# ذ) اطلاعات فنی و مطالعات انجام شده بر روی زغالسنگ خام معدن تخت زیتو ن از نظر فراوری

## چکیده:

زغالسنگ معدن تخت زیتون از نوع کک‌شوو با خاکستر در محدوده ۴۹ تا ۵۰ درصد قرار دارد و این میزان بالا موجب بروز مشکل در فروش محصول شده است؛ در حالی که برای عرضه مناسب، خاکستر محصول باید بین ۳۵ تا حداکثر ۴۵ درصد باشد. مطالعات قبلی نشان دادند که بخش ابعادی بزرگ‌تر از ۶ میلی‌متر سهم اصلی را در افزایش خاکستر خوراک معدن دارد.

به‌منظور ارزیابی دقیق ویژگی‌های شستشوپذیری، پروژه‌ای با هدف «خصوصیت‌سنجی کامل خوراک معدن» تعریف شد. در این چارچوب، ۴۰۰ کیلوگرم نمونه از زغالسنگ استخراجی برداشت و به آزمایشگاه ارسال شد. نمونه تحت آنالیزهای سرندی، آزمون‌های شستشوپذیری شامل غرق و شناوری، و آزمایش فلوتاسیون قرار گرفت. نتایج آزمایش‌ها نشان می‌دهد خاکستر کلی نمونه برابر ۴۹.۹ درصد است. بر اساس نتایج آزمایشات، تولید کنسانتره با خاکستر حدود ۱۰.۵ درصد از نظر فنی امکان‌پذیر است، اما به دلیل راندمان بسیار پایین، اقتصادی و عملی نیست. حداکثر راندمان قابل دستیابی در فرآوری کامل نمونه، ۵۱.۱ درصد بوده که در خاکستر ۱۸.۴ درصد حاصل شده است. بنابراین با توجه به هدف معدن شستشوی کامل خوراک برای دستیابی به محصولی در بازه خاکستر ۳۰ تا ۴۰ درصد، توصیه نمی شود. برای این کار دو راهکار مبتنی بر دانه‌بندی بررسی شد:

- دانه بندی با سرند ۶ میلی‌متر: منجر به تولید محصولی با خاکستر ۴۲.۸ درصد و راندمان ۶۹.۵ درصد می شود. با فرآوری بخش درشت‌دانه و اختلاط با زیرسرند، راندمان به ۸۰ درصد و خاکستر محصول به ۴۰.۸ درصد می‌رسد.
- دانه بندی با سرند ۳ میلی‌متر: منجر به تولید محصول با خاکستر ۳۸.۱ درصد و راندمان ۵۱.۶ درصد می شود. فرآوری بخش روی‌سرند و مخلوط آن با زیرسرند، راندمان را به ۷۰ درصد افزایش و خاکستر محصول را به ۳۴.۷ درصد کاهش می‌دهد.

بر اساس جمع‌بندی نتایج، دانه‌بندی با سرند ۶ میلی‌متر و فرآوری ذرات بزرگ‌تر از ۶ میلی‌متر با درام واسطه سنگین به عنوان بهترین گزینه توصیه می‌شود؛ زیرا با کمترین هزینه، ترکیب بهینه‌ای از راندمان بالا و کیفیت مطلوب محصول نهایی را فراهم می‌سازد.

## ۱-معرفی معدن

معدن زغالسنگ تخت زیتون از نوع کک شو در موقعیت ۵۷°۲۸′۱۴,۴۴″E, ۳۲°۴۱′۸,۴۹″N واقع است. این معدن تقریباً ۱۰۹ کیلومتر جنوب-جنوب‌شرقیِ شهر طبس و حدود ۷۰ کیلومتر شرق-جنوب‌شرقیِ مجموعه معدنی پروده طبس قرار دارد (فواصل به‌صورت خط مستقیم محاسبه شده‌اند). فاصله جاده ای این معدن از شهر طبس حدود ۱۶۵ کیلومتر است

## ۲- هدف از انجام پروژه

به دلیل بالا بودن خاکستر زغالسنگ استخراجی از معدن تخت زیتون، پذیرش آن برای کارخانه فراوری (سهامدار اصلی ) به دلیل بالا رفتن هزینه های شستشو و حمل باطله محدود شده است. هدف از انجام این پروژه کاهش خاکستر زغالسنگ خام و رسیدن به خاکستر ۴۵-۳۵ درصد با کمترین هزینه و سرمایه گذاری می باشد چرا که بخش عمده فرآوری در کارخانه زغالشویی شرکت فراوری زغالسنگ پروده طبس که سهامدار اصلی معدن می باشد انجام می شود. میزان استخراج سالیانه معدن، خاکستر متوسط و خاکستر مطلوب به شرح ذیل است:

- حداکثر تولید معدن در سال : ۸۰،۰۰۰ تن
- خاکستر متوسط: ۵۰-۴۸ درصد
- خاکستر هدف: ۴۵-۳۵ درصد

## ۳- خصوصیت سنجی زغالسنگ

خصوصیت سنجی زغالسنگ استخراجی معدن ، برای انتخاب بهترین و کم هزینه ترین روش اصلاح خاکستر بعد از استخراج از معدن است.زغالسنگ استخراجی از معدن به طور مستقیم قابل استفاده نیست و باید خاکستر آن تا میزان معینی که مشـتری تعیین می کند در کارخانه فراوری زغالسـنگ یا به عبارت دیگر در واحد زغالشـویی کاهش داده شود. قابلیت کاهش خاکستر و یا تمیز شدن زغالسنگ قبل از طراحی کارخانه، توسط آزمایش خصوصیت سنجی نمونه زغالسنگ خام معدن یا خوراک کارخانه فراوری انجام می شود. خصوصیت سنجی زغالسنگ شامل نمونه برداری، آنالیزی سرندی و انجام آزمایشهای قابلیت شستشوپذیری نمونه است.

### ۳-۱- نمونه برداری

با بازدید از معدن از زغالسنگ استخراجی موجود در معدن نمونه گیری کافی انجام شد از سه کپه زغالسنگ استخراجی موجود در معدن که تازه استخراج شده و تقریبا معرف کیفیت زغالسنگ استخراجی معدن برای ارسال به مقصد مشتری بوده است، براساس ورزن نسبی هر یک از این کپه ها نمونه برداری شد. نمونه برداری با توجه به واقعیت تفرق ابعادی از راس تا قاعده مخروط کپه ها از جوانب مختلف کپه هاگرفته و جمع آوری گردید.

حدود ۴۰۰ کیلوگرم نمونه برای به حداقل رساندن خطاهای نمونه برداری و آزمایش گرفته شد. برای دقت بیشتر و جلوگیری از احتمال خطا تمامی نمونه گرفته شده برای انجام آنالیز ابعادی و خصوصیت سنجی به آزمایشگاه ارسال شد.

نمونه ها بر اساس برنامه داده شده و با نظارت یک کارشناس فراوری به عنوان نماینده مجری طرح در آزمایشگاه مورد آزمایش قرار گرفت. علیرغم حجم بالای نمونه، به جهت افزایش در دقت آزمایشات و حذف خطاهای کوچک سازی نمونه، کل نمونه مورد نظر در آزمایشگاه مورد آزمایش های لازم قرار گرفت.

آزمایشات شامل مراحل زیر بوده است:

۱- آنالیز سرندی با سری سرند های از سرند ۷۵ میکرون تا ۵۰ میلیمتر

۲- آزمایش غرق و شناورسازی بر روی دامنه های مختلف ابعادی در محلولهای سنگین از دانسیته ۱.۲ تا دانسیته ۱.۸

۳- آزمایش فلوتاسیون بر روی دامنه ابعادی زیر ۱۵۰ میکرون و دامنه ابعادی زیر ۵۰۰ میکرون

## ۳-۲-آنالیز سرندی

جدول ۳-۱ آنالیز سرندی نمونه معدن تخت زیتون را نشان می دهد.

