

۱۹۳۵.۲.



آبشویه میکروبی

تالیف :

عباس اخوان سپهری

جاوید امینی

نازیلا قربان حسینی

سر شناسه: اخوان سپه‌ی، عباس، ۱۳۴۸.

عنوان و نام پدید آور: آبشویه میکروبی / عباس اخوان سپه‌ی، جاوید امینی، نازیلا قربان حسینی.

مشخصات نشر: تهران: دانشگاه آزاد اسلامی. سازمان چاپ و انتشارات، ۱۳۹۶.

مشخصات ظاهری: ۲۷۳ ص: مصور، جدول، نمودار.

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۵۰۰۳-۲

وضعیت فهرست نویسی: فیبا

یادداشت: کتابنامه.

موضوع: فروشویی باکتریایی

Bacterial leaching موضوع:

موضوع: فروشویی میکروبی - جنبه های زیست محیطی

Bacterial leaching - Environmental aspects موضوع:

موضوع: مواد معدنی - تکنولوژی زیستی

Minerals - Biotechnology موضوع:

موضوع: سنگ معدن - آماده سازی

Ore - dressing موضوع:

موضوع: معدن و صنایع معدنی - صنعت و تجارت

Mineral Industries موضوع:

شناسه افزوده: آبشویه میکروبی - ۱۳۳۵ -

شناسه افزوده: قربان حسینی، نازیلا - ۱۳۶۰ -

شناسه افزوده: دانشگاه آزاد اسلامی، سازمان چاپ و انتشارات

Islamic Azad University Publication شناسه افزوده:

رده بندی کنگره: ۱۳۹۶ الف ۳/۳۰۶۸۸

رده بندی دیویی: ۶۶۹/۰۲۸۳

شماره کتابشناسی ملی: ۵۰۱۱۷۹۸

عنوان کتاب: آبشویه میکروبی

مؤلفین: عباس اخوان سپه‌ی، جاوید امینی، نازیلا قربان حسینی

چاپ اول: ۱۳۹۶ شمارهگان: ۱۰۰۰

ناشر: سازمان چاپ و انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: سازمان چاپ و انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی

محل توزیع: دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۵۰۰۳-۲ ISBN

قیمت: ۵۵۰۰۰۰ ریال

فصل اول / معادن و فلزات	۱
۱-۱ معدن	۱
۲-۱ روش های استخراج معادن	۱
۱-۲-۱ روش های استخراج معادن روباز	۱
۲-۲-۱ روش های استخراج معادن زیرزمینی	۴
۱-۳ مهمترین معادن ایران از نظر موقعیت و ذخیره	۴
۱-۳-۱ معادن مس	۵
۱-۳-۲ معادن طلا	۷
۱-۳-۳ معادن سرب و روی	۱۰
۱-۳-۴ معادن کرومیت	۱۰
۱-۳-۵ معادن آهن	۱۱
۱-۳-۶ معادن منگنز	۱۱
۱-۳-۷ معادن اورانیوم	۱۱
فصل دوم/کانسنگ ها	۱۳
۲-۱ کانی ها	۱۳
۲-۲ انواع کانی های سولفیدی	۱۳
۲-۲-۱ کانی های سولفیدی نوع M_2X ، گروه کالکوسیت	۱۳
۲-۲-۲ کانی های سولفیدی نوع Mx ، گروه اسفالریت	۱۶
۲-۲-۳ کانی های سولفیدی نوع Mx_2 ، گروه پیریت	۱۹
۲-۳ کانی های مس	۲۳
۲-۴ کانه های طلا	۲۵
۲-۵ کانی های سرب و روی	۲۵
۲-۶ کانی های اورانیوم	۲۶

