

۱۷۲۷۵

مکانیک سیالات

جلد اول

(با اصلاحات جدید)

بروس روی. مانسون
هونالد اف. یانگ
تئودور ایچ. اکیچی

ترجمه
بهار فیروز آبادی



مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف



مؤسسه انتشارات علمی

دانشگاه صنعتی شریف

مکانیک سیالات جلد اول (ویرایش چهارم) (با اصلاحات جدید) *Fundamentals of Fluid Mechanics (4th Edition)*

تألیف بروس روی، مانسون، دونالد اف. یانگ، Theodore H. Okiishi، Donald F. Young، Bruce R. Munson

John Wiley & Sons, Inc. 2002

تئودور اچ. اکی‌شی

ترجمه بهار فیروزآبادی

ویراسته مسعود رضا شاکری

گرافیک: علی صادقی‌کیا

مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف، تهران

چاپ دوم: ۱۳۹۴

شمارگان: ۲۰۰۰

بها: ۴۰۰۰۰۰۰ ریال به همراه CD

حق چاپ برای مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف محفوظ است.

ISBN (Vol. 1) 978-964-208-094-6

شابک (جلد اول): ۹۷۸-۹۶۴-۲۰۸-۰۹۴-۶

ISBN (2 Vol. Set) 978-964-208-096-0

شابک (دو جلدی): ۹۷۸-۹۶۴-۲۰۸-۰۹۶-۰

تلفن: ۶۶۱۶۴۰۷۲-۶۶۱۶۴۰۷۰-۶۶۰۱۳۱۲۹

دفتر مرکزی: خیابان آزادی - دانشگاه صنعتی شریف

دفتر فروش: میدان انقلاب - خیابان شهید منیرى جاوید (اردیبهشت) - ساختمان ۲۵۳ - طبقه چهارم - واحد ۴۰۲

پست الکترونیکی: publication@mehr.sharif.edu

تلفن: ۶۶۹۶۷۸۹۶-۶۶۴۰۵۱۳۲

شناسه افزوده: Young, Donald F.

شناسه افزوده: اکی‌شی، تئودور اچ.

شناسه افزوده: Okiishi, Theodore H.

شناسه افزوده: فیروزآبادی، بهار - مترجم.

شناسه افزوده: دانشگاه صنعتی شریف، مؤسسه انتشارات علمی.

ره‌بندی کنگره: ۱۳۹۳/۳۰۷/۳۸۳۵۷/۳

ره‌بندی دیوئی: ۶۲۰/۱۰۶

شماره کتابشناسی ملی: ۳۳۷۵۳۹۶

سرشناسه: مانسون، بروس روی، ۱۹۴۰ - Munson Roy Bruce

عنوان و نام پدیدآور: مکانیک سیالات / بروس آر. مانسون، دونالد اف. یانگ، مترجم: بهار فیروزآبادی.

مشخصات نشر: تهران: دانشگاه صنعتی شریف، مؤسسه انتشارات علمی، ۱۳۹۴.

مشخصات ظاهری: ۲ ج: شمارنده + ۵۹۶ ص.: مصور، جدول + دیسک فشرده.

شابک: جلد اول - 978-964-208-094-6

یادداشت: عنوان به انگلیسی: Fundamentals of fluid mechanics. 4ed, 2002.

یادداشت: واژه‌نامه

موضوع: سیالات - مکانیک.

شناسه افزوده: یانگ، دونالد اف.

فهرست مطالب

درباره نویسندگان
پیشگفتار مترجم
پیشگفتار

یازده
سیزده
پانزده

۳

۱ مقدمه

۳	۱.۱ بعضی از ویژگیهای سیالات
۵	۲.۱ ابعاد، همگنی ابعادی، و آحاد
۷	۱.۲.۱ دستگاه آحاد
۱۲	۳.۱ تحلیل رفتار سیال
۱۲	۴.۱ معیارهای جرم و وزن سیال
۱۲	۱.۴.۱ چگالی
۱۳	۲.۴.۱ وزن مخصوص
۱۳	۳.۴.۱ چگالی نسبی
۱۴	۵.۱ قانون گاز کامل
۱۵	۶.۱ لزجت
۲۲	۷.۱ تراکم پذیری سیالات
۲۲	۱.۷.۱ مدول بالک
۲۳	۲.۷.۱ انبساط و تراکم گازها
۲۴	۳.۷.۱ سرعت صوت
۲۵	۸.۱ فشار بخار
۲۶	۹.۱ کشش سطحی
۲۸	۱۰.۱ نگاهی خلاصه به تاریخچه
۳۱	واژه‌های کلیدی
۳۱	مراجع
۳۲	مسائل دوره‌ای
۳۲	مسائل



۴۱

۲ استاتیک سیالات

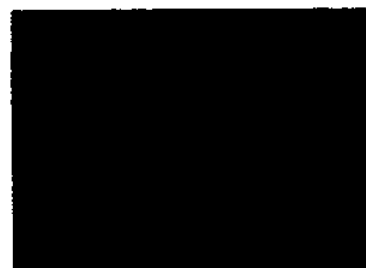
۴۱	۱.۲ فشار در یک نقطه
۴۲	۲.۲ معادلات اصلی میدان فشار

