

الشرح



انتشارات دانشگاه شیراز

۵۳۳



انتشارات مرکز منطقه‌ای
اطلاعاتی علوم و فناوری

اصول و مهندسی زهکشی

جلد اول

اصول زهکشی

تألیف

دکتر مسعود نوشادی

عضو هیات علمی بخش مهندسی آب دانشگاه شیراز

سرشناسه	: نوشادی، مسعود، ۱۳۴۲-
عنوان و نام پدیدآور	: اصول و مهندسی زهکشی/تالیف مسعود نوشادی.
مشخصات نشر	: شیراز : دانشگاه شیراز، مرکز نشر: وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، مرکز منطقه‌ای اطلاع‌رسانی علوم و فناوری، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	: ج۲: مصور، جدول، نمودار
فروست	: انتشارات دانشگاه شیراز؛ ۵۳۳.
شابک	: ج ۱: ۶-۹۸۲۰-۶۰۰-۹۷۸ ج ۲: ۳-۷-۹۸۲۰-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: کتابنامه.
یادداشت	: نمایه.
مندرجات	: ج. ۱. اصول زهکشی. - ج. ۲. مهندسی زهکشی.
موضوع	: زهکشی
موضوع	: Drainage
موضوع	: آبیاری -- مهندسی
موضوع	: Irrigation engineering
شناسه افزوده	: دانشگاه شیراز. مرکز نشر
شناسه افزوده	: ایران. وزارت علوم، تحقیقات و فناوری. مرکز منطقه‌ای اطلاع‌رسانی علوم و فناوری
شناسه افزوده	: Regional information center for science and technology
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۷ الف ۸۶ ن / ۹۷۰ TC
رده بندی دیویی	: ۶۲۷/۵۴
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۳۷۱۰۴۳

اصول و مهندسی زهکشی جلد اول اصول زهکشی

تالیف: دکتر مسعود نوشادی

چاپ اول: ۱۳۹۷

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

ناشر: انتشارات دانشگاه شیراز با همکاری انتشارات مرکز منطقه‌ای علوم و فناوری

قیمت: ریال

حق چاپ برای مرکز نشر دانشگاه شیراز و انتشارات مرکز منطقه‌ای علوم و فناوری محفوظ است

شیراز، میدان ارم، کوی دانشگاه شیراز - کد پستی ۸۵۱۱۵ - ۷۱۹۴۶ صندوق پستی ۱۱۶۱

تلفن و تلفکس: ۰۷۱۳۶۲۷۳۰۵۰



شورای انتشارات دانشگاه شیراز

دکتر سید مجتبی زبرجد	معاون پژوهشی دانشگاه و رئیس شورای انتشارات
دکتر علیرضا سرداریان	نماینده معاون پژوهشی دانشگاه در شورای انتشارات
دکتر هاجر ستوده	رئیس مرکز نشر
دکتر محمد امامی	دانشکده حقوق و علوم سیاسی
دکتر مهرزاد بیغش	دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر
دکتر مرتضی خسرو نژاد	دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی
دکتر سید مجتبی زبرجد	دانشکده مهندسی
دکتر نوذر سامانی	دانشکده علوم
دکتر علیرضا شریعتی	دانشکده مهندسی شیمی، نفت و گاز
دکتر حمیدرضا شریف	دانشکده هنر و معماری
دکتر عبدالعلی شکر	دانشکده الهیات و معارف اسلامی
دکتر احمد صدرایی جواهری	دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اجتماعی
دکتر حسین کیانی	دانشکده ادبیات و علوم انسانی
دکتر مرضیه موسوی نسب	دانشکده کشاورزی
دکتر ناصر وصال	دانشکده دامپزشکی

