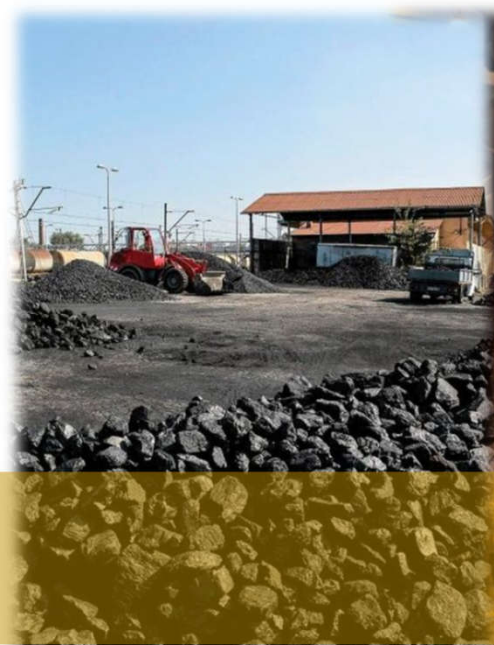
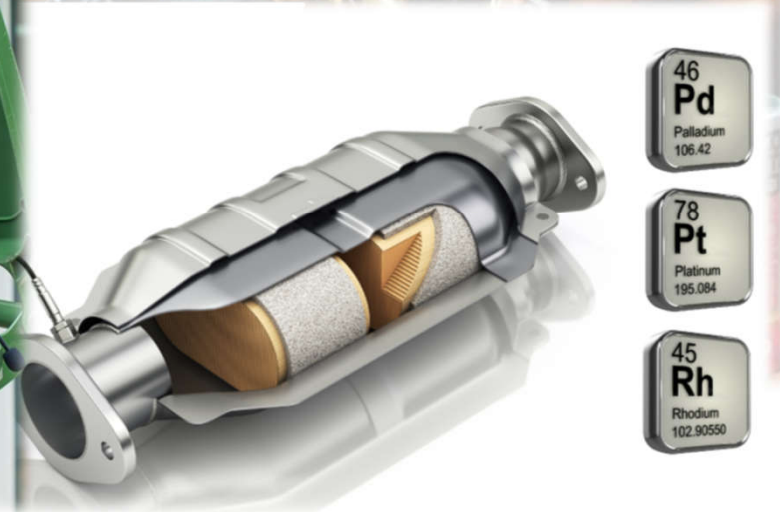
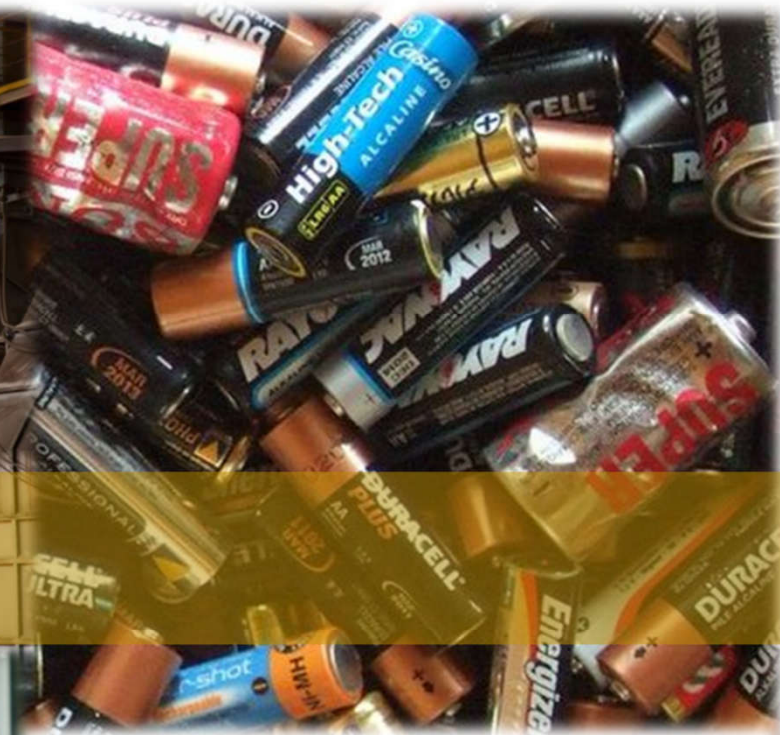




