

مکانیک سیالات

(ویراست هفتم)

فرانک ام. وایت

(دانشگاه رد ایلند)

ترجمه

بهرام پوستی



انتشارات امید انقلاب

سرشناسه	وایت، فرانک
	White, Frank M.
عنوان و نام پدیدآور	مکانیک سیالات، فرانک ام. وایت؛ ترجمه بهرام پویتی.
مشخصات نشر	تهران: امیدانقلاب، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری	۹۸۴ ص.: مصور (رنگی)، جدول، نمودار.
شابک	978-964-6809-58-1
یادداشت	عنوان اصلی: Fluid mechanics, 7th ed., 2009.
یادداشت	کتابنامه.
موضوع	سیالات-- مکانیک
شناسه افزوده	پویتی، بهرام، ۱۳۳۲- مترجم
رده‌بندی کنگره	۱۳۹۰ م ۷/۲ و TAR۵۷
رده‌بندی دیوئی	۶۲۰/۱۰۶
شماره کتابشناسی ملی	۲۳۷۱۵۹۷



انتشارات امیدانقلاب (عضو انجمن ناشران دانشگاهی) nashr.omidenghelab@yahoo.com

نام کتاب: مکانیک سیالات (ویراست هفتم)

مترجم: بهرام پویتی

ناشر: امیدانقلاب

حروفچینی: انتشارات امیدانقلاب

حروف‌نگار و صفحه‌آرا: سولماز مرادزاد

طراح تصاویر: جواد شریف‌پور

نوبت چاپ: اول ۱۳۹۰

تیراژ: ۲۲۰۰

قیمت: ۲۵۰۰۰۰ ریال

چاپ و صحافی: گنج شایگان

لیتوگرافی: فرانقش

ناظر فنی چاپ: مهدی طورانیان

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۶۸۰۹-۵۸-۱

مراکز فروش:

پخش کتاب علوم پویا: میدان انقلاب، خیابان اردیبهشت (منیری جاوید)، بین خیابان شهدای ژاندارمری و خیابان وحید

نظری، بن‌یست بهاره، پلاک ۱- تلفن: ۶۶۹۶۰۷۷۳ و ۶۶۴۱۹۵۶۷ تلفکس: ۶۶۹۶۰۷۷۲

پخش کتاب دانش‌پژان: خیابان انقلاب، خیابان اردیبهشت (منیری جاوید)، نبش خیابان وحید نظری- پلاک ۱۴۲

تلفن: ۶۶۴۱۶۶۷۶-۶۶۴۱۶۱۷۶

علم گستر سپاهان: ۰۳۱۱-۲۲۱۹۹۷۸-۹

«با توجه به قانون حمایت از حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان، مصوب سال ۱۳۴۸، کلیه حقوق و حق چاپ متن، طرح روی جلد و عنوان کتاب برای انتشارات امیدانقلاب محفوظ است. نشر، پخش، یا عرضه این اثر (یا قسمتی از آن) خلاف قانون است و متخلف تحت پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت»

