

تصفیه فاضلاب در وتلند

مؤلفین:

دکتر سید غلامرضا موسوی

استاد دانشگاه تربیت مدرس

مهندس مصطفی مهدویان پور

مهندس مجتبی پور اکبر

مهندس احسان آقایان

دانشجویان دکتری مهندسی بهداشت محیط دانشکده پزشکی دانشگاه تربیت مدرس



مرکز پخش و دفتر مرکزی: تهران، خیابان انقلاب، خیابان منیری جاوید (اردیبهشت)، کوچه بهشت آیین، پلاک ۳۶
کد پستی ۱۳۱۴۹۶۳۳۱ تلفن: ۶۶۴۹۹۹۹۰ نامبر: ۶۶۴۸۳۱۵۱

تصفیه فاضلاب در وتلند

مولفین: سید غلامرضا موسوی، مصطفی مهدویان پور، مجتبی پوراکبر، احسان آقایانی

ناشر: شهر آب

ناشر همکار: آینده سازان

نوبت چاپ: چاپ اول

تاریخ انتشار: ۱۳۹۵-۱۶

تیراژ: ۱۱۰۰ نسخه

قیمت: ۱۹۸۰۰ تومان

شابک: ۹۶۴-۳۱۴۳-۰۴-۶

تمام حقوق نشر و پخش این اثر برای انتشارات شهر آب محفوظ است.

فهرست نویسی پیش از انتشار

عنوان و نام پدیدآور	:	تصفیه فاضلاب در وتلند، مولفان: سید غلامرضا موسوی، [و دیگران].
مشخصات نشر	:	تهران: شهر آب: آینده سازان، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	:	[۱۶۶] ص: مصور، جدول.
شابک	:	978-964-3143-04-6
وضعیت فهرست نویسی	:	فیا
یادداشت	:	مولفین: سید غلامرضا موسوی، مصطفی مهدویان پور، مجتبی پوراکبر، احسان آقایانی.
یادداشت	:	کتابنامه: ص. [۱۶۶]
موضوع	:	برکه های فاضلاب، Sewage lagoons.
موضوع	:	فاضلاب — تصفیه زیستی، Sewage — Biological treatment — Sanitation.
موضوع	:	فاضلاب — انتقال و مصرف، Sewage disposal.
شماره افزوده	:	موسوی، سید غلامرضا، ۱۳۵۴ -
رده بندی کنگره	:	۱۳۹۵ / ۷۴۶ / ۷۴۵ TD5
رده بندی دیویی	:	۳۵۱ / ۶۲۸
شماره کتابشناسی ملی	:	۴۴۵۱۶۳۲

مراکز پخش

فروشگاه مرکزی انتشارات شهر آب:

تهران، خیابان انقلاب، روبروی دانشگاه تهران، مجتمع فرهنگی فروزنده،

پلاک ۲۳۳ تلفن: ۶۶۹۶۱۱۰۰ نامبر: ۶۶۹۶۱۱۰۱

فروشگاه شماره ۲ انتشارات شهر آب:

تهران، خیابان انقلاب، ضلع جنوب شرقی میدان، بازار بزرگ کتاب، طبقه پایین

همکف، پلاک ۱۵ تلفن: ۶۶۴۹۷۵۲۶

فروشگاه آینده سازان:

تهران، خیابان انقلاب، روبروی دانشگاه تهران، مجتمع فرهنگی فروزنده، پلاک ۳۰۵

تلفن: ۶۶۴۱۷۳۱۶

فهرست مطالب

فصل اول / کلیات..... ۱

مقدمه..... ۳

فصل دوم / تقسیم‌بندی وتلندها..... ۹

۲.۱ انواع وتلندها..... ۱۱

۲.۲ وتلندهای طبیعی..... ۱۱

۲.۲.۱ وتلندهای مصنوعی..... ۱۱

۲.۲.۲ وتلندهای با سطح آزاد آب..... ۱۲

۲.۲.۳ وتلندهای ریز سطحی با جریان افقی (HSSF)..... ۱۵

۲.۲.۴ وتلندهای ریز سطحی با جریان عمودی (VF)..... ۱۷

۲.۲.۵ وتلندهای مبتنی بر شتاب و ظهور..... ۱۸

۲.۲.۶ وتلندهای هیبریدی..... ۱۹

۲.۲.۷ وتلندهای تصفیه شناور..... ۱۹

۲.۲.۸ وتلندهای هوادهی شده..... ۲۰

۲.۲.۹ وتلندهای با جریان موجی..... ۲۰

فصل سوم / مکانیسم حذف آلاینده‌ها در وتلندها..... ۲۱

۳.۱ مقدمه..... ۲۳

۳.۲ مکانیسم‌های حذف جامدات معلق..... ۲۴

۳.۳ مکانیسم‌های حذف مواد آلی..... ۲۸

۳.۳.۱ حذف مواد آلی در وتلندهای جریان سطحی..... ۲۸

۳.۳.۲ حذف مواد آلی در وتلندهای با بستر گیاهان مستغرق..... ۳۰

۳.۴ مکانیسم‌های حذف نیتروژن..... ۳۱

۳.۴.۱ فرار سازی آمونیاک..... ۳۲

۳.۴.۲ آمونیاک سازی..... ۳۲

۳.۴.۳ نیتریفیکاسیون..... ۳۳

۳.۴.۴ دنیتریفیکاسیون..... ۳۳

۳.۴.۵ تثبیت نیتروژن..... ۳۴

۳۴	۳.۴.۶ جذب در گیاهان
۳۴	۳.۴.۷ جذب سطحی آمونیاک
۳۵	۳.۴.۸ دفن نیتروژن آلی
۳۵	۳.۴.۹ آناماکس
۳۶	۳.۵ مکانیسم‌های حذف فسفر
۳۸	۳.۶ مکانیسم‌های حذف پاتوژن‌ها

فصل چهارم / هیدرولوژی و هیدرولیک وتلندها

۴۱	۴.۱ مقدمه
۴۱	۴.۲ هیدرولوژی وتلند
۴۳	۴.۳ هیدرولیک وتلند
۴۴	۴.۳.۱ هیدرولیک وتلندای جریان سطحی
۴۷	۴.۳.۲ هیدرولیک جریان در وتلندهای افقی زیرسطحی
۴۹	۴.۳.۳ سیلابی شدن وتلندای جریان افقی زیرسطحی
۴۹	۴.۳.۴ هیدرولیک وتلندهای جریان سرریز

فصل پنجم / مبانی طراحی وتلندها

۵۱	۵.۱ مقدمه
۵۳	۵.۲ روش‌های طراحی وتلند
۵۴	۵.۲.۱ استفاده از مدل‌های درجه اول
۵۵	۵.۲.۲ استفاده از مقادیر بارگذاری
۵۶	۵.۲.۳ معادلات رگرسیون
۵۶	۵.۲.۴ مدل $P-k-C^*$
۵۷	۵.۳ عوامل موثر در طراحی وتلند
۵۷	۵.۳.۱ زمین مورد نیاز
۵۷	۵.۳.۲ خاک و زمین شناسی
۵۷	۵.۳.۳ آب‌های زیرزمینی
۵۸	۵.۳.۴ ارتفاع از سطح دریا
۵۸	۵.۳.۵ شرایط بیولوژیکی
۵۸	۵.۳.۶ تاثیر اقلیم بر طراحی وتلند
۵۸	۵.۴ اصول پایه طراحی وتلند
۵۹	۵.۴.۱ ویژگی‌های کمی مهم فاضلاب در طراحی وتلند
۵۹	۵.۴.۲ تنوع کاربری در طراحی وتلند

۵۹.....	انتخاب نوع وتلند
۶۰.....	وتلندهای جریان سطحی یا جریان افقی زیرسطحی یا جریان عمودی
۶۱.....	پیش تصفیه و تصفیه مورد نیاز بعد از وتلند
۶۲.....	الزامات تصفیه ای پس از وتلند