بازیافت مواد

جلسه دوازدهم

بازیابی منابع از سرباره ها



سرباره ها (Slags)

- در عملیات **متالورژی استخراجی**، فاز سرباره از افزودن مخلوط اکسیدها و کمک ذوب ها شکل می گیرد.
- این فاز همچنین، حاصل اکسیداسیون خوراک ورودی و انحلال مواد نسوز می باشد.
- هدف از تولید سرباره در صنعت ذوب کنسانتره، حذف ناخالصی هایی مانند گوگرد و فسفر از فلز مذاب است.
- عملیات تولید فولاد مانند کوره اکسیژن پایه (BOF) و کوره قوس الکتریکی (EAF)، سرباره های مختلفی ایجاد می کنند.
- سرباره ها به سه دسته اصلی تقسیم می شوند.

سرباره ها

✓ سرباره آهنی (Ferrous slags)

✓ سرباره غیر آهنی (Non-ferrous slags)

✓ سرباره زباله سوزها (Incineration slags)

- تمامی این سرباره ها حاوی مقداری فلز و مواد قابل استفاده در سیمان و راه سازی هستند.
- برخی از آنها حاوی مقدار زیادی از فلزات سنگین هستند که برای طبیعت خطرناک هستند.
- به ازای هر تن آهن، ۲۰۰ کیلوگرم سرباره آهنی تولید می شود.
- سرباره غیر آهنی به علت همراه داشتن فلزات سنگین، بدون فراوری قابل استفاده نمی باشند.

سرباره ها

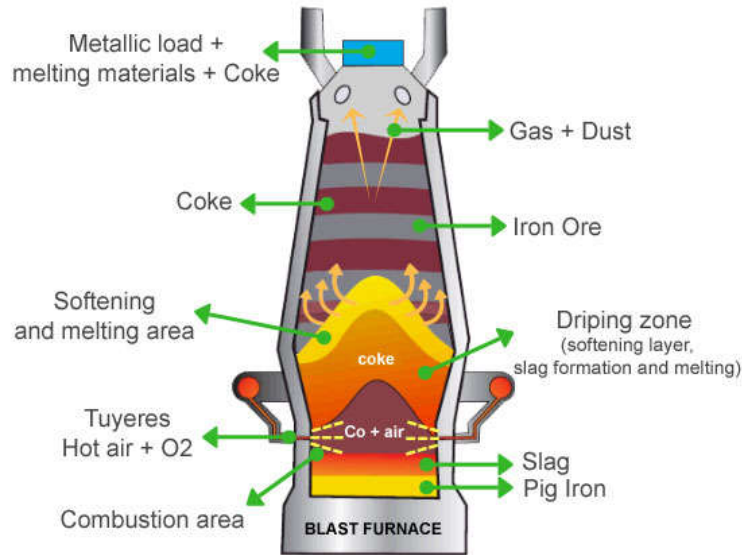
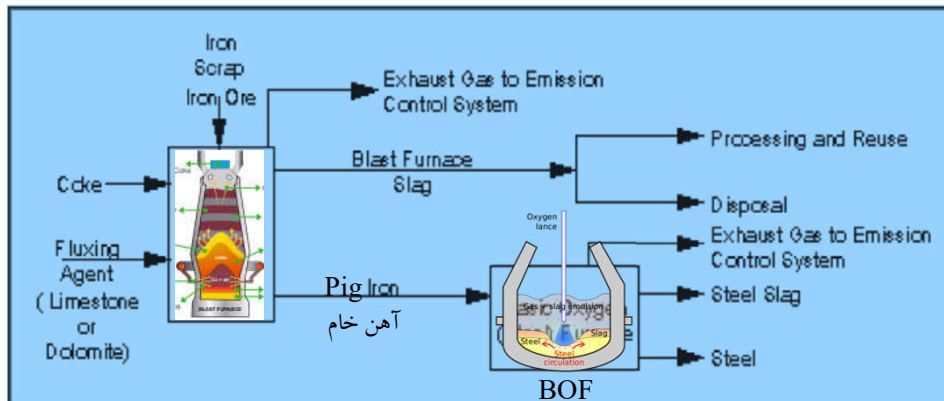


