



# بازیافت مواد

جلسه دهم  
بازیابی منابع از کالایست های مستعمل  
و گل قرمز

46  
**Pd**  
Palladium  
106.42

78  
**Pt**  
Platinum  
195.084

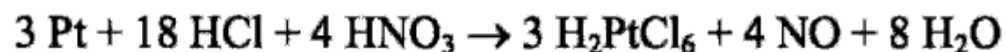
45  
**Rh**  
Rhodium  
102.90550

# بازیابی فلزات گروه پلاتین از کاتالیست

## ❖ استحصال پلاتین از غبار کاتالیست

- غبار پلاتین در تولید نیتریک اسید از اکسیداسیون آمونیاک استفاده می شود.
- بخشی از غبارات کاتالیست بر روی دیواره تجهیزات می نشیند که پس از جمع آوری، برای بازیابی پلاتین استفاده می شود.

۱. غبار کاتالیست که حاوی ۱۳/۷٪ پلاتین است، توسط تیزاب سلطانی (Aqua regia) لیچ می شود.



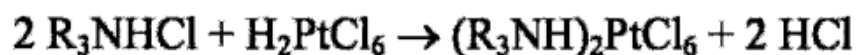
۲. در دمای اتاق، آمونیوم کلرید اشباع به محلول حاوی کلرو پلاتینیک اسید اضافه و نمک آمونیوم هگزا کلرو پلاتینات رسوب می کند.

# بازیابی فلزات گروه پلاتین از کاتالیزت

۳. نمک حاصل، در دمای ۲۵۰ درجه سانتیگراد **حرارت** داده می شود و پودر پلاتین با خلوص ۹۷/۹٪ و بازیابی ۹۷/۵٪ بدست می آید.

• در صورت استفاده از **استخراج حلالی**، **تری اکتیل آمین (TOA)** بعنوان استخراج کننده آلی استفاده می شود.

۱. TOA با هیدروکلریک اسید، **گروه های آمونیوم کلرید** تشکیل می دهد که پس از ترکیب با کلروپلاتینیک اسید، پلاتین را استخراج می کند.



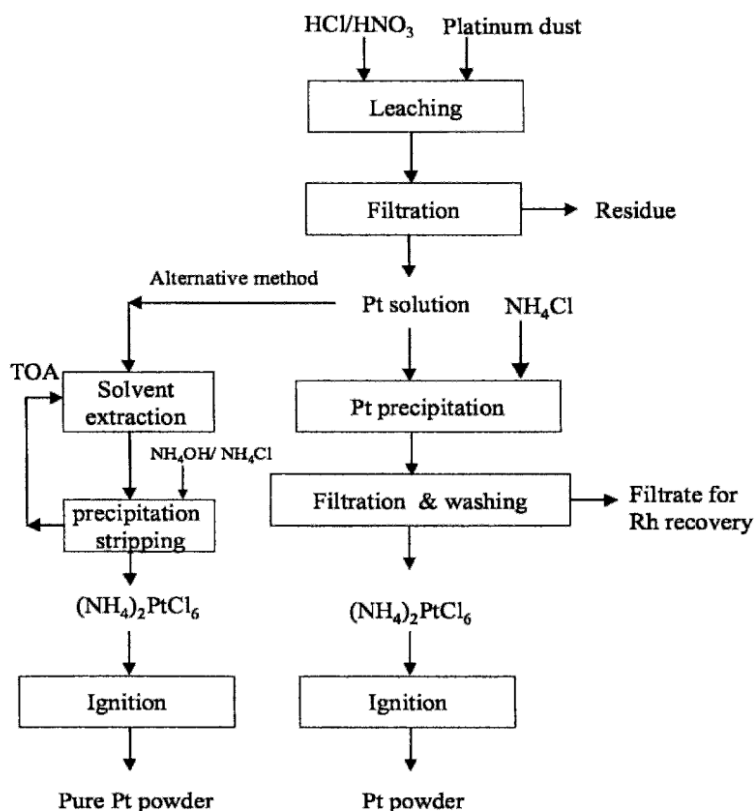
البته مقداری از **آهن** محلول هم همراه پلاتین توسط حلال آلی استخراج می شود و بازیابی حلال آلی را با مشکل مواجه می نماید..