فصل ششم / طراحی وتلند

۶۳.....	۶.۱ طراحی وتلندهای جریان سطحی
۶۵.....	۶.۱.۱ محاسبه میزان جریان هیدرولیکی وتلندهای جریان سطحی
۶۶.....	۶.۱.۲ آلایندهای ناشی از گونه‌های مختلف یک عنصر
۶۸.....	۶.۱.۳ پارامترهای طراحی
۶۹.....	۶.۱.۴ محاسبات سطح مورد نیاز
۷۰.....	۶.۱.۵ وتلند برای تصفیه رواناب سطحی
۷۳.....	۶.۲ روش‌های طراحی وتلندهای سطحی
۷۵.....	۶.۲.۱ روش Tchobanoglous و R. Crites
۷۶.....	۶.۲.۲ روش EPA (2000) که در سال ۲۰۰۰ توسط سازمان حفاظت محیط زیست منتشر شده است
۷۷.....	۶.۲.۳ روش EPA (2000)
۸۰.....	۶.۲.۴ روش Reed و همکاران
۸۱.....	۶.۳ مثال طراحی وتلندهای سطحی
۸۳.....	۶.۳.۱ طراحی براساس روش Tchobanoglous و Crites
۸۴.....	۶.۳.۲ طراحی براساس روش EPA
۸۵.....	۶.۳.۳ طراحی وتلند سطحی براساس روش Knight و Kaulec
۸۷.....	۶.۳.۴ طراحی وتلند سطحی براساس روش Reed و همکاران
۸۸.....	۶.۴ طراحی وتلندهای زیر سطحی
۹۰.....	۶.۴.۱ طراحی وتلندهای زیر سطحی افقی
۹۰.....	۶.۴.۲ وتلندهای جریان عمودی
۹۵.....	۶.۵ روش‌های طراحی وتلندهای زیرسطحی
۹۷.....	۶.۵.۱ روش‌های موجود در کتاب سیستم‌های مدیریت فاضلاب اجتماعات کوچک یا غیرمتمرکز نوشته شده توسط R. Crites و G. Tchobanoglous که توسط انتشارات McGraw-Hill در سال ۱۹۹۸ منتشر شد
۹۸.....	۶.۵.۲ روش EPA (2000)
۹۹.....	۶.۵.۳ روش IWA (2000)
۱۰۰.....	۶.۵.۴ روش Reed و همکاران
۱۰۲.....	۶.۵.۵ روش متخصصین تنسی

۶۶	معیارهای تعیین ابعاد.....	۱۰۲
۶۷	مثال طراحی وتلندهای زیرسطحی	۱۰۳
۶۷.۱	طراحی وتلند زیرسطحی براساس روش Tchobanoglous و Crites	۱۰۴
۶۷.۲	طراحی وتلند زیرسطحی براساس روش EPA	۱۰۵
۶۷.۳	طراحی وتلند زیرسطحی براساس روش IWA	۱۰۷
۶۷.۴	طراحی وتلند زیرسطحی براساس روش Reed و همکاران	۱۰۹
۶۷.۵	طراحی وتلند زیرسطحی براساس روش متخصصین تنسی	۱۱۰
۶۸	پروفیل هیدرولیکی وتلندهای جریان زیرسطحی.....	۱۱۲
۶۸.۱	پروفیل هیدرولیکی وتلندهای جریان افقی زیرسطحی	۱۱۲
۶۸.۲	پروفیل هیدرولیکی وتلندهای جریان عمودی	۱۱۵
۶۹	وتلندهای مخصوص آبیگری لجن	۱۱۵

فصل هفتم / ساخت وتلندها ۱۱۷

۷.۱	مبانی ساخت وتلندها	۱۱۹
۷.۱.۱	عایق کاری کف	۱۱۹
۷.۱.۲	خاک مخصوص کشت گیاه	۱۲۰
۷.۱.۳	لوله کشی و تجهیزات	۱۲۰
۷.۱.۴	پوشش گیاهی	۱۲۰
۷.۲	ساخت وتلندهای جریان سطحی.....	۱۲۴
۷.۲.۱	انتخاب مکان ساخت وتلند	۱۲۵
۷.۲.۲	طرح بندی وتلند	۱۲۵
۷.۲.۳	نسبت طول به عرض	۱۲۶
۷.۲.۴	نقاط عمیق	۱۲۷
۷.۲.۵	پوشش گیاهی	۱۲۷
۷.۲.۶	هیدرولیک وتلند	۱۲۷
۷.۲.۷	خاکبرداری، چاله‌ها، دیواره‌ها و خاکریزها	۱۲۸
۷.۲.۸	طراحی کف وتلند	۱۲۹
۷.۲.۹	لایه‌های آب بندی و بستر رشد گیاه	۱۲۹
۷.۲.۱۰	ساختارهای کنترل جریان	۱۳۰
۷.۲.۱۱	پمپ‌های مورد نیاز	۱۳۱
۷.۳	ساخت وتلندهای جریان زیرسطحی.....	۱۳۱
۷.۳.۱	چیدمان وتلند	۱۳۳
۷.۳.۲	تعداد مسیرهای جریان	۱۳۳

