

آبیاری و مهندسی برقابی

ترجمه
موسی شهیدی

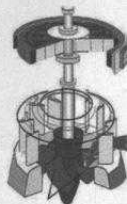
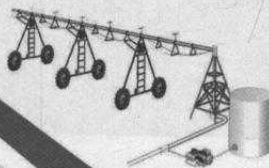
دانشیار گروه مهندسی و مهندسی آب دانشگاه بیرجند

عرفان ناصری

دانشجوی دکتری مهندسی آب دانشگاه تهران

محمد ناظری تهرودی

دانشجوی دکتری منابع آب دانشگاه بیرجند





آبیاری و مهندسی برقایی

Das, Madan Mohan سرشناسه: داس، مادان موہان

عنوان و نام پدیدآور: آبراری و مهندسی برقایی / امدان موهان داس، می. می. داس سایکیا؛ علی شهیدی، عرفان ناصری، محمد ناظری تبرودی.

مشخصات نشر: پیرچند: : دانشگاه پیرچند، ۱۳۹۶.

مشخصاً ظاہر: ۷۵۲ ص: مصور، جدول، نمودار.

شا. ۵-۴-۹۵۶۵-۶۰۰-۹۷۸

وضعیت هر ست نویسی: فیفا

Irrigation and Water Power Engineering

یادداشت: نمایه.

موضوع: آبپاری —

موضوع: Ingegneria

شناسه افزوده: سایکیا، مے، مے، (ای)

شناسه افزوده: Mimi Das, Mimi Das

شناسه افزودن: شهیدی، علم، ۱۳۴۷، ج ۱، ص ۱۰۰

شناسه افزوده: ناصحی، عرفان، ۱۳۶۸ - مت.

شناسه افزوده: ناظری، ته‌ودی، محمد، ۱۳۶۸ -

شناسه افزوده: دانشگاه به چند

ده بندى، كنگه: ۱۳۹۶/۵۲۱۲ TC۸۰۵

دومیندی، دیوبند: ۶۲۷/۵۲

شماره کتابشناسی : ۵۰۱۲۶۶۰

خرید اینترنتی این اثر در سایت: www.fekrheer.ir

ناشر: دانشگاه بیرجند

تیراڑ: ۵۰۰ جلد

چاپ اول: زمستان ۱۳۹۶

امور فنی: انتشارات فکر بکر

صفحه آرایي: فائزه دستگري

طراح جلد: نفیسه شکرانی

لیتوگرافی و چاپ: واصف

قیمت: ۴۰۰۰۰۰ ریال

شایک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۵۶۵۲-۴-۵

کلیه حقوق این اثر متعلق به دانشگاه بیرجند می باشد.

پیشگفتار نویسندگان

بشر بدوی آب را هدیه‌ای از جانب خدا می‌پنداشت و از زمان‌های دور به اهمیت آن به‌عنوان عنصری اساسی و حیاتی پی برده بود. کلیه تمدن‌های کهن در حاشیه رودهای بزرگ واقع شده‌اند. آب این رودها نه تنها حمل و نقل را ممکن می‌ساخت بلکه از طریق آبیاری مزارع و کشاورزی ضمن پشتیبانی از تولیدات غذایی، مرّجب بهبود عملکرد گیاهی نیز می‌شد. بنابراین قدمت آبیاری و کشاورزی به زمان آغاز تمدن بشری بازمی‌گردد. آب جاری در رودها، نهرها، امواج اقیانوس‌ها و بزره و مد انرژي جنبشی عظیمی را فراهم می‌آورند. چنانچه این آب جاری در مناسی ذخیره شود مقدار قابل توجهی انرژي پتانسیل اندوخته می‌گردد و توسط توربین‌ها و مباداها به انرژي الکتریکی تبدیل می‌شود. به فرآیند مهار انرژي آب مهندسی برقابی (هیدروالکتریک) گفته می‌شود. این اثر در ۲۰ فصل گردآوری شده که در آن، نمود پرداختن به سامانه‌های آبیاری به گسترش فناوری برقابی نیز اشاره شده است. در ۱۰ فصل نخست به جزئیات مهندسی آبیاری، روش‌های توزیع آب جهت زراعت نیاز آبی گیاهان، رابطه آب و خاک، آبیاری با چاه‌ها، هیدرولیک چاه‌ها، هیدرولیک کانال‌ها، نیاز مورد نیاز کانال‌ها، زهکش‌های متقاطع، احداث کانال‌های خاکی، مدیریت بهره‌ای بایر، نظریات گوناگون آبیاری، طراحی کانال‌های فرسایشی و غیر فرسایشی (بشش‌دار) پرداخته شده است. به علاوه این ۱۰ فصل شامل خلاصه‌ای جامع و نهایی برای دانشجویان کارشناسی رشته آبیاری در مهندسی عمران و کشاورزی است. فصول ۱۱ تا ۲۰ این کتاب به بهره‌برداری از این هدیه الهی به‌عنوان پتانسیل عظیم آب رودخانه‌ها برای تولید انرژي الکتریکی به‌منظور رفع نیازهای بنیادین جوامع برای توسعه تمدن‌های مدرن علمی در سراسر گیتی پرداخته است. هم‌اکنون کشورهای توسعه یافته بزرگ‌ترین بهره‌برداران از نیروی برقابی (هیدروالکتریک) در جهان هستند. اگرچه هندوستان با این کشورها فاصله چشمگیری دارد، با این حال با

داشتن ظرفیتی عظیم در تولید انرژی برقابی به واسطه رودهای هیمالیایی و غیر هیمالیایی، مستعدترین کشور در بین ممالک در حال توسعه است؛ لذا دانش بهره برداری از این نیروی بالقوه در بخش مهندسی این کشور امری ضروری به نظر می رسد. واحد مهندسی برقابی یا توسعه برقابی در سال آخر دوره کارشناسی رشته های فنی مرتبط یا در سال اول دوره کارشناسی ارشد پیشنهاد شده است که سطح پیچیدگی آن به انتخاب مؤسسه یا مدرس است.

