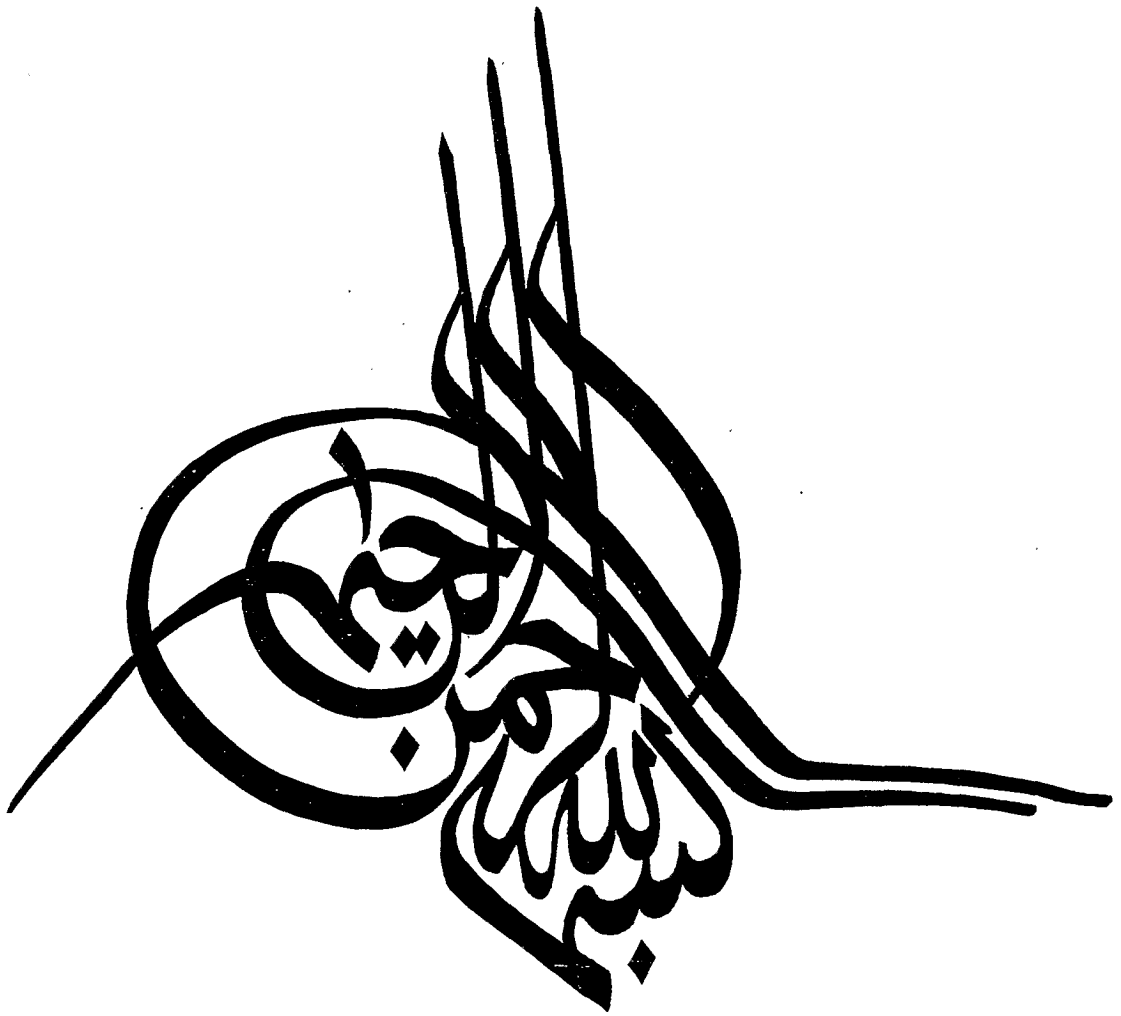


F2011

دانشگاه یزد
دانشکده مهندسی معدن و مواد

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی معدن
گرایش فرآوری مواد معدنی

عنوان:

شبیه سازی مدار طبقه بندی خشک در کارخانه فرآوری سنگ آهن گل گهر

۱۳۸۶/۱۱/۲۸

اساتید راهنما :
دکتر عباس سام
دکتر علی دهقانی

مشاور صنعتی :
مهندس امیرپرویز مهرانی

تهیه کننده :
محمد علی پرویزی

پاییز ۱۳۸۵

تقدیم :

به همراه عزیز و همیشگی و شریک زندگیم که همواره با حمایت ها و دلگرمی ها و تشویق هایش توانستم و همچنین با یاری خداوند خواهم توانست گامهای بزرگی در زندگی بردارم.

