

تکنولوژی غشایی و کاربرد آن

در تصفیه پساب های صنعتی

شهرزاد مهسنی سیار

دکتر مسعود مدنی

- سرشناسه : محسنی میبدی، شهرزاد، ۱۳۴۹ -
- عنوان و نام پدیدآور : تکنولوژی غشایی و کاربرد آن در تصفیه پساب‌های صنعتی / شهرزاد محسنی میبدی و مسعود مدنی.
- مشخصات نشر : میبد: دانشگاه آزاد اسلامی واحد میبد، ۱۳۹۵.
- مشخصات ظاهری : ۱۸۹ ص: مصور (رنگی)، جدول (بخشی رنگی)، نمودار (بخشی رنگی).
- شابک : ۱۵۰۰۰۰ ریال: ۴۳۳۲-۱۰-۹۶۴-۹۷۸
- وضعیت فهرست‌روسی: فیبا.
- یادداشت : کتابنامه: ص. ۱۸۷ ص.
- موضوع : زباله صنعتی -- تصفیه.
- موضوع : Purification -- Factory and trade waste
- موضوع : فاضلاب -- تصفیه.
- موضوع : Sewage -- Purification
- موضوع : زباله صنعتی -- جنبه‌های زیست‌محیطی
- موضوع : aspects Factory and trade waste -- Environmental
- موضوع : راکتورهای غشایی
- موضوع : Membrane reactors
- شناسه افزوده : مدنی، مسعود، ۱۳۰۵ -
- شناسه افزوده : دانشگاه آزاد اسلامی. واحد میبد.
- رده‌بندی کنگره : TDD ۸۳/۵/۸۹۷/۳ م ۱۳۹۵
- رده‌بندی دیویی : ۶۲۸/۴
- شماره کتابشناسی ملی : ۴۴۵۱۷۴۷

نام اثر: تکنولوژی غشایی و کاربرد آن در تصفیه پساب‌های صنعتی

مؤلفان: شهرزاد محسنی میبدی، عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میبد، دکتر مسعود مدنی، عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین (پیشوا)

ناظر چاپ: سعید فلاح

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد میبد

ویراستار علمی: دکتر مسعود مدنی، عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین (پیشوا)

ویراستار و صفحه‌آرا: بتول خاتم‌زاده

نوبت چاپ: اول، ۱۳۹۵

شمارگان: ۲۰۰۰ نسخه

قیمت: ۱۵۰۰۰۰ ریال

شابک: ۴۳۳۲-۱۰-۹۶۴-۹۷۸

شماره مجوز چاپ کتاب: ۳۳۷-۹۵

فهرست مطالب

❖ پیشگفتار مؤلفین.....	۱۵
❖ فصل اول: روش های تصفیه فاضلاب های شهری و صنعتی.....	۱۹
۱-۱. مقدمه.....	۲۱
۲-۱. انواع فاضلاب.....	۲۲
۳-۱. مهم ترین اجزای شبکه فاضلاب.....	۲۳
۱-۳-۱. جامدات معلق.....	۲۳
۲-۳-۱. مواد آلی فاضلاب.....	۲۳
۳-۳-۱. عوامل بیماری زا.....	۲۳
۴-۱. طبقه بندی روش های تصفیه فاضلاب.....	۲۵
۱-۴-۱. روش های فیزیکی.....	۲۶
۲-۴-۱. روش های شیمیایی.....	۲۸
۳-۴-۱. تصفیه بیولوژیکی.....	۲۸
۵-۱. مفاهیم مورد استفاده در تصفیه بیولوژیکی فاضلاب.....	۲۸
۶-۱. انواع روش های تصفیه بیولوژیکی.....	۳۵
۱-۶-۱. روش های هوازی.....	۳۶
۱-۱-۶-۱. فرآیند لجن فعال (Activated Sludge).....	۳۶
۲-۱-۶-۱. فرآیند لجن فعال با اختلاط کامل (CMAS).....	۳۹
۳-۱-۶-۱. فرآیند لجن فعال متعارفی با جریان قالبی (CPFAS).....	۴۲
۴-۱-۶-۱. فرآیند لجن فعال با هوادهی گسترده (EAAS).....	۴۶
۵-۱-۶-۱. فرآیند تثبیت تماسی (CSAS).....	۵۰

