فصلنامه دانش کارآفرینی
دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
دوره و شماره: دوره ٤، شماره ٤، زمستان ١٤٠٣

طراحی مدلی جهت افزایش قابلیت اطمینان سیستم های میراکننده ارتعاشات در راستای کارآفرینی با استفاده از روش سیستم‌های کنترل فازی

محمدرضا اسکافی
گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

محمدعلی افشار کاظمی (مسئول مکاتبات)
گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
m_afsharkazemi@iauec.ac.ir

کورس نکوفر
گروه مهندسی مکانیک، واحد الکترونیکی ، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ ارسال: ۱۴۰۲/۱۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۱۸

چکیده

تغییرات در محیط فنی، اقتصادی، اجتماعی و سیاسی موجب می شود که کارآفرینان با فرصت های زیادی روبرو شوند، گرچه به دلیل محدودیت های زمانی و منابع محدود، امکان دنبال کردن همه فرصت ها وجود ندارد. بنابراین، کارآفرینان باید فرصت مناسب را انتخاب نمایند و این مبنایی برای ارزیابی فرصت می باشد. در واقع، کارآفرینان در بازارهای مداوم در حال تحول، با فرصتهای خوبی مواجه می شوند. اما راه اندازی یک کسب وکار به منابع برای موفقیت نیاز دارد و به اعتقاد برخی سرمایه، مهمترین منبع است. به طور سنتی، ایجاد و تجمیع سرمایه برای راه اندازی اندک می باشد. امروزه میراگرها جزئی جدایی ناپذیر از صنایع مختلف هستند که باعث کاهش استهلاک و افزایش بازده سیستم و پیشگیری از بروز خرابی در بخش های مختلف تجهیزات یا سازه ها می شوند. در این خصوص در سال‌های اخیر پیشرفت‌های قابل توجهی در زمینه تولید انواع ضربه‌گیرها حاصل شده است که بصورت کلی در قالب دو نوع میراگر جمع‌کننده انرژی و اتلاف‌کننده انرژی تقسیم شده اند. در میراگر اتلاف‌کننده انرژی از سیالاتی مانند روغن جهت مستهلک کردن انرژی جنبشی حاصل از بار وارده بر ضربه‌گیر استفاده می شود. همچنین بمنظور افزایش کارایی میراگرها استفاده از سیالات غیرنیوتنی مانند سیالات ویسکوالاستیک به جای روغن مورد توجه قرار گرفته است. بمنظور بررسی دقیق‌تر تاثیر استفاده از سیالات غیرنیوتنی بر عملکرد و کارایی ضربه‌گیرها، در این تحقیق به تهیه و ساخت سیال ویسکوالاستیک و سپس آزمایش استفاده از آن در ضربه گیر در شرایط آزمایشگاهی و مقایسه نتایج پرداخته شده است. هدف از تحلیل رفتار دینامیکی ضربه گیرهای غیرنیوتنی و بررسی میزان تاثیر پارامترهای مربوطه، دستیابی به حداکثر بهره وری با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان مورد نظر می باشد. برای دستیابی به این مهم ابتدا مدل سازی عملکرد ضربه گیر در فضای نرم افزاری انجام شده است. سپس پارامترهای تاثیرگذار در عملکرد میراگر و میزان تاثیر هرکدام از آنها مشخص شده است. در ادامه با استفاده از روش سیستم های فازی به تحلیل میزان اثربخشی هر کدام از پارامترها پرداخته شده است تا در نهایت حالت بهینه با احتساب شرایط و محدودیت های استانداردی جهت دستیابی به بهترین عملکرد حاصل شود. همچنین نتایج بدست آمده از تحلیل فازی پس از مدل سازی در فضای نرم افزار با نمونه آزمایشگاهی مقایسه شده تا اعتبار نتایج مورد بررسی قرار گیرد. لازم بذکر است در این تحقیق به بررسی ضربه گیرهای هیدرولیک مورد استفاده در صنعت آسانسور پرداخته شده است و با تحلیل پارامترهای موثر در عملکرد ضربه گیر، با استفاده از سیستم های کنترل فازی به بهینه سازی و افزایش بهره وری آنها پرداخته شده است. در تحلیل های بعمل آمده، استاندارد ملی ایران به شماره ۶۳۰۳-۱ و استاندارد اروپا به شماره EN81-20 ملاک عمل قرار گرفته است.

واژگان کلیدی: میراکننده، سیستم فازی، ویسکوالاستیک، قابلیت اطمینان

١- مقدمه

درک سازوکارهای شناسایی و بهره برداری از فرصت های بالقوه در خلق ارزش کارآفرینانه حیاتی است. مقولهٔ کارآفرینی در چند دههٔ اخیر توجه بسیاری از پژوهشگران و سیاستگذاران را به خود جلب کرده است. یکی از دلایل اصلی تمرکز بر کارآفرینی، نیاز فزایندهٔ جوامع برای بهره گیری از افرادی خلاق است که از طریق ایده های نوین و تبدیل این ایده ها به فعالیت های سودبخش، روند توسعهٔ اقتصادی را تسریع کنند. کارآفرینی به فرآیند شناخت، ایجاد، و مدیریت فرصت‌ها در جهت تحقق اهداف تجاری و اجتماعی گفته می‌شود. کارآفرینان افرادی هستند که با توجه به ریسک‌پذیری و خلاقیت، ایده‌های نوآورانه را در زمینه‌های مختلف به عمل می‌آورند.

حفاظت از تجهیزات ساخته شده در برابر آسیب خطرات طبیعی به سرعت یکی از مهمترین مسائل روز بشر شده‌است. وقوع زمین لرزه ها و گردبادهای مخرب در نقاط مختلف جهان منجربه احساس نیاز به گسترش سیستم‌های محافظ مؤثر در مقابل چنین خطراتی شده و در طی سال‌ها وسایل مختلفی بمنظور کنترل نیروهای وارده به سازه‌ها در اثر زلزله و باد ساخته شده‌است. برای مثال در کنترل ارتعاش سازه، دستگاه‌های اتلاف‌کننده انرژی به سازه اضافه می‌گردد و توسط این دستگاه‌ها سهم زیادی از انرژی ورودی به هدر می رود. این دستگاه‌ها شامل دمپرهای اصطکاکی، دمپرهای ویسکوز یا ویسکوالاستیک و دمپرهای تسلیمی می‌باشند.

دمپرهای ویسکوالاستیک شامل مستهلک‌کننده‌هایی می‌باشند که ماده میراگر استفاده شده در آنها مواد ویسکوالاستیک باشند که تبعاً بعلت حضور خواص مکانیکی ویسکوز و الاستیک باعث حذف لرزش‌ها و به حداقل رسیدن خسارات ناشی از نوسانات زیاد در سازه می‌شوند. خاصیت ویسکوز این دمپرها باعث مستهلک شدن انرژی ورودی به دمپر و از بین بردن آن به مرور زمان می‌شود و خاصیت الاستیک بودن آن مانند فنر عمل کرده و باعث کاهش شدت ضربه یا ارتعاش شده‌است و در مجموع این دمپرها در مهار و کاهش انرژی مربوط به نوسانات و لرزها می‌توانند کاملاً مفید واقع گردند.

تحلیل جنبه های مختلف رفتار یک سیستم با استفاده از روش سیستم های فازی، جدیدا مورد توجه محققان قرار گرفته است. در این راستا با توجه به اینکه روش سیستم های فازی امکان بررسی تاثیر پارامترهای مختلف سیستم را بطور همزمان میسر می کند، لذا استفاده از این روش جهت تحلیل رفتار و افزایش کارایی ضربه گیرهای غیر نیوتنی مورد توجه قرار گرفته است. لازم بذکر است تاکنون استفاده از تکنیک سیستم های فازی جهت بهینه کردن رفتار و دستیابی به قابلیت اطمینان مورد نظر ضربه گیرهای غیرنیوتنی استفاده نشده است و لذا این پایان نامه دکتری زمینه را برای بررسی دقیق تر رفتار ضربه گیرها در فضای فازی و مقایسه نتایج بدست آمده با داده های آزمایشگاهی و تحلیلی میسر می سازد.

٢- بیان مساله

کارآفرینی، راهکاری مناسب برای دستیابی به توسعهٔ اقتصادی و ایجاد فرصتهای شغلی به شمار می رود. قصد کارآفرینی نیز پیش درآمد رفتارکارآفرینانه است. قصد کارآفرینی همان باور درونی فرد و نیت وی برای آغاز کسب و کار جدید و طرحریزی آگاهانه برای تحقق این هدف در آینده است.

کارآفرین برای شناسایی خطرات بالقوه و ارزیابی اینکه آیا یک فرصت مناسب می باشد، به یک طرح دقیق نیاز دارد. سپس کارآفرین میتواند تصمیم بگیرد که از یک فرصت پس از تجزیه و تحلیل خطرات ناشی از عدم قطعیت ها در محیط اطراف فرصت ها بهره برداری نماید.

