

# معرفی مقالات پژوهشی دانشکده‌ی مهندسی مکانیک، هوافضا و مرکز تحقیقات آب و انرژی دانشگاه صنعتی شریف (۱۳۸۲)

در ادامه‌ی سیاست مجله درخصوص معرفی و چاپ چکیده‌ی مقالات پژوهشی دانشکده‌های مختلف، در این شماره‌ی مجله اقدام به معرفی چکیده‌ی مقالات دانشکده‌ی مهندسی مکانیک، هوافضا و مرکز تحقیقات آب و انرژی دانشگاه صنعتی شریف کرده‌ایم. همان‌گونه که در شماره‌های پیشین مجله نیز اشاره شد، چاپ مجموعه مقالاتی 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.

## دانشکده‌ی مهندسی مکانیک

### اندازه‌گیری و تحلیل سینماتیک مهارت‌های ورزشی - ژیمناستیک

فرزام فرمند (دانشیار)

مهدی بهزاد (استادیار)

تهمینه رضاییان (پژوهشگر ارشد)

فاطمه ملکی‌پور، حسین مختارزاده و دامون سودبخش (کارشناسان ارشد)

در این نوشتار پس از بررسی اهمیت و کاربرد ابزارها، روش‌ها و اصول بیومکانیک برای درک قوانین علمی حاکم بر تکنیک‌های ورزشی و تصحیح، بهبود و ارتقاء مهارت‌ها، مطالعات بیومکانیکی در زمینه‌ی مهارت‌های ورزشی ژیمناستیک و نتایج مهم آنها مورد بررسی قرار گرفته است. سپس ویژگی‌های سیستم اندازه‌گیری و تحلیل بیومکانیکی مهارت‌های ورزشی شریف توصیف شده و اثر تعداد و موقعیت نقاط کنترلی بر دقت بازسازی سه‌بعدی مختصات مارکرها و محاسبات سینماتیک مهارت‌های ورزشی مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهند که با افزایش تعداد نقاط کنترلی، خطا به میزان قابل ملاحظه‌ی کاهش می‌یابد. به طوری که شرایط بهینه از نظر دقت بازسازی و حجم محاسبات برای ۱۵ نقطه‌ی کنترلی رخ می‌دهد. همچنین محیط بودن نقاط کنترلی بر فضای حرکت اثر قابل ملاحظه‌ی بر کاهش خطا دارد.

### مدل‌سازی انتقال حرارت و جرم در بازیاب‌های رطوبت‌دوار

محمدحسن سعیدی (دانشیار)

فاطمه اسفندیاری‌نیا (دانشجوی دکتری)

در این تحقیق چرخ‌های رطوبت‌گیر دوار، که بخش اصلی سیستم نوین رطوبت‌زدایی و سرمایش قضاست، مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

روش آزمایشگاهی طراحی شده برای اندازه‌گیری منحنی‌های هم‌دمای مواد جاذب مورد نظر، و نیز نتایج حاصله که در تحلیل سیستم و استخراج نتایج ضروری است، شرح داده شده‌اند و روابط مورد نیاز استخراج شده‌اند. نهایتاً با استفاده از کد MOSHMX اعتبار روابط حاصل از مدل‌سازی و گروه‌های بدون بعد که با هدف استخراج چارت‌های طراحی به دست آمده‌اند، بررسی شده‌اند.

### مدل‌سازی کنترل رفتار غیرخطی یک تیر انعطاف‌پذیر با فعال‌کردن ریسمانی از جنس آلایاز حافظه‌دار

مهرداد قرشی (دانشیار)

در دهه‌ی اخیر، مدل‌سازی رفتار آلایازهای حافظه‌دار در کاربردهای مختلف یکی از موضوعات تحقیقاتی اصلی در رشته‌های مواد، مکانیک، و میکاترونیک بوده است. در این نوشتار رفتار مرتبط (coupled) ریسمانی از جنس آلایاز حافظه‌دار NiTi و تیری که وظیفه کنترل شکل آن را بر عهده دارد می‌پردازیم. برای این منظور، مدل الکتروترمو مکانیک مجموعه‌ی یک تیر و آلایاز حافظه‌دار ارائه می‌شود. سپس مدل مذکور را برای محاسبه‌ی رفتار مکانیکی مجموعه‌ی مذکور به ورودی الکتریکی به کار گرفته‌ایم، و به این ترتیب بررسی کمی رفتار سیستم مذکور ممکن شده است.

### استفاده از روش تصویربرداری برای توسعه‌ی مدل‌های سه‌بعدی در شبیه‌سازی و تحلیل فعالیت‌های بدن

مریم هویت‌طلب و رویا نریمانی (مربی)

نقیسه عرفانی و موسی دریانورد (دانشجویان کارشناسی)

شبیه‌سازی حرکات و فعالیت‌های بدن یکی از اساسی‌ترین نیازها در

## طراحی، مدل سازی و ساخت نمونه آزمایشگاهی دستگاه کمکی جهت راه رفتن

محمد برنیانور (دانشیار)

محمدعلی سنجری، داسون سودبخش، الهام سحرایی، فاطمه سلکی پور و جواد خسه (کارشناس)

ساخت تجهیزات کمک حرکتی از مظاهر فناوری رباتیک و بیومکانیک است که مهم ترین عناوین علمی را به خود اختصاص داده است. دستگاه مورد نظر این تحقیق با تقابل مناسب با انسان، تقریباً بدون مزاحمت، در مواقع ضروری با اعمال نیرو، حرکت زانو را تسهیل می کند. این وسیله افراد ناتوان را در بالا رفتن از پله و راه رفتن کمک می کند. نتایج این طرح در توان بخشی و علوم رباتیک کاربردهای فراوانی دارد. در این پروژه نمونه اولیهی این دستگاه طراحی و ساخته شده که در ادامه ی طرح، مورد آزمایش قرار خواهد گرفت.

