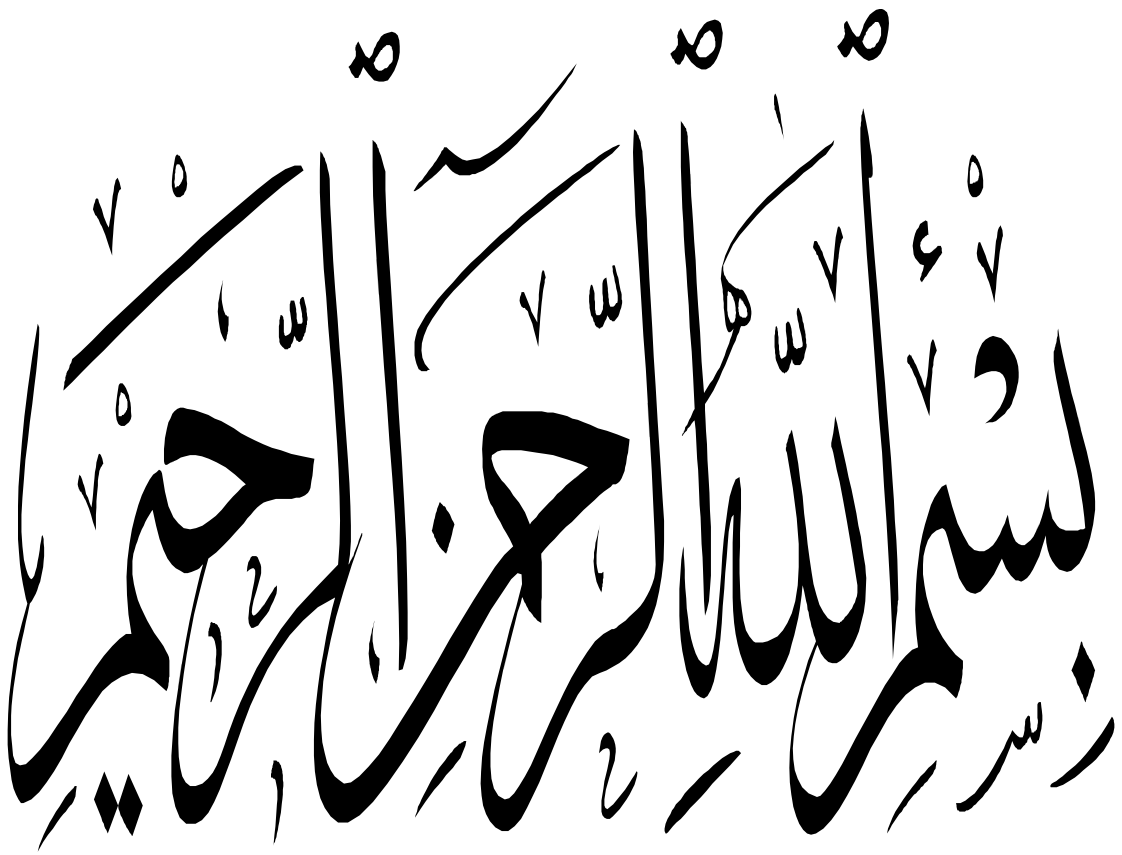

بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه لرستان
دانشکده فنی و مهندسی
گروه مهندسی معدن

پایان نامه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی معدن- گرایش فرآوری مواد معدنی

بررسی تأثیر خصوصیات خوراک ورودی بر عملکرد آسیای خودشکن کارخانه مگنتیت شرکت صنعتی و معدنی گل گهر

نگارش:

میثم قربانی مقدم

استاد راهنما:

دکتر کیانوش بارانی بیرانوند

مشاور صنعتی:

مهندس سید محسن موسوی

پاییز ۹۳

تقديم به

پدر، مادر و خانواده عزيزم

كه الگوي مهرباني، صبر و سخت كوشي‌اند.

تقدیر و تشکر

سپاس خدای را که سخنوران، در ستودن او بمانند و شمارندگان، شمردن نعمت‌های او ندانند و کوشندگان، حق او را گزاردن نتوانند؛ و سلام و درود بر محمد و خاندان پاک او، طاهران معصوم، هم آنان که وجودمان وامدار وجودشان است و نفرین پیوسته بر دشمنان ایشان تا روز رستاخیز...

بدون شک جایگاه و منزلت معلم، اجل از آن است که در مقام قدردانی از زحمات بی‌شائبه‌ی او، با زبان قاصر و دست ناتوان، چیزی بنگاریم. اما ازآنجایی‌که تجلیل از معلم، سپاس از انسانی است که هدف و غایت آفرینش را تأمین می‌کند و سلامت امانت‌هایی را که به دستش سپرده‌اند تضمین، برحسب وظیفه و از باب "من لم یشکر المنعم من المخلوقین لم یشکر اللّه عزّ و جلّ " از پدر و مادر عزیزم، این دو معلم بزرگوارم که همواره بر کوتاهی و درشتی من، قلم عفو کشیده و کریمانه از کنار غفلت‌هایم گذشته‌اند و در تمام عرصه‌های زندگی یار و یاوری بی چشم‌داشت برای من بوده‌اند؛ از استاد با کمالات و شایسته جناب آقای دکتر بارانی که در کمال سعه‌صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ ننمودند و زحمت راهنمایی این پایان‌نامه را بر عهده گرفتند. و خصوصاً از دوستان عزیزم در پژوهشکده سنگ‌آهن و فولاد شرکت معدنی و صنعتی گل‌گهر خصوصاً جناب آقای مهندس امیر حاجی‌زاده کمال تشکر و قدردانی رادارم. باشد که این خردترین، بخشی از زحمات آنان را سپاس گوید.

