



دومین کنفرانس بین المللی و ششمین کنفرانس ملی



مهندسی مواد، متالورژی و معدن
26 بهمن ماه 1401 - دانشگاه شهید چمران اهواز
2nd International Conference & 6th National Conference on
Materials, Metallurgy, Mining
Feb 15, 2023

بهبود کیفیت کنسانتره تولیدی در شرکت صنایع معدنی فولاد سنگان با بررسی تاثیر دانه بندی ذرات بر میزان ریکآوری وزنی و عیار آهن کل

حمید بوری آبادی، دانشجوی دکترای شیمی، ¹chem.hamid@yahoo.com

مهدی رحمانیان، کارشناس ارشد مهندسی مواد، ²mehdi.rahmanian@yahoo.com

ایمان اکبری، کارشناس ارشد شیمی، ³imanakbari183@gmail.com

چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی فرآیند تولید کنسانتره سنگ آهن در شرکت صنایع معدنی فولاد سنگان خراسان و ایجاد شرایطی است که این فرآیند را بهبود ببخشد و با تغییرات پارامترهای مورد استفاده در این فرآیند شرایطی را ایجاد کند که فرآیند تا حدودی بهینه سازی شود و از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه تر از روش موجود باشد. دانه بندی ذرات کنسانتره تولیدی و رابطه آن با میزان ریکآوری وزنی، عیار آهن کل و درصد اکسید آهن مورد بررسی قرار گرفت و از نتایج آن برای بهبود فرآیند تولید کنسانتره استفاده شد. نتایج آزمایشات نشان داد که عدد بلین، ریکآوری وزنی، عیار آهن کل و درصد اکسید آهن با کمتر شدن سایز ذرات افزایش پیدا می کند. از این نتایج جهت بهبود فرآیند تولید کنسانتره و افزایش کیفیت کنسانتره تولید شده در شرکت صنایع معدنی فولاد سنگان خواف استفاده شد.

واژه های کلیدی: کنسانتره، عدد بلین، ریکآوری وزنی، عیار آهن کل، اکسید آهن

1- مقدمه

شرکت صنایع معدنی فولاد سنگان خراسان در استان خراسان رضوی و در فاصله 26 کیلومتری شرق شهرستان خواف قرار دارد. این شرکت با هدف تولید پایدار بخشی از گندله مورد نیاز شرکت فولاد مبارکه اصفهان، در نزدیکی معادن سنگ آهن سنگان تاسیس گردید. در حال حاضر واحد گندله سازی و کنسانتره سازی شرکت، هر کدام به ظرفیت تولید اسمی 5 میلیون تن در حال تولید می باشد.

¹ واحد مهندسی کیفیت شرکت صنایع معدنی فولاد سنگان، خراسان رضوی، خواف، منطقه معدنی سنگان
² واحد مهندسی کیفیت شرکت صنایع معدنی فولاد سنگان، خراسان رضوی، خواف، منطقه معدنی سنگان
³ واحد مهندسی کیفیت شرکت صنایع معدنی فولاد سنگان، خراسان رضوی، خواف، منطقه معدنی سنگان



دومین کنفرانس بین المللی و ششمین کنفرانس ملی



مهندسی مواد، متالورژی و معدن
26 بهمن ماه 1401 - دانشگاه شهید چمران اهواز
2nd International Conference & 6th National Conference on
Materials, Metallurgy, Mining
Feb 15, 2023

با توجه به اینکه واحد کنسانتره سازی این شرکت از سال 1400 راه اندازی شده است، فرآیند تولید کنسانتره نیاز به بهینه سازی فرآیندها جهت بهبود کیفیت کنسانتره تولیدی دارد. دانه بندی ذرات کنسانتره، عدد بلین، عیار آهن و اکسید آهن کنسانتره در فرآیند گندله سازی کنسانتره آهن تاثیر می گذارد که بهبود کیفیت این پارامترها با بهینه سازی فرآیند تولید کنسانتره انجام می شود.