وهمچنین تقدیم:

به مادر مهربانم که پس از، از دست دادن پدرم همچون شمعی فروزان برای روشنایی ما سوخت و تمام وقت و زندگیش را خالصانه به پای ما گذاشت.

و تقدیم:

به تمامی پدران و مادرانی که در به ثمر نشستن شکوفه های زندگیشان از هیچ تلاشی مضایقت نمی کنند.

با تقدیر و تشکر از:

جناب آقایان دکتر عباس سام ، دکتر علی دهقانی

و

جناب آقای مهندس زمانی ، مهندس امیرپرویز مهرانی

و

کلیه پرسنل محترم کارخانه فرآوری مجتمع گل گهر

همچنین

پرسنل محترم آزمایشگاه این شرکت

و

دیگر دوستانی که هر کدام با راهنمایی های سودمند خود اینجانب را در اجرای این پروژه همراهی نمودند.

بسمه تعالی

مدیریت تحصیلات تکمیلی

صورتجلسه دفاعیه پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

جلسه دفاعیه پایان نامه تحصیلی خانم/ آقای محمدعلی پرویزی دانشجوی

کارشناسی ارشد مجتمع فنی و مهندسی دانشگاه یزد ، در رشته/ گرایش فرآوری مواد معدنی

تحت عنوان: شبیه سازی مواد طبقه بندی خشک کارخانهٔ فراوری

و تعداد واحد:۶ در تاریخ: ۱۳۸۵/۱۲/۱۷

با حضور اعضای هیات داوران متشکل از	نام و نام خانوادگی	امضاء
۱-استاد راهنمای اول	دکتر علی دهقانی	
۲-استاد راهنمای دوم	دکتر عباس سام	
۳-استاد مشاور اول	مهندس امیر پرویز مهرانی	
۴-استاد مشاور دوم	-	
۵-داور خارج از گروه	دکتر محمد نوع پرست	
۶-داور داخل از گروه	دکتر محمد فاتحی	

تشکیل گردید و پس از ارزیابی پایان نامه توسط هیات داوران ، با درجه عالی و نمره به عدد ۱۹/۱

به حروف نوزده و یک دهم مورد تصویب قرار گرفت.

نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه(ناظر)

نام و نام خانوادگی: منصور رفیعیان

امضاء:

فهرست مطالب

عنوان صفحه

چکیده ۱
مقدمه ۲

فصل اول :

معرفی مجتمع سنگ آهن گل گهر

۱-۱- آشنایی ۴
۱-۲- طبقه بندی سنگ آهن گل گهر از دیدگاه فرآوری ۴
۱-۳- کانی شناسی سنگ آهن گل گهر از دیدگاه فرآوری ۵
۱-۴- کارخانه فرآوری مجتمع سنگ آهن گل گهر ۶

فصل دوم :

موازنه جرم

بخش اول مبانی موازنه جرم ۱۰
مقدمه ۱۱
۲-۱-۱ تعریف موازنه جرم ۱۱
۲-۱-۲ موازنه جرم و حداقل نمونه لازم ۱۲
۲-۱-۳ روش محاسبه کمترین تعداد نمونه جهت موازنه جرم با روش های جدید ۱۳
بخش دوم اصول نمونه برداری ۱۶
مقدمه ۱۷
۲-۲-۱ طراحی و آماده سازی ۱۸
۲-۲-۲ طراحی ۱۸
۲-۲-۳ زمین شناسی/معدنکاری ۱۹
۲-۲-۴ تعمیر و نگهداری کارخانه ۱۹
۲-۲-۵ عملیات کارخانه ۲۰
۲-۲-۶ تیم متالورژیکی کارخانه ۲۰
۲-۲-۷ آمادگی نمونه برداری ۲۳
۲-۲-۸ برداشت نمونه ۲۶

۲-۲-۹ دوره زمانی نمونه برداری ۲۷
۲-۲-۱۰ شرائط عملیاتی ۳۰
۲-۲-۱۱ تناسب برداشت ۳۲
۲-۲-۱۲ آنالیز نمونه و داده ها ۳۳
۲-۲-۱۳ ملاحظات ویژه ۳۶
۲-۲-۱۴ نتیجه ۳۸

