



دانشگاه آزاد اسلامی  
واحد تهران جنوب  
دانشکده فنی مهندسی  
مهندسی مکانیک - حرارت سیالات

عنوان :

## جريان تراكم پذير مدرن، رژيم ها و انواع جريان و تحليل علمي آن

استاد راهنما :

دانشجو :



## فهرست مطالب

۱	چکیده:
۲	مقدمه:
۵	فصل اول:
۵	جريان تراکم‌پذير
۵	تاریخچه و نظریه‌های مقدماتی
۵	پیشگفتار
۱۵	۱- پیشرفت‌های بزرگ تاریخی
۱۹	۲- تعریف جريان تراکم‌پذير
۲۴	۳-۱- رژیمهای جريان
۲۷	۱-۳-۱- جريان مادون صوت
۲۷	۲-۳-۱- جريان تراظوتی
۲۸	۱,۳,۳- جريان مافوق صوت
۲۹	۱,۳,۴- جريان ماوراء صوت
۳۱	۱,۴- يك مرور اجمالی از ترمودینامیک
۳۲	۱,۴,۱- گاز کامل
۳۷	۱,۴,۲- انرژی داخلی و آنتالپی
۴۰	۱,۴,۳- قانون اول ترمودینامیک
۴۲	۱,۴,۴- انتروپی و قانون دوم ترمودینامیک
۴۳	۱,۴,۵- محاسبه انتروپی
۴۵	۱,۴,۶- روابط ایزنتروپیک
۴۹	۱,۵- نیروهای آئرودینامیک روی يك جسم
۵۴	۱,۶- جريان تراکم‌پذير مدرن
۵۶	۱,۷- خلاصه
۵۷	مسائل فصل اول

۵۹	فصل دوم:
۵۹	فرم‌های انتگرالی معادلات بقاء برای جریان‌های غیرلزج
۵۹	پیشگفتار
۶۱	۲,۱ - فلسفه
۶۱	۲,۲ - رویکرد
۶۲	۲,۲,۱ - روش حجم کنترل محدود
۶۳	۲,۲,۲ روش المان بسیار کوچک سیال
۶۴	۲,۲,۳ روش مولکولی
۶۴	۲,۳ - معادله پیوستگی
۶۴	۲,۳,۱ اصل فیزیکی
۶۶	۲,۴ - معادله مومنتوم
۶۶	۲,۴,۱ اصل فیزیکی
۶۹	۲,۵ - تفسیر
۷۰	۲,۶ - معادله انرژی
۷۰	۲,۶,۱ اصل فیزیکی
۷۴	۲,۷ - تفسیر نهائی
۷۵	۲,۸ - یک کاربرد معادله مومنتوم: نیروی رانش موتور جت
۸۶	۲,۹ - خلاصه
۸۷	مسائل
۸۸	فصل سوم :
۸۸	جریان یک بعدی
۸۸	پیشگفتار
۹۰	۳,۱ - مقدمه
۹۵	۳,۲ - معادلات جریان یک بعدی
۹۹	۳,۳ - سرعت صوت و عدد ماخ

۳,۴	- تعدادی از پارامترهای جریان که براحتی تعریف می‌شوند.	۱۰۳
۳,۵	- فرم‌های دیگری از معادله انرژی	۱۰۵
۳,۶	- تفسیری درباره عمومیت روابط شوک قائم	۱۱۰
۳,۷	- معادله هوگونت	۱۳۳
۳,۸	- جریان یک بعدی همراه انتقال حرارت	۱۳۹
۳,۹	- جریان یک بعدی همراه اصطکاک	۱۵۲
۳,۱۰	- یادداشت تاریخی: امواج صوتی و امواج ضربه‌ای	۱۶۳
۳	- خلاصه	۱۶۸
	مسائل	۱۷۱
۱۷۵	<b>فصل چهارم:</b>	
۱۷۵	پیشگفتار	
۱۷۷	- ۱-۴ مقدمه	
۱۷۹	- ۲-۴ منشأ امواج مایل	
۱۸۲	- ۳-۴ روابط شوک مایل	
۱۹۵	- ۱-۳-۴ رابطه $M - \beta - \theta$ : شکل دیگری از رابطه	
۱۹۸	- ۴-۴ جریان مافوق صوت روی گوهها و مخروطها	
۲۰۳	- ۵-۴ قطبی شوک	
۲۰۸	- ۶-۴ بازتاب معمولی از مرز جامد	
۲۱۳	- ۷-۴ تفسیری درباره جریان درون شوک‌های ضربدری	
۲۱۴	- ۸-۴ نمودارهای زاویه انحراف - فشار	
۲۱۷	- ۹-۴ برخورد شوک‌های غیرهمخانواده	
۲۱۹	- ۱۰-۴ برخورد شوک‌های همخانواده	
۲۲۳	- ۱۱-۴ انعکاس ماخ	

۴-۱۲ - موج ضربه‌ای غیرمتصل جلوی یک جسم دما غیر پهن	۲۲۵
۴-۱۳ - امواج ضربه‌ای سه بُعدی	۲۲۷
۴-۱۴ - امواج انبساطی پرانتل - مایر	۲۲۸
۴-۱۵ - تئوری شوک - انبساط	۲۳۷
۴-۱۶. یادداشت های تاریخی تحقیقات اولیه پرانتل روی جریان‌های مافوق صوت و اساس تئوری پرانتل	۲۴۹
۴-۱۷ خلاصه	۲۵۲
مسائل	۲۵۵