صنعت آهن و فولاد ستون فقرات توسعه صنعتی محسوب می شود. استخراج سنگ آهن در بین تمام مواد معدنی استخراج شده در کشورهای در حال توسعه از اهمیت ویژه ای برخوردار است [1]. مهم ترین ذخایر سنگ آهن زمین در سنگ های رسوبی یافت می شود. آن ها از واکنش های شیمیایی که آهن و اکسیژن را در آب های دریایی و شیرین ترکیب می کردند، به وجود آمدند. مهمترین کانی های موجود در این ذخایر اکسیدهای آهن هماتیت و مگنتیت هستند. کانی های اکسید آهن مجموعه وسیعی از بافت ها را نشان می دهند که از اکسیداسیون، انحلال یا تبلور اولیه حاصل می شود [2]. بیشتر سنگ مورد نیاز جهت تولید کنسانتره در شرکت صنایع معدنی فولاد سنگان خراسان از معدن سنگ آهن سنگان تامین می شود که تجزیه و تحلیل پراش اشعه ایکس نشان داده که کانی های کانه از نوع مگنتیت و به میزان کمتری هماتیت و کانی های گنگ اصلی کوارتز و کلسیت هستند [3]. مگنتیت مغناطیسی است و از این رو به راحتی از مواد معدنی گنگ جدا می شود و قادر به تولید کنسانتره با عیار بالا با سطوح بسیار کم ناخالصی می باشد. اندازه دانه مگنتیت و درجه اختلاط آن با توده زمینی سیلیس، تعیین می کند که سنگ باید به چه اندازه خرد شود تا جداسازی مغناطیسی کارآمد برای ایجاد کنسانتره مگنتیت با خلوص بالا فراهم شود. فرآیند تولید کنسانتره شامل خردایش سنگ و غربالگری درشت دانه، خردایش مجدد و آسیاب، جداسازی مغناطیسی، شناورسازی و آبگیری می باشد. در مرحله خردایش و آسیاب سنگ آهن مگنتیت باید تا حدی آسیاب شود که در مرحله جداسازی مغناطیسی، کنسانتره مگنتیت کم سیلیس تولید شود و همزمان میزان عیار آهن در باطله تولید شده بسیار پایین باشد [4].

در این پژوهش دانه بندی ذرات کنسانتره تولیدی و رابطه آن با میزان ریکاوری، عیار آهن و اکسید آهن مورد بررسی قرار گرفت و از نتایج آن برای بهبود فرآیند آسیاب سنگ آهن جهت تولید کنسانتره در شرکت صنایع معدنی فولاد سنگان خراسان استفاده شد.

2- مطالب اصلی

2-1. روشهای انجام آزمایشات

در این پژوهش نمونه برداری و آماده سازی نمونه ها مطابق با روش استاندارد [5] - ISO 3082:2017 ، خشک کردن نمونه ها مطابق با روش استاندارد [6] - ISO 7764:2006 ، دانه بندی ذرات ریزدانه مطابق با روش استاندارد [7] ASTM E276-21 ، ریکاوری نمونه ها مطابق با روش استاندارد ذکر شده در مرجع [8]، اندازه گیری عیار آهن کل مطابق با روش استاندارد ASTM E246-21 [9]، اندازه گیری درصد اکسید آهن مطابق با روش استاندارد ISO 9035:2015 [10] و عدد بلین مطابق با روش استاندارد ISO 10070:2019 انجام شده است [11].

2-2 تجهیزات

دستگاه ریکاوری دیویس تیوب (Davis Tube) با گوس 3500 تولید شرکت Eriez، دستگاه تست اندازه گیری سطح مخصوص (عدد بلین) مدل Pasco-Blain Test 97-02 تولید شرکت پایا صنعت سما، دستگاه دانسیتومتر گازی مدل Ge-1803 تولید شرکت امید پترو انرژی خاوران، شیشه آلات و تجهیزات آزمایشگاهی معمولی شامل هات پلیت، همزن مغناطیسی، ارلن، بیپت های درجه یک و بالن های حجمی درجه یک مطابق با مشخصات ISO 648 و ISO 1042.