- ۵۱..... ۷-۱-۶-۱. فرآیند راکتور ناپیوسته متوالی (SBR)
- ۵۴..... ۷-۱-۶-۱. فرآیند راکتور بیولوژیکی غشایی (MBR)
- ۵۷..... ۸-۱-۶-۱. فرآیند لجن فعال با سیستم‌های دارای رشد چسبیده
- ۶۰..... ۹-۱-۶-۱. روش فیلترهای صافی چکنده (Trickling filter)
- ۶۲..... ۱۰-۱-۶-۱. روش دیسک‌های دوار بیولوژیکی RBC
- ۶۶..... ۱۱-۱-۶-۱. روش راکتورهای بیوفیلمی با بستر متحرک (MBBR)
- ۷۰..... ۱۲-۱-۶-۱. روش فیلم یکپارچه ثابت لجن فعال IFAS
- ۷۲..... ۱-۱-۶-۱. روش‌های بی‌هوازی
- ۷۳..... ۱-۲-۶-۱. روش پتوی لجن با جریان روبه بالا UASB
- ۷۶..... ۲-۶-۱. روش راکتور بی‌هوازی با بستر سیال FBR
- ۷۷..... ۳-۲-۶-۱. سینیک (septic tank)
- ۷۹..... ۷-۱. جداسازی روغن از آب
- ۸۰..... ۱-۷-۱. روش API
- ۸۳..... ❖ فصل دوم: غشا و مکانیسم غشایی
- ۸۵..... ۱-۲. مقدمه
- ۸۶..... ۲-۲. غشا چیست
- ۸۷..... ۳-۲. عملکرد غشا
- ۸۷..... ۴-۲. خواص غشا
- ۸۸..... ۱-۴-۲. خواص فیزیکی غشا
- ۸۹..... ۲-۴-۲. خواص شیمیایی غشا
- ۹۰..... ۵-۲. طبقه‌بندی کلی فیلترها
- ۹۱..... ۶-۲. طبقه‌بندی غشاها
- ۹۱..... ۱-۶-۲. تقسیم‌بندی غشا بر اساس مکانیسم حاکم بر جداسازی
- ۹۲..... ۲-۶-۲. تقسیم‌بندی غشا بر اساس جنس غشا
- ۹۳..... ۱-۲-۶-۲. غشاهای پلیمری
- ۹۵..... ۲-۲-۶-۲. غشاهای مایع
- ۹۶..... ۳-۲-۶-۲. غشاهای سرامیکی
- ۹۷..... ۴-۲-۶-۲. غشاهای فلزی
- ۹۹..... ۵-۲-۶-۲. غشاهای زئولیتی

