بسم الله الرحمن الرحيم

بیان مسئله

از جمله راهکارهای کنترل ارتعاش و جذب انرژی میراگرها میباشد که در گونه ای از آنها که به میراگرهای جاری شونده موسومند، میراگر با رسیدن به نقطه تسلیم به جذب انرژی میپردازد در این پژوهش با در نظر گیری اشکال مرسوم از این میراگرهای (میراگرهای شیاردار، میراگرهای لوله ای، میراگرهای دو لوله ای تقویت شده ، میراگرهای Tadas و میراگرهای Xadas) و شبیه سازی در نرم افزار آباکوس سعی بر بهینه یابی این میراگرها به نسبت جذب انرژی به وزن میراگر میباشیم. بدین منظور با در نظر گیری یک بارگذاری جابه جایی کنترل میراگرهای عنوان شده در یک قاب خمشی جانمایی شده و مورد تحلیل استاتیکی غیرخطی قرار خواهند گرفت.

اهداف پژوهش

- مدل سازی ۶ قاب خمشی مجهز شده به میراگرهای جاری شونده متفاوت در دو سرقاب
- استخراج نمودار ظرفیت در هر مدل در نظر گرفته شده و اتفسیر سختی و شکل پذیری
- بررسی توضیع تنش در هر قاب با توجه به متغیر بودن میراگر
- تخمین انرژی جذب شده هر مدل با توجه به متغیر بودن میراگر
- بررسی مواضع آسیب به وجود آمده در هر مدل

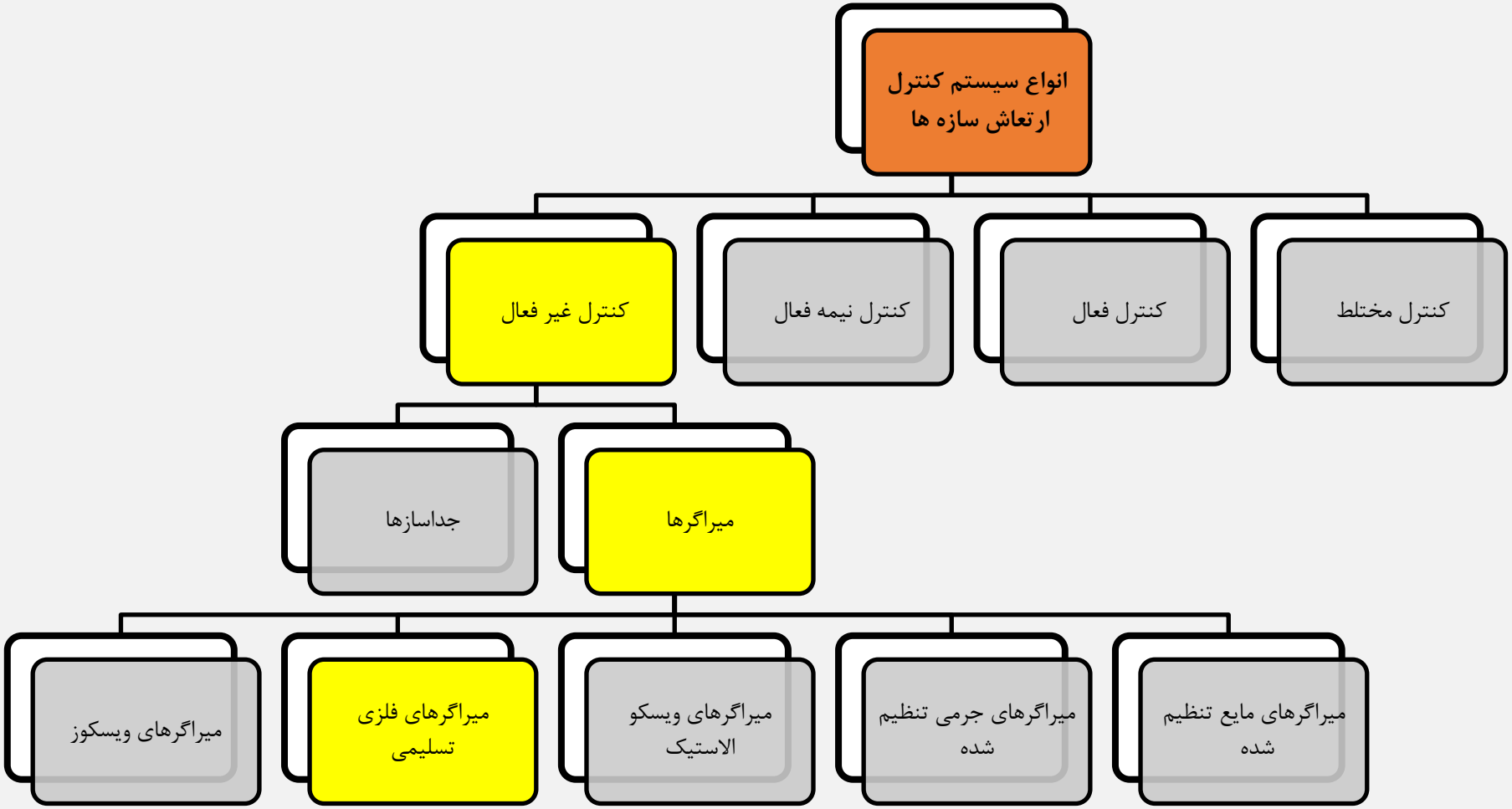
جنبه نوآوری پژوهش

با توجه به تحقیقات گسترده انجام گرفته در زمیته میراگیرهای جاری شونده شده است در این پژوهش با نگاهی مقایسه ای به کارکرد این میراگر ها در یک قاب خمشی فولادی با خصوصیات واحد پرداخته میشود که در واقع گامی جهت تکمیل سیستم های باربرجانبی میباشد همچنین با نگاهی مقایسه ای بین این نوع میراگرها درک عمیق تری نسبت به کارکرد این میراگرها در سیستم باربر جانبی قاب خمشی ارائه میشود.

عملکرد میراگرها در سازه

به طور کلی میراگرها به منظور کاستن پاسخ دینامیکی سازه در برابر بارگذاری بالا و زلزله استفاده می شوند مکانیزم عملکردی این گونه وسایل به گونه ای است که با انجام تغییر شکل های ویژه و اعمال مکانیکی خاصی مقدار زیادی از انرژی ورودی به سازه بر اثر بارگذاری دینامیکی را جذب و مستهلک می سازد. عملکرد اینگونه وسایل موجب می شود که انرژی دریافتی سایر اعضای سازه ای کاهش یافته و در نتیجه تغییر شکل زیادی در آنها ایجاد نشود. اتلاف انرژی در میراگرها به صورت تغییر انرژی جنبشی به حرارت توسط اصطکاک با حرکت در مایع لزج و یا تسلیم شدن فلزات و اتفاق می افتد

انواع سیستم های کنترل ارتعاش سازه



میراگرهای تسلیمی

در تحلیل رفتار این میراگر باید گفته شود که این میراگر وابسته به تغییر مکان است و انرژی منتقل شده به سازه را صرف تسلیم و رفتار غیر خطی در قطعات به کار رفته در خود می کند، در واقع از تغییر شکل غبر الاستیک فلزات شکل پذیر مانند فولاد و سرب برای از بین بردن انرژی استفاده میشود این میراگرها در بادبندها، محل اتصال تیر به ستون و فونداسیون ها به کار می روند.

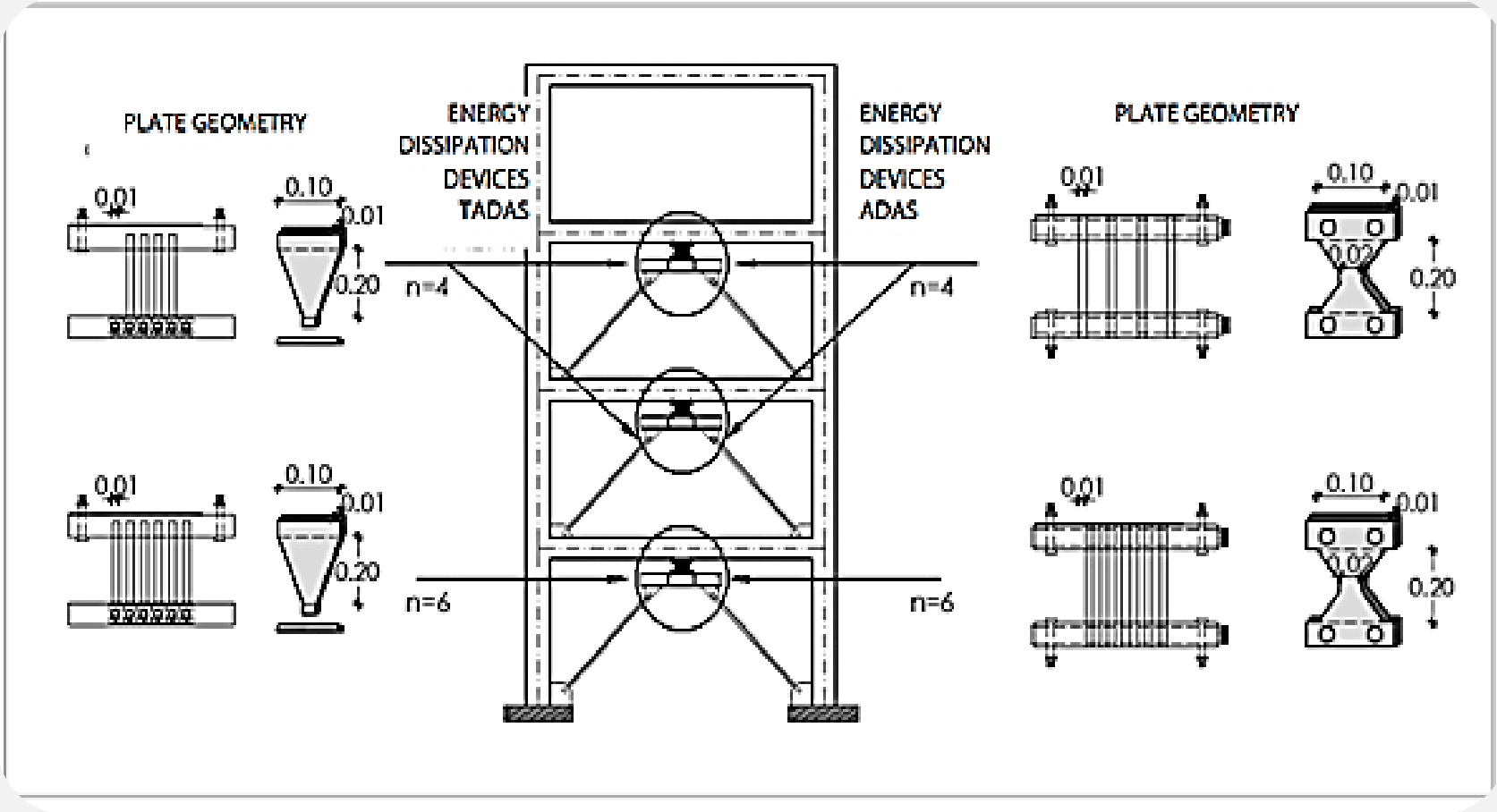
میراگرهای تسلیمی

در بادبندها و محل اتصال تیر به ستون

میراگرهای فلزی تسلیمی متداول ترین نوع میراگر در بادبندها و محل اتصال تیر به ستون می باشند که اغلب از چند ورق فولادی موازی تشکیل شده اند و در ترکیب با سیستم بادبند نقش جذب و اتلاف انرژی را بر عهده می گیرند. در واقع در سازه مثل یک فیوز عمل می کنند و با تمرکز رفتار غیر خطی در خود، مانع از بروز رفتار غیر خطی و آسیب در سایر اجزاء اصلی و فرعی سازه می شوند.

میراگرهای تسلیمی

در بادبندها و محل اتصال تیر به ستون



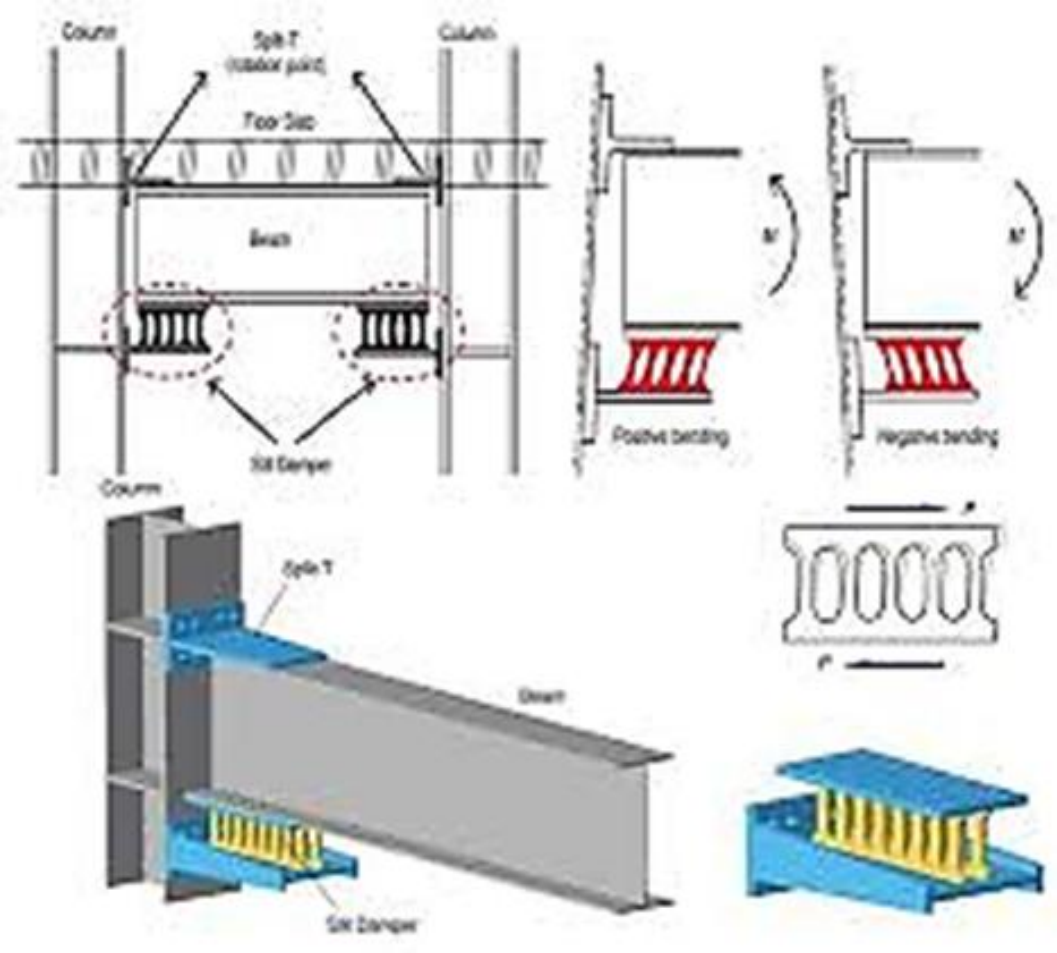
میراگرهای تسلیمی نصب شده در بادبندها

میراگر شکافدار فولادی

این میراگر یک ورق یا پروفیل استاندارد فولادی با تعدادی شکاف بریده شده در جان آن است نوارهای باقیمانده در جان میراگر، با جذب تغییر شکل های غیر الاستیک، انرژی لرزه ای را مستهلک کرده و مانع از انتقال آن به اعضای سازهای اصلی می شود به عبارت دیگر میراگرهای شکافدار فولادی، به منظور جلوگیری از شکست اتصالات ترد و خرابی اعضای سازهای اصلی، در محل اتصال تیر به ستون استفاده شده اند.

