

مهندسی و مدیریت پسماند

تألیف

دکتر رضا غیاثی

دانشیار دانشکده مهندسی عمران

دانشکده فنی دانشگاه تهران

دکتر زهرا اکبری

استادیار دانشکده مهندسی عمران

دانشکده فنی دانشگاه تهران



شماره مسلسل ۱۳۲۰۸

شماره انتشار ۴۷۲۲

انتشارات دانشگاه تهران

سرشناسه	: اکبری، زهرا، ۱۳۵۸ -
عنوان و نام پدیدآور	: مهندسی و مدیریت پسماند/ مؤلفان زهرا اکبری، رضا غیاثی.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۴۰۳.
مشخصات ظاهری	: ۴۱۲ص: مصور (بخشی رنگی)، جدول، نمودار.
فروست	: انتشارات دانشگاه تهران؛ شماره انتشار ۴۷۲۲.
شابک (چاپی)	: 978-964-03-7819-9
شابک (الکترونیکی)	: 978-964-03-7820-5
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیپا
یادداشت	: واژه‌نامه.
یادداشت	: نمایه.
موضوع	: زیاله و زیاله زدایی - - مدیریت
موضوع	: Refuse and Refuse Disposal - - Management
موضوع	: مواد زاید - - مدیریت
موضوع	: Waste Products - - Management
شناسه افزوده	: غیاثی، رضا، ۱۳۴۴ -
شناسه افزوده	: دانشگاه تهران. مؤسسه انتشارات. University of Tehran. Press.
رده‌بندی کنگره	: TD۷۹۱ ۱۴۰۴
رده‌بندی دیویی	: ۶۲۸/۴۴
شماره کتابشناسی ملی	: ۹۹۵۰۵۳۱

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان است. تکثیر 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.



عنوان: مهندسی و مدیریت پسماند
 مؤلفان: دکتر زهرا اکبری - دکتر رضا غیاثی
 ویراستار ادبی: داود رضانی
 نوبت چاپ: اول
 تاریخ انتشار: ۱۴۰۴
 شمارگان: ۱۰۰ نسخه
 ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران
 چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مؤلفان است»

بها: ۴,۹۰۰,۰۰۰ 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 ۸۸۳۳۸۷۱۲



فهرست مطالب

فصل اول: تولید پسماند جامد.....	۱
۱-۱- مقدمه‌ای بر مدیریت پسماند جامد.....	۱
۲-۱- تعریف پسماند جامد.....	۳
۳-۱- تولید پسماند جامد.....	۴
۴-۱- منابع تولید پسماند جامد.....	۷
۱-۴-۱- پسماند جامد خانگی، اداری و تجاری.....	۷
۲-۴-۱- پسماند جامد اماکن و مؤسسات.....	۸
۳-۴-۱- پسماند جامد صنعتی.....	۸
۴-۴-۱- پسماند جامد کشاورزی.....	۸
۵-۴-۱- پسماند جامد ناشی از ساخت‌وساز و تخریب.....	۹
۶-۴-۱- پسماند جامد ناشی از خدمات شهری.....	۹
۷-۴-۱- پسماند جامد ناشی از تصفیه‌خانه‌ها و باقی‌مانده زباله‌سوزها.....	۹
۸-۴-۱- پسماندهای خطرناک.....	۱۰
۵-۱- کمیت و کیفیت پسماند جامد.....	۱۰
۶-۱- تولید پسماند جامد از دیدگاه اقتصادی.....	۱۲
۷-۱- اثرات زیست‌محیطی پسماند جامد.....	۱۳
۱-۷-۱- خطرات ناشی از دفع غیربهداشتی پسماند جامد.....	۱۳
۲-۷-۱- ارزیابی چرخه حیات (LCA).....	۱۴
۸-۱- تمرین.....	۱۶
مراجع و منابع.....	۱۸
فصل دوم: مشخصات پسماند جامد.....	۱۹
۱-۲- مقدمه.....	۱۹
۲-۲- نمونه‌برداری پسماند جامد.....	۲۰
۳-۲- خواص فیزیکی پسماند جامد.....	۲۱
۱-۳-۲- رطوبت.....	۲۲

۲۴.....	۲-۳-۲- دانه‌بندی زباله.....
۲۶.....	۳-۳-۲- چگالی.....
۲۷.....	۴-۳-۲- ظرفیت نگهداری رطوبت.....
۲۸.....	۵-۳-۲- هدایت هیدرولیکی توده پسماند.....
۲۹.....	۴-۲- خواص شیمیایی پسماند جامد.....
۳۰.....	۱-۴-۲- ارزش حرارتی.....
۳۵.....	۲-۴-۲- ترکیبات معدنی.....
۳۵.....	۳-۴-۲- خاکستر.....
۳۵.....	۴-۴-۲- آنالیز عنصری.....
۳۶.....	۵-۴-۲- pH و قلیائیت.....
۳۶.....	۵-۲- خواص بیولوژیکی پسماند جامد.....
۳۷.....	۱-۵-۲- ترکیبات آلی.....
۳۹.....	۲-۵-۲- زیست تخریب پذیری.....
۴۲.....	۳-۵-۲- نسبت کربن به نیتروژن.....
۴۲.....	۴-۵-۲- تولید بو و جمع شدن حشرات.....
۴۳.....	۶-۲- تمرین.....
۴۵.....	مراجع و منابع.....
۴۷.....	فصل سوم: کمیته‌سازی پسماند
۴۷.....	۱-۳- مقدمه.....
۴۸.....	۲-۳- مزایای اقتصادی کمیته‌سازی پسماند.....
۴۹.....	۳-۳- روش‌های کمیته‌سازی.....
۵۰.....	۱-۳-۳- کاهش در مبدأ.....
۵۲.....	۲-۳-۳- اصلاح محصول.....
۵۳.....	۳-۳-۳- استفاده مجدد.....
۵۳.....	۴-۳-۳- بازیافت.....
۵۵.....	۴-۳- استراتژی و مراحل کمیته‌سازی پسماند.....
۵۶.....	۱-۴-۳- مرحله شروع کمیته‌سازی پسماند.....
۵۷.....	۲-۴-۳- تجزیه و تحلیل مراحل فرایند.....

