

آزمایشگاه

مکانیک سیالات و هیدرولیک

ویژه رشته های مهندسی عمران و مکانیک

مؤلف: علیرضا فرخی

عضو هیئت علمی مؤسسه آموزش عالی علاءالدوله سمنانی

سرشناسه	: فرخی، علیرضا، ۱۳۶۲ -
عنوان و نام پدیدآور	: آزمایشگاه مکانیک سیالات و هیدرولیک : ویژه رشته های مهندسی عمران و مکانیک /
مؤلف علیرضا فرخی.	
مشخصات نشر	: تهران: ایده ماندگار، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۱۵۲ ص.: مصور، جدول، نمودار.
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: سیالات -- مکانیک -- دستنامه های آزمایشگاهی
موضوع	: Fluid mechanics -- Laboratory manuals :
موضوع	: هیدرولیک -- دستنامه های آزمایشگاهی
موضوع	: Hydraulics -- Laboratory manuals :
رده بندی دیویی	: ۵۴۰/۰۰۷۸
رده بندی کنگره	: QA۹۱۱/۴۱۱۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۳۰۰۷۵۸
شابک	: 978-۹۶۰-9۶۵30-1-0 :



نام کتاب: آزمایشگاه مکانیک سیالات و هیدرولیک * مؤلف: علیرضا فرخی **
 ناشر: انتشارات ایده ماندگار * نوبت چاپ: اول * تاریخ چاپ: تابستان ۱۳۹۵ * شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
 چاپ و صحافی: پیک فرهنگ * طراح جلد: ساناز پورفرزاد * صفحه آرای: انتشارات ایده ماندگار
 قیمت: ۱۵۰۰۰ تومان * شابک: ۹۶۵۳۰-۹۶۰-۹۷۸-۱-۰

نشانی: تهران. خیابان ولیعصر. بعد از خیابان زرتشت. کوچه پزشک پور. پلاک ۱۲. طبقه سوم
 *** انتشارات ایده ماندگار ***

تلفکس: ۰۲۱۸۶۰۳۶۶۰۳ * وبسایت: www.ideamandegar.ir

کلیه حقوق این اثر برای مؤلف و ناشر محفوظ است.

پیشگفتار

گروه آب و سازه‌های هیدرولیکی دانشکده عمران مؤسسه آموزش عالی علماءالدوله سمnانی یکی از مجهزترین آزمایشگاه‌های هیدرولیک را در سطح استان سمnan در اختیار دارد و در چند سال گذشته سعی نموده است تا با ارائه هرچه بهتر خدمات آزمایشگاهی به دانشجویان، موجبات ارتقای کیفیت آموزش را در دروس تخصصی رشته آب، بخصوص دروس سیالات و هیدرولیک فراهم کند. از این رو، همه ساله مؤسسه با تجهیز و راه اندازی سیستم‌های جدید در این آزمایشگاه توانسته است که خود را با خواسته‌های روزافزون علمی دانشجویان و اساتید تطبیق دهد. دستگاه‌ها و تجهیزات موجود در این آزمایشگاه، این امکان را برای دانشجویان فراهم می‌آورد تا اصول، مفاهیم و تئوری ارائه شده در دروس مکانیک سیالات و هیدرولیک را در عمل مشاهده و تجربه نمایند و تاثیر پارامترهای موثر بر نحوه عملکرد و کارایی تجهیزات پایه‌ای در صنایع مربوطه را تحلیل و ارزیابی نمایند.

راه اندازی این آزمایشگاه با همت و تلاش شخص ریاست مؤسسه جناب آقای دکتر هرمز فامیلی بوده و تمامی هزینه‌ها از محل دریافت شهریه دانشجویان تأمین گردیده است. هزینه‌های چند ده میلیونی که به این آزمایشگاه تخصیص داده شده و می‌شود، در کمتر مؤسسه آموزش عالی ای قابل مشاهده است که این خود جای تهنیت و تشکر از مسئولین مؤسسه را دارا می‌باشد.

آزمایشگاه هیدرولیک سیالات، به عنوان بخشی از مجموعه آزمایشگاه‌های مهندسی عمران، در سالهای گذشته تحت سرپرستی آقای مهندس علیرضا فرخی، عضو هیئت علمی دانشکده عمران، با برقراری روابط متعدد با دانشگاه‌های سراسر کشور نظیر دانشگاه صنعتی شریف، توانسته است پذیرای تعداد زیادی از متخصصان و محققان در این رشته باشد و با چاپ چندین مقاله معتبر علمی داخلی و بین المللی برگ زرینی از تاریخ مؤسسه آموزش عالی علماءالدوله سمnانی را رقم زند.

