# www.icivil.ir

## پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

ارائه کتابها و جزوات رایگان مهندسی عمران

بهترین و برترین مقالات روز عمران

انجمن های تخصصی مهندسی عمران

فروشگاه تخصصی مهندسی عمران

@icivilir

icivil.ir

# فیلم های آموزشی طراحی و محاسبات ساختمان

# Etabs - Safe

تدریس اختصاصی مهندس سلطان آبادی
(مولف کتابهای مرجع آموزش نرم افزار های Etabs)

## بیش از ۴۴ ساعت فیلم آموزشی

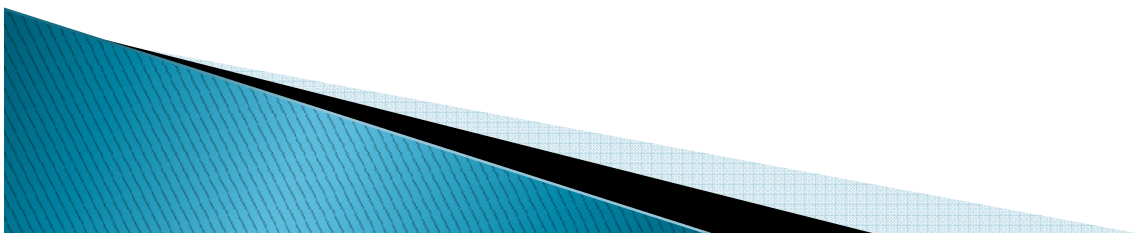
- طراحی سازه های فولادی به روش LRFD با نرم افزارهای Etabs و Safe
- طراحی سازه های بتنی با نرم افزارهای Etabs و Safe
- طراحی و محاسبات سقف ها ( دال ساده -یوبوت -کوبیاکس و...) با Safe
- مطابق با آخرین تغییرات آیین نامه ها
- تشریح کامل نکات آیین نامه ای حین آموزش

مشاهده سرفصل ها و دانلود نمونه های رایگان ...

به نام خدا

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

# هفته پژوهش گرامی باد



# اولین کارگاه تخصصی مهندسی عمران در دانشگاه آزاد اسلامی واحد صفادشت

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

# معرفی انواع میراگر در سازه

کامبیز تکین

در بهسازی لرزه ای سازه ها یکی از روشهای کاهش نیروی جانبی ناشی از زلزله استفاده از میراگرها میباشد.

انرژی وارد بر سازه در اثر زلزله مطابق رابطه زیر محاسبه می شود:

$$E = Ek + Es + Eh + Ed$$

E انرژی ورودی زلزله

Ek انرژی جنبشی

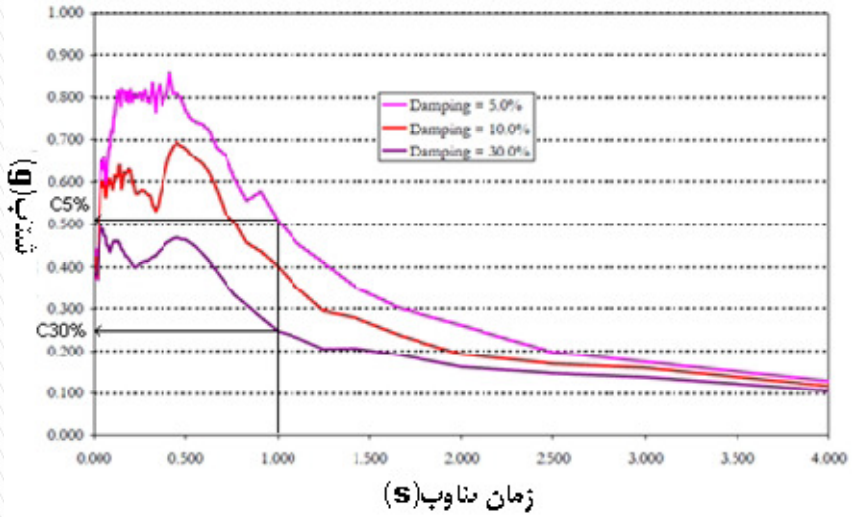
Eh انرژی اتلاف شده به واسطه تغییر شکل غیرالاستیک.

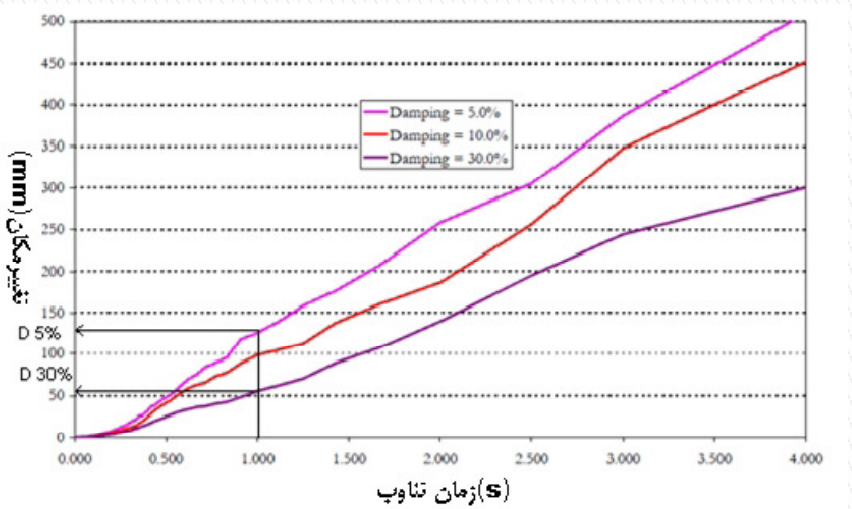
Es انرژی کرنشی قابل بازگشت در محدوده الاستیک.

Ed انرژی مستهلک شده به وسیله میراگر

از دیدگاه تحلیلی، میراگرها به دو نوع وابسته به تغییرمکان و وابسته به سرعت تقسیم میشوند.