## آنالیز و اندازه گیری تنش پسماند بر روی قطعات غیر مسطح

غلامحسین قرهی (دانشیار)

شناخت دقیق توزیع تنش های پسماند در قطعات مهندسی به منظور بررسی انسجام آن قطعات و به منظور استفاده در بررسی تداخل تنش های پسماند و بارگذاری، از اهمیت به سزایی برخوردار است. یکی از روش های اندازه گیری تنش پسماند روش سوراخ کاری است. در این روش کرنش رها شده در اثر ایجاد سوراخ بر اساس روابط موجود تبدیل به تنش می شود، که این روابط عمدتاً برای قطعات تخت و مواد کشسان صادق اند. در این پروژه اندازه گیری بر روی یک قطعه ی گرد با استفاده از دو نوع کرنش سنج معمولی (بزرگ) و بسیار کوچک (به منظور از بین بردن اثر انحناء) به کار گرفته شد و ضمن مقایسه ی دو نتیجه ی به دست آمده با استفاده از تحلیل اجزاء محدود سه بعدی ضرایب ماتریس تعیین شد.

## بررسی تجربی و تئوری میزان اختلاط در جریان های غلیظ حاوی ذرات سه بعدی

بهار فیروزآبادی (استادیار)

جریان چگالی حاوی ذرات که در زیر آب صاف جریان دارد، به دلیل برش ناشی از مجاورت آب صاف، چه در فصل مشترک قائم (طولی) و چه در فصل مشترک عرضی، آب صاف مجاور را به درون کشیده و ضمن عریض شدن ارتفاع آن زیاد می شود. پارامترهای متعددی بر میزان این درون آمیختگی مؤثر است. در این نوشتار میزان

آرانه و بهبود مدل های تئوریک بدن انسان است. در این پژوهش ابتدا یک مدل ۱۷ عضوی، شامل حرکات کلیه ی مفاصل طبیعی بدن، انتخاب کردیم. سپس با استفاده از تصاویر حرکات بدن که توسط دوربین های دیجیتال از مارکرهای نصب شده روی اندام ها و مفاصل بدن در حین حرکت تهیه شده بود، اطلاعات مارکرها اخذ و پردازش شد. پس از بررسی نرم افزارهای موجود با توجه به امکانات و کارایی های آنها از نرم افزارهای 3d Studio Max و Max Script برای طراحی حرکت مدل سه بعدی ۱۷ عضوی استفاده کردیم. برنامه نویسی به گونه یی انجام شد که از قابلیت ارزیابی و مقایسه ی حرکت مارکرها با فیلم برخوردار باشد این مقایسه در ابعاد مختلف فضایی در حین حرکت فراهم شده است. همچنین با انتخاب یک مارکر یا یک عضو می توان چگونگی حرکت را تحلیل و بررسی کرد. متعاقباً برای یکنواختی، پیوستگی و طبیعی تر شدن حرکت اندام ها از نرم افزار Poser جهت طراحی یک مش به صورت مدل ماهیچه - پوستی پرداختیم. نهایتاً مجموعه به صورت یک نرم افزار جدید برای شبیه سازی حرکات بدن انسان فراهم شد. برای استفاده ی دقیق تر و بهتر، دستورالعمل کمکی مناسبی (help) در کنار نرم افزار تدوین شده است که کاربر را راهنمایی می کند. می توان در ادامه از اطلاعات خروجی مربوط به جابه جایی اعضا به منظور تحلیل سینماتیکی حرکت استفاده کرد.

## مدل سازی اکستروژن معکوس

احمد عاصمیور (استادیار)

در این تحقیق از مدل سازی فیزیکی فرایند اکستروژن معکوس جهت محاسبه ی توزیع کرنش مؤثر استفاده شده است. به منظور انجام این روش سنبه و ماتریس فولادی مناسبی طراحی و ساخته شد. به وسیله ی خمیربازی، نمونه ی خمیری که از لایه های رنگی متفاوت تشکیل شده بود تهیه شد. توزیع کرنش مؤثر به وسیله ی اندازه گیری لایه های خمیری تغییر شکل یافته در سه جهت ضخامت، محیط و شعاع با استفاده از روابط پلاستیسته به دست آورده شد. در حالت واقعی قطعه AL2024 و قالب فولادی اند. برای مدل کردن شرایط اصطکاکی در حالت واقعی به حالت آزمایشگاهی چندین تست فشار رینگ (RC) با روانکارهای مختلف انجام شد. مقادیر توزیع کرنش مؤثر و تنش مؤثر به دست آمده به وسیله ی روش شبیه سازی فیزیکی با مقدار محاسبه شده به وسیله روش عددی که با نرم افزار MSC.SuperForge انجام شده، مقایسه شده است. همچنین مقدار نیروی محاسبه شده به وسیله ی شبیه سازی فیزیکی و تحلیلی (Method Slab) و حالت واقعی با هم مقایسه شده اند.

نیروهای مختلف دینامیکی ناشی از بدنه‌ی هواپیما، جریان هوا و... قرار می‌گیرند. یکی از مراحل طراحی این قطعات بررسی رفتار آنها تحت تأثیر این نیروهاست. در این طرح با توجه به توصیه‌های استاندارد MIL-STD-883E و سایر منابع، روش تحلیل مسئله و چگونگی آن ارائه می‌شود.

### شبیه‌سازی تخلیه‌ی هوا در ریخته‌گری تحت خلاء

علی نوری (دانشیار)

در این نوشتار مدلی تحلیلی برای بررسی تغییرات فشار و جرم گازهای باقی‌مانده در یک محفظه‌ی قالب تحت فشار که در خلاء تخلیه می‌شود ارائه شده است. در این محاسبات تأثیر ضریب اصطکاک به علت زبری سطح راهگاه هوایی و تغییر سرعت گاز توسط عدد ماخ بررسی شده است. تغییرات زمانی فشار و جرم گازهای باقی‌مانده در محفظه، هنگام ورود ماده‌ی مذاب به قالب از حل همزمان معادلات پیوستگی حالت، به همراه معادله‌ی جریان فانو به دست آمده است. نتایج مدل نشان می‌دهد که برای راهگاه‌های هوایی قالب با مساحت‌های کوچک‌تر از حد بحرانی، نرخ تغییر جرم گازهای باقی‌مانده در محفظه برای زمان‌های اولیه کمتر از زمان‌های پایانی است. یعنی در زمان‌های اولیه تخلیه‌ی گاز به‌سختی صورت می‌گیرد و بخشی از گاز در هنگام انجماد ماده‌ی مذاب داخل محفظه‌ی قالب باقی می‌ماند و باعث تخلخل در قطعه‌ی ریخته‌گری می‌شود. ولی در راهگاه‌های هوایی با مساحت‌های بزرگ‌تر از حد بحرانی، تخلیه‌ی گازها در زمان‌های اولیه، نسبت به زمان‌های پایانی راحت‌تر است.