۲-۲-۱۵ آنالیز شیمیایی ، سرندی و لیزری نمونه های برداشت شده از مدار خشک طبقه بندی کارخانه فراوری سنگ آهن گل گهر ۳۸
۲-۲-۱۶نتایج سری دوم نمونه گیری ۳۸
بخش سوم- نرم افزار JKSimMet ۴۴
مقدمه ۴۵
۲-۳-۱ تعریف شبیه سازی درJKSimMet۵ ..... ۴۵
۲-۳-۲ پیشینه تارخی پیشرفت JKSimMet ۴۶
۲-۳-۳ قابلیت های اساسی نرم افزار ۴۷
۲-۳-۴ رسم فلوشیت ۴۷
۲-۳-۵ تحلیل داده ها ۴۸
۲-۳-۶ برازش مدل ۵۰
۲-۳-۷ شبیه سازی ۵۱
۲-۳-۸گزارش ۵۲
۲-۳-۹ موازنه جرم به کمک نرم افزار JKSimMet ۵۳
۲-۳-۱۰ نتایج موازنه جرم بر روی سری دوم نمونه گیری به کمک نرم افزارJKSimMet ۵۵
۲-۳-۱۱ بازدهی جدایش ۶۰
۲-۳-۱۲ نتایج به دست آمده حاصل از موازنه جرم چهار سری نمونه ها ۶۰

فصل سوم :

شبیه سازی

بخش اول- کلیاتی در مورد شبیه سازی ۶۳
مقدمه ۶۴
۳-۱-۱ شبیه سازی به زبان ساده ۶۴
۳-۱-۲ مدل های ریاضی ۶۵

۳-۱-۳ نقش دانه بندی درمدارهای خردایش..... ۶۶
۳-۱-۴ نمودارهای بازدهی..... ۷۰
بخش دوم- نرم افزار USIM PAC۳..... ۷۴
مقدمه..... ۷۵
۳-۲-۱ شبیه سازی..... ۷۶.
۳-۲-۲ مدل های تجهیزات عملیاتی..... ۸۰
۳-۲-۳ بهینه سازی مدار کارخانه توسط نرم افزار USIMPAC۳..... ۸۲
۳-۲-۴طراحی کارخانه توسط USIMPAC۳ .....۸۳
۳-۲-۵ مدل مربوط به سرندها ۸۶
۳-۲-۶ مدل سرند سطح صفر شماره۱۵۳..... ۸۶
۳-۲-۷ مدل سرند سطحA۱ شماره۱۱۴..... ۸۸
۳-۲-۸ مدل سرند سطحB۱شماره۱۱۵..... ۹۱
۳-۲-۹ سیکلون های هوایی..... ۹۶
۳-۲-۱۰ مدل سطح۱ سیکلون شماره۱۲۷..... ۹۷
نتایج..... ۱۰۸
پیشنهادات ۱۱۰
مراجع..... ۱۵۷

فهرست شکل ها

عنوان صفحه

شکل۱-۱نمای کلی از مدار کارخانه فرآوری سنگ آهن گل گهر ۸
شکل۲-۱-۱ نمودار گر ه ای مدار طبقه بندی خشک کارخانه فراوری سنگ آهن گل گهر .....۱۵.
شکل۲-۳-۱ رسم فلوشیت به کمک نرم افزار JKSimMet ۴۸
شکل ۲-۳-۲ فلوشیت ترسیم شده به کمک نرم افزار JKSimMet..... ۴۸
شکل۲-۳-۳ تحلیل داده ها (موازنه جرم) به کمک نرم افزار JkSimMet..... ۵۰
شکل۲-۳-۴ برازش مدل(Model Fitting) به کمک نرم افزار JkSimMet..... ۵۱
شکل ۲-۳-۵ شبیه سازی به کمک نرم افزار JKSimMet..... ۵۲
شکل۲-۳-۶ ارائه گزارش توسط نرم افزار JKSimMet..... ۵۳
شکل ۲-۳-۷ فلوشیت مدار طبقه بندی خشک کارخانه فراوری سنگ اهن گل گهر که به کمک نرم افزار JKSimMet ترسیم شده است..... ۵۶
شکل۲-۳-۸ نمودار توزیع دانه بندی سرریز سیکلون، ته ریز سیکلون و سرریز کلاسیفایر. ۵۸
شکل ۲-۳-۹ نمودارتوزیع دانه بندی ته ریز کلاسیفایر، سرریز کلاسیفایر و خروجی آسیای خودشکن. ۵۸
شکل۳-۱-۱ سلسله مراتب مدل کردن به طور ریاضی..... ۶۵
شکل ۳-۱-۲ سنگ شکنی که به صورت مدار باز کار می کند..... ۶۷
شکل۳-۱-۳ آسیای گلوله ای که با تعدادی هیدروسیکلون در مدار بسته کار میکند..... ۶۷
شکل ۳-۱-۴ ترکیب مدار باز و بسته ۶۹
شکل۳-۱-۵ نمودار بازدهی هیدروسیکلون ها برای جریانهای ته ریز و سرریز ۷۱
شکل ۳-۲-۱پنجره اصلی نرم افزار USIMPAC..... ۷۷
شکل ۳-۲-۲ توابع اصلی مورد نیاز جهت شبیه سازی ۷۹
شکل ۳-۲-۳ نحوه مدل سازی یک تجهیز عملیاتی..... ۸۱
شکل ۳-۲-۴دیاگرام روند بهینه سازی فلوشیت یک کارخانه فرآوری ۸۳
شکل۳-۲-۵ روش انجام طراحی اولیه کارخانه به صورت شماتیک ۸۴
شکل۳ -۲- ۶ روش انجام طراحی نهایی کارخانه بصورت شماتیک ۸۵
شکل ۳-۲-۷ منحنی توزیع سرند سطح صفر ۸۷
شکل ۳-۲-۸ مشخصات مربوط به سیکلون های هوایی ۹۹

