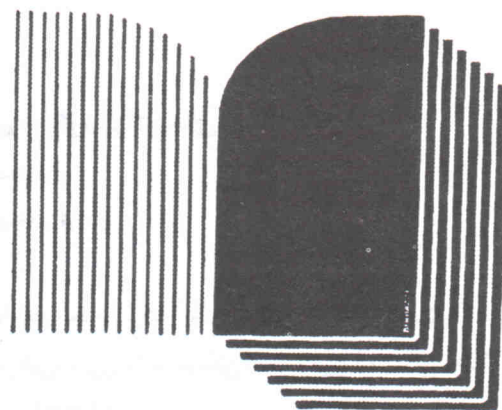


# معرفی مقالات پژوهشی مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی شریف (۱۳۷۷)



در ادامه‌ی سیاست مجله در خصوص معرفی و چاپ چکیده‌ی مقالات پژوهشی دانشکده‌های مختلف، در شماره‌ی پیشین مجله اقدام به معرفی چکیده‌ی مقالات دانشکده‌ی «مهندسی صنایع» و بخشی از مقالات پژوهشی دانشکده‌ی «مهندسی مکانیک» دانشگاه صنعتی شریف کردیم. با توجه به حجم زیاد مطالب و محدودیت صفحات مجله، ادامه‌ی معرفی چکیده‌ی مقالات دانشکده‌ی مهندسی مکانیک به این شماره موکول شد. همان‌گونه که در شماره‌های پیشین مجله نیز اشاره شد، چاپ مجموعه‌مقالاتی از این دست، منحصر به دانشگاه صنعتی شریف نیست و فصلنامه‌ی شریف، از تمامی استادان و اعضای هیأت علمی سایر دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی کشور درخواست می‌کند تا نتایج بررسی‌های پژوهشی خود را برای چاپ به دفتر مجله ارسال دارند.

در این مقاله، ابتدا گزارشی از تاریخچه‌ی سازوکارهای پایه و اتصالات ارائه شده است. سپس، نسبت به معرفی هفت سازوکار پایه و نیز تحلیل سینماتیکی آنها اقدام شده است. در انتها، تحلیل سینماتیکی یک سازوکار فضایی، متشکل از سه سازوکار پایه، صورت گرفته است.

## ✓ آب‌بندی قالب (die spotting) و آثار آن بر شکل‌دهی ورق

احمد عامرپور (استادیار)

علی‌اصغر مقدس محمدی (تکنیسین)

بهروز احمدزاده (دانشجوی کارشناسی ارشد)

در فرایند شکل‌دهی ورق، در قالب‌های پرس، تغییرات ضخامت در زیر سطح ورق‌گیر یکنواخت نیست. ورق‌گیر و ورق فقط در نقاط ضخیم تماس دارند و در بقیه‌ی نقاط، بویژه در نقاط تحت فشار و نقاطی که با ورق‌گیر تماس ندارد، احتمال چروکیدگی در ورق بسیار زیاد است. برای رفع این عیب، وجود اطلاعاتی نظیر چگونگی تغییرات ضخامت و تشخیص نواحی تحت فشار بسیار ضروری است. با وجود پیچیدگی در توزیع ضخامت در زیر سطح ورق‌گیر، در این پژوهش نظم خاصی در چگونگی تغییرات ضخامت برحسب شکل حفره قالب مشاهده شد.

## ✓ مطالعات امکان‌پذیری ساخت پیل‌های سوختی در ایران

علی‌امیرفضلی (دانشیار)

با اینکه معیارهای اقتصادی و وزنی پیشرفت‌های به دست آمده در زمینه‌ی پیل‌های سوختی هنوز چندان قابل توجه نیست، اما فشارهای قانونی در خصوص رعایت بهداشت محیط زیست، امکان تأمین برخی نیازهای ویژه و بازدهی قابل ملاحظه‌ی آنها، پیل‌های سوختی را جزو قلمروهای پیشرو در پژوهش‌های انرژی قرار داده است.

کار پیل‌های سوختی بدون نیاز به مصرف شدن الکترودها یا بدون نیاز به شارژ مجدد، همراه با بازدهی کم‌نظیر و کمترین آلاینده‌ی محیطی، و عدم نیاز به کاربرد اجزای متحرک سایشی مولد صداهای مزاحم — آنگونه که در بسیاری از ماشین‌های مولد انرژی حاکم است — و استقلال منظومه‌ی پیل‌های سوختی، و امکان تولید برق جریان مستقیم یا متناوب، به پیل‌های سوختی تنوع متعددی بخشیده است.

## ✓ تحلیل سینماتیک سازوکارهای فضایی با استفاده از سازوکارهای پایه

پایه

حسن ظهور (استاد)

فرهنگ طهماسبی زاده و داود دانشی (کارشناس ارشد)

همچنین با استفاده از روش «خطوط لغزش» و «خطوط جریان»، مناطق سه گانه‌ی صلب، کشش و فشار در اطراف حفره قالب نشان داده می‌شوند. مناطق تحت فشار در گوشه‌ها در مجاورت حفره‌ی قالب و در جداره‌های مستقیم دوز از لبه‌ی قالب قرار دارند. نحوه‌ی تغییرات ضخامت با پیشروی سنبه به درون قالب همواره در حال تغییر است؛ در این پژوهش، هنگامی که سنبه ۳۰ درصد از مسیر خود را طی کرده باشد، حساس‌ترین زمان برای در نظر گرفتن توزیع ضخامت است.

#### ✓ بررسی ناپایداری احتراق در رُمجت

اکبر غفوریان (استادیار)

یژمان اکبری (کارشناس ارشد)

مشکل ناپایداری احتراق در موتورهای رُمجت بر عملکرد این موتورها تأثیری جدی دارد. در این بررسی، ناپایداری فرکانس پایین که در موتورهای رُمجت رخ می‌دهد، مورد توجه قرار گرفته و با ساخت یک موتور آزمایشی، برهمکنش میدان جریان سیال و میدان آکوستیک بررسی شده است.

