

طراحی کانال‌ها و سازه‌های انتقال آب

تألیف:

دکتر عبدالرضا بیری سامانی

دانشیار دانشکده مهندسی عمران

دانشگاه صنعتی اصفهان

مهندس سارا باقری

دانشجوی دکتری دانشکده مهندسی عمران

دانشگاه صنعتی اصفهان

سرشناسه	کبیری سامانی، عبدالرضا، ۱۳۵۶
عنوان و نام پدیدآور	طراحی کانال‌ها و سازه‌های انتقال آب/ تألیف: عبدالرضا کبیری سامانی، سارا باقری
مشخصات نشر	اصفهان: انتشارات ارکان دانش، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	بست و چهار، ۸۸۰ ص: مصور، جدول، نمودار
شابک	978-600-287-034-6
وضعیت فهرست‌نویسی	فیبا
یادداشت	واژه‌نامه
یادداشت	کتابنامه: ص [۸۵۵] - ۸۶۱
موضوع	آبیاری - کانال‌ها و نهرها - طرح و ساختمان
موضوع	آبگیرها - طرح و محاسبه
موضوع	کانال‌ها - طرح و محاسبه
موضوع	سازه‌های هیدرولیکی - طرح و ساختمان
نامه افورده	باقری، سارا، ۱۳۶۴
رده‌بندی کنگره	۱۳۹۳ ط ۴ ۲ ۵ ۳۰/۷ TC۹۳
ردیف دیویی	۶۲۷/۱۳۱
شماره کتابشناختی	۳۴۴۳۷۰



انتشارات ارکان دانش ناشر برگزیده سال ۱۳۸۷ استان اصفهان

و ناشر برگزیده نمایه‌گاه بین‌المللی کتاب تهران در سال ۱۳۸۹

انتشارات ارکان دانش

نام کتاب	طراحی کانال‌ها و سازه‌های انتقال آب
مؤلفین	دکتر عبدالرضا کبیری سامانی - مهندس سارا باقری
ناشر	انتشارات ارکان دانش
چاپ اول	بهار ۱۳۹۳ (فروردین ماه)
شمارگان	۱۰۰۰ جلد
مدیر تولید	نسیرین مختاری
تنظیم و صفحه‌آرایی	مؤلفین
طراحی جلد	کانون آگهی و تبلیغات نقشینه
لیتوگرافی	طاها
چاپ متن	پارسا
چاپ جلد	کنکاش
صحافی	پیمان‌گستر
قطع و شمارش صفحات	وزیری، ۹۰۴ صفحه
بها	۳۸۰۰۰۰ ریال

ISBN: 978-600-287-034-6

شابک: ۶ - ۲۸۷-۰۳۴ - ۶۰۰ - ۹۷۸

اصفهان: خیابان شیخ بهایی، چهارراه سرتیپ، کوی شهید مهرداد انصاری (سرتیپ)، نرسیده به طالقانی، پلاک ۹۲.
تلفن ناشر: ۲۳۴۱۳۳۹، نمابر: ۲۳۴۱۳۳۹، مرکز فروش: ۲۳۵۶۸۵۸، ۲۲۱۹۹۷۸، کدپستی: ۸۱۳۵۸-۶۵۶۳۱
۲۳۵۶۸۵۹

پیشگفتار

اهمیت آب در حیات این کره خاکی و نقش آن در زندگی تمامی موجودات زنده بر کسی پوشیده نیست. حفظ و کنترل این منبع - یکی همواره یکی از دغدغه‌های اصلی انسان‌ها در طول تاریخ بوده و روش زندگی، توسعه تکنولوژی و حتی فرهنگ‌ها را نیز متأثر ساخته است. مروری ساده و گذرا بر تاریخ ایران زمین نشان می‌دهد که نیازهای آب، پیشگامان عرصه مهندسی آب بوده‌اند و سازه‌های آبی به‌جا مانده از آن دوران، نشان‌گر نبوغ و استعداد وافر آب در این زمینه است.

در چند دهه اخیر نیاز به آب و بهره‌برداری از منابع موجود، رشد چشم‌گیری داشته است و لذا با توجه به محدود بودن منابع آب، استفاده بهینه از این منابع و افزایش بهره‌وری آن در تمامی بخش‌های استحصال، انتقال و مصرف، امری ضروری می‌نماید. صبح است که تمامی این موارد مستلزم دانش کافی و آشنایی با روش‌های نوین طراحی، مدیریت و بهره‌برداری از منابع آبی است. این کتاب با هدف تأمین بخشی از این نیاز و بیان اصول و روش‌های طراحی کانال‌ها، سازه‌های انتقال آب، به رشته تحریر درآمده است.

به منظور رعایت انسجام و پیوستگی مطالب، کتاب حاضر در دوازده فصل نگاشته شده است. فصل اول شامل نگاهی بر تاریخچه انتقال آب، در طی دوره‌های مختلف بوده و با هدف آشنایی دانش‌پژوهان با اهمیت و قدمت بهره‌برداری از منابع آب تدوین شده است. در فصل دوم منابع اصلی تأمین آب مورد نیاز معرفی و مهم‌ترین نکات مربوط به نحوه بهره‌برداری از منابع آب ارائه شده است. فصل سوم شامل معرفی سازه‌های آبگیر، از هریک از منابع تأمین آب و جزئیات طراحی آنها است. در فصل چهارم که آن را می‌توان از مهم‌ترین فصول این کتاب برشمرد، به بیان نکات طراحی انواع کانال‌های انتقال آب شامل پوشش‌دار و خاکی پرداخته شده است. فصل پنجم به معرفی و ارائه روش‌های طراحی مهم‌ترین سازه‌های موجود در مسیر کانال‌ها همچون تبدیل‌ها، کالورت‌ها، سیفون‌های معکوس، ناوهای روزمینی و پایه‌دار و