### طراحی، شبیه‌سازی دینامیکی، بهینه‌سازی و ساخت یک نمونه ربات

#### پرستار برای کمک به بیماران قطع نخاعی

علی مقداری (استاد)

هومن حسین‌خان‌ناظر (دانشجوی کارشناسی)

علی سلگ‌غفاری (دانشجوی دکتری)

پیشرفت‌های دانش و فناوری رباتیک و کاربردهای وسیع آن در دانش پزشکی و پرستاری، برای کمک به جراحان در انجام عملیات جراحی دقیق، جابه‌جایی و حمل محموله‌های آزمایشگاهی و کمک به بیماران معلول و ناتوان نتیجه‌ی تحقیقات گسترده‌ی در این زمینه، در مراکز علمی معتبر جهان است. با توجه به نیاز پزشکی جامعه‌ی ایران برای کمک و مراقبت از بیماران قطع نخاعی، که درصد زیادی از معلولین کشور را تشکیل می‌دهند، طراحی و ساخت یک ربات

درون‌آمیختگی جریان چگالی و آب صاف بررسی شده است. معادلات پیوستگی، اندازه‌ی حرکت و معادله‌ی غلظت به‌صورت همزمان در جهات کارترین و روی شبکه‌ی متمرکز، به‌روش حجم کنترل و برای جریان مغشوش حل شده است. از مدل اصلاح‌شده‌ی K-ε برای نمایش تنش‌های رینولدز، و از روش سیمپل سی برای نمایش همبستگی سرعت - فشار استفاده شده است. جریان چگالی به‌عنوان آب گل‌آلود از زیر دریچه‌ی به‌عرض و ارتفاعی معین عبور کرده و وارد کانالی که حاوی آب صاف است می‌شود. این جریان در روی کف شیب‌دار عریض شده و گسترش می‌یابد. برای محاسبه‌ی میزان درون‌آمیختگی آب و هم‌چنین رسوب ذرات از محاسبه‌ی جرم ذرات در هر مقطع استفاده شده است. هم‌چنین مقایسه‌ی نتیجه‌ی محاسبه‌ی پیشانی جریان مغشوش با شکل آزمایشگاهی آن به‌خوبی مطابقت دارد.

### بررسی عملکرد نرخ‌های همگرد D و لگاریتمی در تحلیل تغییر

#### شکل‌های بزرگ جامدات

رضا نقدآبادی (دانشیار)

سعید سهراب‌پور (استاد)

کامیار قوام و محسن اصغری (دانشجویان دکتری)

در تحلیل تغییر شکل‌های بزرگ اجسام، به‌دلیل استفاده از روابط نرخی، نرخ‌های همگرد نقش بسیار مهمی دارند. تاکنون نرخ‌های همگرد گوناگونی ارائه شده‌اند که از معروف‌ترین آنها می‌توان از نرخ‌های همگرد جاومن و گرین - نقدی یا زارمبا نام برد که به‌ترتیب براساس تانسورهای چرخش مادی و جسمی تعریف شده‌اند. در سال‌های اخیر نرخ همگردی به‌نام نرخ D ارائه شده است، به‌گونه‌ی که تانسور نرخ کرنش، نرخ همگرد D تانسور کرنش لگاریتمی است. هم‌چنین نرخ همگرد دیگری به‌نام نرخ همگرد لگاریتمی ارائه شده است به‌طوری‌که نرخ همگرد لگاریتمی تانسور کرنش لگاریتمی، تانسور نرخ کرنش است. در این نوشتار نرخ‌های همگرد D و لگاریتمی بررسی و مقایسه می‌شوند. هم‌چنین مسئله‌ی برش ساده با استفاده از نرخ‌های مذکور تحلیل شده و نتایج به دست آمده با نتایج حاصل از نرخ‌های دیگر مقایسه می‌شود. نهایتاً اثبات می‌شود که نرخ‌های همگرد D و لگاریتمی با هم برابرند.

### تست ارتعاشی قطعات پروازی خارج هواپیما

حمید مهدیقلی (استادیار)

عباس روحانی‌سغلامی (کارشناس ارشد)

قطعات و محموله‌هایی که خارج هواپیما حمل می‌شوند تحت تأثیر

و عددی و طراحی و ساخت یک وسیله خودرو یا تاقان بادبان مناسب شرایط ایران در ادامه پروژه انجام خواهد گرفت.

### مدل سازی عددی پدیده‌ی اسلیمینگ

محمد سعید سیف (استادیار)

سید میثم موسوی راد و سید حمید سادات حسینی (دانشجویان کارشناسی ارشد)

در این نوشتار با استفاده از روش‌های عددی و تست در آزمایشگاه، اثر برخورد نامتقارن شناور به سطح آب، بر ضربه‌ی هیدرودینامیکی وارد بر کف شناور به صورت دوبعدی بررسی شده است. مقطع شناور به صورت گوه در نظر گرفته شده که در حل عددی یک بار به صورت متقارن و بار دیگر به صورت نامتقارن به سطح آب برخورد می‌کند. سپس نتایج ناشی از حل این دو مسئله با یکدیگر مقایسه شده‌اند. بر اساس ارزیابی‌های فوق نتیجه می‌شود که تأثیر برخورد نامتقارن بر نیروهای وارد بر سازه‌ی شناور دارای اهمیت زیادی است و در طراحی موضعی سازه شناورها باید در نظر گرفته شود. همچنین با حل جریان به صورت عددی و در نظر گرفتن اثر اسپری آب، نیروی ثقل و لزجت نتایج بهتری نسبت به نتایج تحلیلی موجود حاصل شده است.