نبودن عدم اطمینان به این معنی است که محیط کسب وکار هیچ خطری برای کسب وکار ایجاد نمی کند و کارآفرین می تواند این فرصت را بدون ترس دنبال کند.

امروزه میراگرها جزئی جدایی ناپذیر از صنایع مختلف هستند که باعث کاهش استهلاک و افزایش بازده سیستم و

پیشگیری از بروز خرابی در بخش های مختلف تجهزات یا سازه ها می شوند. استفاده از ضربه‌گیر مناسب و متناسب با نوع تجهیز همواره مورد توجه صاحبان صنایع بوده است. در این خصوص در سال‌های اخیر پیشرفت‌های قابل توجهی در زمینه تولید انواع ضربه‌گیرها حاصل شده است که بصورت کلی در قالب دو نوع میراگر جمع کننده انرژی و اتلاف کننده انرژی تقسیم شده اند. در میراگر اتلاف‌کننده انرژی از سیالاتی مانند روغن جهت مستهلک کردن انرژی جنبشی حاصل از بار وارده بر ضربه‌گیر استفاده می شود. همچنین بمنظور افزایش کارایی میراگرها استفاده از سیالات غیرنیوتنی مانند سیالات ویسکوالاستیک به جای روغن مورد توجه قرار گرفته است. در این راستا به معرفی قابلیت اطمینان (Reliability) سیستم بمنظور تشخیص توانایی آن در کنترل و کاهش ارتعاشات پرداخته می‌شود. در ادامه جهت بررسی دقیق‌تر تاثیر استفاده از سیالات غیرنیوتنی بر عملکرد و کارایی ضربه‌گیرها و در نظر گرفتن همزمان پارامترهای مختلف در تحلیل مذکور، روش های منطق فازی جهت انتخاب سیال غیرنیوتنی کارآمد و همچنین پارامترهای فیزیکی مناسب ضربه گیر مورد استفاده قرار می‌گیرد. ایده استفاده از روش سیستم‌های کنترل فازی جهت دستیابی به قابلیت اطمینان مورد نظر، جدید و نوآورانه بوده و امکان مقایسه آن با روش های تحلیلی و مدل‌سازی ریاضی و همچنین نتایج آزمایشگاهی جهت اعتبارسنجی وجود خواهد داشت.

۳- اهمیت و ضرورت انجام تحقیق

جاری سازی مهندسی قابلیت اطمینان باعث افزایش قابلیت اطمینان در فازهای مختلف طراحی، ساخت و تولید محصول می گردد. کنترل ارتعاشات و خرابی ساختمان‌های بتن مسلح در برابر زلزله کاری دشوار است. این امر نیاز به استفاده از دستگاه‌های نوآورانه برای افزایش رفتار لرزه‌ای ساختمان‌های بتنی دارد. لذا از طریق کارآفرینی در زمینه نوآوری ساخت و ساز در جهت بهینه کردن رفتار و دستیابی به قابلیت اطمینان امری ضروریی می باشد.

بمنظور دستیابی شرایطی که در حین بروز حادثه و یا برخورد اجسام، کمترین خرابی و خسارت ایجاد شود و همچنین امکان کنترل شدت ضربه میسر شود به گونه ای که با حفظ حدود مجاز استانداردی بهترین عملکرد ضربه گیر را داشته باشیم، لازم و ضروری است که پارامترهای مرتبط به عملکرد ضربه گیر بصورت دقیق مدل سازی شده و با روش سیستم های کنترل فازی مورد بررسی قرار گیرد تا با بهینه کردن پارامترهای تاثیرگذار در عملکرد ضربه گیر، قابلیت اطمینان مورد نظر حاصل شود. با توجه به اهمیت موضوع استفاده از ضربه گیرهای غیرنیوتنی در صنایع مختلف و بازده بالای آنها، تحقیق در خصوص عملکرد و چگونگی افزایش بهره وری آنها در سال های گذشته مورد اهمیت قرار گرفته است. در این راستا عمدتا با مدل سازی ریاضی ضربه گیرها و استفاده از المان های معادل و همچنین با استفاده از شبیه سازی عملکرد آنها در محیط های نرم افزای و یا ساخت نمونه های آزمایشگاهی به تحلیل رفتار آنها در زمان وقوع ضربه و یا ارتعاشات پرداخته شده است.

٤- اهداف تحقیق

مهمترین هدف تحقیق مدل سازی و دستیابی به رفتاری از ضربه گیرهای غیرنیوتنی است که با حفظ حدود مجاز استانداردی بهترین عملکرد ضربه گیر قابل دستیابی باشد. لازم بذکر است که نتایج بدست آمده از این تحقیق قابل بسط و تعمیم در صنایع مختلف خواهد بود و باید به این نکته توجه داشت که استفاده از ضربه گیرهایی با قابلیت اطمینان بالا می تواند مقاوت سازه ها و ساختمان ها را در برابر لرزش و ارتعاش در زمان وقوع زمین لرزه افزایش دهد. این تحقیق روی ضربه گیرهای هیدرولیک (مستهلک کننده انرژی) مورد استفاده در صنعت آسانسور تمرکز داشته که نتایج آن می تواند ایمنی مسافران آسانسور را افزایش و همچنین محدودیت فضاهای کاری در چاه آسانسور را برطرف نماید.

٥- فرضیه های تحقیق

ابتدا می بایست واژه ها و اصطلاحات فنی و تخصصی مورد استفاده در تحقیق تعریف شود. «کارآفرینی از ابتدای خلقت بشر و همراه با او در تمام شئونات مختلف زندگی انسان حضور داشته و مبنای تحولات و پیشرفت های بشری بوده است و اکنون در عرصه جهانی افراد خلاق، نوآور،نوساز و مبتکربه عنوان کارآفرینان چرخ های توسعه اقتصادی را به حرکت درمی‌آورند. در اهمیت کارآفرینی همین بس که طی ۲۰ سال (۱۹۸۰-۱۹۶۰) در یکی از کشورهای جهان سوم (هندوستان) تنها پانصد موسسه کارآفرینی شروع به کار کرده اند و حتی پاره ای شرکت های بزرگ جهانی برای حل مشکلات خود به کارآفرینان روی آورده اند».

غییر فراگیر روش ها و نگرش ها طی دو دهه اخیر و جذب و به کارگیری مدیران کارآفرین بیانگر نقش کلیدی کارآفرینان به ویژه در ایجاد واحدهای اقتصادی کوچک و متوسط که منجر به اشتغال زایی زیاد می‌شود.

دمپر ویسکوالاستیک به ضربه گیری گفته می شود که از نوع مستهلک کننده انرژی بوده و در آن از سیال ویسکوالاستیک جهت کاهش ارتعاشات و از بین بردن ضربه ناشی از برخورد اجسام به سر ضربه گیر استفاده می شود. مکانیزم عملکرد آن به گونه ای است که انرژی جنبشی ناشی از برخورد جسم را به حرارت و همینطور انرژی پتانسیل ناشی از کاهش سطح که مساوی با جابجایی ضربه گیر است، تبدیل می کند. فرضیه های بکار گرفته شده شامل استفاده از سیال غیرنیوتنی تراکم ناپذیر در ضربه گیر، عدم وجود نشتی سیال در زمان برخورد، وجود نیروی یکنواخت در سر ضربه گیر در زمان برخورد و برخی ساده سازی در حل معادلات حاکم می باشند.

٦- فرصت های کارآفرینی

کارآفرینی فرایندی است که به وسیله آن افراد به عنوان کارآفرینان، کسب و کارهای نوآورانه راه‌اندازی می‌کنند. این شغف برای خلق چیزهای جدید و اجرای ایده‌های خود، بازارها را تغییر می‌دهد و میزان اشتیاق و نوآوری را در جوامع افزایش می‌دهد.

همچنین کارآفرینی به عنوان یک فرآیند پویا و خلاق، نقش مهمی در تحول و توسعه فردی و جامعه ایفا می‌کند. این فرآیند به ایجاد ارزش، مدیریت ریسک، و توسعه اقتصادی کمک می‌کند و جامعه را به سمت پیشرفت هدایت می‌کند.