پیش‌گفتار

سیستم‌های زهکشی (سطحی و زیرزمینی) برای کنترل سطح ایستابی و کنترل شوری در خاک و محیط ریشه در طول تاریخ مورد استفاده قرار گرفته است. از بین انواع سیستم‌های زهکشی بسته به شرایط اقلیمی، توپوگرافی، خاک و غیره می‌توان مناسب‌ترین آنها را انتخاب کرد. هم‌اکنون سطوح گسترده‌ای از اراضی در ایران به سیستم‌های زهکشی نیاز دارند. در این کتاب تلاش شده تا کلیه جنبه‌های زهکشی به تفصیل مورد بررسی و بحث قرار گیرد و به تعداد کافی مثال آورده شده است. در این کتاب اصول زهکشی و مهندسی زهکشی به تفصیل مورد بحث و بررسی قرار گرفته و سعی شده که روابط و معادلات مورد استفاده با اثبات ریاضی و با ذکر جزئیات آورده شود. مؤلف این کتاب، با مطالعه کتاب‌های مختلف زهکشی همواره جای خالی بیان جزئیات و اثبات معادلات زهکشی را احساس می‌کرد و در نتیجه تلاش شده که این خلاء در کتاب حاضر برطرف گردد. عمده اثبات معادلات ریاضی از کتاب‌های دیگر گرفته نشده و مؤلف کتاب آنها را ارائه کرده است.

در جلد اول کتاب پس از مقدمه و بیان محاسن و معایب سیستم‌های زهکشی به روابط آب و خاک که مربوط به زهکشی می‌باشد، پرداخته شده و سعی گردیده که این روابط به خوبی تشریح گردند. یکی از مهم‌ترین مسائل در زهکشی در شرایط حاضر کنترل شوری است که این بحث به طور کامل ارائه گردیده است. برای محاسبه ضریب زهکش در سیستم‌های زهکش سطحی، به بحث رواناب و محاسبه آن به روش‌های مختلف پرداخته شده و مباحث مربوطه (به ویژه روش استدلالی و شماره منحنی) به تفصیل مورد بحث و بررسی قرار گرفته و آخرین یافته‌های موجود در این زمینه ارائه شده است.

در جلد دوم کتاب به مباحث زهکشی و فرمول‌های مربوطه در حالت‌های ماندگار و غیر ماندگار پرداخته شده و کلیه فرمول‌ها با ذکر جزئیات و اثبات‌های ریاضی ارائه گردیده و به اندازه کافی مثال آورده شده است. سایر سیستم‌های زهکشی مانند زهکشی مول و چاه زهکش نیز به تفصیل بررسی شده است. یکی از جنبه‌های بسیار مهم سیستم‌های زهکشی، جنبه زیست محیطی آن است. بنابراین در یک فصل جداگانه به این بحث پرداخته شده و به تفصیل در مورد روش‌های کاهش اثرات زیست محیطی سیستم‌های زهکشی بحث شده است. در این راستا به زهکشی کنترل شده نیز پرداخته شده است. سایر مباحث مورد نیاز مانند ماشین‌های زهکش، مواد زهکشی (لوله و پوشش) نیز به تفصیل بحث شده است. با توجه به اهمیت تعیین هدایت هیدرولیکی اشباع خاک، در پیوست این کتاب انواع مختلف روش‌های تعیین هدایت هیدرولیکی اشباع خاک با ذکر جزئیات و اثبات روابط مربوطه آورده شده است.

