

بیوتکنولوژی محیط زیست

مؤلفین:

دکتر سید غلامرضا موسوی

عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس

محسن رضایی





مرکز پخش و دفتر مرکزی: تهران، خیابان انقلاب، خیابان منیری جاوید (اردیبهشت)، کوچه بهشت آیین، پلاک ۳۶

نمابر: ۶۶۴۸۳۱۵۱

تلفن: ۶۶۴۹۹۹۹۰

کد پستی ۱۳۱۴۹۶۳۳۳۱

بیوتکنولوژی محیط زیست

مولفین: دکتر سید غلامرضا موسوی، محسن رضایی

ناشر: شهرآب

ناشر همکار: آینده سازان

نوبت چاپ: اول

تاریخ انتشار: ۱۳۹۸

تیراژ: ۱۱۰

قیمت: ۵۹۰۰۰ تومان

چاپ و صحافی: نازو

شابک: ۷۸-۶۴-۳۱۴-۴۰۳-۶

تمام حقوق نشر و پخش این اثر برای انتشارات شهرآب محفوظ است.

فهرست نویسی پیش از انتشار

سرشناسه	: موسوی، سید غلامرضا، ۱۳۵۰
عنوان و نام پدیدآور	: بیوتکنولوژی محیط زیست / رفین میدغلامرضا موسوی، محسن رضایی.
مشخصات نشر	: تهران : شهرآب: آینده سازان، ۱۳۹۷
مشخصات ظاهری	: ۲۷۶ ص: مصور.
شابک	: 978-964-314-403-6
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: زیست پالایی، Bioremediation
شناسه افزوده	: رضایی، محسن، ۱۳۶۳ خرداد -
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۷ ب۹م/۱۹۲/۱۹۲ TD۵
رده بندی دیویی	: ۵/۶۲۸
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۴۶۶۰۲۸

مراکز پخش

فروشگاه مرکزی انتشارات شهرآب: تهران، خیابان انقلاب، روبروی دانشگاه تهران، مجتمع فرهنگی فروزنده،

پلاک ۲۳۳ تلفن: ۶۶۹۶۱۱۰۰ نمابر: ۶۶۹۶۱۱۰۱

فروشگاه شماره ۲ انتشارات شهرآب: تهران، خیابان انقلاب، ضلع جنوب شرقی میدان، بازار بزرگ کتاب، طبقه پایین

همکف، پلاک ۱۵ تلفن: ۶۶۴۹۷۵۲۶

فروشگاه آینده سازان: تهران، خیابان انقلاب، روبروی دانشگاه تهران، مجتمع فرهنگی فروزنده،

پلاک ۳۰۵ تلفن: ۶۶۴۱۷۳۱۶

فهرست مطالب

فصل اول / آلودگی محیط زیست	۱
۱-۱- تخریب محیط زیست توسط انسان	۴
۲-۱- خدمات محیط	۴
۳-۱- آلودگی	۷
۴-۱- آلودگی محیط زیست	۹
۵-۱- طبقه‌بندی آلودگی	۱۰
۶-۱- منابع آلودگی	۱۳
۷-۱- علت‌های ریشه‌ای آلودگی	۱۴
۸-۱- ارزیابی اثرات آلاینده‌ها	۱۵
۱-۱-۱- آلودگی هوا	۱۶
۲-۱-۱- آلودگی آب	۱۶
۳-۱-۱- آلودگی خاک	۱۶
۴-۱-۱- آلودگی صوتی	۱۷
۵-۱-۱- آلودگی بیولوژیکی	۱۷
۶-۱-۱- آلودگی شیمیایی	۱۸
فصل دوم / بیوتکنولوژی محیط زیست	۱۹
۱-۲- مفهوم بیوتکنولوژی	۲۰
۲-۲- بیوتکنولوژی محیط زیست و کاربردهای آن	۲۱
فصل سوم / میکروارگانیسم‌ها	۳۳
۱-۳- طبقه‌بندی میکروارگانیسم‌ها	۳۳
۱-۳-۱- اجزاء سلولی باکتری‌ها	۳۶
۳-۳- ارگانیسم‌های اصلاح‌شده ژنتیکی (GMOs)	۳۹
۱-۳-۳- نو ترکیبی	۴۱
۲-۳-۳- DNA نو ترکیب: نحوه‌ی ایجاد GMOs	۴۲
۴-۳- جهش ژنتیکی	۴۴

