

## پودمان ۲

### عملیات جدایش فیزیکی مواد معدنی



تجهیزات پرعیارسازی مواد معدنی براساس خواص فیزیکی از مهم ترین و پرکاربردترین تجهیزات در کارخانه های فرآوری هستند که با توجه به تنوع، گستردگی و فراوانی آنها نیاز زیادی به افراد دارای توانایی کار با این تجهیزات در کارخانه های فرآوری مواد معدنی وجود دارد. علاوه براین بسیاری از این تجهیزات در صنایع دیگر مانند کارخانه های فرآوری مواد غذایی، تصفیه خانه، محصولات کشاورزی و متالورژی نیز کاربرد دارند، بنابراین افراد دارای مهارت کار با این تجهیزات می توانند از بازار کار مطلوب و گسترده ای برخوردار باشند.

# جدایش فیزیکی مواد معدنی

### مقدمه

جدایش فیزیکی مواد معدنی شامل تجهیزات طبقه بندی ابعادی مواد مانند سرندها، سیکلون ها و کلاسیفایرها؛ و تجهیزات پرعبارسازی شامل جداکننده های مغناطیسی و الکتریکی می باشند که در این فصل مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

### استاندارد عملکرد

جدایش فیزیکی مواد معدنی از طریق سرندها، کلاسیفایرها، سیکلون ها و هیدروسیکلون ها، جداکننده های مغناطیسی و الکتریکی در چارچوب دستورالعمل های مربوطه در هر مرحله.

### پیش نیاز و یاد آوری

## انواع سرندها و کاربرد آنها

منظور از جدایش فیزیکی استفاده از خواص فیزیکی مواد معدنی جهت طبقه بندی براساس ابعاد؛ و تفکیک و پرعیار کردن آنها با استفاده از تفاوت های خواص فیزیکی کانی و باطله می باشد. بنابراین به طور کلی جدایش فیزیکی مواد معدنی را می توان به ۲ بخش طبقه بندی نمود.

### ۱ طبقه بندی و کنترل ابعادی مواد معدنی:

که عبارت است از طبقه بندی مواد معدنی پس از خردایش و نرمایش براساس ابعاد و با استفاده از دستگاه هایی مانند سرند، کلاسیفایر، سیکلون و هیدروسیکلون.

### ۲ پرعیارسازی مواد معدنی براساس خصوصیات فیزیکی:

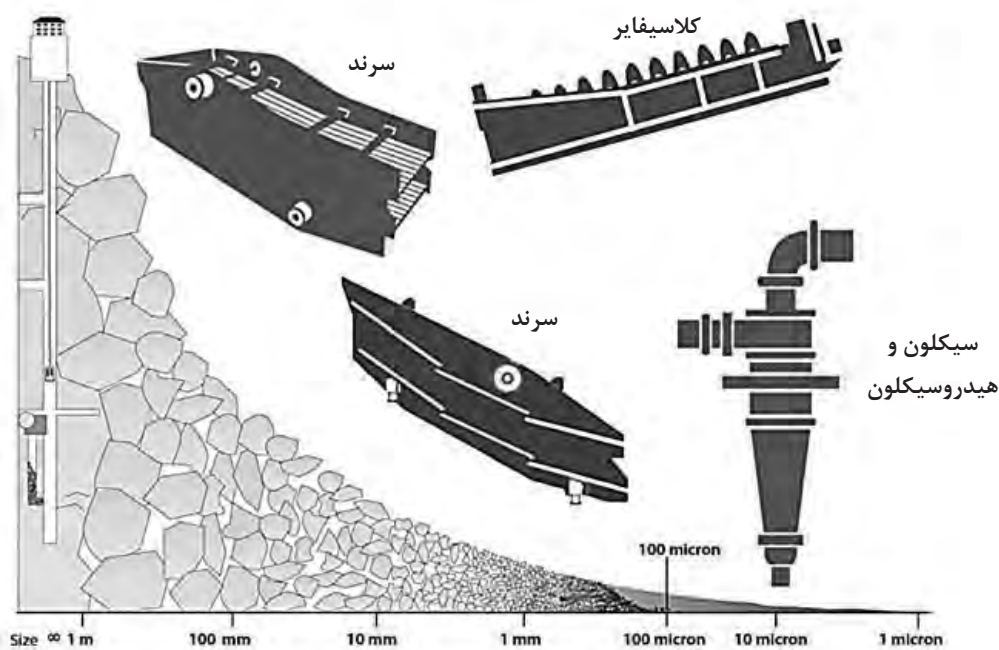
که عبارت است از جدایش کانی از باطله براساس تفاوت های موجود در ویژگی های فیزیکی شان که برخی از این روش ها عبارت است از: جدایش براساس خصوصیات مغناطیسی، الکتریکی و الکترواستاتیکی، ثقلی و ... .

### طبقه بندی و کنترل ابعادی مواد معدنی

تجهیزات مورد استفاده جهت طبقه بندی مواد معدنی را می توان به ۳ دسته کلی تقسیم نمود که هر کدام در محدوده ابعادی خاص خود و با مکانیزم های متفاوت کار می کنند و عبارتند از:

جدول ۱

نوع تجهیزات طبقه بندی	سرند	کلاسیفایر	سیکلون و هیدروسیکلون
مرحله استفاده	سنگ شکنی	سنگ شکنی و آسیا	آسیا
محدوده ابعاد	بزرگتر از ۲۵۰ میکرون	۶ میلی متر تا ۱ میکرون	۵ تا ۱۰۰ میکرون
مکانیزم کارکرد تجهیزات	برمبنای ابعاد دانه ها	سرعت نسبی حرکت دانه ها در سیال (سرعت ته نشینی مواد معدنی)	نیروی گریز از مرکز



شکل ۱- ارتباط ابعاد مواد معدنی با تجهیزات دانه‌بندی

### سرنده

سرنده کردن، طبقه‌بندی مواد به روش مکانیکی است و بر مبنای ابعاد ذرات و احتمال عبور و یا توقف آنها بر روی سرنده استوار است. از سرندها برای طبقه‌بندی مواد نسبتاً دانه درشت استفاده می‌شود زیرا بازدهی عملیات سرنده کردن با کوچک شدن ابعاد دانه‌ها به سرعت کاهش می‌یابد. بعلاوه سرندهای با چشمه‌های کوچک بسیار ظریف و گران‌قیمت هستند و چشمه‌های آنها نیز خیلی زود توسط دانه‌های جامد کور می‌شود. از سرندها برای اهداف زیادی استفاده می‌شود. بیشترین کاربرد آنها در کارخانه‌های کانه‌آرایی و صنایع معدنی به شرح ذیل است.

### جدول ۲

اهداف استفاده از سرندها	ردیف
جلوگیری از ورود قطعات بزرگتر از حد پذیرش سنگ شکن اولیه به داخل آن	۱
جلوگیری از ورود قطعات کوچکتر از گلوگاه سنگ شکن به داخل آن.	۲
جلوگیری از ورود بخش دانه درشت مواد از یک مرحله خرد کردن به مرحله بعدی در مسیرهای بسته.	۳
تهیه بار اولیه ای با دانه بندی محدود برای بعضی از روش های آرایش ثقیلی	۴
تهیه محصول نهایی با دانه بندی مشخص	۵



در جدول ۲، اهداف استفاده از سرندها در مدارهای سنگ شکنی بیان شده است. در صورت محقق نشدن هریک از این اهداف در اثر عدم استفاده از سرندها، چه مشکلاتی به وجود خواهد آمد. موارد را در جدول زیر بنویسید.

### جدول ۳

ردیف	مشکلاتی که در صورت عدم استفاده از سرند ایجاد خواهد شد.
۱	
۲	
۳	
۴	
۵	

## انواع سرندهای صنعتی

سرندها دارای صفحه‌ای با سوراخ‌های یک شکل هستند تا موادی که قطر آنها از اندازه سوراخ‌های مذکور کوچکتر است از آنها عبور نموده و از بقیه موادی که قطرشان بزرگتر است جدا شوند. انواع سرندها به دو دسته ثابت و متحرک تقسیم می‌شوند.

■ **سرندهای ثابت:** همان‌گونه که از نامشان معلوم است ساکن و بی‌حرکت هستند و مواد در اثر شیب مناسب سطح سرند و یا نیروهای کمکی دیگر بر روی سطح سرند جریان یافته و طبقه‌بندی می‌شوند.

■ **سرندهای متحرک:** سرندهایی هستند که سطح آنها دارای حرکتی است که باعث حرکت مواد معدنی روی سرند و توزیع و طبقه‌بندی آنها می‌شود. نوع حرکت و مکانیزم ایجاد آن در سرندهای مختلف، متفاوت است.

## برخی از انواع سرندهای ثابت پر کاربرد

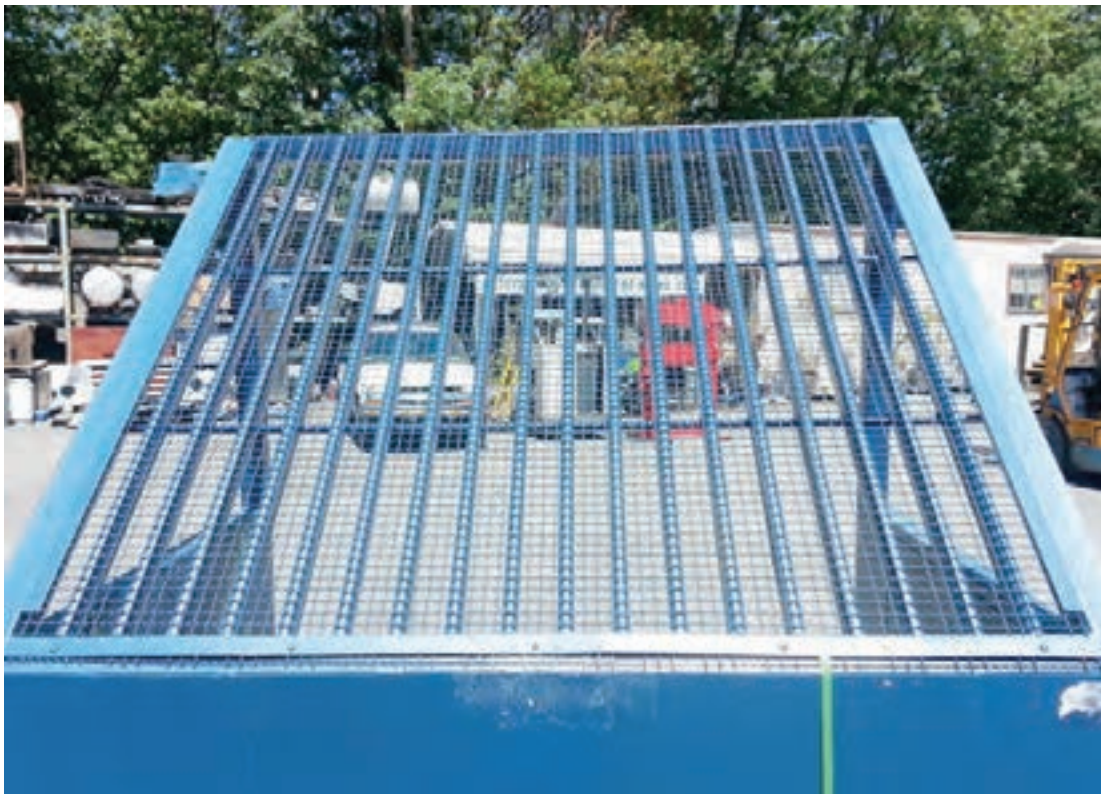
نام سرند	کاربرد و ساختمان	مرحله استفاده
گریزلی ثابت	یکی از انواع سرندهایی است که برای جدا کردن دانه‌های درشت مورد استفاده قرار می‌گیرد و از میله‌های آهنی که به موازات یکدیگر و در فواصل مساوی قرار دارند تشکیل شده است. جهت کاهش باقی ماندن مواد بر روی سرند گریزلی ثابت سطح آنرا تا ۶۰ درجه نسبت به افق شیب می‌دهند.	قبل از سنگ‌شکن اولیه نصب می‌شود تا جلوی ورود قطعات درشت‌تر از دهانه سنگ‌شکن را بگیرند.



شکل ۲- گریزلی ثابت



مرحله استفاده	کاربرد و ساختمان	نام سرنند
در تمامی مراحل سنگ شکنی می تواند مورد استفاده قرار گیرد.	پرکاربردترین نوع سرنند است و از توری های فلزی با ابعاد چشمه متفاوتی تشکیل شده است. در این سرندها نیز جهت کاهش باقی ماندن مواد معدنی و پرشدن چشمه سرنند، با شیب تا ۶۰ درجه نسبت به افق نصب می کنند.	سرنند ثابت



شکل ۳- سرنند ثابت

## برخی از انواع سرندهای متحرک پر کاربرد

مرحله استفاده	کاربرد و ساختمان	نام سرند
قبل از سنگ شکن اولیه نصب می شود تا جلوی ورود قطعات درشت تر از دهانه سنگ شکن را بگیرند.	دارای ساختمان مشابه گریزلی های ثابت است با این تفاوت که میله های نصب شده بر روی سطح آن توسط یک الکتروموتور دارای حرکت نسبی هستند. این حرکت باعث جابه جا شدن مواد بر روی سطح سرند شده و از گیر کردن دانه ها در شکاف میله ها جلوگیری می کند.	گریزلی متحرک



شکل ۴- گریزلی متحرک



مرحله استفاده	کاربرد و ساختمان	نام سرند
در تمامی مراحل سنگ شکنی می تواند مورد استفاده قرار گیرد.	این سرندها از یک صفحه مشبک تشکیل شده اند که دارای شیب ملایمی است و با استفاده از یک موتور، روی سرند حرکت نوسانی ایجاد می شود. بسته به نوع حرکت ایجاد شده نام گذاری های متفاوتی برای سرندها انجام می شود. مانند: سرند ارتعاشی، سرند لرزان، سرند پاندولی و ...	سرندهای با حرکت نوسانی



شکل ۵- سرندهای با حرکت نوسانی

مزایا و معایب سرندهای ثابت و متحرک را بنویسید و آنها را با همکلاسان خود بررسی نمایید.

بارش  
فکری



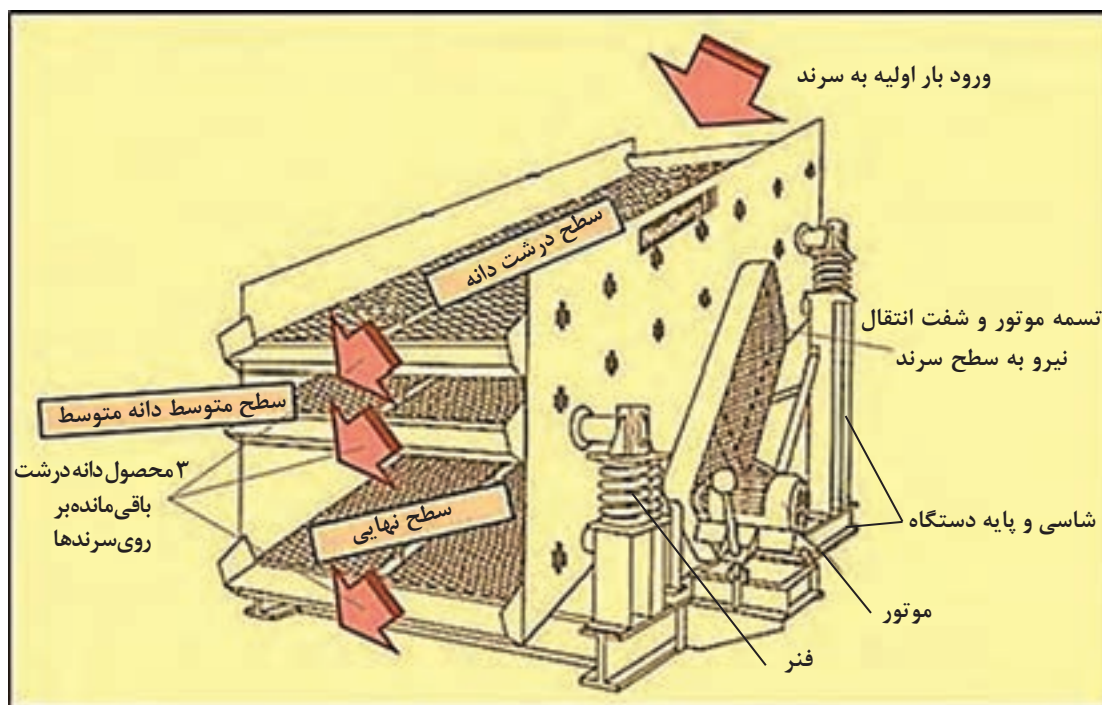
سرندها در صنعت دارای انواع بسیار متفاوتی هستند. در خصوص یکی از این انواع سرندها تحقیق کنید و نتایج را در کلاس بیان نمایید.