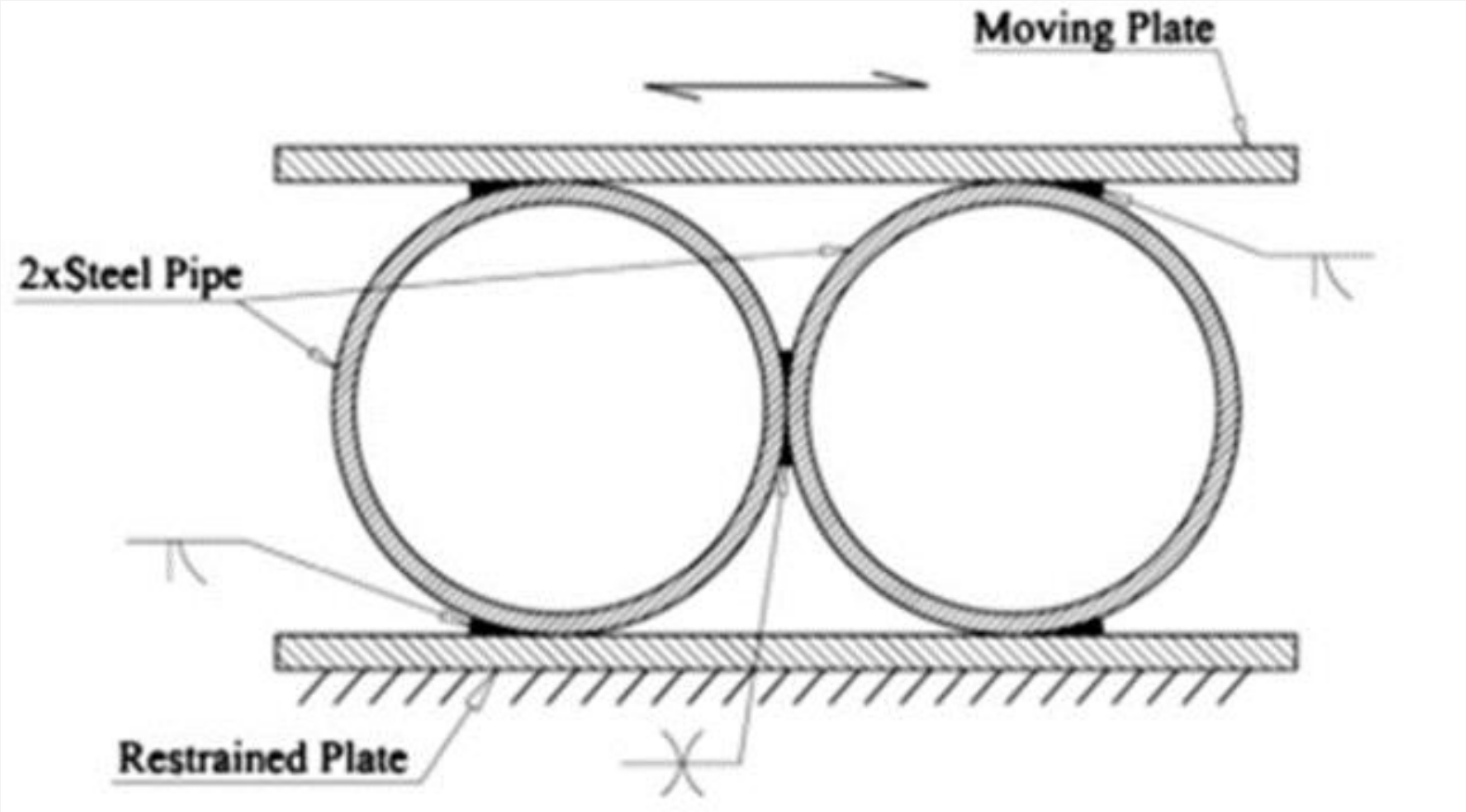
در پی وقوع زلزله های نورتریج در آمریکا (۱۹۹۴) و کوبه در ژاپن (۱۱۹۵) ساختمان های زیادی از بین رفتند. علت اصلی خرابی سازه های فولادی در این زلزله ها اتصالات صلب این سازه ها بود. این اتصالات دارای ظرفیت چرخش پلاستیک کمی بوده و در اثر زلزله دچار شکست ترد شده که نتیجه نهایی آن انهدام اعضای اصلی سازه بوده است.

میراگر شکافدار فولادی



شماتیک میراگر های مرسوم شکافدار فولادی

میراگرهای لوله ای



شماتیک یک میراگر دو لوله ای

پیشینه پژوهش

ردیف	نام محقق و سال	عنوان	نتایج
۱	انصاری و همکاران در سال ۱۳۹۸	بررسی رفتار غیرخطی میراگر جدید پیشنهادی تسلیمی پیچشیTFD	این دسته از میراگرها اغلب در زلزله های با شدت متوسط و یا بالا جاری میگردند و منحنی های هیسترزیس آنها نسبتا چاق و پایدار می باشد. در این بررسی سیستم نوین پیشنهادی نیروی جانبی وارد را به صورت تغییر شکل پیچشی مستهلک می نماید. بدین منظور سیستم پیشنهادی به صورت عددی در نرم افزار OPENSEESمورد بررسی غیر خطی قرار گرفته است. نتایجی که از این تحقیق بدست آمده حاکی از آن است که استفاده از میراگر TFDباعث می شود درصد زیادی از اتلاف انرژی غیرخطی در این سیستم اتفاق بیفتد

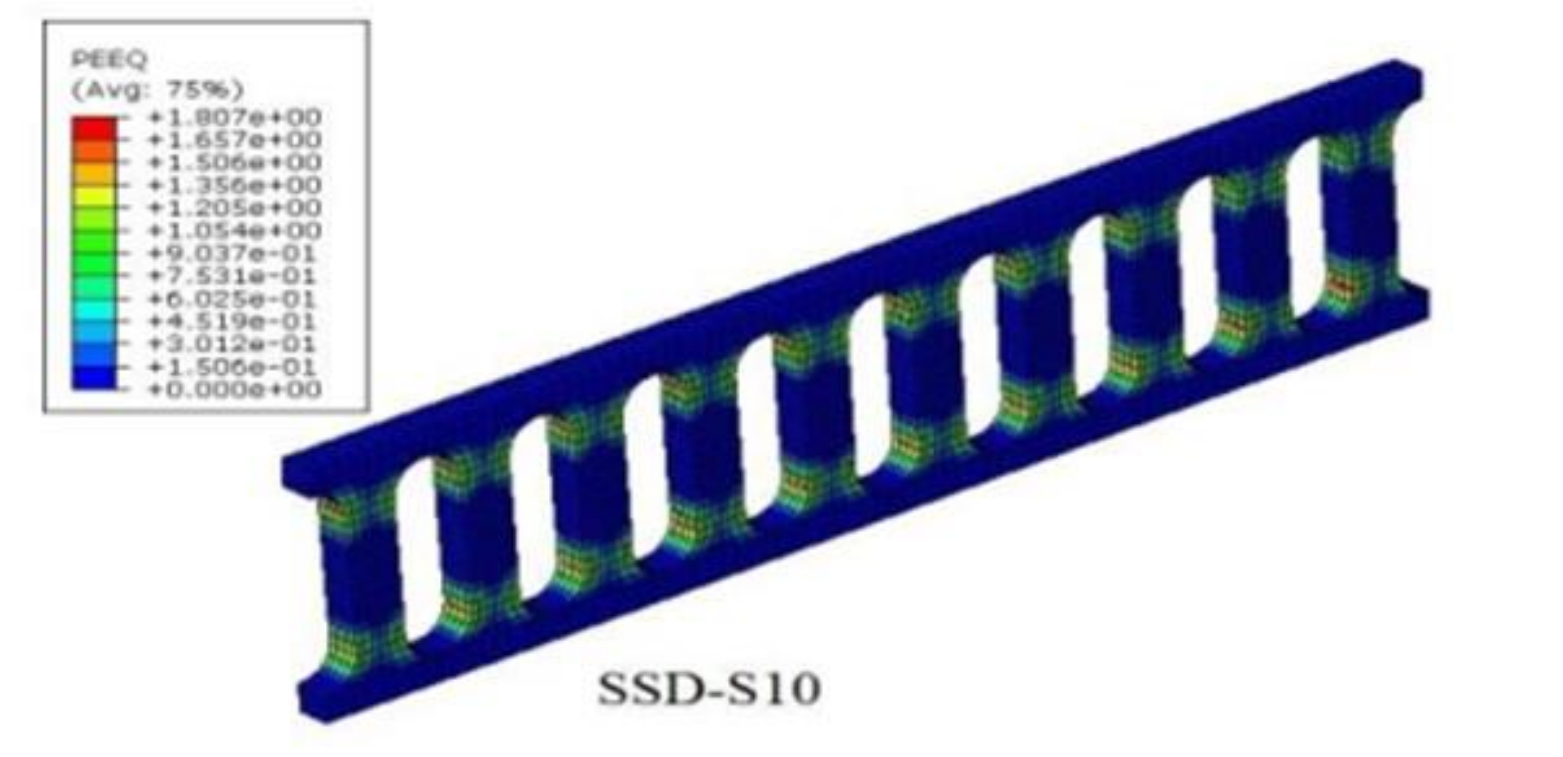
پیشینه پژوهش

ردیف	نام محقق و سال	عنوان	نتایج
۲	در سال ۱۳۹۸ ذبیحی و همکاران	عملکرد میراگر شکافدار و تیر با سطح مقطع کاهش یافته تحت بارگذاری چرخه‌ای	در این مطالعه ابتدا مقایسه‌ای بین اتصال SSDو اتصال تیر با سطح مقطع کاهش یافته (RBS)تحت بارگذاری چرخه‌ای انجام شده است. در ادامه پیشنهاداتی به منظور بهبود عملکرد اتصال SSDبا قابلیت استفاده در قاب‌های خمشی ویژه مطرح گردیده است، که این پیشنهادات شامل افزایش ضخامت و تعداد نوارها و همچنین کاهش ارتفاع میراگر بوده است. نتایج مطالعات نشان داد که اتصال SSDاز لحاظ عملکردی تفاوت زیادی با اتصال RBSنداشته است و مطابق با ضوابط لرزه‌ای اتصالات از پیش تایید شده، امکان استفاده از این اتصال در قاب‌های خمشی ویژه وجود دارد با این تفاوت که نیاز به تعویض آن پس از زلزله نمی باشد.

پیشینه پژوهش

ردیف	نام محقق و سال	عنوان	نتایج
۲	در سال ۱۳۹۸ ذبیحی و همکاران	عملکرد میراگر شکافدار و تیر با سطح مقطع کاهش یافته تحت بارگذاری چرخه‌ای	در این مطالعه ابتدا مقایسه‌ای بین اتصال SSDو اتصال تیر با سطح مقطع کاهش یافته (RBS)تحت بارگذاری چرخه‌ای انجام شده است. در ادامه پیشنهاداتی به منظور بهبود عملکرد اتصال SSDبا قابلیت استفاده در قاب‌های خمشی ویژه مطرح گردیده است، که این پیشنهادات شامل افزایش ضخامت و تعداد نوارها و همچنین کاهش ارتفاع میراگر بوده است. نتایج مطالعات نشان داد که اتصال SSDاز لحاظ عملکردی تفاوت زیادی با اتصال RBSنداشته است و مطابق با ضوابط لرزه‌ای اتصالات از پیش تایید شده، امکان استفاده از این اتصال در قاب‌های خمشی ویژه وجود دارد با این تفاوت که نیاز به تعویض آن پس از زلزله نمی باشد.

پیشینه پژوهش



نمایش کرنش پلاستیک در میراگر با تعداد نوار 10 در تحقیق ذبیحی و همکاران

پیشینه پژوهش

ردیف	نام محقق و سال	عنوان	نتایج
۳	در سال ۲۰۱۱ ایتو و همکاران	یک میراگر نوع جدید که تشکیل شده از یک ورق فولادی شکافدار و پنلهای چوبی مقاوم در برابر کمانش، ارائه دادند	آنها به این نتیجه رسیدند که میراگرها از یک سطح دریفت کوچک (۰.۲٪) شروع به اتلاف انرژی می‌کنند و بیش‌تر از ۸۰ درصد کل انرژی اعمال شده به ساختمان در میراگرها برای زلزله‌های سطح سرویس جذب می‌شود، در حالی که بیش‌تر از ۵۰ درصد برای سطح زلزله‌های اطمینان جذب می‌کنند