کتاب حاضر را می‌توان مرجعی قابل قبول و دستور کاری مناسب برای درس آزمایشگاه هیدرولیک و سیالات دانست که در آن نظر جمعی از اساتید محترم گروه مد نظر قرار گرفته شده است. این کتاب آموزشی پس از بازنگریهای همه جانبه در کتب قبلی، مطابق سرفصل‌های مصوب وزارت علوم در درس آزمایشگاه هیدرولیک و سیالات و متناسب با امکانات این آزمایشگاه تدوین گردیده و در آن تلاش شده است تا اطلاعات لازم برای انجام هر آزمایش به طور خلاصه گنجانده شود. یقیناً محتویات این کتاب خالی از ایراد و اشکال نبوده و با وجود نواقصی که در تهیه مجموعه مبذول شده است، خطاهایی در بر خواهد داشت. لذا از خوانندگان محترم تقاضا می‌گردد نقطه نظرات سازنده خود را به سمع و نظر مآلف رسانیده تا در چاپ‌های بعدی اعمال گردد. امید است این کتاب موجبات اعتلای فرهنگ پژوهش را در سراسر مؤسسات و دانشگاه‌های کشور فراهم آورد.

علیرضا فرخی

فهرست مطالب

۵	پیشگفتار
۹	مقدمه ناشر
۱۱	مقدمه
۱۴	آشنایی با میز هیدرولیکی آزمایش HYDRAULIC BENCH
۱۷	آزمایش شماره ۱: ضربه جریانی
۲۳	آزمایش شماره ۲: بررسی رابطه برنولی
۲۷	آزمایش شماره ۳: جریان در زیر دریچه ها و درس هیدرولیکی
۳۶	آزمایش شماره ۴: افت در زانوها و اتصالات
۴۲	آزمایش شماره ۵: تعیین نیروی وارد بر صفحه مستغرق در آب
۴۵	آزمایش شماره ۶: کالیبراسیون فشارسنج
۴۷	آزمایش شماره ۷: تخلیه روزنه (اوریفیس)
۵۴	آزمایش شماره ۸: روزنه و فوران آزاد
۵۷	آزمایش شماره ۹: سرریزهای لبه تیز (مستطیلی و مثلثی)
۶۲	آزمایش شماره ۱۰: جریان یکنواخت در کانال ها
۶۶	آزمایش شماره ۱۱: کاربرد عدد رینولدز در بررسی رژیم های مختلف جریان
۷۰	آزمایش شماره ۱۲: ارتفاع متاستریک

آزمایش شماره ۱۳: نیروی شناوری	۷۷
آزمایش شماره ۱۴: جریان گردابه ای	۸۰
آزمایش شماره ۱۵: پمپ های سری و موازی	۸۶
آزمایش شماره ۱۶: پمپ گریز از مرکز	۹۲
آزمایش شماره ۱۷: تونل باد	۹۵
آزمایش شماره ۸: کانتاسیون	۱۰۱
پیوست شماره ۱: اندازه گیری کمتهای مرتبط با سیالات	۱۰۷
پیوست شماره ۲: تعیین خواص سیالات	۱۱۹
پیوست شماره ۳: آشنایی با گزارش نویسی استاندارد	۱۲۳
پیوست شماره ۴: ضرائب تبدیل واحد	۱۲۷
پیوست شماره ۵: مقدمه ای بر اصول اولیه ی محاسبه خطا و اندازه گیری	۱۲۹
پیوست شماره ۶: تحلیل ابعادی در علم سیالات و هیدروئیک	۱۴۱
نمونه کاغذهای ترسیم	۱۴۴
مراجع لاتین	۱۵۲

مقدمه ناشر

از عهد کهن آدمیان در تلاش بوده اند ماندگار کنند تا آنچه از ذهن می گذشته و آهنگ زندگیشان را می نواخته است. چنین بود که آغاز کردند نقاشی بر سنگ و چوب از رخداد روزگارشان و بنا نهادند نگاشتن را که همانا ریشه دواند در سینه ی صخره و غار، قامت راست کرد بر تنومند جوان و صد بالگی که همانا کتاب میخوانیمش.

تاریخ گواه آشکار است بر علم، ادب و ذکاوت مردمان پارس، علم و ادبی که شاخ و برگ اند بر تن این درخت و جان ما بر تنم تا ماندگار سازیم ایده های نابی که توسط مردمان سرزمین مان در پی اندیشه و پرورش را به تنی حاصل گردیده است و در رخ نمای کاغذ و جوهر گرهی بیاندازیم در نقش فرشی که تار و پودش را اندیشمندان و فرهیختگان در هم انداخته اند تا تابلویی بسازیم و بیاویزیم بر دیوار دلی تا همه ببینند و بهره گیرند، باشد که سیراب گرداند اندیشه های عطشناک مخاطب را از آنگاه تا ابد در خاطرات ماندگار خواهند ماند.