۹۹	 غشاهای شیشه‌ای ۶-۲-۶
۱۰۰	 تقسیم‌بندی غشا بر اساس شکل هندسی غشا ۳-۶-۲
۱۰۲	 تقسیم‌بندی غشا بر اساس ساختار غشا ۴-۶-۲
۱۰۳	 تقسیم‌بندی غشا بر اساس ساختمان درونی غشا ۵-۶-۲
۱۰۴	 مکانیسم‌های جداسازی توسط غشا ۷-۲
۱۰۶	 پلاریزاسیون غلظتی در سطح غشا ۸-۲
۱۰۶	 گرفتگی غشایی ۹-۲
۱۰۸	 تدابیری جهت کاهش میزان گرفتگی غشا ۱۰-۲
۱۰۹	 روش‌های تمیز کردن غشا ۱۱-۲
۱۱۱	 کاربردهای غشا ۱۲-۲
۱۱۳	❖ فصل سوم: فرایندهای جداسازی غشایی
۱۱۵	 ۱-۳ فرایندهای جداسازی غشایی
۱۱۷	 ۲-۳ مزایای فرایندهای غشایی
۱۱۷	 ۳-۳ معایب فرایندهای غشایی
۱۱۸	 ۴-۳ انواع فرایندهای غشایی
۱۲۰	 ۱-۴-۳ فرایند میکروفلتراسیون (MF) Micro Filtration
۱۲۰	 ۲-۴-۳ فرایند اولترافیلتراسیون (UF) Ultra Filtration
۱۲۱	 ۱-۲-۴-۳ فیلتراسیون آب به روش اولترافیلتراسیون
۱۲۲	 ۲-۲-۴-۳ مزایای تصفیه آب به روش اولترافیلتراسیون
۱۲۲	 ۳-۴-۳ فرایند اسمز معکوس (RO) Reverse Osmosis
۱۲۵	 ۱-۳-۴-۳ انتخاب غشا در سیستم اسمز معکوس
۱۲۶	 ۲-۳-۴-۳ کاربرد اسمز معکوس در تصفیه آب
۱۲۸	 ۴-۴-۳ فرایند نانوفیلتراسیون (NF) Nanofiltration
۱۲۸	 ۱-۴-۴-۳ تاریخچه فناوری نانو
۱۲۸	 ۲-۴-۴-۳ نانوتکنولوژی
۱۲۹	 ۳-۴-۴-۳ تصفیه آب و پساب‌ها با نانوفیلتراسیون
۱۳۲	 ۴-۴-۴-۳ مقایسه نانوفیلتراسیون با دیگر فرایندهای غشایی
۱۳۳	 ۵-۴-۴-۳ مزایای روش نانوفیلتراسیون
۱۳۳	 ۶-۴-۴-۳ کاربردهای روش نانوفیلتراسیون

- ۱۳۳..... غشاهای نانوفیلتراسیون ۷-۴-۴-۳
- ۱۳۴..... غشاهای نانو کامپوزیتی ۸-۴-۴-۳
- ۱۳۵..... کاربرد فناوری نانو در ساخت غشاهای نانو کامپوزیتی ۹-۴-۴-۳
- ۱۳۸..... فرآیند دیالیز (D) Dialysis ۵-۴-۳
- ۱۴۰..... فرآیند الکترودیالیز (ED) Dialysis Electro ۷-۴-۳
- ۱۴۰..... اصول کار الکترودیالیز ۱-۶-۴-۳
- ۱۴۲..... نحوه چیدمان سل‌های دستگاه الکترودیالیز ۲-۶-۴-۳
- ۱۴۲..... شدت جریان لازم در الکترودیالیز ۳-۶-۴-۳
- ۱۴۳..... کاربرد استفاده الکترودیالیز ۴-۶-۴-۳
- ۱۴۳..... نکات مهم در طراحی و بهره‌برداری از سیستم‌های الکترودیالیز ۵-۶-۴-۳
- ۱۴۶..... مشکلات و مایب فرآیند الکترودیالیز ۶-۶-۴-۳
- ۱۴۶..... غشاهای مورد استفاده در الکترودیالیز ۷-۶-۴-۳
- ۱۴۸..... مقایسه سیستم‌های الکترودیالیز و اسمز معکوس ۸-۶-۴-۳
- ۱۵۱..... فرآیند جداسازی گازی (G) Gas Separation ۷-۴-۳
- ۱۵۳..... فرآیند تراوش تبخیری (PV) Permeation ۸-۴-۳
- ۱۵۶..... میکروبی‌زدایی به وسیله اشعه ماورای بنفش (UV) ۵-۳
- ۱۵۷..... مزایا و معایب تصفیه آب به وسیله اشعه فوق بنفش (UV) ۱-۵-۳
- ❖ فصل چهارم: کاربرد تکنولوژی غشایی در صنعت ۱۵۹
- ۱۶۱..... تکنولوژی غشایی ۱-۴
- ۱۶۲..... تحقیقات در زمینه تکنولوژی غشایی جهت کاربرد در صنعت ۲-۴
- ۱۶۳..... ۱-۲-۴ تحقیقات تکنولوژی غشایی در پژوهشگاه صنعت نفت
- ۱۶۴..... ۲-۲-۴ چالش‌های تحقیقات کشور در زمینه فناوری غشایی
- ۱۶۶..... ۳-۴ کاربرد تکنولوژی غشایی در صنعت گاز
- ۱۶۹..... ۱-۳-۴ شبیه‌سازی فرآیند رفتار یک مدول غشایی در جداسازی گازها
- ۱۶۹..... ۲-۳-۴ چالش‌های پیش رو در کاربرد غشاها برای جداسازی گازی
- ۱۷۱..... ۴-۴ کاربرد تکنولوژی غشایی در صنعت پتروشیمی
- ۱۷۲..... ۵-۴ کاربرد تکنولوژی غشایی در صنعت لبنی
- ۱۷۴..... ۶-۴ تصفیه پساب‌های صنعتی با استفاده از غشاهای مایع امولسیون
- ۱۷۶..... ۱-۶-۴ چگونگی فرآیند غشاهای مایع امولسیون در تصفیه پساب‌های صنعتی