میزان رو به رشدی از تحقیقات کارآفرینی بر خاستگاه و مقبولیت سازه فرصت کارآفرینی تمرکز کرده اند و عده ای هم آن را به چالش کشیده اند. دغدغه اصلی اغلب این تحقیقات آن است که نامیدن «فرصت» به موقعیتی به صورت پیش بینی شده نادرست و مسکل ساز است، زیرا این سازه به صورت ضمنی حمل کننده مفهوم مطلوبیت در کسب و کار است؛ اما به دلیل اینکه سفر کارآفرینی دربرگیرنده عدم اطمینان و ابهام است چنین عنوانی (نامیدن موقعیتی به عنوان فرصت) ماهیتی پس رویدادی دارد (باید به آینده موکول شود) چرا که باید اطلاعات کافی راجع به آن وجود داشته باشد و چنین اطلاعاتی تنها در صورت بروز ،عمل تکرار و کسب نتیجه از آن در بازار امکان پذیر است. برای مثال زمانی که مشتریان رقبا و سایر مشارکت کنندگان بازار بازخوردی را نسبت به محصول اولیه ارائه داده باشند. بر این اساس، تحقیقات کارآفرینی اخیراً به صورت مشترک و روزافزون بر عمل به عنوان واحد تحلیل برای رخدادهای کارآفرینانه تا عنوان فرصت تأکید می کنند.

به صورت عمومی عمل به انجام رفتاری در یک موقعیت خاص اطلاق می شود. در کارآفرینی یک عمل یا ،کنش رفتاری در پاسخ به قضاوت کارآفرین در شرایط عدم اطمینان است.

۷- مهندسی قابلیت اطمینان (Reliability engineering)

مهندسی قابلیت اطمینان، شاخه‌ای از مهندسی است که با جنبه‌های مختلف قابلیت اطمینان یک سیستم طی چرخه

حیات آن سر و کار دارد. به‌طور عمومی می‌توان قابلیت اطمینان در سیستم‌ها را به صورت زیر تعریف کرد.

توانایی سیستم یا زیرسیستم برای انجام دادن صحیح مأموریت مشخص و از پیش تعریف شده در شرایط معین و در دوره زمانی مشخص، که معمولاً در غالب تعدادی پارامتر احتمالاتی بیان می‌شود.

۸- معرفی انواع ضربه گیرها

ضربه گیرها از متداول ترین انواع میراگرها می باشند که بصورت کلی به دو نوع تقسیم می شوند و در ادامه به معرفی آنها پرداخته می شود.

۱- نوع جمع کننده انرژی (Accumulation type)

۲- نوع مستهلک‌کننده انرژی (Dissipation type)

ضربه‌گیر نوع جمع کننده انرژی با یا بدون حرکت برگشتی می‌تواند برای سرعت های تا ۱ و یا تا ۱/۶ متر بر ثانیه به ترتیب بکار گرفته شود. کورس نهایی ممکن نباید کمتر از دو برابر فاصله توقف تحت جاذبه زمین با سرعت ۱۱۵درصد سرعت اسمی باشد و در هر حالتی کمتر از ۶۵ میلیمتر نباشد.

در این تحقیق تمرکز روی ضربه گیر هیدرولیک و سیال مورد استفاده در آن است. ضربه‌گیر نوع مستهلک کننده انرژی صرف نظر از سرعت اسمی آسانسور می تواند بکار گرفته شود. کورس نهایی ممکن، باید حداقل مساوی با فاصله توقف تحت جاذبه زمین و با سرعت ۱۱۵ درصد سرعت اسمی یا به عبارت دیگر $۰/۰۶۷۴ v^2$ باشد.

حال با دانستن فیزیک و ساختار ضربه گیر هیدرولیک و بدست آوردن فرمول های مربوط به شتاب توقف و نیروی بازدارنده، می توان به تحلیل رفتار ضربه گیر در زمان اصابت جسم برخوردکننده پرداخت و سپس با بررسی عوامل موثر بر عملکرد ضربه گیر، رفتار آن را بهینه سازی نمود.

عوامل موثر بر عملکرد ضربه گیر هیدرولیک:

- الف) عوامل فیزیکی و ظاهری ضربه گیر
- ب) نوع سیال استفاده شده در ضربه گیر

عوامل فیزیکی و ظاهری ضربه گیر شامل موارد زیر می باشد:

- مساحت پیستون
- مجموع مساحت های عبوری روغن
- سرعت برخورد جسم بر پیستون
- وزن اعمال شده بر سر پیستون
- پارامترهای مربوط به نوع سیال استفاده شده در ضربه گیر شامل موارد زیر می باشد:
- دانسیته یا چگالی سیال
- ویسکوزیته سیال
- الاستیسیته سیال

عموماً در ضربه گیرها از روغن هیدرولیک با ویسکوزیته ثابت (حدود ۶۸ سانتی استوک) استفاده می شود. به منظور بررسی تاثیر ویسکوزیته سیال عامل در عملکرد ضربه گیرها، در این تحقیق از سیالات مشابه با درجه ویسکوزیته متفاوت استفاده شده است و تاثیر آن بر روی حرکت ضربه گیر در هنگام توقف مورد بررسی قرار گرفته است. لازم به ذکر است یکی از پارامترهای حائز اهمیت در ضربه گیرها، شتاب کاهنده توقف می باشد که در واقع میزان شوک به ضربه وارده به سر ضربه گیر را بیان می کند. طبق استانداردهای مرتبط، حداکثر شتاب متوسط توقف برای ضربه گیرهای استفاده شده در صنعت آسانسور برابر با شتاب جاذبه زمین(۹/۸۱ متر بر مجذور ثانیه) می باشد و شتاب منفی بیش از ۲/۵ برابر جاذبه زمین، نباید بیش از ۰/۰۴ ثانیه طول بکشد. همچنین با توجه به استفاده از فنر در ضربه گیرهای هیدرولیک بمنظور بوجود آمدن خاصیت برگشت پیستون به حالت اولیه پس از اعمال ضربه و همچنین ایجاد خاصیت میرایی بیشتر بدلیل ذخیره انرژی ناشی از ضربه، از خاصیت الاستیک می توان به عنوان پارامتری موثر در ضربه گیرها یاد کرد.

لذا در صورت استفاده از سیال عامل ویسکوالاستیک (سیال غیرنیوتنی) به جای روغن هیدرولیک که تواما خاصیت ویسکوز و الاستیک را دارا می باشند، می توان در بهبود خاصیت میرایی ضربه گیرها گام مهمی برداشت. در این راستا

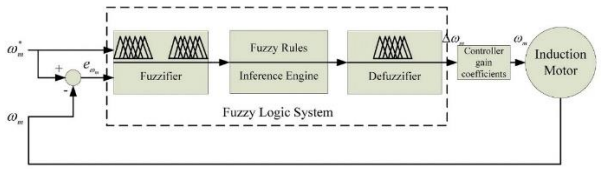
چالش های قابل توجهی پیش رو می باشد که در ادامه به بیان هریک از آنها پرداخته می باشد. با توجه به توضیحات ارائه شده فوق، مطابق با استاندارد حداکثر شتاب مجاز توقف که بیانگر شوک حرکتی می‌باشد برابر با شتاب جاذبه زمین (g) می باشد. لذا برای اینکه کمترین مسافت توقف حاصل شود، ضروری است میانگین شتاب توقف از ابتدا برخورد تا انتهای حرکت و لحظه توقف برابر یا نزدیک به شتاب جاذبه زمین (حد مجاز استانداردی) باشد. در چنین شرایطی امکان ساخت ضربه گیر با حداقل ابعاد و حداکثر کارایی وجود خواهد داشت. در واقع در صورت یافتن سیال هوشمندی که با استفاده از آن در ضربه گیر هیدرولیک، امکان ایجاد شتاب میانگین نزدیک به شتاب جاذبه زمین فراهم شود، می توان بهره وری سیستم ضربه گیر را بطور چشم گیری افزایش داد. برای این منظور ابتدا لازم است که میزان ویسکوزیته سیال که بیانگر میزان سفتی و نرمی آن است بمنظور دستیابی به شتاب میانگین توقف مورد نظر در هر لحظه مشخص گردد. لازم بذکر است که عوامل مختلفی مانند جرم و سرعت جسم برخورد کننده به ضربه گیر و ساختار فیزیکی ضربه گیر در دستیابی به میزان ویسکوزیته مورد نیاز موثر می باشد. لذا می بایست کلیه عوامل تاثیرگذار را همزمان مورد بررسی قرار داد تا نتایج بدست آمده نزدیک به واقعیت باشد.

با توجه به نحوه عملکرد ضربه گیر، استفاده از سیال ویسکوالاستیک رقیق شونده (Shear thining) امکان ایجاد توقف یکنواخت را فراهم می کند. بدین صورت که در ابتدا و پس از برخورد جسم به سر ضربه گیر و بدلیل افزایش نرخ برش در اثر شدت ضربه، ویسکوزیته سیال کاهش یافته و رقیق می شود که مانع از شوک در لحظه برخورد شده و به مرور زمان با کاهش نرخ برش، ویسکوزیته سیال افزایش یافته و سیال سفت تر شده و منجربه ایجاد یک منحنی حرکت توقف ملایم با شتاب ثابت نزدیک به حد مجاز می شود. لذا می توان با بدست آوردن میزان شتاب توقف بر اساس شرایط فیزیکی ضربه گیر و جرم و سرعت جسم برخوردکننده، ویژگی سیال مورد نظر را یافته و سپس به ساخت آن اقدام گردد.