۳۱	فصل سوم/اروش های مرسوم در استخراج فلزات.....
۳۱	۳-۱ متالورژی
۳۱	۳-۱-۱ پیرومتالورژی
۳۳	۳-۱-۲ الکترومتالورژی
۳۳	۳-۱-۳ هیدرومتالورژی
۳۶	۳-۱-۴ بیوهیدرومتالورژی
۳۷	۳-۱-۴-۱ تاریخچه بیوهیدرومتالورژی
۴۳	۳-۲ بیوتکنولوژی در صنایع معدنی و متالورژی
۴۴	۳-۳ اهمیت نقش بیوهیدرومتالورژی در صنایع معدنی
۴۵	۳-۴ تعاریف فروشیویی
۴۸	۳-۵ عوامل موثر در فروشیویی زیستی
۵۷	۳-۶ مزایای فروشیویی زیستی نسبت به روش های فیزیکوشیمیایی مرسوم
۵۸	۳-۷ معایب فروشیویی زیستی
۵۹	فصل چهارم/ میکروارگانیزم ها و بیوهیدرومتالورژی
۵۹	۴-۱ میکروارگانیزم ها
۶۰	۴-۲ میکروارگانیزم های افراطی
۶۰	۴-۳ تقسیم بندی میکروارگانیزم ها از نظر منابع مورد نیاز ها
۶۲	۴-۳-۱ فتولیتوتروف
۶۲	۴-۳-۲ شیمیولیتوتروف
۶۲	۴-۳-۳ فتوآرگانوتروف
۶۳	۴-۳-۴ شیمیوآرگانوتروف و شیمیوهتروتروف
۶۳	۴-۴ پروتوتروف ها
۶۴	۴-۵ اکودوست ها
۶۴	۴-۶ پارازیت ها

- ۴-۷ تاریخچه کاربرد میکروارگانیزم ها در فرایند فروشویی..... ۶۴
- ۴-۸ میکروارگانیزم های مورد استفاده در فروشویی زیستی..... ۶۷
- ۴-۹ مراحل رشد میکروارگانیزم ها..... ۶۸
- ۴-۱۰ عوامل موثر بر رشد میکروارگانیزم ها در فروشویی زیستی..... ۶۹
- ۴-۱۱ دسته بندی میکروارگانیزم های بکار رفته در فرایند فروشویی میکروبی..... ۷۰
- ۴-۱۱-۱ طبقه بندی بر حسب مقاومت و تحمل حرارتی میکروارگانیزم ها..... ۷۰
- ۴-۱۱-۱-۱ گروه مزوفیل..... ۷۰
- ۴-۱۱-۱-۲ باکتری های تروموفیل معتدل..... ۸۰
- ۴-۱۱-۱-۳ آرکی های گرمادوست..... ۸۱
- ۴-۱۱-۲ طبقه بندی بر اساس قابلیت اکسیداسیون و احیا فلزات توسط میکروارگانیزم ها..... ۸۵
- ۴-۱۱-۲-۱ باکتری های نسیج کننده آهن..... ۸۶
- ۴-۱۱-۲-۲ باکتری های نسیج کننده گوگرد..... ۸۶
- ۴-۱۱-۲-۳ باکتری های اکسید کننده آهن و گوگرد..... ۸۷
- ۴-۱۱-۲-۴ باکتری های احیاءکننده آهن..... ۹۰
- ۴-۱۱-۲-۵ باکتری و آرکی های اکسید و احیاءکننده آهن..... ۹۱
- ۴-۱۱-۲-۶ باکتری های اکسید و احیاءکننده آهن و اکسید کننده گوگرد..... ۹۳
- فصل پنجم / میکروارگانیزم ها و فلزات..... ۹۵
- ۵-۱ مکانیزم های آبشویه سنگ های معدنی..... ۹۵
- ۵-۱-۱ مکانیزم شیمیایی..... ۹۵
- ۵-۱-۱-۱ روش های پیش تیمار کانسنگ های غیر قابل انحلال..... ۹۵
- ۵-۱-۲ مکانیزم میکروبی و انحلال زیستی..... ۹۶
- ۵-۱-۲-۱ مزیت های روش اکسیداسیون میکروبی نسبت به روش شیمیایی..... ۹۶
- ۵-۲ نحوه عملکرد میکروارگانیزم ها در فرایند فروشویی میکروبی..... ۹۷
- ۵-۳ فواید سنگ معدن برای میکروارگانیزم..... ۹۷