# بازیابی فلزات گروه پلاتین از کاتالیزور

۲. در مرحله بعدی، محلول بدست آمده توسط محلول آمونیوم هیدروکسید شسته (Strip) شده و نمک هگزا کلرو پلاتینات آمونیوم رسوب می کند.



۳. نمک بدست آمده همانند قبل، تحت حرارت قرار گرفته و به پلاتین تبدیل می شود.

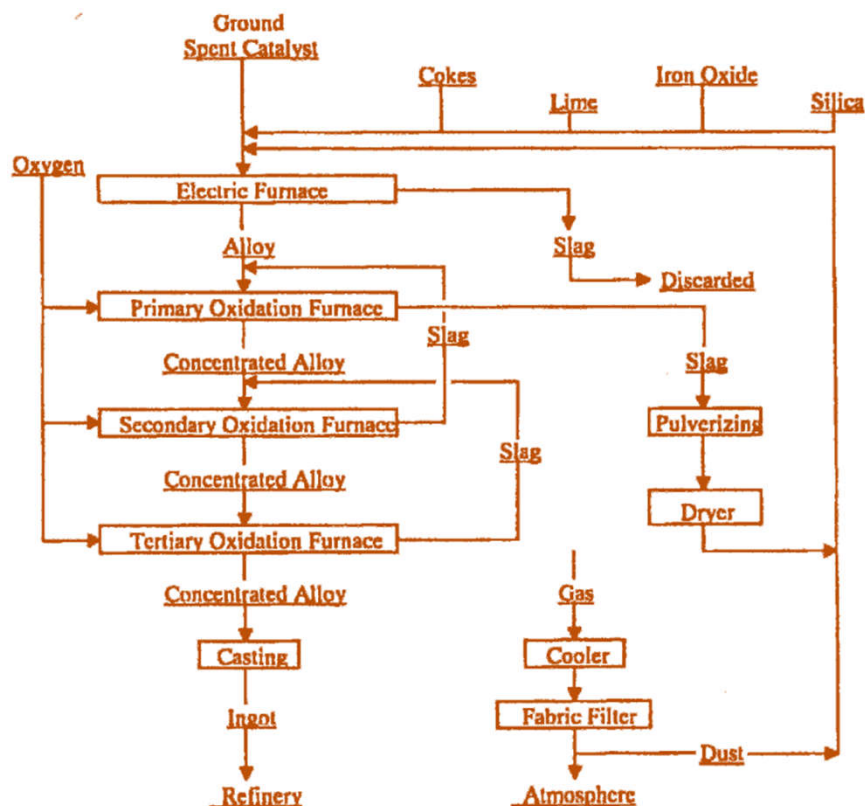




# بازیابی فلزات گروه پلاتین از کاتالیزت

- راهکار دیگر، استفاده از **نمک سدیم کلرید** بعنوان عامل لیچینگ در **محیط اسیدی** است.
- از هیدروکلریک یا سولفوریک اسید برای اسیدی کردن محیط استفاده می شود.
- در صورت استفاده از سولفوریک اسید، در دمای بالا، سدیم هیدروژن کلرید تولید می شود که باعث می شود عملیات لیچینگ در **مخلوطی از هیدروکلریک و سولفوریک اسید** انجام شود.
- فلزات گروه پلاتین بصورت **کمپلکس با کلر** حل می شوند.
- استفاده از یک اکسید کننده مثل **آب اکسیژنه** یا نمک های **کوپریک** یا **فریک** کلرید باعث افزایش کارایی انحلال می شود.

# بازیابی فلزات گروه پلاتین از کاتالیست



## ❖ روش پیرومتالورژیکی رز (Rose process)

۱. کاتالیست خرد شده با کوپریک اکسید، کک، آهک، سیلیس و آهن اکسید مخلوط شده و در یک کوره الکتریکی ذوب می شود.

