دانشگاه صنعتی اصفهان
بازیافت مواد
جلسه بیست و سوم
فناوری زیستی بازیابی منابع
46 Pd Palladium 106.42
78 Pt Platinum 195.084
45 Rh Rhodium 102.90550

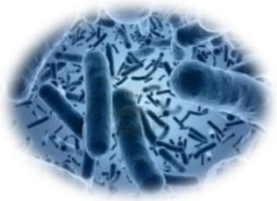
انحلال زیستی منابع غیر سولفیدی

❖راهکارهای انحلال زیستی

- فعال (Active)
- غیرفعال (Passive)

انحلال زیستی منابع غیر سولفیدی

❖راهکار فعال (در حضور میکروب)



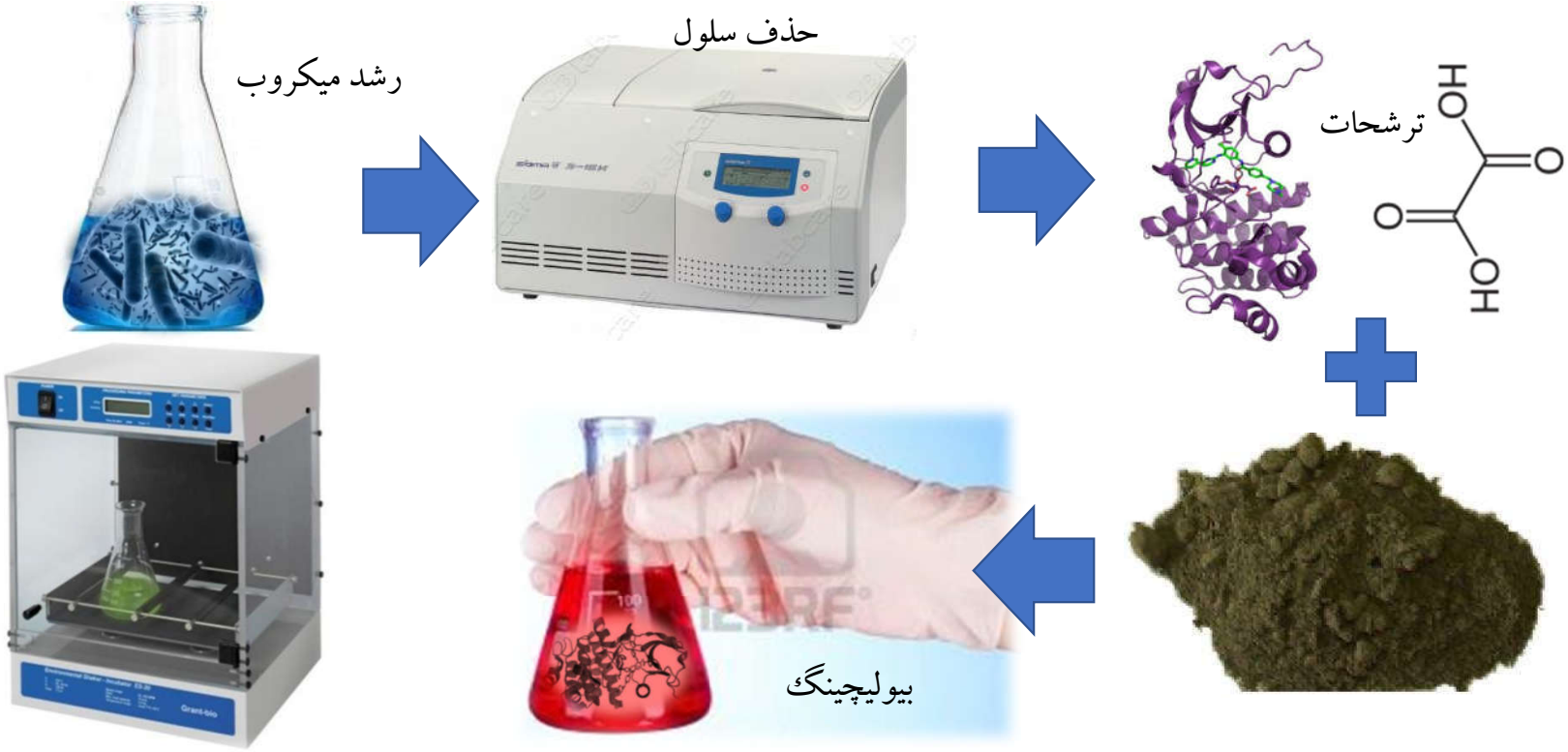
میکروب

کانسنگ

رآکتور

انحلال زیستی منابع غیر سولفیدی

❖راهکار غیرفعال (در حضور ترشحات)