- ۱۷۸ ۲-۶-۴. چند نمونه از جداسازی فلزات موجود در پساب...
- ۱۷۸ ۳-۶-۴. چند نمونه از جداسازی ترکیبات آلی موجود در پساب...
- ۱۸۱ ۴-۶-۴. محدودیت‌های فرآیند غشا مایع امولسیون...
- ۱۸۵ ۷-۴. نتیجه‌گیری نهایی...
- ۱۸۷ ❖ مراجع

پیشگفتار مؤلفین

از سالهای پایانی قرن بیستم کمبود آب و خشکسالی، خود را به شکل بحرانی فراگیر نشان داد. در سال ۲۰۰۳ حدود ۱/۱ میلیارد نفر در جهان از دسترسی به آب آشامیدنی سال محروم بوده‌اند. مجامع جهانی به‌ویژه سازمان هلال احمر با پرداختن به این موضوع از طریق کنفرانس‌ها و اجلاس‌های جهانی بر اهمیت بحران آب و ضرورت مقابله با آن تأکید کرد. تا جایی که سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۲ با شعار آب برای زندگی نامگذاری شد. طی آن سازمان توسعه و همکاری اقتصادی وابسته به سازمان ملل تا سال ۲۰۳۰ میلادی ۴۷٪ از مردم جهان در مناطقی زندگی می‌کنند که با مشکل جدی کم‌آبی روبرو است. این پیش‌بینی‌ها بر اساس شاخص‌های بین‌المللی انجام شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به شاخص فالکن مارک و شاخص سازمان ملل اشاره کرد که به ترتیب سرانه آب کمتر از ۱۰۰۰ متر مکعب در سال و برداشت بیش از ۴۰٪ از منابع آب تجدیدشونده را معرف بحران آب دسته‌اند. اکنون این مسأله را در عرض و طول دهکده جهانی تصور کنید که هر روز استراتژیست‌ها از خطر وقوع «جنگ آب» خبر می‌دهند. از عمده عوامل بوجودآورنده این بحران می‌توان از کمبود منابع آب تجدیدشونده قابل استحصال، آلودگی منابع آب ناشی از فاضلاب‌های صنعتی، شهری و کشاورزی، افزایش مصرف آب و مسائل امنیتی نام برد. با توجه به ملاحظات زیست‌محیطی و وجود عوامل بیماری‌زا در درون پساب‌های خانگی و صنعتی و همچنین کمبود منابع آبی، نیاز به تصفیه و احیا پساب امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. روش‌های متعددی برای تصفیه و احیا این نوع پساب‌ها وجود دارد، ولی امروزه استفاده از بیوراکتورهای غشایی و دیگر روش‌های غشایی نوین ما را در کاهش

