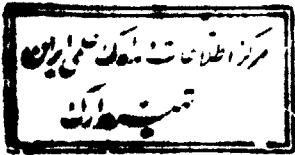


الحمد لله
الرحمن الرحيم



دانشگاه علم و صنعت ایران

دانشکده مهندسی شیمی

افزایش ظرفیت آسیابهای

مواد خام و سیمان

واحد هفتم سیمان تهران

5276

حسین چهرگانی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی شیمی

استاد راهنما: دکتر عباس طائب

استاد مشاور: دکتر نورآ... گشیری

آذر ۱۳۷۸

۲۷۸۰۱

چکیده:

آسیاب‌ها عمده‌ترین تجهیزات مصرف‌کننده انرژی می‌باشند. در این نوشتار ابتدا ویژگی‌های خردایش، نقش مواد، مصرف انرژی و مکانیسم خردایش مورد تأکید قرار می‌گیرد. پس از آن آسیابهای گلوله‌ای و جداکننده‌ها، به همراه سیستم‌های خردایش، تشریح شده و در آنها استفاده از تکنولوژی مدرن آسیابهای دوگانه نشان داده شده است. عوامل و محاسبات مربوط به خردایش در آسیابها و جداکننده‌ها، عنوان بعدی این مطالعه را تشکیل می‌دهد. سپس بهینه‌سازی و افزایش ظرفیت مورد مطالعه قرار گرفته تا بتوان انتخابهای مناسبی از آنها را مد نظر قرار داد. اسناد فنی و پیشینه تولید، دو عامل مهم در شناخت وضعیت یک کارخانه می‌باشد که مفصلاً مورد بررسی قرار گرفته است.

آزمایشات، محاسبات و اقدامات انجام شده این پروژه برای کارخانه واحد هفتم سیمان تهران، بوده است. در پایان گزارش، نتایج و پیشنهادات کلی و خاص برای تحقق اهداف اجرایی این پروژه ارائه گردیده است.

تقدیر و تشکر:

سپاس و ستایش ذات بی همتای هستی بخش را گویم که از جام وجود، ذره ای بر من ارزانی داشت و نیرو داد تا گامی هر چند کوچک، در طلب علم و دانش بر دارم. بر خود لازم می دانم از استاد ارجمندم آقای دکتر عباس طائب به خاطر راهنماییهای ارزنده و فراهم نمودن محیطی مناسب برای تحقیق، تقدیر و تشکر نمایم. همچنین از مساعدت مدیریت محترم واحد هفتم سیمان تهران و معاونت محترم ایشان قدردانی می نمایم. از آقای مهندس منوچهر رئیسی درسی ارزنده از تلاش خستگی ناپذیر فرا گرفتم و بابت همراهی و مساعدت وی و همه همکارانشان تشکر می کنم. از زحمات تمامی دوستان گرانقدرم به خصوص آقایان مهندس سید احمد حسینی و افشین پاک ممنون هستم و در انتها لازم است از تمامی کارکنان مرکز تحقیقات سیمان، به خاطر جدیت و بردباری در ویرایش، تایپ و تصحیح گزارش، سپاسگذاری نمایم.