# اثر میرایی بر پاسخ سازه

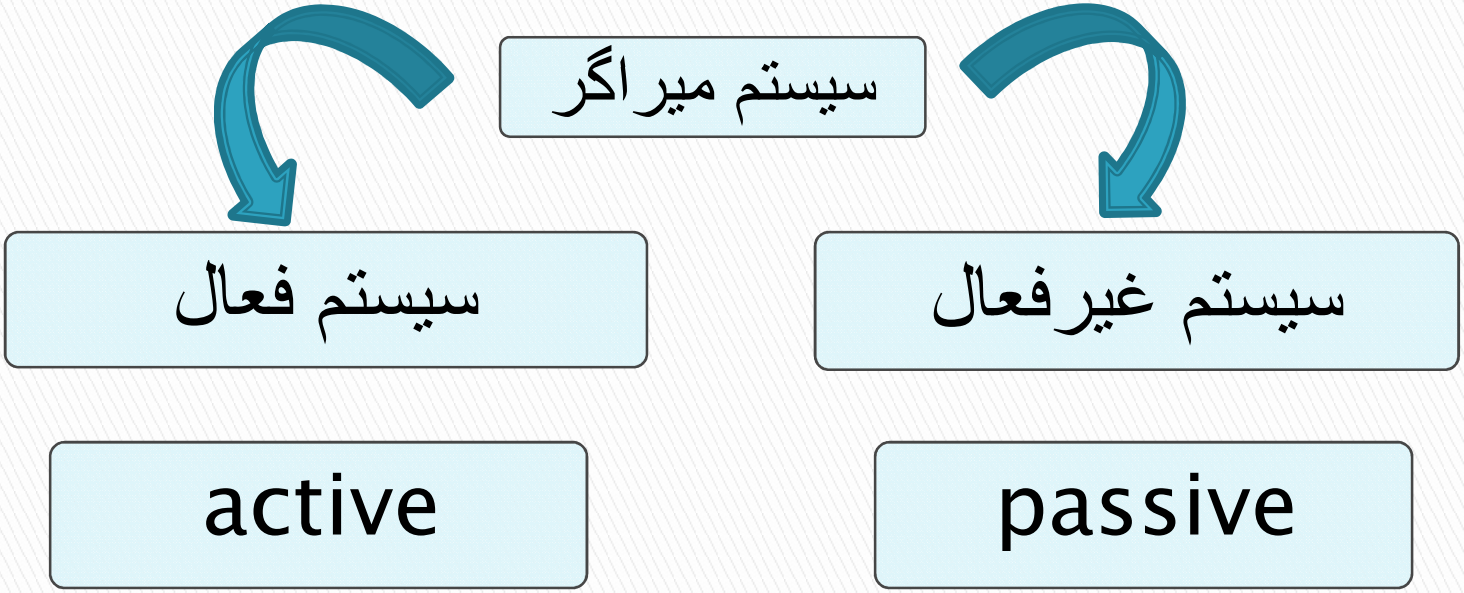



اثر میرائی بر طیف پاسخ شتاب

اثر میرائی بر طیف پاسخ تغییرمکان

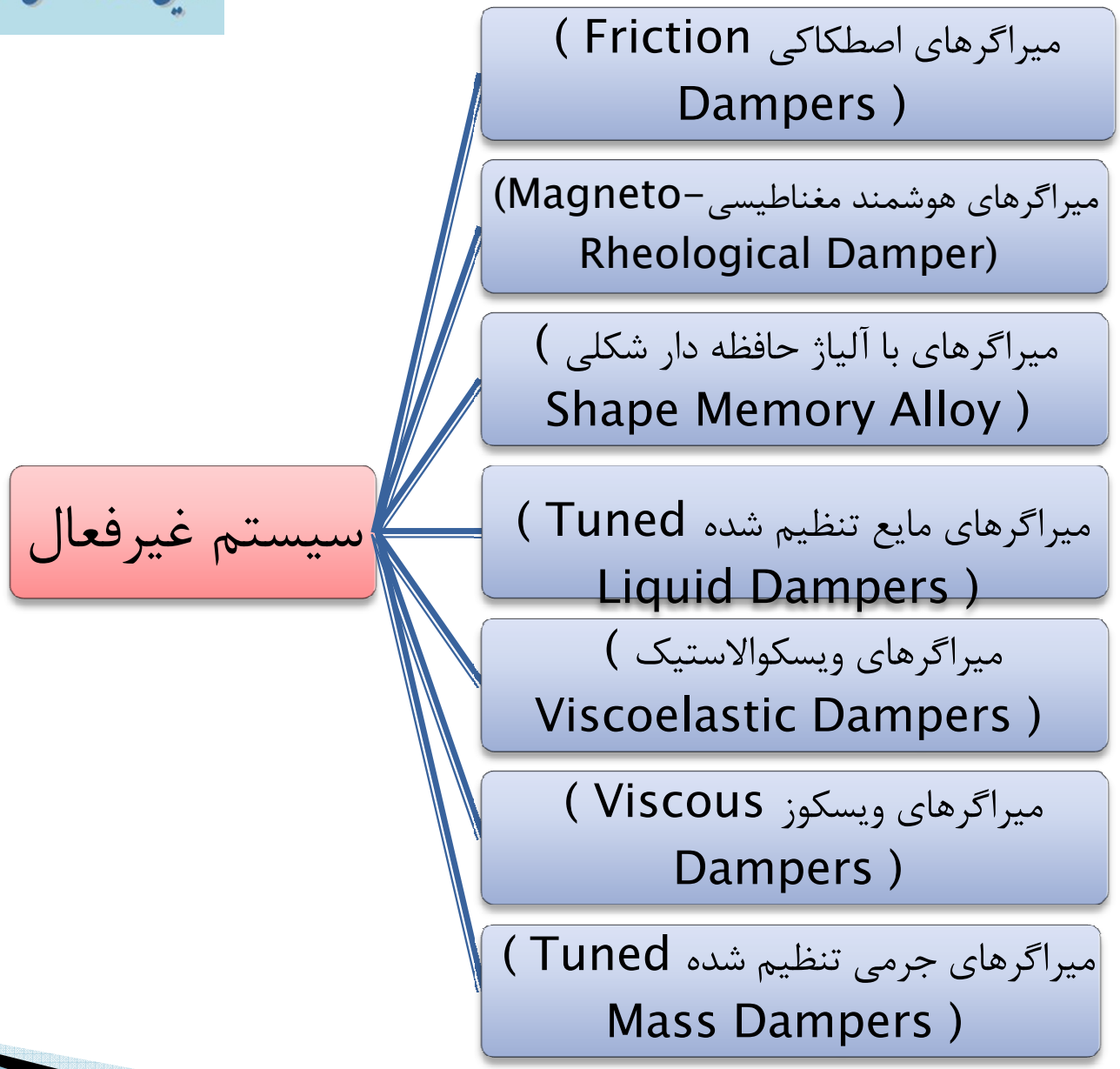
# میراگرهای سازه های بلند



www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



- ابزار کنترل غیر فعال (Passive) سیستم هایی هستند که نیاز به منبع انرژی خارجی ندارند. این ابزار از نیروهایی که در پاسخ به حرکت سازه در داخل آنها ایجاد می‌شود بهره میگیرند. جدا نمودن پایه ای (Base Isolation)و میراگر جرمی تنظیم شده (TMD) از این گروهند.
- در کنترل فعال(Active) ، پاسخهای سازه توسط انرژی خارجی وارده بر سازه کاهش می یابد. این سیستم‌ها دستگاههای قابل کنترلی هستند که توسط ابزار کمکی همواره در حال وارد کردن نیروهای کنترلی به ساختمان هستند. به عنوان مثال کابلی به ساختمان وصل می‌شود و در جهت خلاف نیروهای برشی وارده زلزله به ساختمان نیرو وارد میکند. سیستم‌های فعال از غیر فعال موثرتر هستند، اما علیرغم عملکرد عالی، مشکل بزرگ هزینه‌های اجرایی و نگهداری را دارند. نمونه این گونه سیستم‌ها میراگرهای جرمی فعال (AMD) میباشد.

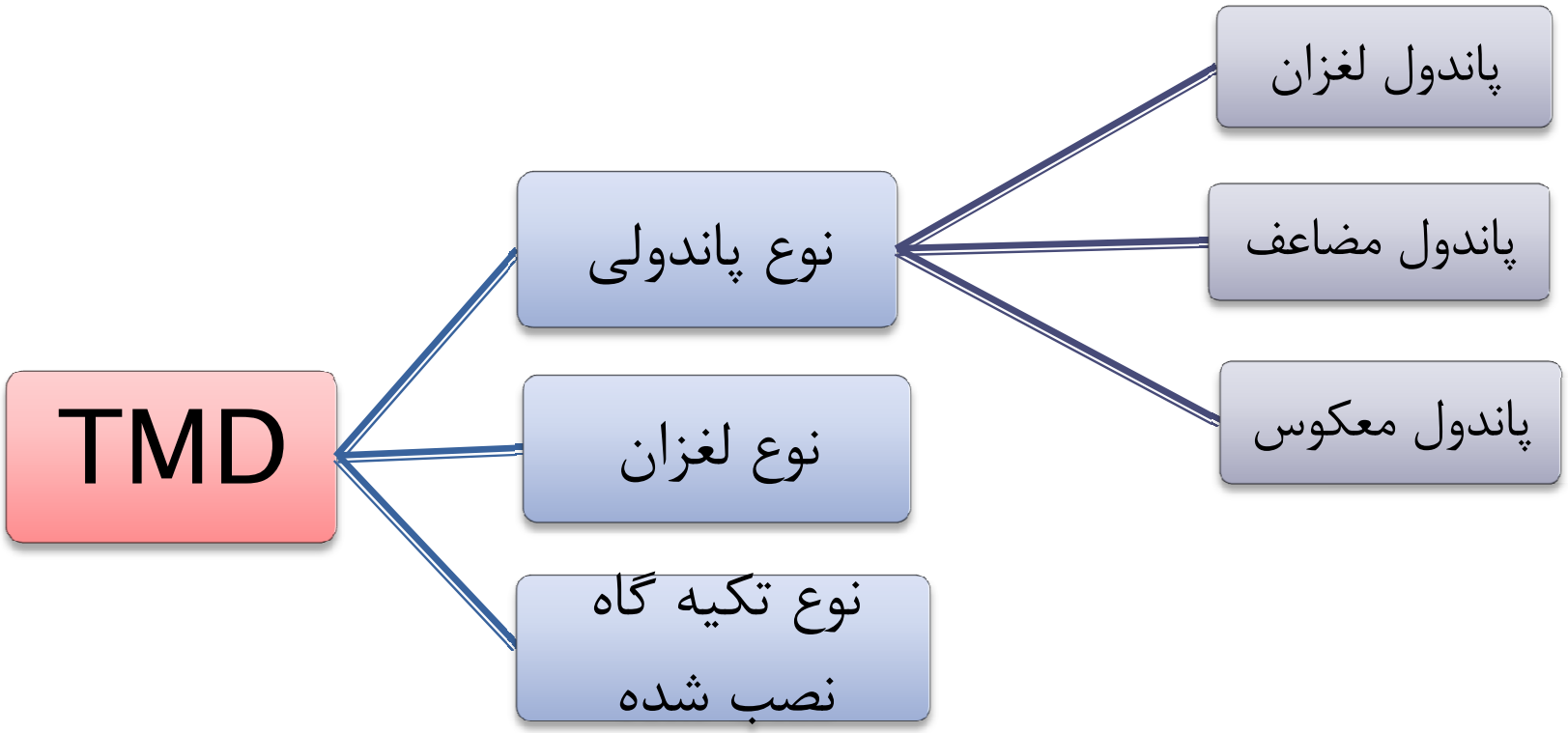

سیستم غیرفعال
میراگرهای اصطکاکی ( Friction Dampers )
میراگرهای هوشمند مغناطیسی (Magneto-Rheological Damper)
میراگرهای با آلیاژ حافظه دار شکلی ( Shape Memory Alloy )
میراگرهای مایع تنظیم شده ( Tuned Liquid Dampers )
میراگرهای ویسکوالاستیک ( Viscoelastic Dampers )
میراگرهای ویسکوز ( Viscous Dampers )
میراگرهای جرمی تنظیم شده ( Tuned Mass Dampers )

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

اولین کارگاه تخصصی عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفاد شت

# سیستم فعال

- میراگرهای جرمی فعال (AMD)
- دستگاه های تغییر دهنده سختی فعال (AVS)


TMD
نوع پاندولی
نوع لغزان
نوع تکیه گاه نصب شده
پاندول لغزان
پاندول مضاعف
پاندول معکوس

# انواع میراگر از دیدگاه رفتاری

- تسلیمی
- اصطکاکی
- ویسکوز
- آلیاژی
- جرمی

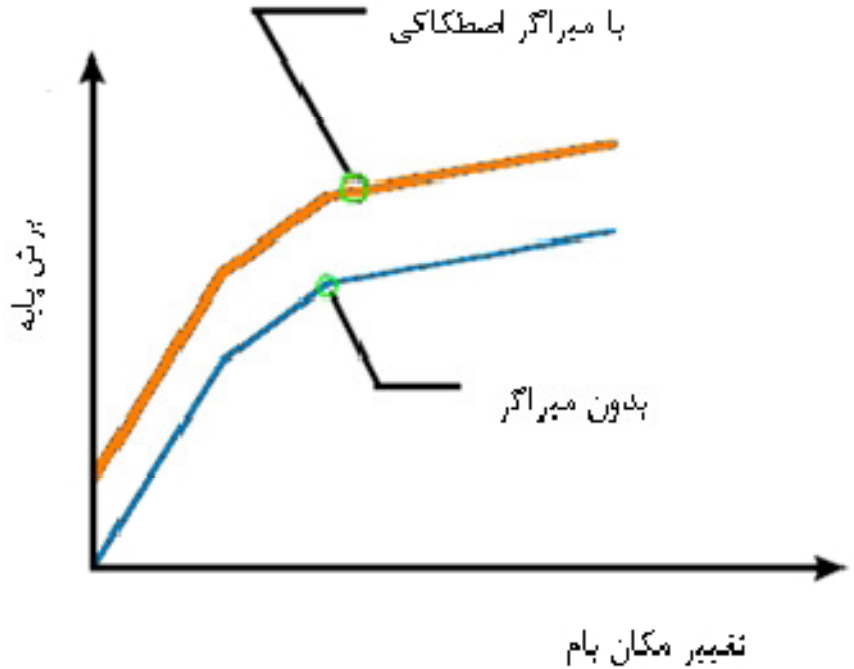
# ميراگرهاي اصطكاكی

- ۱- از نظر تحليلی وابسته به تغييرمكان هستند.
- ۲- انرژي زلزله صرف غلبه بر اصطكاك موجود در سطح تماس قطعات ميشود.
- ۳- عدم ايجاد خستگی در بارهاي خدمت (به دليل فعال نشدن ميراگرها تحت اين بارها)
- ۴- عملكرد آنها به سرعت بارگذاري و دماي محيط وابسطه نيست.
- ۵- اين ميراگرها به موازات مهاربندها نصب ميشوند.

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

اولین کارگاه تخصصی عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)

# تأثیر استفاده از میراگرهای اصطکاکی بر منحنی ظرفیت سازه



# میراگرهای اصطکاکی متداول

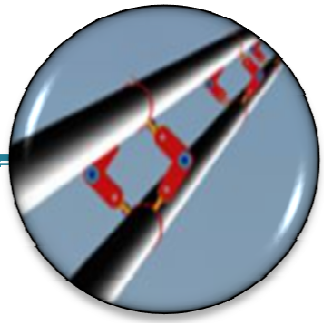
میراگر اصطکاکی چرخشی

میراگر اصطکاکی پال

**میراگر اصطکاکی چرخشی** : به علت رفتار بسیار ساده و سهولت در نصب و ساخت، این نوع میراگر به یکی از متداولترین میراگرهاي اصطکاکی تبدیل شده است.