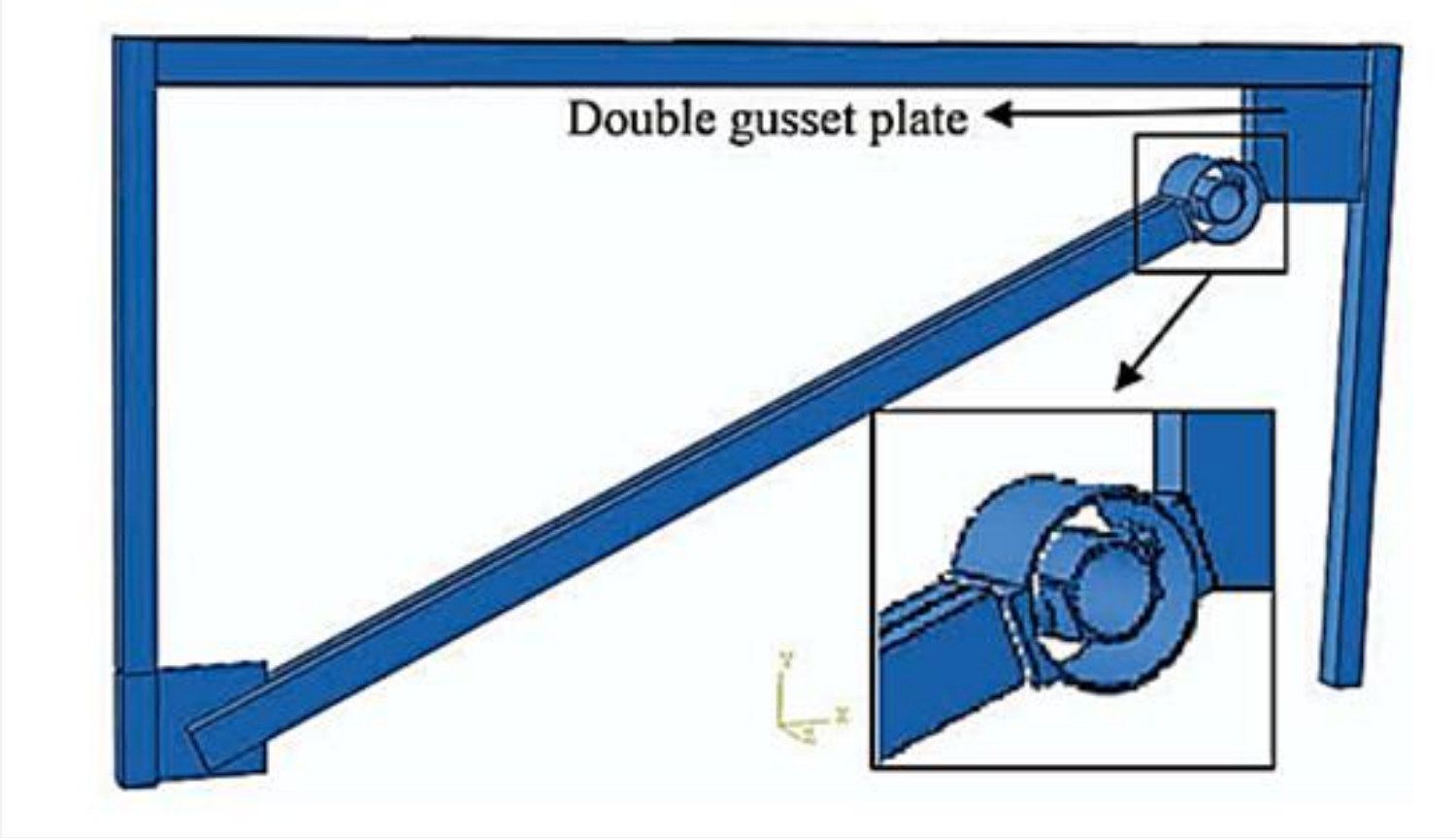
پیشینه پژوهش

ردیف	نام محقق و سال	عنوان	نتایج
۴	در سال ۲۰۱۴ سفری و همکاران	از ۸ میراگر شیاردار کوچک در سطح ستون استفاده کردند	آنها برای پیدا کردن بهترین پیکربندی برای میراگرها نشان دادند که می‌توان از اتصالات جدید طراحی شده در تحقیقشان استفاده کرد، به همین منظور تحقیق پارامتریک بر روی شکل هندسی آنها انجام دادند. محققان نشان دادند که تسلیم شدگی میراگر شیاردار در برش و خمش است. از این رو برای جزئیات دو مکانیزم تسلیم متفاوت (تسلیم شدگی برشی و تسلیم شدگی خمشی) برای طراحی کردن میراگرهای شیاردار معرفی کردند و مقاومت اتصالات و شکل‌پذیری را مقایسه کردند

پیشینه پژوهش

ردیف	نام محقق و سال	عنوان	نتایج
۵	چراغی و همکاران در سال ۲۰۱۷	پژوهشی به صورت مدل سازی عددی و تست های آزمایشگاهی بر روی نوع جدیدی از میراگرهای چندفازی را انجام دادند	میراگر شامل لولهای تو در تو که می تواند پارامترهای رفتار دینامیکی مانند مقاومت، سختی و نسبت میرایی را تغییر دهد. تست های شبه استاتیکی رفت و برگشتی بر روی دو نمونه انجام شده است. نتایج آنها جذب انرژی، شکل پذیری و نمودار های پایدار رفت و برگشتی مناسب در سطوح مختلف انرژی های ورودی، را نشان داد.

پیشینه پژوهش

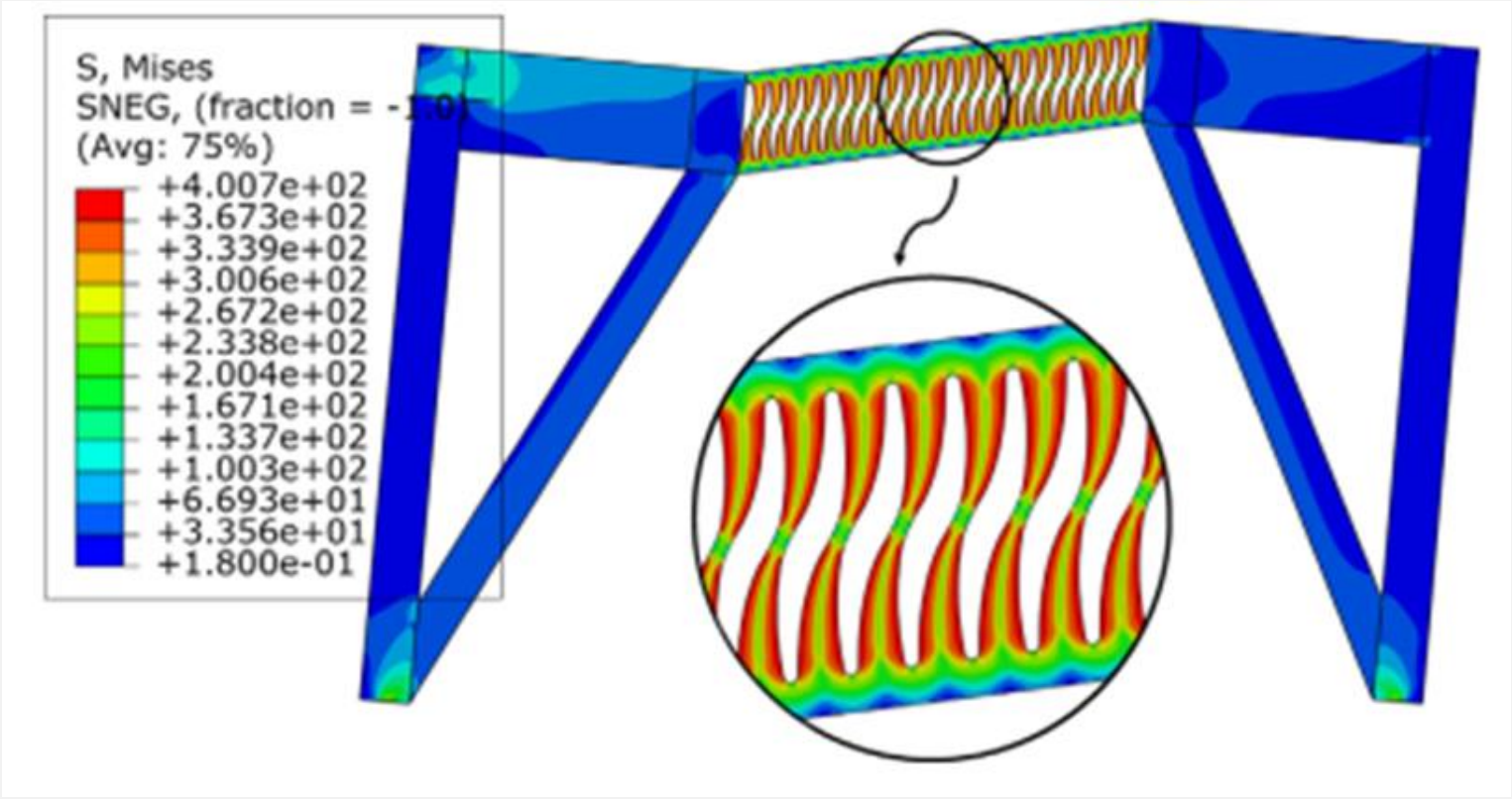


میراگر مطالعه شده در تحقیق چراغی و همکاران

پیشینه پژوهش

ردیف	نام محقق و سال	عنوان	نتایج
۶	عسکریانی و همکاران در سال ۲۰۲۰	به بررسی استفاده از تیر پیوند شکافدار در سیستم مهاربندی واگرا پرداختند	نتایج حاصل از تحلیل چرخه ای در این مطالعه نشان از ظرفیت شکل پذیری این نوع تیر پیشنهادی با منحنی هیسترزیس پروانه ای و پایدار در لوپ های انتهایی میباشد.همچنین در این مطالعه مشاهده شد که خرابی در تیرهای پیوند در لبه های شیارهای ابتدایی و انتهایی آغاز شده و به کل تیر پیوند سرایت میکند.

پیشینه پژوهش

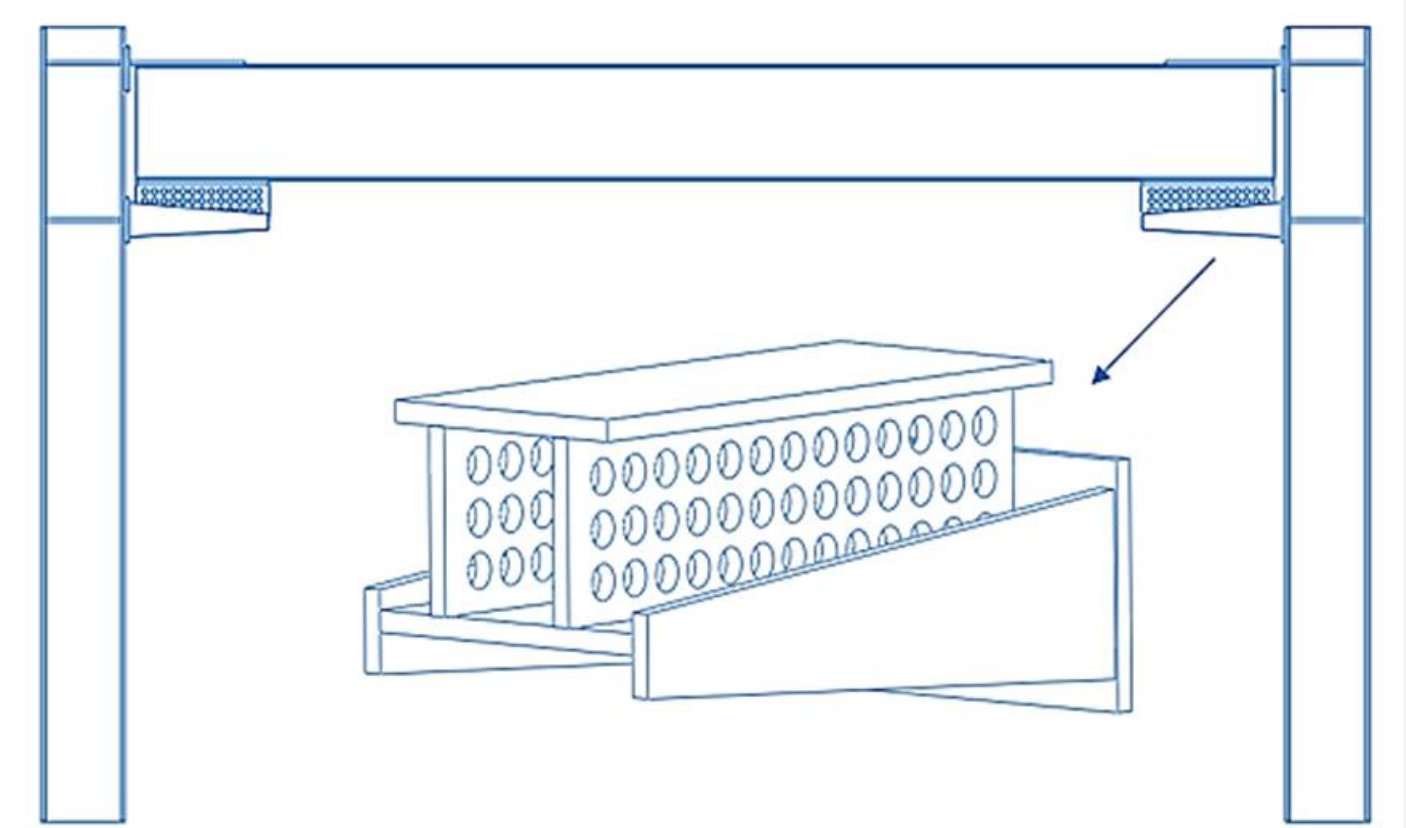


تنش های فون میزز به وقوع پیوسته در مدل مورد مطالعه در تحقیق عسکریانی و همکاران

معرفی مدل ها

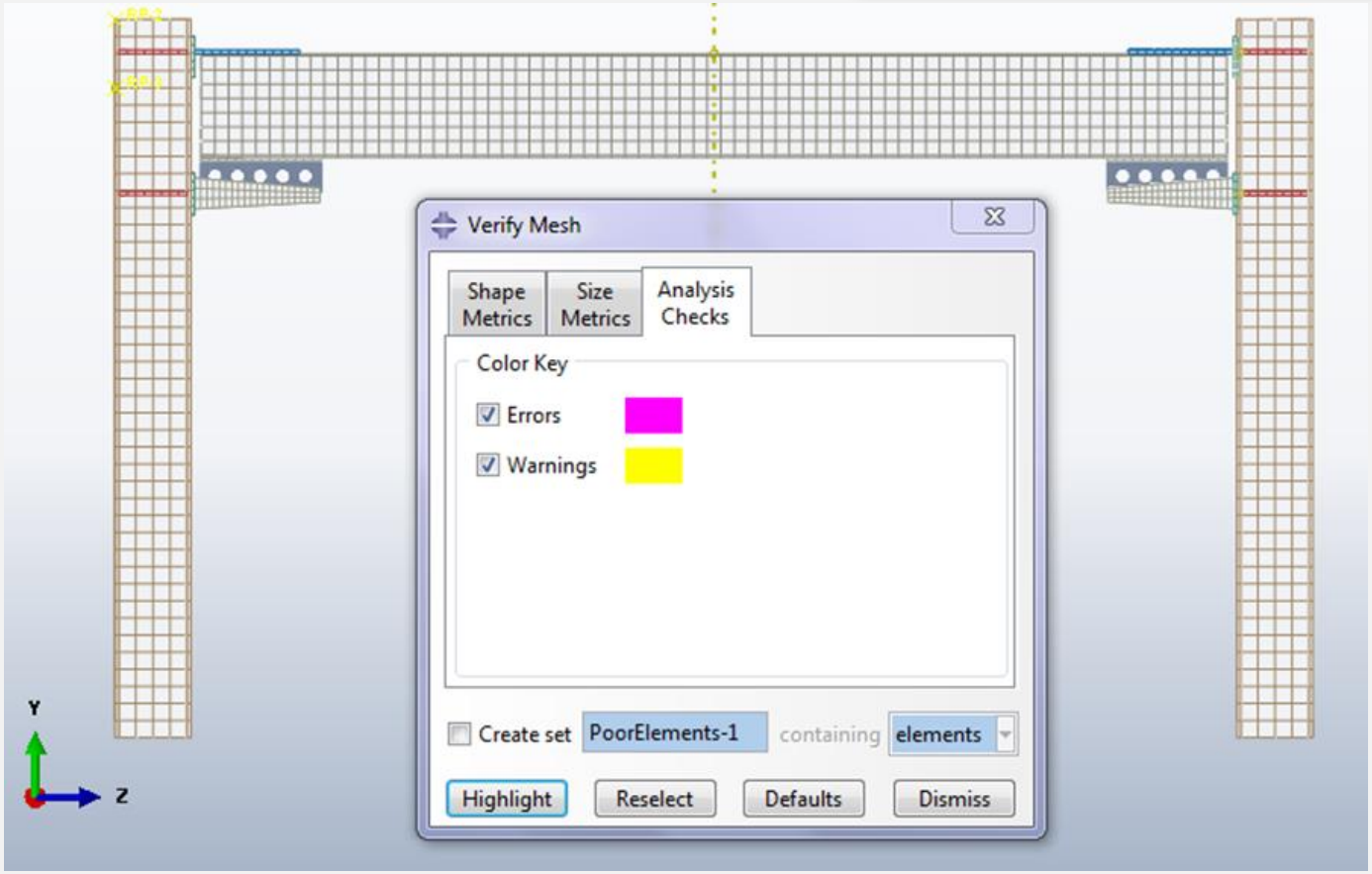
با توجه به اینکه در این تحقیق هدف اصلی این تحقیق متغییر بودن نوع میراگر جاری شونده که در مواردی با تغییر آرایش شیارها و در مواردی دیگر با در نظر گیری میراگرهای جاری شونده مرسوم از قبیل میراگر X-Adasو میراگر لوله ای مورد مطالعه میباشد. مدل های در نظر گرفته شده مورد تحلیل استاتیکی غیرخطی به صورت جابه جایی کنترل قرار گرفته و منحنی ظرفیت هر یک استخراج شده شده و مورد بحث قرار میگیرد. به منظور درک صحیح تر از رفتار میراگر اشکال کانتورهای تنش و کرنش های پلاستیک معادل نیز استخراج شده و مورد بحث قرار میگیرد.