بخش دوم این کتاب به مهندسی برقابی پرداخته است. مباحث آبی بخش های نظیر مخازن سدها، سرریزها، سازه های آبگیر، دریچه ها، شیرهای یک طرفه، آشغال گیرها، حوضچه ها، تالاب ها، سرج تانک ها (مخازن حفاظتی ضربه قوچ)، سازه های تنظیم، توربین ها، لوله های مکش و نیروگاه ها و اجرای آن ها در بر می گیرد. همچنین به حل معادلات در شرایط ناهمگام در سرج تانک ها، لوله های انتقال آب و پروانه ها تحت شرایط ضربه قوچ تأکید ویژه ای شده است. این دست از معادلات غیرخطی هستند و با روش های تحلیلی حل نمی شوند، در صورتی که حل آن ها برای طراحی سرج تانک و محاسبه فشار لوله ها امری ضروری است؛ لذا در فصل ۱۹ و ۲۰ این کتاب روش های حل عددی، این گونه معادلات به وسیله نرم افزارهای کامپیوتری اشاره شده است. همچنین علاوه بر برنامه های کامپیوتری، حل عددی آن ها به صورت تصویری آورده شده است. مضاف بر موارد یاد شده، این کتاب شامل منابع جهت مطالعه بیشتر و تمرینات آخر فصل نیز می باشد. این اثر حاصل تجربیات نویسندگان در بخش آبیاری و مهندسی برقابی است. فهرست پیوسته این اثر در هر دو بخش به گونه ای نوشته شده است که اهداف هر بخش را متناسب با سرفصل های رشته مهندسی عمران در زمینه سازه های آبی مطرح می سازد و مباحث موجود به صورتی توزیع شده اند که کلیه سازه های هیدرولیکی مرتبط را تا پایان دوره کارشناسی معرفی می نماید. در نهایت از جناب آقای برگاب موهان داس، خانم

لالیتا داس و آقای لاک شمی پراساد سایکایا بابت حمایت‌های بی‌دریغشان سپاس
گذارم و مراتب ارادت خالصانه و امتنان خویش را نسبت به دکتر دی.آی.اچ. بار
استاد برجسته دانشگاه استراچ لید (گلاسگو) ابراز می‌دارم.
در نهایت خالصانه امیدوارم این کتاب هم برای دانشجویان و هم مدرسان
مفید فایده قرار بگیرد.

مادان موهان داس و می‌می داس سایکایا

www.ketab.ir

فهرست مطالب

۳	فصل اول: مهندسی آبیاری	۱
۵	۱-۱ مقدمه	
۵	۲-۱ تاریخچه آبیاری	
۶	۳-۱ ضرورت آبیاری	
۶	۱-۳-۱ عدم کفایت بارندگی	
۶	۲-۱-۱ توزیع ناهمگن بارش	
۷	۱-۱-۳ بهینه کشت دائمی	
۷	۴-۳-۱ بهبود مناطق بیابانی	
۷	۴-۱ مزایای آبیاری	
۷	۱-۴-۱ افزایش عملکرد گیاه	
۷	۱-۴-۲ مزایای بهینه سار	
۷	۳-۴-۱ حذف کشت ترکیبی	
۸	۴-۴-۱ کامیابی کشاورزان	
۸	۵-۴-۱ منبع درآمد	
۸	۶-۴-۱ تولید برق به کمک انرژی برقی	
۸	۷-۴-۱ به منظور ذخیره آب	
۸	۸-۴-۱ حمل و نقل عمومی	
۸	۹-۴-۱ دریانوردی	
۸	۱۰-۴-۱ ایجاد مناطق زیبا	
۹	۱۱-۴-۱ توسعه ماهیگیری	
۹	۱۲-۴-۱ جنگل کاری	
۹	۱۳-۴-۱ جلوگیری از قحطی	

- ۱-۴-۱۴ افزایش سطح آب زیرزمینی ۹
- ۱-۴-۱۵ کمک به گسترش تمدن ۹
- ۱-۴-۱۶ تغذیه عمومی ۹
- ۱-۴-۱۷ تفریح و سرگرمی ۱۰
- ۱-۴-۱۸ بهبود اوضاع فرهنگی و اجتماعی ۱۰
- ۱-۴-۱۹ خودکفایی در غذا ۱۰
- ۵-۱ معایب آبیاری ۱۰
- ۱-۵-۱ تأثیر بر روی افزایش سطح ایستابی ۱۰
- ۱-۵-۲ اقلیم رطوب ۱۰
- ۱-۵-۳ افزایش مکارهای تکثیر حشرات ۱۱
- ۱-۵-۴ کاهش زمینهای مرغوب ۱۱
- ۱-۵-۵ بازگشت منافع ۱۱
- ۱-۶ انواع روشهای آبیاری ۱۱
- ۱-۶-۱ آبیاری ثقلی ۱۱
- ۱-۶-۲ آبیاری برداشتی ۱۶
- ۷-۱ مقایسه دو روش آبیاری ۱۷
- ۸-۱ افزایش پتانسیل آبیاری در هند ۱۹
- ۹-۱ نتیجه گیری ۲۰
- ۱۰-۱ تمرینهای فصل اول ۲۱
- ۱۱-۱ منابع برای مطالعه بیشتر ۲۲
- ۲ فصل دوم: روشهای توزیع آب در مزرعه ۲۳
- ۱-۲ مقدمه ۲۵

