



هیدرولیک لوله‌ها و مجاری بسته

(رشته مهندسی آب)

www.ketab.ir

دکتر مهدی کرمی مقدم دکتر مهدی نورزاده حداد

سرشناسه	: کرمی مقدم، مهدی، ۱۳۶۰-
عنوان و نام پدید آور	: هیدرولیک لوله ها و مجاری بسته (رشته مهندسی آب) / مهدی کرمی مقدم، مهدی نورزاده حداد؛ ویراستار علمی نگار نورمهنداد.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه پیام نور، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: دوازده، ۲۷۲ ص.
فروست	: دانشگاه پیام نور؛ ۲۳۰۲. دانشکده علوم کشاورزی؛ ۱۱۰ / آ.
شابک	: 4 - 0349 - 14 - 964 - 978
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه
موضوع	: لوله های آب - حرکت سیالات - آموزش برنامه ای
موضوع	: Water-pipes-Fluid dynamics -Programmed instruction
موضوع	: لوله های آب - هیدرودینامیک - آموزش برنامه ای
موضوع	: Programmed instruction -Water-pipes -Hydrodynamic
موضوع	: هیدرولیک - آموزش برنامه ای
موضوع	: Hydraulics-Programmed instruction
موضوع	: آب - مهندسی - آموزش برنامه ای
موضوع	: Hydraulic engineering -Programmed instruction
شناسه افزو	: نورزاده حداد، مهدی، ۱۳۶۴-
شناسه افزوده	: دانشگاه پیام نور.
شناسه افزوده	: Payam Noor University
رده بندی کنگره	: TD۴۹۱/۵۲۰۹ ۱۳۰۵
رده بندی دیویی	: ۶۸/۱۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۴۹۰۷۴۱



هیدرولیک لوله ها و مجاری بسته

مؤلفان: دکتر مهدی کرمی مقدم - دکتر مهدی نورزاده حداد

ویراستار علمی: دکتر نگار نورمهنداد

تهیه و تولید: دفتر تدوین و تولید کتب و محتوای آموزش

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز چاپ و توزیع دانشگاه پیام نور

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

نوبت و تاریخ چاپ: چاپ اول اسفند ۱۳۹۵

شابک: ۴ - ۰۳۴۹ - ۱۴ - ۹۶۴ - ۹۷۸

ISBN: 978 - 964 - 14 - 0349 - 4

فروش این کتاب فقط از طریق نمایندگی های دانشگاه پیام نور مجاز می باشد و فروش

آن در سایر مراکز فروش کتاب موجب تعقیب قانونی فروشنده خواهد گردید

(کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر محفوظ و متعلق به دانشگاه پیام نور است. تولید، کپی یا خلاصه برداری، نشر و ترجمه، چاپ، افست، توزیع گسترده، تهیه CD و ... این اثر یا بخشی از آن ام از متن، طرح پشت و روی جلد و... بدون اخذ مجوز کتبی از معاونت فناوری و پژوهش دانشگاه خلاف مقررات و تعرض به حقوق مادی و معنوی دانشگاه است. متخلفین وفق قانون حمایت از مؤلفان و مصنفان و هنرمندان دارای مسئولیت حقوقی و کیفری بوده و تحت پیگرد قرار می گیرند)

قیمت: ۱۱۵۰۰۰ ریال

فهرست مطالب

پیشگفتار	یازده
فصل اول: یادآوری مباحث مکانیک سیالات	۱
هدف کلی	۱
هدف‌های یادگیری	۱
مقدمه	۱
۱-۱ تبدیل واحد	۲
۲-۱ سیال	۴
۳-۱ خواص سیال	۵
۱-۳-۱ لزجت	۵
۲-۳-۱ جرم مخصوص، وزن مخصوص، چگالی و فشار	۶
۴-۱ استاتیک سیالات (سکون سیالات)	۹
۱-۴-۱ فشار	۹
۲-۴-۱ نیروی وارد بر سطوح تخت یا مسطح	۱۲
۳-۴-۱ نیروی وارد بر سطوح منحنی	۲۰
۵-۱ دینامیک سیال (جریان سیال)	۲۶
۱-۵-۱ معادله پیوستگی	۲۶
۲-۵-۱ معادله برنولی	۲۸
۳-۵-۱ معادله مومنتم (اندازه حرکت)	۳۳
خلاصه فصل اول	۳۷
خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول	۳۸

فصل دوم: طبقه‌بندی و شناخت هیدرولیک جریان در مجاری تحت فشار

هدف کلی

هدف‌های یادگیری

مقدمه

۱-۲ جریان آرام (ورقه‌ای) و آشفته (درهم یا متلاطم)