- ۴-۵ نحوه تبادل انرژی و مواد در میکروارگانیسم ها توسط زنجیره انتقال الکترون..... ۹۸
- ۵-۵ روش های تلقیح میکروارگانیسم به سنگ معدن..... ۹۹
- ۶-۵ فرایند تطابق یا سازش..... ۹۹
- ۷-۵ انواع مکانیسم های محلول سازی فلزات توسط میکروارگانیسم ها..... ۱۰۰
- ۸-۵ مکانیسم های انحلال بیولوژیک کانسنگ های سولفیدی..... ۱۰۱
- ۹-۵ واکنش های موثر در اکسیداسیون میکروبی..... ۱۰۲
- ۱-۹-۵ اکسیداسیون مستقیم باکتریایی..... ۱۰۳
- ۲-۹-۵ اکسیداسیون غیر مستقیم باکتریایی..... ۱۰۵
- ۱-۲-۹-۵ میکروبیوسولفات در آبشویی میکروبی..... ۱۰۷
- ۲-۲-۹-۵ مکانیسم پلوسولفید در آبشویی میکروبی..... ۱۰۹
- ۱۰-۵ حل کردن زیست سولفور آهن و سایر سولفورهای فلزی..... ۱۱۲
- ۱-۱۰-۵ اکسیداسیون کانی پریت..... ۱۱۲
- ۱۱-۵ اکسیداسیون کالکوپریت..... ۱۱۶
- ۱۲-۵ اکسیداسیون آهن..... ۱۱۹
- ۱۳-۵ اکسایش گوگرد عنصری و ترکیبات احیاء شده گوگردی..... ۱۲۰
- ۱-۱۳-۵ اکسایش گوگرد..... ۱۲۰
- ۲-۱۳-۵ اکسایش سولفیت..... ۱۲۱
- ۳-۱۳-۵ اکسایش تیوسولفات و تتراتیونات..... ۱۲۱
- ۱۴-۵ مکانیسم های تأثیر اسیدی تیوباسیلوس فرو اکسیدانس روی سولفات های معدنی..... ۱۲۲
- ۱۵-۵ جداسازی فلز از محصول عمل فروشویی..... ۱۲۳
- ۱۶-۵ استفاده از میکروارگانیسم ها در کانی آرایشی..... ۱۲۳
- ۱۷-۵ استفاده از میکروارگانیسم ها در تصفیه پساب ها..... ۱۲۳
- ۱۸-۵ کاتالیزهای مستعمل فرایندهای پالایش نفت..... ۱۲۵
- ۱-۱۸-۵ لجن های نفتی..... ۱۲۷

- ۱۲۸.....۵-۱۸-۲ فلزات موجود در لجن های نفتی و کاتالیست های مستعمل پالایشگاهی
- ۱۳۳.....۵-۱۹ روش های حذف فلزات سنگین از آب و فاضلاب
- ۱۳۳.....۵-۱۹-۱ روش های شیمیایی حذف فلزات سنگین
- ۱۳۳.....۵-۱۹-۲ روش های فیزیکی حذف فلزات سنگین
- ۱۳۴.....۵-۱۹-۳ روش های زیستی حذف فلزات سنگین
- ۱۳۵.....۵-۱۹-۳-۱ جذب سطحی زیستی Biosorption
- ۱۳۵.....۵-۱۹-۳-۲ تجمع زیستی Bioaccumulation
- ۱۳۶.....۵-۲۰ استفاده از میکروارگانیسم ها در جذب یون های فلزی
- ۱۳۷.....۵-۲۱ استفاده از میکروارگانیسم ها برای حل کردن
- ۱۳۸.....فصل ششم / فروشوبی زیستی در مقیاس آزمایشگاهی، صنعتی و نیمه صنعتی
- ۱۳۸.....۶-۱ روش های اجرای فرایند فروشوبی زیستی
- ۱۳۸.....۶-۲ کشت و مراحل رشد باکتری ها
- ۱۴۲.....۶-۳ معیارهای انتخاب باکتری برای فرایند فروشوبی زیستی
- ۱۴۳.....۶-۴ رشد باکتری های اکسید کننده آهن
- ۱۴۴.....۶-۴-۱ کشت اسیدی تیوباسیلوس
- ۱۴۴.....۶-۴-۱-۱ محیط جامد اصلاح شده با استفاده از ژلاتین برای جداسازی و شمارش گونه های اسیدی تیوباسیلوس
- ۱۴۵.....۶-۴-۲ روش های شمارش باکتری های مزوفیل اکسید کننده آهن
- ۱۴۵.....۶-۴-۲-۱ جداسازی، کشت و نگهداری اسیدی تیوباسیلوس فرااکسیدان
- ۱۴۷.....۶-۵ روش های انجام فروشوبی میکروبی در مقیاس آزمایشگاهی
- ۱۴۸.....۶-۵-۱ فروشوبی نفوذی Percolator leaching
- ۱۴۸.....۶-۵-۲ فروشوبی تعلیقی در ظروف لرزان Suspension leaching in shake flasks
- ۱۵۰.....۶-۵-۳ فروشوبی در مخازن متلاطم کوچک
- ۱۵۱.....۶-۵-۴ فروشوبی ستونی Column leaching

