

تصفیه بیولوژیکی و شیمیایی پساب صنعتی

مؤلفان:

احمد خدادادی

علی یاقوت نژاد

محمد رستمی



سازمان انتشارات واحد مازندران

۱۳۹۹

سرشناسه	: خدادادی، احمد، ۱۳۷۲-
عنوان و نام پدیدآور	: تصفیه بیولوژیکی و شیمیایی پساب صنعتی / نویسندگان احمد خدادادی، علی یاقوت نژاد، محمد رستمی؛ ویراستار علمی محمدرضا خسروی نیکو.
مشخصات نشر	: ساری: جهاد دانشگاهی، سازمان انتشارات، واحد مازندران، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری	: ۱۸۴ ص.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۸۹۲۱۹۶-۷ ریال ۴۰۰۰۰۰
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۱۸۳.
موضوع	: زباله صنعتی -- تصفیه
موضوع	: Factory and trade waste -- Purification
موضوع	: تصفیه زیستی
موضوع	: Sewage -- Purification -- Biological treatment
شناسه افزوده	: یاقوت نژاد، علی، ۱۳۷۴-
شناسه افزوده	: رستمی، محمد، ۱۳۷۲-
شناسه افزوده	: خسروی نیکو، محمدرضا
شناسه افزوده	: جهاد دانشگاهی سازمان انتشارات. واحد مازندران
شناسه افزوده	: Press Organization Jahade Daneshgahi Mazandaran Branch
رده بندی کنگره	: TD۸۹۷
رده بندی دیویی	: ۶۲۸/۴
شماره کتاب شناسی ملی	: ۶۱۱۱۷۵۳

تصفیه بیولوژیکی و شیمیایی پساب صنعتی

مؤلف: احمد خدادادی، علی یاقوت نژاد، محمد رستمی
ناشر: انتشارات جهاد دانشگاهی - واحد مازندران
ویراستار علمی: دکتر محمد رضا خسروی نیکو (عضو هیات علمی دانشگاه صنعت نفت)
نوبت چاپ: اول - ۱۳۹۹
شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
قیمت: ۴۰۰۰۰ ریال
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۹۲۱-۹۶-۷

حق چاپ و نشر محفوظ است



ساری - خیابان امیر مازندرانی - خیابان وصال - جهاد دانشگاهی مازندران صندوق پستی: ۱۶۴۷-۴۸۱۷۵

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

فصل اول: مقدمه‌ای بر تصفیه پساب.....	۲۱
۱-۱- ویژگی‌های پساب.....	۲۱
۱-۱-۱ جامدات در آب.....	۲۱
۱-۱-۲ کدورت.....	۲۲
۱-۱-۳ رنگ.....	۲۲
۱-۱-۴ بو.....	۲۳
۱-۱-۵ دما.....	۲۳
۱-۱-۶ کل جامدات محلول.....	۲۳
۱-۱-۷ فلزات.....	۲۴
۱-۱-۸ مواد آلی.....	۲۴
۱-۱-۹ نیتروژن.....	۲۶
۱-۱-۱۰ کلراید.....	۲۷
۱-۱-۱۱ فسفر.....	۲۷
۱-۱-۱۲ سولفید (گوگرد).....	۲۸