چکیده

در آسیاهای خودشکن بار خردکننده از خوراک ورودی تأمین می‌شود. لذا عملکرد آسیای خودشکن به شدت وابسته به تغییر مشخصات سختی و دانه‌بندی خوراک اولیه است. در این تحقیق تأثیر مشخصات خوراک اولیه بر روی عملکرد آسیای خودشکن خط ۳ کارخانه فرآوری سنگ آهن گل‌گهر مورد بررسی قرار گرفته است. برای این منظور ۱۱ مرحله پیمایش در مقیاس صنعتی از مدار آسیای خودشکن بعمل آمده است. در هر مرحله پیمایش به مدت ۲ ساعت و در فواصل زمانی ۳۰ دقیقه‌ای از محصول آسیا، کنسانتره و باطله نهایی خشک مدار جداسازی نمونه‌گیری شده است. همچنین به‌منظور بررسی تأثیر دانه‌بندی در سه پیمایش نوار نقاله خوراک متوقف و کل مواد روی نوار به طول تقریبی ۲۰ تا ۲۵ متر به عنوان نمونه برداشته شده است. همچنین در این مدت اطلاعات مربوط به روند کار آسیا نظیر توان‌کشی، نرخ خوراک ورودی و توان مکنده ثبت و یادداشت شده است. در این تحقیق از پارامتر اندیس SPI برای سنجش سختی خوراک استفاده شده است. در ادامه آنالیز دانه‌بندی و اندازه‌گیری عیار Fe و Feo بر روی کلیه نمونه‌ها و همچنین آزمایش تعیین شاخص SPI بر روی نمونه‌های تهیه شده برای سختی سنجی انجام شد. نتایج نشان داد برای این آسیا سختی عامل مؤثرتری نسبت به دانه‌بندی بوده، شاخص SPI بین ۱۰/۶۷ تا ۴۵/۸۳ متغیر و با افزایش سختی از ۲۰ تا ۴۰ دقیقه به‌طور متوسط توان مصرفی از ۱۵۰۰ به ۲۱۰۰ کیلووات افزایش، نرخ خوراک ورودی از ۵۸۰ به ۴۴۰ تن بر ساعت کاهش و توان مکنده از ۱۵۰۰ به ۱۹۰۰ کیلووات افزایش یافته است. همچنین با افزایش سختی محصول ریزتری در خروجی آسیا تولید شده است. به طوری که d_{80} محصول خروجی از ۵۲۰ به ۳۶۰ میکرون رسیده است. در این مطالعه رابطه سختی با عیار بار ورودی و همچنین تأثیر سختی بر کارایی متالورژیکی مدار جدایش مغناطیسی خشک مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این بخش از مطالعات نشان داد که به‌طور متوسط با افزایش سختی از ۲۰ به ۴۰

عیار بار ورودی از ۴۷ به ۴۲ درصد و بازیابی از ۹۰ به ۸۵، کاهش یافته است. ولی تغییر سختی خوراک ورودی بر عیار کنسانتره تولید شده بی‌تأثیر بوده است.

فهرست مطالب

۱کلیات ۱

۱-۱ آشنایی با معدن و کارخانه فرآوری گل گهر ۱

۱-۱-۱ موقعیت جغرافیایی ۱

۱-۱-۲ زمین شناسی منطقه ۱

۱-۱-۳ خواستگاه کانسار ۲

۱-۱-۴ کانی‌شناسی منطقه ۳

۱-۱-۵ آنومالی‌ها و میزان ذخایر سنگ آهن منطقه ۴

۱-۱-۶ تولید، فروش و قیمت سنگ آهن گل گهر ۶

۱-۱-۷ کارخانه فرآوری مجتمع سنگ آهن گل گهر ۷

۱-۲ آسیاهای خودشکن و نیمه‌خودشکن ۹

۱-۲-۱ مکانیسم خردایش سنگ در آسیای خودشکن-نیمه‌خودشکن ۱۱

۱-۲-۲ نقش توزیع ابعادی خوراک در مکانیسم خردایش در آسیاهای نوع خودشکن ۱۵

۱-۲-۳ تأثیر سختی خوراک در عملکرد آسیاهای خودشکن ۱۶

۱-۲-۴ تأثیر پرشدگی آسیا بر توان مصرفی آن ۱۸

۱-۲-۵ معرفی شاخص توان در آسیاهای نیمه‌خودشکن ۱۹

۱-۲-۶ رابطه بین سختی و شرایط عملیاتی مدار خردایش گل‌گهر ۲۲

۱-۳ بیان مسأله ۲۳

۱-۴ ضرورت انجام تحقیق ۲۳

۲ بررسی تحقیقات انجام شده ۲۵

۲-۱ بررسی تأثیر دانه‌بندی ۲۷

۲-۲ مطالعات انجام شده در زمینه سختی ۳۳

۲-۳ سایر مطالعات انجام شده ۳۷

۳ روش تحقیق ۴۱

۳-۱ تجهیزات و وسایل مورد نیاز جهت انجام آزمایش‌ها ۴۱

۳-۲ تهیه و آماده‌سازی نمونه ۴۲

۳-۲-۱ تهیه و آماده‌سازی نمونه جهت انجام آزمایش SPI ۴۲

۳-۲-۲ تهیه نمونه جهت آنالیز سرندی خوراک آسیای خودشکن ۴۳
۳-۲-۳ نمونه‌گیری‌های مربوط به سایر جریان‌ها ۴۴
۳-۳ انجام آزمون‌ها ۴۵
۳-۳-۱ آزمایش‌های SPI ۴۵
۳-۳-۲ آنالیز سرندی خوراک آسیای خودشکن ۴۷
۳-۳-۳ آنالیز شیمیایی نمونه‌ها ۴۸

