

پسماندهای معدنی
ویژگی‌ها، بهسازی
و اثرات زیست‌محیطی

نویسنده:

برند جی لوترموزر

ترجمه‌ی:

دکتر هادی حاجی‌زاده نامقی

دکتر سحر آرمان‌پور

سرشناسه: لوترموزر، برند جی. ۱۹۶۱ - م. Lottermoser, Bernd G

عنوان و نام پدیدآور: پسماندهای معدنی: ویژگی‌ها، بهسازی و اثرات زیست‌محیطی / نویسنده برند جی لوترموزر؛ ترجمه‌ی هادی حاجی‌زاده نامقی، سحر آرمان‌پور.

وضعیت نشر: تهران، نشر تالاب، ۱۳۹۶. مشخصات ظاهری: ۴۰۰ ص: مصور، جدول، نمودار.

فروست: نشر تالاب ۶۱؛ علوم زمین، آینده، پایداری؛ ۴.

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۰۷۸-۴۰-۲ وضعیت فهرست‌نویسی: فیا

یادداشت: عنوان اصلی:

Mine wastes: characterization, treatment and environmental impacts, 3rd ed, 2010.

موضوع: معدن و ذخایر معدنی - صنعت و تجارت - زباله‌زدایی.

Waste disposal - Mineral industries موضوع:

موضوع: معدن و ذخایر معدنی - زباله‌زدایی - جنبه‌های زیست‌محیطی.

Mines and mineral resources - Waste disposal - Environmental aspects موضوع:

Metal wastes موضوع: زباله‌های فلزی

شناسه‌افزوده: حاجی‌زاده نامقی، هادی، ۱۳۵۹ - مترجم.

شناسه‌افزوده: آرمان‌پور، سحر، ۱۳۵۹ - مترجم.

رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۶ ل۹ م/۶۸۹۹ TDA رده‌بندی دیویی: ۶۲۲/۰۲۸۶

شماره کتاب‌شناسی ملی: ۴۶۲۴۴۹۰

نشر تالاب آینده‌ای پایدار برای تو

پسماندهای معدنی: ویژگی‌ها، بهسازی و اثرات زیست‌محیطی

Mine Wastes; Characterization, Treatment and Environmental Impacts

نویسنده: برند جی لوترموزر ترجمه‌ی: دکتر هادی حاجی‌زاده نامقی؛ دکتر سحر آرمان‌پور

با همکاری: لیتوگرافی مهرشاد؛ چاپ و صحافی مهرگان

نوبت چاپ: اول، ۱۳۹۶ شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه؛ وزیری: ۴۰۰ صفحه

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۰۷۸-۴۰-۲ قیمت: ۳۸۰۰۰ تومان

تمام حقوق چاپ و نشر این اثر محفوظ و در اختیار مترجمان است.

هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات آن بدون اجازه‌ی کتبی ممنوع است.

متخلفان به‌موجب قانون حمایت از حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان ایران تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

مسئولیت صحت مطالب کتاب بر عهده‌ی مترجمان است.

نشر تالاب، ناشر تخصصی علوم و مهندسی محیط‌زیست؛ علوم زمین: HSE، انرژی و توسعه‌ی پایدار

پست الکترونیک: info@wetlandpress.com

همراه: ۰۹۱۲۳۸۴۶۹۱۰

مراکز پخش:

دانشیران: تهران، میدان انقلاب، خیابان شهید منیري جاوید (اردیبهشت)، نبش خیابان وحید نظری، پلاک ۱۴۲، تلفن: ۶۶۴۰۰۲۲۰

کتابیران: تهران، میدان انقلاب، خیابان شهید لبافی‌نژاد، بین خیابان دوازده فروردین و اردیبهشت، پلاک ۲۳۸