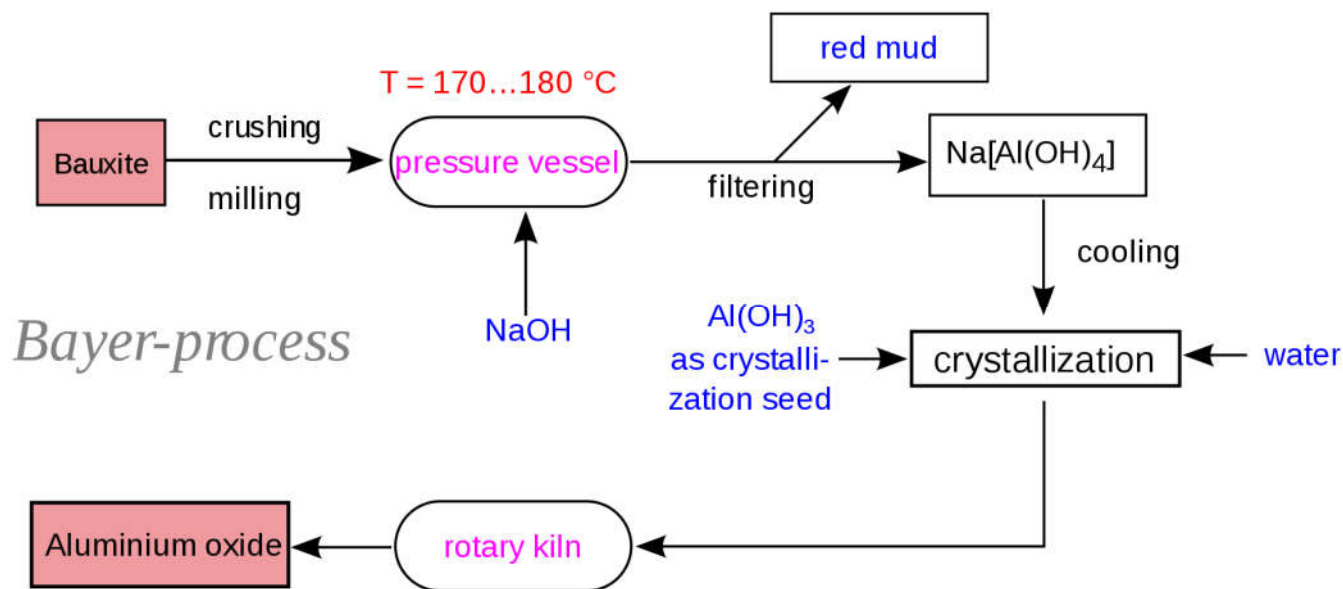
۲. مس مذاب بعنوان حلال، PGM را در خود حل می کند.

۳. پایه کاتالیست همراه با سایر افزودنی ها به سرباره منتقل می شود.

۴. مس حاوی PGM به کوره اکسیداسیون منتقل و در آن، مس اکسید شده و PGM جدا می شود.

# بازیابی منابع از گل قرمز (Red mud)

- گل قرمز، پسماند جامد حاصل از فرایند استحصال آلکالی آلومینا از بوکسیت در فرایند بایر (Bayer) است.



# بازیابی منابع از گل قرمز



(a)



(b)

- رنگ قرمز این پسماند به دلیل وجود مقادیر بالای اکسید آهن می باشد.
- سالانه، ۱۶۰ میلیون تن از این پسماند در دنیا تولید می شود.
- به ازای هر ۲ تن بوکسیت ورودی به کارخانه، یک تن گل قرمز تولید می شود.
- با ازای هر تن آلومینای تولیدی، ۱/۴ تن گل قرمز ایجاد می شود.
- بعلت اندازه بسیار ریز و حضور انواع فلزات سنگین، گل قرمز تهدیدی برای محیط زیست به حساب می آید.