ساختمان‌های زهکش تقاطعی اختصاص یافته است. در فصل ششم چگونگی طراحی انواع سازه‌های شیب‌شکن و تندآب به تفصیل بیان شده است. در فصل‌های هفتم و هشتم به معرفی انواع سرریزها و فلوم‌های اندازه‌گیری دبی جریان پرداخته شده است و فصل نهم نیز به معرفی انواع پمپ‌ها و بیان مهم‌ترین نکات مرتبط با انتخاب پمپ و طراحی ایستگاه‌های پمپاژ اختصاص یافته است. در فصل دهم تلاش شده است تا ضمن معرفی انواع شیرآلات موجود، موارد استفاده، معایب و مزایای هریک ذکر شود. به‌منظور آشنایی دانش‌پژوهان با نحوه کنترل و تخلیه زه‌آب‌ها، در فصل یازدهم گزیده‌ای از مباحث گسترده طراحی زهکش‌ها و هرزآبروها ارائه گردیده است. در نهایت فصل دوازدهم شامل مطالعات پایداری سازه‌های تکی و طراحی پوشش‌های حفاظتی در بالادست و پایین‌دست این سازه‌ها است.

مطلب کتاب در دو رنگ سیاه و خاکستری نگارش یافته است. واژه‌های مهم و شماره شکل‌ها، جداول و روابط به رنگ خاکی درآورده شده‌اند. در نگارش این کتاب از آخرین مراجع به‌خصوص جدیدترین روش‌ها، طراحی کانال‌ها و سازه‌های انتقال آب استفاده شده است. برخی از مطالب این کتاب حاصل تحقیقات نویسندگان است. در هر فصل برای ارائه نمونه‌های محاسباتی و طراحی، مثال‌هایی ارائه شده و در انتهای هر فصل دیدی خاص اضافه آورده شده است.

اگرچه کتاب حاضر به‌گونه‌ای نگارش یافته است که برای کلیه محققین، دانشجویان گرایش‌های مختلف علوم و مهندسی آب و نیز مهندسی عمران قابل استفاده باشد، اما آگاهی از اصول اولیه مکانیک سیالات و هیدرولیک به‌عنوان پیش‌نیاز آن ضروری است. لازم به ذکر است که در گذشته‌ای نه چندان دور دست‌یابی به جواب‌های دقیق در روش‌های مبتنی بر محاسبات خطا بسیار طاقت‌فرسا بوده است و در نتیجه جداول و نمودارهای بسیاری، جهت حل پاره‌ای از روابط هیدرولیکی نظیر تعیین اعماق نرمال و بحرانی در کانال‌های دوزنقه‌ای و دایره‌ای و یا تخمین ضرایب زبری توسعه یافته بودند. اما امروزه پیشرفت تکنولوژی و بهره‌گیری از رایانه‌ها و ماشین‌های حساب مهندسی، امکان استفاده از کلیه روابط موجود را با سهولت و دقت چشم‌گیری مقدور ساخته است. اگرچه در این کتاب در بخش مثال‌ها و محاسبات مربوطه بر استفاده مستقیم از روابط موجود تأکید شده است، برخی از جداول و نمودارهای کاربردی نیز جهت تحلیل و طراحی کانال‌ها و برخی سازه‌های انتقال آب ارائه شده‌اند. خاطر نشان می‌گردد که به‌علت ماهیت متغیر شرایط حاکم بر جریان، در بسیاری از موارد دست‌یابی به جواب‌های کاملاً دقیق مقدور نبوده و لازم است مهندسین طراح، صرفاً به نتایج حاصل از روابط اکتفا نکرده و با دیدی واقع‌بینانه کلیه مسائل حاکم بر طرح را در نظر بگیرند.

بر خود لازم می‌دانیم از کلیه کسانی که ما را در نگارش این اثر یاری داده‌اند، تشکر نماییم. از خانواده‌های عزیزمان که در مراحل نگارش این کتاب همواره یار و یاور ما بوده‌اند، از خانم مهندس سها گل‌افشان به‌خاطر طراحی جلد کتاب، از دانشجویان تحصیلات تکمیلی خانم‌ها و آقایان مهندس؛ زهرا فاطمی، سید محمد اخباری، علی‌اکبر افضلی، حسن پاریسیان، شهاب‌الدین دادجو، مجید رستمی، علی‌رضا عمرانیان، وحید قربانی، حسن قمیان، مهرداد کرمی، امیرمسعود کریمی، امیرحسین نیک‌پور به‌خاطر بازبینی متن و از مدیریت و کارکنان محترم نشر ارکان دانش به‌ویژه آقای مهندس محمد ترابی‌ان به‌خاطر چاپ و انتشار کتاب و سرکار خانم نسرین مختاری به‌خاطر تنظیمات نهایی کتاب صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نماییم.

امید است که این تلاش ناچیز مورد پسند و استفاده پویندگان و علاقه‌مندان این عرصه قرار گیرد. واضح است که این کتاب هم‌چون وجود ما خالی از اشکال و کاستی نخواهد بود که با نظر لطف الهی و انتقادات و پیشنهادها شما عزیزان رو به کاستی خواهد نهاد. لذا خواهشمندیم که ما را از نظرات ارزشمند خود بهره‌مند سازید زیرا در این مطلب شکی نیست که بارقه حقیقت، از تصادم و تضارب افکار پدید می‌آید. این اثر ناچیز را به رسم یک محقق احسان قلم و اندیشه به تمامی رهپویان عرصه علم تقدیم می‌نماییم.