۲۵.....	۲-۲	روش‌های اساسی توزیع آب.....
۲۵.....	۳-۲	روش‌های آبیاری سطحی.....
۲۵.....	۱-۳-۲	روش فارو.....
۲۶.....	۲-۳-۲	کشت پلکانی.....
۲۷.....	۳-۳-۲	روش سیلابی.....
۳۶.....	۴-۲	روش‌های آبیاری بارانی.....
۴۰.....	۵-۲	آبیاری زیر سطحی (آبیاری قطره‌ای - نشتی).....
۴۰.....	۵-۲	اجزای آبیاری قطره‌ای.....
۴۱.....	۲-۵-۲	مبایای آبیاری قطره‌ای.....
۴۳.....	۳-۵-۲	محدودیت‌های آبیاری قطره‌ای.....
۴۴.....	۶-۲	نتیجه‌گیری.....
۴۵.....	۷-۲	تمرین‌های فصل دوم.....
۴۶.....	۸-۲	منابع برای مطالعه بیشتر.....
۴۷.....	۳	فصل سوم: نیاز آبی گیاهان و رابطه آب و خاک.....
۴۹.....	۱-۳	مقدمه.....
۵۰.....	۲-۳	عوامل مؤثر در نیاز آبی.....
۵۰.....	۱-۲-۳	تراز سطح ایستابی.....
۵۰.....	۲-۲-۳	آب و هوا.....
۵۰.....	۳-۲-۳	نوع خاک.....
۵۰.....	۳-۲-۴	روش‌های شخم‌زنی.....
۵۰.....	۳-۲-۵	شدت آبیاری.....
۵۰.....	۳-۲-۶	شیب زمین.....

- ۳-۲-۷ روش کاربری آب ۵۱
- ۳-۳ تعریف چند اصطلاح مهم و رایج ۵۱
- ۳-۳-۱ سطوح تحت احداث ۵۱
- ۳-۳-۲ سطوح تحت کشت ۵۱
- ۳-۳-۳ شدت آبیاری ۵۱
- ۳-۳-۴ نسبت محصول دهی (باردهی) ۵۱
- ۳-۳-۵ همپوشانی مجاز ۵۲
- ۳-۳-۶ آبیاری مؤثر ۵۲
- ۳-۳-۷ ضریب اراضی ۵۲
- ۳-۳-۸ ضریب درآمدا ۵۳
- ۳-۳-۹ تناوب، حصار ۵۳
- ۳-۳-۱۰ دوره کشت ۵۳
- ۳-۳-۱۱ عامل زمان ۵۳
- ۳-۳-۱۲ فاکتور گنجایش (ظرفیت) ۵۴
- ۳-۴ رابطه بین دوره پایه ((B)، دلتا، Δ) و عملکرد (D) ۵۵
- ۳-۵ عوامل مؤثر بر عملکرد و روش های به عملکرد ۵۶
- ۳-۵-۱ روش های افزایش عملکرد ۵۸
- ۳-۶ انواع مختلف خاک (طبقه بندی خاک) ۶۴
- ۳-۷ انواع رطوبت خاک ۶۴
- ۳-۷-۱ چند عبارت مربوط به رطوبت خاک ۶۶
- ۳-۸ محدودیت شرایط رطوبتی خاک ۶۸
- ۳-۹ رابطه آب و خاک ۶۹

۱۰-۳	تلفات آبی گیاه (CU).....	۷۳
۱۰-۱-۳	عوامل مؤثر در میزان تلفات آبی گیاه.....	۷۳
۱۰-۳-۲	روش‌های ارزیابی تلفات آبی گیاه.....	۷۴
۱۱-۳	نتیجه‌گیری.....	۸۰
۱۲-۳	تمرین‌های فصل سوم.....	۸۱
۱۳-۳	منابع.....	۸۴
۴	فصل چهارم: هیدرولیک چاه و آبیاری از طریق چاه.....	۸۵
۱-۴	مقدمه.....	۸۷
۲-۴	پیدایش آب زیرزمینی.....	۸۷
۱-۲-۴	تعاریف.....	۸۸
۳-۴	هیدرولیک چاه: قانون داسی.....	۹۰
۱-۳-۴	محدوده اعتبار قانون داسی.....	۹۱
۴-۴	جریان شعاعی ثابت در چاه: داریه دوپویی.....	۹۱
۴-۴-۱	فرضیات نظریه دوپویی.....	۹۴
۲-۴-۴	محدودیت‌های نظریه دوپویی.....	۹۵
۳-۴-۴	چاه‌های مشاهده‌ای.....	۹۵
۵-۴	جریان شعاعی در آبخوان آزاد.....	۹۶
۶-۴	تداخل چاه‌ها در آبخوان محصور.....	۹۷
۷-۴	طبقه‌بندی چاه‌ها.....	۹۸
۱-۷-۴	چاه آزاد.....	۹۸
۲-۷-۴	چاه لوله‌ای.....	۹۹
۸-۴	ساخت چاه لوله‌ای.....	۱۰۱

انتخاب محل	۱-۸-۴	۱۰۱
روش‌های حفاری	۲-۸-۴	۱۰۳
کاستن مونتاز چاه	۳-۸-۴	۱۰۸
جمع‌آوری شن یا مهار چاه	۴-۸-۴	۱۰۹
توسعه چاه	۵-۸-۴	۱۰۹
ضد عفونی	۶-۸-۴	۱۱۱
دو غاب‌ریزی و درزگیری	۷-۸-۴	۱۱۱
بازده چاه	۴	۱۱۱
تست بهبودی	۱-۹-۱	۱۱۲
آزمون پمپاژ سطح ثابت	۱-۹-۴	۱۱۴
پمپ‌های رایج مورد استفاده برای برداشت آب آبیاری	۱۰-۴	۱۲۱
معادله جریان ناآرام در چاه	۱۱-۴	۱۲۶
۱-۱۱-۴ فرضیات مشتق‌گیری	۱۲۸	
نتیجه‌گیری	۱۲-۴	۱۳۲
تمرین‌های فصل چهارم	۱۳-۴	۱۳۳
منابع	۱۴-۴	۱۳۵
فصل پنجم: آبیاری ثقلی	۵	۱۳۷
مقدمه	۱-۵	۱۳۹
کانال‌های آبیاری	۲-۵	۱۳۹
قسمت‌هایی از مقطع کانال	۳-۵	۱۴۰
نگهداری کانال	۴-۵	۱۴۵
تلفات کانال	۵-۵	۱۴۷