### بررسی اثر پارامترهای مختلف بر خروج از خط قطار به کمک مدل

نوام واگن - ریل

محمد دورعلی (استاد)

محمد مهدی جلیلی (دانشجوی دکتری)

در این نوشتار مدل دینامیکی جدیدی از واگن برای شبیه‌سازی عبور قطار از پیچ مورد بررسی قرار گرفته است. این مدل سه‌بعدی، غیرخطی و دارای ۴۳ درجه آزادی است. با استفاده از این مدل ضرایب خروج از خط قطار نیروهای بین واگن‌ها هنگام عبور قطار از پیچ به دست می‌آیند. معادلات مربوط به تماس چرخ و ریل جداگانه حل شده‌اند و شبکه‌ی عصبی آموزش دیده با استفاده از نتایج آن در حل عددی معادلات دیفرانسیل استفاده شده است. برای محاسبه‌ی نیروهای قائم و مماسی تماسی از تئوری تماس استاتیکی هرترز و تئوری خطی کالکر استفاده شده است. قطار هنگام عبور از یک پیچ با شعاع ۲۲۰ متر و در سرعت‌های ۵ و ۲۰ متر بر ثانیه شبیه‌سازی شده است و ضرایب خروج از خط و نیروهای بین واگن‌های قطار در هر مورد به دست آمده‌اند.

نتایج شبیه‌سازی نشان داده‌اند که نیروی قلاب‌ها به خصوص در سرعت‌های بالا و در حین ترمزگیری شدید تأثیر زیادی بر افزایش ضریب خروج از خط دارند.

پرستار برای کمک به این بیماران در قطب علمی طراحی، رباتیک و اتوماسیون دانشگاه صنعتی شریف در حال انجام است. در این نوشتار ابتدا با بررسی مشکلات بالینی بیماران قطع نخاعی و شناخت نیازمندی‌های مراقبتی از این بیماران، و نیز با بررسی‌های آماری مربوط به این بیماران در ایران، طراحی ربات پر مینای وظایف متصور برای این ربات انجام شده. سازوکار طراحی شده بعد از شبیه‌سازی دینامیکی بهینه‌سازی شده و قسمت اعظمی از سازه‌ی ربات و سازوکارهای حرکتی و توان‌بخشی ربات ساخته شده است و مراحل تکمیلی نهایی و کنترلی ربات در حال انجام است.

### قایق و خودرو بادبانی از نوع آئروفویل قائم با استفاده از نیروی برآ

منوچهر راد (استاد)

همان‌طور که می‌دانید انرژی جنبشی باد یک انرژی پایان‌ناپذیر و ارزان، و همچنین قابل دسترس و تمیز است. به ویژه در دنیای کنونی، که کاربرد سوخت‌های فسیلی برای انرژی باعث پیامدهای منفی زیست محیطی از جمله تخریب لایه‌ی ازن و گازهای گلخانه‌یی شده، انرژی باد بسیار حائز اهمیت است. در گذشته، تقریباً ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد، از این انرژی در قایق‌ها و آسیاب‌های بادی استفاده می‌کردند. امروزه از انرژی باد، به دلیل مزیت‌های آن، استفاده‌ی بسیار می‌شود؛ از جمله برای تولید انرژی الکتریکی که یکی از کاربردهای آن قایق‌ها و خودرو بادبانی آئروفویلی است. خودرو با قایق بادبانی در دهه‌ی اخیر پیشرفت چشمگیری کرده است، از لحاظ سرعت به مقادیر بالاتر و از لحاظ وزن خیلی کمتر شده است و فناوری ساخت آن از بادبانی به آئروفویلی تحول یافته است. به این صورت که یک یا دو عدد بال قائم روی آن نصب می‌شود و به وسیله‌ی نیروی لیفت که ناشی از باد است حرکت می‌کند و بیشتر در مناطق بادخیز مثل نواحی دشت و ساحلی استفاده می‌شود. در کشور ایران، علاوه بر دریا و سواحل، یک سری مناطق بادخیز وجود دارد، مانند منجیل که در حال حاضر از انرژی باد برای بهره‌برداری از انرژی الکتریکی استفاده می‌شود و همچنین مناطق کویری و ساحلی دیگر مثل یزد و سیستان و... برخوردار هستند. غیر از این مناطق، به عنوان مثال در تهران، با توجه به اندازه‌گیری‌های انجام شده سرعت متوسط باد تقریباً ۱۰ متر بر ثانیه است که این سرعت می‌تواند مورد استفاده برای خودروهای بادبانی قرار گیرد. در این پروژه یک آئروفویل قائم جامد روی این خودرو سوار شد و مورد آزمایش قرار گرفت. البته کار اصلی بررسی معادله‌ی حرکت خودرو و تهیه‌ی نرم‌افزاری است که بتواند سرعت نهایی خودرو را در سرعت‌های مختلف باد محاسبه کند. کار تکمیل آزمایشات تجربی و بررسی عددی هیدرودینامیکی

### بررسی عوامل مؤثر بر نتایج آزمون حرارتی کولر خودرو

بژن فرهانیه (دانشیار)

امیرحسن کاکانی (استادیار)

آزمون عملکرد کولر خودرو یکی از مهم‌ترین آزمون‌های کولر خودرو است که صحت عملکرد مجموعه‌ی اجزاء به کار رفته در آن را کنترل می‌کند. با توجه به تنوع آب و هوایی ایران و مشکلات به وجود آمده در عملکرد کولرها در جنوب کشور، لازم است نحوه‌ی آزمون مورد بررسی قرار گیرد و عوامل مؤثر در نتیجه مشخص شود. در این نوشتار آزمون مینا معرفی شده است. پس از آن نحوه‌ی تعیین عملکرد ارائه می‌شود. پس از آن عوامل محیطی، دما و رطوبت، در نتیجه‌ی آزمون مورد بررسی قرار گرفته است. برای این بررسی‌ها سیکل مبنای کولر خودرو مورد بحث نیز ارائه شده است.