۴۴	۳.۲ تغییرات فشار در سیال ساکن
۴۵	۱.۳.۲ سیالات تراکم ناپذیر
۴۸	۲.۳.۲ سیالات تراکم پذیر
۵۰	۴.۲ اتمسفر استاندارد
۵۱	۵.۲ اندازه گیری فشار
۵۳	۶.۲ مانومتر
۵۴	۱.۶.۲ پیزومتر
۵۴	۲.۶.۲ مانومتر نعل شکل
۵۸	۳.۶.۲ مانومترهای مایل
۵۹	۷.۲ وسایل مکانیکی و الکترونیکی اندازه گیری فشار
۶۱	۸.۲ نیروی هیدروستاتیکی موجود بر روی سطح صفحه
۶۸	۹.۲ منشور فشار
۷۲	۱۰.۲ نیروی هیدروستاتیکی موجود بر روی سطح خمیده
۷۴	۱۱.۲ غوطه وری، شناوری، و پایداری
۷۴	۱.۱۱.۲ اصل ارشمیدس
۷۶	۲.۱۱.۲ پایداری
۷۸	۱۲.۲ تغییر فشار در حرکت سیال شبیه حرکت جسم صلب
۷۸	۱.۱۲.۲ حرکت خطی
۸۱	۲.۱۲.۲ دوران شبیه جسم صلب
۸۴	واژه های کلیدی
۸۴	مراجع
۸۴	مسائل دوره ای
۸۴	مسائل



۳ دینامیک سیالات مقدماتی - معادله برنولی

۱۰۳	۱.۳ قانون دوم نیوتن
۱۰۶	۲.۳ $F = ma$ در امتداد خط جریان
۱۱۱	۳.۳ $F = ma$ عمود بر خط جریان
۱۱۳	۴.۳ توجیه فیزیکی
۱۱۷	۵.۳ فشار استاتیک، سکون، دینامیک، و کل
۱۲۱	۶.۳ مثالهایی از کاربرد قانون برنولی
۱۲۱	۱.۶.۳ جت آزاد
۱۲۳	۲.۶.۳ جریانهای محدود
۱۳۱	۳.۶.۳ اندازه گیری آهنگ جریان
۱۳۶	۷.۳ خط انرژی و خط تراز هیدرولیک
۱۳۹	۸.۳ محدودیتهای کاربرد معادله برنولی
۱۳۹	۱.۸.۳ اثرات تراکم پذیری
۱۴۲	۲.۸.۳ اثرات ناپایایی



۱۴۴	۳.۸.۳ اثرات چرخشی
۱۴۶	۴.۸.۳ محدودیت‌های دیگر
۱۴۶	واژه‌های کلیدی
۱۴۶	مراجع
۱۴۷	مسائل دوره‌ای
۱۴۷	مسائل

۱۶۵

۴ سینماتیک سیالات

۱۶۵	۱.۴ میدان سرعت
۱۶۷	۱.۱.۴ بیان اولری و لاگرانژی جریان
۱۶۹	۲.۱.۴ جریانهای یک، دو، و سه بعدی
۱۷۰	۳.۱.۴ جریانهای پایا و ناپایا
۱۷۰	۴.۱.۴ خط جریان، خط رگه، و خط مسیر
۱۷۵	۲.۴ میدان شتاب
۱۷۵	۱.۲.۴ مشتق مادی
۱۷۸	۲.۲.۴ اثرهای ناپایایی
۱۷۹	۳.۲.۴ اثرهای جابه‌جایی
۱۸۲	۴.۲.۴ مختصات خط جریانی
۱۸۴	۳.۴ نمایش حجم معیار و سیستم
۱۸۵	۴.۴ قضیه انتقال رینولدز
۱۸۸	۱.۴.۴ بیان قضیه انتقال رینولدز
۱۹۳	۲.۴.۴ تعبیر فیزیکی
۱۹۴	۳.۴.۴ ارتباط با مشتق مادی
۱۹۵	۴.۴.۴ اثرهای پایایی
۱۹۵	۵.۴.۴ اثرهای ناپایایی
۱۹۷	۶.۴.۴ حجم معیارهای متحرک
۱۹۸	۷.۴.۴ انتخاب حجم معیار
۱۹۹	واژه‌های کلیدی
۲۰۰	مراجع
۲۰۰	مسائل دوره‌ای
۲۰۰	مسائل



۲۱۱

۵ تحلیل حجم معیار «محدود»

۲۱۲	۱.۵ پایستگی جرم - معادله پیوستگی
۲۱۲	۱.۱.۵ به دست آوردن معادله پیوستگی
۲۱۴	۲.۱.۵ حجم معیار تغییر شکل ناپذیر ثابت
۲۲۱	۳.۱.۵ حجم معیار متحرک و تغییر شکل ناپذیر

۲۲۴	۴.۱.۵ حجم معیار تغییر شکل پذیر
۲۲۷	۲.۵ قانون دوم نیوتن - معادلات اندازه حرکت خطی و گشتاور اندازه حرکت
۲۲۷	۱.۲.۵ معادله اندازه حرکت خطی
۲۲۹	۲.۲.۵ کاربرد معادله اندازه حرکت خطی
۲۴۷	۳.۲.۵ استخراج معادله اندازه حرکت زاویه‌ای
۲۴۹	۴.۲.۵ کاربرد معادله اندازه حرکت زاویه‌ای
۲۵۷	۳.۵ قانون اول ترمودینامیک - معادله انرژی
۲۵۷	۱.۳.۵ استخراج معادله انرژی
۲۶۰	۲.۳.۵ کاربرد معادله انرژی
۲۶۵	۳.۳.۵ مقایسه معادله انرژی با معادله برنولی
۲۷۲	۴.۳.۵ کاربرد معادله انرژی برای جریانهای نایکناخت
۲۷۶	۵.۳.۵ ترکیب معادله انرژی و معادله اندازه حرکت زاویه‌ای
۲۷۸	۴.۵ قانون دوم ترمودینامیک - جریانهای برگشتناپذیر
۲۷۸	۱.۴.۵ معادله انرژی برای حجم معیار نیمه بی‌نهایت کوچک
۲۷۹	۲.۴.۵ قانون دوم ترمودینامیک برای حجم معیار نیمه بی‌نهایت کوچک
۲۸۰	۳.۴.۵ ترکیب معادلات قانونهای اول و دوم ترمودینامیک
۲۸۱	۴.۴.۵ کاربرد شکل افت در معادله انرژی
۲۸۳	واژه‌های کلیدی
۲۸۳	مراجع
۲۸۳	مسائل دوره‌ای
۲۸۴	مسائل

