



هیدرولیک مجاری روباز

(مهندسی آب خوشه آبیاری و زهکشی)

www.ketab.ir

دکتر نگار نورمهناد

سرشناسه	: نورمهند، نگار، ۱۳۶۲-
عنوان و نام پدید آور	: هیدرولیک مجاری روباز: (مهندسی آب خوشه آبیاری و زهکشی)/ نگار نورمهند.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه پیام نور، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	: ۲۲۷ ص.
فروست	: دانشگاه پیام نور؛ ۲۳۹۸. دانشکده علوم کشاورزی؛ ۱/۱۲۶
شابک	: 978 - 964 - 14 - 0445 - 3
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا .
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۲۲۶-۲۲۷.
موضوع	: آبراهه ها
موضوع	: Channels (Hydraulic engineering)
موضوع	: هیدرولیک
موضوع	: Hydraulic
شناسه افزوده	: دانشگاه پیام نور
شناسه افزودن	: Payam Noor University
رده بندی کنگره	: TC۱۷۵/۹۰۹ ۱۳۹۶
رده بندی دیویی	: ۶۲۷/۲۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۹۱۰۹۱



هیدرولیک مجاری روباز

مؤلف: دکتر نگار نورمهند

ویراستار علمی: دکتر محبوبه ابراهیمی

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

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

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

نوبت و تاریخ چاپ: چاپ اول بهمن ۱۳۹۶

شابک: ۹۷۸ - ۹۶۴ - ۱۴ - ۰۴۴۵ - ۳

ISBN: 978 - 964 - 14 - 0445 - 3

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، گپی یا خلاصه برداری، نشر و ترجمه، چاپ، افست، توزیع گسترده، تهیه CD و ... این اثر یا بخشی از آن اعم 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 مولفان 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. مفاهیم پایه	۱
هدف کلی	۱
هدف‌های یادگیری	۱
مقدمه	۱
۱-۱ کانال‌ها و انواع آن	۲
۱-۱-۱ کانال‌های طبیعی و مصنوعی	۲
۲-۱-۱ تقسیم‌بندی کانال‌ها بر مبنای تغییرات در سطح مقطع آن‌ها	۳
۳-۱-۱ تقسیم‌بندی کانال‌ها براساس پایداری مصالح جدار در مقابل فرسایش	۳
۱-۳-۱-۱ کانال‌های غیرفرسایشی یا کانال‌های با جدار ثابت	۳
۲-۳-۱-۱ کانال‌های فرسایشی و یا با جدار متحرک	۳
۲-۱ انواع مقاطع کانال‌های باز	۴
۱-۲-۱ مقطع دوزنقه‌ای	۴
۲-۲-۱ کانال مستطیلی	۴
۳-۲-۱ کانال‌های مثلثی	۴
۴-۲-۱ مقطع دایره‌ای	۴
۵-۲-۱ مقطع سهمی‌شکل	۵
۶-۲-۱ مقاطع تونلی، نعل اسبی و تخم مرغی	۵
۳-۱ اجزای هندسی کانال‌ها	۵
۴-۱ انواع جریان در مجاری باز	۶
۱-۴-۱ جریان یکنواخت	۸