دومین کنفرانس بین المللی و ششمین کنفرانس ملی



مهندسی مواد، متالورژی و معدن
26 بهمن ماه 1401 - دانشگاه شهید چمران اهواز
2nd International Conference & 6th National Conference on
Materials, Metallurgy, Mining
Feb 15, 2023

2-3 روش انجام آزمون

برای انجام این پژوهش از کنسانتره تولید شده شرکت صنایع معدنی فولاد سنگان خراسان استفاده شده است. نمونه گیری برای مدت دو ماه مطابق با روش استاندارد ISO 3082 انجام شد و به صورت پرپود هفته ای مخلوط و جداسازی گردید. همانطور که در ISO7764 مشخص شده است، نمونه های آزمایش در دمای 2 ± 105 درجه سانتیگراد خشک گردید و نمونه ها مطابق روش استاندارد ISO 3082 آماده سازی شدند.

نمونه کنسانتره اصلی پس از نمونه گیری و آماده سازی، توسط الک های 20 میکرون، 32 میکرون و 45 میکرون دانه بندی شد و ذرات هر برش الک جمع آوری شد. عدد بلین پس از تعیین دانسیته ذرات با دستگاه دانسیتومتر برای 6 نمونه با دستگاه بلین تعیین شد. ریکاوری وزنی، عیار آهن کل و اکسید آهن با روش های استاندارد ذکر شده در بخش 1-2 اندازه گیری شد. سپس عیار آهن کل و درصد اکسید آهن محصول مرحله ریکاوری اندازه گیری گردید.

اندازه گیری عیار آهن کل و درصد اکسید آهن پس از دانه بندی ذرات با الک های 45 میکرون، 32 میکرون و 20 میکرون، برای محصول دانه بندی شده هر برش روی الک انجام گردید. برای محصول روی هر الک، تست ریکاوری وزنی انجام گردید. سپس عیار آهن و اکسید آهن محصول ریکاوری هر مرحله اندازه گیری شده است.

3- بحث و نتایج

نتایج آزمایشات انجام گرفته بر روی نمونه کنسانتره اصلی برای مدت 6 هفته در جدول (1) نشان داده شده است.

جدول 1: نتایج آزمایشات نمونه کنسانتره اصلی، دانه بندی ذرات با الکهای 45 میکرون، 32 میکرون و 20 میکرون، عدد بلین، میزان ریکاوری وزنی، عیار آهن و اکسید آهن

FeO (%)	Fe (%)	ریکاوری وزنی (%)	عدد بلین (cm ² /gr)	دانه بندی ریز دانه (%)				کد نمونه	نمونه هفتگی μm	32-45 μm			
				33/48	84/31	43/9	4/2						
75/27	6/65	8/96	1474	33/48	84/31	43/9	4/2	CF 01	1				
51/26	79/66	6/95	2004	05/67	04/24	71/6	2/2	CF 02	2				
85/23	55/66	66/95	2049	74/65	45/23	35/7	46/3	CF 03	3				
88/23	26/66	9/95	1814	7/59	7/24	7/10	9/4	CF 04	4				
89/25	2/67	31/95	2120	80/68	56/20	06/7	58/3	CF 05	5				
68/25	07/65	6/97	1360	83/42	57/32	8/19	8/4	CF 06	6				

روند تغییرات درصد آهن کل، ریکاوری وزنی و عدد بلین با درصد ذرات زیر 20 میکرون بررسی شد (نمودارهای 1، 2 و 3). نتایج نشان داد که با کمتر شدن سایز ذرات عدد بلین و درصد آهن افزایش پیدا کرده است و ریکاوری وزنی کاهش پیدا می کند زیرا با کاهش سایز ذرات درجه آزادی افزایش پیدا کرده و در هنگام ریکاوری با دستگاه دیویس تیوب باطله از ذرات آهن جدا شده و باطله توسط آب شسته شده و آهن بیشتری توسط دستگاه نگه داشته شده است که دلیل افزایش عیار آهن کل نیز می باشد.



