

سامانه‌های آبیاری طراحی، برنامه‌ریزی و ساخت

مترجمین

پروانه نظامی مرشت

سید حسن طباطبایی
(عضو هیئت علمی دانشگاه شهرکرد)

مریم یوسفی

علیرضا سلامت

یاسر برقی

المیرا ابدی

سعید نیک قلب

حامد ابراهیمیان
(عضو هیئت علمی دانشگاه تهران)

ویراستاران

سعید نیک قلب

داریوش بهره‌دار

سرشناسه:

لیکاک، آدریان

Laycock, Adrian

عنوان و نام پدیدآور:

سامانه‌های آبیاری طراحی، برنامه‌ریزی و ساخت

مشخصات نشر:

تهران: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳۹۴.

مشخصات ظاهری:

۴۴۰ ص: مصور، جدول، نمودار.

شابک:

ج ۱: 978-964-6668-97-3

وضعیت فهرست نویسی: فپای مختصر

یادداشت:

عنوان اصلی: Irrigation Systems Design, Planning and Construction

شناسه افزوده:

مت طباطبایی، سیدحسن، ۱۳۵۲ -

شناسه افزوده:

کمیته ملی آبیاری و زهکشی

رده بندی کنگره:

رده بندی دیویی:

شماره کتابشناسی ملی:

۳۸۵۱۶۳۸

نام کتاب: سامانه‌های آبیاری: طراحی، برنامه‌ریزی و ساخت

مترجمین: سید حسن طباطبایی، پروانه کاظمی مرشت، یاسر برقی، علی‌رضا سلامت، حامد ابراهیمیان، المیرا ابدی،

مریم یوسفی، سعید نیک قلب

ویراستاران: داریوش بهره‌دار، سعید نیک قلب

ناشر: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

حروف چینی و صفحه آرایی: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

چاپ اول: ۱۳۹۴

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۱۷۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۶۶۶۸-۹۷-۳

نشانی: تهران، خیابان شهید دستگردی (ظفر شرقی)، خیابان کارگزار، خیابان شهرساز، پلاک ۱، کمیته ملی آبیاری و

زهکشی ایران تلفن: ۲۲۲۵۷۳۴۸ نمابر: ۲۲۲۷۲۲۸۵

<http://www.irncid.org>

Email: irncid@gmail.com

حق چاپ برای کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران محفوظ است.

پیشگفتار رئیس شورای عالی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

شرایط اقلیمی کشور ایران به گونه‌ای است که بخش کشاورزی آن برای تولید مواد غذایی به شدت به آبیاری وابسته است. این وابستگی به حدی است که با وجود سطح نسبتاً یکسان اراضی سالانه زیر کشت دیم و فاریاب کشور، حدود ۹۰ درصد فرآورده‌های کشاورزی از زراعت آبی حاصل می‌شود. در چنین شرایطی تأثیرات اقلیمی ناشی از پدیده خشکسالی و یا ترسالی می‌تواند اثرات منفی یا مثبت زیادی بر تولید محصولات کشاورزی و امنیت غذایی ایران داشته باشد.

شرایط متفاوت اقلیمی و منابع آب ایران طلب می‌کند که کارشناسان، محققان، مدیران و مراکز علمی و پژوهشی کشورمان در بخش آبیاری و زهکشی نیز متفاوت‌تر از سایر کشورهای جهان که شرایط طبیعی نسبتاً پایداری دارند باشند. پژوهشگران و مراکز تحقیقاتی ایران می‌بایست از پویایی، ابتکار، نوآوری و پژوهش محوری ویژه‌ای برخوردار باشند تا بتوانند کشور را در شرایط پایدار تولید حفظ نمایند.

کلیه کارشناسان و مراکز علمی، پژوهشی و آموزشی که در خانواده بزرگ آب و خاک کشورمان فعال هستند مسئولیت بزرگی در تأمین امنیت آبی و غذایی برعهده دارند. یکی از مراکز علمی فعال در صنعت آب کشورمان، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران است که در سال ۱۳۷۰ پس از یک وقفه طولانی به طور رسمی آغاز به کار کرده است. این کمیته ملی طی دهه اخیر نقش مؤثری در اشاعه علوم و فنون آبیاری و زهکشی در ایران داشته است. اثربخشی علمی و فرهنگی بیش از ۲۰۰ جلد کتاب و گزارش فنی این کمیته ملی به همراه برگزاری دهها سمینار و کارگاه‌های فنی - آموزشی در انجمن کارشناسان و مدیران صنعت آب کشور به خوبی آشکار است.

خودباوری کارشناسان ایرانی نه تنها تأثیر عمیقی بر توسعه و پیشرفت آبیاری و زهکشی کشورمان داشته، بلکه در سطح بین‌المللی نیز موجب توفیقات زیادی برای ایران شده است. اگر بپذیریم که خودباوری و پویایی کارشناسان از ارکان رشد و توسعه هستند توفیق کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران در این زمینه چشمگیر بوده است.

در اینجا جا دارد از کلیه همکارانم در شورای عالی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران که نقش سیاست‌گذاری کلان این کمیته ملی را عهده‌دار هستند و هیئت اجرایی که وظیفه نظارت و هدایت بدنه علمی این کمیته ملی را به دوش دارند و نیز کادر علمی و فنی متخصص که در تهیه این کتاب ارزشمند کوشا بوده است، قدردانی و سپاسگزاری نمایم. از خداوند منان پیشرفت و توسعه کشور عزیزمان ایران را در کلیه امور، به ویژه اعتلای صنعت آب و کشاورزی را مسئلت دارم.

رحیم میدانی

معاون وزیر نیرو در امور آب و آبفا

و رئیس شورای عالی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

پیشگفتار دبیر کل کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

بیش از یک پنجم جمعیت جهان در مناطقی زندگی می‌کنند که با مشکل کمبود آب مواجه هستند. با وجودی که پشت پرده بحران کمبود آب عواملی همچون افزایش جمعیت و تغییر اقلیم وجود دارند، اما نباید این مهم را از یاد برد که مدیریت نادرست و حکمرانی ضعیف، عدم سرمایه‌گذاری کافی و عدم تعهد و ایفای وظیفه نسبت به مسائل کم آبی و فقر از عوامل اصلی افزایش تنش آبی در دنیا است.

تأمین امنیت آبی، به عنوان یکی از مؤلفه‌های امنیت جوامع بشری، نقش موثری در رفاه و سلامت جامعه و امنیت غذایی ایفا می‌کند. پیش‌بینی می‌شود که طی پنجاه سال آینده جمعیت جهان دو برابر شود. به منظور تأمین امنیت غذایی برای چنین جمعیتی رو به رشدی، راهکارهای مدیریتی کارآمد و متناسب با شرایط اقلیمی، اجتماعی و سیاسی منطقه مورد نیاز است. در راستای رسیدن به امنیت آبی، توجه به اهداف توسعه پایدار نیز بایستی مد نظر قرار گیرد. مناقشات اجتماعی و پی‌آمدهای تهدید کننده زیست محیطی جزء مسائلی می‌باشند که بدون حل آن‌ها دستیابی به توسعه پایدار غیرممکن می‌باشد. بنابراین نیاز است که در شیوه‌های مدیریت آب، اهداف امنیت آبی، امنیت غذایی و توسعه پایدار در نظر گرفته شود. بدون ارتقاء مدیریت آب، به خصوص در بخش کشاورزی، به عنوان بزرگترین مصرف کننده آب در دنیا، رسیدن به اهداف ذکر شده امکان‌پذیر نیست.

در ایران نیز کمبود منابع آب در بسیاری از مناطق مسئله‌ای غیر قابل انکار می‌باشد و این مسئله باعث شده که چالش‌های فراوانی در بخش کشاورزی وجود آید. تلفات بالای آب در بخش کشاورزی و محدودیت شدید منابع آب موجود، برخی از کارشناسان را به این باور سوق داده است که تخصیص آب در این بخش نیاز به بازنگری دارد. در این زمینه نیاز به حمایت از سیاست‌هایی می‌باشد که با هدف ارتقاء بهره‌وری و افزایش کارایی آب آبیاری، تلاش در استفاده حداکثر از میزان آب تحویلی دارند، تا به نحوی بخش کشاورزی را در مقابل بحران کم آبی یاری دهد. این سیاست‌ها شامل بسیاری از قبیل اصلاح سیستم‌های آبیاری، استفاده از سیستم‌های مناسب تحویل آب و همچنین جلوگیری از هدر رفت آب در شبکه‌های آبیاری می‌باشد. برای این منظور، راهکارهایی چون بهبود سیستم‌های آبیاری و بازنگری در طراحی سنتی طراحی سیستم‌های آبیاری از اصولی‌ترین راه‌ها می‌باشند، که بهتر است با در نظر داشتن مسائل اجتماعی ساکنین منطقه، شرایط اقلیمی و تجربیات گذشته انجام گیرد. در این ارتباط مرور تجربیات موجود در سطح دنیا و بررسی عوامل موثر در شکست و یا موفقیت پروژه‌های مذکور لازمه شروع این حرکت است.