۶-۵	طبقه بندی کانال‌ها	۱۵۱
۵-۶-۱	بر اساس نوع منبع و سیستم تغذیه	۱۵۱
۵-۶-۲	بر اساس جنبه‌های مالی یا درآمد	۱۵۱
۵-۶-۳	بر اساس نوع عملکرد کانال	۱۵۲
۵-۶-۴	بر اساس نوع مرزبندی و بستر کانال	۱۵۲
۵-۶-۵	بر اساس دبی و اهمیت نسبی در شبکه آبیاری	۱۵۳
۷-۵	تنظیم کانال	۱۵۵
۵-۷-۱	عملیات تنظیم کانال	۱۵۵
۵-۷-۲	خرجی و غیرایب کانال	۱۵۵
۵-۷-۳	انواع خروجهای	۱۵۶
۵-۷-۴	چند اصطلاح کلیدی	۱۵۷
۵-۷-۵	دهانه‌های خروجی غیر، ول قائم و لوله‌ای مورب	۱۶۱
۵-۷-۶	دهانه خروجی نیمه مدول یا خروجی انعطاف‌پذیر	۱۶۲
۵-۷-۷	مدول ثابت یا مدول گینز	۱۶۵
۵-۸	ترازبندی کانال	۱۶۷
۵-۸-۱	کانال‌های همسو با شیب	۱۶۷
۵-۸-۲	خط‌الرأس یا کانال حوضه	۱۶۹
۵-۸-۳	شیب جانبی کانال	۱۷۰
۹-۵	نتیجه‌گیری	۱۷۱
۱۰-۵	تمرین‌های فصل پنجم	۱۷۲
۱۱-۵	منابع	۱۷۳
۶	فصل ششم: تاسیسات بالادست کانال	۱۷۵

۱-۶	مقدمه	۱۷۷
۲-۶	انواع تأسیسات در بالادست کانال	۱۷۷
۱-۲-۶	تأسیسات ذخیره‌سازی	۱۷۷
۳-۶	طرح تأسیسات توزیع بالادست: انتخاب محل	۱۷۸
۴-۶	اجزای تأسیسات انتقال آب	۱۷۹
۵-۶	بند با دریچه متحرک	۱۸۰
۱-۵-۶	دلایل شکست سد و راه حل آن	۱۸۱
۲-۸-۶	انواع بند (خاکریز)	۱۸۲
۶-۶	طراحی از بند در پی نفوذپذیر	۱۸۴
۱-۶-۶	تئوری خزش بلی	۱۸۵
۲-۶-۶	نظریه خزش رزنی لین	۱۹۱
۳-۶-۶	نظریه رسل	۱۹۱
۷-۶	کانال تنظیم کلاس سار	۲۰۲
۸-۶	دیواره تقسیم	۲۰۳
۹-۶	نردبان ماهی	۲۰۴
۱۰-۶	دریچه شستشو یا دریچه تحتانی	۲۰۵
۱۱-۶	خاکریزهای راهنما و دایک‌های جانبی	۲۰۶
۱۲-۶	دفع کننده رسوبات (خاک سیلت)	۲۰۸
۱۳-۶	نتیجه‌گیری	۲۱۰
۱۴-۶	تمرین‌های فصل ششم	۲۱۱
۱۵-۶	منابع	۲۱۲
۷	فصل هفتم: زهکش مقاطع	۱۷۵

۲۱۵	۱-۷	مقدمه
۲۱۵	۲-۷	انواع زهکش‌های متقاطع
۲۱۵	۱-۲-۷	مجرای عبوری زهکش
۲۱۷	۲-۲-۷	گذرگاه عالی (بالا)
۲۱۷	۳-۲-۷	سطح محل تقاطع
۲۱۸	۴-۲-۷	ورودی و خروجی
۲۱۹	۳-۷	تخصیصیات طراحی زهکشی متقاطع
۲۲۰	۴-۷	جریان انتقال زیر بحرانی میتر
۲۲۲	۵-۷	کاهش انرژی یا افت سراسری سیفون
۲۲۳	۶-۷	نیروی بالا راننده (آپ لیفت)
۲۲۴	۷-۷	نتیجه‌گیری
۲۲۵	۸-۷	تمرین‌های فصل هفتم
۲۲۶	۹-۷	منابع
۲۲۷	۸	فصل هشتم: پوشش کانال‌ها و زمین‌های بایر
۲۲۹	۱-۸	مقدمه
۲۲۹	۲-۸	ضرورت پوشش کانال‌ها
۲۲۹	۱-۲-۸	فواید پوشش
۲۳۲	۲-۲-۸	معایب پوشش‌دار کردن
۲۳۳	۳-۸	مصالح پوششی
۲۳۳	۴-۸	انواع پوشش
۲۳۳	۱-۴-۸	پوشش بتنی مستحکم
۲۳۴	۲-۴-۸	پوشش پاششی

