



سبب‌مهای طبیعی

تطهیه‌ی فاضلاب

جلد اول: وتلند



تالیف: علی مفیضی
عضو هیات علمی دانشگاه

سرشناسه: مفیضی، علی، ۱۳۵۲-
عنوان و نام پدیدآور: سیستم‌های طبیعی تصفیه‌ی فاضلاب، جلد اول: وتلند/تألیف علی مفیضی.
وضعیت نشر: مشهد، مرندیز، ۱۳۸۸.
مشخصات ظاهری: ۱۵۲ ص.
شابک: ۳-۱۱-۰۱۰۶-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی: قیپا.
مندرجات: ج. ۱. وتلند.
موضوع: فاضلاب -- انتقال و مصرف.
موضوع: فاضلاب - تصفیه.
رده‌بندی کنگره: ۱۳۸۸ م ۶۷۲ س ۹/۱ TD ۷۴۱
رده‌بندی دیویی: ۶۲۸/۳
شماره کتابشناسی ملی: ۱۷۵۷۹۱۰



نشر مرندیز

سیستم‌های طبیعی تصفیه‌ی فاضلاب
جلد اول: وتلند

نوشته‌ی علی مفیضی

چاپ: دقت

نوبت چاپ: اول، ۱۳۸۸

شمارگان: ۲۰۰۰ نسخه

قیمت: ۳۰۰۰ تومان

شابک: ۳-۱۱-۰۱۰۶-۶۰۰-۹۷۸

مشهد، میدان تختی، خیابان صاحب الزمان ۸، شماره‌ی ۲/۱۳۸
تلفکس: ۰۵۱۱-۷۲۵۱۳۰۲
تهران: پارسیان، تلفن: ۰۲۱-۶۶۹۶۴۱۶۴
نشانی سایت اینترنتی: www.marandiz.com

پیشگفتار :

امروزه در دنیا بویژه در کشورهای در حال توسعه و فقیر، مسئله‌ی دفع فاضلابها، به طوری که از نظر اقتصادی زیست محیطی، فنی، مهارتی و ... قابل قبول باشد، مسئله‌ی بسیار غامض و پیچیده شده است. انتخاب نوع سیستم تصفیه مستلزم شناسایی و بررسی دقیق گزینه‌های مختلف می‌باشد. استفاده از سیستم‌های طبیعی تصفیه‌ی فاضلاب، بدلیل اینکه اغلب بویژه از نظر اقتصادی، مهارتی و زیست محیطی دارای مزایا می‌باشند می‌تواند قابل بررسی و انتخاب باشد.

در این مجموعه سعی بر این است تا جوانب فرآیندی، کاربردی و طراحی سیستم‌های مختلف طبیعی تصفیه فاضلاب مورد بحث و بررسی گیرد. هر چند این سیستم‌ها در دنیا بطور نسبتاً گسترده‌ای برای تصفیه‌ی انوع فاضلاب بکار گرفته شده‌اند، ولی کاربرد اغلب آنها در کشور ما نسبتاً جدید می‌باشد و تا کنون در این زمینه کتاب مستقلی به زبان فارسی منتشر نشده است. امید است انتشار این مجموعه بتواند در راستای شناساندن اصولی این سیستم‌ها، زمینه‌ی مناسبی جهت آشنایی دانشجویان و دست‌اندرکاران صنعت آب و فاضلاب کشور با جوانب مختلف فرآیندی، کاربردی و طراحی آن فراهم نماید.

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات

۳	۱- تعریف و تلند
۳	۲- اهمیت و تلند
۴	۳- انواع و تلند
۴	۱-۳- و تلندهای طبیعی
۵	۲-۳- و تلندهای مصنوعی
۵	۱-۲-۳- و تلندهای با جریان افقی
۵	۱-۱-۲-۳- و تلند با جریان سطحی (SF)
۷	۲-۱-۲-۳- و تلند با جریان زیر سطحی (SSF)
۷	۲-۲-۳- و تلند با جریان عمودی (VF)
۸	۳-۲-۳- سیستم مرکب (CS)

فصل دوم: هیدرولوژی و تلند

۱۳	۱- تناوب آبی
۱۳	۲- زمان ماند هیدرولیکی
۱۳	۳- میزان بارگذاری هیدرولیکی
۱۴	۴- ظرفیت نفوذ
۱۴	۵- تبخیر و تعرق
۱۴	۶- موازنه ی کلی آب

