

ابزار دقیق، اندازه‌گیری‌ها و آزمایشات در سیالات

۲۰۷۶ ۴۰۷

ویرایش دوم

ایتیراجان راتا کریشن

دپارتمان مهندسی هوافضا، موسسه فناوری کانپور، هند

www.ketab.ir

مترجمین

رسول تیرانداز

مهران مصدري

سرشناسه	:	راتاکریشنان، اتیراجان Rathakrishnan, Ethirajan
عنوان و نام پدیدآور	:	ابزار دقیق، اندازه‌گیری‌ها و آزمایشات در سیالات/اتیراجان راتاکریشنان : مترجمین رسول تیرانداز، مهران صدری.
مشخصات نشر	:	تهران : مسیر دانشگاه، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	:	۷۳۹ ص.
شابک	:	978-600-8830-50-4
وضعیت فهرست نویسی	:	فیفا
یادداشت	:	عنوان اصلی: Instrumentation, measurements, and experiments in fluids.
یادداشت	:	کتابنامه.
موضوع	:	سیالات -- مکانیک
موضوع	:	Fluid mechanics
موضوع	:	سیالات -- دینامیک -- اندازه‌گیری
موضوع	:	Fluid dynamic measurements
موضوع	:	سیالات -- مکانیک -- مطالب گونه‌گون
موضوع	:	Fluid mechanics -- Miscellanea
موضوع	:	سیالات -- مکانیک -- آزمایش‌ها
موضوع	:	Fluid mechanics -- Experiments
شناسه افزوده	:	تیرانداز، رسول، ۱۳۶۲، مترجم
شناسه افزوده	:	صدری، مهران، ۱۳۵۷، مترجم
رده بندی کنگ	:	TAT57
رده بندی دیویی	:	۱۰۶/۶۳۰
شماره کتابشناسی ملی	:	۵۹۶۹۶۳۷

نام کتاب: ابزار دقیق، اندازه‌گیری‌ها و آزمایشات در سیالات

مؤلف: اتیراجان راتاکریشنان

مترجم: رسول تیرانداز، مهران صدری

ناشر: مسیر دانشگاه

نوبت و سال چاپ: اول ۱۳۹۸

شمارگان: ۲۰۰۰ نسخه

قیمت: ۱۴۰۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۸۳۰-۵۰-۴

آدرس: تهران، میدان انقلاب، خیابان ۱۲ فروردین، خیابان روانمهر شرقی، پلاک ۸۹، طبقه ۱

تلفن: ۶۶۹۷۶۰۲۶ همراه ۰۹۱۲۵۰۹۹۲۴۸

پست الکترونیکی: m.dpub@yahoo.com

۲۲	پیشگفتار
۲۴	درباره کتاب
۲۵	درباره مولف
۲۷	فصل ۱
۲۷	الزامات و اهداف مطالعات تجربی
۲۷	۱-۱ مقدمه
۲۸	۱-۲ برخی از روش‌های اندازه‌گیری در مکانیک سیالات
۲۸	۱-۲-۱ مطالعات تونل باد
۲۹	۱-۲-۲ روش‌های پیتوستاتیک
۲۹	۱-۲-۳ آشکار ساز جریان جریانی
۲۹	۱-۳ سیستم‌های اندازه‌گیری
۳۰	۱-۳-۱ المان حسگر
۳۰	۱-۳-۲ مبذل سیگنال
۳۰	۱-۳-۳ نمایشگر
۳۳	۱-۴ برخی از کمیت‌های مهم در اندازه‌گیری سیالات
۳۳	۱-۵ خلاصه فصل
۳۵	فصل ۲
۳۵	مبانی مکانیک سیالات
۳۵	۲-۱ مقدمه
۳۶	۲-۲ خواص سیالات
۳۶	۲-۲-۱ فشار
۳۷	۲-۲-۲ دما
۳۸	۲-۲-۳ چگالی
۳۹	۲-۲-۴ لزجت
۳۹	۲-۲-۵ ضریب مطلق لزجت