- ۳-۴-۸ پوشش‌های پیش‌ساخته بتنی ۲۳۴
- ۴-۴-۸ پوشش دوغاب سیمانی ۲۳۵
- ۵-۴-۸ پوشش خاکی سیمانی ۲۳۵
- ۶-۴-۸ پوشش آجری ۲۳۶
- ۷-۴-۸ پوشش کاه گل ۲۳۷
- ۸-۴-۸ پوشش سنگی (صخره‌ای) ۲۳۷
- ۹-۴-۸ پوشش آسفالتی ۲۳۷
- ۱۰-۴-۸ پوشش کربنات سدیم ۲۳۸
- ۱۱-۴-۸ پوشش نفتی جاده ۲۳۸
- ۱۱-۴-۸ پوشش‌های، سبک و پیش‌ساخته ۲۳۸
- ۵-۸ انتخاب نوع پوشش ۲۳۸
- ۶-۸ طبقه‌بندی پوشش ۲۴۰
- ۷-۸ زمین‌های بایر ۲۴۱
- ۱-۷-۸ باتلاقی شدن ۲۴۲
- ۲-۷-۸ شوری ۲۴۴
- ۳-۷-۸ فرسایش ۲۴۶
- ۴-۷-۸ زمین لغزش ۲۵۱
- ۸-۸ روش‌های علاج بخشی: مدیریت هرزاب ۲۵۳
- ۹-۸ زهکشی زمین ۲۵۶
- ۱-۹-۸ زهکش‌های سطحی ۲۵۶
- ۲-۹-۸ زهکش زیرزمینی یا سفالی ۲۵۷
- ۱۰-۸ نتیجه‌گیری ۲۶۷

۲۶۸.....	۱۱-۸	تمرین‌های فصل هشتم.....
۲۶۹.....	۱۲-۸	منابع.....
۲۷۱.....	۹	فصل نهم: شیب شکن‌ها.....
۲۷۳.....	۱-۹	مقدمه.....
۲۷۴.....	۲-۹	انواع شیب‌شکن.....
۲۷۴.....	۱-۲-۹	شیب‌شکن اوجی.....
۲۷۵.....	۲-۹	شیب‌شکن پلکانی.....
۲۷۵.....	۳-۱-۹	شیب‌شکن قائم.....
۲۷۶.....	۴-۲-۹	شیب‌شکن تند.....
۲۷۷.....	۵-۲-۹	شیب‌شکن سرازیری ملایم.....
۲۷۸.....	۶-۲-۹	شیب‌شکن شخافا دوزنقه‌ای.....
۲۷۸.....	۷-۲-۹	شیب‌شکن اسکانها (باهی).....
۲۷۹.....	۸-۲-۹	شیب‌شکن مانتاگ.....
۲۸۰.....	۹-۲-۹	شیب‌شکن اینگلیز یا بلوت‌دار.....
۲۸۰.....	۳-۹	استفاده از کانال شیب‌شکن برای اکتانگیری جریان.....
۲۸۱.....	۴-۹	کانال فرار (گریز).....
۲۸۲.....	۱-۴-۹	کانال فرار مازاد.....
۲۸۲.....	۲-۴-۹	کانال انحرافی.....
۲۸۳.....	۳-۴-۹	کانال گریز شست و شو دهنده.....
۲۸۴.....	۵-۹	نتیجه‌گیری.....
۲۸۵.....	۶-۹	تمرین‌های فصل نهم.....
۲۸۶.....	۷-۹	منابع.....

۲۸۷.....	۱۰ فصل دهم: طراحی کانال.....
۲۸۹.....	۱-۱۰ مقدمه.....
۲۸۹.....	۲-۱۰ طراحی کانال غیر فرسایشی.....
۲۸۹.....	۱-۲-۱۰ روش مقطع بهینه اقتصادی.....
۳۰۰.....	۲-۲-۱۰ روش سرعت مجاز.....
۳۰۴.....	۳-۱۰ مقطع کاربردی کانال پوشش دار.....
۳۰۷.....	۴-۱۰ طراحی کانال فرسایشی در خاک های آبرفتی.....
۳۰۷.....	۵-۱۰ تئوری رسوب گذاری.....
۳۰۸.....	۵-۱-۵ گام های مورد نیاز برای طراحی کانال با تئوری گذاری.....
۳۱۰.....	۵-۱۰ مشکلات تئوری گذاری.....
۳۱۱.....	۶-۱۰ تئوری رژیم لایه.....
۳۱۲.....	۷-۱۰ طرح ساده شاخه ها و میسر در تئوری گذاری.....
۳۱۹.....	۸-۱۰ برنامه کامپیوتری برای کانال روش تئوری گذاری.....
۳۲۰.....	۹-۱۰ تئوری رژیم لایه.....
۳۲۰.....	۹-۱-۹ معادله رژیم لایه (Lacey).....
۳۲۵.....	۹-۲-۱۰ مراحل طراحی در تئوری لایه.....
۳۲۹.....	۱۰-۱۰ روش نیروی کششی.....
۳۳۱.....	۱-۱۰-۱۰ نسبت نیروی کششی.....
۳۳۳.....	۲-۱۰-۱۰ مقطع هیدرولیکی پایدار.....
۳۳۵.....	۱۱-۱۰ تئوری نیروی کششی شیلدز.....
۳۳۸.....	۱-۱۱-۱۰ رابطه بین قطر ذرات، شعاع هیدرولیکی و شیب.....
۳۴۲.....	۱۲-۱۰ نتیجه گیری.....