۴ نتایج تحقیق و تحلیل داده‌ها ۴۹
۴-۱ نتایج آزمایش SPI در یازده دوره نمونه‌گیری ۴۹
۴-۱-۱ تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش سختی ۵۲
۴-۲ نتایج آنالیز سرندی خوراک آسیا و محصول آن در سه مرحله نمونه‌گیری مربوط به بررسی دانه‌بندی ۵۹
۴-۲-۱ رابطه خصوصیات خوراک و عملکرد آسیای خودشکن خط۳ ۶۱
۴-۲-۲ مقایسه ضریب تأثیر عامل سختی و عامل دانه‌بندی ۶۴
۴-۳ نتایج حاصل از سایر آزمایش‌ها ۶۵
۴-۳-۱ رابطه سختی با عیار آهن در خوراک ورودی ۶۶
۴-۳-۲ تأثیر سختی بر عملکرد متالورژیکی مدار جدایش ۶۷

۵ نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۶۹

فهرست جداول

جدول۱- ۱- ساختار زمین شناسی و چینه شناسی منطقه گل‌گهر ۳

جدول۱- ۲- مشخصات آنومالی‌های مختلف منطقه گل‌گهر ۵

جدول۲- ۱- خلاصه تحقیقات انجام شده در زمینه تأثیر تغییر خصوصیات خوراک بر عملکرد مدار خردایش با اولویت زمانی ۲۵

جدول۳- ۱- مشخصات آسیای نیمه‌خودشکن مورد استفاده ۴۵

جدول۳- ۲- زمان‌های انجام آزمایش SPI ۴۶

جدول۴- ۱- نتایج تست SPI در یازده دوره نمونه‌گیری ۴۹

جدول۴- ۲- شرایط عملیاتی آسیای خودشکن همزمان با دوره‌های نمونه‌گیری ۵۱

جدول۴- ۳- برخی‌ازاطلاعات‌دانه‌بندی‌خوراک‌وشرایط‌عملیاتی‌آسیا همزمان بادوره‌های نمونه‌گیری ۶۱

جدول۴- ۴- نتایج آنالیز شیمیایی نمونه های مدار جدایش مغناطیسی خشک ۶۶

فهرست اشکال

شکل ۱- ۱- موقعیت نسبی هریک از آنومالی‌ها به همراه میزان ذخیره ۵

شکل ۱- ۲- فلوشیت کارخانه فرآوری مجتمع سنگ آهن گل‌گهر ۸

شکل ۱- ۳- نمایش ایجاد نیروهای ثانویه در سنگ ۱۲

شکل ۱- ۴- شمای کلی فرآیند خردایش در آسیاهای نوع خودشکن ۱۳

شکل ۱- ۵- مکانیزم‌های اصلی شکست در آسیاهای نوع خودشکن ۱۳

شکل ۱- ۶- حرکت بار در داخل آسیا و نحوه ارتباط آن با مکانیزم خردایش ۱۴

شکل ۱- ۷- رابطه بین پرشدگی، توان مصرفی و نرخ خوراک آسیا ۱۹

شکل ۳- ۱- نمودار آنالیز سرندی خوراک آزمایش SPI ۴۳

شکل ۳- ۲- نمودار آنالیز سرندی محصول آزمایش SPI ۴۷

شکل ۴- ۱- نمودار مربوط به آنالیز سرندی محصول آسیا در ۵ روز مختلف ۵۲

شکل ۴- ۲- رابطه بین سختی و D_{80} محصول خروجی آسیای خودشکن ۵۴

شکل ۴- ۳- رابطه بین سختی و D_{80} مواد برگشتی آسیای خودشکن ۵۵

شکل ۴- ۴- مقایسه دانه‌بندی مسیرهای‌خوراک، باطله وکنسانتره‌جداکننده‌های مغناطیسی خشک ..۵۶

شکل ۴- ۵- رابطه بین سختی و توان آسیای خودشکن ۵۷

شکل ۴- ۶- رابطه بین سختی و توان اگزوزفن ۵۸

شکل ۴- ۷- رابطه بین سختی و نرخ خوراک ورودی به آسیای خودشکن ۵۸

شکل ۴- ۸- رابطه سختی با میزان توان ویژه مصرفی ۵۹

شکل ۴- ۹- توزیع ابعادی خوراک در سه پیمایش ۶۰

شکل ۴- ۱۰- توزیع ابعادی محصول آسیای خودشکن در سه دوره نمونه‌گیری ۶۰

شکل۴- ۱۱- رابطه بین سختی و عیار بار ورودی ۶۷
شکل۴- ۱۲- رابطه بین سختی و بازیابی نهایی خط خشک ۶۷
شکل۴- ۱۳- رابطه بین سختی و نسبت Fe / FeO ۶۷