فهرست جدول ها

عنوان صفحه

جدول ۱-۱- مشخصات سه توده سنگ تشکیل دهنده ذخیره قابل استخراج آنومالی شماره۱ ..... ۵
جدول ۲-۲-۱ آنالیز شیمایی نمونه های سری دوم ۳۸
جدول ۲-۲-۲ نمونه سری دوم - آنالیز سرندی نمونه ته ریز کلاسیفایر ۳۹
جدول ۲-۲-۳ نمونه سری دوم - آنالیز لیزری زیر ۹۰میکرون ته ریز کلاسیفایر ۳۹
جدول ۲-۲-۴ نمونه سری دوم - آنالیز سرندی نمونه زیر سرند۳میلیمتری ۴۰
جدول ۲-۲-۵ نمونه سری دوم - آنالیز لیزری زیر۹۰میکرون نمونه زیر سرند ۴۰
جدول ۲-۲-۶ نمونه سری دوم - آنالیز سرندی نمونه روی نوار۱۲۵ ..... ۴۱
جدول ۲-۲-۷ نمونه سری دوم - آنالیز لیزری زیر۹۰میکرون نمونه روی نوار۱۲۵ ..... ۴۱
جدول ۲-۲-۸ نمونه سری دوم - آنالیز سرندی نمونه ته ریز سیکلون ۴۲
جدول ۲-۲-۹ نمونه سری دوم- آنالیز لیزری زیر۹۰میکرون نمونه ته ریز سیکلون ۴۲
جدول ۲-۲-۱۰ نمونه سری دوم- آنالیز لیزری سرریز سیکلون(ته ریز **ESP**) ۴۳
جدول ۲-۳-۱ نتایج بدست آمده از موازنه جرم سری دوم نمونه گیری، به کمک نرم افزار **JKSimMet** ۵۷
جدول ۲-۳-۲ توزیع دانه بندی محاسبه شده به کمک نرم افزار جهت سرریز کلاسیفایر و محصول آسیا ۵۹
جدول۲-۳-۳ مربوط به بازدهی جدایش (ضریب نقص)، حدجدایش و d_{80} ۶۰
جدول۲-۳-۴ توزیه تناژ در قسمت های مختلف مدار طبقه بندی خشک ۶۱
جدول۲-۳-۵ درصد توزیه تناژ در قسمت های مختلف مدار طبقه بندی خشک ۶۱
جدول ۳-۲-۱ تناژهای شبیه سازی شده برای سرند ۹۴
جدول ۳-۲-۲ نتایج بدست آمده برای پارامترهای قابل تنظیم سرند درسری دوم نمونه گیری ۹۴
جدول ۳-۲-۳ نتایج بدست آمده برای پارامترهای قابل تنظیم سرند درسری سوم نمونه گیری ۹۵
جدول ۳-۲-۴ نتایج بدست آمده برای پارامترهای قابل تنظیم سرند در سری چهارم نمونه گیری ۹۵
جدول ۳-۲-۵ نتایج بدست آمده برای پارامترهای قابل تنظیم سرند در سری ششم نمونه گیری ۹۶
جدول ۳-۲-۶ تناژهای شبیه سازی شده برای سیکلون ۱۰۵
جدول ۳-۲-۷ نتایج بدست آمده برای پارامترهای قابل تنظیم سیکلون در سری دوم نمونه گیری ۱۰۶
جدول ۳-۲-۸ نتایج بدست آمده برای پارامترهای قابل تنظیم سیکلون در سری سوم نمونه گیری ۱۰۶
جدول ۳-۲-۹ نتایج بدست آمده برای پارامترهای قابل تنظیم سیکلون درسری چهارم نمونه گیری ۱۰۷
جدول ۳-۲-۱۰ نتایج بدست آمده برای پارامترهای قابل تنظیم سیکلون درسری ششم نمونه گیری ۱۰۷