فصل چهارم / متابولیسم میکروبی.....	۴۵
۱-۴- تنوع متابولیک میکروارگانیسم‌های پروکاریوتی و یوکاریوتی.....	۴۵
۲-۴- متابولیسم دیسیمیلاتوری میکروارگانیسم‌ها: اصول مکانیکی و ترمودینامیک.....	۴۶
۱-۲-۴- دید کلی از خواص متابولیک میکروارگانیسم‌ها: یک رویکرد ترمودینامیکی.....	۴۶
۲-۲-۴- حالت‌هایی از تولید انرژی در میکروارگانیسم‌های پروکاریوتی و یوکاریوتی.....	۵۶
۳-۴- متابولیسم اسیمیلاتوری میکروارگانیسم‌ها.....	۶۷
۱-۳-۴- جذب کربن.....	۶۹
۲-۳-۴- جذب نیتروژن.....	۷۲
۳-۳-۴- جذب فسفر.....	۷۵
۴-۲-۴- جذب سولفور.....	۷۵
۵-۱-۴- جذب آهن.....	۷۶
۴-۴- زندگی فتوسنتتیک.....	۷۷
۱-۴-۴- فتوسنتز اکسیژنی.....	۷۷
۲-۴-۴- فتوسنتز غیر اکسیژنی (آنوکسیک).....	۷۸
۳-۴-۴- زندگی فوتوتروفیک مبتنی بر رتینال.....	۸۲
۵-۴- زندگی شیمی‌وهترتروف..... تجزیه‌ی ترکیبات آلی در محیط‌های هوازی و بی‌هوازی.....	۸۳
۱-۵-۴- تجزیه‌ی هوازی.....	۸۴
۲-۵-۴- تنفس بی‌هوازی: دیتریفیکاسیون.....	۸۵
۳-۵-۴- تخمیر.....	۸۶
۴-۵-۴- تنفس بی‌هوازی: احیای دیسیمیلاتوری آهن و منگنز.....	۹۳
۵-۵-۴- تنفس بی‌هوازی: احیای دیسیمیلاتوری سولفات.....	۹۴
۶-۵-۴- متانسازها.....	۹۶
۷-۵-۴- استوژن‌های احیاءکننده پروتون و انتقال بین گونه‌ای هیدروژن.....	۹۹
۶-۴- زندگی شیمی‌واتوتروفی.....	۱۰۴
۱-۶-۴- ترکیبات نیتروژن احیاءشده به عنوان منبع انرژی.....	۱۰۴
۲-۶-۴- ترکیبات گوگردی احیاءشده به عنوان منبع انرژی.....	۱۰۶
۳-۶-۴- آهن و منگنز احیاءشده به عنوان منبع انرژی.....	۱۰۹
۴-۶-۴- هیدروژن به عنوان منبع انرژی.....	۱۱۰
۵-۶-۴- سوسترهای دیگر به عنوان منبع انرژی برای رشد شیمی‌واتوتروفیک.....	۱۱۱

فصل پنجم / کاربرد بیوتکنولوژی در تصفیه‌ی فاضلاب ۱۱۳

۱-۵- میکروبیولوژی ۱۱۵

۲-۵- سیستم‌های بیولوژیکی تصفیه‌ی پساب ۱۱۷

۵-۲-۱- سیستم‌های با رشد معلق هوازی ۱۱۸

۵-۲-۱-۱- لجن فعال ۱۱۹

۵-۲-۱-۲- لاگون‌ها ۱۲۲

۵-۲-۲- سیستم‌های با رشد چسبیده‌ی هوازی ۱۲۳

۵-۲-۲-۱- فرایندهای رشد چسبیده با بستر ثابت ۱۲۴

۵-۲-۲-۲- فرایندهای رشد چسبیده با بستر چرخان ۱۲۹

۵-۲-۲-۳- فرایند بستر سیال/معلق ۱۴۰

۵-۱-۳- سیستم‌های هوازی ترکیبی ۱۴۶

۵-۱-۳-۱- فرایندهای صافی چکنده/لجن فعال (TF/AS) و صافی چکنده/تماس جانات (TF/SC) ۱۴۷