۶-۶	انجام فروشویی میکروبی در مقیاس نیمه صنعتی و صنعتی	۱۵۳
۶-۶-۱	in situ leaching در محل	۱۵۵
۶-۶-۲	Ex-Situ فروشویی	۱۵۸
۶-۶-۲-۱	Dump leaching استخراج کانی های خرد شده توده های	۱۵۸
۶-۶-۲-۲	heap leaching فروشویی کپه ای	۱۶۱
۶-۶-۲-۳	stirred tank/Bioleaching reactor در مخازن متلاطم	۱۶۶
۶-۶-۲-۴	vat leaching فروشویی حوضچه ای	۱۶۹
۶-۷	فن های تعیین و ارزیابی میکروارگانیزم ها در بیوهیدرومتالورژی	۱۷۱
۶-۷-۱	میکروسکپی	۱۷۱
۶-۷-۲	اندازه گیری توده زیست	۱۷۲
۶-۷-۳	اندازه گیری تناسب اکسیداسیون و احیا در محیط واکنش	۱۷۲
۶-۸	فن کشت میکروارگانیزم ها	۱۷۳
۶-۸-۱	Enrichment Media محیط های غنی کننده	۱۷۳
۶-۸-۲	Most Probable Number Count شمارش بیشترین تعداد احتمالی	۱۷۳
۶-۸-۳	Microbial Polymerase Chain Reaction, PCR واکنش زنجیره ای پلیمرز	۱۷۴
۶-۹	فن های جدید در بررسی میکروارگانیزم های اکسید کننده آهن و گوگرد	۱۷۵
۶-۹-۱	DCGE/ PAGE ژل الکتروفورز با گرادیانت دمایی-دناچریش	۱۷۵
۶-۹-۲	T-RFLP Terminal-restriction fragment lenght polymorphysm آنالیز	۱۷۶
۶-۹-۳	۱۶SrRNA مراحل ساخت کتابخانه ژنی	۱۷۶
۶-۹-۴	Microarray روش	۱۷۷
فصل هفتم	فروشویی زیستی هتروتروفیک و بی هوازی	۱۷۸
۷-۱	اشکال فروشویی میکروبی	۱۷۸
۷-۱-۱	فروشویی شیمیولیتوتروفیک	۱۷۸
۷-۱-۲	فروشویی هتروتروفیک	۱۷۸

