



زیست فناوری

در فرآوری مواد معدنی

گردآوری و تدوین:

سید محمد رؤف حسینی

استادیار دانشکده مهندسی معدن

دانشگاه صنعتی اصفهان



مرکز انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان

واحد صنعتی اصفهان

سرشناسه

عنوان و نام پدیدآور

مشخصات نشر

مشخصات ظاهری

شابک

وضعیت فهرست نویسی

یادداشت

موضوع

موضوع

شناسه افزوده

رده بندی کنگره

رده بندی دیویی

شماره کتابشناسی ملی

حسینی، سیدمحمدرفوف، ۱۳۶۱-

زیست فناوری در فرآوری مواد معدنی / گردآوری و تدوین سیدمحمدرفوف حسینی.

اصفهان، جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان - مرکز انتشارات، ۱۳۹۶.

۲۶۴ ص: مصور، جدول.

۹۷۸-۶۰۰-۸۱۵۷-۵۴-۰۰

فیبا

کتابنامه.

مواد معدنی -- تکنولوژی زیستی

Minerals -- Biotechnology

جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی اصفهان، مرکز انتشارات

۱۳۹۶ هـ ۸/۲۳/۷۸ TN

۶۶۹/۰۲۸۲

۴۹۲۷۲۹۴

مدیر اجرایی : رضا زمانی زاده

ناظر فنی : محمد احمدی

صفحه آرای : علیرضا نورزاد لاله

و طرح جلد

زیست فناوری در فرآوری مواد معدنی

دکتر سید محمد رفوف حسینی

مهندس نبیل احمدی

جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان - مرکز انتشارات

اول

تاریخ نشر

۱۳۹۶

شمارگان

۵۰۰ جلد

تعداد صفحات

۲۶۴

چاپ

نکاره

نکاره

قیمت

۱۶۰۰۰۰ ریال

تغییر قیمت کتاب بدون اجازه کتبی ناشر، مجاز نمی باشد.

☆ صحت مطالب کتاب به عهده مؤلف بوده و ناشر مسئولیتی در این موضوع ندارد.

☆ حق چاپ برای ناشر محفوظ است، تکثیر این کتاب یا بخشی از آن به هر شکل، بدوناً ممنوع بوده و دارای پیگرد قانونی است.

☆ نشانی ناشر : اصفهان - دانشگاه صنعتی اصفهان - جهاد دانشگاهی - مرکز انتشارات : ۰۲۱-۲۳۹۱۲۷

دورنگار : ۰۲۱-۲۳۹۱۲۵۴۱

فروشگاه : ۰۲۱-۲۳۹۱۲۹۴

نشانی الکترونیکی : sec.iut@acecr.ac.ir

درگاه : www.jdiut.ac.ir

www.isba.ir

مراکز پخش:

۱- کتابفروشی جهاد دانشگاهی (اصفهان) - دانشگاه صنعتی اصفهان - تلفن: ۰۲۱-۲۳۹۱۲۵۹۴

۲- نمایشگاه کتاب جهاد دانشگاهی (تهران) - خیابان انقلاب اسلامی - بین خیابان فلسطین و چهارراه ولی عصر (عج) - ج۱ - پلاک ۱۰۸ - نمایشگاههای

فرهنگی ایران تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۸۷۶۶

۳- علم گستر سیاهان (اصفهان) - خیابان سیدعلیخان - حدفاصل کوچه محمدآباد و خیابان پاسداران (باغ گلستانه) پلاک ۱۰۸ تلفن: ۰۲۱-۲۳۲۰۰۲۸۲

۴- کتابیران (تهران) - خیابان لبافی نژاد - بین خیابان فروردین و اردیبهشت - پلاک ۲۳۸ تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۹۴۰۹

۵- انتشارات سروش دانش (تهران) - میدان انقلاب - خیابان کارگر جنوبی - خیابان روانمهر - کوچه درخشان پلاک ۴ تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۹۷۲۰۳

شماره تماس برای خرید تلفنی کتاب از سراسر کشور: ۰۳۱-۳۳۹۱۲۵۹۴

امروزه با توجه به کاهش منابع پرعیار، نیاز به بازیابی مواد باارزش از کانسارهای کم‌عیار، باطله‌های معادن و کارخانجات فرآوری مواد معدنی، پسماندهای صنعتی و متالورژیکی، زباله‌های الکترونیکی و شهری و حتی پساب‌های معدنی و صنعتی حاوی فلزات، هر روز پررنگ‌تر می‌شود. به این منظور، استفاده از روش‌های کم هزینه پرعیارسازی و بازیافت که محصول تولیدی آنها از نظر اقتصادی توانایی رقابت با روش‌های مرسوم استحصال فلز از منابع پرعیار را داشته باشد، امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. این روش‌ها باید از نظر انرژی، کم مصرف بوده و نیازی به مواد اولیه گران قیمت رفرآیندهای پیچیده با هزینه‌های سرمایه‌گذاری و عملیاتی بالا نداشته باشند.