دستگاه آزمایش، یک رُمجت متقارن محوری با محفظه‌ی احتراق پله‌یی است که از سه قسمت «لوله‌ی ورودی»، «محفظه‌ی احتراق پله‌یی» و «نازل خروجی» تشکیل شده است. متغیرهای آزمایش عبارت‌اند از «دبی جریان»، «طول ورودی» و «طول محفظه‌ی احتراق». از هوا و اکسیژن خالص به‌عنوان اکسیدکننده، و از پروپان به‌عنوان سوخت استفاده شده است. به کمک یک میکروفون و برد اخذ اطلاعات فرکانس ناپایداری اندازه‌گیری شده است. برای عکسبرداری از ساختار شعله، از یک دوربین سریع استفاده شده است. پس از روشن کردن موتور در بازده کارکرد آن نوسان‌های فرکانس پایین مشاهده شده است. رفتار آکوستیک دستگاه به دو روش عددی و تجربی بررسی و مشاهده شد که مقدار فرکانس‌های اصلی سیستم، متفاوت با فرکانس ناپایداری است.

این امر نشان می‌دهد که سازوکار ناپایداری صرفاً آکوستیک نیست. بنابراین، برای دستیابی به جزئیات بیشتر در ارتباط با ناپایداری، آزمایش‌های دیگری انجام گرفت. نتایج حاصل نشان داد که ناپایداری تحت تأثیر حرکت مقیاس بزرگ شعله که به علت وجود گردابه‌های متناوبی که در لبه‌ی پله به وجود می‌آیند، شکل می‌گیرد. نتایج آزمایش وابستگی ناپایداری را به آکوستیک و جابه‌جایی

گردابه نشان می‌دهد.

#### ✓ تحلیل تجربی عملکرد انژکتورهای موشک مایع سوز

اکبر غفوریان (استادیار)

مجید مصباح (کارشناس ارشد)

این مقاله به مطالعه‌ی تجربی رفتار یک انژکتور همسو، تحت تأثیر اغتشاشات عرضی، می‌پردازد. ممکن است تغییر احتمالی رفتار انژکتورها در اثر اغتشاشات، بر عملکرد موتور موشک‌های مایع سوز تأثیر بگذارد. برای بررسی این تغییرات، آزمون‌های سرد بدون احتراق، و نیز آزمون‌های گرم همراه با احتراق انجام شده‌اند. در آزمون سرد از آب برای فاز مایع، و از هوا برای فاز گاز استفاده شده است. مشاهدات نشان می‌دهند که کاهش فرکانس اغتشاشات از ۱۴۸۱ Hz تا ۷۸۰ Hz، به افزایش مقدار ۱۵ درصد جرم در مرکز اسپری، و نیز افزایش شدت اغتشاشات از ۱۱۸ dB تا ۱۲۳ dB به کاهش ۷ درصد جرم در مرکز اسپری انجامیده است. یعنی فرکانس اغتشاشات با مقدار جرم در مرکز رابطه‌ی خطی و معکوس دارند. در اغتشاشات با فرکانس بالا، توزیع جرمی در اسپری یکنواخت‌تر می‌شود. همچنین مشاهده شده است که هر چه اسپری از سر انژکتور دورتر شود نسبت به اغتشاشات حساس‌تر می‌شود. در آزمون‌های گرم مشاهده شده که در محل اعمال اغتشاشات میزان احتراق افزایش می‌یابد. نتیجه نشان می‌دهد که اغتشاشات عرضی، توزیع جرمی ایجاد شده توسط انژکتور را بهبود می‌بخشد و کارایی احتراق را افزایش می‌دهد.

#### ✓ پیش بینی عملکرد پایدار موتورهای موشک جامدسوز

محمد فرشچی (استادیار)

کاوه محامد (دانشجوی کارشناسی ارشد)

در این مطالعه، با استفاده از معادلات بقای جرم، گشتاورها و انرژی تک‌بعدی و دارای دو فاز گاز و ذره و معادلات حالت گاز کامل، یک معادله برای نوسانات فشار درون محفظه‌ی احتراق یک راکت جامدسوز به دست آمده است. سمت راست این معادله شامل ترم‌هایی به صورت چشمه و چاه است که اثر سوزش سطح، نازل، چرخش جریان، ذرات جامد و واکنش شیمیایی درون جریان را نشان می‌دهد. مدل‌هایی برای بیان اثر این ترم‌ها ارائه شده است که تمامی آنها برپایه‌ی

آزمایشگاهی مرجع chan مطابقت دارند.

### ✓ بررسی شکل جریان انتقال حرارت جابه‌جانی در یک مجرای

#### ونتوری شکل

بیژن فرهانیه (استادیار)

انتقال حرارت و جریان آشفته در یک مجرای ونتوری شکل به صورت حل عددی مطالعه شده و معادلات حاکم با استفاده از روش احجام محدود حل شده است. براساس نتایج حاصله افزایش قابل ملاحظه‌ی در ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی در قطرهای هیدرولیک کم به وجود آمده است. در این قطرها، افت فشارها کمترین مقدار را داشتند.

### ✓ حل مسأله‌ی معکوس حرارتی با مرز دما ثابت با استفاده از روش

#### تغییر مزدوج

بیژن فرهانیه (استادیار)

امیرحسن کاکایی (دانشجوی دکترا)

در نوشتار حاضر، روش حل عددی مسأله‌ی معکوس حرارتی دوبعدی با مرز دما ثابت از روش تغییرات مزدوج ارائه شده است. حل این نوع مسائل - که در کار طراحی کوره‌ها و سیستم‌های ریخته‌گری کاربرد گسترده‌ی دارد - از لحاظ ریاضی با مشکلات متعددی روبه‌روست. روش ارائه شده بر مبنای کمینه کردن تابع خط با استفاده از روش تغییرات مزدوج است. گسسته‌سازی مکانی بر مبنای روش اجزاء محدود و گسسته‌سازی زمانی بر مبنای روش اویلر منحنی می‌باشد. حل این مسأله کاملاً عمومی بوده و به حالت سه‌بعدی نیز قابل تعمیم است.

### ✓ طراحی و ساخت پروتزبای پولارهیپ

فرزام فرهمند (استادیار)

رضا جعفری سمرقند (کارشناس ارشد)

مفصل مصنوعی بای پولار هیپ از نوآوری‌های موفق در صحنه‌ی پروتزهای ارتوپدی به شمار می‌آید که به دلیل کاهش میزان ساییش در کاسه‌ی استابولوم در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. در این نوشتار، گزارشی از یک پروژه‌ی تحقیقاتی در زمینه‌ی طراحی و

خطی بودن نوسانات آکوستیک هستند. این مدل‌ها برای پیش‌بینی پایداری محوری آکوستیک راکت‌های جامدسوز در یک شماره (کد) کاربرد دارند. چندین راکت با گرین، نوع سوخت و فشار کارکرد متفاوت مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج این آزمایش‌ها با پیش‌بینی برنامه مقایسه، و قابلیت کد برای پیش‌بینی پایداری محوری بررسی شده است.