۹- مدل سازی فازی

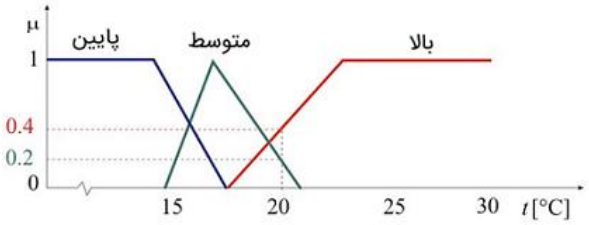
همانطور که پیش از این مطرح شد، با استفاده از روش های مدل سازی فازی، امکان بررسی همزمان چند پارامتر و تاثیر آنها روی پارامتر مورد مطالعه ممکن می باشد. ضمن اینکه با تعریف کیفی از پارامترهای مورد بررسی، امکان ساده سازی مسئله و ملموس شدن نتایج بدست آمده میسر می شود. در ادامه به تعریف پارامترهای موثر در رفتار ضربه گیر در قالب پارامتر های کیفی و فازی سازی آنها و طراحی مدل فازی برای دستیابی به خروجی مورد نظر پرداخته می شود.

ابتدا به طور مختصر به معرفی سیستم های فازی پرداخته می شود و در ادامه مدل مربوط به ضربه گیر هیدرولیک در فضای فازی پیاده سازی خواهد شد. امروزه کاربرد مجموعه‌های فازی در کنترل خودکار، توجه زیادی را به خود جلب کرده است. در سال ۱۹۷۴، اولین استفاده موفق منطق فازی در مهندسی کنترل، در یک فرآیند آزمایشگاهی گزارش شد. کنترل کوره پخت سیمان یکی از اولین موارد کاربرد صنعتی کنترل فازی بود و پس از ارائه اولین محصول تجاری در سال ۱۹۸۷ به بازار که در تولید آن از منطق فازی استفاده شده بود، کاربرد کنترل فازی(Fuzzy Control) افزایش قابل توجهی یافت. امروزه تعدادی از محیط‌های طراحی به کمک رایانه (CAD) برای طراحی فازی با سخت‌افزار VLSI جهت اجرای سریع ادغام شده‌اند. تاکنون، کنترل فازی به سیستم‌های مختلفی از قبیل لوازم برقی، قطارها، کنترل ترافیک و... اعمال شده است. در شکل ۱ مراحل سیستم کنترل فازی و نحوه بکارگیری منطق آن نشان داده شده است.



شکل ۱. سیستم کنترل کننده فازی

کنترل‌کننده منطق فازی، یک پروتکل کنترلی را با قواعد «اگر-آنگاه» توصیف می‌کند. مثلاً «اگر دما پایین باشد، کمی شیر گرمایش را باز کن». ابهام (عدم قطعیت) در تعریف عبارات زبانی (مثلاً دمای پایین)، با استفاده از مجموعه‌های فازی، که مجموعه‌هایی با مرزهای دارای هم‌پوشانی هستند، در شکل ۲ نمایش داده شده است.



شکل ۲. سهم دامنه دما در سه مجموعه فازی

در چارچوب مجموعه فازی، یک عنصر خاص در دامنه می‌تواند همزمان به چند مجموعه متعلق باشد (با درجات عضویت متفاوت μ). برای مثال، دمای ۲۰ درجه سانتیگراد به مجموعه دماهای بالا با عضویت ۰/۴ و مجموعه دماهای متوسط با عضویت ۰/۲ تعلق دارد. این انتقال تدریجی از عضویت به عدم عضویت، به تولید یک خروجی استدلالی هموار با قواعد اگر-آنگاه فازی کمک می‌کند.

۹-۱ دلایل استفاده از کنترل فازی

نظریه کنترل رایج، از مدل ریاضی (تحلیلی) صریح یک فرایند تحت کنترل و مشخصات رفتار مطلوب حلقه بسته برای طراحی یک کنترل‌کننده استفاده می‌کند. اگر به دست آوردن مدل دشوار باشد یا (بخشی از آن) ناشناخته یا بسیار غیرخطی باشد، این رویکرد با مشکل مواجه خواهد شد. طراحی کنترل‌کننده برای کارهای روزمره به ظاهر ساده، مانند رانندگی یک خودرو یا محکم گرفتن یک جسم شکستنی، هنوز در رباتیک با چالش همراه است. این در حالی است که انسان این کارها را به آسانی انجام می‌دهد. تاکنون، بشر از مدل های ریاضی یا مسیرهای دقیق برای کنترل چنین فرایندهایی استفاده نکرده است.

بسیاری از فرایندهای صنعتی که با اپراتورهای انسانی کنترل می‌شوند، نمی‌توانند از روش‌های کنترل رایج برای خودکار شدن بهره ببرند. زیرا عملکرد این کنترل‌کننده‌ها اغلب نسبت به اپراتورها مناسب نیست. یکی از دلایل این امر، آن است که کنترل‌کننده‌های خطی که اغلب در کنترل سنتی مورد استفاده قرار می‌گیرند، برای سیستم های غیرخطی مناسب نیستند. دلیل دیگر این است که انسان اطلاعات مختلفی را جمع‌آوری و استراتژی‌های کنترل را با یکدیگر ترکیب می‌کند که نمی‌توان آن‌ها را در یک قانون کنترل تحلیلی تنها تجمیع کرد.

همانطور که در مباحث پیشین مورد اشاره قرار گرفت، استفاده از سیال های غیرنیوتنی ویسکوالاستیک به عنوان سیال عامل در ضربه گیرهای هیدرولیک، می تواند در کنترل ضربه ناشی از برخورد اجسام و شتاب توقف آنها نقش مهمی ایفا نماید. در این راستا بمنظور انتخاب صحیح سیال عامل که ویژگی های قابل قبول را داشته باشد با چالش هایی مواجه هستیم. در ادامه برای تسهیل چالش های پیش رو، به معرفی مدل‌های منطق فازی پرداخته می شود و با استفاده از این مدل ها سعی می شود با بکارگیری نتایج آزمایشگاهی و پیاده سازی این نتایج در مدل های مذکور، به تحلیل اثر استفاده از سیال غیرنیوتنی ویسکوالاستیک در ضربه گیرها پرداخته شود.

برای دستیابی به این مهم لازم است مجددا به بررسی پارامترهای موثر در رفتار جریان سیال عامل در ضربه هیدرولیک پرداخته شود. لازم به ذکر است در این تحقیق به بررسی استفاده از سیالات غیرنیوتنی ویسکوالاستیک به جای روغن هیدرولیک با ویسکوزیته ثابت پرداخته می شود و تمرکز این تحقیق بر روی تاثیر خواص سیال بر رفتار ضربه-گیر در زمان برخورد اجسام به آن بوده است.

یکی از پارامترهای تاثیرگذار در عملکرد ضربه گیر، مساحت پیستون و مجموع مساحت های عبوری روغن می‌باشد. این مساحت ها مطابق با مدل ساخته شده و از مهندسی معکوس نمونه موجود در نظر گرفته شده است. همچنین چگالی و الاستیسیته روغن ثابت در نظر گرفته می شود تا نتایج حاصل از تغییر ویسکوزیته مورد بررسی قرار گرفته شود.

در ادامه پارمترهای موثر در قالب کیفی معرفی می گردد تا بتوان با طراحی مدل فازی به بررسی تاثیر تغییر همزمان پارامترها روی کارای ضربه گیر پرداخت. این پارامترها شامل سرعت و جرم جسم برخورد کننده به سر ضربه‌گیر و ویسکوزیته سیال عامل می باشد.

در ادامه به بررسی همزمان اثر ویسکوزیته به همراه هریک از پارامترهای سرعت و جرم جسم برخوردکننده به ضربه گیر روی شتاب توقف جسم برخوردکننده پرداخته می شود.

ابتدا اثر ویسکوزیته و سرعت جسم برخورد کننده روی شتاب توقف مورد بررسی قرار گرفته شده است.