پژوهش  
کنید



در شکل ۶، یک سرند سه طبقه لرزشی نشان داده شده است. قسمت‌های اصلی تشکیل‌دهنده این سرند عبارت است از:

- ۱- شاسی و پایه، ۲- موتور، ۳- فنرها، ۴- سه طبقه سرند با ابعاد متفاوت، ۵- تسمه و شفت انتقال نیرو که روی آنها با محافظ پوشانده شده است.



شکل ۶- شکل شماتیک از یک سرند ۳ طبقه لرزشی و قسمت‌های مختلف آن

با توجه به شکل ۶، بیان کنید که باردهی و طبقه‌بندی ابعادی در این سرند ۳ طبقه چگونه انجام می‌شود (طرز کارسرندها) و در نهایت چند محصول از این سرند تولید می‌شود.

بارش  
فکری



## اپراتوری و سرویس سرندها

### ۱- اقدامات قبل از شروع به کار:

همیشه از تجهیزات حفاظت فردی استفاده گردد. علاوه بر تجهیزات حفاظت فردی ممکن است کار با سرندها نیاز به تجهیزات حفاظتی ویژه‌ای مانند جلیقه ایمنی و تجهیزات تنفسی داشته باشد.

نکات  
ایمنی



توجه



- ۱- سیم‌های سرند که شل شده‌اند می‌بایست سفت گردند زیرا شل بودن سیم‌ها باعث خرابی و کاهش عمر سرند می‌شود. سیم‌های موجود در مرکز سرند به علت اینکه بار بیشتری بر روی آنها ریخته می‌شود بیشتر در معرض شل شدن قرار می‌گیرند و در نتیجه باعث ایجاد خمیدگی در مرکز سرند و در نتیجه خرابی آن می‌شود. بنابراین لازم است سیم‌ها به طور مرتب سفت شود تا سطح سرند تخت و صاف باشد.
- ۲- تسمه موتور محرک سرندها باید دائم در حالت کشش مناسب قرار داشته باشد تا سرند و تسمه آسیب نبینند.
- ۳- باید اطمینان حاصل کرد که بر روی سطح سرند قبل از آغاز به کار هیچگونه باری وجود نداشته باشد.

### کنترل‌های روزانه قبل از شروع به کار:

- میزان سطح روغن دستگاه کنترل شود.
- مقدار کشش و سالم بودن تسمه‌های دستگاه کنترل گردد.
- کلیه علائم ایمنی سرندها در جای خود قرار گیرند و قابل رؤیت و خوانده شدن باشند.
- اطمینان از خالی بودن سرند و نوار نقاله‌های ورودی و خروجی به آن.
- مسیره‌های تردد در اطراف سرندها باز باشد.
- خرابی احتمالی نوار نقاله ورودی و خروجی به سرند کنترل گردد.
- وضعیت توزیع کننده بار روی سرند را کنترل و خرابی احتمالی را رفع نمایید.
- سیم‌های سرند به لحاظ خردگی و خم شدگی کنترل گردد.
- سیم‌های خراب و کج شده را سریعاً تعویض کنید.
- مطمئن شوید که کلیه چشمه‌های سرند آزادند. در غیر این صورت می‌بایست گرفتگی‌های چشمه‌ها را رفع کنید.
- مطمئن شوید کلیه حفاظ‌ها و درپوش‌های دستگاه در جای خود به خوبی قرار گرفته‌اند.
- مطمئن شوید قسمت‌های مختلف موتور با حفاظ و ... در تماس نباشند.
- هر گونه خرابی و تعمیر دستگاه را در دفترچه مخصوص یادداشت کنید.

### ۲- اقدامات هنگام شروع به کار

قبل از شروع به کار می‌بایستی با علائم هشداردهنده مانند صدای آژیر دیگران را مطلع کنید. برای اطمینان بیشتر این کار را پس از ۳۰ ثانیه مجدداً تکرار کنید. عدم رعایت این نکته ممکن است منجر به مرگ و یا ایجاد خسارات جدی به پرسنل گردد.

نکات ایمنی



توجه



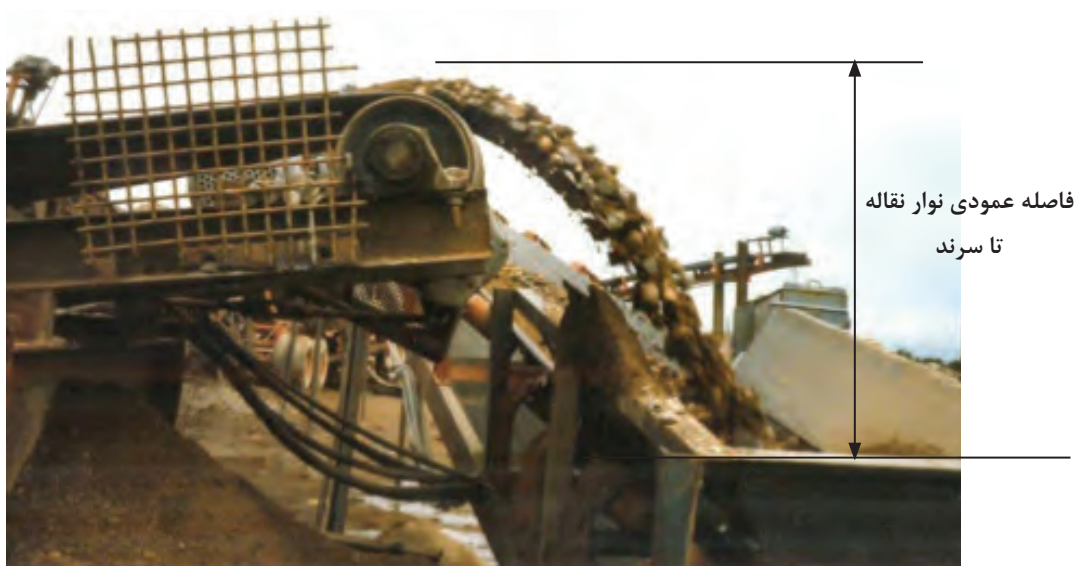
آغاز به کار همیشه از انتهای خط به ابتدا است. پیشنهاد می‌شود ابتدا تمامی تجهیزات بدون بار روشن شوند سپس باردهی آغاز گردد.

- در زمان استارت کردن دستگاه نمی‌بایست هیچ یک از افراد و یا تجهیزات تعمیر دستگاه در مکان نامناسب و خطرناک در اطراف سرند قرار داشته باشند.
- سرند های متحرک می‌بایست بدون بار شروع به کار کنند تا به شرایط پایدار و سرعت مجاز برسند.

- در صورتی که دستگاه به سرعت لازم نرسد، می بایست موارد لازم بررسی گردد تا مشکل موجود رفع شود.
- پس از رسیدن سردند به شرایط و سرعت پایدار، باردهی آغاز گردد.
- کلیه مشاهدات و موارد در خصوص کارکرد سردند می بایست در دفترچه مخصوص آن یادداشت گردد.

### ۳- اقدامات حین انجام کار:

- کلیه صداها، علائم و ارتعاشات غیرمعمول حین کار دستگاه می بایستی کنترل و با شرایط معمول کار دستگاه مقایسه شود و سریعاً نسبت به رفع مشکل ایجاد شده اقدام گردد.
- سردند در حین کار می بایست به لحاظ میزان درجه حرارت، روغن و ... کنترل گردند.
- توزیع بار بر روی سردند می بایست به صورت یکنواخت در تمامی عرض نوار نقاله باشد تا سردند حداکثر باردهی را داشته باشد. بنابراین لازم است بار ورودی به طور مرتب کنترل گردد.
- فاصله عمودی نوار نقاله‌ها جهت باردهی به سردند می بایست حداقل ممکن باشد تا از خراب شدن سطح سردند جلوگیری شود.
- همچنین فاصله نوار نقاله و خروجی سردند نیز می بایستی حداقل باشد تا از خرابی نوار نقاله تا حد ممکن جلوگیری گردد.



شکل ۷- فاصله عمودی نوار نقاله تا سردند

### ۴- اقدامات زمان توقف:

- قبل از توقف همیشه تمامی محصولات تخلیه گردد. ابتدا باردهی متوقف گردد و توجه شود که تمامی مواد موجود از مدار خارج شود، سپس نسبت به خاموش کردن تجهیزات اقدام گردد.
- پس از توقف مدار تمام مواد موجود در منطقه را تمیز کنید و خرابی های قبلی و یا در حین کار مدار را بررسی و رفع کنید.

طرز کار سردنها

فیلم





### طبقه‌بندی مواد معدنی به وسیله سرنده

کار عملی ۱: از یک واحد خردایش مواد معدنی بازدید کنید و از نحوه کار با دستگاه‌های سرنده گزارشی تهیه نمایید.

شرح فعالیت: گزارش می‌بایست شامل موارد زیر باشد.

- ۱- اقدامات قبل از شروع به کار
- ۲- اقدامات هنگام شروع به کار
- ۳- اقدامات حین انجام کار
- ۴- اقدامات زمان توقف مواد و ابزار: نوشت افزار، دوربین عکاسی



تجهیزات حفاظت فردی، رعایت نکات ایمنی کارگاه



خوب گوش دادن، یادگیری، جمع‌آوری اطلاعات، مشارکت در کارگروهی در هنگام بازدیدها

### ارزشیابی مرحله‌ای: جداسازی بوسیله سرندها

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره‌دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	بیان انواع سرندها، نحوه کار و ساختمان آنها، طبقه‌بندی کردن ماده معدنی به‌وسیله سرندها و انجام کنترل‌های قبل از شروع به کار، هنگام شروع به کار، حین کار و توقف کار	بالاتر از حد انتظار	مکان: کارخانه فراوری تجهیزات: انواع سرندها مواد مصرفی: گریس، روغن، قطعات یدکی زمان: ۳۰ دقیقه
۲	طبقه‌بندی کردن ماده معدنی به‌وسیله سرندها و انجام کنترل‌های قبل از شروع به کار، هنگام شروع به کار، حین کار و توقف کار	درست	
۱	طبقه‌بندی کردن ماده معدنی به‌وسیله سرندها بدون انجام کنترل‌های لازم	ناقص	

طبقه‌بندی مواد در ابعاد کوچک به روش مستقیم (سرنده کردن) بازدهی مناسبی ندارد به این معنا که فرایند طبقه‌بندی مواد به طرز قابل توجهی زمان بر و کند خواهد شد.

فکر می‌کنید دلایل کاهش بازدهی سرنده‌ها با کوچک شدن ابعاد مواد چیست؟

بارش  
فکری

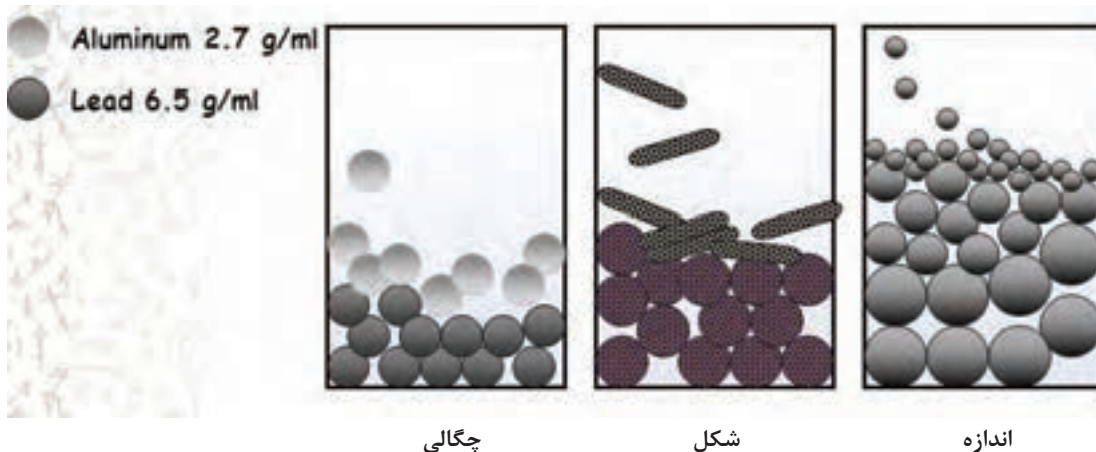


برای طبقه‌بندی این نوع مواد از روش غیر مستقیم استفاده می‌شود. در این روش مخلوطی از دانه‌های جامد با ابعاد مختلف به وسیله دستگاهی به نام کلاسیفایر بر مبنای سرعت نسبی حرکت دانه‌ها در یک سیال به بخش‌هایی با ابعاد محدودتر تقسیم می‌شود. در کانه‌آرایی سیال مورد استفاده معمولاً آب یا هواست. در کلاسیفایر ها طبقه‌بندی مواد برحسب اختلاف سرعت ته‌نشینی مواد در سیال انجام می‌شود. خصوصیات موثر بر سرعت ته‌نشینی ذرات عبارتند از:

**چگالی:** مواد با وزن مخصوص بیشتر با سرعت بیشتری رسوب می‌کنند.

**شکل:** ذرات با شکل کروی با سرعت بیشتری نسبت به ذرات با شکل تخت رسوب می‌کنند.

**اندازه:** هر چه ذرات درشت‌تر باشند با سرعت بیشتری ته‌نشین می‌شوند.



شکل ۸- تأثیر چگالی، شکل و اندازه ذرات در طبقه‌بندی آنها در محیط سیال





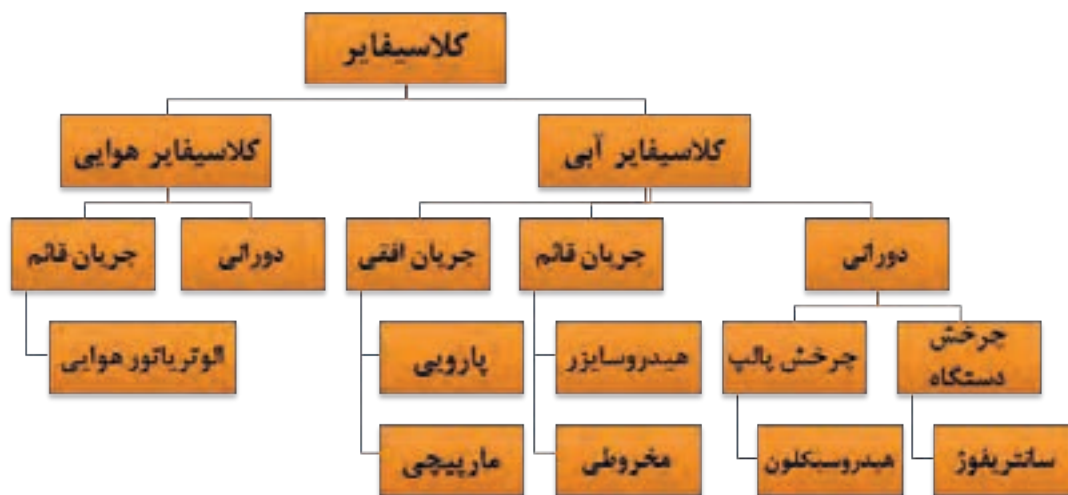
در جدول ۴، مواد با خصوصیات مختلف آمده است. فکر می کنید ترتیب ته نشینی آنها در آب چگونه است.