### ✓ اثر وجود پره‌ها در تسریع تشکیل جبهه‌ی انفجاری و شکل جبهه‌ی

#### موج در مخلوط‌های گازی قابل احتراق

محمد فرشچی (استادیار)

سیامک حسین‌پور (دانشجوی دکترا)

یک نرم‌افزار رایانه‌ی برای شبیه‌سازی حرکت جبهه‌ی موج انفجار در مخلوط‌های گازی قابل احتراق و یا مواد منفجره جامد ایجاد شده است که از روش حجم محدود برای گسسته‌سازی معادلات و روش Roe برای تعیین فلاکس بر روی وجوه المان‌ها استفاده می‌نماید. برای ایجاد دقت مکانی بیشتر در حل عددی، از روش شبکه‌بندی انطباقی بر روی میدان شبکه‌بندی بی‌سازمان اولیه استفاده شده است.

برای مدل‌سازی واکنش شیمیایی از سازوکار واکنش یک‌قدمی و دو‌قدمی استفاده شده است. توسط این نرم‌افزار، برخورد یک موج ضربه‌ی با مخلوط گازی قابل احتراق شبیه‌سازی شده و فرایندهای مهم در این پدیده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. بسته به شدت موج ضربه‌ی اولیه، این فرایندها می‌توانند به تشکیل موج انفجاری منجر شوند یا اصلاً چنین جبهه‌ی ایجاد نشود. در ابتدا، با بررسی این موضوع در کانال صافی حاوی گازهای قابل احتراق اثرات تأخیر شیمیایی در رفتار غیردائمی گازها و ساختار دائمی جبهه‌ی موج انفجاری بررسی شده است.

توسط این شبیه‌سازی‌ها نشان داده شده است که با گذشت مدت زمان کوتاهی پس از برخورد موج ضربه‌ی، در مرحله‌ی اول یک موج انفجار ضعیف ایجاد می‌شود که این موج با گذشت زمان به جبهه‌ی انفجاری C.I تبدیل می‌شود. پس از این مطالعات، اثر وجود پره‌ها در مقابل حرکت جبهه‌ی موج ضربه‌ی در تسریع تشکیل جبهه‌ی انفجاری بررسی شده است. درخصوص موج ضربه‌ی که شدت لازم برای راه‌اندازی انفجار در مخلوط گازی را ندارد، وجود این پره‌ها می‌تواند انفجار در مخلوط گازی را موجب شود. برای این منظور، از دو یا چند پره‌ی متوالی استفاده می‌شود. در پایان، نشان داده می‌شود که این مشاهدات با مشاهدات

نمونه‌سازی پروتز بای پولار مفصل هیپ ارائه شده است.

طراحی اجزای سیستم بر مبنای پروتز متداول مور - با حداقل تغییرات ضروری - انجام گردید تا جای‌گذاری آن با ابزارهای متداول جراحی امکانپذیر باشد. مزیت پروتز برای قطعات فلزی، فولاد ضد زنگ 316L و برای قطعه پلاستیکی بسیار UHWMPE انتخاب شد. ساقه و پوسته خارجی پروتز به روش ریخته‌گری دقیق در قالب سرامیکی و کره میانی کاسه با عملیات ماشین‌کاری تولید شدند. برای پرداخت سطوح مفصلی از یک روش ابداعی ویژه و برای سطح‌کاری ساقه از سندبلاست استفاده شد.

### ✓ اثر شدت آلمن بر روی عمر خستگی قطعات فلزی

ساجمه‌زنی شده

غلامحسین فرهی (دانشیار)

امروزه، عملیات ساچمه‌زنی کنترل‌شده، یکی از مراحل ضروری در طراحی و تولید در صنایع خودرو و هوا-فضا به‌منظور بهبود عمر قطعات و در پاره‌یی موارد برای شکل‌دهی است. شدت ساچمه‌زنی توسط شدت آلمن - یا مقدار خمیدگی ایجادشده روی نمونه‌ی آلمن - تعیین می‌شود. نتایج آزمایش‌های مختلف نشان داد که شدت آلمن به‌تنهایی نمی‌تواند یک معیار کنترل ساچمه‌پاشی باشد؛ عمر خستگی با افزایش شدت آلمن افزایش می‌یابد ولی این امر همیشه صادق نیست؛ چرا که با شدت آلمن یکسان، عمق تنش پسماند حداکثر، گرادپان تنش پسماند و عمق لایه‌ی پلاستیک تغییر شکل یافته می‌توانند متفاوت باشند.

### ✓ تحلیل رفتار دینامیکی ورق‌های تقویت‌شده در سیالات

مهرداد قرشی (استادیار)

ورق‌های تقویت‌شده برای افزایش نسبت استحکام به وزن در سازه‌های مختلفی کاربرد یافته‌اند. در این میان، می‌توان به سازه‌ی کشتی‌ها و هواپیماها اشاره نمود. از آنجا که چنین سازه‌هایی اغلب تحت تأثیر نیروهای دینامیکی متنوعی قرار می‌گیرند، بررسی چگونگی رفتار دینامیکی ورق‌های تقویت‌شده کاربرد بسزایی دارد.

در این نوشتار، معادله‌ی دیفرانسیل حرکت ارتعاشی یک ورق تقویت‌شده که درون مایعی قرار دارد بررسی شده است. ورق تقویت‌شده به صورت ورق ارتوتروپیک معادلی مشابه‌سازی شده و سیال

تراکم‌ناپذیر، همگن، بدون لزجت و دارای حرکت غیر چرخشی فرض شده است. شرایط مرزی ورق، شرایط مرزی سیال و شرایط مرزی در محل تماس سیال با ورق مورد بررسی قرار گرفته و حل مسأله با استفاده از روش جداسازی متغیرها انجام می‌شود.

نتایج حاصل نشان می‌دهد که جرم افزوده‌ی سیال برابر با مجموع جرم‌های افزوده‌ی سیال در بالا و پائین ورق بوده و مقدار این جرم افزوده به صورت تابعی از مقدار غوطه‌وری ورق و نیز شکل حالت ارتعاشی آن به دست می‌آید. در پایان مقدار فرکانس طبیعی ورق در داخل سیال نیز به صورت تابعی از مقدار غوطه‌وری آن محاسبه و در نتیجه رفتار دینامیکی مجموعه‌ی سیال و ورق مشخص شده است.