تلفن: ۶۶۴۸۳۵۴۵ وبسایت: www.ketabiran.ir

فروشگاه الکترونیکی نشر تالاب: www.keta.ir/talab

فهرست مطالب

۹	پیش‌گفتار
۱۱	فصل اول: مقدمه‌ای بر پسماندهای معدنی
۱۱	۱-۱. هدف کتاب
۱۴	۱-۲. تعاریف
۱۴	۱-۲-۱. فعالیت‌های معدنی
۱۴	۱-۲-۲. فلزات، کان‌سنگ‌ها و کانی‌های صنعتی
۱۵	۱-۲-۳. پسماندهای معدنی
۲۳	۱-۳. تولید پسماندهای معدنی
۲۶	۱-۴. پسماندهای معدنی: فراورده‌های جانبی ناخواسته یا منابع ارزشمند؟
۲۹	۱-۵. معدن‌کاری و اثرات زیست‌محیطی
۳۶	۱-۵-۱. آلودگی
۳۷	۱-۵-۲. معدن‌کاری قدیمی
۴۴	۱-۵-۳. معدن‌کاری بدون نظارت امروزی
۴۷	۱-۵-۴. قوانین معدن‌کاری نوین
۵۰	۱-۶. احیاء معادن و محل‌های نگهداری پسماندهای معدنی
۵۵	۱-۷. خلاصه
۵۷	فصل دوم: پسماندهای معدنی سولفیدی
۵۷	۱-۲. مقدمه
۶۰	۱-۲-۲. هوازدگی پسماندهای معدنی سولفیدی
۶۰	۱-۲-۳. واکنش‌های تولیدکننده‌ی اسید
۶۰	۱-۲-۴. پیریت
۷۴	۱-۲-۲-۲. دیگر سولفیدها
۷۶	۱-۲-۳-۲. دیگر کانی‌ها
۷۷	۱-۲-۴-۲. واکنش‌های خنثی‌کننده‌ی اسید
۷۸	۱-۲-۴-۲-۱. سیلیکات‌ها
۸۰	۱-۲-۴-۲-۲. کربنات‌ها
۸۲	۱-۲-۴-۲-۳. کاتیون‌های تبادل‌ی
۸۳	۱-۲-۴-۲-۴. نرخ‌های واکنش
۸۵	۱-۲-۵. پسماندهای معادن زغال‌سنگ

۸۶	۲-۵-۱. احتراق خودبه خودي مواد زائد پيريتي
۸۹	۲-۶-۱. تشکيل و انحلال کاني هاي ثانويه
۹۳	۲-۶-۱. کاني هاي ثانويه ي قبل و بعد از معدن کاري
۹۶	۲-۶-۲. حلاليت کاني هاي ثانويه
۹۸	۲-۶-۳. مصرف و توليد اسيد
۹۸	۲-۶-۴. پوشش ها و لايه هاي سخت
۱۰۱	۲-۷-۱. پيش بيني توليد اسيد
۱۰۱	۲-۷-۱. مدل سازي زمين شناسي
۱۰۲	۲-۷-۲. تشریح زمين شناسي، سنگ نگاري، ژئوشيميائي و کاني شناسي
۱۰۴	۲-۷-۳. نمونه برداري
۱۰۵	۲-۷-۴. آزمایش های ژئوشيميائي
۱۰۵	۲-۷-۴-۱. آزمایش های استاتيکي
۱۱۱	۲-۷-۴-۲. آزمایش های کينتيکي
۱۱۵	۲-۷-۵. مدل سازي اکسيداسيون دامپ هاي مواد زائد سولفيدي
۱۱۶	۲-۸-۱. کنترل و نظارت مواد زائد سولفيدي
۱۱۸	۲-۹-۱. اثرات زيست محيطي
۱۱۹	۲-۹-۱. آلودگي خاک و رسوب
۱۲۵	۲-۹-۲. کلونيزه شدن گياهان
۱۲۶	۲-۱۰-۱. کنترل اکسيداسيون سولفيد
۱۲۹	۲-۱۰-۱. پوشش هاي تر
۱۳۰	۲-۱۰-۲. پوشش هاي خشک
۱۳۳	۲-۱۰-۱. پوشش هاي غير اشباع
۱۳۳	۲-۱۰-۲. پوشش هاي اشباع
۱۳۶	۲-۱۰-۳. پوشش هاي انباشت و رها
۱۳۷	۲-۱۰-۳. محصور سازي، دفع در داخل پيت و اختلاط با مواد زائد بي اثر
۱۳۸	۲-۱۰-۴. دفع با يکديگر و آميختن با مواد خنثي کننده
۱۴۰	۲-۱۰-۵. افزودن مواد زائد آلي
۱۴۱	۲-۱۰-۶. باکتری کش ها
۱۴۲	۲-۱۱. خلاصه
۱۴۵	فصل سوم: آب معدن
۱۴۵	۳-۱. مقدمه
۱۴۹	۳-۲. منابع زهاب اسيدي معدن
۱۵۲	۳-۳. تعيين ويژگي هاي آب هاي معدن
۱۵۵	۳-۳-۱. نمونه برداري و تجزيه
۱۵۶	۳-۴-۱. طبقه بندي
۱۵۸	۳-۴-۱. آب هاي اسيدي
۱۵۹	۳-۴-۲. آب هاي شديدآ اسيدي
۱۶۰	۳-۴-۳. آب هاي خنثي تا قليائي