انحلال زیستی منابع غیر سولفیدی

❖فواید روش لیچینگ غیر فعال

- عدم محدودیت در تنظیم درصد جامد
- عدم محدودیت در تنظیم دما و pH
- عدم محدودیت در تنظیم سرعت همزن
- عدم محدودیت در استفاده از مواد کاتالیستی ضد باکتریایی
- فرآیندهای پایین دستی ساده تر برای جداسازی بیومس از کانی
- عدم جذب یونهای فلزی توسط سلولها

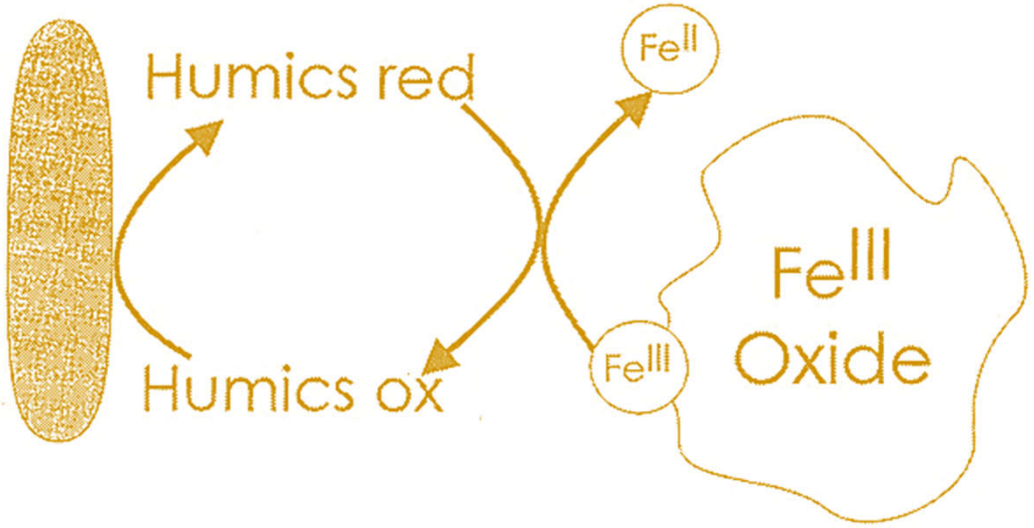
انحلال زیستی منابع غیر سولفیدی

- **احیای باکتریایی**

✓اصل اولیه این فرایند، پتانسیل Fe^{III} و Mn^{IV} در اکسیدهای جامد برای پذیرش الکترون از اکسیداسیون زیستی ترکیبات آلی است.

✓ احیای باکتریایی هنگامی روی می دهد که اکسیژن به عنوان گیرنده الکترون، در محیط موجود نباشد (Anaerobic growth).

انحلال زیستی منابع غیر سولفیدی



- سرعت انحلال، پس از مدتی به دلیل جذب یون فروس بر روی سطح سلول، کند می شود.
- می توان با استفاده از مواد کمپلکس کننده یا جاذبهای رسی، یونها را از سطح سلول آزاد نمود.