### ✓ بررسی حرکات غیرخطی و مرتبط کشتی‌ها

مهرداد قرشی (استادیار)

در این مطالعه، رفتار دینامیکی کشتی در امواج، هنگامی که ترکیبی از حرکات بالا و پایین شدن (heave) و دورانی حول محور عرضی (pitch) وجود دارد، مورد تحلیل قرار گرفته است. یکی از دلایل اهمیت این حرکات، تأثیر آنها در ویژگی‌های مهمی چون پایداری کشتی است. معادلات دیفرانسیل حرکت با استفاده از روش انرژی و معادلات لاگرانژی محاسبه شده است.

این معادلات در حالت کلی هم مرتبط و هم غیرخطی هستند. از آنجا که هر تلاشی برای خطی‌سازی معادلات حرکت، به غیر مرتبط شدن آنها می‌انجامد که با شواهد تجربی ناسازگاری دارد، معادلات به‌شکل غیرخطی استفاده می‌شوند. برای محاسبه‌ی رفتارهای پویای موقت و دائمی کشتی از روش‌های «کریلف و بوگلیوف» و «انتگرال‌گیری مستقیم» استفاده شده است. رفتار دائمی کشتی نیز با روش «Seidel» محاسبه، و نتایج حاصل از این سه روش در خصوص معادلات ساده‌شده‌ی حرکت با یکدیگر مقایسه شده‌اند.

### ✓ تحلیل استاتیکی مواد مرکب لایه‌یی مستطیل شکل با خواص

مکانیکی غیریکنواخت تحت اثر بارگذاری صفحه‌یی

محمدحسین کارگرنوین (دانشیار)

شهریار فریریز (دانشیار)

کامیار قوام (کارشناس ارشد)

## ✓ مطالعه‌ی ساختار آشفتگی در نواحی دیواره و مدل‌سازی جریان

### آشفته

سیامک کاظم‌زاده حنانی (استادیار)

اصغر افشاری (دانشجوی کارشناسی ارشد)

در این تحقیق، ساختار جریان آشفته در کنار دیواره‌ها به‌کیمک نتایج تجربی و نتایج روش شبیه‌سازی مستقیم (DNS) مورد بررسی قرار گرفته است. به دنبال آن، یک مدل  $k-\varepsilon$  در رینولدز پایین که براساس داده‌های روش DNS در کنار دیواره استوار است در خصوص جریان بین دو صفحه‌ی موازی بررسی شده است. نتایج حالتی که یکی از صفحات متحرک است، با نتایج تجربی به خوبی مطابقت نمی‌کند. در نتیجه، بازنگری در مدل ارائه شده ضروری به نظر می‌رسد.

## ✓ مطالعه‌ی کارائی روش‌های گسسته‌سازی در مورد معادلات انتقال

### مدل‌های جریان آشفته

سیامک کاظم‌زاده حنانی (استادیار)

محمدباقر میرزائی (دانشجوی کارشناسی ارشد)

در این مطالعه، پاسخ‌های عددی روش کران‌دار مرتبه‌ی دوم اسمارت و نتایج روش همبستگی (رگرسیون) مرتبه‌ی اول  $upwind$  در حل چند مسأله‌ی مدل با نتایج تحلیلی و تجربی مقایسه شده‌اند. به‌طور کلی در حالتی که بتوان از جملات چشمه، در مقایسه با جملات جابه‌جائی، صرف‌نظر کرد، یا در صورتی که در جواب‌ها شیب‌های شدید موضعی وجود داشته باشد به کارگیری روش همبستگی مرتبه‌ی اول موجب کاهش دقت جواب‌ها می‌شود. جواب‌های روش اسمارت در حالات مختلف با جواب‌های تحلیلی به خوبی مطابقت می‌کنند.

## ✓ طراحی و آزمون سیستم ثقلی برای تعیین مقاومت مدل در کانال

### تحقیقاتی دانشکده‌ی مکانیک دانشگاه صنعتی شریف

شهزاد کوکبی جهرمی (استادیار)

روش اندازه‌گیری مقاومت کشتی با استفاده از آزمون مدل، به‌دلایل ناشی از ضعف مدل‌های ریاضی موجود، در حال حاضر مؤثرترین روش طراحی سیستم رانش کشتی است. این طرح را می‌توان به‌عنوان نخستین گام برای طراحی و ساخت سیستم کشش مدل کشتی در کشور تلقی کرد.

در این نوشتار، تغییر شکل صفحه‌ی یک سازه‌ی مرکب مستطیل‌شکل بررسی شده است. این سازه‌ی مرکب، از دو لایه‌ی عمود بر هم تشکیل شده است. هریک از لایه‌های این ماده‌ی مرکب متشکل است از یک ماده‌ی زمینه، که با الیاف ارتوتروپیک — که در هر لایه با یکی از لبه‌های سازه‌ی مرکب موازی است — تقویت شده است. نحوه‌ی توزیع الیاف ارتوتروپیک در زمینه غیر یکنواخت است. فرض بر این است که اتصال میان این دو لایه کامل است، به‌گونه‌ی که اندازه‌ی هر دو لایه هنگام تغییر شکل به‌طور یکسان تغییر می‌کند. ضرایب ارتجاعی این ماده‌ی مرکب، که تابعی از نحوه‌ی توزیع الیاف هستند، با استفاده از قانون مخلوط‌ها (Rule of Mixtures) به دست آمده است. معادلات ناویه حاکم بر این ماده — که تحت تأثیر بارگذاری ایستا قرار دارد — عبارت‌اند از دو معادله‌ی دیفرانسیل با مشتقات جزئی و با ضرایب متغیر که برحسب مؤلفه‌های تغییر مکان هستند. این معادلات با استفاده از روش «مشتقات درجه دو» (differential quadrature) — که یک روش عددی است — حل شده و مؤلفه‌های تغییر مکان و سپس مقادیر تنش از روی آن محاسبه شده‌اند. این معادلات تحت شرایط مرزی مختلف — که می‌توانند به‌صورت شرایط مرزی تغییر مکان و یا تنش باشد — حل شده‌اند. در پایان، برای بررسی صحت و کارایی روش به کار گرفته شده، نتایج حاصل از حل عددی با نتایج حاصل از حل تحلیلی برای مسأله‌ی خاص مقایسه شده‌اند.

