



مواد و مصالح سامانه‌های زهکشی زیرزمینی

ترجمه و تدوین:

گروه کار زهکشی

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

ابراهیم پذیرا

مجتبی اکرم

عبدالمجید لیاقت

اردوان آذری

زهره لیاقت

صمد دربندی

بازخوانی و ویرایش:

مجتبی اکرم

مواد و مصالح سامانه‌های زهکشی زیرزمینی / ترجمه و تدوین گروه کار زهکشی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران: مجتبی اکرم... [و دیگران]؛ بازخوانی و ویرایش مجتبی اکرم. - تهران: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳۸۳.
ژ، ۳۴۰ ص.؛ مصور، نمودار.

ISBN 964-6668-53-4

فهرست نویسی براساس اطلاعات فیبا.

این کتاب برگرفته از Materials for subsurface land drainage systems می‌باشد.

۱. زهکشی زیرزمینی -- مواد صنعتی. الف. اکرم، مجتبی، مترجم. ب. ایران. کمیته ملی آبیاری و زهکشی.

۶۲۷/۵۴

TC۹۷۰/م۸

۸۳-۲۵۳۸۹ م

کتابخانه ملی ایران

نام کتاب: مواد و مصالح سامانه‌های زهکشی زیرزمینی

مترجمین: مهندس مجتبی اکرم، دکتر ابراهیم پذیرا، مهندس اردوان آذری، دکتر عبدالمجید

لیاقت، مهندس صمد دربندی، مهندس زهرا لیاقت

ویراستار: مهندس مجتبی اکرم

ناشر: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

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

چاپ اول: ۱۳۸۳

تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

شابک: ۹۶۴ - ۶۶۶۸ - ۵۳ - ۴

نشانی: تهران، خیابان شهید دستگردی، خیابان شهید کاگرزار، خیابان شهید شهرساز، پلاک ۷۴.

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران تلفن: ۲۲۵۷۳۴۸ شماره: ۲۲۷۲۲۸۵

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

سرآغاز

آبیاری نیروی محرکه توسعه کشاورزی در جهان بشمار می‌رود. توسعه آبیاری از اواسط دهه ۱۹۶۰ تا اواسط دهه ۸۰ موجب افزایشی به میزان ۵۰ درصد در تولیدات کشاورزی جهان شده است. در برخی از کشورها همانند هند، توسعه آبیاری به تنهایی باعث شده است که تولیدات کشاورزی صددرصد افزایش یابد.

شک نیست که آبیاری به عنوان یک «فرصت» در افزایش تولید محصولات کشاورزی موثر بوده است. در عوض، پدیده‌هایی همچون ماندابی و شورشدن اراضی، به همراه خشکسالی و کاهش سهم کشاورزی از آب به عنوان یک «تهدید» جدی در کاهش محصولات کشاورزی اثرگذار است به طوری که می‌تواند امنیت غذایی را به خطر بیندازد.

کاهش سرمایه‌گذاری‌های مورد نیاز برای توسعه زهکشی از یک سو و انجام آبیاری‌های بی‌رویه باعث شور و ماندابی شدن سالانه ۲ تا ۴ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی جهان می‌شود.

در حال حاضر آمار دقیقی از وضعیت اراضی شور و ماندابی کشور در دست نیست ولی گزارشات کارشناسان از وضعیت نگران‌کننده روند رو به رشد اراضی در معرض شور و ماندابی شدن حکایت دارد. تجمع این پدیده با کمبودها و نارسایی‌های مختلف، از جمله مسایل مربوط به امکانات اجرایی و تأمین اعتبار، نارسایی در ارتباط‌های فنی و تبادل نظر کارشناسی، عدم توجه به تجارب پراکنده موجود، ارزیابی نشدن طرح‌های اجرا شده، سرعت پائین پیشرفت کار و در مواردی کیفیت پایین طراحی و اجرا، باعث تشدید نگرانی‌ها و به خطر افتادن پایداری کشاورزی، کشت آبی و در نهایت امنیت غذایی خواهد بود.