انحلال زیستی منابع غیر سولفیدی

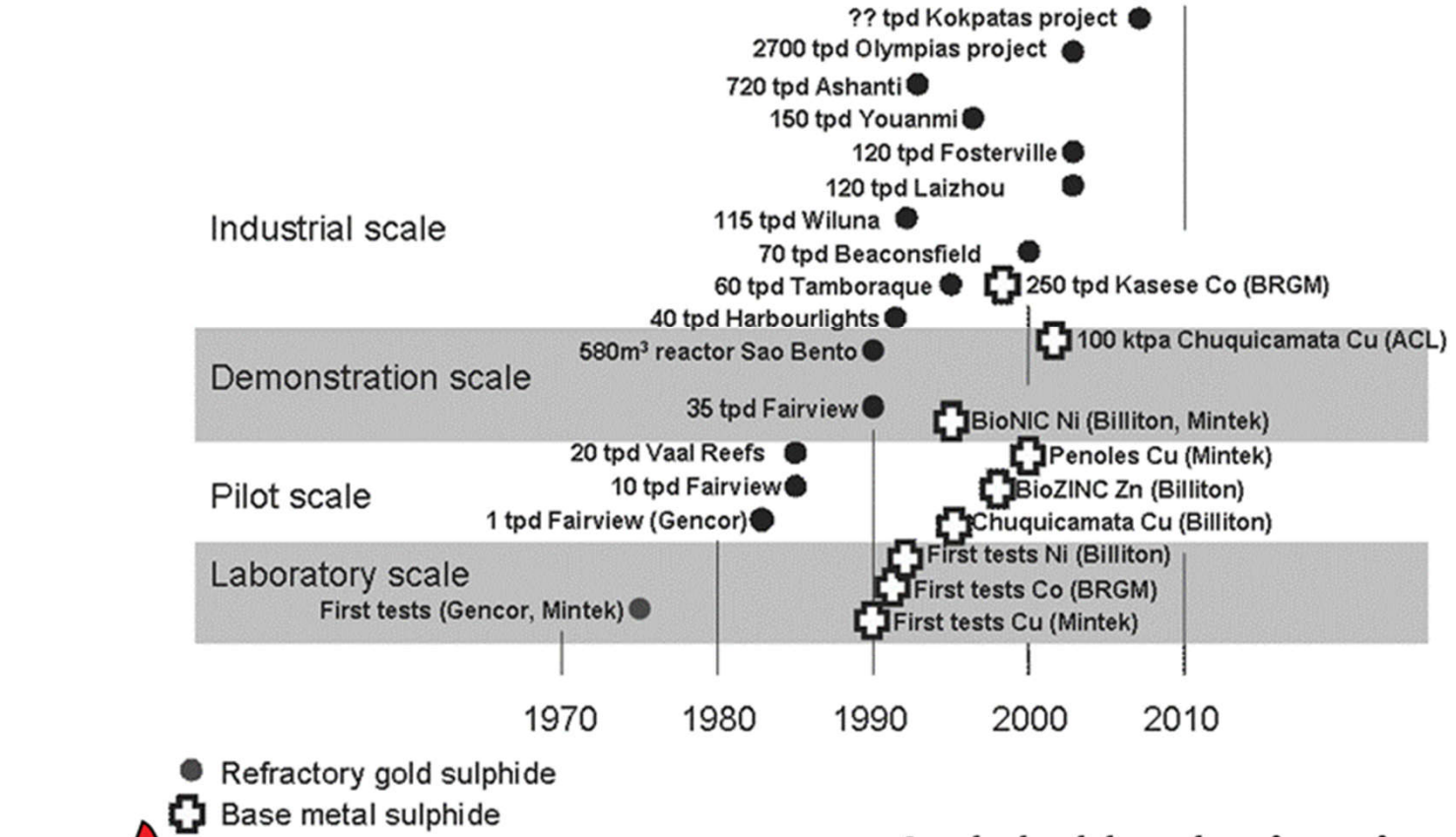
- **باکتری های بیهوازی احیا کننده آهن و منگنز:**

- *Shewanella alga*
- *Shewanella putrifaciens*
- *Geobacter metallireducens*
- *Thiobacillus ferrooxidans* (اکسیداسیون سولفور به صورت بیهوازی)

عملیات بیولیچینگ

- بیولیچینگ در رآکتور همزن دار (Stirred Tank Reactor)
- بیولیچینگ در رآکتور ایرلیفت (Airlift Reactor)
- بیولیچینگ برجا (In situ bioleaching)
- بیولیچینگ توده ای (Heap bioleaching)

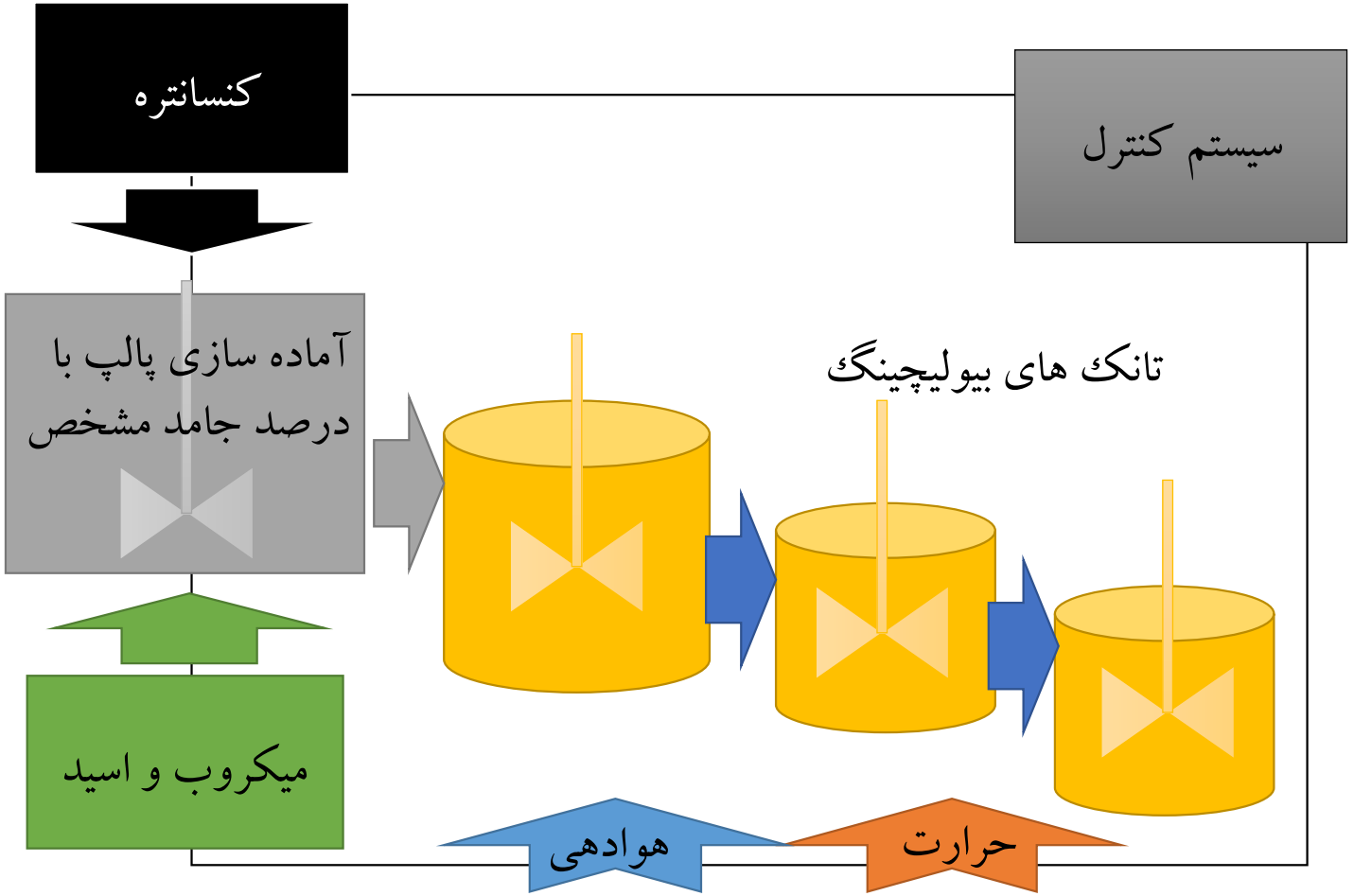
بیولیچینگ در رآکتور همزن دار (Stirred Tank)



