

۱۵۲۴۷۵۵

۱۷/۱۲/۱۳۸۵

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سیستم‌های غشایی در تصفیه فاضلاب

تألیف

فدراسیون محققان آب

مترجمان

دکتر ناصر مهرداد

دکتر علی وثوق

مهندس مهدی قلی زاده دوران محله



شماره مسلسل ۸۹۳۵

شماره انتشار ۳۷۷۵

انتشارات دانشگاه تهران

عنوان و نام پدیدآور	: سیستم‌های غشایی در تصفیه فاضلاب / [فدراسیون محیط زیست آب]؛
مشخصات نشر	: مترجمان ناصر مهردادی، علی وثوق، مهدی قلی‌زاده دوران محله.
مشخصات ظاهری	: تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۵.
فروست	: ۲۳۲ ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: انتشارات دانشگاه تهران؛ شماره انتشار ۳۷۷۵.
جمعیت پرست‌نویسی	: 978-964-03-6978-4
یادداشت	: فیا
یادداشت	: عنوان اصلی: Membrane Systems for Wastewater Treatment, 2006
یادداشت	: واژه‌نامه.
موضوع	: آب -- تصفیه -- پالایش غشا
موضوع	: فاضلاب -- تصفیه -- حذف مواد مغذی
شناسه افزوده	: مهردادی، ناصر، ۱۳۳۷ - مترجم
شناسه افزوده	: وثوق، علی، ۱۳۵۹ - مترجم
شناسه افزوده	: قلی‌زاده دوران محله، مهدی، ۱۳۵۹ - مترجم
شناسه افزوده	: فدراسیون محیط زیست آب
شناسه افزوده	: Water Environmental Federation (WEF)
شناسه افزوده	: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۶ س/۲۲/۵
رده‌بندی دیویی	: ۲۸/۱۶۲۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۴۰۸۱۰۴

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان است. کثیر کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل‌های pdf، لوح فشرده، بازنویسی در وبلاگها، سایتها، مجله‌ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می‌شود و تمامی حقوق برای ناشر محفوظ است.

ISBN: 978-964-03-6978-4



9 789640 369784

عنوان: سیستم‌های غشایی در تصفیه فاضلاب
تألیف: فدراسیون محیط زیست آب
ترجمه: دکتر ناصر مهردادی - دکتر علی وثوق - مهندس مهدی قلی‌زاده دوران محله
نوبت چاپ: اول
تاریخ انتشار: ۱۳۹۶
شمارگان: ۵۰۰ نسخه
ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران
چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مترجمان است»

بها: ۱۵۰۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرشی مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

پست الکترونیک: press@ut.ac.ir - تارنما: <http://press.ut.ac.ir>

پخش و فروش: تلفکس ۸۸۳۲۸۷۱۲

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه

- ۱..... تاریخچه تصفیه غشایی برای فاضلاب
- ۲۷..... روش‌های متداول در کاربرد تصفیه فاضلاب
- ۴..... بازیابی فاضلاب
- ۷..... قانون‌ها و فناوری‌های استفاده مجدد
- ۹..... کاربردهای غشا

فصل دوم: مروری بر تجهیزات و سیستم‌های غشایی

- ۱۳..... مقدمه
- ۱۳..... اصطلاحات کاربردی غشایی
- ۱۳..... جریان ورودی یا آب تغذیه‌ای
- ۱۳..... خروجی یا فیلترکننده
- ۱۳..... مایع غلیظ یا باقیمانده
- ۱۴..... شار جریان
- ۱۴..... بازیابی یا بازیافت
- ۱۴..... حذف آلاینده
- ۱۴..... محدودیت اندازه
- ۱۴..... وزن مولکولی آستانه یا وزن مولکولی اسمی
- ۱۵..... گرفتگی غشا
- ۱۵..... فشار انتقالی غشایی
- ۱۵..... فشار مؤثر خالص
- ۱۵..... نفوذپذیری یک غشا
- ۱۶..... طبقه‌بندی غشاها
- ۱۷..... اصطلاحات مربوط به اجزای سیستم غشایی
- ۱۸..... مدول غشایی
- ۱۸..... سیستم‌های غشایی غوطه‌ور
- ۲۰..... ساختار و مواد یک غشاء
- ۳۰..... شکل و اجزای سیستم‌های غشایی