۶ تحلیل دیفرانسیلی جریان سیال

۳۰۸	۱.۶ سینماتیک جزء سیال
۳۰۸	۱.۱.۶ بازبینی میدانهای سرعت و شتاب
۳۰۹	۲.۱.۶ تغییر شکل و حرکت خطی
۳۱۱	۳.۱.۶ تغییر شکل و حرکت زاویه‌ای
۳۱۴	۲.۶ پایداری جرم
۳۱۴	۱.۲.۶ شکل دیفرانسیلی معادله پیوستگی
۳۱۷	۲.۲.۶ مختصات استوانه‌ای
۳۱۸	۳.۲.۶ تابع جریان
۳۲۱	۳.۶ پایداری اندازه حرکت خطی
۳۲۲	۱.۳.۶ نیروهای وارد بر یک جزء دیفرانسیلی سیال
۳۲۴	۲.۳.۶ معادلات حرکت
۳۲۵	۴.۶ جریان سیال غیرلزج
۳۲۵	۱.۴.۶ معادلات حرکت اولر
۳۲۶	۲.۴.۶ معادله برنولی
۳۲۸	۳.۴.۶ جریان غیرچرخشی

۳۳۰	۴.۴.۶ معادله برنولی برای جریان غیرچرخشی
۳۳۰	۵.۴.۶ پتانسیل سرعت
۳۳۴	۵.۶ جریانهای پتانسیل صفحه‌ای
۳۳۶	۱.۵.۶ جریان یکنواخت
۳۳۷	۲.۵.۶ چشمه و چاه
۳۳۹	۳.۵.۶ گرداب
۳۴۲	۴.۵.۶ جریان دوقلو
۳۴۴	۶.۶ برهم‌نesh جریانهای پتانسیل صفحه‌ای اصلی
۳۴۵	۱.۶.۶ چشمه در جریان یکنواخت - جسم نیمه بی‌نهایت
۳۴۸	۲.۶.۶ بیضی رانکین
۳۵۰	۳.۶.۶ جریان اطراف استوانه مدور
۳۵۶	۷.۶ جنبه‌های دیگر تحلیل جریان پتانسیل
۳۵۷	۸.۶ جریان سیال لزج
۳۵۷	۱.۸.۶ رابطه تنش - تغییر شکل
۳۵۸	۲.۸.۶ معادلات ناویر - استوکس
۳۶۰	۹.۶ چند حل ساده برای سیالهای لزج و تراکم‌ناپذیر
۳۶۰	۱.۹.۶ جریان پایای لایه‌ای بین دو صفحه موازی ثابت
۳۶۲	۲.۹.۶ جریان کوئت
۳۶۵	۳.۹.۶ جریان لایه‌ای پایا در لوله‌های مدور
۳۶۸	۴.۹.۶ جریان لایه‌ای پایا و محوری درون طوق
۳۷۰	۱۰.۶ جنبه‌های دیگر تحلیل دیفرانسیلی
۳۷۱	۱.۱۰.۶ روشهای عددی
۳۷۹	واژه‌های کلیدی
۳۷۹	مراجع
۳۷۹	مسائل دوره‌ای
۳۸۰	مسائل

۳۹۵

۷ تشابه، تحلیل ابعادی، و مدل‌سازی

۳۹۵	۱.۷ تحلیل ابعادی
۳۹۸	۲.۷ قضیه پی باکینگهام
۳۹۸	۳.۷ تعیین جمله‌های پی
۴۰۵	۴.۷ توضیحات بیشتر درباره تحلیل ابعادی
۴۰۵	۱.۴.۷ انتخاب متغیرها
۴۰۷	۲.۴.۷ تعیین ابعاد مرجع
۴۰۹	۳.۴.۷ یکتایی جمله‌های پی
۴۱۰	۵.۷ تعیین جمله‌های پی با واری
۴۱۲	۶.۷ گروه‌های پی بعد متداول در مکانیک سیالات
۴۱۶	۷.۷ همبستگی داده‌های تجربی



۴۱۶	۱.۷.۷ مسائل دارای یک جمله پی
۴۱۸	۲.۷.۷ مسائل دارای دو یا چند جمله پی
۴۲۱	۸.۷ مدل سازی و تشابه
۴۲۱	۱.۸.۷ نظریه مدلهای
۴۲۶	۲.۸.۷ مقیاس مدلهای
۴۲۶	۳.۸.۷ جنبه های عملی کاربرد مدلهای
۴۲۸	۹.۷ چند بررسی نوعی مدلهای
۴۲۸	۱.۹.۷ جریان درون مجراهای بسته
۴۳۱	۲.۹.۷ جریان حول اجسام غوطه ور
۴۳۵	۳.۹.۷ جریان دارای سطح آزاد
۴۳۹	۱۰.۷ تشابه بر پایه معادلات دیفرانسیل حاکم
۴۴۲	واژه های کلیدی
۴۴۲	مراجع
۴۴۲	مسائل دوره ای
۴۴۳	مسائل