در خاتمه لازم است که تشکر عمیق و صمیمانه خود را از کلیه اساتید محترم بخش مهندسی آب دانشگاه شیراز که بسیاری از اطلاعات و معلومات خود را مدیون آنها هستم، بیان نمایم. این عزیزان نقش بسیار مهمی در تهیه این کتاب داشته‌اند و مؤلف گاه بعضی از مشکلات موجود در کتاب را با همکاری این بزرگواران برطرف نموده است.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: نقش زهکشی و مدیریت شوری در کشاورزی پایدار	۱
۱-۱- مشکلات ماندابی بودن و شوری در زمین‌های کشاورزی با آبیاری و بدون آبیاری	۵
۲-۱- تعریف، طبقه‌بندی و تأثیرات ماندابی شدن	۵
۳-۱- افزایش تجمع نمک در خاک	۸
۴-۱- مشکلات در مناطق آبیاری نشده	۹
۵-۱- مشکلات در مناطق آبیاری شده	۹
۶-۱- بررسی کوتاهی بر آبیاری در سطح جهان	۱۲
۱-۶-۱- کشاورزی در ۷۰۰۰ سال قبل از میلاد	۱۲
۷-۱- تداوم پایداری کشاورزی تحت آبیاری در معرض خطر	۱۵
۸-۱- زهکشی اراضی در گذشته و حال	۱۵
۹-۱- دلایل ایجاد مشکلات ماندابی و شوری	۱۷
۱۰-۱- مشکلات زهکشی در مناطق موسمی (مانسونی) آسیا	۲۰
۱۱-۱- ویژگی‌های مونسون	۲۰
۱۲-۱- نیاز به زهکشی در طول دوره بارندگی موسمی	۲۲
۱۳-۱- هزینه و سودهای زهکشی	۲۳
۱-۱۳-۱- هزینه‌های زهکشی	۲۳
۲-۱۳-۱- مزیت‌ها و سودهای زهکشی	۲۵
۱۴-۱- اقدامات درمانی و پیشگیرانه زهکشی و مدیریت شوری	۲۷
۱۵-۱- طبقه‌بندی کلی سیستم‌های زهکشی	۲۸
۱۶-۱- زهکشی سطحی	۲۸
۱۷-۱- زهکشی زیرزمینی	۲۹
۱۸-۱- روش‌های زهکشی	۲۹
۱۹-۱- انتخاب زهکشی سطحی و یا زیرزمینی	۳۰
۲۰-۱- زهکشی برای کنترل سطح ایستابی و شوری	۳۱
۲۱-۱- زهکشی برای احیاء اراضی تخریب شده از نظر شیمیایی	۳۲
۲۲-۱- تأثیر زهکشی و مدیریت نمک در تولید محصول	۳۴
۲۳-۱- اجزاء سیستم‌های زهکشی	۳۶
فهرست منابع	۴۰

فصل دوم: خصوصیات فیزیکی خاک در ارتباط با زهکشی.....	۴۱
۱-۲- خصوصیات فیزیکی خاک و مشخص نمودن آنها	۴۲
۲-۲- خصوصیات ماتریسی خاک	۴۳
۱-۲-۲- بافت خاک	۴۳
۱-۱-۲-۲- تأثیر بافت خاک بر رفتار آن	۴۷
۲-۱-۲-۲- تعیین بافت خاک	۴۸
۳-۱-۲-۲- توزیع اندازه ذرات خاک	۴۹
۴-۱-۲-۲- ضریب یکنواختی	۵۳
۲-۲-۲- آرایش ذرات خاک و ساختمان خاک	۵۷
۱-۲-۲-۲- آرایش ذرات خاک	۵۷
۲-۲-۲-۲- ساختمان خاک	۵۹
۳-۲-۲- چگالی ظاهری (ρ_b)	۶۳
۴-۲-۲- تخلخل (n) و منافذ خاک	۶۴
۱-۴-۲-۲- محاسبه تخلخل با در نظر گرفتن آرایش‌های مختلف ذرات کروی یکنواخت	۶۷
۱-۱-۴-۲-۲- آرایش مکعبی	۶۷
۲-۱-۴-۲-۲- ذرات کروی با آرایش لوزوی	۶۸
۳-۱-۴-۲-۲- ذرات کروی با آرایش لوزوجهی	۶۹
۴-۱-۴-۲-۲- یک کره در مکعب و قرار دادن کره‌ها درون ۸ گوشه مکعب	۷۰
۵-۱-۴-۲-۲- یک کره در مکعب و هشت کره کوچک در گوشه‌ها	۷۶
۳-۲- خواص آب و خاک	۷۹
۱-۳-۲- خواص ایستا آب و خاک	۸۰
۱-۱-۳-۲- مقدار رطوبت خاک (θ)	۸۰
۲-۱-۳-۲- رطوبت اشباع (θ_{sat})	۸۰
۳-۱-۳-۲- رطوبت ظرفیت مزرعه (θ_{FC})	۸۱
۴-۱-۳-۲- آب گذرا (T_w)	۸۳
۵-۱-۳-۲- رطوبت نقطه پژمردگی (θ_w)	۸۳
۶-۱-۳-۲- آب قابل دسترس (A_w)	۸۴
۷-۱-۳-۲- رطوبت حجمی (θ_v)	۸۴
۸-۱-۳-۲- تخلخل قابل زهکشی (μ)	۸۴
۱-۸-۱-۳-۲- تعیین آزمایشگاهی تخلخل قابل زهکشی	۸۹
۲-۸-۱-۳-۲- رابطه بین تخلخل قابل زهکشی (μ) و مکش (h)	۹۲
۹-۱-۳-۲- صعود کاپیلاری (h_c)	۱۰۳
۱۰-۱-۳-۲- حدود آتربریگ	۱۰۸
۱-۱۰-۱-۳-۲- حد روانی (LL)	۱۰۹

