

مکانیک سیالات

پدیدآورندگان:

دکتر محمد رضا چمنی

دانشیار دانشکده مهندسی عمران

دانشگاه صنعتی اصفهان

دکتر امیر احمد دهقانی

دانشیار گروه مهندسی آب

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

دکتر محمد کریم بیرامی

دانشیار دانشکده مهندسی عمران

دانشگاه صنعتی اصفهان

مهندس روح الله قلی پور

مربی گروه مکانیک

موسسه عالی علمی - کاربردی صنعت آب و برق



انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان

گروه فنی و مهندسی ۳۷

شماره کتاب ۷

مکانیک سیالات

پدیدآورندگان	: محمد رضا چمنی، امیراحمد دهقانی، محمد کریم بیرامی و روح الله قلی پور
حروف چینی و صفحه آرایی	: محمد رضا چمنی و امیراحمد دهقانی
ویراستار	: شکوفه پورشهبابی
طراح جلد	: افشین رضایی
ناشر	: انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان
لیتوگرافی، چاپ و صحافی	: چاپخانه دانشگاه صنعتی اصفهان
چاپ سوم	: تابستان ۱۴۰۳
شمارگان	: ۲۰۰ جلد
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۸۴۷۶-۵۰-۷
قیمت	: ۴۵۰۰۰۰۰ ریال

عنوان و نام پدیدآور	: مکانیک سیالات / تألیف محمد رضا چمنی... [و دیگران]
مشخصات نشر	: اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان، انتشارات، ۱۳۸۸.
مشخصات ظاهری	: ۱۳ص: مصور (رنگی)، جدول، نمودار، گراف فشرده.
فروست	: انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان؛ ۷. گروه فنی و مهندسی؛ ۳۷.
شابک	: ۱۲۵۰۰۰۰ ریال (با لوح فشرده) ۹۷۸-۹۶۴-۸۴۷۶-۵۰-۷
وضعیت فهرست نویسی	: فاها
یادداشت	: مؤلفان محمد رضا چمنی، امیراحمد دهقانی، محمد کریم بیرامی، روح الله قلی پور
یادداشت	: ص.ع. به انگلیسی: Mohammad Reza. Chamani Fluid Mechanics
یادداشت	: چاپ دوم: پاییز ۱۳۹۱.
یادداشت	: چاپ سوم: ۱۴۰۳ (فیا).
یادداشت	: واژه نامه.
موضوع	: سیالات - مکانیک
شناسه افزوده	: چمنی، محمد رضا، ۱۳۳۷
شناسه افزوده	: دانشگاه صنعتی اصفهان، انتشارات
رده بندی کنگره	: ۱۳۸۸ QC۱۴۵/۲/م۶۳
رده بندی دیویی	: ۵۳۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۱۹۴۳۹۵۳

حق چاپ برای انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان محفوظ است.

اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان - انتشارات - کدپستی ۸۴۱۵۶-۸۳۱۱۱، تلفن: ۳۳۹۱۲۹۵۲ (۰۳۱) دورنگار: ۳۳۹۱۲۵۵۲ (۰۳۱)
برای خرید اینترنتی کلیه کتابهای منتشره انتشارات می توانید به وبگاه <http://publication.iut.ac.ir> مراجعه و یا مستقیماً از کتابفروشی انتشارات واقع در کتابخانه مرکزی دانشگاه صنعتی اصفهان (تلفن ۳۳۹۱۳۹۵۲) خریداری فرمائید.