علاوه بر این، معمولاً به امر بهره‌برداری و نگهداری بهای کافی داده نمی‌شود. به نظر می‌رسد چاره کار در افزایش تحقیقات کاربردی، آموزش و ترویج راهکارهای بهبود آبیاری و زهکشی، ارزیابی عملکرد شبکه‌های موجود، افزایش تبادل نظرهای

کارشناسی، توجه به مشارکت مردمی و کاهش نقش دولت و بالاخره اصلاح نظام بهره‌برداری و نگهداری نهفته است.

این کتاب که به همت «گروه کار زهکشی» کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران انتشار می‌یابد، دربرگیرنده مجموعه‌ای از تجربیات موسسات بین‌المللی در زمینه مواد و مصالح زهکشی زیرزمینی است که مطالعه آن می‌تواند در افزایش توان علمی کارشناسان در طراحی و اجرای طرح‌های زهکشی مفید واقع گردد.

در این کتاب، آخرین یافته‌های علمی در مورد لوله‌های زهکش، پوشش‌های طبیعی و مصنوعی زهکشی، به ویژه در مورد زمین‌بافت‌ها، به همراه پیش‌نویس استاندارد اروپایی در زمینه مواد و مصالح زهکشی، ارائه شده است.

در پایان لازم می‌دانم از کلیه اعضای محترم گروه کار زهکشی، به ویژه آقایان مهندس مجتبی اکرم، دکتر ابراهیم پذیرا، مهندس اردوان آذری، دکتر عبدالمجید لیاقت، مهندس صمد دربندی و خانم مهندس زهره لیاقت که سهم بسزایی در ترجمه و تدوین این کتاب داشته‌اند، تقدیر و تشکر نمایم. همچنین بر خود لازم می‌دانم از سرکار خانم زهره آقابیک که در حروف‌چینی و صفحه‌آرایی این کتاب نهایت اهتمام را داشتند قدردانی نمایم.

سیداسدالله اسدالهی

دبیر کل کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل ۱: مقدمه
۱	تاریخچه
۳	مواد و مصالح زهکشی در عصر حاضر
۶	مسائل مواد و مصالح زهکشی
۷	دامنه کاربرد این نشریه
۹	فصل ۲: لوله‌های زهکشی، اتصالات و سازه‌های کمکی
۹	لوله‌های زهکشی
۱۰	لوله‌های سفالی
۱۱	لوله‌های سیمانی
۱۲	لوله‌های پلاستیکی
۱۶	اتصالات لوله‌ها
۱۷	درپوش‌های انتهایی لوله
۱۷	رابط‌ها
۱۸	تبدیل‌ها
۱۸	اتصالات لوله‌ها
۲۰	ساختمان‌های حفاظتی
۲۰	پل‌های لوله زهکش
۲۰	لوله‌های سخت
۲۱	ورودی‌ها
۲۱	ورودی‌های پنهان
۲۲	ورودی‌های سطحی
۲۳	سازه‌های اتصال
۲۳	حوضچه‌های اتصال

صفحه	عنوان
۲۴	چاهک‌های بازرسی
۲۵	خروجی‌ها
۲۵	خروجی‌های ثقلی
۲۷	خروجی‌های غیر ثقلی
۲۹	سازه‌های ویژه
۲۹	شیب‌شکن‌ها
۲۹	سه‌راهی‌های شستشو
۳۰	سازه‌های زهکشی کنترل شده و آبیاری زیرزمینی
۳۳	فصل ۳: مواد پوششی
۳۴	مواد
۳۴	پوشش‌های معدنی دانه‌ای
۳۵	پوشش‌های آلی
۴۰	پوشش‌های مصنوعی
۴۰	مواد از قبل پیچانده شده شل (PLMها)
۴۴	پوشش‌های زمین‌بافت
۴۷	خصوصیات پوشش‌های زهکشی
۴۸	ویژگی‌های فنی پوشش‌های سنگریزه‌ای
۴۹	معیارهای ترزاقی
۵۰	معیارهای سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS)
۵۱	معیارهای سازمان احیاء اراضی آمریکا
۵۲	معیارهای دیگر
۵۵	خصوصیات پوشش‌های از قبل پیچانده شده
۵۵	ضخامت
۵۷	جرم واحد سطح