۲-۲ جریان یکنواخت و غیریکنواخت

۳-۲ جریان دائمی (پایدار یا ماندگار) و غیردائمی (ناپایدار یا غیرماندگار)

۴-۲ جریان ایده‌آل (غیرلزج) و حقیقی (لزج)

۵-۲ ناحیه ورودی و جریان کاملاً توسعه یافته

۶-۲ جریان آرام کاملاً توسعه یافته

۱-۶-۲ توسعه سرعت در جریان آرام

۲-۶-۲ معادله افت فشار در جریان آرام

۳-۶-۲ تنش برشی

۷-۲ جریان آشفته کاملاً توسعه یافته

۱-۷-۲ توزیع سرعت در جریان آشفته

۲-۷-۲ تنش برشی در جریان آشفته

خلاصه فصل دوم

خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم

فصل سوم: افت در لوله‌ها و کاربرد آن در قوانین هیدرولیک

هدف کلی

هدف‌های یادگیری

مقدمه

۱-۳ افت طولی یا اصطکاکی (h_L)

۲-۳ افت موضعی

۳-۳ کاربرد افت در معادله برنولی

خلاصه فصل سوم

خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم

فصل چهارم: اصول طراحی لوله‌های انتقال آب و شبکه‌های آبرسان (سیستم‌های چندلوله‌ای و اتصال مخازن)

۱۱۵

۱۱۵

۱۱۵

۱۱۵

۱۱۶

۱۱۶

۱۱۸

۱۲۶

۱۲۷

۱۳۶

۱۳۷

۱۴۴

۱۴۵

۱۴۵

۱۴۷

۱۴۸

۱۴۹

هدف کلی

هدف‌های یادگیری

مقدمه

۱-۴ سیستم چندلوله‌ای

۴-۱-۱ سیستم چندلوله‌ای سری

۴-۱-۲ سیستم چندلوله‌ای موازی

۴-۱-۳ سیستم چندلوله‌ای مختلط

۲-۴ اتصال مخازن

۳-۴ اتصال لوله‌ها و روش شبکه‌ای (حلقه)

۴-۳-۱ سیستم شبکه‌ای با حلقه داخلی (روش هاردی کراس)

۴-۳-۲ سیستم شبکه‌ای با حلقه

۴-۴ اصول طراحی لوله‌های انتقال آب و شبکه‌های آبرسانی

۴-۴-۱ اندازه فشار در نقاط مختلف شبکه

۴-۴-۲ میانگین سرعت و افت آب در لوله

خلاصه فصل چهارم

خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل چهارم

فصل پنجم: آشنایی با ماشین‌های آبی (توربوماشین‌ها) و وسایل اندازه‌گیری دبی

۱۵۳

۱۵۳

۱۵۳

۱۵۳

۱۵۴

۱۵۸

۱۵۸

۱۶۰

۱۶۱

۱۶۳

۱۶۳

جریان

هدف کلی

هدف‌های یادگیری

مقدمه

۵-۱ توربوماشین

۵-۲ تقسیم‌بندی پمپ

۵-۲-۱ پمپ دینامیکی

۵-۲-۲ پمپ جابه‌جایی مثبت

۵-۳ منحنی‌های تئوری و واقعی هد بر حسب دبی

۵-۴ منحنی‌های پمپ گریز از مرکز

۵-۴-۱ منحنی هد بر حسب دبی ($h_p - Q$)