در این میان، ملاحظات زیست محیطی و استفاده از مواد دوست‌دار محیط زیست هم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. بیشتر فرآیندهای کنونی، باعث آزادسازی گازهای سمی و پسماندهای شیمیایی خطرناک و آلودگی هوا، آب و خاک شده و علاوه بر ایجاد خطرات و صدمات جبران ناپذیر برای انسان و سایر موجودات زنده، عملکرد کارخانجات را با مشکلات جدی و گاهی با توقف‌های طولانی مدت یا تعطیلی روبرو می‌سازد.

با در نظر گرفتن موارد فوق، روش‌های بی‌سی (بیوفناوری) بعنوان جایگزینی مناسب برای فرآیندهای مذکور معرفی شده‌اند. در این روش‌ها از توانمندی ارگانیسم‌های زنده، مانند باکتری‌ها، قارچ‌ها، جلبک‌ها و گیاهان برای پرعیارسازی کانی باارزش، انحلال فلزات از منابع اولیه، ثانویه و حتی کنسانتره‌ها، بهبود کیفیت مواد معدنی و تولید مواد پیوسته بهره‌داری می‌شود. به علاوه، از این فناوری می‌توان در تصفیه آلودگی‌ها و پساب‌های ناشی از فرآیندهای صنعتی و معدنی نیز بهره‌برداری نمود. از آنجاکه در این فرآیندها از پتانسیل موجود در طبیعت استفاده می‌شود، آسیب‌های ناشی از آنها به میزان زیادی کاهش می‌یابد. بیشتر فرآیندهای میکروبی در pH خنثی و دمای محیط انجام می‌شوند و مواد مورد استفاده در آنها معمولاً از پسماندهای بی ارزش صنایع غذایی و دارویی قابل تامین است. بنابراین، استفاده از آنها نسبت به فرآیندهای رایج، ساده‌تر، ارزان‌تر و کم ضررتر است.

البته، به کار بردن فرآیندهای زیستی در صنعت، با چالش‌هایی هم مواجه است، که تا رفع کامل آنها راه درازی در پیش است. از جمله مسائلی که باید برطرف شوند عبارتند از سینتیک آرام و کارایی پایین عملیات، امکان آلودگی با میکروب‌های ناخواسته و دانش فنی محدود. به منظور رفع موانع مذکور، تحقیقات گسترده‌ای در سراسر دنیا در حال انجام است و هر روز دستاوردهای نوینی حاصل می‌شود.

در کشور ما نیز مدت‌هاست که ضرورت حرکت به سمت توسعه فناوری زیستی در چشم-انداز توسعه علمی کشور لحاظ شده و گسترش کاربردهای آن در علوم مهندسی مورد توجه قرار گرفته است. لذا با عنایت به علاقه روزافزون به پژوهش در زمینه استفاده از فناوری زیستی در مهندسی معدن و ارایه نامه جدید رشته مهندسی معدن، بویژه در گرایش فرآوری مواد معدنی، که شامل درس "بیومتری در فرآوری مواد معدنی" می‌باشد، بر آن شدم تا با توجه به کمبود منابع لازم در این زمینه، بهره‌ای به زبان فارسی، کتاب حاضر را با بهره‌گیری از کتب و مقالات ارزشمند موجود، در هفت فصل گوناگون آوری نمایم تا ان شاء الله بعنوان منبعی مفید در ارایه درس مذکور در دانشگاه‌های کشور مورد استفاده قرار گیرد.

از استادان و دانشجویان محترم خواننده کتاب درخواست می‌کنم که بنده را از نظرات ارزشمند خود در جهت بهبود کیفیت و کمیت این نوشته، بهره‌مند سازند.