فصل سوم: نقش ماکروفیت ها در و تلندهای مصنوعی

۱۹	۱- ایفای نقش در عملیات و فرآیندهای مختلف تصفیه ی فاضلاب
۱۹	۱-۱- انتقال اکسیژن
۲۲	۲-۱- تأمین سطح لازم برای میکروارگانیسمهای چسبیده
۲۲	۳-۱- حذف اجزای فاضلاب
۲۲	۴-۱- تضعیف نور
۲۳	۵-۱- جداسازی
۲۴	۶-۱- تأمین مواد غذایی
۲۵	۲- تأثیر بر هیدرولیک محیط
۲۵	۳- تأثیر بر حیات وحش
۲۵	۴- زیبایی

فصل چهارم: بارگذاری و حذف اجزای فاضلاب در و تلندها

۲۹	BOD - ۱
۳۱	TSS - ۲
۳۲	۳- مواد مغذی (نیترژن و فسفر)

۳۲	..... ۴-۳-۱- نیتروژن
۳۷	..... ۴-۳-۲- فسفر
۴۰	..... ۴-۴- فلزات و مواد سمی
۴۱	..... ۴-۵- عوامل بیماریزا

فصل پنجم : طراحی وتلندها

۴۵	..... ۵-۱- طراحی مفهومی
۴۵	..... ۵-۱-۱- انتخاب نوع وتلند
۴۸	..... ۵-۱-۲- انتخاب محل
۴۸	..... ۵-۱-۳- استانداردهای تخلیه
۴۹	..... ۵-۱-۴- ملاحظات قانونی
۴۹	..... ۵-۱-۵- پیش تصفیه ی لازم قبل از وتلند
۴۹	..... ۵-۲- طراحی تصفیه ی وتلند طبیعی
۴۹	..... ۵-۲-۱- سیستم توزیع فاضلاب
۵۱	..... ۵-۲-۲- هیدرولیک و بار گذاری اجزای فاضلاب
۵۲	..... ۵-۲-۳- بهره برداری و نگهداری
۵۳	..... ۵-۲-۴- پایش
۵۴	..... ۵-۳- طراحی فرآیند تصفیه ی وتلندهای مصنوعی
۵۴	..... ۵-۳-۱- انتخاب نوع سیستم وتلندهای مصنوعی
۵۴	..... ۵-۳-۲- انتخاب، کاشت و استقرار ماکروفیت ها
۵۴	..... ۵-۳-۳-۱- گونه های برآمده از آب
۵۷	..... ۵-۳-۳-۲- گونه های مستغرق
۵۷	..... ۵-۳-۳-۳- گونه های شناور
۵۹	..... ۵-۳-۴- روشهای تکثیر گیاهان در وتلند
۶۰	..... ۵-۳-۳- رهیافتهای طراحی
۶۱	..... ۵-۳-۴- مدلهای طراحی برای حذف BOD
۶۱	..... ۵-۳-۴-۱- وتلند SF
۶۵	..... ۵-۳-۴-۲- وتلند SSF
۶۷	..... ۵-۳-۴-۳- وتلند VF
۶۷	..... ۵-۳-۵- مدلهای طراحی برای حذف TSS
۶۸	..... ۵-۳-۶- مدلهای طراحی برای حذف نیتروژن
۶۹	..... ۵-۳-۶-۱- وتلند SF
۷۲	..... ۵-۳-۶-۲- وتلند SSF
۷۶	..... ۵-۳-۶-۳- وتلند VF
۷۶	..... ۵-۳-۷- مدلهای طراحی برای حذف فسفر

۷۷	۸-۳- معیارهای طراحی نمونه وار و کیفیت مورد انتظار خروجی
۷۸	۹-۳- طراحی هیدرولیکی
۷۸	۱-۹-۳- وتلند SF
۷۹	۲-۹-۳- وتلند SSF
۸۲	۳-۹-۳- وتلند VF
۸۲	۴-۹-۳- نسبت اضلاع
۸۳	۵-۹-۳- قسمت بندی
۸۴	۶-۹-۳- نقاط ورودی متعدد
۸۴	۱۰-۳- ملاحظات گرمایی
۸۵	۱-۱۰-۳- وتلند SSF
۸۸	۲-۱۰-۳- وتلند SF
۹۱	۱۱-۳- پیش تصفیه ی لازم
۹۱	۱۲-۳- سازه های لازم
۹۱	۱-۱۲-۳- ورودی و خروجی
۹۵	۲-۱۲-۳- باریکه ها
۹۵	۳-۱۲-۳- بستر
۹۶	۴-۱۲-۳- ساختار زیربنایی و آستر
۹۸	۵-۱۲-۳- بازگردش
۹۸	۱۳-۳- مدیریت، بهره برداری و نگهداری
۱۰۱	۱۴-۳- پایش سیستم