مقدمه

مکانیک سیالات یکی از علوم مهندسی است که با فهم خواص سیالات، کاربرد قوانین مکانیک و انجام آزمایش‌های منظم گسترش یافته است. در این علم به مطالعه سیالات در دو حالت آید، واستاتیک (سیال ساکن) و هیدرودینامیک (سیال در حال جریان) پرداخته می‌شود. در بحث جریان سیالات، با دو نوع مجرای جریان مواجه می‌شویم:

(۱) جریان در لوله‌های پر بسته (۲) جریان در کانال‌های روباز

مطالعه تخصصی‌تر مباحث هیدرولیک (کانال‌های روباز) در قالب درس هیدرولیک انجام می‌شود. در مقایسه این دو نوع جریان و به‌طور خلاصه می‌توان گفت در جریان درون لوله‌ها، عمدتاً نیروهای لزج مورد توجه قرار می‌گیرند، حال آنکه در کانال‌های روباز که جریان دارای سطح آزاد است، نیروهای ثقلی مهمترین عامل تأثیرگذار می‌باشند. ترکیب توأمان مفاهیم بنیادی و همچنین حل مسائل متنوع، از نکات بارز در آموزش این دو درس است که بایستی با دقت و ظرافت خاصی انجام پذیرد. به عنوان یک دیدگاه کلی می‌توان درس‌های مکانیک سیالات و هیدرولیک (مربوط به دوره کارشناسی مهندسی عمران) را در مباحث زیر خلاصه کرد:

- ۱- خواص سیالات (خواص فیزیکی مایعات، کشش سطحی، میغیگی، لزجت سیال و...) و تنش برشی در سیالات (قانون لزجت نیوتن)
- ۲- فشار و روش‌های اندازه‌گیری آن در سیال ساکن
- ۳- نیروی هیدرواستاتیک (نیروی فشار سیال ساکن وارد بر سطوح تخت و منحنی و همچنین اجسام) و قوانین تعادل برای اجسام شناور و غوطه‌ور
- ۴- تعادل نسبی (حرکت با شتاب خطی ثابت و حرکت دورانی یکنواخت حول محور قائم)

۵- سینماتیک سیالات (میدان سرعت، طبقه‌بندی انواع جریان، تعاریف جریان، شتاب سیال، مفهوم سیستم، حجم کنترل و سطح کنترل، دبی جریان، معادله پیوستگی و معادله انتقال رینولدز)

۶- معادله برنولی و ماشین‌های هیدرولیکی (پمپ و توربین)

۷- معادله مومنتم و جت آزاد مایع

۸- آنالیز ابعادی و قوانین تشابه در مدل‌های هیدرولیکی

۹- جریان لزوج و هیدرولیک لوله‌ها (رژیم جریان، تنش برشی در لوله‌ها، جریان آرام در لوله‌ها و معادله هیگن-پوازی، افت انرژی در لوله‌ها و بررسی معادله دارسی-وایسباخ، دیگرام مودی و افت‌های موضعی، سیستم لوله‌های سری و موازی و ...)

۱۰- مبانی هیدرولیک کانال‌های باز (مفاهیم اصلی جریان در کانال‌های باز، مشخصات هندسی مقاطع، انواع جریان در کانال‌ها، محاسبه فشار در کانال‌ها، بررسی معادلات اساسی حاکم بر جریان سیال در کانال‌های روباز، بررسی امواج سطحی و توزیع سرعت در کانال‌ها)

۱۱- کاربرد اصل انرژی و مفهوم انرژی در کانال‌های باز (اصل انرژی و مفهوم انرژی مخصوص، بررسی جریان در حالت بحرانی، منحنی انرژی مخصوص و تحلیل جریان به هنگام تغییر ارتفاع کف یا عرض کانال به طول موضعی)

۱۲- کاربرد اصل اندازه حرکت و مفهوم نیروی مخصوص در کانال‌های باز (اصل اندازه حرکت و مفهوم نیروی مخصوص، منحنی نیروی مخصوص و بررسی پرش هیدرولیکی)

۱۳- بررسی جریان‌های یکنواخت (تعاریف و خصوصیات جریان یکنواخت، تنش برشی در جریان یکنواخت، سرعت متوسط در جریان یکنواخت و بررسی روابط شزی و مانینگ و طراحی بهترین مقطع هیدرولیکی)

۱۴- بررسی جریان‌های متغیر تدریجی (معرفی انواع نیمرخ‌های سطح آب، معادله اساسی حاکم بر جریان متغیر تدریجی، رسم نیمرخ‌های سطح آب و محاسبه طول نیمرخ‌های جریان متغیر تدریجی)

بیشرفت‌های صورت گرفته در علم مکانیک سیالات و هیدرولیک بسیار گسترده بوده است. بنابراین تجربه و آزمایش از جایگاه ویژه‌ای در تفهیم مطالب این علوم برخوردار است. بدیهی است که بهره‌گیری از ابزارهای آزمایشگاهی و کارگاهی تأثیر بسزایی در بهبود فرآیند

آموزش و یادگیری دارد. غفلت از انجام فعالیت‌های عملی و آزمایشگاهی در فرآیند یاددهی و یادگیری، می‌تواند خسارات جبران‌ناپذیری به رشد و توسعه علوم و فناوری‌های مربوطه وارد نماید. در آزمایش‌های ۱۸ گانه و پیوست‌های مختلف این کتاب تلاش شده است تا سرفصل‌های اشاره شده در بالا به نحوی مورد آزمایش و بررسی قرارگیرد. امید است مطالعه این کتاب بتواند موحیات ارتقا کیفیت را در علم سیالات و هیدرولیک فراهم آورد.

اگر به من بگویی، فراموش می‌کنم

اگر یادم بدهی، به خاطر می‌آورم

اما اگر درگیرم کنی، یاد می‌گیرم

«بنجامین فرانکلین»