- فونداسیون

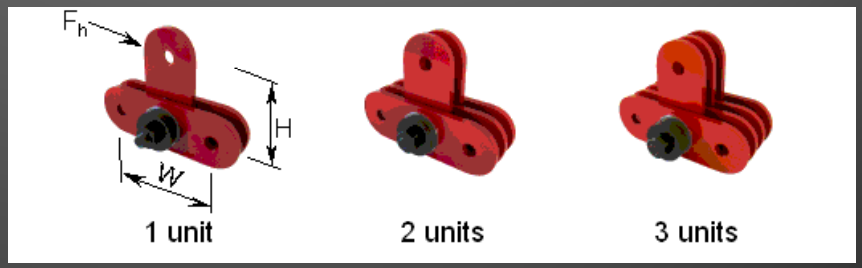
- بادبند



- پل کابلی

# f+واحدهای تشکیل دهنده میراگرهای اصطکاکی چرخشی

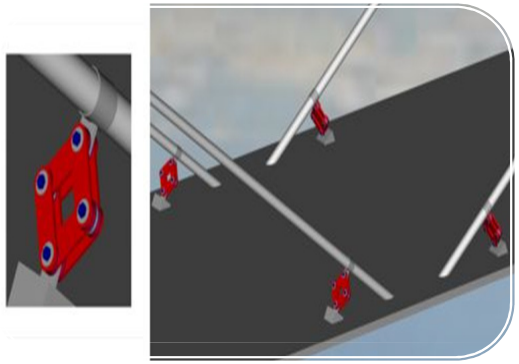
| Type | Number of units | Dimensions Width [mm] min | Dimensions Width [mm] max | Dimensions Height [mm] min | Dimensions Height [mm] max | Nominal slip capacity, $F_h$ [kN] min | Nominal slip capacity, $F_h$ [kN] max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 unit - single row | 1 | 160 | 650 | 100 | 500 | 7 | 88 |
| | 2 | | | | | 13 | 176 |
| | 3 | | | | | 20 | 264 |
| | 4 | | | | | 27 | 352 |
| 2 units - single row | 1 | 240 | 1100 | 100 | 500 | 13 | 176 |
| | 2 | | | | | 27 | 352 |
| | 3 | | | | | 40 | 528 |
| | 4 | | | | | 54 | 703 |
| 2 units - double row | 1 | 240 | 1100 | 100 | 500 | 27 | 352 |
| | 2 | | | | | 54 | 703 |
| | 3 | | | | | 81 | 1055 |
| | 4 | | | | | 108 | 1407 |
| 3 units - single row | 1 | 320 | 1550 | 100 | 500 | 20 | 264 |
| | 2 | | | | | 40 | 528 |
| | 3 | | | | | 61 | 791 |
| | 4 | | | | | 81 | 1055 |
| 3 units - double row | 1 | 320 | 1550 | 100 | 500 | 40 | 528 |
| | 2 | | | | | 81 | 1055 |
| | 3 | | | | | 121 | 1583 |
| | 4 | | | | | 162 | 2110 |
| 4 units - single row | 1 | 400 | 2000 | 100 | 500 | 27 | 352 |
| | 2 | | | | | 54 | 703 |
| | 3 | | | | | 81 | 1055 |
| | 4 | | | | | 108 | 1407 |
| 4 units - double row | 1 | 400 | 2000 | 100 | 500 | 54 | 703 |
| | 2 | | | | | 108 | 1407 |
| | 3 | | | | | 162 | 2110 |
| | 4 | | | | | 216 | 2814 |
| | 5 | | | | | 270 | 3517 |

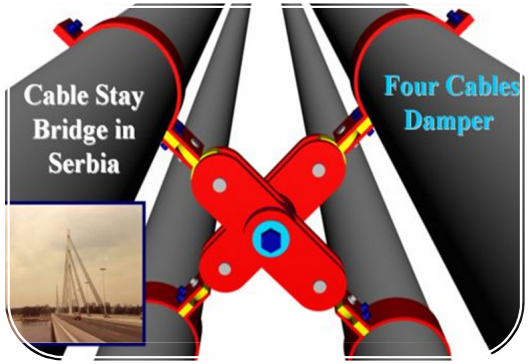


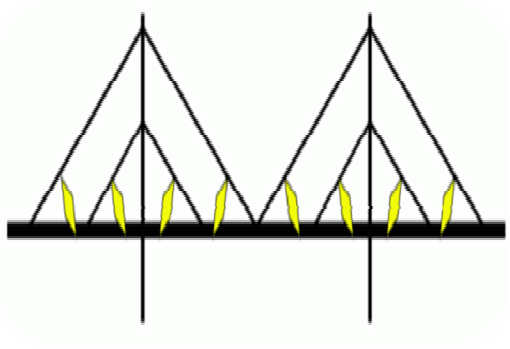
www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

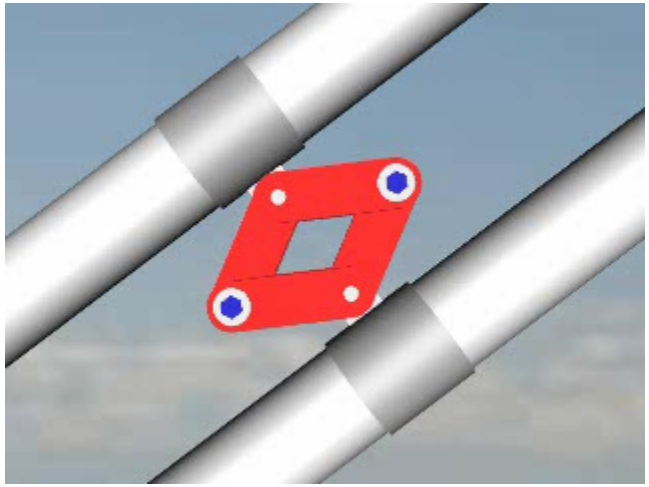
اولین کارگاه تخصصی عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)

# اشکال مختلف نصب میراگر اصطکاکی چرخشی در پلها

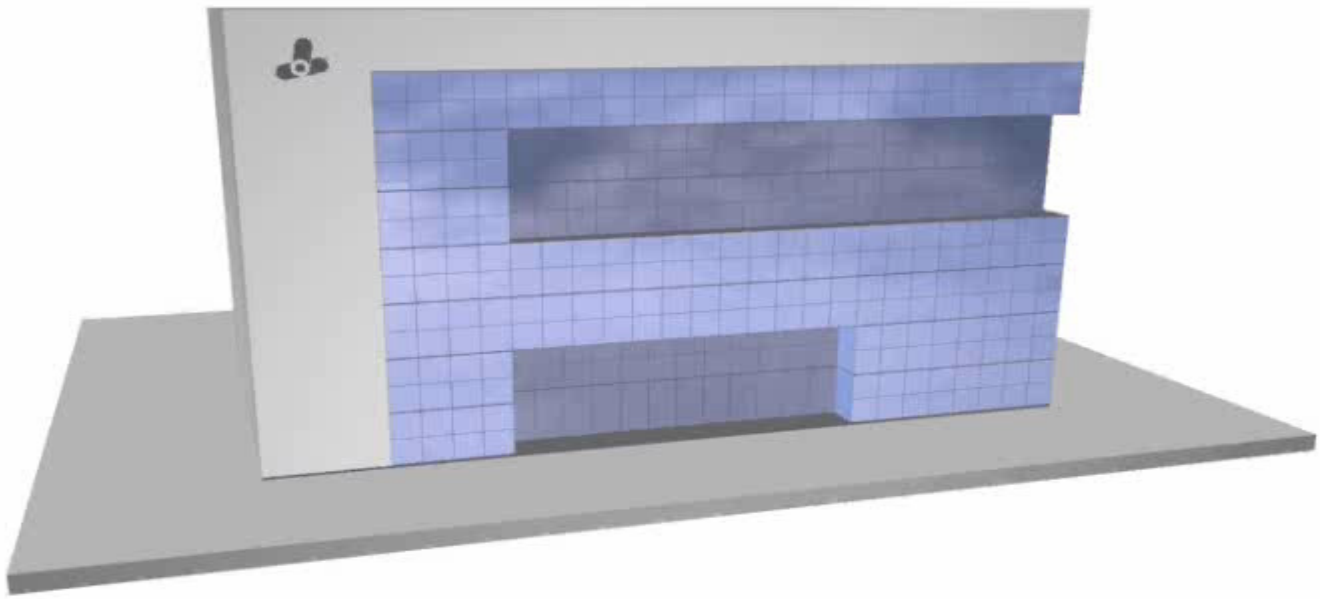






# نصب میراگر اصطکاکی چرخشی در فونداسیون



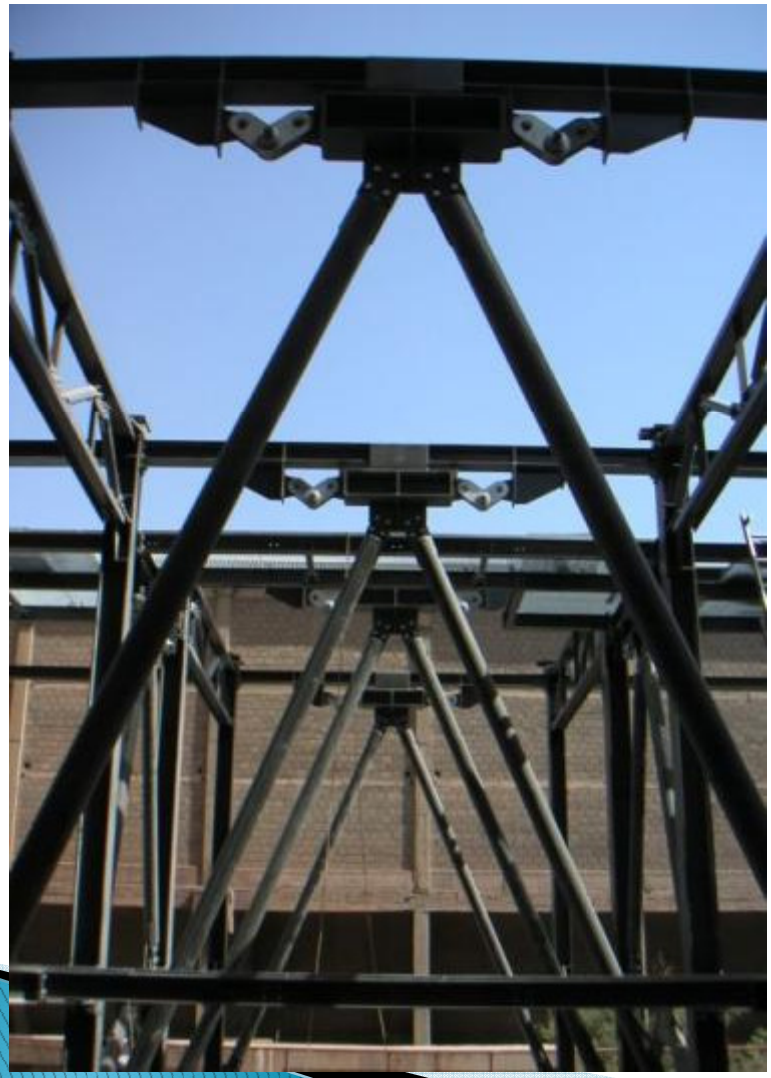
www.damptech.com

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

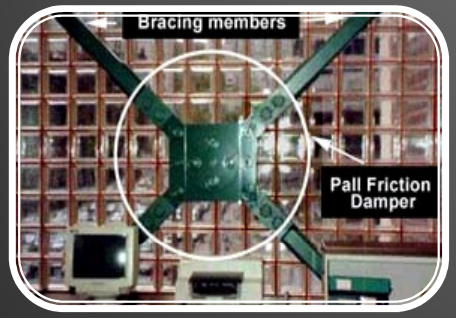
اولین کارگاه تخصصی عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)