معرفی مدل ها



قاب مدل سازی شده با میراگر شیاردار به منظور مطالعه

معرفی مدل ها



جزییات مش بندی در مدل های مورد مطالعه

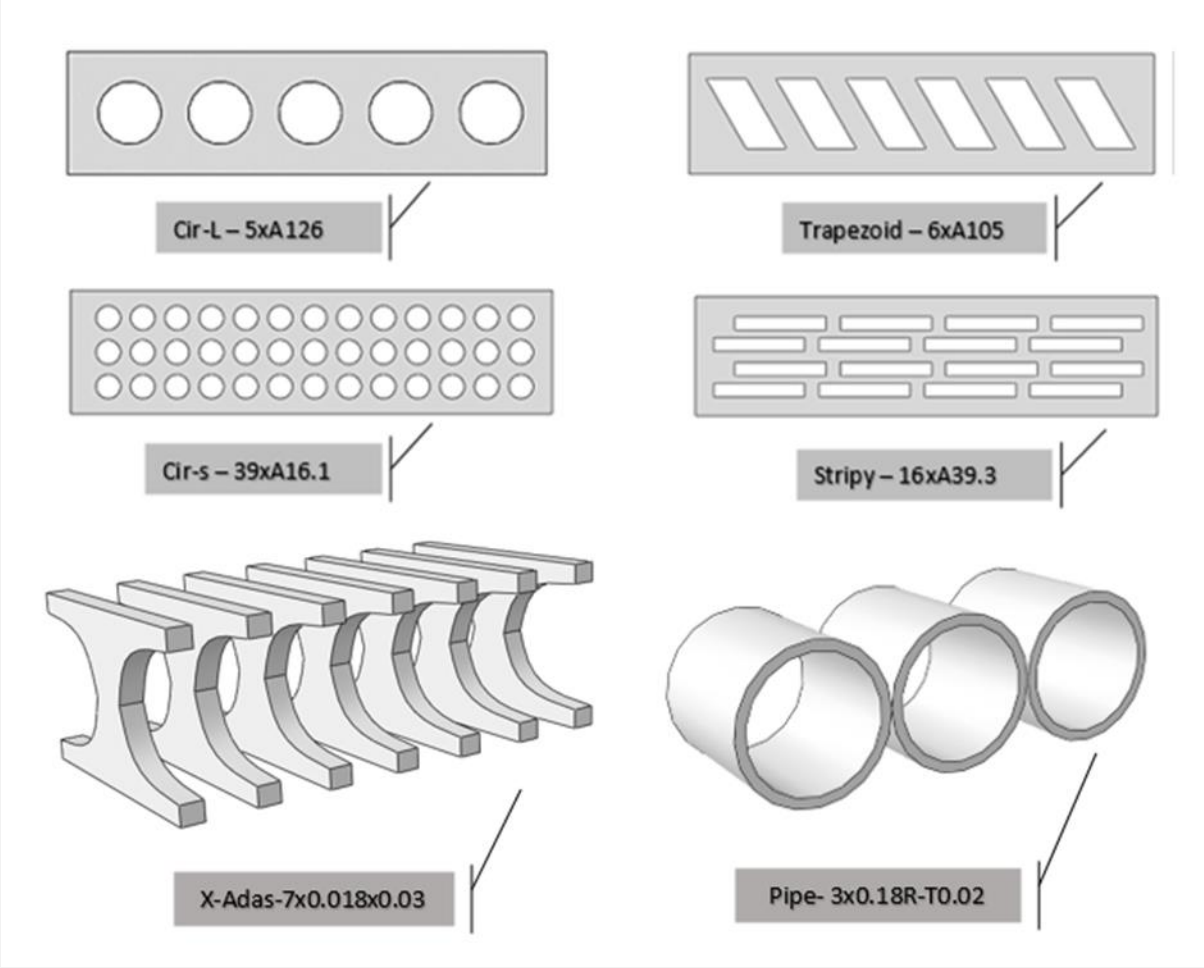
معرفی مدل ها

نام مدل	نوع سوراخ	تعداد سوراخ	مساحت سوراخ	فاصله افقی سوراخ
Cir-L	دایره کوچک	۵	۱۲۶	۲/۸
Cir-S	دایره بزرگ	۳۹	۱۶.۱	۱/۳
Stripy	مستطیل افقی	۱۶	۳۹.۹	۳
Trapezoid	ذوذنقه	۶	۱۰۵	۵/۸

جزئیات آرایش در میراگرهای جاری شونده شیارها

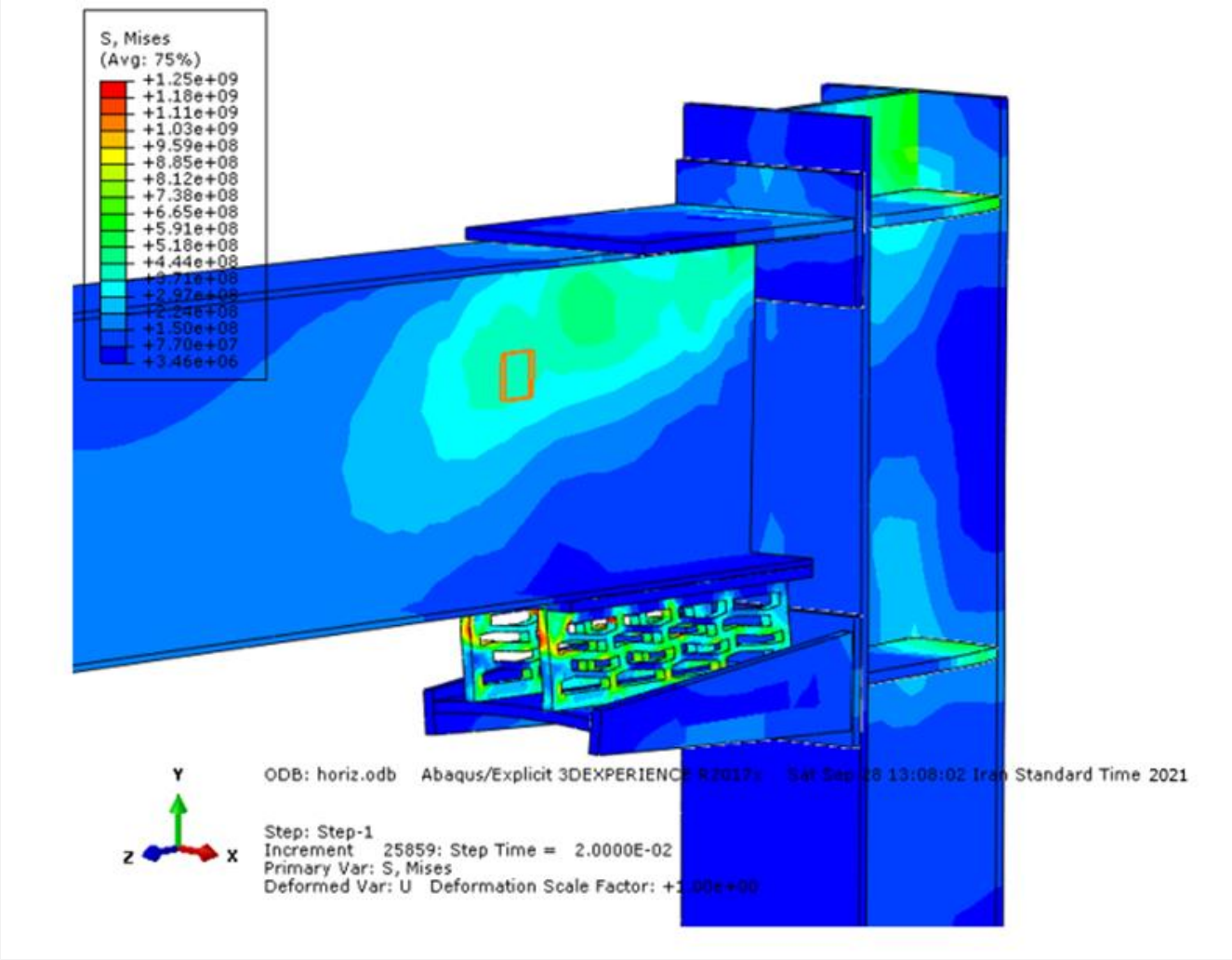
معرفی مدل ها

در دو مدل دیگر از میراگر لوله ای به قطر بیرونی ۱۸ سانتی متر و ضخامت ۲/۱ سانتی میتر میباشد و میراگر X-adasبا ارتفاع ۱۸ سانتی متر و ضخامت ۲ سانتی متر بوده که عرض گلویی آن ۵/۴ سانتی متر در نظر گرفته شده است.