۱۳۴	۷.۳.۳ تعداد و نوع حوضچه‌های وتلند در هر مسیر
۱۳۴	۷.۳.۴ گرفتگی بستر
۱۳۵	۷.۳.۵ گرفتگی بستر وتلندهای جریان عمودی
۱۳۵	۷.۳.۶ آرایش حوضچه
۱۳۵	۷.۳.۷ عمق بستر
۱۳۶	۷.۳.۸ اندازه و نوع بستر
۱۳۷	۷.۳.۹ اندازه حوضچه در وتلندهای جریان زیرسطحی
۱۳۷	۷.۳.۱۰ ساخت خاکریز وتلندهای جریان زیرسطحی
۱۳۷	۷.۳.۱۱ توزیع جریان و مدیریت آن
۱۳۹	۷.۳.۱۲ جمع‌آوری جریان خروجی
۱۳۹	۷.۳.۱۳ سیستم‌های آب بند
۱۳۹	۷.۳.۱۴ ملاحظات دمایی
۱۴۰	۷.۳.۱۵ احتیاطی دراد بستر
۱۴۰	۷.۳.۱۶ کاسته گیاه وتلند

فصل هشتم / بهره‌برداری، نگهداری از وتلندها

۱۴۵	۸.۱ مقدمه
۱۴۵	۸.۲ بهره‌برداری و نگهداری از وتلندها
۱۴۵	۸.۲.۱ مرحله شروع بهره‌برداری
۱۴۵	۸.۲.۲ مرحله تثبیت
۱۴۶	۸.۲.۳ مرحله راهبری معمول
۱۴۶	۸.۲.۴ شروع بهره‌برداری
۱۴۸	۸.۲.۵ پایش وتلند
۱۴۸	۸.۲.۶ کیفیت فاضلاب و پساب
۱۴۹	۸.۲.۷ غلظت اجزای موجود در فاضلاب
۱۵۰	۸.۲.۸ کنترل جریان
۱۵۱	۸.۲.۹ یکنواختی جریان
۱۵۱	۸.۲.۱۰ مدیریت گیاهان
۱۵۲	۸.۲.۱۱ کنترل بو
۱۵۲	۸.۲.۱۲ کنترل جلبک‌ها
۱۵۲	۸.۲.۱۳ گرفتگی بستر

فصل نهم / کاربرد وتلندها و مطالعات موردی	۱۵۳
۹.۱ کاربرد وتلندها در تصفیه فاضلابها	۱۵۵
۹.۱.۱ تصفیه فاضلابهای خانگی	۱۵۵
۹.۱.۲ تصفیه فاضلابهای ناشی از نگهداری دام	۱۵۵
۹.۱.۳ تصفیه فاضلاب ناشی از زهکشی معادن	۱۵۵
۹.۱.۴ تصفیه فاضلابهای صنعتی	۱۵۵
۹.۱.۵ تصفیه شیرابه‌های محل دفن مواد زائد جامد	۱۵۶
۹.۱.۶ تصفیه رواناب‌های شهری	۱۵۶
۹.۱.۷ اصلاح زیستی آب‌های زیرزمینی	۱۵۷
۹.۲ مطالعات موردی	۱۵۷
۹.۳ مطالعات موردی، کاربرد وتلندها در ایران	۱۵۸
۹.۳.۱ استان البرز، روستای مراد تپه	۱۵۸
۹.۳.۲ تصفیه فاضلاب بهرنگشگاه	۱۵۹
۹.۳.۳ وتلندهای زیرسطحی با ۱۳ نخل مرداب	۱۶۰
۹.۳.۴ خوزستان، سامانه‌های بتنی، نهر صالح	۱۶۰
۹.۳.۵ مازندران، وتلندهای هیبریدی	۱۶۰
۹.۳.۶ استان یزد، فاضلاب شهری ۱	۱۶۱
۹.۳.۷ استان یزد، فاضلاب شهری ۲	۱۶۱
۹.۴ مطالعات موردی در جهان	۱۶۲
۹.۴.۱ مطالعه موردی کاربرد وتلندها در خلیج کاروینای آمریکا	۱۶۲
منابع	۱۶۶

به نام آن که جان را فکرت آموخت

سخن ناشر

با توکل به الطاف بی‌بدیل یکتای بی‌همتا در عرصه خدمات فرهنگی از طریق نشر آثار علمی گام نهاد و باین هدف شهرآب را بنهادیم.