- ۴۳..... ۲-۲-۶ ضریب لزجت جنبشی
- ۴۳..... ۲-۲-۷ رسانایی گرمایی هوا
- ۴۴..... ۲-۲-۸ تراکم‌پذیری
- ۴۵..... ۲-۳ خواص ترمودینامیکی
- ۴۵..... ۲-۳-۱ گرمای ویژه
- ۴۶..... ۲-۳-۲ نسبت گرماهای ویژه
- ۴۷..... ۲-۴ کشش سطحی
- ۴۸..... ۲-۵ تحلیل جریان سیال
- ۵۰..... ۲-۵-۱ رابطه بین نرخ تغییرات محلی و نرخ تغییرات مادی
- ۵۱..... ۲-۵-۲ توصیف گسستگی حرکت سیال
- ۵۳..... ۲-۶ قوانین متعم و بنیادین برای حرکت پیوسته
- ۵۳..... ۲-۶-۱ حجم‌های کنترل و سیستم‌ها
- ۵۴..... ۲-۶-۲ تحلیل‌های دیفرانسیلی
- ۵۴..... ۲-۶-۳ معادله حالت
- ۵۵..... ۲-۷ سینماتیک جریان سیالات
- ۵۸..... ۲-۷-۱ ضخامت لایه مرزی
- ۵۸..... ۲-۷-۲ ضخامت جابجایی
- ۶۰..... ۲-۷-۳ نقطه گذار
- ۶۰..... ۲-۷-۴ نقطه جدایش
- ۶۱..... ۲-۷-۵ حرکت چرخشی و غیرچرخشی
- ۶۲..... ۲-۸ خطوط جریان
- ۶۳..... ۲-۸-۱ رابطه بین تابع جریان و پتانسیل سرعت
- ۶۴..... ۲-۹ جریان پتانسیل
- ۶۵..... ۲-۹-۱ چشمه و چاه دو بُعدی
- ۶۶..... ۲-۹-۲ گردابه ساده
- ۶۸..... ۲-۹-۳ زوج چشمه و چاه

۶۸	۲-۱۰ جریان‌های لزج
۷۱	۲-۱۰-۱ پسای جسم
۷۷	۲-۱۰-۲ آشفتگی
۸۵	۲-۱۰-۳ جریان در لوله‌ها
۸۸	۲-۱۱ دینامیک گاز
۸۹	۲-۱۱-۱ گاز کامل
۹۱	۲-۱۱-۲ سرعت صوت
۹۱	۲-۱۱-۳ عدد ماخ
۹۲	۲-۱۱-۴ جریان با تغییر مساحت
۹۴	۲-۱۱-۵ روابط شوک نرم
۹۵	۲-۱۱-۶ روابط شوک سخت
۹۶	۲-۱۱-۷ جریان با اصطکاک
۹۹	۲-۱۱-۸ جریان با تغییرات ساده
۱۰۰	۲-۱۲ خلاصه فصل
۱۱۲	مسائل تمرینی
۱۲۰	فصل ۳
۱۲۰	تونل‌های باد
۱۲۰	۳-۱ مقدمه
۱۲۰	۳-۱-۱ تونل‌های باد کم سرعت
۱۲۲	۳-۱-۲ تونل‌های باد پُر سرعت
۱۲۴	۳-۱-۳ تونل‌های تک منظوره
۱۲۴	۳-۲ تونل‌های باد کم سرعت
۱۲۴	۳-۲-۱ نشردهنده هوا
۱۲۵	۳-۲-۲ محفظه آزمون
۱۲۵	۳-۲-۳ کاهنده جریان
۱۲۵	۳-۲-۴ واحد تولید توان