فهرست

۹-۲ توزیع فشار در سیالی که دارای حرکت صلب‌گونه است.....	۱۱۸	سخت ناشر.....	۹
۱۰-۲ ابزار اندازه‌گیری فشار.....	۱۲۵	درباره نگارنده.....	۱۱
خلاصه.....	۱۳۰	پیشگفتار.....	۱۳
مسائل.....	۱۳۱	فصل ۱: مقدمه.....	۱۵
مسائل توضیحی.....	۱۵۴	۱-۱ توضیحات مقدماتی.....	۱۷
آزمون میانی مهندسی.....	۱۵۵	۲-۱ تاریخچه مکانیک سیالات و حوزه کاربرد آن.....	۱۷
مسائل جامع.....	۱۵۶	۳-۱ روش حل مسائل.....	۱۹
پروژه‌های طراحی.....	۱۵۸	۴-۱ مفهوم سیال.....	۲۰
مراجع.....	۱۵۹	۵-۱ سیال به عنوان پیوستار.....	۲۲
فصل ۳: رابطه‌های انتگرالی برای حجم کنترل.....	۱۶۱	۶-۱ ابعاد و واحدها.....	۲۳
۱-۳ قوانین اصلی در مکانیک سیالات.....	۱۶۳	۷-۱ خواص میدان سرعت.....	۲۴
۲-۳ رابطه تبدیل رینولدز.....	۱۶۶	۸-۱ خواص ترمودینامیکی سیالات.....	۲۴
۳-۳ اصل پایستاری جرم.....	۱۷۳	۹-۱ ویسکوزیته و سایر خواص فرعی سیالات.....	۴۱
۴-۳ معادله تکانه خطی.....	۱۷۸	۱۰-۱ روش‌های تحلیل جریان.....	۵۸
۵-۳ جریان بی‌اصطکاک: معادله برنولی.....	۱۹۳	۱۱-۱ نقش جریان: خط جریان، خط رگه، و خط مسیر.....	۵۸
۶-۳ تکان زاویه‌ای.....	۲۰۳	۱۲-۱ نرم‌افزار EES.....	۶۳
۷-۳ معادله انرژی.....	۲۱۰	۱۳-۱ عدم قطعیت داده‌های آزمایشی.....	۶۴
خلاصه.....	۲۲۲	مسائل.....	۶۶
مسائل.....	۲۲۴	آزمون میانی مهندسی.....	۷۶
مسائل توضیحی.....	۲۵۴	مسائل جامع.....	۷۷
آزمون میانی مهندسی.....	۲۵۵	مراجع.....	۸۰
مسائل جامع.....	۲۵۶	فصل ۲: توزیع فشار در سیال ساکن.....	۸۳
پروژه طراحی.....	۲۵۷	۱-۲ فشار و گرادیان فشار.....	۸۵
مراجع.....	۲۵۸	۲-۲ تعادل یک جزء سیال.....	۸۷
فصل ۴: معادله‌های دیفرانسیل جریان سیالات.....	۲۵۹	۳-۲ توزیع فشار هیدروستاتیکی.....	۸۸
۱-۴ میدان شتاب.....	۲۶۱	۴-۲ مانومتر.....	۹۵
۲-۴ معادله دیفرانسیل پایستاری جرم.....	۲۶۳	۵-۲ نیروهای هیدروستاتیکی مؤثر بر سطوح تخت.....	۹۸
۳-۴ معادله دیفرانسیل تکانه خطی.....	۲۶۹	۶-۲ نیروی هیدروستاتیکی مؤثر بر سطوح خمیده.....	۱۰۶
۴-۴ معادله دیفرانسیل تکانه زاویه‌ای.....	۲۷۷	۷-۲ نیروی هیدروستاتیکی ناشی از سیالات مخلوط‌نشده.....	۱۰۹
۵-۴ معادله دیفرانسیل انرژی.....	۲۷۸	۸-۲ شناوری و پایداری.....	۱۱۱