### تحلیل ترموالاستیک خطی ورق‌های ساخته شده از مواد هدف‌مند

اصغر نیر (استادیار)

قمیدا فلاح رجبزاده و محمدعلی حامد (دانشجویان دکتری)

در این پژوهش با استفاده از روش جدید در قالب تئوری برشی مرتبه‌ی اول ورق، تحلیل ترموالاستیک خطی ورق‌های ساخته شده از مواد هدف‌مند با شرایط مرزی دلخواه تحت بارگذاری حرارتی و مکانیکی انجام می‌گیرد. معادلات حاکم بر تعادل با استفاده از اصل حداقل مجموع انرژی پتانسیل به دست آمده، با استفاده از روش جدید حل شده و در نهایت نتایج به دست آمده با نتایج روش‌های کلاسیک موجود مقایسه خواهد شد.

### طرح‌ریزی و بهینه‌سازی مسیر ابزار موازی - مرز برای ماشین‌کاری

سطوح بسته ۲/۵ بعدی با تعداد دلخواه جزیره

محمد رضا موحدی (استادیار)

مهدی نادری و امیرعباس عباسی گروسی (دستیاران پژوهشی)

در این پژوهش، روش نوینی برای مسیر ابزار موازی - مرز برای سطوح بسته ۲/۵ بعدی با تعداد دلخواه جزیره براساس استفاده از Voronoi Mountain سطح ارائه می‌شود و الگوریتم‌های لازم برای ایجاد مسیر ابزار تدوین می‌شود. در ادامه‌ی گزارش، به بررسی مناطق باقی‌مانده از ماشین‌کاری خواهیم پرداخت و روش‌هایی برای رفع این مناطق ارائه خواهیم کرد.

نتایج این تحقیق در یک آزمایش مورد ارزیابی قرار می‌گیرد که برتری روش ارائه شده نسبت به سایر روش‌های مورد استفاده در نرم‌افزارها را نشان می‌دهد.

### مدل‌سازی ترمودینامیکی و حرارتی مخازن دوجداره‌ی عمودی

ذخیره‌ی آب گرم

سیامک کاظم‌زاده حنانی (دانشیار)

عزیز عظیمی (دانشجوی دکتری)

در این نوشتار، از مدل‌سازی ترموهیدرولیکی و روش‌های آنالیز معکوس برای تعیین پارامترها و شرایط مرزی مجهول در یک میدان انتقال حرارت تقارن محوری گذرا استفاده شده است. الگوریتم‌های آنالیز معکوس مورد استفاده از نوع تخمین پارامتر فراگیر و تخمین تابع فراگیر هستند. برای حل مسئله و هموارسازی پاسخ از روش‌های تکرار لونیبرگ - مارکوارت، گرادیان مزدوج و گرادیان مزدوج الحاقی استفاده شده است. مسئله‌ی مستقیم انتقال حرارت گذرا در سیستم مختصات کارتزین با استفاده از روش اجزاء محدود حل شده است.

### بررسی ارتعاشات نسوج نرم

محمدتقی احمدیان (دانشیار)

ارتعاشات نسوج نرم به دلیل رفتار غیرخطی نسوج یکی از مسائل پیچیده‌ی علم مهندسی است. در دهه‌ی گذشته با پیشرفت جراحی لیزری و رباتیکی اطلاع از رفتار نسوج اهمیت ویژه‌ی یافته است. به دست آوردن فرکانس طبیعی این نسوج با وجود غدد خارجی در این نسوج مشکل را دو چندان ساخته است. در تحقیق حاضر شکل‌بندی تجربی فرکانس طبیعی نسوج به دست آورده شده و همچنین اثر وجود ناخالصی بر فرکانس طبیعی این نسوج مورد مطالعه قرار گرفته و فرموله شده است. نتایج بسیار مطلوبی از این شکل‌بندی برای نسج جگر به دست آورده شده است.

### دانشکده‌ی مهندسی هوافضا

#### مدل‌سازی جوش استخری هسته‌یی

محمد طیبی رهنی (استادیار)

محمدحسن سعیدی (دانشیار)

بهمن اسدی (دانشجوی دکتری)

افزایش ضریب انتقال حرارت سطوح پیشرفته‌ی جوشی به منظور بالا بردن بازده و کارایی سیستم‌های تولید قدرت و تبرید در صنایعی که با فرایندهای تبادل حرارت، جرم و تغییر فاز همراه‌اند، از اهداف

مدیریت ترافیک هوایی و همچنین از دیدگاه پرواز آزاد روشی قابل استفاده است.

### کاربرد یک الگوریتم جدید در بهینه‌سازی مسائل پیوسته از روش توده‌یی مورچه‌ها

سید حسین یورنا کدوست (دانشیار)

هادی نوبهاری (دانشجوی دکتری)

در این نوشتار یک الگوریتم جدید برای یافتن کمینه‌ی مطلق توابع پیوسته بر مبنای روش بهینه‌سازی مورچه‌ها پیشنهاد شده است. بر خلاف سایر الگوریتم‌های قبلی ارائه شده، الگوریتم پیشنهاد شده در این نوشتار یک الگوریتم فرمون پایه خالص بر مبنای روش مورچه‌هاست. ایده‌ی اصلی نویسندگان این مقاله، تعمیم الگوریتم سیستم توده‌یی مورچه‌ها به مسائل پیوسته است و لذا الگوریتم به دست آمده را «سیستم پیوسته‌ی توده‌یی مورچه‌ها» نامگذاری کرده‌اند. از این روش برای یافتن کمینه‌ی مطلق یک سری توابع آزمایشی پیوسته که هر کدام دارای تعدادی کمینه‌ی موضعی‌اند، استفاده شده و نتایج به دست آمده با نتایج دو روش دیگر مقایسه شده است. عملکرد روش جدید در کل با روش‌های مذکور قابل رقابت بوده و حتی در بعضی موارد بهتر است. علاوه بر آن الگوریتم «سیستم پیوسته‌ی توده‌یی مورچه‌ها» بسیار ساده‌تر است و در برابر تغییر پارامترها به خوبی مقاوم است.