## ✓ بررسی رفتار و تعیین عمر خستگی مخازن جدار ضخیم کروی بر

### اثر فشار داخلی متغیر با زمان

محمدحسین کارگرنوین (دانشیار)

آرش رضایی زارعی (کارشناس ارشد)

در این طرح پژوهشی، نخست ارتعاشات آزاد مخازن کروی جدار ضخیم، با ایجاد یک مدل ریاضی مناسب، مورد بررسی قرار گرفته است. با استفاده از این مدل می‌توان به فرکانس‌های طبیعی و حالت‌های متعادل سیستم دست یافت. برای ارتعاشات اجباری این مخازن نیز روابط تنش دینامیکی ارائه شده است. با مشخص بودن این تنش‌ها مسأله‌ی خستگی نیز مورد بررسی قرار گرفته است. در نهایت با توجه به این که فشار داخلی می‌تواند به‌صورت تابعی از زمان بر سطح داخلی مخزن اعمال شود، مسأله‌ی خستگی برای مخازن کروی جدار ضخیمی که تحت تأثیر بار  $P_0 + P_1 \sin \omega t$  قرار می‌گیرند، بررسی شده است.

اگرچه، به دلیل هزینه‌ی پایین و دقت کافی، عنوان «سیستم ثقلی» برای طرح انتخاب شده است، به دلیل تغییر شرکت سازنده و پذیرش بهبود سیستم با حفظ قیمت اولیه از سوی شرکت جدید، گزینه‌ی «سقوط وزنه» به عنوان نیروی محرکه‌ی سیستم حذف و به جای آن از «موتور الکتریکی» برای کشش مدل استفاده شد. در این طرح، با در نظر گرفتن متغیرهای کانال و حداکثر سرعت مدل، محدودکننده‌های لازم تعیین شده‌اند و سپس، براساس آن متغیرهای سیستم مشخص و در نهایت روش آزمون مدل تدوین و طراحی شده است.

### ✓ طراحی و ساخت دستگاه ترایبوتستر برای ارزیابی و مطالعه‌ی خواص ترایبالوژی (اصطکاک و فرسایش) سرامیک‌ها و بسپارها فریدکی مرام (استادیار)

برای طراحی و ساخت دستگاه ترایبوتستر همراه با توجیه کاربردی، فناوری و محاسبات مهندسی لازم بررسی شد. مقاله‌ی نیز با عنوان «ساخت دستگاه پین روی دیسک» نگاشته و در چهارمین کنفرانس «ساخت و تولید» در دانشگاه امیرکبیر ارائه شد.

از جمله آزمایش‌های اولیه‌ی انجام شده توسط دستگاه ترایبوتستر تعیین اهمیت نقش استری تمیزکننده برای کنترل نیروی اصطکاک و فرسایش، مقایسه‌ی ترایبالوژیک دیسک‌های مختلف (ساخت داخل و خارج)، و نیز ارزیابی هدهای سرامیکی مختلف بود. نتایج این آزمایش‌ها به وضوح، مفید بودن دستگاه فوق را برای انجام مطالعات ترایبالوژیک به منظور ارزیابی و افزایش عمر مفید فلاپی دیسک‌ها و نیز تضمین مرغوبیت ترایبومکانیکی و کیفیت مغناطیسی آنها تأیید کرد. طی آزمایش‌های اولیه با این دستگاه، مشکلات اعوجاج سطح دیسک دوار و تنظیم دور موتور دستگاه مطرح شد که با ماشین‌کاری دقیق، اعوجاج سطح دیسک به حداکثر قابل قبول یعنی  $0/1$  میلی‌متر رسانده شد و نیز مشکل تنظیم دور موتور دستگاه با خرید یک منبع تغذیه برطرف شد.

### ✓ شبیه‌سازی برهم‌کنش جریان و اکوستیک در موتور موشک‌های جامدسوز با استفاده از معادلات جریان دوفازی

مهدی گل‌افشانی (استادیار)

حجت قاسمی (دانشجوی دکتری)

علیرضا الهامی امیری و امید ضیائیان مهدیزاده (دانشجویان کارشناسی ارشد)

نوسانات فشار در موتور موشک‌های جامدسوز از چندین منبع سرچشمه می‌گیرد. یکی از این منابع، وجود میدان جریان نوسانی است. وجود لایه‌های برشی آزاد در نقاط مختلف موتور سبب ایجاد و انتشار گردابه می‌شود. جایی که سوخت تمام می‌شود و نیز لبه‌ی بفل در موتورهای چندتکه، نمونه‌هایی از چنین نقاطی هستند. این گردابه‌ها از محل تشکیل حرکت می‌کنند و به دیواره‌های میدان برخورد می‌کنند. در این برخورد، انرژی جنبشی موجود در آنها با فشار به انرژی اکوستیکی تبدیل می‌شود. این امواج در طول میدان حرکت می‌کنند و ممکن است از طریق سطوحی که سوخت در آنها می‌سوزد، تقویت شوند. این سازوکار بقای میدان نوسانی را تضمین می‌کند. به تدریج که سوخت می‌سوزد و نیز با تغییر هندسه‌ی داخلی موتور، مشخصات اکوستیکی نوسانات فشار شامل فرکانس و دامنه‌ی نوسانات تغییر می‌کند. در ادامه‌ی این طرح، برهم‌کنش بین میدان جریان و میدان اکوستیکی در یک موتور جامدسوز بررسی، و نشان داده شده که با تغییر هندسه‌ی داخلی موتور مشخصات نوسانات فشار به شدت تغییر می‌کند. همچنین رفتار ذرات جامد در نازل موتور جامدسوز بررسی شده است. حجم زیاد محاسبات جریان دوفازی در یک موتور جامدسوز مانع دستیابی به نتایج کافی در این زمینه شده است.