۳۴۳.....	۱۳-۱۰	تمرین‌های فصل دهم
۳۴۵.....	۱۴-۱۰	منابع
۳۵۱.....	۱۱	فصل یازدهم: معرفی مهندسی برقایی
۳۵۳.....	۱-۱۱	مقدمه
۳۵۳.....	۲-۱۱	توسعه نیروی محرکه برق در هند و سایر کشورها
۳۵۶.....	۳-۱۱	نیروی محرکه برق و نیروی گرمایی
۳۵۸.....	۴-۱۱	طبقه‌بندی طرح‌ها یا نیروگاه‌های برقایی
۳۵۸.....	۱-۱۱	۱-طبقه‌بندی بر مبنای خصوصیات هیدرولیکی
۳۶۱.....	۲-۴-۱۱	۲-طبقه‌بندی نیروگاه برقایی بر مبنای ارتفاع ریزش آب
۳۶۲.....	۳-۴-۱۱	۳-طبقه‌بندی بر مبنای نوع کاری
۳۶۳.....	۴-۴-۱۱	۴-طبقه‌بندی نیروگاه برقایی بر مبنای موقعیت موتورخانه
۳۶۴.....	۵-۱۱	تعریف برخی از اصطلاحات مرتبط با مهندسی برقایی
۳۶۷.....	۶-۱۱	اجزای طرح‌های برقایی
۳۶۹.....	۷-۱۱	نتیجه‌گیری
۳۷۱.....	۸-۱۱	تمرین‌های فصل یازدهم
۳۷۲.....	۹-۱۱	منابع
۳۷۵.....	۱۲	فصل دوازدهم: مخازن
۳۷۷.....	۱-۱۲	مقدمه
۳۷۷.....	۲-۱۲	تعاریف
۳۷۸.....	۳-۱۲	طبقه‌بندی مخزن بر اساس هدف
۳۷۹.....	۴-۱۲	انتخاب مکان مخزن
۳۸۰.....	۵-۱۲	تعیین ظرفیت ذخیره

۳۸۰.....	۱۲-۵-۱ تعیین ظرفیت ذخیره سد به وسیله نقشه خطوط تراز
۳۸۲.....	۱۲-۵-۲ تعیین ظرفیت ذخیره مخزن به وسیله منحنی جرم
۳۹۰.....	۱۲-۶ ناحیه ذخیره در مخزن
۳۹۲.....	۱۲-۷ رسوب مخزن
۳۹۳.....	۱۲-۸ جریان های غلیظ در مخزن (جریان لایه ای)
۳۹۴.....	۱۲-۹ کنترل رسوب در مخزن
۳۹۶.....	۱۲-۱۰ اثر رسوب بر عملکرد مخزن
۳۹۶.....	۱۲-۱۱ راندمان تله اندازی مخزن
۳۹۷.....	۱۲-۱۲ : بسط ظرفیت به جریان ورودی به راندمان تله اندازی
۳۹۹.....	۱۲-۱۳ برآورد عمر مفید مخزن
۴۰۰.....	۱۲-۱۴ مطالعات رسوب حزن با شیوه های سنجش از دور
۴۰۷.....	۱۲-۱۵ نتیجه گیری
۴۰۸.....	۱۲-۱۶ تمرین های فصل دوازدهم
۴۱۱.....	۱۲-۱۷ منابع
۴۱۳.....	۱۳ فصل سیزدهم: مقدمه کلی سدها
۴۱۵.....	۱۳-۱ مقدمه
۴۱۵.....	۱۳-۲ طبقه بندی سدها
۴۱۵.....	۱۳-۲-۱ طبقه بندی بر اساس نقش و کاربرد
۴۱۸.....	۱۳-۲-۲ طبقه بندی بر اساس ساختار طرح
۴۲۸.....	۱۳-۲-۳ طبقه بندی بر اساس مواد مورد استفاده در ساخت
۴۳۶.....	۱۳-۲-۴ طبقه بندی بر اساس شکل مقطع عرضی
۴۳۶.....	۱۳-۲-۵ طبقه بندی بر اساس طراحی هیدرولیکی

انتخاب نوع سد برای طرح‌های مختلف آبی.....	۳-۱۳	۴۳۷
انتخاب محل سد	۴-۱۳	۴۴۰
نتیجه‌گیری	۵-۱۳	۴۴۱
تمرین‌های فصل سیزدهم	۶-۱۳	۴۴۲
منابع	۷-۱۳	۴۴۳
۱۴ فصل چهاردهم: سدهای وزنی.....		
مقدمه	۱-۱۴	۴۴۷
نیروهای وارد بر سدهای وزنی	۲-۱۴	۴۴۷
۱-۲-۱۴ شار آب	۴۴۷	
۲-۲-۱۴ وزن	۴۴۸	
۳-۲-۱۴ نیروی خیزش (آب‌یفت)	۴۴۸	
۴-۲-۱۴ زمین لرزه یا نیروی ارتعاش	۴۵۱	
۵-۲-۱۴ فشار موج	۴۵۲	
۶-۲-۱۴ فشار یخ	۴۵۳	
۷-۲-۱۴ فشار رسوبات	۴۵۳	
۸-۲-۱۴ فشار باد	۴۵۳	
دلایل شکست سد وزنی	۳-۱۴	۴۵۴
تنش اصلی و برشی	۴-۱۴	۴۶۰
روش‌های مختلف تحلیل پایداری	۵-۱۴	۴۶۴
۱-۵-۱۴ روش ثقلی یا تحلیل پایداری دو بعدی	۴۶۴	
۲-۵-۱۴ روش آزمایش بار پیچش	۴۶۷	
۳-۵-۱۴ روش مقایسه دال	۴۶۸	