۴۵۷

۸ جریان لزج در لوله ها

۴۵۸	۱.۸ مشخصه های عمومی جریان لوله ها
۴۵۹	۱.۱.۸ جریان لایه ای یا مغشوش
۴۶۱	۲.۱.۸ ناحیه ورودی و جریان کاملاً توسعه یافته
۴۶۲	۳.۱.۸ فشار و تنش برشی
۴۶۳	۲.۸ جریان لایه ای کاملاً توسعه یافته
۴۶۴	۱.۲.۸ کاربرد مستقیم $F=ma$ برای جزء سیال
۴۶۹	۲.۲.۸ از دید معادلات ناویر - استوکس
۴۷۰	۳.۲.۸ از دید تحلیل ابعادی
۴۷۲	۴.۲.۸ در نظر گرفتن انرژی
۴۷۴	۳.۸ جریان کاملاً توسعه یافته مغشوش
۴۷۵	۱.۳.۸ گذر از جریان لایه ای به مغشوش
۴۷۷	۲.۳.۸ تنش برشی مغشوش
۴۸۱	۳.۳.۸ نیمرخ سرعت مغشوش
۴۸۶	۴.۳.۸ مدل سازی جریان مغشوش
۴۸۶	۵.۳.۸ پی نظمی و اغتشاش
۴۸۷	۴.۸ تحلیل ابعادی جریان لوله
۴۸۷	۱.۴.۸ نمودار مودی
۴۹۴	۲.۴.۸ افت های موضعی
۵۰۶	۳.۴.۸ مجراهای غیر دایره ای
۵۰۸	۵.۸ مثالهایی درباره جریان درون لوله ها
۵۰۹	۱.۵.۸ سیستم تک لوله ای



۵۲۱	۲.۵.۸ سیستمهای چندلوله‌ای
۵۲۷	۶.۸ اندازه‌گیری آهنگ جریان در لوله
۵۲۷	۱.۶.۸ جریان‌سنجها
۵۳۲	۲.۶.۸ جریان‌سنجهای حجمی
۵۳۴	واژه‌های کلیدی
۵۳۴	مراجع
۵۳۵	مسائل دوره‌ای
۵۳۵	مسائل
۵۴۷	پیوست (الف) جداول تبدیل واحدها
۵۵۳	پیوست (ب) خواص فیزیکی سیالات
۵۵۹	پیوست (ج) خواص اتمسفر استاندارد امریکا
۵۶۱	پیوست (د) گرافهای جریان تراکم‌پذیر برای گاز کامل
۵۶۵	پاسخ به مسائل برگزیده زوج
۵۷۹	واژه‌نامه انگلیسی - فارسی
۵۸۳	واژه‌نامه فارسی - انگلیسی
۵۸۷	فهرست راهنما

درباره نویسندگان

بروس مانسون پروفیسور مهندسی مکانیک در دانشگاه ایالتی آیوا از سال ۱۹۷۴ بوده، و مدارک کارشناسی و کارشناسی ارشد خود را از دانشگاه پوردو و دکترای خود را از دانشگاه مینه‌سوتا، دپارتمان مهندسی مکانیک و هوافضا در سال ۱۹۷۰ اخذ کرده است. دکتر مانسون از سال ۱۹۷۰ تا ۱۹۷۴ عضو هیأت علمی دانشگاه مهندسی مکانیک دانشگاه دوک، و پیش از آن از ۱۹۶۴ تا ۱۹۶۶ کارشناس دپارتمان کنترل سوخت موتور جت در شرکت هوافضایی بندیکس در ایالت ایندیانا بوده است.

عمده فعالیت تخصصی دکتر مانسون آموزش و تحقیق در زمینه مکانیک سیالات بوده است. او مسئول توسعه ارائه درسهای بسیاری در زمینه مکانیک سیالات برای دانشجویان مهندسی عمران، مهندسی مکانیک، علوم مهندسی و مهندسی کشاورزی بوده و دریافت‌کننده جایزه استاد برجسته مهندسی و نیز انجمن فارغ التحصیلان ایالت آیوا بوده است. وی نویسنده و همکار نویسنده مقالات تخصصی بسیاری در زمینه پایداری هیدرودینامیکی، جریانهای بارینولتز کم، جریانهای ثانویه، و کاربردهای جریانهای تراکم‌ناپذیر لزج بوده است. او عضو انجمن مهندسان مکانیک آمریکا و نیز انجمن فیزیک آمریکاست.

دونالد یانگ، پرفیسور برجسته مهندسی عضو دپارتمان مهندسی هوافضا و مکانیک دانشگاه ایالتی آیواست. او مدارک کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترای خود را در مکانیک تئوری و کاربردی از دانشگاه آیوا دریافت داشته و درسهای مکانیک سیالات هر دو مقطع کارشناسی و تحصیلات تکمیلی را در سالهای زیادی تدریس کرده است. علاوه بر دریافت عنوان پروفیسور برجسته در کالج مهندسی، دکتر یانگ جایزه استادان برجسته را از بنیاد نفت استاندارد و نیز جایزه انجمن فارغ التحصیلان ایالت آیوا را دریافت کرده است. او به مدت ۳۵ سال مشغول فعالیت تحقیقاتی در زمینه مکانیک سیالات و به مواردی چون مطالعه مدلی و تشابه و موضوعات بین‌رشته‌ای چون مکانیک سیالات زیستی علاقه‌مند بوده است. دکتر یانگ نویسنده و یا همکار نویسنده در انتشارات زیادی بوده است و دو کتاب درسی در زمینه مکانیک کاربردی دارد. او عضو انجمن مهندسان مکانیک آمریکاست.