فصل ششم: کاربردهای وتلند

۱۰۷	۱-۶- فاضلاب خانگی
۱۱۰	۲-۶- فاضلاب شهری
۱۱۱	۳-۶- فاضلاب تجاری و صنعتی
۱۱۱	۴-۶- رواناب سطحی
۱۱۳	۵-۶- سرریز فاضلابرو مرکب
۱۱۴	۶-۶- رواناب کشاورزی
۱۱۷	۷-۶- فاضلاب حیوانات اهلی
۱۱۸	۸-۶- شیرابه ی محل دفن
۱۲۱	۹-۶- زهکشی معدنی

ضمیمه

۱۲۷	نمونه ی مسائل
۱۴۴	منابع

فاضلابها شامل بخش مایع فضولات بوده و اساساً همان آب مصرفی جامعه می باشد که در اثر کاربردهای مختلف آلوده شده است. فاضلابهای شهری شامل فاضلابهای با منشأ خانگی (بهداشتی)، صنعتی، آبهای سطحی و جریانیهای نفوذی / ورودی می باشند.

مسئله ی دفع اصولی فاضلابها، از هر منبعی که باشد، از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است، زیرا دفع غیر اصولی آنها در محیط می تواند عواقب بهداشتی و زیست محیطی خطرناکی در پی داشته باشد. برای حل این مشکل از مدتها پیش، متناسب با سطح پیشرفت جامعه، راههای مختلفی به کار گرفته شده است. روشهای تصفیه ی فاضلاب را می توان به دو دسته کلی تقسیم کرد: عملیات فیزیکی^۱ و فرآیندهای شیمیایی و بیولوژیکی^۲.

الف - عملیات فیزیکی

روشهایی از تصفیه که در آنها کاربرد نیروهای فیزیکی غالب باشد را عملیات فیزیکی تصفیه ی فاضلاب می نامند. این روشها به دلیل اینکه به طور مستقیم در طبیعت قابل مشاهده است، جزء اولین روشهایی بوده که به منظور تصفیه ی فاضلاب به کار برده شد. عملیات آشغالگیری، ته نشینی، شناورسازی، صاف کردن و انتقال گاز از مهمترین این روشها می باشند.

ب- فرآیندها

فرآیندهای تصفیه ی فاضلاب به دو دسته شیمیایی و بیولوژیکی تقسیم می شوند:

- ۱- فرآیندهای شیمیایی: در این روش، تصفیه یا تبدیل و جداسازی اجزای آلاینده به وسیله ی افزودن مواد شیمیایی یا با انجام واکنش های شیمیایی صورت می گیرد. ترسیب شیمیایی، گندزدایی کردن و جذب سطحی مثالهایی از این روش می باشند.
- ۲- فرآیندهای بیولوژیکی: این فرآیندها، روشهایی برای تصفیه یا جداسازی آلاینده ها، به کمک فعالیت بیولوژیکی فراهم می کنند. در این فرآیندها در درجه ی اول، مواد آلی (محلول یا کلونیدی) قابل تجزیه زیستی و مواد مغذی به گاز یا بافت سلولی تبدیل شده و سپس این سلولها در واحد ته نشینی جدا می شود.