- ۳-۳ اتلاف انرژی در تونل باد..... ۱۲۶
- ۳-۳-۱ محاسبه درصد اتلاف انرژی در بخش‌های مختلف تونل باد..... ۱۲۶
- ۳-۴ تونل‌های باد پُر سرعت..... ۱۴۲
- ۳-۴-۱ تونل‌های باد دمشی..... ۱۴۳
- ۳-۴-۲ تونل‌های باد مکشی..... ۱۴۵
- ۳-۴-۳ تونل‌های باد مافوق صوت پیوسته..... ۱۴۶
- ۳-۴-۴ تلفات در تونل‌های مافوق صوت..... ۱۴۸
- ۳-۴-۵ کاهش جریان در تونل‌های باد مافوق صوت..... ۱۵۰
- ۳-۴-۶ اثرات گلوگاه دوّم..... ۱۵۲
- ۳-۴-۷ تطابق تونل با کم‌رور..... ۱۵۶
- ۳-۴-۸ دبی جرمی..... ۱۶۰
- ۳-۴-۹ عملیات تونل دمشی..... ۱۶۶
- ۳-۴-۱۰ شرایط بهینه..... ۱۷۰
- ۳-۴-۱۱ زمان رانش تونل‌های باد دمشی..... ۱۷۱
- ۳-۵ تونل‌های ماوراء صوت..... ۱۷۹
- ۳-۵-۱ نازل ماوراء صوت..... ۱۸۲
- ۳-۶ ابزار دقیق و کالیبراسیون تونل‌های باد..... ۱۸۳
- ۳-۶-۱ تونل‌های باد کم سرعت..... ۱۸۳
- ۳-۶-۲ تنظیم سرعت..... ۱۸۴
- ۳-۶-۳ جهت جریان..... ۱۸۵
- ۳-۶-۴ آشفستگی..... ۱۸۸
- ۳-۶-۵ سرعت سنج سیم داغ..... ۱۹۴
- ۳-۶-۶ ریک‌ها..... ۱۹۴
- ۳-۶-۷ پدیده سرج..... ۱۹۵
- ۳-۷ بالانس تونل باد..... ۱۹۶
- ۳-۷-۱ بالانس سیمی..... ۱۹۷

۱۹۹	۳-۷-۲ بالانس با نگهدارنده
۲۰۰	۳-۷-۳ بالانس سکویی
۲۰۱	۳-۷-۴ بالانس طوقه‌ای
۲۰۲	۳-۷-۵ بالانس هرمی
۲۰۳	۳-۷-۶ بالانس کرنش سنج
۲۰۸	۳-۷-۷ کالیبراسیون بالانس
۲۰۹	۳-۷-۸ تصحیح مرز تونل باد
۲۱۰	۳-۸ بالانس داخلی
۲۱۱	۳-۸-۱ سیستم‌های مختصات
۲۱۳	۳-۸-۲ مشخصات محدود نیروی بالانس
۲۱۵	۳-۸-۳ انواع بالانس‌ها داخلی
۲۱۵	۳-۸-۴ بالانس‌های لوازم
۲۱۸	۳-۸-۵ حسگر نیروی برشی
۲۲۰	۳-۸-۶ سلول‌های نیروی تنشی و فشاری
۲۲۰	۳-۸-۷ بارها
۲۲۱	۳-۹ کالیبراسیون تونل‌های باد مافوق صوت
۲۲۳	۳-۹-۱ کالیبراسیون
۲۲۳	۳-۹-۲ تعیین عدد ماخ
۲۲۵	۳-۹-۳ اندازه‌گیری فشار پیتو
۲۲۵	۳-۹-۴ اندازه‌گیری فشار استاتیک
۲۲۷	۳-۹-۵ تعیین زاویه جریان
۲۲۷	۳-۹-۶ تعیین سطح آشفستگی
۲۲۸	۳-۹-۷ تعیین پارازیت محفظه آزمون
۲۲۸	۳-۹-۸ کاربرد نتایج کالیبراسیون
۲۲۹	۳-۹-۹ راه‌اندازی تونل‌های مافوق صوت
۲۳۰	۳-۹-۱۰ بارهای راه‌اندازی