# نصب میراگر اصطکاکی چرخشی در بادبند

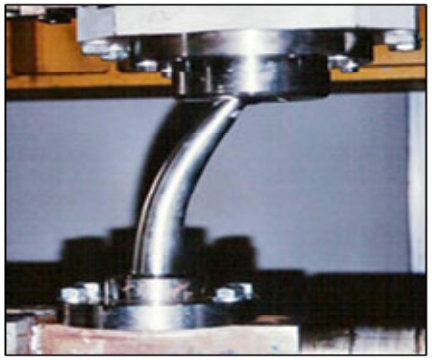
# نصب میراگر اصطکاکی چرخشی در بادبند



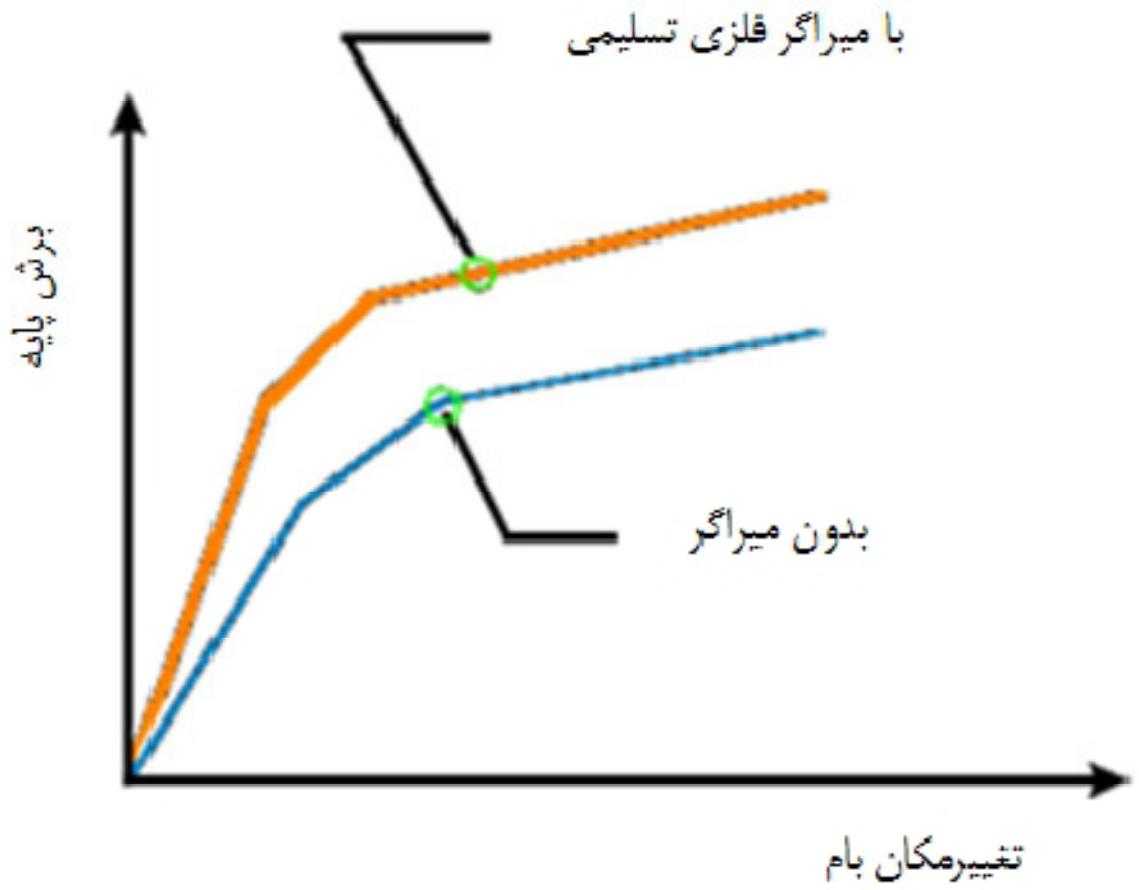
**میراگر اصطکاکی پال:** این میراگر شامل یک بادبند و چند سري ورق فولادي به همراه پیچهاي اصطکاکی میباشد که در بخش میانی بادبند نصب میشوند.
ورقهاي فولادي توسط پیچهاي پرمقاومت به یکدیگرمتصل شده که نسبت به یکدیگر تحت نیروي مشخصی لغزش میکنند.

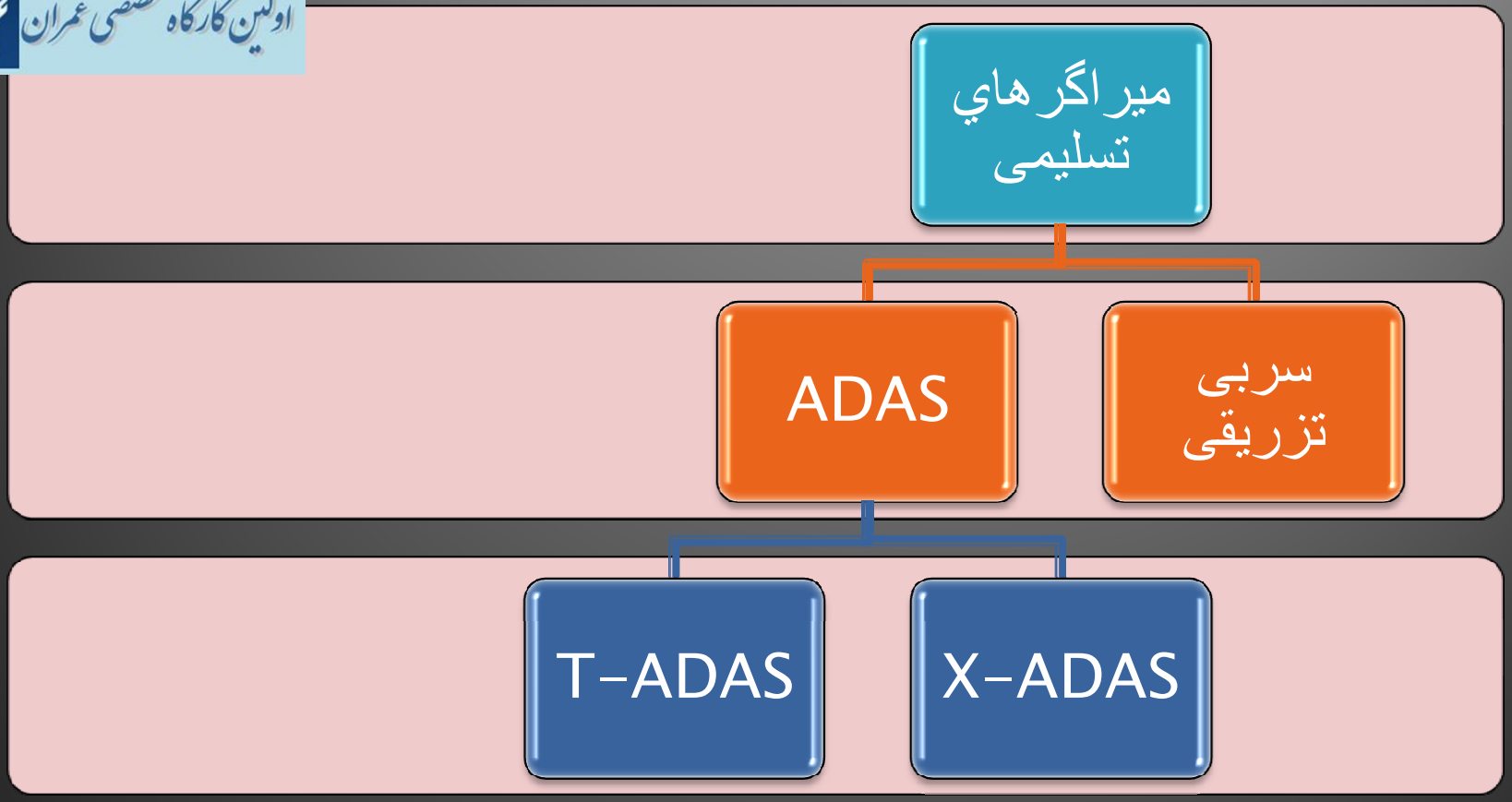


**میراگرهاي تسليمی** : اين ميراگر كه از لحاظ تحليلی، وابسته به تغييرمكان است، انرژي منتقل شده به سازه صرف تسليم و رفتار غير خطي درقطعات بكار رفته ميشود. در اين ميراگرها از تغييرشكل غيرالاستيک فلزات شكل پذيري مانند فولاد و سرب به منظور اتلاف انرژي استفاده ميشود.



در بادبندها استفاده از میراگرهاي فلزي تسليمي متداولتر ميباشد.
اين نوع ميراگرها اغلب از چند ورق فولادي موازي تشكيل ميشوند و در تركيب با سيستم بادبندي، نقش جذب و اتلاف انرژي را بر عهده ميگيرند.
بصورت فيوز در سازه عمل نموده و با تمركز رفتار غير خطي در خود، مانع از بروز رفتار غير خطي و آسيب در ساير اجزا اصلي و فرعي سازه ميگردد.





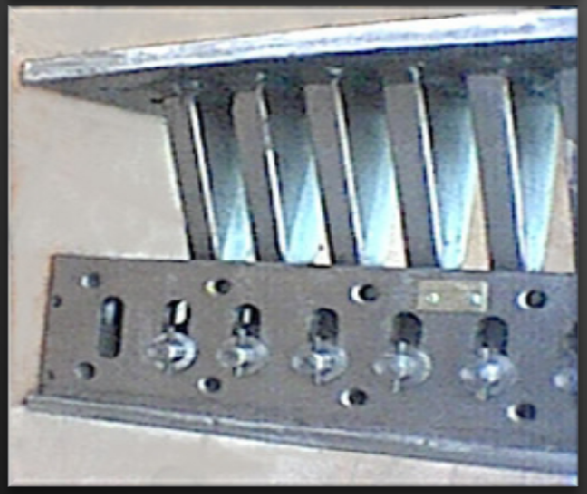

# ADAS: Added Damping And Stiffness

**ADASمیراگرهای تسلیمی :** تسلیم گسترده در تمام حجم فولاد، تأمین میرایی و اتلاف انرژي فوق العاده از خصوصیات منحصر به فرد این نوع میراگر میباشد.

این میراگرها ضمن تأمین میرایی از سختی جانبی بالایی برخوردار بوده و به همین جهت با عنوان میرایی و سختی افزوده نامگذاری شده است.