جدول ۳-۱- آنالیز سرندی و خاکستر سنجی نمونه معدن تخت زیتون

| ابعاد چشمه (mm) | وزن باقی مانده(gr) | خاکستر(٪) | درصد مانده | درصد مانده تجمعی | درصد عبوری تجمعی | خاکسترمانده تجمعی | خاکسترعبوری تجمعی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| +50 | 21720.00 | 64.34 | 5.43 | 5.43 | 94.57 | 64.34 | 49.04 |
| 40-50 | 8840.00 | 72.58 | 2.21 | 7.64 | 92.36 | 66.73 | 48.48 |
| 25-40 | 14100.00 | 67.27 | 3.52 | 11.16 | 88.84 | 66.90 | 47.73 |
| 12-25 | 34900.00 | 66.03 | 8.72 | 19.89 | 80.11 | 66.52 | 45.74 |
| 6-12 | 42300.00 | 65.04 | 10.57 | 30.46 | 69.54 | 66.00 | 42.80 |
| 3-6 | 71780.00 | 56.20 | 17.94 | 48.41 | 51.59 | 62.37 | 38.14 |
| 1-3 | 30765.00 | 49.98 | 7.69 | 56.10 | 43.90 | 60.67 | 36.07 |
| 0.5-1 | 56825.00 | 37.06 | 14.21 | 70.31 | 29.69 | 55.90 | 35.60 |
| 0.3-0.5 | 21030.00 | 32.20 | 5.26 | 75.56 | 24.44 | 54.25 | 36.33 |
| 0.15-0.3 | 27420.00 | 30.60 | 6.85 | 82.42 | 17.58 | 52.29 | 38.56 |
| 0.075-0.15 | 23250.00 | 31.40 | 5.81 | 88.23 | 11.77 | 50.91 | 42.10 |
| -0.075 | 47075.00 | 42.10 | 11.77 | 100.00 | 0.00 | 49.87 | |
| وزن کل نمونه | 400005.00 | 49.87 | 100.00 | | | | |

همانطور که در جدول یک مشخص است خاکستر در بخش درشت دانه بسیار بالا است و نشان دهنده حجم زیادی سنگ در بخش ابعادی بزرگتر از ۶ میلیمتر است. این بخش عامل اصلی بالا رفتن خاکستر زغالسنگ استخراجی معدن است. براساس آنالیز دانه بندی d80 نمونه ۱۷.۳ میلیمتر و d50 نمونه ۳.۷ میلیمتر محاسبه شد. که نشان می دهد

نمونه به طور کلی ریز دانه است. d80 و d50 به ترتیب اندازه دهانه سرندی است است که ۸۰ و ۵۰ درصد مواد از آن عبور کرده است

براساس جدول ۳-۱ حدود ۵۱.۶ درصد نمونه زیر ۳ میلیمتر قراردارد و خاکستر آن ۳۸.۱۴ درصد است که در صورتی که هدف تولید زغالسنگ زیر ۴۰ درصد باشد ساده ترین روش استفاده از یک سرند با چشمه ۳ میلیمتر است. در این صورت ۴۸.۴ درصد از نمونه با خاکستر متوسط ۶۲.۴ درصد به عنوان دور ریز حذف می شود. همچنین اگر سرند کردن مواد در اندازه ۶ میلیمتر انجام شود راندمان تولید از ۵۱.۶ درصد به ۶۹.۵ درصد می رسد و تنها خاکستر از ۳۸.۱ به ۴۲.۸ درصد افزایش پیدا می کند. بررسی اقتصادی بین هزینه های تولید و فروش می تواند در این باره تصمیم گیری را برای سرند کنی در ابعاد خاص ساده کند.

## ۳-۳- تعیین شستشوپذیری نمونه

بر روی نمونه معدن آنالیز غرق و شناوری بر روی دامنه های ابعادی مختلف و آنالیز فلوتاسیون بر روی بخش های زیر ۰.۵ میلیمتر و زیر ۱۵۰ میکرون انجام شد. در بررسی نتایج سه گزینه در نظر گرفته شده است.

- تولید کنسانتره براساس قرارداد خرید ذوب آهن اصفهان یعنی خاکستر ۱۰.۵ درصد
- تولید کنسانتره بر اساس خاکستر ۲۵ درصد به عنوان یک محصول نسبتا پر فروش
- تولید کنسانتره با هدف رسیدن به خاکستر ۳۵ تا ۴۵ درصد و یا با هدف رسیدن به حداکثر راندمان

**۱- دامنه ابعادی بزرگتر از ۵۰ میلیمتر**

جدول ۳-۲ نتایج آنالیز غرق و شناورسازی را بر روی دامنه ابعادی بزرگتر از ۵۰ میلیمتر نشان می دهد. براساس این جدول، امکان رسیدن به خاکستر ۱۰.۵ درصد که قرارداد خرید زغال کنسانتره توسط ذوب آهن اصفهان از واحدهای زغالی است وجود ندارد. اگرچه به روش برون یابی راندمان ۴.۵ درصدی متصور است. پایین ترین خاکستر قابل تولید در این دامنه ابعادی ۱۵.۲ درصد که راندمان بسیار پایینی دارد. متاسفانه مواد با دانسیته ۱.۳ که ملاکی از آسانی یا سختی شستشو است در این دامنه ابعادی وجود ندارد.

اگر مجموع مواد شناوری در دانسیته ۱.۳ به مجموع شناوری در دانسیته ۱.۶ ۵۰ درصد و یا بیشتر باشد نمونه زغالسنگ از نظر شستشوپذیری آسان است. اگر این عدد بین ۳۰ تا ۵۰ درصد باشد شستشوپذیری متوسط و اگر بین ۲۵ تا ۳۰ درصد باشد شستشوپذیری سخت و در صورتی که کمتر از ۲۵ درصد باشد در رده خیلی سخت از نظر شستشوپذیری قرا می گیرد. هرچه شستشوپذیری سخت تر باشد دستیابی به کنسانتره با خاکستر پایین تر مشکل تر است.

با توجه به اینکه در روشهای فراوری در عمل امکان جدایش در دانسیته های بیش از ۱۸ خصوصا در روش های واسطه سنگین وجود ندارد در دانسیته ۱۸ حداکثر راندمان ۴۱.۶۲ درصد با خاکستر ۳۰.۶ درصد است. به عبارتی در این بازه ۵۸.۴ درصد مواد سنگ خالص هستند

.

جدل ۳-۲- آزمایش غرق و شناوری بر روی بخش ابعادی بزرگتر از ۵۰ میلیمتر

| دانسیته | وزن گرم | خاکستر ٪ | وزن ٪ | وزن تجمعی ٪ | خاکستر تجمعی ٪ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1.40 | 1420.00 | 15.20 | 6.54 | 6.54 | 15.20 |
| 1.50 | 3040.00 | 26.50 | 14.00 | 20.53 | 22.90 |
| 1.60 | 2990.00 | 34.80 | 13.77 | 34.30 | 27.68 |
| 1.70 | 1160.00 | 41.30 | 5.34 | 39.64 | 29.51 |
| 1.80 | 430.00 | 52.30 | 1.98 | 41.62 | 30.60 |
| 2.20 | 12680.00 | 88.40 | 58.38 | 100.00 | 64.34 |
| جمع | 21720.00 | 64.34 | 100.00 | | |

| راندمان کنسانتره | 4.52 | راندمان کنسانتره | 26.58 | راندمان کنسانتره | 41.63 |
|---|---|---|---|---|---|
| خاکستر کنسانتره | 10.50 | خاکستر کنسانتره | 25.00 | خاکستر کنسانتره | 30.60 |
| دانسیته جدایش | 1.37 | دانسیته جدایش | 1.54 | دانسیته جدایش | 1.80 |
| راندمان میانی | 37.10 | راندمان میانی | 15.04 | راندمان میانی | 0.00 |
| خاکستر میانی | 33.04 | خاکستر میانی | 40.49 | خاکستر میانی | 0.00 |
| راندمان باطله | 58.38 | راندمان باطله | 58.38 | راندمان باطله | 58.37 |
| خاکستر باطله | 88.40 | خاکستر باطله | 88.40 | خاکستر باطله | 88.40 |
| راندمان میانی و باطلـه | 95.48 | راندمان میانی و باطلـه | 73.42 | راندمان میانی و باطلـه | 58.37 |
| خاکستر میانی و باطلـه | 66.89 | خاکستر میانی و باطلـه | 78.59 | خاکستر میانی و باطلـه | 88.40 |
| عدد شستشوپذیری | 0.00 | عدد شستشوپذیری | 0.00 | عدد شستشوپذیری | 0.00 |
| شاخص شستشوپذیری | خیلی سخت | شاخص شستشوپذیری | خیلی سخت | شاخص شستشوپذیری | خیلی سخت |

در خاکستر ۲۵ درصد راندمان این دامنه ابعادی ۲۶.۶ درصد است که در دانسیته ۱.۵۴ قابل دستیابی است. در این صورت ۱۵ درصد مواد با خاکستر ۴۰.۵ می تواند از طریق مدارهای دو مرحله ای قابل بازیابی به عنوان جریان میانی باشد.