جدول ۴

ماده	وزن مخصوص	ابعاد	شکل	سرعت ته نشینی
ماده ۱	۲/۶	۳ سانتی متر مکعب	کروی	
ماده ۲	۲/۶	۳ سانتی متر مکعب	صفحه ای	
ماده ۳	۳/۷	۳ سانتی متر مکعب	کروی	
ماده ۴	۲/۴	۵ سانتی متر مکعب	کروی	
ماده ۵	۱/۲	۱ سانتی متر مکعب	صفحه ای	

### کلاسیفایر

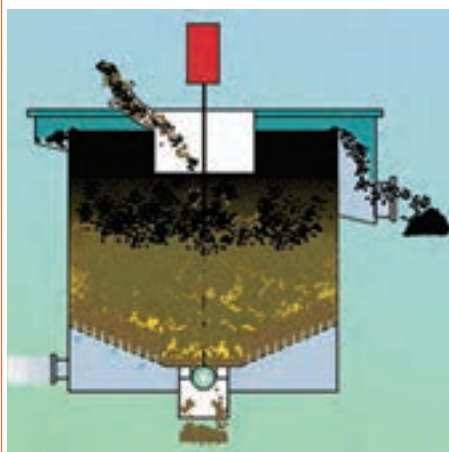
دستگاهی است که مواد معدنی را طبقه بندی می کند. به کلاسیفایر ها معمولاً دستگاه شستشو هم می گویند و از یک محفظه که در آن سیال وجود دارد تشکیل شده است. سیال مورد استفاده در کلاسیفایر ها عمدتاً آب و یا در مواردی هوا است. انواع کلاسیفایرها عبارتند از :



شکل ۹- دسته بندی انواع کلاسیفایر

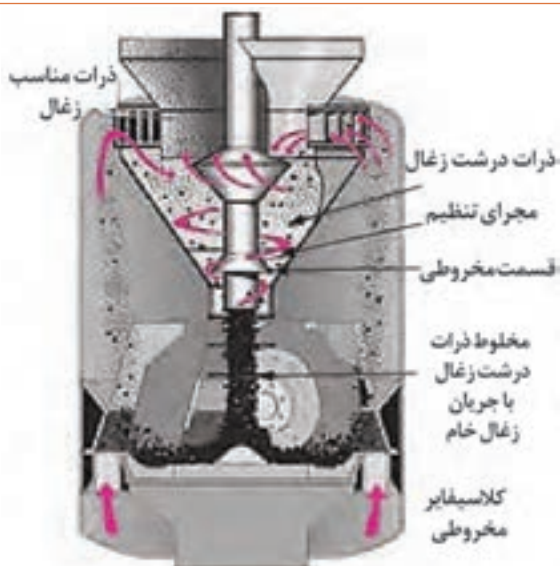
## ۱- کلاسیفایرهای آبی با جریان قائم

کاربردهای معمول	توضیحات	نام دستگاه
برای تهیه ماسه ریخته‌گری و سیلیس	کلاسیفایر با جریان قائم و استوانه ای شکل است که آب از قسمت تحتانی آن به طور یکنواخت به سمت بالا جریان می‌یابد. بار اولیه از بالای ظرف از طریق لوله‌ای با قطر زیاد و در امتداد محور به داخل ظرف منتقل می‌شود. با تنظیم دبی آب ورودی و در نتیجه سرعت رو به بالای آب می‌توان دانه‌های کوچکتر از حد مشخصی را به سمت بالا راند تا از لبه ظرف سر ریز شود. دانه‌های بزرگتر در داخل ظرف ته‌نشین می‌شود و از طریق مجرای مرکزی که مجهز به شیر قابل تنظیم نیز می‌باشد، تخلیه می‌گردد.	هیدروسایزر



شکل ۱۰- هیدروسایزر

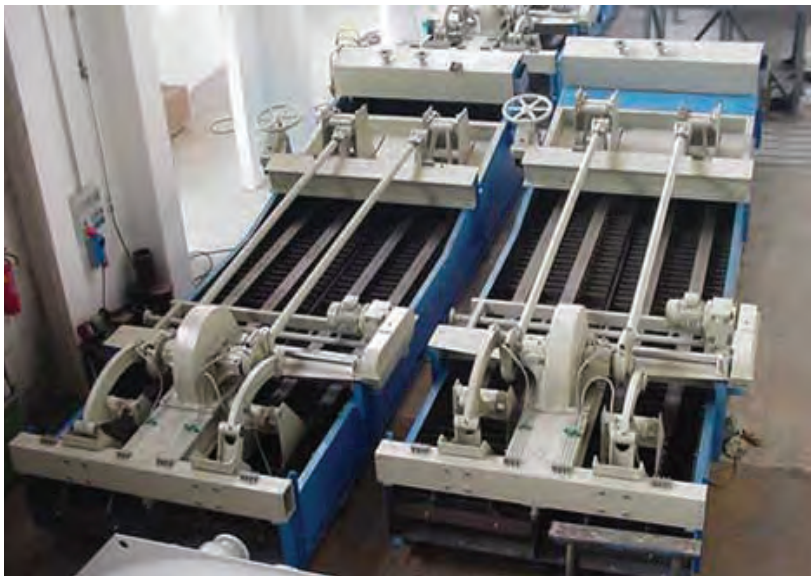
توضیحات	نام دستگاه
از ظرفی مخروطی شکل تشکیل شده است که زاویه راس آن در حدود ۶۰ درجه است. از قسمت تحتانی این کلاسیفایر جریان آبی وارد می‌گردد و پالپ از قسمت بالای مخروط مستقیم وارد مخزن می‌شود. دانه‌های درشت فوراً در ته مخروط رسوب کرده و به‌طور متناوب به خارج کشیده می‌شوند و دانه‌های ریز با جریان آب به خارج رانده می‌شوند.	مخروطی



شکل ۱۱- کلاسیفایر مخروطی

## ۲- کلاسیفایرهای آبی با جریان افقی

توضیحات	نام دستگاه
<p>این دستگاه سطح شیب‌داری است که تعدادی پاروی متصل به هم بر روی آن حرکت نوسانی دارند بدین ترتیب که تا حد معینی به سمت بالا می‌لغزند و سپس از سطح جدا شده به جای اول خود باز می‌گردند و دوباره حرکت خود را تکرار می‌کنند. این کلاسیفایرها بخصوص با آسیاها در یک مدار بسته به کار می‌روند و وظیفه‌شان ارسال مواد دانه ریز به سلول‌های فلو تاسیون می‌باشد.</p>	پارویی



شکل ۱۲- کلاسیفایر پارویی

توضیحات	نام دستگاه
<p>اصول کار این نوع کلاسیفایر مشابه کلاسیفایر پارویی است با این تفاوت که برای تخلیه مواد دانه درشت بجای یک یا چند ردیف پارواز یک یا چند مارپیچ که بر روی سطح شیبدار دوران کرده مواد ته نشین شده را به سمت بالا هدایت می کند. برای طبقه بندی مواد تا ۷۵ میکرون استفاده می شوند. در اثر گردش مارپیچ، آب و مواد به هم می خورند و ذرات سنگین تر که زودتر رسوب می کنند به وسیله مارپیچ به بالای سطح شیبدار برده می شوند و داخل ظرف مخصوصی تخلیه می شوند.</p>	<p>مارپیچی (حلزونی)</p>
  <p data-bbox="566 1657 833 1692">شکل ۱۳- کلاسیفایر مارپیچی</p>	

کلاسیفایر مارپیچی

فیلم

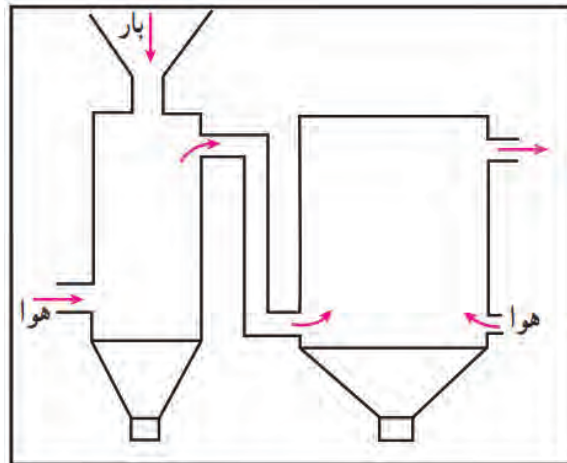


### ۳- کلاسیفایرهای هوایی

اساس کار مشابهی با کلاسیفایرهای آبی دارد ولی در آن بجای آب از جریان هوا یا گاز استفاده می شود. سرعت سقوط دانه ها در این کلاسیفایر ها بیشتر است. از جدا کننده های هوایی به طور کلی در سه زمینه استفاده می شود:

- ۱- گردگیری
- ۲- طبقه بندی در مدارهای بسته آسیا
- ۳- پرعیار کردن مواد معدنی

نام دستگاه	توضیحات
کلاسیفایر هوایی با جریان قائم	در این کلاسیفایر بار دانه ریز و خشک از بالا وارد می شود و فشار هوا از پایین به سمت بالا جریان پیدا می کند. در اثر این فشار هوا ذرات درشت سقوط کرده ولی ذرات ریز و سبک همراه با هوا به استوانه دیگری که در کنار استوانه اول قرار دارد وارد می شود. چون حجم استوانه دوم از استوانه اول بزرگتر است از فشار هوا کاسته شده و قادر به حمل ذرات ریز با خود نیست بنابراین این ذرات نیز در این استوانه سقوط کرده و از انتهای استوانه دوم خارج می شوند. در این کلاسیفایرها با تغییر فشار هوا می توان ابعاد بار ورودی و خروجی را کنترل کرد.



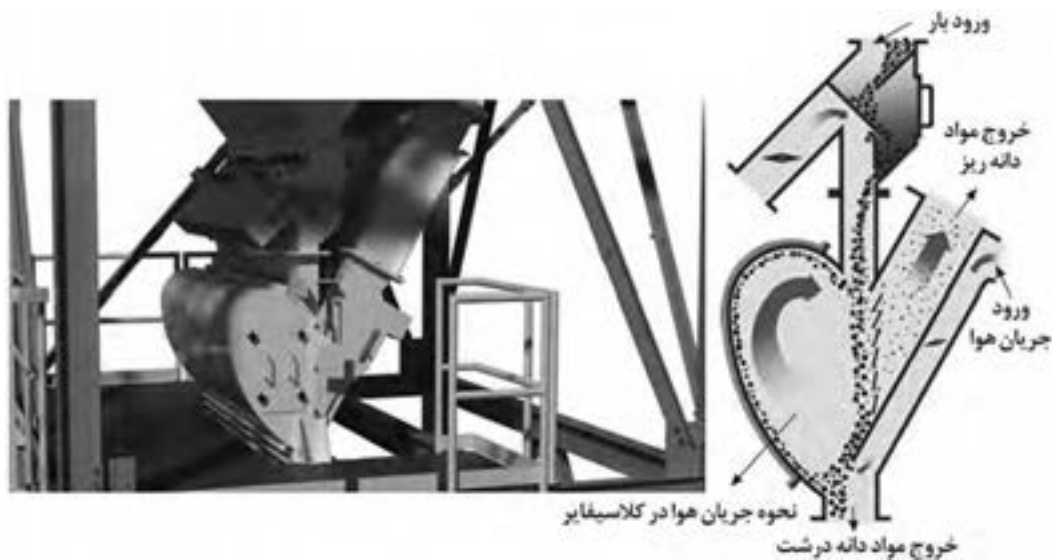
شکل ۱۴- کلاسیفایر هوایی با جریان قائم

شکل های زیر برخی از انواع دستگاه های کلاسیفایر هوایی را نشان می دهد در مورد هر یک نحوه :

- ۱- ورود بار اولیه
- ۲- ورود جریان هوا
- ۳- مکانیزم جدایش مواد
- ۴- مسیر خروج مواد ریز دانه و درشت دانه را مشخص کنید.

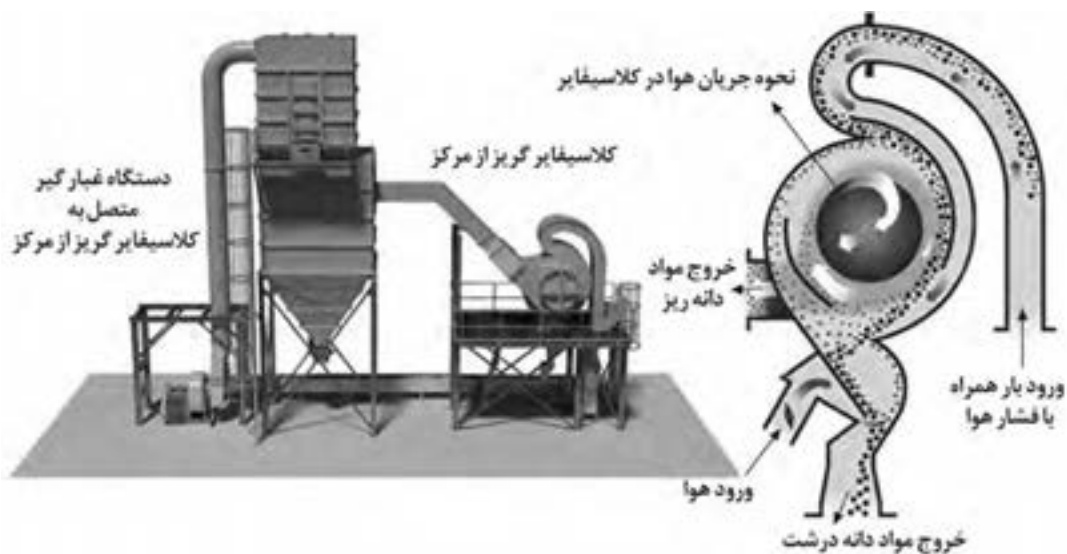






شکل ۱۵- کلاسیفایر اینرسی ثقلی

ابعاد کاری	نام دستگاه	ردیف
۳۰۰ - ۶۳ میکرون	کلاسیفایر اینرسی ثقلی	۱



شکل ۱۶- کلاسیفایر هوایی گریز از مرکز

ابعاد کاری	نام دستگاه	ردیف
۱۰۰ - ۱۵ میکرون	کلاسیفایر گریز از مرکز	۲





**طبقه بندی مواد معدنی بوسیله کلاسیفایر**  
کار عملی ۱: از یک واحد فراوری مواد معدنی بازدید کنید و از نحوه کار با کلاسیفایرها گزارشی تهیه نمایید.

**شرح فعالیت:** گزارش می بایست شامل موارد زیر باشد.

۱- نوع کلاسیفایر و آبی یا هوایی بودن آن

۲- ابعاد و ظرفیت کلاسیفایرها

۳- ابعاد بار ورودی

۴- ابعاد محصول

مواد و ابزار: نوشت افزار، دوربین عکاسی



تجهیزات حفاظت فردی، رعایت نکات ایمنی کارگاه.

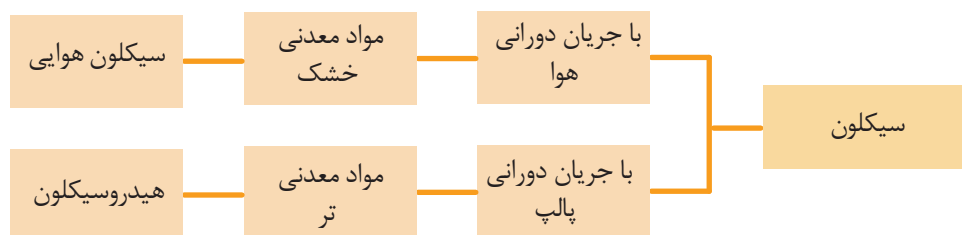


خوب گوش دادن، یادگیری، جمع آوری اطلاعات.