۱۱۰.....	۲-۳-۱-۱-۲- حد پلاستیک یا خمیری (PL)
۱۱۱.....	۲-۳-۲- خواص دینامیک آب- خاک
۱۱۱.....	۲-۳-۱-۲- نفوذ
۱۱۸.....	۲-۳-۱-۱- محدودیت‌های نتایج آزمایش نفوذ به روش استوانه مضاعف
۱۲۰.....	۲-۳-۱-۲- شاخص‌های نفوذ
۱۲۵.....	۲-۳-۲- فرونشست
۱۲۶.....	۲-۴- پتانسیل آب در خاک
۱۲۹.....	۲-۴-۱- نقاط پتانسیلی مهم آب خاک
۱۳۱.....	۲-۵- حالت‌های مختلف آب در خاک
۱۳۴.....	۲-۵-۱- شدت نگهداری آب در خاک
۱۳۵.....	۲-۶- هدایت هیدرولیکی (K)
۱۳۷.....	۲-۶-۱- یکنواختی و همروندی خاک
۱۳۸.....	۲-۶-۲- غیر همروندی در خاک‌ها
۱۴۱.....	۲-۷- مقاومت هیدرولیکی
۱۴۴.....	۲-۸- قانون دارسی
۱۴۸.....	۲-۹- نشست
۱۵۱.....	۲-۱۰- تغییرات خواص فیزیکی خاک
۱۵۱.....	۲-۱۰-۱- تغییرپذیری هدایت هیدرولیکی و نفوذپذیری
۱۶۲.....	۲-۱۱- سطح ایستابی معلق
۱۶۲.....	۲-۱۱-۱- چاهک‌های مشاهداتی سطح ایستابی
۱۶۳.....	۲-۱۲- سطح ایستابی معلق
۱۶۵.....	۲-۱۳- مطالعات پیزومتری
۱۶۶.....	۲-۱۳-۱- خطای اندازه‌گیری سطح ایستابی به وسیله پیزومتر در حالتی که جریان عمودی وجود دارد
۱۶۷.....	۲-۱۴- سیستم‌های زهکشی زیرزمینی
۱۶۹.....	۲-۱۴-۱- سیستم‌های زهکشی لوله‌ای
۱۶۹.....	۲-۱۴-۱-۱- الگوهای جانمایی
۱۷۲.....	۲-۱۴-۲- سیستم‌های منفرد و مرکب
۱۷۴.....	۲-۱۴-۲- سیستم کانال‌ها (نهرهای) عمیق
۱۷۶.....	۲-۱۴-۳- لوله‌های زهکش
۱۸۴.....	فهرست منابع
۱۸۷.....	فصل سوم: مشکلات شیمیایی آب و خاک
۱۸۷.....	۳-۱- منشاء خاک
۱۸۹.....	۳-۲- هدایت الکتریکی (EC)