۵-۱-۳-۲- فرایندهای بیوفیلتر فعال (ABF) و بیوفیلتر لجن فعال (BF/AS) ۱۴۸

۵-۱-۳-۳- فرایند سری صافی چکنده- لجن فعال ۱۵۰

۵-۲-۴- سیستم‌ها- با رشد معلق بیهوازی ۱۵۰

۵-۲-۴-۱- فرایندهای رشد معلق کامل ۱۵۱

۵-۲-۴-۲- فرایندهای رشد بصری 'یخی لجن' ۱۵۵

۵-۲-۵- سیستم‌های با رشد چسبیده‌ی بیهوازی ۱۵۸

۵-۲-۵-۱- فرایندهای رشد چسبیده بیهوازی با جریان رو به پایین ۱۵۸

۵-۲-۵-۲- فرایندهای رشد چسبیده بیهوازی با جریان رو به بالا ۱۵۹

فصل ششم / کاربرد بیوتکنولوژی در تصفیه‌ی جریان‌های آلوده ۱۶۵

۱-۶- بیوفیلترها ۱۶۷

۲-۶- صافی‌های چکنده ۱۶۸

۱-۲-۶- طراحی و بهره‌برداری صافی چکنده ۱۷۰

۳-۶- فاکتورهای اثرگذار بر کارایی فرایند بیوفیلتراسیون در بیوفیلترها و صافی‌های

چکنده ۱۷۳

۶-۳-۱- بستر رشد میکروارگانیسم‌ها ۱۷۳

۶-۳-۲- عمق بستر ۱۷۴

۶-۳-۳- میزان جریان هوا ۱۷۵

۱۷۶	۴-۳-۶- محتوای اکسیژن
۱۷۶	۵-۳-۶- پیش تصفیه‌ی جریان گاز ورودی
۱۷۷	۶-۳-۶- افت فشار
۱۷۷	۷-۳-۶- محتوای رطوبت
۱۷۸	۸-۳-۶- دما
۱۷۸	۹-۳-۶- مواد مغذی
۱۷۹	۱۰-۳-۶- pH
۱۷۹	۱۱-۳-۶- میکروارگانیزم‌ها
۱۷۹	۴-۶- بیواسکرابرها
۱۸۴	۵-۶- اصول کلی فرآیندهای بیوراکتوری متداول در کنترل آلاینده‌های گازی
۱۸۴	۱-۵-۶- توزیع متعادل آلاینده
۱۸۶	۲-۵-۶- اسید
۱۸۷	۲-۵-۶- تجربه‌ی میکروبی آلاینده
۱۹۰	۶-۶- بیوراکتور (بیورایز) غشایی
۱۹۲	۷-۶- پارامترهای عملکردی بیوراکتورها
۱۹۳	۸-۶- شاخص‌های کارایی بیوراکتورها

فصل هفتم / کاربرد بیوتکنولوژی در پاکسازی خاک‌های آلوده..... ۱۹۵

۱۹۷	۱-۷- اصلاح زیستی
۱۹۷	۲-۷- مشخصات میکروارگانیزم‌های مناسب برای اصلاح زیستی
۱۹۸	۳-۷- تکنولوژی‌های اصلاح زیستی
۱۹۸	۱-۳-۷- اصلاح زیستی در محل
۱۹۹	۱-۱-۳-۷- تزریق بیولوژیکی
۲۰۰	۲-۱-۳-۷- تهویه‌ی بیولوژیکی
۲۰۲	۳-۱-۳-۷- تزریق- بازیابی
۲۰۳	۴-۱-۳-۷- تشدید بیولوژیکی
۲۰۳	۵-۱-۳-۷- توده‌های تصفیه
۲۰۳	۶-۱-۳-۷- اصلاح الکتروزیستی
۲۰۴	۲-۳-۷- اصلاح زیستی در خارج از محل آلودگی
۲۰۵	۱-۲-۳-۷- کمپوست‌سازی
۲۰۵	۲-۲-۳-۷- شخم زدن

- ۲۰۷..... بیورآکتورها- ۳-۲-۳-۷
- ۲۰۷..... عوامل اثرگذار بر کاربرد اصلاح زیستی- ۴-۷
- ۲۱۱..... قابلیت دسترسی بیولوژیکی- ۵-۷
- ۲۱۲..... تناسب اصلاح زیستی- ۶-۷