## ۲- دامنه ابعادی ۵۰-۴۰ میلیمتر

جدول ۳-۳- آنالیز عرق و شناورسازی دامنه ابعادی ۵۰-۴۰ میلیمتر

| دانسیته | وزن گرم | خاکستر ٪ | وزن ٪ | وزن تجمعی ٪ | خاکستر تجمعی ٪ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1.40 | 620.00 | 15.60 | 7.01 | 7.01 | 15.60 |
| 1.50 | 575.00 | 23.50 | 6.50 | 13.52 | 19.40 |
| 1.60 | 275.00 | 32.80 | 3.11 | 16.63 | 21.91 |
| 1.70 | 350.00 | 36.50 | 3.96 | 20.59 | 24.71 |
| 1.80 | 430.00 | 48.10 | 4.86 | 25.45 | 29.18 |
| 2.20 | 6590.00 | 87.40 | 74.55 | 100.00 | 72.58 |
| جمع | 8840.00 | 72.58 | 100.00 | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| راندمان کنسانتره | 4.72 | راندمان کنسانتره | 20.90 | راندمان کنسانتره | 25.45 |
| خاکستر کنسانتره | 10.50 | خاکستر کنسانتره | 25.00 | خاکستر کنسانتره | 29.18 |
| دانسیته جدایش | 1.37 | دانسیته جدایش | 1.71 | دانسیته جدایش | 1.80 |
| راندمان میانی | 20.73 | راندمان میانی | 4.55 | راندمان میانی | 0.00 |
| خاکستر میانی | 33.44 | خاکستر میانی | 48.39 | خاکستر میانی | 52.57 |
| راندمان باطله | 74.55 | راندمان باطله | 74.55 | راندمان باطله | 74.55 |
| خاکستر باطله | 87.40 | خاکستر باطله | 87.40 | خاکستر باطله | 87.40 |
| راندمان میانی و باطله | 95.28 | راندمان میانی و باطله | 79.10 | راندمان میانی و باطله | 74.55 |
| خاکستر میانی و باطله | 75.66 | خاکستر میانی و باطله | 85.15 | خاکستر میانی و باطله | 87.40 |
| عدد شستشوپذیری | 0.00 | عدد شستشوپذیری | 0.00 | عدد شستشوپذیری | 0.00 |
| شاخص شستشوپذیری | خیلی سخت | شاخص شستشوپذیری | خیلی سخت | شاخص شستشوپذیری | خیلی سخت |

- در این بازه ابعادی امکان تولید کنسانتره ۱۰.۵ درصد وجود ندارد
- در خاکستر ۲۵ درصد راندمان این بخش ۲۰.۹ درصد است که در دانسیته ۱.۷۱ قابل بازیابی است.
- حداکثر راندمان که در عمل در دانسیته ۱.۸ قابل دستیابی است ۲۵.۵ با خاکستر ۲۹.۲ درصد است.
- ۷۴.۵ درصد این بخش باطله خالص با خاکستر ۸۷.۴ درصد است.
- نمونه از نظر شستشوپذیری در دسته سخت شستشو قرار می گیرد.

### ۳- دامنه ابعادی ۴۰-۲۵ میلیمتر

جدول ۳-۴- آنالیز عرق و شناورسازی دامنه ابعادی ۴۰-۲۵ میلیمتر

| دانسیته | وزن گرم | خاکستر ٪ | وزن ٪ | وزن تجمعی ٪ | خاکستر تجمعی ٪ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1.30 | 160.00 | 7.70 | 1.13 | 1.13 | 7.70 |
| 1.40 | 1225.00 | 15.20 | 8.69 | 9.82 | 14.33 |
| 1.50 | 1045.00 | 23.00 | 7.41 | 17.23 | 18.06 |
| 1.60 | 1315.00 | 32.90 | 9.33 | 26.56 | 23.27 |
| 1.70 | 740.00 | 42.00 | 5.25 | 31.81 | 26.36 |
| 1.80 | 245.00 | 42.30 | 1.74 | 33.55 | 27.19 |
| 2.20 | 9370.00 | 87.50 | 66.45 | 100.00 | 67.27 |
| جمع | 14100.00 | 67.27 | 100.00 | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| راندمان کنسانتره | 4.80 | راندمان کنسانتره | 29.50 | راندمان کنسانتره | 33.55 |
| خاکستر کنسانتره | 10.50 | خاکستر کنسانتره | 25.00 | خاکستر کنسانتره | 27.19 |
| دانسیته جدایش | 1.34 | دانسیته جدایش | 1.66 | دانسیته جدایش | 1.80 |
| راندمان میانی | 28.74 | راندمان میانی | 4.05 | راندمان میانی | 0.00 |
| خاکستر میانی | 29.97 | خاکستر میانی | 43.12 | خاکستر میانی | 0.00 |
| راندمان باطله | 66.45 | راندمان باطله | 66.45 | راندمان باطله | 66.45 |
| خاکستر باطله | 87.50 | خاکستر باطله | 87.50 | خاکستر باطله | 87.50 |
| راندمان میانی و باطله | 95.20 | راندمان میانی و باطله | 70.50 | راندمان میانی و باطله | 66.45 |
| خاکستر میانی و باطله | 70.13 | خاکستر میانی و باطله | 84.95 | خاکستر میانی و باطله | 87.50 |
| عدد شستشوپذیری | 0.04 | عدد شستشوپذیری | 0.04 | عدد شستشوپذیری | 0.04 |
| شاخص شستشوپذیری | خیلی سخت | شاخص شستشوپذیری | خیلی سخت | شاخص شستشوپذیری | خیلی سخت |

- راندمان در خاکستر ۱۰.۵ درصد حداکثر ۴.۸ درصد است که در دانسیته ۱.۳۴ قابل بازیابی است
- راندمان در خاکستر ۲۵ درصد حداکثر ۲۹.۵ درصد است که در دانسیته ۱.۶۶ قابل دستیابی است.
- حداکثر راندمان که در دانسیته عملیاتی ۱.۸ بدست می آید ۳۳.۶ با خاکستر ۲۷.۲ درصد است.
- ۶۶.۵ درصد این دامنه ابعادی، باطله با خاکستر ۸۷.۵ درصد است.
- نمونه از نظر شستشوپذیری در دسته سخت شستشو قرار می گیرد.