پیشگفتار

علم مکانیک سیالات زیرشاخه‌ای از مکانیک کاربردی است که به مطالعه‌ی رفتار سیالات در حال سکون (استاتیک سیال)، سیالات در حال حرکت (دینامیک سیال) و اندرکنش سیالات با جامدات یا سیالات دیگر در مرزهای مشترک بین آنها می‌پردازد. هدف اصلی از نگارش این اثر گردآوری جامع اصول اساسی و کاربردی مکانیک سیالات است. محتوای این کتاب برای دوره‌های کارشناسی مناسب می‌باشد، اگرچه مقداری از مطالب ارایه شده در این کتاب در دوره‌های کارشناسی ارشد نیز قابل استفاده است. این کتاب می‌تواند به‌عنوان کتاب درسی در رشته‌های مهندسی شیمی، مهندسی عمران، مهندسی کشاورزی (مهندسی آب)، مهندسی مکانیک، و مهندسی مواد و رشته‌های غیرمهندسی شامل منابع طبیعی و بهداشت استفاده شود. کل مطالب این کتاب معادل ۵ واحد درسی است، اگرچه برای دروسی با واحد کمتر نیز می‌تواند کاملاً مناسب باشد. در کلیه مثال‌ها و مسائل از سیستم متریک (SI) استفاده شده است.

در این کتاب سعی شده است تا از متخصصین موضوعات مربوطه در مکانیک سیالات در نگارش کتاب استفاده شود. علاوه بر محمدرضا چمنی که سابقه‌ی تدریس در این درس را به مدت ۱۲ سال در دانشگاه صنعتی دارد، از امیراحمد دهقانی از اساتید جوان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، از محمدکریم بیرامی با سابقه‌ی ۳۰ سال در دانشگاه صنعتی اصفهان و از روح‌الله قلی‌پور با سابقه‌ی تدریس ۲۹ سال در دانشگاه صنعت آب و برق اصفهان نیز استفاده شده است.

کتاب شامل سه بخش و ده فصل است. فصل‌های ۱ و ۲ مربوط به بخش اول کتاب است که به شرح مبانی علم مکانیک سیالات می‌پردازد. در این فصل‌ها، مطالب پایه‌ی مکانیک سیالات که دانشجویان در درس فیزیک با آن آشنا شده‌اند، به‌صورت مستدل عرضه شده است. در فصل ۱، آشنایی با سیالات، رژیم‌های جریان و خواص سیالات ارایه شده و در فصل ۲، استاتیک سیال و یا سیال ساکن بررسی شده است. در بخش دوم که شامل فصل‌های ۳ الی ۶ است، دینامیک سیال و روش‌های تحلیل آن بررسی شده است. این بخش شامل روش‌های اصولی برای تحلیل حرکت سیال است. در فصل ۳ به رابطه‌های انتگرالی حرکت سیال، در فصل ۴ به رابطه‌های دیفرانسیلی حرکت سیال، در فصل ۵ به جریان سیال ایده‌آل و در فصل ۶ به آنالیز ابعادی، مدل‌سازی و شبیه‌سازی پرداخته شده است. بخش سوم شامل فصل‌های ۷ الی ۱۰

عمران، کشاورزی و مکانیک است.

از دیگر جنبه‌های نوین این کتاب می‌توان به سی‌دی مولتی‌مدیا اشاره کرد. از آنجا که درک تصویری به فهم مطالب مکانیک سیالات کمک شایانی می‌کند، تعدادی کلیپ برای هر فصل در نظر گرفته شده است که هر کدام شامل فیلمی کوتاه در حدود ۳۰-۵۰ ثانیه است. این کلیپ‌ها در دیسکی که پیوست کتاب است، وجود دارد. در هر کلیپ، متنی به دو زبان فارسی و انگلیسی وجود دارد که پدیده‌ی مورد نظر را تشریح می‌کند. این کلیپ‌ها با نماد ویژه در حاشیه‌ی صفحات کتاب ارایه شده است. برای مثال، نماد نشان‌دهنده‌ی کلیپ سوم از فصل ۴ است. همچنین، چهار قطعه فیلم بلند (هر کدام در حدود ۱۰ دقیقه)^{۳-۴} به دو زبان فارسی و انگلیسی نیز وجود دارد که مقدمه‌ای بر بعضی فصل‌های کتاب است.