- ۳۰..... تأسیسات تصفیه مقدماتی
- ۳۰..... متعادل‌سازی جریان
- ۳۰..... آشغالگیری ریز
- ۳۲..... دانه‌گیری
- ۳۲..... چربی‌ها، روغن‌ها و گریس و حذف کردن آنها
- ۳۲..... اجزای تجهیزات سیستم غشایی
- ۳۳..... غشاها و تجهیزات مربوط
- ۳۳..... سیستم فیلتراسیون
- ۳۴..... بهره‌برداری، نگهداری از سیستم‌های غشایی
- ۳۵..... سیستم‌های شست‌وشو در محل
- ۳۶..... سیستم‌های کنترل
- ۳۹..... ابزارها و کنترل‌های رایج
- ۳۹..... سیستم‌های هشدار دشارژ غشایی
- ۴۰..... شست‌وشوی معکوس
- ۴۳..... سیستم‌های تصفیه نهایی

فصل سوم: بیوراکتورهای غشایی

- ۴۵..... مقدمه
- ۴۶..... کاربردها
- ۵۰..... کیفیت آب
- ۵۰..... کیفیت جریان ورودی
- ۵۱..... کیفیت جریان خروجی
- ۵۲..... سازوکار تصفیه
- ۵۳..... سازندگان تجهیزات
- ۵۴..... ساختارهای فرایندی
- ۵۴..... پیش‌نیازهای تصفیه مقدماتی (واحدهای پیش تصفیه)
- ۵۴..... آشغالگیری
- ۵۵..... ته نشینی اولیه
- ۵۵..... تصفیه بیولوژیکی

۵۵	- حذف نیتروژن
۵۸	- برگشت مایع مخلوط
۵۸	- زمان ماند مواد جامد (زمان ماند سلولی)
۵۹	- کیفیت لجن فعال
۶۰	- غلظت جامدات معلق موجود در مایع ترکیبی (MLSS)
۶۰	- انتقال اکسیژن
۶۰	- جداسازی غشایی
۶۱	- سیستم های شست و شو و تغذیه شیمیایی
۶۲	- تصفیه نهایی
۶۲	- دفع مواد باقیمانده
۶۳	- ساختار تجهیزات
۶۳	- اجزای تجهیزات برای غشایی
۶۳	- تجهیزات بیوراکتور
۶۳	- دمنده های فرایند بیولوژیکی
۶۴	- سیستم هوادهی در فرایندهای بیوراریکی
۶۵	- پمپ های گردش مجدد مایع مخلوط
۶۶	- همزن ها
۶۶	- تجهیزات فیلتراسیون غشایی
۶۷	- ساختار غشایی
۶۷	- سیستم انتشار
۶۹	- پمپ های جریان معکوس
۶۹	- مخازن جریان معکوس
۷۰	- سیستم های پاکسازی
۷۱	- دمنده های شوینده هوایی غشایی
۷۲	- پمپ های تخلیه
۷۳	- کمپرسورهای هوایی برای قطعات سیستم پنوماتیکی (بادی)
۷۳	- ذخیره موقت
۷۳	- تجهیزات و کنترل ها
۷۳	- کنترل کننده های قابل برنامه ریزی منطقی

- ۷۴ - کدورت سنج‌ها.....
- ۷۴ - سنجش اکسیژن محلول.....
- ۷۵ - بهره برداری.....
- ۷۵ - فرایند پیش تصفیه.....
- ۷۵ - راهبری فرایندهای بیولوژیکی.....
- ۷۵ - لجن مازاد.....
- ۷۶ - اکسیژن محلول.....
- ۷۷ - قلیائیت و مقدار pH.....
- ۷۷ - فیلتر احیاء غشایی - روش‌های بهره‌برداری.....
- ۷۸ - نفوذ (شار).....
- ۷۸ - رهاسازی (آراس).....
- ۷۸ - جریان معکوس / استتایش معکوس.....
- ۷۹ - جریان یا شست‌وشو معکوس شیمیایی تقویت شده (شست‌وشوی نگهداری).....
- ۷۹ - پاکسازی به‌منظور احیاء (بایوبی) - سیستم.....
- ۷۹ - کنترل جریان.....
- ۸۰ - هوادهی غشایی.....
- ۸۰ - هشدارها و ویژگی‌ها.....
- ۸۱ - تغییرات عملکردی متأثر از تغییرات اتفاقی و فصلی.....
- ۸۱ - مدیریت ظرفیت.....
- ۸۲ - بهینه‌سازی جریان.....
- ۸۲ - پایش روزمره.....
- ۸۲ - سیستم پیش تصفیه.....
- ۸۳ - تصفیه بیولوژیکی.....
- ۸۴ - سیستم‌های غشایی.....
- ۸۴ - عملکرد سیستم.....
- ۸۵ - تأسیسات و تجهیزات.....
- ۸۶ - نگهداری.....
- ۸۶ - پاکسازی.....
- ۸۶ - پاکسازی به‌منظور نگهداری.....