اهم امر نشر را همگان معترف‌اند و سهم نشر در اعتلای فرهنگ جوامع را مؤمن. امید آن که اسیت را محمول باشیم و بتوانیم در صحنه فرهنگ پیشبرد اهداف متعالی آن گامی هر چند کوتاه برداریم. به انگیزه تنویر، دست در نشر آثاری خواهیم بُرد تا زمینه‌های منطقی از نظر بازده فرهنگی ساخته باشیم.

شان طبع و نشر کتب را ارجح دانسته، نامه‌ریزی شهرآب را برآن اساس در دیدگاه اصلی قرار داده‌ایم. داعیه کمال یا به دیگر گفته بی‌نقص را نداریم و با این اعتراف دست طلب سوی آگاهان کشیده‌ایم.

نقد آثار منتشره شهرآب، از سوی هرانکس را که به فرهنگ گسترش آن عنایتی است به انتظار نشسته‌ایم و صمیمانه معتقد به این اصل مفتنم هستیم که هدایت دلسوزانه کسان اهل بزرگترین دستاویز، دستیابی به اهداف متعالی است.

انتشارات شهرآب

علی اکبر تورانیان

مقدمه نویسندگان

رشد روزافزون جمعیت باعث بهره‌برداری هرچه بیشتر از منابع در روی زمین می‌گردد و این امر تولید زائدات بیشتر را به دنبال دارد. فاضلاب یکی از زائدات تولیدی بشر است و با توجه به ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی فاضلاب تخلیه‌ی آن به محیط‌های پذیرنده می‌تواند آلودگی محیط‌زیست و مشکلات بهداشتی را به دنبال داشته باشد. به‌منظور جلوگیری از آلودگی محیط‌زیست، سمیت تجمعی آلاینده‌ها در زنجیره‌های غذایی و همچنین استفاده‌ی مجدد از فاضلاب در بوم به‌ویژه اجتماعات کوچک که تعداد آن‌ها بسیار زیاد و در مناطق مختلف پراکنده هستند، امروزه روش‌های مختلفی برای تصفیه‌ی فاضلاب‌ها گسترش یافته است. اگرچه سیستم‌های پیشرفته‌ی تصفیه‌ی فاضلاب در حذف آلاینده‌ها موثر و کارآمد هستند، اما هزینه‌های ساخت و بهره‌برداری بالا در کنار نیاز به نیروی انسانی متخصص، کاربرد این چنین سیستم‌های تصفیه‌ای را برای بوم کوچک و پراکنده به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه ناممکن می‌سازد. در این جوامع می‌توانند به عنوان سیستم‌های کارآمد تصفیه‌ی فاضلاب با هزینه‌های بسیار پایین و همچنین کمترین نیاز به نیروی انسانی متخصص، گزینه‌ی مناسبی برای مدیریت فاضلاب‌های تولیدی را تعریف و تلند باشند. از این‌رو در این کتاب سعی بر این شده است که اطلاعات کامل و دقیقی برای معرفی انواع و تلندها، سرنوشت آلاینده‌های مختلف در تلند، و الزامات طراحی، ساخت و بهره‌برداری برای متخصصان، کارشناسان و دانشجویان رشته‌های مربوطه به‌منظور شناساندن یک روش ارزان‌کارآمد برای تصفیه فاضلاب در اجتماعات کوچک ارائه شود.

این کتاب می‌تواند به عنوان یک کتاب مرجع کامل آموزشی و اجرایی مورد استفاده قرار گیرد و تا حدودی کمبود کتاب‌های فارسی مناسب در این زمینه را جبران نماید. امید است مطالب این کتاب جهت مدیریت و اجرای طرح‌های مناسب تصفیه‌ی فاضلاب در کشور عزیزمان مورد استفاده‌ی متخصصین قرار گیرد.