۸	۱-۴-۲ جریان غير يکنواخت.....
۸	۱-۴-۳ جريان دانمی يا جريان ماندگار.....
۹	۱-۴-۴ جريان‌های غير دانمی يا غير ماندگار.....
۹	۱-۴-۵ جريان ماندگار يکنواخت.....
۱۰	۱-۴-۶ جريان ماندگار متغير.....
۱۰	۱-۴-۶-۱ جريان‌های ماندگار متغير تدريجی (GVF).....
۱۰	۱-۴-۶-۲ جريان‌های ماندگار متغير سريع (RVF).....
۱۰	۱-۴-۷ جريان غير ماندگار يکنواخت.....
۱۰	۱-۴-۸ جريان غير ماندگار متغير.....
۱۱	۱-۴-۸-۱ جريان‌های غير ماندگار متغير تدريجی (GVF).....
۱۱	۱-۴-۸-۲ جريان‌های غير ماندگار متغير سريع (RVF).....
۱۳	۵-۱ يارهاں طبقه‌بندي جريان.....
۱۳	۱-۵-۱ عدد رينه‌لدر.....
۱۴	۱-۵-۲ عدد فرود.....
۱۵	۶-۱ انواع رژيم.....
۱۶	۷-۱ توزيع سرعت در بارو ريار.....
۱۷	۸-۱ ضريب تصحيح انرژی مبش.....
۲۰	۹-۱ ضريب تصحيح اندازه حرکت (موتيم).....
۲۲	۱۰-۱ فشار هيدرواستاتیک.....
۲۳	۱۱-۱ توزيع فشار در کانال‌ها.....
۲۷	۱-۱۱-۱ جريان‌های يکنواخت با شيب تن.....
۲۷	۲-۱۱-۱ توزيع فشار در جريان‌های متغير تدريجی.....
۲۸	۱-۱۱-۲-۱ توزيع فشار در جريان‌های انحنا در محدوده قائم.....
۲۸	۱-۱۱-۲-۲ توزيع فشار در جريان با انحنای کاو.....
۲۹	۱-۱۱-۳-۱ توزيع فشار در جريان با انحنای کوژ.....
۳۱	۱۲-۱ رابطه پيوستگی در کانال روياز.....
۳۴	خلاصه فصل اول.....
۳۵	خودآزمایی چهارگزينه‌ای فصل اول.....
۴۱	فصل دوم. انرژی در کانال‌های باز.....
۴۱	هدف کلی.....
۴۱	هدف‌های يادگیری.....
۴۱	مقدمه.....
۴۲	۱-۲ معادله انرژی.....
۴۳	۲-۲ انرژی مخصوص جريان.....
۴۶	۳-۲ تجزيه و تحليل ویژگی‌های جريان بحرانی.....

۴۶	۱-۳-۲ تعیین عمق بحرانی.....
۴۷	۱-۳-۲-۱ عمق بحرانی در کانال‌های با مقطع مستطیلی.....
۴۷	۱-۳-۲-۲ عمق بحرانی در کانال‌های با مقطع مثلثی و شیب جداره Z.....
۴۷	۱-۳-۲-۳ عمق بحرانی در کانال‌های با مقطع دوزنقه‌ای.....
۴۸	۱-۳-۲-۴ عمق بحرانی در کانال‌های با مقطع دایره‌ای.....
۵۱	۴-۲ کمینه انرژی مخصوص.....
۵۱	۵-۲ تحلیل جریان ناشی از یک برآمدگی در کانال مستطیلی شکل.....
۵۸	۶-۲ تحلیل جریان ناشی از یک فشردگی موضعی در کانال مستطیلی.....
۶۵	خلاصه فصل دوم.....
۶۶	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم.....

۷۱	فصل سوم. معادله اندازه حرکت در کانال‌های روباز.....
۷۱	هدف کلی.....
۷۱	هدف‌های یادگیری.....
۷۱	مقدمه.....
۷۲	۱-۳ معادله اندازه حرکت.....
۷۴	۲-۳ کاربرد معادله اندازه حرکت در کانال‌های باز.....
۷۵	۱-۲-۳ نیروی مخصوص.....
۷۶	۲-۲-۳ مقایسه بین انرژی مختصر و ورود مخصوص.....
۷۷	۳-۲-۳ برش هیدرولیکی.....
۸۵	خلاصه فصل سوم.....
۸۵	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم.....

۹۱	فصل چهارم. جریان یکنواخت در کانال‌های روباز.....
۹۱	هدف کلی.....
۹۱	هدف‌های یادگیری.....
۹۱	مقدمه.....
۹۲	۱-۴ جریان یکنواخت.....
۹۴	۲-۴ تنش برشی متوسط جدار کانال.....
۹۶	۳-۴ سرعت متوسط در جریان یکنواخت.....
۹۶	۱-۳-۴ فرمول شزی.....
۹۷	۲-۳-۴ معادله دارسی-وِیسباخ.....
۹۷	۳-۳-۴ تعیین ضریب شزی.....
۹۷	۱-۳-۳-۴ تعیین ضریب شزی بر مبنای ضریب اصطکاک دارسی-وِیسباخ.....
۹۹	۲-۳-۳-۴ تعیین ضریب شزی با استفاده از رابطه بیزن.....
۹۹	۳-۳-۳-۴ تعیین ضریب شزی با استفاده از رابطه گانگلیت-کاتر.....