عبدالرضا میری سامانی (akabiri@cc.iut.ac.ir)

سارا باغی (sara.bagheri@cv.iut.ac.ir)

فهرست مطالب

پیشگفتار.....	بج
فهرست مطالب.....	نه

فصل اول: مروری بر تاریخچه انتقال آب

۱-۱- مقدمه.....	۱
۲-۱- پیشینه انتقال آب در ایران.....	۲
۳-۱- بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی.....	۷
۴-۱- بهره‌برداری از آب‌های سطحی.....	۸
۵-۱- انتقال آب‌های سطحی.....	۹
۶-۱- توزیع آب.....	۱۲
۷-۱- آب‌بندی مجاری انتقال.....	۱۵
۸-۱- تقسیم آب و وسایل اندازه‌گیری.....	۱۶
۹-۱- استفاده از نیروی آب.....	۱۶
۱۰-۱- سیستم‌های سستی آبکشی از چاه.....	۱۷

فصل دوم: نگاهی بر منابع آب

۱-۲- مقدمه.....	۲۱
۲-۲- منابع زیرزمینی آب.....	۲۲
۱-۲-۲- انواع سفره‌های آب زیرزمینی.....	۲۳
۲-۲-۲- تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی.....	۲۵
۳-۲-۲- جریان آب‌های زیرزمینی.....	۲۶
۴-۲-۲- چاه‌ها.....	۲۷
۱-۴-۲-۲- دسته‌بندی چاه‌ها.....	۲۷
۲-۴-۲-۲- هیدرولیک چاه‌ها.....	۲۸
۳-۴-۲-۲- محاسبات چاه‌ها.....	۳۰
۵-۲-۲- قنات یا کاریز.....	۳۸
۱-۵-۲-۲- ساختمان قنات.....	۴۰
۲-۵-۲-۲- احداث قنات.....	۴۱
۳-۵-۲-۲- آبدهی قنات.....	۴۱

۴۱	 محاسبه آبدهی قنات	۴-۵-۲-۲
۴۴	 چشمه	۶-۲-۲
۴۴	 انواع چشمه	۱-۶-۲-۲
۴۵	 برداشت آب از چشمه‌ها	۲-۶-۲-۲
۴۷	 منابع آب سطحی	۳-۲
۴۷	 رودخانه‌ها	۱-۳-۲
۵۰	 دریاچه‌های آب شیرین	۲-۳-۲
۵۴	 ماس و بیرش‌ها	۴-۲
	فصل سوم طراحی آبگیرها	
۵۷	 مقدمه	۱-۳
۵۸	 آبگیری از ال	۲-۳
۵۹	 آبگیرهای مد	۱-۲-۳
۶۰	 آبگیرهای مد	۱-۱-۲-۳
۷۷	 روزنه با دریچه	۲-۱-۲-۳
۸۲	 چرخ اندازه گیر آب	۳-۱-۲-۳
۸۴	 آبگیرهای نیمه‌مدول	۲-۲-۳
۸۴	 آبگیر با دریچه کشویی	۱-۲-۲-۳
۹۰	 آبگیر با دریچه قطاعی	۲-۲-۲-۳
۹۵	 آبگیرهای غیرمدول	۳-۲-۳
۹۵	 آبگیرهای مجهز به دریچه کشویی ساده بدون سیستم اندازه‌گیری	۱-۳-۲-۳
۹۹	 دریچه‌های کشویی مجهز به سیستم اندازه‌گیری دبی جریان	۲-۳-۲-۳
۱۰۰	 دریچه خودکار هیدرولیکی تنظیم سطح آب بالادست آمیل	۴-۲-۳
۱۰۳	 دریچه خودکار هیدرولیکی تنظیم سطح آب پایین‌دست آویز	۵-۲-۳
۱۰۵	 دریچه خودکار هیدرولیکی تنظیم سطح آب پایین‌دست آویس	۶-۲-۳
۱۰۷	 آبگیری از رودخانه	۳-۳
۱۱۲	 آبگیری از رودخانه به‌صورت ثقلی	۱-۳-۳
۱۱۳	 آبگیری از رودخانه به‌صورت پمپاژ	۲-۳-۳
۱۱۴	 آبگیری از رودخانه به‌وسیله سد انحرافی	۳-۳-۳
۱۱۸	 طراحی حوضچه‌های رسوب‌گیر	۴-۳-۳

۱۲۲	۳-۴-۱- محاسبه سرعت ته‌نشین شدن دانه رسوب در آب ساکن
۱۲۵	۳-۴-۲- روش‌های محاسبه ابعاد حوضچه‌های رسوب‌گیر
۱۳۰	۳-۵-۱- آبیگری از رودخانه توسط آبیگر کف
۱۳۱	۳-۵-۱- سرریز
۱۳۱	۳-۵-۲- سازه ورودی
۱۳۱	۳-۵-۳- کف مشبک
۱۳۴	۳-۵-۴- دالان جمع‌کننده
۱۳۶	۲-۵-۵- اتاقک ته‌نشینی
۱۳۷	۳-۶-۱- ناظت از آبیگرهای رودخانه‌ای
۱۳۹	۳-۴-۱- آبیگری از مخازن
۱۳۹	۳-۴-۱- آبیگر از مخازن به‌صورت پمپاژ
۱۴۰	۳-۴-۲- آبیگری سطحی در دهانه
۱۴۳	۳-۴-۳- آبیگرهای تحتانی در دهانه
۱۴۸	۳-۴-۴- محاسبات هیدرولیکی آبیگرهای سطحی
۱۴۸	۳-۴-۴-۱- تعیین رقم طراحی سطح در مخزن سد
۱۴۹	۳-۴-۴-۲- محاسبات هیدرولیکی لوله آبگ
۱۶۰	۳-۵-۱- راه‌ماهی
۱۶۱	۳-۵-۱- راه‌ماهی شکاف‌دار قائم
۱۶۲	۳-۵-۲- راه‌ماهی دنیل
۱۶۲	۳-۵-۳- راه‌ماهی سرریزی
۱۶۳	۳-۵-۴- راه‌ماهی محبوس
۱۶۳	۳-۵-۵- راه‌ماهی حبس و انتقال
۱۶۵	۳-۵-۶- راه‌ماهی سنگ‌پله‌ای
۱۶۵	۳-۵-۷- راه‌ماهی کنارگذر
۱۶۶	۳-۵-۸- راه‌ماهی کالورتی
۱۶۶	۳-۵-۹- حصار ماهی
۱۶۷	۳-۶- مسائل و پرسش‌ها
	فصل چهارم: طراحی کانال‌ها
۱۷۱	۴-۱- مقدمه