شماتیک و جزئیات میراگرهای جاری شونده مورد مطالعه

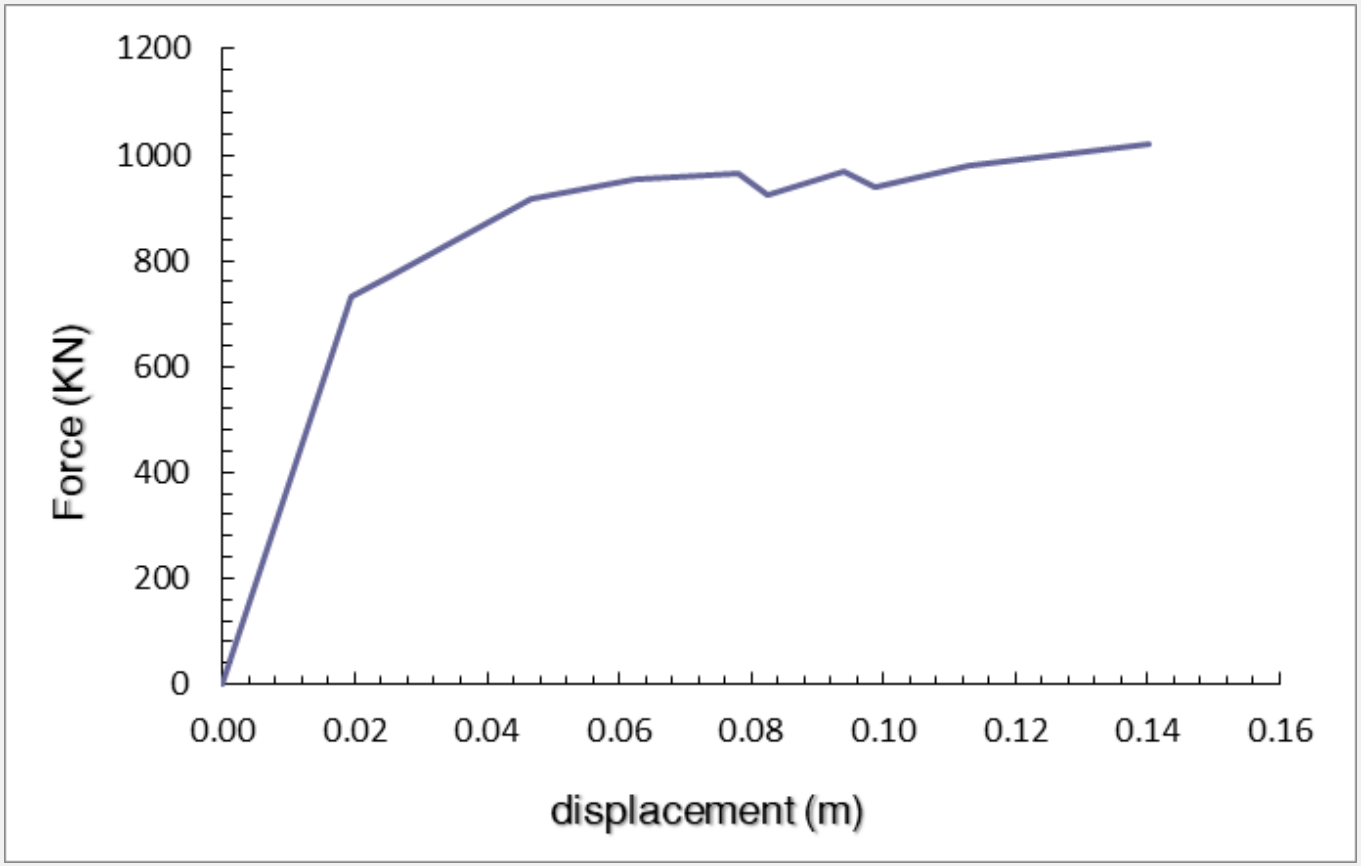
نتایج مستخرج از نرم افزار



کانتورهای تنش فون میزز در مدل با میراگر STRIPY

مدل STRIPY

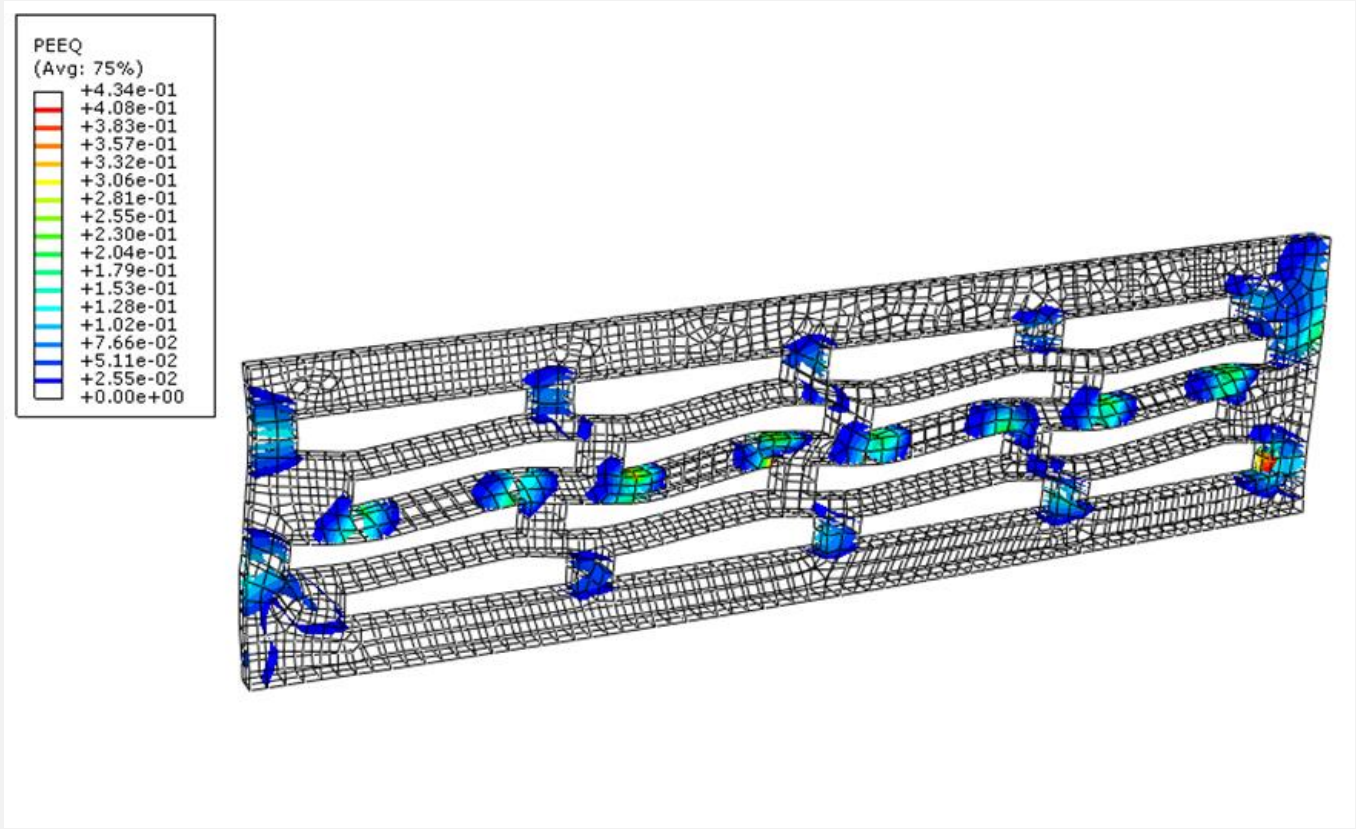
نتایج مستخرج از نرم افزار



منحنی ظرفیت استخراج شده برای مدل با میراگر STRIPY

مدل STRIPY

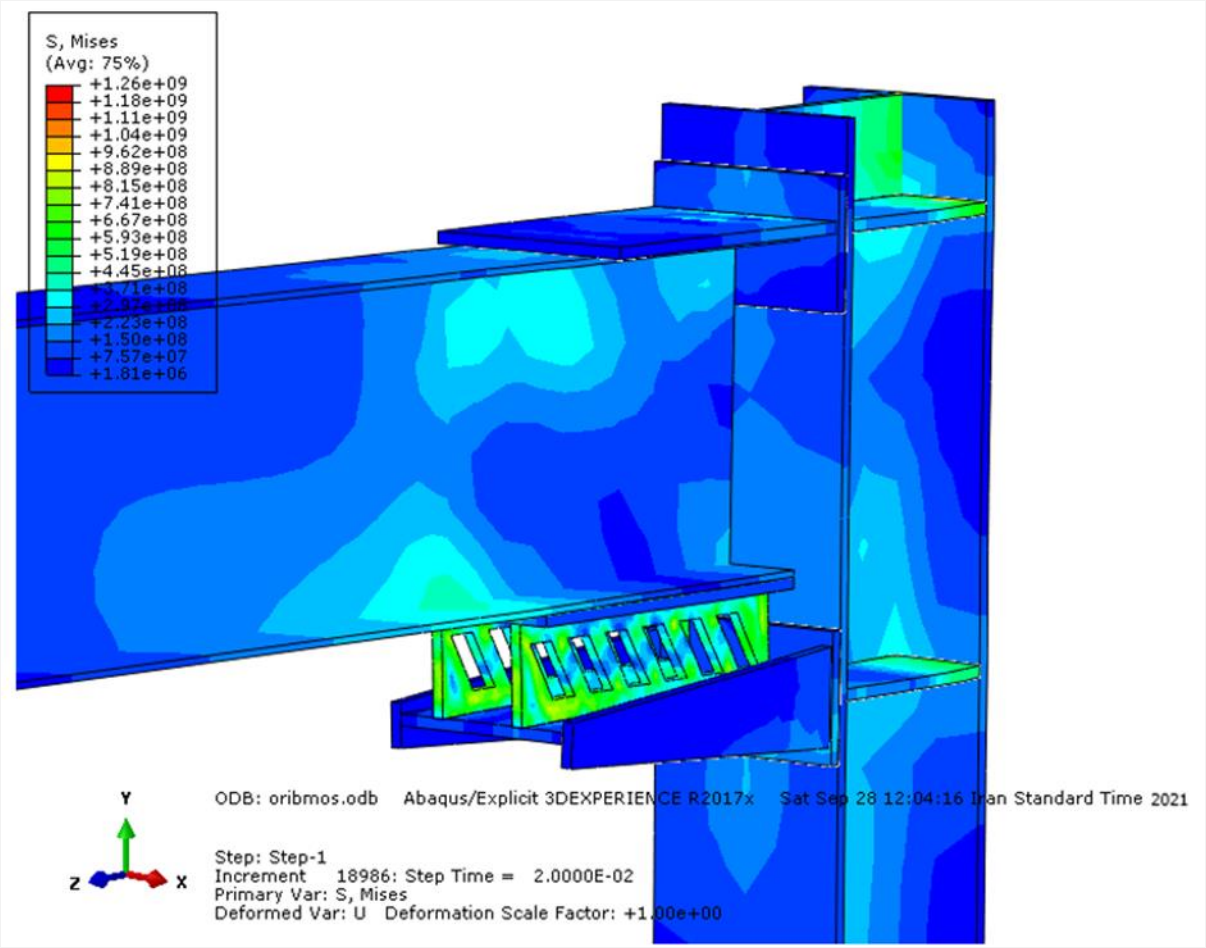
نتایج مستخرج از نرم افزار



مواضع آسیب در مدل با میراگر STRIPY

مدل STRIPY

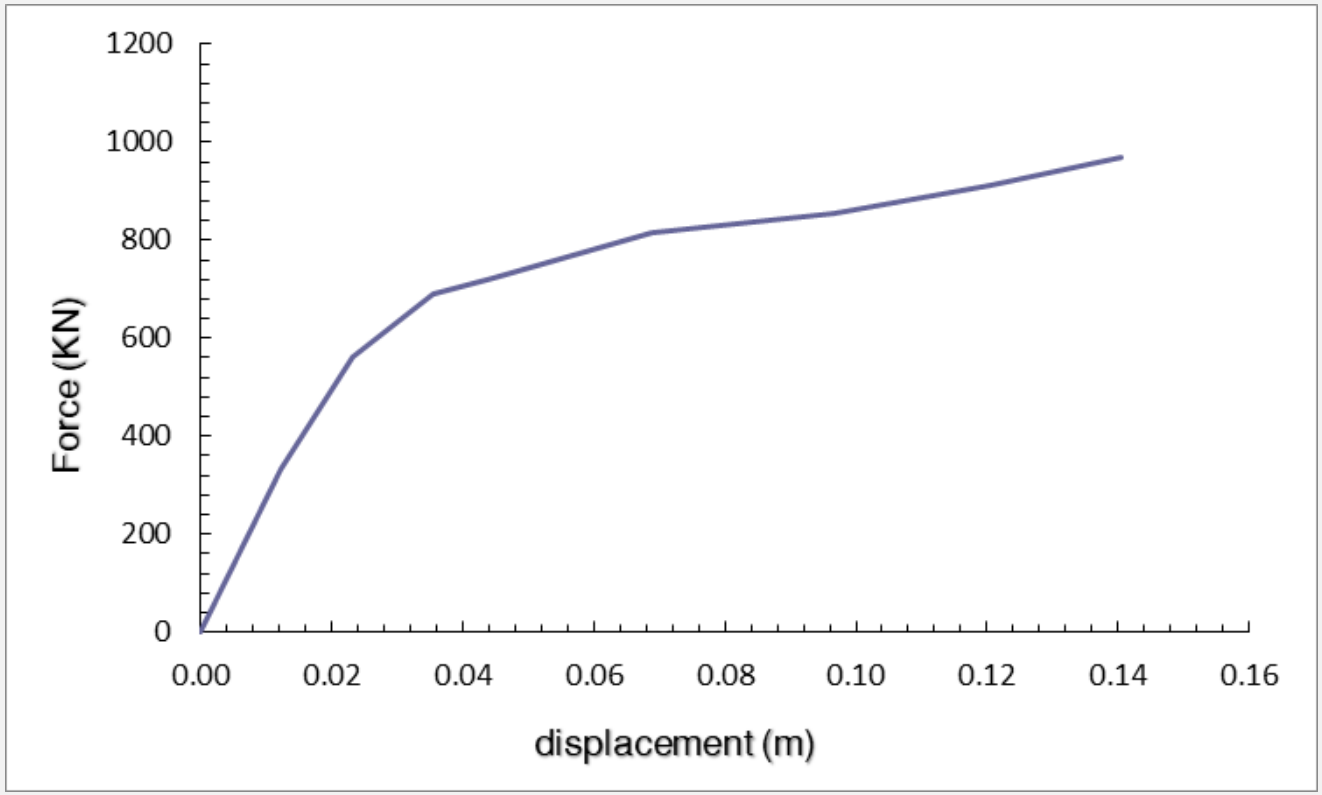
نتایج مستخرج از نرم افزار



کانتورهای تنش فون میزز در مدل با میراگر Trapezoid

مدل Trapezoid

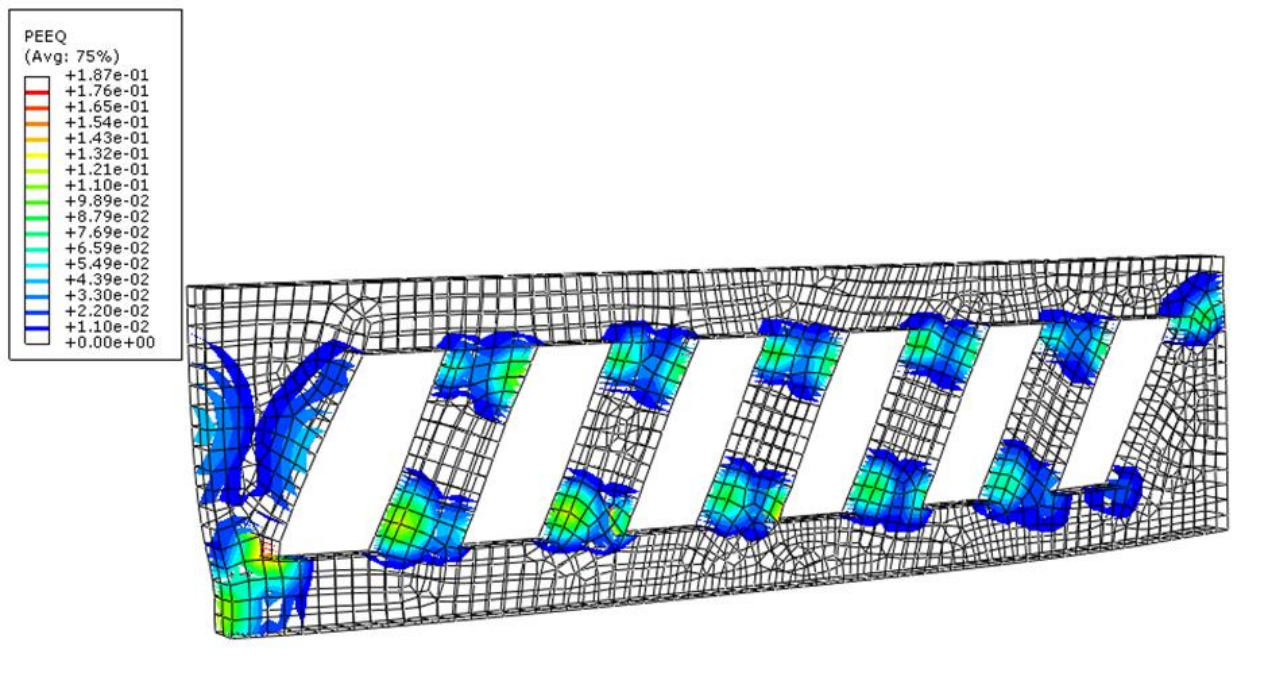
نتایج مستخرج از نرم افزار



منحنی ظرفیت استخراج شده برای مدل با میراگر Trapezoid

مدل Trapezoid

نتایج مستخرج از
نرم افزار

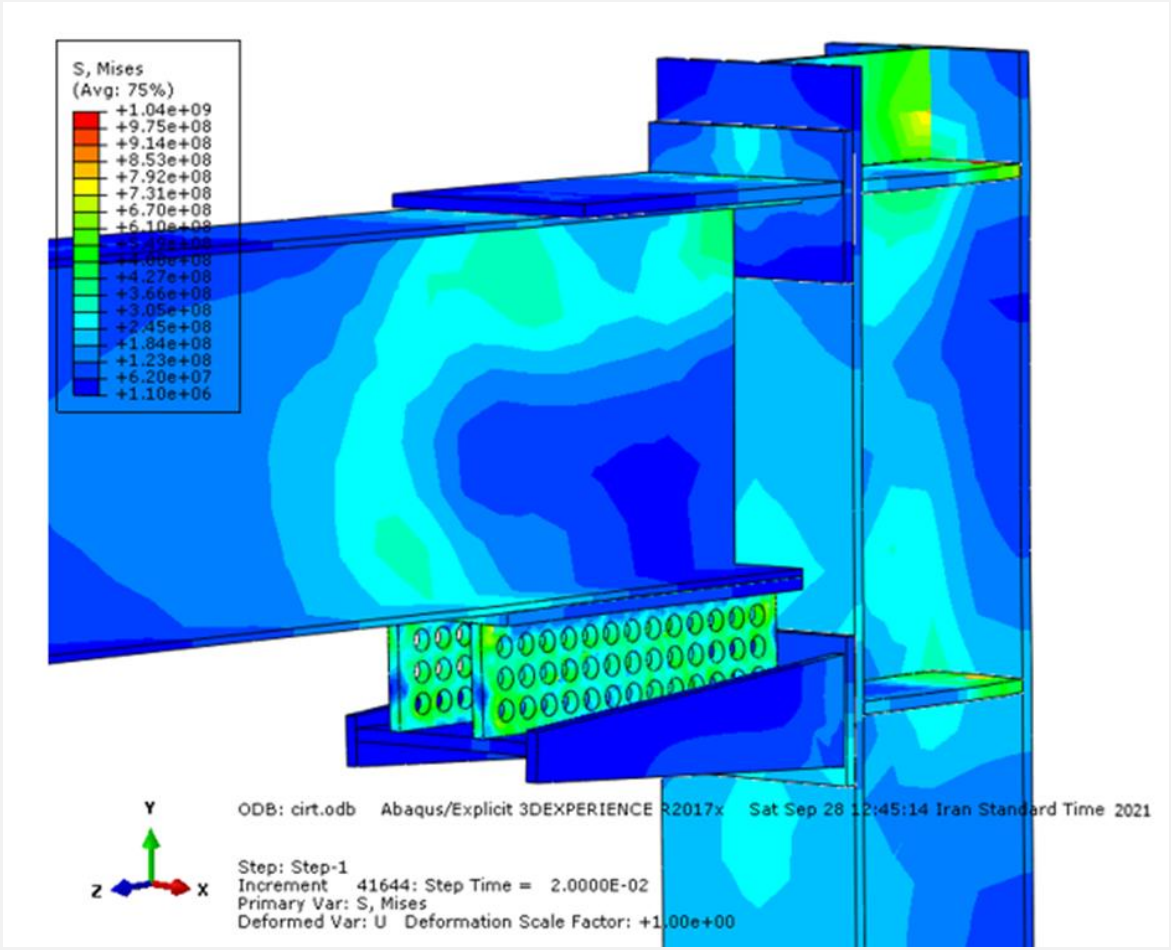


مدل Trapezoid

مواضع آسیب در مدل با میراگر Trapezoid

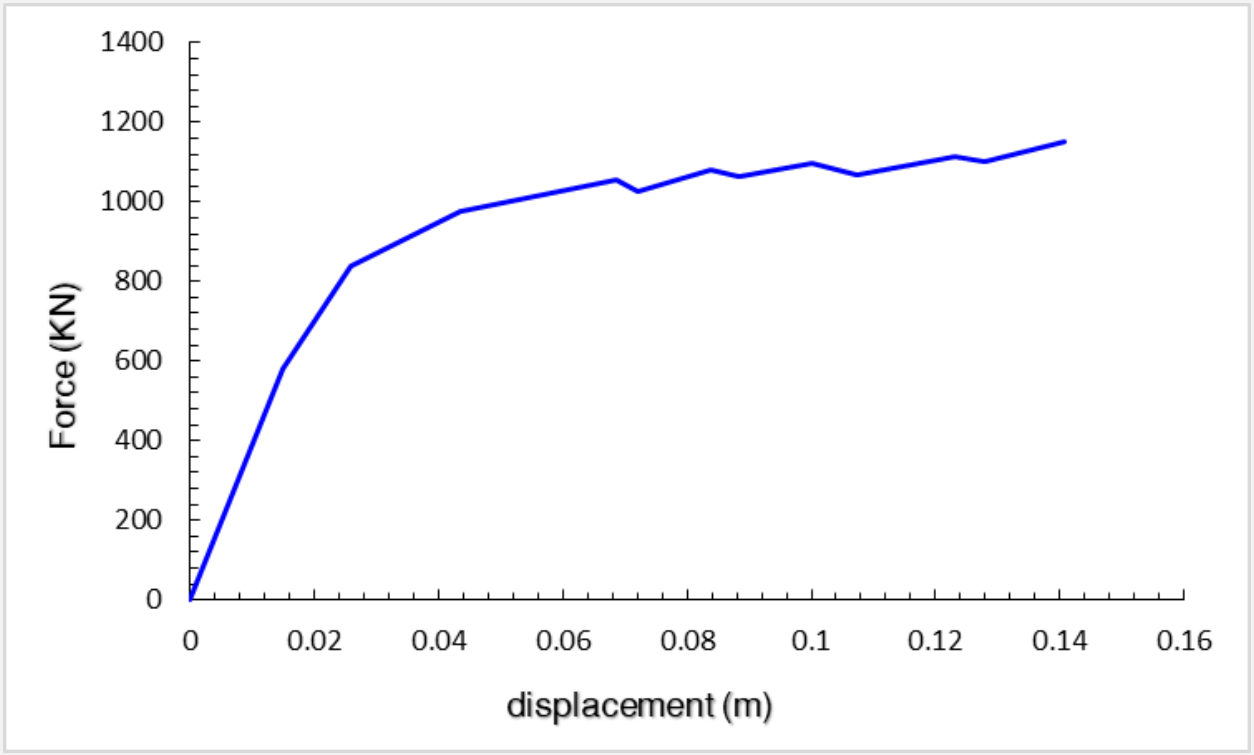
نتایج مستخرج از نرم افزار