کتاب سامانه‌های آبیاری: طراحی، برنامه‌ریزی و ساخت که حاصل تلاش گروه کارشناسان جوان کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران است، شامل تجارب کشورهای مختلف در امر طراحی، اجرا و بهره‌برداری شبکه‌های آبیاری است که می‌تواند برای شبکه‌های موجود مورد استفاده مشاورین، سازندگان و دستگاه‌های بهره‌برداری قرار گیرد.

وظیفه خود می‌دانم از زحمات مترجمین این کتاب، اعضای گروه کار بخش کارشناسان جوان و آقایان مهندسین مرتضی یزدخواستی، مسعود سلطانی و حسن فراهانی و خانم‌ها مهندسین اکرم حاتم و نیلوفر صادقی که زحمت بازخوانی کتاب را برعهده داشته‌اند تشکر و قدردانی نمایم. همچنین از خانم مرجان مظاهری که وظیفه تایپ و صفحه‌آرایی کتاب را برعهده داشته‌اند تشکر و قدردانی می‌شود.

در پایان از مساعدت‌های شرکت مهندسی مشاور پویاب که در فرآیند تهیه و چاپ این کتاب همکاری نمودند تقدیر و تشکر بعمل می‌آید.

سیداسداله اسدالهی

مشاور وزیر نیرو و

دبیر کل کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقدمه

در بین تمامی دستکاری‌هایی که در طبیعت با نام مهندسی توسط انسان انجام شده است، طرح‌های آبیاری بیش‌ترین تأثیر را روی محیط زیست داشته‌اند. بیشتر از یک چهارم میلیون هکتار از اراضی دنیا تحت آبیاری می‌باشند. تمامی کشورهای دنیا برای تضمین بقای خود نیاز به آبیاری دارند. تا پیش از اجرای پروژه‌های زیرساختی و نفتی در قرن بیستم، طرح‌های آبیاری بزرگ‌ترین و قدیمی‌ترین پروژه‌های عمرانی در دنیا بوده‌اند. علاوه بر این، تا همین اواخر تکنولوژی و مفاهیم مورد استفاده در طراحی تغییرات بسیار جزئی‌ای نسبت به زمان قدیم، یعنی ۴۰۰۰ سال پیش داشته است.

ولی امروزه آبیاری با سرعت در حال تغییر است. تا کنون مهندسان تعیین کننده نحوه برنامه‌ریزی و طراحی پروژه‌های آبیاری بوده‌اند، و معمولاً بدون توجه به اثرات جانبی، و یا بدون تصویری از تغییر شیوه طراحی، پروژه را انجام می‌داده‌اند. بسیاری از پروژه‌های اجرا شده در طی نیمه دوم قرن بیستم به سرعت تأثیرات منفی محیط زیستی و اجتماعی خود را نشان داده، و تعدادی نیز هیچگاه عملکرد مناسبی نداشتند. به همین دلیل معمولاً در طرح‌های جدید به دلیل سابقه بد، به نظر مهندسان اهمیت کمی داده می‌شود. در حالی که این گرایش کاملاً مردود است، زیرا آمار در درجه اول نیاز به بکار بستن تئوری‌های مهندسی دارد. اما دلیل این عدم اعتماد به مهندسان بیش به نبود این قشر برمی‌گردد. بسیاری از مهندسان همچنان بدون فکر کردن، به استفاده از روش‌های قدیمی متصل می‌یوند و تنها دلیلشان این است که: در قدیم به این روش انجام شده، بنابراین روش درستی است. تفکر مدرن مهندسی آبیاری بر مبنای بهره‌گیری از رشته‌های مختلفی شامل علوم اجتماعی، تئوری کنترل، اقتصاد سیاسی، مدیریت، و به طور قطع خود علم کشاورزی می‌باشد. بسیاری از مهندسان آبیاری ممکن است با بعضی از مفاهیم مطرح شده در این کتاب نا آشنا باشند.

کتاب حاضر قابل استفاده برای هر کسی که مرتبط با طرح‌های آبیاری و کانال است، می‌باشد؛ ولی خصوصاً برای مهندسان و کسانی که در طرح‌های آبیاری کشورهای در حال توسعه که در آنها سیستم‌های آبیاری ضعیف عمل کرده و یا مدیریت دشواری دارد، تهیه شده است. این کتاب حاصل ۳۸ سال تجربه فنی در زمینه آبیاری در جهان در حال توسعه بوده، که بسیاری از مسائل دشوار مهندسی، ایدئولوژیک را با زبانی ساده بیان می‌کند تا به مدیران کمک کند که به صورت یکپارچه به طرح نظر داشته باشند.

همواره مسائل جدیدی برای افزایش دانش مهندسان مطرح می‌شود، و بعضی از ایده‌های جدید و متفاوت برای طراحی سیستم‌های کانال و خط لوله و همچنین مسائل مربوط به خارج از زمین، مانند اختلافات اجتماعی، مدیریت و تفکر سیاسی مطرح می‌شوند. همچنین در مورد کانال‌های سهمی و طراحی با کامپیوتر با جزئیات توضیح داده می‌شود.

برای دانشجویان، بسیار سودمند است که با آشنا شدن با ایده‌های جدید، دید متفاوتی نسبت به روش‌های قدیمی داشته، و همچنین همواره به یاد داشته باشند که بسیاری مواقع در دنیای واقعی جریانات مطابق با قوانین موجود در تئوری پیش نمی‌روند. بنابراین، کتاب حاضر یک راهنمای کاربردی است که نحوه تفکر درست و پرهیز از اشتباهاتی که باعث متضرر شدن بسیاری از طرح‌های آبیاری در سال‌های اخیر شده را یادآوری می‌کند.

نویسنده شدیداً اعتقاد به درس گرفتن از اشتباهات گذشته، خصوصاً اشتباهات خود، دارد. در متن کتاب گزینشی از تجربیات شخصی آورده شده تا هم روی پرهیز از بعضی اشتباهات و هم نحوه انجام صحیح کارها تمرکز شود. در واقع این خود اشتباه نیست که اهمیت دارد، بلکه شناخت و تحلیل عوامل آن اشتباه مهم است.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول - سیر تکامل و پیش‌درآمدی بر تغییر و تحول
۱	۱-۱- دنیای کانال‌ها
۳	۱-۲- اهمیت کانال‌های کوچک
۴	۱-۳- کانال‌های چند منظوره
۵	۱-۴- لوله‌ها - چرا و چه وقت؟
۷	۱-۵- سیر تکاملی در سامانه‌های آبیاری
۹	۱-۶- پشتیبانی، سرمایه‌گذاری و سیاست‌گذاری
۱۰	تاریخی
۱۰	دوران استعمار
۱۱	دوران بعد از استعمار
۱۴	اقتصاددانان جامعه‌شناس
۱۷	اتحادیه اروپا
۱۸	ثروت نفت
۲۰	کشورهای توسعه یافته
۲۱	توسعه خصوصی و خودکفایی
۲۲	طرح‌های اقتصادی (تجاری)
۲۲	آب مجازی و خودکفایی
۲۳	۷-۱- ما یک مشکل رفتاری داریم
۲۳	۸-۱- پیش‌درآمد تغییر
۲۴	منابع فصل اول
۲۵	بخش اول - برنامه‌ریزی
۲۷	فصل دوم - مؤلفه‌های آبیاری
۲۷	۱-۲- چگونه می‌توان آبیاری را انجام داد؟
۲۷	۲-۲- آبیاری حفاظتی، نسبی و با هدف افزایش کارایی
۲۸	کانال سوات بالا و ارتقاء روش آبیاری از حالت حفاظتی گیاه به حالت پر محصول
۳۲	کم آبیاری - نتایج عجیب در آلبانی
۳۴	۳-۲- تساوی و برابری حقوق
۳۶	۴-۲- پایداری
۳۸	۵-۲- جریان تضمین شده
۳۸	۶-۲- اثرات جانبی و مضر بر روی محیط زیست