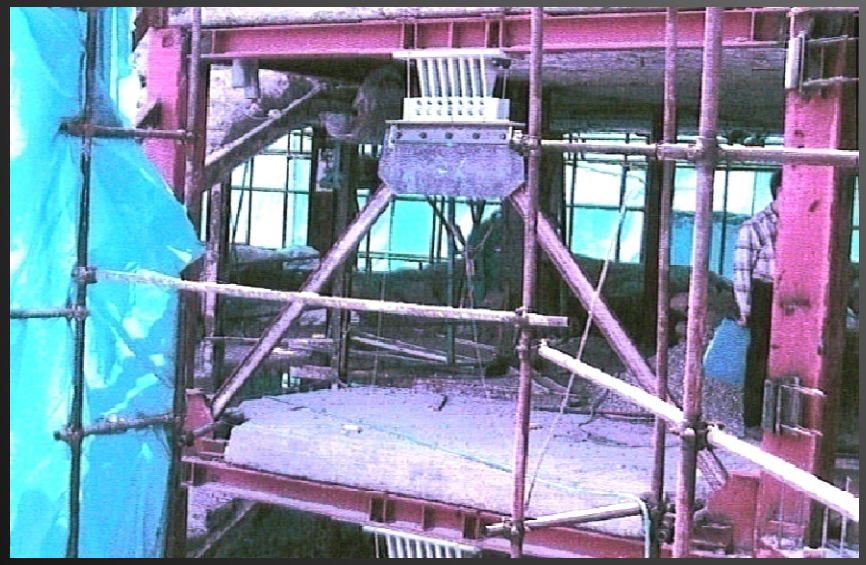
ADAS=Added Damping And Stiffness

T-ADAS



X-ADAS

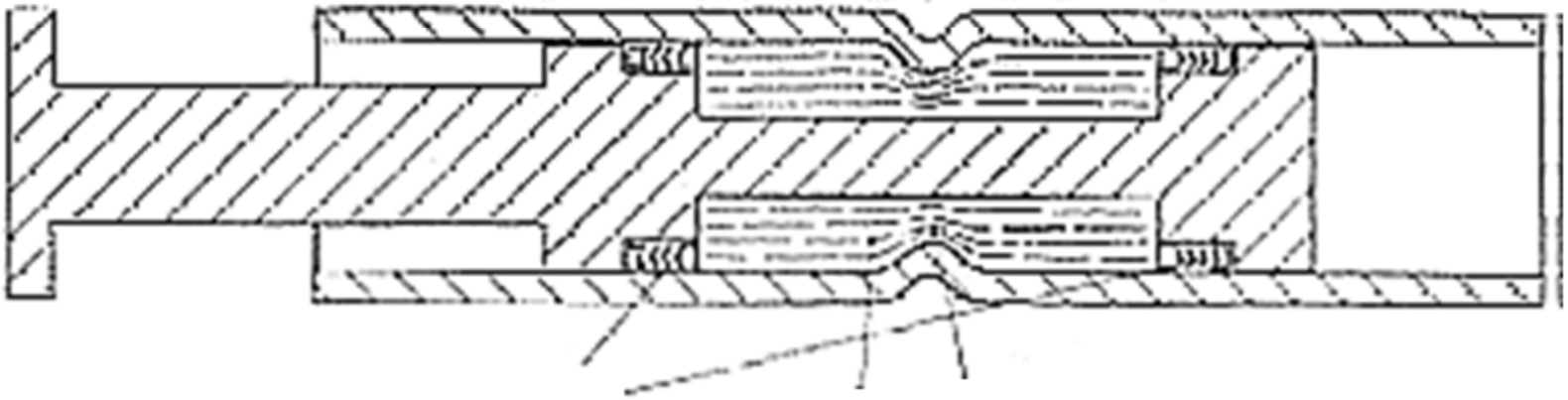
# T-ADAS نمونه هایی از بکارگیري میراگر



www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

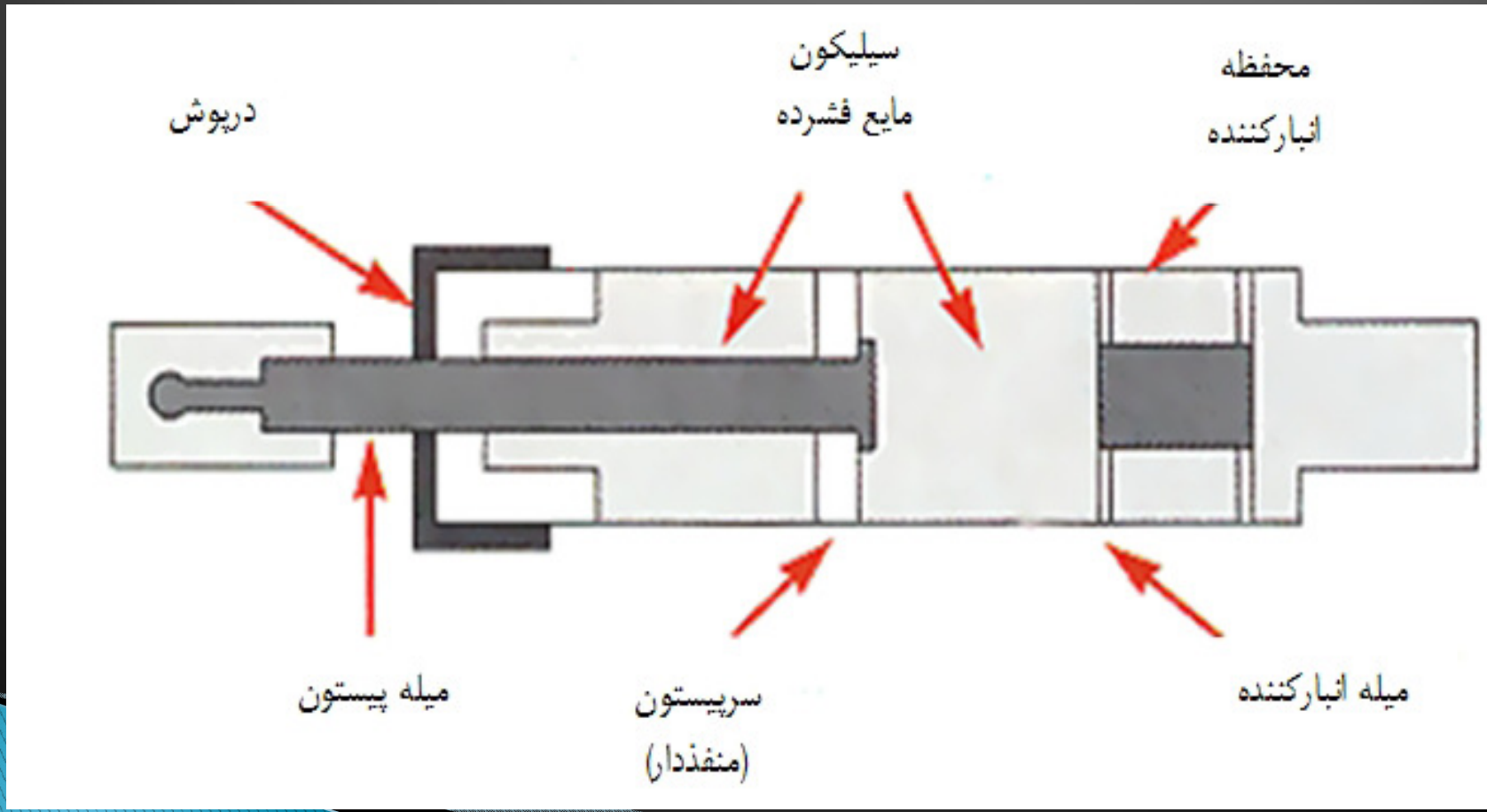


**میراگر سربی تزریقی:** این میراگر از یک سیلندر دومحفظهاي پیستون و سرب داخل پیستون تشکیل شده است که با حرکت پیستون به هنگام زلزله سرب از محفظه بزرگتر به محفظه کوچکتر با تغییرشکل خمیري، انرژي جنبشی بصورت حرارتی تلف میشود.



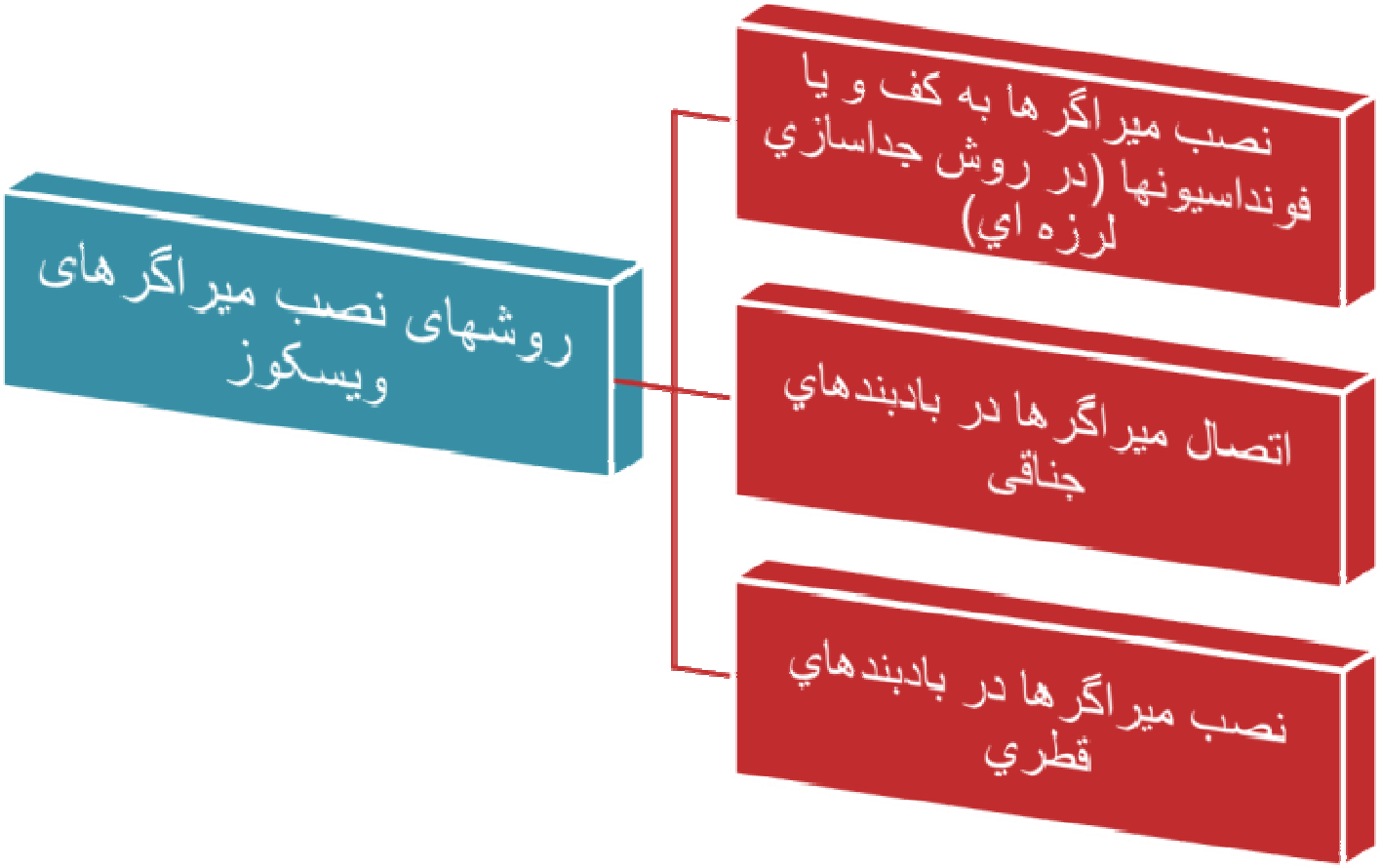
**ميراگرهاي ويسكوز:** در اين ميراگرها با استفاده از حركت مايع لزج درون سيلندر انرژي مستهلک ميشود.

ميراگرهاي ويسكوز به دليل سادگی در نصب، قابليت انطباق و هماهنگی با ساير اعضا و همچنين تنوع در ابعاد و اندازههاي آنها، كاربرد بسياري در طراحی و مقاوم سازي پيدا كرده اند.