۱۹۶	۳-۳ pH (اسیدیته)
۲۰۰	۳-۴ درصد سدیم قابل تبادل (ESP)
۲۰۴	۳-۵ خاک‌های شور
۲۰۵	۳-۵-۱ شوری خاک
۲۰۸	۳-۵-۱-۱ اصول اساسی اندازه‌گیری EC_a
۲۱۳	۳-۵-۱-۲ عوامل مؤثر در EC_a
۲۱۴	۳-۵-۱-۳ شوری خاک در کشاورزی
۲۱۸	۳-۶ مشکلات ناشی از شوری
۲۲۱	۳-۷ مدیریت مشکلات شوری
۲۲۲	۳-۷-۱ زهکشی
۲۲۴	۳-۷-۲ کنترل شوری به وسیله آبیویی
۲۲۴	۳-۷-۳ پایش شوری خاک
۲۲۵	۳-۷-۴ استفاده از گیاهان مقاوم به شوری
۲۲۵	۳-۷-۵ عملیات زراعی
۲۲۷	۳-۷-۶ محل کاشت بذر
۲۳۰	۳-۷-۷ کوددهی
۲۳۱	۳-۷-۸ تغییر روش آبیاری
۲۳۶	۳-۷-۹ اصلاح اراضی برای کنترل شوری
۲۴۱	۳-۷-۱۰ اختلاط منابع آب
۲۴۳	۳-۸ تحمل گیاهان به شوری
۲۶۳	۳-۸-۱ عوامل مؤثر بر مقاومت گیاهان به شوری
۲۶۷	۳-۸-۲ راهنمایی‌های کلی برای استفاده از آب‌های شور
۲۶۸	۳-۸-۳ شور شدن خاک در اثر صعود کاپیلاری
۲۶۹	۳-۸-۴ طبقه‌بندی خاک‌های شور
۲۷۰	۳-۹ خاک‌های اسیدی
۲۷۲	۳-۱۰ کیفیت آب
۲۷۲	۳-۱۰-۱ طبقه‌بندی کیفی آب
۲۸۰	۳-۱۱ خواص فیزیکی خاک‌های تحت تأثیر شوری
۲۸۱	۳-۱۲ عملکرد گیاه در خاک‌های شور و اسیدی
۲۸۳	۳-۱۳ اصلاح خاک‌های شور، قلیا و اسیدی
۲۸۴	۳-۱۴ نیاز آبیویی (LR)
۲۹۶	۳-۱۴-۱ محاسبه نیاز آبیویی با در نظر گرفتن باران
۲۹۸	۳-۱۴-۲ زمان‌بندی آبیویی
۳۰۲	۳-۱۴-۳ روش مزرعه‌ای تخمین آبیویی