MINTEK

A global leader in mineral and metallurgical innovation

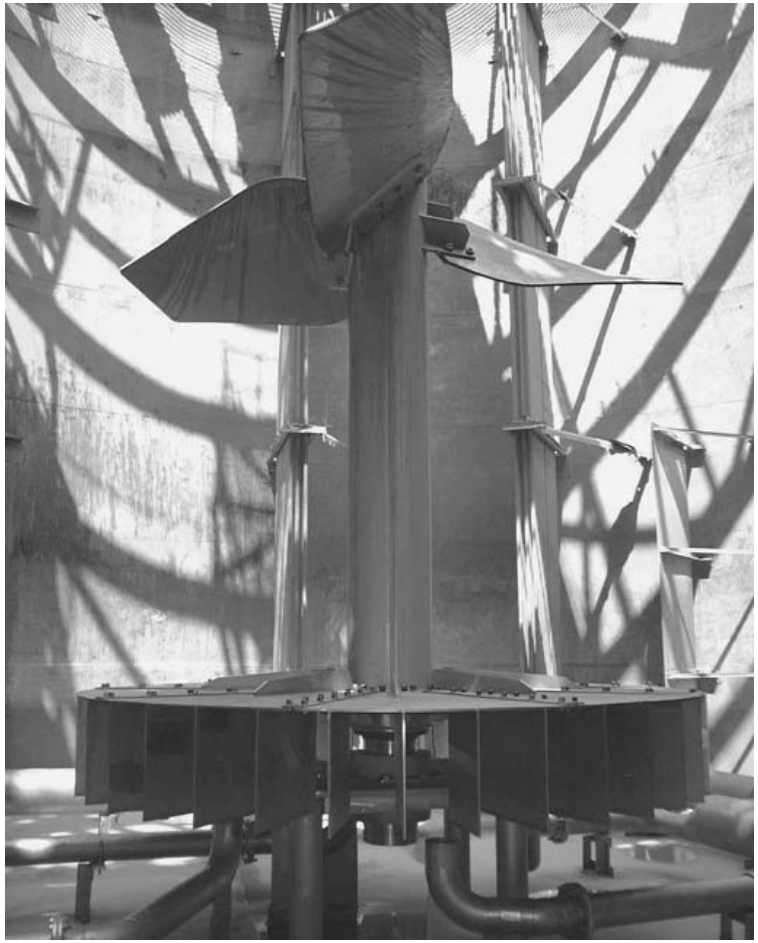
بیولیچینگ در رآکتور همزن دار (Stirred Tank)



بیولیچینگ در رآکتور همزن دار (Stirred Tank)

- استفاده از مخلوط میکروارگانیسم ها (Mixed culture) و تامین شرایط رشد و سازگاری و همچنین جلوگیری از آلودگی با میکروبهای دیگر.
- تامین منبع کربن (CO_2)
- مقدار pH: نباید بالاتر از ۲ باشد که باعث رسوب آهن شود و نه پایینتر از یک که برای میکروب ها مضر باشد.
- مواد مغذی: آمونیم، فسفات، پتاسیم، منیزیم

بیولیچینگ در رآکتور همزن دار (Stirred Tank)



- تامین اکسیژن: با اسپارجر یا همزن

- دمای مناسب: برای میکروبهای مزوفیل، ترموفیل معتدل و مطلق.