Figure 1 - Blast Furnace Operation

❖ سرباره کوره بلند (Blast furnace)

- کوره بلند به عنوان اصیل ترین روش جداسازی از سنگ آهن شمرده می شود که در آن، **کُک** با جریان دمشی هوا می سوزد و **کنسانتره آهن** یا قراضه آهن را ذوب می کند.



- سرباره کوره بلند حاوی **سیلیکات ها**، **آلومینوسیلیکات ها** و **کلسیم آلومینو سیلیکات ها** است.

	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	FeO/Fe ₂ O ₃	MnO	S
Mean	39	36	10	12	0.5	44	1.4
Range	34-43	27-38	7-12	7-15	0.2-1.6	0.15-0.76	1.0-1.9

سرباره ها

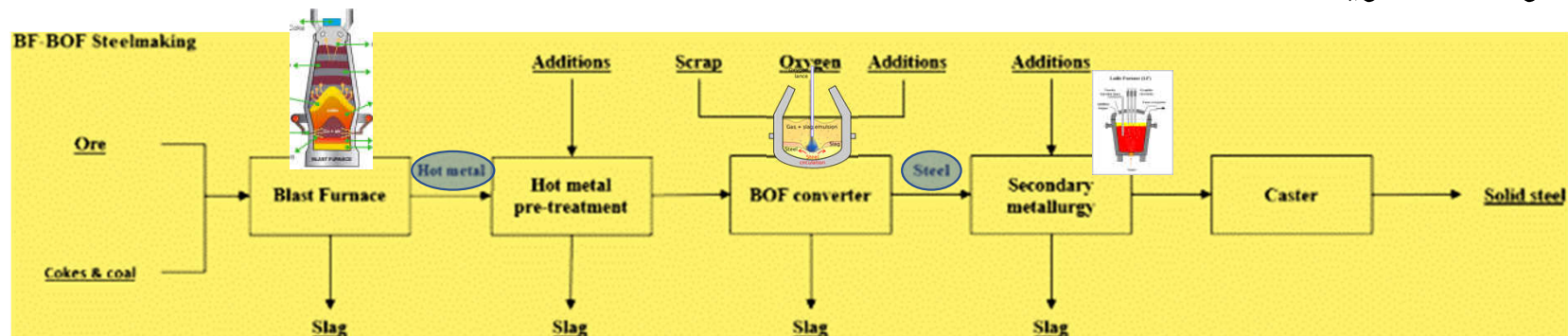
• گوگرد زدایی در چهار مرحله صورت می گیرد که هر مرحله، سرباره خود را تولید می کند.

۱. کوره بلند (Blast Furnace, BF)

۲. پیش عمل آوری فلز داغ (Hot metal pretreatment, Ladle treatment)

۳. کنورتور (Base Oxygen Furnace, BOF)

۴. متالورژی ثانویه (Secondary metallurgy ladle treatment)



سرباره ها

• بسته به روش سرد شدن، از کوره بلند چهار نوع سرباره تولید می شود:

۱. سرباره خنک شده با هوا (ACBFS): بصورت توده متخلخل و شیشه ای بوده و نیازمند خردایش است (چگالی: 1940 kg/m^3).

