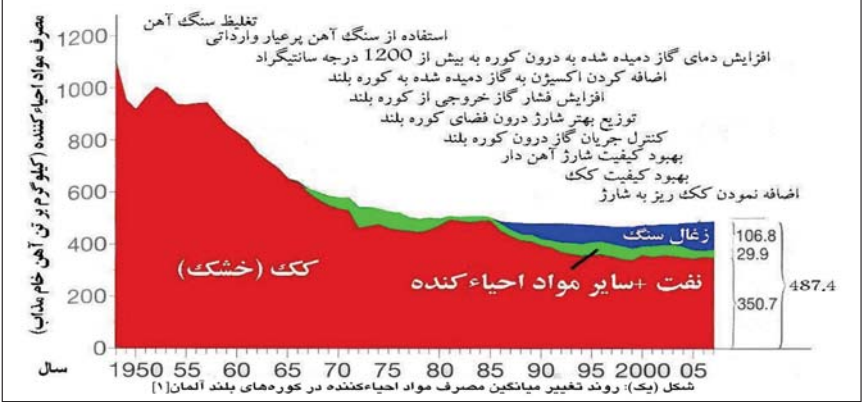




روش‌های مختلف تولید گندله از سنگ آهن در ایران و جهان

دکتر سیدتقی نعیمی، عضو هیات علمی دانشکده تحصیلات تکمیلی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، کارشناس رسمی دادگستری / مهندس امیرحسین صالحی، مهندسی اکتشاف معدن، دانشکده تحصیلات تکمیلی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

قسمت اول

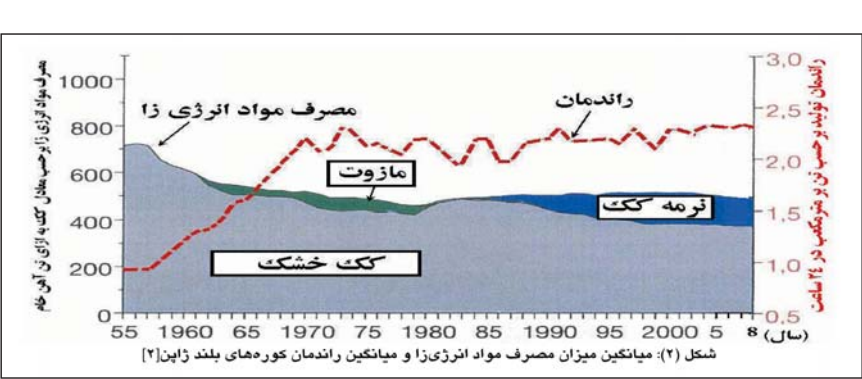


تولید فولاد در سطح جهان هر ساله حدود ۶ درصد انرژی مصرفی دنیا را به خود اختصاص می‌دهد. از صد سال قبل تاکنون متخصصان کوششی کرده و می‌کنند تا مصرف انرژی به ازای تن تولید فولاد از مواد آهن‌دار طبیعی را کاهش دهند.

شکل‌های (۱) و (۲) روند کاهش مصرف انرژی به ازای تن تولید آهن خام مذاب ژاپن و آلمان را در سال‌های مختلف نشان می‌دهند. متخصصان از ۱۰۰ سال قبل دریافته بودند که هرچه عیار آهن مواد آهن‌دار بیشتر باشد اولاً مصرف انرژی به ازای تن تولید فولاد کاهش یافته، ثانیاً تولید سرباره به ازای تن تولید فولاد کاهش یافته و ثالثاً راندمان تولید افزایش خواهد یافت.

از طرفی عیار آهن در مواد طبیعی آهن‌دار در سطح جهان عمدتاً کمتر از ۶۰ درصد است[۳]. متخصصان برای افزایش عیار آهن به‌تدریج با نوآوری در تکنولوژی تغلیظ توانستند امروزه کنسانتره‌ای تولید کنند که عیار آهن آن حدود ۷۱ درصد باشد[۴]. جهت افزایش عیار آهن باید مواد همراه سنگ‌آهن را پس از استخراج از