### ارزشیابی مرحله ای: جداسازی به وسیله کلاسیفایرها

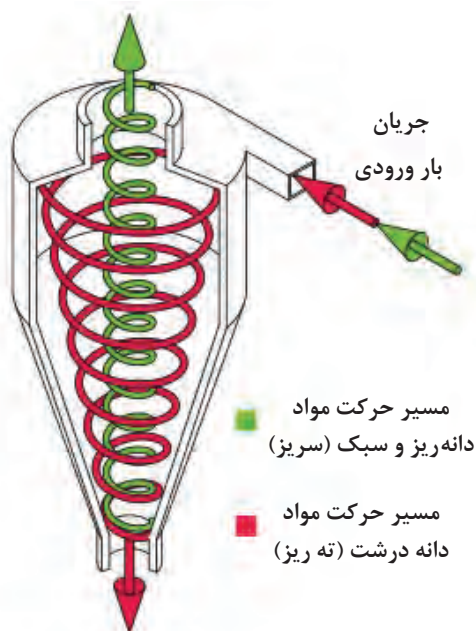
نمره	استاندارد (شاخص ها/داوری / نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	بیان دسته بندی انواع کلاسیفایرهای آبی و هوایی و نحوه طبقه بندی ماده معدنی به وسیله کلاسیفایرها	بالاتر از حد انتظار	مکان: کارگاه تجهیزات: انواع کلاسیفایرها مواد مصرفی: گریس، روغن، قطعات یدکی زمان: ۳۰ دقیقه
۲	بیان دسته بندی انواع کلاسیفایرهای آبی و هوایی و نحوه طبقه بندی ماده معدنی به وسیله کلاسیفایرهای آبی	درست	
۱	بیان دسته بندی انواع کلاسیفایرهای آبی و یا هوایی	ناقص	

سیکلون‌ها در واقع کلاسیفایرهایی هستند که با حرکت دورانی مواد و ایجاد نیروی گریز از مرکز طبقه‌بندی ابعادی مواد را انجام می‌دهند. سیکلون‌ها به دو دسته سیکلون‌های هوایی و هیدروسیکلون‌ها تقسیم می‌شوند که مکانیزم و نحوه کار آنها کاملاً مشابه هم است و تنها تفاوت آنها این است که سیکلون‌های هوایی با جریان دورانی هوا کار می‌کنند و هیدروسیکلون‌ها با جریان دورانی آب.



شکل ۱۷- دسته‌بندی سیکلون‌ها

بنابر یک اصل قدیمی مهندسی دستگاه‌هایی که قسمت‌های متحرک کمتری داشته باشند با صرفه‌تر و قابل اعتمادترند. سیکلون‌ها یکی از بهترین مظاهر این اصل هستند. در نیم قرن اخیر استفاده از سیکلون چه در صنعت متالورژی و چه در کانه‌آرایی روز به روز بیشتر شده است. سیکلون به طور خلاصه از یک بدنه مخروطی شکل که در قسمت فوقانی به استوانه‌ای تبدیل می‌شود، تشکیل شده است.



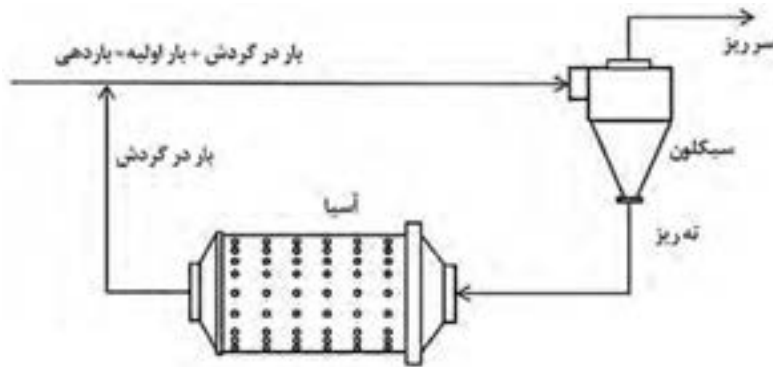
شکل ۱۸- نحوه طبقه‌بندی مواد در سیکلون

### مکانیزم طبقه‌بندی مواد:

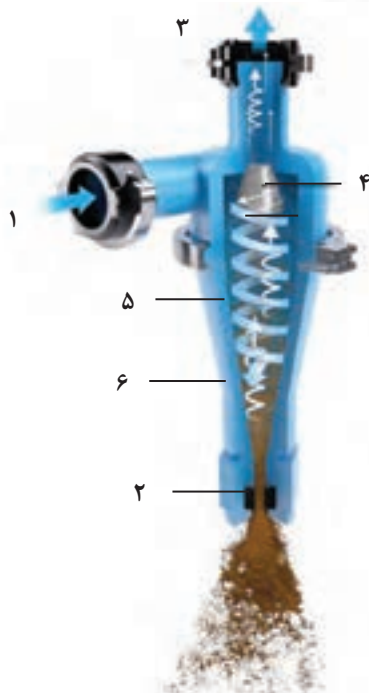
بار اولیه همراه با جریان هوا یا به صورت پالپ با یک جریان دورانی وارد سیکلون می‌شود و تحت تاثیر نیروی گریز از مرکز قرار می‌گیرد با استفاده از این نیرو می‌توان سرعت ته‌نشین شدن مواد را افزایش داد. ذرات سنگین با توجه به نیروی ثقل به کناره‌های سیکلون رانده می‌شوند و از آنجا به سمت پایین حرکت می‌کنند و از انتهای پایین دستگاه خارج شده، اما ذرات سبک با توجه به وزن کم همراه با آب و یا هوا تحت نیروی گریز از مرکز در مرکز سیکلون قرار گرفته و از قسمت بالایی دستگاه خارج می‌شوند.

### کاربرد سیکلون‌ها

- از سیکلون‌ها به منظور اهداف زیر استفاده می‌شود:
- ۱- طبقه‌بندی مواد ریز دانه در حد چند ده میکرون
  - ۲- کنترل ابعاد در مسیر بسته با آسیاها
  - ۳- نرمه‌گیری
  - ۴- حذف ذرات رسی بسیار ریز
  - ۵- به عنوان کمک فیلتر
  - ۶- شستشوی مواد معدنی مانند زغال یا کائولن
  - ۷- کنترل پساب کارخانه‌ها
  - ۸- حذف مواد شیمیایی از کنسانتره‌های فلوتاسیون



شکل ۱۹- مدار بسته آسیا و سیکلون



قسمت‌های مختلف هیدروسیکلون‌ها عبارتند از:

۱	دانه ورودی بار اولیه
۲	دهانه خروجی ته ریز دانه درشت (Apex)
۳	بار خروجی دانه ریز
۴	گلوگاه خروجی سر ریز دانه ریز (Vortex)
۵	قسمت استوانه‌ای شکل
۶	قسمت مخروطی شکل

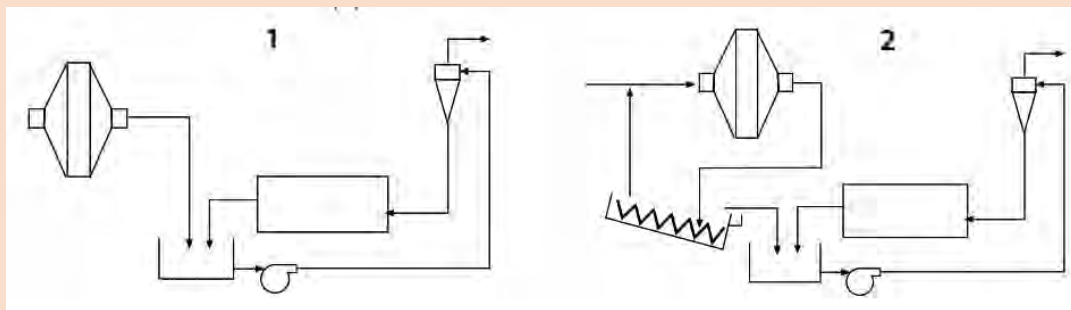
شکل ۲۰- قسمت‌های مختلف هیدروسیکلون


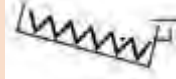



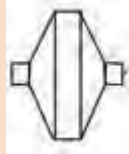


شکل ۲۱- اجزاء تشکیل دهنده سیکلون

به تصاویر زیر نگاه کنید و هر یک از مدارهای نمایش را شرح دهید. فکر می‌کنید کدام یک از مدارها می‌تواند به صورت تر و کدامیک به صورت خشک کار کند.

بارش  
فکری



					
بونکر	کلاسیفایر مارپیچی	سیکلون	آسیای میله‌ای	پمپ	آسیای خودشکنی

نحوه کار سیکلون‌ها

فیلم



## اپراتوری سیکلون‌ها

- ۱- تمامی اتصالات لوله‌ها محکم باشند و هیچ جسم خارجی در داخل سیکلون وجود نداشته باشد تا بتوان دستگاه را راه اندازی کرد.
- ۲- ابتدا هوا و یا آب می بایست توسط پمپ به تنهایی به داخل سیکلون فرستاده شود تا از سالم بودن اتصالات و لوله‌ها و نبود جسم خارجی در داخل سیکلون و لوله‌ها اطمینان حاصل گردد.
- ۳- کلیه شیرهای ورودی و خروجی قبل از شروع به کار می‌بایستی کاملاً باز باشد.
- ۴- پس از شروع به کار دستگاه می‌بایستی کیفیت بار ورودی و خروجی از سیکلون را بررسی و کنترل نمود تا از کارکرد صحیح دستگاه اطمینان حاصل شود.
- ۵- در شروع به کار سیکلون شرایط پایدار نیست و ممکن است مقداری از مواد دانه درشت و ریز با هم دیگر مخلوط گردند. لازم است اپراتور به تدریج با تنظیم شیرهای سیکلون دستگاه را به شرایط پایدار مورد نظر برساند تا تفکیک ابعادی مناسب انجام گیرد.

### دانه‌بندی مواد به وسیله سیکلون‌ها

کار عملی ۱: از یک واحد فراوری مواد معدنی بازدید کنید و از نحوه کار سیکلون‌ها گزارشی تهیه نمایید.  
شرح فعالیت: گزارش می بایست شامل موارد زیر باشد.

- ۱- نوع سیکلون و آبی یا هوایی بودن آن
  - ۲- موقعیت قرارگیری سیکلون در مدار فراوری
  - ۳- ابعاد و ظرفیت سیکلون
  - ۴- ابعاد بار ورودی
  - ۵- ابعاد محصول
- مواد و ابزار: نوشت افزار، دوربین عکاسی

فعالیت  
کارگاهی



نکات  
ایمنی



اخلاق  
حرفه‌ای



تجهیزات حفاظت فردی، رعایت نکات ایمنی کارگاه

خوب گوش دادن، یادگیری، جمع آوری اطلاعات.

## ارزشیابی مرحله‌ای: جداسازی به وسیله سیکلون

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری / نمره‌دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	۱- بیان انواع سیکلون‌ها و کاربرد هر یک ۲- اجزاء تشکیل‌دهنده و نحوه کار سیکلون‌ها ۳- دانه‌بندی ماده معدنی به وسیله سیکلون بر اساس اندازه به روش‌های خشک و مرطوب	بالاتر از حد انتظار	مکان: کارگاه تجهیزات: انواع سیکلون مواد مصرفی: پالپ و مواد معدنی زمان: ۳۰ دقیقه
۲	۱- اجزاء تشکیل‌دهنده و نحوه کار سیکلون‌ها ۲- دانه‌بندی ماده معدنی به وسیله سیکلون بر اساس اندازه به روش‌های خشک و مرطوب	درست	
۱	۱- بیان انواع سیکلون‌ها	ناقص	

## پرعیار سازی به روش مغناطیسی

پرعیار سازی مواد معدنی با استفاده از خاصیت مغناطیسی در فناوری پرعیار سازی ارزش فراوانی دارد. جداکننده‌های مغناطیسی امروزه به صورت یکی از مؤثرترین و اقتصادی‌ترین ماشین‌های پرعیار سازی درآمده‌اند. ضمن آنکه هزینه نگهداری و تعمیرات آنها نیز زیاد نیست و از بازدهی بسیار خوبی برخوردار می‌باشند. به نحوی که این بازدهی معمولاً بیش از ۹۰ و در مواقعی تا ۹۹ درصد نیز می‌رسد و در این موارد هیچ روش پرعیار کردنی قابل رقابت با این روش نیست.

**خودپذیری مغناطیسی<sup>۱</sup>**: یک روش اندازه گیری خواص مغناطیسی است. خود پذیری مغناطیسی نشان می‌دهد که یک ماده در یک میدان مغناطیسی جذب می‌شود و یا خیر. اگر مقدار خودپذیری مغناطیسی یک ماده، بسیار بالا باشد مانند مگنتیت و پیروتیت به آن فرومغناطیس گویند و در صورتی که یک ماده دارای خود پذیری مغناطیسی بیش از صفر باشد به آن ماده پارامغناطیس گویند و در صورتی که دارای خود پذیری مغناطیسی منفی باشد به آن دیامغناطیس گویند.

۱- Magnetic susceptibility





با توجه به مقدار خودپذیری مغناطیسی کانی‌های ارائه شده در جدول زیر آنها را به سه گروه فرومغناطیس؛ پارامغناطیس؛ و دیا مغناطیس یا غیر مغناطیسی تقسیم کنید.

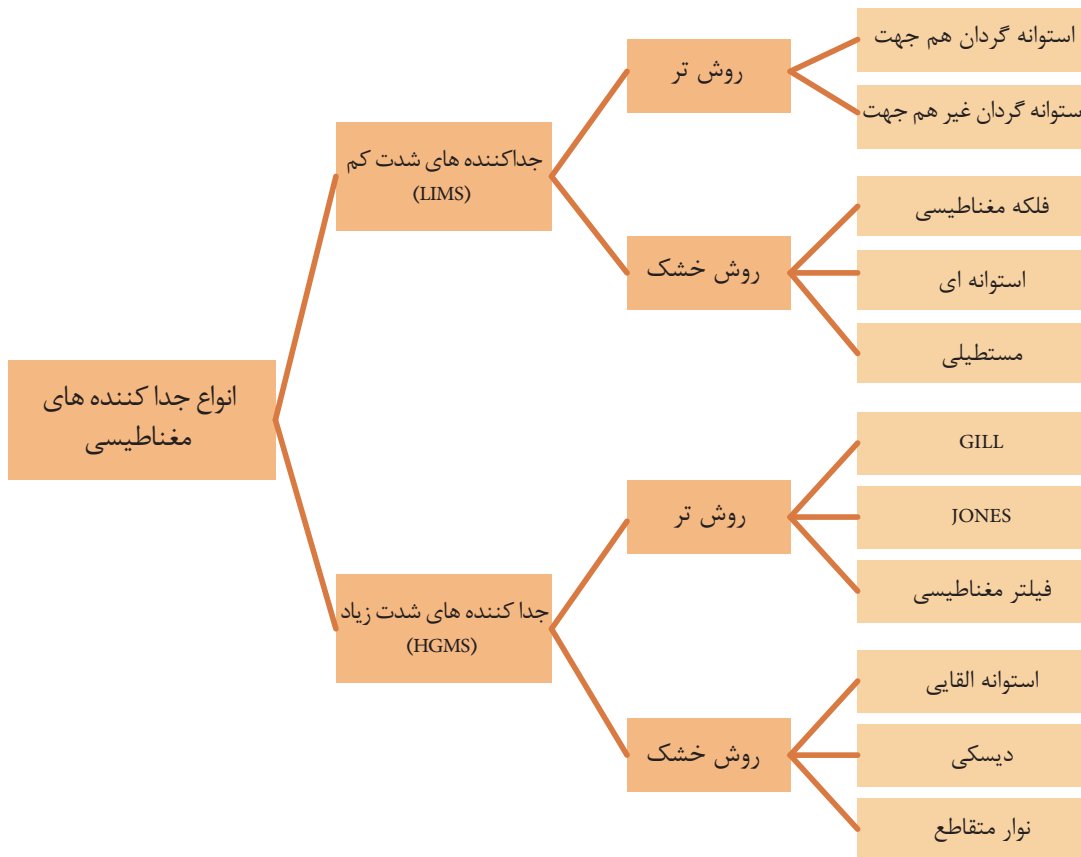
Mineral: کانی	Magnetic susceptibility: خودپذیری مغناطیسی	Magnetic Properties: خصوصیات مغناطیسی
---------------	--	---------------------------------------