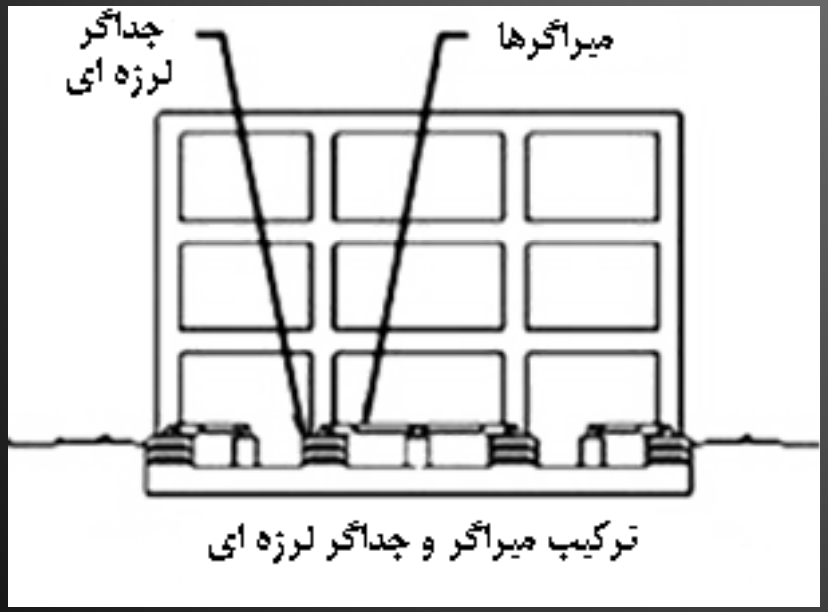


www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

اولین کارگاه تخصصی عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)



# اتصال ميراگرهاي ويسكوز در كف و فونداسيون سازه ها

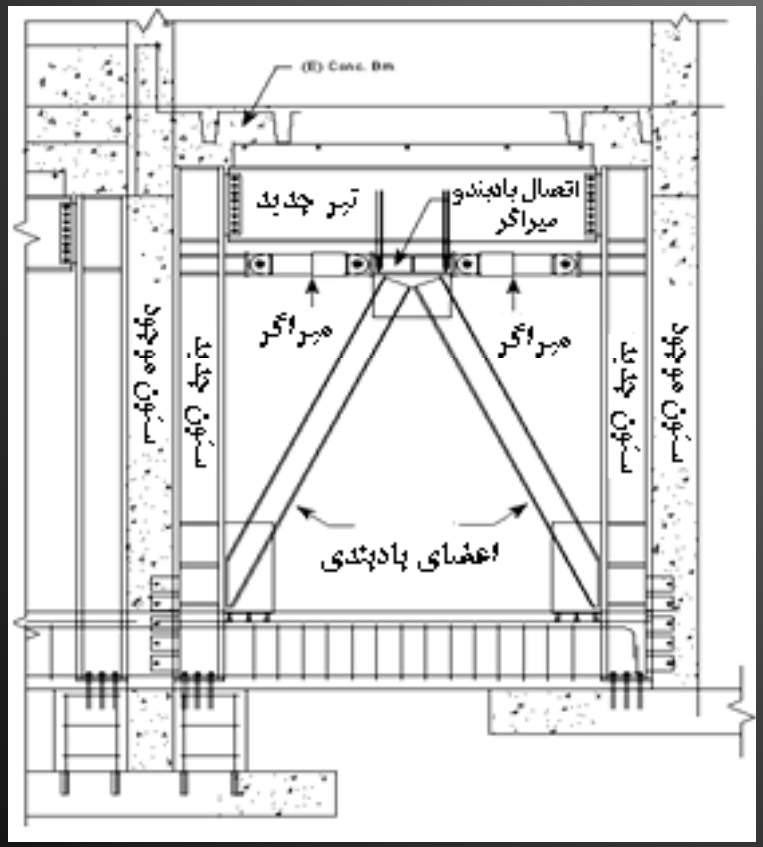


ترکیب میراگر و جداگر لرزه ای

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



# استفاده از میراگرهاي ویسکوز در بادبندهاي جناغی

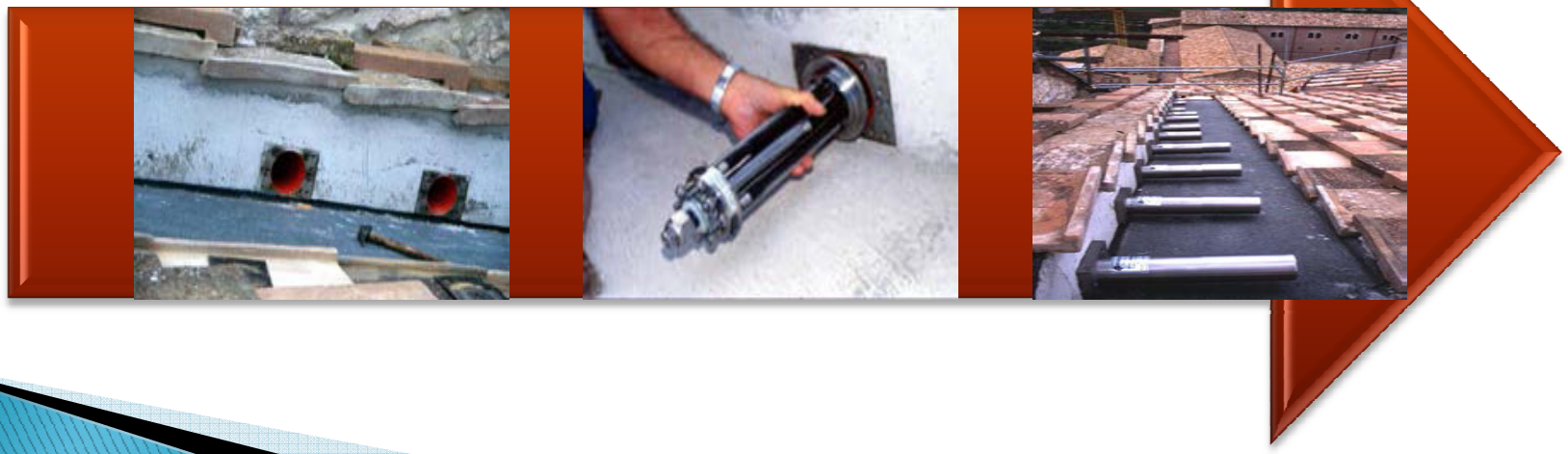


**میراگرهاي آلیاژي:** از فلزاتی ساخته میشوند که دو خاصیت زیر را دارا باشند:

۱-انعطاف پذیري آنها مشابه با انعطاف پذیري قطعه لاستیکی باشد.

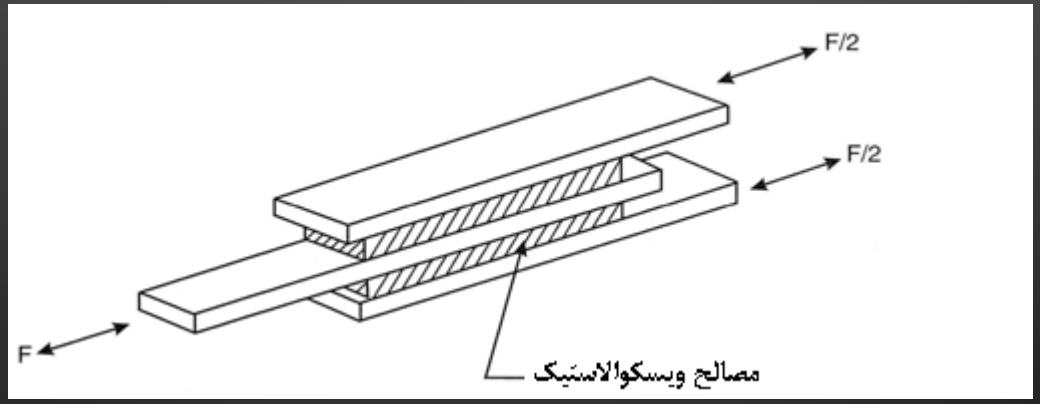
۲-پس از اعمال تغییرشکلهاي زیاد در آنها، در اثر حرارت به حالت اولیه خود باز گردند.

آلیاژ **نیکل و تیتانیوم** ضمن دارا بودن این خواص از مقاومت خوبی در برابر خوردگی نیز برخوردار است.



**میراگر ویسکوالاستیک:** مصالح ویسکوالاستیک از مواد با پایه الاستومري و پلیمري میباشند که درهنگام زلزله با انجام تغییرشکلهاي برشی، انرژي را مستهلک میکنند.میراگر ویسکوالاستیک از یک یا چند لایه از مواد ویسکوالاستیک محصور شده در میان ورقهاي فولادي تشکیل میشود.این میراگرها به نحوي در سازه قرار میگیرند که تغییرمکان نسبی طبقات باعث تغییرشکل برشی آنها شود.خصوصیات مکانیکی این میراگر به حرارت و فرکانس بارگذاري بستگی دارد.

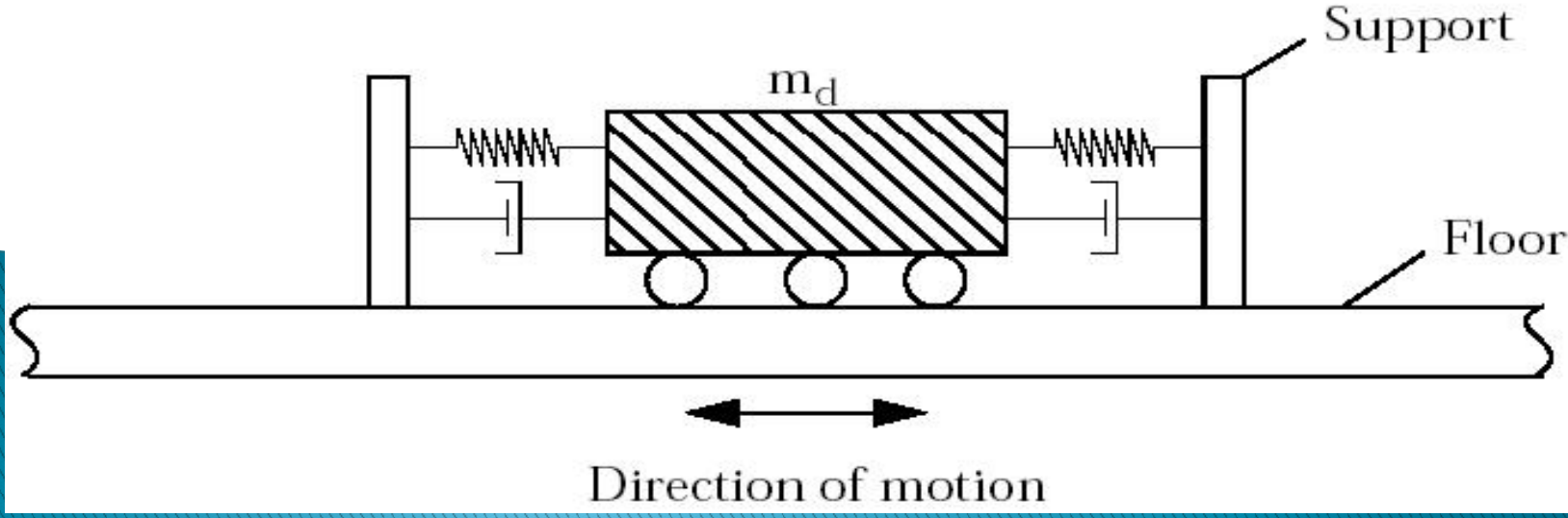
فرکانسهاي حرکت مورد انتظار این میراگر را باید تخمین زد.درجه حرارت این میراگر با تبدیل انرژي جنبشی به حرارتی بالاترمیرود که این تغییرات حرارت باید در طراحی این نوع میراگر مدنظر قرارگیرد.



