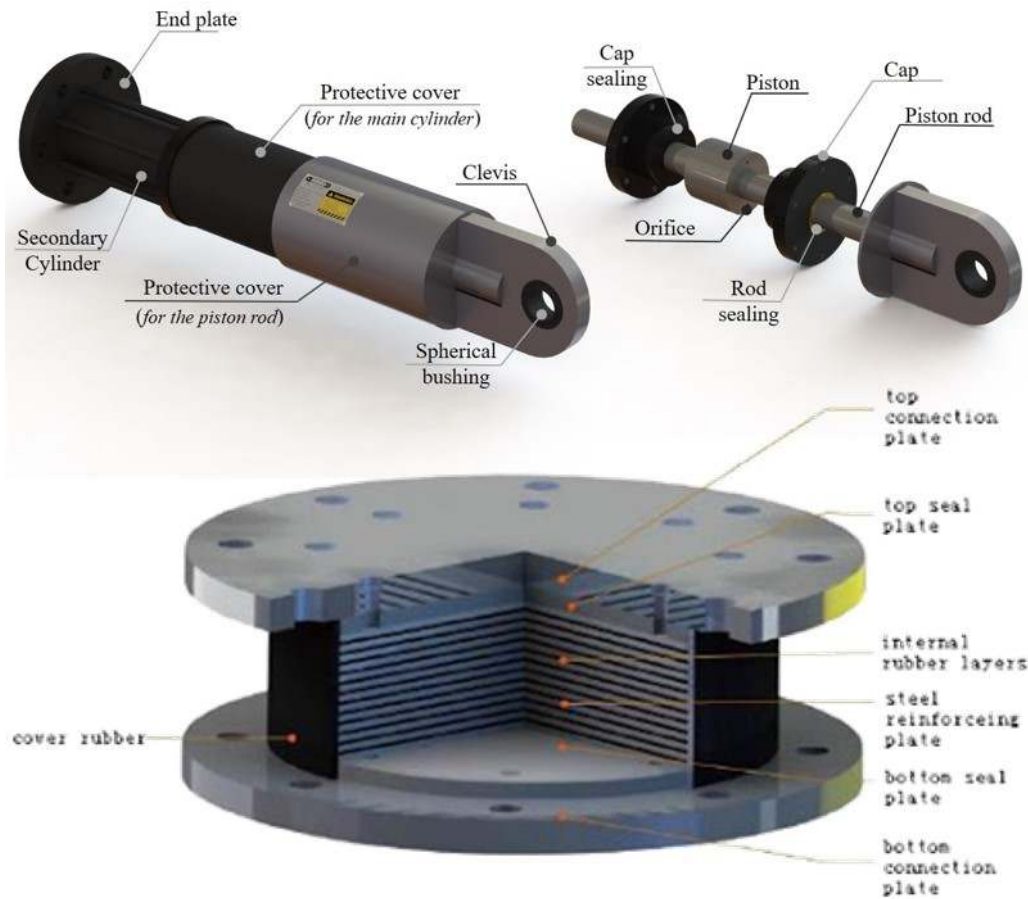
بیمارستان دارای میراگرهای ویسکوز	بیمارستان فاقد میراگر	
وزن اسکلت فولادی	۷۴۰ تن	۵۰۶ تن
وزن اسکلت در مترمربع	۱۲۲ کیلوگرم بر مترمربع	۸۴ کیلوگرم بر مترمربع
تعداد میراگرهای ویسکوز	۰	۱۰۲ عدد
هزینه ساخت و نصب اسکلت	۱۱/۱ میلیارد تومان	۷/۶ میلیارد تومان
هزینه میراگرهای ویسکوز	۰	۶/۱ میلیارد تومان
هزینه اسکلت تمام شده	۱۱/۱ میلیارد تومان	۱۳/۷ میلیارد تومان

بدیهی است در صورتی که هزینه های ثانویه از قبیل هزینه های بازسازی پس از زلزله و نیز وقفه رخ داده در خدمت رسانی پس از زلزله در نظر گرفته شود، استفاده از تکنولوژی های نوینی از جمله میراگرها و جداگرها در سازه های مهم کاملا توجیه پذیر خواهد بود. سازه های با توجیه پذیری بالا برای تجهیز به میراگرها و جداگرها

سازه هایی از قبیل ساختمان های گروه د، بیمارستان ها، مدارس، مراکز تجاری، مراکز دولتی مهم و بانک ها می باشد.

## ۵- تاثیر در ایجاد اشتغال و تقویت تولید ملی

حوزه میراگرها و جداگرها یکی از حوزه های چند رشته ای است که با گسترش آن در صنعت ساخت و سازه، به طور مستقیم منجر به روغن صنایع مختلف می شود. تصویر شماره ای ۱۱ جزئیات نمونه هایی از میراگرها و جداگرها را نشان میدهد که برای ساخت آن حداقل به سه علم مهندسی عمران، مهندسی مکانیک و مهندسی پلیمر نیاز است.



تصویر شماره ای ۱۱- نمونه ای از جزئیات داخلی میراگرهای ویسکوز و جداگرهای الاستومری

میراگرها و جداگرها از حوزه های با تکنولوژی بالا در صنعت ساخت و ساز هستند که تولید آنها تنها در اختیار چندین کشور صنعتی است. به عنوان مثال تصویر شماره ای ۱۲ کشورهای تولید کننده میراگرهای ویسکوز را نشان می دهد که ایران به تازگی به جمع آنها اضافه شده است. لذا تلاش برای توسعه استفاده از این تکنولوژی علاوه بر آنکه منجر به بهبود تاب آوری سازه ها در زلزله می شود، به اقتصاد و تولید کشور نیز به سهم خود کمک خواهد نمود.





تصویر شماره‌ای ۱۲- کشورهای تولید کننده میراگرهای ویسکوز با ظرفیت بالا