۱۶۱	۴-۴-۳ آب‌های معادن زغال سنگ
۱۶۱	۵-۳ فرایندها
۱۶۲	۱-۵-۳ فعالیت میکروبیولوژیکی
۱۶۴	۲-۵-۳ رسوب و انحلال کانی‌های ثانویه
۱۷۰	۳-۵-۳ هم‌رسوبی
۱۷۰	۴-۵-۳ جذب و واجذب
۱۷۲	۵-۵-۳ شرایط Eh-pH
۱۷۴	۶-۵-۳ عناصر سنگین
۱۷۶	۷-۵-۳ سیستم آهن
۱۸۰	۸-۵-۳ سیستم آلومینیوم
۱۸۲	۹-۵-۳ سیستم آرسنیک
۱۸۴	۱۰-۵-۳ سیستم جیوم
۱۸۴	۱۱-۵-۳ سیستم سولفات
۱۸۶	۱۲-۵-۳ سیستم کربنات
۱۸۸	۱۳-۵-۳ بافر کردن pH
۱۸۹	۱۴-۵-۳ کدورت
۱۹۰	۶-۳ پیش‌بینی ترکیب شیمیایی آب معدن
۱۹۰	۱-۶-۳ مدل‌سازی زمین‌شناسی
۱۹۱	۲-۶-۳ مدل‌سازی ریاضی و کامپیوتری
۱۹۳	۷-۳ شاخصه‌های صحرایی AMD
۱۹۴	۸-۳ پایش AMD
۲۰۱	۹-۳ زهاب اسیدی معدن از کپه‌های سنگ‌های باطله‌ی سولفیدی
۲۰۲	۱-۹-۳ هیدرولوژی دامپ‌های سنگ باطله
۲۰۴	۲-۹-۳ هوازدگی دامپ‌های سنگ باطله
۲۰۶	۳-۹-۳ تغییرات زمانی در زهاب‌های خروجی دامپ
۲۰۷	۱۰-۳ اثرات زیست‌محیطی
۲۰۸	۱-۱۰-۳ آلودگی آب سطحی
۲۰۹	۲-۱۰-۳ اثرات بر حیات آبزیان
۲۱۰	۳-۱۰-۳ آلودگی رسوب
۲۱۱	۴-۱۰-۳ آلودگی آب زیرزمینی
۲۱۲	۵-۱۰-۳ تغییر اقلیم
۲۱۳	۱۱-۳ روش‌های مدیریت AMD
۲۱۵	۱۲-۳ تصفیه‌ی AMD
۲۱۹	۱-۱۲-۳ خنثی‌سازی فعال
۲۲۳	۲-۱۲-۳ دیگر روش‌های تصفیه‌ی شیمیایی
۲۲۴	۳-۱۲-۳ خنثی‌سازی غیرفعال
۲۲۵	۱-۱۲-۳ زهکش‌های سنگ آهکی بی‌اکسیژن
۲۲۶	۲-۱۲-۳ سیستم‌های تولیدکننده‌ی قلیائیت متوالی
۲۲۷	۴-۱۲-۳ تالاب‌ها