صفحه	عنوان
۵۸	معیار مشخصات اندازه روزنه‌ها و معیار نگهداری
۶۳	هدایت هیدرولیک
۶۴	پس‌زدگی آب
۶۵	مشخصات مکانیکی
۶۷	قابلیت دسترسی و هزینه
۶۹	مروری بر تجارب محلی در زمینه مواد زهکشی
۷۱	مناطق خشک و نیمه‌خشک
۷۳	مناطق گرم و مرطوب
۷۳	مناطق معتدل
۷۹	فصل ۴: جریان آب به درون و در داخل زهکش
۷۹	جریان به سمت زهکش
۸۲	مقاومت ورودی و جریان نزدیک‌شونده
۸۸	جریان آب به درون لوله زهکش
۸۸	گرادایان خروجی
۹۲	گرادایان هیدرولیکی بحرانی
۹۵	گرادایان شکست هیدرولیکی
۹۷	مقاومت ورودی لوله‌های زهکشی
۹۷	زهکش معمولی یا ساده
۱۰۴	زهکش با پوشش
۱۰۶	گزینه ۱
۱۰۷	گزینه ۲
۱۰۷	گزینه ۳
۱۰۹	زهکش با محاط‌کننده‌های کم نفوذپذیرتر
۱۱۱	ظرفیت تخلیه لوله‌های زهکشی

صفحه	عنوان
۱۱۷	فصل ۵: مشکل گرفتگی لوله‌ها و پوشش‌ها
۱۱۷	گرفتگی معدنی
۱۱۷	فرآیندهای درون اطراف زهکش‌ها
۱۲۷	گرفتگی لوله
۱۲۷	گرفتگی‌های شیمیایی و بیوشیمیایی
۱۲۸	گل‌آخرا (آهن)
۱۲۹	تشکیل گل‌آخرا
۱۳۲	پیش‌بینی مشکلات گل‌آخرا
۱۳۳	درجه‌بندی پتانسیل تولید گل‌آخرا
	چگونه می‌توان مشکل گرفتگی زهکش‌ها به وسیله گل‌آخرا را به
۱۳۵	حداقل رسانید؟
۱۳۷	خارج نمودن گل‌آخرا از زهکش‌ها
۱۳۸	رسوب‌گذاری آهک و گچ (ژپسم)
۱۴۰	رسوبات منگنز
۱۴۰	رسوبات گوگردی
۱۴۱	سولفید آهن
۱۴۱	نفوذ ریشه‌ها به درون لوله‌های زهکشی
	فصل ۶: رهنمودهایی برای پیش‌بینی نیاز به پوشش در اطراف
۱۴۵	لوله‌های زهکش
۱۴۷	مشخصات فیزیکی خاک
۱۴۷	بافت خاک
۱۵۲	پایداری ساختمانی
۱۵۴	میزان رطوبت
۱۵۵	مشخصات شیمیایی خاک

صفحه	عنوان
۱۵۶	ظرفیت تبادل کاتیونی
۱۵۶	شوری خاک
۱۵۸	سدیمی شدن خاک
۱۶۰	کیفیت آب
۱۶۰	آب آبیاری
۱۶۱	آب زیرزمینی
۱۶۲	معیارهای پیش‌بینی
۱۶۵	فصل ۷: رهنمودهایی برای کارگذاری و نگهداری مصالح زهکشی
۱۶۵	کارگذاری مصالح زهکشی زیرزمینی
۱۶۵	مراحل کارگذاری
۱۶۵	ماشین‌های زهکشی
۱۶۶	پوشاندن لوله‌ها
۱۶۷	شرایط خاک
۱۶۹	پر کردن ترانشه
۱۷۱	رهنمودهایی درباره لوله‌های زهکشی
۱۷۳	رهنمودهایی درباره پوشش‌ها
۱۷۶	نگهداری زهکش‌های زیرزمینی
۱۷۶	شستشو به روش جت
۱۸۱	تجارب عملی کاربرد روش جت در شمال غرب اروپا
۱۸۴	رهنمودهای استفاده از روش جت
۱۸۷	فصل ۸: تحقیق بر روی مواد و مصالح زهکشی
۱۸۸	ویژگی‌های مطرح خاک و پارامترهای پوشش