فهرست □ ج

- ۳-۴-۳- تولید فرصت‌های کمیته‌سازی پسماند..... ۶۰
- ۳-۴-۴- انتخاب راه‌حل‌های کمیته‌سازی پسماند..... ۶۱
- ۳-۴-۵- پیاده‌سازی راه‌حل‌های کمیته‌سازی پسماند..... ۶۲
- ۳-۴-۶- پایدار کردن کمیته‌سازی پسماند..... ۶۳
- ۳-۵- تمرین..... ۶۴
- مراجع و منابع..... ۶۴
- فصل چهارم: جمع‌آوری، جابه‌جایی و ذخیره‌سازی پسماند..... ۶۷**
- ۴-۱- مقدمه..... ۶۷
- ۴-۲- جابه‌جایی پسماند از خانه به سطل پسماند..... ۶۸
- ۴-۳- نگهداری موقت پسماند در سطل زباله..... ۷۱
- ۴-۴- انتقال پسماند از سطل زباله به ماشین حمل پسماند..... ۷۳
- ۴-۵- حرکت ماشین حمل پسماند بین ظروف ذخیره پسماند..... ۷۴
- ۴-۵-۱- انواع سیستم‌های جمع‌آوری پسماند..... ۷۶
- ۴-۵-۲- مسیر حرکت ماشین حمل برای جابه‌جایی پسماند..... ۸۱
- ۴-۶- ذخیره موقت پسماند در ایستگاه انتقال..... ۸۳
- ۴-۷- جمع‌آوری پسماند از دیدگاه اقتصادی..... ۸۶
- ۴-۸- تمرین..... ۸۶
- مراجع و منابع..... ۸۸
- فصل پنجم: پردازش مکانیکی پسماند..... ۸۹**
- ۵-۱- مقدمه..... ۸۹
- ۵-۲- کاهش اندازه..... ۹۰
- ۵-۲-۱- آسیاب گلوله‌ای..... ۹۳
- ۵-۲-۲- آسیاب چکشی..... ۹۴
- ۵-۲-۳- سنگ‌شکن ضربه‌ای..... ۹۴
- ۵-۲-۴- سنگ‌شکن فکی..... ۹۵
- ۵-۲-۵- آسیاب غلتکی..... ۹۵
- ۵-۳- جداسازی..... ۹۵
- ۵-۳-۱- سیستم جداسازی دوجزئی..... ۹۶

۹۸.....	۵-۳-۲- سیستم جداسازی چندجزئی.....
۱۰۰.....	۵-۴- جداسازی بر اساس اندازه ذرات.....
۱۰۰.....	۵-۴-۱- مبانی جداسازی بر اساس اندازه ذرات.....
۱۰۲.....	۵-۴-۲- تجهیزات جداسازی بر اساس اندازه ذرات.....
۱۰۶.....	۵-۵- جداسازی ذرات بر اساس تفاوت دانسیته.....
۱۰۷.....	۵-۵-۱- مبانی تئوری جداسازی بر اساس دانسیته.....
۱۱۰.....	۵-۵-۲- جداکننده‌های بادی.....
۱۱۵.....	۵-۵-۳- جداسازی بر مبنای شناوری/ ته‌نشینی.....
۱۱۸.....	۵-۶- دیگر انواع جداسازی‌های پسماند.....
۱۱۸.....	۵-۶-۱- جداکننده‌های مغناطیسی.....
۱۱۹.....	۵-۶-۲- جداکننده‌های نوری.....
۱۲۰.....	۵-۷- سامانه جداسازی مجموعه ای از انواع پسماند.....
۱۲۳.....	۵-۸- متراکم‌سازی.....
۱۲۴.....	۵-۹- تمرین.....
۱۲۵.....	مراجع و منابع.....
۱۲۷.....	فصل ششم: بازیافت.....
۱۲۷.....	۶-۱- مقدمه.....
۱۲۷.....	۶-۲- بازیافت کاغذ و مقوا.....
۱۲۸.....	۶-۲-۱- روش تولید کاغذ.....
۱۳۱.....	۶-۲-۲- روش‌های بازیافت کاغذ.....
۱۳۳.....	۶-۳- بازیافت شیشه.....
۱۳۴.....	۶-۳-۱- مراحل تولید شیشه.....
۱۳۵.....	۶-۳-۲- مراحل بازیافت شیشه.....
۱۳۷.....	۶-۴- بازیافت فلزات.....
۱۳۸.....	۶-۴-۱- فرایند تولید آهن.....
۱۴۰.....	۶-۴-۲- فرایند تولید آلومینیوم.....
۱۴۱.....	۶-۴-۳- روش‌های بازیافت آهن و آلومینیوم.....
۱۴۳.....	۶-۵- بازیافت پلاستیک.....

فهرست □ خ

۱۴۶	۱-۵-۶- بازیافت مکانیکی پلاستیک
۱۴۷	۲-۵-۶- بازیافت شیمیایی پلاستیک
۱۴۹	۳-۵-۶- بازیافت حرارتی پلاستیک
۱۵۰	۶-۶- بازیافت پسماندهای حاصل از ساخت و ساز
۱۵۲	۷-۶- بازیافت پسماندهای الکترونیکی
۱۵۴	۸-۶- تمرین
۱۵۴	مراجع و منابع