۹۹	۴-۳-۳ استفاده از معادله مانینگ
۱۰۰	۴-۳-۴ تخمین ضریب زبری مانینگ
۱۰۲	۴-۴ ضریب انتقال و فاکتور سطح در جریان یکنواخت
۱۰۶	۵-۴ زبری معادل در مقطع عرضی ناهمگن
۱۰۷	۴-۵-۱ رابطه هورتون - انیشتین
۱۰۸	۴-۵-۲ رابطه مولهوفر - انیشتین - بانکس
۱۰۸	۴-۵-۳ رابطه لوتر
۱۱۰	۶-۴ زبری معادل در مقطع مرکب
۱۱۰	۷-۴ بهترین مقطع هیدرولیکی
۱۱۲	خلاصه فصل چهارم
۱۱۲	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل چهارم
۱۱۷	فصل پنجم نظریه جریان متغیر تدریجی
۱۱۷	هدف کلی
۱۱۷	هدف‌های یادگیر
۱۱۷	مقدمه
۱۱۸	۱-۵ جریان غیریکنواخت
۱۱۹	۱-۱-۵ جریان غیریکنواخت - حالت اور
۱۱۹	۲-۱-۵ جریان غیریکنواخت - حالت د
۱۲۰	۲-۵ طبقه‌بندی پروفیل‌های سطح آب
۱۲۳	۱-۲-۵ شیب ملایم
۱۲۴	۲-۲-۵ شیب تند
۱۲۶	۳-۲-۵ شیب بحرانی
۱۲۶	۴-۲-۵ شیب افقی
۱۲۷	۵-۲-۵ شیب معکوس
۱۲۹	۳-۵ ترکیب نیم‌رخ‌های سطح آب و ترسیم آن‌ها
۱۳۸	خلاصه فصل پنجم
۱۳۸	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم
۱۴۳	فصل ششم محاسبات جریان متغیر تدریجی
۱۴۳	هدف کلی
۱۴۳	هدف‌های یادگیری
۱۴۳	مقدمه
۱۴۴	۱-۶ محاسبات نیم‌رخ سطح آب
۱۴۵	۱-۱-۶ روش تقریب‌های متوالی
۱۴۷	۱-۱-۱-۶ روش گام‌به‌گام استاندارد

۱۴۸	۶-۱-۱-۲ روش گام به گام مستقیم
۱۴۹	۶-۲ روش های عددی تک مرحله ای
۱۴۹	۶-۲-۱ روش اویلر
۱۵۰	۶-۲-۲ روش اویلر اصلاح شده
۱۵۱	۶-۲-۳ روش رونگه - کوتا مرتبه چهار
۱۵۱	۶-۳ روش انتگرال گیری مستقیم
۱۵۱	۶-۳-۱ نمای هیدرولیکی اول مقطع
۱۵۳	۶-۳-۲ نمای هیدرولیکی دوم مقطع
۱۵۶	۶-۴ روش برس
۱۵۷	۶-۵ روش باختمف
۱۶۰	۶-۶ روش چاو
۱۶۱	۶-۷ کاربردها: جریان متغیر تدریجی
۱۶۱	۶-۷-۱ مسائل درچه و کانال
۱۶۱	۶-۷-۲ دریا و کانال با شیب ملایم
۱۶۵	۶-۷-۳ دریاچه و کانال با شیب تند
۱۶۹	۶-۷-۴ مسائل دو در اچه
۱۷۱	خلاصه فصل ششم
۱۷۱	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل ششم
۱۷۵	فصل هفتم. سازه های اندازه گیری جریان
۱۷۵	هدف کلی
۱۷۵	هدف های یادگیری
۱۷۵	مقدمه
۱۷۶	۷-۱ سرریز
۱۷۷	۷-۱-۱ سرریز مستطیلی لبه تیز
۱۸۲	۷-۱-۲ سرریز مثلثی لبه تیز
۱۸۴	۷-۱-۳ سرریزهای ذوزنقه ای یا سیپولتی
۱۸۵	۷-۱-۴ سرریز لبه پهن
۱۸۸	۷-۲ فلوم ها
۱۸۹	۷-۲-۱ پارشال فلوم
۱۹۳	خلاصه فصل هفتم
۱۹۴	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل هفتم
۱۹۷	پاسخ خودآزمایی ها
۱۹۷	پاسخ خودآزمایی های فصل اول
۲۰۰	پاسخ خودآزمایی های فصل دوم