۲-۱-۲-۱ دبی..... ۳۰

۱-۲-۱-۱ نوسانات جریان فاضلاب..... ۳۰

۳-۱-۱ نیتریفیکاسیون..... ۳۱

۴-۱-۱ دنیتریفیکاسیون..... ۳۱

فصل دوم میکروارگانیسم‌ها..... ۳۴

۱-۲-۱-۱ کشت باکتری..... ۳۶

۱-۱-۲-۱ رشد و نمو باکتری‌ها..... ۳۶

۲-۱-۲-۱ زمان تقسیم سلولی..... ۳۷

۲-۲-۱-۱ منحنی رشد باکتری..... ۳۷

۱-۲-۲-۱ فاز سکون..... ۳۹

۲-۲-۲-۱ فاز لگاریتمی..... ۳۹

۳-۲-۲-۱ فاز رکود..... ۴۰

۴-۲-۲-۱ فاز مرگ..... ۴۰

۳-۲-۱ ویژگی‌های متابولیکی باکتری‌ها..... ۴۰

۱-۳-۲-۱ اکسیژن..... ۴۰

۱-۱-۳-۲-۱ باکتری‌های هوازی اجباری..... ۴۱

۲-۱-۳-۲-۱ باکتری‌های هوازی، بی‌هوازی اختیاری..... ۴۱

۴۲	۳-۱-۳-۲- باکتری‌های بی‌هوازی تحمل کننده اکسیژن
۴۲	۴-۱-۳-۲- باکتری‌های بی‌هوازی اجباری
۴۵	۴-۲- دسته بندی باکتری‌ها
۴۵	۱-۴-۲- اتوتروف‌ها
۴۶	۴-۲- ۱- فوئوتوتروف‌ها
۴۶	۴-۲- ۲-۱- کماتوتروف‌ها
۴۶	۴-۲- ۲- هتروتروف‌ها
۴۷	۴-۲- ۳- شباهت‌ها
۴۷	۴-۲- ۴- تفاوت‌ها
۴۸	۵-۲- تعیین مقدار BOD ، COD و TOC
۵۰	۱-۵-۲- تعیین مقدار BOD _۵
۵۱	۲-۵-۲- تعیین مقدار COD
۵۱	۳-۵-۲- تعیین مقدار TOC
۵۳	فصل سوم: تصفیه بیولوژیکی پساب
۵۵	۱-۳- تصفیه هوازی و بی‌هوازی
۵۵	۱-۱-۳- تصفیه بیولوژیکی با کمک باکتری‌های هوازی

- ۵۶..... ۱-۱-۱-۳- ضریب جذب اکسیژن (α)
- ۵۷..... ۲-۱-۳- تصفیه بیولوژیکی با کمک باکتری‌های بی‌هوازی
- ۵۸..... ۲-۳- هضم لجن
- ۵۸..... ۱-۲-۳- مرحله اول (تخمیر اسیدی)
- ۵۹..... ۲-۲-۳- مرحله دوم (تخمیر متانی یا تخمیر قلیایی)
- ۶۲..... ۳-۳- مدل‌های سینتیکی رشد سلولی
- ۶۴..... ۱-۳-۳- سرعت مصفاة سب‌سترای محلول
- ۶۵..... ۲-۳-۳- میزان جذب آلودگی
- ۶۶..... ۳-۳-۳- سن لجن (SRT)
- ۶۷..... ۴-۳- بیوفیلم
- ۶۹..... ۱-۴-۳- خاصیت‌های بیوفیلم
- ۶۹..... ۲-۴-۳- میکروارگانیسم‌های موجود در بیوفیلم
- ۷۱..... ۳-۴-۳- مزایای تشکیل بیوفیلم
- ۷۱..... ۴-۴-۳- حذف فلزات به وسیله میکروارگانیسم‌های پساب
- ۷۲..... ۵-۴-۳- ازهم گسستن بیوفیلم‌ها
- ۷۲..... ۵-۳- نیتریفیکاسیون
- ۷۵..... ۱-۵-۳- نیتریفیکاسیون در فرآیند لجن فعال دو مرحله‌ای (AB)