تولید گندله در جهان به‌تدریج افزایش یافت. میانگین میزان تولید سالانه گندله در ۵ سال در سطح دنیا حدود ۴۰۰ میلیون تن است[۷]. تکامل نسبی فرآیند آماده‌سازی بهینه کنسانتره آهن (گندله‌سازی) سبب بالا رفتن ارزش افزوده مواد معدنی آهن‌دار شد. با توجه به محسّنات فنی و اقتصادی تولید گندله نسبت به تولید زینتر در کشورهای اروپایی و صنعتی غرب حتی بجای واحدهای قبلی تولید زینتر که باید از رده تولید خارج شوند ساخته نشده است. زیرا محدودیتی که از لحاظ فنی برای استفاده از کنسانتره با دانه‌بندی زیر یک میلیمتر جهت تولید زینتر وجود دارد عملاً تا گسترش تولید گندله عیار کنسانتره‌های آهنی که به زینتر تبدیل می‌شدند حدود ۶۲ درصد بود، در صورتی‌که عیار آهن گندله تولیدی در سوئد امروزه حدود ۷۱ درصد است زیرا برای تولید گندله برحسب نوع سنگ، سطوح ویژه حقیقی مواد آهن‌دار و... دانه‌بندی بهینه حدود ۶۰ میکرون است. لذا برای تولید گندله می‌توان سنگ‌آهن را



شکل (۲): میانگین میزان مصرف مواد انرژی‌زا و میانگین راندمان کوره‌های بلند ژاپن[۲]

تا حد دانه‌بندی بهینه خرد کرد (۶۰ میکرون) تا جایش نزدیک به کل مواد همراه سنگ‌آهن امکان‌پذیر شود. علاوه بر این حمل و نقل کنسانتره سنگ‌آهن حتی با دانه‌بندی مناسب برای تولید زینتر از معادن سنگ‌آهن برزیل به اروپا و ژاپن و... مانند حمل مواد آهن‌دار با دانه‌بندی مناسب تولید زینتر از معدن چغارت به ذوب آهن اصفهان مشکلات فنی زیادی دارند.

واحدهای تولیدکننده زینتر عموماً باید در جوار کوره بلند قرار داشته باشند. محل ایده‌آل برای تولید گندله از دید فنی و اقتصادی برخلاف فولاد مبارک و اهواز باید در نزدیک معادن سنگ‌آهن مانند گل‌گهر، چادرمو، سنگان و... باشد. امروزه بیش از ۸۰ درصد گندله سنگ‌آهن مصرفی صنایع فولاد جهان در نزدیک معادن سنگ‌آهن قرار دارند. شایان ذکر است که گندله تولیدی برخلاف زینتر از قابلیت حمل و نقل خوبی برخوردار است، به عبارات دیگر احداث یک کارخانه گندله‌سازی در جوار معادن سنگ‌آهن علاوه بر اینکه ارزش افزوده ماده معدنی را به همراه دارد سبب افزایش سطح تکنولوژی‌های موجود در معادن می‌شود. در شکل (۴) چند دانه گندله پخته شده سنگ‌آهن دیده می‌شود.

برای تولید گندله، نرمه کانسنگ‌آهن که حدود ۹۰

دیسک خارج می‌شوند. سپس گندله‌های خام را خشک و سخت می‌کنند تا ویژگی‌های متالورژیکی مورد نظر در گندله پخته شده ایجاد شود.



در مقاله‌ای که پیش‌رو دارید ابتدا مواد اولیه برای تولید گندله با کیفیت و قابل مصرف در کوره بلند و احیای مستقیم جهت تولید فولاد معرفی می‌شود. در ادامه روش‌های تولید گندله خام و در نهایت تکنولوژی‌های پخت گندله به‌اختصار تشریح و با یکدیگر مقایسه خواهند شد.

پروسه گندله‌سازی شامل سه مرحله است:

۱. آماده‌سازی مواد اولیه (شامل خرد کردن، جدایش،



افزودن مواد چسبنده و مخلوط کردن)

۲. تشکیل گندله‌های خام

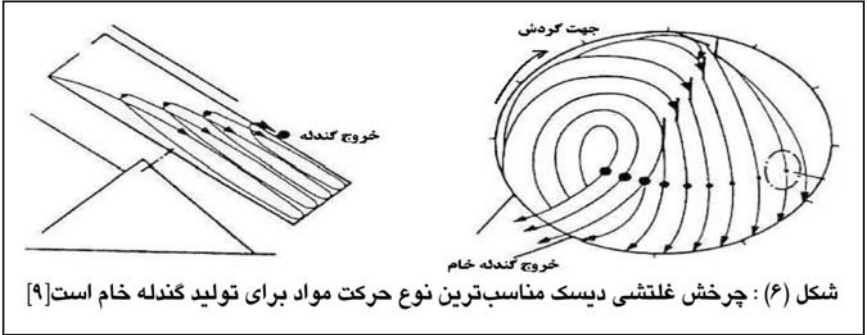
۳. سخت کردن و پختن گندله.