چکیده

مدار طبقه بندی خشک کارخانه فرآوری سنگ آهن گل گهر شامل اجزایی مانند سرند لرزان ، کلاسیفایر و سیکلون های هوایی می باشد. ایزوله بودن این سیستم در بیشتر قسمت ها باعث عدم دسترسی به نمونه مناسب و به دنبال آن نبود اطلاعات کافی از مشخصات عیاری و دانه بندی آنها می شود. از این رو موازنه این مدار طبقه بندی می تواند عاملی اساسی در تعیین خروجی آسیای خودشکن کارخانه باشد. بررسی امکان ایجاد تغییرات در قسمت های مختلف مدار طبقه بندی خشک از جمله سرند ، کلاسیفایر و ایر سیکلون ها این مهم را آشکار می سازد که پیش بینی طبقه بندی بدون از شبیه سازی مدار طبقه بندی خشک عملاً غیر ممکن است. با توجه به عدم دسترسی به قسمت های مختلف مدار جهت نمونه برداری موازنه جرم مدار در حالتی که تمامی تجهیزات در مدار می باشند مورد بررسی قرار گرفت اما جهت شبیه سازی تجهیزات به صورت مجزا مورد بررسی قرار گرفتند. در این پروژه از نرم افزار JKSimMet۵ به منظور اجرای موازنه جرم و از نرم افزار USimPac۳ جهت شبیه سازی مدار استفاده گردید.

مقدمه

شبیه سازی فرایندها ابزاری بسیار مهم برای مهندسین فرآوری مواد معدنی می باشد. مهمترین کاربرد های مربوط به آن شامل طراحی، تجزیه و تحلیل، بهینه سازی و کنترل سیستم ها می باشد.

در فرهنگ لغات جهانی Encarta شبیه سازی به محاسبات آماری ساختن مدل های ریاضی معنی شده است: ساختن مدل های ریاضی برا ی تولید دوباره (پیش بینی) خصوصیات مربوط سیستم یا فرآیند که در اغلب موارد جهت حل اینگونه مسایل از کامپیوتر استفاده می شود. مدل های ریاضی به عنوان پایه و اساس شبیه سازی فرایند ها به شمار می روند و جای آن دارد که دو کلمه مدل سازی و شبیه سازی را به صورت مترادف بکار ببریم.

به عنوان بهترین تعریف از شبیه سازی می توان از آن به عنوان یک تجربه مصنوعی یا ساختگی نام برد. این تجربه مصنوعی می تواند برای ارزیابی گزینه های مختلف با هزینه و ریسک کمتری انجام گیرد. در حقیقت شبیه سازی به عنوان یک بخش کلیدی از وجود بشر می باشد که در آن از تجربیات و تصورات برای امتحان کردن نتایج ممکن یک رفتار استفاده می گردد.

با توجه به اینکه در شبیه سازی مدارهای فرآوری مواد معدنی با حجم زیادی از داده ها باید کار کنیم لذا جهت تجزیه و تحلیل درست داده ها باید از نرم افزارهای کامپیوتری استفاده نماییم. از جمله نرم افزارهایی قدرتمند و بی نظیری که در این رابطه تولید شده اند دو نرم افزار JKSimMet و UsimPac می باشند که در بسیاری از کارخانه های فرآوری مواد معدنی در دنیا مورد استفاده قرار می گیرند.

در بخش های مختلف این پایان نامه ضمن اینکه به توضیح این نرم افزارها خواهیم پرداخت همچنین به عنوان اولین کاربرد عملی از این نرم افزارها در ایران ، شبیه سازی مدار طبقه بندی خشک کارخانه فرآوری سنگ آهن گل گهر را به کمک این نرم افزارها انجام خواهیم داد.

فصل اول

مجتمع سنگ آهن گل گهر

۱-۱- آشنایی

مجتمع معدنی سنگ آهن گل گهر در استان کرمان و در ۵۰ کیلومتری جنوب غربی شهرستان سیرجان قرار گرفته است. در منطقه گل گهر تا به حال ۶ منطقه (آنومالی) کانی سازی شده به ثبت رسیده است که مجموع ذخایر ممکن آن در حدود ۱۲۰۰ میلیون تن برآورد شده است. از این میزان، در حدود ۲۵۰ میلیون تن ذخیره اکتشافی قطعی مربوط به آنومالی یک است که فقط در حدود ۱۸۵ میلیون تن آن قابل استخراج است. از اینرو طرح تجهیز و تولید ماده معدنی بر اساس آنومالی یک صورت گرفته است[۱].