هزینه‌های کلی عملیاتی، نیاز به فضای زیاد برای اجرای سیستم و استفاده از مواد شیمیایی به منظور از بین بردن عوامل بیماری‌زا تا حد زیادی بی‌نیاز می‌کند. با این روش همچنین لجن تولیدی در واحدهای تصفیه پساب کاهش یافته و در نتیجه، علاوه بر کاهش هزینه‌های مربوط به تصفیه لجن تولیدی، نگرانی‌ها در مورد چگونگی دفع لجن تولید شده به محیط زیست نیز کاهش می‌یابد. همچنین انتظار می‌رود تا با انجام یک مرحله اضافی تصفیه و گندزدایی آب با پرتوهای UV و یا استفاده از غشاهای اسمز معکوس، تا حد زیادی پساب احیا شده را برای مصارف آشامیدنی آماده کرد که این موضوع به توجه به اهمیت آن و اینکه کشور ما یکی از مناطق کم‌آب دنیا است، می‌تواند به عنوان طرحی با اهمیت مورد توجه قرار گیرد.

چالشی که ما با آن روبرو هستیم، یافتن راه‌های حفظ، مدیریت و توزیع مناسب منابع آب شیرین است. تأسیسات ایران در بین ۱۳۳ کشور جهان در رتبه‌بندی مدیریت منابع آب، بر پله ۱۳۲ ایستاده است. با توجه به اهمیت زیاد این موضوع و با هدف آشنایی دانشجویان، مدیران صنایع، صنعتگران و کارشناسان محیط زیست با سیستم‌های غشایی نوین به عنوان جدیدترین تکنولوژی در تصفیه پساب‌ها و ارائه یک تعریف و توصیف از فرآیندهای غشایی که به صورت صنعتی مورد استفاده قرار گرفته است، یا مورد توجه محققان برای توسعه در صنعت بوده است، این کتاب به رشته تحریر درآمده است. امید است که در آشنایی دانشجویان و صنعتگران علاقمند به این حوزه، مفید و اثر واقع گردد.

کتاب حاضر همچنین به عنوان کتاب کمک درسی برای دانشجویان مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی - محیط زیست و مهندسی عمران آب توصیه می‌گردد.

مطالب ارائه شده در این کتاب را می‌توان در چهار فصل به صورت زیر خلاصه

نمود:

فصل اول: آشنایی با انواع روش‌های تصفیه فاضلاب‌ها مبتنی بر استفاده از تولید

لجن فعال؛

فصل دوم: آشنایی با غشا و انواع غشاها مبتنی بر طبقه‌بندی آن‌ها؛

فصل سوم: آشنایی با انواع فرآیندهای فیلتراسیون مبتنی بر استفاده از غشا؛

۱۷

فصل چهارم: معرفی و کاربرد تکنولوژی غشایی در صنایع لبنی، نفت، گاز و پتروشیمی.

بر خود لازم می‌دانیم از کسانی که در تهیه و چاپ این کتاب ما را یاری رسانده‌اند، تشکر و قدردانی نماییم.

در خاتمه برآن باوریم که هر کاری عاری از نقص نمی‌باشد و لذا از کلیه اساتید، دانشجویان و دانش‌پژوهان و خوانندگان محترم این اثر، صمیمانه خواستار بذل توجه و ارائه نقطه‌نظرات ارزشمند می‌باشیم تا در رفع این معایب به هر طریقی که می‌دانند ما را مطلع نمایند و ما نیز با دیده منت پذیرای انتقادات و پیشنهادات خواهیم بود.

با تشکر

شهرزاد محسنی میبدی - دکتر مسعود مدنی