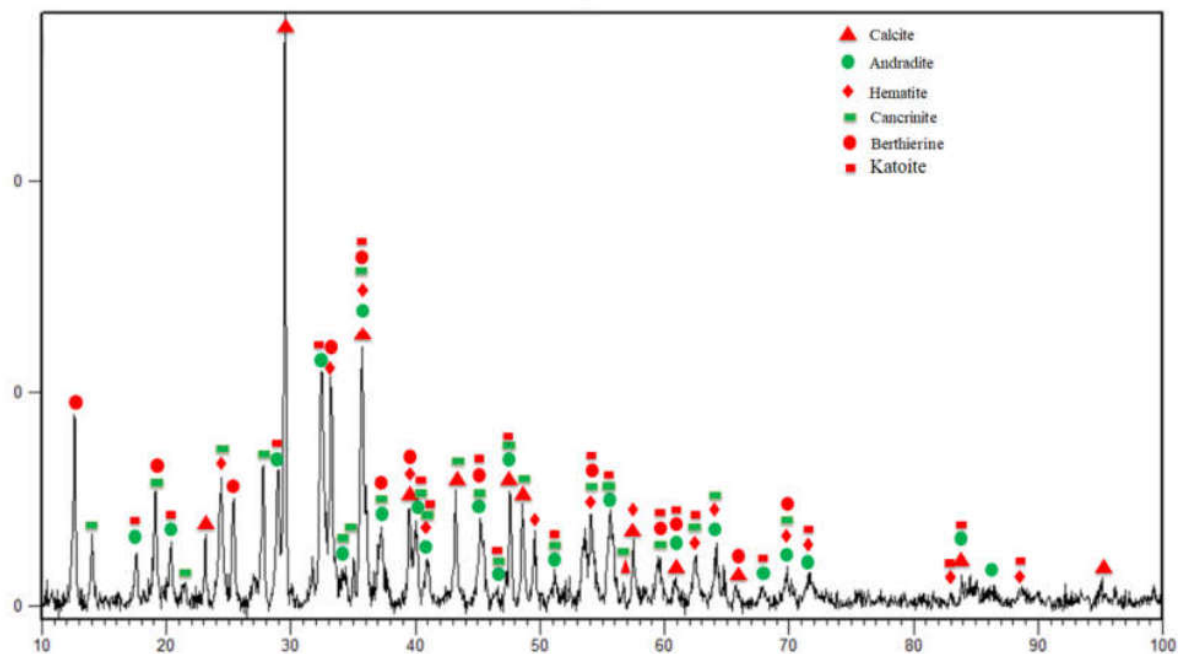
# بازیابی منابع از گل قرمز



- به غیر از **هماتیت**، این پسماند حاوی آلومینا و دی اکسید تیتانیوم هم می باشد.
- **وانادیوم**، یکی از فلزات موجود در گل قرمز است.
- از دیگر فلزات نادر یا با ارزش موجود در گل قرمز، **اسکاندیوم** و **گالیم** است.
- از گل قرمز می توان برای کشاورزی، سیمان، رنگدانه و جذب آلودگی ها نیز استفاده نمود.

# بازیابی منابع از گل قرمز

• نمودار زیر، آنالیز کانی شناسی گل قرمز تولید شده در کارخانه آلومینای جاجرم را نشان می دهد.



# بازیابی منابع از گل قرمز

• جدول زیر، آنالیز شیمیایی گل قرمز تولید شده در کارخانه آلومینای جاجرم را نشان می دهد.

Ni	Ba	Nb	Cr	Mn	Sr	V	Zr	Li	Ti	Al	Fe	عنصر
۷۶	۱۳۵	۱۵۲/۲	۲۹۱	۳۹۵	۴۵۷/۵	۴۶۷	۵۶۰	۸۱۲	۳/۰۳٪	۷/۰۷۵۸٪	۱۵/۷۹٪	مقدار (ppm)
Er	Dy	Ag	Rb	W	Ta	Pb	Hf	U	As	Co	Zn	عنصر
۴/۳۹	۷/۷	۱/۶	۲	۲/۷	۸/۳۹	۱۶	۱۶/۴۸	۱۷/۲	۲۲/۶	۴۲/۶	۴۴	مقدار (ppm)
Yb	Tm	Tb	Gd	Eu	Sm	Nd	Pr	Ce	La	Y	Sc	عنصر
۴/۲	۰/۶۴	۱/۳	۷/۹۵	۲/۵۴	۹/۹	۵۲/۶	۱۵/۰۳	۲۱۳	۹۸	۳۳/۵	۴۵/۲	مقدار (ppm)