مدل Cir-S



کانتورهای تنش فون میزز در مدل با میراگر Cir-S

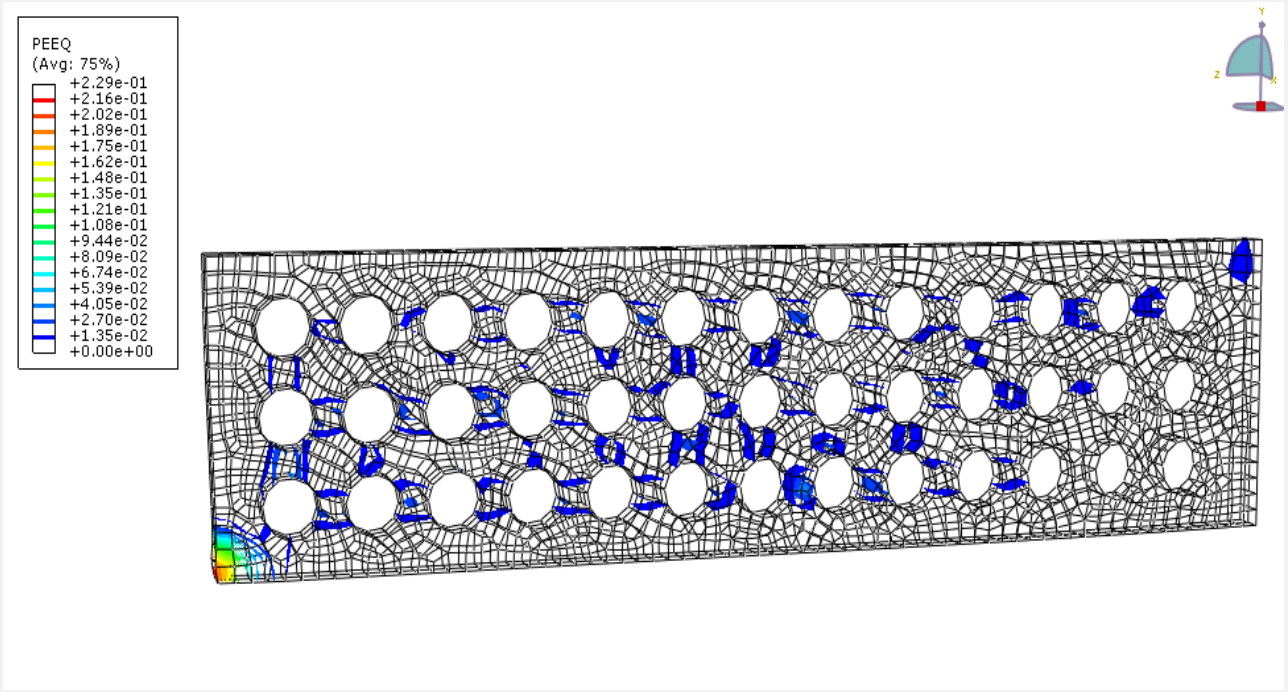
نتایج مستخرج از نرم افزار



منحنی ظرفیت استخراج شده برای مدل با میراگر Cir-S

مدل Cir-S

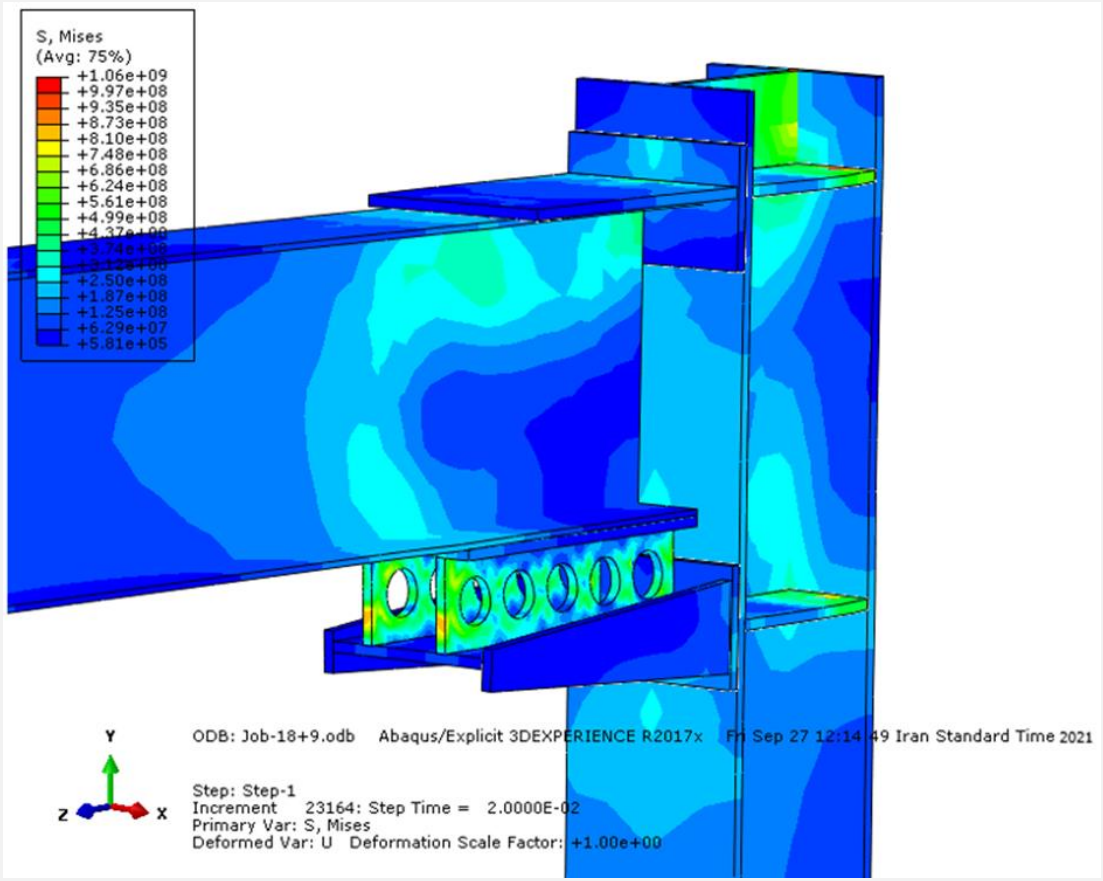
نتایج مستخرج از نرم افزار



مواضع آسیب در مدل با میراگر Cir-S

مدل Cir-S

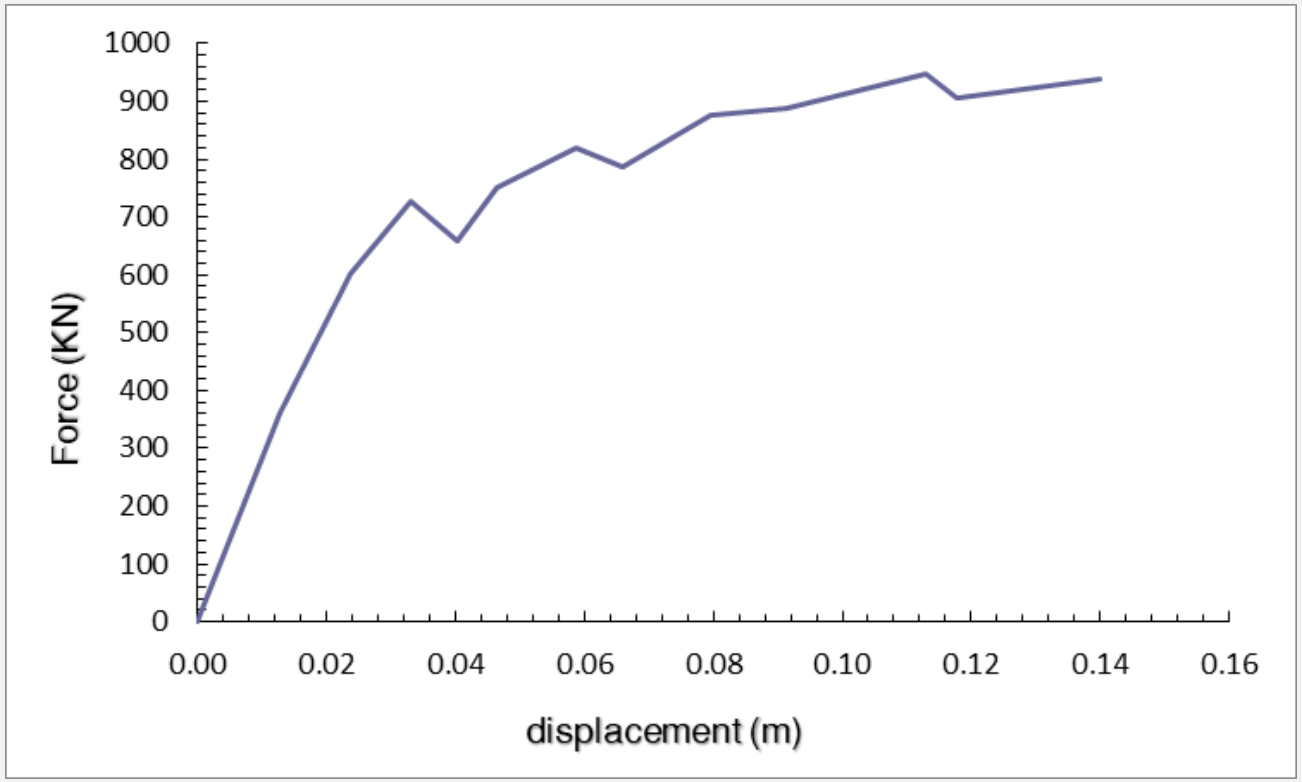
نتایج مستخرج از نرم افزار



کانتورهای تنش فون میزز در مدل با میراگر Cir-L

مدلCir-L

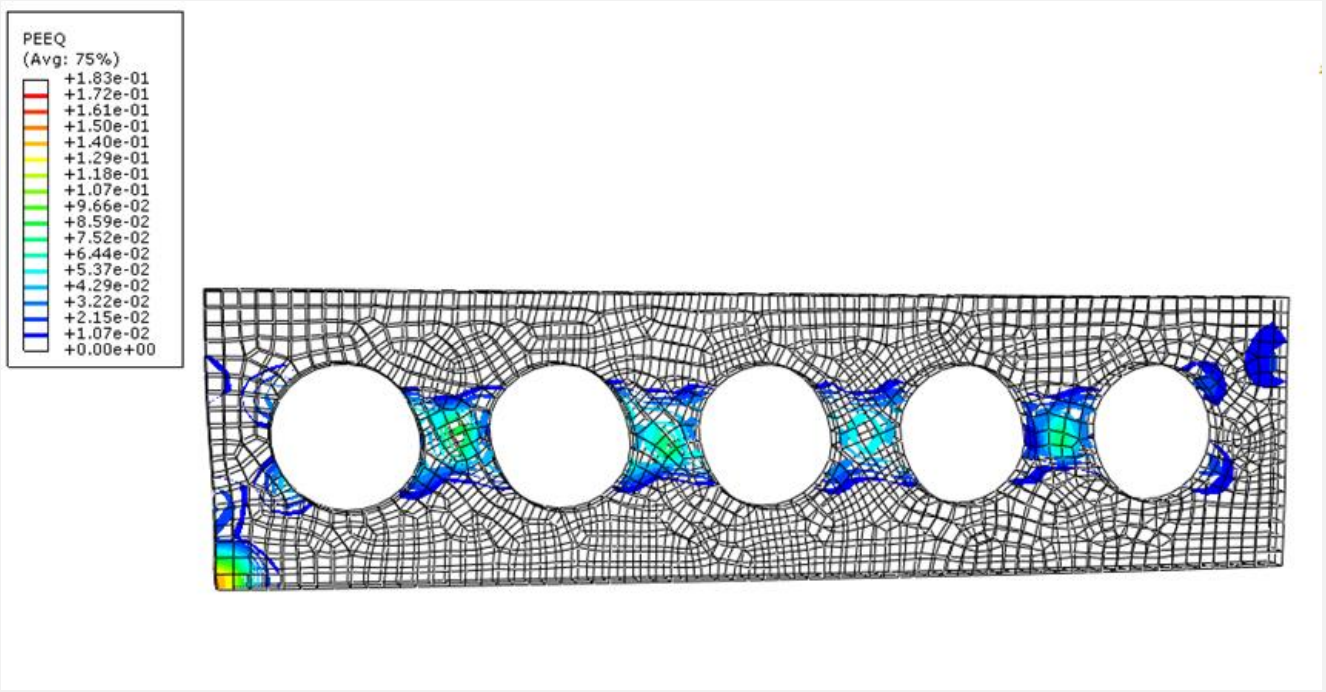
نتایج مستخرج از نرم افزار



منحنی ظرفیت استخراج شده برای مدل با میراگر Cir-L

مدل Cir-L

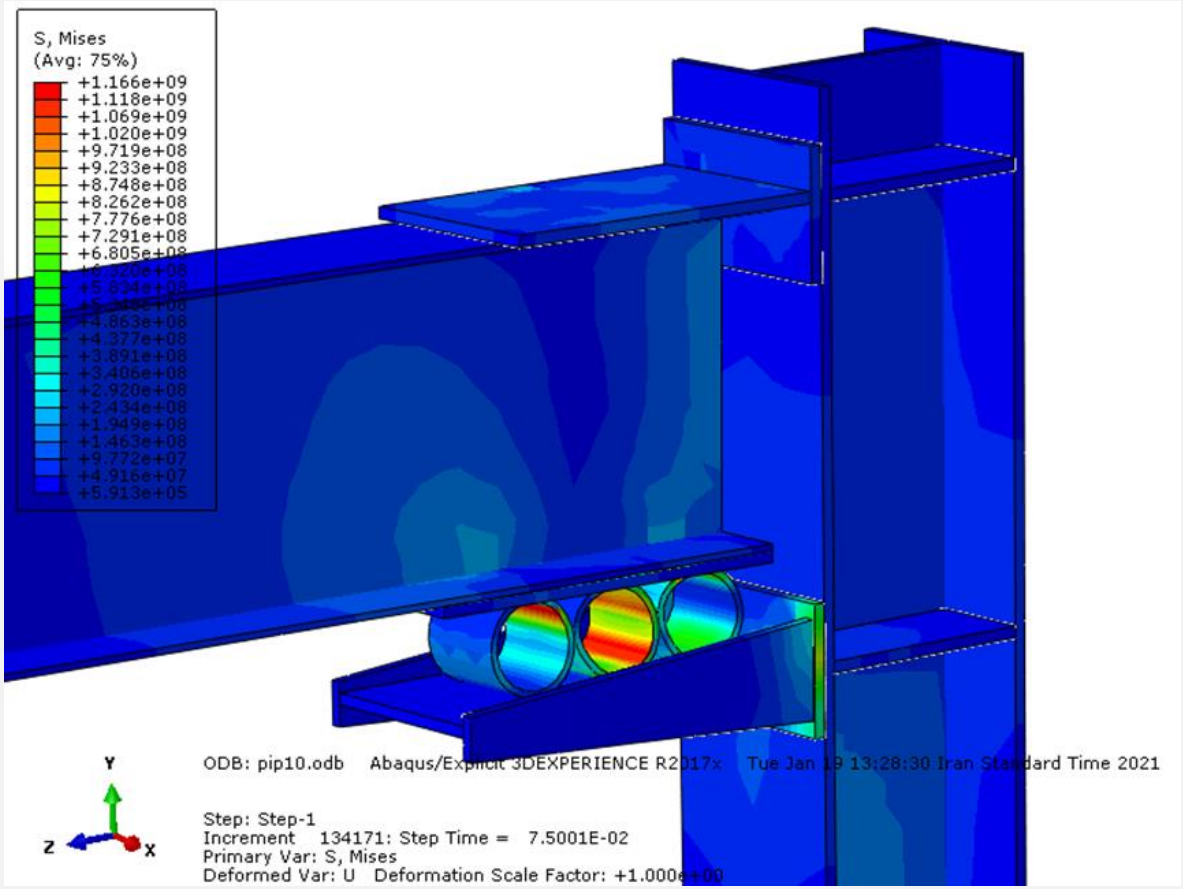
نتایج مستخرج از نرم افزار



مواضع آسیب در مدل با میراگر Cir-L

مدلCir-L

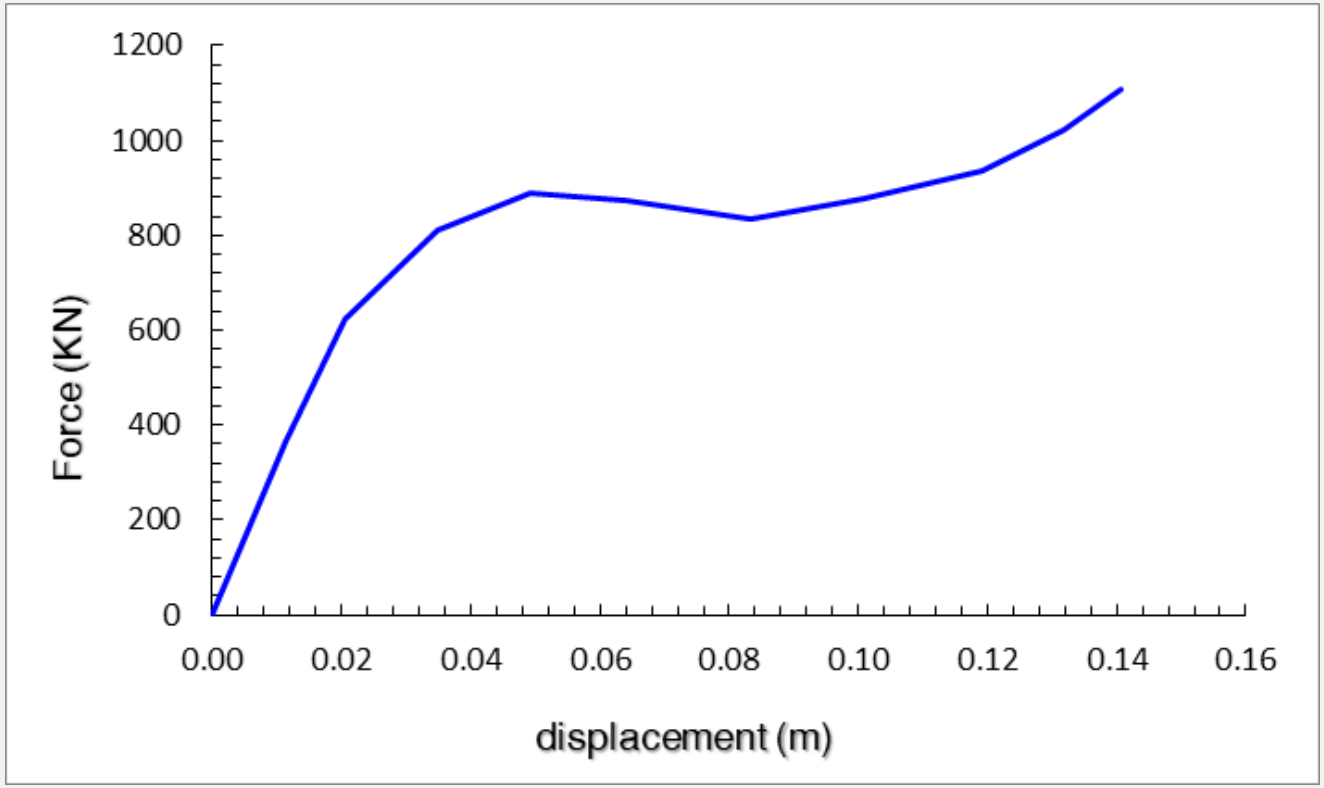
نتایج مستخرج از نرم افزار



کانتورهای تنش فون میزز در مدل با میراگر Pipe

مدل E

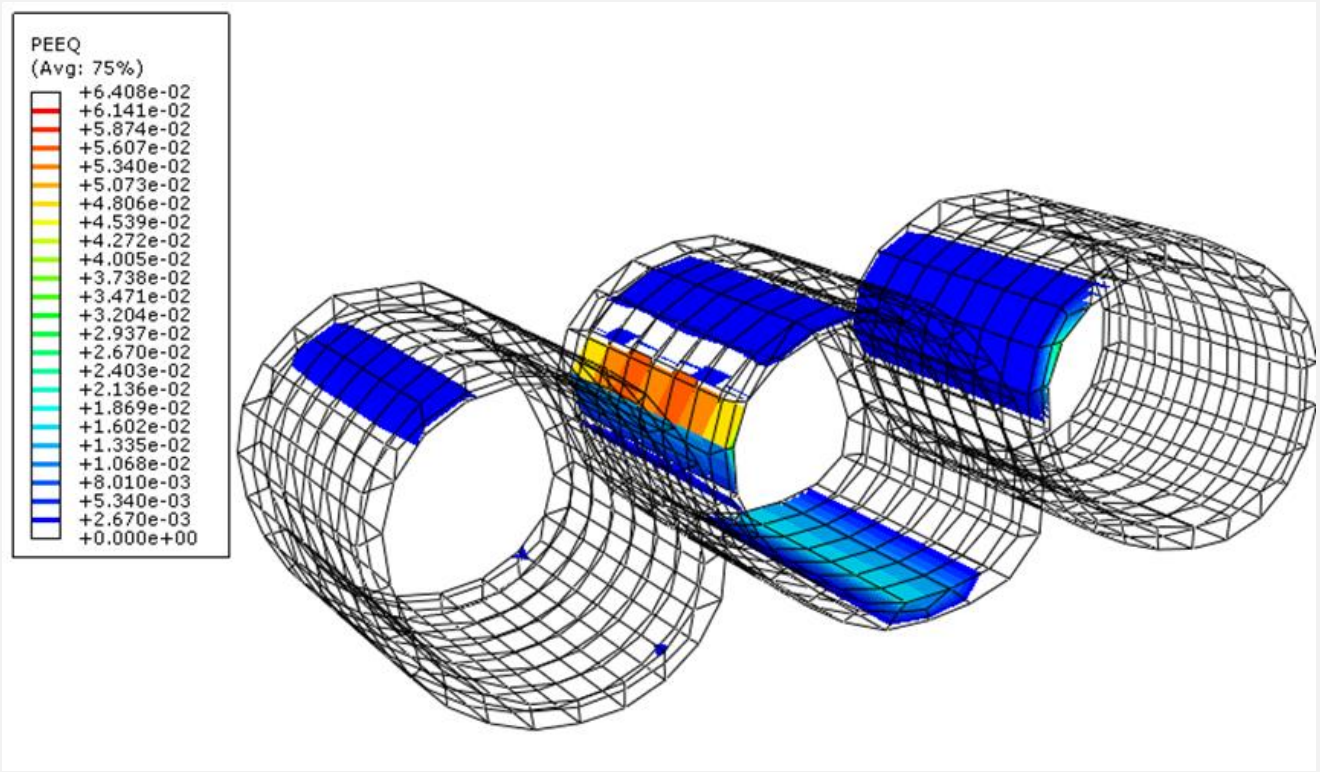
نتایج مستخرج از نرم افزار