۵۱۵.....مسائل توضیحی.....	۲۸۲.....۶-۴ شرایط مرزی برای حل معادله‌های اصلی مکانیک سیالات.....
۵۱۵.....آزمون مبانی مهندسی.....	۲۸۷.....۷-۴ تابع جریان.....
۵۱۶.....مسائل جامع.....	۲۹۶.....۸-۴ جریان چرخشی و بی‌چرخش.....
۵۱۸.....پروژه‌های طراحی.....	۲۹۸.....۹-۴ جریان بی‌اصطکاک و بی‌چرخش.....
۵۱۹.....مراجع.....	۳۰۳.....۱۰-۴ بعضی جریان‌های ویسکوز تراکم‌ناپذیر.....
۵۲۳.....فصل ۷: جریان خارجی.....	۳۱۳.....خلاصه.....
۵۲۵.....۱-۷ عدد رینولدز و آثار هندسی.....	۳۱۴.....مسائل.....
۵۲۸.....۲-۷ روش تقریبی انتگرال تکانه.....	۳۲۶.....مسائل توضیحی.....
۵۳۲.....۳-۷ معادله‌های لایه مرزی.....	۳۲۷.....آزمون مبانی مهندسی.....
۵۳۵.....۴-۷ لایه مرزی بر روی یک صفحه تخت.....	۳۲۷.....مسائل جامع.....
۵۴۵.....۵-۷ لایه‌های مرزی و شیب فشار.....	۳۲۸.....مراجع.....
۵۵۱.....۶-۷ تحلیل آزمایشی جریان خارجی.....	۳۲۹.....فصل ۵: تحلیل ابعادی و تشابه.....
۵۸۲.....خلاصه.....	۳۳۱.....۱-۵ مقدمه.....
۵۸۳.....مسائل.....	۳۳۵.....۲-۵ اصل همگنی ابعادی.....
۵۹۹.....مسائل توضیحی.....	۳۴۱.....۳-۵ قضیه پی.....
۵۹۹.....آزمون مبانی مهندسی.....	۳۵۳.....۴-۵ معادله‌های اصلی بی‌بعد.....
۶۰۰.....مسائل جامع.....	۴۶۲.....۵-۵ مدل‌سازی و مشکلات آن.....
۶۰۱.....پروژه طراحی.....	۳۷۸.....خلاصه.....
۶۰۱.....مراجع.....	۳۷۹.....مسائل.....
۶۰۵.....فصل ۸: جریان پتانسیل و دینامیک سیالات محاسباتی.....	۳۹۰.....مسائل توضیحی.....
۶۰۷.....۸-۱ مرور مفاهیم.....	۳۹۱.....آزمون مبانی مهندسی.....
۶۱۰.....۸-۲ تحلیل جریان‌های ساده صفحه‌ای.....	۳۹۲.....مسائل جامع.....
۶۱۷.....۸-۳ ترکیب توابع جریان صفحه‌ای.....	۳۹۳.....پروژه‌های طراحی.....
۶۲۴.....۸-۴ جریان صفحه‌ای بر روی اجسام بسته.....	۳۹۴.....مراجع.....
۶۳۵.....۸-۵ سایر جریان‌های پتانسیل صفحه‌ای.....	۳۹۷.....فصل ۶: جریان ویسکوز در مجراها.....
۶۴۰.....۸-۶ روش تصویرها.....	۳۹۹.....۱-۶ عدد رینولدز.....
۶۴۳.....۸-۷ نظریه ایرفویل.....	۴۰۵.....۲-۶ جریان ویسکوز داخلی و خارجی.....
۶۵۵.....۸-۸ جریان پتانسیل با تقارن محوری.....	۴۰۷.....۳-۶ افت هد-ضریب اصطکاک.....
۶۶۳.....۸-۹ تحلیل عددی.....	۴۰۹.....۴-۶ جریان لایه‌ای کاملاً فراگیر در لوله.....
۶۷۷.....خلاصه.....	۴۱۳.....۵-۶ مدل‌سازی تلاطم.....
۶۷۹.....مسائل.....	۴۱۹.....۶-۶ جریان متلاطم در لوله.....
۶۹۲.....مسائل توضیحی.....	۴۲۹.....۷-۶ مسائل جریان در لوله.....
۶۹۳.....مسائل جامع.....	۴۳۷.....۸-۶ جریان در مجراهای غیردایره‌ای.....
۶۹۴.....پروژه‌های طراحی.....	۴۴۸.....۹-۶ اتلافات جزئی در سیستم‌های لوله‌کشی.....
۶۹۵.....مراجع.....	۴۵۷.....۱۰-۶ سیستم‌های مرکب.....
۶۹۷.....فصل ۹: جریان تراکم‌پذیر.....	۴۶۴.....۱۱-۶ داده‌های آزمایشی برای جریان در مجراها.....
۶۹۹.....۹-۱ مرور ترمودینامیک.....	۴۷۰.....۱۲-۶ جریان‌سنج‌ها.....
۷۰۴.....۹-۲ سرعت صوت.....	۴۹۳.....خلاصه.....
	۴۹۴.....مسائل.....