تئودور اوکی‌شی، دانشیار و مدیرکل کالج مهندسی و رئیس سابق دانشگاه مهندسی مکانیک دانشگاه ایالتی آیوا بوده و از سال ۱۹۶۷ در آنجا مکانیک سیالات تدریس کرده است. او درجه‌های کارشناسی و تحصیلات تکمیلی خود را از دانشگاه ایالتی آیوا دریافت کرده است.

از سال ۱۹۶۵ تا ۱۹۶۷ دکتر اوکی‌شی در مقام افسر ارتش آمریکا مأمور به خدمت در مرکز تحقیقات NASA در کلوند اوهایو بوده و در آنجا تحقیقاتی درباره انتقال حرارت در نازل موشک انجام داده است و در سایگون، جمهوری ویتنام جنوبی، مسائل سیلابهای فصلی را بررسی کرده است.

پروفیسور اوکی‌شی در تحقیقات مکانیک سیالات توربوماشینها فعال بوده است. او به همراه دانشجویان تحصیلات تکمیلی و همکارانش مقالات چندی را منتشر کرده‌اند. بعضی از این پروژه‌ها شامل همکاری با محققان آزمایشگاههای صنعتی و دولتی بوده و دو مقاله تکنیکی آنها برنده جایزه مدال ملویل انجمن مهندسان مکانیک آمریکا شده است.

دکتر اوکی‌شی جایزه‌های متعددی در تدریس دریافت کرده است. او درسهای زیادی در زمینه مکانیک سیالات کلاسیک در کارشناسی و کارشناسی ارشد و نیز مکانیک سیالات توربوماشینها ارائه داده است. او دارای گواهینامه professional engineer است. فعالیت او در مجامع تخصصی شامل ریاست هیأت مدیره انستیتو بین‌المللی توربین‌گاز وابسته به انجمن مهندسان مکانیک آمریکا (ASME) بوده است. او عضو انجمن مهندسان مکانیک آمریکا و عضو هیأت تحریریه مجله توربوماشین است.

پیشگفتار مترجم

حمد و سپاس فراوان خداوند را که این توفیق عطا کرد تا با ترجمه کتاب حاضر قدمی ناچیز در جهت خدمت به جامعه دانشگاهی و علمی کشور بردارم. کتاب حاضر ترجمه و ویرایش چهارم کتاب Fundamentals of Fluid Mechanics نوشته T.Okiishi, B.Munson و D.Young است این کتاب را مؤسسه انتشاراتی John Wiley & Sons منتشر کرده است. چاپهای بعدی کتاب نیز در بازار موجود است و با بررسی آنها دیده شده که تفاوت خاصی با چاپهای قبلی ندارد این کتاب سالهاست که به صورت کتب درسی، استادان این زمینه از جمله خود من برای تدریس برگزیده ایم. لذا این ترجمه حاصل سالها تدریس مترجم در دانشگاه صنعتی شریف به دانشجویان مهندسی عمران و مکانیک در دو درس مکانیک سیالات ۱ و ۲ است. مکانیک سیالات از جمله مباحث علمی است که برای تبیین پدیده‌های طبیعی حرکت و یا سکون سیال به کار می‌رود و درک صحیح فیزیکی از پدیده‌های مربوط ضرورتی تام دارد. از طرف دیگر این فهم نیازمند استفاده صحیح از مدل‌های ریاضی است. لذا کتابهای مکانیک سیالات باید به فراخور بتوانند از هر دوی این ابزار استفاده نمایند.

علت انتخاب این کتاب برای تدریس در سالهای گذشته - در مقایسه با کتابهای متعددی که در این زمینه موجود است - توجه به این نکته بود که کتاب حاضر علاوه بر استفاده مناسب و بجا از روابط ریاضی توانسته است درک صحیحی از فیزیکی پدیده‌های سیالاتی فراهم آورد. همچنین که مؤلفان کتاب در پیشگفتار اشاره کرده‌اند این کتاب حاصل تجربیات آنان در آموزش مکانیک سیالات است. از طرف دیگر مؤلفان تلاش داشته‌اند تا با استفاده از پیشرفتهای فناوریهای آموزشی همچون فیلمها و تستهای آزمایشی بتوانند به درک بهتر مباحث علمی مکانیک سیالات کمک کنند.

نسخه چاپی کتب در ۱۱ فصل تدوین شده است. اما به همراه آن یک CD عرضه شده است که حاوی مباحثی است که در کتب نیامده است. از جمله این مباحث فصل دوازدهم کتاب است که در چاپهای قبلی کتاب وجود داشته است. در ترجمه حاضر تلاش شده تا هر دوازده فصل اصلی کتاب به همراه مسائل پایان هر فصل ترجمه شود تا در استفاده از این نسخه چاپی خللی وارد نیاید. بعضاً در خلال فصول و یا مسائل پایانی هر فصل به CD اشاره شده است و در این ترجمه نیز برای رعایت امانت این اشارات آمده است. از چاپ دوم به بعد به همراه کتاب چاپ شده به زبان فارسی CD نیز پیوست شده است.