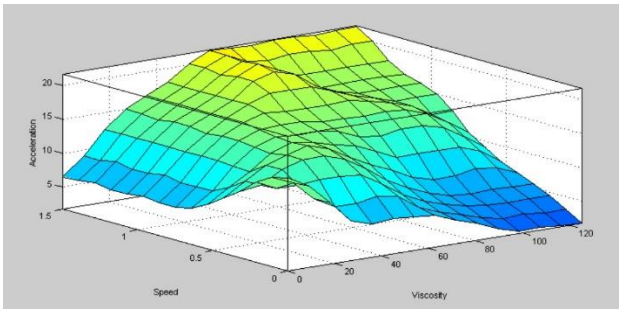
تعریف کیفی پارامتر ویسکوزیته سیال عامل:

Viscosity (CSt)					
Range	0 - 25	25 - 50	50 – 75	75 - 100	100 – 125
Definition	Very low	Low	Medium	High	Very high

تعریف کیفی پارامتر سرعت جسم برخورد کننده:

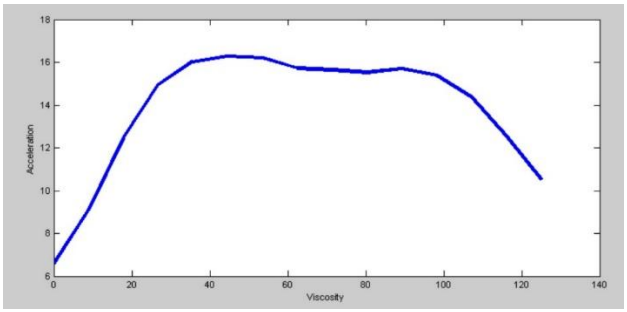
Speed (m/s)					
Range	0 - 0.3	0.3 – 0.6	0.6 – 0.9	0.9 - 1.2	1.2 – 1.5
Definition	Very low	Low	Medium	High	Very high

با استفاده از روابط ریاضی بدست آمده در خصوص رفتار دینامیکی ضربه گیرهای هیدرولیک، می توان تغییرات هریک از پارامترهای سرعت و ویسکوزیته را بررسی و اثر آن روی شتاب توقف را بدست آورد. همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده است، با استفاده از روش سیستم فازی امکان بررسی همزمان دو پارامتر سرعت و ویسکوزیته و تاثیر آن روی شتاب توقف میسر می باشد که از قابلیت های جالب توجه سیستم فازی می باشد.

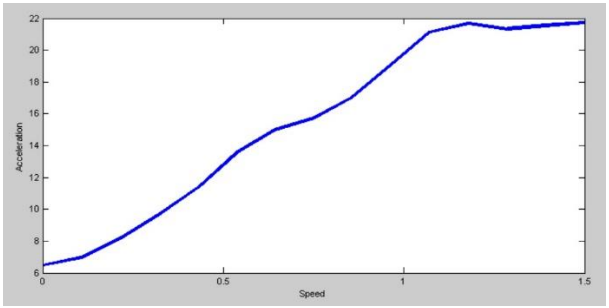


شکل ۳. نمودار سه بعدی تغییرات ویسکوزیته، سرعت و شتاب در ضربه گیر

در شکل های ۴ و ۵ به ترتیب تغییرات شتاب توقف نسبت به تغییرات ویسکوزیته و سرعت نشان داده شده است.



شکل ۴. نمودار تغییرات شتاب توقف نسبت به ویسکوزیته در ضربه گیر



شکل ۵. نمودار تغییرات شتاب توقف نسبت به سرعت در ضربه گیر

در ادامه به بررسی اثر ویسکوزیته و جرم جسم برخورد کننده پرداخته می شود.

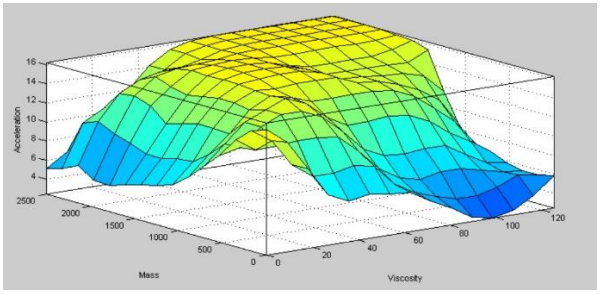
تعریف کیفی پارامتر ویسکوزیته سیال عامل:

Viscosity (CSt)					
Range	0 - 25	25 - 50	50 – 75	75 - 100	100 – 125
Definition	Very low	Low	Medium	High	Very high

تعریف کیفی پارامتر جرم جسم برخورد کننده:

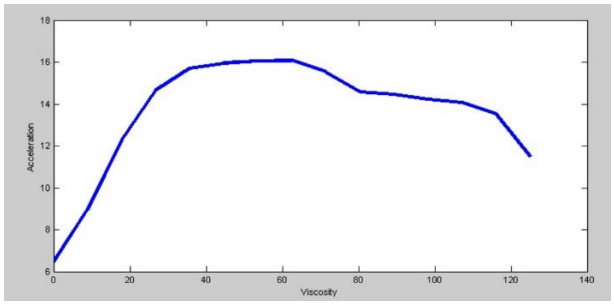
Mass (kg)					
Range	0 - 500	500 - 1000	1000 – 1500	1500 - 2000	2000 – 2500
Definition	Very light	Light	Medium	Heavy	Very heavy

در شکل ۶ تغییرات شتاب توقف بر اساس تغییرات ویسکوزیته و جرم جسم برخوردکننده در ضربه‌گیر هیدرولیک بطور همزمان نشان داده شده است.

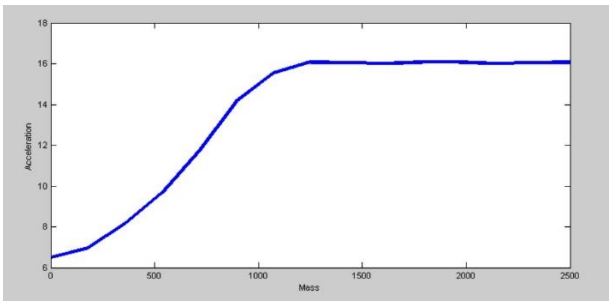


شکل ۶. نمودار سه بعدی تغییرات ویسکوزیته، جرم و شتاب در ضربه گیر

در شکل های ۷ و ۸ به ترتیب تغییرات شتاب توقف نسبت به تغییرات ویسکوزیته و جرم جسم برخوردکننده نشان داده شده است.



شکل ۷. نمودار تغییرات شتاب توقف نسبت به ویسکوزیته در ضربه گیر



شکل ۸. نمودار تغییرات شتاب توقف نسبت به جرم جسم در ضربه گیر

لازم بذکر است با توجه به اینکه مجموع مساحت های خروجی روغن(اوریفیس) با موقعیت لحظه ای پیستون تغییر می کند، با کم شدن مساحت مذکور روغن تحت فشار بیشتری قرار خواهد گرفت و می تواند روی نرمی شتاب توقف تاثیر گذار باشد. در ادامه می توان به بررسی همزمان پارامترهای ویسکوزیته و مجموع مساحت های خروجی

روغن روی شتاب توقف جسم برخورد کننده پرداخت. لذا در ابتدا به تعریف کیفی پارامترهای مذکور پرداخته می شود و سپس با مدل سازی فازی نتایج مربوطه حاصل می شود.

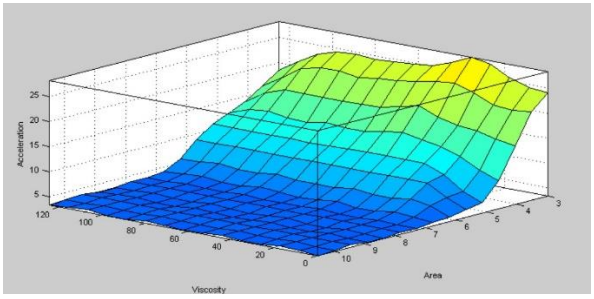
تعریف کیفی پارامتر ویسکوزیته سیال عامل:

Viscosity (CSt)					
Range	0 - 25	25 - 50	50 – 75	75 - 100	100 – 125
Definition	Very low	Low	Medium	High	Very high

تعریف کیفی پارامتر مجموع مساحت های خروجی روغن(اوریفیس):

Area (m^2)					
Range	(3 – 4.5) E-05	(4.5 – 6) E-05	(6 – 7.5) E-05	(7.5 – 9) E-05	(9 – 10.5) E-05
Definition	Smaller	Small	Moderate	Big	Bigger

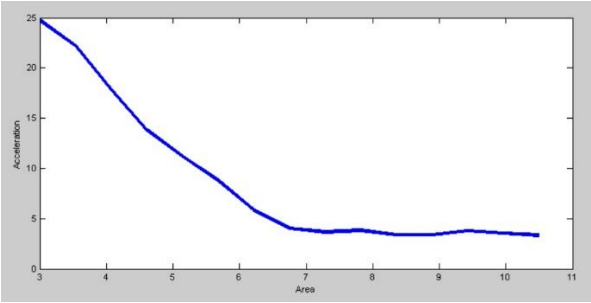
در شکل ۹ تغییرات شتاب توقف بر اساس تغییرات ویسکوزیته و مجموع مساحت های خروجی روغن(اوریفیس) در ضربه گیر هیدرولیک بطور همزمان نشان داده شده است.