در اینجا لازم می‌دانیم از کلیه‌ی کسانی که ما را در نگارش این اثر یاری داده‌اند، تشکر نماییم. از خانم‌ها بهناز صفری و زهرا منعمیان و آقای روح‌ا. یزدانی به‌خاطر تایپ و رسم شکل‌های فصل‌های ۹ و ۱۰ و از خانم بهناز عابدینی به‌خاطر ترجمه‌ی متن کلیپ‌ها تشکر می‌شود. تشکر ویژه‌ی نویسندگان از آقای افشین رضایی که سی‌دی مولتی‌مدیا را با دقت و زحمات زیاد تهیه کرده‌اند. از خانم‌ها شکوفه پورشهایی، زحل شیروانی و حمیدم چمنی به‌خاطر ویراستاری و بازبینی دقیق متن، از آقای مهندس فرشید مسیبی به‌خاطر تهیه‌ی برنامه‌ی پیوست و از پرسنل محترم انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان نیز کاملاً تشکر می‌شود.

در این سال‌های دانشگاهی، همیشه کار با دانشجویان لذت‌بخش بوده و اصولاً انگیزه‌ی نگارش این کتاب از همان کلاس‌های درس شروع شده است. همیشه ما خاطرات خوبی از معلمان خود داشته‌ایم و خواهیم داشت. همیشه ما اعتقاد داریم که در حال یادگیری هستیم و این موضوع به‌خوبی روشن است که تدریس در کلاس درس سهم به‌سزایی در این زمینه دارد. در خاتمه، دو بیت زیر از شاعر معروف سعدی که نشان‌دهنده‌ی غایت هر کاری است، آورده شده است.

غرض نقشی است کز ما بازماند	که هستی را نمی‌بینم بقایی
مگر صاحب‌دلی روزی ز رحمت	کند در حق درویشان دعایی

محمد رضا چمنی

امیر احمد دهقانی

محمد کریم بیرامی

روح‌الله قلی‌پور

۱۳۸۸

فهرست مطالب

یک	پیشگفتار
۱	بخش اول مبانی
۳	فصل ۱: آشنایی با ویژگی‌های سیالات
۴	۱-۱ مفاهیم و تاریخچه‌ی علم مکانیک سیالات
۴	۱-۱-۱ مقدمه
۷	۲-۱-۱ تعریف سیال
۷	۳-۱-۱ تفاوت میان جامد و سیال
۹	۴-۱-۱ اصل عدم لغزش سیال
۱۰	۵-۱-۱ مواردی از کاربرد مکانیک سیالات
۱۱	۲-۱ طبقه‌بندی جریان سیال
۱۱	۱-۲-۱ نواحی جریان لزج و غیرلزج
۱۱	۲-۲-۱ جریان‌های داخلی و خارجی
۱۲	۳-۲-۱ جریان‌های آرام و آشسته
۱۲	۴-۲-۱ جریان‌های یک، دو و سه‌بعدی
۱۴	۵-۲-۱ جریان یکنواخت و جریان پایدار
۱۵	۳-۱ واحدهای اندازه‌گیری و همگنی رابطه‌ها بر اساس ابعاد
۱۵	۱-۳-۱ سیستم واحدهای اندازه‌گیری

۴۱۶	۴-۳-۸ راه حل بلاسیوس برای صفحه‌ی تخت
۴۲۰	۵-۳-۸ رابطه‌ی انتگرالی اندازه حرکت کارمن برای صفحه‌ی تخت
۴۲۴	۴-۸ لایه‌ی مرزی آشفته
۴۲۴	۱-۴-۸ انتقال از لایه‌ی مرزی آرام به لایه‌ی مرزی آشفته
۴۲۵	۲-۴-۸ لایه‌ی مرزی آشفته روی صفحه‌ی تخت
۴۲۹	۵-۸ تأثیر گرادیان فشار
۴۳۱	۶-۸ نیروی رانش
۴۳۱	۱-۶-۸ نیروهای رانش برشی و رانش فشاری
۴۳۱	۲-۶-۸ تأثیر متغیرها بر ضریب رانش
۴۴۱	۷-۸ نیروی بالابر
۴۴۷	مسایل

