

میکروبیولوژی فرایندهای تصفیه فاضلاب

تألیف:

مهندس احمد سبزوعلی

دکتر احمد خدادادی

عضو هیئت علمی دانشکده فنی دانشگاه تربیت مدرس

دکتر میترا غلامی

عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی ایران

انتشارات پیام خجسته

۱۳۸۶

میکروبیولوژی فرآیندهای تصفیه فاضلاب / تألیف احمد سبزی علی، احمد خدادادی و میترا غلامی
تهران پیام خجسته ۱۳۸۲.
۱۸۸ ص.

ISBN: ۹۶۴-۹۴۸۶۱-۲-۷

فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیپا.

۱. فاضلاب - تصفیه. ۲. فاضلاب - میکروبی شناسی. ۳. فاضلاب - تصفیه زیستی. الف. خدادادی، احمد. ب. غلامی، میترا، ۱۳۴۲ - ج. عنوان.

۶۲۸/۲

TD۷۴۵TD / م ۲ س ۹

م ۸۳ - ۳۸۳۱۷

کتابخانه ملی ایران

عنوان: میکروبیولوژی فرایندهای تصفیه فاضلاب

نویسندگان: ۱ - سبزی علی ۲ - خدادادی ۳ - غلامی

ناشر: پیام خجسته

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

نوبت چاپ: اول

تاریخ: بهار ۱۳۸۴

چاپ و صحافی: چاپخانه خورشید

قیمت:

حق چاپ محفوظ است

نشانی: خیابان ولی عصر - میدان منیریه - کوچه بیژن پلاک ۱۹

تلفن: ۵۲۷۱۵۴۰ - ۵۲۸۰۶۵۰

فهرست مطالب

1	۱- مقدمه
۲	۱-۱ نقش میکروبیها در تصفیه فاضلاب
۲	۲-۱ طبقه بندی میکروارگانیسم ها
۲	۱-۲-۱ بر اساس سلسله
۳	۲-۲-۱ بر اساس منبع انرژی و کربن
۵	۳-۲-۱ بر اساس رابطه با اکسیژن
۶	۴-۲-۱ بر اساس دما
۶	۳-۱ میکروبیهای فاضلاب
۶	۱-۳-۱ باکتریها
۹	۲-۳-۱ قارچها
۱۰	۳-۳-۱ جلبکها
۱۴	۴-۳-۱ تک یاخته ها
۱۷	۵-۳-۱ ویروسها
۱۸	۶-۳-۱ روتیفرها
۱۹	۴-۱ متابولیسم
۲۴	۱-۴-۱ اکسیداسیون گلوکز
۲۶	۲-۴-۱ فتوسنتز
۲۹	فصل دوم: فرایند لجن فعال
۲۹	۱-۲ مکانیسم تصفیه فاضلاب بوسیله لجن فعال
۲۹	۱-۱-۲ پدیده جذب
۳۰	۲-۱-۲ عمل پروتوزوئرها
۳۱	۳-۱-۲ انعقاد یا چسبندگی
۳۱	۲-۲ بیولوژی لجن فعال
۳۲	۱-۲-۲ باکتریها
۳۳	۲-۲-۲ قارچها
۳۳	۳-۲-۲ تک یاخته ها
۳۵	۴-۲-۲ روتیفرها

۳۵	۳-۲- تک یاخته های شاخص در فرایند لجن فعال
۳۵	۱-۳-۲- گونه های پارامسی
۳۶	۲-۳-۲- ورتیسلا
۳۶	۳-۳-۲- یوگلیفا
۳۷	۴-۳-۲- یوکلانیس
۳۹	۴-۲- بارامترهای طراحی در فرایند لجن فعال
۴۱	۵-۲- حذف پاتوژنها توسط لجن فعال
۴۲	۱-۵-۲- باکتریها
۴۲	۲-۵-۲- ویروسها
۴۳	۶-۲- حجیم شدن لجن و ایجاد کف در فرایندهای لجن فعال
۴۳	۱-۶-۲- رشد پراکنده
۴۳	۲-۶-۲- بالکینگ غیررشته ای
۴۴	۳-۶-۲- فلوکهای نوک سوزنی
۴۴	۴-۶-۲- بالا آمدن لجن (رایزینگ)
۴۴	۵-۶-۲- بالکینگ رشته ای
۴۴	۶-۶-۲- ایجاد کف یا اسکام
۴۳	۷-۲- بالکینگ رشته ای
۴۴	۱-۷-۲- ارتباط بین باکتریهای رشته ای و باکتریهای لخته ساز
۴۶	۲-۷-۲- فاکتورهای مهم در ایجاد بالکینگ
۵۱	۳-۷-۲- کنترل بالکینگ لجن
۵۵	۸-۲- ایجاد کف در فرایند لجن فعال
۵۳	۱-۸-۲- مشکلات ایجاد شده توسط کفاب
۵۶	۲-۸-۲- میکروبیولوژی کف
۵۷	۳-۸-۲- مکانیسم تولید کف
۵۹	۴-۸-۲- کنترل کف
۶۱	فصل سوم: فرایند بیوفیلیم
۶۱	۳- فرایند رشد چسبیده با فیلم ثابت
۶۲	۱-۳- ساختار بیوفیلیم