باتشکر

یدمحمد مدرثوف حسینی

۰۳۱ ۳۳۹ ۵۱۰۰

r.hosseini@cc.iut.ac.ir

پاییز ۱۳۹۶

فصل اول: مبانی میکروبیولوژی

۱-۱ مقدمه	۱
۲-۱ سلول	۲
۳-۱ تاکسونومی و فیلوژنی	۳
۴-۱ پروکاریوت ها	۵
۵-۱ یکاریوت ها	۹
۶-۱ تنه میکروارگانیسم ها	۱۳
۶-۱-۱ طیف بندگی میکروارگانیسم ها بر اساس نحوه تامین مواد غذایی و انرژی	۱۴
۶-۱-۲ نقش بدن در تبادل مغذی توسط سلول	۱۷
۶-۱-۳ محیط دست	۱۹
۶-۱-۴ انواع محیط کشت	۲۲
۷-۱ خالص سازی میکروارگانیسم ها و روش کشت جامد	۲۲
۸-۱ رشد میکروبی	۲۵
۸-۱-۱ منحنی رشد	۲۵
۸-۱-۲ اندازه گیری رشد میکروبی	۲۷
۸-۱-۳ معادلات اساسی سینتیک رشد میکروبی	۲۹
۸-۱-۴ رشد میکروبی پیوسته	۳۲
۸-۱-۵ موازنه جرم در کموستات	۳۴
۸-۱-۶ تاثیر متغیرهای محیطی بر رشد	۳۸
۸-۱-۷ کنترل رشد میکروبی	۴۴
۹-۱ تامین انرژی سلول	۴۷
۱۰-۱ آنزیم ها	۵۴
۱۱-۱ بیوفیلم	۶۰
کتابنامه	۶۱

فصل دوم: مبانی لیچینگ زیستی کانی‌های سولفیدی

۶۳	۱-۲ مقدمه
۶۴	۲-۲ میکروارگانیزم‌های رایج در لیچینگ سولفیدها
۶۸	۳-۲ تامین کربن
۶۹	۴-۲ تامین نیتروژن، فسفات و عناصر کم‌غلظت
۷۰	۵-۲ تولید انرژی
۷۳	۶-۲ سازگاری میکروارگانیزم‌های بولیچینگ
۷۶	۷-۲ مکانیسم‌های اصول بیوشیمیایی اکسیداسیون باکتریایی سولفیدهای فلزی
۷۹	۸-۲ اتصال باکتری، لیچ و تولید فلزی
۸۱	۹-۲ راهکار <i>L. FERROOXIDANS</i> برای کسب انرژی از کانی سولفیدی
۸۳	۱۰-۲ راهکار <i>A. FERRO OXIDANS</i> برای کسب انرژی از کانی سولفیدی
۸۵	۱۱-۲ نقش کاتالیستی نقره و پلاتین در لیچینگ زیستی و شیمیایی
۹۵	کتابنامه

فصل سوم: مبانی لیچینگ زیستی کانی‌های غیرسولفیدی

۹۷	۱-۳ مقدمه
۹۸	۲-۳ مکانیزم‌های درگیر در لیچینگ هتروتروف
۹۸	۱-۲-۳ احیای میکروبی
۱۰۱	۲-۲-۳ اسیدی کردن محیط
۱۰۳	۳-۲-۳ قلیایی کردن محیط
۱۰۵	۴-۲-۳ تشکیل کمپلکس
۱۱۰	۳-۳ عوامل موثر در فرآیند بولیچینگ
۱۱۰	۱-۳-۳ خصوصیات میکروارگانیزم‌ها
۱۱۱	۲-۳-۳ عوامل فیزیکی و شیمیایی
۱۱۲	۳-۳-۳ خصوصیات مواد لیچ شونده
۱۱۳	۴-۳ کاربردهای بولیچینگ هتروتروف

۱-۴-۳	استحصال فلزات از کانی‌های کم عیار و کنسانتره‌های معدنی	۱۱۳
۲-۴-۳	تصفیه کانی‌ها، خاک‌های صنعتی و زغالسنگ	۱۱۴
۳-۴-۳	بازیابی فلزات از مواد باطله و پسماندها	۱۱۵
۴-۴-۳	کاهش سمیت فلزات سنگین	۱۱۶
۵-۳	مزایا و معایب استفاده از میکروارگانیزم‌های هتروتروف	۱۱۷
۶-۳	راهکارهای عملیاتی بیولیچینگ هتروتروف	۱۱۸
۱۱۹	کتابنامه	