۲۳۰	۳-۹-۱۱ اثرات عدد رینولدز.....
۲۳۱	۳-۹-۱۲ اثرات لوله متصل به مدل.....
۲۳۱	۳-۱۰ کالیبراسیون و کاربرد تونل‌های ماوراء صوت.....
۲۳۲	۳-۱۰-۱ کالیبراسیون تونل‌های باد ماوراء صوت.....
۲۳۳	۳-۱۰-۲ تعیین عدد ماخ.....
۲۳۶	۳-۱۰-۳ تعیین زاویه جریان.....
۲۳۶	۳-۱۰-۴ تعیین سطح آشفتگی.....
۲۳۷	۳-۱۰-۵ اثرات عدد رینولدز.....
۲۳۸	۳-۱۰-۶ اندازه‌گیری نیرو.....
۲۳۹	۳-۱۱ آشکارسازی جریان.....
۲۴۰	۳-۱۲ تشکیلات پُر سرعت.....
۲۴۱	۳-۱۲-۱ تونل‌های شلیک افقی.....
۲۴۲	۳-۱۲-۲ تونل‌های قوسی پلاسما (جت پلاسما).....
۲۴۳	۳-۱۲-۳ لوله شوک.....
۲۴۵	۳-۱۲-۴ تونل‌های شوک.....
۲۴۶	۳-۱۲-۵ تونل‌های تفنگی.....
۲۴۷	۳-۱۳ لوله لودویگ.....
۲۴۸	۳-۱۳-۱ اصول کاربردی لوله لودویگ (کوپن-والتر، ۲۰۰۰).....
۲۵۱	۳-۱۳-۲ برخی از مهم‌ترین مزایا و معایب لوله لودویگ.....
۲۵۴	۳-۱۳-۴ سیستم اندازه‌گیری فشار.....
۲۵۶	۳-۱۴ خلاصه فصل.....
۲۶۷	مسائل تمرینی.....
۲۷۴	فصل ۴.....
۲۷۴	آشکارسازی جریان.....
۲۷۴	۴-۱ مقدمه.....
۲۷۵	۴-۲ تکنیک‌های آشکارسازی.....

۲۷۶	۴-۲-۱ تونل دود
۲۸۱	۴-۲-۲ طراحی تونل دود
۲۸۵	۴-۳ جریان‌های تراکم‌پذیر
۲۸۶	۴-۳-۱ تداخل‌سنج
۲۹۱	۴-۳-۲ روش جابجایی نوار تداخلی
۲۹۲	۴-۳-۳ سیستم شیلرین
۲۹۷	۴-۳-۴ دامنه و حساسیت سیستم شیلرین
۲۹۷	۴-۳-۵ الزامات کیفی متعلقات نوری
۳۰۳	۴-۳-۶ حساسیت روش شیلرین در بررسی شوک و انبساط
۳۰۵	۴-۳-۷ سایه‌نگار
۳۰۷	۴-۳-۸ مقایسه روش‌های شیلرین و سایه‌نگار
۳۰۸	۴-۳-۹ تحلیل تصاویر شیلرین و سایه‌نگار
۳۲۰	۴-۴ سرعت‌سنجی تصویری ذرات
۳۲۱	۴-۴-۱ پیشینه تاریخی
۳۲۲	۴-۴-۲ سیستم PIV
۳۲۵	۴-۴-۳ تحلیل
۳۲۶	۴-۴-۴ معایب
۳۲۷	۴-۴-۵ مزایا
۳۲۷	۴-۴-۶ مدل‌های PIV مختلط
۳۳۴	۴-۴-۷ کاربردها
۳۳۵	۴-۴-۸ آشکارسازی با PIV
۳۳۵	۴-۴-۹ شکل‌گیری گردابه
۳۳۸	۴-۵ کانال جریان آب
۳۴۴	۴-۵-۱ فیزیک شکل‌گیری گردابه
۳۴۸	۴-۶ خلاصه فصل
۳۵۰	مسائل تمرینی