۱۷۲	۲-۴- کانال‌های آبیاری.....
۱۷۵	۱-۲-۴- طبقه‌بندی کانال‌های آبیاری.....
۱۷۶	۱-۱-۲-۴- کانال آبرسان یا تغذیه کننده.....
۱۷۶	۲-۱-۲-۴- کانال درجه ۱.....
۱۷۶	۳-۱-۲-۴- کانال‌های توزیع کننده یا درجه ۲.....
۱۷۶	۴-۱-۲-۴- کانال‌های فرعی یا درجه ۳.....
۱۷۶	۵-۱-۲-۴- کانال‌های مزرعه یا کانال‌های درجه ۴.....
۱۷۷	۲- تعیین ظرفیت کانال‌های آبیاری.....
۱۷۸	۱-۲-۲-۴- تخمین نیاز آبی گیاه.....
۱۷۸	۲-۴- انتخاب نوع محصول.....
۱۷۸	۳-۲-۴- تراکم کشت.....
۱۷۹	۲-۴-۱-۵- موجودی آب.....
۱۷۹	۲-۴-۱-۵-۱- محدودیت نیاز آبی.....
۱۸۱	۲-۴-۲-۶- نیازهای فصلی و روش پخش آبیاری.....
۱۸۲	۲-۴-۲-۷- تعیین نیاز آبی مالت.....
۱۸۲	۲-۴-۲-۸- راندمان‌های آبیاری.....
۱۸۳	۲-۴-۲-۹- تعیین کل نیاز آبیاری.....
۱۸۵	۲-۴-۲-۱۰- هیدرومدول آبیاری.....
۱۸۶	۲-۴-۲-۱۱- ضریب انعطاف پذیری.....
۱۹۰	۳-۴- بررسی‌های مکانیک خاک و ژئوتکنیک.....
۱۹۲	۱-۳-۴- انواع حفاری‌های متداول و مشخصات آنها.....
۱۹۲	۲-۳-۴- انواع نمونه‌ها.....
۱۹۳	۳-۳-۴- انواع بررسی‌های آزمایشگاهی متداول.....
۱۹۴	۴-۳-۴- انواع آزمایش‌های صحرایی متداول.....
۱۹۴	۵-۳-۴- آزمایش‌های مورد نیاز برای خاک‌های مسأله‌دار.....
۱۹۴	۱-۵-۳-۴- خاک‌های متورم‌شونده.....
۱۹۵	۲-۵-۳-۴- خاک‌های واگرا.....
۱۹۵	۳-۵-۳-۴- خاک‌های رمنده.....
۱۹۵	۴-۵-۳-۴- خاک‌های حاوی مواد حل‌شونده.....
۱۹۶	۶-۳-۴- عایق‌بندی یا تعویض خاک در بسترهای دارای گچ.....

۱۹۶	۴-۳-۷- عمق مورد نیاز برای حفاری
۲۰۰	۴-۳-۸- دسته‌بندی خاک‌ها
۲۰۱	۴-۴- مسیر کانال
۲۰۶	۴-۵- خصوصیات هیدرولیکی در طراحی کانال‌ها
۲۰۶	۴-۵-۱- تخمین شکل سطح مقطع (هیدرولیکی، اجرایی، اقتصادی)
۲۰۶	۴-۵-۱-۱- شکل سطح مقطع در کانال‌های پوشش شده
۲۰۷	۴-۵-۱-۲- شکل سطح مقطع در کانال‌های پوشش نشده و مجاری طبیعی
۲۰۸	۴-۵- روابط هیدرولیکی
۲۱۱	۴-۵-۱- تعیین مقطع هیدرولیکی
۲۱۵	۴-۵-۴- ضریب زیری مانینگ
۲۱۸	۴-۵-۵- نسبت عرض به عمق کانال
۲۲۰	۴-۵-۶- شیب طولی
۲۲۱	۴-۵-۷- شیب جانبی کانال
۲۲۲	۴-۵-۸- ارتفاع آزاد
۲۲۶	۴-۵-۹- حداکثر سرعت مجاز آب در کانال
۲۲۷	۴-۵-۱۰- حداقل سرعت مجاز
۲۲۸	۴-۵-۱۰-۱- بر اساس ته‌نشین شدن رسوبات در آب
۲۲۹	۴-۵-۱۰-۲- بر اساس رشد گیاهان آبرزی
۲۲۹	۴-۵-۱۰-۳- بر اساس درجه یخبندان
۲۳۰	۴-۶- طراحی کانال‌های غیرفرسایشی
۲۳۶	۴-۷- طراحی کانال‌های فرسایشی
۲۳۸	۴-۷-۱- طراحی کانال‌های فرسایشی بر اساس روش حداکثر سرعت مجاز
۲۴۵	۴-۷-۲- طراحی کانال‌های فرسایشی بر اساس روش نیروی برشی مجاز
۲۴۵	۴-۷-۲-۱- توزیع تنش برشی در سطح بدنه کانال‌های مستطیلی و دوزنقه‌ای
۲۴۹	۴-۷-۲-۲- نسبت تنش‌های برشی شیب جانبی به کف
۲۵۳	۴-۷-۲-۳- تنش برشی مجاز
۲۵۴	۴-۷-۲-۴- مراحل طراحی کانال با استفاده از تنش برشی مجاز
۲۶۰	۴-۷-۳- طراحی کانال‌های فرسایشی بر اساس تئوری رژیم
۲۶۵	۴-۷-۴- تعیین آستانه حرکت ذرات بر اساس نمودار شیلدز
۲۶۷	۴-۷-۵- مقطع پایدار هیدرولیکی در کانال‌های فرسایشی