صفحه	عنوان
۱۹۰	ارزیابی آزمایشگاهی قابلیت کاربرد پوشش
۱۹۰	مدل‌های مخزن شن
۱۹۴	نفوذسنج‌های جریان موازی
۱۹۸	رهنمودهایی برای تحقیقات نفوذسنجی
۱۹۹	۱- تهیه خاک
۱۹۹	۲- شبیه‌سازی شرایط آسیب‌پذیری و تخریب خاک
۲۰۰	۳- اندازه‌گیری بعد از رسیدن به حالت تعادل
۲۰۰	۴- جهت جریان به سمت بالا یا پایین
۲۰۰	۵- بکارگیری شیب هیدرولیکی افزایشی
۲۰۰	۶- ارزیابی فرسایش خاک
۲۰۱	۷- رابطه بین داده‌های آزمایشگاهی و صحرایی
۲۰۱	۸- تفسیر نتایج بدست آمده از نفوذسنج‌ها
۲۰۲	ارزیابی مزرعه‌ای قابلیت بکارگیری پوشش
۲۰۲	آزمایش‌های مزرعه‌ای
۲۰۳	رهنمودهایی برای تحقیقات مزرعه‌ای
۲۰۳	۱- انتخاب مزارع آزمایشی
۲۰۴	۲- عواملی که باید اندازه‌گیری شوند
۲۰۵	۳- طراحی و ساخت مزارع آزمایشی
۲۰۶	۴- جمع‌آوری داده‌ها
۲۰۶	۵- پردازش و تجزیه تحلیل داده‌ها
۲۱۰	توصیه‌هایی برای تحقیقات آینده
۲۱۱	لوله‌های زهکشی
۲۱۱	جریان به داخل زهکش‌ها
۲۱۱	فاکتورهای اطمینان برای طراحی
۲۱۲	پوشش‌های زهکشی

صفحه	عنوان
۲۱۲	هجوم خاک به داخل زهکش‌ها
۲۱۳	گرفتگی شیمیایی و یا بیوشیمیایی
۲۱۴	گرفتگی توسط مواد مرتبط با کلسیم
	بررسی‌های آزمایشگاهی مواد شل از قبل پیچانده شده (PLMها)
۲۱۴	و زمین‌بافت‌های محلی
۲۱۵	مشخصات خاک
۲۱۵	قابلیت بکارگیری گرا دیان شکست هیدرولیکی
۲۱۵	پایداری خاکدانه‌ها
۲۱۷	فصل ۹: استاندارد لوله‌ها و پوشش‌های زهکشی
۲۱۹	عواملی که در لوله‌های زهکشی مورد آزمون قرار می‌گیرند
۲۲۰	عواملی که در پوشش‌های زهکشی مورد آزمون قرار می‌گیرند
۲۲۲	استانداردهای اروپایی
۲۲۷	منابع
۲۵۳	پیوست

پیشگفتار

زهکشی زیرزمینی برای کنترل سفره آب زیرزمینی و شوری، ضروری است تا بتوان بهره‌وری زمین‌های کشاورزی را حفظ کرد و یا آن را بهبود بخشید و در توسعه روستایی اراضی پست^۱ مناطق مرطوب حاره‌ای سهیم شد. علاوه بر این، زهکشی زیرزمینی همچنان اهمیت خود را به عنوان ابزاری برای کنترل سطح آب زیرزمینی برخی از مناطق معتدل نیز داراست. برای عملکرد پایدار و مناسب زهکش‌های زیرزمینی، انتخاب مواد مناسب (لوله و مصالح پوشش زهکش) و نصب و نگهداری بایسته آنها ضرورت دارد. این موضوع در نشریه شماره ۹ آبیاری و زهکشی، مواد و مصالح زهکشی^۲، که در سال ۱۹۷۲ منتشر شد، مورد توجه قرار گرفت. در آن زمان، دانش فنی مربوط به مواد و مصالح زهکشی غالباً از طرح‌هایی ریشه می‌گرفت که در مناطق معتدل اروپای شمال غربی و ایالات متحده به اجرا در آمده بود. از آن هنگام به بعد، تجارب ارزشمندی در کشورهای مناطق حاره به دست آمده که می‌تواند مفید باشد و از این رو، باید در دسترس جوامع حرفه‌ای قرار گیرد. در دو دهه گذشته، بهبودی اساسی در مهندسی زهکشی و به ویژه در فنون نصب زهکشی و مواد مورد استفاده در زهکشی صورت گرفته است. این پیشرفت، حاصل اجرای تعداد زیادی طرح‌های پژوهشی و کسب تجارب عملی در اراضی غاریاب بوده است. از این رو، روزآمد کردن نشریه شماره ۹ آبیاری و زهکشی قانو ضرورت داشته است.