۱۶۶	۲-۴-۵ منحنی توان بر حسب دبی ($W_p - Q$)
۱۶۶	۳-۴-۵ منحنی راندمان بر حسب دبی ($\eta - Q$)
۱۶۸	۴-۴-۵ منحنی هد خالص مثبت مکش بر حسب دبی ($NPSH - Q$)
۱۷۲	۵-۵ منحنی سیستم و نقطه بهره‌برداری
۱۷۲	۱-۵-۵ تک پمپ
۱۷۶	۲-۵-۵ پمپ‌های موازی
۱۷۷	۳-۵-۵ پمپ‌های سری
۱۸۰	۶-۵ قوانین تشابه
۱۸۱	۱۰-۵-۵ تأثیر تغییرات دور پمپ
۱۸۲	۱۰-۶-۵ تأثیر تغییرات ابعاد
۱۸۲	۳-۶-۵ سرریز مخصوص
۱۸۳	۷-۵ اندازه‌گیری دبی جریان در لوله‌ها
۱۸۴	۱-۷-۵ اریفیسر
۱۸۶	۲-۷-۵ نازل
۱۸۷	۳-۷-۵ ونتوری متر
۱۸۸	۴-۷-۵ رتامتر
۱۸۹	۵-۷-۵ توربین متر
۱۸۹	۶-۷-۵ دبی سنج ماورای صوت
۱۹۰	۷-۷-۵ دبی سنج حجمی
۱۹۲	خلاصه فصل پنجم
۱۹۲	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم
۱۹۹	فصل ششم: جریان غیر ماندگار (غیر دائمی)
۱۹۹	هدف کلی
۱۹۹	هدف‌های یادگیری
۱۹۹	مقدمه
۲۰۰	۱-۶ جریان غیر ماندگار تراکم‌ناپذیر
۲۰۱	۱-۱-۶ جریان غیر دائمی تدریجی بین دو مخزن با ارتفاع متغیر
۲۰۸	۲-۱-۶ جریان غیر دائمی تدریجی به‌هنگام عبور سیال از شیر
۲۱۱	۲-۶ جریان غیر دائمی و تراکم‌پذیر (ضربه قوچ)
۲۱۲	۱-۲-۶ مشخصه‌های مختلف موج در اثر ضربه قوچ

۲۱۵	۶-۲-۲ انواع موج
۲۱۵	۶-۲-۳ بررسی تغییرات فشار
۲۱۶	۶-۲-۴ بستن سریع و تدریجی شیر
۲۱۸	۶-۲-۵ سرعت پیشروی موج
۲۱۹	خلاصه فصل ششم
۲۲۰	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم
۲۲۷	پاسخ‌نامه
۲۵۷	پیوست
۲۵۷	پیوست ۱. سحنی مشخصات پمپ‌های گریز از مرکز افقی
۲۶۹	پیوست ۲. ضراب تبدیل واحد از سیستم
۲۷۱	پیوست ۳. مشخصات برخی از سیالات
۲۷۳	منابع

پیشگفتار

علوم و اطلاعات و جنبه های تئوری و عملی آن به سرعت روبه افزایش است و علوم مربوط به مهندسی آب از این اعدده مستثنی نیست و لزوم توسعه آن در سطح کشور به خوبی احساس می شود. توجه به منابع آب و انتقال آن از مخازن سد به شهرها و یا از شهری به شهر دیگر جهت تامین نیازهای شرب، کشاورزی، صنعتی و.... همواره به عنوان ضرورت مورد توجه بوده است. با بررسی برخی از پروژه های انتقال آب که در گذشته اجرا شده است، به این نکته پی می بریم که تنها به کاهش سرمایه گذاری اولیه تأسیسات مختلف این پروژه ها توجه شده است. اما مصرف کل هزینه گردش مجموعه شامل سرمایه اولیه، استهلاک و سایر مخارج روزمره از نظر ردیابی، بنابراین آشنایی با اصول طراحی انتقال آب از اهمیت فراوانی برخوردار است.

در این کتاب دانشجویان با روابط و اصول طراحی لوله ها، انتقال آب آشنا می شوند. با عنایت به اینکه تسلط بر مباحث مکانیک سیالات و هیدرولیک لوله ها مستلزم تمرین و ممارست به نسبت زیادی است، بنابراین سعی شده پس از ذکر مطالب و روابط یک مبحث مشخص، مثال های متعددی در آن زمینه ارائه شود. همچنین افزون بر مثال های متعدد در حین ذکر مباحث، در پایان هر فصل تمرین هایی به صورت چندگزینه ای ارائه شده و در پایان کتاب پاسخ پرسش های هر فصل به صورت مفصل ارائه گردیده است. علی رغم اینکه سعی شده مطالب این کتاب با حساسیت و دقت بالایی ارائه گردد، اما از آنجاکه تألیف هیچ اثری بی نقص نیست، بنابراین از دانشجویان و اساتید گرامی و محترم تقاضا می شود که نقایص کتاب را برای مؤلفین این اثر ارسال

فرمایند و همچنین از ارائه هرگونه پیشنهادی در جهت بالابردن کیفیت این اثر دریغ
نفرمایند. در پایان از تمام عزیزانی که ما را در تألیف این کتاب یاری نمودند به ویژه
داوران محترم و سرکار خانم دکتر نگار نورمهناد ویراستار علمی این اثر تشکر می‌کنم.
همچنین از همسر عزیزم که باعث دلگرمی من در خلق این اثر بوده، صمیمانه قدردانی
و این اثر را به روح پاک و بلند پدر بزرگ عزیزم مرحوم حاج محمدحسین طاهری
تقدیم می‌کنم.

مهدی کرمی مقدم