حسین چهرگانی

آذر ماه ۱۳۷۸

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱	۱- مقدمه
۲	فصل اول: مشخصه های خریداری مواد
۲	۱-۱- تعریف خریداری
۲	۲-۱- تئوری خریداری
۴	۱-۲-۱- رفتار مواد معدنی در مقابل تنش اعمال شده
۵	۲-۲-۱- مشخصه های جسم
۶	۳-۲-۱- نیروهای خریداری
۶	۳-۱- قوانین خریداری
۶	۱-۳-۱- قانون اول ریتینگر
۷	۲-۳-۱- قانون کیک
۷	۳-۳-۱- قانون باند
۹	۴-۳-۱- قانون هولمز- چارلز
۱۰	۵-۳-۱- قانون عمومی خریداری
۱۰	۶-۳-۱- بیان ریاضی چارلن - شولمن
۱۲	۷-۳-۱- رابطه خریداری پذیری آزمون زیزل
۱۲	۸-۳-۱- خریداری بر مبنای تئوری احتمال
۱۴	۹-۳-۱- روش آنانترامن
۱۴	۴-۱- خریداری پذیری مواد
۱۴	۱-۴-۱- آزمون خریداری پذیری
۱۵	۲-۴-۱- قابلیت خردشدن باند توسط آسیاب گلوله ای
۱۶	۳-۴-۱- مصرف انرژی
۱۷	۵-۱- دانه بندی
۱۸	۱-۵-۱- ابعاد دانه ها و شکل آنها
۱۸	۲-۵-۱- تجزیه سرندي
۱۹	۳-۵-۱- پارامترهای سرندي
فصل دوم: سیستم پودرسازی مواد با آسیاب گلوله ای و جداکننده	
۲۱	۱-۲- مقدمه

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۲۱	۲-۲- آسیابهای گلوله ای
۲۴	۳-۲- سیستم های خردایش
۲۴	۱-۳-۲- سیستم مدار باز
۲۵	۲-۳-۲- سیستم خردایش مدار بسته
۲۸	۱-۲-۳-۲- سیستم هوای باز
۲۹	۲-۲-۳-۲- سیستم هوای بسته
۲۹	۳-۲-۳-۲- سیستم تهویه جدا
۳۰	۳-۳-۲- سیستم خردایش اولیه
۳۱	۴-۳-۲- سیستم خردایش پیوندی
۳۴	۵-۳-۲- سیستم خردایش نیمه نهایی
۳۶	۶-۳-۲- مقایسه سیستم ها
۳۷	۴-۲- جداکننده ها
۳۸	۱-۴-۲- جداکننده های ساکن
۴۰	۲-۴-۲- جداکننده های دینامیک
۴۲	۳-۴-۲- توسعه جداکننده ها
۴۳	۱-۳-۴-۲- جداکننده های با گردش درونی هوا
۴۳	۲-۳-۴-۲- جداکننده های با گردش بیرونی هوا
۴۴	۳-۳-۴-۲- جداکننده های کارآیی بالا
۴۸	۴-۴-۲- بهره برداری از جداکننده ها
۴۹	۵-۴-۲- مقایسه جداکننده ها
فصل سوم: بررسی پارامترهای آسیاب گلوله ای و جداکننده	
۵۲	۱-۳- مقدمه
۵۲	۲-۳- ظرفیت تولید
۵۷	۳-۳- نسبت طول به قطر
۵۸	۴-۳- سرعت دورانی آسیاب
۶۰	۵-۳- حرکت گلوله ها در داخل آسیاب
۶۲	۶-۳- معادلات حرکت گلوله ها
۶۴	۷-۳- زاویه سقوط گلوله ها

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۶۵	۸-۳- پرشدگی شارژ و اندازه گلوله ها در آسیاب
۷۶	۹-۳- شارژ تکمیلی گلوله در آسیاب
۷۷	۱۰-۳- سایش آسترها و گلوله ها در آسیاب
۸۰	۱۱-۳- انرژی مصرفی در آسیابهای گلوله ای
۸۰	۱-۱۱-۳- توان مصرفی در اتاقچه خشک کن
۸۱	۲-۱۱-۳- توان مصرفی آسیاب
۸۲	۳-۱۱-۳- توان ورودی به موتور
۸۳	۴-۱۱-۳- محاسبه توان مصرفی بر اساس آسیابهای مبنا
۸۴	۵-۱۱-۳- محاسبه وزن گلوله ها با کمک توان مصرفی آسیاب
۸۴	۶-۱۱-۳- روابط دیگر برای محاسبه انرژی مصرفی
۸۷	۱۲-۳- زمان توقف مواد در آسیاب
۸۷	۱۳-۳- بررسی نیروهای وارد بر ذره در جداکننده ها
۸۹	۱۴-۳- عملکرد جداکننده ها
۹۰	۱-۱۴-۳- بار در گردش
۹۱	۲-۱۴-۳- کارایی جداکننده
۹۳	۳-۱۴-۳- منحنی توزیع ترامپ
۹۵	۱-۳-۱۴-۳- حد جدایش
۹۶	۲-۳-۱۴-۳- دقت جداسازی
۹۸	۱۵-۳- دیاگرام RRSB
<i>فصل چهارم: عوامل بهینه سازی</i>	
۱۰۰	۱-۴- مقدمه
۱۰۰	۲-۴- انتخاب سیستم خردایش
۱۰۴	۳-۴- بهینه سازی سیستم موجود
۱۰۴	۴-۴- تجهیزات داخلی
۱۰۵	۱-۴-۴- اندازه گلوله ها و توزیع آنها در شارژ
۱۰۹	۲-۴-۴- درجه پرشدگی و مقدار تناژ گلوله موجود در هر اتاقچه
۱۱۴	۳-۴-۴- آسترها
۱۱۹	۴-۴-۴- دیافراگم