- ۶۳ ۲-۳ جذب سطحی میکروارگانیسم ها به سطوح
- ۶۳ ۳-۳ تجمع بیوفیلم
- ۶۵ ۴-۳ صافیهای چکنده
- ۶۵ ۱-۴-۳ توصیف فرایند
- ۶۷ ۲-۴-۳ بیولوژی صافیهای چکنده
- ۶۷ ۳-۴-۳ تشکیل بیوفیلم
- ۶۸ ۴-۴-۳ ارگانیسم های موجود در بیوفیلم
- ۷۰ ۵-۴-۳ حذف پاتوژنها و پارازیت ها بوسیله صافیهای چکنده
- ۷۱ ۵-۳ تماس دهنده های بیولوژیکی دوار
- ۷۱ ۱-۵-۳ توصیف فرایند
- ۷۱ ۲-۵-۳ بیوفیلم های RBC
- ۷۱ ۶-۳ ممبران بیوراكتور

فصل چهارم: میکروبیولوژی فرایندهای

بی هوازی

- ۷۵ ۴- میکروبیولوژی فرایندهای بی هوازی
- ۷۶ ۱-۴ فرایندهای تصفیه بی هوازی فاضلاب
- ۷۷ ۲-۴ باکتریهای بی هوازی
- ۷۹ ۳-۴ هضم بی هوازی
- ۸۱ ۴-۴ مراحل مختلف تصفیه بی هوازی
- ۸۲ ۱-۴-۴ هیدرولیز
- ۸۲ ۲-۴-۴ مرحله اسیدسازی
- ۸۲ ۳-۴-۴ مرحله استات سازی
- ۸۳ ۴-۴-۴ مرحله متان زایی
- ۸۳ ۵-۴ میکروبیولوژی فرایند
- ۸۵ ۶-۴ میکروارگانیسم های مهم در تصفیه بی هوازی
- ۸۵ ۱-۶-۴ باکتریهای مهم در مرحله هیدرولیز
- ۸۵ ۲-۶-۴ باکتریهای مهم در مرحله تولید اسید
- ۸۵ ۳-۶-۴ باکتریهای مهم در مرحله متان زایی

۸۶	۷-۴- عوامل مهم در تصفیه بی هوازی
۸۷	۸-۴- متابولیسم باکتریهای بی هوازی
۸۸	۱-۸-۴- تنفس بی هوازی
۸۸	۲-۸-۴- تخمیر
۸۸	۹-۴- انواع راکتورها
۹۰	۱۰-۴- فاکتورهای کنترل کننده هضم بی هوازی
۹۰	۱-۱۰-۴- دما
۹۰	۲-۱۰-۴- زمان ماند
۹۰	۳-۱۰-۴- pH
۹۱	۴-۱۰-۴- ترکیب شیمیایی فاضلاب
	۵-۱۰-۴- رقابت باکتریهای متان ساز با باکتریهای
۹۱	احیاکننده سولفات
۹۱	۶-۱۰-۴- مواد سمی
۹۲	۱۱-۴- بستر لجن بی هوازی با جریان روبه بالا (UASB)
۹۲	۱-۱۱-۴- گرانول سازی در راکتورهای بی هوازی
۹۳	۲-۱۱-۴- مشخصات گرانول ها
۹۴	۳-۱۱-۴- ترکیب میکروبی و ساختمان گرانول ها
۹۶	۱۲-۴- صافیهای بی هوازی
۹۶	۱-۱۲-۴- مشخصات لایه بیولوژیکی
	۱۳-۴- راکتور بی هوازی دارای رشد چسبیده با بستر گسترده
۹۷	و بستر سیال
۹۹	۱-۱۳-۴- مشخصات بیوفیلم
۹۹	۱۴-۴- سپتیک تانک
۱۰۰	۱۵-۴- اصلاح زیستی
۱۰۳	فصل پنجم: برکه های تصفیه فاضلاب
۱۰۴	۵- برکه های تثبیت فاضلاب
۱۰۴	۱-۵- توصیف فرایند