۱ کلیات

۱-۱ آشنایی با معدن و کارخانه فرآوری گل گهر

مجتمع گل‌گهر یکی از تامین‌کنندگان اصلی سنگ آهن مورد نیاز صنایع ذوب آهن و فولاد کشور محسوب می‌گردد. علاوه بر این به دلیل برخورداری از میزان ذخیره نسبتاً بالا و نزدیکی به بنادر مهم جنوبی (مخصوصاً بندر عباس) قادر است در صادرات سنگ آهن نقش مهمی را ایفا نماید. جهت آشنایی بیشتر با این مجتمع، در ذیل موقعیت جغرافیایی، زمین شناسی، میزان ذخایر، میزان تولید سنگ آهن و غیره مورد بررسی قرار گرفته است.

۱-۱-۱ موقعیت جغرافیایی

مجتمع سنگ آهن گل‌گهر در ۵۰ کیلومتری جنوب غربی شهرستان سیرجان از توابع استان کرمان قرار دارد. طول و عرض جغرافیایی آن به ترتیب ۹۵۵/۱ شرقی و ۲۹/۱۷ شمالی و ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۷۵۰ متر است. فاصله آن تا کرمان، شیراز و بندرعباس به ترتیب ۲۳۵، ۳۲۵ و ۳۷۰ کیلومتر می‌باشد. آب و هوای منطقه نیمه خشک و میزان بارندگی سالیانه آن ۱۰۰ تا ۱۲۰ میلی متر می‌باشد. حداقل و حداکثر دما به ترتیب تا ۱۰- و ۴۰ درجه بوده و حداکثر سرعت وزش باد ۱۲۰ کیلومتر در ساعت است[۱].

۱-۱-۲ زمین شناسی منطقه

منطقه معدنی گل‌گهر در بخش جنوب غربی روراندگی زاگرس، در حد فاصل زون ماگمایی و دگرگونی سنندج - سیرجان و روراندگی زاگرس جای دارد. منطقه کانسار در لبه فرورفتگی بزرگ

نمکزار خیرآباد می‌باشد، که بخش بزرگی از آن توسط رسوب‌های آبرفتی پوشیده شده است. از نظر ساختاری در ناحیه گل‌گهر چهار سری گسل عمده وجود دارد که به ترتیب در راستاهای شمالی - جنوبی، شمال شرقی -جنوب غربی، شمال غربی -جنوب شرقی و غربی -شرقی گسترش دارند. سنگ‌های تشکیل‌دهنده منطقه بیشتر به صورت کمپلکس دگرگونی شامل سنگ‌های فیلیت، شیست، آمفیبولیت، گنیس و مارن است. این سنگ‌ها در پالئوزوئیک بالایی و مزوزوئیک پائینی چین خورده و دگرگون شده‌اند[۱].

این کمپلکس در شمال دارای رسوب‌های پرمین از نوع سنگ‌های کربناتی به همراه نهشته‌های میان لایه‌ای شیل و ماسه سنگ است. بخش جنوبی کمپلکس یاد شده از سازندهای مزوزوئیک و رسوب‌های دوران سوم تشکیل شده است. واحدهای سنگی این بخش شامل سنگ‌های اولترابازیک، رادیولاریت، شیل و سنگ آهک به همراه گسله‌ها و شکستگی‌های فراوان می‌باشند. ساختار زمین‌شناسی و چینه شناسی منطقه نیز به اختصار و از بالا به پائین در جدول۱- ۱ ارائه گردیده است.

۱-۱-۳ خواستگاه کانسار

در مورد خاستگاه کانسار گل‌گهر اجماعی وجود ندارد. سیگوارد لینگونگ[۱]، زمین‌شناسی شرکت مهندسی مشاور گرانگز[۲] سوئد که مسئولیت اکتشاف و زمین‌شناسی منطقه گل‌گهر را بر عهده داشته‌اند، وجود سنگ‌هایی چون گرافیت شیست‌ها و سنگ‌های متاکربناتی که به طور محلی و همچنین به صورت لایه‌ها و زون‌های مشخصی در درون ماده معدنی جای گرفته‌اند را دلیلی بر رسوبی بودن این کانسار دانسته‌اند. گلستانه و موکه[۳] با بیان اینکه کانی‌های نظیر مولیبدنیت در شرایط ویژه

۱- Sigvard lingung
۲- Grangeze
۳- Mucke

ماگمایی امکان پیدایش دارند، منشا این کانسار را ماگمایی و از نوع معادن کیرونای[1] سوئد دانسته‌اند. حلاجی نیز بر پایه مطالعات ناحیه‌ای، تکتونیکی و ژئوشیمی عناصر نادر، ژنز متاسوماتیسم نوع اسکارن منیزیم‌دار را برای این کانسار در نظر گرفته است[۱].