تفاوت فرآیند تولید گندله عمدتاً در مرحله سوم از مراحل فوق است. بنابراین در اینجا قبل از پرداختن به شرح تکنولوژی‌های مزبور، مطالبی به اختصار در ارتباط به دو مرحله اولیه تولید گندله بیان خواهد شد.

۱. آماده‌سازی مواد اولیه:

پیش از ایجاد گندله‌های خام، برای تنظیم ترکیب شیمیایی و رطوبت خوراک، کانسنگ‌آهن با روش‌های تر یا خشک در آسیاب‌های گلوله‌ای یا میله‌ای به اندازه مناسب خرد می‌کنند و چنانچه از روش تر استفاده

گندله‌ها نیز افزایش خواهد یافت و هرگاه این سرعت از حد خاصی بیشتر شود، باعث از هم پاشیدن گندله‌های خام تولیدی بر اثر برخورد می‌شود. این اثر را با کم کردن زاویه دیسک می‌توان خنثی کرد[۹]. بنابراین باید برای هر نوع کنسانتره سنگ‌آهن، زاویه دیسک و سرعت آن را به صورت تجربی تنظیم و با هم وفق داد. گندله‌های خام تولیدی را آزمایش کرده و بر مبنای نتایج آزمایش نسبت به تغییر جزئی فاکتورهای مختلف و موثر در کیفیت گندله خام را به صورت تجربی بهینه‌سازی کرد. برای این کار یک واحد پایلوت تولید گندله خام تقریباً همیشه در جوار خط تولید گندله وجود داشت مانند واحد پایلوت تولید گندله در مجتمع فولاد اهواز.



شده باشد قبل از ارسال به مرحله مخلوط‌سازی باید رطوبت آن به کمتر از رطوبت نهایی بهینه برای تولید گندله کاهش داده شود و سپس برای مخلوط‌سازی ارسال می‌شود. در مخلوط‌سازی، مواد نرم شده با مواد چسبنده مانند بنتونیت (حدود ۰/۵ تا یک درصد) و موادی مثل سنگ آهک، البوین و دولومیت (حدود یک تا ۵ درصد) و... مخلوط شده و رطوبت این مواد بسته به نوع و ویژگی‌های کانسنگ‌آهن در حدود ۱۰ درصد تنظیم می‌شوند. این مواد، به گندله خواص فیزیکی و متالورژیکی لازم برای مراحل بعدی را می‌دهد. عملیات مخلوط شدن در میکسرهای استوانه‌ای شکل انجام می‌پذیرد.

۲. ساخت گندله خام:

تا سال ۱۹۴۹ تنها دستگاه قابل استفاده برای تولید گندله در مقیاس صنعتی استوانه‌های دوار بود تا اینکه در این سال استفاده از دیسک‌های گندله‌سازی توسط شرکت لوژی معرفی شد[۸]. درحال حاضر تمامی طرح‌ها و کارخانه‌های فعال تولید گندله در ایران مانند سایر کشورهای دنیا، از دیسک‌های دوار برای تولید گندله خام استفاده می‌کنند. در قسمت بالای اشکال (۹) و (۱۳) مراحل مختلف آماده‌سازی بار برای تولید گندله در شکل (۵) یک دیسک گندله‌ساز دیده می‌شوند. در این دیسک‌ها ذرات پودر در اثر رطوبت و تماسی که با یکدیگر پیدا می‌کنند به یکدیگر چسبیده و پس از اینکه قطر گوله‌های شکل گرفته به اندازه کافی رشد کرد، از لبه دیسک خارج می‌شوند. عواملی همچون کیفیت ذرات پودر، میزان رطوبت، شیب، قطر و سرعت چرخش دیسک در اندازه و کیفیت گندله تولیدی مؤثر هستند. فاکتورهای فوق عمدتاً برای هر سنگ معدنی با مشخصات معین باید به صورت تجربی تنظیم شوند. در شکل (۵) یک دیسک گندله‌سازی مشابه آنچه در واحد گندله سازی گل‌گهر نصب شده است در دو تصویر مختلف دیده می‌شوند. قطر دیسک گندله سازی مبارک که حدود ۶ متر است.