فصل هفتم: کمپوست سازی..... ۱۵۷

۱۵۷	۱-۷- مقدمه
۱۶۰	۲-۷- میکروبیولوژی
۱۶۳	۳-۷- واکنش های تخریبی کربن، نیتروژن و سولفور
۱۶۷	۴-۷- فازهای کمپوست سازی
۱۶۹	۵-۷- پارامترهای عملیاتی فرایند تولید کمپوست
۱۶۹	۱-۵-۷- دما
۱۷۱	۲-۵-۷- رطوبت
۱۷۲	۳-۵-۷- دسترسی به اکسیژن
۱۷۳	۴-۵-۷- دسترسی به مواد مغذی
۱۷۴	۶-۷- پاتوژن ها در کمپوست
۱۷۷	۷-۷- تکنولوژی کمپوست سازی
۱۸۰	۱-۷-۷- کمپوست سازی در فضای باز
۱۸۲	۲-۷-۷- کمپوست سازی در فضای بسته
۱۸۴	۳-۷-۷- کمپوست سازی در رآکتورها
۱۸۷	۸-۷- عوامل مؤثر بر فرایند کمپوست سازی
۱۸۹	۹-۷- کنترل فرایند کمپوست سازی
۱۹۰	۱۰-۷- کنترل های زیست محیطی
۱۹۰	۱۱-۷- معایب و مزایای کمپوست سازی
۱۹۲	۱۲-۷- تمرین
۱۹۲	مراجع و منابع

۱۹۵	فصل هشتم: هضم بی هوازی.....
۱۹۵	۱-۸- مقدمه.....
۱۹۶	۲-۸- هضم بی هوازی.....
۱۹۹	۳-۸- تخمین کمیت و کیفیت گاز تولیدی.....
۱۹۹	۱-۳-۸- فرایند و راندمان گاز تولیدی.....
۲۰۰	۲-۳-۸- مدل سازی حجم گاز تولیدی.....
۲۰۲	۴-۸- عوامل مؤثر فرایند.....
۲۰۲	۱-۴-۸- ویژگی های سوبسترا.....
۲۰۳	۲-۴-۸- مواد مغذی.....
۲۰۳	۳-۴-۸- دما.....
۲۰۵	۴-۴-۸- مقدار pH.....
۲۰۵	۵-۴-۸- اختلاط.....
۲۰۵	۶-۴-۸- عناصر بازدارنده.....
۲۰۵	۵-۸- سیستم های هضم بی هوازی.....
۲۰۶	۱-۵-۸- هاضم بی هوازی مرطوب و خشک.....
۲۰۸	۲-۵-۸- هاضم بی هوازی پیوسته و ناپیوسته.....
۲۰۸	۳-۵-۸- هاضم بی هوازی یک مرحله ای و چند مرحله ای.....
۲۰۸	۴-۵-۸- هاضم بی هوازی تک فازی و دوفازی.....
۲۰۹	۵-۵-۸- هاضم بی هوازی ترموفیل و مزوفیل.....
۲۰۹	۶-۸- سامانه های تجاری برای هضم بی هوازی پسماند جامد آلی.....
۲۰۹	۱-۶-۸- سامانه بیوسل.....
۲۱۰	۲-۶-۸- سامانه کمپوگاز.....
۲۱۱	۳-۶-۸- سامانه شوارتینگ.....
۲۱۲	۴-۶-۸- سامانه لیند.....
۲۱۳	۵-۶-۸- سامانه درانکو.....
۲۱۴	۶-۶-۸- سامانه والورگا.....
۲۱۴	۷-۶-۸- سامانه بی تی آ.....

فهرست □ ذ

۲۱۵	۷-۸- سامانه‌های هضم بی‌هوازی پسماند در مقیاس کوچک (خانگی).....
۲۱۵	۱-۷-۸- سامانه هضم بی‌هوازی گنبد ثابت.....
۲۱۶	۲-۷-۸- سامانه هضم بی‌هوازی گنبد شناور.....
۲۱۷	۳-۷-۸- سامانه هضم بی‌هوازی استوانه‌ای.....
۲۱۸	۸-۸- تمرین.....
۲۱۹	مراجع و منابع.....
۲۲۱	فصل نهم: سوزاندن پسماند.....
۲۲۱	۱-۹- مقدمه.....
۲۲۲	۲-۹- پسماند به‌عنوان سوخت.....
۲۲۳	۳-۹- شیمی سوختن.....
۲۲۵	۱-۳-۹- پیرولیز.....
۲۲۷	۲-۳-۹- گازی کردن.....
۲۲۸	۳-۳-۹- پلاسما.....
۲۲۹	۴-۳-۹- احتراق.....
۲۳۱	۴-۹- موازنه جرم و انرژی در فرایند احتراق.....
۲۳۱	۱-۴-۹- هوای مورد نیاز برای احتراق.....
۲۳۳	۲-۴-۹- راندمان در احتراق.....
۲۳۶	۵-۹- سیستم‌های احتراق در سوزاندن پسماند.....
۲۳۷	۱-۵-۹- زباله‌سوز با شبکه متحرک.....
۲۴۱	۲-۵-۹- زباله‌سوز کوره دوار.....
۲۴۲	۳-۵-۹- زباله‌سوز با بستر سیال.....
۲۴۳	۶-۹- خاکستر حاصل از سوزاندن پسماند.....
۲۴۴	۱-۶-۹- خاکستر زیرین جمع شده در بخش انتهایی کوره.....
۲۴۶	۲-۶-۹- باقی مانده جامد جمع آوری شده از زیر شبکه کوره احتراق.....
۲۴۶	۳-۶-۹- خاکستر بویلر.....
۲۴۶	۴-۶-۹- خاکستر اکونومایزر.....
۲۴۶	۵-۶-۹- خاکستر معلق.....
۲۴۶	۶-۶-۹- باقی مانده تصفیه فلوگاز.....

۲۴۷.....	۷-۶-۹- کاربردهای خاکستر حاصل از سوختن زباله.....
۲۴۷.....	۸-۶-۹- پردازش خاکسترهای باقی مانده از احتراق پسماند.....
۲۴۸.....	۷-۹- آلاینده‌های گازی حاصل از سوزاندن پسماند.....
۲۴۸.....	۱-۷-۹- آلاینده‌های منتشر شده از سوختن پسماند جامد شهری.....
۲۵۱.....	۲-۷-۹- سیستم حذف آلاینده‌های گازی.....
۲۵۱.....	۱-۲-۷-۹- سیستم‌های حذف ذرات معلق.....
۲۵۳.....	۲-۲-۷-۹- سیستم‌های حذف گازهای اسیدی.....
۲۵۶.....	۳-۲-۷-۹- سیستم‌های حذف اکسیدهای نیتروژن.....
۲۵۷.....	۴-۲-۷-۹- سیستم‌های حذف دی اکسین و فوران.....
۲۵۸.....	۸-۹- معایب و مزایای زباله‌سوزی.....
۲۵۸.....	۹-۹- تمرین.....
۲۶۰.....	مراجع و منابع.....