Mineral	Magnetic susceptibility	Magnetic Properties
Magnetite	20 000 - 80 000	
Pyrrhotite	1 500 - 6 100	
Hematite	172 - 290	
Ilmenite	113 - 271	
Siderite	56 - 64	
Chromite	53 - 125	
Biotite	23 - 80	
Goethite	21 - 25	
Monazite	18.9	
Malachite	8.5 - 15.0	
Bornite	8.0 - 14.0	
Rutile	2.0	
Pyrite	0.21	
Cassiterite	- 0.08	
Fluorite	- 0.285	
Galena	- 0.35	
Calcite	- 0.377	
Quartz	- 0.46	
Gypsum	- 1.0	
Sphalerite	- 1.2	
Apatite	- 2.64	

شکل ۲۲

## جدا کننده های مغناطیسی

دستگاه‌ها و تجهیزات پرعیار سازی مغناطیسی با توجه به خصوصیات مواد معدنی به انواع جداکننده‌های با شدت کم که قادرند مواد معدنی با خصوصیات فرومغناطیسی را جدا کنند و جداکننده‌های با شدت بالا که با توجه به میدان مغناطیسی قوی که ایجاد می‌کنند قادرند مواد پارامغناطیس را جدا کنند تقسیم می‌شوند. همچنین هر کدام از این جداکننده‌های مغناطیسی می‌توانند به صورت تر و یا خشک کار کنند. بر همین اساس دسته‌بندی کلی جداکننده‌های مغناطیسی عبارتند از:



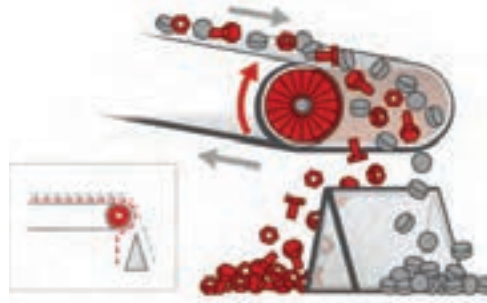
شکل ۲۳- دسته‌بندی انواع جدا کننده‌های مغناطیسی

### ۱- جدا کننده‌های مغناطیسی شدت کم (LIMS)

خصوصیات و ویژگی‌های این جداکننده‌ها عبارت است از:

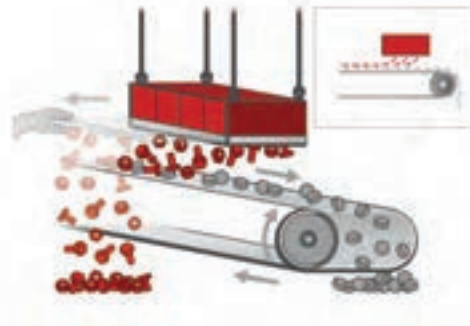
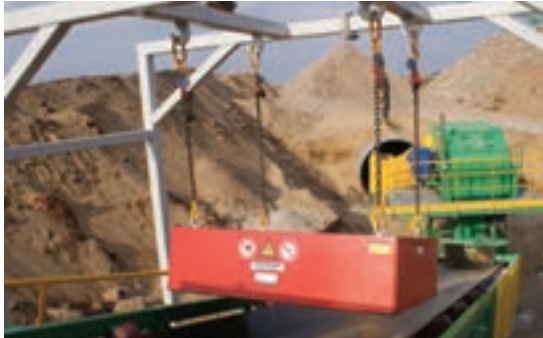
- ۱ قادرند به صورت خشک و یا تر کار کنند.
- ۲ برای جدا کردن قطعات آهنی و مواد معدنی دارای خاصیت فرومغناطیسی به کار می‌روند.
- ۳ محدوده کاری به لحاظ دانه‌بندی حداکثر ۳۰۰ میلی‌متر است.
- ۴ حداکثر شدت میدان مغناطیسی در این تجهیزات ۳۰۰ مگا تسلا است.

در ادامه برخی از جداکننده های مغناطیسی پر کاربرد با شدت کم را معرفی می کنیم.  
**غلتک مغناطیسی<sup>۱</sup>**: این غلتک ها در انتهای نوار نقاله نصب می شوند و از ورود قطعات آهنی به داخل دستگاه سنگ شکن جلوگیری می کنند.

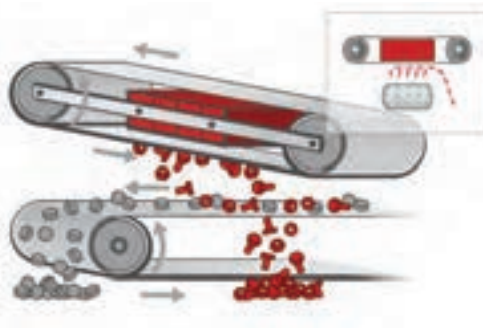


شکل ۲۴- غلتک مغناطیسی

**جدا کننده های مغناطیسی معلق<sup>۲</sup>**: این جداکننده ها معمولاً به صورت معلق و با فاصله مناسبی بر روی نوار نقاله حامل مواد معدنی نصب می شوند و وظیفه جدا کردن قطعات آهنی از مواد معدنی و جلوگیری از ورود آنها به مدار سنگ شکنی را دارند. از انواع این جدا کننده ها می توان به جدا کننده مغناطیسی و نوار متقاطع اشاره نمود.



شکل ۲۵- جدا کننده های مغناطیسی معلق مستطیلی

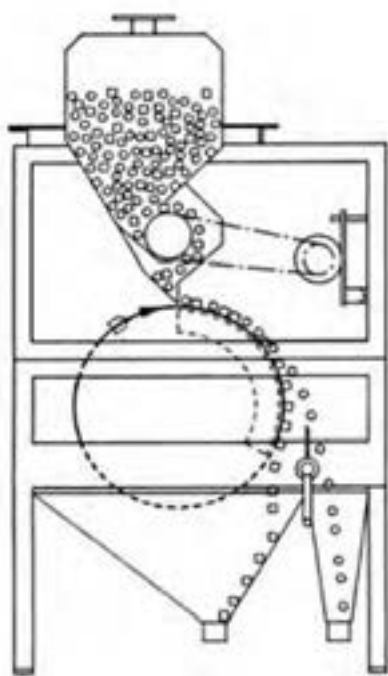


شکل ۲۶- جدا کننده های مغناطیسی معلق نوار متقاطع

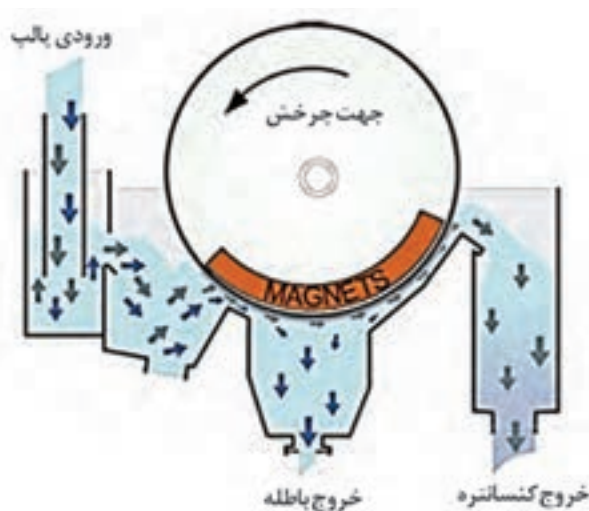
۱- Magnetic Pulley

۲- Suspended magnets

جدا کننده‌های مغناطیسی استوانه‌ای: این جدا کننده‌ها می‌توانند به دو طریق خشک برای دانه‌های درشت و مرطوب برای دانه‌های نرم به کار برده شوند. در روش خشک مواد اولیه از بالا، و در روش تر از پایین جداکننده وارد می‌شوند.



شکل ۲۷- استوانه‌ای خشک

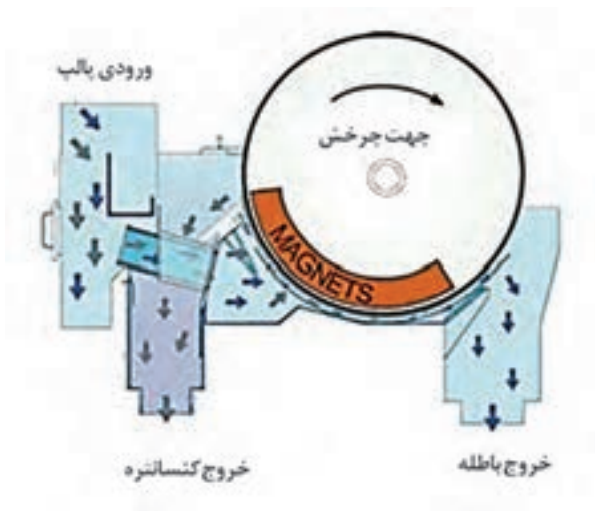


شکل ۲۸- با گردش استوانه هم جهت

### استوانه‌ای تر:

#### ۱- با گردش استوانه هم جهت:

در این جدا کننده‌ها جهت گردش استوانه هم جهت با حرکت پالپ است. باطله‌ها از دریچه اول خارج می‌شود و مواد فرامغناطیس به کمک خاصیت مغناطیسی استوانه از دریچه انتهایی خارج می‌شوند.



## ۲- با گردش استوانه غیر هم جهت:

در این جداکننده جهت گردش استوانه بر عکس جهت حرکت مواد معدنی می باشد. در این نوع جداکننده پالپ در تماس بیشتری با استوانه مغناطیسی است، باطله از دریچه انتهایی خارج می شود و مواد فرومغناطیس همراه استوانه به ابتدا مسیر برمی گردند و از دریچه ابتدایی خارج می شوند.

شکل ۲۹- با گردش استوانه غیر هم جهت



شکل ۳۰- جدا کننده های مغناطیسی استوانه ای تر

## ۲- جدا کننده های مغناطیسی شدت زیاد (HGMS)

خصوصیات و ویژگی های این جدا کننده ها عبارت است از:

- ۱ به صورت پیوسته و مداوم کار می کنند.
- ۲ برای جدا کردن مواد دارای خاصیت پارامغناطیسی به کار می روند.
- ۳ محدوده کاری به لحاظ دانه بندی حداکثر یک میلی متر است.
- ۴ حداکثر شدت میدان مغناطیسی در این تجهیزات ۲ تسلا است.



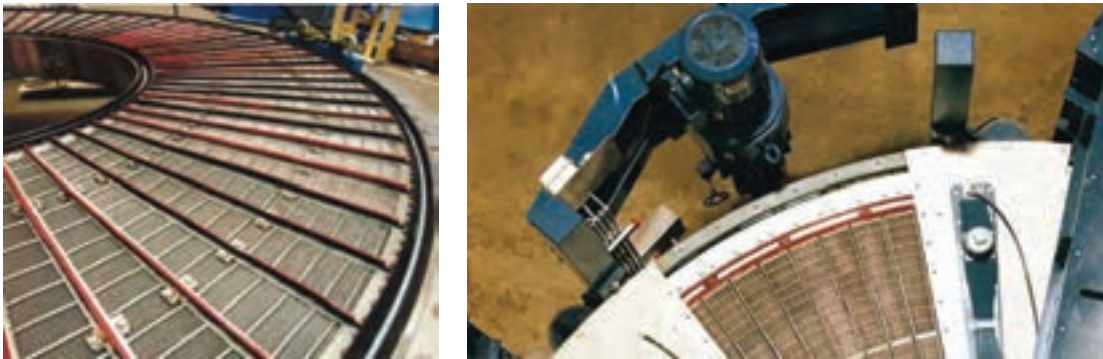
جدایش سنگ آهن با خاصیت مغناطیسی ضعیف به وسیله یک جداکننده مغناطیسی قوی، کمتر متداول است زیرا با روش‌های دیگر امکان تغلیظ این نوع از کانی‌ها راحت‌تر و اقتصادی‌تر صورت می‌گیرد. به‌طور کلی سنگ آهن رسوبی، کربنات آهن و کانی‌های منگنردار را با این روش می‌توان پرعیار نمود. علاوه بر اینکه این روش برای آماده کردن مواد اولیه سرامیکی یعنی جدا کردن اجزاء مغناطیسی محتوی مواد سرامیکی و تهیه ماده پرعیار شده کانی‌های سنگین ارزش زیادی دارد. جداکننده‌های با میدان مغناطیسی خیلی قوی برای دانه‌های کوچکتر از یک میلی‌متر استفاده می‌شود. دستگاه‌های جدایش مغناطیسی با شدت زیاد بسیار متنوعند و عبارتند از جداکننده‌های خشک با شدت زیاد و جداکننده‌های مغناطیسی تر با شدت زیاد که در صنعت به کار برده می‌شوند. در این مبحث یکی از دستگاه‌های جداسازی مغناطیسی با شدت زیاد شرح داده می‌شود.

### دستگاه HGMS:

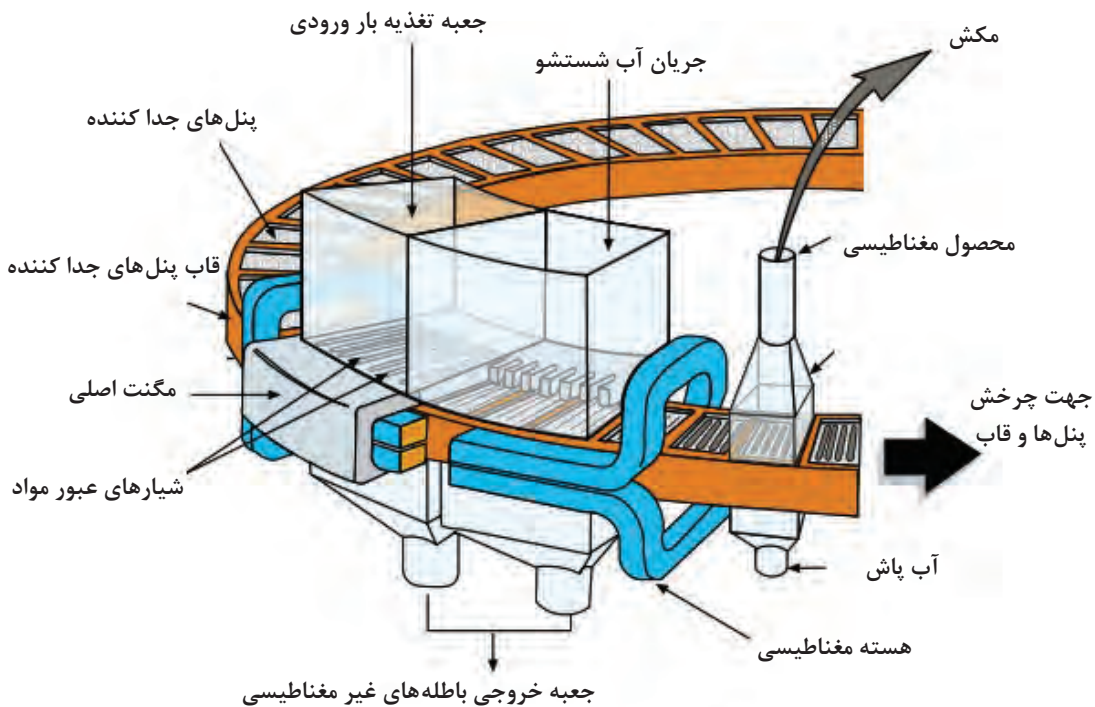
مواد معدنی دارای خاصیت پارامغناطیس می‌توانند توسط دستگاه جدایش مغناطیسی HGMS و طی یک فرایند جداسازی که نسبت به سایر دستگاه‌های جدایش مغناطیسی پیچیده‌تر است، جدا شوند. به کمک این دستگاه کانی‌های دارای خاصیت پارامغناطیس براحتی قابل بازیابی هستند. در شکل زیر دستگاه HGMS و قسمت‌های مختلف آن نمایش داده شده است.