۸۷.....	- پاکسازی به منظور احیای سیستم.....
۹۰.....	- پاکسازی فیزیکی.....
۹۱.....	- صحت سیستم غشایی.....
۹۱.....	- آزمایش درستی.....
۹۲.....	- شناسایی و تعمیر اجزای غشایی آسیب دیده.....
۹۲.....	- کالیبراسیون تجهیزات.....
۹۳.....	- رفع اشکال.....

فصل چهارم: نشانه‌های کم فشار برای تصفیه جریان خروجی

۹۵.....	- مقدمه.....
۹۵.....	- کاربردها.....
۹۶.....	- کیفیت آب ورودی.....
۹۷.....	- کیفیت آب تصفیه شده.....
۹۸.....	- سازوکار تصفیه.....
۹۹.....	- ایمنی.....
۱۰۰.....	- ساختار فرایند.....
۱۰۱.....	- سیستم غشایی.....
۱۰۲.....	- ذخیره مواد شیمیایی و سیستم‌های تغذیه‌ای.....
۱۰۳.....	- تصفیه نهایی.....
۱۰۳.....	- جابه‌جایی مواد باقیمانده.....
۱۰۵.....	- تنظیمات تجهیزات.....
۱۰۵.....	- اجزای تصفیه مقدماتی (پیش تصفیه).....
۱۰۶.....	- اجزای تجهیزات غشایی.....
۱۰۷.....	- بهره برداری.....
۱۰۷.....	- تصفیه مقدماتی (پیش تصفیه).....
۱۱۰.....	- سیستم‌های خودکار.....
۱۱۰.....	- کنترل جریان تصفیه.....
۱۱۱.....	- هشدار دهنده‌های فشار میان غشایی.....
۱۱۱.....	- سیستم شست و شوی معکوس.....

- ۱۱۱..... مدیریت تولید
- ۱۱۲..... تصفیه مقدماتی (پیش تصفیه)
- ۱۱۳..... جریان طراحی و بهره‌برداری
- ۱۱۳..... دفعات شست‌وشوی معکوس
- ۱۱۴..... توالی پاکسازی در محل
- ۱۱۴..... تغییرات فصلی در بهره‌برداری
- ۱۱۴..... پایش منظم
- ۱۱۵..... سیستم پیش تصفیه (تصفیه مقدماتی)
- ۱۱۵..... سیستم غشایی
- ۱۱۶..... شاخص‌های آزمایشی
- ۱۱۶..... تحلیل الملاء و بازدهی
- ۱۱۸..... نگهداری
- ۱۱۸..... شست‌وشوهای شیمیایی
- ۱۱۸..... صحت سنجی
- ۱۱۹..... شست‌وشوی و تمیز کردن مخزن
- ۱۲۱..... تنظیم تجهیزات
- ۱۲۱..... عیب‌یابی

فصل پنجم: نانوفیلتراسیون و اسمز معکوس در تصفیه پیشرفته

- ۱۲۳..... مقدمه
- ۱۲۳..... کاربردها
- ۱۲۴..... کیفیت آب
- ۱۲۵..... سازوکار تصفیه
- ۱۲۵..... شرکت‌های سازنده تجهیزات
- ۱۲۶..... ایمنی
- ۱۲۶..... تنظیمات فرایند
- ۱۲۶..... پیش تصفیه
- ۱۲۷..... کنترل ذرات معلق
- ۱۲۸..... کلر زنی / کلر زدایی