۲۶۳..... فصل دهم: خاک چال

۲۶۳.....	۱-۱۰- مقدمه.....
۲۶۴.....	۲-۱۰- تاریخچه دفن پسماند.....
۲۶۵.....	۳-۱۰- خاک چال رآکتوری.....
۲۶۵.....	۱-۳-۱۰- خاک چال رآکتوری سنتی.....
۲۶۶.....	۲-۳-۱۰- خاک چال بیورآکتوری.....
۲۶۷.....	۳-۳-۱۰- خاک چال بیورآکتوری با فلاشینگ.....
۲۶۷.....	۴-۳-۱۰- خاک چال شبه‌هوازی بیورآکتوری.....
۲۶۸.....	۴-۱۰- فرایندهای خاک چال رآکتوری سنتی.....
۲۶۸.....	۱-۴-۱۰- واکنش‌های تخریبی.....
۲۷۳.....	۲-۴-۱۰- عوامل کنترل‌کننده.....
۲۷۴.....	۳-۴-۱۰- گاز خروجی.....
۲۷۵.....	۴-۴-۱۰- شیرابه خروجی.....
۲۷۷.....	۵-۱۰- ژئوتکنیک خاک چال.....
۲۷۹.....	۱-۵-۱۰- چگالی و وزن مخصوص پسماند.....
۲۸۱.....	۲-۵-۱۰- تنش برشی.....

فهرست □ ز

- ۲۸۳..... ۱۰-۵-۳-هدایت هیدرولیکی.....
- ۲۸۴..... ۱۰-۵-۴-پایداری.....
- ۲۸۷..... ۱۰-۵-۵-نشست.....
- ۲۸۸..... ۱۰-۶-۶-هیدرولوژی خاک چال.....
- ۲۸۹..... ۱۰-۶-۱-موازنه آب.....
- ۲۹۲..... ۱۰-۶-۲-جریان آب در خاک چال: محیط اشباع.....
- ۲۹۴..... ۱۰-۶-۳-جریان آب در خاک چال: محیط غیراشباع.....
- ۲۹۵..... ۱۰-۶-۴-مدل‌های هیدرولوژی در تخمین حجم شیرابه.....
- ۲۹۷..... ۱۰-۷-۷-پوشش زیرین خاک چال.....
- ۲۹۸..... ۱۰-۷-۱-مواد تشکیل دهنده آستر زیرین.....
- ۳۰۳..... ۱۰-۷-۲-طراحی و ساخت آستر زیرین.....
- ۳۰۵..... ۱۰-۷-۳-مدل‌سازی نفوذ شیرابه در آستر زیرین خاک چال.....
- ۳۰۸..... ۱۰-۷-۴-جذب آلاینده‌ها در آستر زیرین.....
- ۳۰۹..... ۱۰-۷-۵-سیستم جمع‌آوری شیرابه جمع شده در کف مدفن.....
- ۳۱۰..... ۱۰-۸-۸-تصفیه شیرابه تولیدی در خاک چال.....
- ۳۱۱..... ۱۰-۸-۱-کمینه‌سازی شیرابه.....
- ۳۱۲..... ۱۰-۸-۲-گردش مجدد شیرابه به سلول دفن.....
- ۳۱۲..... ۱۰-۸-۳-تبخیر شیرابه.....
- ۳۱۲..... ۱۰-۸-۴-تصفیه شیرابه.....
- ۳۱۳..... ۱۰-۸-۴-۱-ترسیب.....
- ۳۱۳..... ۱۰-۸-۴-۲-جذب.....
- ۳۱۳..... ۱۰-۸-۴-۳-اکسیداسیون شیمیایی.....
- ۳۱۴..... ۱۰-۸-۴-۴-نیتروژنیکاسیون.....
- ۳۱۴..... ۱۰-۸-۴-۵-لاگون هوادهی شده.....
- ۳۱۵..... ۱۰-۸-۴-۶-لجن فعال.....
- ۳۱۵..... ۱۰-۸-۴-۷-گیاه‌پالایی.....
- ۳۱۶..... ۱۰-۸-۴-۸-موانع نفوذناپذیر واکنش‌زا.....
- ۳۱۶..... ۱۰-۹-۹-پوشش روئین خاک چال.....

۳۱۹.....	۱۰-۱-۱۰- استحصالی گاز متان از خاک چال.....
۳۲۱.....	۱۰-۱-۱۰- مدل سازی تولید گاز متان در مدفن پسماند.....
۳۲۲.....	۱۰-۱-۲- مدیریت سیستم های جمع آوری بیوگاز.....
۳۲۵.....	۱۰-۱۱-۱۱- برنامه ریزی، مکان یابی، طراحی و اجرای خاک چال.....
۳۲۶.....	۱۰-۱۱-۱- مکان یابی خاک چال.....
۳۲۹.....	۱۰-۱۱-۲- طراحی خاک چال.....
۳۳۰.....	۱۰-۱۱-۳- اجرا و پایش خاک چال.....
۳۳۳.....	۱۰-۱۲-۱۲- اثرات زیست محیطی خاک چال.....
۳۳۳.....	۱۰-۱۲-۱- روش ارزیابی چرخه زندگی.....
۳۳۵.....	۱۰-۱۲-۲- انواع اثرات زیست محیطی شیرابه و گاز بر هوا، آب و خاک.....
۳۳۹.....	۱۰-۱۳-۱۳- معایب و مزایای احداث خاک چال.....
۳۳۹.....	۱۰-۱۴-۱۴- تمرین.....
۳۴۱.....	مراجع و منابع.....
۳۴۵.....	فصل یازدهم پسماندهای خطرناک.....
۳۴۵.....	۱۱-۱- مقدمه.....
۳۴۶.....	۱۱-۲- پسماندهای خطرناک خانگی (ویژه).....
۳۴۶.....	۱۱-۳- پسماندهای بیمارستانی.....
۳۴۷.....	۱۱-۴- پسماندهای صنعتی.....
۳۴۹.....	۱۱-۵- پسماندهای رادیواکتیو.....
۳۵۲.....	۱۱-۶- تمرین.....
۳۵۲.....	مراجع و منابع.....
۳۵۳.....	واژه نامه فارسی - انگلیسی.....
۳۶۷.....	واژه نامه انگلیسی - فارسی.....
۳۸۱.....	نمایه.....

فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۱	میزان سرانه تولید پسماند در دنیا در قاره‌های مختلف جهان [۲].....	۵
جدول ۲-۱	ترکیب فیزیکی پسماند در شهرهای مختلف ایران [۵].....	۱۱
جدول ۱-۲	درصد رطوبت موجود در پسماندهای شهری مختلف [۱].....	۲۴
جدول ۲-۲	چگالی پسماند در شرایط مختلف [۳].....	۲۶
جدول ۳-۲	چگالی اجزای تشکیل دهنده پسماند [۱].....	۲۹
جدول ۴-۲	محتوی انرژی موجود در برخی از انواع پسماند بر حسب BTU/Ib [۳].....	۳۱
جدول ۵-۲	سرعت تجزیه و تخریب انواع پسماند با گذشت زمان [۱۲].....	۴۰
جدول	اجزای تشکیل دهنده زباله.....	۴۴
جدول	عناصر تشکیل دهنده اجزای زباله.....	۴۴
جدول	رطوبت اجزای تشکیل دهنده زباله.....	۴۴
جدول ۱-۵	شاخص کار [۱].....	۹۲
جدول ۲-۵	سرندهای استاندارد US [۸].....	۱۰۰
جدول ۱-۶	میزان کاربرد ضایعات کاغذی در صنعت تولید کاغذ [۴].....	۱۲۸
جدول ۱-۷	تخریب ترکیبات آلی موجود در پسماند در فرایند تولید کمپوست [۵].....	۱۶۴
جدول ۲-۷	اجزای تشکیل دهنده بخش آلی پسماند جامد شهری [۶].....	۱۶۵
جدول ۳-۷	ثابت‌های سرعت تخریب (بر روز) و درصد تخریب پذیری پسماند [۵].....	۱۶۶
جدول ۴-۷	میزان نسبت کربن به نیتروژن در مواد مختلف [۱۰].....	۱۷۳
جدول ۵-۷	طبقه‌بندی فناوری‌های تولید کمپوست.....	۱۷۹
جدول ۶-۷	مقایسه سه نوع سیستم کمپوست ویندرو، توده هوادهی شده اجباری و رآکتوری.....	۱۸۶
جدول ۱-۸	متان تولیدی برای تعدادی از ترکیبات آلی [۴].....	۲۰۰
جدول ۲-۸	ثابت سرعت واکنش K_p در هضم بی‌هوازی [۲].....	۲۰۲
جدول ۱-۹	ترکیبات اصلی تشکیل دهنده خاکستر زیرین از ۴ واحد زباله‌سوز متفاوت [۲۱].....	۲۴۵
جدول ۲-۹	استاندارد لازم برای خروج گازهای حاصل از زباله‌سوزی به محیط زیست [۹].....	۲۴۹
جدول ۳-۹	واکنش‌های بین گازهای اسیدی و پودر آهک در سیستم شوینده خشک و نیمه‌خشک [۹].....	۲۵۴
جدول ۱-۱۰	ترکیب شیمیایی گاز خاک چال [۶].....	۲۷۵
جدول ۲-۱۰	ترکیب شیمیایی شیرابه خروجی از خاک چال در مرحله متانوژن [۷].....	۲۷۶
جدول ۳-۱۰	غلظت ترکیبات موجود در شیرابه در فازهای مختلف لندفیل [۲].....	۲۷۷
جدول ۴-۱۰	ترکیبات بودار در گاز خاک چال [۴۳].....	۳۳۷

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱ هرم مدیریت پسماند..... ۲
- شکل ۲-۱ نمودار جریان گردش مواد در جامعه و محیط [۱]..... ۴
- شکل ۳-۱ درصد تولید زباله در قاره‌های مختلف جهان..... ۵
- شکل ۴-۱ سهم تولید زباله در کشورهای با درآمدهای بالا و پایین [۲]..... ۶
- شکل ۵-۱ میزان تولید پسماند در تهران در سال‌های بین ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۹ [۴]..... ۶
- شکل ۶-۱ پسماندهای خانگی..... ۷
- شکل ۷-۱ پسماندهای صنعتی..... ۸
- شکل ۸-۱ پسماندهای کشاورزی..... ۹
- شکل ۹-۱ نخاله‌های ساختمانی..... ۱۰
- شکل ۱۰-۱ ترکیب فیزیکی پسماند شهری در کشور آمریکا [۶]..... ۱۲
- شکل ۱۱-۱ نمونه دفع غیربهداشتی پسماند..... ۱۴
- شکل ۱۲-۱ چرخه حیات مواد..... ۱۵
- شکل ۱-۲ روش زیر نمونه برداری [۱]..... ۲۲
- شکل ۲-۲ نمودار توزیع اندازه ذرات برای دو مخلوط پسماند [۳]..... ۲۵
- شکل ۳-۲ محدوده اندازه ذرات برای انواع مواد موجود در پسماند شهری [۳]..... ۲۷
- شکل ۴-۲ تأثیر فشار بر چگالی پسماند [۳]..... ۲۸
- شکل ۵-۲ ممب کالریمتری..... ۳۴
- شکل ۶-۲ اساس کار CHNS دستگاه آنالیزور..... ۳۶
- شکل ۱-۳ بسته بندی خوراکی..... ۵۳
- شکل ۲-۳ ابتکارها در خصوص استفاده دوباره از وسایل دورریختنی..... ۵۴
- شکل ۳-۳ جریان‌های مواد و پسماند تولیدی را در سه حالت..... ۵۵
- شکل ۴-۳ مراحل یک برنامه معمول کمیته سازی پسماند [۸]..... ۵۶
- شکل ۵-۳ مؤلفه‌های موازنه جرم و انرژی برای یک فرایند [۸]..... ۵۸
- شکل ۶-۳ فرایند تولید اریترومايسين و مشتقات آن [۹]..... ۶۴
- شکل ۱-۴ فرایند ذخیره سازی و جمع آوری پسماند جامد شهری [۳]..... ۶۸
- شکل ۲-۴ دریچه تعبیه شده در طبقات برای جمع آوری پسماند در مجتمع‌های بزرگ..... ۶۹
- شکل ۳-۴ انواع ظروف جمع آوری پسماند در آشپزخانه..... ۷۲
- شکل ۴-۴ انواع ظروف جمع آوری زباله در رنگ‌ها و طرح‌های مختلف [۸]..... ۷۳