### ٤- دامنه ابعادی ۲۵-۱۲ میلیمتر

جدول ۳-۵- آنالیز غرق و شناورسازی دامنه ابعادی ۲۵-۱۲میلیمتر

| دانسیته | وزن گرم | خاکستر ٪ | وزن ٪ | وزن تجمعی ٪ | خاکستر تجمعی ٪ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1.30 | 445.00 | 6.80 | 1.28 | 1.28 | 6.80 |
| 1.40 | 2660.00 | 15.30 | 7.62 | 8.90 | 14.08 |
| 1.50 | 2830.00 | 23.80 | 8.11 | 17.01 | 18.72 |
| 1.60 | 3050.00 | 33.00 | 8.74 | 25.74 | 23.56 |
| 1.70 | 1630.00 | 42.20 | 4.67 | 30.42 | 26.43 |
| 1.80 | 1295.00 | 45.10 | 3.71 | 34.13 | 28.46 |
| 2.20 | 22990.00 | 85.50 | 65.87 | 100.00 | 66.03 |
| جمع | 34900.00 | 66.03 | 100.00 | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| راندمان کنسانتره | 5.15 | راندمان کنسانتره | 28.09 | راندمان کنسانتره | 34.13 |
| خاکستر کنسانتره | 10.50 | خاکستر کنسانتره | 25.00 | خاکستر کنسانتره | 28.46 |
| دانسیته جدایش | 1.35 | دانسیته جدایش | 1.65 | دانسیته جدایش | 1.80 |
| راندمان میانی | 28.98 | راندمان میانی | 6.04 | راندمان میانی | 0.00 |
| خاکستر میانی | 31.65 | خاکستر میانی | 44.54 | خاکستر میانی | 0.00 |
| راندمان باطله | 65.87 | راندمان باطله | 65.87 | راندمان باطله | 65.87 |
| خاکستر باطله | 85.50 | خاکستر باطله | 85.50 | خاکستر باطله | 85.50 |
| راندمان میانی و باطله | 94.85 | راندمان میانی و باطله | 71.91 | راندمان میانی و باطله | 65.87 |
| خاکستر میانی و باطله | 69.05 | خاکستر میانی و باطله | 82.06 | خاکستر میانی و باطله | 85.50 |
| عدد شستشوپذیری | 0.05 | عدد شستشوپذیری | 0.05 | عدد شستشوپذیری | 0.05 |
| شاخص شستشوپذیری | خیلی سخت | شاخص شستشوپذیری | خیلی سخت | شاخص شستشوپذیری | خیلی سخت |

- راندمان در خاکستر ۱۰.۵ درصد حداکثر ۵.۲ درصد است که در دانسیته ۱.۳۵ قابل بازیابی است
- راندمان در خاکستر ۲۵ درصد حداکثر ۲۸.۱ درصد است که در دانسیته ۱.۶۵ قابل دستیابی است.
- حداکثر راندمان که در دانسیته عملیاتی ۱.۸ بدست می آید ۳۴.۱ با خاکستر ۲۸.۵ درصد است.
- ۶۵.۹ درصد این دامنه ابعادی، باطله با خاکستر ۸۵.۵ درصد است.
- نمونه از نظر شستشوپذیری در دسته سخت شستشو قرار می گیرد.

### ۵- دامنه ابعادی ۱۲-۶ میلیمتر

جدول ۳-۶- آنالیز غرق و شناورسازی دامنه ابعادی ۱۲-۶ میلیمتر

| دانسیته | وزن گرم | خاکستر ٪ | وزن ٪ | وزن تجمعی ٪ | خاکستر تجمعی ٪ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.20 | 75.00 | 6.10 | 0.18 | 0.18 | 6.10 |
| 1.30 | 950.00 | 9.20 | 2.25 | 2.42 | 8.97 |
| 1.40 | 3455.00 | 14.00 | 8.17 | 10.59 | 12.85 |
| 1.50 | 2895.00 | 22.10 | 6.84 | 17.43 | 16.48 |
| 1.60 | 3170.00 | 32.00 | 7.49 | 24.93 | 21.15 |
| 1.70 | 1675.00 | 40.80 | 3.96 | 28.89 | 23.84 |
| 1.80 | 1840.00 | 49.20 | 4.35 | 33.24 | 27.16 |
| 2.20 | 28240.00 | 83.90 | 66.76 | 100.00 | 65.04 |
| جمع | 42300.00 | 65.04 | 100.00 | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| راندمان کنسانتره | 5.64 | راندمان کنسانتره | 30.41 | راندمان کنسانتره | 33.24 |
| خاکستر کنسانتره | 10.50 | خاکستر کنسانتره | 25.00 | خاکستر کنسانتره | 27.16 |
| دانسیته جدایش | 1.34 | دانسیته جدایش | 1.73 | دانسیته جدایش | 1.80 |
| راندمان میانی | 27.60 | راندمان میانی | 2.83 | راندمان میانی | 0.00 |
| خاکستر میانی | 30.56 | خاکستر میانی | 50.36 | خاکستر میانی | 0.00 |
| راندمان باطله | 66.76 | راندمان باطله | 66.76 | راندمان باطله | 66.76 |
| خاکستر باطله | 83.90 | خاکستر باطله | 83.90 | خاکستر باطله | 83.90 |
| راندمان میانی و باطله | 94.36 | راندمان میانی و باطله | 69.59 | راندمان میانی و باطله | 66.76 |
| خاکستر میانی و باطله | 68.30 | خاکستر میانی و باطله | 82.54 | خاکستر میانی و باطله | 83.90 |
| عدد شستشوپذیری | 0.10 | عدد شستشوپذیری | 0.10 | عدد شستشوپذیری | 0.10 |
| شاخص شستشوپذیری | خیلی سخت | شاخص شستشوپذیری | خیلی سخت | شاخص شستشوپذیری | خیلی سخت |

- راندمان در خاکستر ۱۰.۵ درصد حداکثر ۵.۶ درصد است که در دانسیته ۱.۳۴ قابل بازیابی است
- راندمان در خاکستر ۲۵ درصد حداکثر ۳۰.۴ درصد است که در دانسیته ۱.۷۳ قابل دستیابی است.
- حداکثر راندمان که در دانسیته عملیاتی ۱.۸ بدست می آید ۳۳.۲ با خاکستر ۲۸.۵ درصد است.
- ۶۶.۸ درصد این دامنه ابعادی، باطله با خاکستر ۸۳.۹ درصد است.
- نمونه از نظر شستشوپذیری در دسته سخت شستشو قرار می گیرد.

### ٦- دامنه ابعادی ٦-٣ میلیمتر

جدول ۳-۷- آنالیز غرق و شناورسازی دامنه ابعادی ۶-۳ میلیمتر

| دانسیته | وزن گرم | خاکستر ٪ | وزن ٪ | وزن تجمعی ٪ | خاکستر تجمعی ٪ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.20 | 220.00 | 5.00 | 0.31 | 0.31 | 5.00 |
| 1.30 | 4580.00 | 5.90 | 6.38 | 6.69 | 5.86 |
| 1.40 | 9410.00 | 11.30 | 13.11 | 19.80 | 9.46 |
| 1.50 | 6375.00 | 21.30 | 8.88 | 28.68 | 13.13 |
| 1.60 | 5335.00 | 31.50 | 7.43 | 36.11 | 16.91 |
| 1.70 | 2835.00 | 41.20 | 3.95 | 40.06 | 19.30 |
| 1.80 | 2865.00 | 48.10 | 3.99 | 44.05 | 21.91 |
| 2.20 | 40160.00 | 83.20 | 55.95 | 100.00 | 56.20 |
| جمع | 71780.00 | 56.20 | 100.00 | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| راندمان کنسانتره | 22.31 | راندمان کنسانتره | 49.09 | راندمان کنسانتره | 44.05 |
| خاکستر کنسانتره | 10.50 | خاکستر کنسانتره | 25.00 | خاکستر کنسانتره | 21.91 |
| دانسیته جدایش | 1.43 | دانسیته جدایش | 1.84 | دانسیته جدایش | 1.80 |
| راندمان میانی | 21.74 | راندمان میانی | 0.00 | راندمان میانی | 0.01 |
| خاکستر میانی | 33.63 | خاکستر میانی | 0.00 | خاکستر میانی | 50.71 |
| راندمان باطله | 55.95 | راندمان باطله | 50.91 | راندمان باطله | 55.95 |
| خاکستر باطله | 83.20 | خاکستر باطله | 86.29 | خاکستر باطله | 83.20 |
| راندمان میانی و باطله | 77.69 | راندمان میانی و باطله | 50.91 | راندمان میانی و باطله | 55.95 |
| خاکستر میانی و باطله | 69.33 | خاکستر میانی و باطله | 86.29 | خاکستر میانی و باطله | 83.20 |
| عدد شستشوپذیری | 0.19 | عدد شستشوپذیری | 0.19 | عدد شستشوپذیری | 0.19 |
| شاخص شستشوپذیری | خیلی سخت | شاخص شستشوپذیری | خیلی سخت | شاخص شستشوپذیری | خیلی سخت |

- راندمان در خاکستر ۱۰.۵ درصد حداکثر ۲۲.۳ درصد است که در دانسیته ۱.۴۳ قابل بازیابی است
- راندمان در خاکستر ۲۵ درصد حداکثر ۴۹.۱ درصد است که در دانسیته ۱.۸۴ قابل دستیابی است.
- حداکثر راندمان که در دانسیته عملیاتی ۱.۸ بدست می آید ۴۴.۱ با خاکستر ۲۱.۹ درصد است.
- ۵۵.۹ درصد این دامنه ابعادی، باطله با خاکستر ۸۳.۲ درصد است.
- نمونه از نظر شستشوپذیری در دسته سخت شستشو قرار می گیرد.