دومین کنفرانس بین المللی و ششمین کنفرانس ملی

مهندسی مواد، متالورژی و معدن
26 بهمن ماه 1401 - دانشگاه شهید چمران اهواز
2nd International Conference & 6th National Conference on
Materials, Metallurgy, Mining
Feb 15, 2023



برای شش نمونه کنسانتره اصلی ریکاوری وزنی با دستگاه دیویس تیوب به روش ذکر شده در بخش 1-2 انجام شد و عیار آهن کل و درصد اکسید آهن برای نمونه های ریکاوری شده تعیین گردید که نتایج آن در جدول (2) نشان داده شده است.
جدول 2: نتایج آزمایشات عیار آهن و اکسید آهن کنسانتره تولید شده بعد از ریکاوری وزنی

شماره هفته	کد نمونه	ریکاوری وزنی (%)	Fe (%)	FeO (%)
1	CF 01	8/96	1/67	81/28
2	CF 02	6/95	59/67	85/26
3	CF 03	66/95	65/67	82/25
4	CF 04	9/95	36/67	31/25
5	CF 05	31/95	7/67	01/27
6	CF 06	6/97	67	07/26

نتایج نشان می دهد که عیار آهن کل و میزان اکسید آهن پس از ریکاوری با افزایش ذرات زیر 20 میکرون افزایش پیدا کرده است (نمودار 4).

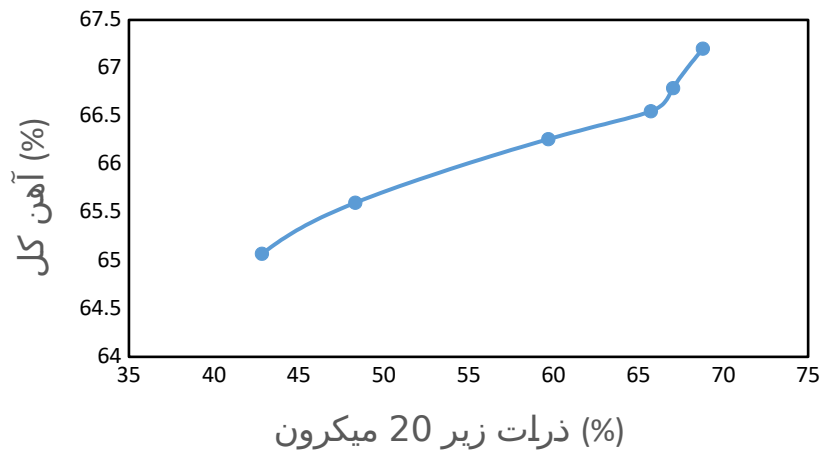


دومین کنفرانس بین المللی و ششمین کنفرانس ملی

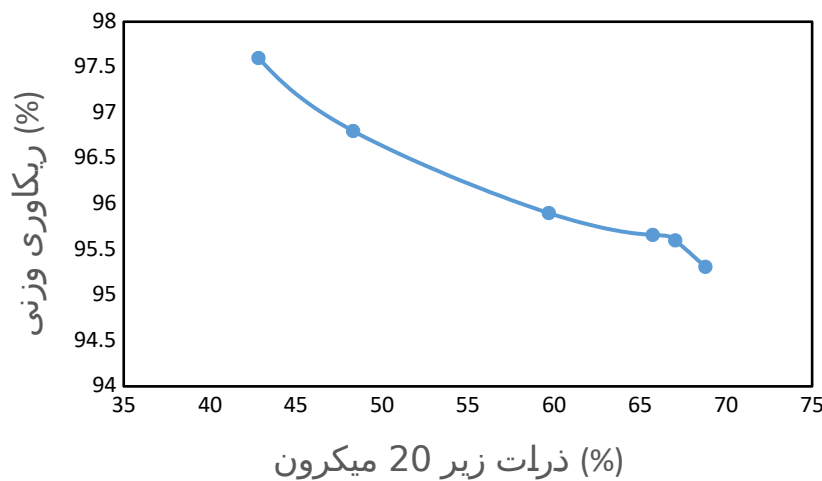
مهندسی مواد، متالورژی و معدن
26 بهمن ماه 1401 - دانشگاه شهید چمران اهواز
2nd International Conference & 6th National Conference on
Materials, Metallurgy, Mining
Feb 15, 2023