فهرست □ ض

شکل ۴-۵	انواع ماشین‌های حمل پسماند برای برداشت و تخلیه پسماند به داخل خودرو [۷].....	۷۵
شکل ۴-۶	بارگیری و متراکم‌سازی پسماند در ماشین حمل بارگیری از پشت [۳].....	۷۵
شکل ۴-۷	سیستم جمع‌آوری با ظروف متغیر متداول [۱۰].....	۷۸
شکل ۴-۸	سیستم جمع‌آوری با ظروف متغیر و تعویض ظروف [۱۰].....	۷۸
شکل ۴-۹	سیستم جمع‌آوری با ظروف ثابت [۱۰].....	۸۰
شکل ۴-۱۰	هفت پل کونیگسبرگ [۳].....	۸۲
شکل ۴-۱۱	دو طرح متفاوت برای ایجاد مسیرهای جدید در هفت پل کونیگسبرگ [۳].....	۸۲
شکل ۴-۱۲	مسیرهای با همپوشانی موضعی (نمایش با نقطه چین) [۳].....	۸۴
شکل ۴-۱۳	مسیرهای کاملاً بدون همپوشانی [۳].....	۸۴
شکل ۴-۱۴	انواع ایستگاه انتقال [۱۱].....	۸۵
شکل ۵-۱	تفکیک پسماند و بازیافت در مراکز پردازش مکانیکی پسماند.....	۹۰
شکل ۵-۲	آسیاب گلوله‌ای.....	۹۳
شکل ۵-۳	آسیاب چکشی.....	۹۴
شکل ۵-۴	سنگ‌شکن ضربه‌ای.....	۹۵
شکل ۵-۵	سنگ‌شکن فکی.....	۹۶
شکل ۵-۶	آسیاب غلتکی.....	۹۶
شکل ۵-۷	سیستم دوجزئی.....	۹۶
شکل ۵-۸	جداسازی سیستم چندجزئی (الف) خوراک دوجزئی (ب) خوراک چندجزئی.....	۹۹
شکل ۵-۹	جداسازی توسط سرندها.....	۱۰۱
شکل ۵-۱۰	تعاریف پارامترهای D_{60} ، D_{30} ، D_{10}	۱۰۲
شکل ۵-۱۱	سرنده دوار.....	۱۰۳
شکل ۵-۱۲	نمودار نیروی‌های اعمال‌شده بر ذره در سرنده دوار [۱].....	۱۰۳
شکل ۵-۱۳	(بالا) نمونه سرنده لرزان (پایین) عملکرد سرنده لرزان.....	۱۰۵
شکل ۵-۱۴	سرنده دیسکی.....	۱۰۶
شکل ۵-۱۵	سرنده فشاری.....	۱۰۶
شکل ۵-۱۶	ستون ته‌نشینی.....	۱۰۹
شکل ۵-۱۷	نتایج حاصل از تست سقوط ذرات با جنس‌های مختلف [۱].....	۱۰۹
شکل ۵-۱۸	محل قرارگیری فن در جداکننده‌های بادی.....	۱۱۲
شکل ۵-۱۹	جداکننده هوایی لرزشی.....	۱۱۲

شکل ۵-۲۰	جداکننده بادی نوع زیگزاگ	۱۱۳
شکل ۵-۲۱	جداکننده بادی دوار	۱۱۴
شکل ۵-۲۲	جداکننده بادی بافل دار	۱۱۴
شکل ۵-۲۳	جداکننده بادی متقاطع	۱۱۵
شکل ۵-۲۴	اساس کار سیکلون	۱۱۶
شکل ۵-۲۵	سیستم شناورسازی	۱۱۷
شکل ۵-۲۶	هیدروسیکلون در حذف ذرات معلق از جریان آبی	۱۱۸
شکل ۵-۲۷	سیستم جیگ ضربه‌ای	۱۱۸
شکل ۵-۲۸	جداکننده مغناطیسی	۱۱۹
شکل ۵-۲۹	جداکننده نوری	۱۲۰
شکل ۵-۳۰	سیستم جداسازی پسماند شهری مخلوط [۱]	۱۲۱
شکل ۵-۳۱	دستگاه متراکم‌ساز گرانول‌ساز [۴]	۱۲۴
شکل ۶-۱	ساختار شیمیایی سلولز [۶]	۱۲۹
شکل ۶-۲	ساختار شیمیایی لیگنین [۸]	۱۲۹
شکل ۶-۳	فرایند تولید کاغذ از کاغذهای دورریز [۱۳]	۱۳۲
شکل ۶-۴	جداکننده نوری [۱۷]	۱۳۶
شکل ۶-۵	مراحل بازیافت پسماند شیشه‌ای [۲۰]	۱۳۷
شکل ۶-۶	فرایند تولید آهن از سنگ معدن [۲۴]	۱۳۹
شکل ۶-۷	روش بایر در تولید آلومینیوم [۲۶]	۱۴۰
شکل ۶-۸	بازیافت آهن از قراضه‌های آهنی [۳۰]	۱۴۲
شکل ۶-۹	پلیمرهای ترموست و ترموپلاست [۳۵]	۱۴۴
شکل ۶-۱۰	بازیافت مکانیکی پلاستیک‌ها [۳۶]	۱۴۶
شکل ۶-۱۱	جداسازی پلاستیک‌ها براساس رنگ [۳۷]	۱۴۷
شکل ۶-۱۲	محصولات تولیدشده از دورریزهای پلاستیکی به روش مکانیکی [۳۸]	۱۴۸
شکل ۶-۱۳	روش شیمیایی برای بازیافت پلیمر [۳۶]	۱۴۸
شکل ۶-۱۴	نخاله‌های ساختمانی [۳۹]	۱۵۱
شکل ۶-۱۵	ایده‌ای برای اثرات انباشت پسماندهای الکترونیکی در محیط زیست [۴۴]	۱۵۳
شکل ۷-۱	فرایند تولید کمپوست	۱۵۸
شکل ۷-۲	ساختار شیمیایی ترکیبات هیومیکی	۱۵۹