میراگر جرمی(TMD):شکل زیرمیراگرهای جرمی تنظیم شده جابجائی، از نوع یک جهتی را نشان میدهد.

جرم بر روی بلبرینگهایی که به مانند یک تکیه گاه غلطکی عمل میکنند، قرار می گیرد تا جرم اجازه جابجائی جانبی نسبی به طبقه را داشته باشد .

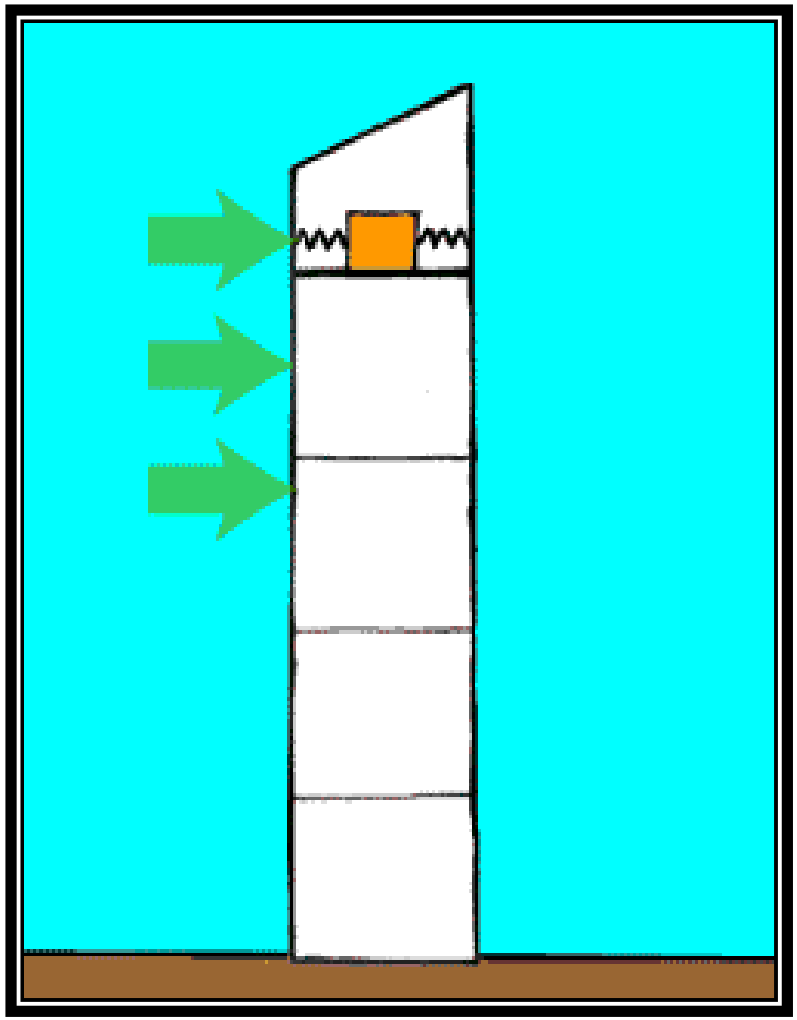
فنرها و میراگرها بین جرم و تکیه گاههای ثابت عمودی که نیروی "فاز مخالف " میراگررا به تراز طبقه و در نتیجه به قاب سازه ای منتقل میکنند، قرار می گیرد.



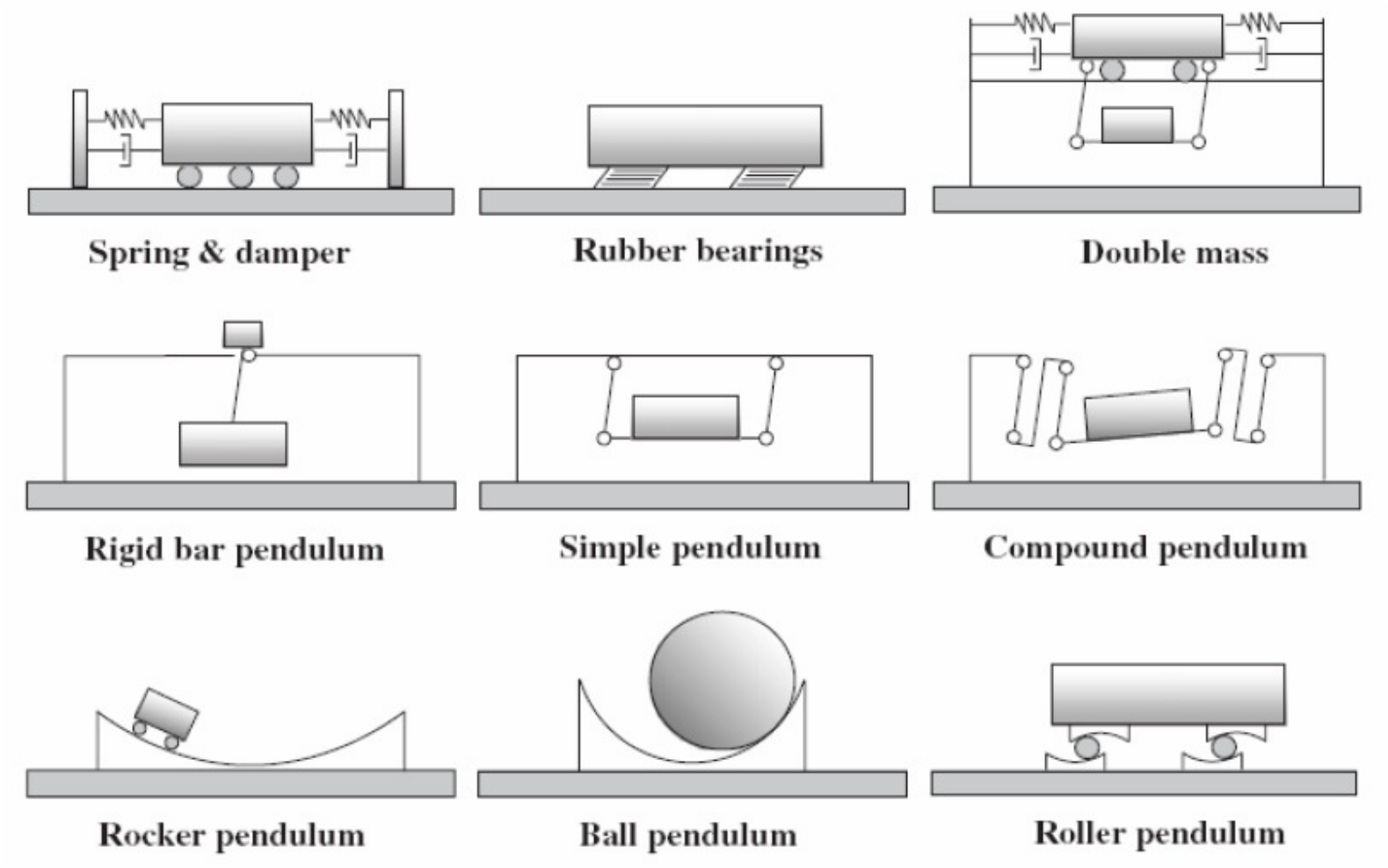
www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

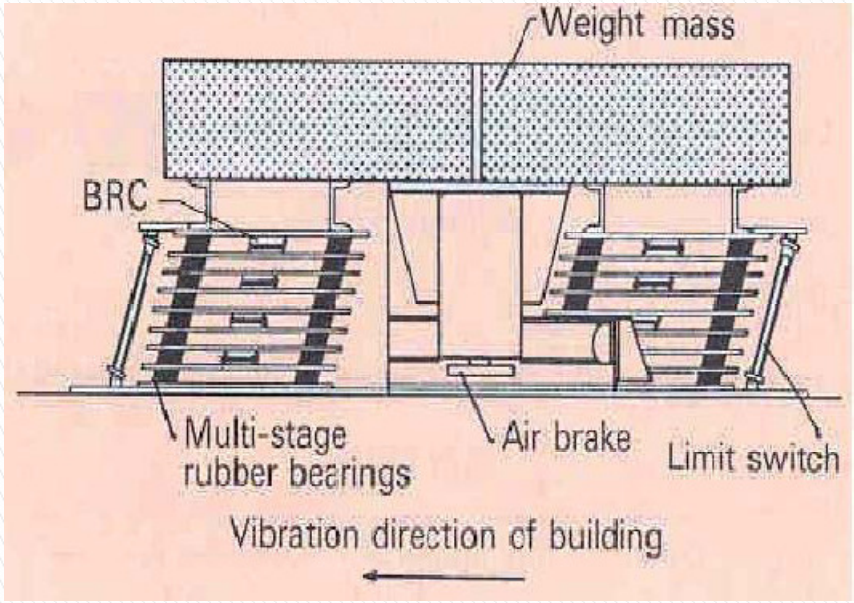
اولین کارگاه تخصصی عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)