بیولیچینگ در رآکتور همزن دار (Stirred Tank)

- درصد جامد:

✓درصد جامد بالا، باعث مرگ میکروبها در اثر برخورد و افزایش سمیت / کاهش اکسیژن و دی اکسید کربن/ کاهش نسبت باکتری به جامد می شود.

✓ درصد جامد پایین، باعث کاهش ظرفیت عملیات خواهد شد.

✓درصد جامد مناسب مزوفیل ها: ۲۰ و ترموفیل ها: ۱۲/۵ درصد.

- زمان: برای سولفید ها حداکثر ده روز مناسب است.

بیولیچینگ در رآکتور همزن دار (Stirred Tank)

- اندازه همزن ها در حدی باشد تا علاوه بر ایجاد همزنی مناسب، انرژی زیادی هم مصرف نکنند.
- بیو رآکتورها طوری طراحی شوند تا علاوه بر انجام خوب بیواکسیداسیون، مصرف انرژی و پایداری سیستم مطلوب باشد.
- تعداد تانکها تا حد ممکن کم و حجم آنها زیاد باشد تا مصرف انرژی کاهش یابد.

بیولیچینگ در رآکتور همزن دار (Stirred Tank)

- اندازه تانکهای اولیه بزرگتر باشد تا زمان ماند مرحله اول بیولیچینگ افزایش یابد. زیرا در مرحله اول نرخ بیواکسیداسیون بالاتر است.

- تعداد تانکهای اولیه، چندتا و به صورت موازی باشند تا علاوه بر افزایش زمان ماند، امکان تعمیر و نگهداری وجود داشته باشد.

- تانکهای اضافی برای جایگزینی در اختیار باشند.

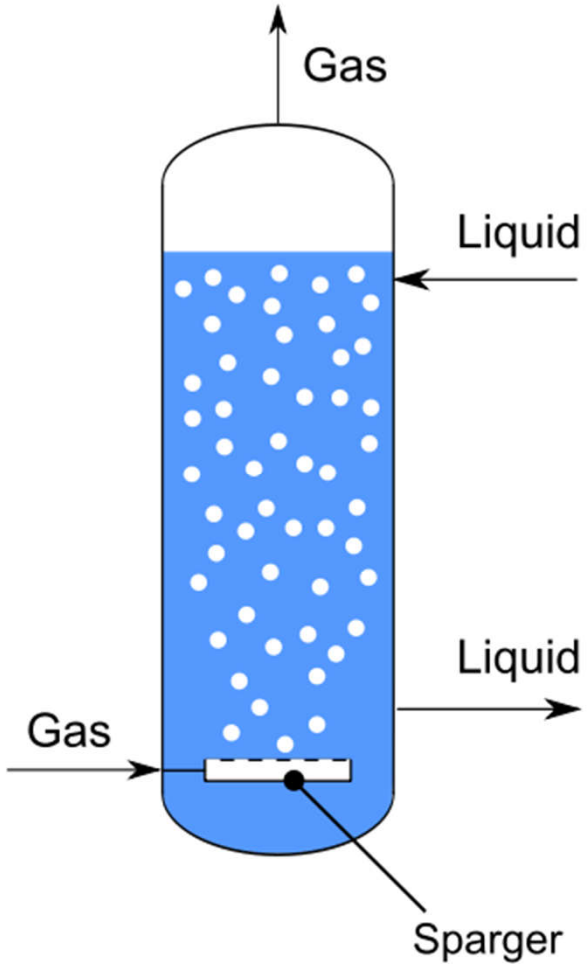
- انتقال اسلاری بین تانکها با نیروی ثقل انجام شود.

بیولیچینگ در رآکتور ایرلیفت (Airlift)

- **Pneumatic reactors:**

✓Bubble Column Reactor (BCR)

✓Airlift Reactor (ALR)