۲۶۹	۸-۴- رقوم سطح آب و کف کانال
۲۷۱	۹-۴- محاسبات اتلاف آب از بدنه کانال
۲۷۴	۹-۴-۱- روش ودرنیکف
۲۷۵	۹-۴-۲- روش موسکات
۲۷۷	۹-۴-۳- روش کاستیاکف
۲۷۷	۹-۴-۴- روش اچه‌وری
۲۷۷	۹-۴-۵- روش سویرامانیا
۲۸۱	۹-۶- رابطه موریتز (USBR)
۲۸۱	۹-۷- رابطه دیویس و ویلسون
۲۸۲	۹-۸- رابطه کشور هند
۲۸۳	۹-۹- رابطه مولدیس وینی‌دومیا
۲۸۶	۹-۱۰- رابطه ضریبات پوشش در کانال‌ها
۲۸۷	۹-۱۰- طراحی و احداث پوشش کانال‌ها
۲۸۷	۹-۱۰-۱- ضروریات پوشش کانال‌ها
۲۹۱	۹-۱۰-۲- عوامل مؤثر بر انتخاب پوشش
۲۹۵	۹-۱۰-۳- انواع پوشش کانال‌ها
۲۹۵	۹-۱۰-۴-۱- پوشش کانال با خاک سار و هم‌نفوذ
۲۹۶	۹-۱۰-۴-۲- پوشش کانال با مصالح باجی
۲۹۹	۹-۱۰-۴-۳- پوشش کانال با مواد قیری
۲۹۹	۹-۱۰-۴-۴- پوشش کانال با مواد پلاستیکی و لاستیکی
۳۰۰	۹-۱۰-۴-۵- پوشش کانال با بتن
۳۰۴	۹-۱۱- کانال‌های پیش ساخته
۳۰۴	۹-۱۱-۱- مزایای کانال‌های پیش ساخته
۳۰۶	۹-۱۱-۲- معایب کانال‌های پیش ساخته
۳۰۷	۹-۱۱-۳- مقاطع تپ کانال‌های نیم‌لوله پیش ساخته
۳۰۸	۹-۱۱-۴- مشخصات هیدرویکی کانال‌های نیم‌لوله
۳۰۹	۹-۱۱-۵- مسیر کانال و موارد عمده تلفات انرژی
۳۱۰	۹-۱۲- محاسبات خاک برداری و خاک‌ریزی
۳۱۴	۹-۱۳- خاک‌ریز
۳۱۷	۹-۱۴- جاده سرویس

۳۱۷	۱۵-۴- سکو
۳۱۹	۱۶-۴- وضعیت کانال‌های انتقال آب در ایران
۳۲۹	۱۷-۴- مسائل و پرسش‌ها

فصل پنجم: سازه‌های انتقال در مسیر کانال‌ها

۳۳۵	۱-۵- مقدمه
۳۳۷	۲-۵- تبدیل‌ها
۳۴۰	۱-۲-۵- مشخصات جریان در تبدیل‌ها
۳۴۳	۲-۵- تبدیل نیمه‌سه‌موی
۳۴۴	۳-۵- تبدیل نیمه‌هذلولوی
۳۴۵	۲-۵- تبدیل تاب‌دار
۳۴۸	۵-۲-۵- تبدیل نوع ۱
۳۵۲	۶-۲-۵- تبدیل‌های مورد استفاده در ساختمان‌های لوله‌ای ارائه شده توسط USBR
۳۵۵	۱-۶-۲-۵- تبدیل نوع ۱
۳۵۹	۲-۶-۲-۵- تبدیل نوع ۲
۳۶۱	۳-۶-۲-۵- تبدیل نوع ۳
۳۶۲	۴-۶-۲-۵- تبدیل نوع ۴
۳۶۴	۵-۶-۲-۵- تبدیل نوع ۵
۳۶۶	۳-۵- کالورت‌ها یا آبروهای زیرزمینی
۳۶۹	۱-۳-۵- منحنی عمل کرد کالورت
۳۷۰	۲-۳-۵- تعیین نوع جریان و معادلات دبی
۳۸۴	۳-۳-۵- کالورت دایره‌ای با ورودی کلاهک‌دار
۳۸۵	۴-۳-۵- ملاحظات اجرایی در طراحی کالورت‌ها
۳۸۶	۱-۴-۳-۵- جنس لوله
۳۸۹	۲-۴-۳-۵- انتخاب قطر لوله
۳۹۰	۳-۴-۳-۵- تعیین حداکثر رقوم کف لوله در بالادست
۳۹۰	۴-۴-۳-۵- پوشش خاک روی لوله
۳۹۲	۵-۴-۳-۵- طوقه‌های لوله
۳۹۳	۶-۴-۳-۵- تبدیل‌های مورد استفاده
۳۹۴	۴-۵- سیفون معکوس