بر اساس کاربردی که روشهای فوق در فرآوری فاضلاب پیدا کرده اند، تقسیم بندی های کاربردی گوناگونی بوجود آمده است. مهمترین آنها شامل: تصفیه ی مقدماتی^۳، اولیه^۴، ثانویه^۵ و پیشرفته^۶ می باشد. تا کنون سیستم های مختلفی برای تصفیه ی فاضلابهای گوناگون مورد استفاده قرار گرفته است و این سیستم ها به طور مرتب شاهد تغییرات و اصلاحاتی در جهت بهبود و ارتقای راندمان فرآیند و عملیات و کاهش هر چه بیشتر هزینه ها هستند. فرآیندهای بیولوژیکی تصفیه ی فاضلاب را می توان به چند گروه تقسیم بندی کرد:

- ۱- physical operation
- ۲- Chemical and biological processes
- ۳ - preliminary treatment
- ۴ - primary treatment
- ۵ - Secondary treatment
- ۶ - Advanced (tertiary) treatment

الف- فرآیندهای هوازی^۱: فرآیندهای هوازی خود شامل فرآیندهای رشد معلق، رشد متصل و رشد مرکب (متصل و معلق) می‌باشد.
ب- فرآیندهای بی‌اکسیژن: شامل فرآیندهای رشد معلق و رشد متصل می‌باشد. مثل فرآیند دنتریفیکاسیون.

ج- فرآیندهای بی‌هوازی: فرآیندهای بی‌هوازی نیز می‌تواند دارای رشد معلق یا متصل باشد.
د- فرآیندهای مرکب (هوازی-بی‌اکسیژن-بی‌هوازی)

کلیه فرآیندهایی که در بالا به آنها اشاره شد به گونه‌های مختلف برای تصفیه‌ی انواع فاضلاب بکار رفته‌اند، در حالیکه برخی از آنها بدلیل سهولت کار، راندمان قابل قبول، هزینه‌ی کم، نیاز به نیروی انسانی ماهر یا کم تخصص، مصرف منابع و انرژی، انعطاف پذیری در شرایط مختلف بهره‌برداری و داشتن مزایای نسبی دیگر، در مواردی کاربرد عمومی‌یا خاص یافته‌اند.

از جمله سیستم‌هایی که برای تصفیه‌ی انواع فاضلاب بکار رفته است، سیستم‌های طبیعی تصفیه است. این سیستم‌ها با توجه به ویژگی‌های خاص خود می‌توانند درجات بالایی از تصفیه را برای انواع مختلف فاضلاب تأمین کنند. سیستم طبیعی تصفیه‌ی فاضلاب عبارتست از ((بهره‌گیری از فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی ناشی از برهمکنش آب، خاک، گیاه، میکروارگانیسم و اتمسفر در طبیعت، برای تصفیه‌ی فاضلاب)).

سیستم‌های طبیعی تصفیه‌ی فاضلاب شامل سیستم‌های تصفیه به کمک زمین^۲ (تصفیه‌ی کند^۳، نفوذ سریع^۴ و جریان روی زمین^۵)، برکه‌ها^۶ و سیستم‌های تصفیه به کمک گیاهان آبی^۷ (گیاهان آبی‌زی شناور^۸، گیاهان آبی‌زی مستغرق^۹ و وتلندها^{۱۰}) می‌باشد. در چند سال اخیر استفاده از سیستم‌های وتلند مورد توجه زیادی قرار گرفته است. سیستم‌های وتلند، خواه طبیعی، خواه مصنوعی شامل فصل مشترک بین سیستم آبی در خطر آلوده شدن و سیستم خاکی منبع آلودگی هستند. آنها سیستم‌هایی پویا و بیانگر انتقال بین محیط خاکی و آبی هستند. کاربرد سیستم‌های وتلند برای کنترل آلودگی آب یک مثال برجسته از توسعه‌ی فناوری می‌باشد. علاوه بر این یک جایگزین هزینه-تأثیر^{۱۱} برای سیستم‌های متداولی است که برای تصفیه‌ی مواد آلاینده طراحی شده‌اند. هم کشورهای در حال توسعه و هم کشورهای صنعتی دریافته‌اند که کاربرد فناوری وتلند از نظر اقتصادی و بوم‌شناختی راه حل قابل قبولی برای مدیریت آلودگی است.
دانش و تجربه‌ی کاربرد سیستم‌های وتلند برای تصفیه‌ی انواع فاضلاب و کنترل آلودگی آبهای طبیعی به مرحله‌ای رسیده است که می‌تواند به طور مطمئن به عنوان بهترین گزینه در شرایط خاص توصیه شود.

^۱ - Aerobic

^۲ - land treatment

^۳ - Slow rate

^۴ - Rapid infiltration

^۵ - Over land flow

^۶ - Ponds


^۷ - Aquatic plants

^۸ - Floating

^۹ - Submerged

^{۱۰} - Wetlands

^{۱۱} - Cost - effective



فصل اول

کلیات