چنانچه خوانندگان محترم کتاب واقفانند، اصطلاحات علمی ویژه‌ای در مکانیک سیالات وجود دارد که فقط در حیطه

این علم قابل تعریف است و عمده این اصطلاحات در زبان فارسی معادل‌سازی نشده است. در بسیاری از کتاب‌های تألیفی و یا ترجمه‌ای، برای این اصطلاحات معادلی وجود ندارد. برای ترجمه این کتاب نیز همین مشکلات وجود داشت. مترجم به همراه ویراستار محترم کتاب، جناب آقای مهندس شاکری و نیز جناب آقای مهندس کافی عضو شورای واژه‌گزینی فرهنگستان زبان و ادب فارسی طی جلسات متعددی این کلمات و اصطلاحات را بررسی کردیم و چنانکه معادلی فارسی یافت می‌شد که مناسب تشخیص می‌دادیم آن را برگزیدیم و به کار برده‌ایم در غیر این صورت اصطلاح را با املاي فارسی آورده‌ایم. لذا لازم است از خوانندگان محترم به دلیل این نقصان نیز عذرخواهی شود. امید است که فرهنگستان زبان و ادب فارسی بتواند واژه‌هایی را در زبان فارسی برگزیند که جایگزین همه اصطلاحات علوم شود.

علی‌رغم تلاش مترجم و سایر افراد، وجود اشکالات و نواقصی در متن کتاب دور از ذهن نخواهد بود لذا ضمن پوزش از خوانندگان محترم درخواست می‌شود نظرات اصلاحی خود را به اطلاع مترجم برسانند تا در چاپهای بعدی برطرف گردد.

چنانکه گفته شد حجم زیاد صفحات کتاب و عدم تدریس آن در یک درس ما را بر آن داشت تا کتاب را به دو جلد تقسیم کنیم. از فصل اول تا هشتم در قالب جلد اول آمده که در بردارنده مباحث درس مکانیک سیالات رشته‌های مهندسی شیمی، عمران، هوافضا و درس مکانیک سیالات ۱ رشته مهندسی مکانیک می‌باشد. بقیه فصول در قالب جلد دوم است که حاوی مطالب درس مکانیک سیالات ۲ رشته مکانیک است. این امر به حمل و نقل و استفاده بیشتر کتاب کمک می‌کند که امید است چنین باشد.

در اینجا برخود لازم می‌دانم که از مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف و آقای مهندس محمد مهدی روحانی مهدی مدیرعامل آن مرکز قدردانی نمایم. همچنین از آقای مهندس علی کافی که با سعه صدر در جهت انتخاب واژه‌های مناسب مترجم کتاب را یاری کرده‌اند و نیز آقای مهندس شاکری ویراستار محترم کتاب صمیمانه سپاسگزاری می‌شود. از آقای علی صادقی‌کیا که کارگرافیک و طراحی جلد را بر عهده داشته‌اند، و سرکار خانم نصابی و سایر همکاران مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف که پیگیر امور تایپ و بازخوانی مطالب بوده‌اند تشکر و قدردانی می‌شود.

در پایان از کمکهای آقایان سعید باقرپور، محمد رضایی‌نیا، وهادی توکلی دانشجویان سابق دانشگاه صنعتی شریف کمال تشکر را دارم.

بهار فیروزآبادی

زمستان ۱۳۹۲

پیشگفتار

این کتاب برای دانشجویان سالهای سوم و بالاتر مهندسی که علاقه‌مند به آموختن مبانی مکانیک سیالات‌اند، تدوین شده است. این زمینه از مکانیک بسیار حجیم است و ارائه کامل مطالب آن مسلماً در یک کتاب یک جلدی نمی‌گنجد. ما این متن را ارائه کرده‌ایم تا به عنوان اولین درس از آن استفاده شود. اصول منظور شده کلاسیک بوده و برای سالها کاملاً تثبیت شده است. اگرچه آموزش مکانیک سیالات با تجربه تدریس در کلاسها بهبود یافته است، اما ما در این کتاب ایده‌های خاص خود را درباره تدریس این موضوع جالب و مهم آورده‌ایم. این چهارمین چاپ با استفاده از سالها تجربه مؤلفان در چاپهای قبلی برای آموزش درس مقدماتی مکانیک سیالات آماده شده است.

براساس این تجربیات و نیز بر پایه نتایج داوران، همکاران و دانشجویان تغییراتی را در این چاپ انجام داده‌ایم. بسیاری از این تغییرات جزئی بوده و برای وضوح بیشتر و به روز کردن بعضی از ایده‌ها انجام شده است.

تغییر عمده در چاپ چهارم اضافه کردن CD به همراه کتاب بوده است. این CD شامل کتاب الکترونیکی و تمام مطالب چاپ شده به اضافه مواردی است که در نسخه چاپی موجود نیست. این رویکرد اجازه می‌دهد بعضی از مطالبی که به حجیم شدن کتاب می‌انجامد، به نسخه الکترونیکی منتقل شود و امکان افزوده شدن بعضی از مطالب مختص محیط الکترونیکی نیز فراهم آید. تقریباً ۲۵٪ مسائل در هر دو کتاب الکترونیک و چاپی جدید آمده است.