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۲۴	۴-۴-۵- تغییر در تعداد و ابعاد اتاقچه ها
۱۲۷	۴-۴-۶- پوشش (کوتینگ) در تجهیزات داخلی
۱۲۸	۴-۵-۵- کاهش اولیه اندازه ذرات
۱۳۱	۴-۶-۶- بهبود شرایط سیال در آسیاب
۱۳۵	۴-۷-۷- بهبود عملکرد جداکننده ها
۱۴۰	۴-۸-۸- بهره برداری و کنترل مناسب
۱۴۷	۴-۹-۹- بررسی دانه بندی و ترکیب مواد
۱۵۳	۴-۱۰-۱۰- تولید سیمانهای مخلوط و نقش افزودنیها
۱۵۵	۴-۱۱-۱۱- بهینه سازی سیستم آسیاب با مدل‌های ریاضی
۱۶۰	۴-۱۲-۱۲- یک تجربه عملی برای بهینه سازی و افزایش ظرفیت
۱۶۴	۴-۱۳-۱۳- نتیجه گیری

فصل پنجم: بررسی اسناد فنی سیستم های پودر سازی مواد خام سیمان در واحد هفتم سیمان تهران

۱۶۷	۵-۱-۱- مقدمه
۱۶۷	۵-۲-۲- واحد پودر سازی مواد خام
۱۶۷	۵-۱-۲-۱- مقدمه
۱۶۹	۵-۲-۲-۲- شنک مواد
۱۷۰	۵-۲-۳- تسمه نقاله های انتقال مواد
۱۷۰	۵-۲-۴- فلایپی دوتایی بالای سنگ شکن اولیه
۱۷۳	۵-۲-۵- پیش خردکن
۱۷۵	۵-۲-۶- بالابر سطلی
۱۷۸	۵-۲-۷- جداکننده سیکلونی هوا گردشی
۱۸۱	۵-۲-۸- آسیاب مواد خام
۱۸۷	۵-۲-۹- فن ها
۱۸۷	۵-۲-۹-۱- مقدمه
۱۸۷	۵-۲-۹-۲- فن اصلی آسیاب
۱۸۹	۵-۲-۹-۳- فن الکتروفیلتر
۱۹۰	۵-۲-۹-۴- بهره برداری فن ها