۳۵۲	فصل ۵
۳۵۲	سرعت‌سنجی سیم داغ
۳۵۲	۵-۱ مقدمه
۳۵۳	۵-۲ اصل عملکرد سرعت‌سنج سیم داغ
۳۵۴	۵-۳ رشته‌های سیم داغ
۳۶۰	۵-۴ سرعت‌سنج سیم داغ جریان ثابت CCA
۳۶۰	۵-۴-۱ اندازه‌گیری سرعت متوسط
۳۶۲	۵-۴-۲ اندازه‌گیری سرعت‌های نوسانی
۳۶۵	۵-۴-۳ بررسی حرارتی سیم داغ
۳۶۶	۵-۴-۴ اندازه‌گیری MS سرعت‌های نوسانی
۳۶۶	۵-۴-۵ اندازه‌گیری مولفه‌های سرعت
۳۶۸	۵-۴-۶ اندازه‌گیری دما با سیم جریان ثابت
۳۶۸	۵-۴-۷ اندازه‌گیری دمای حالت پایداری
۳۶۸	۵-۴-۸ اندازه‌گیری نوسانات دما
۳۶۹	۵-۵ سرعت‌سنج‌های سیم داغ دما ثابت
۳۷۱	۵-۵-۱ رابطه بین سرعت جریان و ولتاژ خروجی
۳۷۲	۵-۶ پراب‌های سیم داغ
۳۷۴	۵-۷ پُل سیم داغ برای نمایش در کلاس درس
۳۷۵	۵-۷-۱ فرآیند کاری پُل سیم داغ
۳۷۶	۵-۷-۲ یادداشت احتیاط
۳۷۶	۵-۸ اثر تراکم‌پذیری
۳۷۸	۵-۹ محدودیت‌های سرعت‌سنج سیم داغ
۳۷۹	۵-۱۰ خلاصه فصل
۳۸۳	مسائل تمرینی
۳۸۴	فصل ۶
۳۸۴	روش‌های قیاسی

۳۸۴	۶-۱ مقدمه
۳۸۵	۶-۲ دستگاه هل شاو
۳۸۸	۶-۲-۱ معادلات پایه قیاس هل شاو
۴۰۴	۶-۳ مخزن الکترولیت
۴۰۹	۶-۴ قیاس هیدرولیک
۴۱۰	۶-۴-۱ تئوری قیاس
۴۱۵	۶-۵ پرش‌های هیدرولیکی (شوک‌ها)
۴۱۷	۶-۵-۱ معادلات کلی برای شوک‌های مایل متصل
۴۱۸	۶-۵-۲ معادلات کلی برای پرش‌های هیدرولیکی متصل مایل
۴۱۸	۶-۵-۳ محدودیت قیاس
۴۲۳	۶-۵-۴ اندازه‌گیری عمل
۴۲۴	۶-۶ اندازه‌گیری سرعت
۴۲۴	۶-۷ مطالعه تجربی
۴۲۷	۶-۷-۲ قانون تشابه خط جریان و سببه گذر صوت
۴۲۹	۶-۸ کاربرد قیاس هیدرولیک در ایرفویل‌های فوق صوت
۴۲۹	۶-۸-۱ نیروهای آیرودینامیکی وارد بر ایرفویل‌ها
۴۳۰	۶-۸-۲ نیروهای هیدرودینامیکی وارد بر ایرفویل‌ها
۴۳۰	۶-۸-۳ اندازه‌گیری با یک ایرفویل نیمه گویه
۴۳۱	۶-۹ مطالعه تجربی
۴۳۴	۶-۱۰ خلاصه فصل
۴۳۸	فصل ۷
۴۳۸	روش‌های اندازه‌گیری فشار
۴۳۸	۷-۱ مقدمه
۴۳۹	۷-۱-۱ تجهیزات اندازه‌گیری فشار
۴۳۹	۷-۱-۲ قاعده عملکرد مانومتر
۴۴۰	۷-۲ بارومترها