کتاب الکترونیک شامل موارد زیر است:

۱. ۸۰ فیلم کوتاه ویدئویی، که نشان‌دهنده کاربردهای جالب و عملی «دنیای واقعی» پدیده‌های سیال است. هر قطعه ویدئویی در جای مناسب خود در متن کتاب توسط علامت ویدئو معرفی شده است. به علاوه، تقریباً ۱۶۰ مسئله که در ارتباط نزدیک با موضوع ویدئوهاست، ارائه شده است. این ویدئوها شامل مسائل قابل رویت هستند.

۲. ۳۰ مسئله تعمیم یافته از سبک آزمایشگاهی و شامل داده‌های واقعی که معمولاً در درسهای آزمایشگاهی مکانیک سیالات با آنها مواجه می‌شویم. داده‌های این مسائل با فرمت EXCEL آماده شده‌اند.

۳. مجموعه حدود ۱۸۶ مسئله دوره‌ای، که بیشتر مباحث کتب را دربر دارد. حل کامل همراه با جزئیات این مسائل را نیز آورده‌ایم.

۴. فصل ۱۲ یا توربو ماشینها فقط در کتب الکترونیک آمده است. مواد کتب الکترونیک با تمام پیوندهای ارائه شده در نرم افزار

آکروبات آمده است. این پیوندها در کتب الکترونیک شامل موارد زیر است.

۱. پیوند از فهرست مطالب به قسمتهای اصلی از کتب الکترونیک (برای مثال فصلها، پیوستها، فهرست کلمات، ویدئوها، مسائل آزمایشگاهی و مسائل دوره‌ای)

۲. پیوند از فهرست کلمات به موضوعات در کتاب الکترونیک.

۳. پیوند از مرجع به یک شکل، جدول، رابطه و یا بخشی از یک شکل یا از یک بخش به شکل حقیقی، جدول، معادله یا بخش. تمام شکلها را می‌توان بزرگ، و چاپ کرد.

۴. پیوند از کلمات کلیدی انتهای یک فصل به محل مناسب آن کلمه در داخل متن فصل.

۵. پیوند از علامت ویدئو به حاشیه صفحه به قطعه ویدئویی مزبور.

۶. پیوند از مسئله تکلیف ویدئویی به قطعه ویدئویی مناسب.

۷. پیوند از شروع تکلیفهای یک فصل در انتهای فصل به مسائل دوره‌ای آن فصل.

۸. پیوند از مسائل دوره‌ای به حل کامل آن مسئله.

۹. پیوند از شرح مختصر مسئله آزمایشگاهی به عبارت شرح کامل با جزئیات آن مسئله.

۱۰. پیوند از عبارت مسئله آزمایشگاهی به صفحه داده‌های EXCEL برای آن مسئله.

۱۱. پیوند از مسائل زوج به پاسخ آنها.

یکی از هدفها این است که مکانیک سیالات را همان‌گونه که واقعاً هست نشان دهیم، که ترتیب مفید و مهیجی است، برای این امر، مثالهای روزمره متعددی از پدیده‌های جریان سیال را گنجانده‌ایم تا دانشجویان و استادان به راحتی با آن ارتباط برقرار کنند.

در چاپ چهارم ۱۶۵ مسئله وجود دارد که حل کامل آنها همراه با جزئیات برای مسائل متفاوت آمده است. همچنین مجموعه زیادی از تکالیف در هر فصل کاربرد عملی اصول را تأکید می‌کند. این مسائل که برای آنها می‌توان از ماشین حساب قابل برنامه‌نویسی یا رایانه استفاده کرد، تقریباً ۱۵٪ همه مسائل را شامل می‌شود. در بسیاری از فصلها مسائلی را که انتهایشان باز است گنجانده‌ایم. این مسائل به تفکر خاص نیاز دارد و باید از فرضهای متعددی استفاده، و داده‌های خاصی را برای حل آنها فراهم کرد. بنابراین، دانشجویان باید پیش‌بینی‌های منطقی انجام دهند یا اطلاعات اضافی خارج از کلاس را درباره آنها فراهم کنند.

این مسائل باز کاملاً مشخص شده‌اند. ویژگی دیگر، قرار دادن مسائل آزمایشگاهی در بسیاری از فصلهاست و این مسائل مستقیماً به قطعات ویدئویی مربوط هستند.

به دلیل اینکه این کتب، کتابی مقدماتی است اما ارائه مواد را به گونه ای انجام داده ایم که اطمینان دانشجویان به حل مسائل مکانیک سیالات به طور تدریجی افزایش یابد. هر ایده یا تصور مهم برحسب موقعیت ساده که برای فهم آسان است، پیش از آنکه موضوع پیچیده ای مطرح شود، آورده شده است. جمله ای از خلاصه کوتاه متن را در حاشیه هر صفحه آورده ایم. این جملات به خواننده یادآوری می کند و یا او را برای موضوع مهم موجود در آن صفحه آماده خواهد کرد. اما همه مطالب صفحه باید خوانده شود تا آن مطلب درک شود، جمله خلاصه فقط درک مطلب را تقویت می کند. در متن کتاب از دو سیستم آحاد استفاده شده است: سیستم BG (پوند، اسلاگ، فوت، و ثانیه) و سیستم SI (نیوتن، کیلوگرم، متر، و ثانیه). از هر دو سیستم به صورت گسترده استفاده شده است و ما معتقدیم دانشجویان باید دانش هر دو سیستم را داشته و در استفاده از آنها راحت باشند. تقریباً نیمی از مسائل برحسب واحدهای BG و نیم دیگر برحسب سیستم واحدهای SI است.