### **چکیده:**

شناخت جریان تراکم پذیر و تحلیل علمی آن از دیرباز مدنظر دانشمندان و مخترعین در عرصه‌های مختلف بوده است. در مقاطع مختلف زمانی نیازهای بشری جهت بکارگیری وسائل و تجهیزات و همچنین فرایندهایی که ارتباط مستقیم با جریان‌های تراکم پذیر داشته موجب شد که دانشمندان تئوری‌ها و نظریه‌های مختلفی را در این رابطه ارائه دهند، که با پیشرفت روزافزون تکنولوژی ساخت تجهیزات و طراحی فرایندهای پیچیده صنعتی این نظریه‌ها، گام‌های تکاملی را طی نموده و یقیناً دستاورد این دو نگرش یعنی گام‌های پیشرونده تکنولوژی ساخت و ذهن‌های خلاق نظریه پردازان در بستر جریان‌های تراکم‌پذیر منجر به اختراقات و اکتشافات آتی خواهد شد که شاید دور از ذهن انسان معاصر باشد.

امروزه زمینه‌های علمی جریان تراکم‌پذیر به قدری وسعت یافته که منجر به ایجاد شاخه‌های مختلفی از جمله آئرودینامیک، پنوماتیک و دینامیک گاز شده است و ساخت تجهیزاتی مثل ماشین‌های پرنده، وسائل کاربردی هوافضا، موتورهای احتراق داخلی و خارجی و دیگرها بخار و مبدل‌ها همگی در گرو شناخت و بکارگیری جریان‌های تراکم‌پذیر می‌باشد.

## مقدمه:

جان د. اندرسون، جی آر در اول اکتبر سال ۱۹۳۷ در لنکاستر پنسیلوانیا چشم به جهان گشود و در سال ۱۹۵۹ از دانشگاه فلوریدا در رشته مهندسی هوانوردی با رتبه عالی فارغ‌التحصیل شد. از سال ۱۹۵۹ تا ۱۹۶۲ با درجه ستون وظیفه در آزمایشگاه تحقیقاتی هوا فضایی پایگاه هواپی رایت پترسون به عنوان پژوهشگر مشغول به کار شد. از سال ۱۹۶۲ تا ۱۹۶۶ با حمایت مالی مؤسسه ملی علوم و سازمان ناسا در رشته مهندسی هوانوردی و فضانوردی موفق به دریافت درجه دکترا از دانشگاه ایالتی اوهاایو شد و سپس به عنوان رئیس گروه ابر صوتی آزمایشگاه مهمات نیرویی دریایی ایالات متحده مشغول به کار شد در سال ۱۹۷۳ به ریاست دانشکده مهندسی هواپیمای دانشگاه مریلند گمارده شده و از سال ۱۹۸۰ به مقام استادی مهندسی هواپیما در دانشگاه مریلند دست یافت. در سال ۱۹۸۲ به عنوان پژوهشگر و استاد برجسته دانشگاه برگزیده شد. در سال‌های ۱۹۸۶-۱۹۸۷ در دوران فرصت مطالعاتی دانشگاه او موفق به دریافت رتبه چارلز لیندربرگ در موزه ملی هواپیمای مؤسسه اسمنیتسون شد و بصورت یک روز در هفته همکاری خود را با عنوان مشاور مخصوص در زمینه آئرودینامیک در موزه ملی هواپیما ادامه داد و فعالیت‌های پژوهشی و نوشتاری خود را به انجام رساند. در سال ۱۹۹۳ به موازات حفظ کرسی استادی مهندسی هواپیما به عضویت دائمی کمیته تاریخ و فلسفه علوم و همچنین در سال ۱۹۹۶ به عضویت گروه تاریخ در دانشگاه مریلند درآمد. او در سال ۱۹۹۶ استاد برجسته گلن مارتین در رابطه با آموزش در مهندسی هواپیما شد. در سال ۱۹۹۹ با عنوان استاد برجسته از دانشگاه بازنیسته شد. او در حال حاضر متصدی آئرودینامیک در موزه ملی هواپیمای مؤسسه اسمنیتسون می‌باشد.

دکتر اندرسون ۸ کتاب منتشر کرده است: لیزرهای دینامیک گازی، یک مقدمه، انتشارات آکادمیک (۱۹۷۶). و توسط مک گروهیل، آشنایی با پرواز (۱۹۷۸، ۱۹۸۵، ۱۹۸۹)، جريان تراکم پذير پيشرفته (۱۹۸۲، ۱۹۹۰)، مبانی آئرودینامیک (۱۹۸۴، ۱۹۹۰)، دینامیک گازی ابر صوتی و دما زياد (۱۹۸۹) دینامیک سیالات محاسباتی: اصول و کاربردها (۱۹۹۵)، عملکرد و طراحی هواپیما (۱۹۹۹) تاریخچه آئرودینامیک و ارتباط آن با ماشین‌های پرنده، انتشارات دانشگاه کمبریج (۱۹۹۷، ۱۹۹۸).