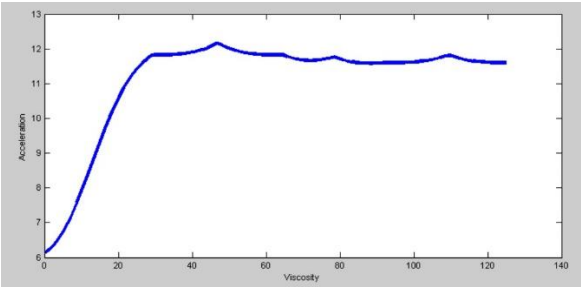
شکل ۹. نمودار سه بعدی تغییرات ویسکوزیته، اوریفیس و شتاب در ضربه گیر

در نظر داشته باشید که در این قسمت برای سهولت بررسی نتایج، از شتاب ایجاد شده توسط سیال (A=a+g) به جای شتاب جسم برخورد کننده به ضربه گیر (a=A-g) استفاده شده است.

در شکل های ۱۰ و ۱۱ به ترتیب تغییرات شتاب توقف نسبت به تغییرات مساحت اوریفیس و ویسکوزیته نشان داده شده است.



شکل ۱۰. نمودار تغییرات شتاب توقف نسبت به اوریفیس در ضربه گیر



شکل ۱۱. نمودار تغییرات شتاب توقف نسبت به ویسکوزیته در ضربه گیر

همانطور که مشاهده می شود، با استفاده از مدل سازی فازی می توان تاثیر پارامترهای مختلف در تحلیل مسائل را مورد بررسی قرار داد. در خصوص ضربه گیرهای هیدرولیک مطابق با استاندارد حداکثر شتاب توقف برابر g (شتاب جاذبه گرانش) می باشد. لذا در صورت طراحی و ساخت سیالی که امکان ایجاد این شتاب را فراهم نماید می توان به طراحی ضربه گیر ایده آل بپردازیم تا با ایجاد کمترین شوک حرکتی به مسافران داخل کابین، باعث متوقف شدن آن در کوتاه ترین مسافت طی شده گردد.

لذا بر اساس اطلاعات بدست آمده از نتایج فوق، برای دستیابی به شتاب توقف g (۹/۸۱ متر بر مجذور ثانیه) می-بایست ویسکوزیته سیال حدود ۱۵ تا ۲۰ سانتی استوک منظور گردد. لازم بذکر است نتایج بدست آمده برای ضربه گیر با مشخصات مورد بررسی در این تحقیق می باشد و واضح است که با تغییر مشخصات فنی ضربه گیر، نتایج نیز

تغییر می کند و احتمالا در ویسکوزیته متفاوت به شتاب توقف نزدیک به عدد g خواهیم رسید.

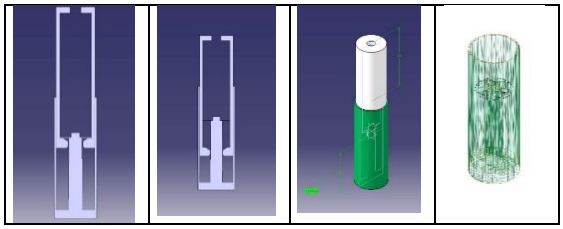
۱۰- طراحی و ساخت ضربه گیر هیدرولیک

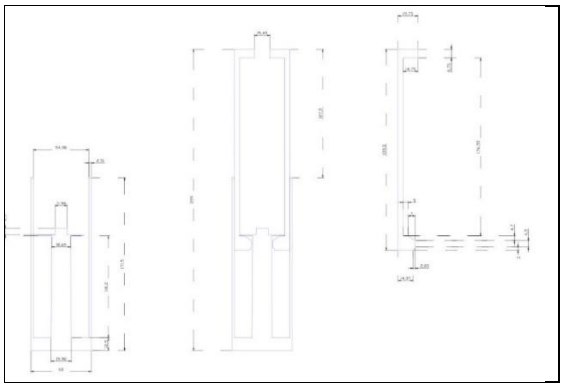
در این تحقیق همانطور که در مباحث قبل مورد اشاره قرار گرفت، بمنظور شناخت بهتر و دقیق تر نحوه عملکرد ضربه گیر در زمان مستهلک کردن انرژی ناشی از ضربه، به بررسی ساختار درونی یک مدل خاص ضربه گیر پرداخته شده و پس از بازکردن اجزا سازنده آن، نسبت به اندازه گیری دقیق قطعات و طراحی و مدل سازی آن در فضای نرم افزار اقدام شده است.

در شکل ۱۲ اجزای باز شده ضربه گیر مخروطی نشان داده شده است. بمنظور اندازه گیری اجزای تشکیل دهنده در ابتدا ضربه گیر نمونه در کارگاه دمونتاژ گردیده است.

شکل ۱۲. اجزای ضربه گیر هیدرولیک مدل مخروطی

پس از اندازه گیری اجزای آن با استفاده از ابزار دقیق، طراحی و مدل سازی ضربه گیر در فضای نرم افزاری صورت پذیرفته است تا امکان مهندسی معکوس و ساخت اجزای آن با استفاده از ماشین آلات میسر شود. در شکل ۱۳ نمونه هایی از اجزای ضربه گیر که مدل شده اند، نشان داده شده است.





شکل ۱۳. ضربه گیر هیدرولیک مدل شده در محیط نرم افزار با در نظر گرفتن اندازه واقعی

سپس به بررسی جنس قطعات تشکیل دهنده ضربه گیر و متالوژی مواد پرداخته شده و نسبت به ساخت قطعات مشابه با استفاده از ابزار دقیق اقدام گردیده است. پس از مونتاژ قطعات ساخته شده و کنترل عملکرد آنها، نمونه ساخته شده جهت انجام تست به آزمایشگاه مربوطه ارسال شده است.

لازم بذکر است که عموما در ضربه گیرهای هیدرولیک از روغن هیدرولیک با ویسکوزیته ثابت ۶۸ سانتی استوکس استفاده می‌شود. در این تحقیق هدف مقایسه عملکرد ضربه گیر در صورت استفاده از سیال ویسکوالاستیک به جای روغن هیدرولیک به عنوان سیال عامل می باشد. لذا نسبت به جمع آوری اطلاعات و مطالعه مقالات مرتبط در زمینه ساخت و استفاده از سیالات غیرنیوتنی و همچنین سیالات ویسکوالاستیک اقدام شده است.

در مقالات مرتبط، در زمینه ساخت سیالات ویسکوالاستیک استفاده شده در ضربه گیرها و فرمولاسیون مربوط به تولید آنها اطلاعات اندکی یافت گردید و عمدتا نسبت به تحلیل رفتار سیالات غیر نیوتنی با استفاده از مدل های ساده شده ماکسول و کلوین پرداخته شده است. یکی از راه های ساخت سیال ویسکوالاستیک استفاده از مواد پلیمری در حلال های مربوطه low concentrations of polyacrylamide (grade E10) in a maltose syrup/water base می باشد. لازم به ذکر است که میزان غلظت و درصد ترکیب در مقالات ذکر نشده و به عنوان اطلاعات انحصاری برای تولیدکنندگان حفظ شده

است. لذا در این تحقیق با استفاده از نتایج بدست آمده از سیستم کنترل فازی، ویسکوزیته مورد نیاز جهت دستیابی به شتاب توقف مطلوب بر اساس پارامترهای مربوط به مساحت خروجی اوریفیس، جرم و سرعت جسم برخوردکننده بدست آمده و سپس در آزمایشگاه پلیمر، سیال عامل ویسکوالاستیک بر اساس اطلاعات مربوطه ساخته شده است. پس از ساخت نمونه سیال ویسکوالاستیک آزمایشگاهی نسبت به تست عملکرد ضربه گیر در صورت استفاده از سیال مذکور به عنوان سیال عامل و ثبت نتایج و اثربخشی آن سیال اقدام شده است. لازم بذکر است تغییر میزان درصد پلیمر اضافه شده به حلال، می تواند به شدت بر خواص سیال ویسکوالاستیک تاثیر داشته باشد و لذا تولید طیف گسترده سیال ویسکوالاستیک و تست عملکرد هر یک از آنها در ضربه گیرهای هیدرولیک، در عمل بسیار زمانبر و پرهزینه خواهد بود. لذا منطقی می باشد ابتدا نسبت به دستیابی به خواص سیال ویسکوالاستیک مورد نظر به عنوان سیال عامل ضربه گیر، از طریق حل معادلات رفتار سیال و یا مدل سازی در محیط نرم افزارهای تخصصی سیالات پرداخته شود و پس از دستیابی به بهترین عملکرد، تولید و ساخت سیال با مشخصات فیزیکی مشخص شده آغاز شود و در نهایت نسبت به تست آزمایشگاهی سیال در ضربه گیر ساخته شده در آزمایشگاه تخصصی اقدام شود. لازم بذکر است همانطور که پیش از این مورد اشاره قرار گرفت، نوشتن و حل معادلات حاکم بر رفتار ضربه گیر با حضور سیال غیرنیوتنی و یا مدل سازی آن در فضای نرم افزاری، بسیار دشوار و همراه با خطا ساده سازی خواهد بود و لذا در این پژوهش به شکل نوآورانه از روش سیستم های کنترل فازی جهت دستیابی به خواص سیال مورد نظر پرداخته شده است.