## ۷- دامنه ابعادی ۳-۱ میلیمتر

جدول ۳-۸- آنالیز غرق و شناورسازی دامنه ابعادی ۳-۱ میلیمتر

| دانسیته | وزن گرم | خاکستر ٪ | وزن ٪ | وزن تجمعی ٪ | خاکستر تجمعی ٪ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.20 | 110.00 | 6.30 | 0.36 | 0.36 | 6.30 |
| 1.30 | 1890.00 | 8.00 | 6.14 | 6.50 | 7.91 |
| 1.40 | 3605.00 | 9.80 | 11.72 | 18.22 | 9.12 |
| 1.50 | 4775.00 | 13.50 | 15.52 | 33.74 | 11.14 |
| 1.60 | 2255.00 | 25.90 | 7.33 | 41.07 | 13.77 |
| 1.70 | 1800.00 | 28.40 | 5.85 | 46.92 | 15.60 |
| 1.80 | 1870.00 | 42.20 | 6.08 | 53.00 | 18.65 |
| 2.20 | 14460.00 | 85.30 | 47.00 | 100.00 | 49.98 |
| جمع | 30765.00 | 49.98 | 100.00 | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| راندمان کنسانتره | 28.83 | راندمان کنسانتره | 62.53 | راندمان کنسانتره | 53.00 |
| خاکستر کنسانتره | 10.50 | خاکستر کنسانتره | 25.00 | خاکستر کنسانتره | 18.65 |
| دانسیته جدایش | 1.47 | دانسیته جدایش | 1.88 | دانسیته جدایش | 1.80 |
| راندمان میانی | 24.17 | راندمان میانی | 0.00 | راندمان میانی | 0.00 |
| خاکستر میانی | 28.36 | خاکستر میانی | 0.00 | خاکستر میانی | 0.00 |
| راندمان باطله | 47.00 | راندمان باطله | 37.47 | راندمان باطله | 47.00 |
| خاکستر باطله | 85.30 | خاکستر باطله | 91.65 | خاکستر باطله | 85.30 |
| راندمان میانی و باطله | 71.17 | راندمان میانی و باطله | 37.47 | راندمان میانی و باطله | 47.00 |
| خاکستر میانی و باطله | 65.96 | خاکستر میانی و باطله | 91.65 | خاکستر میانی و باطله | 85.30 |
| عدد شستشوپذیری | 0.16 | عدد شستشوپذیری | 0.16 | عدد شستشوپذیری | 0.16 |
| شاخص شستشوپذیری | خیلی سخت | شاخص شستشوپذیری | خیلی سخت | شاخص شستشوپذیری | خیلی سخت |

- راندمان در خاکستر ۱۰.۵ درصد حداکثر ۲۸.۸ درصد است که در دانسیته ۱.۴۷ قابل بازیابی است
- راندمان در خاکستر ۲۵ درصد حداکثر ۶۲.۵۳ درصد است که در دانسیته ۱.۸۸ قابل دستیابی است. این راندمان در عمل قابل دستیابی نیست زیرا در عمل حداکثر دانسیته عملیاتی پایدار ۱.۸ است.
- حداکثر راندمان که در دانسیته عملیاتی ۱.۸ بدست می آید ۴۴.۱ با خاکستر ۲۱.۹ درصد است.
- ۵۵.۹ درصد این دامنه ابعادی، باطله با خاکستر ۸۳.۲ درصد است.
- نمونه از نظر شستشوپذیری در دسته سخت شستشو قرار می گیرد.

### ۸- دامنه ابعادی ۱-۰.۵ میلیمتر

جدول ۳-۹- آنالیز غرق و شناورسازی دامنه ابعادی ۱-۰.۵ میلیمتر

| دانسیته | وزن گرم | خاکستر ٪ | وزن ٪ | وزن تجمعی ٪ | خاکستر تجمعی ٪ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.20 | 55.00 | 4.20 | 1.13 | 1.13 | 4.20 |
| 1.30 | 740.00 | 6.70 | 15.26 | 16.39 | 6.53 |
| 1.40 | 1045.00 | 7.40 | 21.55 | 37.94 | 7.02 |
| 1.50 | 650.00 | 14.20 | 13.40 | 51.34 | 8.90 |
| 1.60 | 330.00 | 26.00 | 6.80 | 58.14 | 10.90 |
| 1.70 | 160.00 | 37.70 | 3.30 | 61.44 | 12.34 |
| 1.80 | 170.00 | 51.10 | 3.51 | 64.95 | 14.43 |
| 2.20 | 1700.00 | 79.00 | 35.05 | 100.00 | 37.06 |
| جمع | 4850.00 | 37.06 | 100.00 | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| راندمان کنسانتره | 56.79 | راندمان کنسانتره | 81.32 | راندمان کنسانتره | 64.95 |
| خاکستر کنسانتره | 10.50 | خاکستر کنسانتره | 25.00 | خاکستر کنسانتره | 14.43 |
| دانسیته جدایش | 1.58 | دانسیته جدایش | 1.99 | دانسیته جدایش | 1.80 |
| راندمان میانی | 8.16 | راندمان میانی | 0.00 | راندمان میانی | 0.00 |
| خاکستر میانی | 41.78 | خاکستر میانی | 0.00 | خاکستر میانی | 0.00 |
| راندمان باطله | 35.05 | راندمان باطله | 18.68 | راندمان باطله | 35.05 |
| خاکستر باطله | 79.00 | خاکستر باطله | 89.57 | خاکستر باطله | 79.00 |
| راندمان میانی و باطله | 43.21 | راندمان میانی و باطله | 18.68 | راندمان میانی و باطله | 35.05 |
| خاکستر میانی و باطله | 71.97 | خاکستر میانی و باطله | 89.57 | خاکستر میانی و باطله | 79.00 |
| عدد شستشوپذیری | 0.28 | عدد شستشوپذیری | 0.28 | عدد شستشوپذیری | 0.28 |
| شاخص شستشوپذیری | سخت | شاخص شستشوپذیری | سخت | شاخص شستشوپذیری | سخت |

- راندمان در خاکستر ۱۰.۵ درصد حداکثر ۵۶.۸ درصد است که در دانسیته ۱.۵۸ قابل بازیابی است
- راندمان در خاکستر ۲۵ درصد حداکثر ۸۱.۳ درصد است که در دانسیته ۱.۹۹ قابل دستیابی است. این راندمان در عمل قابل دستیابی نیست زیرا در عمل حداکثر دانسیته پایدار ۱.۸ است.
- حداکثر راندمان که در دانسیته عملیاتی ۱.۸ بدست می آید ۶۵ با خاکستر ۱۴.۴ درصد است.
- ۳۵ درصد این دامنه ابعادی، باطله با خاکستر ۷۹ درصد است.
- نمونه از نظر شستشوپذیری در دسته سخت شستشو قرار می گیرد.