۳۰۴.....	۳-۱۴-۴- نیاز به گچ برای اصلاح خاک‌های قلیایی
۳۰۸.....	۳-۱۴-۵- نیاز به آهک برای اصلاح خاک‌های اسیدی
۳۱۰.....	۳-۱۵-۱۵- مشکلات سرعت نفوذ آب در خاک
۳۱۱.....	۳-۱۵-۱- ارزیابی مشکل نفوذ
۳۲۳.....	۳-۱۵-۱-۱- نسبت فعالیت سدیم به کلسیم (SCAR)
۳۲۴.....	۳-۱۵-۲- نسبت سدیم (نسبت کلی)
۳۲۶.....	۳-۱۵-۳- شاخص شوری
۳۲۶.....	۳-۱۵-۲- مدیریت مشکلات نفوذ آب در خاک
۳۲۷.....	۳-۱۵-۱-۲- اصلاح آب و خاک
۳۲۸.....	۳-۱۵-۲-۱-۱- گچ
۳۳۲.....	۳-۱۵-۲-۲-۲- اصلاح‌کننده‌های اسیدی
۳۳۵.....	۳-۱۵-۲-۲- اختلاط آب
۳۳۷.....	۳-۱۵-۳-۲- خاکورزی و شخم عمیق
۳۳۷.....	۳-۱۵-۴-۲- بقایای گیاهی
۳۳۹.....	۳-۱۵-۵-۲- مدیریت آبیاری
۳۴۰.....	۳-۱۶-۱۶- مشکلات سمیت
۳۴۰.....	۳-۱۶-۱- یون‌های ویژه و اثرات آنها
۳۴۱.....	۳-۱۶-۱-۱- کلر
۳۴۳.....	۳-۱۶-۲-۱- سدیم
۳۴۶.....	۳-۱۶-۳-۱- بور
۳۵۱.....	۳-۱۶-۴-۱- سولفات
۳۵۲.....	۳-۱۶-۵-۱- نیترات (NO_3)
۳۵۲.....	۳-۱۶-۶-۱- لیتیوم
۳۵۲.....	۳-۱۶-۲- مدیریت مشکلات سمیت
۳۵۸.....	۳-۱۶-۳- اثرات سمیت در آبیاری بارانی
۳۶۳.....	۳-۱۶-۴- مشکلات متفرقه
۳۶۳.....	۳-۱۶-۴-۱- نیتروژن اضافی
۳۶۶.....	۳-۱۶-۴-۲- اسیدیته (pH) غیر عادی
۳۶۶.....	۳-۱۶-۴-۳- رسوب‌گذاری
۳۶۸.....	۳-۱۶-۴-۴- مشکلات منیزیم
۳۶۹.....	۳-۱۶-۴-۴-۱- خطر منیزیم
۳۶۹.....	۳-۱۶-۵- عناصر کمیاب و سمیت آنها
۳۶۹.....	۳-۱۶-۵-۱- وجود عناصر کمیاب در آب
۳۷۰.....	۳-۱۶-۵-۲- سمیت عناصر کمیاب

۳۷۱.....	۳-۱۶-۵-۳- معیارهای ارزیابی
۳۷۳.....	۳-۱۷- مواد مغذی و کیفیت آب
۳۷۳.....	۳-۱۷-۱- مواد مغذی و شوری
۳۷۳.....	۳-۱۷-۲- مشکلات نفوذ آب و مواد مغذی
۳۷۴.....	۳-۱۷-۳- مواد مغذی و سمیت
۳۷۵.....	۳-۱۷-۴- موارد متفرقه
۳۷۵.....	۳-۱۸- مشکلات گرفتگی در آبیاری موضعی
۳۸۲.....	۳-۱۹- خوردگی و پوشش
۳۸۲.....	۳-۱۹-۱- خوردگی فلزات
۳۸۲.....	۳-۱۹-۲- خوردگی بتن
۳۸۴.....	۳-۲۰- مفهوم حالت ماندگار و غیر ماندگار در شوری
۳۸۵.....	۳-۲۰-۱- رهنمودهای شوری
۳۸۸.....	۳-۲۰-۲- نواقص مفهوم نیاز آبخویی (LF)
۳۹۱.....	فهرست منابع