۴۴۲	۷-۲-۱ بارومتر سیفونی
۴۴۳	۷-۲-۲ بارومتر فورتن
۴۴۴	۷-۲-۳ بارومتر خشک
۴۴۵	۷-۳ مانومترها
۴۴۸	۷-۳-۱ مانومتر شیدار
۴۵۰	۷-۳-۲ مانومتر میکرو
۴۵۱	۷-۳-۳ مانومتر بتز
۴۵۱	۷-۴ فشارسنج عقر ای
۴۵۳	۷-۵ مبدل‌های فشار
۴۵۶	۷-۵-۱ مبدل تفاضلی متغیر خطی LVDT
۴۵۷	۷-۵-۲ مبدل پیکاپ هازن
۴۵۹	۷-۶ لوله‌های پیتو، استاتیک و پیتو استاتیک
۴۶۰	۷-۶-۱ اندازه‌گیری ارتفاع دینامیک
۴۶۷	۷-۷ مشخصات لوله پیتو استاتیک
۴۷۱	۷-۷-۱ محدودیت‌های لوله پیتو استاتیک
۴۷۲	۷-۸ عوامل تأثیرگذار بر عملکرد لوله پیتو استاتیک
۴۷۲	۷-۸-۱ اثر آشفتگی
۴۷۳	۷-۸-۲ اثر گردآیان سرعت
۴۷۵	۷-۸-۴ تأثیر ارتعاش بر اندازه‌گیری‌های لوله پیتو استاتیک
۴۷۶	۷-۸-۵ تأثیر ناهمترای
۴۷۷	۷-۸-۶ تأثیر انسداد
۴۷۸	۷-۱۰ پرآب‌های استاتیک
۴۷۸	۷-۱۱ پرآب‌های پیتو استاتیک
۴۷۹	۷-۱۲ تأثیر گردش در جریان تراکمپذیر
۴۷۹	۷-۱۳ اندازه‌گیری فشار استاتیک در جریان‌های تراکمپذیر
۴۸۷	۷-۱۴ تعیین جهت جریان

۴۸۸	۷-۱۴-۱ کره انحراف
۴۸۹	۷-۱۴-۲ پراب انحراف چنگالی
۴۸۹	۷-۱۴-۳ پراب‌های انحراف سه و پنج منفذ
۴۹۱	۷-۱۴-۴ پراب کبرا
۴۹۱	۷-۱۵ اندازه‌گیری فشارهای پائین
۴۹۲	۷-۱۵-۱ سنجنده مک لئود
۴۹۴	۷-۱۵-۲ سنجنده پیرانی
۴۹۵	۱۵-۳ سنجنده نودسین
۴۹۷	۱۵-۴ سنجنده یونیزاسیون
۴۹۸	۷-۱۶ لوله‌های پرستون استون
۴۹۸	۷-۱۷ سنجش صوت
۴۹۸	۷-۱۷-۱ مقدمه
۴۹۹	۷-۱۷-۲ صوت و نویز
۵۰۱	۷-۱۷-۳ آهنگ خالص
۵۰۱	۷-۱۷-۴ نویز پهن باند و نویز سفید
۵۰۱	۷-۱۷-۵ یکاهای صوت
۵۰۳	۷-۱۷-۶ محدودیت‌های شنوایی انسان
۵۰۴	۷-۱۷-۷ صوت ضربه‌ای
۵۰۵	۷-۱۸ سنجنده‌های فشار دینامیکی
۵۰۷	۷-۱۹ خلاصه فصل
۵۱۴	مسائل تمرینی
۵۱۸	فصل ۸
۵۱۸	اندازه‌گیری سرعت
۵۱۸	۸-۱ مقدمه
۵۱۹	۸-۲ اندازه‌گیری سرعت و عدد ماخ از طریق سنجش فشار
۵۲۱	۸-۳ سرعت‌سنج داپلر لیزری