شکل ۳۱- دستگاه HGMS



شکل ۳۲- پنل های جداکننده



شکل ۳۳- شماتیک از قسمت های مختلف دستگاه HGMS

### قسمت های مختلف دستگاه HGMS

دستگاه HGMS از تعدادی پنل جدا کننده تشکیل شده است این پنل ها با فواصل مشخص در کنار هم قرار گرفته اند و بدین ترتیب شیارهای لازم برای عبور مواد را ایجاد می کنند. این پنل ها بر روی یک قاب قرار دارند و به همراه آن با یک سرعت مشخص در حال دوران می باشند. پنل و قاب در حال چرخش، از یک هسته مغناطیسی با شدت گرایان زیاد عبور می کنند. بر روی هسته مغناطیسی جعبه های تغذیه مواد و آب شستشو نصب شده اند. بعد از هسته مغناطیسی نیز یک آبپاش نصب شده است که وظیفه دارد با پمپاژ آب از پایین به بالا مواد مغناطیسی موجود در پنل ها را به سمت بیرون هدایت کند.



## نحوه کار دستگاه HGMS

مواد معدنی وارد جعبه تغذیه شده و بر روی شبکه شیارهای عبور مواد در دستگاه جداکننده مغناطیسی ریخته می‌شود و همزمان آب شستشو نیز از کانال مربوطه وارد می‌گردد. مواد مغناطیسی جذب شیارها شده و باطله‌ها توسط جریان آب از شیارها عبور کرده و وارد جعبه خروجی می‌گردد. مواد پرعیار شده که در روی و داخل شیارها باقی مانده اند همراه با چرخش پنل و عبور از هسته مغناطیسی در ایستگاه آب پاش قرار گرفته و با فشار آب به خارج هدایت شده و محصول مغناطیسی (کنسانتره) را تشکیل می‌دهند. به طوری کلی از جداکننده های مغناطیسی خشک با شدت زیاد برای آرایش ماسه‌های ساحلی، و لفرام، کانه‌های قلع، سیلیس، فسفات و کانه های اکسید آهن (هماتیت) و از جداکننده های مغناطیسی تر با شدت زیاد برای مواد ریز دانه و آرایش کانه‌های اکسید آهن (هماتیت) و جداکردن ناخالصی‌های پارامغناطیس از کاسیتريت، آمیانت، شیلیت، تالک و کانی‌های غیر سولفور مولیبدن از باطله‌های فلوتاسیون، آرایش کانه‌های اورانیوم و همچنین یکی از کاربردهای مهم آن کاهش گوگرد (به صورت پیریت) از زغال سنگ است. در ضمن از دستگاه HGMS به عنوان فیلترهای مغناطیسی برای تصفیه آب و سایر مایعات حاوی دانه‌های پارامغناطیس هم استفاده می‌شود.

### جداکننده های مغناطیسی

فیلم



## اپراتوری دستگاه های جداکننده مغناطیسی

### ۱- اقدامات قبل از شروع به کار

- مطمئن شوید که دستگاه بدون گیر و راحت کار می‌کند. بدین جهت لازم است اطمینان حاصل شود که قطعاتی از ماده معدنی بین روتور و فیدر گیر نکرده باشد.
- مطمئن شوید که در بار اولیه اجسام خارجی که می‌توانند به روتور آسیب برسانند وجود نداشته باشند. بدین منظور می‌توان از یک لاینر محافظ لاستیکی بر روی روتور استفاده نمود.
- مطمئن شوید علائم ایمنی در جای خود قرار گرفته و قابل خواندن است.
- کلیه اتصالات برقی را چک کنید. کلیه جعبه تقسیم‌های نزدیک به روتورهای تر می‌بایستی ضد آب شده باشند.
- کلیه قسمت‌های در حال چرخش دستگاه می‌بایستی دارای گاردهای محافظ باشند.

### ۲- اقدامات هنگام شروع کار

- روتور دستگاه می‌بایستی دارای تعداد دور در دقیقه مشخص باشد (طبق مشخصات فنی دستگاه) که اپراتور می‌بایستی در هنگام شروع به کار آنرا توسط تاکومتر و یا به صورت دستی کنترل کند.
- جریان آب جهت ورودی و خروج به دستگاه کنترل گردد. دبی آب ورودی می‌بایستی طبق دستورالعمل مربوطه تنظیم گردد.
- پس از تنظیم سرعت چرخش روتور و دبی آب می‌توان باردهی مواد معدنی را آغاز کرد.

### ۳- اقدامات حین انجام کار

- نمونه‌برداری از بار اولیه، کنسانتره و باطله به صورت اتوماتیک و یا دستی در فواصل زمانی مناسب می‌بایست انجام گیرد.
- تغییر نرخ باردهی، دانسیته، اندازه و ترکیب بار ورودی بر عملکرد دستگاه تاثیر می‌گذارد لذا لازم است با توجه به تغییرات بار ورودی تنظیمات لازم در خصوص دبی آب، سرعت حرکت درام انجام شود تا دستگاه به شرایط پایدار برسد.
- سرعت چرخش درام نمی‌بایستی تغییر کند.
- فاصله بین درام و تانک تغذیه نسبت به طراحی دستگاه نمی‌بایستی تغییر کند.
- دهانه خروجی دستگاه نمی‌بایستی تغییر کند. اما در صورتی که خصوصیات مغناطیسی بار اولیه افزایش یابد می‌توان فاصله دهانه خروجی را افزایش داد تا تولید افزایش یابد.

### ۴- اقدامات زمان توقف

در هنگام توقف کار به علت تعمیرات و یا غیره، می‌بایست ابتدا باردهی متوقف شود. سپس اجازه دهید تا آب شستشو تمامی مواد جامد باقی مانده درون دستگاه را شسته و خارج کند. پس از اطمینان از خروج کلیه مواد جامد تغذیه کننده آب را قطع و دستگاه را خاموش کنید.

#### پرعیار کردن مواد معدنی با استفاده از جداکننده های مغناطیسی

- کار عملی ۱: از یک واحد فراوری مواد معدنی بازدید کنید و از نحوه کار دستگاه های جداکننده های مغناطیسی گزارشی تهیه نمایید.
- شرح فعالیت: گزارش می‌بایست شامل موارد زیر باشد.
- ۱- نوع دستگاه جداکننده مغناطیسی
  - ۲- ابعاد و ظرفیت دستگاه
  - ۳- ابعاد بار ورودی
  - ۴- طرز کار دستگاه‌های جدایش مغناطیسی
- مواد و ابزار: نوشت افزار، دوربین عکاسی

فعالیت  
کارگاهی



نکات  
ایمنی



تجهیزات حفاظت فردی، رعایت نکات ایمنی کارگاه

اخلاق  
حرفه‌ای



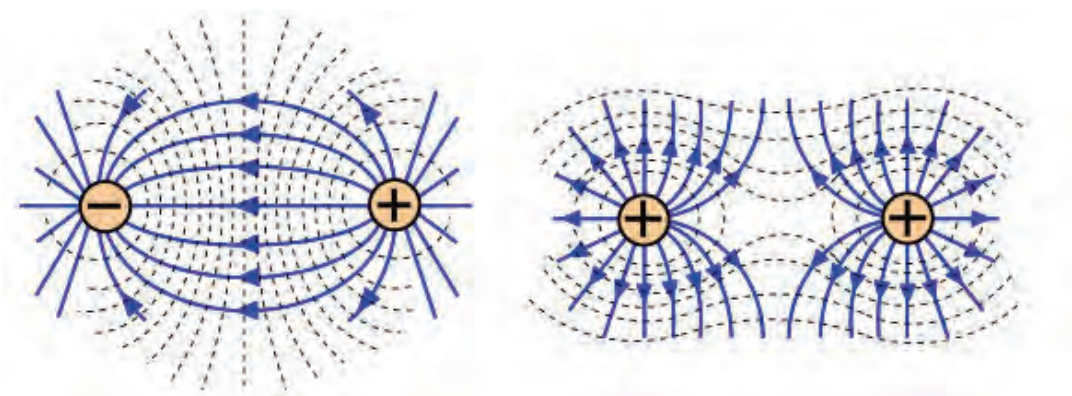
خوب گوش دادن، یادگیری، جمع آوری اطلاعات.

### ارزشیابی مرحله‌ای: جداسازی به روش مغناطیسی (پرعیارسازی)

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری / نمره‌دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	نحوه پرعیارسازی ماده معدنی با استفاده از خاصیت مغناطیسی کانی‌ها و معرفی انواع دستگاه‌های جدایش مغناطیسی و طرز کار آنها و انتخاب نوع دستگاه مناسب جدایش مغناطیسی	بالاتر از حد انتظار	مکان: واحد فراوری تجهیزات: انواع دستگاه‌های مغناطیسی مواد مصرفی: نوشت افزار زمان: ۳۰ دقیقه
۲	نحوه پرعیارسازی ماده معدنی با استفاده از خاصیت مغناطیسی کانی‌ها و بیان انواع دستگاه‌های پرعیارسازی و کاربرد آنها	درست	
۱	پرعیارسازی ماده معدنی با استفاده از خاصیت مغناطیسی	ناقص	

### پرعیارسازی به روش الکتریکی

در میدان الکتریکی مانند دو قطب مغناطیسی نیرویی وجود دارد که این نیرو در فضا بدون ماده حمل‌کننده انتقال پیدا می‌کند. عامل این نیرو انرژی الکتریکی است که در میدان الکتریکی وجود دارد. بار الکتریکی بوسیله این انرژی که در محیط خود اثر می‌گذارد مشخص می‌شود. همیشه دو بار همنام همدیگر را دفع و دو بار غیر همنام همدیگر را جذب می‌کنند.



شکل ۳۴- خاصیت دفع دو بار هم نام و جذب دوبار غیر هم نام در میدان الکتریکی

پر عیار سازی و جدایش در میدان الکتریکی بر اثر دادن بار الکتریکی به مواد معدنی است. کمیت بار همیشه برای دانه ها متفاوت است و علامت آن در بیشتر مواقع مختلف است. چون دانه در میدان الکتریکی مسیر و مسافت مختلفی را طی می کند برای جدایش، دانه های مواد کانی را در مجاورت میدان الکتریکی قطبی می کنیم یا در اثر اصطکاک باردار می کنیم. البته میدان الکتریکی فقط از اجسام عایق عبور می کند. در این نوع اجسام الکترون آزاد وجود ندارد اما در اجسام هادی یک یا چند الکترون هر اتم، آزاد یا نزدیک به آزاد در حرکتند و به وسیله جریان الکتریکی جدا می شوند. خاصیت متفاوت اجسام که همان قدرت انتقال الکترون ها در جسم می باشد عامل اصلی جدایش در میدان الکتریکی است.

بر اساس این نکته اجسام به سه دسته تقسیم می شوند. که عبارتند از اجسام عایق، اجسام نیمه هادی و اجسام هادی.

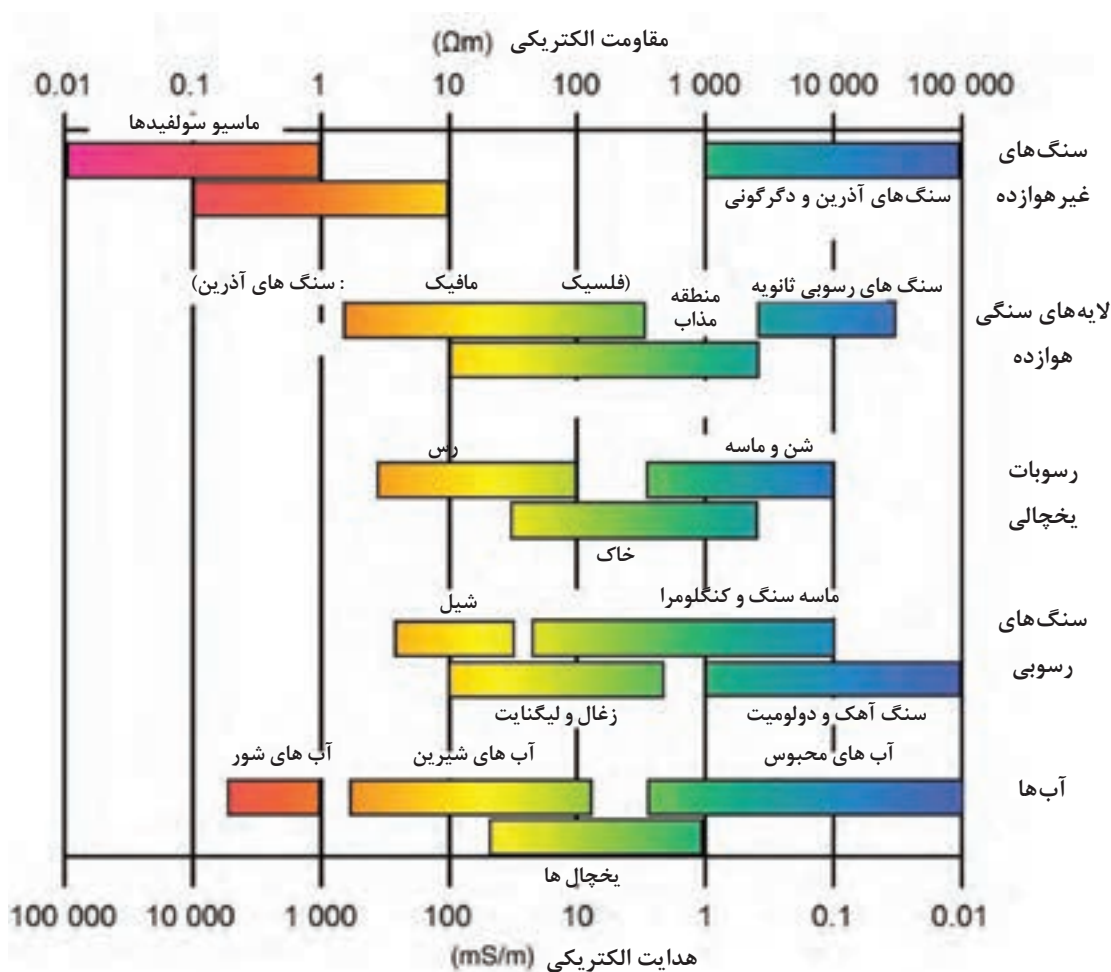
تعداد معدودی از کانی ها در شرایط حرارت معمولی هادی و بیشتر آن ها عایق و بسیاری از آنها نیمه هادی هستند.

لازم به یادآوری است که روش های جدایش الکترواستاتیکی علاوه بر آرایش کانی هایی مانند ایلمنیت و هماتیت و بسیاری از کانی های دیگر در سایر زمینه ها مانند تصفیه مواد غذایی، جدا سازی باطله از مواد ارزشمند و طبقه بندی دانه ها از نظر ابعاد و شکل نیز کاربرد دارد.

#### جدول ۵- تقسیم بندی کانی ها از نظر هدایت الکتریکی

نوع کانی	مشخصات	خاصیت الکتریکی
فلزات و اکثر سولفیدهای فلزی	به سرعت الکترون های خود را جابجا می کند.	هادی
برخی از کانی ها	در صفر درجه عایق و با افزایش درجه حرارت هادی می شود.	نیمه هادی
کانی های غیر فلزی	در میدان الکتریکی قطبی می شود ولی جریان الکتریسته در آنها وجود ندارد.	عایق

در شکل ۳۵، میزان هدایت و مقاومت الکتریکی آب و سنگ‌های موجود در کره زمین نشان داده شده است. براین اساس مواد معدنی ماسیو سولفید که شامل فلزاتی مانند مس، سرب و روی و آهن هستند، گرافیت و آب‌های شور دارای بیشترین مقادیر هدایت الکتریکی و کمترین مقاومت می‌باشند و از طرف دیگر سنگ‌های غیرهوازده آذرین و دگرگونی که فاقد فلزات باشند و سنگ‌های آهک و دولومیت دارای بیشترین مقاومت الکتریکی و کمترین میزان هدایت الکتریکی هستند.