جدول۱- ۱- ساختار زمین شناسی و چینه شناسی منطقه گل گهر[۱]

نام تشکیلات	چینه شناسی
گروه تشکیلات کمر بالا	آبرفت‌های دوران کوارترنر و رسوبات دوران ترشیری
گروه سنگهای شیست فیلیت و کامگایت	رسوبات چین خورده عمودی و نزدیک به عمود شامل مسکویت شیست، گرافیت فیلیت همراه با لایه بندی نازکی از منیتیت، لیمونیت و سنگ آهن کربناتی منیزیم دار (کامگایت)
آهن و کربنات منیزیم دار فوقانی	سنگ آهن منیتیتی همراه با سنگهای کربناته منیزیم دار فوقانی (آنومالی ۴)
گروه شیست و گنیس فوقانی	گنیس همراه با میان لایه های آمفیبولیت، کوارتز، بیوتیت، مسکویت، کلریت شیست و کوارتزیت شیست که سنگ کمر بالای توده اصلی آهن را تشکیل می دهد.
توده آهن اصلی	منیتیت فوقانی، سنگ آهن منیتیتی، هماتیت- منیتیتی، منیتیت
گروه گنیسهای تحتانی	پلاژیوکلاز گنیس، بیوتیت گارنت گنیس بیوتیت شیست همراه با رگه های نازکی از آمفیبولیت، اسکارن، منیتیت و کوارتز- مسکویت شیست
گروه شیستهای تحتانی	برشهای رسوبی همراه با قطعات کوارتز- کوارتز شیست و کوارتز بیوتیت، مسکویت، کلریت شیست با انترکالاسیون آمفیبولیت

۱-۱-۴ کانی‌شناسی منطقه

همانطور که گفته شد منیتیت کانی اصلی منطقه اولیه است و عمده حجم ذخیره را به خود اختصاص می‌دهد. هماتیت، گوتیت و ماگمیت کانی‌های ثانویه در بخش اکسیده‌اند. سیمان اصلی کانسار را نیز سرپانتین، کلریت و تالک تشکیل می‌دهند. مطالعات میکروسکوپی نشان داده است

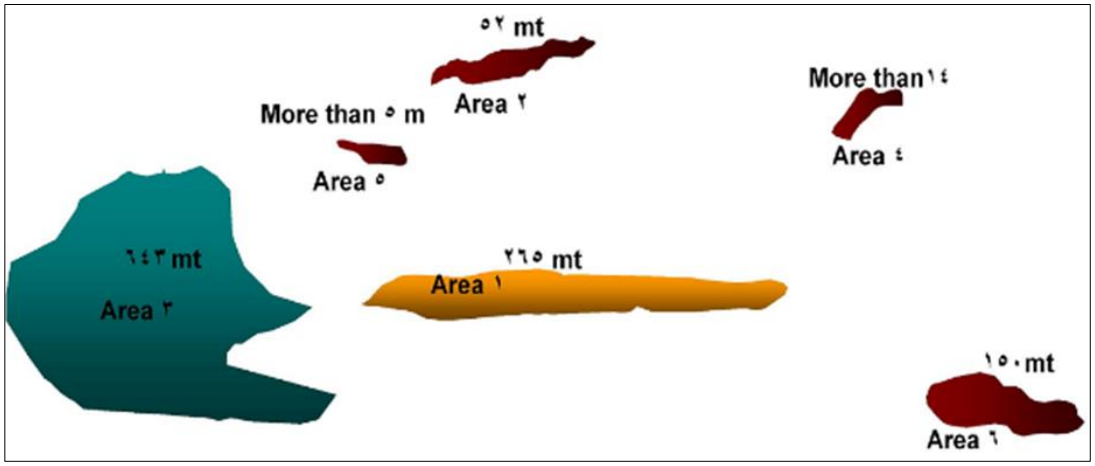
۱- Kiruna

منیتیت یا به صورت رگه‌ای محتوی اکسلوشن‌های بروسیت و کلریت است یا هم‌رشد با تیغه‌های سرپانتین و کلریت بوده و دارای انکلوژن‌های پیروتیت می‌باشد.

کانی‌های سولفیدی بخش تحتانی شامل پیریت، پیروتیت، پنتلاندیت و کالکوپیریت است. پیریت همراه منیتیت به چهار حالت دانه‌ای، هم‌رشد با منیتیت، رگه‌ای و کلکوئیدی بی‌شکل تشکیل شده است. پیروتیت نیز به سه صورت دانه‌ای کاملاً سالم، انکلوژن درون منیتیت و پیریت و در حال دگرسانی به منیتیت- پیریت دیده شده است. کالکوپیریت نیز به طور ثانویه فضای بین پیریت‌ها را پر کرده است[۲]. در لایه‌های سطحی این منطقه، با توجه به فرآیند اکسایش کانی‌های سولفیدی و تولید اسید سولفوریک، هماتیت بر جای مانده و منطقه اکسیدی (بخش ثانویه) بوجود آمده است. گوتیت، ماگمیت و مارتیت نیز از دیگر کانی‌های آهن دار این منطقه می‌باشند. در منیتیت تحتانی، آپاتیت کانی اصلی فسفر را تشکیل می‌دهد که به صورت ذراتی مجزا و با هم در داخل کانی‌های سیلیکاته و کمتر در منیتیت دیده می‌شود. میزان آپاتیت موجود در بخش اکسیده بسیار کمتر از بخش تحتانی است، اما آپاتیت ریزتر از ۲۰ میکرون در جدار حفره‌ها قرار گرفته و ترک‌های موجود در سنگ و کانی‌های ثانویه را پر نموده‌است. به همین دلیل کنسانتره این بخش حاوی درصد قابل توجهی از آپاتیت می‌باشد. گوگرد موجود در بخش تحتانی کانسار معمولاً بین ۰/۵ تا ۳ درصد است که بیشتر به صورت پیریت‌های درشت دانه مجزا و ریزدانه در زمینه منیتیت مشاهده می‌شود[۲].