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۹۱	۵-۲-۱۰- جداکننده اولیه - سیکلونهاى ظرفیت بالا
۱۹۱	۵-۲-۱۱- فلاپی های تنظیم کننده
۱۹۲	۵-۲-۱۲- ایراسلایدها
۱۹۴	۵-۲-۱۳- خوراک دهنده لرزان
۱۹۵	۵-۲-۱۴- نمونه گیر اتوماتیک
۱۹۵	۵-۳- واحد خردایش سیمان
۱۹۵	۵-۳-۱- مقدمه
۱۹۹	۵-۳-۲- آسیاب سیمان
۲۰۳	۵-۳-۳- تجهیزات خوراک دهی
۲۰۵	۵-۳-۴- بالابر سطلی
۲۰۶	۵-۳-۵- سیستم خنک کن داخلی آسیاب
۲۰۹	۵-۳-۶- جداکننده هوایی
۲۱۰	۵-۳-۷- انتقال دهنده های مارپیچی
۲۱۱	۵-۳-۸- فن الکتروفیلتر
۲۱۲	۵-۳-۹- تسمه نقاله
۲۱۲	۵-۳-۱۰- جداکننده الکترواستاتیک
۲۱۳	۵-۳-۱۱- فیلتر کیسه ای
فصل ششم: بررسی پیشینه تولید	
۲۱۶	۶-۱- مقدمه
۲۱۶	۶-۲- بررسی کلی تولید
۲۱۷	۶-۲-۱- تولید کلی آسیاب مواد
۲۲۰	۶-۲-۲- تولید کلی آسیاب سیمان
۲۲۴	۶-۳- تولید آزمایشی
۲۲۴	۶-۳-۱- واحد خردایش موادخام
۲۲۵	۶-۳-۲- واحد پودرسازی سیمان
۲۲۷	۶-۴- بررسی توقفات آسیابها
۲۲۷	۶-۴-۱- توقفات در آسیاب موادخام
۲۳۲	۶-۴-۲- توقفات در آسیاب سیمان

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۲۳۵	۵-۶- مصرف انرژی
۲۳۶	۱-۵-۶- مصرف انرژی برق آسیاب مواد
۲۳۸	۲-۵-۶- انرژی برق مصرفی آسیاب سیمان
۲۴۰	۶-۶- شارژ مواد خردکننده در آسیاب
۲۴۴	۱-۶-۶- شارژ آسیاب مواد
۲۵۱	۲-۶-۶- شارژ آسیاب سیمان
۲۵۵	۷-۶- پیش خردکن آسیاب موادخام
۲۵۵	۱-۷-۶- چکشهای پیش خردکن
۲۵۶	۲-۷-۶- وضعیت بهره برداری پیش خردکن
۲۵۹	۸-۶- بررسی دانه بندی مواد در داخل آسیابها
۲۵۹	۱-۸-۶- دانه بندی در داخل آسیاب مواد
۲۶۲	۲-۸-۶- دانه بندی مواد در داخل آسیاب سیمان
۲۶۵	۹-۶- پیشینه تولید و عوامل بهره برداری
۲۶۵	۱-۹-۶- آسیاب مواد
۲۶۵	۱-۱-۹-۶- سال ۱۳۶۴
۲۷۰	۲-۱-۹-۶- سال ۱۳۶۵
۲۷۱	۳-۱-۹-۶- سال ۱۳۶۸
۲۷۱	۴-۱-۹-۶- سال ۱۳۷۳
۲۷۲	۵-۱-۹-۶- سال ۱۳۷۶
۲۷۲	۶-۱-۹-۶- جمع بندی
۲۷۳	۲-۹-۶- آسیاب سیمان
۲۷۳	۱-۲-۹-۶- سال ۱۳۶۴
۲۷۸	۲-۲-۹-۶- سال ۱۳۶۷
۲۷۹	۳-۲-۹-۶- سال ۱۳۶۸
۲۸۰	۴-۲-۹-۶- سال ۱۳۷۲
۲۸۰	۵-۲-۹-۶- جمع بندی
۲۸۱	۱۰-۶- نمونه برداری و بررسی دانه بندی در سیستم پودرسازی
۲۸۲	۱-۱۰-۶- آسیاب موادخام
۲۸۴	۲-۱۰-۶- آسیاب سیمان