۸۷۲	مسائل توضیحی.....
۸۷۳	آزمون میانی مهندسی.....
۸۷۳	مسائل جامع.....
۸۷۴	پروژه‌های طراحی.....
۸۷۵	مراجع.....
۸۷۷	فصل ۱۱: توربوماشین‌ها.....
۸۷۹	۱-۱۱ مقدمه.....
۸۸۳	۲-۱۱ پمپ‌های سانتریفوژ.....
۸۸۹	۳-۱۱ منحنی‌های عملکرد پمپ‌ها و قوانین تشابه.....
۹۰۱	۴-۱۱ پمپ‌های جریان مختلط، و جریان محوری: سرعت مخصوص.....
۹۰۹	۵-۱۱ انطباق پمپ‌ها با مشخصه‌های یک سیستم.....
۹۱۸	۶-۱۱ توربین‌ها.....
۹۳۴	خلاصه.....
۹۳۵	مسائل.....
۹۴۸	مسائل توضیحی.....
۹۴۹	مسائل جامع.....
۹۵۱	پروژه طراحی.....
۹۵۱	مراجع.....
۹۵۵	پیوست الف: خواص فیزیکی بعضی از سیالات.....
۹۶۱	پیوست ب: جدول‌های جریان تراکم‌پذیر.....
۹۶۷	پیوست ج: ضرایب تبدیل.....
۹۶۹	پیوست د: معادله‌های حرکت در مختصات استوانه‌ای.....
۹۷۱	پاسخ به مسائل انتخابی.....

۷۰۸	۳-۹ جریان پایای تک‌انتهروپی.....
۷۱۴	۴-۹ جریان تک‌انتهروپی در مجرا با مساحت متغیر.....
۷۲۲	۵-۹ شوک عمودی.....
۷۳۱	۶-۹ نازل همگرا-واگرا.....
۷۳۸	۷-۹ جریان تراکم‌پذیر در مجرای با اصطکاک.....
۷۵۱	۸-۹ جریان بی‌اصطکاک و غیرادیاباتی در یک مجرا.....
۷۵۷	۹-۹ جریان فوق‌صوتی دو بعدی.....
۷۶۸	۱۰-۹ امواج انبساطی پراتل-مایر.....
۷۸۲	خلاصه.....
۷۸۳	مسائل.....
۸۰۰	مسائل توضیحی.....
۸۰۱	آزمون میانی مهندسی.....
۸۰۱	مسائل جامع.....
۸۰۳	پروژه‌های طراحی.....
۸۰۴	مراجع.....
۸۰۷	فصل ۱۰: جریان در کانال باز.....
۸۰۹	۱-۱۰ مقدمه.....
۸۱۵	۲-۱۰ جریان یکنواخت؛ فرمول شزی.....
۸۲۲	۳-۱۰ کانال یکنواخت بهینه.....
۸۲۵	۴-۱۰ انرژی مخصوص؛ عمق بحرانی.....
۸۳۴	۵-۱۰ پرش هیدرولیکی.....
۸۳۹	۶-۱۰ جریان تدریجاً متغیر.....
۸۴۸	۷-۱۰ اندازه‌گیری و کنترل جریان توسط سرریزها.....
۸۵۷	خلاصه.....
۸۵۸	مسائل.....