فصل ۱۰: کاربرد بیولیچینگ در رآکتورهای همزن‌دار، ایرلیفت و هیپ‌ها

۱-۴	مقدمه	۱۲۱
۲-۴	بیولیچینگ در تانک‌های همزن‌دار	۱۲۱
۱-۲-۴	ویژگی‌های بیولیچینگ در رآکتورهای جریان پیوسته حالت پایدار	۱۲۲
۲-۲-۴	طراحی رآکتورها	۱۲۸
۳-۴	بیولیچینگ در رآکتورها: ایرلیفت	۱۳۰
۴-۴	بیولیچینگ توده‌ای (هیپ)	۱۳۳
۱-۴-۴	کنترل کانسنگ	۱۴۲
۲-۴-۴	اندازه ذرات	۱۴۳
۳-۴-۴	فشرده‌گی و رسانایی هیدرولیکی	۱۴۴
۴-۴-۴	نقلیج، پاشش اسید و تخریب کربنات‌ها	۱۴۴
۵-۴-۴	شیمی محلول	۱۴۵
۶-۴-۴	تأثیر رسوبات	۱۴۵
۷-۴-۴	هوارسانی	۱۴۶
۸-۴-۴	پاشش اسید و کنترل دما	۱۴۶
۹-۴-۴	زیرسازی هیپ	۱۴۷
۱۴۷	کتابنامه	

فصل پنجم: جذب زیستی فلزات از محلول

۱۴۹	۱-۵ مقدمه
۱۵۰	۲-۵ انواع روش های جداسازی فلزات از محلول
۱۵۴	۳-۵ مکانیسم های جذب زیستی غیرفعال
۱۵۴	۱-۳-۵ تبادل یونی
۱۵۴	۲-۳-۵ جذب سطحی
۱۵۵	۳-۳-۵ تشکیل کمپلکس
۱۵۸	۴-۳-۵ پیرترسیب
۱۵۹	۴-۵ عوامل موثر بر جذب زیستی
۱۵۹	۱-۴-۵ تاثیر دما
۱۶۰	۲-۴-۵ تاثیر pH
۱۶۱	۳-۴-۵ تاثیر قدرت یونی
۱۶۲	۴-۴-۵ تاثیر حضور یون های دیگر
۱۶۲	۵-۵ نیروها و پیوندهای موثر در جذب زیستی
۱۶۵	۶-۵ سایت های اتصال
۱۶۸	۷-۵ جاذب های زیستی
۱۷۱	۸-۵ جذب زیستی توسط باکتری
۱۷۳	۹-۵ جذب زیستی توسط قارچ
۱۷۶	۱۰-۵ جذب زیستی توسط زیست توده کیتینی
۱۷۷	۱۱-۵ عملیات صنعتی جذب زیستی
۱۸۴	۱-۱۱-۵ سیستم همزن دار
۱۸۶	۲-۱۱-۵ ستون بستر پالسی
۱۸۶	۳-۱۱-۵ ستون بستر سیال
۱۸۷	۴-۱۱-۵ ستون های بستر ثابت
۱۸۹	کتابنامه

فصل ششم: بیوفلوکولاسیون و بیوفلوکولاسیون

۱-۶	مقدمه	۱۹۱
۲-۶	اتصال میکروب-کانی	۱۹۶
۱-۲-۶	راهکار ترمودینامیکی	۱۹۶
۲-۲-۶	راهکار DLVO توسعه یافته	۱۹۸
۳-۶	استفاده از سلول‌ها و تولیدات متابولیکی	۲۰۶
۴-۶	استفاده از بیواکسیداسیون سطحی	۲۱۲
	کتابنامه	۲۱۴

فصل هفتم: تولید زیستی نانوذرات از منابع معدنی

۱-۷	مقدمه	۲۱۷
۲-۷	ویژگی‌های زیست‌رسان نانوذرات فلزی	۲۱۸
۳-۷	سازوکار ساخت نانوذرات فلزی توسط قارچ‌ها	۲۱۹
۴-۷	سازوکار ساخت نانوذرات فلزی توسط باکتری‌ها	۲۲۲
۵-۷	سازوکار ساخت نانوذرات سوانه‌ای	۲۲۵
۶-۷	تشکیل نانوذرات کلوئیدی در بیولچینگ	۲۲۶
۷-۷	تولید زیستی نانوذرات از منابع معدنی	۲۲۹
۸-۷	راهکارهای تولید زیستی نانوذرات	۲۳۱
۹-۷	استفاده از باکتری در تولید نانوذرات	۲۳۲
۱۰-۷	استفاده از قارچ در تولید نانوذرات	۲۳۸
	کتابنامه	۲۴۲