فصل نهم: جریان در کانال‌های باز

۴۶۴	۱-۹ کلیات
۴۶۴	۲-۹ انواع جریان در کانال‌ها
۴۶۵	۳-۹ وضعیت جریان
۴۶۶	۴-۹ معادلات حاکم
۴۶۷	۵-۹ توزیع فشار
۴۶۸	۶-۹ توزیع سرعت
۴۶۹	۷-۹ امواج سطحی
۴۷۲	۸-۹ انرژی مخصوص
۴۷۲	۱-۸-۹ تعیین عمق بحرانی
۴۷۵	۲-۸-۹ انسداد در کانال‌های باز
۴۷۷	۹-۹ جریان یکنواخت
۴۷۸	۱-۹-۹ رابطه‌ی شزی و رابطه‌ی مانینگ
۴۸۰	۲-۹-۹ طراحی کانال باز
۴۸۲	۳-۹-۹ ضریب زبری معادل
۴۸۳	۴-۹-۹ بهترین مقطع هیدرولیکی
۴۸۵	۱۰-۹ جریان متغیر تدریجی
۴۸۵	۱-۱۰-۹ رابطه‌ی دینامیکی جریان متغیر تدریجی
۴۸۷	۲-۱۰-۹ رسم پروفیل طولی سطح آب در کانال‌های با شیب‌های کف مختلف
۴۹۲	۱۱-۹ جریان متغیر سریع

۴۹۲	۱-۱۱-۹ برش هیدرولیکی
۴۹۶	۲-۱۱-۹ شیب شکن
۵۰۱	۳-۱۱-۹ دریچه ها
۵۰۶	۴-۱۱-۹ سرریزها
۵۱۲	مسایل
۵۲۷	فصل دهم: توربوماشین ها
۵۲۸	۱-۱۰ مقدمه
۵۳۱	۲-۱۰ تقسیم بندی پمپ
۵۳۱	۱-۲-۱۰ پمپ دینامیکی
۵۳۳	۲-۲-۱۰ پمپ جابه جایی مثبت
۵۳۵	۳-۱۰ تئوری پمپ گریز از مرکز
۵۳۵	۱-۳-۱۰ مثلث سرعت ها
۵۳۵	۲-۳-۱۰ رابطی اندازه حرکت
۵۳۸	۳-۳-۱۰ منحنی های تئوری و واقعی هد بر حسب دبی
۵۳۸	۴-۱۰ منحنی های پمپ گریز از مرکز
۵۴۰	۱-۴-۱۰ منحنی هد بر حسب دبی (h_p-Q)
۵۴۰	۲-۴-۱۰ منحنی توان بر حسب دبی (W_p-Q)
۵۴۱	۳-۴-۱۰ منحنی راندمان بر حسب دبی $(\eta-Q)$
۵۴۲	۴-۴-۱۰ منحنی هد خالص مثبت مکش بر حسب دبی $(NPSH-Q)$
۵۴۵	۵-۱۰ منحنی سیستم و نقطه ی بهره برداری
۵۴۵	۱-۵-۱۰ تک پمپ
۵۴۸	۲-۵-۱۰ پمپ های موازی
۵۴۹	۳-۵-۱۰ پمپ های سری
۵۵۳	۶-۱۰ قوانین تشابه
۵۵۳	۱-۶-۱۰ تاثیر تغییرات دور پمپ
۵۵۴	۲-۶-۱۰ تاثیر تغییرات ابعاد
۵۵۴	۳-۶-۱۰ سرعت مخصوص
۵۵۶	مسایل
۵۶۱	مراجع
۵۶۳	پیوست ها
۶۱۳	واژه نامه