شکل ۳-۷ نمونه‌ای از باکتری‌ها.....	۱۶۱
شکل ۴-۷ نمونه‌ای از قارچ‌ها.....	۱۶۲
شکل ۵-۷ نمونه‌ای از اکتینومایسیت‌ها.....	۱۶۲
شکل ۶-۷ تبدیل‌های نیتروژنی ممکن در فرایند تولید کمپوست.....	۱۶۷
شکل ۷-۷ تغییرات دما در طی فازهای مختلف تولید کمپوست با گذشت زمان [۷].....	۱۶۸
شکل ۸-۷ تغییرات سرعت واکنش تخریبی با دما در فرایند تولید کمپوست [۸].....	۱۷۰
شکل ۹-۷ پروفیل عمومی تغییرات دما با زمان برای دو نوع سیستم کمپوست‌سازی [۵].....	۱۷۱
شکل ۱۰-۷ منحنی میزان اکسیژن موردنیاز برحسب زمان در توده کمپوست [۵].....	۱۷۲
شکل ۱۱-۷ راه‌های انتقال پاتوژن‌ها از پسماند به زندگی بشری.....	۱۷۵
شکل ۱۲-۷ بخش‌های مختلف سیستم‌های کمپوست.....	۱۷۸
شکل ۱۳-۷ انواع دستگاه‌های مکانیکی در فرایند کمپوست‌سازی [۹].....	۱۷۹
شکل ۱۴-۷ کمپوست‌سازی ویندرو.....	۱۸۰
شکل ۱۵-۷ کمپوست‌سازی توده ساکن.....	۱۸۱
شکل ۱۶-۷ کمپوست‌سازی کانالی [۵].....	۱۸۳
شکل ۱۷-۷ سیستم پسماند توده ثابت با دستگاه زیر و رو کن متحرک [۵].....	۱۸۳
شکل ۱۸-۷ زیرورو کردن پسماند با دستگاه اتوماتیک [۵].....	۱۸۴
شکل ۱۹-۷ کمپوست رآکتوری [۵].....	۱۸۵
شکل ۲۰-۷ درام چرخان [۱۸].....	۱۸۶
شکل ۲۱-۷ تغییرات غلظت اکسیژن در طول فرایند کمپوست [۵].....	۱۸۹
شکل ۲۲-۷ تغییرات عوامل مؤثر بر کمپوست در مراحل مختلف کمپوست‌سازی [۵].....	۱۹۱
شکل ۱-۸ مراحل فرایند هضم بی‌هوازی ترکیبات آلی [۴].....	۱۹۸
شکل ۲-۸ مسیر فرامانتاسیون گلوکز با غلظت هیدروژن بالا [۴].....	۱۹۸
شکل ۳-۸ حجم گاز تولیدی برحسب زمان ماند در هضم بی‌هوازی [۲].....	۲۰۲
شکل ۴-۸ سرعت رشد هضم بی‌هوازی در دماهای مختلف [۳].....	۲۰۴
شکل ۵-۸ انواع سیستم‌های هضم بی‌هوازی برای تولید بیوگاز از پسماند جامد.....	۲۰۷
شکل ۶-۸ سامانه بیوسل [۳].....	۲۱۰
شکل ۷-۸ سامانه کمپوگاز [۳].....	۲۱۱
شکل ۸-۸ سامانه شوارتینگ [۱۵].....	۲۱۲
شکل ۹-۸ سامانه لیند [۱۵].....	۲۱۲