۱۲۹	- پیشگیری از ترسیب
۱۳۰	- پلی فسفونات‌ها
۱۳۱	- پلی آکریلات‌ها
۱۳۱	- تصفیه غشایی
۱۳۲	- سیستم‌های شست‌وشوی شیمیایی
۱۳۲	- تجهیزات تصفیه نهایی
۱۳۳	- دفع جریان تغلیظ شده
۱۳۴	- تنظیمات تجهیزات
۱۳۴	- اجزای تجهیزات فرایند غشایی
۱۳۴	- ردیف‌های غشایی در سه مرحله‌ای
۱۳۵	- ردیف‌های غذایی دو مجرای یا دو مجرای ناقص
۱۳۶	- استوانه‌های غشایی
۱۳۶	- تجهیزات و بازبینی‌های مداوم
۱۳۶	- بهره‌برداری
۱۳۷	- شیمی تصفیه مقدماتی
۱۳۷	- انسداد
۱۳۸	- نمک‌های سولفات
۱۳۸	- سیلیس
۱۳۸	- مواد آلی
۱۳۹	- تجهیزات و کنترل‌های متداول
۱۳۹	- احیا
۱۴۰	- جریان ورودی و اختلاف فشار
۲۰۳	- PH
۱۴۱	- سیستم‌های وابسته به رویداد
۱۴۱	- رویدادهای شست‌وشو
۱۴۱	- تغییرات منبع آب
۱۴۲	- تشکیل لایه بیولوژیکی
۱۴۲	- مدیریت ظرفیت
۱۴۲	- بهینه‌سازی فرایند

- ۱۴۳..... - اجزای غشایی کم‌مصرف
- ۱۴۳..... - وسایل بازیابی انرژی
- ۱۴۳..... - پیش‌تصفیه شیمیایی
- ۱۴۴..... - پایش روزمره
- ۱۴۴..... - آب ورودی
- ۱۴۵..... - سیستم غشایی
- ۱۴۶..... - تفسیر اطلاعات و گزارش‌دهی
- ۱۴۷..... - درصد حذف
- ۱۴۷..... - ضرب انتقال جرمی (شدت جریان خاص)
- ۱۴۷..... - اختلال فشار
- ۱۴۷..... - نگهداری
- ۱۴۷..... - پاکسازی‌های شیمیایی
- ۱۴۹..... - آزمایش صحت‌سنجی
- ۱۵۰..... - تنظیم تجهیزات
- ۱۵۰..... - عیب‌یابی

فصل ششم: تحقیقات کاربردی درباره سیستم‌های غشایی

- ۱۵۳..... مقدمه
- ۱۵۴..... - تحقیق کاربردی شماره ۱- تصفیه‌خانه بازیافت آب (استفاده از پرینگز)
- ۱۵۹..... - تحقیق کاربردی شماره ۲- تجهیزات بازیافت آب همپتون
- ۱۶۴..... - تحقیق کاربردی شماره ۳- تجهیزات تصفیه فاضلاب منطقه شهر راورس
- ۱۶۹..... - تحقیق کاربردی شماره ۴- تجهیزات بازیافت آب کی کلونی
- ۱۷۳..... - تحقیق موردی شماره ۵- تصفیه‌خانه بازیافت آب وست بیسین
- ۱۷۸..... - تحقیق موردی شماره ۶- تصفیه‌خانه بازیافت آب با اسمز معکوس چندلر آریژنا
- ۱۸۴..... - تحقیق موردی شماره ۷: مجموعه آبی اسکاتسدیل
- ۱۹۰..... واژه‌نامه
- ۱۹۱..... ضمیمه ۱
- ۱۹۹..... منابع و مآخذ

مقدمه

رشد و گسترش جوامع بشری موجب افزایش نیاز آبی آنها از یک سو و افزایش تولید آلاینده‌های زیست محیطی از جمله افزایش میزان تولید فاضلاب‌های خانگی و صنعتی از سوی دیگر شده است. انتخاب فرایندهای تصفیه فاضلاب باید به گونه‌ای باشد که علاوه بر کاهش میزان بارآلودگی پساب‌های تولیدی، شاید موجب جبران بخشی از نیازهای آبی شود.