۲۲۸	۱-۴-۱۲-۳. جریان سطحی یا تالاب هوازی
۲۲۹	۲-۴-۱۲-۳. جریان زیرسطحی یا تالاب بی‌هوازی
۲۳۱	۳-۴-۱۲-۳. استفاده از تالاب‌ها
۲۳۳	۵-۱۲-۳. واکنشگرهای زیستی
۲۳۴	۶-۱۲-۳. پُر کردن تونل‌های معدن
۲۳۵	۷-۱۲-۳. تصفیه‌ی آب زیرزمینی
۲۳۶	۱۳-۳. خلاصه
۲۳۹	فصل چهارم: تیلینگ‌ها
۲۳۹	۱-۴. مقدمه
۲۴۰	۲-۴. ویژگی‌های تیلینگ‌ها
۲۴۱	۱-۲-۴. مواد شیمیایی فرایندی
۲۴۲	۲-۲-۴. مایعات تیلینگ‌ها
۲۴۴	۳-۲-۴. مواد جامد تیلینگ‌ها
۲۴۵	۳-۴. مدهای باطله
۲۴۸	۱-۳-۴. هیدروژنولوزی تیلینگ‌ها
۲۵۱	۲-۳-۴. تولید AMD
۲۵۴	۳-۳-۴. شکستن سدهای باطله
۲۶۲	۴-۳-۴. پایش
۲۶۲	۵-۳-۴. پوشش‌های تر و خشک
۲۶۵	۴-۴. تخلیه‌ی تیلینگ‌های غلیظ‌شده و فناوری‌های گل اشباع
۲۶۶	۵-۴. پُر کردن
۲۶۸	۶-۴. دفع در رودخانه و دریاچه
۲۷۳	۷-۴. دفع مواد زائد در دریا
۲۷۶	۸-۴. بازیافت و استفاده‌ی مجدد
۲۸۰	۹-۴. خلاصه
۲۸۳	فصل پنجم: پسماندهای سیانیدی
۲۸۳	۱-۵. مقدمه
۲۸۴	۲-۵. منشأ و کاربردهای سیانید
۲۸۵	۳-۵. ترکیب شیمیایی سیانید
۲۸۶	۱-۳-۵. سیانید آزاد
۲۸۸	۲-۳-۵. ترکیبات ساده‌ی سیانید
۲۸۸	۳-۳-۵. سیانید کمپلکس‌شده
۲۸۸	۴-۵. استخراج طلا
۲۸۹	۱-۴-۵. فرایند لیچینگ توده‌ای
۲۹۰	۲-۴-۵. فرایند لیچینگ حوضچه‌ای/مخزنی
۲۹۱	۵-۵. مواد زائد هیدرومتالورژیکی
۲۹۲	۶-۵. آنالیز و پایش سیانید
۲۹۴	۷-۵. اثرات زیست‌محیطی