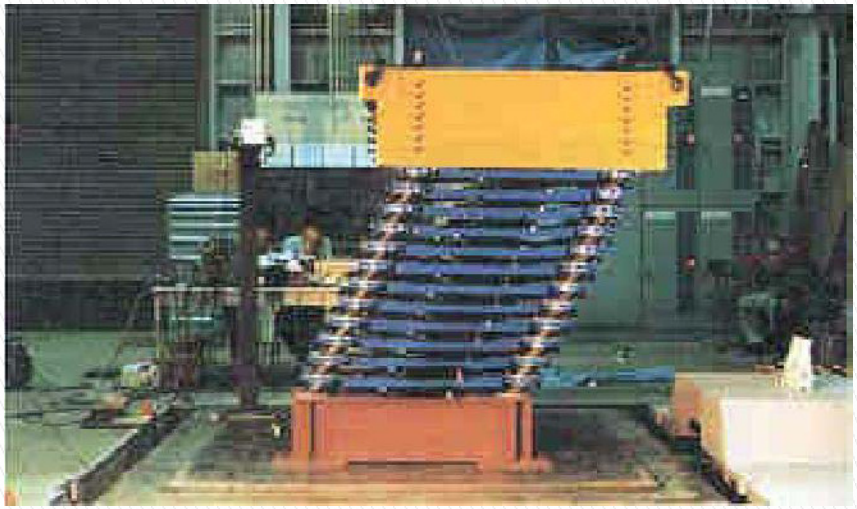
# شمای کلی نحوه عملکرد میراگر جرمی



# اشکال مختلف میراگر های جرمی





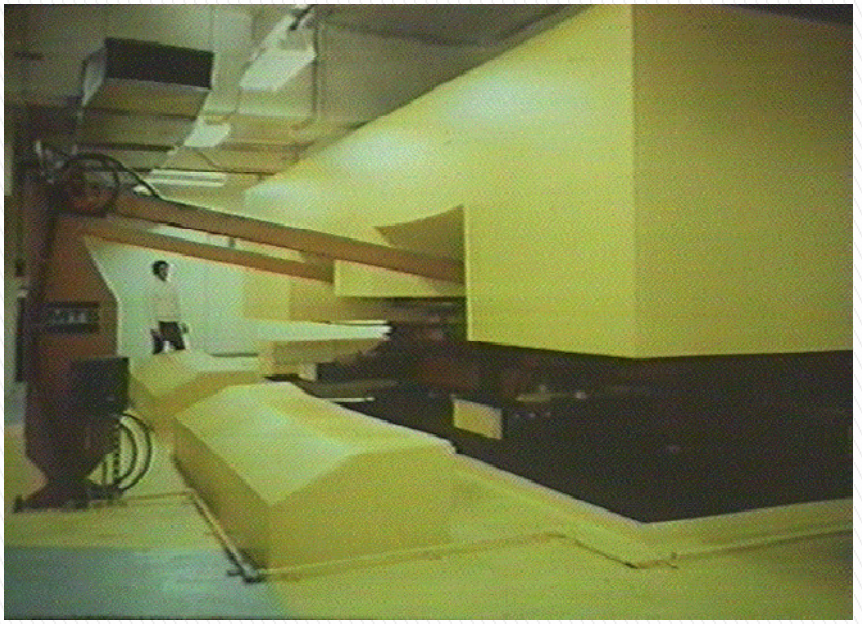



TDMشماتیک

TDMحالت تغییر شکل یافته

# ۱-برج Citicorp

## میراگر نصب شده در Citicorp tower



این ساختمان با ارتفاع۲۷۹ متر دارای پریود غالب ۶,۵ ثانیه و نسبت میرائی ۱ درصد درطول هر محور می باشد. میراگرجرمی تنظیم شده این ساختمان درطبقه شصت و سوم در تاج سازه قرارگرفته و جرمی حدود ۲ درصد جرم مودی موثر درمود اول داردبرای پاسخ در دو جهت سازه ساختمان با پریود کاری ۶,۲۵ و میرائی خطی قابل تنظیم از ۸٪ تا ۱۴ ٪ .%20±sمتغیر
انتظار میرود این میراگر دامنه حرکت سازه را تا ۵۰ درصد کاهش دهد . این کاهش دانه معادل است با اینکه میرائی سازه را به ۴ درصد افزایش دهیم .هزینه این میراگر۱/۵ ملیون دلار بوده ولی باعث ۳/۵ الی ۴ ملیون دلار صرفه جویی شده است.

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

اولین کارگاه تخصصی عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)

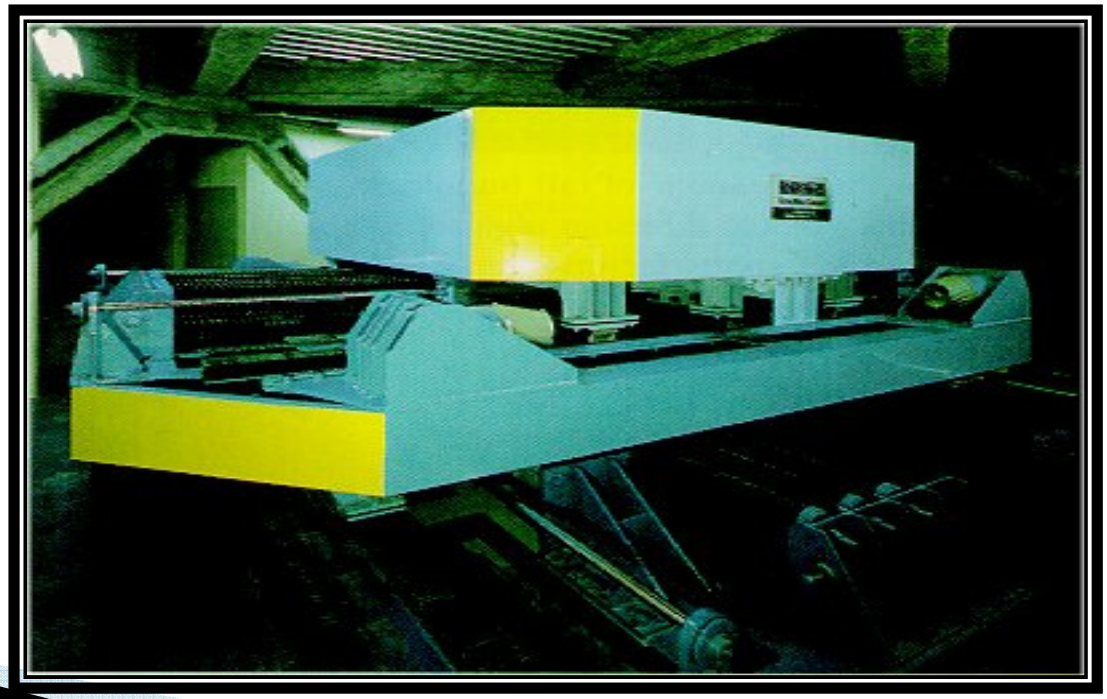
# ۲-برج جان هانکوک (John Hancock Tower)

دو میراگر به برج ۶۰ طبقه جان هانکوک در بوستن برای کاهش پاسخ سازه به نیروی باد نصب گردید.

- میراگرها در دو انتهای طبقه پنجاه و هشتم و به فاصله ۶۷ متر از هم نصب گردید .
- وزن هر میراگر ۲۷۰۰ کیلونیوتن و شامل جعبه فلزی پرشده از سرب به ابعاد ۵.۲متر و به عمق۱متر بود که بر روی یک صفحه فلزی به طول ۹متر نصب شده است .

# ۳- برج Chiba Bay Tower

- این برج که در سال ۱۹۸۶ تکمیل شد و اولین برج در ژاپن بود که با TMD مجهز گردید. این برج یک سازه فولادی با ارتفاع ۱۲۵ متر و وزن ۱۹۵۰ تن می‌باشد که پلان لوزی شکل با طول ضلع ۱۵ متر دارد.



# برج ملی کانادا

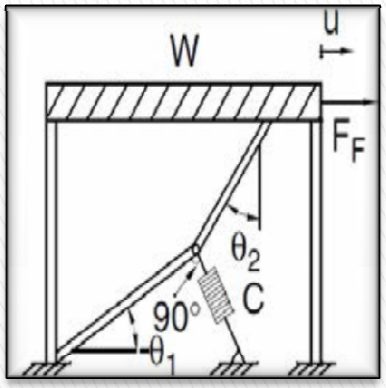
آنتن ۱۰۲متری فلزی بالای برج ملی کانادا درتورنتو ( ارتفاع برج باآنتن ۵۵۳ متر) نیازمند۲ دمپر برای جلوگیری از تغییر شکل زیادآنتن بر مقابل نیروی باد بود .

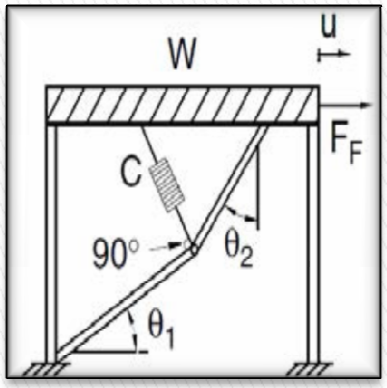
www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

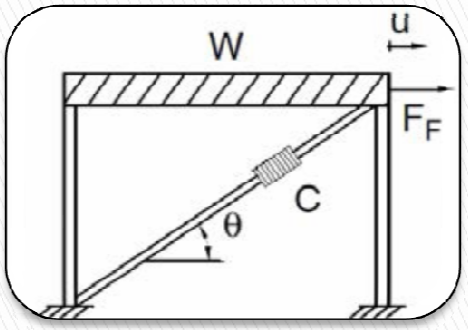


- میراگرها برای مودهای دوم وچهارم تنظیم شده اند تا نیروهای خمشی آنتن را حداقل نمایند .
- مودهای اول و سوم همان مشخصاتی را دارا هستند که سازه بتنی پیش تنیده برای آنتن تامین میکند و نیاز به میرائی های اضافی نمیباشد.

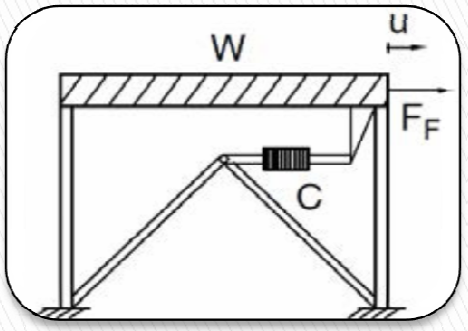
## اشکال ترکیبی نسبت هاي میرایی بیش از ۲۳ %



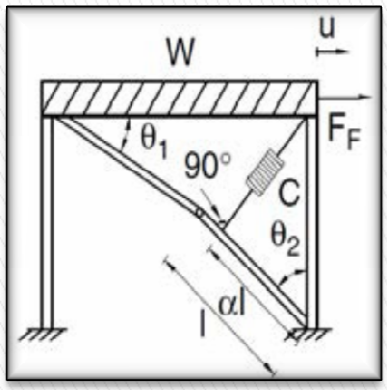




قطری




جناغی

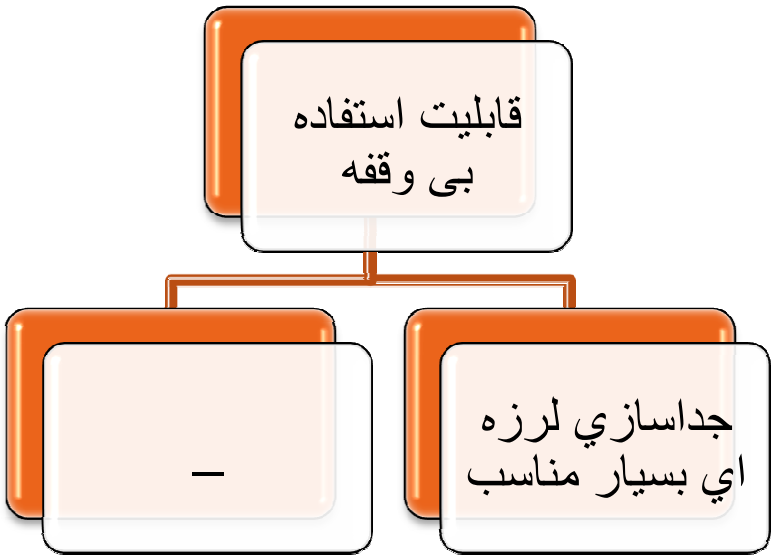



## نسبت هاي میرایی کمتر از ۵%

# اشکال قرارگیري میراگرها در قاب یک دهانه و یک طبقه

تسلیمی
وابسته به تغییرمکان
سازه هاي كوتاه و متوسط در مقابل زلزله
اصطکاکی
وابسته به تغییرمکان
سازه هاي كوتاه و متوسط در مقابل زلزله
آلیاژي
نه وابسته به سرعت و نه وابسته به تغییرمکان
كنترل لرزه هاي موضعی
ویسکوز
وابسته به سرعت
اکثرسازه ها در مقابل باد و زلزله
ویسکوالاستیک
وابسته به سرعت و تغییرمکان
سازه هاي كوتاه و متوسط در مقابل باد و زلزله
جرمی
نه وابسته به سرعت و نه وابسته به تغییرمکان
سازه هاي بلند در مقابل باد و زلزله

خرابی محدود
جداسازي لرزه اي مناسب
ميراگر مناسب


قابليت استفاده بی وقفه
جداسازي لرزه اي بسيار مناسب
–

آستانه فروريزش
–
–

ايمنی جانی
ميراگر مناسب
–

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

# با تشکر