۳۹۷.....	فصل چهارم: طراحی سیستم‌های زهکشی سطحی: ملاحظات هیدرولیکی و هیدرولوژیکی
۴۰۰.....	۴-۱- فرآیند طراحی هیدرولوژیکی
۴۰۱.....	۴-۲- اندازه‌گیری رواناب
۴۰۲.....	۴-۲-۱- روش شیب-مساحت
۴۰۵.....	۴-۲-۲- اندازه‌گیری جریان در آبراهه
۴۱۰.....	۴-۳- تخمین نرخ رواناب
۴۱۰.....	۴-۳-۱- روش استدلالی (منطقی)
۴۱۲.....	۴-۳-۱-۱- ضریب رواناب (C)
۴۱۹.....	۴-۳-۱-۲- شدت بارندگی (I)
۴۲۱.....	۴-۳-۱-۳- زمان تمرکز
۴۳۰.....	۴-۳-۱-۳- محدودیت‌های کاربرد روش منطقی
۴۳۴.....	۴-۳-۲- روش هیدروگراف واحد
۴۳۶.....	۴-۳-۳- تخمین حجم رواناب
۴۳۶.....	۴-۳-۳-۱- رگرسیون و همبستگی خطی ساده
۴۴۵.....	۴-۳-۳-۲- رگرسیون خطی چندگانه
۴۵۳.....	۴-۳-۳-۳- رگرسیون چندگانه (گرافیکی)
۴۶۱.....	۴-۳-۴- روش مرکب پوشش هیدرولوژیکی خاک (روش CN) برای تخمین رواناب
۴۶۵.....	۴-۳-۴-۱- روابط بارندگی- رواناب
۴۶۷.....	۴-۳-۴-۲- سابقه تاریخی روش $SCS-CN$

۴۷۳.....	۳-۴-۳-۴- فاکتورهای مؤثر بر CN
۴۷۴.....	۱-۳-۴-۳-۴- انواع خاک
۴۸۳.....	۲-۳-۴-۳-۴- کاربری اراضی
۴۹۴.....	۳-۳-۴-۳-۴- شرایط هیدرولوژیکی
۴۹۹.....	۴-۳-۴-۳-۴- عملیات مدیریت کشاورزی
۵۰۱.....	۴-۴-۳-۴- شرایط رطوبت پیشین
۵۰۵.....	۵-۴-۳-۴- نگهداشت اولیه و اقلیم
۵۰۶.....	۶-۴-۳-۴- شدت، تداوم و کدورت باران
۵۰۷.....	۷-۴-۳-۴- تعیین شماره منحنی
۵۰۸.....	۱-۷-۴-۳-۴- تعیین CN برای مجموعه‌های مختلف
۵۰۹.....	۸-۴-۳-۴- منطق شماره منحنی
۵۰۹.....	۹-۴-۳-۴- نحوه کاربرد روش $SCS-CN$
۵۱۸.....	۱۰-۴-۳-۴- تحلیل حساسیت
۵۱۹.....	۱-۱۰-۴-۳-۴- تحلیل حساسیت مرتبه اول
۵۲۲.....	۲-۱۰-۴-۳-۴- تحلیل حساسیت معمولی
۵۳۲.....	۱۱-۴-۳-۴- مزایا و معایب روش $SCS-CN$
۵۳۳.....	۱۲-۴-۳-۴- کاربرد روش $SCS - CN$ برای مدل سازی توزیعی حوضه آبریز
۵۳۴.....	۱-۱۲-۴-۳-۴- روش موگلن
۵۴۰.....	۱-۱-۱۲-۴-۳-۴- مزایا و معایب روش موگلن
۵۴۰.....	۲-۱-۱۲-۴-۳-۴- روش موگلن اصلاح شده
۵۵۴.....	۳-۱-۱۲-۴-۳-۴- مزایا و معایب روش موگلن اصلاح شده
۵۵۵.....	۱۳-۴-۳-۴- محدودیت‌های کلی روش CN
۵۵۶.....	۱۴-۴-۳-۴- کاربری روش CN در تخمین رواناب
۵۶۱.....	۱۵-۴-۳-۴- اصلاح روش CN
۵۶۸.....	۴-۴- ضریب زهکشی
۵۷۰.....	۱-۴-۴- تعیین ضریب زهکشی
۵۷۱.....	۲-۴-۴- ضریب زهکشی بر پایه توزیع زمانی رواناب
۵۸۲.....	۳-۴-۴- ضریب زهکشی با استفاده از روابط تجربی
۵۸۶.....	۴-۴-۴- ضریب زهکشی بر اساس معیارهای دیگر
۵۸۷.....	۵-۴- طراحی هیدرولیکی
۵۸۹.....	۱-۵-۴- فرمول جریان یکنواخت
۵۹۵.....	۱-۵-۴- تعیین دبی برای طراحی کانال زهکش بر اساس قانون ۲۰:۴۰
۵۹۷.....	۶-۴- سیستم‌های زهکشی سطحی و کم‌عمق
۵۹۹.....	۱-۶-۴- سیستم‌های بسترسازی