منحنی ظرفیت استخراج شده برای مدل با میراگر Pipe

مدلE

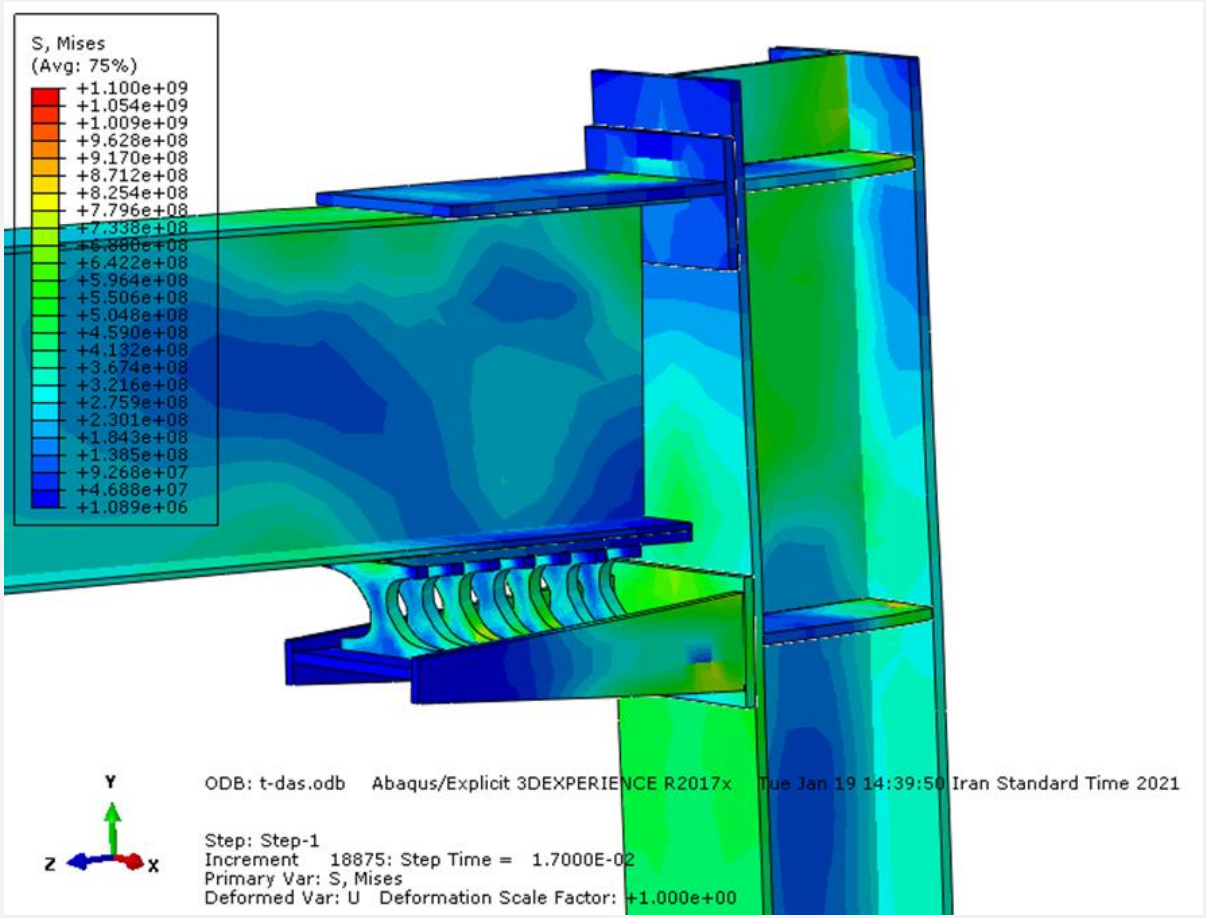
نتایج مستخرج از نرم افزار



مواضع آسیب در مدل با میراگر Pipe

مدلE

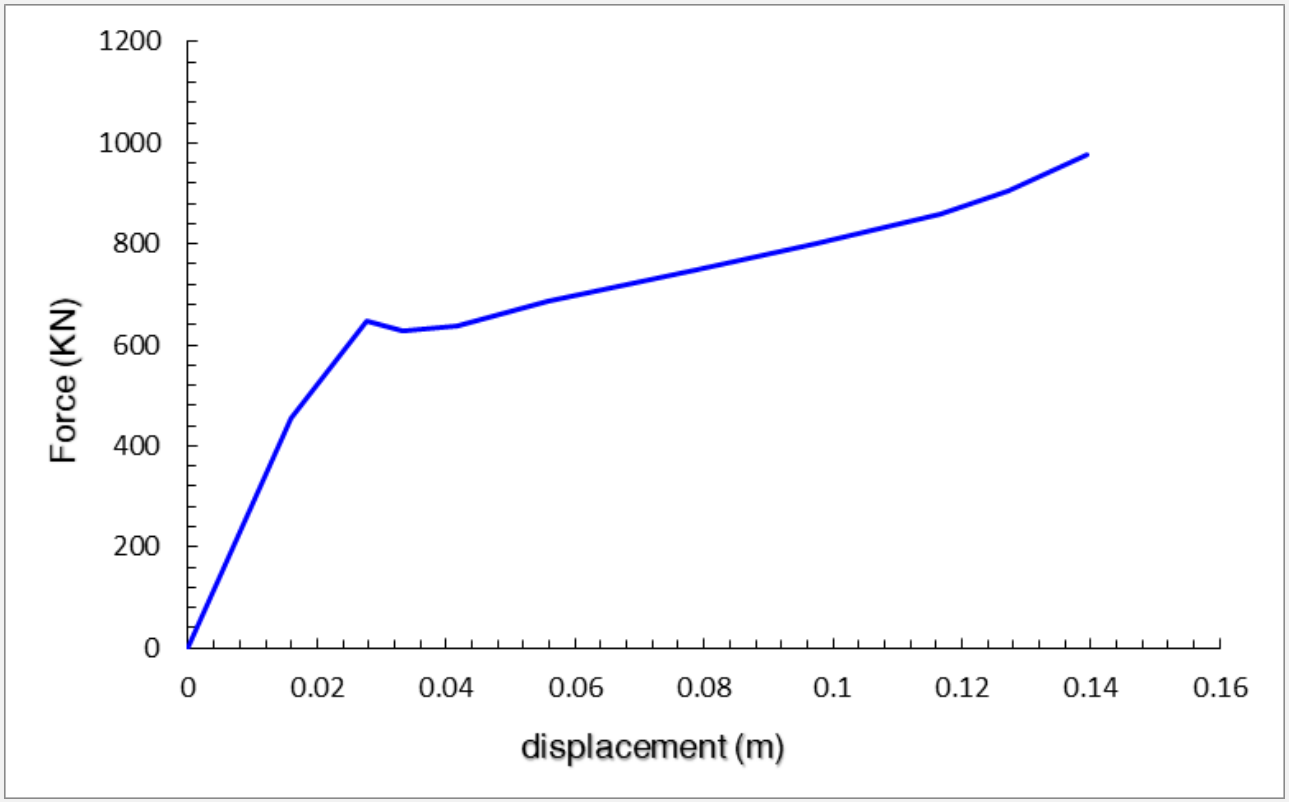
نتایج مستخرج از نرم افزار



کانتورهای تنش فون میزز در مدل با میراگر X-adas

مدل X-adas

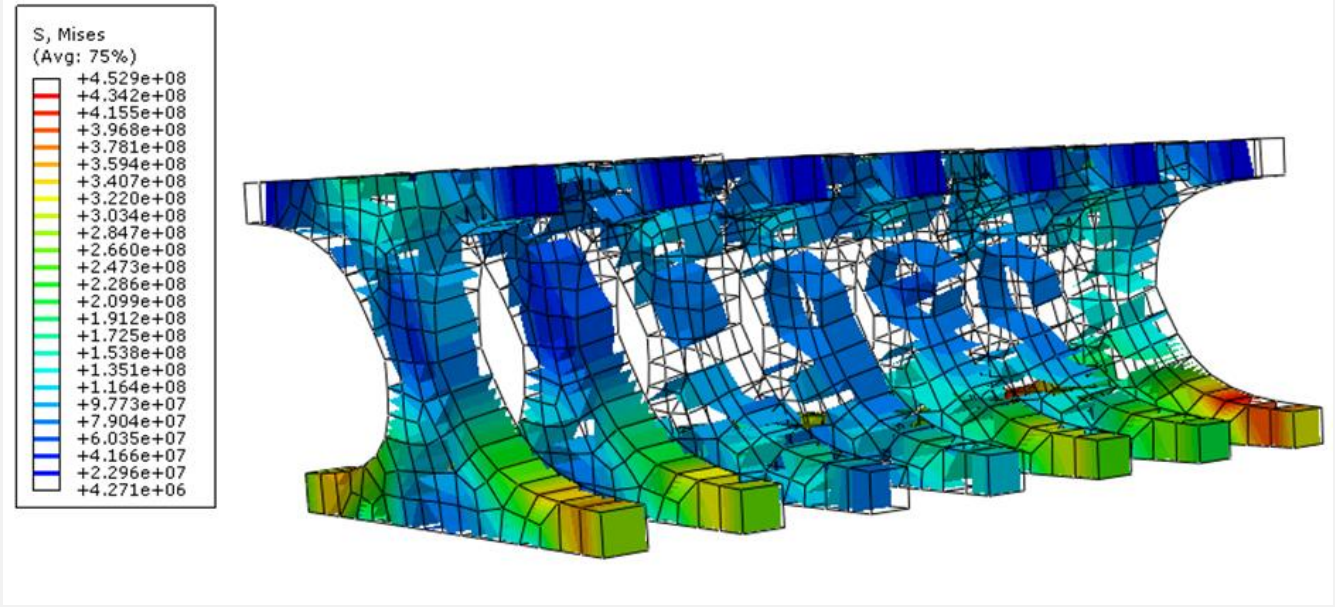
نتایج مستخرج از نرم افزار



منحنی ظرفیت استخراج شده برای مدل با میراگر X-adas

مدل X-adas

نتایج مستخرج از نرم افزار

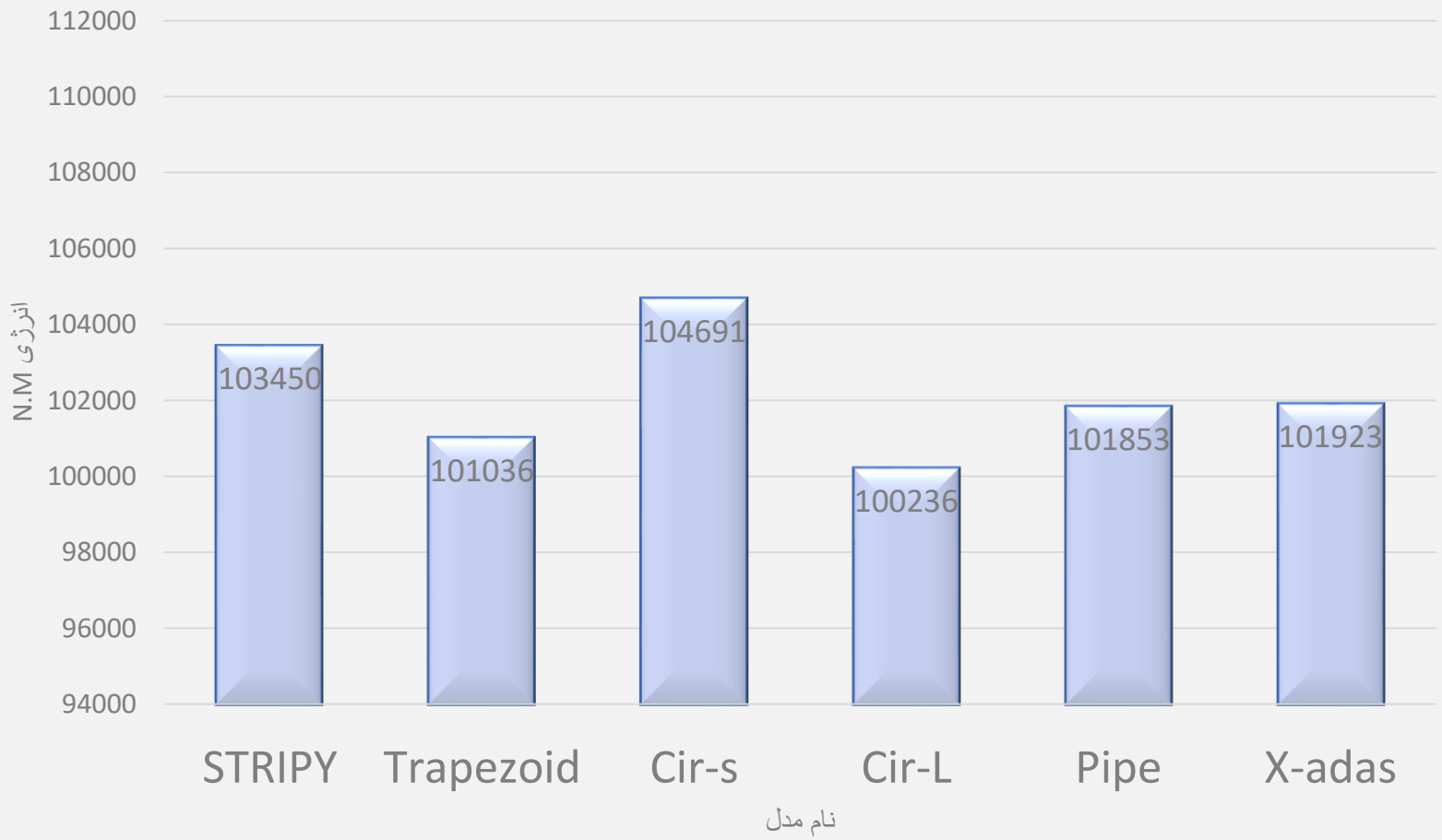


مواضع آسیب در مدل با میراگر X-adas

مدل X-adas

نتایج مستخرج از نرم افزار

مقایسه جذب انرژی در مدل های مورد مطالعه



نتیجه گیری

در ارتباط با نتایج به دست آمده برای مدل های مورد مطالعه مشاهده شده است که آرایش و فرم شیار به طور مستقیم بر منحنی ظرفیت قاب های مورد مطالعه اثر گذار بوده و پارامترهایی از قبیل سختی و شکل پذیری را دستخوش تغییر میکند. در نتایج مستخرج شده مشاهده شد که در میراگرهایی مورد مطالعه مشاهده شده است که