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۳۹	منابع فصل دوم
۴۱	فصل سوم - مدیریت آب
۴۱	۳-۱- سطوح مدیریتی
۴۱	سطح صفر - مسائل کلان
۴۳	سطوح ۱ و ۲- شبکه انتقال (اصلی)
۴۳	سطح ۳- شبکه توزیع
۴۳	سطح ۴- سازه‌های آبی، بلوک و گروه مزارع
۴۳	۳-۲- برنامه‌ریزی تریع آب
۴۵	جریان دائمی کنترل شده
۴۶	توزیع بر حسب دبی
۴۷	توزیع بر حسب تقاضا
۴۷	برنامه از پیش تعیین شده
۴۷	۳-۳- جریان دائمی کنترل نشده
۴۸	روش غرقابی (کرتی) در مزارع برنجکاری
۴۹	طرح تالی - غرقاب نامنظم
۵۰	غرقاب نامنظم کنترل شده در طرح روفیجی
۵۲	ادامه یافتن طرح جزیرا بر خلاف قوانین
۵۳	جریان با نسبت‌های معین
۵۴	۴-۳- توزیع بر حسب میزان تأمین
۵۵	دور آبیاری
۵۶	نقاط چرخش
۵۸	واراباندی
۵۸	شیج پالی
۵۹	اعلام نیاز
۶۱	۵-۳- انعطاف پذیری
۶۲	۶-۳- برنامه‌ریزی بر اساس پیش‌بینی تقاضا
۶۲	آب مورد تقاضا
۶۳	برنامه هماهنگ شده
۶۴	شبه تقاضا، برنامه‌ریزی هماهنگ‌شده
۶۵	نرخ محدود، برنامه‌ریزی هماهنگ‌شده
۶۵	۷-۳- جریان متناوب

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۶۵	زمان واکنش
۶۵	زمان پر شدن
۶۶	جذب
۶۶	بهداشت
۶۶	۳-۸- مدیریت بنیادی
۶۷	مدیریت خطی
۶۸	مدیریت واحد
۷۰	اقتدار و حمایت - نقش متعارض مدیران آب
۷۰	مشارکت کشاورزان در مدیریت
۷۱	خصوصی سازی
۷۲	۳-۹- آب بها
۷۳	اختصاص آب و آب بها بر اساس حجم
۷۵	اختصاص آب و آب بها بر اساس مساحت
۷۵	اختصاص آب و آب بها بر اساس محصولات
۷۶	اختصاص آب و آب بها بر اساس زمان
۷۶	اختصاص آب و آب بها بر اساس دفعات آبیاری
۷۶	اختصاص آب و آب بها بر اساس فصل
۷۷	اختصاص آب و آب بها بر اساس دستکاری در هزینه های کنت
۷۷	اختصاص آب و آب بها بر اساس جریمه ناشی از اضافی محصولات
۷۸	آب آزاد
۷۸	آموزش
۷۹	منابع فصل سوم
۸۱	فصل چهارم - عملکرد کانال و اتوماسیون
۸۱	۴-۱- چگونگی جریان آب
۸۲	۴-۲- حساسیت کانال و زمان عکس العمل
۸۴	۴-۳- انواع کنترل
۸۵	کنترل از بالادست
۸۷	کنترل از پایین دست
۸۷	کنترل ترکیبی
۸۸	کنترل حجم ثابت
۸۸	کنترل مرکزی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۹۰	۴-۴- ذخیره میانی
۹۰	حوضچه‌های ذخیره
۹۱	کانال‌های ذخیره شبانه
۹۲	ذخیره شبانه در تقابل با آبیاری شبانه
۹۴	کانال‌های بالامسطح
۹۴	کنترل تراز مربوط
۹۵	نشت ناشی از بهره‌برداری
۹۵	استفاده ترکیبی از آب زیرزمینی
۹۶	خطوط لوله کم‌فشار
۹۶	۵-۴- عملکرد دریاچه‌ها
۹۷	عملکرد دستی دریاچه
۹۷	عملکرد خودروبی یا موتورز دریاچه
۹۸	دریاچه‌های خودکار
۹۸	۶-۴- کنترل دریاچه
۹۸	کنترل دستی
۹۹	دریاچه‌های بازدارنده
۹۹	کنترل از راه دور و پیکربندی
۱۰۰	SCADA
۱۰۲	۷-۴- چرا اتوماسیون؟
۱۰۳	اتوماسیون برای صرفه‌جویی در هزینه کارگری
۱۰۳	اتوماسیون برای بهره‌برداری آسان
۱۰۴	اتوماسیون و کنترل
۱۰۶	اتوماسیون جزئی
۱۰۶	۸-۴- اتوماسیون غیرفعال
۱۰۶	سرریزهای تاج بلند
۱۰۸	دریاچه‌های خود تنظیم دارای شناور برای رقوم ثابت آب
۱۱۰	هانتینگ و جریانات غیر دائمی
۱۱۱	دریاچه‌های الکلنگی برای کنترل بالادست
۱۱۱	تقسیم‌کننده‌های نسبی
۱۱۲	خروجی‌های دارای فلوم برای جریان نسبی
۱۱۳	صفحات موج‌گیر برای جریان ثابت
۱۱۴	۹-۴- اتوماسیون فعال

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱۱۴	تئوری کنترل
۱۱۶	منطق فازی
۱۱۷	اتوماسیون فعال سیستم کانال
۱۲۰	ابزارهای مورد نیاز، ارتباطات و موتور کردن
۱۲۱	۴-۱۰- تکامل از حفاظتی دستی به مولد اتوماتیک- بررسی یک مورد
۱۲۴	منابع فصل چهارم
۱۲۵	فصل پنجم - تقاضای آب آبیاری
۱۲۵	۵-۱- تخمین نیاز آبیاری
۱۲۵	چرا گیاه نیاز به آب دارد؟
۱۲۶	تبخیر و تعرق
۱۲۸	کمبود آب گیاه
۱۲۹	تخمین بارش
۱۳۱	نیاز آبیاری مزرعه
۱۳۱	ناحیه ریشه گیاه
۱۳۳	آب قابل دسترس
۱۳۳	الگوهای کشت و تراکم آنها
۱۳۴	محاسبه مقدار و نحوه توزیع آب در مزرعه
۱۳۶	مقدار جریان
۱۳۶	۵-۲- تلفات آب
۱۳۶	نشت
۱۳۹	تراوش
۱۳۹	مدیریت تلفات
۱۴۱	حجم مرده
۱۴۱	تلفات جذب
۱۴۲	تبخیر
۱۴۲	نفوذ عمقی
۱۴۳	رواناب
۱۴۳	۵-۳- راندمان آبیاری
۱۴۳	راندمان انتقال
۱۴۴	راندمان مدیریت
۱۴۵	راندمان کاربرد (در مزرعه)

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۴۵	راندمان توزیع
۱۴۷	راندمان کل آبیاری
۱۴۷	سایر راندمان‌ها
۱۴۸	۴-۵- وظایف کانال و سامانه
۱۴۸	عملکرد کانال
۱۴۹	مدیریت آب در عملکرد کانال تأثیر می‌گذارد
۱۵۰	پوشش تقاضا
۱۵۱	تقاضای آبیاری بر اساس محصول - رویکرد مهندسی
۱۵۲	واحد جریان - روش کشاورز
۱۵۴	انعطاف‌پذیری و تراکم
۱۵۶	منابع فصل پنجم
۱۵۹	بخش دوم - طراحی
۱۶۱	فصل ششم - معماری کانال
۱۶۱	۱-۶- جانمایی کانال و انتقال آب
۱۶۱	فرمان
۱۶۲	ارتفاع
۱۶۳	درجه‌بندی کانال
۱۶۴	انتهای کانال و مسائل آن
۱۶۴	۲-۶- برنامه‌ریزی جانمایی کانال
۱۶۴	مسیرهای زهکشی
۱۶۵	مسیرهای خط الراس
۱۶۵	شیب‌های عمده و جزئی
۱۶۶	جاسازی
۱۶۷	۳-۶- معماری کانال
۱۷۰	سهمی
۱۷۱	ذوزنقه‌ای
۱۷۱	ذوزنقه‌ای زیرسازی شده
۱۷۱	مثلثی
۱۷۲	مستطیلی
۱۷۳	دایره‌ای یا نیم دایره‌ای

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱۷۴	شکل‌های دیگر
۱۷۵	کانال‌های مرکب
۱۷۵	۴-۶- علت پوشش کانال
۱۷۶	استفاده یا عدم استفاده از پوشش
۱۷۶	دلایل پوشش کانال
۱۷۷	زمان عکس العمل سریع
۱۷۷	کاهش هزینه‌های پمپاژ
۱۷۸	کاهش مسائل تصفیه زمین
۱۷۹	افزایش اراضی شاری
۱۷۹	نگهداری صحیح سطح مقطع
۱۸۱	جلوگیری از خسارت ناشی از حیوانات
۱۸۱	جلوگیری از تخریب توسط گیاهان
۱۸۱	سلامتی (بهداشت)
۱۸۲	سهولت نگهداری
۱۸۲	کاهش ضعف‌های مدیریتی
۱۸۲	جلوگیری از نفوذ آب به خارج از کانال
۱۸۳	جلوگیری از نشست به داخل کانال
۱۸۴	کاهش تشکیل لجن
۱۸۴	جلوگیری از فرسایش
۱۸۴	کاهش آسیب‌های انسانی
۱۸۴	سهولت نصب سازه‌های کانال
۱۸۴	افزایش دبی
۱۸۵	افزایش سطح فرمان
۱۸۵	پایداری کناره
۱۸۵	۵-۶- دلایل عدم پوشش
۱۸۶	۶-۶- استراتژی‌های پوشش
۱۸۶	دوام
۱۸۶	عملکرد هیدرولیکی
۱۸۷	سامانه‌های مدیریت آب
۱۸۷	نیازهای ساخت
۱۸۷	منابع کارگری
۱۸۷	منابع مصالح