۲۰۴	 پاسخ خودآزمایی‌های فصل سوم
۲۰۹	 پاسخ خودآزمایی‌های فصل چهارم
۲۱۳	 پاسخ خودآزمایی‌های فصل پنجم
۲۱۶	 پاسخ خودآزمایی‌های فصل ششم
۲۱۸	 پاسخ خودآزمایی‌های فصل هفتم
۲۲۱	 پیوست
۲۲۶	 کتابنامه

www.ketab.ir

پیشگفتار

سپاس و شایسته خداوند بلندمرتبه را که به لطف و عنایت بی‌کران او توفیق تألیف و تدوین این کتاب حاصل آمد. کتابی که پیش‌رو دارید، حاصل تلاشی مجدانه در راستای بهره‌مندی دانشجویان رشته علوم و مهندسی آب از علم هیدرولیک است. این کتاب به‌زبانی ساده مطابق با آخرین افت‌ها و همگام با مراجع معتبر علمی دنیا تهیه شده‌است. مطالب فصل‌های کتاب براساس رِفصل وزارت علوم تحقیقات و فناوری به‌گونه‌ای طبقه‌بندی و ارائه شده که استفاده کنندگان ضمن آشنایی با انواع کانال‌ها و مقدمات علم هیدرولیک، به مطالعه مفهوم انرژی و نیروی مخصوص در کانال‌ها و مجاری روباز در جریان یکنواخت و غیریکنواخت بپردازند. انواع پرفیل‌های سطح آب را تشخیص داده و محاسبات مربوط به آن‌ها را آموزش ببینند. سپس در راستای خودآموز بودن کتاب سعی بر آن شده که از مثال‌های متعددی استفاده شود و از آنجا که اغلب دانشجویان در حل مسائلی که در انتهای هر فصل آمده با مشکل مواجه می‌شوند و نیاز به راهنمایی دارند، راه‌حل مسائل در انتهای کتاب توضیح داده شده‌است؛ اما قبل از مراجعه به راهنمای حل مسائل، توصیه می‌شود دانشجویان خود مسائل را حل کرده و جواب به‌دست‌آمده را با آنچه در انتهای کتاب آمده است، مقایسه کنند. از آنجا که هر تألیفی ممکن است نقایصی داشته باشد، به‌منظور بهبود کیفیت این اثر از کلیه دانشجویان و اساتید محترم تقاضا می‌شود پیشنهادات و نظرات خود را به اینجانب اعلام کنند. در خاتمه، لازم می‌دانم مراتب تشکر و قدردانی خود را از ویراستار علمی کتاب سرکار خانم دکتر محبوبه ابراهیمی اعلام کنم. همچنین از آقای دکتر مهدی کرمی‌مقدم به‌خاطر ارائه نظرات ارزشمندشان و از مدیریت دفتر تدوین کتب و نیز کارشناس

محترم سرکار خانم خدیجہ علی نژاد رنجکش و کلیہ عزیزان انتشارات دانشگاه پیام نور
کہ این جانب را در انتشار این کتاب یاری کردند، تشکر می‌کنم.

نگار نورمہناد

عضو هیئت علمی گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور

Email: Negar_Nourmahnad@yahoo.com

۱۳۹۶

www.ketab.ir