۱-۱-۵ آنومالی‌ها و میزان ذخایر سنگ آهن منطقه

در منطقه گل‌گهر تا به حال ۶ آنومالی کانی‌سازی شده شناخته شده است که با شماره‌های ۱ تا ۶ نام‌گذاری شده‌اند. با توجه به مطالعات و بررسی‌های ژئوفیزیکی، حفاری اکتشافی و زمین‌شناسی، میزان ذخایر سنگ آهن این منطقه در حدود ۱/۲ میلیارد تن برآورد شده است. پیش بینی می شود با ادامه عملیات اکتشاف، ذخایر اعلام شده به ۲ میلیارد تن برسد. شکل۱- ۱ موقعیت هر یک از آنومالی‌ها را به همراه میزان ذخیره نشان داده است[۱و۲].



شکل۱- ۱- موقعیت نسبی هریک از آنومالی‌ها بهمراه میزان ذخیره

پس از آنومالی ۳ بزرگترین کانی‌سازی در آنومالی ۱ است، که بر اساس نوع کانی‌های موجود و موقعیت قرارگیری آن‌ها به سه بخش منیتیت فوقانی، ناحیه اکسیده و منیتیت تحتانی تقسیم شده است. کانی‌های این سه منطقه بیشتر از نوع منیتیت، گوتیت، هماتیت، مارتیت و لیمونیت است. گوگرد عنصر مزاحم اصلی این آنومالی (بخصوص بخش تحتانی) بیشتر به صورت پیریت و به مقدار کم و پراکنده پیروتیت می‌باشد. بقیه آنومالی‌ها نیز از دو بخش اکسیده و منیتیت تحتانی تشکیل شده‌اند و منیتیت کانی اصلی منطقه و گوگرد پیریتی نیز عنصر مزاحم اصلی به‌خصوص در بخش تحتانی می‌باشد. مشخصات آنومالی‌های مختلف این منطقه در جدول۱- ۲ ارائه شده است.

جدول۱- ۲- مشخصات آنومالی‌های مختلف منطقه گل گهر[۱]

مشخصات		آنومالی ۱			آنومالی ۲	آنومالی ۳	آنومالی ۴	آنومالی ۵	آنومالی ۶
		منیتیت فوقانی	ناحیه اکسیده	منیتیت تحتانی					
عیار عناصر اصلی(٪)	Fe	۶۳/۲	۶۰/۳	۵۶/۱	۵۴/۵	۵۴/۳	۵۳/۱	–	۵۰
	S	۰/۰۳	۰/۳۳	۲/۶۴	۲/۱۵	۲/۰۴	۲/۰۳	–	۰/۸۴
	P	۰/۰۹	۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۱۵	–	۰/۰۹
ذخایر قطعی سنگ آهن (میلیون تن)		۲۶۵			۵۲	۶۴۳	>۱۴	>۵	۱۵۰

۱-۱-۶ تولید، فروش و قیمت سنگ آهن گل گهر

در حال حاضر استخراج سنگ آهن از آنومالی ۱ و به صورت روباز انجام می‌شود، و میزان استخراج سالیانه آن در حدود ۱۰ میلیون تن است. میزان تولید سالیانه کنسانتره سنگ آهن نیز ۶ میلیون تن می‌باشد که پیش بینی می‌شود تا پایان برنامه چهارم به ۷ میلیون تن برسد. خریداران عمده محصولات این مجتمع، شرکتهای فولاد مبارکه (۵۹٪) و فولاد خوزستان (۴۱٪) می‌باشند. طبق برنامه سال ۸۵، صنایع فولادسازی ذکر شده (که از روش‌های احیای مستقیم استفاده می کنند) برای تولید ۶/۳ میلیون تن فولاد خام نیاز به ۱۰ میلیون تن کنسانتره دارند که ۵ میلیون تن آن توسط گل‌گهر تأمین می‌شود.

در سال ۱۳۹۰ از مجموع کل فروش‌های شرکت، در حدود ۸۴ درصد حجم فروش‌ها به فروش‌های داخلی و در حدود ۱۶ درصد آن به فروش‌های صادراتی تعلق داشته است. در سه ماهه ابتدایی سال جاری نیز در حدود ۹۲ درصد حجم فروش‌ها مربوط به فروش در بازار داخلی و تقریبا ۸ درصد آن به فروش‌های صادراتی اختصاص داشته است.

خوراک واحد گندله‌سازی شرکت کنسانتره سنگ آهن می‌باشد که ارزش افزوده بالایی نسبت به کنسانتره دارد و ضریب تبدیل کنسانتره به گندله برابر یک می‌باشد. شرکت در پایان سال گذشته کنسانتره و گندله تولیدی را به صورت ۱۰۰ درصدی به فروش نرساند و در پایان سه ماهه ابتدایی سال جاری نیز موجودی کنسانتره شرکت برابر ۱/۶۳۳ میلیون تن بوده است. لازم به ذکر است با توجه به کمبود کنسانتره و گندله در کشور تقریباً کنسانتره و گندله شرکت در داخل به فروش می‌رسد و تنها بخش کمی از این دو محصول جهت تأمین بخشی از ارز مورد نیاز پروژه‌های شرکت صادر می‌شوند. سنگ آهن دانه‌بندی شده شرکت از نوع هماتیت بوده و در داخل کاربرد ندارد و کاملا صادر می‌شود.