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۲۸۵	فصل هفتم: آزمایشات، محاسبات و اقدامات انجام شده
۲۸۵	۱-۷- مقدمه
۲۸۶	۲-۷- موازنه جرم و انرژی
۲۹۹	۳-۷- نقش سیال در آسیابها
۲۹۹	۱-۳-۷- مقدمه
۲۹۹	۲-۳-۷- فشار استاتیکی
۳۰۵	۳-۳-۷- دبی سیال
۳۰۸	۴-۳-۷- سرعت گاز در درون آسیاب
۳۱۱	۵-۳-۷- هوای گرم ورودی به آسیاب موادخام
۳۱۳	۶-۳-۷- تنظیم هوای جریان یافته
۳۱۵	۷-۳-۷- تغییر جهت فلای خروچی آسیاب سیمان و نقش آن
۳۱۹	۴-۷- محاسبه سایش گلوله ها در آسیاب
۳۱۹	۱-۴-۷- آسیاب موادخام
۳۲۴	۲-۴-۷- آسیاب سیمان
۳۲۹	۵-۷- دانه بندی مواد ورودی به آسیاب
۳۲۹	۱-۵-۷- آسیاب موادخام
۳۳۳	۲-۵-۷- آسیاب سیمان
۳۳۴	۶-۷- بررسی پودرشوندگی مواد در طول آسیاب
۳۳۴	۱-۶-۷- شرح نمونه برداری و تفکیک به کمک الکها
۳۳۵	۲-۶-۷- آسیاب موادخام
۳۳۸	۳-۶-۷- آسیاب سیمان
۳۳۹	۷-۷- تنظیم جداکننده دینامیک
۳۴۴	۸-۷- آسیاب شوندگی مواد
۳۴۴	۱-۸-۷- موادخام
۳۵۳	۲-۸-۷- سیمان
۳۵۷	۹-۷- نصب سیکلون غبارگیری در آسیاب سیمان
۳۵۹	۱۰-۷- مواد غبارگیری در اتاقچه اول الکتروفیلتر
۳۶۰	۱۱-۷- جمع بندی

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۳۶۲	فصل هشتم : نتایج و پیشنهادات
۳۶۲	۸-۱- مقدمه
۳۶۲	۸-۲- نتایج تولید در آسیاب مواد خام
۳۶۷	۸-۳- نتایج تولید در آسیاب سیمان
۳۷۱	۸-۴- پیشنهادات
۳۷۱	۸-۴-۱- پیشنهادات کلی
۳۷۴	۸-۴-۲- پیشنهادات خاص

فهرست جداول

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۸	جدول ۱-۱: اندیس کار برای مواد متداول در صنعت سیمان
۹	جدول ۲-۱: ارتباط داده های خردایش مواد
۱۵	جدول ۳-۱: ترکیب گلوله های آسیاب باند
۱۷	جدول ۴-۱: ارتباط انرژی مصرفی با اندازه ذرات
۲۶	جدول ۱-۲: مقایسه مشخصه های سیستم و تولید در آسیابهای مدار باز و بسته گلوله ای
۳۴	جدول ۲-۲: اطلاعات عملیاتی مربوط به استفاده از دو نوع آسیاب غلطکی به عنوان خردکن اولیه در سیستم هایی به نام CPU و Polycom
۳۷	جدول ۳-۲: مقایسه میزان ظرفیت افزوده و کاهش مصرف انرژی در سیستم های مختلف خردایش مواد اولیه در صنعت سیمان
۴۹	جدول ۴-۲: انواع اصلی جداکننده ها
۴۹	جدول ۵-۲: نتایج عملیاتی مدار خردایش با تأثیرات جداکننده ها
۵۳	جدول ۱-۳: مقادیر ضریب تصحیح پودر کردن (a) بر حسب خوراکیهای مختلف برای آسیاب گلوله ای
۵۴	جدول ۲-۳: مقادیر ضریب تصحیح پودر کردن (b) بر حسب درصد باقیمانده روی الک ۴۹۰۰ مش
۵۴	جدول ۳-۳: مقادیر ضریب تصحیح نوع آسیاب (c)
۵۶	جدول ۴-۳: ضریب پودرشوندگی کلینکر حاصل از کوره دوار در ارتباط با مقدار C ₂ S موجود در آن
۵۸	جدول ۵-۳: نسبت طول به قطر (λ) برای سیستم های مختلف آسیاب
۶۰	جدول ۶-۳: ارتباط پرشدگی و سرعت در آسیابها با نوع آستر
۷۰	جدول ۷-۳: ارتباط بین مقادیر شارژ ویژه آسیابها (q یا f) بر حسب درصد و بازوی لنگر (a)
۷۴	جدول ۸-۳: توزیع گلوله ها در آسیاب به صورت درصد وزنی، مطابق با بزرگترین قطر ۷۴ به دست آمده بر حسب پیشنهاد باند
۷۵	جدول ۹-۳: مقادیر اندیس کار (Wi) وزن مخصوص (sp.gr.) مواد مختلف
۷۵	جدول ۱۰-۳: اطلاعات مربوط به گلوله های آسیاب
۸۴	جدول ۱۱-۳: مقدار a به صورت تابعی از درجه پرشدگی
۸۵	جدول ۱۲-۳: مقدار c با توجه به درجه پرشدگی و نوع شارژ
۱۰۱	جدول ۱-۴: انرژی مصرفی در خردایش کلینکر تا بلین $3200 \text{ cm}^2/\text{gr}$