### ✓ حل یک بعدی دقیق زمانی جریان دوفازی گاز-ذرات جامد در محفظه‌ی احتراق یک موتور موشک جامدسوز مهدی گل‌افشانی (استادیار)

در بررسی بسیاری از مسائل مربوط به دینامیک سیالات از جمله گسترش امواج اکوستیک در میدان جریان دوفازی گاز-ذرات جامد، حل دقیق و سریع معادلات هذلولی از اهمیت بالایی برخوردار است. در ردیابی امواج اکوستیک، بالا بودن دقت زمانی و مکانی بسیار مهم و تعیین‌کننده است. در این نوشتار، حل یک بعدی و دقیق زمانی جریان دوفازی گاز-ذرات جامد در محفظه‌ی احتراق یک موشک جامدسوز ارائه شده است. ابتدا برای جریان فاز گاز درون موتور از معادلات اوپلر، و سپس برای جریان فاز ذرات جامد از معادلات لاگرانژ استفاده شده است. با توجه به طبیعت جریان دوفازی درون موتور موشک جامدسوز، بیان لاگرانژی معادلات ذرات مناسب است و در کنار معادلات اوپلری حاکم بر فاز گاز از قابلیت بسیار خوبی برخوردار است. از این دیدگاه، تأثیر مخرب ذرات جامد بر امواج اکوستیکی درون موتور بررسی، و نشان داده شده است که ذرات جامد در سرکوب این امواج نقش دارند.

در خاتمه، جریان دوفازی درون یک موتور جامدسوز با حضور عامل تقویت نوسانات اکوستیکی از طریق تابع پاسخ سطوحی که سوخت در آنها می‌سوزد، بررسی شده است.

#### ✓ بررسی تجربی ناپایداری احتراق موتورهای موشکی مایع سوز

کریم مظاهری (دانشیار)

محمدرضا ابراهیمی (دانشجوی دکترا)

یکی از مشکلات تحلیل نتایج آزمایش‌های تجربی محفظه‌ی احتراق موشک‌های مایع‌سوز وجود همزمان هارمونی‌های مختلف است. تحلیل این نتایج و تعیین هارمونی‌های مختلف امواج ساکن و متحرک معمولاً مشکل یا ناممکن است. در این طرح، روشی برای تحلیل این نتایج ارائه شده است. ابتدا از روش عددی برای حل معادله‌ی موج کلاسیک در یک محفظه‌ی استوانه‌یی استفاده شده است. برای ایجاد حالت‌های آکوستیکی مختلف در داخل این محفظه، در دو انتهای آن امواج متناوب با دامنه و طول موج مشخص، و اختلاف فاز و پوش (Envelope) دامنه برای حالت‌های مختلف امواج ساکن و متحرک رسم شده‌اند. امواج واقعی در موتورها می‌توانند غیرخطی باشند. در این حالت امواج ساکن و متحرک رسم شده‌اند. در این حالت امواج ضربه‌یی تیزی به وجود می‌آیند که انبساط تدریجی را به دنبال دارند. با استفاده از حل معادله‌ی غیرخطی اویلر برای برخورد دو موج سینوسی دامنه‌بزرگ چپ‌رونده و راست‌رونده نشان داده شده است که روش خطی بالا برای این امواج نتایج قابل قبولی ایجاد می‌کند. کاربرد روش فوق برای یک مسأله‌ی واقعی نشان داده شده و با نتایج تجربی مقایسه شده است. این امر نشان می‌دهد که ابزار ساده‌ی فوق در تحلیل مسأله‌های پیچیده مؤثر است.

#### ✓ افزایش دقت حل عددی معادلات اویلر روی شبکه‌ی بی‌سازمان

کریم مظاهری (دانشیار)

محمدرضا مراد (دانشجوی کارشناسی ارشد)

در این بررسی، نوعی روش حجم محدود با دقت بالاتر براساس مرکزیت سلول‌ها برای بدست آوردن حل پایایی معادلات اویلر روی شبکه‌ی بی‌سازمان ارائه می‌شود. در حالت معمولی، بردار متغیرهای جریانی را در سطح هر سلول ثابت در نظر می‌گیرند ولی در این روش با برآزش یک چندجمله‌یی در هر سلول توزیعی از خواص را تخمین می‌زنند. ضرایب

این چندجمله‌یی با استفاده از بسط تیلور محاسبه می‌شود. در واقع، استفاده از جملات بیشتر بسط تیلور ما را به حل دقیق معادلات پیوسته‌ی اویلر نزدیک‌تر می‌کند. این روش به نامرتب بودن شبکه حساسیت زیادی ندارد. برای محاسبه‌ی جملات جابه‌جایی در معادلات اویلر از انتگرال‌گیری درجه‌ی بالاتر شارها روی وجوه، طبق قانون درجه‌ی دوم گوس و با روش دوتقطه‌یی استفاده می‌شود.

#### ✓ ویژگی‌های طراحی مکانیکی یک روبات پرستار بیمارستانی

علی مقداری (استاد)

رویای فریمانی (مربی)

امیرعلی فروغ‌نصیرایی (دانشجوی کارشناسی ارشد)

استفاده از روبات در محیط‌های بیمارستانی یکی از موارد اصلی کاربرد روبات‌های موبایل است. این روبات‌ها به روبات‌های پرستار معروف‌اند و وظیفه اصلی‌شان سرکشی به وضعیت بیماران و یاری‌رسانی به افراد معلول است. در راستای تحقق بخشیدن به این هدف، تحقیقاتی برای طراحی و ساخت یک روبات پرستار موبایل انجام شد.

به‌طور کلی روبات‌های موبایل دو سیستم حرکتی و کنترلی دارند که سیستم حرکتی آن قسمت مکانیک، و سیستم کنترلی آن قسمت الکترونیک و رایانه را شامل می‌شود. قسمت مکانیک شامل شاسی یا قسمتی است که دیگر اجزاء روبات روی آن قرار دارد، و قسمت رایانه همان سیستم بینایی و پردازش تصویر است. قسمت الکترونیک بیان‌کننده‌ی مدارهای قدرت و حس‌کننده‌های بکار رفته در روبات است و قسمتی است که سیستم‌های رایانه (فرمان) را به مکانیک مربوط می‌کند. در این تحقیق، مقایسه‌یی بین چند نوع سیستم حرکتی معمول در روبات‌های موبایل از نظر تلفات انرژی و برآوردن متغیرهای مختلف یک روبات پرستار انجام شده و نیز یک سیستم حرکتی خاص به‌منظور برآوردن ویژگی‌های یک روبات پرستار، پیشنهاد شده است.