سرمایه گذاری‌های گسترده در صنعت فولادسازی کشور سبب شده است تا نیاز به کنسانتره و گندله در داخل افزایش یابد و از این رو شرکت‌های سنگ آهنی دغدغه‌ای جهت فروش محصولات خود

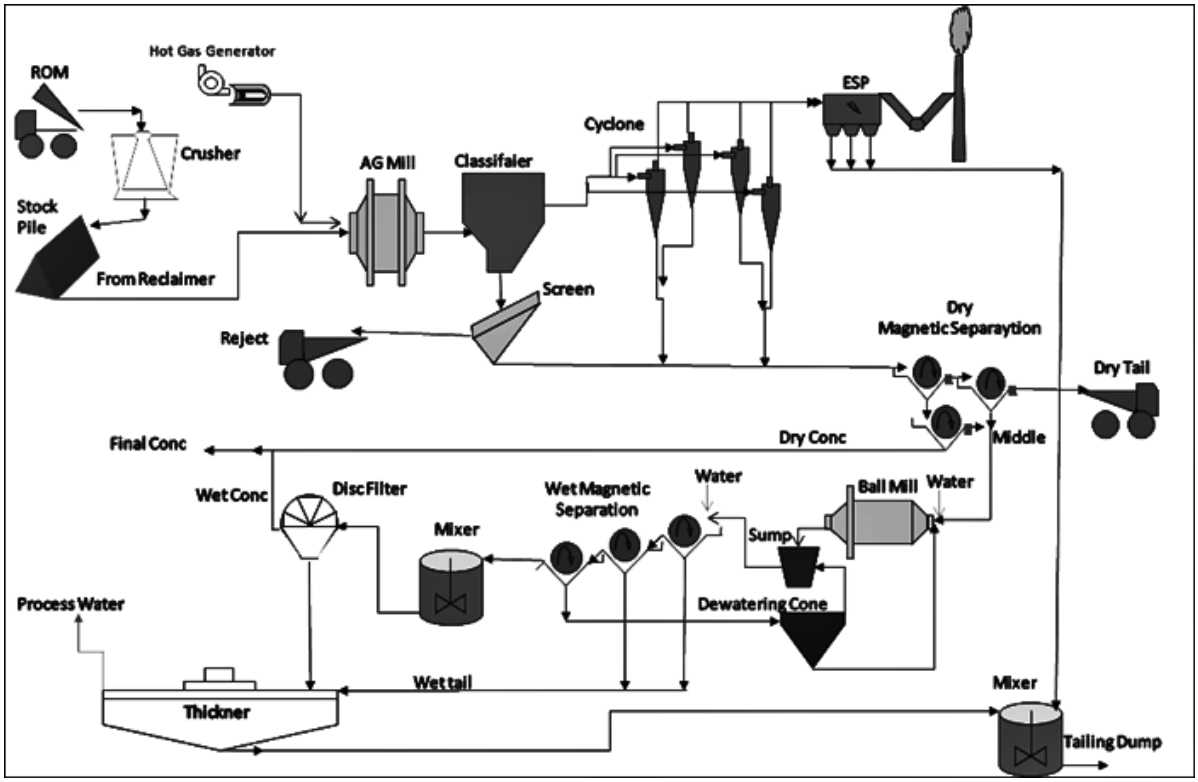
ندارند. شرکت در سال گذشته مبلغ ۱۵۹۳۹۰۳۹ میلیون ریال معادل ۸۳٪ مبلغ کل فروش را در بازار داخل و به مجتمع‌های فولادسازی فروخته است. سهم فروش داخلی در سه ماهه ابتدایی سال جاری نیز حدود ۹۲ درصد بوده است که فروش گندله به مبلغ ۴۰۷۸۸۰۷۶۵ میلیون ریال در حدود ۸۸ درصد آن را به خود اختصاص داده است. پیش بینی می‌شود در سال جاری مبلغ کل فروش‌های شرکت به رقمی معادل ۲۳۲۰۸۲۰۰ میلیون ریال دست یابد که سهم بازار داخل در حدود ۸۹ درصد برآورد می‌شود و مابقی به فروش صادراتی سنگ آهن دانه‌بندی شده تعلق خواهد داشت.