۱-۲- طبقه بندی سنگ آهن گل گهر از دیدگاه فرآوری

بر اساس نوع کانی های موجود در ذخیره و موقعیت قرارگیری آنها، سه لایه بندی منیتیت فوقانی، ناحیه اکسیده و منیتیت تحتانی در آنومالی شماره یک شناخته شده است. کانی های این سه منطقه بیشتر از نوع منیتیت، گوتیت، هماتیت، مارتیت و لیمونیت است. گوگرد عنصر مضر اصلی این آنومالی (بخصوص در بخش تحتانی) را تشکیل می دهد و بیشتر به صورت پیریت و به مقدار کم و پراکنده از پیروتیت تشکیل شده است. مونت موریلونیت آهندار بخصوص در بخش فوقانی از کانی های ثانویه به همراه منیتیت است. منیتیت فوقانی در بخش بالای اکسیده واقع شده و میزان هماتیت و گوتیت آن کمتر از ۱۳ درصد و گوگرد آن نیز زیر ۰/۲ درصد است. این ناحیه با ذخیره حدود ۱۹ میلیون تن کمتر از ۱۰ درصد ذخیره معدن را تشکیل می دهد و از نظر فرآوری بسیار ساده است.

در بخش اکسیده معدن، میزان هماتیت و گوتیت بیشتر از ۱۲ درصد است. گوگرد آن ناچیز و ذخیره این بخش در حدود ۶۲ میلیون تن است. در منیتیت تحتانی میزان هماتیت و گوتیت کمتر از ۱۲ درصد و میزان گوگرد آن بسیار بالا است(بیش از ۰/۲ درصد). ذخیره این بخش از معدن حدود ۱۰۴ میلیون تن است. ولی از لحاظ پرعیارسازی و فرآوری، به دلیل وجود گوگرد، بسیار مشکل و پیچیده است(جدول ۱-۱)[۱].

جدول۱-۱- مشخصات سه توده سنگ تشکیل دهنده ذخیره قابل استخراج آنومالی شماره۱ [۳]

نوع سنگ	تناژ (میلیون تن)	کیفیت سنگ آهن (٪)				بازیابی وزنی(٪)
		Fe	FeO	S	P	
منیتیت کم گوگرد و کم فسفر	۱۹/۱	۶۱/۳	۱۸/۸	۰/۰۴۱	۰/۰۵۵	۷۸/۵
منیتیت هماتیت دار	۶۱/۷	۶۰/۴	۸/۸	۰/۳۱۱	۰/۱۳۸	۴۳/۳
منیتیت پر گوگرد	۱۰۴/۳	۵۴/۳	۲۱/۴	۲/۸۲	۰/۱۵۸	۷۶/۲
کل سنگ	۱۸۵	۵۷/۱	۱۷/۰	۱/۶۹۶	۰/۱۴۱	۶۵/۴

۱-۳- کانی شناسی سنگ آهن گل گهر از دیدگاه فرآوری

کانسار آهن گل گهر را می توان متشکل از دو منطقه اولیه[۱] (بخش منیتیت تحتانی) و ثانویه[۲] (بخش اکسیده) دانست که منیتیت، کانی اصلی منطقه اولیه بوده و تقریباً عمده حجم کانسار را تشکیل می دهد و هماتیت، گوتیت، مارتیت و ماگمهیت کانی های ثانویه سنگ آهن اند که در بخش اکسیده متمرکز شده اند.

عنصر گوگرد به عنوان اصلی ترین عنصر مضر ذخیره شماره ۱ به حساب می آید که عمدتاً در بخش تحتانی تمرکز یافته است. کانی های سولفیدی بخش منیتیت تحتانی شامل پیروتیت، پنتلاندیت، کالکوپیریت، پیریت و کالکوپیروتیت هستند. پیروتیت جز کانی های اولیه کانسار بوده و به سه صورت دانه ای کاملاً سالم، انکلوزیون درون منیتیت و پیریت و در حال دگرسانی به منیتیت + پیریت دیده می شود. پیریت همراه منیتیت به چهار صورت دانه ای، همرشد با منیتیت، رگه ای و کلوئیدی بی شکل به نام ملنیکویت تشکیل شده است و کالکوپیریت به طور ثانویه فضای بین پیریت ها را پرکرده است.

۱- Primary Zone
۲- Secondary Zone

گوگرد موجود در بخش تحتانی معمولاً بین ۰/۵ تا ۳ درصد است که بیشتر به صورت پیریت های درشت دانه مجزا و ریز دانه در زمینه منیتیت دیده می شود. ارتباط قوی بین فراوانی بافت میرمکیتی پیریت و منیتیت، مشکل گوگرد زدایی را در این منطقه به دنبال دارد.