۶۰۲.....	۲-۶-۴- سیستم‌های زهکشی کم‌عمق (نهرهای کم‌عمق)
۶۰۲.....	۱-۲-۶-۴- انواع سیستم‌های زهکشی کم‌عمق
۶۰۹.....	۲-۲-۶-۴- برخی از جنبه‌های تکنیکی سیستم نهرهای کم‌عمق
۶۱۱.....	۳-۲-۶-۴- جریان روی سطح اراضی
۶۱۱.....	۴-۲-۶-۴- زهکشی ردیفی
۶۱۳.....	۵-۲-۶-۴- خاک مازاد
۶۱۳.....	۳-۶-۴- سیستم‌های زهکشی مول (لانه موشی)
۶۱۳.....	۷-۴- سیستم زهکشی لوله‌ای
۶۱۶.....	۱-۷-۴- اقدامات تکمیلی
۶۱۶.....	۱-۱-۷-۴- زیرشکنی خاک
۶۱۸.....	۲-۱-۷-۴- شخم عمیق
۶۱۸.....	۲-۷-۴- اصلاح شیمیایی و ماده آلی
۶۱۹.....	۸-۴- دبی‌های طراحی
۶۱۹.....	۱-۸-۴- تبدیل دبی
۶۲۰.....	۱-۱-۸-۴- ذخیره و مقاومت در برابر جریان
۶۲۱.....	۲-۱-۸-۴- زمان عبور آب
۶۲۳.....	۳-۱-۸-۴- دبی مزرعه و حوضه آبریز (ضریب زهکشی)
۶۲۴.....	۲-۸-۴- راهبردها
۶۲۴.....	۱-۲-۸-۴- اراضی مسطح و شیب‌دار
۶۲۵.....	۲-۲-۸-۴- دبی‌های ترکیبی
۶۲۷.....	۳-۸-۴- تحلیل آماری دبی‌های مشاهده شده
۶۲۸.....	۴-۸-۴- حوضه‌های مسطح
۶۲۹.....	۱-۴-۸-۴- زهکشی زیرزمینی
۶۲۹.....	۱-۱-۴-۸-۴- قاعده سرانگشتی
۶۳۰.....	۲-۱-۴-۸-۴- مدل مخزن خطی
۶۳۲.....	۲-۴-۸-۴- زهکشی کم‌عمق
۶۳۲.....	۱-۲-۴-۸-۴- دبی‌های مزرعه‌ای
۶۳۳.....	۳-۴-۸-۴- دبی‌های حوضه
۶۳۵.....	۴-۴-۸-۴- راهنمایی‌های بیشتر برای حوضه‌های مسطح
۶۳۷.....	۵-۸-۴- حوضه‌های شیب‌دار
۶۳۷.....	۶-۸-۴- کاهش دبی از طریق ذخیره‌سازی
۶۳۸.....	۱-۶-۸-۴- مخازن نگهداری
۶۴۰.....	۲-۶-۸-۴- ارزیابی خطرات سیل
۶۴۲.....	۳-۶-۸-۴- حجم مخزن مورد نیاز

۶۴۳.....	۴-۸-۶-۳-۱- محاسبات ذخیره برای مخازن در کنار مسیر جریان (کنار کانال یا آبراهه)
۶۴۵....	۴-۸-۶-۳-۲- محاسبه ذخیره برای مخزن در امتداد مسیر جریان (در داخل آبراهه یا کانال)
۶۴۷.....	۴-۸-۶-۳-۳- سرریزها
۶۴۷.....	۴-۸-۶-۴- ذخیره کانال
۶۵۲.....	فهرست منابع