۵۲۱	۸-۳-۱ اصل LDA
۵۲۳	۸-۳-۲ معادله جابجایی داپلر
۵۲۵	۸-۳-۳ سیستم پرتو مرجع
۵۲۵	۸-۳-۴ سیستم نوار تداخلی
۵۲۷	۸-۴ اندازه‌گیری سرعت توسط سرعت‌سنج سیم داغ
۵۲۷	۸-۵ اندازه‌گیری سرعت با استفاده از تکنیک ریزش گردابه
۵۲۹	۸-۶ سرعت‌سنج جت سیال
۵۳۰	۸-۷ خلاصه فصل
۵۳۲	مسائل تمرینی
۵۳۳	فصل ۹
۵۳۳	اندازه‌گیری دما
۵۳۳	۹-۱ مقدمه
۵۳۴	۹-۲ مقیاس‌های دما
۵۳۵	۹-۲-۱ مقیاس کاربردی بین‌المللی
۵۳۷	۹-۳ اندازه‌گیری دما
۵۳۷	۹-۳-۱ دماسنج‌های مایع
۵۳۹	۹-۳-۲ دماسنج یک‌گانه
۵۴۰	۹-۳-۳ دماسنج گازی
۵۴۴	۹-۳-۴ دماسنج مبتنی بر انبساط سیال
۵۴۴	۹-۴ اندازه‌گیری دما با استفاده از انبساط حرارتی
۵۴۵	۹-۴-۱ دماسنج‌های دو فلزی
۵۴۷	۹-۵ اندازه‌گیری دما با استفاده از اثرات الکتریکی
۵۴۷	۹-۵-۱ ترموکوپل‌ها
۵۴۸	۹-۵-۲ اندازه‌گیری ولتاژ ترموکوپل
۵۴۳	۹-۶ اندازه‌گیری عملی ترموکوپل
۵۴۴	۹-۶-۱ اتصالات ضعیف

۵۶۵	۹-۶-۲ بهم خوردن کالیبراسیون
۵۶۵	۹-۶-۳ امیدانس موازی
۵۶۶	۹-۶-۴ فعالیت شیمیایی
۵۶۶	۹-۶-۵ انحراف حرارتی
۵۶۷	۹-۶-۶ کالیبراسیون سیم
۵۶۷	۹-۶-۷ مستندات
۵۶۷	۹-۶-۸ عیب‌یابی
۵۶۹	۹-۶-۹ مایعات ترموکوپل
۵۶۹	۹-۷ آشکار ساز مقاومتی دما
۵۷۲	۹-۷-۱ RTD رت‌دیة فلزی
۵۷۵	۹-۷-۲ خطاهای اندازه‌گیری دما با سیمه
۵۷۶	۹-۷-۳ تبدیل مقاومت دما
۵۷۸	۹-۷-۴ ترمیستورها
۵۸۰	۹-۸ اندازه‌گیری دما با آذرسنج
۵۸۰	۹-۸-۱ آذرسنج نوری
۵۸۲	۹-۸-۲ آذرسنج تابشی
۵۸۲	۹-۸-۳ دمانگاری مادون قرمز
۵۸۳	۹-۸-۴ آذرسنج ذوبی
۵۸۳	۹-۸-۵ رنگ‌های دما نما
۵۸۳	۹-۹ اندازه‌گیری دما در جریان سیالات
۵۸۶	۹-۹-۱ تعیین دمای استاتیک
۵۸۶	۹-۹-۲ اندازه‌گیری دمای کل
۵۸۷	۹-۱۰ مشکلات اندازه‌گیری دما در جریان سیالات
۵۸۸	۹-۱۰-۱ خطای رسانش
۵۹۰	۹-۱۰-۲ خطای تابش
۵۹۱	۹-۱۱ پاسخ دینامیکی حسگرهای دما