در شکل ۵ (قسمت ب) تیغه‌های دوار برای جلوگیری



اخبار کوتاه خارجی

کاهش ۱۲۶ دلاری قیمت مس کاتد

معدن و توسعه:

قیمت مس کاتد در بورس فلزات لندن طی هفته منتهی به ۱۱ مهرماه همراه با نوساناتی، در مجموع حدود ۱۲۶ دلار/ تن کاهش یافت.

بر گزارش «معدن و توسعه»، قیمت نقدی مس کاتد در روز پایانی هفته (۱۰ مهرماه) در بورس فلزات لندن، ۵۸۷۱ یا ۵۸۷۲ دلار/ تن بود.

در این میان، عواملی نظیر رشد شاخص سهام در آسیا، رشد تولید آمریکا در ماه سپتامبر ۲۰۰۹ و اعتصاب در معادن مس اکسترانتا شیلی موجب تقویت قیمت مس شدند. در مقابل، مواردی همچون کاهش قیمت نفت، تقویت ارزش دلار، کاهش خرید چین با شروع تعطیلات ملی این کشور، افزایش ۷/۸ درصدی تولید مس شیلی در ماه آگوست ۲۰۰۹ نسبت به ماه مشابه سال قبل، رشد بیش از انتظار نرخ بیکاری در آمریکا در ماه سپتامبر ۲۰۰۹ و افزایش شک و تردید نسبت به بهبود وضعیت اقتصادی آمریکا و افزایش موجودی مس در انبارهای بورس فلزات لندن موجب کاهش قیمت مس شد.

در بازار داخلی نیز قیمت مس کاتد طی هفته مورد بررسی با کاهش ۱۳۴۰ ریال/ کیلوگرم به ۶۲۸۱۵ ریال/ کیلوگرم کاهش یافت.

خریداران بیلت در انتظار

کاهش قیمت

معدن و توسعه:

خریداران بیلت در انتظار کاهش قیمت، سفارشات خود را پایین آورده‌اند.

به گزارش «معدن و توسعه»، آخرین اطلاعات از بازار ترکیه حاکی است، در هفته مورد بررسی، با وجود کاهش قیمت آهن قراضه، قیمت بیلت هم در بازار داخلی ترکیه و نیز قیمت صادرات این کشور تغییر چندانی نداشته است و تولیدکنندگان این کشور قیمت خود را برای تولید ماه اکتبر نگه داشتند.

در حال حاضر، بازار صادراتی تولیدکنندگان بیلت ترکیه ضعیف است و تنها محموله‌های کوچک به کشورهای شرق آسیا صادر می‌شود. با توجه به کاهش قیمت آهن قراضه و پایین بودن قیمت محصولات فولادی طویل در بازار، خریداران بیلت در انتظار کاهش قیمت بیلت هستند. به گزارش مڈکور، در هفته مورد بررسی قیمت صادراتی بیلت تولیدکنندگان کشورهای CIS، ۴۴۰ تا ۴۵۰ دلار/ تن، فوب دریای سیاه گزارش شده که نسبت به هفته قبل تغییری نداشته است. تقاضای خرید بیلت از این کشورها نیز پایین است.

قیمت سنگ آهن باز هم

افزایش یافت

معدن و توسعه:

قیمت سنگ آهن در بازار اسپات در هفته منتهی به ۱۱ مهرماه با افزایش همراه بود.

به گزارش متال بولتن، آخرین قیمت نقدی سنگ آهن ریزدانه صادراتی هند با عیار ۶۳/۵ درصد برمنیای cfr بنادر چین، از ۸۸ تا ۹۰ دلار/ تن در هفته گذشته به ۹۰ تا ۹۲ دلار/ تن، در هفته مورد بررسی افزایش یافت که در مقایسه با هفته گذشته با افزایشی حدود ۲ درصدی همراه بود. این در حالی است که حجم دادوستد در بازار کاهش قابل توجهی داشته است.

بنا به این گزارش، تعدادی از فعالان بازار بسر این عقیده‌اند که قیمت سنگ آهن، بعد از تعطیلات چین با کاهش مواجه خواهد شد مگر آن که قیمت محصولات فولادی در بازار چین بهبود یابد.