۷-۲	باکتری های هتروتروف	۱۷۹
۷-۲-۱	فروشویی زیستی توسط باکتری های هتروتروف	۱۷۹
۷-۳	نقش قارچ ها در فروشویی زیستی	۱۸۲
۷-۳-۱	قارچ های مورد استفاده در فرایند فروشویی زیستی هتروتروفیک	۱۸۴
۷-۳-۲	مکانیسم های فروشویی هتروتروفیک توسط قارچ ها	۱۹۱
۷-۳-۳	مکانیسم های تحمل فلزات سنگین در قارچ ها	۱۹۲
۷-۳-۳-۱	مکانیسم جداسازی خارج سلولی	۱۹۲
۷-۳-۳-۲	مکانیسم جداسازی درون سلولی	۱۹۳
۷-۳-۴	مکانیسم های انتقال فلزات و شبه فلزات توسط قارچ ها	۱۹۵
۷-۳-۵	انواع فروشویی فلات بواسطه قارچ ها	۱۹۶
۷-۳-۶	مکانیسم اثر سیدراتی آل، حاصل از قارچ ها بر فلزات	۱۹۷
۷-۴	تنفس بی هوازی	۱۹۸
۷-۴-۱	عوامل محیطی موثر در فرایند فروشویی بی هوازی	۲۰۰
۷-۴-۲	محدودیت های فرایند فروشویی بی هوازی	۲۰۱
۷-۴-۳	فروشویی زیستی بی هوازی مس توسط <i>Acidothiobacillus ferrooxidans</i>	۲۰۲
فصل هشتم	استخراج میکروبی فلزات با ارزش و کمیاب	۲۰۵
۸-۱	طبقه بندی فلزات رایج و کمیاب با هدف استخراج به روش های میکروبی	۲۰۵
۸-۱-۱	سیدروفیل ها	۲۰۵
۸-۱-۲	کالکوفیل ها	۲۰۶
۸-۱-۳	لیتوفیل ها	۲۰۶
۸-۲	استخراج میکروبی فلزات رایج و کمیاب	۲۰۷
۸-۲-۱	فروشویی زیستی مس	۲۰۷
۸-۲-۲	فروشویی زیستی اورانیوم	۲۱۱
۸-۲-۳	فروشویی زیستی طلا	۲۱۷

۲۲۱	۸-۲-۴ فروشویی میکروبی سنگ های معدن حاوی روی
۲۲۲	۸-۲-۵ گالیم Ga و ژرمانیم Gr
۲۲۳	۸-۲-۶ منگنز Mn
۲۲۵	۸-۲-۷ سلنیم Se
۲۲۵	۸-۲-۸ آنتیموان Sb
۲۲۶	۸-۲-۹ فروشویی میکروبی سایر فلزات
۲۲۸	فصل نهم / وضعیت کنونی فروشویی زیستی در ایران و سایر کشورها
۲۲۸	۹-۱ ضرورت انتخاب روش فروشویی زیستی در ایران
۲۲۸	۹-۲ فعالیت های فروشویی زیستی انجام شده در ایران
۲۲۹	۹-۲-۱ مطالعات در مقیاس آزمایشگاهی
۲۲۹	۹-۲-۲ آزمون های ساده
۲۳۰	۹-۲-۳ طراحی بیهیپ در مقیاس نیمه صنعتی
۲۳۰	۹-۲-۴ اجرای عملیات نیمه صنعتی
۲۳۰	۹-۲-۵ عملیات نیمه صنعتی بزرگ مقیاس و پایلوت بیهیپ لیچینگ مس سرچشمه
۲۳۲	۹-۲-۶ وضعیت فروشویی زیستی روی در ایران
۲۳۴	۹-۲-۷ سایر فعالیت های فروشویی زیستی در ایران
۲۳۴	۹-۳ تجربیات ایران در بکارگیری میکروارگانیسم ها در فرایند فروشویی زیستی
۲۳۶	۹-۴ تحقیقات انجام شده در خصوص فرایند فروشویی بی هوازی در ایران
۲۳۶	۹-۵ تحقیقات حاصل از فروشویی با استفاده از قارچ ها
۲۳۹	۹-۶ وضعیت فروشویی زیستی در جهان
۲۳۹	۹-۶-۱ مروری بر توسعه و پیشرفت فروشویی زیستی مس در کشور شیلی
۲۴۷	۹-۶-۲ تجربیات شرکت Mintek
۲۵۲	۹-۶-۳ تجربیات برون مرزی استفاده از فرایند فروشویی بی هوازی
۲۵۴	۹-۶-۴ تجربیات برون مرزی استفاده از آرکی های گرمادوست در فرایند فروشویی میکروبی

۵-۶-۹ تحقیقات برون مرزی حاصل از فروشویی با استفاده از قارچ ها ۲۵۷

Glossary واژه نامه ۲۶۰

منابع و پیشنهادات بررسی ۲۷۳

www.ketab.ir

پیشرفت جوامع بشری و به موازات آن افزایش حجم تقاضا برای محصولات صنعتی، انسان را به استفاده بیشتر از منابع و ثروت های خدادادی ترغیب نموده است. متالورژی و مهندسی معدن، علم و فناوری استخراج فلزات از کانی آن ها، به روش های شیمیایی است.