در چهار فصل اول، دانشجویان با بعضی مبانی حرکت سیال که شامل خواص مهم سیالات، رفتارهای جریان، تغییرات فشار در سیال متحرک و ساکن، سینماتیک سیال، و روشهای توصیف و تحلیل جریان است، آشنا می شوند.

معادله برنولی در فصل ۳ معرفی شده است تا توجه ابتدایی فقط به اثرهای جالب حرکت سیال در توزیع فشار در میدان جریان جلب شود. ما اعتقاد داریم که این توجه به هنگام به دینامیک سیالات مقدماتی شوق دانشجویان را در درک مواد پیچیده ای که پس از آن خواهد آمد، افزایش می دهد. در فصل ۴ اجزای ضروری سینماتیک شامل توصیفهای اولیه و لاگرانژی جریان سیال را نقل کرده، و رابطه ضروری بین این دو دیدگاه را نشان داده ایم. برای مدرسانی که علاقه مندند سینماتیک را به صورت جزئی، قبل از دینامیک سیالات مقدماتی در نظر بگیرند، فصلهای ۳ و ۴ را می توان بدون از دست دادن پیوستگی مطالب جابه جا کرد.

فصلهای ۵ و ۶ بر مبانی روشهای تحلیل بسط داده شده است که معمولاً برای حل مسائل مکانیک سیالات یا شروع حل آنها استفاده می شود. تأکید بیشتر روی توصیف ریاضی پدیده های جریان سیال، و زمان و چگونگی استفاده از حجم معیارهای بسیار کوچک و یا با اندازه متناهی است. به علت اهمیت روشهای عددی در مکانیک سیالات، مواد مقدماتی این موضوع را در فصل ۶ آورده ایم. اثرهای اصطکاک سیال در توزیع فشار و سرعت به صورت جزئی آمده است. درس رسمی ترمودینامیک برای درک قسمتهای مختلف متن کتاب که از ویژگیهای مقدماتی ترمودینامیک سیال استفاده شده است، لازم نیست. فصل ۷ مزایای استفاده از تحلیل ابعادی و تشابه را نمایانده است تا بتوان داده های آزمایشی را تنظیم و آزمایشها و روشهای اساسی آنها را نیز برنامه ریزی کرد. فصلهای ۸ تا ۱۲ فرصتهایی را به دانشجویان ارائه می کند تا کاربردهای بیشتر

اصولی را که پیش از آن در کتاب آمده است، یاد بگیرند. همچنین هر کجا لازم بوده است، ایده های مهم اضافی چون لایه مرزی، گذر از جریان لایه ای به مغشوش، مدلسازی اغتشاش، تصادفی بودن، و جذابی جریان معرفی شده اند. مطالب عملی چون جریان در لوله ها، جریان کانالهای باز، اندازه گیری جریان، نیروهای برآ و پسا، اثرهای تراکم پذیری و مبانی مکانیک سیالات به همراه توربو ماشینها نیز لحاظ شده اند.

جدولهای جریان تراکم پذیر که در چاپهای قبلی وجود داشت، با نمودارهای مربوط جایگزین شده است. احساس می شود که در عصر آموزش بصری، این نمودارها درک بیشتری از ویژگیهای جریان تراکم پذیر را فراهم می سازند.

کتاب راهنمایی برای مدرسان در دسترس است؛ برای آنهایی که این کتاب را برای استفاده در کلاس برگزیده اند. این کتاب راهنما شامل جزئیات و حل کامل کلیه مسائل کتاب درسی بوده و به فرمت CD است. این کتاب با تماس با نمایندگی وایلی نزدیک محل شما قابل دریافت خواهد بود. در ضمن، به آدرس WWW.Wiely.Com/College نیز می توان مراجعه کرد.

دانشجویانی که این کتاب درسی را مطالعه، و مسائل منتخب را حل می کنند باید با دانش مبانی مکانیک سیالات آشنا باشند. استادانی که از این کتاب استفاده می کنند به موضوعهایی مجهز می شوند که می توانند بر مبنای اهداف درسی خود از بین آنها انتخاب کنند. مطالب بسیاری وجود دارد که به طور منطقی در یک ترم نمی توانند بیان شوند. تمام آنچه یادآوری شده است مجموعه ای نفیس از مطالب تکمیلی است. هر کجا لازم بوده است، برای غنی سازی از متن مقالات و کتابهای موجود استفاده شده است.

ما تشکر و سپاس خود را به بسیاری از همکارانی که در مدت آماده سازی کتاب به ما کمک کرده اند، ابراز می کنیم. به خصوص از پروفسور بروس ریچارت از دانشگاه ایالتی کانزاس برای کمک در تهیه فصل ۱۱ و پروفسور پاتریک کساواناگ از دانشگاه ایالتی آیووا برای کمک در تهیه فصل ۱۲ تشکر می کنیم. مایلیم سپاسگزاری خود را به افراد بسیاری که تهیه عکسهای کتاب را به عهده داشته اند، ابراز کنیم و به ویژه از میلتن وان دایک برای کمک تشکر می کنیم. در پایان از خانواده های خود به دلیل تشویق مدام در طول نوشتن کتاب متشکریم.

کار با دانشجویان در خلال سالهای طولانی مطالب زیادی را در آموزش مکانیک سیالات به ما آموخته است. ما به طور جدی تلاش کرده ایم از این تجارب در جهت منافع کاربران این کتاب استفاده کنیم. آشکار است که هنوز می آموزیم و از ارائه هر گونه پیشنهاد و نظری از سوی شما استقبال می کنیم.

بروس مانسون

دونالد یانگ

تئودور اوکی شی