این فرآیند با توجه به گسترده بودن اقدامات پژوهشی مربوط به ساخت ضربه گیر، استفاده از روش های سیستم کنترل فازی، ساخت سیال عامل ویسکوالاستیک و نهایتا تست آزمایشگاهی جهت کنترل صحت نتایج بدست آمده، می توان گفت که برای اولین بار در فضای علم رئولوژی در دنیا انجام شده است.

یادآور می شود که مجموعه ای از عوامل و پارامترها در رفتار ضربه گیرهای هیدرولیک با سیال عامل ویسکوالاستیک، تاثیر گذار است. همانطور که قبلا بیان شد این عوامل را می توان به دو دسته فیزیکی و ظاهری ضربه گیر(مساحت پیستون، مجموع مساحت های عبوری روغن، سرعت برخورد جسم بر پیستون، وزن اعمال شده بر سر پیستون) و پارامترهای مربوط به سیال عامل ضربه گیر(دانسیته سیال، ویسکوزیته یا لزجت سیال، الاستیسیته سیال) تقسیم بندی کرد. در عمل بررسی همزمان تاثیر تمامی پارامترهای مذکور بسیار پیچیده و حتی غیر ممکن می باشد و لازم است بصورت جداگانه تاثیر پارامترها بر رفتار ضربه گیر و شتاب توقف در زمان برخورد ضربه مورد بررسی قرار گرفته شود. در چنین شرایطی استفاده از روش های مدل سازی فازی دریچه ای تازه برای بررسی تاثیر پارامترهای درگیر در رفتار سیال و به تبعیت از آن شتاب توقف جسم برخورد کننده به ضربه گیر را در پیش رو می گشاید.

لازم بذکر است بطور متداول سیال هیدرولیک استفاده شده در ضربه گیرها خاصیت الاستیک نداشته و عمدتا دارای ویسکوزیته ثابت ۶۸ سانتی استوک می باشد. سیال ویسکوالاستیک مورد نظر لازم است دارای خاصیت ویسکوزیته در بازه ۱۰ تا ۱۰۰ سانتی استوک و همچنین خاصیت الاستیک معادل با فنر با مشخصات مفتول به قطر ۷ میلیمتر، قطر خارجی فنر ۹۰ میلیمتر و تعداد ۲۰ دور باشد.

در ادامه با استفاده از نتایج حاصل شده از مدل سازی فازی و دستیابی به ویسکوزیته بهینه، نسبت به ساخت روغن(سیال عامل ویسکوالاستیک) و انجام تست ضربه گیرهای هیدرولیک در محیط آزمایشگاه جهت کنترل صحت نتایج بدست آمده و اعتبار سنجی آنها پرداخته شده است.

در شکل ۱۴ تصاویر مربوط به برج تست آسانسور جهت شبیه سازی برخورد جسم به ضربه گیر نشان داده شده است.

سنسورهای دقیق و کاملا کالیبره جهت ثبت مکان، سرعت و شتاب جسم برخوردکننده در هر لحظه، در محل مناسب تعبیه شده است تا نتایج مورد نیاز ثبت گردند.

شکل ۱۴. برج تست آسانسور شرکت بازرسی ISQI واقع در کردان کرج

پس از انجام تست های مربوط به جرم های مختلف جسم برخورد کننده (۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ کیلوگرم) که با سرعت های مختلف (۰/۵ ، ۱ و ۱/۵ متر بر ثانیه) به ضربه گیر برخورد می نماید، نتایج حاصل از استفاده از سیال ویسکوالاستیک در مقایسه با سیال هیدرولیک با ویسکوزیته ثابت در جداول زیر نشان داده است. نتایج بدست آمده نشان می دهد که در صورت استفاده از سیال ویسکوالاستیک به طور شگفت انگیزی کارایی ضربه گیر افزایش یافته و عملا با وجود افزایش شتاب توقف متوسط، شوک حرکتی در لحظه برخورد کاهش یافته است.

نتایج بدست آمده در صورت استفاده از سیال نیوتنی(ویسکوزیته ثابت) در ضربه گیر هیدرولیک:

سرعت برخورد درخواستی : ۰/۵ متر بر ثانیه

ر دیف	جرم kg	سرعت برخورد m/s	حداکثرسرعت m/s	شتاب متوسط (g)	حداکثرشتاب (g)	مسافت طی شده cm
۱	۱۵۰۰	۰/۷۹۲	۱/۲۴۶	۰/۳۸	۲/۱	۱۲
۲	۱۰۰۰	۰/۷۷۷	۱/۲۵۶	۰/۳۲	۲/۰	۱۱/۸
۳	۵۰۰	۰/۷۲۳	۱/۳۸۳	۰/۳۶	۴/۷	۱۳

سرعت برخورد درخواستی : ۱ متر بر ثانیه

ر دیف	جرم kg	سرعت برخورد m/s	حداکثرسرعت m/s	شتاب متوسط (g)	حداکثرشتاب (g)	مسافت طی شده cm
۱	۱۵۰۰	۰/۹۶۷	۱/۳۹۳	۰/۴۹	۲/۲	۱۳
۲	۱۰۰۰	۰/۹۸۷	۱/۳۹۷	۰/۴۱	۲/۶	۱۲/۸
۳	۵۰۰	۰/۹۴۳	۱/۴۹۵	۰/۴۱	۴/۷	۱۳/۲

سرعت برخورد درخواستی : ۱/۵متر بر ثانیه

ر دیف	جرم kg	سرعت برخورد m/s	حداکثرسرعت m/s	شتاب متوسط (g)	حداکثرشتاب (g)	مسافت طی شده cm
۱	۱۵۰۰	۱/۴۷۶	۱/۷۵۹	۰/۸۰	۲/۸	۱۲/۶
۲	۱۰۰۰	۱/۴۴۱	۱/۷۳۹	۰/۷۵	۴/۱	۱۲/۵
۳	۵۰۰	۱/۴۷۶	۱/۷۰۰	۰/۳۲	۵/۱	۱۳

نتایج بدست آمده در صورت استفاده از سیال غیرنیوتنی(ویسکوزیته متغیر) در ضربه گیر هیدرولیک:

سرعت برخورد درخواستی : ۰/۵ متر بر ثانیه

ر دیف	جرم kg	سرعت برخورد m/s	حداکثرسرعت m/s	شتاب متوسط (g)	حداکثرشتاب (g)	مسافت طی شده cm
۱	۱۵۰۰	۰/۷۳۸	۱/۰۰۷	۰/۳۳	۱/۴	۱۰/۵
۲	۱۰۰۰	۰/۷۷۷	۱/۰۳۶	۰/۲۹	۱/۱	۱۰/۱
۳	۵۰۰	۰/۶۷۴	۰/۹۲۸	۰/۱۸	۱/۳	۱۰

سرعت برخورد درخواستی : ۱ متر بر ثانیه

ر دیف	جرم kg	سرعت برخورد m/s	حداکثرسرعت m/s	شتاب متوسط (g)	حداکثرشتاب (g)	مسافت طی شده cm
۱	۱۵۰۰	۱/۰۳۱	۱/۱۰۴	۰/۵۰	۱/۴	۱۰/۶
۲	۱۰۰۰	۱/۰۵۵	۱/۳۵۸	۰/۶۷	۲/۱	۱۰/۳
۳	۵۰۰	۰/۹۷۷	۱/۰۹۹	۰/۳۲	۱/۵	۹/۲

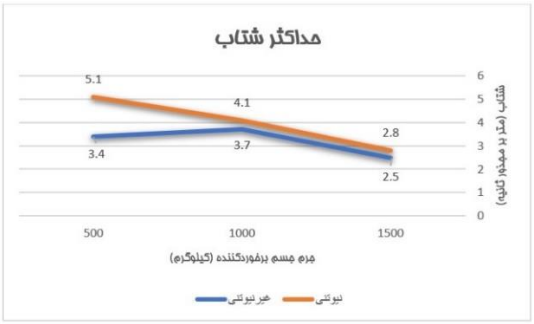
سرعت برخورد درخواستی : ۱/۵ متر بر ثانیه

ر دیف	جرم kg	سرعت برخورد m/s	حداکثرسرعت m/s	شتاب متوسط (g)	حداکثرشتاب (g)	مسافت طی شده cm
۱	۱۵۰۰	۱/۴۶۶	۱/۶۰۳	۰/۹۵	۲/۵	۱۱/۳
۲	۱۰۰۰	۱/۴۶۱	۱/۷۱۵	۰/۸۹	۳/۷	۱۱/۲
۳	۵۰۰	۱/۳۸۸	۱/۵۳۹	۰/۶۲	۳/۴	۱۰

برای بررسی دقیق تر نتایج بدست آمده، در ادامه نمودارهای مقایسه ای مربوط به حداکثر شتاب، شتاب متوسط، مسافت توقف و حداکثر سرعت نشان داده شده است.