فهرست جداول

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۰۲	جدول ۲-۴- نکات مهم سیستم های سایش در روش خشک
۱۰۶	جدول ۳-۴- مقادیر توصیه شده توسط شرکت F.L.S
۱۰۶	جدول ۴-۴- مقادیر توصیه شده توسط NATS
۱۰۶	جدول ۵-۴- مقادیر توصیه شده توسط SLEGTEN
۱۰۷	جدول ۶-۴- توزیع گلوله ها و ویژگی آنها در اتاقچه های آسیاب گلوله ای
۱۰۸	جدول ۷-۴- مشخصه گلوله های مورد استفاده در آسیابها
۱۱۲	جدول ۸-۴- درجه پرشدگی آسیاب بر مبنای اتاقچه ها و نوع آسیاب
۱۱۲	جدول ۹-۴- اثرات اندازه و میزان پرشدگی گلوله ها بر روی عملیات آسیاب
۱۱۳	جدول ۱۰-۴- توزیع گلوله ها در یک آسیاب سه اتاقچه ای
۱۱۸	جدول ۱۱-۴- مقایسه نتایج عملیاتی آسیابها با و بدون داشتن آستر نوع جداکننده
۱۲۰	جدول ۱۲-۴- پهنای سوراخهای دیافراگم
۱۲۳	جدول ۱۳-۴- مقایسه صرفه جویی انرژی با استفاده از دیافراگم نوع کمبیدان
۱۲۳	جدول ۱۴-۴- داده های عملیاتی برای سیستم مدارباز، قبل و بعد از نصب دیافراگم با لیفتر قابل تنظیم، اندازه آسیاب ۳/۲m و کشش ۳۳۵ H.P.
۱۲۴	جدول ۱۵-۴- مقایسه داده های عملیاتی خردایش آسیاب با دو نوع دیافراگم
۱۲۵	جدول ۱۶-۴- تغییرات طول اتاقچه ها در قبل و بعد از اصلاح
۱۲۵	جدول ۱۷-۴- نتایج حاصل در پارامترهای علمیاتی با اصلاحات انجام شده
۱۲۶	جدول ۱۸-۴- بهبود پارامترهای عملیاتی با تغییرات در تعداد اتاقچه ها
۱۲۶	جدول ۱۹-۴- طول اتاقچه ها برای انواع مختلف آسیابها
۱۳۴	جدول ۲۰-۴- تخمین مناسبی برای میزان هوای تهویه کننده آسیابهای گلوله ای
۱۳۴	جدول ۲۱-۴- مقادیر افت فشار استاندارد در تجهیزات مدار خردایش
۱۳۸	جدول ۲۲-۴- ارتباط بار ویژه جداکننده با کنار گذر
۱۴۰	جدول ۲۳-۴- تنظیم اجزاء کنترلی آسیاب و اثر آنها
۱۴۱	جدول ۲۴-۴- برخی از عوامل از بین رفتن شرایط پایدار بهره برداری به همراه روش رفع آنها
۱۴۳	جدول ۲۵-۴- برخی از تنظیمات و تغییر مورد انتظار از آنها
۱۴۶	جدول ۲۶-۴- شرح نقاط اندازه گیری مدار آسیاب
۱۴۷	جدول ۲۷-۴- مشخصات مربوط به وزن نمونه و آزمایش الک مناسب برای محل های نمونه برداری