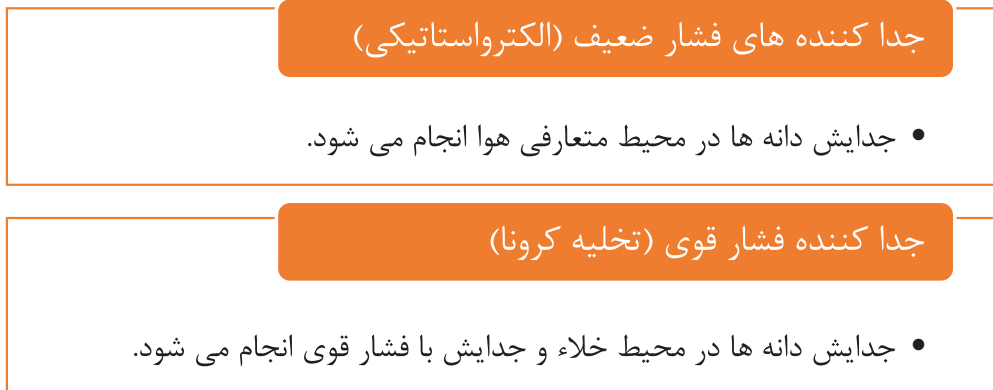


شکل ۳۵- میزان هدایت و مقاومت الکتریکی برخی از سنگ‌ها و آب‌های موجود در کره زمین

- ۱- موادی با میزان هدایت الکتریکی متوسط را از نمودار فوق بیابید.
- ۲- از میان سنگ‌های آذرین مافیک و فلسیک هدایت الکتریکی کدام یک بیشتر است. مقاومت الکتریکی آنها چگونه است.

## جداکننده‌های الکتریکی

به‌طور کلی جداکننده‌های الکتریک به دو دسته تقسیم می‌شوند که عبارتند از:



شکل ۳۶

در هر دو این روش‌ها با تنظیم نیروهای الکتریکی و نیروهای جنبی مانند ثقل و نیروی گریز از مرکز، دانه‌ها مسیره‌های مختلفی را طی می‌کنند و بدین ترتیب می‌توان آنها را جدا کرد.

**ساختمان جدا کننده‌های الکتریکی**

به‌طور کلی ساختمان جداکننده‌های الکتریکی از ۳ قسمت تشکیل شده است که عبارتند از:



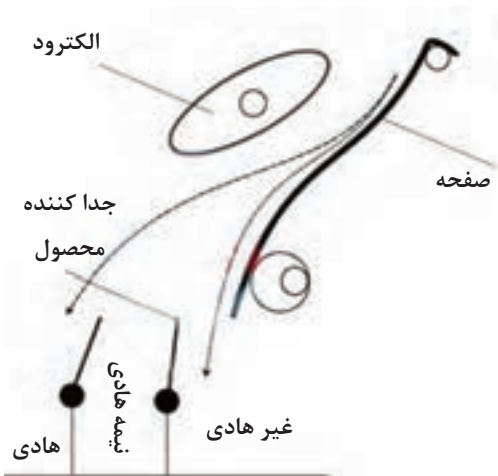
شکل ۳۷- ساختمان جداکننده‌های الکتریکی

### اساس کار دستگاه‌های فشار ضعیف (الکترواستاتیکی) صفحه‌ای

اگر یک صفحه داشته باشیم که به شدت دارای بار الکتریکی مثبت باشد در نتیجه دارای یک میدان الکتریکی خواهد بود حال اگر ذرات دیگری که تحت تاثیر میدان الکتریکی این صفحه واقع شده و در نتیجه از یک طرف مثبت و از طرف دیگر منفی شده باشد، این ذره به طرف صفحه جذب می‌شود که پس از تماس با صفحه اگر ذره مذکور هادی باشد بلافاصله بار منفی خود (الکترون‌ها) را از دست داده و دارای بار مثبت می‌گردد در نتیجه صفحه و ذره هر دو دارای بار مثبت شده و همدیگر را دفع می‌کنند و ذره از روی صفحه جدا می‌شود.



ولی اگر ذره ای دیگر نیمه هادی باشد و در همان شرایط در میدان صفحه قرار بگیرد، همان شرایط ایجاد می‌شود با این تفاوت که مدت زمان بیشتری برای جدا شدن از صفحه لازم است. از روی این اختلاف سرعت که ذره های هادی و نیمه هادی در از دست دادن بار منفی و همبار شدن با منبع بار مثبت و جدا شدن آن دارند در صنعت جدا کننده های الکترواستاتیکی ساخته شده اند که برای پر عیار کردن مواد معدنی به کار می‌روند.



شکل ۳۸- دستگاه جدا کننده الکترواستاتیکی صفحه ای

## اساس کار دستگاه های فشار قوی (تخلیه کرونا)

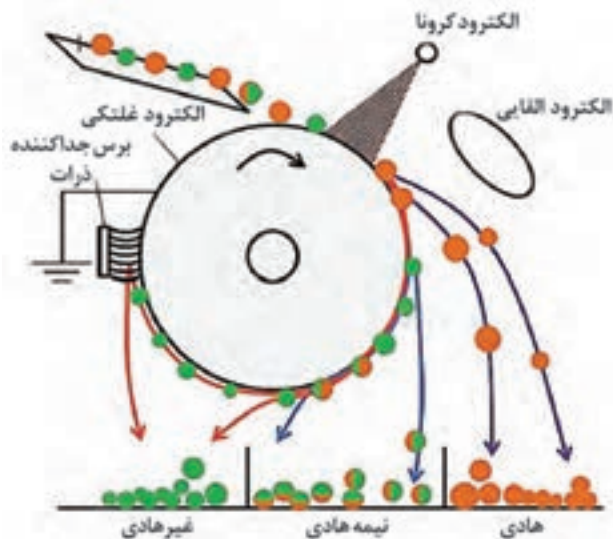
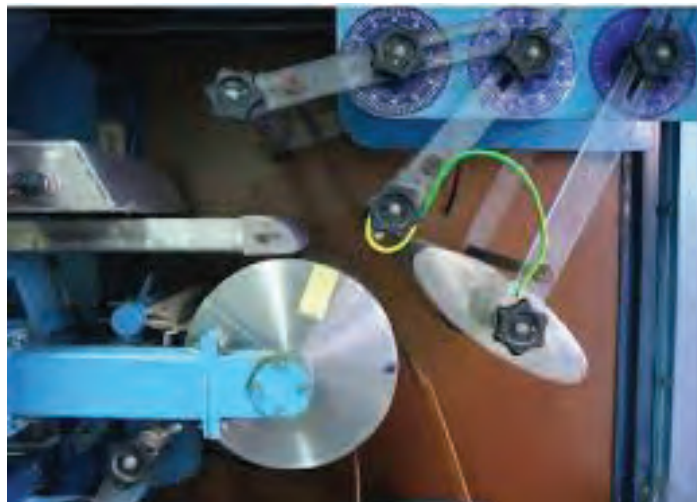
### تخلیه کرونا چیست؟

الکتروود سیم کرونا معمولاً از جنس تنگستن است. پلاریته این الکتروود منفی است و باعث می‌شود تمام یون‌های مثبت موجود در هوا با شتاب به طرف آن حرکت کنند و یون‌های اکسیژن که دارای بار منفی هستند از آن دور شوند، در نتیجه تخلیه کرونا ایجاد می‌گردد. در این روش هر چند جریان برقرار شده دارای شدت نسبتاً کم است ولی از جریانی که توسط جدا کننده های الکترواستاتیکی برقرار می‌شود به مراتب بیشتر است، لذا به این نوع جدا کننده‌ها، جدا کننده‌های فشار قوی یا الکترودینامیکی می‌گویند.

مواد معدنی دانه‌ریز از طریق تغذیه کننده بار ورودی بر روی روتور دستگاه می‌ریزند و از داخل میدان فشار قوی ایجاد شده توسط تخلیه کرونا عبور می‌کنند زمانی که دانه‌ها از فضای تخلیه کرونا خارج می‌شوند با سرعتی که تابع مقاومت الکتریکی، میزان تماس آنها با روتور و چگالی بار سطحی اولیه آنهاست بار خود را از دست می‌دهند و با توجه به خصوصیات الکتریکی شان سه حالت پیدا می‌کنند.

<p>دانه های هادی بار خود را به سرعت با روتور تبادل می کنند و مشابه زمانی که هیچ میدان الکتریکی بر آنها اثر نکرده است، تحت تاثیر نیروی گریز از مرکز ناشی از دوران روتور و نیروی ثقل سقوط می کنند.</p>	<p><b>هادی</b></p>
<p>این ذرات مدتی به روتور چسبیده و همراه آن دوران می کنند و با فاصله زمانی نسبت به ذرات هادی بار خود را از دست داده و تحت تاثیر وزن خود از روتور جدا می شوند.</p>	<p><b>نیمه هادی</b></p>
<p>دانه های عایق پس از خروج از فضای تخلیه کرونا به سطح روتور چسبیده و باقی می مانند. تا وقتی در انتهای مسیر از روتور جدا می شوند.</p>	<p><b>عایق</b></p>

شکل ۳۹- دسته بندی مواد از نظر خاصیت الکتریکی



شکل ۴۰- شکل های شماتیک و واقعی از دستگاه جداکننده الکتریکی فشار قوی (تخلیه کرونا)



شکل ۴۱- دستگاه جدا کننده تخلیه کرونا

استوانه های دواری (روتور) که در صنعت می سازند، به طور متوسط دارای ابعاد کوچک بوده، قطر آنها در حدود ۱۵ سانتی متر و طول آنها، دو متر می باشد. سایر مشخصات این دستگاه ها در جدول زیر آمده است.

### جدول ۶

مشخصات دستگاه	اندازه - تعداد
سرعت دوران چرخ استوانه‌ای برای بار معمولی	۵۰ - ۱۵۰ rpm
سرعت دوران چرخ استوانه‌ای برای بار نرم	۴۰۰ دور در دقیقه
بار الکتریکی الکتروود	۲۰ - ۱۲ هزار ولت
ظرفیت دستگاه	۲ - ۱/۵ تن در ساعت
درشتی ذرات بار ورودی	۱/۵ - ۰/۵ میلی متر
حرارت مناسب جهت کار دستگاه	۹۰ - ۸۰ سانتی گراد

دستگاه های جدا کننده الکتریکی

فیلم





**پرعیار کردن مواد معدنی با استفاده از جداکننده‌های الکتریکی**  
 کار عملی ۱: از یک واحد فراوری مواد معدنی بازدید کنید و از نحوه کار دستگاه‌های جداکننده‌های الکتریکی گزارشی تهیه نمایید.  
**شرح فعالیت:** گزارش می‌بایست شامل موارد زیر باشد.  
 ۱- نوع دستگاه جداکننده الکتریکی  
 ۲- ابعاد و ظرفیت دستگاه  
 ۳- ابعاد بار ورودی  
 ۴- طرز کار دستگاه‌های جدایش الکتریکی  
 مواد و ابزار: نوشت افزار، دوربین عکاسی



تجهیزات حفاظت فردی، رعایت نکات ایمنی کارگاه.



خوب گوش دادن، یادگیری، جمع آوری اطلاعات.

ارزشیابی مرحله‌ای: جدایش به روش میدان الکتریکی و الکترواستاتیکی (پرعیارسازی)

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری / نمره‌دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	پرعیار کردن مواد معدنی در میدان الکتریکی بر اساس باردار کردن دانه‌های مواد معدنی، دسته بندی انواع جداکننده‌های الکتریکی و انتخاب نوع دستگاه مناسب جدایش الکتریکی	بالاتر از حد انتظار	مکان: واحد فراوری تجهیزات: انواع دستگاه‌های مغناطیسی مواد مصرفی: نوشت افزار زمان: ۳۰ دقیقه
۲	پرعیار کردن مواد معدنی در میدان الکتریکی بر اساس باردار کردن دانه‌های مواد معدنی و دسته بندی انواع جداکننده‌های الکتریکی	درست	
۱	پرعیار کردن مواد معدنی در میدان الکتریکی	ناقص	



قبل از آغاز هرگونه فعالیت در کارخانه و یا معدن، کلیه تجهیزات حفاظت فردی مورد نیاز استفاده گردد و سپس با در نظر گرفتن کلیه نکات ایمنی فعالیت مورد نظر آغاز گردد.

یک اپراتور ماشین آلات و تجهیزات معدنی علاوه بر کنترل نحوه انجام فرایند فراوری می بایست کنترل و سرویس های روزانه مورد نیاز دستگاه را نیز انجام دهد. این کنترل و سرویس های روزانه می تواند باعث حفاظت، پیش بینی و پیشگیری از آسیب رسیدن به ماشین آلات و تجهیزات گردد. بنابراین انجام تعمیرات جزئی بخش وسیعی از وظایف اساسی و مهم یک اپراتور یا متخصص دستگاه ها و تجهیزات می باشد. بدون شک موفقیت این بخش از نگهداری و تعمیرات هم عامل کاهش هزینه ها، توقف ها و تعمیرات اساسی بوده و هم موجب افزایش عمر دستگاه ها خواهد بود.

### اقدامات لازم جهت رفع معایب و مشکلات تجهیزات

مشکلاتی که برای تجهیزات و دستگاه های فراوری به وجود می آید را می توان به طور کلی به ۳ دسته، مشکلات جزئی، غیراساسی و اساسی (حاد) تقسیم بندی نمود که براین اساس اقدامات لازم برای هر یک تعریف می شود.

جدول ۷- دسته بندی کلی مشکلات و معایب تجهیزات و اقدامات لازم متناسب برای سرویس و نگهداری آنها

اولویت بندی	نوع عیب	اقدام لازم	مثال
جزئی	معایب و مشکلات ساده	این موارد می تواند توسط خود اپراتور رفع گردد.	بستن گاردها، روغن کاری، سفت کردن پیچ ها و اتصالات و ...
غیر اساسی	معایب و مشکلاتی که در کوتاه مدت مشکلی ایجاد نمی کند.	گزارش به سرپرست و ادامه کار	پوسیدگی جزئی در بدنه دستگاه و ایجاد خردگی جزئی در لاینرهای دستگاه
اساسی (حاد)	مشکلات اساسی که می تواند باعث بروز خطرات ایمنی و یا مشکلات فنی اساسی در فرایند فراوری شود.	توقف و یا استارت نکردن دستگاه و ارائه گزارش به سرپرست	وجود نشتی یا شکستگی در مخازن اصلی در دستگاه، تغییر شیب دستگاه، وجود شکستگی اساسی در بدنه دستگاه

ماشین آلات و تجهیزات مورد استفاده در کارخانه های فرآوری از قسمت ها و اجزاء بسیار گسترده و متفاوتی تشکیل شده است اما به طور کلی به لحاظ انجام کنترل و سرویس های روزانه، می توان این بخش ها را به شرح ذیل دسته بندی نمود.

**جدول ۸- دسته بندی قسمت های مختلف تجهیزات به لحاظ انجام کنترل و سرویس های روزانه**

ردیف	نام قسمت	برخی از اجزاء
۱	شاسی، بدنه و اسکلت دستگاه	شامل بدنه، لاینرها، گاردهای محافظ و ...
۲	سیستم روغنکاری و گریسکاری	شامل گیج های (نشانگرها) روغن، نقاط گریس خور و قسمت هایی که نیاز به روغنکاری دارند.
۳	سیستم های هیدرولیک	شامل پمپ ها، شلنگ ها و لوله های انتقال انواع روغن و ...
۴	سیستم انتقال قدرت	چرخ دنده ها، تسمه ها، زنجیرها و زنجیر چرخ و ...
۵	سیستم های الکتریکی	شامل کلیدهای قطع و وصل، باتری، دینام، فیوز ها، کابل و سیم ها و ...

این دسته بندی به طور کلی و عمومی ارائه شده است و ممکن است در برخی از تجهیزات و ماشین آلات معدنی و معادن وجود داشته باشند و یا نداشته باشند.

توجه



**۱- شاسی، بدنه و اسکلت دستگاه:**

اپراتور دستگاه وظیفه انجام بازدیدهای روزانه سطحی از شاسی، بدنه و اسکلت دستگاه را دارد. در این بازدید می بایست موارد زیر مورد توجه قرار گیرد.