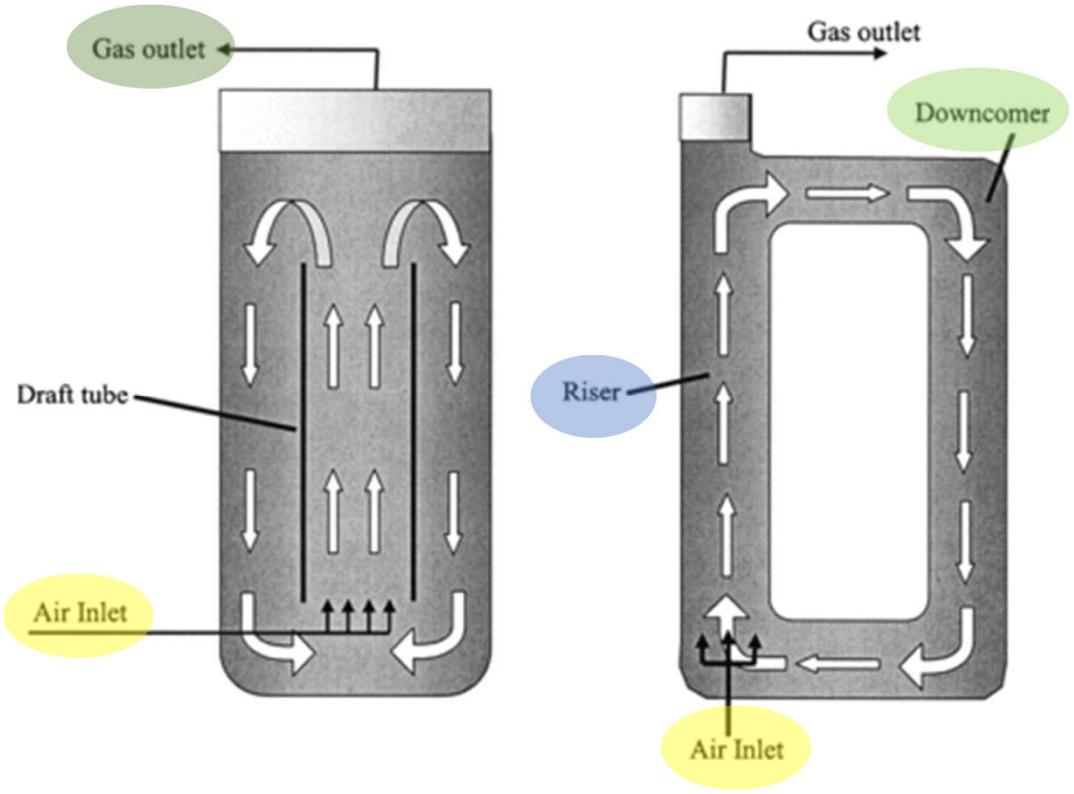


بیولیچینگ در رآکتور ایرلیفت (Airlift)

- **Airlift Reactors:**

✓Internal loop

✓External loop



بیولیچینگ در رآکتور ایرلیفت (Airlift)

- **کاربردهای زیستی و هیدرومتالورژیکی**

✓تصفیه پساب

✓تولید پروتئین های خاص

✓تولید اتانول

✓بیولیچینگ فلزات غیر آهنی (طلا، مس، روی، اورانیوم)

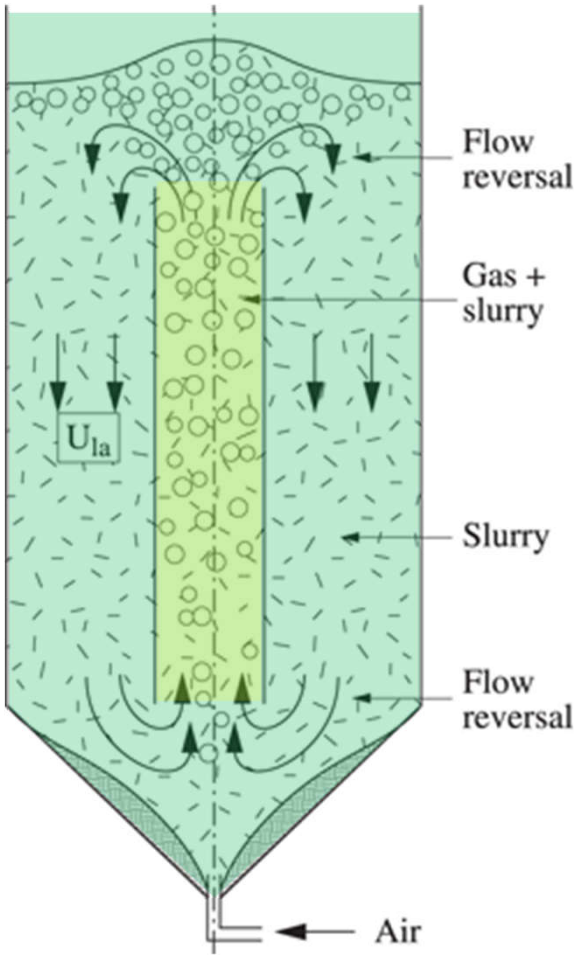
✓گوگرد زدایی از زغالسنگ در تانک های پاچوکا (Pachuca)

✓بازیابی زیستی فلزات از لجن ها و باطله ها

بیولیچینگ در رآکتور ایرلیفت (Airlift)

بیولیچینگ در رآکتور ایرلیفت (Airlift)

- تانک پاچوکا (Pachuka)



بیولیچینگ در رآکتور ایرلیفت (Airlift)

- **مقایسه رآکتور ایرلیفت و همزن دار**

۱. رآکتورهای ایرلیفت آسیب کمتری به سلول ها می زنند.
۲. در رآکتور ایرلیفت، میکروبها بهتر هوادهی می شوند.
۳. سرمایه گذاری اولیه رآکتورهای ایرلیفت نسبت به همزن دار کمتر است.
۴. انعطاف پذیری رآکتورهای همزن دار با دو درجه آزادی بیشتر است.
۵. رآکتورهای ایرلیفت با سیالات ویسکوز مشکل دارند.