این در حالی است که در صورت تداوم افت قیمت محصولات فولادی، کارخانه‌های فولادسازی چین، خرید مواد اولیه خود را کاهش خواهند داد و با کاهش تقاضا، قیمت هم تحت تاثیر قرار خواهد گرفت. در حال حاضر، صادرکنندگان هندی بر روی قیمت ۹۱/۵ تا ۹۲ دلار/ تن، cfr چین پافشاری می‌کنند اما به‌رغم وجود درخواست، سفارش خرید انجام نمی‌شود.

افزایش سرعت افت قیمت

آهن قراضه

معدن و توسعه:

روند نزولی قیمت فوب آهن قراضه، تحویل در بندر رتردام طی هفته منتهی به ۱۱ مهرماه در مقایسه با چند هفته پیش سرعت بیشتری را تجربه کرد.

طبق گزارش متال بولتن، قیمت معاملاتی آهن قراضه (۸۰:۲۰) HMS۱&۲ از ۲۷۵ تا ۲۸۰ دلار/ تن، فوب رتردام در هفته گذشته به سطح ۲۶۵ تا ۲۷۰ دلار/ تن، فوب در هفته مورد بررسی کاهش یافت. همچنین آخرین قیمت آهن قراضه (۵۰:۵۰) HMS۱&۲ و آهن قراضه Shredded در تاریخ ۹ مهرماه به ترتیب، ۲۳۵ تا ۲۴۰ دلار/ تن و ۲۷۰ تا ۲۷۵ دلار/ تن، فوب رتردام گزارش شد که حاکی از افت ۴ درصدی قیمت معاملاتی سایر انواع آهن قراضه در هفته مورد بررسی است.

گفته می‌شود، پایین بودن تقاضا در بازارهای داخلی و صادراتی برای خرید آهن قراضه به همراه بازار ضعیف محصولات فولادی طویل از عوامل اصلی موثر در تداوم روند کاهشی قیمت آهن قراضه در بازارهای جهانی است. بنا به این گزارش، بررسی بازار آهن قراضه ترکیه نشان می‌دهد، به‌رغم روند کاهشی قیمت آهن قراضه، تقاضای خرید تجار و تولیدکنندگان فولاد این کشور در هفته مورد بررسی تضعیف شده و به نظر می‌رسد که آنها در وهله اول به دنبال پایداری در بازار محصولات فولادی هستند. فعالان بازار بر این عقیده‌اند که انتظار کاهش بیشتر قیمت آهن قراضه و نبود اطمینان نسبت به جهت تغییرات قیمت محصولات فولادی طویل در بازار خاورمیانه موجب شده است که فولادسازان ترکیه با احتیاط بیشتری برای خرید اقدام کنند.

در بازار داخلی چین، طی هفته مذکور، بازار آهن قراضه از روند تقریباً ثابتی همراه با کاهش در برخی از مناطق این کشور برخوردار بوده است و با توجه به بازار ضعیف محصولات نهایی فولاد، حجم دادوستد بسیار پایین است.

آخرین قیمت آهن قراضه در مناطق مختلف چین، ۲۶۰۰ تا ۲۶۵۰ یوان/ تن گزارش شده است که نسبت به هفته قبل تغییر قابل توجهی نداشته است.

استفاده از فناوری فلش ذوب مس جدید

فنلاند در چین

معدن و توسعه:

شرکت **Outotec** فنلاند با شرکت **Zijin Copper Co** چین، قراردادی را برای عرضه فناوری و خدمات ذوب مس امضا کرده اند.

به گزارش پایگاه اطلاع‌رسانی شرکت ملی صنایع مس ایران، این قرارداد حدود ۱۰/۵ میلیون دلاری شامل: دادن حق امتیاز استفاده از این فرآیند و تهیه تجهیزات مربوطه و خدمات پس از فروش آن است. این واحد جدید سالانه ۲۰۰ هزار تن کاتد مس تولید خواهد کرد. تحویل این تجهیزات در سه ماهه سوم سال ۲۰۱۰ صورت خواهد گرفت. فرآیند فلش **Outotec** به گفته این شرکت فنلاندی، تمیزترین روش ذوب مس و نیکل در جهان محسوب می‌شود.

Zijin Copper پنجمین واحد ذوب مس در چین خواهد بود که از این روش به دلیل میزان مصرف کمتر انرژی آن و میزان آلایندگی کمتر آن استفاده خواهد کرد.

ادامه دارد...