۲۱۳.....	شکل ۸-۱۰ سامانه درانکو [۳].....
۲۱۴.....	شکل ۸-۱۱ سامانه والورگا [۱۲].....
۲۱۶.....	شکل ۸-۱۲ هاضم گنبد - ثابت [۱۶].....
۲۱۷.....	شکل ۸-۱۳ هاضم گنبد شناور.....
۲۱۸.....	شکل ۸-۱۴ هاضم استوانه‌ای [۱۶].....
۲۲۳.....	شکل ۹-۱ نمودار تانر [۲].....
۲۲۶.....	شکل ۹-۲ فرایند پیرولیز.....
۲۲۹.....	شکل ۹-۳ بخش‌های اصلی یک سامانه احتراق پسماند [۳].....
۲۳۰.....	شکل ۹-۴ شماتیک ساده‌ای از یک واحد زباله‌سوز [۳].....
۲۳۴.....	شکل ۹-۵ واحد تولید نیرو از احتراق پسماند جامد [۱۰].....
۲۳۷.....	شکل ۹-۶ کوره شبکه‌ای متحرک [۱۲].....
۲۳۸.....	شکل ۹-۷ فرایندهای تخریب حرارتی در مناطق مختلف کوره متحرک شبکه‌ای [۱۳].....
۲۴۰.....	شکل ۹-۸ طرح شماتیک سه نوع شبکه در کوره زباله‌سوز [۱۴].....
۲۴۱.....	شکل ۹-۹ انواع طراحی کوره در واحد زباله‌سوزی [۳].....
۲۴۲.....	شکل ۹-۱۰ زباله‌سوز با کوره دوار [۹].....
۲۴۳.....	شکل ۹-۱۱ زباله‌سوز با بستر سیال [۱۹].....
۲۴۵.....	شکل ۹-۱۲ اجزای اصلی تشکیل دهنده خاکستر زیرین زباله‌سوز (جداسازی دستی) [۲۳].....
۲۵۰.....	شکل ۹-۱۳ ساختار شیمیایی تعدادی از ترکیبات PAH.....
۲۵۰.....	شکل ۹-۱۴ ساختار شیمیایی دی اکسین و فوران.....
۲۵۲.....	شکل ۹-۱۵ ساختار سیکلون [۲۹].....
۲۵۲.....	شکل ۹-۱۶ ساختار فیلتر الکتروستاتیک [۹].....
۲۵۳.....	شکل ۹-۱۷ فیلتر کیسه‌ای [۳۲].....
۲۵۴.....	شکل ۹-۱۸ سیستم شوینده خشک [۹].....
۲۵۵.....	شکل ۹-۱۹ سیستم شوینده تر بر مبنای برج پر شده [۹].....
۲۵۷.....	شکل ۹-۲۰ احیای انتخابی غیر کاتالیزوری ترکیبات اکسیدهای نیتروژن در فرایند SNCR [۹].....
۲۵۷.....	شکل ۹-۲۱ اساس عملکرد احیای کاتالیزوری ترکیبات اکسیدهای نیتروژن در فرایند SCR [۹].....
۲۵۸.....	شکل ۹-۲۲ اساس عملکرد فیلتر کیسه‌ای با اکسیداسیون کاتالستی [۹].....
۲۶۶.....	شکل ۱۰-۱ خاک چال رآکتوری سستی.....
۲۶۷.....	شکل ۱۰-۲ خاک چال بیورآکتوری.....

فهرست □ غ

شکل ۳-۱۰	بیورآکتور فلاشینگ.....	۲۶۷
شکل ۴-۱۰	خاک چال شبه هوازی بیورآکتوری.....	۲۶۸
شکل ۵-۱۰	تغییر در ترکیبات شیمیایی شیرابه و گاز با گذشت زمان در خاک چال [۲].....	۲۷۰
شکل ۶-۱۰	نمونه برداری با نمونه گیر قاشقی.....	۲۷۹
شکل ۷-۱۰	حفاری با اوگر (مته).....	۲۷۹
شکل ۸-۱۰	انواع شکست شیب (شیروانی) در مدفن پسماند.....	۲۸۵
شکل ۹-۱۰	شیب عمومی لایه های سطوح اصلی در طراحی خاک چال [۴].....	۲۸۶
شکل ۱۰-۱۰	موازنه آب در خاک چال [۴].....	۲۸۹
شکل ۱۱-۱۰	تغییرات تبخیر - تعرق نسبی بر حسب افت آب در لایه خاک [۲].....	۲۹۱
شکل ۱۲-۱۰	مدل پوشش روئین [۲].....	۲۹۶
شکل ۱۳-۱۰	پوشش زیرین در خاک چال برای ممانعت از نفوذ شیرابه به آب های زیرزمینی.....	۲۹۸
شکل ۱۴-۱۰	نصب ژئو غشا در کف مدفن پسماند.....	۳۰۱
شکل ۱۵-۱۰	ژئونت مورد استفاده در خاک چال.....	۳۰۳
شکل ۱۶-۱۰	ساختار عمومی آستر زیرین تک لایه، لایه مضاعف و لایه کامپوزیتی.....	۳۰۴
شکل ۱۷-۱۰	سیستم جمع آوری شیرابه [۲۵].....	۳۱۰
شکل ۱۸-۱۰	گیاه پالایی.....	۳۱۶
شکل ۱۹-۱۰	لایه های مختلف پوشش روئین مدفن پسماند.....	۳۱۷
شکل ۲۰-۱۰	مدیریت گاز در خاک چال.....	۳۲۰
شکل ۲۱-۱۰	پیش بینی تخمینی حجم گاز متان تولیدی در یک مدفن پسماند [۳۵].....	۳۲۲
شکل ۲۲-۱۰	جمع آوری بیوگاز از مدفن پسماند با روش فعال [۳۶].....	۳۲۳
شکل ۲۳-۱۰	نمودارهای تغییرات فشار و خطوط جریان گاز در سرتاسر بدنه خاک چال [۲].....	۳۲۴
شکل ۲۴-۱۰	مشعل روباز.....	۳۲۵
شکل ۲۵-۱۰	سیستم مشعل بسته.....	۳۲۶
شکل ۲۶-۱۰	نمونه نقشه جانمایی خاک چال.....	۳۳۰
شکل ۲۷-۱۰	انواع دستگاه های مورد استفاده در خاک چال.....	۳۳۱
شکل ۲۸-۱۰	روش های قرارگیری پسماند در محل خاک چال [۲].....	۳۳۲
شکل ۲۹-۱۰	چارچوب ارزیابی چرخه حیات [۴۲].....	۳۳۴
شکل ۳۰-۱۰	اثرت زیست محیطی خاک چال بر آب، خاک و هوا در فواصل مکانی مختلف [۲].....	۳۳۵
شکل ۳۱-۱۰	پدیده گلخانه ای.....	۳۳۶

ف □ مهندسی و مدیریت پسماند

- شکل ۱۰-۳۲ تغییرات غلظت زایلین در آب زیرزمینی ۳۳۹
- شکل ۱۱-۱ مراحل مدیریت پسماند بیمارستانی [۴]..... ۳۴۸
- شکل ۱۱-۲ درصد انواع تولید پسماند در مصر [۲]..... ۳۴۹
- شکل ۱۱-۳ مدیریت پسماند جامد صنعتی..... ۳۵۰
- شکل ۱۱-۴ مقایسه مقادیر تولید گازهای گلخانه‌ای از انواع منابع تولید کننده انرژی در سطح دنیا [۹]..... ۳۵۱