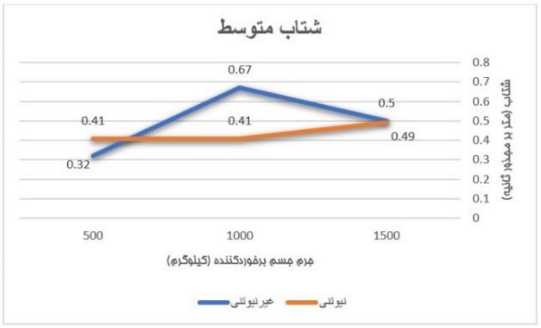
مقایسه حداکثر شتاب توقف:

سرعت برخورد ۱ متر بر ثانیه

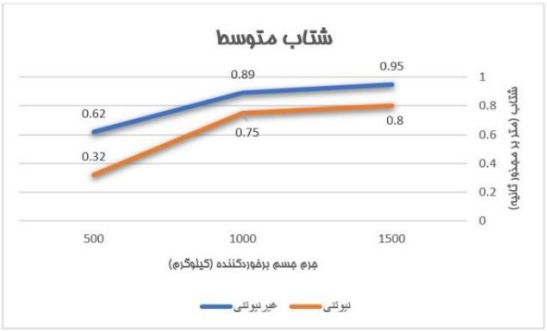


سرعت برخورد ۱/۵ متر بر ثانیه

مقایسه شتاب متوسط توقف:



سرعت برخورد ۱ متر بر ثانیه



سرعت برخورد ۱/۵ متر بر ثانیه

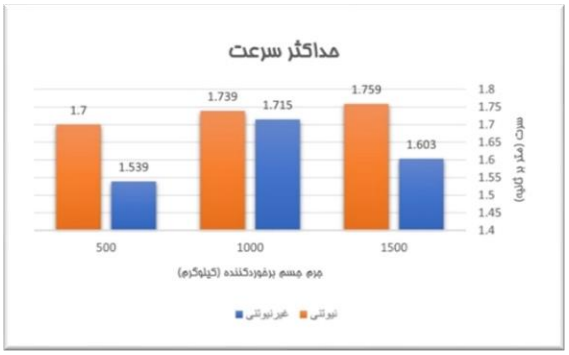
مقایسه مسافت توقف:

سرعت برخورد ۱ متر بر ثانیه

سرعت برخورد ۱/۵ متر بر ثانیه

مقایسه حداکثر سرعت:

سرعت برخورد ۱ متر بر ثانیه



سرعت برخورد ۱/۵ متر بر ثانیه

۱۱- نتیجه گیری

در این مقاله به بررسی میزان اثربخشی و افزایش بهره‌وری میراگرها در حضور سیال ویسکوالاستیک به جای روغن با ویسکوزیته ثابت پرداخته شده است. همانطور که از نتایج آزمایشگاهی مشخص شده است، استفاده از سیال عامل ویسکوالاستیک رقیق شونده باعث می شود که در ابتدا برخورد جسم با ضربه گیر، در پی کاهش ویسکوزیته سیال، شوک اولیه نیز کاهش یافته و بتدریج با افزایش ویسکوزیته

سیال عامل، شتاب توقف نزدیک به حداکثر مجاز (شتاب g) حفظ شود. این فرآیند باعث می شود تا ضمن کاهش شوک اولیه، مسافت طی شده تا توقف جسم برخوردکننده کاهش یافته و منجربه بهینه سازی قابل توجه میراگر گردد.

در کشورهای پیشرفته، امروزه بخش قابل ملاحظه ای از سیستم های بروز را سیستم های میراگرها تشکیل می دهد؛ و با توجه به قابلیت های شگرف این سیستم ساختمانی، تحول های اساسی در تکنیک ها و روش های ساخت و سازه ها ایجاد شده است همچنین باعث کارآفرینی در صنعت ساخت و ساز شده است و یکی از جدیدترین و روبهر شدترین روش های ساخت و ساز می باشد، میتوان از آن برای پروژه های کارآفرینانه بخش عمرانی و ساختمانی نیز بهره برد.

صنعت ساختمان یکی از بزرگترین بخش‌های اقتصادی کشور است. این صنعت پس از نفت به عنوان یکی از صنایع فرصت آفرین و کارآفرین برای رشد اقتصادی و افزایش تولید ناخالص داخلی و اشتغال زایی به شمار می‌رود. تکنولوژی های نوین در صنعت ساختمان از جمله مسائل به روز و پیشرفته ای است که شکل تازه ای به صنعت ساختمانی بخشیده است. از جمله این تکنولوژی ها می توان به میراگرها که باعث کاهش استهلاک و افزایش بازده سیستم و پیشگیری از بروز خرابی در بخش های مختلف تجهزات یا سازه ها می شوند، اشاره کرد. مصالح جدید، از جمله میراگرها انرژی های نو و راهکارهای طراحی نوین به همراه پیشرفت ها در تکنولوژی دیجیتال و فناوری اطلاعات، در حال ایجاد موجی از نوآوری در صنعت ساخت و ساز هستند، که همگی یک هدف واحد را دنبال می کنند، تامین سلیقه و نیاز مشتری به بهینه ترین شیوه در دسترس و ایجاد کارآفرینی در جهت افزایش قابلیت اطمینان در صنعت ساخت و ساز می شود.

مراجع

Bi, S., Liu, Z., Usman, K. (2017). The Influence of Online Information on Investing Decisions of Reward-Based Crowdfunding. Journal of Business Research, 71, 10-18.

Chang TS, Singh MP. Mechanical model parameters for viscoelastic damper. J Eng Mech 2009;135:581-4.

Christensen, R.M., 1982. Theory of Viscoelasticity, second ed. Academic Press, New York.

Dimitrios G. Lignos, A.M.ASCE1; and Helmut Krawinkler, M.ASCE2″ Deterioration Modeling of Steel Components in Support of Collapse Prediction of Steel Moment Frames under Earthquake Loading″ JOURNAL OF STRUCTURAL ENGINEERING © ASCE / NOVEMBER 2011 /1291

Eisenmann, T., Parker, G., Van Alstyne, M.W. (2006). Strategies for Two-Sided Markets. Harvard business review, 84(10), 92.

Gemant, A., 1938. On fractional differentials. Philos. Mag. 25, 540-549.

Gerber, L., Hui, J. (2016). Crowdfunding: How and Why People Participate. In International perspectives on crowdfunding. Emerald Group Publishing Limited.

Grichnik, D., Smeja, A., & Welpe, I. (2010). The importance of being emotional: How do emotions affect entrepreneurial opportunity evaluation and exploitation? Journal of Economic Behavior & Organization, 76(1 .29-15 ,) doi:10.1016/j.jebo.2010.02.010

Grichnik, D., Smeja, A., & Welpe, I. (2010). The importance of being emotional: How do emotions affect entrepreneurial opportunity evaluation and exploitation? Journal of Economic Behavior & Organization, 76(1 .29-15 ,) doi:10.1016/j.jebo.2010.02.010

Ibarra L. Global collapse of frame structures under seismic excitations.PhD Dissertation, Department of CEE, Stanford University, 2003.

Medina RA, Krawinkler H. Seismic demands for non-deteriorating frame structures and their dependence onground motions.John A. Blume Earthquake Engineering Center Report No. 144. Department of CEE, Stanford University, 2003.

Mualla , I. and Bellev , B., (2002), “Performance of steel frames with a new friction damper device under earthquake excitation,” Engineering Structures, pp 365-371

Mualla, I., (2000), “Experimental and computational evaluation of a novel friction damper device,” PhD thesis, Department of Structural Engineering and Materials, Technical University of Denmark

Pall, Avtar. Marsh , Cedric, “seismic Responseof Friction Damped Braced Frames” Structural Division, Vol. 108, No. 6, June 1982 pp. 1313-1323. (1982)

S.W. Park., 2001, Analytical modeling of viscoelastic dampers for structural and vibration control, International Journal of Solids and Structures, 38, 8065-8092.

Schapery, R.A., 1974. Viscoelastic behavior and analysis of composite materials. In: Sendeckyj, G.P. (Ed.), In Mechanics of Composite Materials, vol. 2, Academic Press, New York, pp. 85-168.

T., & Abrahamsson, P. (2014). Software development in startup companies: A systematic mapping study. Information and Software Technology, 56(10), 1200-1218. doi:10.1016/j.infsof.2014.04.014

Tomy, S., & Pardede, E. (2017). Opportunity Evaluation Using Uncertainties in Software Entrepreneurship. Entrepreneurship Research Journal, 7(3). doi:10.1515/erj2016-0044

Tschoegl, N.W., 1989. The Phenomenological Theory of Linear Viscoelastic Behavior. Springer, Berlin.