سخن ناشر

از سال ۱۳۷۵ تاکنون، انتشارات امیدانقلاب اقدام به نشر کتاب‌های دانشگاهی در زمینه علوم پایه، فنی و مهندسی نموده است. این انتشارات، برای ارتقای کیفی و کمی آثار منتشره، همواره از نظریات اساتید فن استفاده نموده است.

مانند گذشته، از مؤلفین و مترجمین عزیز تقاضا داریم با ارائه نظریات ارزنده خود درباره کتاب‌های این انتشارات، و همچنین پیشنهاد ترجمه و تألیفات جدید ما را یاری دهند.

امیدواریم با کمک شما عزیزان بتوانیم گامی هر چند کوچک برای مین اسلامی عزیزمان برداریم.

مدیر مسئول انتشارات امیدانقلاب
مهدی طورانیان

درباره نگارنده

فرانک ام. وایت، استاد مهندسی مکانیک و علوم دریایی در دانشگاه رکد ایلند، تحصیلات خود را در دانشگاه جورجیاتک و ام.ای.تی به پایان رساند. در سال ۱۹۶۶، اولین دپارتمان مهندسی علوم دریایی در کشور را تأسیس کرد. تاکنون، چهار کتاب درباره مکانیک سیالات و انتقال گرما تألیف کرده است، و هشت مدال افتخار دریافت داشته است.

بین سال‌های ۱۹۷۹ تا ۱۹۹۷، دکتر وایت به عنوان رئیس گروه ویراستاری ASME، ویراستار ارشد ASME journal of Fluids Engineering، و رئیس کمیته انتشارات ASME خدمت کرده است. در سال ۱۹۹۱، جایزه مهندسی ASME را دریافت داشت.

www.ketaboo.ir

در فصل ۷، جریان متلاطم بر روی صفحه تخت با وضوح بیشتر توصیف شده است. مطالب زیر، از اضافات این فصل هستند: مدل‌سازی جریان متلاطم با استفاده از روش CFD، دو پیشرفت جدید در ایرودینامیک (ایرفویل کلاین-فولگمان و افزایش زاویه واماندگی)، ماشین پرنده ترانزیشن، عکس پرواز توسط بال‌های مصنوعی بر فراز کوه‌های آلپ، و عکس حرکت یک کشتی توسط کایت.

فصل ۸ اساساً مانند ویراست قبل است، جز آنکه روش CFD با تفصیل بیشتر مورد بحث قرار گرفته است. در این فصل، ایرودینامیک اتومبیل پرنده ترانزیشن نیز بررسی شده است.

در فصل ۹، تغییراتی صورت گرفته است. شکل ۷-۹، همراه با منحنی‌های پرازش آن، جای خود را به منحنی‌های شبکه‌ای ظریف داده است. داده‌های خط لوله گاز طبیعی بین آلاسکا و کانادا، هواپیمای اسکرام جت X-34 و مسائلی درباره آن، از اضافات این فصل است.

فصل ۱۰ اساساً مانند قبل است، با این تفاوت که چند عکس و مسئله جدید برای پرش هیدرولیکی اضافه شده‌اند.

در فصل ۱۱، عنوان عملکرد توربین‌های گازی، همراه با کاربردهای آن در موتورهای توربو فن، اضافه شده است. عنوان توربین‌های بادی به روز شده است، و داده‌ها و عکس‌های جدیدی برای آن آورده شده است. مسئله خودروی مجهز به توربین بادی نیز اضافه شده است.

در پیوست الف، داده‌های جدید درباره مدول کپهای مایعات مختلف آورده شده است. در پیوست ب، با استفاده از نمونه‌های ۸/۵ برای عدد ماخ، جداول جریان تراکم‌پذیر کوتاه‌تر شده‌اند (برای جداول با نمونه‌های کمتر، به وب سایت کتاب مراجعه کنید).