بیولیچینگ برجا (In situ bioleaching)

- در این روش، بیولیچینگ فلزات موجود در کانسار سولفیدی به صورت مستقیم و بدون استخراج و انتقال آن به سطح زمین انجام می شود.
- برای استفاده از این روش، ذخیره معدنی، در اعماق بیش از یک کیلومتر قرار گرفته و باید در میان لایه های نفوذ ناپذیر محدود شده باشد.
- برای انجام بیولیچینگ برجا، روش های بیو-ژئوشیمیایی و ژئوتکنیکی بکار گرفته می شود و تجهیزات ویژه ای باید طراحی و ساخته شوند.

بیولیچینگ برجا (In situ bioleaching)

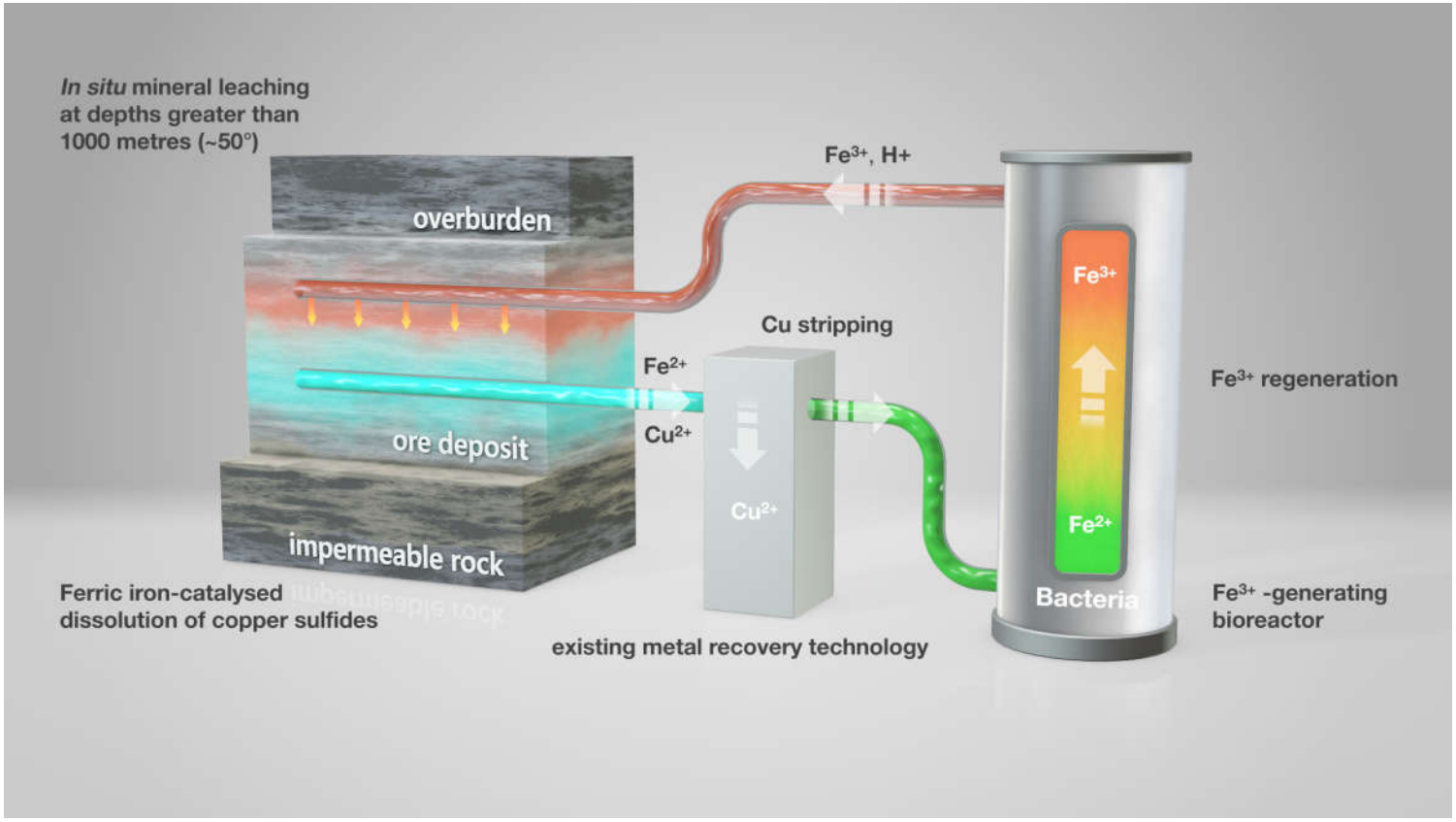
❖مزایای روش

- کانسنگ یا باطله ای جابجا نمی شود.
- هیچگونه چاه، دامپ باطله، پد لیچینگ و باطله ای تشکیل نمی شود.
- کمترین آلودگی بصری را ایجاد می نماید.
- کمترین آلودگی صوتی، غبار، و تولید گازهای گلخانه ای صورت می گیرد.