۲۹۷	۸-۵ تخریب سیانید
۲۹۸	۱-۸-۵ کاهیدگی طبیعی
۳۰۱	۲-۸-۵ کاهیدگی بهینه‌شده‌ی طبیعی
۳۰۲	۳۰-۸-۵ کاهیدگی مهندسی‌شده
۳۰۳	۹-۵ خلاصه
۳۰۵	فصل ششم: مواد زائد پرتوزای کان‌سنگ‌های اورانیوم
۳۰۵	۱-۶ مقدمه
۳۰۶	۲-۶ کلنی‌شناسی و ژئوشیمی اورانیوم
۳۰۶	۱-۲-۶ کان‌سنگ‌های اورانیوم
۳۰۷	۲-۲-۶ ماسه‌های پلاسری و ساحلی
۳۰۸	۳-۶ شیمی محیط‌های آبگین اورانیوم
۳۰۸	۱-۳-۶ انحلال اکسیداسیونی کانی‌های اورانیومی
۳۱۰	۲-۳-۶ حلالیت اورانیوم
۳۱۱	۳-۳-۶ رسوب اورانیوم
۳۱۲	۴-۶ پرتوزایی
۳۱۲	۱-۴-۶ اصول پرتوزایی
۳۱۴	۲-۴-۶ واپاشی پرتوزای اورانیوم و توریم
۳۱۴	۱-۲-۴-۶ رادیوم
۳۱۶	۲-۲-۴-۶ رادون
۳۱۷	۳-۴-۶ واحدها و اندازه‌گیری پرتوزایی و دوز تابش
۳۱۷	۱-۳-۴-۶ واحدها
۳۱۹	۲-۳-۴-۶ اندازه‌گیری‌ها
۳۱۹	۴-۴-۶ تعادل و عدم تعادل پرتوزایی
۳۲۰	۵-۶ استخراج و استحصال اورانیوم
۳۲۲	۱-۵-۶ روش متداول استخراج و فراوری
۳۲۳	۲-۵-۶ روش لیچینگ برجا (ISL)
۳۲۸	۶-۶ مواد زائد ناشی از استخراج، فراوری و مواد زائد هیدرومتالورژیکی
۳۳۰	۷-۶ تیلینگ
۳۳۰	۱-۷-۶ پرتوزایی تیلینگ‌ها
۳۳۱	۲-۷-۶ بخش جامد تیلینگ‌ها
۳۳۳	۳-۷-۶ بخش مایع تیلینگ‌ها
۳۳۴	۴-۷-۶ دفع تیلینگ‌ها
۳۳۸	۵-۷-۶ پایداری طولانی‌مدت سدهای باطله
۳۳۹	۸-۶ آب معدن
۳۴۰	۱-۸-۶ ترکیب شیمیایی آب
۳۴۰	۲-۸-۶ تصفیه
۳۴۳	۹-۶ پایش
۳۴۴	۱۰-۶ خطرات تابش

۳۴۴	۱-۱۰-۶. دوز تابش و سلامت انسان
۳۴۶	۲-۱۰-۶. تماس تابش در محیط کار
۳۴۹	۱۱-۶. اثرات زیست‌محیطی
۳۵۴	۱-۱۱-۶. پرتوزایی و انتشار زیاد رادون
۳۵۴	۲-۱۱-۶. به‌کارگیری نادرست تیلینگ‌ها و سنگ‌های باطله
۳۵۵	۳-۱۱-۶. شکست سد باطله
۳۵۵	۴-۱۱-۶. آلودگی خاک و رسوب
۳۵۷	۵-۱۱-۶. آلودگی آب زیرزمینی و سطحی
۳۵۸	۶-۱۱-۶. زهکشی زهاب اسیدی
۳۵۸	۱۲-۶. خلاصه
۳۶۳	فصل هفتم: مواد زائد فسفاته و کان‌سنگ‌های پتاس
۳۶۳	۱-۷. مقدمه
۳۶۴	۲-۷. پسماندهای معدنی پتاس
۳۶۴	۱-۲-۷. سنگ معدن پتاس
۳۶۴	۲-۲-۷. مواد زائد ناشی از استخراج و فراوری
۳۶۶	۳-۷. پسماندهای معدنی فسفاته
۳۶۶	۱-۳-۷. سنگ فسفاته
۳۶۸	۱-۱-۳-۷. کانی‌شناسی و ژئوشیمی
۳۶۸	۲-۳-۷. مواد زائد ناشی از استخراج، فراوری و استخراج هیدرومتالورژیکی
۳۷۲	۳-۳-۷. فسفوژیس
۳۷۲	۱-۳-۳-۷. کانی‌شناسی و ژئوشیمی
۳۷۴	۲-۳-۳-۷. رادیوشیمی
۳۷۵	۴-۳-۷. دفع فسفوژیس
۳۷۵	۱-۴-۳-۷. دفع در رودخانه و دریا
۳۷۶	۲-۴-۳-۷. پُر کردن معادن
۳۷۶	۳-۴-۳-۷. کپه‌های فسفوژیس
۳۷۹	۴-۴-۳-۷. بازیافت
۳۸۱	۵-۳-۷. خطرات بالقوه و اثرات زیست‌محیطی
۳۸۱	۱-۵-۳-۷. فسفوژیس
۳۸۴	۲-۵-۳-۷. سنگ‌های باطله و تیلینگ‌ها
۳۸۴	۴-۷. خلاصه
۳۸۷	منابع