- ۷۶..... ۳-۵-۲- دنیتریفیکاسیون
- ۷۹..... ۳-۵-۳- نیتریفیکاسیون و دنیتریفیکاسیون همزمان SND
- ۸۰..... ۳-۶-۶- حذف بیولوژیکی فسفر
- ۸۱..... ۳-۶-۱- فرآیندهای اتفاق افتاده در منطقه بی‌هوازی
- ۸۱..... ۳-۶-۲- فرآیندهای اتفاق افتاده در منطقه هوازی / انوکسیک
- ۸۲..... ۳-۶-۳- حذف نیترژن و فسفر به صورت همزمان
- ۸۳..... ۳-۶-۴- انواع سیستم‌های BNR
- ۸۴..... ۳-۷-۷- نسبت غذا به میکروارگانیسم $(F/M)^{1/4}$
- ۸۵..... ۳-۷-۱- میکروارگانیسم‌های رشته‌ای در فرآیند این فعال
- ۸۵..... ۳-۷-۲- کنترل رشد ارگانیسم‌های رشته‌ای
- ۸۶..... ۳-۸-۸- ورم کردن و کف کردن در واحدهای لجن فعال
- ۸۶..... ۳-۸-۱- رشد پراکنده
- ۸۶..... ۳-۸-۲- بالکینگ چسبنده (لج یا ژلاتینی)
- ۸۷..... ۳-۸-۳- فلوک‌های نوک سنجاقی
- ۸۷..... ۳-۸-۴- بالا آمدگی لجن
- ۸۸..... ۳-۸-۵- ورم کردگی (بالکینگ)

۹-۳- انواع فرآیندهای متعارف تصفیه بیولوژیکی فاضلاب ۸۹

۱-۹-۳- رآکتورهای هوازی با رشد معلق ۸۹

۱۰-۳- فرآیند لجن فعال ۹۰

۱-۱۰-۳- شرح فرآیند لجن فعال ۹۳

۲-۱۰-۳- انواع فرآیند لجن فعال ۹۴

۱-۱۰-۳- فرآیند لجن فعال با اختلاط کامل (CMAS) ۹۶

۲-۱۰-۳- فرآیند لجن فعال متعارفی با جریان قالبی (CPFAS) ۱۰۰

۳-۱۰-۳- فرآیند لجن فعال با هوادهی گسترده (EAAS) ۱۰۳

۴-۱۰-۳- فرآیند تثبیت تماس (CSF) ۱۰۷

۵-۱۰-۳- رآکتور ناپیوسته متوالی (SBR) ۱۰۹

۱-۵-۲-۱۰-۳- پر شدن ۱۰۹

۲-۵-۲-۱۰-۳- هوادهی / واکنش ۱۰۹

۳-۵-۲-۱۰-۳- ته‌نشینی ۱۱۰

۴-۵-۲-۱۰-۳- تخلیه ۱۱۰

۶-۲-۱۰-۳- رآکتور بیولوژیکی غشایی (MBR) ۱۱۱

۱-۶-۲-۱۰-۳- فرآیند MBR ۱۱۱

۲-۶-۲-۱۰-۳- مدل‌های طراحی MBR ۱۱۳

- ۱۱-۳-۱۱- لاکون های تثبیت ۱۱۴
- ۱۱-۳-۱۱-۱- لاکون های بی هوازی ۱۱۵
- ۱۱-۳-۱۱-۲- لاکون های اختیاری ۱۱۶
- ۱۱-۳-۱۱-۳- لاکون های هوازی ۱۱۷
- ۱۲-۳-۱۲-۱- فرایندهای با رشد چسبیده ۱۱۸
- ۱۲-۳-۱۲-۱-۱- تئوری فرآیند با رشد چسبیده ۱۲۰
- ۱۲-۳-۱۲-۲- صافی چند ۱۲۱
- ۱۲-۳-۱۲-۳-۱- ارتقاء فیلتر های سنتزی با لای ورق های PVC ۱۲۴
- ۱۲-۳-۱۲-۳-۲- صافی بی هوازی ۱۲۵
- ۱۴-۳-۱۴-۱- تماس دهنده های بیولوژیکی چرخان (RBC) ۱۲۵
- ۱۴-۳-۱۴-۱-۱- شرح فرآیند RBC ۱۲۶
- ۱۴-۳-۱۴-۲- انواع فرآیند RBC ۱۲۷
- ۱۴-۳-۱۴-۲-۱- تماس دهنده های متعارفی بیولوژیکی چرخان (CRBC) ۱۲۸
- ۱۴-۳-۱۴-۲-۲- تماس دهنده های مستغرق بیولوژیکی چرخان (SRBC) ۱۲۸
- ۱۵-۳-۱۵-۱- سیستم های ترکیبی لجن فعال با رشد چسبیده همراه با برگشت لجن ۱۳۰
- ۱۵-۳-۱۵-۱- سیر تکاملی سیستم IFAS ۱۳۲