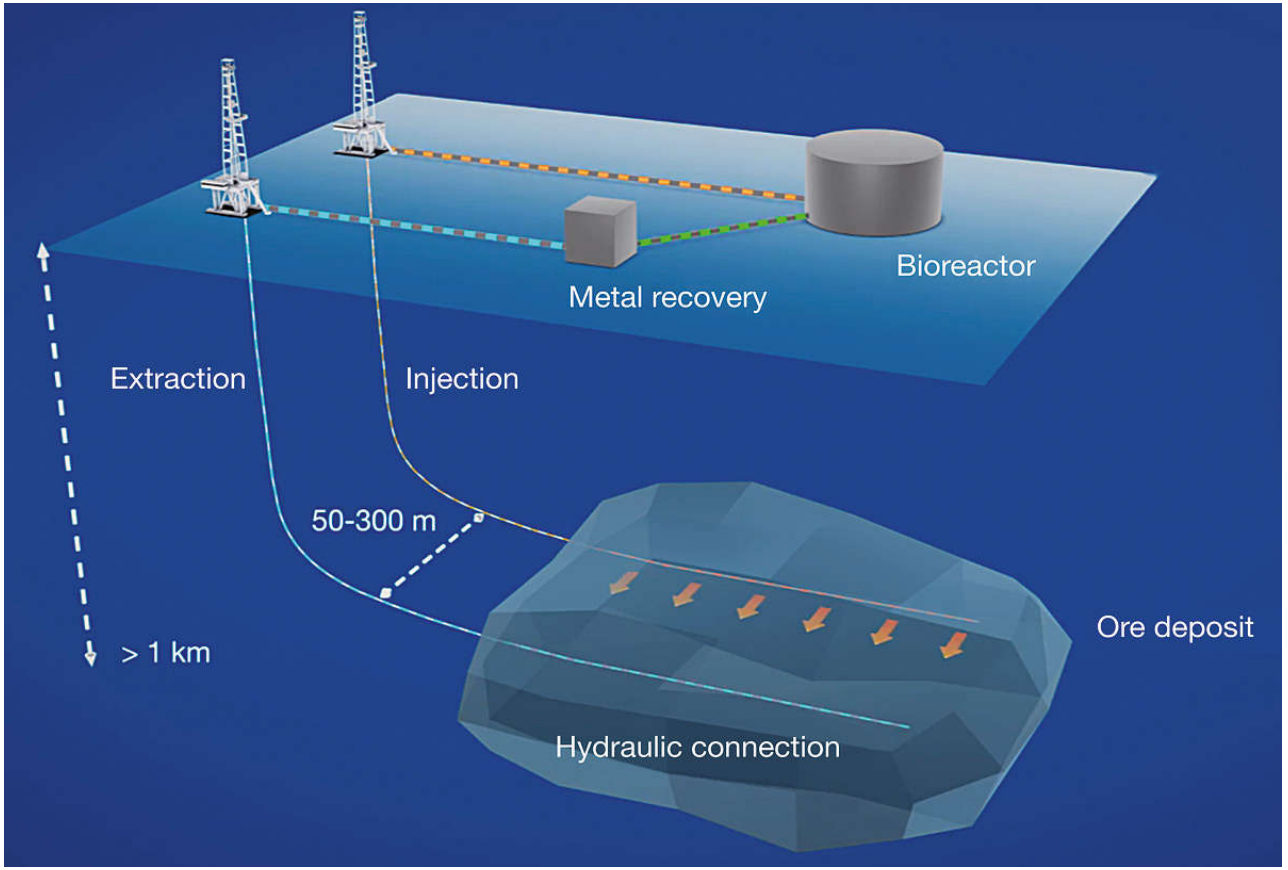
❖معایب روش

- امکان نشت محلول لیچ به بیرون از محدوده معدنکاری
- ایجاد اثرات لرزه ای م مکانیک سنگی
- بجا ماندن تاثیرات میکروبی و عملیاتی در ذخیره معدنی
- تاثیرات ناشی از پسماندها و لجن های لیچینگ

بیولیچینگ برجا (In situ bioleaching)



بیولیچینگ برجا (In situ bioleaching)



بیولیچینگ برجا (In situ bioleaching)