۵۹۳	۹-۱۲ خلاصه فصل
۶۰۲	فصل ۱۰
۶۰۲	اندازه‌گیری تنش برشی دیواره
۶۰۲	۱۰-۱ مقدمه
۶۰۳	۱۰-۲ روش‌های اندازه‌گیری
۶۰۳	۱۰-۲-۱ روش المان شناور
۶۰۵	۱۰-۲-۲ روش انتگرال مومنتوم
۶۰۶	۱۰-۲-۳ لوله پستون
۶۰۷	۱۰-۲-۴ تکنیک جداره
۶۰۸	۱۰-۲-۵ سنجنده انتقال حرارت
۶۱۰	۱۰-۲-۶ قانون دیوار
۶۱۱	۱۰-۳ خلاصه فصل
۶۱۴	فصل ۱۱
۶۱۴	اندازه‌گیری دبی حجمی و جرمی
۶۱۴	۱۱-۱ مقدمه
۶۱۵	۱۱-۲ روش‌های مستقیم
۶۱۵	۱۱-۲-۱ مخزن‌ها
۶۱۶	۱۱-۲-۲ جریان‌سنج جابجایی
۶۱۸	۱۱-۳ روش‌های غیرمستقیم
۶۱۸	۱۱-۳-۱ جریان‌سنج فشار متغیر
۶۲۶	۱۱-۳-۲ برخی از مشخصات کاربردی جریان‌سنج‌های انسدادی
۶۳۳	۱۱-۳-۳ نازل صوتی
۶۳۵	۱۱-۳-۴ لوله‌های پیتو
۶۳۵	۱۱-۳-۵ جریان‌سنج چرخان
۶۳۷	۱۱-۳-۶ جریان‌سنج بدنه پسا
۶۳۸	۱۱-۳-۷ جریان‌سنج مافوق صوت

۶۴۱	۱۱-۳-۸ جریان سنج ریزش گردابه
۶۴۲	۱۱-۳-۹ اندازه گیری دبی جرمی ناخالص
۶۴۳	۱۱-۴ اندازه گیری دبی حجمی
۶۴۵	۱۱-۴-۱ اندازه گیری مستقیم دبی جرمی
۶۴۶	۱۱-۵ خلاصه فصل
۶۵۲	مسائل تمرینی
۶۵۳	فصل ۱۲
۶۵۳	جریان‌های خاص
۶۵۳	۱۲-۱ مقدمه
۶۵۴	۱۲-۲ جریان‌های ژئوفیزیکی
۶۵۵	۱۲-۲-۱ مخزن چرخان
۶۵۶	۱۲-۳ آزمایش قضیه تیلور-پرمین
۶۵۷	۱۲-۴ آزمایش لایه اکمان
۶۵۸	۱۲-۵ آزمایش افزایش و کاهش چرخش
۶۵۹	۱۲-۶ گذار و گذار معکوس
۶۶۱	۱۲-۶-۱ گذار در یک جریان کانال (آشکارسازی)
۶۶۳	۱۲-۶-۲ گذار معکوس یا آرامسازی مجدد جریان
۶۶۴	۱۲-۷ اندازه گیری در لایه‌های مرزی
۶۶۷	۱۲-۷-۱ لایه مرزی آرام بر روی یک صفحه تخت
۶۶۸	۱۲-۷-۲ لایه مرزی آشسته بر روی یک صفحه تخت
۶۶۹	۱۲-۸ خلاصه فصل
۶۷۳	فصل ۱۳
۶۷۳	اخذ و پردازش داده
۶۷۳	۱۳-۱ مقدمه
۶۷۴	۱۳-۲ اصل اخذ داده
۶۷۴	۱۳-۲-۱ تولید سیگنال