۱۳۳	۳-۱۵-۲- انواع سیستم‌های IFAS
۱۳۴	۳-۱۶- پتوی لجن بی هوازی رو به بالا
۱۳۸	۳-۱۶-۱- مراحل تصفیه بی هوازی پساب
۱۳۸	۳-۱۶-۱-۱- مرحله هیدرولیز
۱۳۸	۳-۱۶-۲- مرحله اسیدی شدن و تولید استات
۱۳۹	۳-۱۷- فرآیند راکتورهای با بستر گرانولی ثابت
۱۴۵	۳-۱۸- کاربرد و مزایای بیواکس
۱۵۰	فصل چهارم: تصفیه شیمیایی پساب
۱۵۲	۴-۱- مقدمه
۱۵۴	۴-۲- انواع مواد منعقدکننده
۱۵۵	۴-۲-۱- منعقدکننده های آلومینیوم‌دار
۱۵۵	۴-۲-۱-۱- سولفات آلومینیوم
۱۵۶	۴-۲-۱-۲- آلومینات سدیم
۱۵۶	۴-۲-۱-۳- پلی آلومینیوم کلراید
۱۵۷	۴-۲-۲- منعقدکننده‌های آهن‌دار
۱۵۷	۴-۲-۲-۱- سولفات فرو
۱۵۷	۴-۲-۲-۲- سولفات فریک

پیشگفتار

یا افزایش جمعیت و گسترش فعالیت‌های صنعتی روز به روز بر اهمیت کنترل آلودگی‌های محیط زیست افزوده می‌شود. تصفیه پساب صنعتی با توجه به تنوع و خطرات آلاینده‌های صنعتی برای محیط زیست از اهمیت بسیاری برخوردار است. در بسیاری از موارد هدف از تصفیه فاضلاب صنایع علاوه بر حفاظت از محیط زیست و منابع آب، بازچرخانی و استفاده مجدد از پساب تصفیه شده در فرآیندهای صنعتی می‌باشد. توسعه تصفیه خانه‌های فاضلاب مستلزم رفع موانع موجود و ارائه راه کارهای جدید است. با توجه به اهمیت این موضوع محققان در سراسر جهان به کشف راه حل‌هایی برای حذف آلاینده‌ها از پساب‌های صنعتی پرداخته‌اند و موفقیت‌های به سزایی نیز به دست آمده است. همچنین کتاب‌های فراوانی درباره انواع آلودگی‌ها و روش‌های مختلف از بین بردن آن‌ها به چاپ رسیده است.

ما نیز در این کتاب سعی بر آن داشته ایم تا به صورت اجمالی به شرح ویژگی‌های پساب، انواع آن و روش‌های حذف بیولوژیکی و شیمیایی بپردازیم. کاملاً روشن است که تلاش‌های ما خالی از اشکال نبوده است و امید است از راهنمایی‌های شما در زمان رفع این اشکالات در کتاب‌های بعدی بهره مند شویم. بر این اساس منتظر پیشنهادات، انتقادات و راهنمایی‌های شما که به آدرس ناشر ارسال می‌فرمایید، هستیم.

همانطور که سقراط می‌فرمایند: «سعادت‌مند کسی است که از هر اشتباه و خطایی که از او سر می‌زند، تجربه ای جدید به دست آورد».

باشد که خوانندگان بتوانند شیرینی درک مفاهیم مهندسی آب را در فاضلاب را تجربه نمایند و از مندرجات کتاب حداکثر بهره را ببرند.

گروه مؤلفان