عیار آهن کل و اکسید آهن نمونه های دانه بندی شده برای ذرات بیشتر از 45 میکرون، بین 32 تا 45 میکرون، بین 20 تا 32 میکرون و ذرات زیر 20 میکرون تعیین شد. سپس ریکاوری وزنی نمونه ها تعیین شد و عیار آهن کل و اکسید آهن بعد از تعیین ریکاوری وزنی برای تمام نمونه ها اندازه گیری شد که نتایج آن در جداول (3)، (4)، (5) و (6) نشان داده شده است. میانگین نتایج ریکاوری وزنی، عیار آهن و میزان اکسید آهن قبل و بعد از ریکاوری تعیین شد که در جدول (7) نشان داده شده است. مقایسه نتایج نشان داد که (نمودار 5) با کمتر شدن سایز ذرات به ویژه ذرات زیر 20 میکرون، عیار آهن کل و درصد اکسید آهن قبل و بعد از ریکاوری افزایش پیدا کرده زیرا درجه آزادی ذرات بیشتر شده و باطله موجود در نمونه ها در مرحله ریکاوری جدا شده است.



نمودار 1: روند تغییرات درصد آهن کل با درصد ذرات کنسانتره زیر 20 میکرون

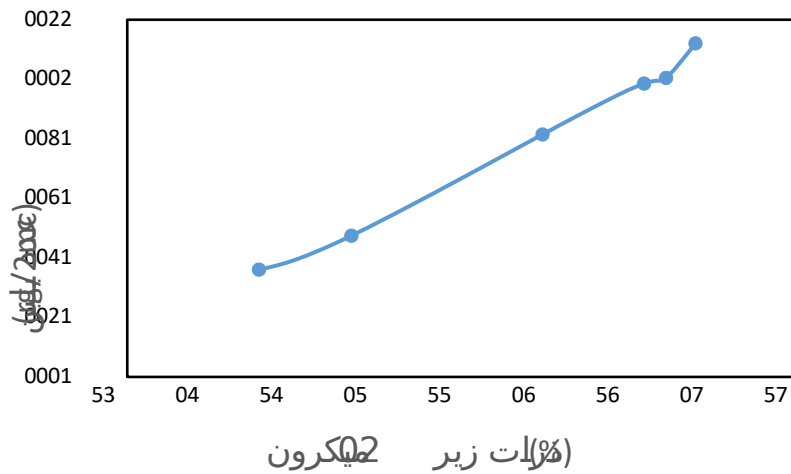


نمودار 2: روند تغییرات درصد آهن کل با درصد ذرات کنسانتره زیر 20 میکرون

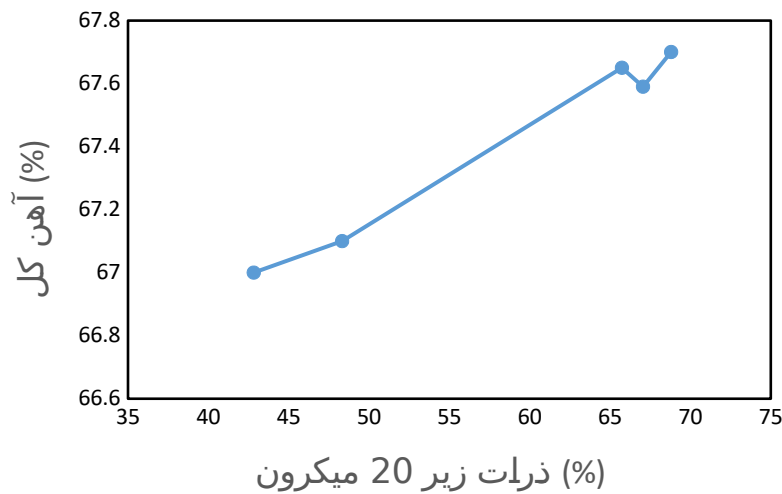


دومین کنفرانس بین المللی و ششمین کنفرانس ملی

مهندسی مواد، متالورژی و معدن
26 بهمن ماه 1401 - دانشگاه شهید چمران اهواز
2nd International Conference & 6th National Conference on
Materials, Metallurgy, Mining
Feb 15, 2023