تقدیر و تشکر

مانند قبل، افراد بسیاری در تألیف این ویراست به اینجانب یاری رسانده‌اند. شلدون گرین از دانشگاه کولومبیا، گوردن هالوی از دانشگاه نیوبرنسیک، سوکانتا کی. داش از انستیتو تکنولوژی ایندین و پژمان شیروانیان از کمپانی اتومبیل فورد پیشنهادات بسیار خوبی داشته‌اند. هربرت چانسون از دانشگاه کونسلند، فرانک جی. کونها از کمپانی پرات و ویتی، ساموئل شویگارت از شرکت ترافوجیا، مارک اسپر از انستیتو علوم دریایی، کیت‌هانا از شرکت انسیز، النامجیا از آزمایشگاه موتورهای جت، آن استاک از شرکت اسکای سیلز، و الن امرسون وایت تصاویر جدید را در اختیار اینجانب قرار دادند. ساموئل اس سیه از کالج والا والا، تیموتی سینگلر از دانشگاه ایالتی بینگهامتون، سعید معاونی از دانشگاه ایالتی مینه‌سوتا، و جان بورگ از دانشگاه مارکونت برای تهیه راهنمای حل مسائل کمک کردند.

اشخاص زیر پیشنهادات ارزنده‌ای برای بهبود متن دستنویس داشته‌اند: رولاندو براز از دانشگاه ایلینویز؛ جوشوا بی. کولات از دانشگاه ایالتی پن؛ دنیل ماینز از دانشگاه بریگهام یانگ؛ جوزف شافر از دانشگاه ایالتی یووا؛ ایکساکشون اکسوان از دانشگاه کلمسون؛ سرهیتی یاروسویچ از دانشگاه واترلو؛ اچ. پیروز کاوه‌پور و جف الدرچ از دانشگاه کالیفرنیا؛ رایانه اخوان از دانشگاه میشیگان؛ سویونگ استیو شا از دانشگاه ایلینویز؛ جورجیا ریچاردسون از دانشگاه آلاباما؛ کریشان بهاتیا از دانشگاه روان؛ هوگ کولمن از دانشگاه آلاباما؛ دی. دیلو. استندرف از دانشگاه ماساچوست؛ دنامایر از دانشگاه رد ایلند.

اشخاص زیر نیز پیشنهادات و تصحیح‌هایی داشته‌اند: جو آن آر. کرو از مرکز تحقیقات ناسا؛ لیکی لی از دانشگاه علوم و تکنولوژی چین؛ توم روینز از شرکت نامیونال اینسترومنت؛ تایان کی. سنگویتا از انستیتو تکنولوژی کانپور؛ پائولو واتاوک از دانشگاه یونی کمپ؛ جفری اس. الن از دانشگاه میشیگان؛ پتر آر. اسپدینگ از دانشگاه کونین؛ اسکندر ساهین از دانشگاه میشیگان؛ میشل کی. دیلی از جنرال موتورز؛ کریستینا ال. ارشر از دانشگاه استنفورد؛ پائول اف. جاکویز از انجمن توسعه تکنولوژی؛ ریکا کولیون وب از دانشگاه کولورادو؛ دبندرا کی. داس از دانشگاه آلاسکا؛ کلونین ا. سولیتوان و ماتف لوترز از استروثیدپرس؛ لئارت لوتیگ و نینا کولیا از پاورسیستمز؛ دباراتا دوسگوتا از انستیتو تکنولوژی ایندین؛ قلیان اتلمت از انستیتو تحقیقات فوتمز؛ ریچارد لسمان، دونا مایر، ارون شوکلا، پتر لارسن، و مالکولم اسپالدینگ از دانشگاه رد ایلند؛ کریگ سوانسون از انجمن علوم کاربردی؛ جیم اسمای از دانشگاه ایالتی اوکلاهاما؛ دیورا پنس از دانشگاه ایالتی اورگن؛ اریک براشوس از دانشگاه فلدلفیا؛ و دیل هارت از انستیتو تکنولوژی لوئیزیانا.