میراگرها با تغییر فرم شیارها و نوع هندسی شیار ولی با وزن یکسان حداکثر تا ۱۳ درصد توانسته است قابلیت جذب انرژی را دستخوش تغییر نماید. در این مدل ها با تغییر در اولین مفصل پلاستیک در میراگر مدل X-adas دارای کمترین نیروی جاری شدگی در حدود ۶۴۵ کیلونیوتن بوده و بیشتریم میزان نیروی جاری شدگی (اولین مفصل پلاستیک) برای مدل با سوراخ شدگی بند انگشتی بوده و مقدار آن در حدود ۸۳۵ کیلونیوتن بوده است

پیشنهادات پژوهشی

با توجه به دامنه گسترده مطالعات در زمینه میراگرهای تسلیمی پیشنهاد میگردد میراگرهای مورد مطالعه تحت اثر بارهایی از قبیل انفجار و ضربه مورد مطالعه قرار گیرند.

پیشنهاد میگردد این نوع میراگر در قاب های بتنی نیز تحت بارگذاری لرزه ای مورد واکاوی قرار گیرند.

پیشنهاد میگردد در مدل سازی ماکرو عددی، ترک خوردگی در میراگر با نحوه آرایش متفاوت سوراخ ها مورد بررسی قرار گیرد.

پیشنهاد میشود میراگرهای شیاردار مورد مطالعه با فولاد های نرمه با نقطه تسلیم پایین مورد مطالعه قرار گیرند.

سپاس از توجه شما