نمودار 3: روند تغییرات درصد آهن کل با درصد ذرات کنسانتره زیر 20 میکرون

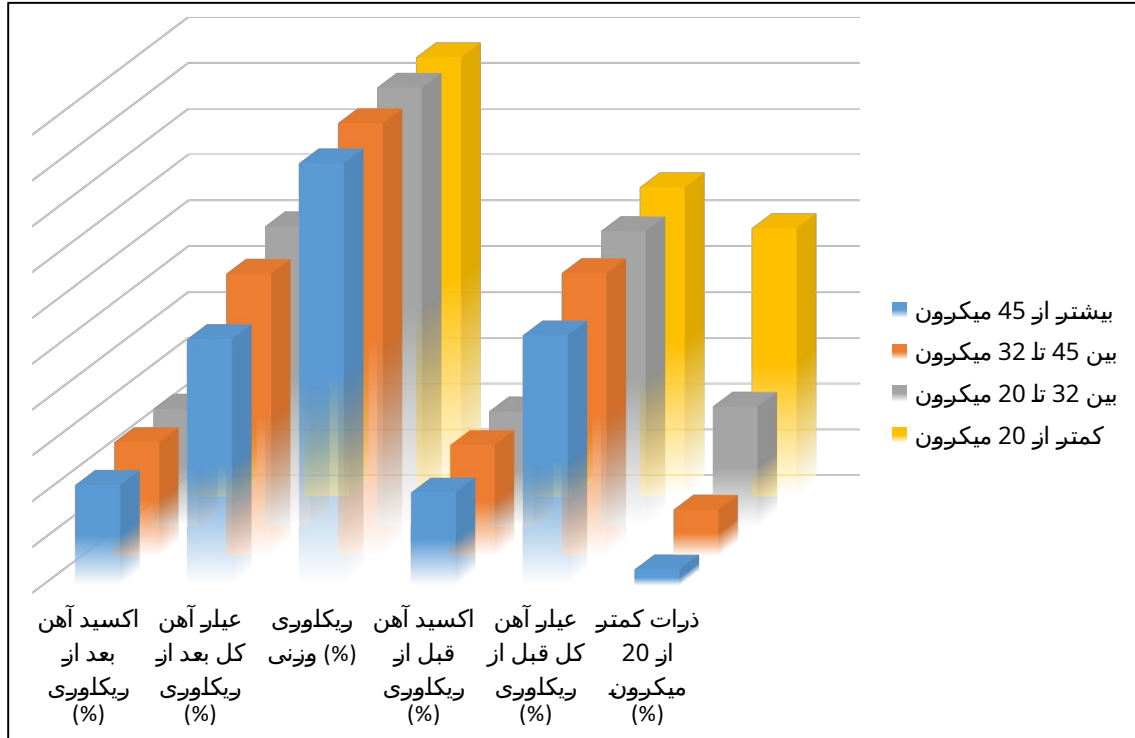


نمودار 4: روند تغییرات درصد آهن کل با درصد ذرات کنسانتره زیر 20 میکرون بعد از ریکاوری
وزنی نمونه کنسانتره اصلی



دومین کنفرانس بین المللی و ششمین کنفرانس ملی

مهندسی مواد، متالورژی و معدن
26 بهمن ماه 1401 - دانشگاه شهید چمران اهواز
2nd International Conference & 6th National Conference on
Materials, Metallurgy, Mining
Feb 15, 2023



نمودار 5: روند تغییرات دانه بندی، عیار آهن کل، میزان اکسید آهن قبل و بعد از ریکاوری وزنی نمونه کنسانتره اصلی برای هر برش از الکهای 20 میکرون، 32 میکرون و 45 میکرون

جدول 3: نتایج آزمایشات عیار آهن کل و اکسید آهن قبل و بعد از ریکاوری ذرات با سایز بیشتر از 45 میکرون نمونه دانه بندی شده کنسانتره اصلی

شماره هفته	کد نمونه	ذرات بیش از 45 میکرون (%)	قبل از ریکاوری (%)	قبل از ریکاوری (%)	ریکاوری وزنی (%)	بعد از ریکاوری (%)	بعد از ریکاوری (%)
1	CF 01	4/2	59/59	41/26	95/95	17/60	94/26
2	CF 02	2/2	97/45	26/17	54/90	74/49	38/21
3	CF 03	46/3	98/54	96/17	02/81	56/54	31/21
4	CF 04	9/4	14/54	71/19	17/94	6/54	29/20
5	CF 05	58/3	53/57	63/18	3/92	45/47	08/19
6	CF 06	8/4	46/55	05/22	02/99	2/56	85/22
7	میانگین	56/3	61/54	34/20	17/92	79/53	98/21