#### ✓ مدل‌سازی و تحلیل سینماتیکی - دینامیکی یک روبات نصب‌شده

بر روی پایه‌ی متحرک

علی مقداری (استاد)

داود نادری (دانشجوی دکترا)

بیشتر بازوهای مکانیکی ماهر متحرک از یک رابط متصل به صفحه‌یی

در داخل میدان و شدت جریان بررسی شده است. اعمال کنترل روی نیروی بازدارنده‌ی داخل میدان از طریق کنترل شدت جریان امکانپذیر می‌شود. در پایان، معادلات حرکت برای دو آهن‌ربای الکتریکی که برهمکنش مغناطیسی دارند، ارائه شده است.

#### ✓ طراحی و ساخت سیستم مقطع‌نگاری (توموگرافی) با امیدانس

##### الکتریکی و کاربردهای آن در پزشکی

سیدعلی میرعسقی (دانشیار)

منوچهر سلیمانی (دانشجوی کارشناسی ارشد)

در این پروژه، طراحی و ساخت سیستم «مقطع‌نگاری (توموگرافی) با امیدانس الکتریکی» و بازسازی تصویر آن مطرح است. یک سیستم مقطع‌نگاری با امیدانس ۳۲ الکترودی ساخته شده و بازسازی تصویر به روش‌های گوناگون انجام شده است. هدف اصلی این پروژه، ایجاد ساختارهای اولیه جهت به‌وجود آوردن امکان توسعه‌ی طرح‌های تحقیقاتی آینده براساس شیوه‌های امیدانسی بوده است. براین اساس یک سیستم علمی اندازه‌گیری امیدانس الکتریکی نیز ساخته شده است که شکل پیشرفته‌ی آن در کارهای متنوع پزشکی و صنعت کاربرد دارد.

#### ✓ پاسخ پوسته‌های استوانه‌یی تحت بار متحرک

اصغر نئیر (استادیار)

فرداد چمران (دانشجوی کارشناسی ارشد)

در این پژوهش، پاسخ دینامیکی پوسته‌ی استوانه‌یی تحت تأثیر بار دینامیکی متحرک و شرایط مرزی مختلف بررسی شده است. در پایان نیز، نتایج نظریه‌های Love و Donnell با نظریه‌ی کلاسیک پوسته‌ها سنجیده شده و پیرامون پدیده‌ی لایه‌ی مرزی بحث شده است.

#### ✓ بررسی یک تئوری جدید برای تیرهای مرکب

اصغر نئیر (استادیار)

محسن دادفرنیا (دانشجوی کارشناسی ارشد)

در این پژوهش، ضمن ارائه‌ی نظریه‌یی جدید برای تیرهای مرکب، به مقایسه‌ی آن با نظریه‌های موجود اقدام شده است. با استفاده از این

متحرک تشکیل شده‌اند و به‌منظور افزایش قابلیت‌های بازوی مکانیکی ماهر – بویژه هنگام حمل قطعات بزرگ، سنگین و غیرصلب – از دو رابط استفاده می‌شود. در این نوشتار، یک بازوی مکانیکی ماهر یک درجه آزادی، متصل به یک سیستم تعلیق دو درجه آزادی مورد بررسی قرار گرفته است. سیستم تعلیق دارای دو فنر و دو مستهلک‌کننده‌ی خطی است که صفحه‌ی متحرک را به دو چرخ بدون وزن متصل می‌کند. چرخ‌ها روی سطحی با ناهمواری‌های هم‌آهنگ با سرعت ثابت  $V$  حرکت می‌کنند. ابتدا معادلات سینماتیکی و دینامیکی بازوی مکانیکی ماهر متحرک و سیستم تعلیق ارائه می‌شود، و سپس برای اینکه مجری نهایی یک خط راست را طی کند، مقدار  $\theta_1$  تعیین می‌شود. در این حالت، معادلات غیرخطی‌اند و در حل آنها از روش‌های عددی استفاده می‌شود.

#### ✓ تأثیر متغیرهای اولیه روی سیستم کنترل نیروی پیشران در

موتورهای توربوجت

سید محمدباقر ملانک (استادیار)

جواد پرستاری (دانشجوی دکترا)

مرجان سالاری (کارشناس)

در این بررسی، معکوس‌کننده‌های پیشران – به‌عنوان بخشی اساسی از سیستم کنترل نیروی پیشران – بررسی، و متغیرهای مؤثر مشخص شده است و براساس آن برای دینامیک رفتاری معکوس‌کننده، یک مدل ریاضی ارائه شده است. با استفاده از این مدل و مدل موتور، نشست یک هواپیمای مسافربری بررسی و شبیه‌سازی شده است. با استفاده از نتایج این شبیه‌سازی، تأثیرات رفتاری معکوس‌کننده و اعمال ورودی‌های مختلف در کنترل مسافت و زمان نشست نشان داده شده است.

#### ✓ کنترل نیرو در میدان مغناطیسی

سیدمحمدباقر ملانک (استادیار)

احمد مشاعی (دانشجوی دکترا)

در این نوشتار، با مطالعه‌ی خواص میدان‌های مغناطیسی حاصل از مجموعه‌یی از مغناطیس‌های کوچک، مدل ریاضی میدان به دست آمده و سپس با کنترل شدت جریان مغناطیس‌کننده ارتباط بین نیروی تولیدشده



## ✓ انتقال حرارت در گرمکن‌های مشبک علی نوری (دانشیار)

این نوشتار، یک مدل ریاضی، که بیانگر رفتار گرمکن‌های متخلخل است، ارائه می‌دهد. رفتار گذرای گرمکن ناشی از تغییر ناگهانی در شدت تابش خورشید و دمای ورودی سیال است. از هدایت حرارتی در سیال و ماده متخلخل صرف‌نظر شده است. توزیع دما در محدوده‌ی سیال و ماده‌ی متخلخل تحلیل، و بازده حرارتی محاسبه شده است.

## ✓ انتقال حرارت در لوله‌های حرارت هم‌مرکز علی نوری (دانشیار)

هدف این بررسی، تعیین حداکثر میزان تبخیر مایع و محاسبه‌ی انرژی حرارتی در فصل مشترک دو فاز در لوله‌های حرارت هم‌مرکز است. برای این منظور، محاسبه‌ی شیب فشار در جریان‌های بخار و مایع ضروری است. فشار موئینگی برای غلبه بر اختلاف فشار هیدرواستاتیکی بین بخار و مایع نیز لازم است. اختلاف دما بین دو انتهای لوله حرارت نیز توسط اختلاف فشار بخار در دو انتها از منحنی فشار بخار سیال تعیین می‌شود.