از دیدگاه پر عیارسازی، عنصر فسفر بعد از گوگرد به عنوان عنصر مزاحم دیگر شناخته می شود. در منیتیت تحتانی، آپاتیت، کانی اصلی فسفر را تشکیل می دهد که به صورت مجزا و با هم در داخل کانی های سیلیکاته و کمتر در داخل منیتیت دیده می شود. چنین ذراتی طی عملیات خردایش به راحتی آزاد می شوند و از این نظر بخش منیتیت تحتانی از نظر فسفر زدایی مشکل خاصی ندارد.

میزان آپاتیت موجود در بخش اکسیده بسیار کمتر از بخش تحتانی است، ولی آپاتیت در ابعاد ریزتر از ۲۰ میکرون در جدار حفره ها قرار می گیرد و ترک های موجود در سنگ و کانی های ثانویه را پر می کند به همین دلیل کنسانتره محتوی درصد قابل توجهی آپاتیت است[۴].

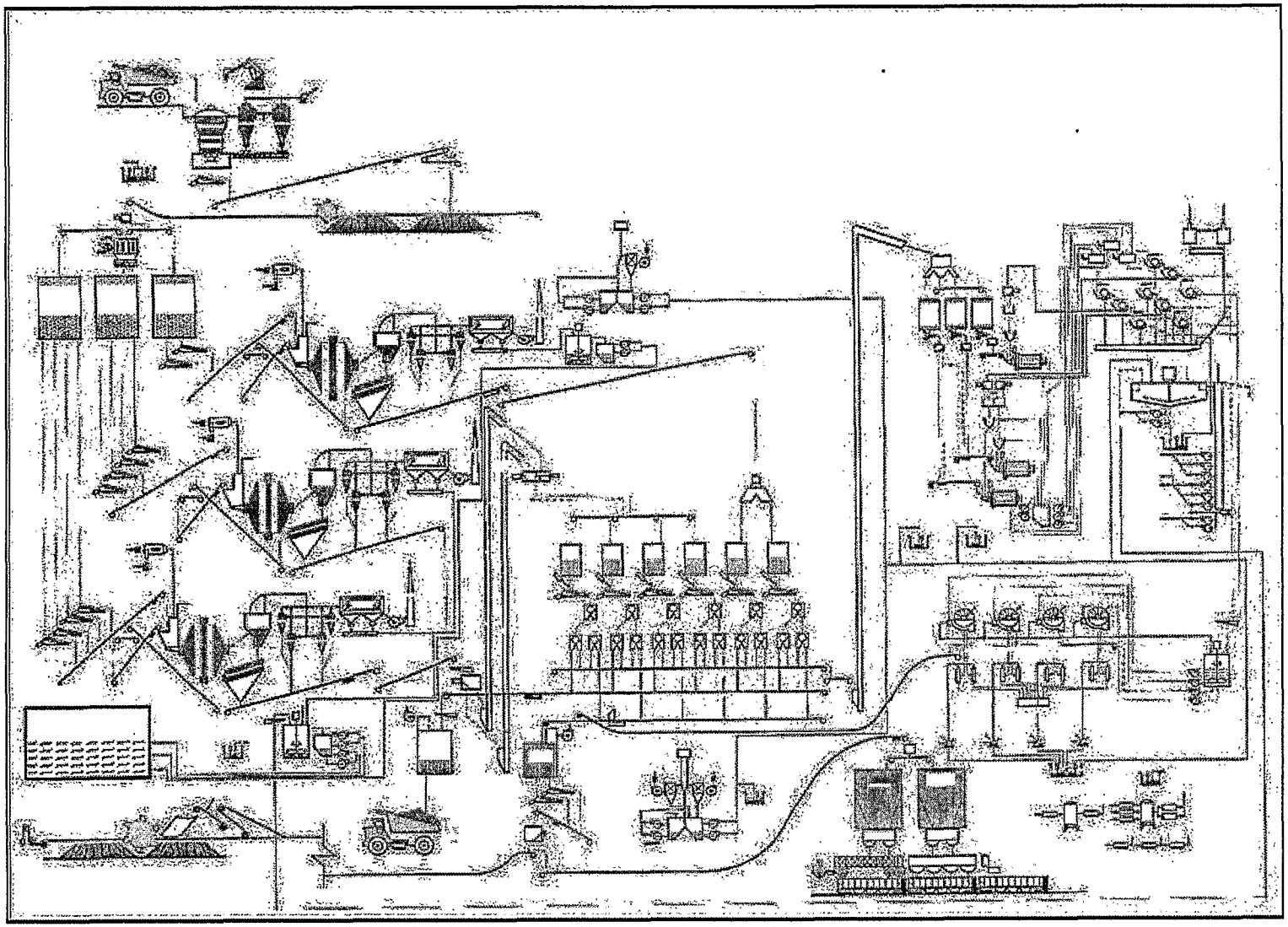
۱-۴- کارخانه فرآوری مجتمع سنگ آهن گل گهر