### بررسی اثر رفتار سوپر بلاستیسیته و خزش مواد مرکب زمینه‌ی فلزی به روش اجزاء محدود

علی عابدیان (استادیار)

مهدی مندعلی (دانشجوی دکتری)

مدل‌سازی جامع رفتار مواد در شرایط کاری متفاوت به علت بالای بودن هزینه‌های مربوط به روش‌های تجربی و همچنین زمان‌بر بودن آنها مدنظر محققان بسیاری قرار گرفته است. در بررسی حاضر از روش عددی اجزاء محدود برای پیش‌بینی رفتار سوپر بلاستیک مواد مرکب زمینه‌ی فلزی و نیز اثر رفتار خزشی این مواد بر تغییر شکل‌های پلاستیک استفاده شده است. در این خصوص مدل اجزاء محدود پیشنهادی که در بخش اول این تحقیق به‌طور موققت‌آمیزی تغییر شکل خزشی کامپوزیت‌های مورد نظر را پیش‌بینی کرده، به کار گرفته شده است.

نتایج نشان می‌دهد که این مدل قادر به تحلیل رفتار ویسکو-نیوتنی ماده تحت شرایط بارگذاری هم‌زمان حرارتی (سیکلی) و تنش‌های ثابت مکانیکی است. تقریبات به کار برده شده و

تحقیقاتی دو دهه‌ی گذشته است. سطوح جوشی خاصی برای افزایش دائم جوش هسته‌یی تولید شده‌اند. این سطوح به دو دسته تقسیم می‌شوند:

- روکشی از ماده‌ی متخلخل که توسط فرایندهای متالورژیکی تشکیل می‌شود؛

- حفره‌هایی که به روش مکانیکی ایجاد شده و منبع دائمی برای به دام انداختن بخارند.

در این سطوح مواضع تشکیل حباب دائم وجود دارد که در نتیجه‌ی آن انتقال گرما به‌طور قابل ملاحظه‌یی افزایش می‌یابد. سازوکار افزایش ضریب انتقال حرارت برای چنین سطوح جوشی تجارتمندی، که طی سالیان متمادی استفاده شده، هنوز به‌طور کامل روشن نشده است. پژوهشگران در این زمینه برای درک پدیده‌ی جوشش و بهبود عملکرد جوشی این سطوح، سه دیدگاه تجربی، عددی و تحلیلی را مد نظر قرار داده‌اند. عموماً، دیدگاه تجربی به بررسی اثرات پارامترهای هندسه‌ی سطح و مسائلی از قبیل زاویه‌ی تماس می‌پردازد. در صورتی که دیدگاه تحلیلی راهکاری برای توسعه‌ی مدل‌هایی با مبنای نظری عرضه می‌کند. رهیافت عددی در سالیان اخیر ابزار قدرتمندی برای تحلیل چنین مسائلی فراهم ساخته، هر چند که در برخوردهای عددی، اعمال ساده‌سازی‌هایی در مدل اجتناب‌ناپذیر است. با توجه به آن که جوشش هسته‌یی همراه با تشکیل حباب است، مسئله‌ی تحلیل عددی دینامیک حباب حائز اهمیت است. در تحلیل عددی دینامیک حباب ابتدا به شرایط حاکم بر تولید حباب می‌پردازند. سپس مسئله‌ی تغییر شکل آن، که نیازمند دقت و استفاده از روش عددی خاصی بر مبنای صید و ردیابی سرز است، مورد توجه قرار می‌گیرد.

### تدوین مندولوزی مدیریت ترافیک هوایی بر اساس پرواز آزاد

محمد باقر ملاک (دانشیار)

جواد پرستاری و امیررضا کونوری (دانشجویان دکتری)

در این نوشتار، یک روش بهینه بر پایه‌ی فرمول‌بندی صریح ریاضی به منظور رفع تداخل تدریجی دو هواپیما‌ی هم‌ارتفاع معرفی شده است. در روش مذکور امکان جلوگیری از هرگونه تأخیر اضافی در مانورها فراهم است و همچنین با انتخاب ضرایب وزنی، میزان مشارکت هر هواپیما و انحراف آن از مسیر اولیه‌اش به‌منظور رفع تداخل قابل کنترل است.

مسیر پیشنهادی برای هر هواپیما به صورت ترکیب دو پاره خط مستقیم با سرعت‌های ثابت است. برای محاسبه‌ی مسیرهای بهینه نیازی به روش‌های محاسباتی وقت‌گیر نیست و در سامانه‌ی فعلی

### حل تحلیلی مسئله تماس بین یک گوه نامتقارن و یک نیم فضا با در نظر گرفتن اصطکاک

سعید ادیب نظری (استادیار)  
داود ناهری (دانشجوی دکتری)

در این تحقیق به بررسی مسئله‌ی تماس بین یک نفوذ کننده به شکل گوه نامتقارن و یک نیم‌فضا پرداخته‌ایم. در ابتدا با استفاده از روش‌های نظری الاستیسیته، معادلات حاکم بر مسئله به شکل معادلات انتگرالی منفرد به دست آمده‌اند. سپس با حل این معادلات، توزیع فشار و طول ناحیه‌های تماس، در حالت بدون اصطکاک، محاسبه شده‌اند. بدین ترتیب، حالت کلی تری از مسائل تماسی مورد بررسی قرار گرفته و اثرات عدم تقارن بر توزیع فشار و طول ناحیه‌های تماس، مشخص شده‌اند. سپس با استفاده از روش Kolosov-Muskhelishvili مؤلفه‌های تنش دکارتی با در نظر گرفتن اصطکاک به دست آمده‌اند و بدین ترتیب تأثیر اصطکاک بر مسئله‌ی تماس نامتقارن بین یک گوه و یک نیم‌فضا مورد بررسی قرار گرفته است. در نهایت نیز، پاسخ‌های به دست آمده در حالت خاص با کارهای قبلی مقایسه شده و صحت آنها اثبات شده است.