پیش‌گفتار

جوامع بشری از دیرباز تاکنون در تلاش برای رشد اقتصادی و بهبود استانداردهای زندگی بوده‌اند که بخش مهمی از آن، به بهره‌برداری از منابع معدنی وابسته است. استخراج منابع معدنی با تولید حجم زیادی از پسماندهای مایع و جامد همراه است. از نظر حجمی، معادن بزرگ‌ترین منبع تولید پسماند در جهان محسوب می‌شوند و حاوی مقادیر زیادی از عناصر و ترکیباتی هستند که برای بشر و به‌طور کلی محیط‌زیست خطرناک است. نتیجه‌ی این نیاز بشری در تقابل با خواسته‌های جامعه برای داشتن محیطی پاک است. امروزه نقش زمین‌شناسان و معدن‌کاران فراتر از اکتشاف و استخراج منابع معدنی است. دست‌اندرکاران بخش معدن بایستی تمامی ملاحظات زیست‌محیطی را در همه‌ی مراحل آن، از اکتشاف منابع معدنی گرفته تا توسعه و استخراج و حتی پس از تعطیلی معدن، رعایت نمایند.

مقالات متعددی در ارتباط با پسماندهای معدنی و اثرات آن‌ها بر محیط‌زیست وجود دارد، اما کتاب جامعی که به‌طور یکپارچه، تقریباً تمامی مسائل زیست‌محیطی معادن و نیز راهکارهای موجود را پوشش دهد، بسیار کم است. کتاب حاضر ترجمه‌ی اثری از پروفیسور برنرند جی. لوترموزر است. ایشان دارای بیش از ۳۰ سال تجربه‌ی کار و تدریس در زمینه‌ی ژئوشیمی زیست‌محیطی و پسماندهای معدنی در کشورهای استرالیا، آلمان و انگلستان است و پروژه‌های مختلفی را در این رابطه در سراسر دنیا به انجام رسانده است. این کتاب به بررسی ویژگی‌های پسماندهای معدنی، به‌ویژه پسماندهای سولفیدی می‌پردازد و ضمن بیان ویژگی‌های آن‌ها، بعضی از جنبه‌های بهداشتی و خطرات مرتبط با آن‌ها را بیان می‌کند و به تشریح روش‌های مختلف کنترل و مدیریت این گونه پسماندها می‌پردازد. این مجموعه در ویرایش سوم خود است و هم‌اکنون به‌طور گسترده در دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مخاطبان این کتاب شامل دانشجویان و پژوهشگران در رشته‌های زمین‌شناسی، محیط‌زیست، معدن و سایر علوم مرتبط هستند. امید است علاقه‌مندان با مطالعه‌ی این کتاب، ضمن فهم و درک عمیق از مشکلات ناشی از پسماندهای معدنی، به شناخت کافی در ارتباط با مدیریت این گونه پسماندها در محیط‌زیست دست یابند.