- ۱۰۴-۲-۵- برکه های اختیاری
- ۱۰۵-۱-۲-۵- بیولوژی برکه های اختیاری
- ۱۰۹-۲-۲-۵- تاثیر دما بر روی راهبری برکه ها
- ۱۱۰-۳-۲-۵- حذف جامدات معلق، نیتروژن و فسفر بوسیله برکه ها
- ۱۱۱-۳-۵- انواع دیگر برکه های تثبیت فاضلاب
- ۱۱۱-۱-۳-۵- برکه های بی هوازی
- ۱۱۱-۲-۳-۵- برکه های هوازی
- ۱۱۲-۳-۳-۵- برکه های هوازی شده
- ۱۱۲-۴-۳-۵- برکه های تکمیلی
- ۱۱۲-۴-۵- حذف پاتوژنها توسط برکه های اکسیداسیون
- ۱۱۳-۵-۵- فاکتورهای کنترل کننده حذف باکتریها
- ۱۱۳-۱-۵-۵- سینتیک مرگ باکتریها
- ۱۱۳-۲-۵-۵- غیر فعال سازی یا حذف ویروسها
- ۱۱۶-۶-۵- در برکه های تثبیت
- ۱۱۶-۶-۵- کیست تک یاخته ها و تخم کرمها
- ۱۱۷- فصل ششم: حذف نیتروژن و فسفر از فاضلاب:
- ۱۱۸-۶- حذف نیتروژن و فسفر از فاضلاب
- ۱۱۸-۱-۶- چرخه نیتروژن
- ۱۱۹-۲-۶- میکروبیولوژی چرخه نیتروژن
- ۱۱۹-۱-۲-۶- تثبیت نیتروژن
- ۱۲۰-۲-۲-۶- جذب نیتروژن
- ۱۲۰-۳-۲-۶- معدنی سازی نیتروژن
- ۱۲۱-۴-۲-۶- نیترات سازی
- ۱۲۲-۵-۲-۶- دنیتریفیکاسیون (نیترات زدایی)
- ۱۲۴-۳-۶- چرخه فسفر
- ۱۲۴-۱-۳-۶- میکروبیولوژی چرخه فسفر
- ۱۲۵-۲-۳-۶- حذف فسفر در واحدهای تصفیه فاضلاب
- ۱۲۶-۴-۶- سیستم های تصفیه بیولوژیکی برای حذف نیتروژن