۱-۱-۷ کارخانه فرآوری مجتمع سنگ آهن گل گهر

ماده معدنی پس از استخراج از معدن، توسط کامیون های معدنی ۸۵ تنی، با ابعاد حداکثر ۱/۵ متری به سنگ شکن ژیراتوری منتقل شده و تا ابعاد زیر ۲۰۰ میلیمتر مورد خردایش اولیه قرار می گیرند. سپس مواد ریزتر از ۲۰۳ میلی متر(اندازه دهانه خروجی سنگ شکن در حالت باز) توسط یک نوار نقاله که در عمق ۳۵ متری از سطح زمین قرار گرفته است، به دو انبار همگن ساز روباز انتقال می یابند. دو انبار همگن ساز مذکور بصورت موازی یکدیگر قرار گرفته اند و ظرفیت هر کدام حدوداً ۱۵۰ هزار تن است. مواد معدنی در این دو انبار ابتدا توسط دستگاه انباشتگر[۱] بر روی هم انبار می-شوند سپس توسط دستگاه برداشت‌کننده[۲]، از دو انبار مذکور برداشت می‌شوند. به این ترتیب خوراکی که از سینه کارهای مختلف معدن استخراج شده در این مراحل به خوبی با هم مخلوط و همگن سازی می‌شوند. مواد معدنی برداشت شده توسط دستگاه برداشت‌کننده، با استفاده از نوار نقاله به سیلوهای بتنی قبل از کارخانه فرآوری منتقل می‌گردند. مدار خردایش کارخانه فرآوری خشک گل‌گهر که در شکل۱- ۲ نیز نشان داده شده است، شامل آسیاهای خودشکنی هستند که در سه خط به موازات یکدیگر در حال خردایش خوراک ورودی به کارخانه هستند. ظرفیت این آسیاها بین ۴۰۰ تا ۸۰۰ تن بر ساعت می باشد، این آسیاها دارای قطر ۹ متر و طول ۲/۱ متر هستند و در آن برای

[۱] -Stacker
[۲] -Reclaimer

انتقال ذرات خرد شده از جریان هوای گرم با دمای ورودی ۳۰۰ تا ۵۰۰ درجه سانتی گراد استفاده می گردد. همچنین در حدود m^3/h ۱۰ آب وارد آسیا شده که عمدتاً به صورت بخار به غبارگیرهای الکترواستاتیکی می‌رسد.



شکل۱- ۲- فلوشیت کارخانه فرآوری مجتمع سنگ آهن گل گهر[۳]

محصول آسیا با d_{80} در حدود ۵۵۰ تا ۶۰۰ میکرون وارد کلاسیفایر هوایی قائم می شود. ته ریز کلاسیفایر به منظور طبقه بندی مجدد، به روی یک سرند دو طبقه می‌ریزد. سرند طبقه بالایی دارای دهانه ۲۰ میلیمتر بوده که علاوه بر جدایش ذارت بزرگتر از ۲۰ میلی متر، نقش ضربه گیر را نیز ایفا می کند و سرند پایینی دارای دهانه ۳ میلیمتر است. مواد بزرگتر از ۲۰ میلی متر که مقدار آنها خیلی کم است و کیفیت مطلوبی ندارند، از مدار خارج می‌شوند. ذارت بین ۳ تا ۲۰ میلیمتر (mm ۲۰- ۳+) نیز از اکنون در حال خارج شدن از مدار هستند که به عنوان خوراک سنگ‌شکن غلطکی

فشار بالا[1] کارخانه پلیکام مجتمع در محلی خارج از کارخانه انباشت می‌گردند. سرریز کلاسیفایر نیز توسط جریان هوا به مجموعه سیکلون‌های هوایی وارد و سرریز هر یک از سیکلون‌ها با ابعاد ریزتر از ۲۵ میکرون به دستگاه غبارگیر الکترواستاتیکی راه می‌یابد. ته ریز سیکلون‌ها به نوار زیر سرند راه یافته و همراه با ته‌ریز سرند ۳ میلیمتر به واحد جدایش مغناطیسی خشک هدایت می‌شوند. در این بخش در واقع هشت مجموعه جداکننده مغناطیسی با ظرفیت اسمی ۲۵۰t/h وجود دارد. هر مجموعه شامل سه دستگاه جداکننده، رافر، کلینر و رمق‌گیر است که در شکل۱- ۲ تنها یکی از این مجموعه‌ها ترسیم شده است. کنسانتره کلینر و باطله رمق گیر به سیلوهای کنسانتره و باطله خشک نهایی منتقل شده و محصول میانی که ترکیبی از کنسانتره رمق گیر و باطله کلینر است، به منظور نرم کنی بیشتر و رسیدن به درجه آزادی مناسب به سمت سه آسیا گلوله ای تر هدایت می‌گردند. d_{80} محصول آسیاهای گلوله ای طبق طراحی باید ۱۰۰ میکرون باشد، که اکنون بین ۱۲۵ تا ۱۵۰ میکرون است، این محصول پس از رسیدن به درصد جامد وزنی ۳۵ درصد به درون جداکننده های مغناطیسی استوانه ای شدت پایین تر منتقل می شوند. مواد ورودی به جداکننده در سه مرحله رافر، کلینر و ریکلینر تحت عملیات پرعیارسازی قرار می گیرند. باطله مرحله جدایش رافر و کلینر بعد از یک مرحله آبگیری در تیکنر، به سد باطله فرستاده شده و کنسانتره نهایی نیز بعد از آبگیری در فیلترهای دیسکی با رطوبت کمتر از ۱۰٪ با کنسانتره خشک ترکیب گشته و به سیلوهای کنسانتره نهایی فرستاده می شود[۴].

۱-۲ آسیاهای خودشکن و نیمه‌خودشکن

خردایش سنگ معدن با هدف رساندن ابعاد بار اولیه به حد مطلوب جهت عملیات بعدی، اولین بخش هر واحد فرآوری بعد از مرحله سنگ شکنی می باشد. این مرحله به طور کلی بیش از ۵۰٪ هزینه فرآوری و بالغ بر ۷۰٪ انرژی مصرفی در این واحدها را به خود اختصاص می‌دهد. ابعاد و

[1] High Pressure Grinding Roll