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۵۳	جدول ۴-۲۸- تأثیرات چند نمونه افزودنی به سیمان به لحاظ میزان تولید و مصرف انرژی
۱۶۱	جدول ۴-۲۹- مشخصات سیستم خردایش آسیاب قبل از ارتقاء
۱۶۲	جدول ۴-۳۰- مشخصات جداکننده ۱- سپا، استفاده شده در مدار خردایش موادخام
۱۶۳	جدول ۴-۳۱- تغییرات بر روی تجهیزات آسیاب قبل و بعد از ارتقاء
۱۶۳	جدول ۴-۳۲- مقایسه عوامل عملیاتی آسیاب قبل و بعد از ارتقاء
۱۶۵	جدول ۴-۳۳- نتایج بهینه سازی در کارخانجات سیمان هلدربانک
۱۶۹	جدول ۵-۱- مشخصه های کلی سیستم پودر سازی موادخام
۱۶۹	جدول ۵-۲- مشخصات فنی شنک های موادخام
۱۷۰	جدول ۵-۳- تسمه نقاله های انتقال مواد
۱۷۰	جدول ۵-۴- مشخصات فنی فلاپی دو تایی بالای سنگ شکن اولیه
۱۷۳	جدول ۵-۵- مشخصات فنی پیش خردکن موادخام
۱۷۵	جدول ۵-۶- مشخصات فنی الواتور سنگ آهن در مدار پودرسازی موادخام
۱۷۶	جدول ۵-۷- مشخصات فنی بالابرها ی آسیاب موادخام
۱۷۹	جدول ۵-۸- مشخصات فنی جداکننده سیکلونی هوا گردشی در مدار پودرسازی موادخام
۱۸۱	جدول ۵-۹- مشخصات کلی آسیاب موادخام
۱۸۱	جدول ۵-۱۰- وضعیت شارژ گلوله های استفاده شده در آسیاب موادخام
۱۸۴	جدول ۵-۱۱- مشخصات فنی سیستم رانش آسیاب موادخام
۱۸۸	جدول ۵-۱۲- قوانین فنرها
۱۸۷	جدول ۵-۱۳- مشخصات فن اصلی در آسیاب موادخام
۱۸۹	جدول ۵-۱۴- مشخصات فنی فن الکتروفیلتر آسیاب موادخام
۱۹۳	جدول ۵-۱۵- مشخصات ایراسلایدهای انتقال مواد به آسیاب موادخام همراه با مشخصات تهویه کننده های آن
۱۹۳	جدول ۵-۱۶- مشخصات ایراسلایدهای انتقال مواد از سیکلونهای تولید محصول همراه با پارامترهای تهویه کننده آن
۱۹۴	جدول ۵-۱۷- مشخصات فنی خوراک دهنده سنگ آهن در آسیاب مواد
۱۹۷	جدول ۵-۱۸- مشخصات کلی سیستم پودرسازی سیمان
۱۹۹	جدول ۵-۱۹- ویژگی سیستم پودرسازی سیمان
۱۹۹	جدول ۵-۲۰- مشخصات فنی آسیاب سیمان
۲۰۲	جدول ۵-۲۱- شارژ گلوله پیشنهادی در اتاقچه اول آسیاب سیمان