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۸۷	نگهداری
۱۸۸	سطح فناوری
۱۸۸	کنترل کیفیت و نظارت
۱۸۸	کاهش تلفات آب
۱۸۸	کاهش شوری
۱۸۹	۶-۷- هندسه کانال
۱۸۹	شیب
۱۸۹	بهترین مقطع هیدرونیکی
۱۹۰	ارتفاع آزاد
۱۹۱	امواج بادی
۱۹۲	امواج حاصل از بهره‌برداری دریاچه
۱۹۲	امواج حاصل از تغییر شیب کانال
۱۹۳	انحنای کانال
۱۹۴	عرض و شیب خاکریز
۱۹۶	منابع فصل ششم
۱۹۷	فصل هفتم - سازه‌های کنترل جریان
۱۹۷	۷-۱- دسترسی و ایمنی
۱۹۷	جاده‌های بازرسی
۱۹۷	پل‌ها
۱۹۸	رمپ دسترسی
۱۹۸	پله‌های فرار
۱۹۸	حداکثر شیب شیروانی‌ها
۱۹۹	اشغال گیرها
۱۹۹	۷-۲- بهداشت
۲۰۰	۷-۳- کنترل جریان
۲۰۱	تنظیم‌کننده هد - نوع دریچه کشویی
۲۰۲	تنظیم‌کننده هد - نوع سرریز متحرک
۲۰۲	آبگیرها - نوع دریچه زیرگذر
۲۰۳	آبگیرها - نوع دریچه روگذر
۲۰۳	آبگیرها - نوع آبشار
۲۰۴	دریچه کنترل مجهز به مدول

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲۰۴	مدول با دبی ثابت
۲۰۵	۴-۷- تقسیم جریان
۲۰۵	سازه‌های مقسم نسبی (دوراهی و سه‌راهی)
۲۰۷	فلوم روباز و مدول نسبی
۲۰۸	۵-۷- کنترل سطح آب - تنظیم کننده عرضی و چك
۲۰۹	تنظیم کننده‌های دریچه‌دار برای کنترل جریان بالادست
۲۱۱	انتخاب دریچه
۲۱۲	تنظیم کننده خودكار برای سامانه کنترل جریان از بالادست
۲۱۲	تنظیم کننده خودكار برای کنترل جریان از پایین دست
۲۱۳	سرریزهای ثابت به عنوان تنظیم کننده
۲۱۴	سرریزهای شكافدار
۲۱۵	آب‌بندها
۲۱۵	۶-۷- کنترل سرعت
۲۱۶	سازه‌های آبشار
۲۱۶	آبشارهای انرژی گیر
۲۱۹	تنداب
۲۱۹	آبشارهای لوله‌ای
۲۱۹	زبری جداره کانال‌ها
۲۱۹	انرژی گیرها
۲۲۰	۷-۷- کنترل تلاطم (آشفستگی)
۲۲۰	حوضچه‌های آرامش
۲۲۱	سازه‌های تبدیل
۲۲۲	۸-۷- سازه‌های انتقال
۲۲۲	انتخاب نوع سازه‌ها
۲۲۳	كالورت‌ها
۲۲۴	روگذر از کانال
۲۲۵	ناو
۲۲۵	فلوم‌ها
۲۲۶	كانالت پیش ساخته
۲۲۶	سیفون‌های معكوس
۲۲۸	ورودی‌های زهكش
۲۲۸	۹-۷- سازه‌های کنترل سرریز جریان

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۲۲۹	سرریزهای جانبی
۲۲۹	دریچه‌های شستشو
۲۲۹	سرریزهای انتهایی
۲۳۰	سرریزهای سیفونی
۲۳۰	خروجی‌های اتوماتیک
۲۳۰	۷-۱۰- آبگیرهای مزرعه
۲۳۱	آبگیر ساده
۲۳۱	لوله‌های آبدب
۲۳۱	آبگیرهای پیش‌ساخته
۲۳۱	دریچه‌های زیرگذر
۲۳۲	دریچه روگذر
۲۳۲	سیفون‌های پلاستیکی
۲۳۳	۷-۱۱- سازه‌های اندازه‌گیری جریان
۲۳۴	سرریزها
۲۳۵	سرریزهای پلکانی
۲۳۵	سرریزهای دندانه‌ای
۲۳۵	سرریز دوزنقه‌ای با تاج عریض
۲۳۵	سرریزهای مثلثی
۲۳۶	فلوم‌ها
۲۳۸	فلوم‌ها
۲۳۸	پارشال فلوم
۲۳۸	کنتورها
۲۳۹	سامانه‌های اولتراسونیک
۲۳۹	روش رقوم - دبی
۲۳۹	۷-۱۲- کنترل رسوبات
۲۴۰	منابع رسوبات
۲۴۱	نحوه بهره‌برداری و گزینه‌های طراحی
۲۴۲	مدیریت حوضه آبخیز
۲۴۳	مخازن رسوبگیر
۲۴۳	کانال‌های با بستر ثابت (پایدار)
۲۴۴	شستشوی پیوسته
۲۴۴	تخلیه کننده رسوب و رسوبگیر گردابی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲۴۶	حوضچه رسوبگیر
۲۴۶	لایروبی
۲۴۷	جلوگیری از ورود ماسه
۲۴۷	بادشکن‌ها
۲۴۸	سرپوشیده کردن
۲۴۸	حذف تپه‌های شنی
۲۴۹	منابع فصل هفتم
۲۵۱	فصل هشتم - لوله‌های کم فشار
۲۵۱	۸-۱- اصول کارکرد خطوط لوله
۲۵۱	مزایای لوله‌های کم فشار
۲۵۲	خطوط لوله باز و بسته
۲۵۵	انعطاف پذیری و شروط موفقیت
۲۵۶	محدودیت‌های حین اجرا
۲۵۶	۸-۲- جانمایی خط لوله
۲۵۶	جانمایی کلی
۲۵۷	خروجی‌های مزرعه (مانیفولدها)
۲۵۸	مشارکت کشاورزان
۲۵۸	قطعه‌بندی و گروه‌های زراعی
۲۵۹	۸-۳- سازمان اجرایی
۲۵۹	گروه‌های مزرعه و آبیاری گروه
۲۶۰	تشکل آب‌بران
۲۶۰	مالکیت
۲۶۱	قیمت گذاری آب
۲۶۱	۸-۴- چرا و چه زمانی از خط لوله استفاده کنیم؟
۲۶۳	۸-۵- طراحی خط لوله
۲۶۳	اندازه نهر واحد زراعی
۲۶۴	تراکم
۲۶۵	محاسبه ظرفیت خط لوله
۲۶۵	تعیین اندازه خط لوله
۲۶۶	جنس لوله‌ها و اجرای آنها
۲۶۷	بتنی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲۶۷	آزبست سیمان
۲۶۷	فولادی
۲۶۸	پی وی سی
۲۶۸	MDPE
۲۶۸	GRP
۲۶۸	۶-۸- کنترل جریان و فشار
۲۶۸	شیرهای هریس
۲۶۹	شیرهای فشار شکن
۲۶۹	لوله شناور و شیرهای صفحه‌ای
۲۷۲	خروجی‌ها
۲۷۴	ورودی‌های لوله
۲۷۴	۷-۸- مراحل طراحی
۲۷۵	تهیه نقشه توپوگرافی
۲۷۵	تهیه نقشه کاداستر
۲۷۵	جانمایی لوله
۲۷۵	استفاده از صفحات گسترده در طراحی خط لوله
۲۷۵	انتخاب شیرهای هریس
۲۷۸	منابع فصل هشتم
۲۷۹	فصل نهم - پوشش کانال
۲۷۹	۱-۹- تأثیر عوامل فیزیکی بر پوشش کانال‌ها
۲۷۹	تنش سازه‌ای
۲۸۰	فشار هیدرواستاتیک
۲۸۱	آسیب‌های موضعی
۲۸۱	دوام
۲۸۲	تنش‌های دمایی (انبساط و انقباض)
۲۸۲	جابه‌جایی خاک
۲۸۳	واگرایی
۲۸۳	آبشستگی
۲۸۳	پوشش گیاهی
۲۸۳	تخریب اتفاقی
۲۸۴	تخریب توسط حیوانات

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲۸۴	تخریب عمدی
۲۸۵	۲-۹- پوشش به روش بنایی
۲۸۵	پوشش سنگ و ملات
۲۸۵	سنگ چینی
۲۸۶	پوشش خاکی
۲۸۷	آجرهای سفالی
۲۸۸	قطعات سنگی
۲۸۸	قطعات بتنی پیش ساخته
۲۸۹	کناره‌های بتنی پیش ساخته با بتن درجا
۲۸۹	۳-۹- بتن درجا
۲۸۹	بتن نازک متراکم
۲۹۱	شکل دهی لغزشی
۲۹۲	درزها
۲۹۴	بتن مسلح
۲۹۴	پوشش بدون درز
۲۹۴	گچ
۲۹۴	فروسمنت (بتن دارای آهن)
۲۹۵	بتن مسلح رشته‌ای (فیبری)
۲۹۶	بتن پاششی
۲۹۶	۴-۹- قطعات پیش ساخته بتنی
۲۹۷	طراحی
۲۹۷	شکل مقطع - سهمی شکل بهترین است
۲۹۹	اندازه
۳۰۰	تولید
۳۰۰	قالب گیری مرطوب
۳۰۱	فشار هیدرولیکی
۳۰۱	چرخاندن لوله
۳۰۱	ساخت
۳۰۲	اتصالات
۳۰۲	جایگذاری
۳۰۳	کانال‌ها
۳۰۴	۵-۹- غشاهای انعطاف پذیر و غیر قابل نفوذ

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۳۰۴	پلی اتیلن با چگالی پایین
۳۰۵	پلی اتیلن با چگالی بالا
۳۰۵	لاستیک بوتیل
۳۰۵	پی وی سی
۳۰۶	غشا مدفون
۳۰۶	غشا با بتن درجا
۳۰۶	حالت ۱- تخلیه سریع آب کانال با نیروهای هیدرواستاتیک پشت غشا نفوذناپذیر
۳۰۶	حالت ۲- تخلیه سریع آب کانال با نیروهای هیدرواستاتیک بین غشا و بتن
۳۰۷	حالت ۳- تخلیه سریع آب کانال با نیروهای هیدرواستاتیک در پشت غشا فیلتر ژئوتکستایل
۳۰۷	حالت ۴- جابجایی میه گاه بستر
۳۰۷	غشا با آجر یا قطعات سیمانی
۳۰۸	قیر و آسفالت
۳۰۸	پوشش‌های رسی ژئوسنتتیک (GCL)
۳۰۸	۶- ژئوتکستایل، ژئوگرید و ژئوسل‌ها
۳۰۸	ژئوتکستایل‌ها
۳۰۹	ژئوگریدها
۳۱۰	ژئوسل‌ها
۳۱۰	۷-۹ سایر مصالح پیش ساخته
۳۱۰	فولاد
۳۱۰	GRP
۳۱۰	GRC
۳۱۱	سیمان آریست
۳۱۱	الوار
۳۱۱	پلاستیک بازیافتی
۳۱۲	۸-۹ پوشش خاکی پایدار
۳۱۲	زمین متراکم
۳۱۳	سیمان خاک و انباشت سنگدانه و سیمان
۳۱۳	بتونیت
۳۱۳	آب گل آلود
۳۱۴	روغن، ملاس
۳۱۴	۹-۹ کانال بدون پوشش
۳۱۵	خاک مستحکم (فشرده)

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۳۱۵	برش زمین
۳۱۵	سنگ
۳۱۶	منابع فصل نهم
۳۱۹	فصل دهم - طراحی هیدرولیکی کانال
۳۱۹	۱-۱۰-۱- ابرازهای پایه (اساسی)
۳۱۹	کانال‌های پایدار و فرمول مانینگ
۳۲۰	کانال‌های رسوبی - فرمول رژیم لیزی
۳۲۲	نسبت عمق جریان به عرض بالادست کانال (D/T)
۳۲۴	تئوری‌های دیگر انتقال در بواب
۳۲۵	۱-۲- معماری کانال‌ها
۳۲۵	زبری کانال
۳۲۸	هندسه هیدرولیکی
۳۲۸	۱-۳- جریان آب در کانال‌ها
۳۲۸	سرعت مجاز
۳۳۰	توزیع سرعت
۳۳۰	جریان ماندگار و غیر ماندگار
۳۳۱	جریان یکنواخت و غیر یکنواخت
۳۳۱	انرژی و هد (بار)
۳۳۲	مومنتم
۳۳۳	جریان بحرانی
۳۳۴	جریان ثانویه
۳۳۴	جریان آشفته
۳۳۶	۱-۴- مراحل طراحی
۳۳۶	۱-۵- بکارگیری صفحات گسترده کامپیوتری برای طراحی کانال
۳۴۷	۱-۶- مانینگ برنامه‌ای برای طراحی کانال
۳۴۷	مزایای چارت‌ها
۳۴۷	طریقه استفاده از چارت
۳۵۲	۱-۷- شرح فرمول‌های فصل ۱۰
۳۵۴	منابع فصل دهم
۳۵۵	بخش سوم - تجارب

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۳۵۷	فصل یازدهم - رفع مشکلات - برگرفته از بازخورد میدانی
۳۵۷	۱-۱۱- کانال‌هایی که درست کار نمی‌کنند
۳۵۸	۲-۱۱- تشخیص مشکل
۳۵۸	آب جاری نباشد
۳۵۸	کانال‌هایی که سربالا هستند
۳۶۰	کانال‌هایی که در بسترشان سنگ است و یا بستر سنگی دارند
۳۶۰	انسداد کانال یا شالی
۳۶۰	سرریز آب
۳۶۱	ناپدید شدن آب
۳۶۱	زه‌آب‌های روان
۳۶۲	دسته‌بندی مشکلات
۳۶۲	۳-۱۱- اجرای نامناسب
۳۶۲	تاب و تحمل ساختمان کانال
۳۶۳	نظارت
۳۶۳	چارچوب و اساس نادرست
۳۶۳	طرز کار و یا روش نامناسب کار
۳۶۴	تکنیک‌های ساخت منسوخ
۳۶۴	دسترسی مشکل
۳۶۴	فشردگی نامناسب خاک
۳۶۵	فشردگی نامناسب بتن
۳۶۶	بهیود نامناسب بتن
۳۶۷	خاتمه نامناسب عملیات ساخت بتن
۳۶۷	کنترل نامناسب آمیختن اجزا بتن
۳۶۷	عدم کنترل ضخامت بتن
۳۶۸	قالب‌بندی نامناسب
۳۶۸	۴-۱۱- طراحی نامناسب
۳۶۸	منسوخ شدن (از رواج افتاده)
۳۶۹	برنامه‌ریزی نادرست
۳۶۹	رسوب‌گذاری
۳۶۹	طراحی بزرگتر از مقیاس
۳۷۰	منابع قرضه محلی نامناسب
۳۷۰	تعداد کم آبگیرها

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۳۷۰	آبگیرهای کشویی
۳۷۱	سازه‌های تنظیم و تقسیم جریان آب
۳۷۱	کانال‌های چهارگوش
۳۷۱	طراحی برای کوتاه‌مدت
۳۷۲	افزودن به هزینه‌ها به خاطر طراحی بزرگتر از مقیاس
۳۷۲	۵-۱۱- مدیریت نامناسب
۳۷۲	فقدان آموزش
۳۷۳	ملاحظات سیاسی
۳۷۳	فشار کشاورزان
۳۷۳	بهره‌برداری نامناسب از دست‌چینه‌ها
۳۷۳	۶-۱۱- عوامل طبیعی
۳۷۴	خاک‌های تورم‌زا
۳۷۵	فشار هیدرواستاتیکی خارجی
۳۷۶	تخریب از جانب حیوانات
۳۷۶	خرچنگ‌ها
۳۷۶	موش‌ها
۳۷۶	بی‌مهرگان
۳۷۶	احشام
۳۷۷	انسان‌ها
۳۷۷	تراکتورها
۳۷۷	نفوذ ریشه‌ها
۳۷۸	لغزش خاک
۳۷۸	انبساط حرارتی
۳۷۸	۷-۱۱- نگهداری نامناسب
۳۷۸	تجمع گل و لای
۳۷۹	حفاری بیش از حد
۳۷۹	پوشش گیاهی
۳۸۰	تعمیرات بدنه کانال
۳۸۰	مسدود کردن سوراخ‌ها
۳۸۰	نشت سازه‌ها
۳۸۰	۸-۱۱- کشاورزان بد
۳۸۰	درک ناکافی از آبیاری

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۳۸۱	پرداخت آب بهاء عاملی تشویقی برای مصرف زیاد آب
۳۸۱	منازعات اجتماعی و ستیزه‌های خودسرانه
۳۸۱	محصولات موجود بر سواحل کانال
۳۸۲	سرقت
۳۸۲	۹-۱۱- دخالت کشاورزان
۳۸۳	آبگیرهای غیرقانونی
۳۸۳	زهکشی
۳۸۳	کانال‌های زایل
۳۸۴	سازه‌های تخریب شده
۳۸۵	۱۰-۱۱- فساد مالی
۳۸۵	جان صادق
۳۸۶	مفاسد مالی کوچک و هم، گیر
۳۸۷	مفاسد مالی بزرگ
۳۸۸	مفاسد مالی در مدیریت آب
۳۸۹	۱۱-۱۱- پاسخ‌ها
۳۸۹	نظارت کافی
۳۸۹	طراحی منطبق بر زمان
۳۹۰	آموزش مناسب
۳۹۰	مدیریت
۳۹۰	کشاورزان
۳۹۰	زنان و جوانان
۳۹۰	آموزش آموزش‌دهندگان
۳۹۱	ملزومات آموزش
۳۹۱	مهندسی چیست؟
۳۹۱	مرحله برنامه‌ریزی
۳۹۱	مرحله طراحی
۳۹۲	مرحله قرارداد (پیمان)
۳۹۲	مرحله اجرا
۳۹۲	منابع فصل یازدهم
۳۹۳	فصل دوازدهم - هزینه‌ها و بررسی‌های اقتصادی
۳۹۳	۱-۱۲- پروژه‌های کوچک آبیاری - هزینه‌های مخفی

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۳۹۳	طرح‌های ارزان - یک هدف
۳۹۴	۲-۱۲- محاسبه هزینه‌های شکست - هزینه کیفیت پایین
۳۹۵	کاهش تولید محصولات
۳۹۵	عملیات تعمیر و نگهداری
۳۹۶	تعارضات اجتماعی
۳۹۷	درآمد از دست رفته
۳۹۷	هزینه ناشی از طراحی نامناسب و ضعیف
۳۹۸	هزینه ناشی از سرپرستی نامناسب
۳۹۸	هزینه موجود واقعی
۳۹۸	۳-۱۲- هزینه نظارت مناسب و خوب
۳۹۸	هزینه سرپرستی
۳۹۹	چشم انداز هزینه نظارت
۴۰۰	۴-۱۲- هزینه ساده‌سازی - هزینه اتوماسیون
۴۰۰	۵-۱۲- هزینه کردن برای آینده - هزینه کانال‌های سه‌موجی شکل
۴۰۱	۶-۱۲- هزینه کردن برای انعطاف پذیری - هزینه خطوط لوله
۴۰۱	منابع فصل دوازدهم

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۲۷	جدول ۱-۵- ضرایب گیاهی
۱۳۰	جدول ۲-۵- محاسبه نیاز آبیاری
۱۳۲	جدول ۳-۵- عمق توسعه ریشه
۱۳۷	جدول ۴-۵- میزان سرعت نفوذ آب در خاک‌های مختلف (متر در روز)
۱۴۹	جدول ۵-۵- دبی کانال در طرح سوات بالا، پاکستان
۱۵۵	جدول ۶-۵- محاسبات درصد تراکم
۱۶۳	جدول ۱-۶- نام‌گذاری کانال
۱۷۶	جدول ۲-۶- دریل و روشش کانال
۱۹۱	جدول ۳-۶- ارتفاع آباد
۱۹۳	جدول ۴-۶- پیچ‌ها
۲۳۳	جدول ۱-۷- افت ارتفاع (متر) در یقون‌های یلاستیکی
۲۴۷	جدول ۲-۷- سرعت رسوبگذاری مواد مختلف
۲۵۷	جدول ۱-۸- اصطلاحات رایج در خط لوله
۲۶۴	جدول ۲-۸- انواع حالت‌های تراکم
۲۶۵	جدول ۳-۸- ضرایب اصطکاک لوله‌های قطرهای ۳۰۰ تا ۹۰۰ میل
۲۷۲	جدول ۴-۸- افت‌های ارتفاعی - شیرهای یونجه و باغی
۲۷۶	جدول ۵-۸- محاسبه تراکم
۲۷۸	جدول ۶-۸- اندازه‌های شیر هریس و ضرایب افت ارتفاع
۲۹۹	جدول ۱-۹- مشخصات پروفیل کانال‌های پیش ساخته سهمی
۳۰۷	جدول ۲-۹- حداقل ضخامت غشای مورد استفاده در پوشش کانال
۳۱۷	جدول ۳-۹- ماندگاری و دوام پوشش کانال
۳۲۴	جدول ۱-۱۰- راهنمای طراحی کانال‌های بدون پوشش در خاک سیلتی، سرعت مجاز بین ۰/۵ تا ۱ متر در ثانیه، شیب دیواره ۱:۱
۳۲۷	جدول ۲-۱۰- زبری کانال
۳۲۹	جدول ۳-۱۰- سرعت متوسط مجاز غیر فرسایشی
۳۲۹	جدول ۴-۱۰- سرعت متوسط غیر رسوبگذار
۳۴۳	جدول ۵-۱۰- صفحه گسترده طراحی زیرشاخه تورو

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۳	شکل ۱-۱- آبراه (کانال) قوسی در قسمت بالای کانال سوات در پاکستان
۴	شکل ۲-۱- کانال سهموی پیهور در پاکستان
۱۱	شکل ۳-۱- دریچه کوچکی در جزیرا، سودان. این طرح به منظور تولید پنبه در دهه ۲۰ ساخته شد. این پروژه از نظر مهندسی خوب طراحی شد ولی مسائل و مشکلات مختلفی، بالاخص در زمینه رسوب داشته است.
۱۷	شکل ۴-۱- کانال آبیاری در طول مزرعه گیاهان روغنی در آلبانی
۲۰	شکل ۵-۱- سنتریوت‌ها در نبراسکا هر دور نیم مایل مربع را پوشش می‌دهد.
۲۱	شکل ۶-۱- آبپاش خطی در روی یک مزرعه تجاری در سودان
۲۴	شکل ۷-۱- اراضی متروک ناشی از شوری حوضه دریاچه آرال، قزاقستان
۳۱	شکل ۱-۲- ناحیه Machai، دامنه سوات بالا، پاکستان، یکی از زیباترین کانال‌های دنیا
۳۲	شکل ۲-۲- منحنی‌های تقاضای آبیاری در ذخیره مخزن - دورس، آلبانی
۳۳	شکل ۳-۲- سد ترینیت در آلبانی
۴۶	شکل ۱-۳- زمانبندی تحویل
۴۸	شکل ۲-۳- مزارع برنجکاری در جاوه که با روش جریان دائمی و با استفاده از لوله‌هایی از جنس درخت بامبو آبیاری می‌شوند.
۵۱	شکل ۳-۳- دلتای روفیجی در تانزانیا
۵۳	شکل ۴-۳- نمایی از مزرعه پنبه در طرح جزیرا
۵۴	شکل ۵-۳- انشعاب کاتلانگ از کانال سوات بالا
۵۵	شکل ۶-۳- تنظیم کننده عرضی کانال ماچای
۵۷	شکل ۷-۳- نقاط چرخش در شبکه کانال سوات بالا
۶۰	شکل ۸-۳- امپریال ولی، کالیفرنیا. بزرگنمایی با مقیاس زیاد
۶۳	شکل ۹-۳- برنامه‌ریزی بر اساس جریان مداوم، چرخشی و تقاضا، راه‌هایی برای کاهش مشکلات انتهای شبکه
۶۹	شکل ۱۰-۳- ساختار یک سامانه مدیریت خطی رایج و سامانه مدیریت واحد بهبود یافته
۷۴	شکل ۱۱-۳- یک واحد «Acquacard» که آب ورودی به یک هکتار مزرعه کنگر فرنگی واقع در فوجیا، ایتالیا کنترل می‌کند.
۸۴	شکل ۱-۴- منحنی‌های عکس‌العمل؛ که نشان‌دهنده زمان لازم برای رسیدن موج پیشروی به عمق نرمال است
۸۶	شکل ۲-۴- کنترل بالادست به وسیله دریچه شناوری خودتنظیم، تایلند (عکس از Wolfgang stenzel)
۸۸	شکل ۳-۴- دریچه‌های کنترل پایین‌دست در کانال تراز بالای پیهور، پاکستان

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۸۹	شکل ۴-۴- یک ایستگاه پمپاژ روی کانال آبرسان کالیفرنیا - نمونه‌ای از کنترل مرکزی
۹۰	شکل ۴-۵- حالت‌های تنظیم کانال
۹۲	شکل ۴-۶- تجمع سیلت در یکی از کانال‌های فرعی جزیرا. با تخلیه سیلت، هر ساله سواحل رودخانه بالاتر می‌روند.
۹۷	شکل ۴-۷- دریاچه اهرم‌دار، روستای ایمپریال، کالیفرنیا
۹۹	شکل ۴-۸- دریاچه‌های بازدارنده روی یک خروجی پیش ساخته، پاکستان (شکل چپ - باز) (شکل راست - بسته)
۱۰۵	شکل ۴-۹- شیرهای کنترل کننده خروجی SCADA روی کانال تراز بالای پیهور
۱۰۷	شکل ۴-۱۰- سرریز مارپیچ که به عنوان سازه سرریز اضطراری عمل می‌کند.
۱۰۹	شکل ۴-۱۱- دریاچه‌های خودتنظیم سهمی کنترل بالادست که هنوز نصب نشده‌اند، پروژه ماسکاته، سوریه
۱۰۹	شکل ۴-۱۲- نحوه عملکرد دریاچه‌های خودتنظیم کنترل پایین دست
۱۱۰	شکل ۴-۱۳- کنترل پایین دست در قسمت‌های مختلف کانال
۱۱۱	شکل ۴-۱۴- یک تقسیم‌کننده تناسبی آه مهارتاتی از جریان را از کانال اصلی برداشت می‌کند.
۱۱۳	شکل ۴-۱۵- توزیع کننده مدولار
۱۲۱	شکل ۴-۱۶- موتور کردن
۱۳۴	شکل ۵-۱- یک نمونه تیپ الگوی کشت برای اراضی شمال شرقی بحریره
۱۳۸	شکل ۵-۲- منحنی میزان دبی انتقالی برای کانال ساحل چپ یلر (YLC)
۱۳۹	شکل ۵-۳- ساحل سمت چپ کانال Yeluru
۱۴۰	شکل ۵-۴- تلفات آب از مخزن Arshingeri، کارناتاگا
۱۴۱	شکل ۵-۵- تلفات ناشی از سوء مدیریت که موجب مستغرق شدن جاده شده است - پاکستان
۱۴۳	شکل ۵-۶- شرایط، استفاده زیاد آب را تحمیل می‌کند. اقلیم گرم و خشک همراه با بادهای متوالی، خاک‌های شنی، کانال‌هایی با ساختار نامناسب و روش نامناسب آبیاری. پروژه مالتاگا در سودان
۱۴۶	شکل ۵-۷- یکنواختی پایین در آبیاری جویچه‌ای
۱۴۶	شکل ۵-۸- موانع پلاستیکی در جویچه‌ها باعث تأخیر در حرکت جبهه پیشروی شده و باعث بهبود راندمان توزیع می‌گردد.
۱۵۱	شکل ۵-۹- منحنی تقاضای نیاز آبیاری مزرعه در مقابل سطح مزرعه، کانال سوات بالا، پاکستان
۱۶۶	شکل ۶-۱- یک نمونه طرح جانمایی کانال که منطقه فرمان، مسیرهای زهکشی و بلوک‌های آبیاری را نشان می‌دهد.
۱۶۷	شکل ۶-۲- کانال ساحل چپ یلر با سطح مقطع طبیعی سهمی شکل

فهرست اشکال

صفحه

عنوان

- شکل ۳-۶- مقطع دوزنقه‌ای و سهمی معادل برای کانال تراز بالا پیهور پاکستان که برای دبی ۳۰ متر مکعب بر ثانیه طراحی شده است. ۱۷۰
- شکل ۴-۶- کانال آجری مستطیلی با خروجی "pucca nucca" در پاکستان ۱۷۲
- شکل ۵-۶- کانال‌های نیم‌دایره‌ای در مراکش ۱۷۳
- شکل ۶-۶- ساخت یک کانال دایره‌ای بزرگ در اسپانیا ۱۷۴
- شکل ۷-۶- فشار جمعیت موجب شاهکار تاریخی مهندسی مانند آبیاری بر روی شیب (سرازیری) یک کوه آتشفشان در لاوو جاوه شرقی شده است. کانال اصلی در سمت چپ بالا واقع است. ۱۷۸
- شکل ۸-۶- در جاوه شرقی کاربری اراضی بسیار شدید است، به طوری که هر قطعه از خاک قابل دسترس مورد استفاده قرار می‌گیرد. ولی گیاه منهوت (گیاه استوایی) که در کنار کانال رشد می‌کند خیلی سریع پوشش را تخریب می‌کند. ۱۸۰
- شکل ۹-۶- گاو می‌تواند سبب شکستگی در کانال‌های کوچک شود به خصوص در هندوستان که گاوهای ماده مقدس بوده و کسی آنها را از داخل کانال خارج نمی‌کند. ۱۸۰
- شکل ۱۰-۶- پوشش به صورت دیوار آجری که سبب تثبیت قسمت بیرونی انحنای کانال مایرا واقع در پاکستان گردیده است. ۱۸۳
- شکل ۱۱-۶- موج دائمی در انتهای ناحیه سراسیمی کانال ۱۹۲
- شکل ۱۲-۶- پروفیل‌های کانال ساحل چپ مرووه، ظرفیت ۲۳۰ متر مکعب بر ثانیه ۱۹۴
- شکل ۱۳-۶- پروفیل‌های پیشنهادی برای کانال تراز بالای پیهور با ظرفیت ۳۰ متر مکعب بر ثانیه ۱۹۵
- شکل ۱۴-۶- قطعات سهمی پیش ساخته و پروفیل‌های سنتی که در پاکستان جایگزین شده‌اند. ۱۹۶
- شکل ۱-۷- رمپ دسترسی برای حفاظت از کانال، کلرادو ۱۹۸
- شکل ۲-۷- کانال توزیع Dundian، کانال سوات بالا، پاکستان. با یک سرریز کرامپ در جهت جریان در قطع پایین دست دریاچه کشویی کاهش پیدا کرده و از این طریق می‌تواند جریان را اندازه‌گیری کرد. ۲۰۱
- شکل ۳-۷- دریاچه کشویی ساده که برای آبگیرها و آب‌بندها استفاده می‌شوند، هندوستان. دیده می‌شود که در یکی از فلوم‌ها از جنس بتون و دیگری فولادی است. گیاه کشت شده زنجبیل می‌باشد. ۲۰۲
- شکل ۴-۷- یک آبگیر آبخاری ساخته شده در سودان - ورودی به صورت دریاچه و خروجی لوله‌ای می‌باشد. دیده می‌شود که شکل طبیعی حوضچه خروجی مانند پیاز است. ۲۰۳
- شکل ۵-۷- دریاچه‌های کنترل مدولار (عکس از Wolfgang Stenzel) ۲۰۴
- شکل ۶-۷- طرح دو راهی سرریز کرامپ ۲۰۶
- شکل ۷-۷- سه شاخه دابل. جریان به هر خروجی دوبار در هر دو طرف کانال تقسیم می‌شود. ۲۰۶
- شکل ۸-۷- فلوم باز، پاکستان ۲۰۸
- شکل ۹-۷- یک دریاچه قطاعی کوچک که به عنوان تنظیم کننده کشویی کنترل بالادست استفاده ۲۱۰

فهرست اشکال

عنوان

صفحه

می‌شود، کانال سوات پایین، پاکستان، به سرریزهای جانبی در دو طرف دریچه توجه شود. این سازه به همراه یک آبشار می‌باشد و از ابتدا برای این منظور طراحی شد که در حالت برنامه‌ریزی بر اساس تقاضا کار کند.

- شکل ۷-۱۰- سرریز تاج بلند نوک اردکی محدب. واحد H سامانه سریلانکا، دماغه سرریز گرد است. این سامانه به نحو بسیار مؤثری انرژی آب را کاهش می‌دهد. به روزنه زهکش در مرکز توجه شود. ۲۱۴
- شکل ۷-۱۱- آب‌بند سهمی شکل، به همراه خروجی‌های مزرعه. چپ بسته، راست باز ۲۱۵
- شکل ۷-۱۲- تندآب دارای صفحات موج گیر ۲۱۷
- شکل ۷-۱۳- آبشارهای Notch، کانال سوات بالا، پاکستان ۲۱۷
- شکل ۷-۱۴- آبشار حفاظت شده ۲۱۸
- شکل ۷-۱۵- دراپ پله‌ای در کانال، می‌شکل و یک دراپ حفاظت شده در کانال توزیع‌کننده اصلی ۲۱۸
- شکل ۷-۱۶- تبدیل ورودی به سیفون در کانال توزیع Shamozai، کانال سوات بالا. جریان آرام را در تبدیل بیضوی سمت راست با جابجایی در تبدیل با دیواره صاف، و همچنین با افت ناگهانی در تبدیل به دیواره چهارگوش مقایسه کرد. ۲۲۱
- شکل ۷-۱۷- تبدیل فلوم بیضوی معکوس، کانال سوات بالا ۲۲۳
- شکل ۷-۱۸- کالورت ورودی دراپ در حال ساخت ۲۲۴
- شکل ۷-۱۹- یک آبگذر کوچک روی کانال تراز بالای پیرامون پاکستان ۲۲۵
- شکل ۷-۲۰- آبرسان سیفون‌دار، کانال توزیع شاموزای، کانال سوات بالا، پاکستان ۲۲۶
- شکل ۷-۲۱- ساخت سیفون Kundal Khwar در کانال تراز بالای پیرامون، پاکستان، که دارای $3/2$ متر قطر و ۲ کیلومتر طول بوده و یکی از بزرگترین سیفون‌ها می‌باشد. ۲۲۸
- شکل ۷-۲۲- سازه در روکناری سیفون، کانال Genil-Cabra، اسپانیا ۲۳۰
- شکل ۷-۲۳- سیفون‌های پلاستیکی با شیارهای طولانی، حوزه کلمبیا، آمریکا ۲۳۳
- شکل ۷-۲۴- سرریز Replogle در طرح آبیاری Petterson، کالیفرنیا ۲۳۶
- شکل ۷-۲۵- انواع سرریزها و رابطه دبی جریان آنها ۲۳۷
- شکل ۷-۲۶- طراحی فلوم‌های Cut-throat کوچک ۲۳۸
- شکل ۷-۲۷- کانالی که با دانه‌های شن Barchan در صحرای Nubian مسدود شده است. این شن‌ها به صورت افقی با سرعت ۲۰ متر در هر سال حرکت می‌کنند. ۲۴۱
- شکل ۷-۲۸- سازه مجرای گردابی ۲۴۵
- شکل ۷-۲۹- تجمع سیلت در یکی از کانال‌های اصلی جزیرا، ناحیه Managil، سودان ۲۴۹
- شکل ۷-۳۰- حوضچه‌های ته‌نشینی، سد Jati، جاوه شرقی ۲۴۹
- شکل ۸-۱ خط لوله کم فشار که فشار تقریباً ثابتی را در خروجی تولید می‌کند. ۲۵۲
- شکل ۸-۲- خطوط لوله باز، نیمه بسته و بسته ۲۵۴