**۹- دامنه ابعادی ۰.۵-۰.۱۵ میلیمتر**

جدول ۳-۱۰- آنالیز غرق و شناورسازی دامنه ابعادی ۰.۵-۰.۱۵ میلیمتر

| دانسیته | وزن گرم | خاکستر ٪ | وزن ٪ | وزن تجمعی ٪ | خاکستر تجمعی ٪ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.20 | 26.03 | 4.30 | 3.04 | 3.04 | 4.30 |
| 1.30 | 157.65 | 4.60 | 18.41 | 21.45 | 4.56 |
| 1.40 | 156.82 | 6.70 | 18.31 | 39.76 | 5.54 |
| 1.50 | 130.17 | 9.40 | 15.20 | 54.97 | 6.61 |
| 1.60 | 75.21 | 15.20 | 8.78 | 63.75 | 7.79 |
| 1.70 | 33.47 | 30.50 | 3.91 | 67.66 | 9.11 |
| 1.80 | 26.89 | 44.20 | 3.14 | 70.80 | 10.66 |
| 2.20 | 250.06 | 77.50 | 29.20 | 100.00 | 30.18 |
| جمع | 856.30 | 30.18 | 100.00 | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| راندمان کنسانتره | 70.47 | راندمان کنسانتره | 92.25 | راندمان کنسانتره | 70.79 |
| خاکستر کنسانتره | 10.50 | خاکستر کنسانتره | 25.00 | خاکستر کنسانتره | 10.66 |
| دانسیته جدایش | 1.79 | دانسیته جدایش | 2.09 | دانسیته جدایش | 1.80 |
| راندمان میانی | 0.33 | راندمان میانی | 0.00 | راندمان میانی | 0.00 |
| خاکستر میانی | 45.59 | خاکستر میانی | 0.00 | خاکستر میانی | 45.75 |
| راندمان باطله | 29.20 | راندمان باطله | 7.75 | راندمان باطله | 29.20 |
| خاکستر باطله | 77.50 | خاکستر باطله | 91.84 | خاکستر باطله | 77.50 |
| راندمان میانی و باطله | 29.53 | راندمان میانی و باطله | 7.75 | راندمان میانی و باطله | 29.21 |
| خاکستر میانی و باطله | 77.15 | خاکستر میانی و باطله | 91.84 | خاکستر میانی و باطله | 77.49 |
| عدد شستشوپذیری | 0.34 | عدد شستشوپذیری | 0.34 | عدد شستشوپذیری | 0.34 |
| شاخص شستشوپذیری | متوسط | شاخص شستشوپذیری | متوسط | شاخص شستشوپذیری | متوسط |

- راندمان در خاکستر ۱۰.۵ درصد حداکثر ۷۰.۵ درصد است که در دانسیته ۱.۷۹ قابل بازیابی است
- راندمان در خاکستر ۲۵ درصد حداکثر ۹۲.۳ درصد است که در دانسیته ۲.۱ قابل دستیابی است. این راندمان در عمل قابل دستیابی نیست زیرا در عمل حداکثر دانسیته قابل تولید ۱.۸ است.
- حداکثر راندمان که در دانسیته عملیاتی ۱.۸ بدست می آید ۷۰.۸ با خاکستر ۱۰.۷ درصد است.
- ۲۹.۲درصد این دامنه ابعادی، باطله با خاکستر ۷۷.۵ درصد است.
- نمونه از نظر شستشوپذیری در دسته متوسط شستشو قرار می گیرد.

**۱۰- دامنه ابعادی ۰.۱۵- میلیمتر**

بخش ابعادی زیر ۰.۱۵ میلیمتر را نمی توان به روش ثقلی فراوری کرد و باید از روش فلوتاسیون استفاده کرد. بنابراین راندمان این بخش از طریق ازمایش فلوتاسیون تعیین گردید.

جدول ۳-۱۱- آنالیز فلوتاسیون بر روی دامنه ابعادی ۰.۵-۰.۱۵ میلیمتر

| نوع کف | وزن گرم | خاکستر ٪ | وزن ٪ | وزن تجمعی ٪ | خاکستر تجمعی ٪ |
|---|---|---|---|---|---|
| 15.00 | 63.91 | 9.90 | 28.43 | 28.43 | 9.90 |
| 30.00 | 60.12 | 17.70 | 26.75 | 55.18 | 13.68 |
| 45.00 | 16.47 | 31.90 | 7.33 | 62.51 | 15.82 |
| 60-1 | 6.59 | 48.60 | 2.93 | 65.44 | 17.29 |
| 60-2 | 2.54 | 62.80 | 1.13 | 66.57 | 18.06 |
| t1 | 68.99 | 80.50 | 30.69 | 97.27 | 37.76 |
| t2 | 6.14 | 72.80 | 2.73 | 100.00 | 38.72 |
| جمع | 224.76 | 38.72 | 100.00 | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| راندمان کنسانتره | 32.68 | راندمان کنسانتره | 77.39 | راندمان کنسانتره | 62.52 |
| خاکستر کنسانتره | 10.50 | خاکستر کنسانتره | 25.00 | خاکستر کنسانتره | 15.82 |
| راندمان باطله | 67.32 | راندمان باطله | 22.61 | راندمان باطله | 37.48 |
| خاکستر باطله | 52.42 | خاکستر باطله | 85.67 | خاکستر باطله | 76.92 |

- در خاکستر ۱۰.۵ درصد راندمان ۳۲.۷ درصد است و باطله آن ۶۷.۳ درصد است
- راندمان در خاکستر ۲۵ درصد ۷۷.۴ و باطله ان ۸۵.۷ درصد است که البته رسیدن به این راندمان با توجه به عدم شناوری مواد در زمان بعد از دو دقیقه مشکل است.
- حداکثر راندمان قابل دستیابی در خاکستر ۱۵.۸ درصد اتفاق می افتد که راندمان آن ۶۲.۵ درصد است خاکستر باطله در این حالت ۷۶.۹ درصد است.

## ۳-٤- حداکثر راندمان و خاکستر دامنه های ابعادی

جدول ۳-۱۲- خاکستر بخشهای مختلف ابعادی در حداکثر راندمان

| بازه ابعادي mm | واحد جدایش | وزن گرم | وزن% | خاکستر خوراک % | خاکستر کنسانتره% | راندمان% | دانسیته جدایش | راندمان باطله% | خاکستر باطله% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| +50 | واسطه سنگین | 21720.00 | 5.43 | 64.34 | 30.60 | 41.62 | 1.80 | 58.38 | 88.40 |
| 40-50 | واسطه سنگین | 8840.00 | 2.21 | 72.58 | 29.18 | 25.45 | 1.80 | 74.55 | 87.40 |
| 25-40 | واسطه سنگین | 14100.00 | 3.52 | 67.27 | 27.19 | 33.55 | 1.80 | 66.45 | 87.50 |
| 12-25 | واسطه سنگین | 34900.00 | 8.72 | 66.03 | 28.46 | 34.13 | 1.80 | 65.87 | 85.50 |
| 6-12 | واسطه سنگین | 42300.00 | 10.57 | 65.04 | 27.16 | 33.24 | 1.80 | 66.76 | 83.90 |
| 3-6 | واسطه سنگین | 71780.00 | 17.94 | 56.20 | 21.91 | 44.05 | 1.80 | 55.95 | 83.20 |
| 1-3 | مارپیچ | 30765.00 | 7.69 | 49.98 | 18.65 | 53.00 | 1.80 | 47.00 | 85.30 |
| 0.5-1 | مارپیچ | 56825.00 | 14.21 | 37.06 | 14.43 | 64.95 | 1.80 | 35.05 | 79.00 |
| 0.15-0.5 | مارپیچ | 48450.00 | 12.11 | 30.18 | 10.66 | 70.80 | 1.80 | 29.20 | 77.50 |
| -0.15 | فلوتاسیون | 70325.00 | 17.58 | 38.72 | 15.82 | 62.51 | کم | 37.49 | 76.91 |
| جمع | | 400005.00 | 100.00 | 49.77 | 18.44 | 51.27 | | 48.73 | 82.72 |

حداکثر راندمان با فراوری کامل خوراک معدن در خاکستر ۱۸.۴۴ درصد اتفاق می افتد که راندمان آن ۵۱.۲۷ درصد است. در این حالت راندمان باطله ۴۸.۷۳ و خاکستر آن ۸۲.۷۲ درصد است.

بنابراین با توجه به هدف مورد نظر که تولید کنسانتره ۳۵ تا ۴۰ درصد است، شستشوی کامل خوراک توصیه نمی شود. به عبارتی باید تنها بخشی از آن فراوری شده و با باقی مانده خوراک بدون شستشو مخلوط شود.