## ✓ استفاده از حس‌کننده‌های مغناطیسی برای مکان‌یابی در فضای سه‌بعدی غلامرضا وثوقی (استادیار)

قدرت‌اله تاج‌الدین (دانشجوی کارشناسی ارشد)

در این تحقیق، روش‌های اندازه‌گیری میدان مغناطیسی، با استفاده از حس‌کننده‌های موجود در داخل کشور، و مدارهای طراحی شده برای این کار، بررسی شده‌اند. با استفاده از نتایج آزمایشگاهی، مزایا و معایب هر کدام از حس‌کننده‌ها و قابلیت کاربرد آنها بررسی شده است.

## ✓ طراحی بهینه، ساخت و کالیبراسیون نیروسنج‌های شش‌محوره غلامرضا وثوقی (استادیار)

نبی،... ابوالفتحی (دانشجوی کارشناسی ارشد)

نظریه پاسخ دینامیکی غیرخطی تیرهای مرکب مورد بررسی قرار گرفته است.

## ✓ طراحی و ساخت سیستم اندازه‌گیری توزیع فشار در کف پا، هنگام ایستادن و راه رفتن به روش تصویربرداری رویا نریمانی (مربی) علی افضلیان (کارشناس ارشد) مازیار عطاری (دانشجوی کارشناسی)

به کارگیری روش تصویربرداری برای طراحی و ساخت سیستم اندازه‌گیری توزیع فشار در کف پا، به لحاظ دردسترس بودن تجهیزات، صرفه‌ی اقتصادی، راحتی و ساده بودن نحوه‌ی استفاده، و نیز دقت کافی از امتیاز خاصی برخوردار است. در این طرح، در راهروی مخصوص و محکمی که بخش میانی آن از جنس پلکسی‌گلاس است، پلاستیک مخصوصی قرار داده و در زیر راهرو دوربین فیلم‌برداری به رایانه منتقل و سپس پردازش شد. شدت روشنایی تصاویر با مقدار فشار وارده بر سطح پلاستیک نسبت خطی دارد. برای کالیبره کردن این سیستم از وزنه‌های مشخص و پایه‌های مخصوص آن استفاده شد.

## ✓ تحلیل کماتش پوسته‌ی تقویت‌شده به روش اجزاء محدود رضا نقدآبادی (استادیار)

سعید جامعی (دانشجوی کارشناسی ارشد)

در این نوشتار، تحلیل کماتش پوسته‌ی تقویت‌شده به دو روش متفاوت انجام گرفته است. در یک روش، پوسته‌ی تقویت‌شده به یک پوسته‌ی ارتوتروپیک بدون تقویت مدل‌سازی می‌شود (مدل ارتوتروپیک). در این مدل از عنصر پوسته‌ی متقارن محوری استفاده شده است. این مدل قادر به تشخیص موقعیت تقویت‌کننده‌ها در داخل و خارج پوسته است. مدل دیگر ارائه شده برای تحلیل کماتش پوسته‌ی تقویت‌شده، مدل مجزای پوسته و تقویت است. در این مدل از المان پوسته SHQ8 استفاده شده و عنصر تقویت به آن اضافه شده است. در این مدل، موقعیت تقویت‌کننده‌ها در عنصر پوسته می‌تواند متغیر باشد. در فرمول‌بندی ارائه شده از نظریه‌ی برشی مرتبه‌ی اول پوسته و برای استخراج ماتریس هندسی از عبارات غیرخطی تانسور کرنش گرین استفاده شده است.

چهار آزمایش در وضعیت‌های مختلف ترتیب داده شد که عبارت‌اند از: (۱) آزمایش ایستاده با چشمان باز؛ (۲) آزمایش ایستاده با چشمان بسته؛ (۳) آزمایش ایستاده روی سطح الوار به عرض ۱۱ سانتی‌متر؛ (۴) آزمایش ایستاده با اعمال تحریک ناگهانی. مسیر حرکت نشانگرهای نصب‌شده در هفت نقطه‌ی بدن، با استفاده از دو عدد دوربین مادون قرمز و تجهیزات ویدیوگرافی ثبت شد. پس از پردازش اطلاعات، مشخصه‌های سینماتیک اندام‌های بدن اندازه‌گیری و تعیین شدند. نتایج به دست آمده بیانگر این نکته بود که افراد گروه سنی پیر (سال‌مندان برخوردار از سلامت جسم و روان)، در مقایسه با افراد جوان، پاسخ‌های متفاوتی نشان دادند. پاسخ گروه سالمند با فرکانس بیشتر، و زمان بازیابی تعادل نیز در آنان نسبت به جوانان بیشتر بود. حفظ تعادل در افراد سالمند با جابه‌جایی خطی و زاویه‌ی نسبتاً بزرگ در قسمت بدن همراه بود. نتایج به دست آمده، زمینه‌ی تحلیل بیومکانیک برای یافتن مشخصه‌های دینامیکی نظیر گشتاورهای مفاصل را فراهم نمود، که حاکی از وجود گشتاور بیشتر در مفاصل سالمندان نسبت به جوانان جهت حفظ تعادل بدن بوده است.

این نوشتار به بررسی نحوه‌ی طراحی و بهینه‌سازی حس‌کننده‌های شش‌محوره پرداخته است. برای این منظور، ابتدا جزئیات مدل‌سازی مقاومت مصالح به همراه قیود و تابع هدف مورد استفاده در بهینه‌سازی برای سازه‌ی مالتس‌کراس مطرح شده است. سپس، نتایج بهینه‌سازی برای سایر سازه‌های استاندارد مورد مصرف در حس‌کننده‌های شش‌محوره ارائه شده و این سازه‌ها از نظر معیارهای مطرح شده در بهینه‌سازی مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. در پایان، نتایج بهینه‌سازی با نتایج مدل اجزاء محدود و نتایج تجربی مقایسه شده است.

#### ✓ تحلیل بیومکانیکی حفظ تعادل بدن در افراد سالمند

##### مریم هویت‌طلب (مربی)

در این پژوهش، چگونگی حفظ تعادل بدن انسان و تفاوت‌های سینماتیکی آن در دو گروه سنی پیر (با متوسط سنی ۷۱/۲ سال) و جوان (با متوسط سنی ۲۵/۴ سال) بررسی و تحلیل شده است. برای این منظور