شکل ۴۲

آیا می توانید مواردی به آنچه در خصوص کنترل بدنه دستگاه گفته شده بیفزایید؟

بارش فکری







در جدول زیر برخی از معایب ممکن در شاسی، بدنه و اسکلت دستگاه ها و تجهیزات پرعیارسازی بیان شده است. این موارد را در سه دسته معایب و مشکلات جزئی، غیراساسی و اساسی تقسیم بندی نمایید.

جدول ۸ - برخی از معایبی که ممکن است در ساختمان و یا شاسی تجهیزات طبقه بندی و پرعیارسازی در حین کار ایجاد گردد.

<ul style="list-style-type: none"> <li>■ پاره شدن سیم های سرند</li> <li>■ جدا شدن سرند از قاب شاسی</li> <li>■ کج شدن شاسی سرند که باعث تغییر شیب سرند می شود.</li> <li>■ گرفتگی چشمه های سرند.</li> <li>■ بزرگ شدن اندازه چشمه های سرند</li> <li>■ پوسیده شدن شاسی و یا سطح سرند</li> <li>■ عدم وجود گاردهای محافظ در جای خود</li> <li>■ ناخوانا بودن علائم هشدار دهنده روی دستگاه</li> </ul>	سرندها
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ پوسیده شدن و یا خوردگی در بدنه دستگاه</li> <li>■ پارگی و یا فرسوده شدن لاینرها</li> <li>■ نشستی در بدنه کلاسیفایر</li> <li>■ شل شدن پیچ ها و اتصالات دستگاه از یکدیگر</li> <li>■ تغییر شیب دستگاه</li> </ul>	کلاسیفایرها
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ پوسیده شدن و یا خوردگی در بدنه دستگاه</li> <li>■ پارگی و یا فرسوده شدن لاینرها</li> <li>■ تغییر شیب دستگاه</li> <li>■ باز شدن بست ها و اتصالات</li> </ul>	سیکلون ها
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ جابجایی شدن الکتروود دستگاه های الکتریکی</li> <li>■ تغییر شیب، کج شدگی و یا قُر شدن صفحات و یا درام دستگاه</li> <li>■ پوسیدگی در بدنه، صفحات و یا درام های دستگاه</li> <li>■ عدم وجود گاردهای محافظ در جای خود</li> <li>■ ناخوانا بودن علائم هشدار دهنده روی دستگاه</li> </ul>	جدا کننده های مغناطیسی و الکتریکی

## ۲- سیستم روغنکاری و گریسکاری

ساده ترین روش مراقبت و جلوگیری از فرسودگی ماشین آلات انجام روغن کاری و گریس کاری قطعات مختلف آنهاست. روغن کاری علاوه بر آنکه دقت و سرعت کار ماشین را تامین می کند طول عمر استفاده از آن را برای

مدت طولانی ممکن می‌سازد. روغنکاری و گریس‌کاری در واقع عملی است که برای کاهش اصطکاک دو سطح یا قطعه مکانیکی با به کار بردن مواد روغنی مناسب صورت می‌گیرد.

**روغن‌های صنعتی:** اصولاً روغن‌ها موادی هستند چرب و به طور کلی غیر محلول در آب که دامنه کاربرد وسیعی در صنعت پیدا کرده‌اند. این روغن‌ها از فراورده‌های مهم نفتی بوده که از تصفیه نفت خام و با تقطیر زغال سنگ به دست می‌آیند.

**گریس‌ها:** گریس‌ها مواد روغنی نیمه جامدی هستند که در صنعت برای روانکاری قطعات استفاده می‌شوند. ویژگی خاص گریس‌ها آن است که در موقع عمل روانکاری نرم هستند و پس از آنکه ساکن می‌مانند دوباره سفت می‌شوند. در نتیجه در محلی که به کار می‌روند مانند روغن‌های سیال چکه نمی‌کنند. گریس‌ها معمولاً مخلوطی از روغن‌ها و صابون هستند که در درجه حرارت بالا تجزیه نمی‌شوند و مزیت خاصی دارند که پس از تزریق به یاتاقان‌ها و خروج از فضای خالی بین آنها مقداری گریس بیرون می‌زند و سخت می‌شود که این امر مانع از ورود گرد و خاک به آن می‌شود.

### ۳- سیستم‌های هیدرولیک

هیدرولیک مبحثی است که درباره چگونگی انرژی نهفته در مایعات تحت فشار برای انتقال نیرو صحبت می‌کند. بسیاری از تجهیزات صنعتی و معدنی دارای سیستم‌های هیدرولیکی و اجزاء آن می‌باشد با توجه به مزایای خاصی که در سیستم‌های هیدرولیکی قرار دارد دامنه کاربرد آنها روز به روز وسیع‌تر می‌شود. هر سیستم هیدرولیک برای انجام عمل مورد نظر، حفاظت سیستم و کنترل آن به تجهیزاتی نیاز دارد که عبارتند از مخزن روغن، لوله‌های حامل جریان روغن، منبع نیرو یا پمپ و موتورها و شیرهای هیدرولیکی.

**جدول ۹- برخی از معایبی که ممکن است در سیستم‌های هیدرولیک تجهیزات طبقه‌بندی و پرعیارسازی در حین کار ایجاد گردد.**

<ul style="list-style-type: none"> <li>■ پارگی شلنگ‌های روغن سرندهای لرزان</li> <li>■ پمپ‌های هیدرولیکی به خوبی کار نکنند.</li> </ul>	<p>سرندها</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ جابجایی شدن الکتروود دستگاه‌های الکتریکی</li> <li>■ تغییر شیب، کج شدگی و یا قُر شدن صفحات و یا درام دستگاه</li> <li>■ پوسیدگی در بدنه، صفحات و یا درام‌های دستگاه</li> <li>■ عدم وجود گاردهای محافظ در جای خود</li> <li>■ ناخوانا بودن علائم هشدار دهنده روی دستگاه</li> </ul>	<p>جدا کننده‌های مغناطیسی و الکتریکی</p>

#### ۴- سیستم انتقال قدرت

به منظور انتقال قدرت به طور مطمئن و اقتصادی از موتور تولید کننده نیرو به سایر قسمت‌های ماشین آلات تجهیزات از سیستم های انتقال قدرت استفاده می‌شود. برخی از مهم‌ترین این سیستم‌های انتقال قدرت عبارتند از:

جدول ۱۰- سیستم‌های انتقال قدرت

شکل	کاربرد	سیستم های انتقال قدرت
	<p>در شرایطی که فاصله دو محور زیاد و نیرو انتقالی محدود باشد.</p>	<p>چرخ تسمه</p>
	<p>در شرایطی که محیط مرطوب و گرم باشد بجای تسمه از زنجیر چرخ استفاده می‌شود.</p>	<p>زنجیر چرخ</p>
	<p>در شرایطی که فاصله دو محور کم باشد و نیاز به انتقال قدرت زیادی باشد از چرخ دنده استفاده می‌شود.</p>	<p>چرخ دنده</p>

جدول ۱۱ - برخی از معایبی که ممکن است در سیستم های انتقال قدرت در تجهیزات طبقه بندی و پرعیار سازی در حین کار ایجاد گردد.

سرندها	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ شل شدن تسمه</li> <li>■ پاره شدن و یا دنده دنده شدن تسمه</li> </ul>
جدا کننده های مغناطیسی و الکتریکی	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ شکستن و یا ساییده شدن چرخ دنده ها</li> <li>■ پارگی و یا شل شدن تسمه ها</li> </ul>

### ۵- سیستم های الکتریکی

بسیاری از وسایل و تجهیزات صنعتی و معدنی با استفاده از سیستم های الکتریکی کار می کنند. برخی از مهم ترین تجهیزات سیستم های الکتریکی مورد استفاده در ماشین آلات پرعیار سازی عبارتند از: باتری، دینام، فیوز و کلیدها، الکتروموتور، سیم و کابل و ...

در جدول ۱۲، برای هر یک از ماشین آلات پرعیار سازی، معایب و مشکلاتی که فکر می کنید ممکن است در سیستم های الکتریکی شان به وجود آید را بنویسید.

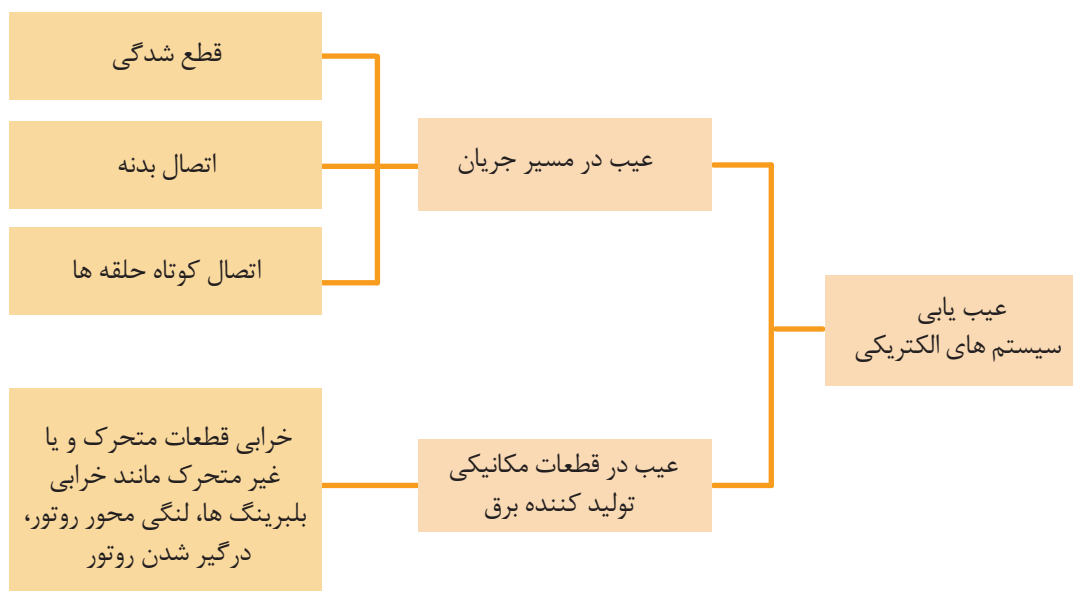
جدول ۱۲ - برخی از معایبی که ممکن است در ساختمان و یا شاسی تجهیزات طبقه بندی و پرعیار سازی در حین کار ایجاد گردد.

سرندها	
کلاسیفایرها	
سیکلون ها	
جدا کننده های مغناطیسی و الکتریکی	

بارش  
فکری



برای تشخیص عیب در سیستم‌های الکتریکی روش‌های مختلفی وجود دارد. برخی عیب‌ها را فقط با مشاهدات عینی می‌توان تشخیص داد و تعدادی دیگر را از روی تغییر خصوصیات الکتریکی و عده‌ای را با صدای مخصوصی که در هنگام کار تولید می‌کند تشخیص می‌دهند. به‌طور کلی هر وسیله الکتریکی می‌تواند دو عیب عمده پیدا کند:



شکل ۴۳- عیب‌یابی سیستم‌های الکتریکی

**انجام عملیات سرویس و نگهداری ماشین‌آلات و تجهیزات جدایش فیزیکی مواد معدنی**  
 کار عملی ۱: از یک واحد فراوری مواد معدنی بازدید کنید و از نحوه نگهداری تجهیزات پرعیارسازی توسط اپراتور دستگاه گزارشی تهیه نمایید.

#### شرح فعالیت:

گزارش می‌بایست شامل نگهداری موارد زیر باشد.

- ۱- شاسی، بدنه و اسکلت دستگاه
  - ۲- سیستم روغنکاری و گریسکاری
  - ۳- سیستم‌های هیدرولیک
  - ۴- سیستم انتقال قدرت
  - ۵- سیستم‌های الکتریکی
- مواد و ابزار: نوشت افزار، دوربین عکاسی

فعالیت  
کارگاهی



تجهیزات حفاظت فردی، رعایت نکات ایمنی کارگاه

نکات  
ایمنی





خوب گوش دادن، یادگیری، جمع آوری اطلاعات.

ارزشیابی مرحله‌ای: سرویس و نگهداری دستگاه‌های جدایش فیزیکی مواد معدنی

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری / نمره‌دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	کنترل ۱- شاسی، بدنه و اسکلت دستگاه، ۲- سیستم روغنکاری و گریسکاری، ۳- سیستم‌های هیدرولیک، ۴- سیستم انتقال قدرت، ۵- سیستم‌های الکتریکی و تفکیک معایب جزئی، غیراساسی و اساسی تجهیزات پرعیارسازی با رعایت کلیه نکات ایمنی و رفع عیب معایب جزئی.	بالاتر از حد انتظار	مکان: کارگاه تجهیزات: انواع دستگاه‌های جدایش فیزیکی مواد مصرفی: گریس و روغن و قطعات یدک زمان: ۳۰ دقیقه
۲	کنترل ۱- شاسی، بدنه و اسکلت دستگاه، ۲- سیستم روغنکاری و گریسکاری، ۳- سیستم‌های هیدرولیک، ۴- سیستم انتقال قدرت، ۵- سیستم‌های الکتریکی و تفکیک معایب جزئی، غیراساسی و اساسی تجهیزات پرعیارسازی.	درست	
۱	کنترل ۱- شاسی، بدنه و اسکلت دستگاه، ۲- سیستم روغنکاری و گریسکاری، ۳- سیستم‌های هیدرولیک، ۴- سیستم انتقال قدرت، ۵- سیستم‌های الکتریکی.	ناقص	

ارزشیابی شایستگی‌های غیر فنی و ایمنی و بهداشت و توجهات زیست‌محیطی

نمره	نمره‌دهی	نتایج ممکن	شرایط عملکرد
۳	-	-	مکان: کارگاه تجهیزات: انواع دستگاه‌های جدایش فیزیکی مواد مصرفی: گریس و روغن و قطعات یدک زمان: ۳۰ دقیقه
۲	دقت- صحت- مسئولیت پذیری در انجام کارها	قابل قبول	
۱	عدم توجه به موارد فوق	ناقص	





## ارزشیابی شایستگی جدایش فیزیکی مواد معدنی

### شرح کار:

- ۱- راه اندازی انواع سرندها- کلاسیفایرها- هیدروسیکلون ها و سیکلون ها - نوار مغناطیسی و نوار الکترواستاتیکی و الکتریکی طبق دستورالعمل های مربوطه- کنترل بار ورودی و خروجی مناسب - کنترل زاویه بار ورودی- نحوه توزیع بار مناسب به دستگاه- کنترل دبی هوا و یا آب ورودی به دستگاهها
- ۲- روغن و گریس کاری قطعات - تعویض قطعات مستهلک دستگاه های فوق الذکر

### استاندارد عملکرد:

جدایش فیزیکی مواد معدنی از طریق سرندها، کلاسیفایرها، سیکلون ها و هیدروسیکلون ها، جداکننده های مغناطیسی، جداکننده های الکترو استاتیکی و الکتریکی در چارچوب دستورالعمل های مربوطه در هر مرحله

### شاخص ها:

طرز کار با انواع دستگاه های جدایش فیزیکی  
سرویس و نگهداری انواع دستگاه های جدایش فیزیکی

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

فضای کار: کارخانه فرآوری  
تجهیزات: انواع (سرندها، کلاسیفایرها، هیدروسیکلون ها و سیکلون ها، جداکننده های ( مغناطیسی- الکترواستاتیکی و الکتریکی- ابزار آلات)  
مواد مصرفی: گریس- روغن- قطعات یدکی دستگاه های فوق الذکر  
زمان: ۱۲۰ دقیقه

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	جداسازی به وسیله سرندها	۲	
۲	جداسازی به وسیله کلاسیفایرها، مایعات سنگین و واسطه سنگین	۱	
۳	جداسازی به وسیله سیکلون ها و هیدرو سیکلون ها	۱	
۴	جداسازی به روش مغناطیسی	۱	
۵	جدا سازی به روش میدان الکتریکی و الکترواستاتیکی	۱	
۶	سرویس دستگاه های جدایش فیزیکی	۱	
	شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: موارد ایمنی، دقت- صحت- مسئولیت پذیری.	۲	
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.