### حل جریان لزج حول اجسام با حرکت نسبی زیاد

کریم مظاهری (استاد)  
علی رضایی (دانشجوی دکتری)

شبیه‌سازی عددی آیرودینامیک میدان‌های با مرز متحرک یکی از پیچیده‌ترین مباحث در CFD است که بر اساس نوع حرکت مرز، استراتژی‌های گوناگونی در به دست‌گیری میدان پیشنهاد شده است. در این راستا مشکل‌ترین حالت زمانی است که حرکت مرز نسبت به ابعاد مانند جدایش اجسام از وسایل پرنده مسئله‌ی قابل توجهی باشد. در این نوشتار به منظور پیشرفت در روش حل مرجع<sup>[۱]</sup> میدان توسط روش‌های بالادست و با در نظر گرفتن جریان لزج آرام با استفاده از یک روش ضمنی جدید و مرتبه دو با استفاده از روش MUSCL حل شده است.

## مرکز تحقیقات آب و انرژی

### بررسی روش‌های خالص‌سازی ماده‌ی معدنی گلابر استحصالی از

معادن استان سمنان  
سیدعلی اکبر سجادی (استادیار)  
سیدجمال‌الدین هاشمیان (دانشیار)

اختلافات موجود در شرایط آزمایشگاهی به کاهش دقت نتایج عددی و تجربی در تنش‌های ثابت مکانیکی بسیار کوچک انجامیده است. همچنین قابل ذکر است که برحسب نتایج به دست آمده، رفتار الاستو ویسکو پلاستیک ماده (خزش) در شرایط ویسکو نیوتنی تأثیر چندانی بر تغییر شکل‌های سوپر پلاستیک نداشته و پدیده‌ی غالب در این شرایط پلاستیسیته است.

### بررسی تجربی اثرات تراکم‌پذیری و فرکانس تقلیل یافته بر ضرایب آیرودینامیکی وسایل پرنده

محمدرضا سلطانی (دانشیار)  
علیرضا داوری (دانشجوی دکتری)

به منظور مطالعه‌ی رفتار آیرودینامیکی هواپیماهای جنگنده در حال انجام مانور نوسانی، مدل استاندارد یک هواپیمای جنگنده، موسوم به SDM در تونل باد مافوق صوت دانشگاه امام حسین (ع) مورد آزمایش‌های استاتیکی و دینامیکی قرار گرفته است. این آزمایشات در اعداد ماخ  $0.6/4$  و  $0.7/5$  به ترتیب متناظر با اعداد رینولدز  $1.0 \times 10^7$  و  $3/15 \times 10^7$  بر واحد طول، فرکانس نوسانی  $1/25$ ،  $2/77$  و  $6$  هرتز و محدوده‌ی زوایای حمله‌ی استاتیک صفر تا  $14$  درجه انجام گرفته‌اند. در این آزمایشات، رفتار آیرودینامیکی مدل در دو مانور نوسانی مختلف pitching و plunging مورد بررسی قرار گرفته و نیروها و گشتاورهای استاتیکی و دینامیکی و نیز مشتقات پایداری دینامیکی در هر دو حالت نوسانی ارائه شده است. مقایسه‌ی نتایج به دست آمده با نتایج آزمایش‌های مشابه در مراکز معتبر تحقیقاتی در خارج از کشور نشان می‌دهد که آزمایش‌های کنونی از دقت قابل قبولی برخوردارند.

### تحلیل شرایط مرزی متغیر در دینامیک باز شدن کابل از هواپیما

فریبرز نقی (استادیار)  
مهدی رضایی (دانشجوی دکتری)

این نوشتار، به شبیه‌سازی دینامیک باز شدن کابل از هواپیما در سیستم یدک کشی پروازی اختصاص دارد. در ابتدا معادلات کابل، هواپیما و جسم دنباله معرفی شده و نحوه‌ی حل عددی آنها به اجمال توضیح داده می‌شود. سپس، به توضیح روشی برای حل شرایط مرزی متغیر انتهای کابل که به علت باز و بسته شدن و تغییر طول آن به وجود می‌آید، همچنین نحوه‌ی گره‌بندی کابل در این شرایط پرداخته می‌شود. اثر تغییرات سرعت باز شدن کابل در کشش آن و برهم‌کنش اعضای سیستم با یکدیگر طی مثال‌ی ارائه می‌شود.

### حذف بیولوژیکی دی اکسید سولفور خروجی از فرایندهای صنعتی

ایوب ترکیان (دانشیار)

مجید حکیم جوادی و رضا دهقانزاده ریحانی (مربی)

در این مطالعه از یک بیوفیلتر با مقیاس آزمایشگاهی برای حذف گاز SO<sub>2</sub> از جریان هوای آلوده مصنوعی تولیدی در آزمایشگاه استفاده شد. بستر مورد استفاده مخلوطی از کمپوست مواد زائد جامد شهری و خرده‌های PVC (با اندازه‌ی ۱ سانتی‌متر) به نسبت ۸۰:۲۰ با تخلخل ۵۰٪ بود که با شیرابه‌ی بیوفیلتری که قبلاً برای حذف H<sub>2</sub>S مورد استفاده قرار گرفته بود مخلوط شد. در دوره‌ی راه‌اندازی و سازگارسازی، با حفظ دمای راکتور در محدوده‌ی ۲۰ ± ۳ °C، گاز آلوده در دامنه‌ی غلظت ۵۰۰-۶۰۰ ppm و با زمان ماند ۶۰ s به سیستم وارد شد. بعد از حدود ۱۳ روز بیوفیلتر به حالت پایدار رسید، اما این وضعیت به دلیل افزایش مقدار سولفات در بستر زیاد طول نکشید و موجب کاهش راندمان سیستم شد. حداکثر مقدار سولفات اندازه‌گیری شده در بستر بیش از ۲۷ mg/g bed بود و لذا بهره‌برداری مداوم سیستم بدون شست و شوی مرتب با آب و کاهش مقدار سولفات بستر عملاً غیر ممکن بود. عملکرد بیوفیلتر در زمان ماند‌های پایین‌تر مورد بررسی قرار گرفت که نتایج نشان داد در زمان‌های ماند پایین راندمان سریعاً افت می‌کند. با این حال، حداکثر راندمان حذف به‌دست آمده برای زمان ماند ۶۰ s حدود ۹۳٪ بود که معادل ۷۰ g/m<sup>3</sup>.h ظرفیت حذف برای بیوفیلتر است. با افزایش میزان بارگذاری ظرفیت حذف کاهش پیدا کرد و با حداکثر میزان بارگذاری ۱۹۸ g/m<sup>3</sup>.h، حداکثر ظرفیت حذف به‌دست آمده حدود ۸۷ g/m<sup>3</sup>.h بود.