در این زمینه یکی از روش‌های پیشرفته تصفیه فاضلاب که در سال‌های اخیر در جهان مورد توجه قرار گرفته است، سیستم‌های غشایی تصفیه فاضلاب از جمله بیوراکتورهای غشایی هستند. بیوراکتورهای غشایی به طور کلی سیستم‌هایی هستند که در آنها تصفیه بیولوژیکی با فیلتراسیون غشایی ترکیب شده است. در این سیستم‌ها فیلتراسیون غشایی شاید جایگزین فرایندهای ته‌نشینی، فیلتراسیون و گندزدایی در روش‌های معمول تصفیه فاضلاب شوند. این سیستم‌ها به طور گسترده آزمایش شده‌اند و در حذف آلاینده‌های آلی معدنی به طور کامل مؤثر بوده‌اند. کنترل خوب فعالیت‌های بیولوژیکی، کیفیت بالای پساب، بی‌نیازی و عاری از باکتری و پاتوژن‌ها، نیاز به فضای کم و تحمل نرخ بارگذاری زیاد از جمله مزایای راکتورهای غشایی هستند.

عمده کاربردهای فعلی این گونه سیستم‌ها شامل تصفیه فاضلاب خانگی در جوامع کوچک، استفاده مجدد از پساب تصفیه‌شده در ساختمان‌های بزرگ، تصفیه فاضلاب‌های صنعتی و تصفیه شیرابه است. در ابتدا، کاربرد غشاها در تجهیزات و فرایندهای متوالی کنترل آلودگی آب، به استفاده در تصفیه تکمیلی محدود بود. استفاده از واحدهای اولترافیلتراسیون، میکروفیلتراسیون یا اسمز معکوس، بیشتر در مناطقی مطلوب بود که قانون‌ها و استانداردهای تخلیه پساب بسیار سختگیرانه بود یا پساب تصفیه‌شده به صورت مستقیم استفاده می‌شد. سرمایه‌گذاری اولیه زیاد، هزینه‌های زیاد بهره‌برداری به علاوه دانش کم در مورد این فناوری‌ها مهم‌ترین عوامل محدود کردن دامنه کاربرد فناوری‌های مذکور بودند. اما با کاهش قیمت غشاها و افزایش دانش در مورد این فناوری و سخت‌تر شدن فناوری‌های تخلیه پساب، به سیستم‌های غشایی به شدت توجه شد.

با توجه به مطالب مذکور می‌توان چنین استنتاج کرد که استفاده از بیوراکتورهای غشایی در تصفیه فاضلاب طی سال‌های اخیر مورد توجه متخصصان محیط‌زیست قرار گرفته است.

این کتاب ترجمه کتاب «بیوراکتورهای غشایی برای تصفیه فاضلاب» است. ناشر این کتاب فدراسیون آب جهانی بوده که تاکنون کتاب‌های مرجع زیادی را در زمینه مهندسی آب و فاضلاب و مهندسی محیط زیست منتشر کرده است.

این کتاب مشتمل بر شش فصل ابتدا مروری بر تجهیزات و سیستم‌های غشایی شده و در انتها تعدادی از تحقیقات کاربردی درباره سیستم‌های غشایی ارائه شده است.

تازگی مباحث مرتبط با تصفیه پیشرفته فاضلاب، کم بودن کتاب‌های مرتبط با این موضوع به‌ویژه به زبان فارسی از یک سو و نیاز دانشجویان مهندسی محیط زیست و مهندسی آب و فاضلاب از سوی دیگر موجب شد تا گروه مترجمان به ترجمه این کتاب اقدام کنند.

باید گفت ترجمه این کتاب خالی از اشکال و نقص نیست و گروه مترجمان از همکاری شما در رفع این‌گونه اشکال‌ها استقبال نقص امید است این کتاب مفید واقع شود.

گروه مترجمان:

دکتر ناصر مهدادی: استاد دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران؛

علی وثوق: درجه دکتری مهندسی عمران - مهندسی آب - دانشگاه علم و صنعت ایران؛

مهدی قلی‌زاده: راننده: دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی عمران - محیط زیست دانشگاه تهران.