۴۶۸	۴-۵-۱۴ روش مقایسه شبکه
۴۶۹	۵-۵-۱۴ روش آزمایشگاهی
۴۶۹	۶-۱۴ اصول طراحی سد وزنی
۴۷۰	۷-۱۴ شکل ابتدایی سد وزنی
۴۷۱	۱-۷-۱۴ عرض بستر در معیار تنش
۴۷۳	۱۴-۷-۲ عرض بستر در معیار لغزش
۴۷۴	۱-۱۴ مشخصات کاربردی سد وزنی
۴۷۵	۹-۱۴ سد وزنی بلند و کوتاه
۴۸۰	۱۰-۱۴ روش ای طراحی سد وزنی
۴۸۰	۱۰-۱۴ روش گام به گام چندگانه
۴۸۱	۱۴-۱۰-۲ روش گام به گام تک گانه
۴۹۰	۱۱-۱۴ عملیات فونداسیون
۴۹۲	۱۲-۱۴ گالری ها
۴۹۳	۱۳-۱۴ سازه های انحراف آب
۴۹۴	۱۴-۱۴ مجاری خروج سد
۴۹۶	۱۵-۱۴ اتصالات ساختمانی در سد وزنی
۴۹۷	۱۴-۱۵-۱ راهکارهای کلیدی برای ایجاد مقاومت در سد
۴۹۸	۱۴-۱۵-۲ آب بندی
۴۹۸	۱۶-۱۴ ملاحظات محیطی و اکولوژی
۴۹۹	۱۷-۱۴ نتیجه گیری
۵۰۰	۱۸-۱۴ تمرین های فصل چهاردهم
۵۰۲	۱۹-۱۴ منابع

۱۵	فصل پانزدهم: سدهای خاکی و سدهای قوسی.....	۵۰۵
۱-۱۵	مقدمه.....	۵۰۷
۲-۱۵	دلایل شکست سد خاکی.....	۵۰۸
۱-۲-۱۵	شکست‌های هیدرولیکی.....	۵۰۸
۱۵-۲-۲	شکست‌های ناشی از نشست.....	۵۰۹
۳-۲-۱۵	شکست سازه‌ای.....	۵۱۰
۳-۱۵	معیارهای طراحی ایمن برای سد خاکی.....	۵۱۲
۴-۱۵	کنترل نشست در سد خاکی.....	۵۱۴
۵-۱۵	طراحی سد خاکی.....	۵۱۵
۶-۱۵	سیستم‌های دفنی در پایین دست سد خاکی.....	۵۱۷
۷-۱۵	تحلیل نشست در سد خاکی.....	۵۱۸
۱۵-۷-۱	محاسبه مقدار نشست.....	۵۲۰
۸-۱۵	سدهای قوسی.....	۵۲۱
۱۵-۸-۱	انبروهای وارد بر سد قوسی.....	۵۲۳
۹-۱۵	طبقه‌بندی سدهای قوسی.....	۵۲۳
۱۵-۹-۱	سد قوسی با شعاع ثابت.....	۵۲۳
۲-۹-۱۵	سد قوسی با شعاع متغیر.....	۵۲۴
۳-۹-۱۵	سد قوسی با زاویه ثابت.....	۵۲۵
۱۰-۱۵	تئوری‌های طراحی سد قوسی.....	۵۲۶
۱۵-۱۰-۱	روش نظری استوانه نازک.....	۵۲۶
۱۵-۱۰-۲	آنالیز بارگذاری آزمایشی.....	۵۲۹
۱۱-۱۵	نتیجه‌گیری.....	۵۳۳

۵۳۴.....	۱۲-۱۵ تمرین‌های فصل پانزدهم
۵۳۵.....	۱۳-۱۵ منابع
۵۳۹.....	۱۶ فصل شانزدهم: سرریزها
۵۴۱.....	۱-۱۶ مقدمه
۵۴۱.....	۲-۱۶ انواع سرریز
۵۴۲.....	۱-۲-۱۶ سرریز ریزشی آزاد یا سرریز شیب‌شکن
۵۴۳.....	۲-۲-۱۶ سرریز اوجی (کمانی)
۵۴۴.....	۳-۲-۱۶ سرریز شیب‌دار یا شوت
۵۴۵.....	۴-۲-۱۶ سرریز تابی
۵۴۶.....	۵-۲-۱۶ سرریز نیوفری
۵۴۷.....	۶-۲-۱۶ سرریز سبوم
۵۴۸.....	۷-۲-۱۶ سرریز اضطراری
۵۴۹.....	۸-۲-۱۶ سرریزهای زینی
۵۵۰.....	۹-۲-۱۶ سرریز دریچه‌دار
۵۵۰.....	۱۰-۲-۱۶ سرریز تونلی
۵۵۱.....	۱۱-۲-۱۶ سرریز پلکانی
۵۵۲.....	۳-۱۶ دریچه‌های واقع بر تاج سرریز
۵۵۹.....	۴-۱۶ نتیجه‌گیری
۵۵۹.....	۵-۱۶ تمرین‌های فصل شانزدهم
۵۶۱.....	۶-۱۶ منابع
۵۶۳.....	۱۷ فصل هفدهم: سازه‌های آبگیر
۵۶۵.....	۱-۱۷ مقدمه

- ۱۷-۲ اجزای آبیگیر ۵۶۶
- ۱۷-۳ عملکرد آبیگیرها ۵۶۶
- ۱۷-۴ انواع آبیگیرها ۵۶۷
- ۱-۴-۱۷ سازه آبیگیر رواناب رودخانه‌ای ۵۶۷
- ۱۷-۴-۲ کانال آبیگیری ۵۶۹
- ۱۷-۴-۳ بند آبیگیری ۵۷۰
- ۱۷-۴-۴ برج آبیگیری مرطوب ۵۷۱
- ۱۷-۴-۵ برج آبیگیری خشک ۵۷۲
- ۱۷-۴-۶ آبیگیر سازه مستغرق ۵۷۲
- ۱۷-۴-۷ سرریز استوانه‌ای ۵۷۴
- ۱۷-۴-۸ آبیگیرهای با طرح خاص ۵۷۵
- ۱۷-۵ زباله‌گیرها ۵۷۵
- ۱۷-۵-۱ فاصله ستون‌ها ۵۷۶
- ۱۷-۵-۲ نیروهای وارد بر زباله گیرها ۵۷۶
- ۱۷-۵-۳ تمیز کردن زباله گیرها ۵۷۷
- ۱۷-۵-۴ سرعت در زباله گیرها ۵۷۷
- ۱۷-۶ تلفات انرژی در آبراه ۵۷۸
- ۱۷-۶-۱ تلفات در آبیگیرها ۵۷۸
- ۱۷-۶-۲ تلفات در لوله‌ها ۵۸۱
- ۱۷-۷ شیرها و دریچه‌ها ورودی کانال ۵۸۲
- ۱۷-۷-۱ طبقه‌بندی شیرها و دریچه‌ها ۵۸۳
- ۱۷-۷-۲ برخی از مشکلات مشترک در دریچه‌ها یا شیرها ۵۸۳