مواد معدنی پس از استخراج از معدن، توسط کامیون های معدنی ۹۰ تنی به سنگ شکن ژیراتوری منتقل شده و تا ابعاد زیر ۲۰۰ میلی متر مورد خردایش اولیه قرار می گیرند. سپس مواد ریزتر از ۲۰۳ میلی متر توسط یک نوار نقاله که در عمق ۳۵ متری از سطح زمین قرار گرفته است، به انبار همگن ساز انتقال می یابند. مواد معدنی از این واحد وارد ۳ سیلوی بتنی و سپس به کمک نوار نقاله، به سه آسیای نیمه خودشکن خشک که در حال حاضر به صورت خودشکن کار می کنند و هر یک دارای ظرفیت اسمی ۸۰۰ t/h هستند، وارد می شوند. این آسیا دارای قطر ۹ متر و طول ۲/۱ متر است و در آن از جریان هوای گرم با دمای ورودی ۳۰۰ تا ۵۰۰ درجه استفاده می گردد. همچنین در حدود ۱۰ m^3/h آب وارد آسیا شده که عمدتاً به صورت بخار به غبارگیرها می رسد.

محصول آسیا با d_{80} در حدود ۴۵۰ میکرون وارد کلاسیفایر هوایی قائم می شود. ته ریز کلاسیفایر به منظور کنترل دانه بندی بهتر، به روی یک سرند دو طبقه ریخته می شود. سرند

بالایی دارای دهانه ۲۰ میلی متر بوده که علاوه بر جدایش ذارت بزرگتر از ۲۰ میلی متر، نقش ضربه گیر را نیز ایفا می کند و سرند پایینی نیز دارای دهانه ۳ میلی متر است. مواد بزرگتر از ۲۰ میلی متر که مقدار آنها نیز خیلی کم است و دارای کیفیت مطلوبی نمی باشند از مدار خارج گشته و ذارت بین ۳ تا ۲۰ میلی متر (mm ۲۰- ۳+) نیز از مدار خارج گشته و به عنوان خوراک آسیای طرح HPGR[۱] در محلی خارج از کارخانه دپو می گردند. ذرات سر ریز کلاسیفایر نیز توسط جریان هوا به مجموعه سیکلون های غبارگیر وارد و سرریز هر یک با ابعاد ریزتر از ۲۵ میکرون به دستگاه غبارگیر الکترواستاتیکی راه می یابد. ولی ته ریز سیکلون ها به نوار زیر سرند راه یافته و همراه با ته ریز سرند ۳ میلی متر به جداکننده های مغناطیسی استوانه ای شدت پایین خشک هدایت می شوند. در این بخش هشت مجموعه جداکننده وجود دارد که هر مجموعه از سه دستگاه جداکننده رافر، کلینر و رمق گیر تشکیل شده است که کنسانتره و مواد باطله حاصل از جداکننده های مغناطیسی خشک به سیلوهای کنسانتره و باطله منتقل شده و محصول حد واسط، جهت رسیدن به درجه آزادی مناسب به سمت دو آسیا گلوله ای ترهدایت می گردند. $d_{۸۰}$ مواد خروجی از آسیای گلوله ای ۱۰۰ میکرون است که 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 ری کلینر تحت عملیات پرعیارسازی قرار می گیرند. باطله مرحله جدایش رافر (باطله نهایی) بعد از یک مرحله آبگیری در تیکنر، به سد باطله فرستاده شده و کنسانتره نیز بعد از آبگیری در فیلترهای دیسکی با کنسانتره خشک ترکیب گشته و به سیلوهای کنسانتره فرستاده می شود. باطله مراحل جدایش کلینر و ری کلینر، هر دو ساعت مورد مطالعه قرار می گیرد و اگر حاوی مقدار قابل توجهی ذرات مغناطیسی باشد، به عنوان محصول حد واسط به مدار جدایش تر باز گردانده می شود(شکل ۱-۱)[۵،۲].

۲- High Pressure Grinding Roll



شکل۱-۱- شمای کلی از مدار کارخانه فرآوری سنگ آهن گل گهر[۵]

فصل دوم

بخش اول

مبانی موازنه جرم