فصل هشتم / کاربرد بیوتکنولوژی در مدیریت پسماندهای جامد..... ۲۱۵

- ۲۱۶..... ۱-۸- کمپوست‌سازی
- ۲۱۶..... ۱-۱-۸- مواد قابل کمپوست
- ۲۱۷..... ۲-۱-۸- فرآیند تولید کمپوست
- ۲۲۲..... ۳-۱-۸- عملیات کمپوست
- ۲۲۴..... ۴-۱-۸- فناوری‌های کمپوست‌سازی
- ۲۲۴..... ۱-۴-۱-۸- روش‌های غیرآکتوری
- ۲۲۹..... ۲-۴-۱-۸- روش‌های آکتوری
- ۲۳۳..... ۲-۸- هضم یا تخمیر بی‌هوازی
- ۲۳۳..... ۱-۲-۸- تخمیر بی‌هوازی
- ۲۳۴..... ۱-۱-۲-۸- بخوبی در ذخیره
- ۲۳۴..... ۲-۱-۲-۸- پردازش اولیه
- ۲۳۵..... ۳-۱-۲-۸- تخمیر بی‌هوازی
- ۲۳۸..... ۴-۱-۲-۸- پردازش نهایی
- ۲۳۸..... ۲-۲-۸- اثر شرایط فرآیندی بر تخمیر بی‌هوازی
- ۲۳۹..... ۱-۲-۲-۸- محتوای آب
- ۲۳۹..... ۲-۲-۲-۸- دما
- ۲۳۹..... ۳-۲-۲-۸- pH
- ۲۳۹..... ۴-۲-۲-۸- اکسیژن و پتانسیل ردوکس
- ۲۴۰..... ۵-۲-۲-۸- فاکتورهای مهار کننده
- ۲۴۰..... ۳-۲-۸- مقدار و ترکیب بیوگاز
- ۲۴۱..... ۴-۲-۸- مهندسی فرآیند تخمیر بی‌هوازی پسماند
- ۲۴۲..... ۱-۴-۲-۸- تخمیر یک یا دو مرحله‌ای
- ۲۴۲..... ۲-۴-۲-۸- تخمیر مرطوب و خشک
- ۲۴۴..... ۳-۴-۲-۸- تخمیر پیوسته و متناوب
- ۲۴۴..... ۴-۴-۲-۸- تخمیر ترموفیلیک و مزوفیلیک

- ۲۴۵.....اختلاط-۵-۴-۲-۸
- ۲۴۶.....۵-۲-۸- بررسی فرایندهای تخمیر بی‌هوازی
- ۲۴۷.....۳-۸- تجزیه‌ی زیرزمینی پسماند (دفن بهداشتی)
- ۲۴۸.....۱-۳-۸- فرآیند بیوشیمیایی در دفن بهداشتی
- ۲۴۸.....۱-۱-۳-۸- تجزیه‌ی هوازی
- ۲۴۸.....۲-۱-۳-۸- تجزیه‌ی بی‌هوازی
- ۲۵۱.....۲-۳-۸- عوامل تأثیرگذار بر ترکیب شیرابه
- ۲۵۱.....۱-۲-۳-۸- نوع پسماند دفن شده
- ۲۵۱.....۲-۲-۳-۸- موازنه‌ی جرم آب
- ۲۵۲.....۳-۳-۱- عمر لندفیل
- ۲۵۳.....۳-۲-۱- الزامات قانونی دفن
- ۲۵۴.....۳-۳-۸- کنترل ورود پسماند و پیش تصفیه‌ی پسماند قبل از دفن
- ۲۵۴.....۲-۲-۳-۸- کنترل ورود آب و سیستم‌های پوشش سطح
- ۲۵۶.....۲-۳-۳-۸- کنترل خروج شیرابه و سیستم‌های پوشش کف محل دفن
- ۲۵۷.....۴-۳-۳-۸- تصفیه‌ی شیرابه
- ۲۶۱.....منابع

به نام آن که جان را فکرت آموخت

سخن ناشر

با توکل به الطاف بی‌بدیل یکتای بی‌همتا در عرصه خدمات فرهنگی از طریق نشر آثار علمی گام نهادیم و بر این هدف شهرآب را بنانهادیم.

همچنین امر نشر را همگان معترف‌اند و سهم نشر در اعتلای فرهنگ جوامع را مؤمن.

امید آن که احداثات را مشمول باشیم و بتوانیم در صحنه فرهنگ پیشبرد اهداف متعالی آن گامی هر چند کوتاه برداریم.

به انگیزه تنری، دست در نشر آثاری خواهیم بُرد تا زمینه‌های منطقی از نظر بازده فرهنگی ساخته باشیم.

شأن طبع و نشر کتب را درج داده‌ایم به برنامه‌ریزی شهرآب را برآن اساس در دیدگاه اصلی قرار داده‌ایم.

داعیه کمال یا به دیگر گفته بی‌نقص را داریم و با این اعتراف دست طلب سوی آگاهان کشیده‌ایم.

نقد آثار منتشره شهرآب، از سوی هرآنکس را که فرهنگ و گسترش آن عنایتی است به انتظار نشسته‌ایم و صمیمانه معتقد به این اصل معتنم هستیم که هدایت دلسوزانه کسان اهل بزرگترین دستاویز، دستیابی به اهداف متعالی است.

انتشارات شهرآب

خی اکبر تورانیا