۵۸۴.....	نتیجه گیری	۸-۱۷
۵۸۵.....	تمرین های فصل هفدهم	۹-۱۷
۵۸۶.....	منابع	۱۰-۱۷
۵۸۹.....	فصل هجدهم: سایر اجزای نیروگاه برقایی	۱۸
۵۹۱.....	مقدمه	۱-۱۸
۵۹۱.....	مخازن کوچک آب نیروگاه های برقایی (مخزن اضافه)	۲-۱۸
۵۹۱.....	استخرهای مصنوعی	۳-۱۸
۵۹۲.....	مخزن موج شکن (سرج تانک)	۴-۱۸
۵۹۳.....	عملکرد مخزن موج شکن	۱-۴-۱۸
۵۹۷.....	لوازه دی به نیروگاه (لوله های تحت فشار بالا)	۵-۱۸
۶۰۰.....	توربین ها	۶-۱۸
۶۰۱.....	طبقه بندی توربین ها	۱-۶-۱۸
۶۰۲.....	انتخاب نوع توربین رای پروژه های آبی مختلف	۲-۶-۱۸
۶۰۴.....	موتور خانه	۷-۱۸
۶۰۶.....	واحد ترانسفورماتور	۸-۱۸
۶۰۷.....	لوله مکش توربین	۹-۱۸
۶۰۸.....	انواع لوله های مکش	۱-۹-۱۸
۶۰۹.....	مجرای خروجی	۱۰-۱۸
۶۱۰.....	نتیجه گیری	۱۱-۱۸
۶۱۱.....	تمرین های فصل هجدهم	۱۲-۱۸
۶۱۲.....	منابع	۱۳-۱۸
۶۱۳.....	فصل نوزدهم: تجزیه و تحلیل معادلات حالت غیرماندگار	۱۹

۱-۱۹	مقدمه	۶۱۵
۲-۱۹	استخراج معادلات پیوستگی در سرج مخزن موج شکن	۶۱۵
۳-۱۹	راه حل های کلاسیک	۶۱۹
۴-۱۹	رابطه توما برای مساحت سرج تانک	۶۲۴
۵-۱۹	حل تقریبی با روش جیگیر با در نظر گرفتن اصطکاک	۶۲۹
۶-۱۹	پیشینه حل های ترسیمی	۶۳۲
۷-۱۹	پیشینه کارهای انجام شده برای حل های عددی	۶۳۳
۱-۹	روش ساده تفاضل محدود	۶۳۴
۷-۱۹	روش جاکریسن	۶۳۵
۳-۷-۱۹	روش پرس	۶۳۷
۴-۷-۱۹	روش میانگین ساده حسابی	۶۳۸
۵-۷-۱۹	روش اسکاند	۶۳۸
۸-۱۹	برنامه رایانه ای برای حل	۶۴۵
۹-۱۹	مقایسه روش های عددی	۶۴۹
۱۰-۱۹	کارهای تجربی و ارائه داده ها	۶۵۱
۱۱-۱۹	مقایسه روش های حل عددی با داده های تجربی	۶۵۵
۱۲-۱۹	نتیجه گیری	۶۵۷
۱۳-۱۹	تمرین های فصل نوزدهم	۶۵۹
۱۴-۱۹	منابع	۶۶۱
۲۰	فصل بیستم: اثر ضربه قوچ در لوله بدون سرج تانک	۶۶۵
۱-۲۰	مقدمه	۶۶۷
۲-۲۰	معادله مومنتوم غیردائمی در بسته شدن دریچه	۶۶۷

- ۳-۲۰ معادله پیوستگی جریان غیر ماندگار ۶۷۱
- ۴-۲۰ اقدامات صورت گرفته برای حل معادلات پیوستگی ۶۷۵
- ۵-۲۰ حل عددی معادلات ۶۷۸
- ۶-۲۰ روش مشخصات (MoC) ۶۷۹
- ۶-۲۰-۱ فرم‌های تفاضل محدود معادلات ۶۸۱
- ۶-۲۰-۲-۲۰ شرایط مرزی قبل از انسداد کامل ۶۸۳
- ۶-۲۰-۳-۲۰ شرایط مرزی بالادست در مخزن ۶۸۴
- ۷-۲۰ روش تفاضل محدود لاکس ۶۸۴
- ۷-۲۰-۱-۱ معادلات تفاضل محدود لاکس ۶۸۵
- ۸-۲۰ برنامه رایانه‌ای با مدل‌های عددی ۶۸۶
- ۹-۲۰ تجزیه و تحلیل روش‌های حل عددی ۶۹۵
- ۱۰-۲۰ نتیجه‌گیری ۶۹۹
- ۱۱-۲۰ تمرین‌های فصل بیستم ۷۰۰
- ۱۲-۲۰ منابع ۷۰۱
- ۲۱ نمایه موضوعی ۷۰۳