# بازیابی منابع از گل قرمز

## ❖ راهکار پیرو-هیدرومتالورژیکی

- ابتدا گل قرمز تحت تاثیر **حرارت**، خشک شده و مواد فرار آن خارج می شود.
- نمونه با **پودر منیزیم اکسید** مخلوط شده و تحت دمای **۴۰۰ درجه سانتیگراد** به مدت ۲ ساعت و در حضور نیتروژن (بدون هوا) کلسینه می شود.
- محصول کلسیناسیون با **سودا اش** مخلوط شده و تحت نیتروژن در دمای **۸۵۰ تا ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد** به مدت ۲ ساعت سینتره می شود.
- در این فرایند، آلومینا به **سدیم آلومینات** تبدیل می شود.



# بازیابی منابع از گل قرمز

- مخلوط سینتره شده با استفاده از **سدیم هیدروکسید** لیچ شده و سدیم آلومینات حل می شود.
- آلومینیوم از سدیم آلومینات بازیابی می شود.
- گل قرمز باقیمانده برای **استحصال آهن با کک** (احیا کننده) مخلوط شده و تحت **دمای ۹۰۰ تا ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد** در اتمسفر نیتروژن حرارت می بیند.
- در اثر حرارت، اکسیدهای آهن به **مگنتیت** احیا شده و توسط **جدایش مغناطیسی** بازیابی می شوند.



# بازیابی منابع از گل قرمز

## ❖ راهکار پیرومتالورژیکی

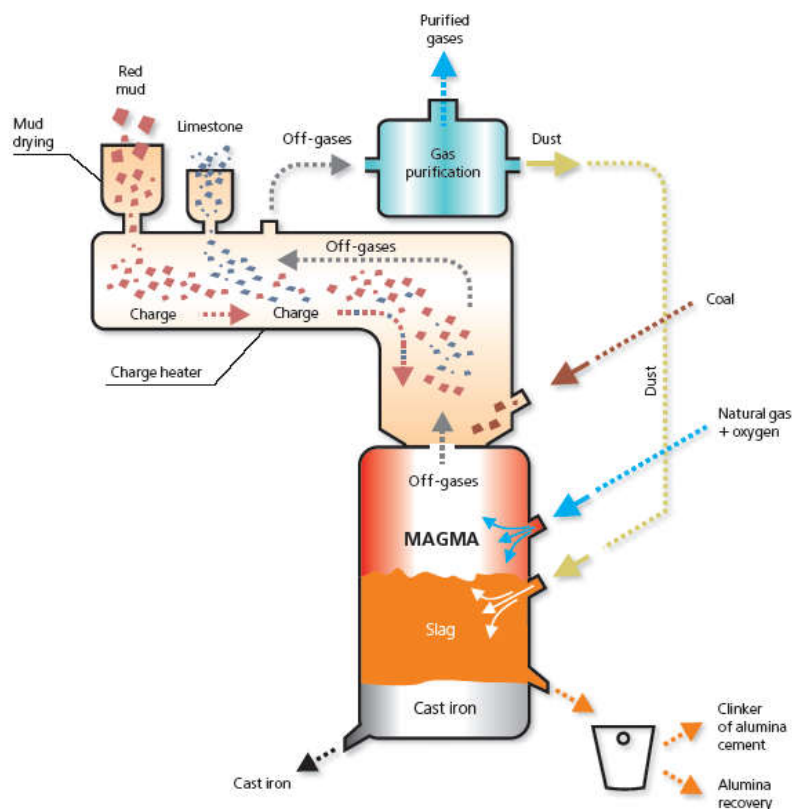
ابتدا گرمای خروجی از کوره، خوراک را خشک می کند.

خوراک خشک با سنگ آهک مخلوط شده و پس از افزودن زغالسنگ بعنوان کاهنده، ذوب می شود.

آهن احیا شده بصورت چدن در کف کوره ته نشین و خارج می شود.

سرباره برای بازیابی آلومینا یا استفاده در سیمان خارج می شود.