فصل هفتم میکروبیولوژی لجن

۱۲۹

۷- میکروبیولوژی لجن

۱۳۰

۱-۷- فراوری لجن

۱۳۰

۱-۱-۷- غربالگری

۱۳۰

۲-۱-۷- تغلیظ

۱۳۰

۳-۱-۷- آبیگری

۱۳۱

۴-۱-۷- اصلاح سازی

۱۳۱

۵-۱-۷- تثبیت

۱۳۱

۶-۱-۷- هضم بی هوازی

۱۳۲

۷-۱-۷- هضم هوازی

۱۳۲

۸-۱-۷- کمپوست سازی

۱۳۳

۲-۷- حذف پارازیت ها و پاتوژن ها طی تصفیه لجن

۱۳۸

۱-۲-۷ پاتوژن ها و پارازیت هایی که در لجن یافت می شوند

۱۳۸

۲-۲-۷ هضم بی هوازی

۱۳۹

۳-۲-۷ هضم هوازی

۱۴۰

۴-۲-۷ سیستم هضم دوگانه

۱۴۰

۵-۲-۷ تصفیه لجن با استفاده از لاغون

۱۴۰

۶-۲-۷ پاستوریزه کردن

۱۴۱

۷-۲-۷ کمپوست سازی

۱۴۱

۸-۲-۷ خشک کردن با هوا

۱۴۲

۳-۷ غیر فعال سازی شیمیایی

۱۴۲

۴-۷ پرتو دهی

۱۴۳

۵-۷ تصفیه حرارتی

۱۴۳

۶-۷ تصفیه با امواج دارای طول موج کوتاه

۱۴۳

فصل هشتم: گند زدایی فاضلاب

۱۴۵

۸- گندزدایی فاضلاب

۱۴۶

۱۴۶	۱-۸- فاکتورهای موثر در گندزدایی
۱۴۶	۱-۱-۸- نوع ماده گند زدا
۱۴۶	۲-۱-۸- نوع میکروارگانیزم
۱۴۶	۳-۱-۸- غلظت ماده گند زدا و زمان تماس
۱۴۷	۴-۱-۸- تاثیر pH
۱۴۷	۵-۱-۸- دما
۱۴۷	۶-۱-۸- عوامل مداخله گر شیمیایی و فیزیکی
۱۴۸	۲-۸- کلر
۱۴۸	۱-۲-۸- شیمی کلر
۱۴۸	۲-۲-۸- غیر فعال سازی میکروارگانیزم ها توسط کلر
۱۴۹	۳-۲-۸- مکانیسمهای عمل کلر
۱۴۹	۳-۸- کلر آمین
۱۴۹	۱-۳-۸- شیمی کلر آمین
۱۵۰	۲-۳-۸- اثر بیوسایدی کلر آمین های معدنی
۱۵۰	۴-۸- دی اکسید کلر
۱۵۰	۱-۴-۸- شیمی دی اکسید کلر
۱۵۱	۲-۴-۸- اثر دی اکسید کلر بر میکروارگانیزمها
۱۵۱	۵-۸- ازن
	۱-۵-۸- مکانیسم عمل ازن و اثر آن بر روی میکروارگانیزم های
۱۵۲	پاتوژن و شاخص
۱۵۲	۶-۸- پرتو ماوراء بنفش
۱۵۳	۱-۶-۸- UV مکانیسم عمل
155	کتابنامه
۱۵۹	پیوست ۱: اصول تعیین اکولوژیک تصفیه فاضلاب
169	پیوست ۲: تست های میکروبیولوژی فاضلاب

پیشگفتار:

افرايتم الماء الذی تشربون (آیه ۶۷ سوره واقعه) آیا در مورد آبی که می نوشید توجه کرده اید؟ با درود بی کران به پیشگاه خداوند متعال که علم و عقل پرتوی از اراده اوست. یکی از پیامدهای روز افزون جوامع امروزی و توسعه صنایع متعدد تولید فاضلابهای شهری و صنعتی مختلف است که باعث آلودگی فیزیکی شیمیایی و میکروبی منابع آبی اعم از سطحی و زیرزمینی و همچنین آلودگی خاک میشوند. گرچه میکروب همواره به عنوان یک عامل مخرب در زندگی بشر مطرح بوده ولیکن با پیشرفت علم بیوتکنولوژی مشخص گردیده که میکروبها میتوانند نقش مهمی در تصفیه فاضلاب و بازیافت مواد زائد داشته باشند. در کتاب حاضر که در واقع ادامه کتاب میکروبیولوژی آب و فاضلاب خانم دکتر غلامی است و بعضی از مطالب آن از کتاب Wastewater Microbiology اثر Bitton, Gabriel اقتباس شده سعی گردیده فرآیندهای مختلف تصفیه میکروبی فاضلاب تشریح گردد.

مطالب ارائه شده در این کتاب در هشت فصل ارائه گردیده است که بترتیب شامل تشریح میکروبیولوژی فاضلاب، فرآیند لجن فعال، فرآیند بیو فیلم، میکروبیولوژی فرایندهای بی هوازی، برکتهای تثبیت فاضلاب، و حذف نیتروژن و فسفر از فاضلاب میباشد. در پایان کتاب تعدادی تست ارائه شده است. لازم به ذکر است که تمام این تست ها پاسخ داده نشده است، تا علاقمندان با خواندن کامل کتاب بتوانند گزینه مناسب آن را انتخاب کنند. یقیناً در این کار کاستی هایی وجود دارد لذا ارائه هر گونه رهنمود از سوی اساتید گرامی، همکاران محترم، دانشجویان عزیز و تمام خوانندگان ارجمند موجب ارتقاء مجموعه در چاپ های آتی از طرف نگارندگان خواهد بود. دانشجویان رشته بهداشت محیط، محیط زیست، میکروب شناسی و رشته های مربوطه دیگر می توانند از این کتاب استفاده کنند.

در پایان از همکاری صمیمانه کلیه کسانی که ما را در تالیف این کتاب یاری کردند، بخصوص آقای مهندس خدادادی دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران و خانم مهندس مریم السادات ساداتی که در تنظیم و تایپ مطالب کمک فراوانی مبذول نمودند، تشکر و قدردانی می کنیم.

هیئت مولفین