جدول 4: نتایج آزمایشات عیار آهن و اکسید آهن قبل و بعد از ریکاوری ذرات با سایز 32 تا 45 میکرون نمونه دانه بندی شده کنسانتره اصلی

شماره هفته	کد نمونه	ذرات 45-32 میکرون (%)	قبل از ریکاوری (%)	قبل از ریکاوری (%)	ریکاوری وزنی (%)	بعد از ریکاوری (%)	بعد از ریکاوری (%)
1	CF 01	43/9	24/62	44/26	99/95	51/63	27/27
2	CF 02	71/6	48/59	46/24	82/95	24/60	27/25



دومین کنفرانس بین المللی و ششمین کنفرانس ملی



مهندسی مواد، متالورژی و معدن
26 بهمن ماه 1401 - دانشگاه شهید چمران اهواز
2nd International Conference & 6th National Conference on
Materials, Metallurgy, Mining
Feb 15, 2023

61/23	35/61	37/86	39/21	97/60	35/7	CF 03	3
58/23	85/61	7/95	72/23	66/60	7/10	CF 04	4
41/24	21/60	44/93	47/24	82/59	06/7	CF 05	5
15/25	74/62	78/99	3/25	46/67	8/19	CF 06	6
88/24	65/61	52/94	3/24	77/61	17/10	میانگین	7

جدول 5: نتایج آزمایشات عیار آهن و اکسید آهن قبل و بعد از ریکاوری ذرات با سایز 20 تا 32 میکرون نمونه دانه بندی شده کنسانتره اصلی

شماره هفته	کد نمونه	ذرات 20-32 میکرون (%)	قبل از ریکاوری Fe (%)	قبل از ریکاوری FeO (%)	ریکاوری وزنی (%)	بعد از ریکاوری Fe (%)	بعد از ریکاوری FeO (%)
1	CF 01	84/31	07/65	06/27	97/95	23/66	71/27
2	CF 02	04/24	35/64	29/26	14/96	04/65	73/25
3	CF 03	45/23	69/64	25/23	83/91	12/66	58/25
4	CF 04	7/24	22/64	82/23	86/95	4/65	34/24
5	CF 05	56/20	05/65	34/25	74/95	78/64	84/25
6	CF 06	57/32	57/64	17/25	46/99	81/65	36/25
7	میانگین	19/26	49/64	15/25	83/95	56/65	76/25

جدول 6: نتایج آزمایشات عیار آهن و اکسید آهن قبل و بعد از ریکاوری ذرات با سایز کمتر از 20 میکرون نمونه دانه بندی شده کنسانتره اصلی

شماره هفته	کد نمونه	ذرات کمتر از 20 میکرون (%)	قبل از ریکاوری Fe (%)	قبل از ریکاوری FeO (%)	ریکاوری وزنی (%)	بعد از ریکاوری Fe (%)	بعد از ریکاوری FeO (%)
1	CF 01	33/48	98/66	96/27	92/95	33/68	7/28
2	CF 02	05/67	52/68	61/26	58/95	50/68	28/27
3	CF 03	74/65	63/67	8/23	99/89	18/69	13/26
4	CF 04	7/59	08/68	85/23	83/93	79/68	33/25
5	CF 05	80/68	2/67	99/25	96/94	51/68	81/26
6	CF 06	83/42	46/67	3/25	98	23/69	95/25
7	میانگین	74/58	64/67	58/25	03/96	76/68	70/26

جدول 7: میانگین نتایج آزمایشات عیار آهن کل و اکسید آهن قبل و بعد از ریکاوری

دانه بندی ذرات	ذرات کمتر از 20 میکرون (%)	قبل از ریکاوری Fe (%)	قبل از ریکاوری FeO (%)	ریکاوری وزنی (%)	بعد از ریکاوری Fe (%)	بعد از ریکاوری FeO (%)
کمتر از 45 میکرون	56/3	61/54	34/20	17/92	79/53	98/21
بین 45 تا 32 میکرون	17/10	77/61	3/24	52/94	65/61	88/24
بین 32 تا 20 میکرون	19/26	49/64	15/25	83/95	56/65	76/25
زیر 20 میکرون	74/58	64/67	58/25	03/96	76/68	70/26