پیمانکاران و مهندسانی که در سطح مزرعه کار می‌کنند و مسئولیت طرح‌های جدید زهکشی را به عهده دارند، به راهنمایی فنی برای انتخاب و نصب زهکش‌ها و پوشش‌های زهکشی نیاز دارند. انتخاب مواد و مصالح زهکشی به عوامل مختلف بستگی دارد. در این میان، در دسترس بودن مصالح، دوام آنها و هزینه‌ها از اقلام مهم به شمار می‌روند. علاوه بر این، وجود "راهنما" به پیمانکاران در امر تشخیص و

1- Lowland

2- Drainage Materials

ارزیابی این نکته که آیا مصالح موجود با معیارها و ضوابط لازم تطابق دارند یا خیر کمک می‌کند.

هدف این نشریه، در اختیار گذاردن این اطلاعات کاربردی به مهندسین زهکشی و پیمانکاران است. این نشریه براساس دانش روز در مورد جریان آب به داخل لوله‌ها و پوشش زهکش‌ها، به همراه ویژگی‌ها و کاربرد آنها نگاشته شده است. این نشریه رهنمودهایی را برای ارزیابی نیاز به پوشش زهکشی و انتخاب مناسب‌ترین مواد پوششی با توجه به شرایط محلی ارائه می‌کند. در این نشریه همچنین رهنمودهایی برای نصب و نگهداری مواد و مصالح زهکشی، به همراه معیارها، ضوابط و استانداردهای چنین موادی گنجانده شده است تا بتوان از آن در اسناد مناقصه زهکش‌های زیرزمینی استفاده کرد. علاوه بر این، نشریه حاضر رهنمودهایی را برای انجام مطالعات آزمایشگاهی و صحرائی به منظور ارزیابی عملکرد مواد و مصالح زهکشی ارائه می‌کند.

سپاسگزاری

مؤلفین این نشریه وظیفه خود می‌دانند که از فان در مولن^۱ (بازنشسته دانشگاه واخنینگن^۲ هلند)، ویلاردسون^۳ (بازنشسته دانشگاه ایالتی یوتا، لوگان، امریکا) و کاولارس^۴ (بازنشسته مشاورین یوروکانسالت،^۵ آرnhem هلند) به خاطر تمایل آنها به بازنگری پیش‌نویس نشریه ابراز دارند. پیشنهادات، تذکرات و مشارکت آنها در بهبود نحوه آرایش و ارائه نشریه، محتوای فنی و روان کردن نگارش آن بسیار ارزشمند بوده است.

1- W. H. van der Molen

2- Wageningen

3- L. S. Willardson

4- J. Cavelaars

5- Arcadis Euroconsult

مؤلفین نشریه، همچنین علاقمندند که از ولتر،^۱ مدیر بخش توسعه آب و خاک فائو به خاطر حمایت‌های وی در امر تهیه و تدوین آن سپاسگزاری کنند.

سپاس ویژه به تونت،^۲ مدیر واوِن، وارن سور آلیه^۳ فرانسه و رئیس گروه کار شماره ۱۸ CEN/TC ۱۵۵ به خاطر این که اجازه دادند تا پیش‌نویس استاندارد اروپائی در مورد لوله‌های PVC در ضمیمه این کتاب بیاید ابراز می‌شود.

از شرکت هورمان رپینگ^۴ هلند به خاطر اینکه اجازه استفاده از شکل‌های ۱۶ تا ۲۱ را دادند سپاسگزاری می‌شود.

همچنین از خانم اسمیت-ردفرن^۵ به خاطر آرایش متن کتاب، شکل‌ها و جداول و آماده کردن آن برای عکسبرداری نهایی قدردانی می‌شود.

1- H. Wolter

2- P. Thevenet

3- Wavin, Varenne sur Allier

4- Horman Wrapping BV

5- C. D. Smith-Redfern