### حذف بیولوژیکی سولفید هیدروژن تولیدی از فرایندهای بی‌هوازی

تأسیسات تصفیه‌ی فاضلاب

ایوب ترکیان (دانشیار)

رضا دهقانزاده ریحانی (مربی)

این مطالعه در مقیاس آزمایشگاهی و با کمک هوای آلوده‌ی مصنوعی تولیدی انجام شد. بستر مورد استفاده مخلوطی از کمپوست مواد زائد جامد شهری و PVC به نسبت ۸۰:۲۰ و با تخلخل ۵۰٪ بود که پس از مخلوط کردن با لجن فعال تغلیظ شده و افزودن مواد مغذی و تنظیم رطوبت در داخل راکتور قرار داده شد. در دوره‌ی راه‌اندازی و سازگارسازی، با حفظ دمای راکتور در محدوده‌ی ۲۰ ± ۳ °C، گاز آلوده در دامنه‌ی غلظت ۲۵-۵۰ ppm که تیپ غلظت خروجی عمده فرایندهای آلوده‌ساز است، به سیستم وارد شد. در این مرحله، با افزایش غلظت ورودی آلاینده احتمال رشد ریزاندامگان و گرفتگی

در این نوشتار به روش عملی و اقتصادی جهت استحصال ماده‌ی معدنی گلابر از نمونه‌های معدنی استان سمنان پرداخته شده است. این ماده از دسته مواد مهم صنعتی به شمار می‌رود و در راستای تأمین نیازهای داخلی کشور دارای اهمیت است. در این تحقیق ابتدا به آنالیز نمونه‌های معدنی پرداخته شده است و پس از شناسایی ماهیت و درصد عناصر، با به‌کارگیری روش‌های جداسازی جزء به جزء، به خالص‌سازی این ماده اهمیت داده شده است. روش‌های خالص‌سازی به‌نحوی انتخاب شده‌اند که ضمن اقتصادی بودن، عملی کردن آنها نیاز به فناوری خارجی نداشته باشد. آنالیزهای مربوطه مؤید خلوص بالای این ماده‌اند.

### مدل‌سازی تصفیه‌ی بیولوژیکی فاز آب‌دار امولسیون روغن و آب

علیرضا نظری علوی (مربی)

تحقیقات انجام شده در بررسی تصفیه‌پذیری زیست‌شناختی فاز آب‌دار امولسیون روغن و آب نشان داده است که روش موجود به‌صورت کاملاً دقیق قادر به مدل‌سازی واکنش‌های موجود در محیط نیست.

نتایج آزمایشات انجام شده در تحقیقات حاضر بیانگر وجود ماده‌ی بازدارنده و اثر آن بر بیومس زنده است. براساس همین پدیده مدل ریاضی دربرگیرنده‌ی این عوامل در دو واکنش اصلی، سرعت رشد بیومس و سرعت حذف سوپسترت در طول زمان در راکتور ناپیوسته بررسی و روابط ریاضی مربوطه ارائه شد.

### استحصال ترکیب کلرید پتاسیم از منابع آب‌های شور

سیدعلی اکبر سجادی (استادیار)

سیدجمال‌الدین هاشمیان (دانشیار)

محمود اشجع (مربی)

در این گزارش به بررسی اهمیت ترکیب کلرید پتاسیم در صنایع مختلف، به‌ویژه کشاورزی پرداخته شده و نشان داده شده است که میزان مصرف این ترکیب در کشور ما نسبت به دیگر کشورهای جهان بسیار کمتر است. همچنین تعدادی از منابع آب‌های شور کشور بررسی و میزان یون‌های K<sup>+</sup> و Cl<sup>-</sup> در آنها مطالعه شد که برای انجام طرح‌های مطالعاتی و صنعتی از پتانسیل خوبی برخوردارند. از این دسته آب‌های شور می‌توان به مرداب گاوخونی در استان اصفهان اشاره کرد. در این راستا به روش‌های عملی و اقتصادی برمی‌نای تخییر و اندازه‌گیری چگالی محلول به جدا سازی جزء به جزء این ترکیب مورد نیاز صنعت پرداخته شده است.



۶۵-۶۰٪، بارگذاری افزایش داده شد. حداقل راندمان حذف به دست آمده ۷۵٪ در زمان ماند ۱۵ s با غلظت ورودی حدود ۲۰ ppm بود. حداکثر ظرفیت حذف به دست آمده در بارگذاری‌های مختلف حدود  $21 \text{ gm}^{-3}\text{h}^{-1}$  بوده است. تغییرات راندمان در زمان ماندهای متفاوت نیز مورد بررسی قرار گرفت.

بستر و ایجاد افت فشار بیش از حد به دلیل انباشته شدن سولفات حاصل از اکسیداسیون  $\text{H}_2\text{S}$  وجود دارد که با شست‌وشوی محتویات بستر با مقدار کمی آب در حدود ۵۰۰ میلی‌لیتر مشکل برطرف شد. پس از مرحله‌ی سازگاری اولیه، که در زمان بسیار کوتاهی اتفاق افتاد، با ثابت نگه داشتن زمان ماند در ۶۰ ثانیه و دامنه‌ی رطوبت در