دومین کنفرانس بین المللی و ششمین کنفرانس ملی

مهندسی مواد، متالورژی و معدن
26 بهمن ماه 1401 - دانشگاه شهید چمران اهواز
2nd International Conference & 6th National Conference on
Materials, Metallurgy, Mining
Feb 15, 2023



4- نتیجه

در این پژوهش تاثیر دانه بندی ذرات در فرآیند تولید کنسانتره سنگ آهن در شرکت صنایع معدنی فولاد سنگان خراسان بررسی شد. رابطه بین دانه بندی ذرات کنسانتره با عدد بلین، میزان ریکاوری وزنی، عیار آهن کل و اکسید آهن مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایشات نشان داد که با کاهش سایز ذرات عدد بلین و عیار آهن نمونه کنسانتره اصلی افزایش پیدا می کند و ریکاوری وزنی با کاهش سایز ذرات کاهش پیدا می کند که دلیل آن تغییر درج آزادی ذرات می باشد. پس از ریکاوری نمونه کنسانتره اصلی دانه بندی شده با الک های 45، 32 و 20 میکرون و اندازه گیری عیار آهن و درصد اکسید آهن مشخص شد که ریکاوری، عیار آهن و درصد اکسید آهن با کمتر شدن سایز ذرات افزایش پیدا می کند. این نتایج در اختیار واحد فنی خط تولید کنسانتره شرکت صنایع معدنی فولاد سنگان خراسان قرار داده شد که پس از اعمال تغییرات لازم باعث بهبود فرآیند تولید و کیفیت کنسانتره گردید.

5- مراجع

- [1] Mousa; E. Wang; C. Riesbeck; J. & Larsson; "Biomass applications in iron and steel industry: An overview of challenges and opportunities". *Journal of Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1247–1266, 2016.
- [2] Eisele; T.C. and Kawatra; "A review of binders in iron ore palletization". *Journal of Minerals Processing and Extractive Metallurgy Review*, 1–90, 2003.
- [3] Esmail Khaphaje; Ali Behnamfard; "Characterization of Sangan low-grade iron ore and its processing by dry low-intensity magnetic separation". *International Journal of Mining and Geo-Engineering*, 111-116, 2019.
- [4] Guijón; R. Henríquez; F. Naranjo; "Geological, Geographical and Legal Considerations for the Conservation of Unique Iron Oxide and Sulphur Flows at El Laco and Lastarria Volcanic Complexes, Central Andes, Northern Chile". *Journal of Geoheritage*, 99–315.
- [5] ISO 3082, International Standard, "Iron ores - Sampling and sample preparation procedures", 2017.
- [6] ISO 7764, International Standard, "Iron ores Preparation of predried test samples for chemical analysis", 2006.
- [7] ASTM E276, International Standard, "Standard Test Method for Particle Size or Screen Analysis at 4.75 mm (No. 4) Sieve and Finer for Metal-Bearing Ores and Related Materials", 2021.
- [8] N. F.Schulz. "Determination of the magnetic separation characteristics with the Davis Magnetic Tube, Trans", SME-AIME229, 1964.
- [9] ASTM E246, International Standard, "Standard Test Methods for Determination of Iron in Iron Ores and Related Materials by Dichromate Titrimetry", 2021.
- [10] ISO 9035, International Standard, "Iron Ores - Determination of Acid-Soluble iron (II) Content - Titrimetric Method", 2015.



دومین کنفرانس بین المللی و ششمین کنفرانس ملی

مهندسی مواد، متالورژی و معدن
26 بهمن ماه 1401 - دانشگاه شهید چمران اهواز
2nd International Conference & 6th National Conference on
Materials, Metallurgy, Mining
Feb 15, 2023



[11] ISO 10070, International Standard, “*Metallic powders - Determination of envelope-specific surface area from measurements*

of the permeability to air of a powder bed under steady-state flow conditions”, 2019.