فهرست اشکال

- شکل ۸-۳- نمونه‌ای بارز از خط لوله باز، Westlands، کالیفرنیا. حداکثر ارتفاع استاتیک در تراز بالای لوله عمودی می‌باشد (در هر دو تصویر). سامانه به وسیله پمپاژ از کانال آبرسان کالیفرنیا تأمین می‌شود. ۲۵۴
- شکل ۸-۴- درخت‌های نخل که به روش سطحی با شیرهای باغی در یک خط لوله نیمه‌بسته آبیاری می‌شوند. Coachella، کالیفرنیا. ۲۵۵
- شکل ۸-۵- بلوک‌بندی برای یک خط لوله توزیع انعطاف‌پذیر. سه گروه مزرعه برای ۹ تا ۱۴ واحد نشان داده شده است. ۲۵۹
- شکل ۸-۶- سامانه خط لوله در چندهار، آمریکا ۲۶۳
- شکل ۸-۷- نصب لوله‌های MDPE، هندوستان ۲۶۳
- شکل ۸-۸- شیرهای شناوری برای کنترل از پایین دست ۲۷۰
- شکل ۸-۹- جایگاه‌های شیر در Topi، پاکستان. این سازه‌ها غیرقابل تخریب هستند شیرهای ۲۴ اینچی فوق به صورت دائمی نصب شده‌اند تا دبی ۱۲۰۰ لیتر در ثانیه را منتقل کنند. ۲۷۰
- شکل ۸-۱۰- نصب شناور شیر هریس ۲۷۱
- شکل ۸-۱۱- شیر شناوری دیسکی که برای کنترل از پایین دست خط لوله نصب شده است. شناور داخل محفظه استوانه‌ای در قسمت بالای شکل دیده می‌شود. محور قائم در جلوی عکس به یک دیسک افقی ختم می‌شود که این دیسک خروجی لوله را می‌پوشاند. ۲۷۱
- شکل ۸-۱۲- خروجی مزرعه در خط لوله کم فشار ۲۷۳
- شکل ۸-۱۳- خروجی سرریز دایره‌ای بیومونت در خط لوله مدفون، در منطقه Sulawesi ۲۷۳
- شکل ۸-۱۴- مجرای ورود به لوله در کانال بالا مسطح. ۲۷۴
- شکل ۸-۱۵- طرح خط لوله، مقطع طولی و توزیع فشار ۲۷۷
- شکل ۹-۱- آنالیز اجزای محدود نشان می‌دهد که به دلیل نیروهای جانبی در خاک‌های متورم شونده، تنش در کانال‌های دوزنقه‌ای بیشتر می‌باشد. همین نتایج نیز در بازگذاری قائم روی خاک اطراف کانال دیده می‌شود. ۲۸۱
- شکل ۹-۲- پروفیل کانال‌ها و نیروهای وارد به آنها ۲۸۴
- شکل ۹-۳- سنگ‌چینی، هندوستان ۲۸۶
- شکل ۹-۴- آجرچینی کانال، سریلانکا. هر یک از درزها یک منبع نشت می‌باشند. ولی به هر حال این روش هزینه پایینی دارد. ۲۸۷
- شکل ۹-۵- قطعات بتنی پیش‌ساخته که در اثر وزن خود جابه‌جا شده‌اند، هندوستان ۲۸۸
- شکل ۹-۶- بتن‌ریزی در کانال تراز بالای پیهور ۲۹۱
- شکل ۹-۷- شکل‌دهی لغزشی کانال قازی - بروتا، پاکستان ۲۹۱
- شکل ۹-۸- ماشین قالب‌گیری کانال سهمی ۲۹۲

فهرست اشکال

عنوان

صفحه

- شکل ۹-۹- روکش‌دار کردن کانال با فروسمنت ۲۹۵
- شکل ۹-۱۰- شاتکریت یک کانال کوچک، سوازیلند (عکاس Chris Cronin) ۲۹۶
- شکل ۹-۱۱- جدار کانال‌های سهمی بسیار صاف است. ۲۹۸
- شکل ۹-۱۲- کارگاه قالب‌زنی کانال‌های سهمی، هندوستان ۳۰۰
- شکل ۹-۱۳- کانال‌های سهمی شکل، قزاقستان. این کانال‌ها در تمام نواحی شوروی سابق وجود داشت. ۳۰۳
- شکل ۹-۱۴- چگونگی سرهم کردن کانال، بدون زحمت اضافه. روی هم انباشتن خاک در دو طرف بدون تراکم خاک سربلکا ۳۱۴
- شکل ۱۰-۱- نسبت عمق به عرض بالای کانال‌های بدون پوشش (D/T) ۳۲۳
- شکل ۱۰-۲- یک کانال زراعتی در بله‌ای سامانه سوات بالا در پاکستان. این قسمت شبکه عمداً بسیار زیر طراحی شد تا سرعت آب را در طول ۴ مایل طول خود کنترل کند. شیب کانال ۱ به صد بوده، که دارای آبشارهایی در هر ۱۰ تا ۳۰ متر فاصله می‌باشد. ضریب مانینگ در حدود ۰/۰۲۵ تخمین زده شده است. ۳۲۶
- شکل ۱۰-۳- پروفیل سرعت در کانال و توزیع آن نسبت به عمق ۳۳۰
- شکل ۱۰-۴- منحنی انرژی مخصوص برای کانال‌های مختلف ۳۳۳
- شکل ۱۰-۵- مقطع طولی زیر شاخه تورو ۳۴۵
- شکل ۱۰-۶- پروفیل سرعت شاخه تورو ۳۴۵
- شکل ۱۰-۷- مقطع طولی شاخه تورو ۳۴۶
- شکل ۱۰-۸- نمونه نمودارها ۳۴۹
- شکل ۱۰-۹- نمونه نمودارها ۳۴۹
- شکل ۱۰-۱۰- نمونه نمودارها ۳۵۰
- شکل ۱۰-۱۱- نمونه نمودارها ۳۵۰
- شکل ۱۰-۱۲- نمونه نمودارها ۳۵۱
- شکل ۱۰-۱۳- نمونه نمودارها ۳۵۱
- شکل ۱۱-۱- حساس‌ترین و آسیب‌پذیرترین زمان شکست کانال، اولین آب اندازی پس از ساخت می‌باشد، و یا در شکل فوق، پس از تغییرات مختلف در جریان با کنترل پایین‌دست، می‌باشد. (شاخه کانال مایرا، پاکستان، عکس از C. G. Swayne) ۳۵۷
- شکل ۱۱-۲- مقطع طولی کانال Bogribail ۳۵۹
- شکل ۱۱-۳- کانال Bogribail در مسیر سنگی ۳۵۹
- شکل ۱۱-۴- شالیکاری در کانال ۳۶۰

فهرست اشکال

صفحه

عنوان

- شکل ۱۱-۵- استفاده نا به جا از سنگ چینی در خاک متورم شونده باعث شده که کانال در مراحل اولیه استفاده ترک بخورد. ۳۷۴
- شکل ۱۱-۶- تخریب پوشش کانال به دلیل فشار هیدرواستاتیکی از سیلاب سطحی ۳۷۵
- شکل ۱۱-۷- ریزش پوشش کانال به دلیل زیرشویی خاک در محل اتصالات بتنی ۳۷۵
- شکل ۱۱-۸- رشد شدید علف‌های هرز در آب تمیز خروجی از یک مخزن بزرگ. کانال ساحل چپ یلرو، Andhra Pradesh ۳۷۹
- شکل ۱۱-۹- رشد محصولات در ساحل‌های کانال به پوشش آسیب زده است. کاساوا، جاوه. ۳۸۲
- شکل ۱۱-۱۰- انحراف آب در رز زمین‌ها ۳۸۴
- شکل ۱۱-۱۱- کانال‌های رجه ۳ زمین قابل کشت را اشغال نموده است. ۳۸۴