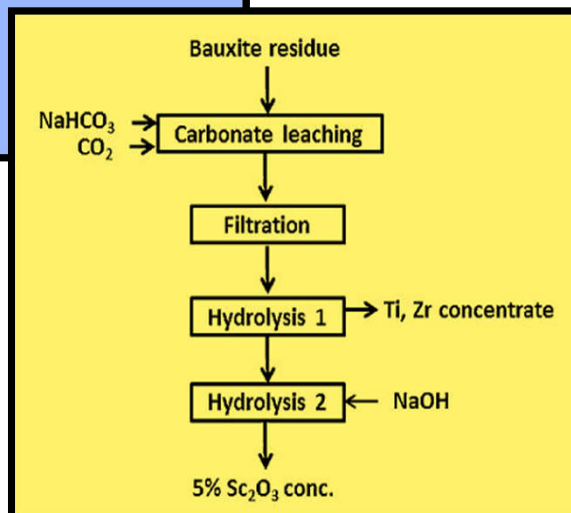
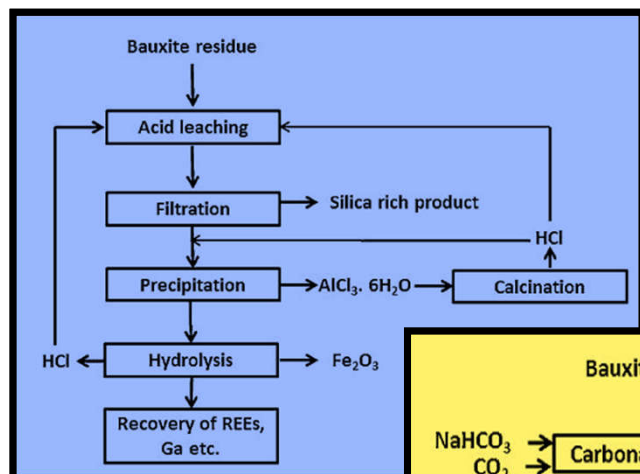
گاز خروجی تصفیه شده و غبار جامد به کوره برگردانده می شود.



# بازیابی منابع از گل قرمز

## ❖ راهکار هیدرومتالورژیکی

- برای لیچینگ گل قرمز می توان از اسیدهای آلی، هیدروکلریک اسید، سولفوریک اسید و تیزاب سلطانی استفاده نمود.



- در لیچینگ قلیایی، از سدیم هیدروژن کربنات ( $\text{NaHCO}_3$ ) استفاده می شود.

- مزیت روش قلیایی، عدم انحلال آهن و مزیت روش اسیدی، عدم انحلال سیلیس و آبگیری آسان است.

# بازیابی منابع از گل قرمز

- جهت استحصال فلزات اسکاندیوم و وانادیوم از استخراج با حلال آلی و یا رزین های تبادل یونی استفاده می شود.
- برای نمونه، استخراج کننده های آلی نظیر D2EHPA، N1923، N235 و Cyanex آزمایش شده- اند که همواره اسکاندیوم و وانادیوم را باهم و حتی به همراه آهن و آلومینیوم استخراج می کنند.
- حتی استخراج کننده های تبادل یونی نظیر P507 و P204 نیز بعلت نرخ استخراج بالا بخوبی عمل نمی کنند.
- حضور آهن در کنار این دو عنصر، تاثیر منفی بر استخراج آنها دارد و بهتر است قبل از عملیات تخلیص، حذف شود.

# بازیابی منابع از گل قرمز

## ❖ راهکار زیستی

- با توجه ماهیت اکسیدی گل قرمز، در بیولیچینگ این باطله، از **قارچ ها و باکتریهای هتروتروف** استفاده می شود.
- این میکروب ها با **ترشح اسیدهای آلی** به محیط، عناصر را از درون این باطله حل می کنند.
- بیولیچینگ ممکن است بصورت **یک یا دو مرحله ای** انجام شود.
- در شیوه **تک مرحله ای**، گل قرمز همزمان با کشت میکروب به فرایند افزوده می شود.
- در شیوه **دو مرحله ای**، پس از ترشح اسیدهای آلی، سلول ها جدا شده و گل قرمز به محلول حاوی اسید افزوده می شود.