کاهش ذخایر معدنی پر عیار و سهل الحصول، ضرورت مصرف بهینه انرژی و رعایت دقیق معیارهای زیست محیطی، کاربرد روش های جدید در صنایع و متالورژی را ضروری می سازد. با پیشرفت تکنولوژی و توسعه اقتصادی و فرهنگی کشورها، مصرف محصولات فلزی شتاب بیشتری یافته است.

این امر موجب بروز مشکل جدی برای تأمین فلزات مورد نیاز شده است. بسیاری از ذخایر منابع معدنی با عیار مناسب، به سرعت رو به کاهش نهاده و بقایای آن ها عمدتاً مخلوط با سایر مواد و یا کم عیار هستند، بنابراین پسماند سنگ های معدنی استخراج شده نیز ناگزیر مورد توجه قرار گرفته اند. توجه به استخراج فلزات از مواد معدنی و ضایعات جانبی صنایع مختلف و جلوگیری از هدر رفتن مواد اولیه در فرآیندهای صنایع معدنی و متالورژی، محور دیگری از تکنولوژی های معدنی می باشد. انباشت انبوه مواد زائد موجود در معادن و صنایع، منابع جدیدی برای تأمین نیازها می باشد. مراکز و نقاط مختلف فرآیندهایی برای بازیافت یون های فلزی از پساب صنایع و همچنین بازیافت مواد و عناصر با ارزش از ضایعات انباشته شده به کار گرفته شده است.

میکروارگانیسم ها جهت سوخت و ساز و انجام فرآیندهای حیاتی خود از منابع آلی و معدنی موجود در محیط تغذیه می کنند. از این رو واکنش های مختلف شیمیایی و تغییرات شیمیایی - معدنی محیط را در شرایط مختلف طبیعی و یا مصنوعی تحت تأثیر خود قرار می دهند.

بیوتکنولوژی روشی است که از میکروارگانیسم ها و یا بخشی از اجزای آنها برای دسترسی به بعضی از برنامه ها و اهداف صنعتی، بهداشتی و زیست محیطی استفاده می شود.

فروشوی زیستی یا آبشویه میکروبی، روش استفاده از میکروارگانیسم ها برای جدا کردن یا بازیابی فلزات با ارزش از کانسنگ های مربوطه می باشد. فرآیندی که طی آن با عبور دادن آب و اسید همراه با باکتری از داخل پسماندها، فلزات را استخراج می کنند.

سه فاکتور مهم که در این پروسه دخالت دارند عبارتند از : میکروارگانیسم ها که نقش اصلی را بازی می کنند، سنگ، بدن که معمولاً سنگ معدن سولفیدی است و فاکتور های محیطی.

در زمینه آبشویه میکروبی کتاب کامل و جامعی وجود ندارد و کتاب های محدود موجود، با نگاه مهندسی معدن و متالورژی نگاشته شده و دیدگاه زیست فناوری آن بسیار ضعیف است و این امر مولفین را بر آن داشت تا مطالب علمی و فزاینده روز دنیا در این زمینه را با نگاه زیست فناوری تدوین و به رشته تحریر در آورند.

لازم به ذکر است در تهیه و تنظیم این کتاب علاوه بر استفاده از کتب و مقالات روز دنیا از تجربیات و مطالعات مولفین در طرح های پژوهشی و پایان نامه ها نیز استفاده شده است.

بررسی این کتاب را به دانشجویان تحصیلات تکمیلی، میکروبی، زیست فناوری میکروبی، نانوبیوتکنولوژی، مهندسی شیمی گرایش بیوتکنولوژی و سایر رشته های وابسته توصیه می نمایم.