۲. سرباره منبسط یا فومی: در صورت سرد شدن با آب، سرباره ای با تخلخل بالا و سبک تشکیل می شود (چگالی: $800-1040 \text{ kg/m}^3$).

۳. سرباره گندله ای: اگر سرباره همراه با آب در درام های چرخان سرد شود، گندله سرباره ایجاد می شود که متبلورتر است (چگالی: 840 kg/m^3).

۴. سرباره دانه ای: با پاشش سریع آب سرد شده و دانه ای و غیرمتبلور است. در صورت نرم کردن، بعنوان افزودنی سیمان پرتلند استفاده می شود.



سرباره ها

❖ سرباره فولادسازی

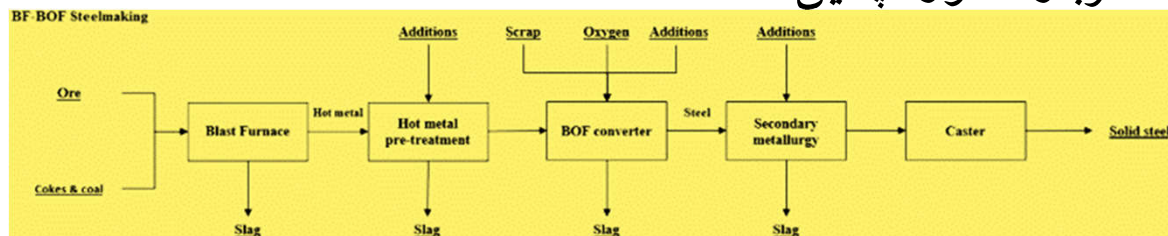
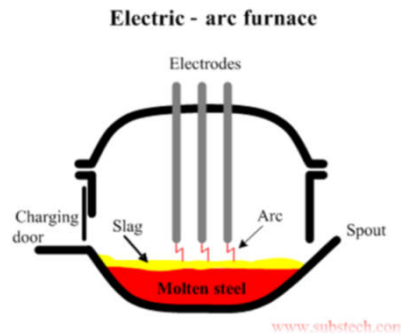
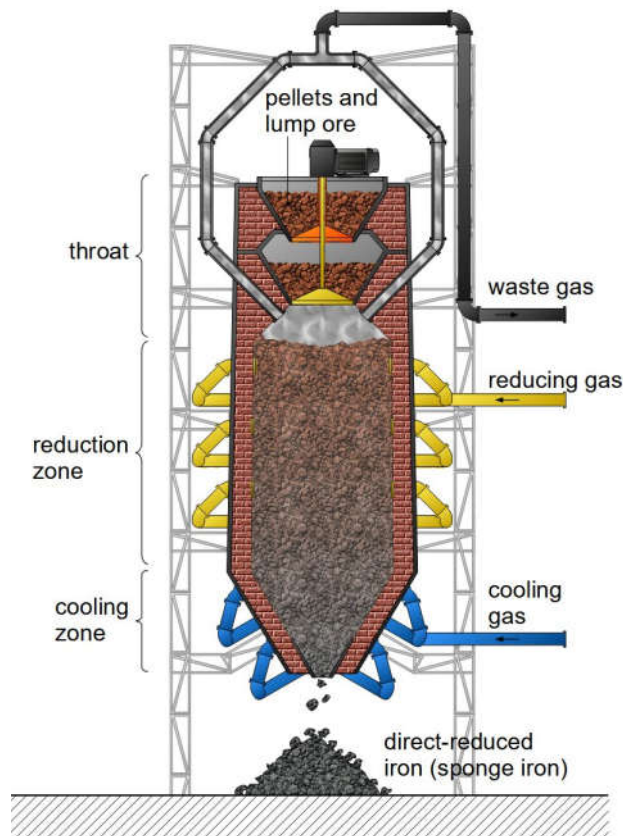
• این سرباره در سه دسته طبقه بندی می شود:

۱. سرباره کنورتور پایه (BOF)

۲. سرباره کوره الکتریکی (EAF) (احیای مستقیم)

۳. سرباره گوگردزدایی آهن خام

۴. سرباره کوره پاتیل (Ladle)



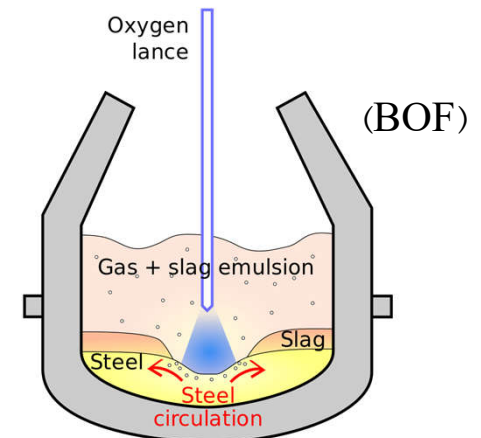
سرباره ها

Process	Weight %							
	Fe _{total}	Fe ²⁺	CaO _{total}	CaO _{free}	SiO ₂	MgO	MnO _n	P ₂ O ₅
BOF								
Steel, <0.1% C	20.0	8.4	49.8	4.5	12.2	1.3	4.4	2.5
Open Hearth								
Steel, <0.1% C	13.8	9.7	47.5	8.5	12.8	9.3	6.7	2.1
Steel, <0.1% C	20.0	14.0	41.4	4.5	12.6	6.8	7.5	2.3
EAF				1.4				
Steel, <0.1% C	17.3	9.8	39.9		12.8	6.4	9.3	0.7

Process	Weight %						
	Fe _{total}	Fe ²⁺	CaO	SiO ₂	P ₂ O ₅	MgO	MnO _n
Thomas	12.2	8.4	48.3	6.6	19.5	19.5	2.3
BOF	15.6	6.1	49.3	5.9	13.3	13.3	1.9
Ladle processed – first slag	6.8	3.4	52.2	8.0	20.5	20.5	3.6
Ladle processed- second slag	23.4	11.0	47.2	4.6	2.5	2.2	3.5

❖ سرباره فولادسازی

- ترکیب شیمیایی انواع سرباره فولادسازی را در جداول مشاهده می کنید.



سرباره ها

❖ سرباره فولادسازی

- ترکیب کانی شناسی انواع سرباره فولادسازی را در جدول ملاحظه می کنید.

Identified phase	Chemical composition	BOF slag	EAFlslag	Ladle slag
Dicalcium silicate-calcium phosphate	$\text{Ca}_2\text{SiO}_4\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	X	X	
Dicalcium silicate	Ca_2SiO_4			X
Tricalcium silicate	$(\text{Ca},\text{Mg},\text{Mn},\text{Fe})_3\text{SiO}_5$	X		X
Wustite	$(\text{Fe},\text{Mg},\text{Ca},\text{Mn})\text{O}$	X	X	
Magnesiowustite	$((\text{Mg},\text{Fe},\text{Mn},\text{Ca})\text{O})$	X	X	
Dicalciumferrite	$\text{Ca}_2(\text{Fe},\text{Al})_2\text{O}_5\text{-Ca}(\text{Ti},\text{Si})\text{O}_3$	X	X	
Magnetite	Fe_3O_4	X		
Calcium ferrite	CaFe_2O_4	X		
Mervinite	$3\text{CaO}.\text{MgO}.2\text{SiO}_2$		X	X
Spinel	$(\text{Mg},\text{Fe})(\text{Cr},\text{Al})_2\text{O}_4$		X	X
Lime	$(\text{Ca},\text{Mg},\text{Mn})\text{O}$	x	X	
Fluorspar	CaF_2			X