## ۳-۵- تعیین حد دامنه ابعادی بهینه برای فراوری

با توجه به جدول آنالیز سرندی دو نقطه برای دانه بندی مناسب و قابل بررسی است

### ۳-۵-۱- دانه بندی با سرند ٦ میلیمتر

همانطور که از جدول ۳-۱۳ مشخص است اگر فقط فراوری شامل یک دانه بندی ساده باشد، با دانه بندی در سرند ۶ میلیمتر می توان خاکستر را به ۴۲.۸ درصد رساند و در این صورت راندمان نهایی ۶۹.۵ درصد است. در این حالت بخش بزرگتر از ۶ میلیمتر که مقدار آن ۳۰.۵ درصد و خاکستر آن ۶۶ درصد است را یا باید به باطله فرستاد و یا بعدا فراوری و یا به صورت محصول جداگانه فروخت. همچنین با توجه به ابعاد درشت آن گزینه زغالجوری این بخش نیز قابل بررسی است.

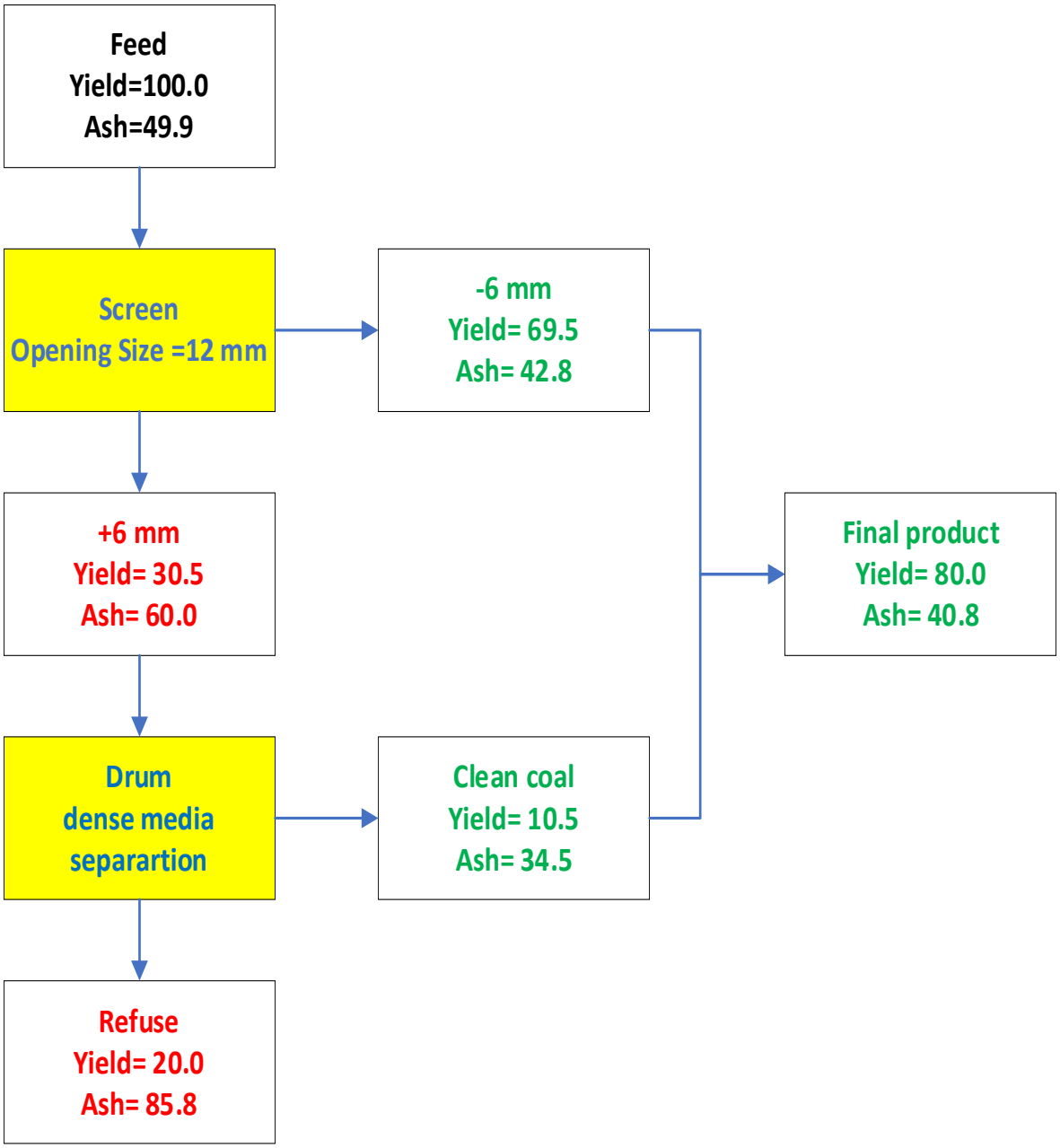
جدول ۳-۱۳- آنالیز سرندی خوراک

| ابعاد چشمه (mm) | وزن باقی مانده(gr) | خاکستر(٪) | درصد مانده | درصد مانده تجمعی | درصد عبوری تجمعی | خاکسترمانده تجمعی | خاکسترعبوری تجمعی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| +50 | 21720.00 | 64.34 | 5.43 | 5.43 | 94.57 | 64.34 | 49.04 |
| 40-50 | 8840.00 | 72.58 | 2.21 | 7.64 | 92.36 | 66.73 | 48.48 |
| 25-40 | 14100.00 | 67.27 | 3.52 | 11.16 | 88.84 | 66.90 | 47.73 |
| 12-25 | 34900.00 | 66.03 | 8.72 | 19.89 | 80.11 | 66.52 | 45.74 |
| 6-12 | 42300.00 | 65.04 | 10.57 | 30.46 | 69.54 | 66.00 | 42.80 |
| 3-6 | 71780.00 | 56.20 | 17.94 | 48.41 | 51.59 | 62.37 | 38.14 |
| 1-3 | 30765.00 | 49.98 | 7.69 | 56.10 | 43.90 | 60.67 | 36.07 |
| 0.5-1 | 56825.00 | 37.06 | 14.21 | 70.31 | 29.69 | 55.90 | 35.60 |
| 0.3-0.5 | 21030.00 | 32.20 | 5.26 | 75.56 | 24.44 | 54.25 | 36.33 |
| 0.15-0.3 | 27420.00 | 30.60 | 6.85 | 82.42 | 17.58 | 52.29 | 38.56 |
| 0.075-0.15 | 23250.00 | 31.40 | 5.81 | 88.23 | 11.77 | 50.91 | 42.10 |
| -0.075 | 47075.00 | 42.10 | 11.77 | 100.00 | 0.00 | 49.87 | |
| وزن کل نمونه | 400005.00 | 49.87 | 100.00 | | | | |

جدول ۳-۱۴- شستشوپذیری تجمعی در دامنه هایی مختلف ابعادی نمونه

| بازه ابعادی mm | خاکستر تجمعی کنسانتره ٪ | راندمان ٪ | راندمان نهایی کنسانتره٪ | راندمان مخلوط٪ | خاکستر مخلوط٪ | دانسیته جدایش | خاکستر تجمعی باطله٪ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| +50 | 30.60 | 41.62 | 2.26 | 96.83 | 48.50 | 1.80 | 88.40 |
| 40-50 | 30.31 | 36.94 | 2.82 | 95.18 | 47.83 | 1.80 | 88.06 |
| 25-40 | 29.39 | 35.87 | 4.00 | 92.84 | 46.83 | 1.80 | 87.88 |
| 12-25 | 28.99 | 35.11 | 6.98 | 87.09 | 44.27 | 1.80 | 86.82 |
| 6-12 | 28.38 | 34.46 | 10.50 | 80.03 | 40.78 | 1.80 | 85.79 |
| 3-6 | 25.60 | 38.01 | 18.40 | 69.99 | 34.69 | 1.80 | 84.92 |
| 1-3 | 24.34 | 40.07 | 22.48 | 66.38 | 31.94 | 1.80 | 84.96 |
| 0.5-1 | 21.46 | 45.10 | 31.71 | 61.40 | 28.12 | 1.80 | 84.19 |
| 0.15-0.5 | 19.16 | 48.87 | 40.28 | 57.86 | 25.10 | 1.80 | 83.63 |
| -0.15 | 18.44 | 51.27 | 51.27 | 51.27 | 18.44 | کم | 82.72 |
| جمع | | | | | | | |