۵۷۹	 ۶-۴-۳-۷ سرریز لبه پهن با مقطع دایره‌ای
۵۸۱	 ۵-۳-۷ سرریزهای لبه باریک
۵۸۲	 ۱-۵-۳-۷ سرریز تاج دایره‌ای
۵۸۵	 ۲-۵-۳-۷ سرریز کرامپ
۵۸۵	 ۳-۵-۳-۷ سرریز مثلثی مسطح
۵۸۷	 ۴-۷ سرریز سدها
۵۸۹	 ۱-۴-۷ سرریز لبه آبریز
۵۹۹	 ۲-۴-۷ سرریز سیفونی
۶۰۵	 ۴-۷ سرریز سیفون پیچکی
۶۰۶	 ۴-۷ سرریز نیلوفری
۶۲۱	 ۴-۷ سرریز با لبه جانبی
۶۲۷	 ۶-۴-۷ سرریز کانال
۶۳۰	 ۷-۴-۷ سرریز بدنه تخت (تخت)
۶۳۵	 ۵-۷ مسائل و پرسش‌ها

فصل هشتم: فلوم‌های اندازه‌گیری دبی

۶۳۹	 ۱-۸ مقدمه
۶۴۱	 ۲-۸ فلوم با موج ایستاده
۶۴۳	 ۳-۸ فلوم با گلوگاه بلند
۶۵۱	 ۴-۸ فلوم بدون گلوگاه با تبدیل گرد شده
۶۵۳	 ۵-۸ فلوم بدون گلوگاه با تبدیل مسطح شکسته
۶۵۶	 ۶-۸ پارشال فلوم
۶۷۲	 ۷-۸ پارشال فلوم‌های اصلاح شده
۶۷۳	 ۸-۸ فلوم‌های H شکل
۶۷۸	 ۹-۸ فلوم‌های دوزنقه‌ای
۶۸۱	 ۱۰-۸ فلوم‌های پالمر-بولز
۶۸۳	 ۱۱-۸ فلوم‌های فوق بحرانی
۶۸۴	 ۱۲-۸ چاهک‌های اندازه‌گیری
۶۸۵	 ۱۳-۸ مسائل و پرسش‌ها

فصل نهم: پمپ‌ها و ایستگاه‌های پمپاژ

۶۸۷	۱-۹- مقدمه
۶۸۷	۲-۹- اساس مکش پمپ‌ها
۶۸۸	۳-۹- طبقه‌بندی پمپ‌ها
۶۹۰	۱-۳-۹- پمپ‌های گریز از مرکز یا سانتریفوژ
۶۹۲	۱-۱-۳-۹- پمپ سانتریفوژ شعاعی
۶۹۲	۲-۱-۳-۹- پمپ سانتریفوژ محوری
۶۹۳	۳-۱-۳-۹- پمپ سانتریفوژ مختلط
۶۹۳	۴-۱-۳-۹- پمپ سانتریفوژ پره باز
۶۹۳	۵-۱-۳-۹- پمپ سانتریفوژ پره نیمه‌باز
۶۹۴	۱-۱-۳-۹- پمپ سانتریفوژ پره بسته
۶۹۴	۲-۳-۹- پمپ‌های محوری
۶۹۶	۳-۳-۹- پمپ‌های رفت و برگشتی
۶۹۷	۴-۳-۹- پمپ‌های چرخشی
۶۹۷	۱-۴-۳-۹- پمپ‌های گوسواره‌ای
۶۹۸	۲-۴-۳-۹- پمپ‌های چرخ‌دنده
۶۹۸	۳-۴-۳-۹- پمپ‌های پیچی
۶۹۹	۴-۴-۳-۹- پمپ‌های پره‌ای
۷۰۰	۵-۳-۹- پمپ‌های خاص
۷۰۰	۴-۹- کاویتاسیون در پمپ‌ها
۷۰۱	۵-۹- مشخصات اصلی پمپ‌های سانتریفوژ
۷۰۱	۱-۵-۹- تعریف پارامترهای اصلی
۷۰۱	۱-۱-۵-۹- دبی جریان
۷۰۲	۲-۱-۵-۹- ارتفاع کل
۷۰۳	۳-۱-۵-۹- توان مصرفی
۷۰۳	۴-۱-۵-۹- توان مفید
۷۰۴	۵-۱-۵-۹- راندمان کل پمپ
۷۰۴	۶-۱-۵-۹- توان ماشین محرک
۷۰۵	۷-۱-۵-۹- ارتفاع مثبت خالص مکش
۷۰۶	۸-۱-۵-۹- محاسبه ارتفاع مکش بیشینه

۷۰۹	 تشابه ۲-۵-۹
۷۰۹	 تشابه هندسی (تیب پمپ) ۱-۲-۵-۹
۷۱۰	 تشابه در کار ۲-۲-۵-۹
۷۱۰	 قوانین تشابه ۳-۲-۵-۹
۷۱۲	 سرعت مخصوص ۳-۵-۹
۷۱۲	 منحنی‌های مشخصه پمپ‌های سانتریفوژ ۶-۹-۹
۷۱۲	 سطوح مشخصه ۱-۶-۹
۷۱۴	 منحنی‌های مشخصه ۲-۶-۹
۷۱۷	 منحنی ارتفاع H-Q ۱-۲-۶-۹
۷۱۸	 منحنی قدرت P-Q ۲-۲-۶-۹
۷۱۸	 منحنی راندمان η -Q ۳-۲-۶-۹
۷۱۹	 منحنی کواویتاسیون NPSH _{req} -Q ۲-۲-۶-۹
۷۲۰	 منحنی‌های مشخصه و سرعت مخصوص ۵-۲-۶-۹
۷۲۰	 منحنی‌های مشخصه و لزجت سیال ۶-۲-۶-۹
۷۲۰	 منحنی‌های مشخصه و دور پمپ ۷-۲-۶-۹
۷۲۲	 منحنی مشخصه تنگنا بهر خ ۸-۲-۶-۹
۷۲۲	 نقاط خاص در منحنی مشخصه ۹-۲-۶-۹
۷۲۴	 منحنی سیستم و نقطه بهره‌برداری ۷-۹
۷۲۴	 تک پمپ ۱-۷-۹
۷۲۷	 پمپ‌های موازی ۲-۷-۹
۷۲۸	 پمپ‌های سری ۳-۷-۹
۷۲۹	 پمپ‌های تقویتی (بوستر) ۴-۷-۹
۷۳۰	 ضربه قوچ آب ۸-۹
۷۳۳	 عوامل ایجاد ضربه قوچ آب ۱-۸-۹
۷۳۳	 جدایی ستون آب ۲-۸-۹
۷۳۴	 عوامل مؤثر در شدت پدیده ضربه قوچ ۳-۸-۹
۷۳۴	 فشار سیستم ۱-۳-۸-۹
۷۳۴	 پروفیل خط لوله رانش ۲-۳-۸-۹
۷۳۵	 قطر لوله ۳-۳-۸-۹
۷۳۵	 تعداد پمپ‌ها ۴-۳-۸-۹

۷۳۶	 تأثیر جرخ طیار ۵-۳-۸-۹
۷۳۶	 سرعت مخصوص پمپ ۶-۳-۸-۹
۷۳۷	 اقدامات حفاظتی ۴-۸-۹
۷۳۷	 طراحی لوله رانش بر اساس سرعت های کم ۱-۴-۸-۹
۷۳۷	 افزایش معان اینرسی پمپ ۲-۴-۸-۹
۷۳۸	 استفاده از لوله کنار گذر ۳-۴-۸-۹
۷۳۸	 نصب مخزن ضربه گیر ۴-۴-۸-۹
۷۳۹	 نصب مخزن هوا ۵-۴-۸-۹
۷۴۰	 استفاده از شیرهای یک طرفه ۶-۴-۸-۹
۷۴۱	 نصب شیرهای کنترل فشار ۷-۴-۸-۹
۷۴۱	 نصب شیرهای خلاء ۸-۴-۸-۹
۷۴۱	 استفاده از شیرهای زبانه دار ۹-۴-۸-۹
۷۴۲	 مسائل و پرسش ها ۹-۹

فصل دهم: آشنایی با شیر آلات

۷۴۵	 مقدمه ۱-۱۰
۷۴۶	 اجزای اصلی شیرها ۲-۱۰
۷۴۷	 بدنه شیر ۱-۲-۱۰
۷۴۷	 سرپوش شیر ۲-۲-۱۰
۷۴۷	 محور شیر ۳-۲-۱۰
۷۴۸	 محرک شیر ۴-۲-۱۰
۷۴۹	 آب بند ۵-۲-۱۰
۷۴۹	 دیسک ۶-۲-۱۰
۷۴۹	 نشیمنگاه ۷-۲-۱۰
۷۵۰	 انواع شیر آلات صنعتی ۳-۱۰
۷۵۰	 شیر بشقابی ۱-۳-۱۰
۷۵۱	 طراحی بدنه به فرم Z ۱-۱-۳-۱۰
۷۵۲	 طراحی بدنه به فرم Y ۲-۱-۳-۱۰
۷۵۲	 طراحی بدنه به فرم زاویه دار ۳-۱-۳-۱۰
۷۵۳	 شیر کشویی ۲-۳-۱۰

۷۵۵	 ۱۰-۳-۳- شیر تویی
۷۵۷	 ۱۰-۳-۴- شیر پروانه‌ای
۷۵۸	 ۱۰-۳-۵- شیر مجرا بند
۷۶۰	 ۱۰-۳-۶- شیر سوزنی
۷۶۱	 ۱۰-۳-۷- شیر دیافراگمی
۷۶۳	 ۱۰-۳-۸- شیر یک طرفه
۷۶۴	 ۱۰-۳-۸-۱- شیر یک طرفه نوسانی
۷۶۵	 ۱۰-۳-۸-۲- شیر یک طرفه نوسانی از نوع صفحه‌ای
۷۶۵	 ۱۰-۳-۸-۳- شیر یک طرفه دیسکی
۷۶۶	 ۱۰-۳-۸-۴- شیر یک طرفه با دیسک دو تکه
۷۶۷	 ۱۰-۳-۸-۱- شیر یک طرفه با دیسک برگردان
۷۶۸	 ۱۰-۳-۸-۶- شیر یک طرفه دیافراگمی
۷۶۹	 ۱۰-۳-۸-۷- شیر یک طرفه لایرونده
۷۷۰	 ۱۰-۳-۸-۸- شیر یک طرفه تسمه
۷۷۰	 ۱۰-۳-۹- شیر یک طرفه قطع
۷۷۱	 ۱۰-۳-۹- شیر اطمینان
۷۷۳	 ۱۰-۳-۱۰- شیر محدود کننده جریان
۷۷۴	 ۱۰-۳-۱۱- شیر پیستونی
۷۷۵	 ۱۰-۳-۱۲- شیر قابل انعطاف
۷۷۶	 ۱۰-۳-۱۳- شیر هوا
۷۸۰	 ۱۰-۳-۱۴- شیر کنترل سطح سیال در مخازن (شیر شناور)
۷۸۰	 ۱۰-۳-۱۴-۱- شیر شناور معمولی
۷۸۰	 ۱۰-۳-۱۴-۲- شیر شناور با محفظه متعادل کننده فشار
۷۸۱	 ۱۰-۳-۱۴-۳- شیر شناور پیلوت دار
۷۸۲	 ۱۰-۳-۱۵- شیر حفاظت از شکستگی
۷۸۲	 ۱۰-۳-۱۶- شیر کنترل پمپ در ایستگاه‌های پمپاژ
۷۸۳	 ۱۰-۳-۱۷- شیر مخروط ثابت یا شیر هاول بانگر
۷۸۵	 ۱۰-۳-۱۸- شیر جت تو خالی (هالوجت)
۷۸۶	 ۱۰-۳-۱۹- شیر غلافی عمودی یا شیر دبی مستغرق
۷۸۶	 ۱۰-۳-۲۰- شیر شستشو

- ۷۸۷..... شیر مغناطیسی ۱۰-۳-۲۱
- ۷۸۷..... شیر دو گانه انسداد و تخلیه ۱۰-۳-۲۲
- ۷۸۸..... دیسک های شکستی ۱۰-۳-۲۳
- ۷۸۹..... نحوه انتخاب شیرها ۱۰-۴-۴
- ۷۹۳..... مواد سازنده شیر آلات صنعت آب ۱۰-۵-۵
- ۷۹۴..... تعمیر، نصب و نگهداری شیر آلات ۱۰-۶-۶

فصل یازدهم: زهکش ها و هرز آبروها

- ۷۹۷..... مقادیر ۱۱-۱-۱
- ۷۹۸..... زهکش راضی کشاورزی ۱۱-۲-۲
- ۷۹۸..... تولید زهکش ۱۱-۲-۱
- ۷۹۹..... معایب زهکش ۱۱-۲-۲
- ۷۹۹..... مطالعات زهکش ۱۱-۲-۳
- ۸۰۰..... انواع سیستم های زهکش ۱۱-۲-۴
- ۸۰۰..... سیستم زهکشی سطح ۱۱-۲-۴-۱
- ۸۰۱..... سیستم زهکشی عمیق ۱۱-۲-۴-۲
- ۸۰۱..... انواع زهکش ۱۱-۲-۵
- ۸۰۱..... زهکش رویاز ۱۱-۲-۵-۱
- ۸۰۲..... زهکش لانه موشی ۱۱-۲-۵-۲
- ۸۰۳..... زهکش لوله ای ۱۱-۲-۵-۳
- ۸۰۵..... زهکش حائل ۱۱-۲-۴-۴
- ۸۰۵..... زهکش عمودی ۱۱-۲-۵-۵
- ۸۰۶..... فیلتر و مواد پوششی ۱۱-۲-۶
- ۸۰۷..... ظرفیت طراحی زهکش ۱۱-۲-۷
- ۸۰۸..... طول زهکش ها ۱۱-۲-۸
- ۸۰۸..... عمق زهکش ها ۱۱-۲-۹
- ۸۰۹..... شیب زهکش ها ۱۱-۲-۱۰
- ۸۰۹..... قطر لوله های زهکش ۱۱-۲-۱۱
- ۸۱۱..... محاسبه فواصل زهکش ها ۱۱-۲-۱۲
- ۸۱۲..... محاسبه فواصل زهکش ها به روش ماندگار ۱۱-۲-۱۲-۱

۸۱۵	۱۱-۴-۲- مناقشه فواصل زهکشی ها به روش غیرماندگار
۸۱۶	۱۱-۲-۱۳- خروجی سیستم زهکشی
۸۱۸	۱۱-۳- زهکشی شهری
۸۱۹	۱۱-۴- زهکشی ساحلی
۸۲۱	۱۱-۴-۱- زهکشی ساحلی و مبارزه با فرسایش ناشی از جزر و مد
۸۲۱	۱۱-۴-۲- زهکشی ساحلی و کاهش خسارات ناشی از امواج
۸۲۱	۱۱-۴-۳- زهکشی ساحلی و ممانعت از ناپدید شدن سواحل
۸۲۲	۱۱-۱- هرز آبروها
۸۲۳	۱۱-۱-۱- اجزای ساختمان هرز آبرو
۸۲۵	۱۱-۵-۲- ظرفیت هرز آبروها
۸۲۶	۱۱-۵-۳- محدودیت بهره برداری از هرز آبرو
۸۲۷	۱۱-۶- مسائل و پرسش ها

فصل دوازدهم: مطالعات سازه های آبی

۸۲۹	۱۲-۱- مقدمه
۸۳۰	۱۲-۲- بارهای وارد بر سازه های آبی
۸۳۱	۱۲-۲-۱- نیروی وزن سازه
۸۳۲	۱۲-۲-۲- نیروی ناشی از فشار آب
۸۳۲	۱۲-۲-۳- نیروی زیر فشار
۸۳۵	۱۲-۳- فرسایش درونی یا رگاب
۸۴۲	۱۲-۴- لغزش
۸۴۲	۱۲-۴-۱- ضریب لغزش
۸۴۲	۱۲-۴-۲- ضریب اطمینان در مقابل لغزش
۸۴۳	۱۲-۴-۳- ضریب اصطکاک برشی
۸۴۴	۱۲-۵- واژگونی
۸۴۵	۱۲-۶- کنترل فشار باربری مجاز پی
۸۴۸	۱۲-۷- حفاظت در برابر فرسایش
۸۵۱	۱۲-۸- مسائل و پرسش ها
۸۵۵	مراجع
۸۶۳	واژه نامه انگلیسی به فارسی