با توجه به جدول ۳-۱۴ بخش ابعادی بزرگتر از ۶ میلیمتر به راحتی به روش ثقلی نظیرجیگ و یا واسطه سنگین قابل فراوری است. براساس جدول تجمعی ۳-۱۴، بالاترین راندمان بخش ابعادی بزرگتر از ۶ میلیمتر، ۳۴.۴۶ درصد است که در دانسیته ۱.۸ اتفاق می افتد. خاکستر محصول ۲۸.۳۸ درصد است راندمان نهایی این بخش با توجه به سهم آن از اصل خوراک ۱۰.۵ درصد است. بنابراین با مخلوط کنسانتره حاصل با بخش زیر ۶ میلیمتر راندمان نهایی ۸۰.۰۴ درصد و خاکستر آن ۴۰.۷۸ درصد می شود. در این وضعیت ۲۰ درصد از خوراک با خاکستر ۸۵.۷۹ درصد به عنوان باطله حذف می شود.



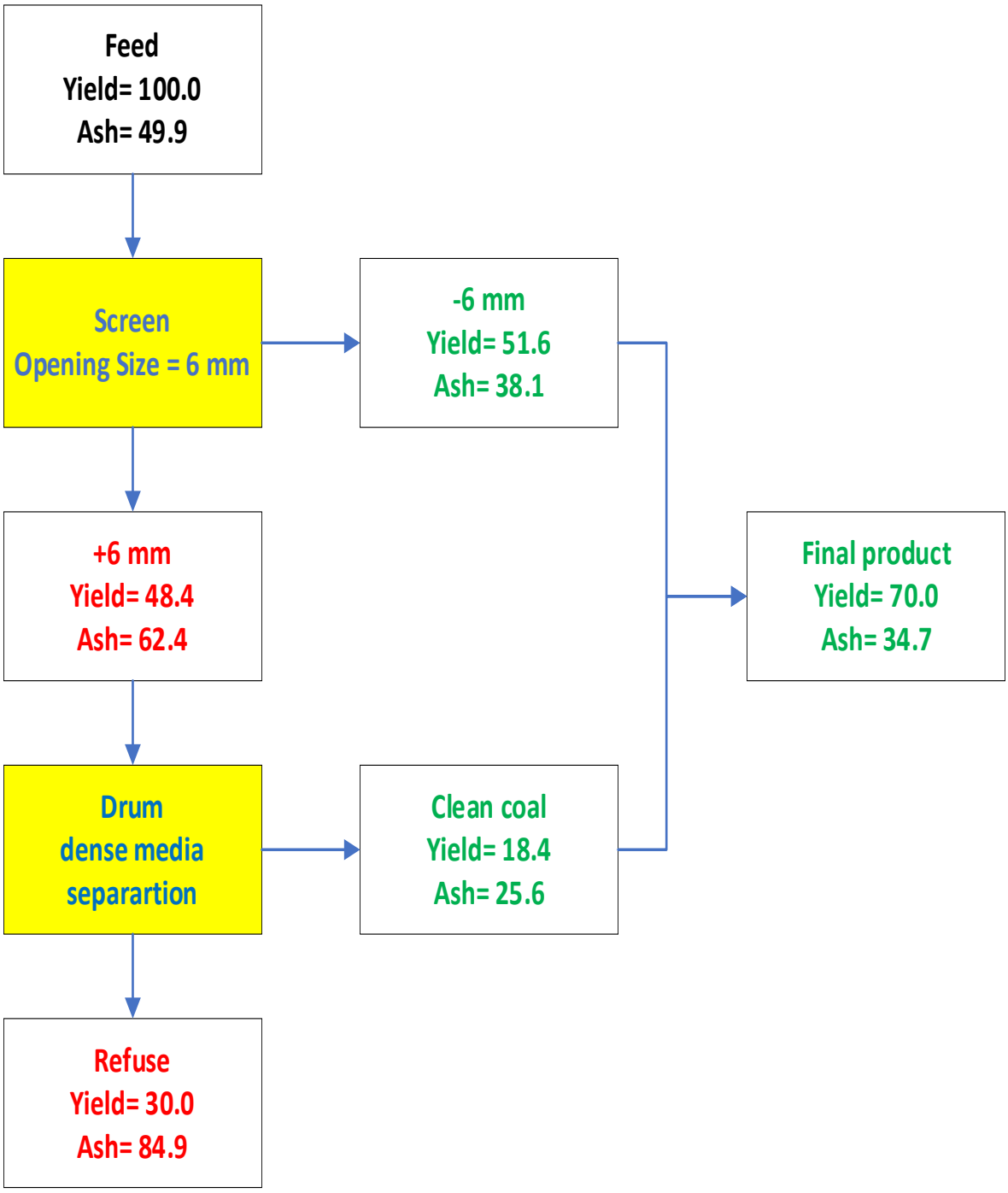

شکل ۳-۱- موازنه جرم فراوری بخشی برای بخش بزرگتر از ۶ میلیمتر

### ۳-۵-۲- دانه بندی با سرند ۳ میلیمتر

دانه بندی ساده با سرند ۳ میلیمتر منجر به تولید کنسانتره نهایی با خاکستر ۳۸.۱۴ درصد با راندمان ۵۱.۶ درصد می شود. در این حالت ۴۱.۴ درصد از خوراک با خاکستر ۶۲.۴ درصد به عنوان دور ریز حذف می شود.

در دانسیته ۱.۸ راندمان این دور ریز از کل خوراک ۱۸.۴ درصد با خاکستر ۲۵.۶ درصد است. با مخلوط کردن این کنسانتره با بخش زیر ۳ میلیمتر راندمان به ۷۰ درصد افزایش و خاکستر به ۳۴.۷ درصد کاهش پیدا می کند.

انتخاب بین گزینه دانه بندی و یا دانه بندی و فراوری بخشی، مستلزم محاسبات اقتصادی است. با توجه به نتایج بدست آمده بهترین گزینه دانه بندی با سرند ۶ میلیمتر، شستشوی بخش بالای ۶ میلیمتر با درام واسطه سنگین و مخلوط آن با بخش زیر ۶ میلمتر است.




شکل ۳-۲- مدار فراوری بخشی برای بخش بزرگتر از ۳ میلیمتر

## ٤- شرح مختصر فرآیند پیشنهادی

ظرفیت تولید زغالسنگ خام معدن سالانه ۸۰،۰۰۰ تن با خاکستر ۵۰-۴۸ درصد می باشد که وارد بونکر تغذیه می شود و به روی سرند دو طبقه منتقل می شود که توری پایین ۶ میلیمتر و توری بالایی ۵۰ میلیمتر می باشد.

براساس مطالعات دانه بندی ۶- میلیمتر حدوداً ۷۰٪ وزنی خوراک مستقیماً وارد دپوی محصول می شود.

از ۳۰٪ باقی مانده حدود ۵٪ درصد با دانه بندی ۵۰+ میلیمتر برروی نوار زغالجوری شده و پس از ان به دپوی با طله میرود.

حدود ۲۵٪ از خوراک اولیه وارد مدار فرآوری می شود و به وسیله درام واسطه سنگین یا ترایفلو و با استفاده از پودر مگنتیت ، عمل جدایش انجام می شود.

به منظور کاهش هزینه ها می توان بجای دو سرند پیش بینی شده در فلوشیت از یک سرند جهت جدایش باطله و کنسانتره درام واسطه سنگین (یا ترایفلو) استفاده کرد همچنین بجای تیکنر از حوضچه های ته نشینی استفاده می گردد.

فلوشیت پیشنهادی به شکل زیر است:

