

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰى مُحَمَّدٍ وَّآلِ مُحَمَّدٍ وَّعَجِّلْ فَرَجَهُمْ



خرد کردن، تفکیک و آماده‌سازی مواد معدنی

رشته معدن

گروه مواد و فراوری

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه یازدهم دوره دوم متوسطه





وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



- نام کتاب: خرد کردن، تفکیک و آماده‌سازی مواد معدنی - ۲۱۱۵۴۴
- پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش
- شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: عباس شرفی، هانی محمدیانی، مهدی حمیدی، حسن مخلصیان، حسین نیازی و محمدرضا شمس‌الدینی (اعضای شورای برنامه‌ریزی) - عباس شرفی، هانی محمدیانی، مهدی حمیدی و حسن مخلصیان (اعضای گروه تألیف)
- مدیریت آماده‌سازی هنری: اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- شناسه افزوده آماده‌سازی: جواد صفری (مدیر هنری) - مریم دهقان‌زاده (صفحه‌آرا) - فاطمه باقری مهر، فاطمه صغری ذوالفقاری، مهدی علی پور، فریبا سیر و زهرا لونی (امور آماده‌سازی)
- نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
- تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
- وب‌گاه: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
- ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (دارو پخش)
- تلفن: ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹
- چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
- سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ اول ۱۴۰۵

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



ملت شریف ما اگر در این انقلاب بخواهد پیروز شود باید دست از آستین
برآرد و به کار بپردازد. از متن دانشگاه‌ها تا بازارها و کارخانه‌ها و مزارع و
باغستان‌ها تا آنجا که خودکفا شود و روی پای خود بایستد.
امام خمینی (قَدِّسَ سِرُّهُ)

پودمان ۱: حمل و سنگ جوری مواد معدنی	۱
واحد یادگیری ۱- شایستگی تفکیک و حمل مواد معدنی	۲
واحد یادگیری ۲- شایستگی سنگ جوری	۱۵
پودمان ۲: مطالعات آزمایشگاهی بر روی نمونه‌های مواد معدنی	۲۵
واحد یادگیری ۱- شایستگی آماده‌سازی نمونه‌های مواد معدنی	۲۶
واحد یادگیری ۲- شایستگی توزین نمونه‌ها	۳۹
پودمان ۳: خردایش مواد معدنی	۴۹
واحد یادگیری ۱- شایستگی خردایش مواد معدنی	۵۰
واحد یادگیری ۲- شایستگی اپراتوری دستگاه سنگ شکن	۶۶
پودمان ۴: نرمایش مواد معدنی	۸۷
واحد یادگیری ۱- شایستگی نرمایش مواد معدنی	۸۸
واحد یادگیری ۲- شایستگی اپراتوری دستگاه آسیا	۱۰۴
پودمان ۵: بسته‌بندی محصولات معدنی	۱۲۳
واحد یادگیری ۱- شایستگی بسته‌بندی محصول	۱۲۴
واحد یادگیری ۲- شایستگی حمل و نقل محصولات معدنی	۱۳۸
منابع	۱۵۸

این کتاب در سال‌های ۱۴۰۲ و ۱۴۰۳ از منظر چهار گروه از دنیای کار (کارفرمایان بزرگ، خبرگان حرفه‌ای، فروشندگان خدمات و کالا و انجمن‌های حرفه‌ای) و چهار گروه از دنیای آموزش (هنرآموزان خبره، مربیان سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای، هنرجویان پایه دوازدهم و فارغ‌التحصیلان شاغل) مورد ارزشیابی کشوری قرار گرفت و نتایج آن در محتوی اعمال گردید.

سخنی با هنرآموزان گرامی

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی رشته معدن و براساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. کتاب حاضر از مجموعه کتاب‌های کارگاهی می‌باشد که برای سال یازدهم تدوین و تألیف گردیده است این کتاب دارای پنج پودمان است و شرط لازم برای کسب شایستگی در هر پودمان، کسب شایستگی در هر دو واحد یادگیری آن پودمان است. در صورت احراز نشدن شایستگی در هر یک از واحدهای یادگیری پس از ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی دوباره تا پایان سال تحصیلی وجود دارد. ارزشیابی هر واحد یادگیری نیز از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی فنی تشکیل شده است و شرط لازم برای محاسبه این دو بخش، کسب شایستگی در بخش شایستگی‌های غیرفنی است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساختاریافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست‌محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزای بسته آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو، نرم‌افزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام کار واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته یادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. رعایت ایمنی و بهداشت، شایستگی‌های غیرفنی و مراحل کلیدی براساس استاندارد از ملزومات کسب شایستگی می‌باشند. کتاب شامل پودمان‌های ذیل است :

پودمان اول : با عنوان «حمل و سنگ جوری مواد معدنی» در واحد یادگیری اول تفکیک و حمل مواد معدنی و در واحد یادگیری دوم سنگ جوری شرح و آموزش داده شده است.

پودمان دوم : عنوان «مطالعات آزمایشگاهی بر روی نمونه‌های مواد معدنی» در واحد یادگیری اول آماده‌سازی نمونه‌های مواد معدنی و در واحد یادگیری دوم توزین نمونه‌ها آموزش داده شده است.

پودمان سوم : دارای عنوان «خردایش مواد معدنی» است. در این واحد یادگیری اول شایستگی خردایش مواد معدنی و در واحد یادگیری دوم اپراتوری دستگاه سنگ شکن آموزش داده شده است.

پودمان چهارم : «نرمایش مواد معدنی» نام دارد. که در واحد یادگیری اول شایستگی نرمایش مواد معدنی و در واحد یادگیری دوم اپراتوری دستگاه آسیا آموزش داده شده است.

پودمان پنجم : با عنوان «بسته‌بندی محصولات معدنی» است که در واحد یادگیری اول شایستگی بسته‌بندی محصول و در واحد یادگیری دوم حمل و نقل محصولات معدنی آموزش داده شده است.

امید است که با تلاش و کوشش شما همکاران گرامی اهداف پیش‌بینی شده برای این درس محقق گردد.

دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی و حرفه‌ای و کاردانش



شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری‌ها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامه تغییرات پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی باز طراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی به‌طور استاندارد و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی - حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته شده است:

۱- شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند شایستگی خردایش و نرمایش مواد معدنی

۲- شایستگی‌های غیر فنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه

۳- شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم‌افزارها

۴- شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر

بر این اساس دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است.

این درس، اولین درس شایستگی‌های فنی و کارگاهی سال یازدهم رشته معدن که ویژه این رشته تألیف شده است. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و حرفه‌ای شما بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید: تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی خردکردن، تفکیک و آماده‌سازی مواد معدنی شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای دو واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. شرط لازم برای کسب شایستگی در هر پودمان، کسب شایستگی در هر دو واحد یادگیری آن پودمان است. در صورت احراز نشدن شایستگی در یک یا هر دو واحد یادگیری پس از ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی دوباره تا پایان سال تحصیلی وجود دارد. این درس شامل پنج پودمان است. شرط لازم برای کسب شایستگی در هر پودمان کسب شایستگی در هر دو واحد یادگیری آن پودمان است. در صورت احراز نشدن شایستگی در هر یک واحدهای یادگیری پس از ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی دوباره تا پایان سال تحصیلی وجود دارد. ارزشیابی هر واحد یادگیری نیز از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی فنی تشکیل شده است و شرط لازم برای محاسبه این دو بخش، کسب شایستگی در بخش شایستگی‌های غیر فنی است.

همچنین علاوه بر کتاب درسی شما امکان استفاده از سایر اجزای بسته آموزشی که برای شما طراحی و تألیف شده است، وجود دارد. یکی از این اجزای بسته آموزشی کتاب همراه هنرجو می‌باشد که برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب درسی باید استفاده نمایید. کتاب همراه خود را می‌توانید هنگام آزمون و فرایند ارزشیابی نیز همراه داشته باشید. سایر اجزای بسته آموزشی دیگری نیز برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وبگاه رشته خود با نشانی www.oerp.ir می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیر فنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط‌زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید. رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است؛ لذا توصیه‌های هنرآموز محترمانه در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام کارها را جدی بگیرید.

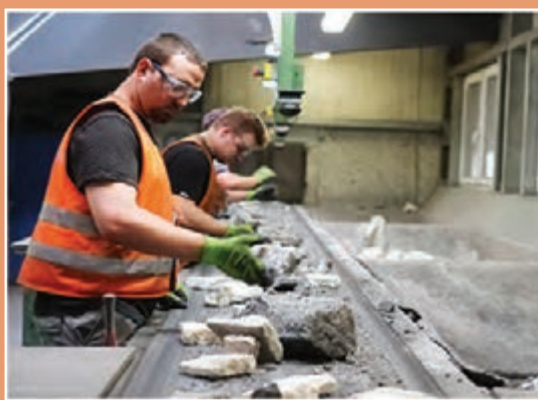
امیدوارم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثر شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش



پودمان ۱

حمل و سنگ جوری مواد معدنی



محتوا برای ایجاد انگیزه

امروزه با توجه به نیاز گسترده جهان به مواد معدنی، لازم است تا این مواد به سریع‌ترین و کم‌هزینه‌ترین شکل ممکن به بازار مصرف ارسال گردند. برای این جابه‌جایی آشنایی با انواع سیستم‌های حمل‌ونقل و نحوه جابه‌جایی مواد معدنی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از طرف دیگر لازم است تا مواد معدنی قبل از جابه‌جایی به‌خوبی از باطله‌های همراهشان جدا شوند که ابتدایی‌ترین روش جهت این جدایش استفاده از روش‌های سنگ‌جوری است.

واحد یادگیری ۱

شایستگی تفکیک و حمل مواد معدنی

مقدمه

در این مبحث به بررسی روش‌های ایجاد راه جهت دسترسی به ماده معدنی و حمل و جابه‌جایی آن توسط ماشین‌آلات مختلف تا دپوی معدن می‌پردازیم. همچنین نحوه دپوی مواد معدنی و باطله‌ها یکی از مباحث مهم در معدن کاری است که می‌باید قبل از شروع عملیات استخراج، طراحی‌های لازم در مورد آنها انجام گیرد و پس از شروع عملیات معدن کاری براساس آن، دپو کردن ماده معدنی و باطله‌ها انجام گردد.

استاندارد عملکرد

تفکیک و حمل مواد معدنی و باطله با به‌کارگیری ماشین‌آلات حمل‌ونقل و در چارچوب طرح استخراج معدن و زیر نظر مدیر مربوطه و با رعایت دستورالعمل‌های حمل‌ونقل انجام می‌شود. مراحل انجام این کار عبارت است از: ۱- تکمیل راه‌های حمل‌ونقل ۲- استخراج و تفکیک مواد معدنی و باطله ۳- حمل‌ونقل مواد معدنی و باطله.

روش های حمل و نقل مواد معدنی

برای استخراج ماده معدنی لازم است تا با ایجاد راه به ماده معدنی دسترسی پیدا کرد که به این کار پیشروی در معدن گویند.

جهت ایجاد راه با توجه به توپوگرافی منطقه طراحی های لازم صورت گرفته و براساس آن راه احداث می شود. در نهایت با استفاده از این راه می توان مواد معدنی را استخراج و به محل دپوی ماده معدنی در محدوده معدن منتقل نمود. در ادامه تصاویری از راه های دسترسی به ماده معدنی نمایش داده شده است.

فکر می کنید چه راه هایی برای حمل مواد استخراج شده از داخل کارگاه معدن به بیرون وجود دارد؟

بارش فکری



تصاویری از این راه ها تهیه و در کلاس ارائه نمایید (شکل ۱).



انتقال ماده معدنی از کارگاه
استخراج به دپوی معدن





شکل ۱- راه‌های دسترسی و حمل مواد معدنی

برخی از ماشین‌آلاتی که جهت حمل مواد معدنی به بیرون از کارگاه استخراج استفاده می‌شوند به شرح ذیل است (شکل ۲):

نام وسیله حمل	نوع معدن	تصویر وسیله حمل
ناو زنجیری	زیرزمینی	
دامپتراک	رو باز	
نوار نقاله	رو باز و زیرزمینی	

	زیرزمینی	شاتل
	رو باز و زیرزمینی	واگن
	زیرزمینی	قفس

شکل ۲

با بررسی منابع، تحقیق نمایید چه وسایل دیگری در معادن جهت حمل و نقل مواد معدنی استفاده می‌شوند؟ موارد را به جدول شکل ۲ اضافه نمایید و تصاویری از آنها نیز تهیه نمایید.

پژوهش



فعالیت
کارگاهی



ایجاد راه جهت استخراج و حمل مواد معدنی

کار عملی ۱: بازدید گروهی از یک کارگاه استخراج معدن و تهیه گزارش همراه با تصویر از نحوه ایجاد راه جهت استخراج و حمل مواد معدنی.

شرح فعالیت: لازم است هنرجویان به گروه‌های ۳ نفره تقسیم شوند و هر گروه با کار تیمی موارد زیر را در گزارش خود ارائه نمایند:

۱ مشخصات راه از جمله: عرض و شیب جاده.

۲ ماشین‌آلات مورد استفاده جهت احداث راه.

۳ ماشین‌آلات مورد استفاده جهت حمل و نقل مواد معدنی.

کار عملی ۲: هریک از هنرجویان در خصوص کاربرد و نحوه استفاده یکی از ماشین‌آلات احداث راه و حمل و نقل معدنی گزارشی همراه با تصاویر و فیلم آماده و در کلاس ارائه نماید.

مواد و ابزار: کاغذ، قلم، دوربین عکاسی و فیلم‌برداری، کمپاس

نکات ایمنی: استفاده از لباس کار و سایر تجهیزات حفاظت فردی مورد نیاز در کارگاه

اخلاق حرفه‌ای: رها نکردن زباله و روغن در محیط زیست، مسئولیت‌پذیری در استفاده از تجهیزات

خصوصیات فیزیکی مواد معدنی و باطله

■ **ماده معدنی:** به مجموعه‌ای از مواد طبیعی که از یک یا چند کانی تشکیل شده و استخراج آن دارای ارزش اقتصادی می‌باشد، ماده معدنی گویند.

■ **باطله:** برخی از کانی‌هایی را که همراه ماده معدنی بوده ولی دارای ارزش اقتصادی نمی‌باشد، باطله گویند. در هنگام استخراج مواد معدنی لازم است استخراج به نحوی انجام شود تا حداقل باطله همراه با ماده معدنی استحصال گردد. جهت انجام بهینه این کار شناخت خصوصیات فیزیکی ماده معدنی و باطله بسیار ضروری است.

برخی از خصوصیات فیزیکی مواد معدنی

ماده معدنی / خواص فیزیکی	سنگ آهن	مس	سرب و روی	زغال سنگ
جلا	فلزی	فلزی	فلزی	غیرفلزی
رنگ	سیاه (مگنتیت) و قرمز (هماتیت)	مسی (مس خالص)، مالاکیت (سبز)، آزوریت (آبی)، بورنیت (مشکی) و ...	سیاه براق (گالن)، سیاه براق (اسفالریت)، سفید گچی یا خاکستری (همی مورفیت) یا رگه‌های قرمز رنگ	سیاه براق (آنتراسیت)
وزن مخصوص	زیاد (۴ تا ۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب)	زیاد (۳ تا ۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب)	زیاد (۶ تا ۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب)	کم (۱ تا ۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب)

در تصاویر زیر برخی از مواد معدنی و سنگ در برگیرنده آنها (باطله) نشان داده شده‌اند (شکل ۳).

نام ماده معدنی	تصویر ماده معدنی
مس (مالاکیت، سبز و آزوریت، آبی رنگ)	

	سنگ آهن
	لایه زغال سنگ
	اسفالریت (روی)
	طلا
	سرب و روی

شکل ۳

روش‌های تفکیک و استخراج مواد معدنی و باطله

با توجه به خصوصیات فیزیکی مواد معدنی نحوه تفکیک و استخراج آنها از باطله می‌تواند تغییر یابد، برخی از این موارد عبارت‌اند از:

۱- تفکیک و استخراج توسط ماشین‌آلات (بیل مکانیکی، لودر، شاول و ...): هرگاه ماده معدنی به شکل توده‌ای بزرگ و یا لایه‌هایی با ضخامت زیاد باشد می‌توان برای تفکیک آنها از این نوع ماشین‌آلات استفاده کرد (شکل ۴).



شکل ۴- تفکیک و استخراج توسط ماشین‌آلات معدنی

۲- تفکیک و استخراج با استفاده از اختلاف وزن مخصوص ماده معدنی و باطله (لاوک شویی): در مواردی که ماده معدنی به صورت قطعات کوچک و دارای اختلاف وزن مخصوص با باطله باشد از این روش استفاده می‌شود. مانند: استخراج طلا از رسوبات رودخانه‌ای (شکل ۵).



شکل ۵- تفکیک و جداسازی طلا از رسوبات رودخانه‌ای

۳- تفکیک و استخراج بر اساس اختلاف رنگ و جلا: مانند استخراج مواد معدنی رگه‌ای، خاک‌های صنعتی و ... (شکل ۶).



رگه‌های ماده معدنی
(سنگ آهن رگه‌ای)

شکل ۶- اختلاف رنگ رگه‌های ماده معدنی و باطله

فکر می‌کنید با توجه به اختلاف خصوصیات فیزیکی مواد معدنی و باطله به چه روش‌های دیگری می‌توان عملیات استخراج را انجام داد.

بارش فکری



تفکیک و استخراج براساس خصوصیات فیزیکی ماده معدنی
کار عملی: بازدید از کارگاه‌های استخراج (حداقل ۲ کارگاه) و مشاهده نحوه تفکیک و استخراج مواد معدنی

فعالیت
کارگاهی



شرح فعالیت: تهیه گزارشی با محتوای زیر:

- ۱ بیان خصوصیات فیزیکی ماده معدنی و باطله برای هر یک از معادن
- ۲ بیان روش تفکیک، استخراج و حمل مواد معدنی در هر یک از معادن
- ۳ مقایسه ماده معدنی (دو معدن) و روش‌های تفکیک و استخراج در آنها
- ۴ ارائه تصاویر مربوط به هر یک از معادن در گزارش

مواد و ابزار: کاغذ، قلم، دوربین عکاسی

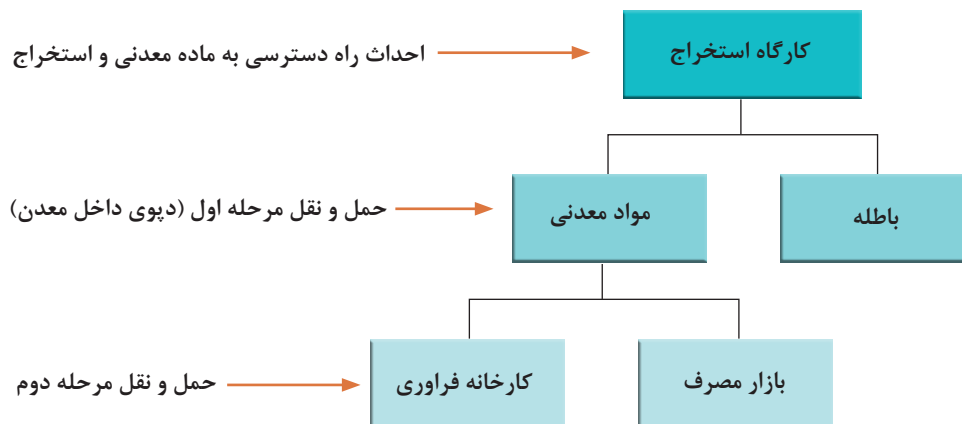
نکات ایمنی: استفاده از لباس کار و سایر تجهیزات فردی موردنیاز، رعایت نکات ایمنی کارگاه استخراج
اخلاق حرفه‌ای: مسئولیت‌پذیری و دقت در تشخیص خصوصیات فیزیکی مواد معدنی و روش استخراج

انواع ماشین آلات حمل مواد معدنی و کاربرد آنها

مواد معدنی پس از استخراج و تفکیک در محل دپو انباشته می‌شوند تا از آنجا به کارخانه فراوری و یا بازار مصرف حمل شوند. مسافت حمل و نقل مواد معدنی از کارگاه استخراج بستگی به محل دپو، کارخانه فراوری و بازار مصرف دارد. جهت حمل مواد معدنی به مسافت‌های طولانی نیاز به ماشین‌آلات و تجهیزاتی است که قابلیت حمل و نقل در راه‌های عمومی را داشته باشند و مشکلی برای سیستم‌های حمل و نقل عمومی ایجاد ننمایند.

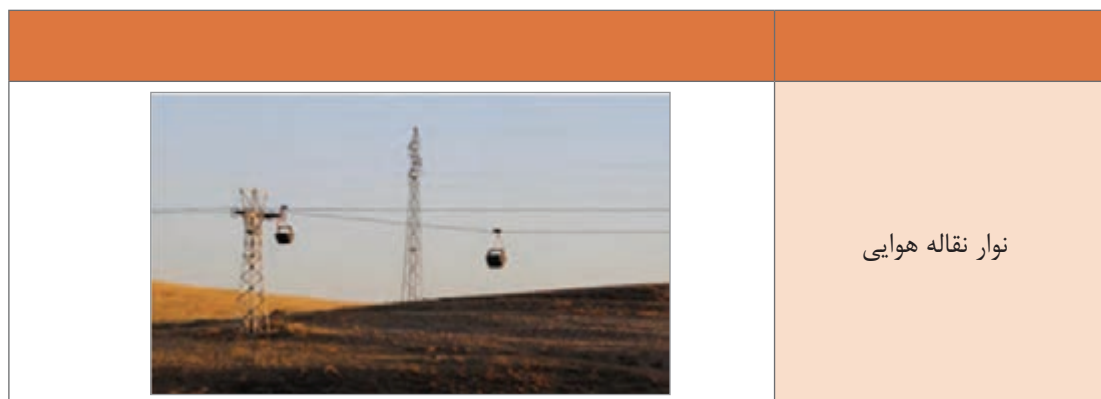
چرا ماشین‌آلات حمل و نقل معدنی، مجوز تردد در جاده‌های عمومی کشور را ندارند؟

بارش فکری



شکل ۷- دو مرحله از حمل و نقل مواد معدنی

برخی از وسایل و ماشین‌آلات حمل و نقل مواد معدنی از معدن به کارخانه‌های فراوری و یا بازار مصرف (شکل ۸).



	کامیون
	تریلی
	قطار و واگن‌های مخصوص حمل و نقل مواد معدنی

شکل ۸

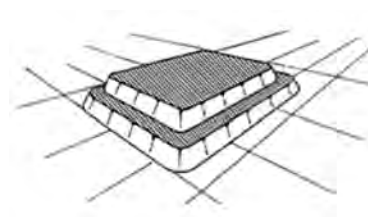
روش‌های دپو کردن مواد معدنی و باطله

پس از انجام عملیات استخراج مواد معدنی و باطله از جبهه کار معدن، به محل مناسبی انتقال داده و انباشته می‌شوند که به این محل دپو می‌گویند.

نوع دپو	علت دپو کردن
دپوی مواد معدنی	انباشت مواد معدنی با ارزش تا زمان ارسال به بازار مصرف و یا واحد فراوری
دپوی باطله	۱ کمترین آسیب را به محیط زیست وارد نمایند. ۲ ممکن است با پیشرفت تکنولوژی از این مواد مجدداً استفاده گردد. ۳ در محلی قرار گیرند تا با طرح توسعه آتی معدن مغایرتی نداشته باشند.

معمولاً دیوها به روش‌های ذیل طراحی و اجرا می‌شوند:

۱- **دیوی پله‌ای:** در این روش، ابتدا مواد معدنی و یا باطله با ارتفاع کم و در پایین‌ترین سطح بر روی زمین پخش می‌شوند و در مراحل بعدی مواد به صورت شیب‌دار بر روی اولین سطح قرار می‌گیرد و این روش تا انتها ادامه می‌یابد (شکل ۹).



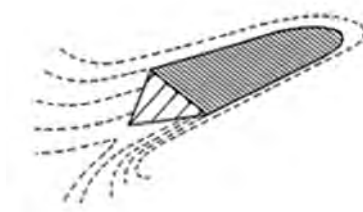
شکل ۹- دیوی پله‌ای

۲- **دیوی بالارو:** در این روش، مواد معدنی و یا باطله با یک شیب ثابت بر روی هم ریخته می‌شوند به طوری که در نهایت یک سطح با مقطع مثلثی شکل ایجاد می‌گردد (شکل ۱۰).



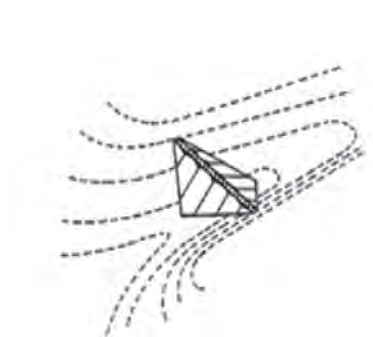
شکل ۱۰- دیوی بالارو

۳- **دیوی پرکننده طول دره:** در این روش، باطله‌ها درون دره‌ها ریخته می‌شوند به شکلی که دره به وسیله مواد باطله پر می‌شود (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- دیوی پرکننده طول دره‌ها

۴- دپوی قطع کننده عرض دره: در این روش، خطالرأس دیواره دپو عرض دره را قطع می کند و یک دیواره در آن ایجاد می نماید (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- دپوی قطع کننده عرض دره

عملیات حمل و نقل و دپوی ماده معدنی

کار عملی: بازدید از یک معدن و مشاهده عملیات دپوی مواد معدنی و باطله

شرح فعالیت: تهیه گزارشی با محتوای زیر:

۱ نحوه دپوی مواد معدنی در معدن.

۲ نحوه دپوی باطله در معدن.

۳ ارائه تصاویر مربوط به نحوه دپوی مواد معدنی و باطله در گزارش.

مواد و ابزار: کاغذ، قلم، دوربین عکاسی

نکات ایمنی: استفاده از لباس کار و سایر تجهیزات فردی مورد نیاز، رعایت نکات ایمنی کارگاه استخراج.

اخلاق حرفه ای: مسئولیت پذیری و دقت در تشخیص خصوصیات فیزیکی مواد معدنی و روش استخراج.



ارزشیابی شایستگی تفکیک و حمل مواد معدنی

شرح کار:

۱ نحوه به کارگیری ماشین آلات جهت احداث مسیر در جبهه کار جدید - به صورت ریلی - جاده ای - نوار نقاله - ناو زنجیری بر اساس دستورالعمل های راه سازی در معادن

۲ نحوه جداسازی ماده معدنی و باطله در سینه کار به صورت چشمی بر اساس خواص فیزیکی ماده معدنی - حمل باطله و ماده معدنی به محل از قبل طراحی شده و دیوی آن مطابق با طرح معدن.

استاندارد عملکرد:

تفکیک و حمل مواد معدنی با به کارگیری ماشین آلات معدن - حمل و نقل در چارچوب طرح استخراج معدن زیر نظر مدیریت با رعایت دستورالعمل های حمل و نقل.

شاخص ها:

۱ ایجاد راه در جبهه کار جدید.

۲ حمل و نقل ماده معدنی و باطله

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

فضای کار: محدوده معدن

تجهیزات: ماشین آلات راه سازی و معدنی صنعتی - دستورالعمل های حمل و نقل - طرح استخراج.

مواد مصرفی: آب - سوخت - مصالح ساختمانی.

زمان: ۷۵ دقیقه

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنجار
۱	تکمیل راه های حمل و نقل	۱	
۲	استخراج و تفکیک مواد معدنی و باطله	۲	
۳	حمل و نقل مواد معدنی و باطله	۱	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:*	۲	
	دقت، سرعت، موارد ایمنی، مسئولیت پذیری، مدیریت زمان.		
	میانگین نمرات**		

* شایستگی های غیر فنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارند؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی های فنی و مستمر است.

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

واحد یادگیری ۲ شایستگی سنگ جوری

مقدمه

یکی از ابتدایی‌ترین مراحل فراوری مواد معدنی عملیات سنگ جوری است که با استفاده از اختلاف خصوصیات فیزیکی کانی‌ها و باطله صورت می‌گیرد. در بسیاری از موارد اجرای عملیات سنگ جوری با استفاده از نیروی انسانی انجام می‌شود که داشتن تخصص و تجربه در این زمینه و شناخت کانی‌ها بسیار مؤثر است البته در مواردی از ماشین‌آلات نیز جهت سنگ جوری استفاده می‌شود که در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

استاندارد عملکرد

انجام عمل سنگ جوری بر اساس خصوصیات فیزیکی کانی‌ها و سنگ‌ها در چارچوب دستورالعمل سنگ جوری دستی و خودکار صورت می‌گیرد. مراحل انجام این کار عبارت است از: ۱- انجام جدایش دستی ۲- خرد کردن سنگ ۳- انجام جدایش به وسیله ماشین‌آلات و تجهیزات معدنی.

ویژگی‌ها و خواص فیزیکی سنگ‌ها

■ سنگ جوری:

ابتدایی‌ترین روش برای جدایش کانی از باطله سنگ جوری نام دارد. در این روش از خصوصیات فیزیکی جهت تشخیص کانی‌ها و تفکیک آنها از باطله استفاده می‌شود. فکر می‌کنید در این روش از کدام خصوصیات فیزیکی کانی‌ها می‌توان استفاده نمود؟ چند مورد از آنها را نام ببرید (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- سنگ جوری دستی بر روی سرند گریزلی قبل از ورود به مرحله خردایش

خواص فیزیکی کانی‌ها که در سنگ جوری می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد عبارت‌اند از:

■ **رنگ کانی:** عبارت است از آنچه تحت عنوان رنگ از ظاهر کانی توسط چشم دیده می‌شود. به عنوان مثال سیاه برای زغال و مگنتیت، زرد برای گوگرد، قرمز برای هماتیت.

■ **جلا:** کیفیت انعکاس نور از سطح کانی را جلا گویند. جلا به ظاهر سطح کانی مربوط است.

■ **سختی:** مقاومت کانی در برابر خراشیده شدن با اجسام دیگر

■ **وزن مخصوص:** وزن یک کانی نسبت به حجم آن.

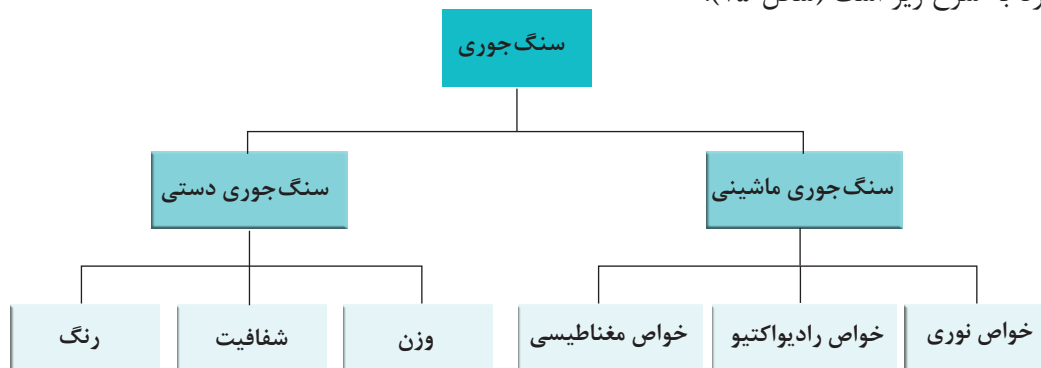
■ **خواص رادیواکتیو:** برخی از کانی‌ها حاوی مواد رادیواکتیو و پرتوزایی مانند اورانیوم و توریم هستند که با استفاده از دستگاه‌های نشانگر مواد پرتوزا می‌توان آنها را تشخیص داد.

■ **خواص مغناطیسی:** از اختلاف خواص فیزیکی کانی‌ها، می‌توان برای جدایش آنها استفاده کرد. به‌عنوان مثال مگنتیت دارای خاصیت مغناطیسی است و می‌توان جهت جدایش از این خاصیت استفاده نمود (شکل ۱۴).

معرفی خواص فیزیکی برخی از مهم‌ترین کانی‌ها جهت عملیات سنگ‌جوړی

خواص فیزیکی	کانی	خواص فیزیکی	کانی
رنگ: معمولاً سفید، زرد، خاکستری سختی: ۱/۵-۲ جلا: ابریشمی وزن مخصوص: حدود ۲	ژیپس (گچ)	رنگ: سیاه، قهوه‌ای تیره سختی: ۳/۵ تا ۴ جلا: رزینی وزن مخصوص: ۴	اسفالریت (روی)
رنگ: بی‌رنگ، سفید، صورتی، خاکستری سختی: ۷ جلا: شیشه‌ای وزن مخصوص: حدود ۲/۵	کوارتز (سیلیس)	رنگ: طلایی سختی: ۳/۵ تا ۴ جلا: فلزی وزن مخصوص: ۴/۵	کالکوپریت (مس و آهن)
رنگ: سفید متمایل به سبز سختی: ۱ جلا: چرب و روغنی (صابونی) وزن مخصوص: ۲/۵ تا ۳	تالک	رنگ: سیاه سختی: ۵/۵ جلا: فلزی وزن مخصوص: ۵/۲	مگنتیت (آهن)
رنگ: سبز، قرمز، زرد، آبی سختی: ۲/۵ تا ۳ جلا: ابریشمی وزن مخصوص: ۲ تا ۴	آزبست	رنگ: سبز سختی: ۴ جلا: شیشه‌ای، چرب وزن مخصوص: ۴	مالاکیت (مس)
رنگ: خاکستری سربی سختی: ۲/۵ تا ۳ جلا: فلزی وزن مخصوص: ۷/۵	گالن (سرب)	رنگ: آبی لاجوردی سختی: ۳/۵ جلا: شیشه‌ای، چرب وزن مخصوص: ۴	آزوریت (مس)

عملیات سنگ جوری بر اساس نوع خاصیت فیزیکی کانی‌ها و تفاوت خواص فیزیکی آنها با باطله همراهشان می‌تواند به صورت دستی و یا با استفاده از ماشین‌آلات سنگ جوری انجام پذیرد. دسته‌بندی برخی از این موارد به شرح زیر است (شکل ۱۵):



شکل ۱۵

عملیات جدایش دستی سنگ‌ها

کار عملی ۱: بازدید گروهی از یک دپوی مواد معدنی یا عملیات سنگ جوری و مشاهده جداسازی باطله از مواد معدنی و تهیه گزارش و ارائه در کلاس.

شرح فعالیت: لازم است گزارش بازدید شامل موارد زیر باشد:

- ۱ تفکیک روش‌های دستی و ماشینی سنگ جوری انجام شده.
- ۲ تشریح نحوه انجام عملیات سنگ جوری.
- ۳ تهیه تصاویر و فیلم.
- ۴ ارائه نتایج در کلاس.
- ۵ بحث و بررسی در خصوص نحوه انجام عملیات سنگ جوری.

کار عملی ۲

(با توجه به امکانات در کارگاه هنرستان و یا محل دپوی ماده معدنی)، هنرجویان در گروه‌های سه نفره عملیات جداسازی کانی‌ها از باطله را تمرین نمایند.

شرح فعالیت:

- ۱ تشخیص کانی و باطله از هم.
- ۲ تعیین خصوصیات فیزیک کانی‌ها و باطله.
- ۳ تشخیص و بیان تفاوت‌های خصوصیات فیزیک کانی‌ها و باطله.
- ۴ تعیین بهترین روش سنگ جوری.
- ۵ انجام عملیات سنگ جوری بر اساس خواص فیزیکی.



جدایش سنگ‌ها بر اساس رنگ



مواد و ابزار: کاغذ، قلم، دوربین عکاسی.

نکات ایمنی: استفاده از لباس کار و سایر تجهیزات فردی مورد نیاز، رعایت نکات ایمنی کارگاه.
اخلاق حرفه‌ای: مسئولیت‌پذیری و دقت در تشخیص خصوصیات فیزیکی مواد معدنی.

روش‌های خرد کردن دستی سنگ‌ها

خرد کردن سنگ به صورت دستی به منظور جدایش باطله از ماده معدنی به روش فیزیکی بوده تا تغییری در ماهیت شیمیایی ماده معدنی صورت نگیرد. با انجام عملیات سنگ جوری می‌توان عیار ماده معدنی را تا حد قابل توجهی افزایش داد. این عمل توسط کارگر با استفاده از چکش و پتک انجام می‌گیرد (شکل‌های ۱۶ و ۱۷).



چکش و پتک معدنی



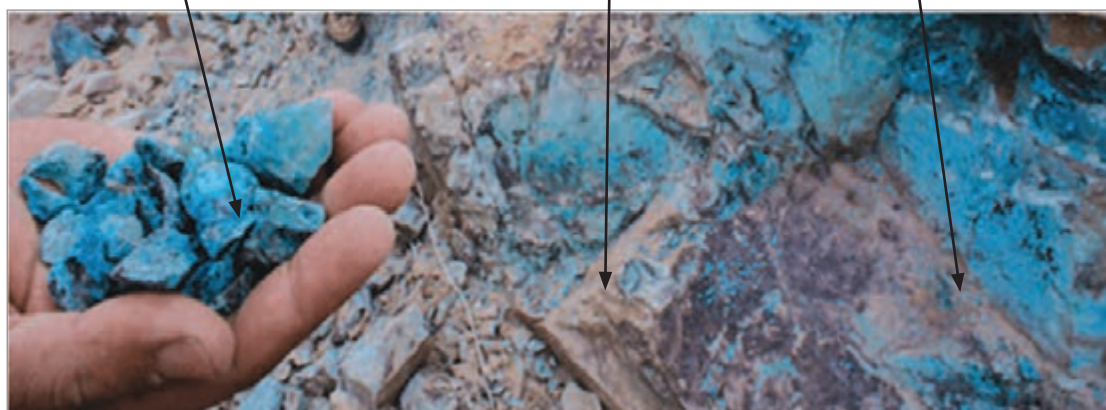
چکش زمین‌شناسی

شکل ۱۶

کانی‌های مس خرد و تفکیک شده

باطله

کانی مس



شکل ۱۷- جداسازی مواد معدنی از باطله



خرد کردن نمونه‌ها

کار عملی: در محوطه هنرستان با استفاده از سنگ‌های دارای حداقل دو رنگ متفاوت جهت انجام خردایش دستی برای جدایش سنگ‌ها بر اساس رنگ (با فرض اینکه یکی از رنگ‌ها ماده معدنی و دیگری رنگ باطله باشد).

شرح فعالیت:

۱ تعیین کانی و باطله و تفاوت‌های فیزیکی آنها.

۲ خرد کردن سنگ‌ها با استفاده از پتک و چکش.

۳ تفکیک کانی‌ها و باطله از هم.

۴ پاک‌سازی محیط کار پس از اتمام آن.

مواد و ابزار: تجهیزات حفاظت فردی، پتک، چکش، قلم تیزبر

نکات ایمنی: استفاده از دستکش، عینک، کلاه، کفش و لباس ایمنی و سایر تجهیزات فردی مورد نیاز، مراقبت در هنگام کار با چکش و پتک.

اخلاق حرفه‌ای: دقت در تشخیص خصوصیات فیزیکی مواد معدنی و خردایش صحیح، نظافت محیط کار در پایان عملیات.

سنگ جوری خودکار

■ جدایش با ماشین‌آلات:

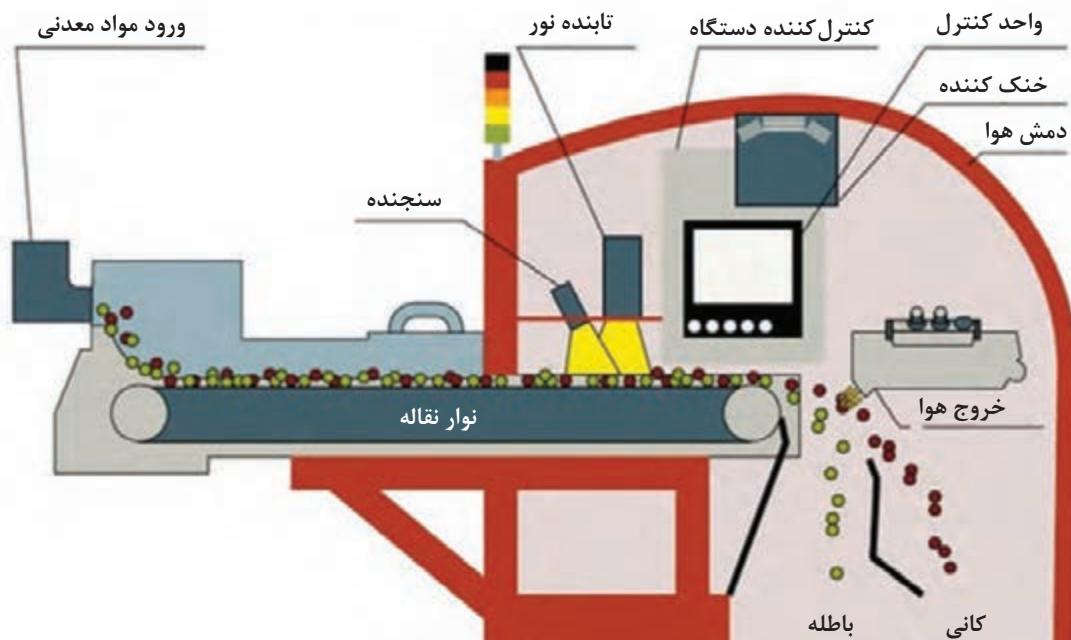
خرد کردن سنگ و جدایش آن با استفاده از ماشین‌آلات و ابزارآلات مختلفی انجام می‌گیرد زیرا برای افزایش میزان تولید، بهره‌وری بهینه از زمان، دقت در جدایش ماده معدنی از باطله و کاهش هزینه استفاده از ماشین‌آلات و تجهیزات معدنی نسبت به جدایش دستی متداول و اقتصادی‌تر است. از جمله ماشین‌آلاتی که برای جدایش مواد معدنی از باطله به کار می‌روند عبارت‌اند از: دستگاه جدایش مواد با استفاده از خواص مغناطیسی مانند سنگ آهن مگنتیت. دستگاه جدایش مواد با استفاده از خواص رادیواکتیو مانند کانی‌های پیچ بلند، توریانیت. دستگاه جدایش مواد با استفاده از خواص نوری مانند جدایش کانی‌های دارای خواص نوری فلورسانس و لومینسانس هستند (شکل‌های ۱۸، ۱۹ و ۲۰).



شکل ۱۹- جدایش مواد بر اساس خصوصیات نوری



شکل ۱۸- جدایش مواد بر اساس خصوصیات مغناطیسی



شکل ۲۰- دستگاه جداکننده خودکار بر اساس خصوصیات نوری



با توجه به تصاویر نشان داده شده در خصوص جدایش خودکار مغناطیسی و نوری، نحوه کارکرد این دستگاه‌ها را تشریح نمایید.

چه ماشین‌آلات و تجهیزات معدنی دیگری را می‌توان برای جدایش ماده معدنی از باطله نام برد؟



عملیات جدایش کانه از باطله با استفاده از ماشین‌آلات و تجهیزات معدنی

کار عملی ۱: بازدید از یک واحد فراوری و مشاهده نحوه انجام عملیات جدایش کانه از باطله توسط ماشین‌آلات و تجهیزات. تهیه گزارش همراه با تصاویر و فیلم و ارائه در کلاس

شرح فعالیت: گزارش باید شامل موارد زیر باشد:

- ۱ تشریح نوع ماده معدنی.
 - ۲ تشریح تفاوت‌های خصوصیات فیزیکی کانی و باطله.
 - ۳ تشریح روش جدایش کانی از باطله.
 - ۴ تهیه تصاویری از ماده معدنی، کانی، باطله و ماشین‌آلات مورد استفاده.
 - ۵ ترتیب قرارگیری ماشین‌آلات در مسیر جدایش و روش کار هر یک از آنها.
- کار عملی ۲:** هنرجویان در گروه‌های ۲ نفره، تفکیک کانه‌های دارای خاصیت مغناطیسی از باطله‌ها را تمرین نمایند.

شرح فعالیت:

- ۱ تشخیص خاصیت مغناطیسی کانی‌ها
 - ۲ جدایش کانه از باطله
- مواد و ابزار:** دستکش و آهن‌ربا
- نکات ایمنی:** استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مورد نیاز
- اخلاق حرفه‌ای:** دقت در تشخیص خصوصیات فیزیکی مواد معدنی و نظافت محیط کار در پایان عملیات.

ارزشیابی شایستگی سنگ جوری

شرح کار:

- ۱ جداسازی ماده معدنی با استفاده از رنگ - وزن مخصوص - شفافیت - سختی - شکست نور و ... از باطله تا دقت ۷۵٪
- ۲ به کارگیری دستگاه‌های تفکیک کانه از باطله با استفاده از خواص مغناطیسی، رنگ و جذب نور - چگالی با راندمان ۸۵٪

استاندارد عملکرد:

انجام عمل سنگ جوری با به کارگیری پتک و سایر ابزارهای سنگ جوری در چارچوب دستورالعمل فراوری
شاخص‌ها: کارگاه معدن عملیات سنگ جوری مواد معدنی

- ۱ به کارگیری خصوصیات فیزیکی مواد معدنی جهت تفکیک آنها به صورت دستی
- ۲ سنگ جوری با دستگاه به صورت خودکار

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

فضای کار: کارگاه معدن عملیات سنگ جوری مواد معدنی

تجهیزات: پتک - دستگاه‌های تفکیک - چکش - پیکور - فرغون - بیل - عینک

مواد مصرفی: دستکش

زمان: ۶۰ دقیقه

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	انجام جدایش دستی	۲	
۲	خرد کردن سنگ	۱	
۳	انجام جدایش به وسیله ماشین‌آلات و تجهیزات معدنی	۱	
	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: مسئولیت پذیری - درستکاری - دقت و صداقت	۲	
میانگین نمرات**			

* شایستگی‌های غیر فنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی‌های فنی و مستمر است.

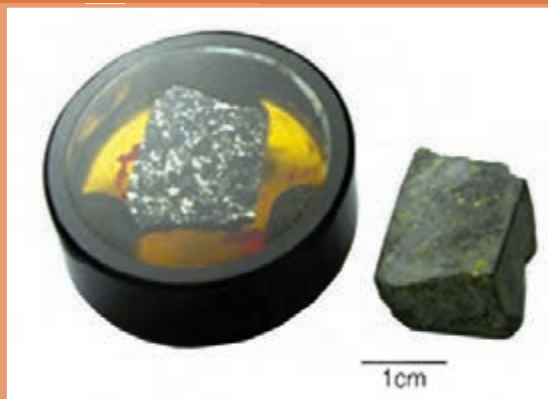
** حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.





پودمان ۲

مطالعات آزمایشگاهی بر روی نمونه‌های مواد معدنی



محتوا برای ایجاد انگیزه

معدن‌کاری و فراوری مواد معدنی باید براساس مطالعه مقاطع نازک و صیقلی و همچنین آنالیز شیمیایی نمونه‌های معرف ماده معدنی طراحی و انجام شود. لذا هرچه مطالعات و آنالیز نمونه‌ها دقیق‌تر باشد این طراحی‌ها و محاسبات به واقعیت نزدیک‌تر خواهد بود. امروزه تهیه مقاطع نازک و صیقلی با دقت بالا و در تمامی مراحل معدن‌کاری شامل تهیه نقشه زمین‌شناسی، شناسایی کانی‌ها و حتی مطالعه مغزه‌های حفاری شده مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین آنالیز شیمیایی نمونه می‌تواند کمک زیادی در اکتشاف، استخراج و فراوری مواد معدنی داشته باشد.

واحد یادگیری ۱

شایستگی آماده‌سازی نمونه‌های مواد معدنی

مقدمه

از عمده‌ترین روش‌ها جهت مطالعه نمونه‌های مواد معدنی در آزمایشگاه می‌توان به روش مطالعه مقاطع میکروسکوپی و یا آنالیز شیمیایی نمونه‌ها اشاره نمود. لذا در این بخش نحوه آماده‌سازی این دو روش را مورد توجه قرار می‌دهیم. در زمینه مطالعه مقاطع میکروسکوپی نحوه تهیه مقاطع نازک و صیقلی و در زمینه آماده‌سازی نمونه‌ها جهت آنالیز شیمیایی نحوه خردایش و پودر کردن آنها جهت همگن‌سازی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

استاندارد عملکرد

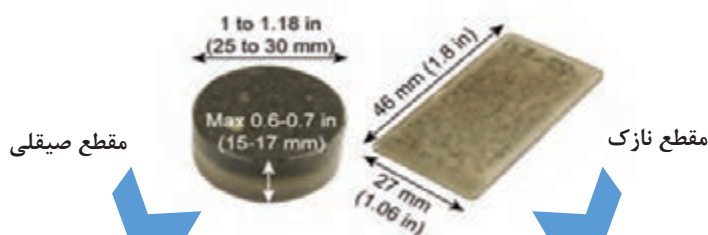
آماده‌سازی نمونه‌های مواد معدنی با به‌کارگیری تجهیزات آزمایشگاهی و مطابق دستورالعمل و استانداردهای بین‌المللی با دقت ۹۵٪ و مراحل انجام این کار عبارت است از: ۱- برش دادن نمونه مواد معدنی ۲- خرد کردن نمونه مواد معدنی ۳- پودر کردن نمونه مواد معدنی ۴- سرویس و نگهداری دستگاه‌های برش، خردایش و پودر کردن آزمایشگاهی.

پیش‌نیاز و یادآوری

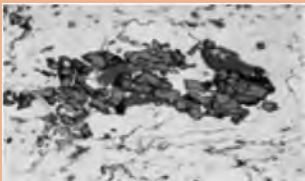
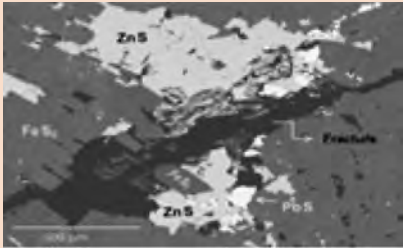
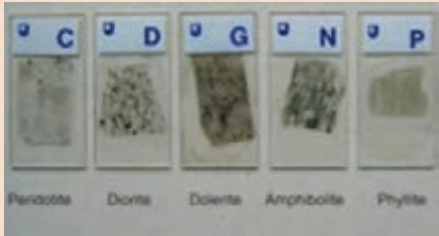
پودمان چهارم کتاب حفاری و نمونه‌برداری اکتشافی با عنوان نمونه‌برداری.

آماده‌سازی مقاطع نازک و صیقلی

آیا به یاد می‌آورید نمونه‌های مقطع نازک^۱ و صیقلی^۲ چیست و چه اطلاعاتی از این مقاطع می‌توان به دست آورد؟ چگونه این مقاطع جهت مطالعه آماده می‌شوند؟ (شکل‌های ۱ و ۲)

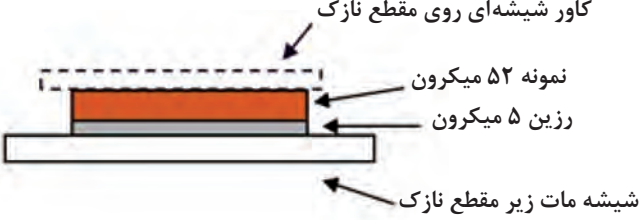
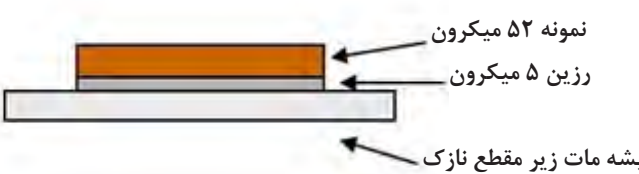


شکل ۱

مقطع صیقلی		مقطع نازک
		
مطالعه کانی‌های فلزی درون نمونه به‌وسیله میکروسکوپ (کانی‌های فلزی با رنگ تیره‌تر در مرکز مقطع قرار گرفته است)	میکروسکوپ پلاریزان جهت مطالعه مقاطع نازک و صیقل	مطالعه کانی‌های غیرفلزی درون سنگ به‌وسیله میکروسکوپ (کانی‌های غیرفلزی با رنگ‌های مختلف در مقطع نازک دیده می‌شود، Q: کوارتز و کانی‌های فلزی با رنگ تیره).
استفاده از انعکاس نور جهت تعیین نوع کانی‌های فلزی (کانی‌های فلزی نور را از خود عبور نمی‌دهند ولی می‌توانند نور را از سطح صیقل خورده خود منعکس کنند)		استفاده از عبور نور جهت تعیین کانی‌های غیرفلزی (کانی‌های غیرفلزی می‌توانند نور را از خود عبور دهند و با رنگ‌های مختلف در مقاطع نازک دیده شوند در مقاطع نازک کانی‌های فلزی به رنگ تیره دیده می‌شوند)
	کانی‌های فلزی پیریت (FeS ₂) و اسفالریت (ZnS)	
		تعیین نوع سنگ، کانی‌های اصلی سنگ، کانی‌های فرعی و نوع دگرگونی

شکل ۲

معمول ترین مقاطع میکروسکوپی و روش تهیه آنها به شرح ذیل است: (شکل ۳)

 کاور شیشه‌ای روی مقطع نازک نمونه ۵۲ میکرون رزین ۵ میکرون شیشه مات زیر مقطع نازک	مقطع نازک (همراه کاور شیشه‌ای): جهت مطالعه با نور عبوری
 نمونه ۵۲ میکرون رزین ۵ میکرون شیشه مات زیر مقطع نازک	مقطع نازک صیقلی: جهت مطالعه با نور عبوری و انعکاسی
 مواد نگه‌دارنده نمونه سنگ نمونه	مقطع صیقلی: جهت مطالعه با نور انعکاسی

شکل ۳

■ روش تهیه مقاطع نازک، صیقلی و نازک صیقلی
۱- مراحل اولیه جهت تهیه مقاطع میکروسکوپی (شکل ۴)



شکل ۴

■ تهیه مقطع نازک (شکل ۵)



شکل ۵

■ تهیه مقطع صیقلی (شکل ۶)



شکل ۶

تهیه مقطع نازک صیقلی

در مورد روش تهیه مقاطع نازک صیقلی تحقیق نمایید و همراه عکس و فیلم در کلاس ارائه نمایید.

پژوهش



بارش فکری



مقطع نازک صیقلی روشی است که اخیراً مرسوم شده است فکر می‌کنید از این روش تهیه مقطع چه اطلاعاتی را می‌توان به دست آورد. مقطع نازک صیقلی چه مزایایی نسبت به مقطع نازک و مقطع صیقلی دارد؟

برش نمونه‌های سنگی و تهیه مقاطع نازک و صیقلی

کار عملی ۱: با استفاده از دستگاه برش سنگ نحوه برش نمونه سنگ را تمرین نمایید.

شرح فعالیت:

۱ بر روی یک نمونه سنگ، محدوده موردنظر را به وسیله ماژیک علامت‌گذاری کنید.

۲ با استفاده از دستگاه برش سنگ، نمونه سنگ را از بخش علامت‌گذاری شده برش داده و جدا نمایید.

فعالیت
کارگاهی



دستگاه برش سنگ

مواد و ابزار: نمونه سنگ، دستگاه برش سنگ، ماژیک

نکات ایمنی: استفاده از لباس کار، عینک و سایر تجهیزات فردی موردنیاز، رعایت نکات ایمنی کارگاه، در هنگام کار با دستگاه برش مغزه می‌بایست تمامی نکات ایمنی رعایت گردد.

اخلاق حرفه‌ای: شوخی نکردن در هنگام کار با دستگاه برش، دقت در کار، رعایت نظم و ترتیب، تمیز و مرتب کردن محیط کار و تجهیزات پس از اتمام کار

کار عملی ۲: بازدید از کارگاه تهیه مقاطع نازک و صیقلی، مشاهده و تمرین عملی تهیه مقاطع نازک و صیقلی

شرح فعالیت:

۱ بازدید از کارگاه تهیه مقاطع

۲ مشاهده نحوه تهیه مقاطع نازک و صیقلی

۳ در صورت امکان تمرین عملی تهیه مقاطع نازک و صیقلی با نظارت کارشناس مربوطه

۴ تهیه گزارش از مراحل تهیه مقاطع نازک و صیقلی همراه با تصویر و فیلم

مواد و ابزار: کاغذ، قلم، دوربین

نکات ایمنی: استفاده از دستکش، عینک، کلاه، کفش و لباس ایمنی و سایر تجهیزات فردی موردنیاز، مراقبت در هنگام کار با تجهیزات کارگاه.

اخلاق حرفه‌ای: یادگیری و دقت در هنگام کار با تجهیزات و خوب گوش دادن و رعایت قوانین کارگاه

انواع دستگاه‌های خردایش آزمایشگاهی و طرز کار آنها

نمونه سنگ‌های ارسال شده به آزمایشگاه برای انجام عملیات آزمایشگاهی و آنالیز دارای ابعاد بزرگی بوده و برای انجام آنالیز مناسب نمی‌باشند لذا ابتدا باید توسط دستگاه‌های سنگ‌شکن آزمایشگاهی خردشده و سپس با دستگاه‌های آسیا آزمایشگاهی پودر و همگن‌شده و در نهایت جهت انجام آنالیزهای دستگاهی مورد استفاده قرار گیرند.

بر این اساس دستگاه‌های خردایش آزمایشگاهی به‌منظور خرد کردن و کاهش ابعاد نمونه سنگ‌های ارسال شده به آزمایشگاه مورد استفاده قرار می‌گیرند. سنگ‌شکن آزمایشگاهی دارای ابعادی بسیار کوچک‌تر از ابعاد صنعتی بوده و به همین نسبت ظرفیت و توان آنها پایین‌تر بوده و صرفاً جهت کارهای آزمایشگاهی به کار می‌روند. سه نوع از پرکاربردترین این دستگاه‌ها به شرح ذیل می‌باشد:

الف) دستگاه سنگ‌شکن فکی آزمایشگاهی^۱: سنگ‌شکن‌های فکی دارای دو فک هستند که یکی از آنها ثابت و دیگری متحرک است. فاصله دو فک در قسمت فوقانی دستگاه، دهانه و در قسمت تحتانی گلوگاه نامیده می‌شود. فک متحرک معمولاً حرکت نوسانی دارد و به‌تناوب به فک ثابت دور و نزدیک می‌شوند و در اثر این عمل، قطعات سنگ و ماده معدنی خرد می‌شوند و به قسمت پایین دستگاه که فاصله فک‌ها کمتر است منتقل شده و نهایتاً از گلوگاه خارج می‌گردند (شکل ۷).



فک‌های ثابت و متحرک دستگاه سنگ‌شکن فکی آزمایشگاهی



دستگاه‌های سنگ‌شکن فکی آزمایشگاهی با ظرفیت‌های مختلف

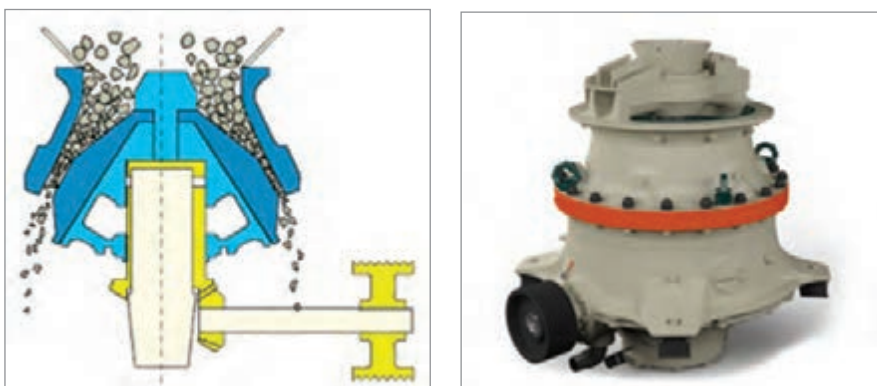
شکل ۷

ب) دستگاه سنگ شکن چکشی آزمایشگاهی^۱: این سنگ شکن‌ها دارای یک یا دو چرخ می‌باشند که تعدادی چکش یا تیغه بر روی آنها نصب شده است و چرخ یا تیغه با سرعت در حال دوران است که در اثر ضربات چکش‌ها قطعات ماده معدنی خرد می‌شوند (شکل ۸).



شکل ۸- نمایی از سنگ شکن چکشی آزمایشگاهی

ج) دستگاه سنگ شکن مخروطی آزمایشگاهی^۲: این سنگ شکن از دو مخروط ناقص عمودی که یکی در داخل دیگری می‌باشد، تشکیل شده است که پوسته خارجی ثابت و پوسته داخلی حرکت دورانی در داخل آن انجام می‌دهد و نزدیک و دور شدن مخروط داخلی باعث خرد شدن نمونه در بین دو مخروط می‌گردد (شکل ۹).



شکل ۹- دستگاه سنگ شکن مخروطی

ابعاد ورودی سنگ شکن‌های آزمایشگاهی معمولاً بین ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر و ابعاد خروجی آنها ۱ تا ۳۰ میلی‌متر می‌باشد. بنابراین در صورتی که ابعاد نمونه‌ای بزرگ‌تر از ۲۰ سانتی‌متر باشد، ابتدا باید به وسیله چکش یا پتک خردشده و سپس به داخل سنگ شکن ریخته شود.

۱- Labrotory Hammer Crusher

۲- Laboratory Cone Crusher



عملیات خردایش نمونه‌های مواد معدنی

کار عملی: انجام بازدید از یک آزمایشگاه و مشاهده نحوه کار با دستگاه‌های خردایش آزمایشگاهی
شرح فعالیت:

- ۱ انتخاب سنگ‌شکن آزمایشگاهی با توجه به سختی و شکنندگی سنگ.
 - ۲ تمیز کردن محیط کار و خرد کردن نمونه سنگ‌ها تا رسیدن ابعاد آن به ابعاد دهانه ورودی سنگ‌شکن.
 - ۳ تمیز کردن دستگاه‌های خردایش جهت جلوگیری از آلوده شدن نمونه‌ها (به وسیله پمپ باد).
 - ۴ راه اندازی دستگاه.
 - ۵ ریختن نمونه‌های سنگ داخل سنگ‌شکن و کنترل عملکرد دستگاه.
 - ۶ جمع‌آوری محصول جهت انجام مراحل بعدی.
- مواد و ابزار:** لباس کار، عینک، ماسک، دستکش، پمپ باد، چکش و پتک مخصوص.
- نکات ایمنی:** استفاده از دستکش، عینک، کلاه، کفش و لباس ایمنی و سایر تجهیزات فردی مورد نیاز، مراقبت در هنگام کار با چکش و پتک
- اخلاق حرفه‌ای:** در کارهای آزمایشگاهی دقت و تمیز کردن دستگاه و محیط کار جهت آلوده نشدن نمونه‌ها بسیار اهمیت دارد.

انواع آسیاهای آزمایشگاهی و طرز کار آنها

پس از خرد کردن نمونه‌های سنگی به وسیله دستگاه‌های سنگ‌شکن آزمایشگاهی، لازم است عملیات نرم کردن (پودر کردن) نمونه‌ها جهت همگن‌سازی بهتر به وسیله دستگاه‌های آسیا صورت گیرد. از جمله آسیاهای مورد استفاده در آزمایشگاه می‌توان به:

- ۱- **هاون:** در صورتی که مقدار نمونه بسیار کم باشد (در حد چند گرم) می‌توان برای نرم کردن آن از هاون استفاده نمود (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- هاون آزمایشگاه

۲- آسیای گلوله‌ای^۱: این آسیا نسبت به هاون قادر به نرم کردن مواد با حجم بیشتری است و با استفاده از گلوله‌هایی مخصوص از جنس فولاد کروم‌دار که موجب آلوده شدن نمونه‌ها نگردد، مواد را نرم می‌کند. نمایش مواد معدنی در این آسیاها به وسیله ضربه و سایشی که گلوله‌ها در حین چرخش آسیا ایجاد می‌کنند، انجام می‌شود (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- آسیای گلوله‌ای

۳- آسیای میله‌ای^۲: این آسیا مانند آسیای گلوله‌ای عمل می‌کند ولی نسبت طول به قطر آن در مقایسه با آسیای گلوله‌ای بیشتر است و به جای گلوله جهت نمایش از میله استفاده می‌کند. مواد نرم شده با استفاده از آسیای میله‌ای دارای دانه‌بندی یکنواخت‌تری نسبت به محصول نهایی آسیای گلوله‌ای می‌باشد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- آسیای میله‌ای

ابعاد ورودی این نوع آسیا معمولاً از ۱ تا ۳۰ میلی‌متر و خروجی آن از حدود ۰/۱ تا ۰/۴ میلی‌متر (۱۰۰ تا ۴۰۰ میکرون) است.

۱- Laboratory Ball Mill

۲- Laboratory Rod Mill



عملیات پودر کردن مواد معدنی

کار عملی: انجام بازدید از یک آزمایشگاه و مشاهده نحوه کار با دستگاه‌های آسیای آزمایشگاهی
شرح فعالیت:

- ۱ انتخاب آسیای آزمایشگاهی.
 - ۲ تمیز کردن محیط کار.
 - ۳ تمیز کردن دستگاه‌های آسیا جهت جلوگیری از آلوده شدن نمونه‌ها (به‌وسیله پمپ باد).
 - ۴ راه‌اندازی دستگاه.
 - ۵ ریختن نمونه‌های سنگ داخل سنگ‌شکن و کنترل عملکرد دستگاه.
 - ۶ جمع‌آوری محصول جهت انجام مراحل بعدی.
- مواد و ابزار:** لباس کار، عینک، ماسک، دستکش، پمپ باد.
- نکات ایمنی:** استفاده از دستکش، عینک، کلاه، کفش و لباس ایمنی و سایر تجهیزات فردی موردنیاز، مراقبت در هنگام کار با چکش و پتک.
- اخلاق حرفه‌ای:** در کارهای آزمایشگاهی دقت و تمیز کردن دستگاه و محیط کار جهت آلوده نشدن نمونه‌ها بسیار اهمیت دارد.

سرویس و نگهداری انواع دستگاه‌های برش، خردایش و نرمایش آزمایشگاهی

با توجه به اینکه دستگاه‌های آزمایشگاهی باید از حساسیت و دقت لازم برخوردار باشند لذا لازم است این دستگاه‌ها قبل و بعد از هر عملیاتی سرویس و نگهداری انجام‌شده تا برای مرحله بعد آماده به‌کار باشند. برخی از مهم‌ترین دستورالعمل‌های کاری برای تجهیزات برش، خردایش و نرمایش نمونه‌ها به شرح صفحه بعد می‌باشد:

■ نکته مهم

قبل از بررسی دستگاه باید مطمئن بود که دستگاه از برق جدا شده است.



تابلوی هشداردهنده

۱ افرادی که مشکل سلامتی دارند یا دارو مصرف می کنند و دارای هوشیاری کامل نیستند نمی توانند به هیچ عنوان با دستگاه کار کنند.

۲ نظافت و آماده سازی محیط جهت برش، خردایش و نرمایش نمونه ماده معدنی.

۳ بررسی دستگاه به لحاظ تمیز بودن و آلوده نبودن به گردوخاک و تکه های نمونه قبلی.



پوشیدن دستکش ایمنی

۴ کنترل مکانیکی و برقی و عملکرد دستگاه به عنوان مثال سالم بودن تیغه دستگاه برش، گلوله های آسیای گلوله ای، میله های آسیای میله ای و فک های سنگ شکن فکی و... (لازم به ذکر است تعمیر و نگهداری هر دستگاه باید براساس دفترچه راهنما دستگاه و توسط فرد متخصص انجام شود).

۵ عملیات تمیز کردن و آماده سازی دستگاه باید برای هر نمونه مجدداً تکرار شود تا از آلودگی نمونه ها جلوگیری شود.



استفاده از عینک ایمنی

۶ در کنار هر دستگاه در آزمایشگاه باید دفترچه ای وجود داشته باشد تا مشخصات فرد، تاریخ، ساعت و نوع استفاده از دستگاه در آن قید گردد به این دفترچه لاگ بوک (Log Book) گویند.

۷ وقتی دستگاه در حال تعمیر و نگهداری است باید تابلوی هشداردهنده در کنار آن قرار گیرد.

۸ به هیچ وجه برچسب های روی دستگاه نباید از آن جدا شود.

۹ در هنگام کار با دستگاه حتماً باید از تجهیزات ایمنی مانند دستکش، عینک، گوشی و... استفاده شود.

برخی از سرویس و نگهداری دستگاه ها می بایست به صورت دوره ای انجام شوند مانند:

۱ تعویض تیغه های دستگاه برش، فک های سنگ شکن فکی و استر آسیاها، تعویض گلوله ها و میله های دستگاه آسیای گلوله ای و میله ای.

۲ روغن کاری و گریس کاری و... براساس دفترچه راهنما (کاتالوگ) شرکت های سازنده.



گذاشتن گوشی

شکل ۱۳

سرویس و نگهداری تجهیزات آزمایشگاهی مواد معدنی

کار عملی ۱: بازدید از کارگاه تهیه مقاطع میکروسکوپی و انجام عملیات سرویس و نگهداری دستگاه برش نمونه.

کار عملی ۲: بازدید از یک آزمایشگاه معدنی و انجام عملیات سرویس و نگهداری دستگاه سنگ شکن.

کار عملی ۳: بازدید از یک آزمایشگاه معدنی و انجام عملیات سرویس و نگهداری دستگاه آسیا.

فعالیت
کارگاهی



شرح فعالیت:

- ۱ رعایت نکات ایمنی و توجه به تابلوهای کارگاه و آزمایشگاه.
- ۲ استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مورد نیاز.
- ۳ رعایت دستورالعمل‌های کاری ذکر شده در کتاب.
- ۴ انجام عملیات سرویس و نگهداری طبق دفترچه‌های راهنمای هر دستگاه و راهنمایی‌های اپراتور دستگاه.

کار عملی ۴: براساس بازدید انجام شده جهت سرویس و نگهداری دستگاه‌های برش، خردایش و نرمایش مواد معدنی دستورالعملی تهیه نمایید.

شرح فعالیت: براساس دفترچه‌های راهنمای موجود در کارگاه و راهنمایی‌های اپراتور هر دستگاه دستورالعملی شامل موارد زیر همراه با فیلم و تصاویر تهیه نمایید:

- ۱ ایمنی قبل از کار،
- ۲ نظافت دستگاه و محیط کار،
- ۳ کنترل قسمت‌های برقی،
- ۴ کنترل بخش‌های مکانیکی،
- ۵ سرویس‌های دوره‌ای مورد نیاز.

مواد و ابزار: تجهیزات حفاظت فردی، ابزارآلات، دستورالعمل‌ها

نکات ایمنی: استفاده از دستکش، عینک، کلاه، کفش و لباس ایمنی و سایر تجهیزات فردی مورد نیاز، مراقبت در هنگام کار با تجهیزات کارگاه و آزمایشگاه

اخلاق حرفه‌ای: یادگیری و دقت در هنگام کار با تجهیزات و خوب گوش دادن به راهنمایی‌های مربوطه و توجه به امر سرویس و نگهداری تجهیزات آزمایشگاهی، باعث افزایش دقت و صحت نتایج آزمایش‌ها و همچنین افزایش طول عمر و کارایی ماشین‌آلات شده و از بروز خسارات جانی و مالی سنگین جلوگیری می‌نماید.

ارزشیابی شایستگی آماده‌سازی نمونه‌های مواد معدنی

شرح کار:

عملیات آماده‌سازی نمونه‌های مواد معدنی از طریق برش نمونه‌ها، علامت‌گذاری نمونه‌ها، صیقل دادن نمونه‌ها و تهیه مقاطع نازک و صیقلی و نازک صیقلی و چسباندن نمونه‌ها روی لامل برای مشاهده زیر میکروسکوپ.

استاندارد عملکرد:

آماده‌سازی نمونه‌های مواد معدنی با به‌کارگیری تجهیزات آزمایشگاهی و مطابق دستورالعمل و استانداردهای بین‌المللی با دقت ۹۵ درصد و مراحل انجام کار شامل: ۱- برش دادن نمونه مواد معدنی ۲- خرد کردن نمونه مواد معدنی ۳- پودر کردن نمونه مواد معدنی ۴- سرویس و نگهداری دستگاه‌های برش، خردایش و دستگاه پودر کردن آزمایشگاهی.

شاخص‌ها:

۱ تهیه نمونه‌های مواد معدنی و برش، خردکردن و پودر کردن نمونه‌ها

۲ تهیه مقاطع نازک و صیقلی و نازک صیقلی

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

فضای کار: کارگاه خردایش و نرمایش.

تجهیزات: تجهیزات برش و صیقل کردن نمونه مواد معدنی و میکروسکوپ

مواد مصرفی: سنگ برش و صیقل نمونه‌ها

زمان: ۷۵ دقیقه

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنجار
۱	برش دادن نمونه مواد معدنی ۲	۱	
۲	خرد کردن و پودر کردن نمونه مواد معدنی	۱	
۳	تهیه مقاطع نازک و صیقلی و نازک صیقلی و مطالعه با میکروسکوپ	۳	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: * مسئولیت‌پذیری - امانت‌داری - دقت و صحت در کار - سرعت عمل و پوشش ایمنی - رعایت موارد زیست‌محیطی	۲	
	میانگین نمرات **		

* شایستگی‌های غیرفنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی‌های فنی و مستمر است.

** حداقل میانگین نمرات هنجار برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

واحد یادگیری ۲

شایستگی توزین نمونه‌ها

مقدمه

یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین اندازه‌گیری‌ها در آزمایشگاه تعیین ابعاد، وزن و حجم نمونه می‌باشد که باید در تمامی آزمایش‌ها، این مشخصه‌های مواد معدنی تعیین گردد. لذا در این مبحث به بررسی تجهیزات استاندارد آزمایشگاهی و نحوه استفاده از آنها جهت اندازه‌گیری پرداخته می‌شود.

استاندارد عملکرد

اندازه‌گیری ابعاد، وزن و حجم نمونه‌های معدنی با به‌کارگیری تجهیزات استاندارد آزمایشگاهی شامل انواع سرندها، ترازوها و ظروف آزمایشگاهی با رعایت استانداردها با دقت بالای ۹۵٪. مراحل انجام این کار عبارت است از: ۱- توزیع ابعادی ۲- توزین نمونه‌ها ۳- تعیین حجم.

توزیع ابعادی نمونه‌های مواد معدنی

بررسی ابعادی، وزنی و حجمی نمونه‌ها در تمامی مراحل معدن کاری (اکتشاف، استخراج و فراوری) دارای اهمیت بسیاری است. لذا این بررسی باید با حداکثر دقت و در آزمایشگاه صورت گیرد زیرا در مورد تصمیم‌گیری‌های آینده در مورد عملیات معدنکاری بسیار مؤثر است.
به‌عنوان مثال:

۱- میزان نمونه جهت ارسال به آزمایشگاه: با توجه به نوع نمونه برداشت‌شده و نوع آنالیز موردنظر، آزمایشگاه بر طبق دستورالعمل خود اعلام می‌نماید که حداقل وزن و یا حجم نمونه موردنیاز می‌بایست چه مقدار باشد.

۲- مطالعه اندازه مطلوب نمونه برداری: برای برداشت نمونه رسوبات آبراهه‌ای نیاز است که ابتدا نمونه‌هایی جهت تعیین اندازه مطلوب به آزمایشگاه ارسال گردد. سپس آزمایشگاه بر اساس توزیع ابعادی، میزان عیار را در هر یک از دسته‌بندی‌های ابعادی اندازه‌گیری نموده و مشخص می‌شود که بالاترین عیار در کدام یک از دسته‌های ابعادی (ریزدانه، متوسط‌دانه و یا درشت‌دانه) تجمع یافته است و بر این اساس، عملیات برداشت نمونه از رسوبات آبراهه‌ای انجام می‌شود. (شکل ۱۴).



شکل ۱۴- سرندهای دستی استاندارد آزمایشگاهی

■ توزیع ابعادی

توزیع ابعادی نمونه‌ها به‌وسیله سرندهای آزمایشگاهی انجام می‌شود.

■ **تعریف سرند آزمایشگاهی:** وسیله‌ای است دارای صفحه‌ای با سوراخ‌های یک اندازه و یک‌شکل که با استفاده از آن می‌توان مواد با اندازه متفاوت را از هم جدا کرد.

سرندها می‌توانند به صورت دستی و یا با استفاده از نیروی مکانیکی کار کنند (شکل ۱۵).



دستگاه سرنده خودکار



سرندهای دستی

شکل ۱۵

مزایا و معایب سرنده کردن دستی و خودکار را بررسی نمایید.

پژوهش



■ **تعریف مش:** تعداد سوراخ موجود در هر اینچ (۲/۴۵ سانتی متر) طولی به عنوان مثال سرنده که مش آن ۸۰ است، ۸۰ عدد سوراخ در هر اینچ طول دارد. برخی از پرکاربردترین الک‌های استاندارد که معمولاً در آزمایشگاه‌های مواد معدنی استفاده می‌شوند (جدول ۱).

جدول ۱

مش	اینچ	میکرون	میلی متر
۲۰	۰/۰۳۳۱	۸۴۱	۰/۸۴۱
۴۰	۰/۰۱۶۵	۴۰۰	۰/۴۰۰
۶۰	۰/۰۰۹۸	۲۵۰	۰/۲۵۰
۸۰	۰/۰۰۷۰	۱۷۷	۰/۱۷۷
۱۰۰	۰/۰۰۵۹	۱۴۹	۰/۱۴۹
۱۲۰	۰/۰۰۴۹	۱۲۵	۰/۱۲۵
۲۰۰	۰/۰۰۲۹	۷۴	۰/۰۷۴

به عنوان مثال برای الک ۲۰ مش، اندازه قطر هر سوراخ بر حسب اینچ ۰/۰۳۳۱، بر حسب میکرون ۸۴۱ و میلی متر ۰/۸۴۱ می باشد.



عملیات توزیع ابعادی

کار عملی: نمونه‌ای به وزن ۱۲ کیلوگرم از خاک و یا رسوبات آبراهه‌ای را برداشت کرده و توسط سرندهای ۲۰ تا ۱۲۰ مش (۶ الک) سرند کنید و نتایج را در جدول زیر وارد نمایید.

شرح فعالیت: نمونه باید به نحوی انتخاب گردد که بر روی سرند اول فقط ۵٪ و از سرند نهایی هم تنها ۵٪ عبور کند.

۱ تمیز کردن سرندها

۲ قرار دادن سرندها بر روی هم

۳ سرند کردن نمونه‌ها

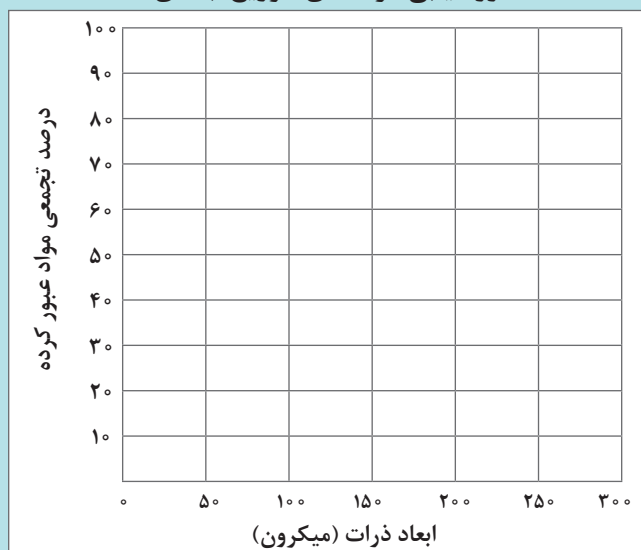
۴ مقدار باقی‌مانده و عبور کرده از هر سرند وزن شود

۵ نتایج در جدول زیر وارد گردد

جدول ۲

مش سرند	وزن باقی‌مانده (گرم)	درصد وزن باقی‌مانده	درصد تجمعی مواد باقی‌مانده	درصد تجمعی مواد عبور کرده
+۱۲۰				
+۱۲۰ - ۱۰۰				
+۱۰۰ - ۸۰				
+۸۰ - ۶۰				
+۶۰ - ۴۰				
+۴۰ - ۲۰				
- ۲۰				

ارزشیابی مرحله‌ای: توزیع ابعادی



۶ براساس اطلاعات حاصل از جدول

بالا، منحنی دانه‌بندی مقابل تکمیل شود.

مواد و ابزار: کاغذ، قلم، ترازو، سرند.

نکات ایمنی: استفاده از لباس کار و دستکش.

اخلاق حرفه‌ای: مسئولیت‌پذیری و دقت در سرند کردن و توزین نمونه‌ها.

روش‌های توزین نمونه‌های مواد معدنی

همان‌طور که قبلاً بیان گردید یکی از مهم‌ترین نکات در عملیات آزمایشگاهی میزان وزن نمونه است. برای هر نوع آنالیز و کنترل نیاز به مقدار مشخصی از نمونه (وزن و یا حجم) می‌باشد. لذا در صورتی که میزان نمونه کمتر از مقدار مورد نیاز باشد امکان آنالیز وجود ندارد و در صورتی که نمونه بیش از نیاز تهیه و ارسال گردد، جابه‌جایی و انتقال نمونه‌ها بسیار دشوار خواهد بود و هزینه‌های زیادی را نیز در پی خواهد داشت. علاوه بر این، اندازه‌گیری وزن نمونه‌ها در آزمایشگاه دارای اهمیت بسیار زیادی است به همین علت در آزمایشگاه دارای ترازوهای با دقت‌های مختلف هستیم. بنابراین برای اندازه‌گیری وزن نمونه‌ها بسته به دقت مورد نظر باید از ترازوی مناسب استفاده کنیم. برخی از ترازوهای دقیق اندازه‌گیری آزمایشگاهی به شرح زیر است (شکل ۱۶).

شکل	دقت ترازو
	با دقت در حد کیلوگرم و گرم
	با دقت تا ۰/۱ گرم
	با دقت تا ۰/۰۱ گرم

	با دقت تا ۰/۰۰۰۱ گرم
	با دقت تا ۰/۰۰۰۱ گرم

شکل ۱۶

■ جهت وزن کردن نمونه‌ها می‌بایست به نکات زیر توجه کرد:

- ۱ ■ با توجه به وزن نمونه باید ترازو با ظرفیت و دقت مورد نظر انتخاب نمود.
- ۲ ■ کنترل ترازو از نظر کالیبره بودن: استفاده از وزنه‌های کالیبره جهت کالیبراسیون
- ۳ ■ قبل از گذاشتن نمونه بر روی ترازو، باید تمامی اعداد روی ترازو روی صفر قرار داشته باشند.
- ۴ ■ اگر نیاز است که نمونه داخل ظرفی ریخته شود، ابتدا باید ظرف وزن شود و سپس مواد درون آن ریخته شده و وزن گردند. لازم به ذکر است در ترازوهای دیجیتال می‌توان ظرف را روی ترازو قرار داد و دستگاه را تنظیم نمود تا عدد صفر را نشان دهد و مجدداً مواد را درون ظرف ریخته و وزن کرد.
- ۵ ■ پس از قرار دادن نمونه بر روی ترازو باید چند لحظه صبر کرد تا اعداد روی ترازو ثابت شوند، این عدد وزن دقیق نمونه است.
- ۶ ■ پس از برداشتن نمونه از روی ترازو باید اعداد روی ترازو مجدداً بر روی صفر قرار گیرند.



عملیات توزین نمونه‌ها

کار عملی: نمونه‌ای به وزن ۲۰۰ گرم از خاک و یا رسوبات آبراهه‌ای دانه‌ریز را برداشت کرده و توسط سرندهای ۲۰ تا ۱۲۰ مش (۶ الک) سرند کنید و نتایج را در جدول زیر وارد نمایید.

شرح فعالیت: نمونه باید به نحوی انتخاب گردد که بر روی سرند اول فقط ۵٪ و از سرند نهایی هم تنها ۵٪ عبور کند.

جهت انجام این فعالیت، اقدامات زیر را انجام دهید: (جدول ۳)

۱ تمیز کردن سرندها

۲ قرار دادن سرندها بر روی هم

۳ سرند کردن نمونه‌ها

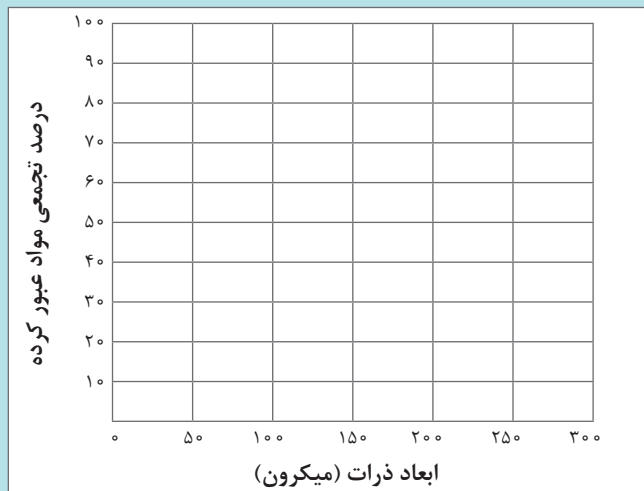
۴ مقدار باقی‌مانده و عبور کرده از هر سرند را با استفاده از ترازوی آزمایشگاهی و با دقت ۰/۰۱ گرم براساس دستورالعمل مربوطه وزن نمایید.

۵ نتایج در جدول زیر وارد گردد.

جدول ۳

مش سرند	وزن باقی‌مانده (گرم)	درصد وزن باقی‌مانده	درصد تجمعی مواد باقی‌مانده	درصد تجمعی مواد عبور کرده
+۱۲۰				
+۱۲۰ - ۱۰۰				
+۱۰۰ - ۸۰				
+۸۰ - ۶۰				
+۶۰ - ۴۰				
+۴۰ - ۲۰				
- ۲۰				

ارزشیابی مرحله‌ای: توزیع ابعادی



۶ براساس اطلاعات حاصل از

جدول بالا، منحنی دانه‌بندی زیر

تکمیل شود (جدول ۳).

مواد و ابزار: کاغذ، قلم، ترازوهای

آزمایشگاهی، سرند.

نکات ایمنی: استفاده از لباس کار

و دستکش.

اخلاق حرفه‌ای: مسئولیت‌پذیری

و دقت در سرند کردن و توزین

نمونه‌ها.

روش‌های تعیین حجم مواد معدنی

حجم: عبارت است از میزان فضایی که جسم مورد نظر اشغال می‌نماید و از تقسیم وزن بر وزن مخصوص هر جسم به دست می‌آید.

$$v = \frac{m}{\rho}$$

که در آن:

m: وزن بر حسب گرم

v: حجم

ρ : وزن مخصوص بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب می‌باشد.

واحد حجم برای اجسام جامد بر حسب cm^3 و یا m^3 اندازه‌گیری می‌شود و برای مایعات بر حسب CC و یا لیتر اندازه‌گیری می‌شود.

در آزمایشگاه‌ها ظروف مُدرّجی برای تعیین حجم وجود دارد. برخی از این ابزارهای تعیین حجم در شکل زیر نشان داده شده‌اند. (شکل ۱۷)



شکل ۱۷- انواع ظروف مُدرّج آزمایشگاهی جهت اندازه‌گیری حجم مایعات

برای اندازه‌گیری حجم مایعات می‌توان از ظروف مدرج آزمایشگاهی استفاده نمود؛ ولی جهت تعیین حجم مواد جامد باید حجم آنها را از روی شکل منظم هندسی آنها و با فرمول مربوطه محاسبه نمود و در صورتی که دارای شکل منظمی نباشند و در آب هم قابل حل شدن نباشند می‌توان آنها را درون ظرف مدرجی که مایع درون آن دارای حجم مشخصی است قرار داد و حجم آن را تعیین کرد.



علاوه بر موارد ذکرشده، امروزه در آزمایشگاه‌ها دستگاه‌های مخصوص دیگری نیز جهت تعیین حجم وجود دارد. در مورد آنها تحقیق نمایید و نتایج را در کلاس ارائه نمایید.



اگر وزن مخصوص پالپی در مدار فراوری $1/6$ گرم بر میلی‌لیتر باشد و وزن آن ۴۸ گرم باشد حجم آن را محاسبه نمایید.



عملیات تعیین حجم نمونه‌های مواد معدنی

کار عملی ۱: محاسبه حجم مایعات با استفاده از ظروف آزمایشگاهی.

کار عملی ۲: محاسبه حجم اجسام جامد غیرمحلول در آب با استفاده از قرار دادن آنها در ظروف مدرج حاوی آب.

شرح فعالیت:

۱ استفاده از ظروف مدرج آزمایشگاهی مثل بشر، ارلن مایر و

۲ ریختن مایعات درون این ظروف.

۳ قرائت مقدار حجم از روی درجه‌بندی قرارگرفته بر روی ظرف و یادداشت کردن آن.

۴ قرار دادن جسم جامد درون مایع.

۵ قرائت مقدار حجم از روی درجه‌بندی قرارگرفته بر روی آن و یادداشت کردن آن.

۶ کسر مقدار حجم دوم از اول و به دست آوردن حجم جسم جامد.

مواد و ابزار: ظروف مدرج آزمایشگاهی.

نکات ایمنی: در هنگام استفاده از ظروف آزمایشگاهی باید مراقبت لازم را نمود تا ظروف نشکنند.

اخلاق حرفه‌ای: دقت در قرائت میزان حجم، نظافت محیط کار در پایان عملیات

شرح کار:

- ۱ سرند کردن و محاسبه نسبت آنها به همدیگر طبق استاندارد
- ۲ وزن کردن نمونه‌ها به وسیله انواع ترازو و ثبت نتایج طبق استاندارد
- ۳ تعیین حجم جامدات و مایعات بر حسب واحد مربوطه و تبدیل آنها به یکدیگر طبق استاندارد

استاندارد عملکرد:

اندازه‌گیری ابعاد، وزن و حجم نمونه‌های معدنی با به کارگیری تجهیزات استاندارد آزمایشگاهی شامل انواع سرندها، ترازوها و ظروف آزمایشگاهی با رعایت استانداردها با دقت بالا ۹۵٪.

شاخص‌ها:

- ۱ توزیع ابعادی نمونه‌ها.
- ۲ توزین نمونه‌ها.
- ۳ تعیین حجم نمونه‌ها.

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

فضای کار: آزمایشگاه.

تجهیزات: ابزارآلات آزمایشگاهی (ارلن - بوتله - چینی - ترازوهای آزمایشگاهی - سرند آزمایشگاهی و...).

مواد مصرفی: آب - برچسب - نوشتافزار.

زمان: ۹۰ دقیقه

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	توزیع ابعادی	۲	
۲	توزین نمونه‌ها	۲	
۳	تعیین حجم	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:*	۲	
	دقت - رعایت ایمنی - مسئولیت‌پذیری - حفظ محیط زیست		
	میانگین نمرات**		

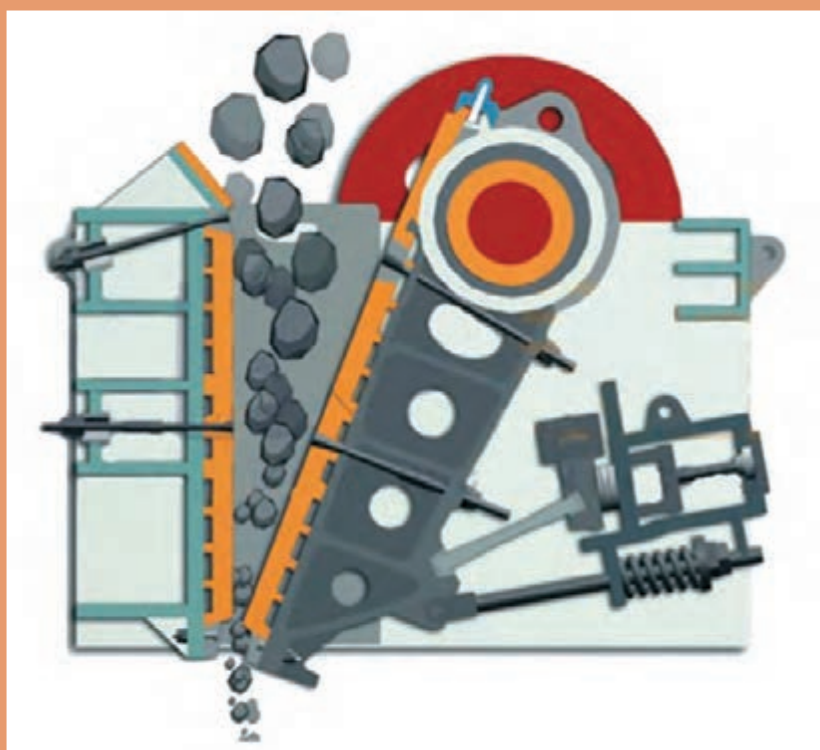
* شایستگی‌های غیرفنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی‌های فنی و مستمر است.

** حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.



پودمان ۳

خردایش مواد معدنی



محتوا برای ایجاد انگیزه

عملیات خردایش با دو هدف اصلی می‌تواند انجام شود. هدف اول خردایش مواد معدنی استخراج‌شده از معدن و رساندن آنها به درجه آزادی مطلوب جهت جدایش کانه از باطله است که به‌عنوان یکی از مراحل فراوری مواد معدنی مورد استفاده قرار می‌گیرد. هدف دوم از خردایش سنگ‌ها ایجاد محصولی با دانه‌بندی‌های مختلف است که کاربرد گسترده‌ای از جمله در صنایع راه‌سازی و ساختمان‌سازی دارد.

واحد یادگیری ۱

شایستگی خردایش مواد معدنی

مقدمه

مواد معدنی پس از استخراج به طور معمول دارای ابعاد بزرگی می باشند لذا جهت حمل و نقل مناسب تر، یا دستیابی به ابعاد مورد نظر بازار مصرف و یا آزادسازی کانی ها از باطله لازم است عملیات خردایش بر روی آنها انجام شود. انجام عملیات خردایش توسط دستگاه های سنگ شکن و در مراحل مختلف انجام می شود که در این پودمان مورد بررسی قرار می گیرند.

استاندارد عملکرد

انجام عملیات خردایش مواد معدنی با به کارگیری وسایل و تجهیزات سنگ شکنی و سرندها و با استفاده از دستورالعمل های فراوری مواد معدنی انجام می شود و مراحل انجام این کار عبارت است از: ۱- سنگ شکنی مرحله اول ۲- سنگ شکنی مرحله دوم ۳- اپراتوری و سرویس دستگاه های سنگ شکن ۴- نمونه برداری.

عملیات سنگ شکنی

خردایش: کاهش ابعاد یک جسم از ابعاد بزرگ اولیه به ابعاد کوچک تر می باشد و با وارد آوردن نیروهای خارجی به جسم انجام می شود.

دلایل انجام عملیات خردایش و نرمایش ■ بارش فکری:

۱ به تصاویر زیر دقت کنید، فکر می کنید بارگیری و حمل کدام یک از مواد معدنی زیر آسان تر انجام می شود؟ در صورتی که این مواد را بخواهیم در کامیون بارگیری کنیم، کدام یک حجم کمتری را اشغال می کنند؟ (شکل ۱).



مواد معدنی پس از خردایش



مواد معدنی قبل از خردایش

شکل ۱

۲ فکر می کنید نیاز بازار مصرف می تواند یکی از دلایل خردایش مواد معدنی باشد. چگونه؟ (شکل ۲).



شکل ۲- سنگ های خرد شده با ابعاد مختلف

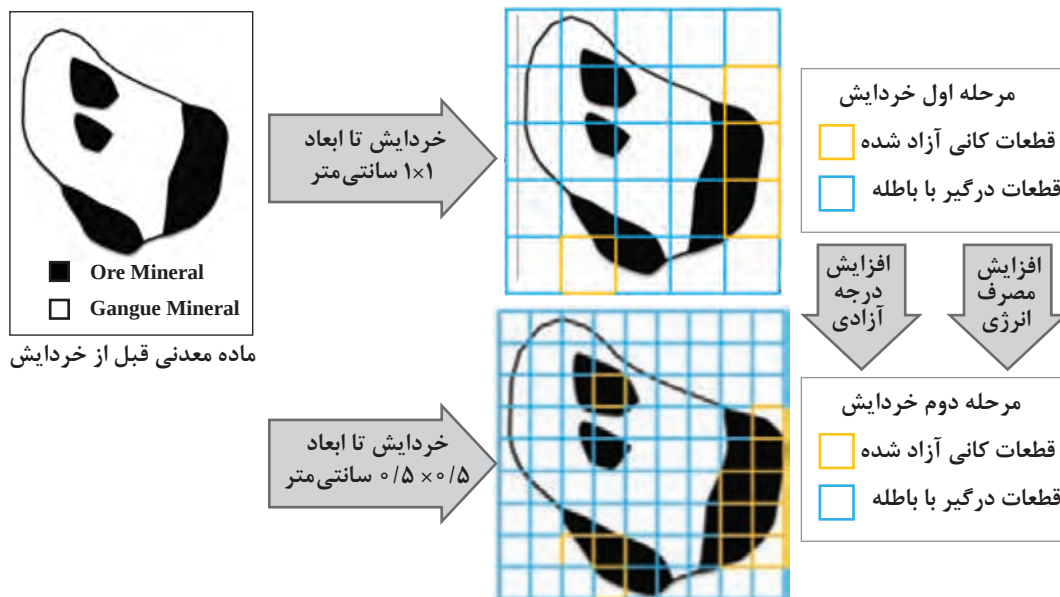
۳ به تصویر زیر نگاه کنید، فکر می‌کنید برای جدایش کانی‌های مس از باطله‌های همراه آن، چه باید کرد؟ (شکل ۳)



شکل ۳- مغزه حفاری شده و کانی‌سازی مس در آن

● مفهوم درجه آزادی^۱:

یکی از مهم‌ترین اهداف خردایش مواد معدنی توسط سنگ‌شکن‌ها و آسیاها آزادسازی کانی‌های با ارزش از مواد باطله همراه در درشت‌ترین ابعاد ممکن است. به عبارت ساده‌تر حدی که در آن عمده کانی‌های با ارزش از باطله‌ها توسط خردایش جدا می‌شود را **درجه آزادی** گویند. با توجه به اینکه نمی‌توان کانی‌ها را به صورت کامل از باطله‌ها جدا نمود در صورتی که درجه آزادی به ۸۰٪ برسد، قابل قبول خواهد بود. یکی از پرکاربردترین روش‌ها جهت تعیین درجه آزادی استفاده از مطالعات مقاطع میکروسکوپی است. (شکل ۴)



شکل ۴

همان گونه که در شکل ۴ مشاهده می شود در مرحله اول خردایش میزان کانی های آزاد شده (داخل مربع های زرد رنگ) نسبت به مرحله دوم خردایش کمتر است. یعنی اینکه با افزایش عملیات خردایش و کوچک تر شدن ابعاد دانه های خرد شده، می توان تعداد کانی های آزاد شده را افزایش داد. لازم به یادآوری است که ادامه عملیات خردایش و نرمایش دارای حدی است که با انجام مطالعات میکروسکوپی می توان آن را تعیین نمود که به آن درجه آزادی می گویند. خردایش بیشتر از درجه آزادی علاوه بر افزایش هزینه ها، عملیات جداسازی کانی های با ارزش از باطله را دشوار می سازد.

روش محاسبه درجه آزادی: عبارت است از نسبت کانی با ارزش آزاد شده بر روی کل کانی با ارزش

$$\text{درجه آزادی} \% = \frac{\text{کانی با ارزش آزاد شده}}{\text{کل کانی با ارزش}} \times 100$$

به عنوان مثال: درجه آزادی کانی با ارزش (قطعات سیاه رنگ) را از مواد باطله گانگ سفید رنگ به دست آورید. تعداد ذرات حاصل از خردایش ماده بر اثر ضربه، ۱۶ عدد است. (شکل ۵)

$$\text{درجه آزادی} = \frac{\text{کانی با ارزش آزاد شده}}{\text{کل کانی با ارزش}} \times 100 = \frac{1}{3} \times 100 = 33/33 \%$$



شکل ۵

قطعات کامل آزاد شده (مربع سیاه) در صورت کسر و کل کانی با ارزش مجموع ۳ قطعه کامل است که در مخرج کسر

$$(4 \text{ قطعه } \frac{1}{4} + 2 \text{ قطعه } \frac{1}{2} + 1 \text{ قطعه کامل})$$

بنابراین چون حداقل درجه آزادی ۸۰٪ است ماده باید از این هم خردتر شود.

اغلب خرد کردن قطعات بزرگ مواد معدنی استخراج شده از معدن تا حد مورد نظر در یک مرحله خردایش عملی نیست و می بایست در چند مرحله سنگ شکنی و در صورت نیاز پس از آن در مرحله نرمایش توسط آسیاها انجام گیرد. به همین علت مراحل خردایش با توجه به توان و اندازه دهانه ورودی دستگاه های سنگ شکن و آسیا و اندازه خروجی آنها به مراحل مختلفی تقسیم می شود. عملیات سنگ شکنی می تواند در یک، دو و یا سه مرحله انجام شود و پس از آن عملیات نرمایش انجام شود.

در یک مدار خردایش سنگ ها با ابعاد بزرگ وارد سنگ شکن اولیه شده و پس از خرد شدن با ابعاد کوچک تر از سنگ شکن خارج می شوند و در صورت نیاز به خردایش بیشتر به عنوان خوراک سنگ شکنی مراحل بعد مورد استفاده قرار می گیرد.

سنگ شکنی مرحله اول خردایش

سنگ شکن‌هایی که دارای ابعاد دهانه ورودی بزرگی هستند و این قابلیت را دارند تا مواد معدنی استخراج شده از معدن با ابعاد بزرگ را خرد کنند، سنگ شکن‌های اولیه گویند.

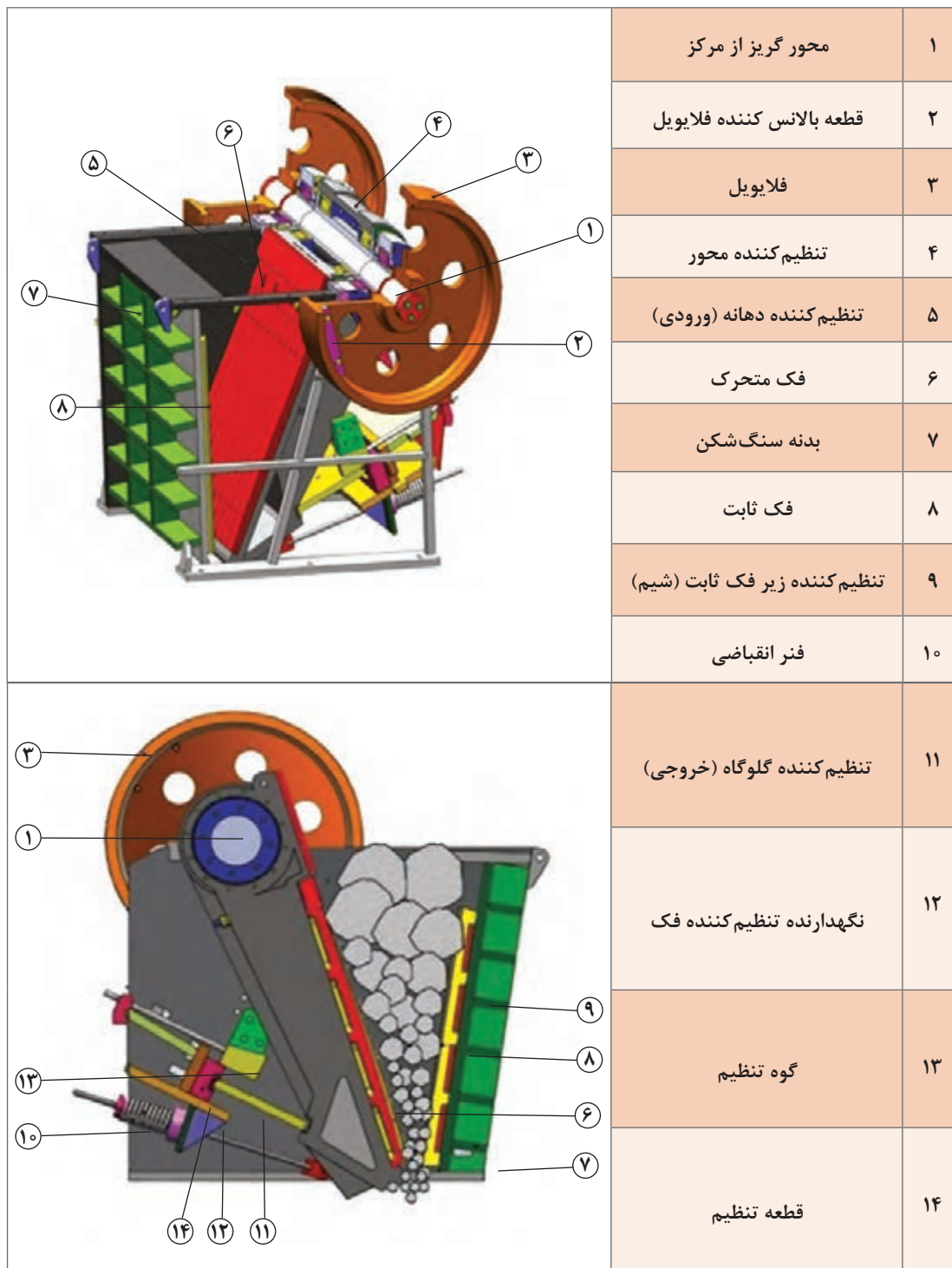
■ **سنگ شکن فکی**^۱: این سنگ شکن‌ها از دو فک که یکی ثابت و دیگری متحرک تشکیل شده‌اند. فاصله فک‌ها در قسمت فوقانی را دهانه و در قسمت تحتانی گلوگاه سنگ شکن گویند. فک متحرک دارای نوسان بوده و به تناوب به فک ثابت نزدیک و دور می‌شود و در اثر این عمل قطعات سنگ و ماده معدنی خرد می‌شوند و به قسمت پایین دستگاه که فاصله فک‌ها کمتر است منتقل می‌شوند. فک ثابت معمولاً به صورت قائم بوده و فک متحرک با زاویه حاده به آن مفصل شده است (شکل‌های ۶ و ۷).



شکل ۶- دستگاه سنگ شکن فکی



شکل ۷- دستگاه سنگ شکن فکی



شکل ۸ - قسمت های مختلف دستگاه سنگ شکن فکی

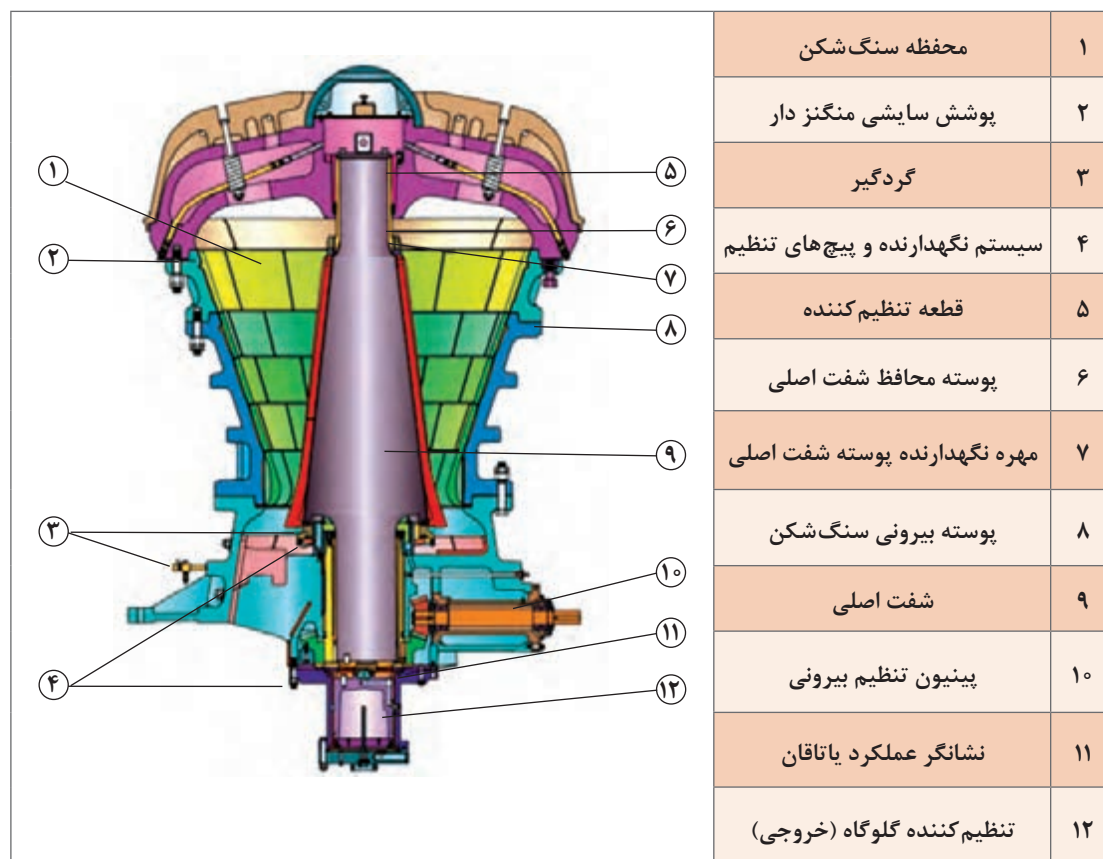
سنگ شکن ژیراتوری^۱: از این سنگ شکن به عنوان سنگ شکن اولیه در تأسیسات بزرگ و در مواردی که ظرفیت و یا نسبت خرد کردن بیش از سنگ شکن های فکی نیاز باشد، استفاده می شود. این سنگ شکن ها از بدنه ثابت مخروطی شکل و یک هسته میانی که در داخل بدنه ثابت دارای حرکت دورانی است، تشکیل شده است. هسته میانی هنگام کار به بدنه ثابت نزدیک و دور می شود تا مواد بین این دو مخروط خرد شده و به پایین حرکت می کنند (شکل های ۹ و ۱۰).



شکل ۱۰- دستگاه سنگ شکن ژیراتوری در حال نصب بر روی فونداسیون



شکل ۹- دستگاه سنگ شکن ژیراتوری



شکل ۱۱- قسمت های مختلف دستگاه سنگ شکن ژیراتوری

جدول ۱- مقایسه سنگ شکن های فکی و ژیراتوری

ژیراتوری	فکی	
به طور دائم در حال شکستن سنگ هستند	نیمی از زمان صرف شکستن سنگ می شود.	مدت کار مفید
ظرفیت ۲/۵ برابر بیشتر	ظرفیت کمتر	ظرفیت (با ابعاد دهانه برابر)
بیشتر	کمتر	مصرف انرژی
بیشتر	کمتر	توانایی خردایش مواد ساینده
بیشتر	کمتر	هزینه خرید و نگهداری
بیشتر	کمتر	فرسایش
با هر نوع باردهی کار می کند	نیاز به تغذیه کننده دارد.	باردهی
نیاز به نیروی متخصص	ساده	نحوه کار با دستگاه
بیش از ۱/۸ برابر	کمتر	نسبت خرد کردن ^۱

مرحله اول عملیات خردایش مواد معدنی

کار عملی ۱: بازدید از یک واحد خردایش مشاهده سنگ شکن های اولیه و تهیه گزارش از آن
شرح فعالیت: گزارش تهیه شده از مرحله اولیه سنگ شکنی می بایست شامل موارد زیر باشد.

- ۱ نوع سنگ شکن های اولیه
 - ۲ ابعاد ورودی سنگ شکن و خروجی آن (دهانه و گلوگاه)
 - ۳ نحوه کار دستگاه سنگ شکن
 - ۴ قسمت های مختلف دستگاه
 - ۵ نحوه اپراتوری و مراقبت از دستگاه
 - ۶ تصاویر و فیلم از دستگاه
- مواد و ابزار:** کاغذ، قلم، دوربین عکاسی
- نکات ایمنی:** استفاده از لباس کار و رعایت قوانین ایمنی کارگاه

فعالیت
کارگاهی



۱- نسبت خرد کردن: قطر متوسط اندازه قطعات بار اولیه به قطر متوسط اندازه قطعات محصول خردشده را نسبت خرد کردن گویند.

اخلاق حرفه‌ای: رعایت کلیه قوانین و مقررات کارگاه خردایش مواد معدنی

کار عملی ۲: بازدید از یک واحد خردایش و مشاهده نحوه کنترل ابعاد ورودی و خروجی دستگاه
شرح فعالیت: ابعاد بار ورودی و خروجی سنگ‌شکن‌ها در طراحی مدار خردایش مشخص می‌گردد و لازم است عملیات کنترل ابعاد ورودی و خروجی به شرح زیر انجام گیرد.

مواد و ابزار: کاغذ، قلم

نکات ایمنی: استفاده از لباس کار و رعایت قوانین ایمنی کارگاه

اخلاق حرفه‌ای: رعایت کلیه قوانین و مقررات کارگاه خردایش مواد معدنی

■ کنترل ورودی سنگ‌شکن اولیه

۱ در سنگ‌شکن‌های اولیه می‌بایست ابعاد بار ورودی کنترل گردد تا سنگ‌های با ابعاد بزرگ‌تر از دهانه ورودی سنگ‌شکن وارد آن نشوند، این عمل معمولاً به‌وسیله سرندهایی که به آن **گریزلی** گویند، انجام می‌شود. این قطعات بزرگ قبل از ورود به سنگ‌شکن می‌بایست توسط پتک یا پیکور خرد شوند و به قطعات کوچک‌تر تبدیل شوند (شکل ۱۲).

۲ قطعات سنگ کوچک‌تر از گلوگاه (خروجی) سنگ‌شکن اولیه توسط سرندها جدا شده و مستقیماً به محصول سنگ‌شکن اولیه و یا ورودی سنگ‌شکن مرحله دوم ارسال می‌شوند.



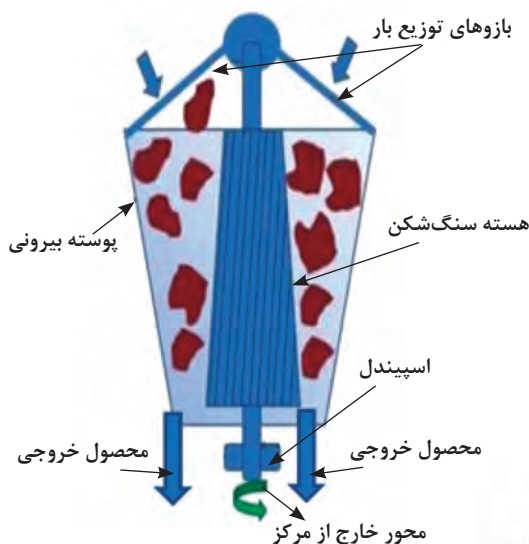
شکل ۱۲- فیدر (تغذیه‌کننده) و سرنده گریزلی سنگ‌شکن فکی

سنگ شکنی مرحله دوم

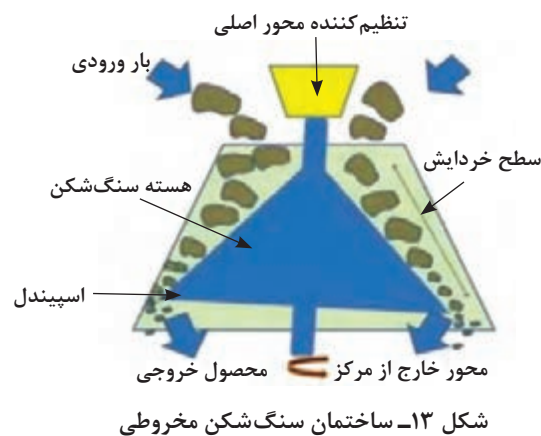
در صورتی که محصول خارج شده از سنگ شکن های مرحله اول جهت عرضه به بازار مصرف و یا ادامه عملیات فراوری (آسیاها یا سایر دستگاه های پر عیار کننده) دارای ابعاد بزرگی باشد از سنگ شکن های دیگری برای خردایش استفاده می شود که به نام سنگ شکن های مرحله دوم نام گذاری می شوند. این سنگ شکن ها باید دارای ویژگی های زیر باشند:

- ۱- از نسبت خردایش بالاتری برخوردار باشند.
- ۲- ظرفیت لازم را داشته باشند.
- ۳- از لحاظ مصرف انرژی و سایر مخارج با صرفه باشند و امکان کار دائم را داشته باشند.
- ۴- ابعاد محصول خروجی این سنگ شکن ها یکنواخت باشد.

■ **سنگ شکن مخروطی:** ساختمانی بسیار مشابه سنگ شکن ژیراتوری دارد ولی زاویه مخروط وسط تا بیش از ۱۰۰ درجه و به تبع بدنه دستگاه خردایش باز شده و هسته دارای ارتفاع کمتری است که باعث شده سطح خردایش بیشتری ایجاد شود. هسته کوتاه تر سنگ شکن مخروطی برخلاف نوع ژیراتوری معلق نیست و در محلی در قسمت تحتانی مخروط تکیه دارد. (شکل های ۱۳، ۱۴ و ۱۵)



شکل ۱۴- ساختمان سنگ شکن ژیراتوری



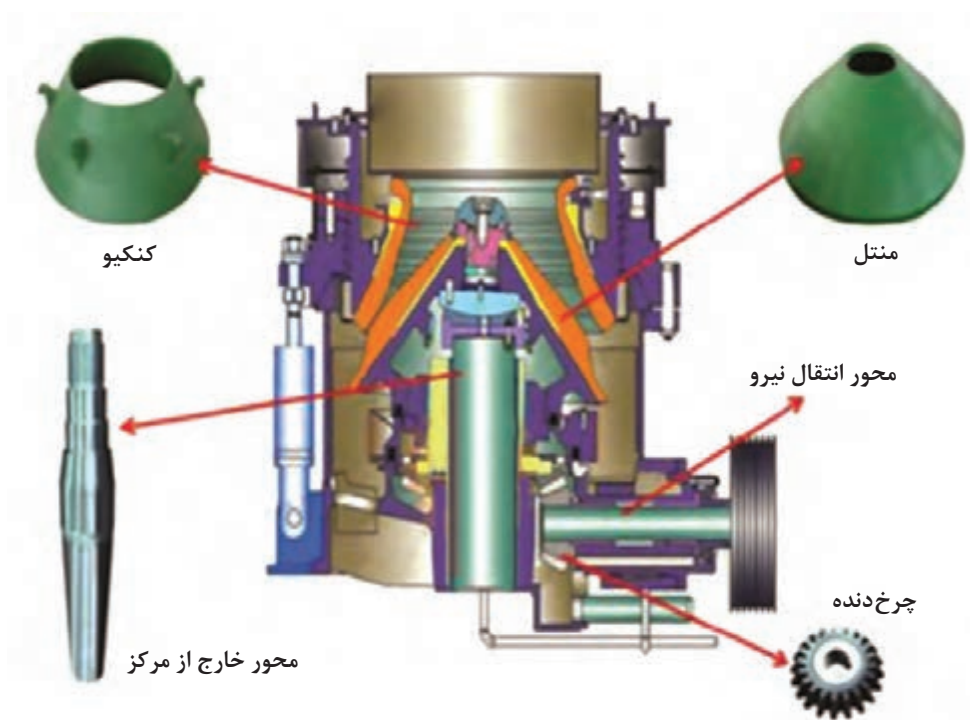
شکل ۱۳- ساختمان سنگ شکن مخروطی



شکل ۱۵- ساختمان سنگ شکن مخروطی

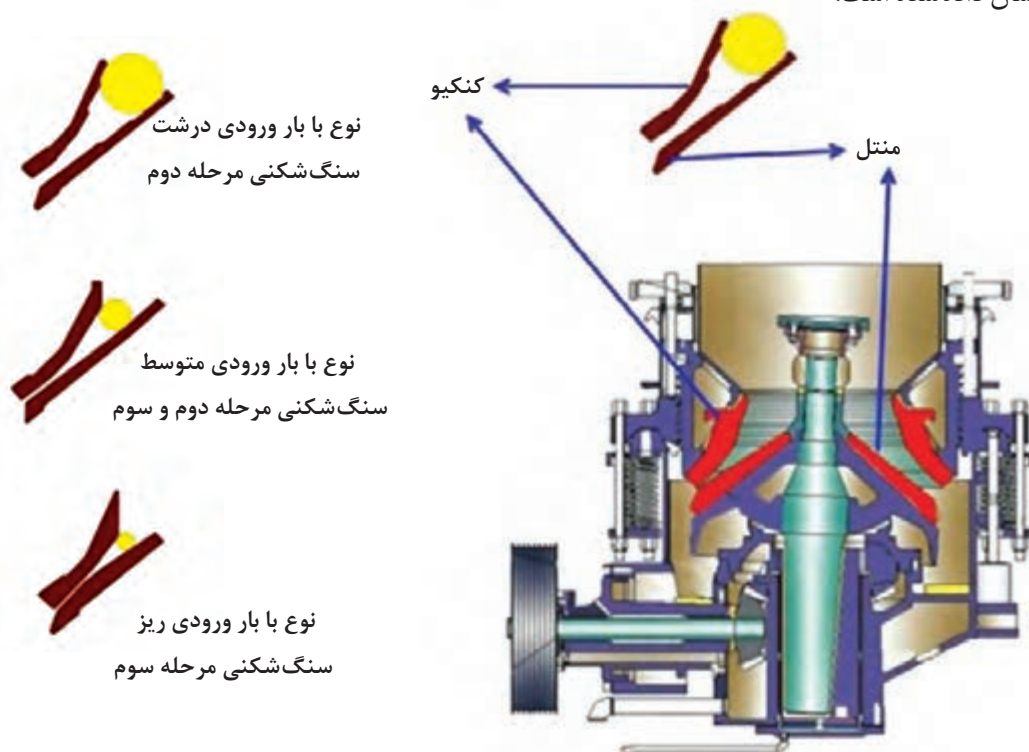


شکل ۱۶- سنگ شکن مخروطی (سیار)



شکل ۱۷- قسمت های مختلف دستگاه سنگ شکن مخروطی

سنگ شکن‌های مخروطی با توجه به نوع و شکل کنکيو و منتل می‌توانند بار ورودی و محصول‌های مختلفی داشته باشند و در مراحل دوم و یا سوم سنگ شکنی استفاده شوند. در شکل زیر مراحل کاربرد این سنگ شکن‌ها نشان داده شده است.



شکل ۱۸- انواع دستگاه‌های سنگ شکن مخروطی

در ادامه دو نوع دیگر از سنگ شکن‌ها که دارای کاربرد کمتری نسبت به سنگ شکن‌های فکی، ژیراتوری و مخروطی هستند به اختصار معرفی می‌شوند: (جدول ۲ و شکل ۱۹)

جدول ۲

		شکل سنگ شکن
سنگ شکن استوانه‌ای	سنگ شکن ضربه‌ای	نوع سنگ شکن
دوم	اول یا دوم	مرحله سنگ شکنی

کاربرد	در زغال سنگ و سیمان	زغال سنگ، گچ، نمک و مس طبیعی و...
مزایا	قابلیت خرد کردن مواد معدنی متنوع و نسبتاً نرم از جمله نمک، گچ، آهک و زغال سنگ و ... (هتروژن)	تولید حداقل نرمه، مواد چسبنده و دارای رطوبت، انرژی مصرفی کم و یار یکنواخت، سهولت تنظیم گلوگاه
معایب	تولید نرمه فراوان، عدم کارایی برای مواد با سختی زیاد	فرسایش زیاد و غیریکنواخت استوانه‌ها، عدم کارایی در مورد مواد لایه‌ای یا الیافی



شکل ۱۹

به تصویر بالا نگاه کنید. فکر می‌کنید انتقال مواد معدنی پس از خرد شدن بین سنگ‌شکن‌های مرحله اول، دوم و یا سرندها چگونه انجام می‌شود؟

بارش فکری



فعالیت
کارگاهی



مرحله دوم عملیات خردایش

کار عملی ۱: بازدید از یک واحد خردایش و مشاهده سنگ‌شکن‌های مرحله دوم و تهیه گزارش آن
شرح فعالیت: گزارش تهیه‌شده از مرحله دوم سنگ‌شکنی می‌بایست شامل موارد زیر باشد.

۱ نوع سنگ‌شکن‌های مرحله دوم

۲ نحوه ارتباط سنگ‌شکن‌های مرحله اولیه با مرحله دوم

۳ ابعاد ورودی سنگ‌شکن و خروجی آن

۴ نحوه کار دستگاه سنگ‌شکن

۵ قسمت‌های مختلف دستگاه

۶ نحوه اپراتوری و مراقبت از دستگاه

۷ تصاویر و فیلم از دستگاه

کار عملی ۲: بازدید از یک واحد خردایش و مشاهده نحوه کنترل ابعاد ورودی و خروجی دستگاه
شرح فعالیت: بار خروجی از سنگ شکن‌های اولیه به‌طور مستقیم وارد سنگ شکن‌های مرحله دوم می‌شود. اما لازم است تا به‌طور مداوم نظارت بر روی ابعاد بار ورودی و خروجی سنگ شکن‌های مرحله دوم صورت گیرد.

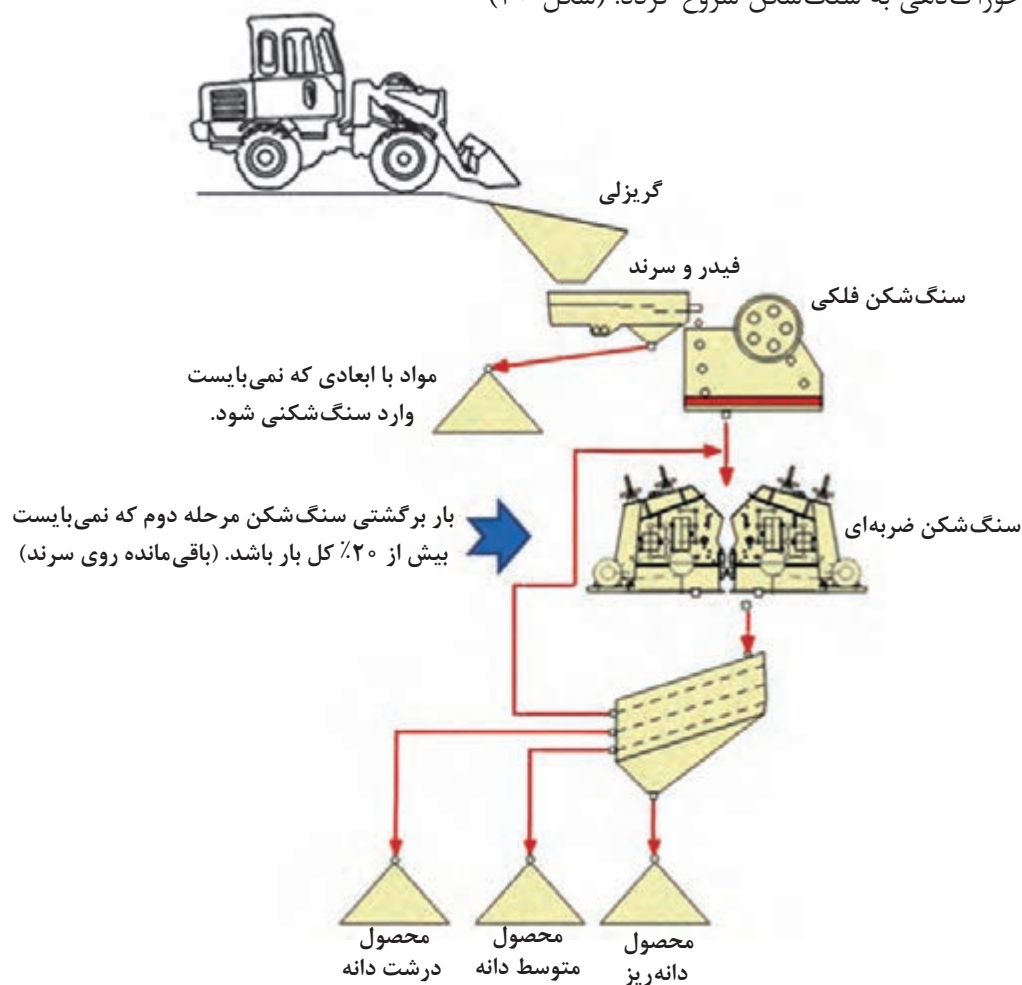
مواد و ابزار: کاغذ، قلم، دوربین عکاسی

نکات ایمنی: استفاده از لباس کار و رعایت قوانین ایمنی کارگاه

اخلاق حرفه‌ای: رعایت کلیه قوانین و مقررات کارگاه خردایش مواد معدنی

کنترل بار خروجی سنگ شکن‌های مرحله دوم

جهت کنترل بار خروجی سنگ شکن‌های مرحله دوم بلافاصله پس از خروجی سنگ شکن یک سرنده با ابعاد در نظر گرفته شده طبق طراحی تا ابعاد بار خروجی کنترل گردد. نکته مهم در مورد بار خروجی این است که مقدار ابعاد بزرگ‌تر از سوراخ‌های سرنده (روی سرنده) نباید بیش از ۲۰٪ کل بار خروجی باشد. در صورت افزایش بیش از ۲۰٪ دستگاه به خوبی کار نمی‌کند و باید خوراک‌دهی متوقف شود تا بار تنظیم شده و آنگاه مجدداً خوراک‌دهی به سنگ شکن شروع گردد. (شکل ۲۰)



شکل ۲۰

نمونه برداری از مدار سنگ شکنی

در مدار خردایش مهم ترین اصل توزیع ابعادی دانه هاست که برای کنترل این توزیع ابعادی و مطابقت آن با طراحی های انجام شده در هر مرحله از سنگ شکنی نمونه برداری طبق برنامه انجام شود. نمونه برداری باید از محصول خرد شده در مراحل مختلف سنگ شکنی انجام گیرد و بر آن اساس صحت عملکرد سنگ شکن و تنظیم بودن دهانه ورودی و گلوگاه خروجی سنگ شکن ها کنترل می گردد. نمونه برداری در مدار خردایش می تواند از روی نوار نقاله؛ سیلو و یا دپوی محصول هر یک از مراحل خردایش انجام گیرد. (شکل ۲۱)



نمونه گیری از دپوی مواد خرد شده

نمونه گیری از روی نوار نقاله

شکل ۲۱

در مورد دستگاه های نمونه برداری خودکار از روی نوار نقاله تحقیق نمایید و نتایج را همراه با تصاویر در کلاس ارائه نمایید.

پژوهش



در مورد دستگاه های اندازه گیری برخط (Online) ابعاد مواد در مدار خردایش تحقیق نمایید و نتایج را در کلاس ارائه نمایید.

پژوهش



عملیات نمونه برداری از مدار سنگ شکنی

کار عملی ۱: بازدید از یک واحد خردایش، مشاهده و تمرین عملی برداشت نمونه از روی نوار نقاله در مراحل مختلف خردایش

کار عملی ۲: تمرین عملی برداشت نمونه از دپوی سنگ های خرد شده و آماده سازی و ارسال به آزمایشگاه
شرح فعالیت: لازم است تا نمونه برداری از سنگ های خرد شده با ابعاد مختلف انجام شود، نمونه ها در کیسه نمونه ریخته شوند و شماره گذاری و بسته بندی گردند و در نهایت لیست نمونه های ارسالی تهیه گردند.

مواد و ابزار: بیلچه، کیسه نمونه، سطل، کاغذ و قلم

نکات ایمنی: استفاده از لباس کار و رعایت قوانین ایمنی کارگاه

اخلاق حرفه ای: رعایت کلیه قوانین و مقررات کارگاه خردایش مواد معدنی

فعالیت
کارگاهی



ارزشیابی شایستگی خردایش مواد معدنی

شرح کار:

- ۱ راهاندازی انواع سنگ شکن‌ها- کنترل ابعادی و هدایت بار ورودی متناسب با ظرفیت و نوع سنگ شکن - کنترل توزیع بار بر روی سرندها - نوار نقاله و بار برگشتی - کنترل ابعاد محصول در راستای سلامت دستگاه‌ها
- ۲ روغن و گریس کاری دستگاه‌ها- سرویس و تعویض فک‌ها - آسترها - دندان‌ها - فنرها - غلتک‌ها - رولیک‌های نوار نقاله - بازدید و تعمیر سرندها
- ۳ برداشت نمونه از بار ورودی و خروجی - سرندهای واسطه بر اساس استاندارد نمونه‌برداری

استاندارد عملکرد:

خردایش مواد معدنی با استفاده از انواع سنگ شکن‌ها و سرندها و نمونه‌برداری از آنها مطابق دستورالعمل فراوری و نمونه‌برداری با رعایت دقت لازم در هر مرحله.

شاخص‌ها:

- ۱ طرز کار انواع سنگ شکن‌ها
- ۲ اپراتوری و سرویس سنگ شکن‌ها
- ۳ نمونه‌برداری از سنگ شکن‌ها

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

فضای کار: کارگاه سنگ شکنی

تجهیزات: انواع سنگ شکن‌ها و سرندها- دستگاه‌های توزین و نوار نقاله - گریس پمپ

مواد مصرفی: گریس - روغن - برگ گزارش کار - قطعات یدک سنگ شکن‌ها - نوار نقاله - دستکش و عینک

زمان: ۱۲۰ دقیقه

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	سنگ شکنی مرحله اول	۲	
۲	سنگ شکنی مرحله دوم	۲	
۳	اپراتوری و سرویس سنگ شکن‌ها	۱	
۴	نمونه‌برداری از مدار سنگ شکنی	۱	
شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:			
	دقت در کار - صحت - مسئولیت پذیری - پوشش ایمنی - رعایت موارد زیست محیطی	۲	
میانگین نمرات**			

* شایستگی‌های غیر فنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی‌های فنی و مستمر است.

** حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

واحد یادگیری ۲

شایستگی اپراتوری دستگاه سنگ شکن

مقدمه

خردایش مواد معدنی اولین مرحله فراوری بعد از عملیات آتشیاری جهت استخراج مواد معدنی بوده و از مهمترین و اساسی ترین عملیات به منظور جدایش ماده معدنی از باطله می باشد. با توجه به این که ذخایر معادن با ترکیبات کانی شناسی پیچیده و عیارهای متفاوت و بعضاً بسیار پایین وجود دارد، لزوم خردایش بیشتر مواد معدنی را به دنبال خواهد داشت و از طرفی بیش از ۵۰ تا ۶۰ درصد هزینه ها را به مصرف انرژی در عملیات فراوری مواد معدنی اختصاص می دهد، بنابراین تربیت نیروی انسانی به منظور اپراتوری دستگاه های فراوری مواد معدنی از جمله سنگ شکن ها از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می باشد به طوری که فرایند خردایش را به طور مؤثر و ایمن انجام داده و علاوه بر دستیابی به محصول مورد نیاز، از ماشین آلات به نحو مطلوب محافظت نماید و توانایی لازم را برای تنظیم و کنترل و هدایت دستگاه های سنگ شکن را دارا باشد و نیز در صورت بروز مشکل نیز بتواند اقدامات لازم را انجام دهد.

استاندارد عملکرد

انجام عملیات اپراتوری با به کارگیری دستگاه سنگ شکن و دستورالعمل های مربوطه و توجه به ظرفیت دستگاه سنگ شکن و کنترل اندازه ابعاد خروجی محصول و رعایت موارد ایمنی.

آشنایی اپراتور با دستگاه سنگ شکن و خردایش مواد معدنی

اپراتور خردایش مواد معدنی بایستی علاوه بر تولید ماده معدنی خرد شده با ابعاد مورد نیاز تا رسیدن به درجه آزادی^۱ و جلوگیری از خردایش بیش از حد مواد معدنی و مصرف بی‌رویه انرژی که نقش بسیار مهمی در قیمت تمام شده دارد، در تهیه نمونه جهت تعیین خواص فیزیکی و شیمیایی نمونه مانند کانی‌شناسی، ترکیب شیمیایی، دانه‌بندی ابعاد، میزان رطوبت، شکل، جرم مخصوص و... و تعیین میزان ذخیره مواد معدنی و طراحی مدار فراوری که بسیار مهم است، انجام وظیفه نماید.

مراحل عملیات خردایش توسط سنگ شکن‌ها

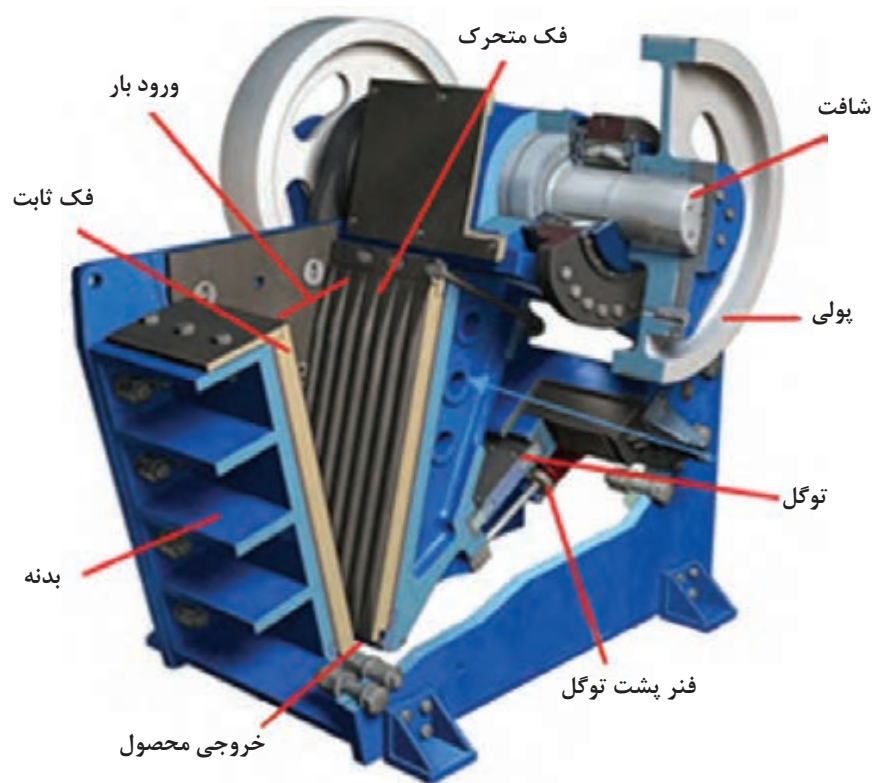
معمولاً سنگ‌شکنی در چهار مرحله انجام می‌شود که بستگی به پارامترهای متفاوتی مانند ابعاد بار اولیه، نسبت خردایش و بسیاری پارامترهای دیگر دارد. در مرحله اول خردایش ماده معدنی با سنگ شکن فکی یا ژیراتوری با ابعاد تا حدود ۳۰ الی ۵۰ میلی‌متر و در مرحله دوم با سنگ شکن فکی یا مخروطی و بین ۱۰ تا ۲۰ میلی‌متر و در مرحله سوم با سنگ شکن فکی، مخروطی و یا غلتکی تا حدود ۵ تا ۱۰ میلی‌متر و در مرحله چهارم تا ریزتر از ۲ تا ۳ میلی‌متر خرد می‌شود. در صورت نیاز به خردایش بیشتر مواد معدنی، از آسیاها استفاده می‌شود. به عنوان مثال از آسیای میله‌ای برای ابعاد ریزتر از ۱۰۰ میکرون و برای ریزتر از این حد از آسیای گلوله‌ای استفاده می‌شود. اپراتورها می‌توانند دستگاه‌های سنگ شکن را به‌طور بهینه و ایمن هدایت کرده و ضمن تولید کافی و مناسب محصول از بروز خرابی‌ها و مشکلات جلوگیری کنند.

■ دستگاه سنگ شکن فکی و اجزای آن

دستگاه‌های سنگ شکن معمولاً از بخش‌های مختلفی تشکیل شده‌اند، لذا اپراتور باید قبل از شروع به کار با دستگاه سنگ شکن، با تمام اجزای دستگاه آشنایی کامل داشته باشد و نحوه کار همه قسمت‌های دستگاه را بداند.

به عنوان مثال، اجزای اصلی دستگاه سنگ شکن فکی شامل فک ثابت، فک متحرک، شانه فک، شفت لنگ، یاتاقان فک، پولی، توگل، فک بند، الکتروموتور و سیستم تنظیم اندازه خروجی است. همچنین، بدنه، سیستم محرک و سیستم روانکاری نیز از اجزای مهم این دستگاه هستند و با کنار هم قرار گرفتن این اجزاء، دستگاه سنگ شکن فکی عملکرد مناسبی را انجام می‌دهد و باید با نظارت و کنترل به درستی تنظیم شوند در شکل ۲۲ به این اجزاء اشاره شده است. (شکل ۲۲)

۱- درشت‌ترین ابعاد ممکن ماده معدنی با ارزش که در خردایش از باطله جدا شده را درجه آزادی می‌گویند.



شکل ۲۲- قسمت‌های مختلف دستگاه سنگ شکن فکی

سایر قسمت‌های سنگ شکن (شکل ۲۳)



شکل ۲۳- توگل و فک‌های سنگ شکن فکی از جنس فولاد مقاوم در مقابل سایش

توگل فک یکی از قسمت‌های مهم در سنگ‌شکن‌های فکی است. این قطعه فلزی، وظیفه انتقال نیرو از میل‌لنگ به شانه فک متحرک را بر عهده دارد. در واقع توگل مانند یک اهرم عمل می‌کند و باعث می‌شود فک متحرک بالا و پایین برود و در نتیجه مواد داخل سنگ‌شکن در اثر برخورد با فک ثابت خرد شده و خارج شوند (شکل ۲۴).



سنگ‌شکن فکی در حال کار



فک‌های سنگ‌شکن در حال خردایش

شکل ۲۴

اجرای عملیات اپراتوری دستگاه سنگ‌شکن

دستگاه‌های سنگ‌شکن از دستگاه‌های مهم در صنایع هستند. این دستگاه‌ها توانایی شکستن سنگ‌ها و مواد معدنی به اندازه‌های کوچک‌تر را دارند و نقش بسیار مهمی در تأمین مواد اولیه برای صنایع مختلف ایفا می‌کنند. از عملیات معدن‌کاری گرفته تا آماده‌سازی مصالح ساختمانی و...، به کار می‌روند. با توجه به این امر اپراتوری دستگاه سنگ‌شکن از اهمیت زیادی برخوردار بوده و نقش کلیدی در تولید مواد خرد شده با کیفیت و حفظ عملکرد صحیح دستگاه دارد. یک اپراتور ماهر می‌تواند بهره‌وری دستگاه را افزایش دهد و از بروز خسارات جلوگیری کند و بر تمامی جنبه‌های عملکرد دستگاه از کنترل دقیق و نظارت مستمر بر عملکرد دستگاه تا رعایت اصول و استانداردهای ایمنی توجه داشته باشد، این مسئولیت‌ها به طور مستقیم بر کیفیت



و بهره‌وری عملیات معدن‌کاری و تولید مصالح ساختمانی تأثیرگذار هستند. اپراتورهایی که دارای تجربه و مهارت کافی باشند، می‌توانند دستگاه‌های سنگ‌شکن را به طور بهینه و ایمن هدایت کرده و ضمن تولید کافی و مناسب محصول از بروز خرابی‌ها و مشکلات جلوگیری کنند (شکل ۲۵).

شکل ۲۵

مهارت‌های مورد نیاز اپراتور دستگاه سنگ‌شکن

نحوه کار با انواع دستگاه‌های سنگ‌شکن و انجام عملیات خردایش.
شناخت انواع سنگ‌ها و مواد معدنی.
تشخیص و رفع اشکالات فنی دستگاه.
انجام تعمیرات جزئی دستگاه.
رعایت نکات ایمنی به هنگام کار با دستگاه.
آموزش پرسنل جدید و گزارش مشکلات به سرپرست.
مهارت در کار تیمی.

■ شرایط جسمی اپراتور سنگ‌شکن

- ۱ قدرت بدنی: اپراتور سنگ‌شکن باید توانایی جابه‌جایی ابزار کار و تجهیزات را تا حد امکان داشته باشد.
 - ۲ ایستادگی: در برخی موارد، اپراتور باید بتواند به مدت طولانی ایستاده یا نشسته کار کند.
 - ۳ سلامتی: علاوه بر توانایی فیزیکی، مشکلات تنفسی یا قلبی نداشته و از سلامت جسمی برخوردار باشد.
 - ۴ بینایی و شنوایی: اپراتور سنگ‌شکن باید توانایی دید خوب و توانایی شنیدن صداهای هشدار و ایمنی را داشته باشد.
 - ۵ استقامت و تعادل: اپراتور سنگ‌شکن باید بتواند در برخی از عملیات که نیاز به جابه‌جایی به مکان‌های مرتفع و کار در شرایط سخت دارد به مدت طولانی کار کند.
 - ۶ سلامت حرکتی: اپراتور سنگ‌شکن باید توانایی راحت در حرکت، خم شدن، ایستادن را داشته باشد.
- نکات فوق به هنگام انتخاب اپراتور دستگاه بایستی توسط مدیر مربوطه رعایت شود.

وظایف اپراتور دستگاه سنگ‌شکن

اپراتور دستگاه سنگ‌شکن مسئول راه‌اندازی، تنظیم، نظارت و نگهداری و تولید و دریافت نمونه از دستگاه سنگ‌شکن است. این فرد باید مهارت و دانش لازم برای کار با دستگاه و همچنین تشخیص و رفع اشکالات احتمالی را داشته و باید با دقت تمام دستورالعمل‌های راه‌اندازی دستگاه را دنبال کند. هرگونه خطا در این مرحله می‌تواند منجر به مشکلات جدی در فرایند خردایش شود.

از دیگر وظایف مهم اپراتور دستگاه سنگ‌شکن انجام کنترل قسمت‌های دستگاه سنگ‌شکن شامل: سطح روغن، وضعیت تسمه‌ها، فک‌ها، اتصالات دستگاه و همچنین وضعیت سایر قطعات متحرک دستگاه است.

■ راه‌اندازی و تنظیم دستگاه

اپراتور باید دستگاه سنگ‌شکن را با تنظیم فاصله بین فک‌های دستگاه، اندازه و شکل دانه‌های مواد معدنی خرد شده را با توجه به نوع سنگ و دستورالعمل و استانداردهای مورد نیاز خردکردن از نظر دانه‌بندی، راه‌اندازی و تنظیم کند تا دستگاه به بهترین شکل ممکن کار کند و مواد خرد شده با کیفیت تولید شوند و برای شناسایی و برای حل مشکلات که ممکن است در فرایند سنگ‌شکنی پیش بیاید و نیاز به تبادل اطلاعات باشد با دیگر افراد تبادل نظر نماید.

■ نظارت بر عملکرد دستگاه

نظارت مستمر بر عملکرد دستگاه در طول فرایند سنگ‌شکنی یکی دیگر از وظایف اپراتور است. اپراتور باید بررسی کند که دستگاه در حال کارکردن در شرایط بهینه است و هیچ‌گونه ناهماهنگی یا مشکل فنی وجود ندارد. این نظارت شامل بررسی فشار، دما، و لرزش دستگاه است. هر گونه تغییری در این پارامترها باید بلافاصله شناسایی و رفع شود. همچنین اپراتور باید مطمئن شود که مواد معدنی به‌طور یکنواخت و به میزان صحیح و کافی وارد دستگاه می‌شوند. تغذیه نادرست می‌تواند به دستگاه آسیب بزند یا باعث کاهش کارایی و تولید آن شود. در همین راستا، اپراتور باید میزان تغذیه دستگاه و ابعاد آن را تحت نظر داشته باشد.

نکته



پس از عملیات آتشباری اولین مرحله فراوری خردایش مواد معدنی است که طی آن قطعات بزرگی تا ابعاد ۱/۵ متر هم در معدن تولید می‌شود این قطعات بزرگ توسط سنگ‌شکن اولیه تا ابعاد ۱۰ الی ۲۰ سانتی‌متر خرد می‌شوند و سپس توسط نوار نقاله‌ها برای خردایش بیشتر (۵ تا ۲ سانتی‌متر) به سنگ‌شکن‌های ثانویه هدایت می‌شوند. اگر خردایش بیشتری مورد نیاز باشد از سنگ‌شکن‌های مرحله سوم و... هم استفاده می‌شود. یکی از وظایف اپراتور سنگ‌شکن در کلیه مراحل سنگ‌شکنی فوق کنترل عملیات سنگ‌شکنی و هدایت مواد خرد شده به مرحله بعد می‌باشد که بایستی مورد توجه اپراتورها قرار بگیرد.

■ شناسایی و عیب‌یابی و رفع مشکلات فنی دستگاه

یکی از مهم‌ترین وظایف اپراتور این است که توانایی تشخیص و شناسایی مشکلات فنی دستگاه را در حد وظایف خود داشته و اقدامات مناسب برای رفع آنها انجام دهد. مشکلات مختلفی می‌تواند در طول فرایند سنگ‌شکنی به وجود آید، از جمله خرابی چکش‌ها، یاتاقان‌ها، یا مشکلات مربوط به سیستم هیدرولیک دستگاه. اپراتور باید بتواند این مشکلات را شناسایی کرده و اقدامات لازم برای تعمیر یا تعویض قطعات معیوب با هماهنگی بخش تعمیرات را انجام دهد.

■ آموزش پرسنل جدید

اپراتور باید بتواند هنگام کار پرسنل جدید با دستگاه سنگ‌شکن همکاری لازم را در آموزش آنها به عمل آورد.

■ اقدامات ایمنی برای اپراتور دستگاه سنگ‌شکن

ایمنی اپراتور یکی از مهم‌ترین مسائل در استفاده از دستگاه‌های سنگ‌شکن است. این دستگاه‌ها می‌توانند خطراتی مانند آسیب‌های فیزیکی ناشی از قطعات متحرک، سر و صدای زیاد و خطرات مربوط به گردوغبار تولید کنند. بنابراین، اپراتور باید همواره از تجهیزات ایمنی مانند کلاه ایمنی، دستکش، عینک ایمنی و گوشی‌های مخصوص صدا و لباس محافظ استفاده کند و قبل از شروع هر شیفت کاری، اپراتور باید تمامی دستگاه‌ها و تجهیزات ایمنی را بررسی کرده و از عملکرد صحیح آنها اطمینان حاصل کند. همچنین، اپراتور باید با دقت به دستورالعمل‌های ایمنی دستگاه عمل کند تا از بروز حوادث جلوگیری کند.

علاوه بر تجهیزات ایمنی، اپراتور باید محیط کار را از نظر شرایط ایمنی که شامل بررسی وضعیت زمین، تهویه مناسب و روشنایی کافی بوده و همچنین از نصب حفاظ در اطراف سنگ‌شکن برای رعایت ایمنی مطمئن شود و جهت ایجاد و تأمین موارد ایمنی با سرپرست یا مدیر مربوطه در ارتباط باشد تا بتواند در محیطی امن و کارآمد مشغول به کار باشد.

آموزش‌های مورد نیاز برای اپراتور دستگاه سنگ‌شکن

برای اینکه اپراتور دستگاه سنگ‌شکن بتواند به‌طور مؤثر از دستگاه استفاده کند، نیاز به آموزش‌های تخصصی دارد که این آموزش‌ها باید توسط مدیر مربوطه انجام شود و شامل موارد زیر می‌باشد:

۱- فنی: آشنایی با اجزا و نحوه کارکرد دستگاه‌های سنگ‌شکن، تشخیص خرابی‌ها، و نحوه تعمیرات اولیه.

۲- ایمنی: نحوه استفاده از تجهیزات ایمنی، تشخیص خطرات محیطی و انجام اقدامات پیشگیرانه.

۳- کنترل عملکرد صحیح دستگاه: نحوه تنظیم دستگاه برای انواع مختلف مواد معدنی و شرایط محیطی.

۴- شناسایی مشکلات: تشخیص مشکلات فنی و شناسایی علائم خرابی دستگاه‌ها و اقدام برای اصلاح خرابی‌ها.

۵- مستمر و به‌روز بودن: آشنایی اپراتورها با تغییرات و فناوری‌های جدید، به بهبود کارایی و کاهش هزینه‌ها کمک می‌کند.

۶- آشنایی با بعضی سنگ‌های معدنی: از جمله مس، آهن، سرب و روی و...



شکل ۲۶- اپراتور نوعی دستگاه سنگ‌شکن مخروطی

مراحل کار با دستگاه سنگ‌شکن

اپراتور دستگاه‌های سنگ‌شکن در حین کار بایستی علاوه بر نظارت بر عملکرد سنگ‌شکن، وظایفی از قبیل گرفتن و برداشتن تکه‌های آهن که ممکن است در بین سنگ‌های خرد نشده پیدا شود و نیز جدا کردن و خرد کردن تکه‌های بزرگ سنگ از روی نوار نقاله ورودی به سنگ‌شکن (نوار نقاله تغذیه) و همچنین کنترل کردن محفظه خروجی سنگ‌شکن از لحاظ گیر کردن و... را نیز انجام دهد. همچنین اپراتور باید در پیش‌بینی میزان زمان مورد نیاز برای عملیات خرد کردن دقت لازم را داشته باشد

به نظر شما در صورتی که یک تکه آهن بزرگ در اثر عدم توجه بعد از عبور از فیدر و سرند بین دو فک سنگ‌شکن که در حال کار است قرار بگیرد و عبور نکند، تکلیف اپراتور برای جلوگیری از خسارات وارده به سنگ‌شکن چیست؟

پژوهش



■ مراحل اپراتوری دستگاه سنگ‌شکن

الف) اقدامات قبل از استارت: دریافت برنامه کاری از سرپرست شیفت.

بازرسی و رفع عیوب و گرفتگی‌های احتمالی در سیستم خردایش اعم از سنگ‌شکن‌ها، نوارها، فیدرها و متعلقات آنها مثل زنجیر، تسمه و..

آچارکشی کلیه ماشین‌آلات خردایش و متعلقات اعم از موتورها، سیستم‌های متحرک، شاسی‌ها و....
ب) اقدامات شروع استارت: قبل از استارت در صورتی که دستگاهی با سیستم هیدرولیک کار می‌کند، ابتدا پمپ روغن و گرمکن روغن را بازدید و سپس روشن کرده و تا رسیدن به دمای مورد نیاز، هیچ دستگاهی شروع به کار نکند.
 ترتیب استارت دستگاه‌ها به گونه‌ای باشد که ابتدا از آخرین دستگاه مسیر خردایش شروع و در نهایت با استارت اولین دستگاه سیستم خردایش، کلیه ماشین‌آلات روشن و آماده به کار گردند.

ج) اقدامات حین کارکرد: پس از اطمینان از روشن بودن کلیه دستگاه‌ها اقدام به باردهی شود.
 تنظیم سرعت فیدر^۱ (تغذیه‌کننده) به گونه‌ای باشد که به دستگاه سنگ‌شکن بار مضاعف اعمال نشود و دستگاه با کمبود بار مواجه نشود.
 بازرسی کل مسیر خردایش در خلال کارکرد سیستم خردایش به صورت مداوم.
 در صورت بروز مشکل و مشاهده موارد اضطراری در ابتدا باردهی متوقف شده، کل سیستم متوقف نموده و پس از رفع نقص به طور کامل و رفع گیرهای احتمالی، مجدداً همانند بند (ب)، دستگاه‌ها روشن شده و به کار خود ادامه دهند.

د) اقدامات پایان کار: در ابتدا بار ورودی قطع و فیدرها خاموش گردند.
 بررسی مسیر خردایش و اطمینان از خالی بودن کل مسیر خردایش و حصول اطمینان از اینکه هیچ دستگاهی در زیر بار خاموش نشود.
 ترتیب توقف دقیقاً برعکس بند (ب) انجام شود یعنی از توقف اولین دستگاه سیستم خردایش شروع و به ترتیب تا آخرین دستگاه خاموش گردد.
 آچارکشی مجدد کلیه ماشین‌آلات و متعلقات آنها اعم از موتورها، سیستم‌های متحرک آنها، شاسی‌ها و غیره و در صورت نیاز روغن‌کاری، گریس‌کاری و تعویض فیلتر روغن دستگاه‌ها.
 در صورتی که دستگاه‌های سنگ‌شکن دچار نقص و مشکلات فنی اساسی شوند حتماً می‌بایست تعمیرات توسط واحد تعمیر و نگهداری انجام گیرد. در نهایت و پس از آماده سازی دستگاه سنگ‌شکن آن را آماده تحویل به شیفت بعد نماید.

فعالیت
کارگاهی



اپراتوری سنگ‌شکن

کار عملی: بازدید از یک واحد خردایش و تهیه گزارش از مراحل کار اپراتور با سنگ‌شکن
شرح فعالیت: در گزارش نکات زیر مورد توجه قرار گیرد:

۱ اقدامات قبل از راه اندازی

۲ اقدامات هنگام راه اندازی

۳ اقدامات هنگام کار دستگاه‌ها و تجهیزات خردایش

۴ اقدامات پایان کار

گزارش همراه تصویر و فیلم باشد.

مواد و ابزار: کاغذ، قلم، دوربین عکاسی

نکات ایمنی: استفاده از لباس کار و رعایت قوانین ایمنی کارگاه

اخلاق حرفه‌ای: رعایت کلیه قوانین و مقررات کارگاه خردایش مواد معدنی

ارزشیابی مرحله‌ای: کار با سنگ شکن

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/دآوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	رعایت موارد قبل از شروع به کار، هنگام راه‌اندازی، هنگام کار و پایان کار	بالاتر از حد انتظار	مکان: کارگاه فراوری و معدن تجهیزات: آچارآلات مواد مصرفی: قطعات یدکی - گریس و روغن زمان: ۵۰ دقیقه
۲	رعایت موارد قبل از شروع به کار، هنگام راه‌اندازی، اقدامات پایان کار	قابل قبول	
۱	رعایت موارد قبل از شروع به کار، هنگام کار	ناقص	

نقش اپراتور در نگهداری و تعمیر سنگ شکن‌ها

یکی از اصولی‌ترین بخش‌های نگهداری سنگ شکن فکی و سایر سنگ شکن‌ها که باید مورد توجه اپراتورها قرار بگیرد، انجام سرویس‌های دوره‌ای و پیشگیرانه است. دستگاه‌های سنگ شکن به دلیل کارکرد مداوم در شرایط سخت، نیازمند نظارت و نگهداری دقیق هستند تا از بروز خرابی‌های غیرمنتظره و هزینه‌های زیاد تعمیرات جلوگیری شود، در چنین شرایطی اپراتور باید از توانایی‌های فنی خود برای جلوگیری از توقف‌های طولانی مدت استفاده کند همچنین باید بتواند گزارشات دقیق و منظم در مورد عملکرد دستگاه سنگ شکن، میزان تولید و هرگونه مشکلات احتمالی را به سرپرست ارائه دهد. (شکل ۲۷)



شکل ۲۷- نگهداری و سرویس قسمت‌های یک نوع سنگ شکن

■ چک لیست نگهداری روزانه (اپراتور)

نگهداری روزانه از اهمیت زیادی برخوردار است و به ویژه در دستگاه‌های سنگ شکن می‌تواند از خرابی‌های جزئی جلوگیری کند. این سرویس‌ها باید قبل از شروع کار روزانه توسط اپراتور انجام شوند. (جدول ۳)

جدول ۳

توضیحات	وظیفه
روغن موتور و سیستم‌های هیدرولیک باید در سطح مناسب باشد.	بررسی سطح روغن
وضعیت فک ثابت و متحرک را از نظر سایش و ترک بررسی کنید.	بررسی فک‌ها
مطمئن شوید که تسمه‌ها درست تنظیم شده و هیچ گونه ساییدگی ندارند.	بررسی تسمه‌ها
دمای موتور و سیستم خنک‌کننده باید در حد مجاز باشد.	بررسی سیستم خنک‌کننده

نکته

در صورت مشاهده هرگونه صدای غیرمعمول یا لرزش‌های زیاد، بررسی فک‌ها و تسمه‌ها و موتور و... ضروری است.



■ چک لیست نگهداری هفتگی (اپراتور و تعمیرات)

در نگهداری هفتگی، تمرکز بیشتر بر روی بررسی وضعیت عمومی دستگاه و بررسی قسمت‌های داخلی آن است. انجام این سرویس‌ها باعث کاهش استهلاک دستگاه در طولانی‌مدت می‌شود. (جدول ۴)

جدول ۴

توضیحات	وظیفه
بلبرینگ‌ها باید روانکاری شوند و از نظر سایش بررسی شوند.	بررسی بلبرینگ‌ها
فشار و عملکرد سیستم هیدرولیک باید طبق استاندارد باشد.	بررسی سیستم هیدرولیک
سیم‌کشی‌ها و اتصالات برقی باید سالم و بدون آسیب باشند.	بررسی سیستم برق
دستگاه باید از گرد و غبار و مواد اضافی تمیز شود تا از گرفتگی سیستم‌ها جلوگیری شود.	تمیزکاری عمومی

نکته

در صورت وجود هرگونه نشی از سیستم هیدرولیک یا روغن، فوراً باید برطرف شود تا آسیب جدی به دستگاه و محیط زیست وارد نشود.



■ چک لیست نگهداری ماهانه (اپراتور و تعمیرات)

سرویس های ماهانه به شناسایی و رفع مشکلات قبل از اینکه به خرابی های عمده تبدیل شوند، کمک می کند.
(جدول ۵)

جدول ۵

توضیحات	وظیفه
اگر فک ها به شدت سایش پیدا کرده اند، باید تعویض شوند.	بررسی فک ها از نظر سایش
بررسی کنید که دهانه خروجی به درستی تنظیم شود تا دانه بندی یکنواختی حاصل شود.	بررسی مکانیزم تنظیم دهانه خروجی
هیچ گونه ترک یا آسیب به شاسی و فریم نباید وجود داشته باشد.	بررسی وضعیت شاسی و فریم
سیستم های انتقال قدرت باید بدون لرزش و با کارکرد صحیح باشند.	بازبینی موتور و سیستم انتقال قدرت

اگر دستگاه در شرایط سخت تری کار می کند (مثل سنگ های سخت یا محیط های مرطوب)، ممکن است نیاز به نگهداری بیشتری داشته باشد.

نکته



■ زمان تعویض قطعات اصلی (تعمیرات)

عمر مفید برخی قطعات سنگ شکن فکی محدود است. بنابراین لازم است که در زمان های مشخص، این قطعات را تعویض کرده تا از خرابی های غیرمنتظره جلوگیری شود. (جدول ۶)

جدول ۶

توضیحات	وظیفه
هر ۳-۶ ماه، بسته به سایش و کیفیت جنس فک ها	فک ها
هر ۱۲ ماه یا در صورت مشاهده صدای غیرعادی	بلبرینگ ها
هر ۶-۱۲ ماه، بسته به وضعیت	تسمه ها
هر ۱۰۰۰ ساعت کاری یا ۶ ماه	روغن و فیلرها

نکته

استفاده از قطعات یدکی با کیفیت مناسب و مطابق با مشخصات کارخانه سازنده تأثیر زیادی در افزایش طول عمر دستگاه دارد.



■ علائم رایج خرابی ها و رفع مشکلات (جدول ۷)

اپراتور هرچه سریع تر مشکل را شناسایی کند، تا احتمال تعمیر و هزینه های ناشی از خرابی کاهش یابد.

جدول ۷

علت	علائم	راه حل
لرزش شدید	لرزش بیش از حد دستگاه	بررسی اتصالات، بلبرینگ ها و تسمه ها
صدای غیرعادی	صدای غیرمعمول از موتور یا فک ها	بررسی بلبرینگ ها و موتور
کاهش تولید	کاهش ظرفیت سنگ شکنی	بررسی وضعیت فک ها و تنظیم دهانه خروجی - کاهش بار ورودی
داغ شدن بیش از حد موتور	دمای بالاتر از حد مجاز	بررسی سیستم خنک کننده و روغن موتور

■ رعایت نکات فنی توسط اپراتور برای بهبود کارایی

- ۱- روانکاری صحیح: از روانکاری های با کیفیت (روغن و گریس) و با توجه به شرایط کاری معدن استفاده کنید.
- ۲- تنظیم صحیح دهانه خروجی: دهانه خروجی سنگ شکن فکی و سایر سنگ شکن ها باید همواره مطابق با نیاز دانه بندی مواد باشد.
- ۳- تعمیرات پیشگیرانه: انجام سرویس های منظم و به موقع باعث کاهش خرابی های پیش بینی نشده می شود و هزینه های کلی را کاهش می دهد.

نکته

نگهداری پیشگیرانه و منظم سنگ شکن ها نه تنها از خرابی های ناگهانی جلوگیری می کند بلکه عمر مفید دستگاه را نیز افزایش می دهد. رعایت چک لیست های روزانه، هفتگی و ماهانه، استفاده از قطعات یدکی با کیفیت و روغن و گریس کاری منظم می تواند بهره وری دستگاه را به حداکثر برساند.



■ مزایا و معایب سنگ شکن فکی (جدول ۸)

سنگ شکن فکی یکی از پرکاربردترین تجهیزات خردایش در صنعت معدن و فراوری مواد معدنی است. در ادامه به بررسی مزایا و معایب این تجهیز استراتژیک می‌پردازیم تا دید جامعی برای تصمیم‌گیری در اختیار متخصصان و اپراتورها قرار گیرد.

جدول ۸

معایب	مزایا	جنبه
هزینه‌های مرتبط با تعویض قطعات سایشی	هزینه اولیه و نگهداری مناسب	اقتصادی
محدودیت در کنترل دقیق دانه‌بندی	کارکرد ساده و قابل اطمینان	عملیاتی
تولید گرد و غبار و آلودگی صوتی	طراحی مستحکم و مقاوم	فنی
محدودیت در اندازه خوراک ورودی	انعطاف‌پذیری در پذیرش خوراک	کاربردی

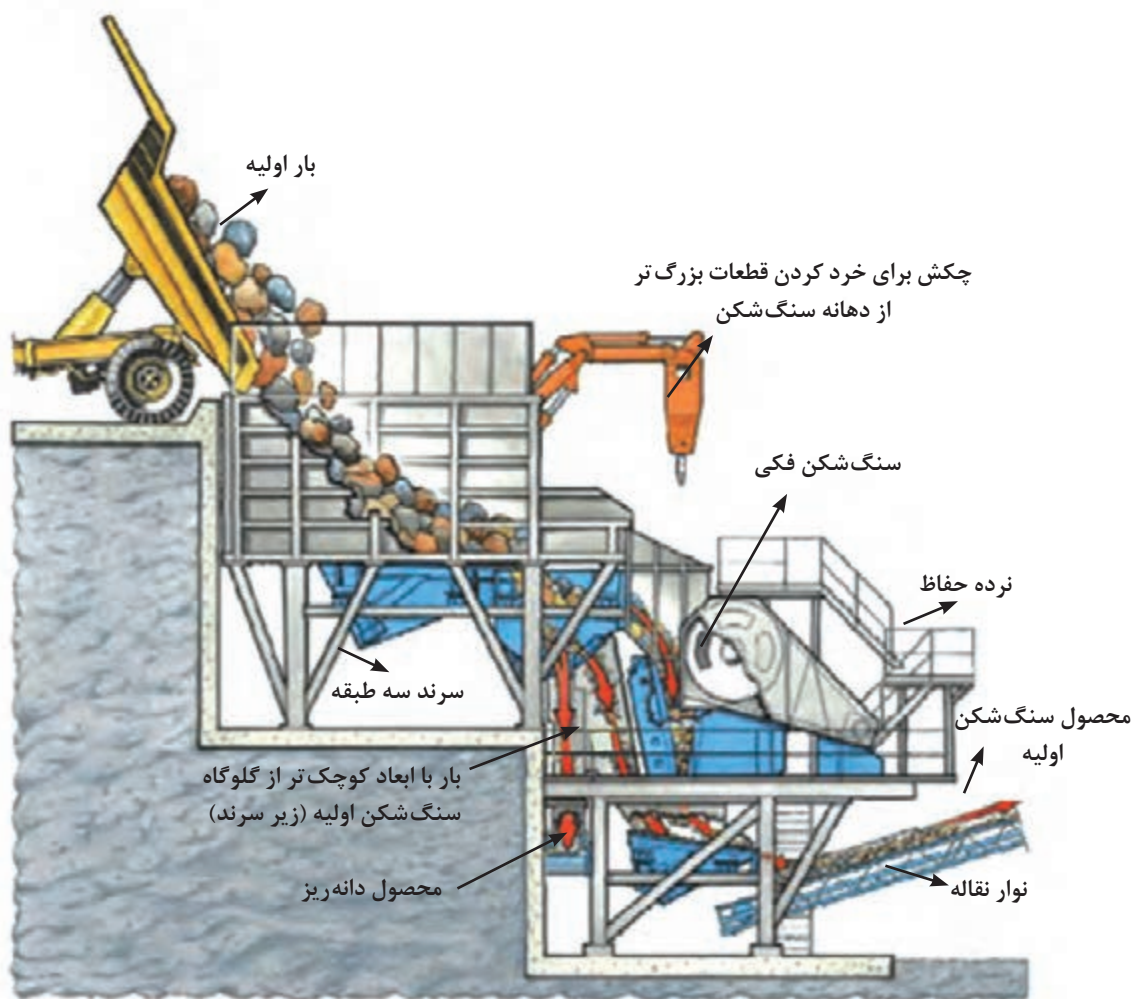
■ مشکلات رایج اپراتورهای دستگاه سنگ شکن

اپراتورهای دستگاه سنگ شکن با مشکلات و چالش‌های مختلفی مواجه هستند. از جمله مشکلات رایج می‌توان به خرابی‌های مکرر قطعات دستگاه، مشکلات مربوط به تنظیمات نادرست، یا مشکلات ایمنی اشاره کرد. در بسیاری از مواقع، اپراتورها با مشکلات مربوط به کیفیت مواد معدنی، نوع مواد معدنی، سختی، سایش، میزان رطوبت ماده معدنی و دمای بالا نیز مواجه می‌شوند که می‌تواند بر عملکرد دستگاه و خودشان تأثیر بگذارد. چالش دیگر، تغییرات شرایط محیطی است. در شرایط مختلف آب و هوایی یا تغییرات دما، دستگاه‌های سنگ شکن ممکن است به درستی کار نکنند و نیاز به تنظیمات ویژه داشته باشند. اپراتور باید توانایی حل این مشکلات را داشته باشد و دستگاه را در بهترین شرایط به کار اندازد.

در نهایت، وظایف اپراتور دستگاه سنگ شکن از اهمیت زیادی برخوردار است و بر تمامی جنبه‌های عملکرد دستگاه تأثیر می‌گذارد. از کنترل دقیق دستگاه و نظارت مستمر بر عملکرد آن تا رعایت اصول ایمنی و آموزش‌های تخصصی، تمامی این مسئولیت‌ها به‌طور مستقیم بر کیفیت و بهره‌وری عملیات معدن‌کاری تأثیرگذار هستند. اپراتورهایی که دارای تجربه و مهارت کافی باشند، می‌توانند دستگاه‌های سنگ شکن را به‌طور بهینه و ایمن هدایت کرده و از بروز خرابی‌ها و مشکلات جلوگیری کنند.

مدار دستگاه سنگ شکن

قسمت‌های مختلف مدار ساده سنگ شکن (شکل ۲۸)



شکل ۲۸

مدار سنگ شکن اولیه

مدار دستگاه سنگ شکن به مسیر حرکت مواد از زمان ورود به دستگاه سنگ شکن تا خروج آن از سنگ شکن گفته می‌شود. این مدار می‌تواند به صورت مدار باز یا مدار بسته باشد. در مدار باز، مواد فقط یک بار از سنگ شکن عبور می‌کنند، در حالی که در مدار بسته، مواد ممکن است چندین بار از سنگ شکن و دستگاه‌های دیگر عبور کنند تا به اندازه دانه‌بندی مطلوب برسند. (شکل ۲۹)



شکل ۲۹- دستگاه سنگ شکن در مدار خردایش

■ عوامل مؤثر در انتخاب مدار خردایش:

نوع مواد: برخی مواد ممکن است برای خردایش در مدار بسته مناسب تر باشند.
اندازه محصول نهایی: اگر به دانه بندی دقیق نیاز باشد، مدار بسته ارجحیت داشته و لازم است.
ظرفیت تولید: مدار بسته می تواند ظرفیت تولید را افزایش دهد.

■ مدار باز

در این مدار، مواد یک بار از سنگ شکن عبور می کنند و پس از خرد شدن، از دستگاه خارج می شوند.
 معمولاً برای سنگ شکن های اولیه و موادی که نیاز به خردایش زیاد ندارند، استفاده می شود.
مزایا: سادگی، هزینه کمتر.

معایب: دانه بندی نامنظم تر، احتمال خردایش بیش از حد. (شکل ۳۰)



شکل ۳۰- عملیات خرد کردن سنگ شکن در مدار باز

■ مدار بسته

در این مدار، مواد خرد شده توسط سرند یا دستگاه‌های دیگر دسته‌بندی می‌شوند و مواد درشت‌تر دوباره به سنگ‌شکن بازگردانده می‌شوند تا خرد شوند. معمولاً برای سنگ‌شکن‌های ثانویه و موادی که نیاز به دانه بندی دقیق‌تر دارند، استفاده می‌شود. **مزایا:** دانه بندی دقیق‌تر، کاهش ضایعات، افزایش ظرفیت. **معایب:** پیچیدگی بیشتر، هزینه بالاتر (شکل ۳۱)



شکل ۳۱- مدار بسته سنگ‌شکن مخروطی

وظایف اپراتور سنگ‌شکن در مدار بسته خردکردن مواد معدنی مانند مدار باز است که اپراتور وظیفه کنترل و نظارت بر عملکرد دستگاه سنگ‌شکن را بر عهده دارد.

نکته



■ **بار در گردش در سنگ‌شکن‌های مدار بسته (Circulating Load):** همان گونه که قبلاً نیز گفته شد وقتی که مدار باز باشد بار اولیه پس از ورود به سنگ‌شکن خرد شده و سپس به مراحل بعدی منتقل می‌گردد بنابراین تنها مزیت مدارهای باز تجهیزات کمتر و سرمایه‌گذاری اندک می‌باشد اما در مدار بسته مواد پس از خردایش اولیه به وسیله سرند دانه‌بندی می‌شوند مواد ریزتر از چشمه‌های سرند عبور کرده و مواد درشت‌تر از چشمه‌های سرند عبور نکرده و به سنگ‌شکن می‌رود. در چنین حالتی ظرفیت سنگ‌شکن باید برای مجموع بار اولیه و میزان مواد برگشت داده شده کافی باشد. موادی که مجدداً توسط نوار نقاله به سنگ‌شکن برگشت داده شده است (بار در گردش) نام دارد. میزان مواد برگشتی نسبت به بار اولیه بر حسب درصد بیان می‌شود. با وجود بار در گردش مصرف انرژی و میزان نرمه در محصول کاهش می‌یابد. این موضوع که توسط مدیران بخش فراوری بسیار با اهمیت است، لازم است مورد توجه اپراتورهای سنگ‌شکن‌ها نیز قرار گیرد.

■ مدار سیار سنگ شکن

عملیات سنگ شکنی سیار به مجموعه‌ای از تجهیزات سنگ شکنی گفته می‌شود که به صورت سیار و قابل حمل و نقل در معادن مختلف یا کارگاه‌های شن و ماسه یا پروژه‌های ساختمانی استفاده می‌شوند. این مدارها معمولاً شامل سنگ شکن اولیه، ثانویه، سنگ شکن‌های فکی، مخروطی، ضربه‌ای و نوار نقاله (متحرک و قابل جابه‌جایی)، سرندها (جهت دانه‌بندی مواد معدنی) می‌باشند که به منظور خردایش و فراوری مواد معدنی در محل استخراج یا در نزدیکی آن استفاده می‌شوند. (شکل ۳۲)



شکل ۳۲- مدار سیار سنگ شکن

مدار سیار سنگ شکن در انواع معادن از جمله معادن سنگ آهن، مس، طلا، و سایر مواد معدنی کاربرد دارد. همچنین در پروژه‌های عمرانی و ساختمانی نیز از این سیستم استفاده می‌شود.

■ وظایف اپراتور در خردایش سیار مواد معدنی

این فرد باید دارای دانش و مهارت کافی در زمینه کار با دستگاه سنگ شکن، تنظیمات آن، عیب‌یابی و تعمیرات جزئی دستگاه باشد. همچنین، او باید بتواند در شرایط مختلف کاری، از جمله شرایط سخت آب و هوایی، به طور مؤثر کار کند و از ایمنی دستگاه و محیط کار اطمینان حاصل کند.

■ مزایای سنگ شکن‌های سیار

کاهش هزینه‌های حمل و نقل: با جابه‌جایی سنگ شکن به محل استخراج، نیاز به حمل مواد به کارخانه‌های دورافتاده کاهش می‌یابد.

■ افزایش انعطاف‌پذیری

امکان جابه‌جایی سنگ شکن به مناطق مختلف و پروژه‌های متعدد.

■ کاهش زمان عملیات

با استفاده از سنگ شکن‌های سیار، فرایند خردایش و دانه‌بندی مواد به سرعت انجام می‌شود.

■ افزایش بهره‌وری

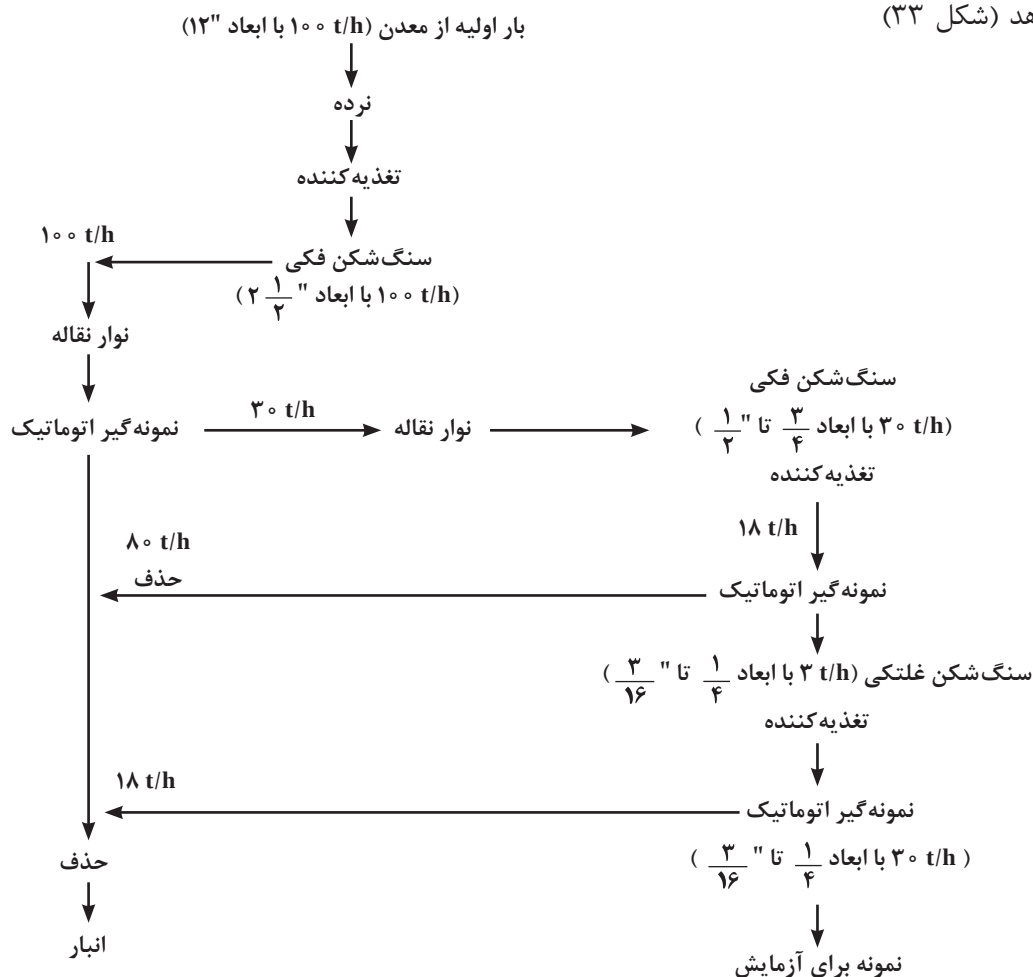
با توجه به قابلیت تنظیم و کنترل این سنگ‌شکن‌ها، می‌توان بهره‌وری بالاتری در تولید محصولات به دست آورد.

■ کاربردها

استخراج معادن و فراوری مواد معدنی، تولید مصالح ساختمانی در پروژه‌های عمرانی، بازیافت ضایعات ساختمانی، تولید شن و ماسه در پروژه‌های راه‌سازی.

ترسیم مدار فراوری مواد معدنی (فلوشیت)

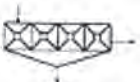
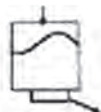
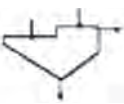
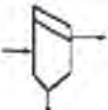
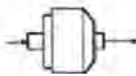
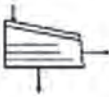
ترسیم مدار فراوری (فلوشیت) نموداری است که به تکنسین‌ها و مهندسین و اپراتورها این امکان را می‌دهد تا اجزای مختلف فرایند عملیات فراوری را به شکل ترسیم (گرافیکی) نمایش دهند تا ارتباط بین آنها را بهتر درک کنند. روش رسم مدار فراوری نوشتن نام تجهیزات به ترتیب قرارگیری در مدار است که توسط خطوط فلش داری به یکدیگر متصل شده‌اند که جهت فلش‌ها نشان‌دهنده جهت حرکت مواد را نشان می‌دهد (شکل ۳۳)



نمونه‌گیری ضمن کاهش وزن و ابعاد (۱" = ۲/۴۵ cm)

شکل ۳۳

در شکل ۳۴ علائم تعدادی از تجهیزات کانه آرایبی که برای رسم مدار فراوری استفاده می‌شوند نشان داده شده است.

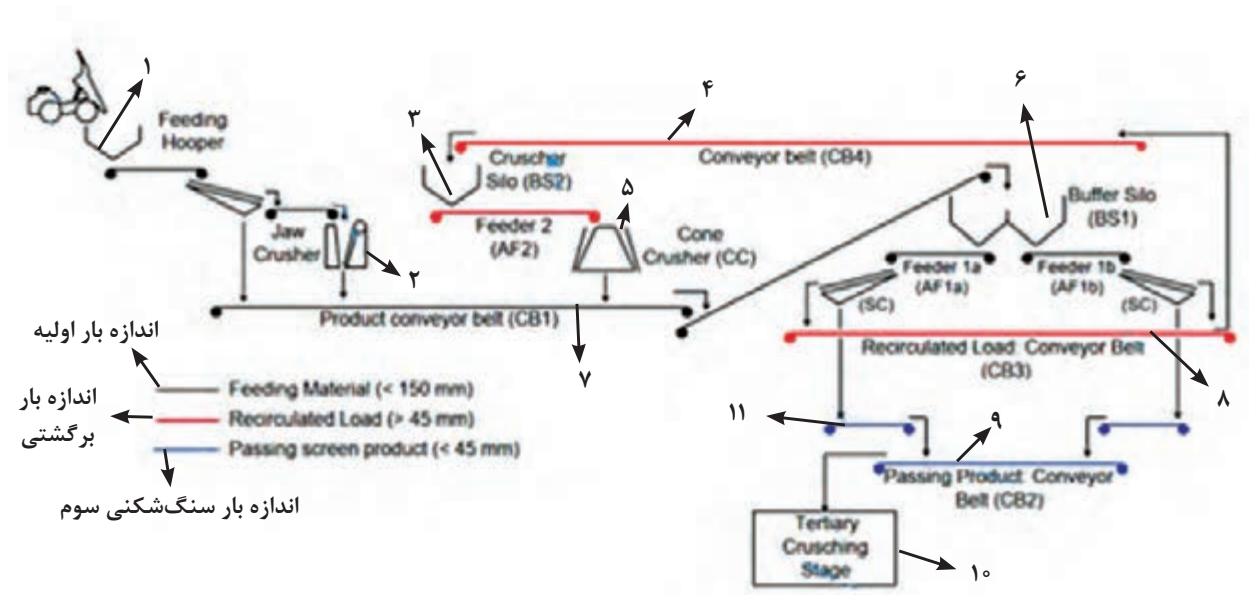
	کامیون		سنگ‌شکن ضربه‌ای		هیدروسیکلون		جدا کننده الکتریکی
	انبار ذخیره رو باز		آسیای میل‌های		پمپ		سلول‌های فلوتاسیون
	سیلو		آسیای گلوله‌ای		جیگ		سلول‌های فلوتاسیون ستونی
	سنگ‌شکن فکی		آسیای خودشکن		میز لرزان		فیلترپرس
	سنگ‌شکن ژنراتوری		گریزلی		ماریچ همفری		فیلتر دیسکی
	سنگ‌شکن مخروطی		سرن		جدا کننده واسطه سنگین		خنک کن
	سنگ‌شکن استوانه‌ای		کلاسیفایر		جدا کننده مغناطیسی		سد باطله

شکل ۳۴

در شکل صفحه بعد مدار (مسیر) بسته فراوری یک ماده معدنی ترسیم شده است. باتوجه به این که اسامی تجهیزات فراوری به کار رفته در مدار فوق به ترتیب شماره نوشته شده است، هنرجویان با توجه به مدار ترسیم شده باراهنمایی هنرآموز مسیر خردایش ماده معدنی را تا مرحله سوم سنگ‌شکنی (شماره ۱۰) پیگیری، بررسی و تحلیل کنید.

پژوهش





۱ - مخزن بار اولیه ۲- سنگ شکن فکی ۳- سیلو ۴- نوار نقاله ۵- سنگ شکن مخروطی ۶- سیلو ۷- نوار نقاله انتقال محصول ۸- نوار نقاله بار برگشتی ۹- نوار نقاله عبور محصول ۱۰- سنگ شکنی مرحله سوم ۱۱- نوار نقاله

ارزشیابی شایستگی اپراتوری دستگاه سنگ شکن

شرح کار:

تنظیم و راه اندازی - نظارت و نگهداری - رعایت دستورالعمل ها و استانداردها - انجام عملیات خردایش به وسیله سنگ شکن ها و تولید مواد معدنی خرد شده.

استاندارد عملکرد:

انجام عمل اپراتوری دستگاه سنگ شکن با به کارگیری دستگاه سنگ شکن و اجرای دستورالعمل های مربوطه و رعایت استاندارد ابعاد خروجی محصول با توجه به ظرفیت دستگاه سنگ شکن و رعایت موارد ایمنی.

شرایط انجام کار ابزار و تجهیزات:

فضای کار: محدوده عملیات فراوری

تجهیزات: دستگاه سنگ شکن و ابزار کار و متعلقات مربوطه

مواد مصرفی: روغن، سوخت، آب.

زمان: ۱۲۰ دقیقه

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تنظیم و راه اندازی	۱	
۲	تولید مواد خرد شده طبق دستورالعمل ها و استانداردها	۳	
۳	نظارت و نگهداری در حین کار و آماده نمودن دستگاه برای مرحله بعد	۲	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: دقت - سرعت عمل - ارتباط مؤثر و کارگروهی	۲	
میانگین نمرات**			

* شایستگی های غیر فنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی های فنی و مستمر است.

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



پودمان ۴

نرمایش مواد معدنی



محتوا برای ایجاد انگیزه

در این مرحله مواد معدنی می‌بایست به درجه آزادی مطلوب برسند تا در مراحل بعدی عملیات جدایش و تغلیظ مواد معدنی به‌خوبی انجام گیرد. عملیات نرمایش مواد معدنی توسط آسیاها انجام می‌شود که تجهیزات بسیار بزرگ و دارای سیستم‌های پیشرفته‌ای هستند که کار با آنها نیاز به تخصص خاص خود را دارد. آسیاهای بزرگ در واحدهای فراوری مواد معدنی استفاده می‌شوند و علاوه بر این در مقیاس کوچک‌تر نیز نرمایش نمونه‌های مواد معدنی (پودر کردن) در آزمایشگاه‌ها توسط آسیاهای آزمایشگاهی انجام می‌شود.

واحد یادگیری ۱

شایستگی نمایش مواد معدنی

مقدمه

هدف نهایی از نرم کردن در فراوری مواد معدنی رسیدن به درجه آزادی و فراهم نمودن شرایط مطلوب جهت جدایش و تغلیظ مواد معدنی است. بنابراین لازم است محصول عملیات خردایش مواد معدنی به عنوان خوراک اولیه وارد مدار نمایش شوند. به همین جهت در ادامه انواع آسیاها و روش کار آنها معرفی خواهند شد.

استاندارد عملکرد

عملیات نمایش مواد معدنی با استفاده از انواع آسیاها طبق استاندارد و نمونه برداری از آنها مطابق دستورالعمل های نمونه برداری زیر نظر مسئول مربوطه انجام می شود و مراحل انجام این کار عبارت است از:

- ۱- آسیا کردن مواد معدنی ۲- نمونه برداری ۳- اپراتوری و سرویس آسیاها.

انواع آسیاها

نرمایش: نرم کردن مواد در صنعت اهمیت زیادی دارد. در بسیاری موارد لازم است مواد معدنی خردشده در مراحل اول و دوم خردایش، جهت کاهش ابعاد، رسیدن به درجه آزادی و آزادسازی کانی‌ها از باطله، توسط دستگاه‌هایی به نام آسیا صورت گیرد و مواد معدنی تا حد میکرون کاهش ابعاد می‌یابند، به این عملیات که توسط آسیاها انجام می‌شود نرمایش گویند. میزان نرم کردن به نحوه قرار گرفتن کانی و باطله در ماده معدنی بستگی دارد بنابراین هرچه عمل نرم کردن بیشتر انجام شود کانی‌های با ارزش بیشتری از باطله آزاد می‌شوند. لازم به یادآوری است که عملیات نرم کردن نباید از حد درجه آزادی تعیین‌شده تجاوز کند زیرا:

۱ انرژی زیاد در حین خردایش و نرمایش مصرف می‌شود.

۲ صرف زمان زیاد.

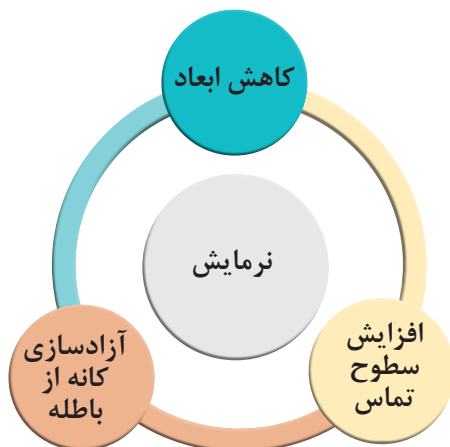
۳ با افزایش میزان نرمایش، نرمه ایجاد می‌شود که می‌تواند در مراحل بعدی فراوری، مشکلات فراوانی را ایجاد نماید.

توجه



نرمه عبارت است از ذرات بسیار ریز (کوچک‌تر از ۱۰۰ میکرون) که در اثر عملیات آسیا کردن و یا به‌طور طبیعی این ذرات در بار ورودی وجود دارند و می‌توانند در مراحل بعدی فراوری با چسبیدن به سطح ذرات بزرگ‌تر موجب عدم جداسازی و تغلیظ مواد گردند.

مرحله	نرمایش	خردایش
تجهیزات	توسط آسیا	توسط سنگ‌شکن
ابعاد محصول	معمولاً در حد ۱۰۰ تا ۴۰۰ میکرون	معمولاً در حد یک تا ۳۰ میلی‌متر
تصویر محصول		



دلایل انجام عملیات نرمایش بر روی مواد معدنی پس از خردایش

■ روش کار آسیاها

محصول خارج شده از سنگ شکن ها پس از کنترل دانه بندی توسط سرندها به آسیاها وارد می گردد و تا حد موردنظر براساس طراحی و سفارش مصرف کننده، آسیا می گردد. به طور کلی آسیا کردن به دو روش تر و خشک انجام می شود (جدول ۱).

جدول ۱

مقایسه روش های آسیا کردن تر و خشک	
روش خشک	روش تر
نیاز به یک مرحله رطوبت گیری قبل از ورود مواد به آسیا	نیاز به استفاده از آب جهت تهیه دوغاب و ورود به آسیا
تحرك کمتر مواد در آسیا	تحرك بیشتر مواد در آسیا
تولید گردوغبار	عدم تولید گردوغبار و کاهش آلودگی محیط کار
چسبیدن ذرات محصول به یکدیگر	عدم تمایل محصول به چسبیدن به هم
پیچیده بودن و عدم دقت کافی در طبقه بندی محصول	سادگی و دقیق بودن روش های طبقه بندی محصول در مراحل بعدی
مقاومت بیشتر مواد و نیاز به مصرف انرژی بیشتر جهت نرمایش	کاهش مقاومت مواد و نرمایش ساده تر و مصرف انرژی کمتر
فرسایش کمتر	فرسایش بیشتر قسمت های داخل آسیا به علت وجود آب
می توان آسیا را متوقف نمود.	لازم است آسیا به صورت ۳ شیفته و بدون توقف کار کند.



چرا نمی‌توان آسیایی را که به روش تر کار می‌کند متوقف نمود؟

علی‌رغم وجود مزایای فراوان آسیاهای تر نسبت به آسیای خشک در مواردی مانند:
✓ کمبود آب در منطقه و عدم امکان تأمین آن
✓ مضر بودن آب برای مواد معدنی (انحلال و تخریب ساختار بلوری کانی‌ها و ...)
✓ تأثیر انتخابی آسیا کردن به روش خشک بر روی مواد معدنی که باعث می‌شود کانی‌ها راحت‌تر از باطله جدا شوند.
از روش آسیای خشک استفاده می‌شود.
بیشترین کاربرد آسیا کردن به روش خشک مربوط به سنگ آهن و صنایع سیمان می‌باشد.



کنترل ابعاد ذرات خردشده در مراحل سنگ‌شکنی توسط سرندها انجام می‌شود. تحقیق کنید که در مراحل نمایش (روش تر و خشک) کنترل ابعاد محصول با استفاده از چه تجهیزاتی انجام می‌شود؟ در مورد نحوه کار این تجهیزات تحقیق و نتایج را در کلاس ارائه نمایید.

آسیاها دارای انواع گوناگونی هستند که هر کدام می‌توانند با روش‌های تر و یا خشک کار کنند. رایج‌ترین انواع آسیاها، آسیاهای گلوله‌ای و میله‌ای بوده که در فراوری مواد معدنی نیز کاربرد گسترده‌ای دارند و در این پودمان مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

۱ آسیای گلوله‌ای: آسیاهای گلوله‌ای دارای شکلی استوانه‌ای و یا استوانه‌ای مخروطی هستند. عامل خردکننده آنها از گلوله‌های فولادی تشکیل شده است. طریقه نمایش در آسیاهای گلوله‌ای به این روش است که حجمی از داخل آسیا را با گلوله‌های فولادی پر کرده آسیا شروع به چرخش می‌کند و مواد معدنی از یک سمت وارد آن شده و در اثر چرخش آسیا و برخورد مواد معدنی با گلوله‌ها و یکدیگر خرد می‌شوند (شکل‌های ۱ و ۲).



شکل ۱- دستگاه آسیای گلوله‌ای



عامل خردایش آسیای گلوله‌ای



نمایی از داخل آسیای گلوله‌ای

شکل ۲

	آسترهای داخل آسیا	۱
	گلوله‌ها	۲
	دهانه ورودی مواد معدنی	۳
	چرخ‌دنده‌های گرداننده آسیا	۴
	بدنه آسیا و پیچ‌های نگه‌دارنده آسترها	۵
	سرند نگه‌دارنده گلوله‌ها و عبور دهنده مواد معدنی خردشده	۶
	دهانه خروج مواد معدنی	۷
	دریچه شارژ گلوله‌ها	۸
	مسیر ورود و خروج مواد معدنی	۹

شکل ۳ - قسمت‌های مختلف دستگاه آسیای گلوله‌ای

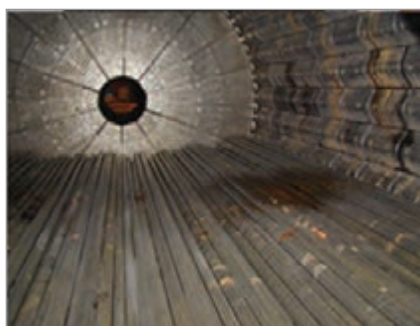
۲ آسیای میله‌ای^۱: این نوع آسیا به شکل استوانه‌ای با طول بیشتر نسبت به قطر آن است که بار خردکننده آن را میله‌های فولادی تشکیل می‌دهد. خرد کردن در اثر گردش آسیا ایجاد می‌گردد که بخشی از آن در اثر سقوط میله‌ها بر روی مواد و بخشی در اثر سایش مواد بین میله‌ها و همچنین بین میله‌ها و جدار داخلی آسیا صورت می‌گیرد. در آسیای میله‌ای عمل نرم کردن بیشتر بر روی مواد درشت صورت می‌گیرد بنابراین مقدار نرمه در این نوع آسیا بسیار کم است و در نتیجه مواد نرم از نظر دانه‌بندی یکنواخت‌تر و به عبارتی انتخابی‌تر است. آسیای میله‌ای دارای طول بیشتری نسبت به آسیای گلوله‌ای است (شکل‌های ۴ و ۵).



شکل ۴- آسیای میله‌ای

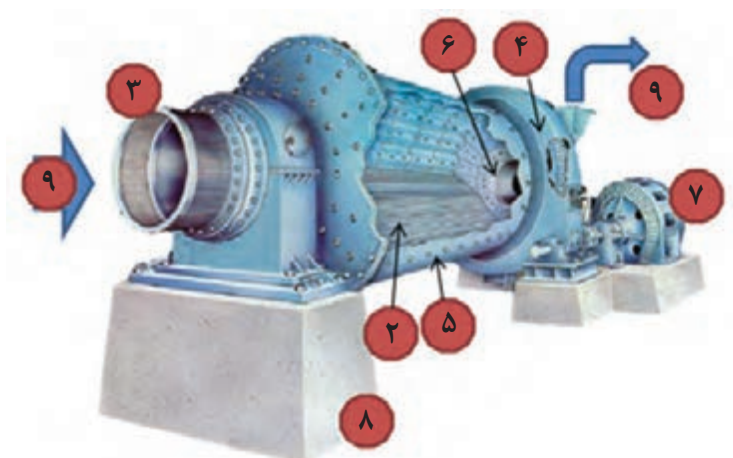


عامل خردایش آسیای میله‌ای



نمایی از داخل آسیای میله‌ای

شکل ۵



آسترهای داخل آسیا	۱
میل‌ها	۲
دهانه ورودی مواد معدنی	۳
چرخ‌دنده‌های گرداننده آسیا	۴
بدنه آسیا و پیچ‌های نگه‌دارنده آسترها	۵
دهانه خروج مواد معدنی	۶
موتور گرداننده دستگاه	۷
پایه نگه‌دارنده دستگاه (فونداسیون)	۸
مسیر ورود و خروج مواد معدنی	۹

شکل ۶ - قسمت‌های مختلف دستگاه آسیای میل‌های

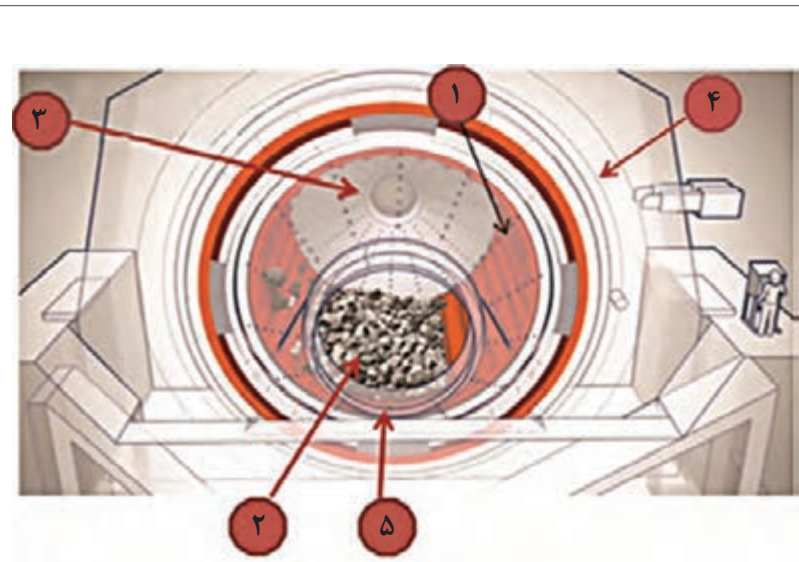
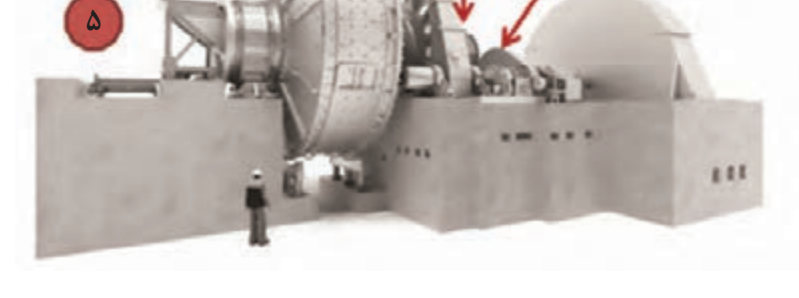
جدول ۲ - مقایسه آسیاهای میله‌ای و گلوله‌ای

میله‌ای	گلوله‌ای	
۱/۴ تا ۲/۵	حدود ۰/۷ تا ۰/۹	نسبت طول به قطر آسیا
میله	گلوله	نوع بار خردکننده
۱۰ تا ۲۵	۱۰۰ تا ۳۰۰	نسبت خرد کردن
۴ تا ۲۰ میلی‌متر	۱۰ تا ۲۵ میلی‌متر	ابعاد بار ورودی
۰/۵ تا ۲ میلی‌متر	۰/۲ تا ۰/۳ میلی‌متر	ابعاد بار خروجی
تر و خشک	تر و خشک	روش کار
تولید نرمه کمتر	نسبت خردایش بالا	مزایا

۳ آسیای خودشکن! این نوع آسیا به شکل استوانه‌ای است که دارای قطر بیشتری نسبت به طول آن است و بار خردکننده آن را مواد معدنی با ابعاد درشت تشکیل می‌دهند. در این آسیا بار خردکننده مواد معدنی با ابعاد بزرگ‌تر هستند و خرد کردن در اثر گردش آسیا و سقوط مواد از حداکثر ارتفاع در آسیا بر روی هم ایجاد می‌گردد. در آسیاهای خودشکن لازم است سرعت گردش آسیا به نحوی باشد تا مواد بعد از رسیدن با بالاترین نقطه در آسیا به پایین سقوط کنند و در اثر این سقوط، مواد معدنی خرد می‌شوند (شکل‌های ۷ و ۸).



شکل ۷- آسیای خودشکن

	۱ آسترهای داخل آسیا	۱
	۲ مواد معدنی	۲
	۳ دهانه ورودی مواد معدنی	۳
	۴ بدنه آسیا و پیچ‌های نگه‌دارنده آسترها	۴
	۵ دهانه خروج مواد معدنی	۵
	۶ موتور گرداننده دستگاه	۶

شکل ۸ - قسمت‌های مختلف دستگاه آسیای خودشکن

۴ آسیای نیمه خودشکن^۱: آسیای نیمه خودشکن دارای ساختمان و نحوه کارکرد مشابه با آسیاهای خودشکن هستند تنها حدود ۱۰٪ گلوله همراه با مواد معدنی داخل آسیا قرار می‌گیرد.

در مورد تفاوت آسیاهای خودشکن و نیمه خودشکن و موارد استفاده هر یک از آنها تحقیق و نتایج را در کلاس ارائه نمایید.

پژوهش



عوامل مؤثر در نمایش مواد معدنی:

۱ سرعت بحرانی: آسیاهای گردان با اجسام خردکننده‌ای کار می‌کنند که حرکت این اجسام عامل نرم شدن مواد می‌باشد. حرکت این اجسام به تعداد دور آسیا، قطر آسیا، بزرگی و نوع مواد خردکننده و اصطکاک بین اجسام خردکننده مواد معدنی و جدار داخلی آسیا بستگی دارد. اگر سرعت آسیا از مقدار سرعتی که به سرعت بحرانی معروف است تجاوز کند گلوله‌ها به جای خرد کردن مواد تحت تأثیر نیروی گریز از مرکز به جداره داخلی آسیا چسبیده و عمل خرد کردن متوقف می‌شود. سرعت بحرانی برحسب دور بر دقیقه و با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

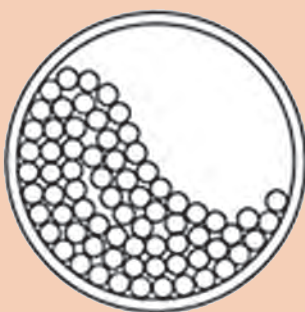
$$N_c = \frac{42/\sqrt{D}}{\sqrt{D}} \rightarrow N_c \frac{42/\sqrt{D}}{\sqrt{D}}$$

N_c : سرعت بحرانی (دور بر دقیقه)

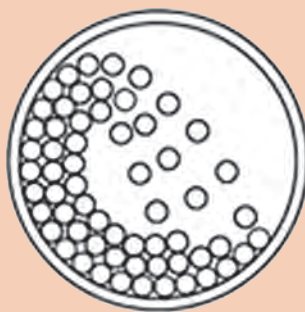
D : قطر آسیا (متر)

اگر قطر یک آسیا ۴ متر باشد، مقدار سرعت بحرانی را محاسبه کنید و بگویید هریک از حالات شکل زیر در چه محدوده سرعتی اتفاق می‌افتد؟ فکر می‌کنید بهترین حالت جهت نمایش مواد معدنی کدام است؟

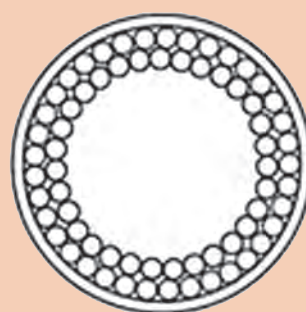
بارش فکری



پ



ب

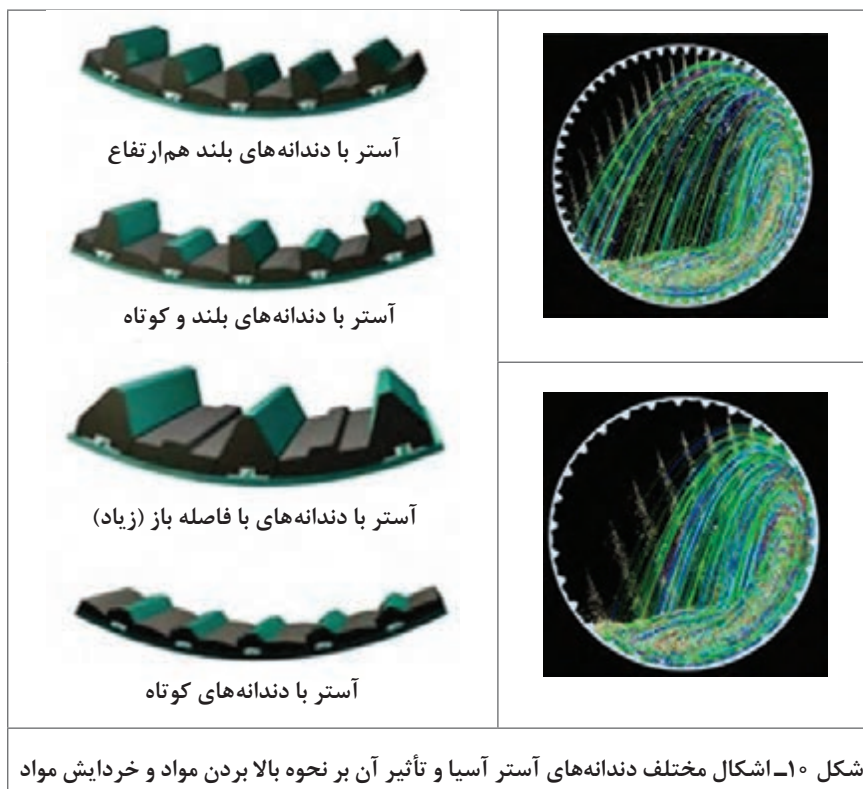


الف

شکل ۹

۲ **درجه انباشتگی:** از نسبت ظاهری حجم بار خردکننده به حجم داخلی آسیا محاسبه می‌شود. به‌طور معمول میزان درجه انباشتگی ۴۰٪ است ولی در هر حال نمی‌بایست از ۵۵٪ افزایش یابد.

۳ **آستر آسیا:** پوشش‌های داخلی آسیا را که جهت جلوگیری از وارد آمدن ضربه و فرسوده شدن آن استفاده می‌شوند آستر گویند. آسترها به شکل‌های مختلف طراحی می‌شوند و در مکانیزم نرمایش مواد مؤثرند (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- اشکال مختلف دندان‌های آستر آسیا و تأثیر آن بر نحوه بالا بردن مواد و خردایش مواد

عملیات آسیا کردن مواد معدنی

کار عملی: بازدید از یک واحد نرمایش و مشاهده نحوه کارکرد آسیاها و تهیه گزارش از آن
شرح فعالیت: گزارش تهیه شده از مرحله نرمایش می‌بایست شامل موارد زیر باشد.

۱ انواع آسیاها

۲ ابعاد ورودی و خروجی آن

۳ نحوه کار آسیاها

۴ قسمت‌های مختلف دستگاه

۵ نحوه اپراتوری و مراقبت از دستگاه

۶ تصاویر و فیلم از دستگاه

مواد و ابزار: کاغذ، قلم، دوربین عکاسی

نکات ایمنی: استفاده از لباس کار و رعایت قوانین ایمنی کارگاه

اخلاق حرفه‌ای: رعایت کلیه قوانین و مقررات کارگاه

فعالیت
کارگاهی



نمونه‌برداری از آسیاها

برای کنترل عملیات در یک کارخانه فراوری و بهینه‌سازی هر بخش از عملیات، لازم است بار موجود در مسیرهای مختلف کارخانه طبق برنامه از نظر کیفی و کمی بررسی شود. نمونه‌های تهیه‌شده برای اندازه‌گیری پارامترهایی همچون دانه‌بندی، عیار، رطوبت، کانی‌شناسی و ... توزین و آنالیز می‌شوند. هر نمونه تهیه شده باید معرف کل جمعیت نمونه اولیه باشد. نمونه‌گیری ممکن است به صورت دستی و یا دستگاهی (خودکار) صورت گیرد.

انواع تجهیزات نمونه‌برداری در مدار فراوری آسیا: (شکل ۱۱)

	
بیلچه‌های نمونه‌برداری از مواد جامد در مدار فراوری (آسیا)	ظروف نمونه‌برداری از دوغاب در مدار فراوری (آسیا)
	
	
دستگاه نمونه‌برداری خودکار از روی نوار نقاله	دستگاه نمونه‌گیر از دوغاب در مسیر فراوری

خطای نمونه برداری به پارامترهای متعددی بستگی دارد:

۱- حجم و یا وزن نمونه: نمونه با حجم یا وزن کم ممکن است معرف کل مواد معدنی نباشد و یا به دلیل کافی نبودن برای آنالیز موجب اتلاف وقت و هزینه شود. نمونه بیش از اندازه زیاد نیز معمولاً مستلزم صرف وقت و هزینه بیشتر و کاهش دقت در تقسیم نمونه شود.

۲- مشخصات نمونه (دانه بندی، درصد جامد و ...): نمونه می بایست دارای پراکندگی یکسانی از تمامی ویژگی های مواد معدنی در محل نمونه برداری باشد. بدین معنی که نمونه باید به نحوی برداشت شود تا معرف تمامی خواص مواد موجود مانند دانه بندی، درصد جامد و ... در مدار فراوری باشد.

۳- دقت ابزار یا دستگاه نمونه برداری: ابزار نمونه برداری می بایست تمیز و بدون آغستگی به مواد دیگر باشد و در صورتی که نمونه برداری با ابزارهای خودکار انجام می شود باید کالیبره و بدون هیچ گونه نقص در عملکرد باشد.

۴- دقت مسئول نمونه برداری: مسئول نمونه برداری در هنگام برداشت نمونه می بایست تمام سعی خود را بنماید تا نمونه برداشت شده دارای حجم و وزن کافی باشد، ظرف نمونه برداری تمیز و بدون آلودگی باشد و در برداشت نمونه سلیقه خود را اعمال ننماید و نمونه انتخابی نباشد.

۵- زمان نمونه برداری: در مدار فراوری نیاز است جهت تعیین نحوه عملکرد هر دستگاه در دوره های زمانی مختلفی از کار دستگاه، نمونه برداری انجام شود تا نحوه عملکرد دستگاه مشخص شود.

۶- تعداد نمونه: براساس دستورالعمل هایی که در اختیار فرد نمونه بردار قرار می گیرد لازم است تا نمونه به تعداد کافی تهیه گردد.

سیستم های نمونه برداری باید دارای شرایط زیر باشند:

- ۱ لبه ظرف نمونه گیری در جهت عمود بر جریان باشد.
- ۲ سرعت حرکت ظرف نمونه گیری ثابت باشد.
- ۳ ظرف نمونه گیری قادر باشد از تمام سطح مقطع جریان مواد نمونه گیری کند.
- ۴ ظرف نمونه گیری گنجایش کافی برای نمونه مورد نظر را داشته باشد.
- ۵ به عنوان یک شرط کلی، عرض نمونه گیر باید حداقل ۲۰ برابر قطر درشت ترین ذره موجود در کل نمونه باشد.

عملیات نمونه برداری از مدار آسیا

کار عملی: بازدید از یک واحد فراوری، مشاهده نحوه نمونه برداری از مدار فراوری و آسیاها و تهیه گزارش از آن

شرح فعالیت: گزارش تهیه شده از نحوه نمونه برداری می بایست شامل موارد زیر باشد.

۱ ابزارآلات مورد استفاده جهت نمونه برداری

۲ شیوه صحیح برداشت نمونه (دستی و خودکار)

۳ نحوه بسته بندی و ارسال نمونه به آزمایشگاه

۴ تصاویر و فیلم از نحوه برداشت نمونه

مواد و ابزار: کاغذ، قلم، دوربین عکاسی

نکات ایمنی: استفاده از لباس کار و رعایت قوانین ایمنی کارخانه فراوری

اخلاق حرفه ای: رعایت کلیه قوانین و مقررات کارخانه فراوری

فعالیت
کارگاهی



اپراتوری و سرویس آسیاها به اختصار

شرح وظایف اپراتور آسیاها

اول ایمنی بعد کار

الف) اقدامات قبل از استارت:

- استارت دستگاه‌ها حتماً باید با هماهنگی سرپرست شیفت انجام گیرد.
- بازرسی سطح روغن گیربکس‌ها، چرخ‌دنده‌ها و لقی کوپلینگ‌های دستگاه‌ها. در صورت بروز مشکل، اطلاع‌رسانی به سرپرست شیفت.

ب) اقدامات شروع استارت:

- قبل از استارت ماشین‌آلاتی که با پمپ روغن کار می‌کنند، پمپ روغن آنها روشن گردد.

۱ به دلیل اعمال فشار به سیستم انتقال برق، ماشین‌آلات به آرامی و با فاصله زمانی از هم استارت گردند.

۲ در خلال استارت دستگاه‌ها بررسی گردد که هیچ‌کس در اطراف آنها نباشد.

نکات مهم



- استارت پمپ‌ها از انتها به ابتدا باید انجام شود.
- استارت آسیاها از انتها به ابتدا (ابتدا آسیای مرحله دوم و سپس آسیای مرحله اول).
- پس از استارت، بازرسی مجدد از گیربکس‌ها و چرخ‌دنده‌ها و در صورت وجود لرزش یا صدای نامتعارف، اطلاع‌رسانی به سرپرست شیفت.
- استارت کلاسیفایرها و چک کردن آنها از نظر کارکرد صحیح دستگاه.
- باز کردن شیرهای آب (صنعتی) مربوط به ورودی و خروجی آسیاها و سرندهای آنها و کلاسیفایرها.
- استارت ماشین‌آلات انتقال مواد، اعم از نوار نقاله‌ها، الواتورها و....

ج) اقدامات حین کارکرد:

- پس از حصول اطمینان از روشن بودن کلیه دستگاه‌ها اقدام به باردهی شود.
- کنترل دانسیته و مش‌بندی بارهای خروجی از سیستم (مقدار دانسیته و مش‌بندی، طبق نظر سرپرست شیفت)
- گزارش‌دهی مقدار دانسیته، مش‌بندی و تناژ مصرفی به سرپرست شیفت، به صورت ساعتی در طول شیفت.
- بازرسی کل مسیر آسیاها در خلال کار و به صورت مداوم.
- در صورت بروز مشکل، خاموشی سیستم حتماً باید با هماهنگی سرپرست شیفت صورت گیرد (مگر در موارد خیلی خاص).

- انجام نظافت دستگاه‌ها و اطراف آنها در خلال کار و با رعایت نکات ایمنی.

د) اقدامات زمان خاموشی:

- خاموش کردن فیدرها و قطع بار ورودی به سیستم.
- اطمینان از خالی شدن دستگاه‌های انتقال بار (نوار نقاله‌ها و الواتورها).
- خاموش کردن کلاسیفایرها پس از تخلیه و رقیق شدن بار خروجی آنها.
- پس از اطمینان از رقیق شدن بارهای خروجی از آسیاها، به ترتیب از آسیای مرحله اول شروع و تا آسیای مرحله آخر به نوبت خاموش گردند.

- خاموش کردن پمپ‌های انتقال مواد از ابتدا تا انتها.
 - چک کردن گیربکس‌ها، کوپلینگ‌ها و دنده‌های بزرگ و آچارکشی آنها.
 - نظافت سالن و کلیه دستگاه‌ها و متعلقات آنها.
- بار خردکننده (میله و گلوله‌ها) و جدار داخلی آسیاها در معرض فرسایش شدید ناشی از اصطکاک و ضربه میان مواد خردکننده و خردشونده قرار دارد. در نتیجه، لازم است اپراتور دستگاه مراقبت‌های لازم در این زمینه را انجام دهد تا آسترها و بار خردکننده فرسوده در زمان مناسب توسط واحد تعمیر و نگهداری تعویض گردد.



شکل ۱۲- نحوه تعویض آسترهای دستگاه آسیا

توزین مواد معدنی

کار عملی ۱: بازدید از یک واحد فراوری و تهیه گزارش از نحوه کار و سرویس و نگهداری آسیاها
شرح فعالیت: در تهیه گزارش نکات زیر موردتوجه قرار گیرد.

۱ اقدامات قبل از راهاندازی

۲ اقدامات هنگام راهاندازی

۳ اقدامات هنگام کار دستگاه‌ها و تجهیزات نرمایش

۴ اقدامات پایان کار

گزارش همراه تصویر و فیلم باشد.

کار عملی ۲: بازدید از یک واحد فراوری و بازدید از نحوه تعویض آسترها و بار خردکننده آسیا

مواد و ابزار: کاغذ، قلم، دوربین عکاسی

نکات ایمنی: استفاده از لباس کار و رعایت قوانین ایمنی کارخانه فراوری

اخلاق حرفه‌ای: رعایت کلیه قوانین و مقررات کارخانه فراوری مواد معدنی

ارزشیابی شایستگی نمایش مواد معدنی

شرح کار:

- ۱ شناخت انواع آسیا و نحوه کاربرد هر یک از آنها
- ۲ روغن و گریس کاری دستگاه - سرویس و نگهداری تعویض آسترها - میله‌ها - گلوله‌ها
- ۳ برداشت نمونه از بار ورودی و خروجی براساس استاندارد نمونه‌برداری از آسیا

استاندارد عملکرد:

نمایش مواد معدنی با استفاده از انواع آسیاها طبق استاندارد دستگاه نمونه‌برداری و مطابق دستورالعمل نمونه‌برداری زیرنظر مسئول مربوطه.

شاخص‌ها:

- ۱ طرز کار با انواع آسیاها
- ۲ سرویس و نگهداری انواع آسیاها
- ۳ نمونه‌برداری از آسیاها

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

فضای کار: کارخانه فراوری
تجهیزات: انواع آسیاها- ابزارآلات سرویس و نگهداری - سرندها - تجهیزات نمونه‌گیری - دستورالعمل‌های اجرایی نمونه‌گیری
مواد مصرفی: گلوله‌ها - میله‌ها - آسترها - گریس - روغن - کیسه نمونه - نوشت افزار
زمان: ۱۲۰ دقیقه

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنجار
۱	آسیا کردن مواد معدنی	۲	
۲	نمونه‌برداری	۱	
۳	اپراتوری و سرویس آسیا	۱	
	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:*	۲	
	دقت در کار - مسئولیت‌پذیری - صحت - پوشش ایمنی - رعایت موارد زیست‌محیطی		
	میانگین نمرات**		

* شایستگی‌های غیر فنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی‌های فنی و مستمر است.

** حداقل میانگین نمرات هنجار برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

واحد یادگیری ۲

شایستگی اپراتوری دستگاه آسیا

مقدمه

اپراتورهای دستگاه آسیا، مواد معدنی را برای فرایندهای بعدی آماده می‌کنند و معمولاً در معادن و کارخانجات فراوری مواد معدنی مورد نیاز هستند. اپراتور دستگاه آسیا دانش فنی و مهارت لازم و کافی برای کار با دستگاه و آشنایی با مواد معدنی را داشته و همچنین باید مهارت‌های لازم برای عیب‌یابی و تعمیرات جزئی را دارا باشد، همچنین اپراتور ضمن رعایت موارد ایمنی در صورت بروز مشکل، گزارش‌های لازم را به سرپرست خود ارائه و اقدامات لازم را نیز برای رفع آن انجام می‌دهد.

استاندارد عملکرد

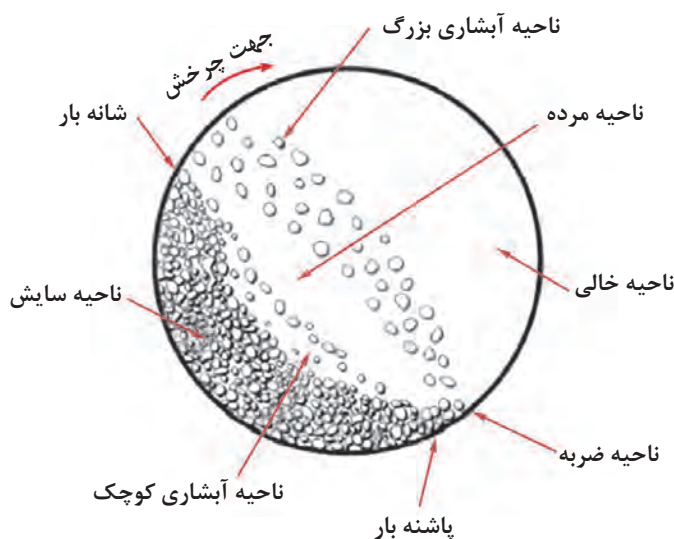
انجام عملیات اپراتوری دستگاه آسیا در چارچوب دستورالعمل کار با دستگاه (قبل از شروع به کار و در حین انجام کار و بعد از انجام کار) با به کارگیری دستگاه‌های آسیا و اعمال کنترل‌های لازم روی بار ورودی و خروجی دستگاه و سعی در نگهداری دستگاه آسیا (انجام سرویس‌های لازم) و رعایت نظافت محیط کار.

آشنایی با دستگاه آسیا و عملیات آسیای مواد معدنی

■ آسیا (نمایش) مواد معدنی:

چگونه مواد معدنی در آسیا خرد و نرم می‌شوند؟

آسیاها شامل یک محفظه استوانه‌ای شکل هستند که حول محور افقی می‌چرخند. ماده معدنی و باطله همراه از یک سمت وارد آسیا می‌شود. طی چرخش، در اثر برخورد واسطه (گلوله یا میله) و ماده معدنی به یکدیگر در مدت زمان معینی که «زمان ماند» نامیده می‌شود، ذرات تا ابعاد مطلوب خرد و نرم شده و از محل تخلیه محصول، خارج می‌شوند. واسطه خردایش ممکن است گلوله، میله، قطعات درشت ماده معدنی و یا مخلوطی از آنها باشد. محل تخلیه محصول ممکن است در وسط و یا انتهای محفظه خردایش تعبیه شده باشد. در اثر چرخش آسیا، ماده معدنی به همراه واسطه (گلوله یا میله) به سمت بالای آسیا حرکت کرده و به صورت آبشاری به سمت پایین پرتاب می‌شوند. نحوه حرکت بار در آسیاها به منظور نمایش مواد معدنی در شکل زیر نشان داده شده است (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- حرکت آبشاری در دو ناحیه شکل می‌گیرد، حرکت آبشاری کوچک که مکانیزم خردایش سایش است و حرکت آبشاری بزرگ در بالای آسیا بوده و خردایشی صورت نمی‌گیرد.

نواحی مختلف آسیا در حین گردش:

- ۱ ناحیه ضربه تقریباً منطبق بر پاشنه بار است که ذرات در اثر ضربه ناشی از پرتاب خرد می‌شوند.
 - ۲ شروع ناحیه آبشاری بزرگ نیز شانه بار نامیده می‌شود.
 - ۳ فضای خالی بین نواحی آبشاری نیز ناحیه مرده نامیده می‌شود که در آن خردایشی صورت نمی‌گیرد.
- عملیات آسیا کردن مواد معدنی که به عنوان نمایش هم شناخته می‌شود، فرایندی است که در آن مواد معدنی استخراج شده به ذرات کوچک‌تر و مناسب برای فراوری‌های بعدی تبدیل می‌شوند. این عملیات معمولاً بعد از مرحله اصلی سنگ‌شکنی انجام می‌شود و هدف آن افزایش سطح تماس مواد معدنی، حذف باطله‌ها و بهبود بازدهی فراوری است و به ترتیب شامل مراحل زیر می‌باشد:

۱- سنگ شکنی مواد معدنی: در این مرحله، سنگ‌های بزرگ استخراج شده با استفاده از دستگاه‌های سنگ‌شکن به قطعات کوچک‌تر تبدیل می‌شوند. این دستگاه‌ها با استفاده از فشار، ضربه و یا برش، سنگ‌ها را خرد و در واقع خوراک یا بار ورودی دستگاه آسیا را تأمین می‌کند.

۲- آسیای مواد معدنی: مواد معدنی خرد شده توسط دستگاه‌هایی به نام آسیا توسط گلوله‌ها و میله‌ها یا سنگ‌های مقاوم برای خرد کردن مواد معدنی به ذرات بسیار ریزتر تبدیل می‌شوند، معمولاً در عملیات آسیا مواد معدنی تا حد میکرون کاهش ابعاد می‌یابند. معمولاً ابعاد بار اولیه بین ۵ تا ۲۵۰ میلی‌متر و ابعاد محصول پس از نرمایش در آسیا به ۱۰ تا ۳۰۰ میکرون می‌رسد، به این عملیات که توسط آسیاها انجام می‌شود نرمایش گویند. میزان نرم کردن به نحوه قرار گرفتن کانی و باطله در ماده معدنی بستگی دارد؛ بنابراین هرچه عمل نرم کردن بیشتر انجام شود کانی‌های با ارزش بیشتری از باطله آزاد می‌شوند. لازم به یادآوری است که از نظر اقتصادی هر ماده معدنی حد بهینه‌ای در عملیات خرد کردن دارد و دستیابی به چنین حدی فقط از طریق کنترل عملیات آسیا کردن میسر است و نباید از حد درجه آزادی تعیین شده تجاوز کند زیرا:

۱ انرژی زیادی در حین خردایش و نرمایش مصرف می‌شود؛

۲ صرف زمان زیاد و هدر رفت وقت ارزشمند کاری؛

۳ با افزایش میزان نرمایش، نرمه نامطلوب ایجاد می‌شود که می‌تواند در مراحل بعدی فراوری، مشکلات فراوانی را ایجاد نماید.

■ **مصرف انرژی:** معمولاً عملیات آسیا کردن به علت مصرف زیاد انرژی (بیش از ۵۰ در صد انرژی مصرفی کارخانه) بسیار پرهزینه است. بنابراین کنترل بهینه فرایند آسیا کردن نقش به‌سزایی در توجیه اقتصادی کارخانه دارد. براساس مطالعات انجام شده متوسط انرژی مصرف شده برای عملیات سنگ شکنی - آسیا کردن - فلو تاسیون، به ترتیب ۲/۲، ۱۱/۶ و ۲/۶ کیلو وات ساعت بر تن گزارش شده است.

■ اهمیت عملیات آسیا کردن

■ **افزایش سطح تماس:** با خرد شدن مواد معدنی، سطح تماس آنها با آب یا مواد شیمیایی که در سایر روش‌های فراوری به کار می‌روند افزایش می‌یابد و این امر منجر به بهبود کارایی در مسیر فراوری مواد معدنی می‌شود.

■ **آزادسازی کانی‌های با ارزش:** خرد کردن مواد معدنی به آزادسازی کانی‌های با ارزش از سنگ معدن کمک می‌کند تا بتوان آنها را به راحتی جدا کرد.

■ **بهبود فرایندهای بعدی:** آسیا کردن مواد معدنی، آنها را برای فرایندهای بعدی مانند فلو تاسیون، جداسازی مغناطیسی و سایر روش‌های فراوری آماده می‌کند.

■ **کاهش هزینه‌ها:** خردایش مواد معدنی می‌تواند به کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل و فراوری در مراحل بعدی کمک کند.

■ روش‌های آسیای مواد معدنی

آسیا کردن مواد معدنی در چارچوب طراحی عملیات فراوری به دو روش تر و خشک انجام می‌شود. انتخاب نوع تر و یا خشک نه تنها به نوع ماده معدنی بلکه به مراحل بعدی پرعیارسازی بستگی دارد. کمیت، کیفیت و سرعت و فضای بار خردکننده (گلوله و میله) بین میله‌ها و گلوله‌ها در آسیای میله‌ای و گلوله‌ای با مواد معدنی نقش مهمی در میزان نرم شدن دارد.

■ آسیا کردن خشک: در روش خشک، مواد معدنی بدون استفاده از آب آسیا می‌شوند، در حالی که در روش تر، از آب برای آسیا کردن و یا در حین آسیا کردن استفاده می‌شود. انتخاب روش بستگی به نوع ماده معدنی، اندازه ذرات موردنیاز و کاربرد نهایی دارد.

برای آسیا کردن به روش خشک توان لازم برای آسیا کردن مواد معدنی ۳۰ درصد بیشتر از روش تر است.

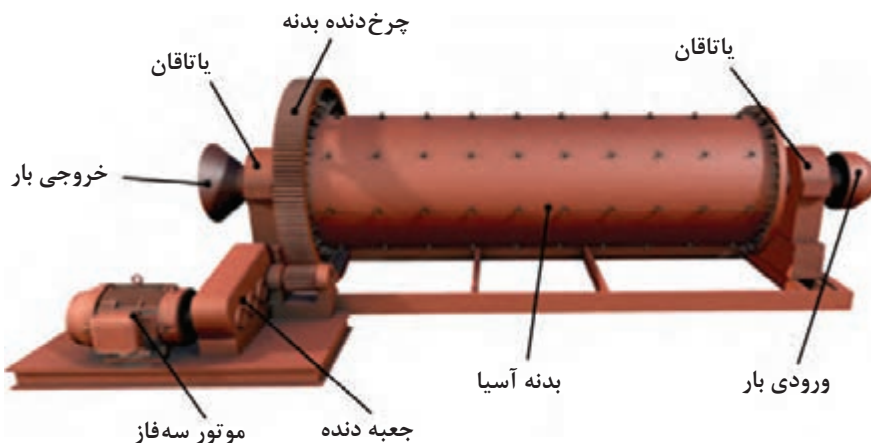
نکته



■ آسیا کردن تر: آسیا کردن کانی‌های فلزی به دلیل مراحل بعدی فراوری معمولاً به صورت تر انجام می‌شود. به طور کلی، مواد معدنی که به روش تر آسیا می‌شوند، شامل موادی هستند که به راحتی در آب حل نمی‌شوند و نیاز به فرایند آسیا کردن در محیط آبی دارند. این مواد معمولاً سنگ‌های معدنی حاوی فلزات (مانند مس، سرب، روی، طلا و نقره) و همچنین برخی کانی‌های غیرفلزی هستند که برای جداسازی و فراوری به این روش نیاز دارند.

■ قسمت‌های مختلف آسیای معدنی

بدنه آسیاب: بخشی که اجزای داخلی آسیا را در خود جای می‌دهد و از مواد مقاوم در برابر سایش ساخته می‌شود (شکل ۱۴).



شکل ۱۴- بخش‌های بدنه آسیا

■ **سیستم خنک‌کاری:** برای جلوگیری از گرم شدن بیش از حد آسیا.

■ **سیستم کنترل:** این بخش شامل سیستم‌های کنترلی در بعضی از آسیاها است که عملکرد آسیا را تنظیم و نظارت می‌کند. این سیستم‌ها می‌توانند شامل کنترل سرعت، دما، فشار و جریان مواد باشند.

■ **بخش جداسازی:** این بخش در مدار فراوری مواد خرد شده را براساس اندازه ذرات جدا می‌کند. این کار معمولاً توسط دستگاه‌های کلاسیفایر یا سیکلون انجام می‌شود.

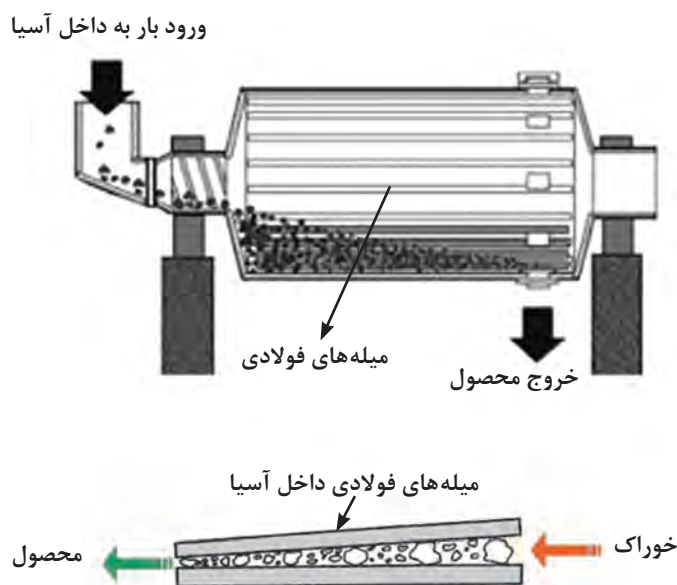
■ **بخش انتقال:** این بخش مواد خرد شده را از آسیا به سایر قسمت‌های فرایند انتقال می‌دهد. ممکن است شامل نوار نقاله، اسکرو (مارپیچ) و سیستم‌های انتقال پنوماتیک باشد.

■ **بخش جمع‌آوری گرد و غبار:** این بخش برای جلوگیری از انتشار گردوغبار در محیط کار استفاده می‌شود و ممکن است شامل فیلترها و سیکلون‌ها باشد.

■ انواع مختلف آسیاهای مواد معدنی

آسیاها در انواع مختلفی ساخته شده و وجود دارند که هر کدام برای خرد کردن مواد معدنی خاصی با توجه به اندازه و خواص آنها استفاده می‌شوند. برخی از انواع آسیاها عبارت‌اند از:

■ **آسیای میله‌ای:** از میله‌های فولادی برای خرد کردن مواد استفاده می‌کند (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- نحوه خرد شدن دانه‌های مواد معدنی توسط میله‌های فولادی

این نوع آسیا به شکل استوانه‌ای، با طول بیشتر نسبت به قطر آن است که بار خردکننده آن را میله‌های فولادی تشکیل می‌دهد.

حداکثر طول میله‌هایی که مورد استفاده قرار می‌گیرند ۶/۶ متر است. طول میله‌ها حدود ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی‌متر کوتاه‌تر از طول داخلی آسیا می‌باشد. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که نسبت طول به قطر آسیاهای میله‌ای در محدوده ۲/۱ تا ۳/۲ متغیر می‌باشد. به‌طور مثال اگر قطر آسیا ۱ متر باشد طول آسیا از ۲/۱ تا ۳/۲ متر می‌تواند باشد.

■ **آسیای گلوله‌ای:** از گلوله‌های فولادی یا سرامیکی محکم برای خرد کردن مواد معدنی استفاده می‌شود. فولاد آلیاژی به دلیل دانسیته و سختی نسبی بالای آن مصارف خاصی در سنگ‌شکن‌ها و مخلوط کردن مواد سخت و سنگین دارد.

آسیاهای گلوله‌ای دارای شکل بدنه استوانه‌ای و یا استوانه‌ای مخروطی هستند. عامل خردکننده آنها از گلوله‌های فولادی یا سرامیکی سخت تشکیل شده است. قابل توجه است که اندازه گلوله‌ها باید از اندازه ذرات ماده‌ای که قرار است آسیا شود به‌صورت قابل ملاحظه‌ای بزرگ‌تر باشد (شکل ۱۶).



گلوله‌های فولادی



آسیای گلوله‌ای

شکل ۱۶

■ **آسیای خودشکن:** از قطعات خود ماده معدنی برای خرد کردن مواد معدنی استفاده می‌کند. این نوع آسیا به شکل استوانه‌ای است که دارای قطر بیشتری نسبت به طول آن است و بار خردکننده آن را مواد معدنی سخت با ابعاد درشت تشکیل می‌دهند، ویژگی‌های آسیاهای خودشکن عبارت است از: عملیات تر یا خشک برای نمایش اولیه ذرات درشت و زمان ماندن کم و در نتیجه ظرفیت بالا (شکل ۱۷).



شکل ۱۷- آسیای خودشکن



آسیای خودشکن هم در روش تر و هم در روش خشک کاربرد دارد. آسیاهای خودشکن بیشتر در مدار باز کار می‌کنند و جانشین دو تا سه مرحله آسیا و سنگ‌شکنی هستند.

■ **آسیای نیمه خودشکن:** آسیای نیمه خودشکن دارای ساختمان و نحوه کارکرد مشابه با آسیاهای خودشکن هستند تنها حدود ۱۰ درصد گلوله همراه با مواد معدنی داخل آسیا قرار می‌گیرد. توضیح اینکه برای آشنایی بیشتر با آسیاهای میله‌ای و گلوله‌ای و خودشکن و نیمه خودشکن و سایر موارد مربوطه به کتاب خردکردن، تفکیک و آماده‌سازی مواد معدنی صفحات ۴۹ تا ۱۰۰ مراجعه شود.

آستر آسیاها

حفاظت‌های داخل آسیا کارهای مهمی انجام می‌دهند، حفاظت بدنه داخلی آسیا در مقابل ضربه و سایش ناشی از گردش بار خردکننده، آب و مواد معدنی، کمک به گردش بار در آسیا و جلوگیری از لغزش بار خردکننده در داخل آسیا، طراحی نحوه خردایش مانند ضربه، سایش و فشار و بسیاری موارد دیگر، حفاظت از قطعات قابل تعویضی ساخته شده‌اند و در سطح بدنه داخلی آسیا نصب می‌شوند و عمر آسیا را طولانی می‌کنند و به‌گونه‌ای طراحی می‌شوند که انرژی منتقل شده توسط آسیا به مواد را به حداکثر برسانند و فرایند خردایش و نرمایش را کارآمدتر کنند.

جنس آسترها

جنس آسترهای آسیاهای معدنی معمولاً از مواد مختلفی از جمله فولاد، سرامیک و لاستیک^۱ تشکیل شده است. در آسیاهای گلوله‌ای، آسترها معمولاً از جنس فولاد منگنزدار یا فولاد آلیاژی کروم - مولیبدن دار هستند که مقاومت بالایی در برابر ضربه و سایش دارند. آسترهای سرامیکی نیز به دلیل مقاومت بالا در برابر سایش و خوردگی در برخی از موارد مورد استفاده قرار می‌گیرند. آسترها ممکن است به صورت یکپارچه یا قطعه‌قطعه باشند و با توجه به نوع آسیا و مواد معدنی، طراحی و ساخته می‌شوند (شکل ۱۸).



آسترها برای نصب در داخل یک آسیا



آسترهای دیواره داخل آسیا

شکل ۱۸

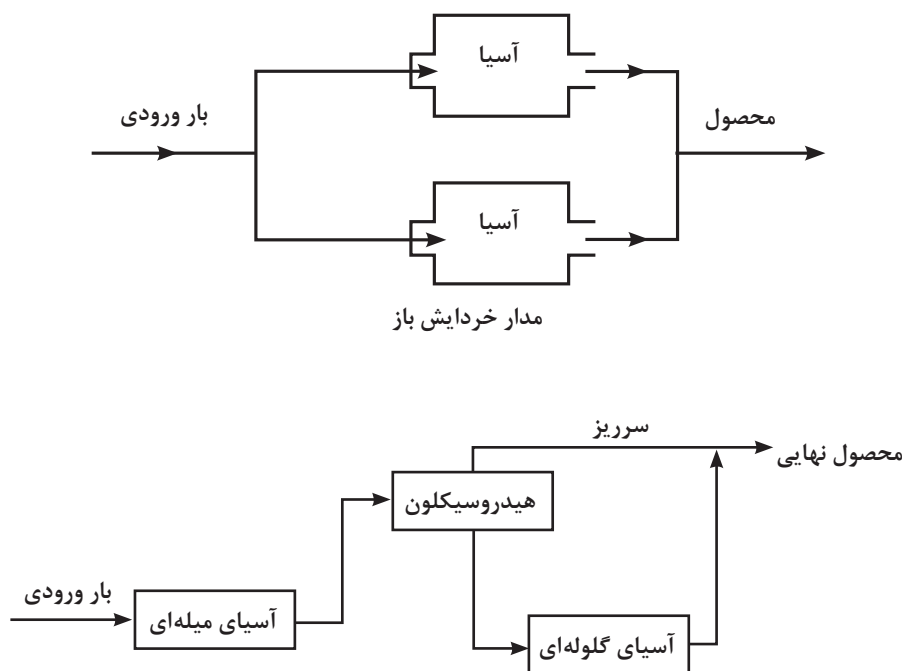
۱- سرو صدای زیاد آسترهای فولادی و زمان بر بودن تعویض آنها، عمر کم و هزینه بالا از جمله مواردی است که باعث تغییر آسترهای فولادی به لاستیکی می‌شود.

مدارهای آسیا

در مرحله آسیا کردن مواد معدنی با توجه به مشخصات کانسنگ و مدار فراوری به مجموعه‌ای از ماشین‌آلات و تجهیزاتی گفته می‌شود که برای کاهش اندازه ذرات مواد معدنی و سنگ‌ها به کار می‌روند. این مدار معمولاً شامل آسیاها (مانند آسیای گلوله‌ای و میله‌ای) و تجهیزات دانه‌بندی و انتقال مواد مانند سرنده، سیکلون، کلاسیفایر و... است و هدف اصلی از آسیای مواد معدنی افزایش سطح تماس ذرات ماده معدنی با آب، مواد شیمیایی یا حلال‌ها که در فرایندهای بعدی مانند فلوئتاسیون یا لیچینگ و... به کار می‌رود، است. به طور کلی، مدار آسیای مواد معدنی را می‌توان به دو دسته اصلی تقسیم کرد:

■ مدار باز

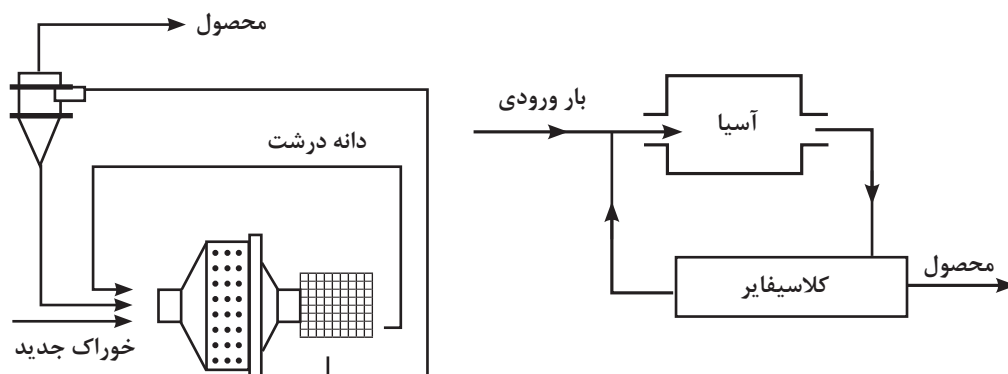
آسیا کردن مواد معدنی در مدار باز به این معنی است که مواد خرد شده پس از عبور از آسیا، بدون بازگشت به آن، مستقیماً به مرحله بعدی فراوری منتقل می‌شوند مانند فلوئتاسیون، جداسازی مغناطیسی و این روش در مواردی که نیاز به دانه‌بندی دقیق نیست یا مواد خرد شده به سرعت وارد فرایند بعدی می‌شوند، کاربرد دارد. مهم‌ترین مزیت مدار باز در فراوری، سادگی و کاهش تجهیزات و سرمایه‌گذاری کم است. معمولاً در فراوری مدار باز اجرا نمی‌گردد زیرا هیچ کنترلی در توزیع دانه‌بندی صورت نمی‌گیرد. در این روش علاوه بر مصرف انرژی زیاد، نرمة زیادی تولید می‌گردد که در فرایندهای بعدی مشکلات اساسی به دنبال دارد (شکل ۱۹).



شکل ۱۹- مدار باز در مسیر آسیای مواد معدنی

■ مدار بسته

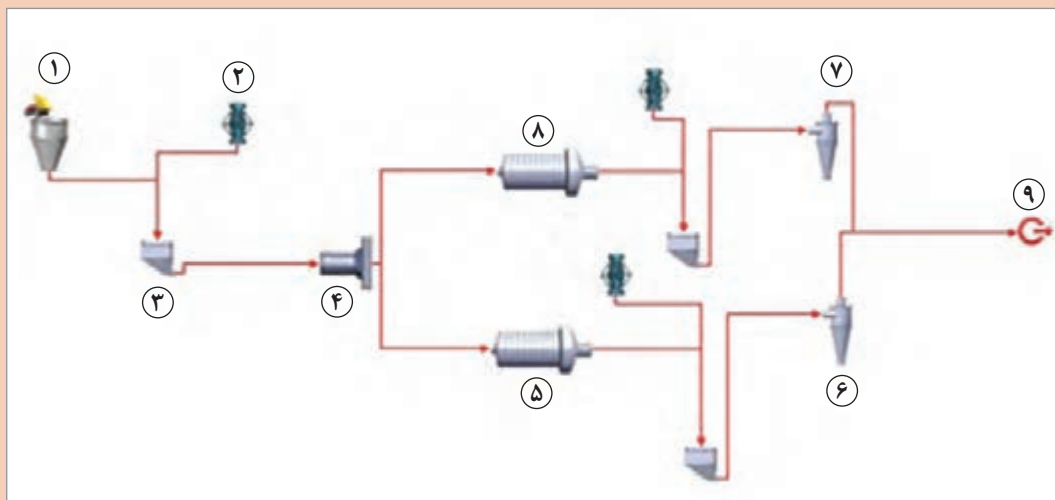
آسیا کردن مواد معدنی در مدار بسته به فرایندی گفته می‌شود که در آن مواد آسیا شده پس از خرد شدن، به وسیله دستگاه‌هایی مانند سرند یا هیدروسایکلون یا کلاسیفایر و... دانه‌بندی شده و ذرات درشت‌تر مجدداً به آسیا بازگردانده می‌شوند تا خردایش بیشتری روی آنها انجام شود و ذرات ریزتر نیز به مرحله بعدی فرایند هدایت می‌شوند این فرایند باعث افزایش دقت در دستیابی به اندازه ذرات مطلوب و کاهش اتلاف انرژی می‌شود. در مدار بسته زمان ماند کاهش می‌یابد و میزان نرمه کم می‌باشد (شکل ۲۰).



شکل ۲۰- مدار بسته در آسیا و کلاسیفایر و مدار بسته در آسیای خود شکن

در شکل‌های زیر مدار بسته فرآوری ماده معدنی نمایش داده شده است. هنجریان با کمک هنرآموز خود مسیرهای فرآوری مواد معدنی در هریک از مدارها را بررسی و تحلیل نمایند.

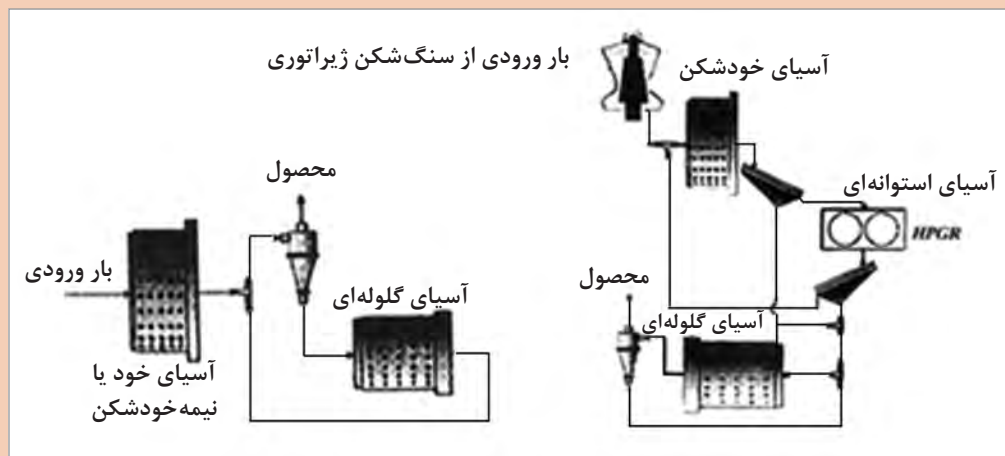
پژوهش



مدار بسته فرآوری مواد معدنی

اسامی تجهیزات در مدار فراوری:

- ۱ مخزن ورود مواد معدنی (بار اولیه)
- ۲ غبارگیر
- ۳ سرند دانه‌بندی مواد معدنی
- ۴ تقسیم‌کننده بار ورودی
- ۵ آسیای گلوله‌ای
- ۶ دستگاه سیکلون جهت دانه‌بندی بار خروجی از آسیاهای گلوله‌ای
- ۷ دستگاه سیکلون جهت دانه‌بندی بار خروجی از آسیاهای گلوله‌ای
- ۸ آسیای گلوله‌ای
- ۹ خروج مواد معدنی



مدارهای بسته

چند توصیه در باره عملیات آسیا کنی مواد معدنی

چنانچه توزیع دانه‌بندی در محصول آسیا شده اهمیت چندانی نداشته باشد از مسیر باز استفاده می‌شود. برای مسیرهای باز از آسیاهای خودشکن، نیمه خودشکن و... استفاده می‌شود. مراحل نهایی آسیا کردن در کارخانه‌های کانه‌آرایی در مسیر بسته انجام می‌شود. برای تولید با ظرفیت کمتر از ۲۵۰ تن در روز آسیا کردن بسته به کیفیت محصول عملیات آسیا کردن در یک مرحله در مسیر باز یا بسته انجام می‌شود. برای ظرفیت ۲۵۰ تا ۷۵۰ تن در روز آسیا کردن مواد معدنی در یک یا دو مرحله و مرحله نهایی آسیا کردن با مسیر بسته انجام می‌شود. برای تولید با ظرفیت بیشتر از ۷۵۰ تن در روز توصیه می‌شود که آسیا کردن در دو مرحله و مرحله نهایی آسیا کردن در مسیر بسته انجام گیرد. در آسیا کردن دو مرحله‌ای ابعاد دانه‌بندی محصول خروجی از سنگ شکن (خوراک آسیا) برابر ۲۵ میلی‌متر و کوچک‌تر از آن و در مدارهای یک مرحله‌ای آسیا کردن ابعاد ورودی به آسیا ۱۳ میلی‌متر و کوچک‌تر از آن می‌باشد.

■ بار در گردش (Circulating Ling):

بار در گردش به باری گفته می‌شود که پس از دانه‌بندی، مجدداً به آسیا بازگردانده می‌شود و هدف از آن افزایش کارایی فرایند خردایش و دستیابی به محصول نهایی با اندازه ذرات مطلوب است. به عبارت دیگر، در مدارهای بسته خردایش، مواد پس از خرد شدن در آسیا، وارد یک سیستم دانه‌بندی (مانند کلاسیفایر یا سیکلون) می‌شوند. موادی که به اندازه کافی خرد شده‌اند از مدار خارج می‌شوند، در حالی که مواد درشت‌تر دوباره به آسیا برگردانده می‌شوند تا خرد شوند. به این مواد بازگردانده شده، «بار در گردش» گفته می‌شود. لازم به توضیح است که محاسبه میزان بار در گردش توسط طراحان مدار فراوری انجام می‌شود.

■ اپراتوری دستگاه آسیای مواد معدنی:

دستگاه‌های آسیا به‌طور کلی از ماشین‌آلات پیچیده و با تکنولوژی بالا هستند که برای عملکرد درست نیاز به نظارت و کنترل دقیق اپراتور دارند. از آنجا که هرگونه اشتباه می‌تواند موجب خرابی دستگاه یا کاهش کارایی آن شود، عملکرد اپراتور بسیار حیاتی است. بنابراین اپراتور کسی است که وظیفه راه‌اندازی، کنترل و نگهداری آسیاهای معدنی و تجهیزات مرتبط در معادن را بر عهده دارد. این فرد مسئول خردایش و نرم کردن مواد معدنی به اندازه‌های موردنظر و در چارچوب طرح معدن با استفاده از دستگاه آسیا است.

■ اهمیت نظارت اپراتور بر فرایند آسیا و دقت در تنظیمات دستگاه:

نظارت دقیق بر فرایند آسیا کردن و تنظیمات دستگاه بسیار مهم است. تنظیمات نادرست می‌تواند به تولید محصول با کیفیت پایین، افزایش مصرف انرژی و حتی خرابی دستگاه منجر شود. اپراتور باید فرایند آسیا را تحت‌نظر داشته باشد و در صورت نیاز تنظیمات دستگاه را برای دستیابی به بهترین عملکرد اصلاح کند. در نهایت، وظایف اپراتور دستگاه از اهمیت زیادی برخوردار است و بر تمامی جنبه‌های عملکرد دستگاه تأثیر می‌گذارد. از کنترل دقیق دستگاه و نظارت مستمر بر عملکرد آن تا رعایت اصول ایمنی و آموزش‌های تخصصی، تمامی این مسئولیت‌ها به‌طور مستقیم بر کیفیت و بهره‌وری عملیات تولید تأثیرگذار هستند. اپراتورهایی که دارای تجربه و مهارت کافی باشند، می‌توانند دستگاه‌های آسیا را به‌طور بهینه و ایمن هدایت کرده و از بروز خرابی‌ها و مشکلات جلوگیری کنند.

■ نحوه کار کردن با آسیاهای معدنی:

ایمنی: با توجه به اینکه همیشه در حین کار با هر دستگاهی رعایت ایمنی مقدم بر کار است. اطمینان از به‌کارگیری کلیه تجهیزات حفاظت فردی در حین اجرای کار ضروری است.

■ مراحل انجام کار با دستگاه آسیا:

۱- عملیات قبل از شروع به کار:

انجام بازرسی‌ها:

استارت دستگاه‌ها حتماً باید با هماهنگی سرپرست شیفت انجام گیرد.

بازرسی سطح روغن، گیربکس‌ها، چرخ دنده‌ها و لقی کوپلینگ‌های دستگاه‌ها. در صورت بروز مشکل، به سرپرست شیفت اطلاع داده شود.

- بازرسی میزان ترک‌های دستگاه، سایش‌ها و شل بودن پیچ‌ها و...

- **روغن کاری:** نقاط روغن کاری و گریس کاری و اطمینان از عملکرد سیستم روغن کاری.

- **خردکننده‌ها:** اطمینان از اینکه مواد خردکننده مثل گلوله‌ها و میله‌ها و سایر مواد خردکننده از نظر تعداد و اندازه مناسب باشند.

سیستم باردهی: میزان بار و سیستم نوار نقاله از نقطه نظر عملکرد صحیح باردهی.

سیستم خروج بار: اطمینان از میزان بار خروجی و سیستم نوار نقاله و عملکرد صحیح آنها.

۲- عملیات شروع به کار:

روشن کردن موتور: کنترل و تنظیم سرعت موتور برای حرکت چرخش آسیا به منظور انجام خردایش و نمایش مطلوب و با کیفیت مناسب مواد معدنی.

شروع به کار:

- قبل از استارت ماشین‌آلاتی که با پمپ روغن کار می‌کنند، پمپ روغن آنها روشن گردد.

نکات مهم



- به دلیل اعمال فشار به سیستم انتقال برق، ماشین‌آلات به آرامی و با فاصله زمانی از هم استارت گردند.

- در خلال استارت دستگاه‌ها بررسی گردد که هیچ‌کس در اطراف آنها نباشد.

- استارت پمپ آسیاها از انتها به ابتدا باید انجام شود.

- استارت آسیاها از انتها به ابتدا (ابتدا آسیای مرحله دوم و سپس آسیای مرحله اول)

- پس از استارت، بازرسی مجدد از گیربکس‌ها و چرخ‌دنده‌ها و در صورت وجود لرزش یا صدای نامتعارف، اطلاع‌رسانی به سرپرست شیفت.

- استارت کلاسیفایرها و سرندها و چک کردن آنها از نظر کارکرد صحیح دستگاه.

- باز کردن شیرهای آب (صنعتی) مربوط به ورودی و خروجی آسیاها و سرندهای آنها و کلاسیفایرها.

- استارت ماشین‌آلات انتقال مواد، اعم از نوار نقاله‌ها، الواتورها و...

۳- عملیات تولید:

- **کنترل میزان بار ورودی:** انجام و تنظیم بار ورودی به میزان تعیین شده و با سرعت مناسب.

- **کنترل میزان بار خروجی:** کنترل پیوسته و منظم عملکرد آسیا از نظر میزان بار خروجی و اندازه ابعاد آن.

■ تغذیه آسیا:

اپراتور باید مواد معدنی را با میزان مناسب و با کیفیت مطلوب به آسیا وارد نماید. این کار نیاز به شناخت نوع مواد معدنی و روش‌های مناسب برای تغذیه دستگاه دارد. همچنین از انسداد بار ورودی به آسیا جلوگیری نماید که ممکن است ناشی از میزان رطوبت و نرمی بیش از حد بار ورودی باشد.

۴- عملیات در حین کار:

کنترل مستمر عملکرد دستگاه آسیا از نظر سر و صدا، لرزش و میزان بار ورودی و خروجی، اپراتور باید به‌طور مداوم عملکرد آسیا و تنظیم ابعاد بار ورودی و خروجی به منظور دستیابی به اندازه ذرات مطلوب را زیر نظر داشته و کنترل نموده و به‌علاوه بتواند مطابق دستورالعمل‌های مربوطه عمل نمونه‌برداری را به‌خوبی انجام دهد، در صورت مشاهده هرگونه مشکل یا انحراف از شرایط عادی در صورت امکان رفع نموده و یا به سرپرست خود گزارش نماید.

- پس از حصول اطمینان از روشن بودن کلیه دستگاه‌ها اقدام به باردهی شود.
- بازرسی کل مسیر آسیاها در خلال کار و به‌صورت مداوم.
- در صورت بروز مشکل، خاموشی سیستم حتماً باید با هماهنگی سرپرست شیفت صورت گیرد (مگر در موارد خیلی خاص).
- انجام نظافت دستگاه‌ها و اطراف آنها در خلال کار و با رعایت نکات ایمنی.

۵- عملیات بعد از اتمام کار:

■ مراحل توقف آسیا:

- توقف باردهی: کاهش تدریجی میزان بار ورودی تا خالی شدن کامل آسیا.
- خاموش کردن موتور: هنگامی که آسیا کاملاً از بار خالی شد، موتور را خاموش کرده و صبر می‌کنیم تا آسیا به تدریج متوقف شود.
- بازرسی نهایی: از نقطه نظر اینکه هرگونه خرابی احتمالی که در حین کار آسیا به‌وجود آمده باشد.
- رفع اشکال: بررسی و رفع مشکلات ناشی از سایش بیش از حد و سر و صدای غیرعادی و

■ اقدامات زمان خاموشی:

- خاموش کردن فیدرها و قطع بار ورودی به سیستم.
- اطمینان از خالی شدن دستگاه‌های انتقال بار (نوار نقاله‌ها و الواتورها).
- خاموش کردن کلاسیفایرها پس از تخلیه و رقیق شدن بار خروجی آنها.
- پس از اطمینان از رقیق شدن بارهای خروجی از آسیاها، به ترتیب از آسیای مرحله اول شروع و تا آسیای مرحله آخر به نوبت خاموش گردند.
- خاموش کردن پمپ‌های انتقال مواد از ابتدا تا انتها.
- چک کردن گیربکس‌ها، کوپلینگ‌ها و دنده‌های بزرگ و آچارکشی آنها.
- نظافت سالن و کلیه دستگاه‌ها و متعلقات آنها.
- بار خردکننده (میله و گلوله‌ها) و جدار داخلی آسیاها در معرض فرسایش شدید ناشی از اصطکاک و ضربه میان مواد خردکننده و خردشونده قرار دارد. در نتیجه، لازم است اپراتور دستگاه مراقبت‌های لازم در این زمینه را انجام دهد تا آسترها و بار خردکننده فرسوده در زمان مناسب توسط واحد تعمیر و نگهداری تعویض گردد.

۱ خصوصیات و نوع مواد معدنی که توسط آسیا خرد می‌شوند از جمله: سختی، سایش و میزان رطوبت ماده معدنی در هنگام کار با دستگاه آسیا توسط اپراتور باید در نظر گرفته شود.

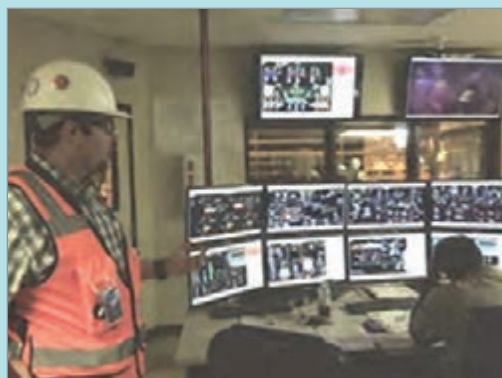
۲ کارکرد بهینه دستگاه آسیا (بهینه‌سازی مصرف انرژی) به منظور کاهش مصرف انرژی و حداکثر کردن کارایی دستگاه برای عملیات آسیای مواد معدنی بایستی ضمن هماهنگی و استفاده از راهنمایی سرپرست مربوطه مورد توجه اپراتور قرار بگیرد.

نکته





لازم به ذکر است اغلب دستگاه‌های آسیا دارای سیستم‌های پیشرفته کنترل هستند که توسط سنسورهای متعدد تمامی کنترل‌های لازم را انجام داده و هشدارهای لازم را اعلام می‌نماید.



اتاق کنترل عملیات آسیای مواد معدنی

نمونه‌برداری

برای کنترل عملیات در یک کارخانه کانه‌آرایی و تنظیم آن به منظور دستیابی به شرایط مناسب لازم است بار موجود در مسیرهای مختلف کارخانه طبق برنامه از نظر کیفی و کمی تحت بررسی قرار گیرد. این امر مستلزم در اختیار داشتن نمونه‌هایی است که معرف بار موجود در آن مسیرها باشد.

■ **اهمیت نمونه‌برداری توسط اپراتور آسیا:** یکی از وظایف مهم اپراتور آسیا انجام عملیات نمونه‌برداری می‌باشد. از آنجایی که در مرحله نمونه‌برداری از مدار آسیا ممکن است وزن نمونه از چند کیلو تا ۵۰۰ گرم و حتی چند گرم موردنیاز باشد بنابراین اپراتور باید در هنگام نمونه‌برداری دقت زیادی به کار ببرد، زیرا سهل‌انگاری و خطا در نمونه‌برداری باعث می‌شود که نمونه تهیه شده معرف ماده معدنی موردنظر نباشد و در نتیجه کلیه اهداف طراحان مدار فراوری غیرواقعی بوده و با شکست مواجه شود. روش‌ها و ابزار نمونه‌برداری در بخش اول کتاب خرد کردن آورده شده است که لازم است مورد مطالعه و توجه قرار گیرد (عملیات نمونه‌برداری و ابزار و تجهیزات مربوطه در مدار آسیا در صفحات ۱۰۵ الی ۱۰۷ به‌طور کامل ذکر شده است).

عملیات نمایش مواد معدنی

کار عملی: بازدید از یک واحد فراوری و تهیه گزارش از نحوه کار و سرویس و نگهداری آنها
شرح فعالیت:

در تهیه گزارش نکات زیر مورد توجه قرار گیرد:

- ۱ اقدامات قبل از راه‌اندازی
- ۲ اقدامات هنگام راه‌اندازی
- ۳ انجام کار دستگاه‌ها و تجهیزات نمایش
- ۴ اقدامات پایان کار

مواد و ابزار: کاغذ، قلم، دوربین عکاسی

نکات ایمنی: استفاده از لباس کار و رعایت قوانین ایمنی کارخانه فراوری
اخلاق حرفه‌ای: رعایت کلیه قوانین و مقررات کارخانه فراوری مواد معدنی



ارزشیابی مرحله‌ای: اپراتوری آسیاها

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره‌دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و...)
۳	نحوه انجام عملیات قبل، حین و بعد از پایان عملیات نمایش و تعویض آستر و بار خردکننده	درست	مکان: کارخانه فراوری تجهیزات: گریس پمپ و ابزارآلات و... مواد مصرفی: گریس و روغن زمان: ۵۰ دقیقه
۲	نحوه انجام عملیات قبل، حین و بعد از پایان عملیات نمایش	درست	
۱	نحوه انجام عملیات قبل حین و عملیات نمایش	ناقص	

گزارش دهی عملیات آسیا

اپراتور باید اطلاعات مربوط به فرایند خردایش و نمایش در آسیا، از جمله میزان مواد ورودی و خروجی، زمان کارکرد دستگاه و هرگونه خرابی یا مشکل را ثبت و گزارش نماید تا مسئولین شیفت بعد هم در جریان قرارگیرند و مطلع باشند.

نگهداری و تعمیرات آسیا

اپراتور باید با انواع مختلف آسیاها و نحوه عملکرد آنها آشنایی کافی داشته باشد و مدارک مورد نیاز دستگاه‌ها را هم بتواند بررسی و شناسایی نماید. اپراتور باید بتواند با دستگاه‌های مکانیکی و برقی آسیا شامل: موتور، گیربکس، رینگ، چرخ دنده، بدنه استوانه‌ای آسیا، بلبرینگ‌ها، بخش ورودی به داخل آسیا، بخش خروجی که در آسیاها به کار می‌روند، کار کند و عیب‌یابی‌های اولیه را رفع نماید.

اپراتور مسئول نگهداری منظم و طبق برنامه دستگاه از نظر نظافت، روغن کاری و گریس کاری و بازرسی فنی برای جلوگیری از خرابی‌ها، نگهداری و انجام بازدیدهای دوره‌ای و سرویس‌ها و تعمیرات دستگاه و تجهیزات مرتبط را هم برعهده دارد و باید بتواند ایرادات جزئی را در چارچوب وظایف برطرف کند و در صورت بروز مشکلات جدی، باید توانایی انجام تعمیرات لازم را داشته باشد. این توانایی شامل تعویض بعضی از قطعات فرسوده، در چارچوب وظایف و تنظیم تسمه‌ها و سایر تعمیرات ساده است. در نهایت به مسئولان و واحد تعمیرات مربوطه اطلاع دهد.

■ تعویض لاینر (آستر) آسیاها:

از دیگر وظایف اپراتور همکاری در تعویض لاینرهای آسیاها (میله‌ای و گلوله‌ای و...) است و بسیار مهم و بااهمیت می‌باشد. این کار به منظور حفظ کارایی و افزایش طول عمر آسیا و جلوگیری از خرابی و توقف دستگاه آسیا و کاهش تولید انجام می‌شود. تعویض لاینرها باید با دقت و طبق برنامه‌ریزی مناسب انجام شود تا از خرابی‌های احتمالی جلوگیری گردد و به‌طور کلی شامل تعویض پوشش داخلی آسیا (لاینر) است که در معرض سایش ناشی از مواد معدنی و گلوله‌ها قرار دارد.

■ دلایل تعویض آسترها (لاینها):

کاهش راندمان آسیا: عدم تعویض به موقع آسترهای آسیا باعث کاهش راندمان تولید و کاهش طول عمر آسیا و افزایش مصرف انرژی می شود.

افزایش هزینه های تعمیر و نگهداری: آسترهای فرسوده باعث آسیب دیدن سایر قسمت های آسیا از جمله بدنه اصلی و افزایش هزینه های تعمیر و نگهداری می شوند.

■ مراحل تعویض لاینرها:

۱- **بررسی و کنترل:** ابتدا باید وضعیت لاینرهای فعلی آسیا از نظر میزان سایش و آسیب دیدگی بررسی و ضخامت لاینرها، ترک ها و شکستگی های احتمالی آنها و همچنین وضعیت پیچ و مهره ها و سایر اتصالات نیز به وسیله اپراتور و واحد نگهداری مورد بررسی قرار بگیرد.

۲- **برنامه ریزی:** پس از ارزیابی وضعیت آسترها، باید یک برنامه ریزی دقیق برای تعویض آنها تهیه شود. این برنامه باید شامل زمان بندی تعویض آسترها، تعداد مورد نیاز آسترها، (مثلاً لاستیکی، فولادی یا ترکیبی)، ابزارهای مورد نیاز و علاوه بر اپراتور، نیروی انسانی از واحد نگهداری و تعمیرات هم باشد.

۳- **پایه سازی:** پس از تهیه تعداد مورد نیاز و با کیفیت مناسب آسترها، فرایند تعویض آغاز می شود. این فرایند شامل باز کردن آسترهای قدیمی، تمیز کردن داخل آسیا، نصب آسترهای جدید و محکم کردن آنها با پیچ و مهره است.

۴- **تنظیم و راه اندازی:** پس از نصب آسترها، آسیا باید توسط اپراتور تنظیم و راه اندازی شود. این کار شامل تنظیم دور آسیا، تنظیم بار ورودی و خروجی مواد معدنی و همچنین بررسی عملکرد آسیا است.

۵- **نگهداری و تعمیرات:** پس از راه اندازی آسیا، باید طبق زمان بندی مشخص و به طور منظم عملکرد آسیا و کارکرد آسترها بررسی و در صورت لزوم تعمیر یا تعویض شوند.

نکات مهم در تعویض آسترها: انتخاب آستر مناسب، استفاده از ابزار و تجهیزات مناسب و ایمن، رعایت نکات ایمنی شامل استفاده از تجهیزات ایمنی مانند کلاه ایمنی، دستکش، عینک، کفش ... است.

سایر توانمندی های اپراتور:

آشنایی با مواد معدنی: اپراتور باید با ویژگی های مواد معدنی که فراوری می شوند (کانی شناسی و سنگ شناسی) آشنا باشد. برای آشنایی بیشتر اپراتور با خصوصیات فیزیکی مواد معدنی (کانی ها) به صفحات ۲۳ و ۲۴ کتاب خرد کردن و تفکیک مراجعه شود.

توانایی کار تیمی: اپراتور باید بتواند به عنوان بخشی از یک تیم کاری در معدن کار کند و همکاری نماید. اپراتور باید با سایر کارکنان بخش فراوری و مهندسين و تکنسین ها، همکاری لازم و مناسب داشته باشد.

توانایی حل مسئله: اپراتور باید بتواند مشکلات و ایرادات دستگاه را در چارچوب وظایف خود شناسایی کرده و برطرف نماید و یا به مافوق خود گزارش کند.

تحصیلات و آموزش: معمولاً برای این شغل، علاوه بر افراد باتجربه، به کارگیری فارغ التحصیلان رشته معدن هنرستان های فنی و حرفه ای آموزش و پرورش مناسب می باشد. به علاوه دوره های آموزشی مربوط به اپراتوری آسیاهای معدنی و ایمنی کار در معدن می تواند به اپراتور کمک کند تا مهارت های لازم را کسب کند.

فرصت های شغلی: اپراتورهای آسیای مواد معدنی می توانند در واحدهای فراوری معادن مختلف، سنگ های ساختمانی، زغال سنگ و سایر مواد معدنی غیرفلزی و فلزی و کارخانجات سیمان مشغول به کار شوند.

مهارت‌های غیرفنی: شامل دقت، مهارت، مسئولیت‌پذیری و داشتن انگیزه لازم از مهارت‌های مهم و ضروری یک اپراتور می‌باشد.

همکاری با سایر کارکنان: اپراتور باید با سایر کارکنان بخش فراوری، مانند مهندسین و تکنسین‌ها در تعمیرات دستگاه‌ها، همکاری کند و بتواند با سایر همکاران و سرپرستان خود ارتباط مؤثر برقرار کند و اطلاعات لازم را به آنها منتقل کند و دستورات لازم را دریافت نماید.

شرکت در دوره‌های آموزشی: اپراتور باید در دوره‌های آموزشی مرتبط با دستگاه آسیا و فرایند فراوری شرکت کند تا دانش و مهارت‌های خود را به روز نگه دارد. این دوره‌ها می‌توانند توسط مسئولین واحدهای فراوری و با همکاری مراکز آموزش فنی و حرفه‌ای کشور و یا در واحدهای آموزشی معادن اجرا گردد. این آموزش‌ها لازم است هم به صورت تئوری و هم به صورت عملی اجرا شود.

رعایت نکات ایمنی: اپراتور باید با قوانین و مقررات و دستورالعمل‌های ایمنی در محیط کار معدن آشنایی لازم و کافی داشته باشد و از تجهیزات ایمنی حفاظت فردی مانند کلاه، عینک، دستکش، کفش، لباس کار و... استفاده کند. همچنین، باید از خطرات احتمالی ناشی از کار با دستگاه‌های آسیای مواد معدنی آگاه باشد و اقدامات پیشگیرانه را انجام دهد. اپراتور باید تمام نکات ایمنی را در حین کار با دستگاه آسیا رعایت کند و از بروز حوادث جلوگیری کند.

چالش‌ها و مشکلات رایج اپراتورهای دستگاه آسیا

اپراتورهای دستگاه آسیا در طول کار با دستگاه با چالش‌های مختلفی مواجه هستند، از جمله مشکلات رایج می‌توان به خرابی‌های مکرر قطعات دستگاه، مشکلات مربوط به تنظیمات نادرست یا مشکلات ایمنی اشاره کرد. در بسیاری از مواقع، اپراتورها با مشکلات مربوط به نوع و کیفیت مواد معدنی، سختی، سایش، میزان رطوبت ماده معدنی و دمای بالا نیز مواجه می‌شوند که می‌تواند بر عملکرد دستگاه تأثیر بگذارد.

چالش دیگر، تغییرات شرایط محیطی است. در شرایط مختلف آب و هوایی یا تغییرات دما، دستگاه‌های آسیا ممکن است به درستی کار نکنند و نیاز به تنظیمات ویژه داشته باشند. اپراتور باید توانایی حل این مشکلات را داشته باشد و دستگاه را در بهترین شرایط به کار اندازد. ضمناً خود اپراتور هم باید با همکاری و کمک‌های لازم سرپرستان مربوطه از تجهیزات و لوازم مناسب برای کار در شرایط مختلف آب و هوایی برخوردار باشد.

ارزشیابی شایستگی اپراتوری دستگاه آسیا

شرح کار:

- ۱ اپراتوری انواع آسیا و نحوه کاربرد هر یک از آنها
- ۲ روغن و گریس کاری دستگاه، سرویس و نگهداری
- ۳ رعایت مراحل کار با آسیا

استاندارد عملکرد:

انجام عملیات اپراتوری آسیای مواد معدنی با استفاده از انواع آسیاها طبق استاندارد دستگاه و عملیات نمونه برداری مطابق دستورالعمل نمونه برداری زیر نظر مسئول مربوطه.

شاخص‌ها:

- ۱ طرز کار با انواع آسیا
- ۲ سرویس و نگهداری انواع آسیا
- ۳ نمونه برداری از آسیا

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

فضای کار: کارخانه فراوری

تجهیزات: انواع آسیاها - ابزارآلات سرویس و نگهداری - سرند - تجهیزات نمونه گیری - دستورالعمل‌های اجرایی نمونه گیری
مواد مصرفی: گلوله‌ها - میله‌ها - آسترها - گریس - روغن - کیسه نمونه - نوشت افزار
زمان: ۱۲۰ دقیقه

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	انجام عملیات قبل از شروع کار	۲	
۲	انجام عملیات در حین کار	۱	
۳	انجام عملیات بعد از کار با دستگاه	۱	
	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش*: دقت در کار - مسئولیت پذیری - صحت - پوشش ایمنی - رعایت موارد زیست محیطی	۲	
میانگین نمرات**			

* شایستگی‌های غیر فنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی‌های فنی و مستمر است.

** حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.





پودمان ۵

بسته‌بندی محصولات معدنی



محتوا برای ایجاد انگیزه

آخرین مرحله در چرخه تولید مواد معدنی، انبار کردن و بسته‌بندی محصولات جهت ارائه به بازار است که تأثیر بسیار زیادی در اقتصاد معدن دارد. انبار کردن و بسته‌بندی مناسب محصولات می‌تواند باعث حفظ کیفیت و عرضه مناسب‌تر محصول به بازار مصرف و در نهایت دریافت سهم بیشتری از بازار مصرف گردد. علاوه بر این، انبارداری اطلاعات لازم را جهت تصمیم‌گیری در مورد نحوه تولید و بازاریابی محصولات در آینده در اختیار مدیران قرار می‌دهد.

واحد یادگیری ۱

شایستگی بسته‌بندی محصول

مقدمه

جهت نگهداری و عرضه مناسب‌تر محصولات مواد معدنی لازم است نحوه صحیح انبار کردن، بسته‌بندی و بارگیری محصول را بدانیم. علاوه بر این نحوه دریافت و صدور مجوز ورود و خروج مواد معدنی و به‌خصوص نحوه توزین و استفاده از باسکول در معادن بسیار مهم و ضروری است که در این مبحث به بررسی آن می‌پردازیم.

استاندارد عملکرد

انجام عملیات بسته‌بندی محصولات مواد معدنی با به‌کارگیری وسایل و تجهیزات توزین و بارگیری و بسته‌بندی با استفاده از دستورالعمل‌های انبارداری انجام می‌شود و مراحل انجام این کار عبارت است از: ۱- انبار کردن محصولات مواد معدنی ۲- بسته‌بندی و بارگیری مواد معدنی ۳- توزین و تهیه گزارش.

بسته‌بندی محصولات مواد معدنی

بسیاری از مواد معدنی جهت عرضه به بازار نیاز به بسته‌بندی و یا نگهداری در انبار ندارند. اما تعدادی دیگری از محصولات مواد معدنی با توجه به ارزش بالا و جلوگیری از هدر رفتن و یا نیاز به نگهداری مناسب و آلوده نشدن با مواد دیگر و یا جلوگیری از قرارگیری در معرض هوا، نیاز است تا به‌خوبی بسته‌بندی و در انبار نگهداری شوند.

در جدول زیر تعدادی از محصولات مواد معدنی و نحوه نگهداری آنها آمده است. آیا می‌توانید مواردی به آن بیفزایید؟

پژوهش



شکل	نحوه فروش	نوع ماده معدنی
	فله	سنگ آهن
	فله و بسته‌بندی	سیمان
	فله	شن و ماسه

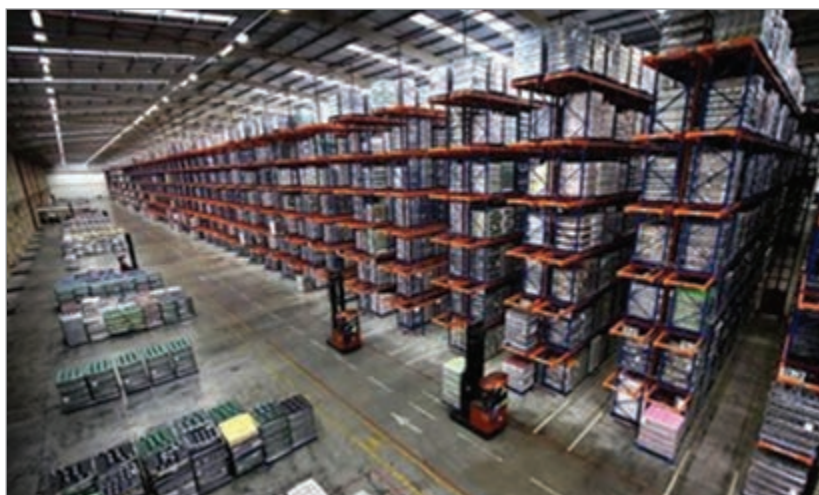
	بسته بندی	نفت
	فله و بسته بندی	گچ
	بسته بندی	روی
	بسته بندی	طلا

انبار کردن محصولات مواد معدنی

انبار کردن محصولات مواد معدنی عبارت است از نگهداری موقت مواد معدنی به‌منظور عرضه به‌موقع یا افزایش مدت عرضه آن به‌نحوی که برای مدت بیشتری قابل‌دسترس و مصرف باشند. به‌عبارت‌دیگر نگهداری محصول در محل مناسب تا در هنگام نیاز بازار، برای استفاده مصرف‌کننده مواد معدنی ارسال شود.

اهمیت و مزایای انبارداری مواد معدنی:

- ۱ با نظارت دقیق بر موجودی انبار، از افزایش بیش‌از اندازه و حد مجاز مواد معدنی در انبار جلوگیری شده و در نتیجه از ضرر و زیان‌های ناشی از تغییر قیمت‌ها یا خرابی محصول جلوگیری می‌شود.
- ۲ دریافت، استقرار، حفاظت و در دسترس قرار دادن محصول در انبار به روش مطلوب و به‌آسانی انجام می‌پذیرد و نیازهای واحدهای مصرف‌کننده به‌موقع تأمین می‌شود.
- ۳ اطلاعات موردنیاز مدیران در زمینه میزان موجودی‌ها و مصارف در هر زمان به نحو مناسب تهیه و در اختیار آنها قرار می‌گیرد.
- ۴ عملیات شمارش، صورت‌برداری و در نهایت انبارگردانی از موجودی‌ها و همچنین تعیین ارزش موجودی انبار در پایان سال به سهولت انجام‌پذیر است. (شکل ۱)

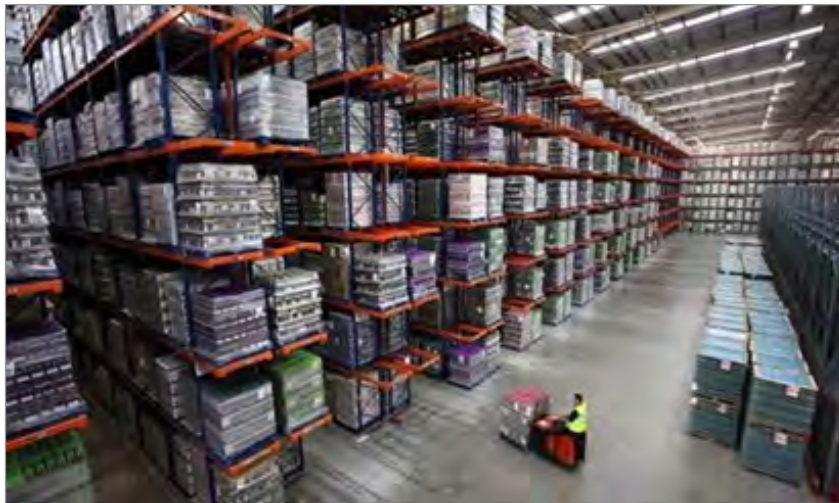


شکل ۱- چیدمان اصولی محصولات در انبار

شرایط فضای فیزیکی انبار

- ۱ دیوارها و سقف و سرپناه انبارها باید از مصالح غیرقابل اشتعال ساخته شوند.
- ۲ در فاصله مناسب از دیوارها باید زه‌کشی انجام تا از ایجاد رطوبت جلوگیری گردد. (احداث آبراهه‌هایی جهت راهنمایی خروج آب).
- ۳ طراحی مسیرهای داخلی انبار طوری باید باشد که:
(الف) دسترسی افراد به درب‌های خروجی در اسرع وقت و به سهولت انجام‌پذیر باشد.
(ب) امکان برخورد لیفتراک و وسایل نقلیه به قفسه‌ها و کالاها نباشد و وسایل حمل‌ونقل قدرت مانور داشته باشند.

ج) حتی‌الامکان از ایجاد مسیرهای طولانی که به بن‌بست منتهی می‌شود جلوگیری کرد. (شکل ۲)



شکل ۲- وجود فضای کافی جهت تردد وسایل حمل‌ونقل

۴ محوطه بیرونی انبار باید دارای حصارکشی با ارتفاع مناسب باشد به گونه‌ای که مانع از ورود حیوانات موزی به محوطه انبارشده و حتی‌المقدور مانع از اثرات سوء شرایط جوی نامساعد گردد.

۵ محوطه اطراف انبار باید عاری از مواد زائد، زباله، علفهای هرز و مواد غیرمفید دیگر باشد تا مانع از حوادث احتمالی مانند آتش‌سوزی و تجمع حشرات و سایر حیوانات شود.

وظایف انباردار و نحوه انبار کردن

۱ کوشش در حفظ، امانتداری و نگهداری صحیح کالاها و جلوگیری از مواردی مانند سرقت، صدمه، ضایعه، حادثه و خسارت

۲ خودکنترلی مدون و منظم به‌طوری که حداقل سه بار در سال انبارگردانی انجام پذیرد و طبق چک‌لیست واحد نظارت بر عملکرد هر شش ماه، یک‌بار چک‌لیست خودارزیابی صورت گیرد.

۳ انبار کردن مواد باید همگن، سازگار و از یک نوع باشد تا شرایط نگهداری از آنها قابل اجرا بوده و از اثرات احتمالی بر یکدیگر مصون باشند و همچنین خطر سقوط و بروز سوانح به حداقل ممکن برسد و رفت‌وآمد و ترابری کالا در انبار به‌آسانی صورت پذیرد.

۴ انباردار موظف است کارایی و سالم بودن سیستم‌های اعلام و اطفای حریق، ضد سرقت و دزدگیر و سیستم مدار بسته را مورد ارزیابی قرار دهد.

تجهیزات انبار

۱ ساختمان انبار باید مجهز به الکتروود برق گیر (صاعقه‌گیر) استاندارد باشد.

۲ هر انباری باید حداقل با یکی از وسایل ارتباطی و تلفن بی‌سیم با قسمت‌های مختلف خارج از انبار در ارتباط باشد.

- ۳ استفاده از وسایل گرمای برقی، گازی، نفت سوز در محوطه انبار ممنوع بوده و برای دفتر کار کارکنان باید از سیستم گرمایش بسته (شوفاز، فن کویل یا اسپیلیت) استفاده نمود و دستگاه‌های سیستم تهویه سرمایش - گرمایش داخل انبار باید مجهز به حفاظ باشند.
- ۴ انبارها باید مجهز به زنگ خطر، کپسول اطفای حریق با شارژ معتبر (هر دو نوع CO_2 و پودر و گاز) و سیستم اطفای حریق خودکار باشد (شکل ۳).
- ۵ وجود دستگاه دماسنج و رطوبت‌سنج و ثبت تغییرات دما و رطوبت ضروری است (دمای انبار خنک ۵ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد و دمای انبار معمولی بسته به نوع کالا بین ۱۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد باشد).
- ۶ انبار باید دارای سیستم نقل‌وانتقال و جابه‌جایی مناسب از جمله نوار نقاله، دستگاه‌های انباشت و برداشت، بالابرنده، سایر تجهیزات موردنیاز بسته به نوع انبار و از جنس مقاوم و قابل شست‌وشو باشد تا در هنگام استفاده هیچ‌گونه آسیبی به کارکنان، مواد و کالاها وارد نشود. تجهیزات حمل‌ونقل مواد غذایی باید از سطح نظافت قابل‌قبولی برخوردار باشند.
- ۷ در هر انبار یک جعبه کمک‌های اولیه باید وجود داشته باشد و مواد ضروری داخل آن مرتباً کنترل شوند.
- ۸ علائم و تابلوهای راهنمایی هشداردهنده بهداشتی و نکات ایمنی باید از فاصله ۱۵ متری قابل‌دیدن و خواندن باشند و معنا و مفهوم تابلوها باید به کارکنان آموزش داده شود.
- ۹ مجهز بودن انبار به سیستم تهویه جهت جابه‌جایی هوای داخلی انبار و جلوگیری از ایجاد گازهای متصاعد شده از مواد داخل معدن و یا بوی نامطبوع در فضای انبار (هواکش و فن).

ایمنی و مقررات

- ۱ نهایت کوشش در پیشگیری از ایجاد حریق (آتش‌سوزی) و حادثه.



علاج واقعه باید قبل از وقوع باشد. با حذف موارد خطر ساز و از بین بردن فرصت وقوع حوادث می‌توان از وارد شدن خسارات فراوان و جبران‌ناپذیر جلوگیری کرد.

شکل ۳

۲ تابلوهای برق باید خارج از انبار و در جای ایمن و مطابق با استانداردهای مصوب قرار بگیرد.

۳ در مورد ایمنی از نظر مقابله با آتش‌سوزی به نکات زیر توجه شود:

الف) انبارها باید مجهز به زنگ خطر، کپسول اطفای حریق با شارژ معتبر و سیستم اطفای حریق خودکار باشد.

ب) جاهایی که مجهز به سیستم اطفای حریق است باید با رنگ قرمز علامت‌گذاری شود.

ج) وسایل موتوری مخصوص رفت‌وآمد در داخل انبارها هر کدام باید مجهز به یک دستگاه کپسول آتش‌نشانی نوع مناسب باشند.

د) کپسول‌های آتش‌نشانی باید در نقاطی قرار داده شوند که از حرارت، نور، برف و باران مصون و به راحتی قابل دسترسی باشند.

ه) قراردادن هرگونه کالا و اجناس در مقابل تجهیزات اعلام و اطفای حریق ممنوع است و تجهیزات باید قابل رؤیت باشند و دسترسی به آنها آسان باشد.

و) شماره تلفن‌های آتش‌نشانی با خط درشت و خوانا در کنار کلیه تلفن‌های داخل انبار نصب شود. (شکل ۴)



شکل ۴

۴ ایمنی از نظر نگهداری مناسب سموم و مواد شیمیایی

الف) موجودی باید به گونه‌ای نگهداری شود که محموله‌ای که زودتر وارد انبار شده زودتر نیز خارج گردد به عبارتی محموله‌های قدیمی‌تر باید قبل از محموله‌های جدید مصرف گردند.

ب) محموله‌ها در انبار باید به طور مرتب و روزانه بازرسی گردند تا وضعیت آنها شامل سفت و متراکم شدن، رسوبی شدن، ژله‌ای شدن، تغییر رنگ و نیز وضعیت ظروف بررسی گردند.

ج) مهر و موم کامل ظروف حاوی این مواد تقریباً غیرممکن است و همیشه خطر خروج مواد سمی قابل تبخیر، در محیط اطراف وجود دارد لذا انبارها باید مجهز به تهویه قوی باشند. اگر امکان تجزیه این مواد در اثر حرارت، رطوبت و اسید و یا دود اسید موجود باشد، باید آنها را در یک محل سرد با تهویه خوب و دور از نور مستقیم خورشید و دور از حرارت و جرقه قرار داد و آنهایی را که ممکن است با یکدیگر واکنش نشان دهند در انبارهای جداگانه‌ای نگهداری نمود و با نصب اتیکت و تابلوهای هشداردهنده مشخص نمود.

- ۵ بازدید روزانه از کلیه قسمت‌های انبار به منظور تشخیص سریع موارد خطرناک (مخصوصاً مواد سوختنی، رنگ‌ها، مواد شیمیایی، تابلوهای برق، لوله‌های آب و ...).
- ۶ ممنوع بودن استعمال دخانیات در فضای انبار و اطراف آن.
- ۷ در صورت وجود ناهمواری (برآمدگی و فرورفتگی زیاد) در کف انبار سریعاً اصلاح شود.
- ۸ از به کار بردن پوشش‌هایی در کف انبارها که باعث لیز خوردن شوند اجتناب گردد.
- جعبه کمک‌های اولیه در انبار باید در محل قابل دید و دسترس نصب شده و مجهز به گاز استریل، چسب زخم، پنبه بهداشتی، محلول بتادین، باند نواری، نوار چسب پارچه‌ای (لوکوپلاست) و ... باشد.

فعالیت
کارگاهی



انبار و نگهداری محصولات مواد معدنی

کار عملی: بازدید از انبار یک واحد فراوری و تهیه گزارش از نحوه نگهداری محصولات مختلف معدنی مانند کنسانتره، گندله، اسلب و ...

شرح فعالیت: گزارش باید شامل موارد زیر باشد:

۱ مشخصات فضای انبار

۲ نحوه انبار کردن هر یک از محصولات

۳ تجهیزات ایمنی درون انبار

۴ همراه با تصاویر

مواد و ابزار: کاغذ، قلم، دوربین عکاسی

نکات ایمنی: استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، دستکش و کلاه ایمنی، رعایت مقررات ایمنی انبار

اخلاق حرفه‌ای: تمیز کردن محیط انبار و نریختن ضایعات و زباله‌ها در محیط

بارگیری و حمل و نقل محصولات مواد معدنی

بارگیری محصولات معدنی عبارت است از انتقال این مواد توسط لودر، بیل، لیفتراک و ... به داخل وسیله حمل مانند نوار نقاله، کامیون و یا قطار (شکل ۵).



شکل ۵- بارگیری گندله در قطار

برخی از انواع محصولات مواد معدنی، وسایل و تجهیزات بسته‌بندی و بارگیری به شرح جدول زیر می‌باشند (شکل ۶).

انواع ماشین‌آلات بارگیری	انواع روش‌های بسته‌بندی	انواع محصولات
		
لودر	فله	دانه‌بندی
		
بیل مکانیکی	کیسه‌های بزرگ (جامبو بگ)	کنسانتره
		
جرثقیل	بشکه	گندله
		
لیفتراک	پالت	شمش

شکل ۶

■ سؤال

- ۱: آیا می‌توانید به جدول صفحه قبل مواردی را بیفزایید؟
- ۲: با توجه به جدول صفحه قبل، بیان کنید که هر کدام از محصولات مواد معدنی با چه روش بسته‌بندی و بارگیری عمدتاً به بازار عرضه می‌گردند؟

■ مقررات ایمنی بارگیری

- ۱ محل انبارها باید طوری باشد که دسترسی افراد و خودروها در هنگام بارگیری مواد و کالاها و همچنین در مواقع اضطراری سریعاً و به‌سهولت ممکن باشد و حداقل سه جهت ساختمان به لحاظ دسترسی خودروهای امدادی و دستگاه‌های اطفای حریق و ارسال تجهیزات ضروری در شرایط اضطراری آزاد باشد.
- ۲ سکوی تخلیه و بارگیری عبارت است از مکانی که می‌تواند ثابت یا متحرک برای تسريع در امر بارگیری و تخلیه کالا باشد و ارتفاع آن در صورتی که ثابت بودن باید به ارتفاع خودروهای حمل بار باشد و در صورت استفاده از تجهیزات مکانیکی (جک هیدرولیک) می‌تواند قابل تنظیم برای کلیه خودروها باشد.
- ۳ استفاده از کفش و دستکش ایمنی و لباس کار مناسب هنگام تخلیه و بارگیری کالاها و پرهیز از شتاب و عجله و رعایت نکات ایمنی جهت جلوگیری از ایجاد خسارت به کارکنان و کالاها همواره مد نظر قرار گیرد.

فعالیت
کارگاهی



عملیات بارگیری و بسته‌بندی محصولات مواد معدنی

کار عملی: بازدید از انبار یک واحد فراوری و تهیه گزارش از نحوه بسته‌بندی و بارگیری محصولات معدنی

شرح فعالیت: گزارش باید شامل موارد زیر باشد:

- ۱ نحوه بسته‌بندی محصولات
- ۲ نحوه بارگیری محصولات
- ۳ تجهیزات بارگیری
- ۴ نکات ایمنی بارگیری و بسته‌بندی
- ۵ همراه با تصاویر

مواد و ابزار: کاغذ، قلم، دوربین عکاسی

نکات ایمنی: استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، دستکش و کلاه ایمنی، رعایت مقررات ایمنی انبار.

اخلاق حرفه‌ای: تمیز کردن محیط انبار و نریختن ضایعات و زباله‌ها در محیط، دقت در هنگام بسته‌بندی محصولات.

■ توزین محصولات معدنی

محصولات بارگیری شده از انبار یا دپوی مواد معدنی که ماحصل کلیه فعالیت‌های استخراج و فراوری می‌باشند لازم است قبل از ارسال به بازار، وزن شوند. از طرفی با توجه به اینکه محصولات معدنی با حجم و وزن زیاد به فروش می‌رسند (در حد چندین تن) نیاز است تا ابزار اندازه‌گیری مناسب وزن آنها نیز وجود داشته باشد. ابزار مناسب جهت این اندازه‌گیری باسکول است که پس از وزن کردن هر محموله برگ باسکول صادر می‌شود که به‌عنوان مجوز حمل تا رسیدن آن به بازار مصرف مورد استفاده قرار می‌گیرد.

■ **باسکول:** در حقیقت یک ترازوی دیجیتالی با ابعاد بزرگ است و جهت وزن کردن مواد سنگین و حجیم مورد استفاده قرار می گیرد. در گذشته از باسکول قپونی جهت توزین مواد حجیم استفاده می شد ولی امروزه به این منظور از باسکول دیجیتالی استفاده می گردد. باسکول سیستمی الکترونیکی است که از نمایشگر و بدنه و نیز سکوی بارگیری طراحی گردیده است و اطلاعات توزین پس از قرار گرفتن کالا بر روی سکوی بارگیری به نمایشگر انتقال می یابد، باسکول بهترین روش توزین برای مواد وزین و حجیم است. (شکل ۷)



باسکول در حال وزن کردن وسیله بارگیری شده



اتاقک کنترل باسکول

شکل ۷

قبض باسکول به عنوان مجوز راننده جهت حمل کالا و رساندن آن به بازار مصرف مورد استفاده قرار می گیرد. (شکل ۸)

شماره قبض		نوع قبض		قبض
شرکت فراوری مواد معدنی				
شماره ماشین	آدرس: ۱۱۱۱۱۱۱۱	نام راننده	اکبری	
نام کالا	بست آهن	نام ابرار	admin	
نام مشتری	احمدی	شماره حواله	۲۲۲۲۲	
حالی	وزن	تاریخ	مستقبل	
	۰	۱۳۹۲/۱۱/۱۰	۲۰۵۷۲	
بر	۲۰۵۷۲	۱۳۹۲/۱۱/۱۰	۲۰۰	
حالی	۲۰۵۷۲	حق توزین		
مبدأ		تهران		
مقصد		تهران		
تواضعان		بانت حمل کالا		
۲-بلوک ۸-بلاک ۱۲۹ تلفن: ۰۲۱۷۷۷۳۸۷۲				

شکل ۸- قبض باسکول

■ گزارش نویسی

به‌منظور ثبت و دریافت مجوز خروج و ورود مواد معدنی مسئول انبار موظف است فرم مربوطه را تکمیل و به مسئولین ارائه کند. این فرم معمولاً در سه نسخه (انبار، خریدار و حراست معدن یا کارخانه) تهیه می‌شود. (شکل ۹)

فرم ورود و خروج مواد معدنی

مدیریت محترم سلام‌علیکم، با احترام؛ خواهشمند است نسبت به خروج مواد معدنی ذیل مربوط به معاونت/ مدیریت در مورخ توسط آقای/ خانم جهت دستور اقدام لازم را صادر فرمایید.				
ردیف	شرح مواد معدنی	مقدار	تاریخ خروج	تاریخ ورود
امضای معاونت/ مدیریت		تأیید مسئول انبار		تأیید مدیریت حراست معاونت حفاظت فیزیکی

شکل ۹

برخی از نکات مهم در خصوص وظایف مسئول انبار در مورد ورود و خروج مواد معدنی

۱ کنترل کردن حواله‌های آماده تحویل (بازخوانی کردن) جهت جلوگیری از مغایرت‌ها و کاهش میزان کسر و اضافه انبار.

۲ درخواست تأمین مواد معدنی به واحد سفارش‌ها و تدارکات در صورت عدم موجودی کافی با رعایت میزان سفارش.

۳ همکاری با حسابداری انبار.

۴ دقت در هنگام ثبت اطلاعات رسید محصول و حواله‌ها و توضیح مختصر و مفید در قسمت شرح رسید یا حواله.

۵ رعایت فرایند مربوط به تحویل کالا و حواله با رعایت مقررات و دستورالعمل‌های سازمان و بایگانی صحیح رسید و حواله‌ها در زونکن طبق تاریخ و شماره با تکمیل امضای آنها.

۶ تطابق موجودی انبار با رایانه به‌طوری‌که در بازرسی‌های تصادفی، موجودی انبار با کالاهای داخل انبار یکی باشد و تحویل کالا فقط با مجوزهای قانونی و فرایند مربوطه صورت پذیرد.

فعالیت
کارگاهی



توزین مواد معدنی

کار عملی بازدید از یک واحد باسکول و مشاهده نحوه کارکرد آن (ترجیحاً واحد معدنی)

شرح فعالیت:

۱ مشاهده نحوه قرارگیری ماشین‌آلات بر روی باسکول

۲ نحوه توزین و محاسبه وزن بار

۳ نحوه صدور قبض باسکول

مواد و ابزار: کاغذ، قلم

نکات ایمنی: استفاده از لباس کار

اخلاق حرفه‌ای: دقت در نحوه کار با دستگاه باسکول برای اندازه‌گیری دقیق وزن و صدور قبض.

ارزشیابی شایستگی بسته‌بندی محصولات معدنی

شرح کار:

۱ نحوه انجام عملیات بارگیری با توجه به ظرفیت وسایل حمل و نقل (واگن قطار - تریلی - کامیون) - راه‌اندازی دستگاه بندیل جهت بسته‌بندی شمش‌های تولیدی - راه‌اندازی دستگاه لیفتراک - پرکردن بشکه‌ها و کیسه‌های بزرگ (جامبوگ) با توجه به ظرفیت آنها

۲ باسکول و وزن کردن محصول.

۳ ارائه گزارش خروج محصول طبق فرمت کارخانه.

استاندارد عملکرد:

انجام عملیات بسته‌بندی محصول با به‌کارگیری وسایل و تجهیزات توزین و بارگیری و بسته‌بندی با استفاده از دستورالعمل‌های انبارداری.

شاخص‌ها:

۱ انبار کردن

۲ بارگیری محصول

۳ توزین محصول

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

فضای کار: انبار کارخانه فراوری

تجهیزات: باسکول - لودر - لیفتراک - رایانه - نرم‌افزار - دستگاه‌های انباشت و برداشت

مواد مصرفی: بشکه - پالت - پاکت - نوشت‌افزار

زمان: ۷۵ دقیقه

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	انبار کردن محصول	۱	
۲	بسته‌بندی و بار کردن محصول	۲	
۳	توزین و تهیه گزارش	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: [*] مسئولیت‌پذیری - امانت‌داری - دقت و صحت در کار - سرعت عمل و پوشش ایمنی - رعایت موارد زیست‌محیطی	۲	
میانگین نمرات ^{**}			

* شایستگی‌های غیرفنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی‌های فنی و مستمر است.

** حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

واحد یادگیری ۲

شایستگی حمل و نقل محصولات مواد معدنی

مقدمه

حمل و نقل مواد معدنی یکی از بخش‌های مهم در عملیات معدنی است که نقش کلیدی در حفظ کیفیت، ایمنی و کاهش خسارات احتمالی و پیشرفت و توسعه اقتصاد دارد. توجه به زیر ساخت‌ها برای حمل و نقل مواد معدنی در کوتاه مدت از اهمیت اساسی برخوردار است. در ادامه به نکات مهم و روش‌های حمل و نقل مواد معدنی اشاره می‌کنیم.

استاندارد عملکرد

انجام عملیات حمل و نقل مواد معدنی با به کارگیری تجهیزات و ماشین‌آلات بارگیری و باربری با استفاده از دستورالعمل‌های مربوطه و مقررات حمل و نقل.

اهمیت حمل و نقل مواد معدنی

حمل و نقل مواد معدنی یکی از مهم‌ترین مراحل در عملیات معدنی است. پاسخ مناسب به این موضوع که از کجا به کجا، چه میزان، از کدام ماده معدنی و با چه وسیله حمل و نقل جابه‌جا شود، می‌تواند به مدیریت بهینه هزینه‌ها و زمان کمک بزرگی کند. در صنایع معدنی و فلزی، حمل و نقل نقطه پیوند میان حلقه‌های استخراج تا مصرف تلقی می‌شود. به همین دلیل، در بسیاری از کشورهای جهان روش‌های حمل و نقل مواد معدنی و صنایع معدنی متناسب با نیاز این بخش توسعه پیدا می‌کنند. از آنجا که صنایع معدنی و فلزی در ایران نیز پیشرفت چشمگیری داشته‌اند، برخورداری از روش‌های حمل و نقل با ظرفیت مناسب حمل بار ضروری به نظر می‌رسد. به عنوان مثال در زنجیره فولاد، با توجه به اینکه حمل ماده اولیه از محل معادن تا واحدهای فولادسازی فرایندی با حجم بسیار بالاست، حمل و نقل و پشتیبانی از اهمیت بالایی برخوردار است. اکثر مواد معدنی به دلیل ماهیت و ارزش بالایی که دارند، نیازمند حمل و نقل ایمن و مطمئن هستند. عوامل مختلفی که می‌توانند در انتخاب روش حمل مواد معدنی تأثیرگذار باشند از جنس و نوع این مواد تا ویژگی‌های شیمیایی و مراقبت‌های لازم از یک سو و فاصله محموله از مبدأ تا مقصد و نوع وسیله حمل و روش انجام آن را شامل می‌شود.

همچنین در عملیات حمل و نقل مواد معدنی باید نکات ایمنی خاصی رعایت شود تا از بروز حوادث احتمالی جلوگیری شود. به جرئت می‌توان گفت نخستین گام ایمن‌سازی در پروژه‌های حمل و نقل مواد معدنی، آشنایی با خواص مواد معدنی جهت پیشگیری از بروز حوادث برای افرادی که با این مواد سر و کار دارند ضروری است. برخی از این مواد معدنی در حین حمل و نقل نیاز به مراقبت‌هایی در زمینه دما و رطوبت محیط و را دارا می‌باشند مثال‌های بسیار دیگری نیز از این نوع خواص در این مواد وجود دارد. که باید هنگام استخراج و جابه‌جایی آنها در نظر گرفته شود.

استفاده از لباس و تجهیزات ایمنی برای افراد و به کارگیری تجهیزات تخصصی مورد نیاز در زمان حمل و نقل مواد معدنی، بخش مهم و غیر قابل حذف از این عملیات است.

مراحل عملیات حمل و نقل مواد معدنی (محصول)

۱ بسته‌بندی

۲ برچسب و علامت گذاری

۳ اجرای عملیات حمل و نقل مواد معدنی

۱- بسته‌بندی:

پس از تولید یک ماده معدنی در معدن و یا در کارخانه فراوری محصول نهایی برای ارسال به بازار مصرف در صورت لزوم باید بسته‌بندی شده و ارسال گردد تا از کیفیت آن محافظت کامل به عمل آید. بسته‌بندی انجام شده اگر قادر به حفظ مشخصات کیفی و کمی محصول باشد به آن بسته‌بندی اولیه می‌گویند. این بسته‌بندی مخصوص فروش است که توسط تولیدکننده ماده معدنی انجام می‌شود. هدف اصلی این نوع بسته‌بندی حفظ کیفیت محصول برای مشتری و محافظت در برابر صدمات احتمالی و به‌طور خلاصه کلیه مواردی است که تولیدکننده باید آنها را در نظر بگیرد.

هدف از بسته‌بندی به‌طور خلاصه حفظ کیفیت محصول، تسهیل بارگیری و تخلیه، افزایش سرعت بارگیری و تخلیه، کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل و در مجموع کلیه مواردی است که باید در حمل‌ونقل ایمن لحاظ گردد.

■ **بسته‌بندی مضاعف با پالت:** هر چند از پالت می‌توان برای بسته‌بندی ساده مثل حمل قطعات ماشین‌آلات استفاده کرد. اما از پالت اغلب برای حمل بارهای بسته‌بندی شده معدنی مضاعف یعنی چندین بسته کارتن و یا کیسه‌های کالا استفاده می‌شود. بسته‌بندی روی پالت باید به گونه‌ای مناسب صورت گیرد. به‌طوری که از کالا در برابر آسیب‌های ناشی از عوامل مکانیکی و محیطی مانند محیط نمناک، نور خورشید، دستبرد، خسارات ناشی از بارگیری مجدد و طولانی‌شدن مدت نگهداری کالا در انبار و سایر عوامل محافظت کند. (شکل ۱۰)



مواد معدنی بسته‌بندی شده روی پالت



پالت چوبی

شکل ۱۰

■ **نحوه صحیح چیدمان بار بسته‌بندی شده به هنگام حمل مواد معدنی:** چیدمان صحیح بار روی بارگیر به‌منظور حمل ایمن بار از اهمیت خاصی برخوردار است. چیدمان صحیح بار روی بارگیر باعث می‌گردد، از یک سو حداکثر استفاده از فضای بارگیر انجام پذیرد و از سوی دیگر بار، به‌طور قابل توجهی مهار می‌گردد. همچنین چیدن درست بار روی بارگیر باعث می‌شود وزن بار روی محورهای وسیله نقلیه به شکل مناسبی توزیع گردد و تعادل وسیله نقلیه هنگام حمل بار حفظ گردد.



بار باید به گونه‌ای بر روی بارگیر مستقر شود که پایداری، هدایت، کاهش و افزایش شتاب وسیله نقلیه را تحت تأثیر قرار ندهد و به محورها فشار وارد نکند. علاوه بر این بار باید به‌صورتی بر روی بارگیر قرار گیرد که مرکز ثقل آن تا حد امکان به سطح زمین نزدیک بوده و بر مرکز سطح بارگیر قرار داشته باشد. قرارگیری بار به این شکل تا حد زیادی از واژگون شدن وسیله نقلیه هنگام دور زدن می‌کاهد. (شکل ۱۱)

شکل ۱۱- عدم تعادل وسیله نقلیه به دلیل بارگیری نامناسب

اسناد حمل و نقل مواد معدنی

آیا تا به حال به این موضوع فکر کرده‌اید که یک مدیر کارخانه یا یک معدن دار چگونه محصولات خود را به مراکز مصرف می‌رساند؟ چه اسناد و یا مدارکی بین فرستنده محصول، حمل کننده و گیرنده محصول باید رد و بدل گردد؟ از چه اسنادی در زمان حمل استفاده شود و چگونه بدون اینکه نیاز به ملاقات حضوری میان فروشنده محصول یا کالا با خریدار باشد، یک محموله توسط صاحب کالا یا فرستنده، به شرکت حمل و نقل تحویل داده شده و بعد از حمل توسط راننده، به گیرنده نهایی تحویل داده می‌شود.

در کنار اهمیت عوامل فیزیکی نظیر راه، ابنیه و تأسیسات راه و ناوگان جاده‌ای، یکی از مباحث مهم در این صنعت، بحث اسناد حمل و نقل است چرا که این اسناد تنظیم کننده روابط بین تمامی ذینفعان یک فرایند حمل و نقل کالا هستند. به طور مثال وقتی یک فرد تصمیم به خرید یک واحد مسکونی می‌گیرد، در اولین گام به یک بنگاه معاملاتی مراجعه می‌کند. پس از انتخاب واحد موردنظر که توسط بنگاه مزبور به خریدار معرفی گردیده، نسبت به امضای مدارک و اسناد آن اقدام می‌کند و مدارک و اسناد مربوطه که توسط قانون و مقررات تعریف شده، بین خریدار و فروشنده رد و بدل می‌گردد. سپس کارمزد بنگاه معاملاتی نیز پرداخت می‌شود در حمل و نقل، صاحب کالا، مدیر یک واحد معدنی و...، با مراجعه به شرکت حمل و نقل درخواست خود مبنی بر حمل محموله را مثلاً از استان خراسان رضوی معدن سنگان به عنوان مبدأ حمل، به شهر اصفهان به عنوان مقصد حمل می‌دهد. با توجه به اینکه این جابه‌جایی در محدوده یک کشور اتفاق می‌افتد، اسناد داخلی بر پایه مقررات ملی تنظیم می‌گردند. در حمل و نقل محصول داخلی به بارنامه و در حمل و نقل بین‌المللی به راهنما می‌توان اشاره کرد.

بارنامه

صاحب یا فرستنده کالا در زمان مراجعه به یک شرکت حمل و نقل برای جابه‌جایی محموله خود در قبال تحویل کالا، سندی از متصدی دریافت می‌کند. به این سند در حمل و نقل، بارنامه گفته می‌شود. به طور کلی بارنامه سندی است که مشخصات کامل بار در آن قید شده و به موجب آن تعهد می‌شود بار به مقصد و به گیرنده تحویل داده شود. بارنامه رسید دریافت بار است.

به عبارت دیگر سندی است که از سوی متصدی حمل کالا (شرکت یا مؤسسه حمل و نقل) در اختیار فرستنده کالا قرار می‌گیرد تا نشانه تحویل کالا باشد. در حال حاضر با توجه به حذف بارنامه کاغذی، بارنامه به صورت الکترونیکی صادر می‌گردد. (شکل ۱۲)

شکل ۱۲- اطلاعات یک بارنامه جاده‌ای داخلی

عملیات بسته‌بندی با توجه به نوع مواد معدنی

– بسته‌بندی مواد معدنی فراوری شده پودری: خاک نسوز، پودر آهن، و زغال سنگ – خاک‌های صنعتی و کنسانتره مواد معدنی و ...

– بسته‌بندی مواد فراوری شده غیر پودری: کلوخه – کنسانتره – گندله سنگ آهن – زغال سنگ – پوکه معدنی

■ بسته‌بندی مواد معدنی فراوری شده پودری:

انواع پودرهای معدنی شامل کربنات‌ها، سولفات‌ها و فسفات‌ها و انواع پودرهای سیمان و پودر سیلیس و انواع مواد شیمیایی به صورت پودر و سود سوزآور، پتاس، گوگرد و... در ظروف خاص بسته‌بندی می‌شوند.

به‌طور خلاصه، بهترین مواد برای بسته‌بندی پودری شامل کیسه‌های پلاستیکی بافته شده، بشکه‌های آلومینیومی یا آهنی، کاغذ با آستر مقاوم در برابر رطوبت به‌طور مثال کیسه‌های سیمان، جعبه‌های بسته‌بندی – کارتن با سلیفون محصور شده روی پالت‌های چوبی می‌باشد. به‌طور مثال برای بسته‌بندی پودر سیلیس از کیسه‌های جامبو با اندازه‌های ۱ و ۱/۵ تنی استفاده می‌شود. (شکل‌های ۱۳ و ۱۴)



کیسه بسته‌بندی جامبو بگ مواد معدنی پودری بسته‌بندی در پاکت‌های مقاوم و یا با سلیفون

شکل ۱۳



بسته‌بندی پلاستیکی حمل مواد
معدنی پودری

نمونه‌ای از بسته‌بندی پودر آلومینا در کیسه و کارتن

شکل ۱۴

به‌طور مثال بسته‌بندی پودر آلومینا معمولاً در کیسه‌های چند لایه مقاوم در برابر رطوبت، بشک‌های فلزی، یا ظروف سفارشی بسته‌بندی می‌شود. حجم بسته‌بندی‌ها نیز بسته به نیاز مشتری، از کیسه‌های کوچک چند کیلوگرمی تا کیسه‌های جامبو (Big Bags) با ظرفیت ۱۰۰۰ کیلوگرم یا بیشتر متغیر است. انواع مواد معدنی پودری که در تولید آجرهای صنعتی به کار می‌روند، پودرهای آلومینیومی با مقاومت بالا و قیمت زیاد آنها برای حمل‌ونقل باید در ظروف خاص و محکم بسته‌بندی شوند. محصولات سیلیکات آلومینیوم باید در کارتن‌هایی با کیسه‌های پلاستیکی بسته‌بندی شوند. گل نسوز مخصوص ریخته‌گری و سایر مواد نسوز باید در کیسه‌های بافته شده یا در کیسه‌های کاغذی ضخیم پوشیده شوند. کیسه‌های پلاستیکی ضخیم بسته‌بندی و حمل شوند. نام، درجه، مشخصات و تاریخ تولید مواد باید در خارج از کیسه‌ها یا روی ظروف بسته‌بندی ذکر شود و علائم باید واضح و قابل رویت و خوانا باشد. (شکل ۱۵)



شکل ۱۵- بسته بندی سیلیکات آلومینیوم

۲- برچسب و علامت‌گذاری:

یکی از مهم‌ترین وظایف واحدهای تولیدی نظارت و تأیید محتویات روی بسته بندی محصولاتی که قرار است به بازار مصرف کننده عرضه شود اصطلاحاً به آن برچسب‌گذاری گفته می‌شود در نتیجه آگاهی و تسلط مسئولین تولید مواد معدنی بر امر برچسب‌گذاری بسیار ضروری و الزامی است.

برچسب محصول شامل چه اطلاعاتی می‌شود؟

برچسب‌ها و علائم واطلاعات لازم باید در خارج از کیسه‌ها و یا بر روی بسته‌بندی مواد معدنی درج شود همچنین واضح باشند و شامل: نام محصول، نوع استفاده، درجه خلوص، و مشخصات فنی و ترکیبات، وزن یا حجم خالص مواد معدنی، تاریخ تولید و انقضا و شناسه تجاری محصول باشد. همچنین بادوام بوده و در مقابل عوامل جوی نیز مقاوم باشد. (شکل ۱۶)



شکل ۱۶- مشخصات محصول



شکل ۱۷- لیبل

در شکل صفحه قبل دو نوع ماده معدنی، پودر سیلیس و پودر بنتونیت در ظروف مربوطه بسته‌بندی شده مشخصات آنها روی بسته‌ها نوشته شده که شامل: نام محصول، وزن، سایر مشخصات و نام تولیدکننده آورده شده است. نوعی برچسب گذاری روی کارتن محصولات معدنی پودری (لیبل) (شکل ۱۷).

■ بسته‌بندی مواد فراوری شده غیر پودری:

بسته‌بندی مواد غیرپودری از قبیل کلوخه، سنگ معدن دانه‌بندی شده، کنسانتره، گندله سنگ آهن، زغال سنگ، پوکه معدنی و... که نوع بسته‌بندی و یا ظروف حمل و نقل آنها متفاوت می‌باشد. به‌طور مثال حمل و نقل کنسانتره‌های مواد معدنی به دلیل ارزش اقتصادی و استراتژیکی که دارند، از اهمیت بسزایی برخوردار است.

کنسانتره‌های معدنی، مواد معدنی پرعیار شده‌ای هستند که پس از فراوری، برای فرایندهای بعدی به مکان‌های مختلف حمل می‌شوند. این مواد به عنوان مواد اولیه برای صنایع مختلف از جمله فولاد، آلومینیوم، مس و سایر فلزات اساسی مورد استفاده قرار می‌گیرند. بنابراین، بسته‌بندی و حمل و نقل کارآمد و بهینه کنسانتره‌های مواد معدنی نقش کلیدی در زنجیره تأمین و کاهش هزینه‌های تولید دارد.

تریلی‌ها و کامیون‌های لبه‌دار، مسقف و محفظه‌دار جهت حمل کنسانتره سنگ آهن به صورت ناوگان حمل و نقل ریلی، ترابری می‌شوند، مواد معدنی که برای حمل آنها باید از واگن‌های مناسب استفاده شود. شامل: سنگ آهن از واگن لبه بلند، گندله آهن از واگن‌های مسقف، زغال سنگ از واگن فله بر و مسقف، پودر آلومینیوم از واگن مسقف ویژه حمل پودر آلومینیوم و برای حمل سیمان و کلینگر از واگن‌های مسقف، به‌علاوه سیمان به‌صورت جامبوبگ و پالت با واگن لبه‌دار هم حمل می‌شود. (شکل‌های ۱۸، ۱۹ و ۲۰).



شکل ۱۸- ظروف (واگن‌های لبه‌دار) حمل و نقل کنسانتره سنگ آهن



شکل ۱۹- ظروف (واگن‌های لبه‌دار) حمل و نقل سنگ آهن دانه‌بندی شده



شکل ۲۰- حمل و نقل گندله سنگ آهن به وسیله نوار نقاله



شکل ۲۱- کیسه‌های حمل و نقل زغال سنگ

■ بسته‌بندی زغال سنگ:

به‌علت حجم بالای این محصول، بهترین بسته‌بندی برای حمل و نقل زغال سنگ توسط کیسه‌ها به صورت کیسه جامبو یک تنی می‌باشد. کیسه‌ها توسط لیفتراک بارگیری و در کانتیرهای حمل زغال سنگ جای‌گذاری می‌شوند. سپس توسط کشتی و وسایل نقلیه دیگر ارسال می‌گردند. (شکل ۲۱)

۳- اجرای عملیات حمل و نقل محصول:

قبل از پرداختن به مراحل حمل و نقل محصولات مواد معدنی لازم است عملیات اجرایی حمل و نقل مواد معدنی به دو بخش مهم به شرح زیر تفکیک شود:

- **بارگیری:** حمل و نقل از محل استخراج مواد معدنی در درون معدن به بیرون معدن تا محل خردایش، کارخانه فراوری یا ایستگاه باربری.
- حمل و نقل از بیرون معدن به محل مصرف.

■ انتخاب روش حمل و نقل مناسب:

برای حمل و نقل مواد معدنی و استفاده از وسایل نقلیه مناسب باید یک روش درست انتخاب کنید بهترین روش، به عواملی مانند، فاصله بین معدن و مقصد، شرایط جاده و مسیر و ویژگی‌های مواد معدنی مانند نوع، حجم و وزن مواد معدنی بستگی دارد. توجه به این نکات می‌تواند به کاهش خطرات ناشی از حمل و نقل مواد معدنی کمک کند.

- عملیات بارگیری مواد معدنی در معادن روباز :

یکی از عملیاتی که در حمل و نقل مواد معدنی بسیار مهم است، عملیات بارگیری می‌باشد. این مرحله شاید به ظاهر ساده باشد اما در عین حال یکی از پیچیده‌ترین و تأثیرگذارترین مراحل در معدن کاری می‌باشد؛ این مرحله ارتباط مستقیم با راندمان کلی معدن، زمان‌بندی‌ها، هزینه‌ها و حتی ایمنی دارد. امروزه با تولید ماشین‌آلات بارگیری معدن همچون، بیل مکانیکی، لودر و شاول ... دیگر این عملیات وابسته چندان به نیروی انسانی ندارد. شناخت این ماشین‌آلات و انتخاب درست و مناسب آنها با توجه به شرایط جغرافیای معدن، جنس ماده معدنی و حجم پروژه می‌تواند بهره‌وری و راندمان عملیات معدنی را افزایش دهد.

■ مفهوم بارگیری در معادن چیست؟

به‌طور کلی به عملیات معدنی که در آن مواد استخراج شده اعم از خاک و سنگ که پس از حفاری و انفجار یا برش توسط ماشین‌آلات حمل و نقل، به بیرون از معدن منتقل می‌شوند؛ فرایند بارگیری معدن می‌گویند. این مرحله یکی از مهمترین عملیات‌ها در معدن می‌باشد که هرگونه توقف، کندی و عدم هماهنگی در آن می‌تواند سبب اختلال در روند استخراج مواد معدنی شود. هدف از بارگیری، انتقال سریع، ایمن و بهینه مواد به محل دپو، خردایش، کارخانه فراوری یا ایستگاه بارگیری کامیون‌هاست. بسته به نوع معدن (رو باز یا زیرزمینی)، نوع ماده معدنی، حجم عملیات و تکنولوژی مورد استفاده، روش‌ها و ماشین‌آلات متفاوتی برای بارگیری مورد استفاده قرار می‌گیرد. بارگیری صحیح و کارآمد می‌تواند تا چندین درصد بهره‌وری کل معدن را افزایش دهد و نقش مستقیمی در کاهش هزینه‌های عملیاتی ایفا کند.

کلیه ماشین‌آلات و تجهیزات بارگیری و حمل و نقل مواد معدنی در معادن روباز و زیرزمینی در کتاب عملیات استخراج در پایه دوازدهم به‌طور کامل آمده است در این واحد یادگیری صرفاً به عملیات بارگیری از مبدأ تا بیرون معدن و سپس باربری و حمل و نقل مواد معدنی تا نقطه نهایی که مصرف‌کننده می‌باشد پرداخته می‌شود.

نکته





شکل ۲۲- دستگاه بیل مکانیکی در حال بارگیری

■ مهم‌ترین ماشین‌آلات بارگیری مواد معدنی
معادن روباز:

۱- بیل مکانیکی (Hydraulic Excavator):
یکی از پرکاربردترین ماشین‌آلات در بارگیری معادن روباز است. بسته به ظرفیت، بیل‌های مکانیکی برای پروژه‌های سبک تا فوق سنگین به کار می‌روند. (شکل ۲۲)



شکل ۲۳- دستگاه لودر در حال بارگیری کامیون

۲- لودر (Wheel Loader): لودرها معمولاً در معادن روباز برای بارگیری سریع و حمل مواد در مسافت‌های کوتاه و یا حمل مواد برای ماشین‌آلات باربری مورد استفاده قرار می‌گیرند. ظرفیت (بکت یا بیل) آنها از چند مترمکعب تا بیش از ۳۰ مترمکعب متغیر است. چابکی و قدرت مانور بالا در زمین‌های باز از مزیت‌های اصلی لودر است. (شکل ۲۳)



شکل ۲۴- دستگاه شاول در حال بارگیری دامپتراک در یک معدن روباز

۳- شاول (Mining Shovel): شاول‌ها برای بارگیری حجم‌های بزرگ سنگ در معادن بزرگ روباز طراحی شده‌اند. ساختار آنها به گونه‌ای است که می‌توانند توده‌های فشرده و سخت را به راحتی جابه‌جا کنند. این دستگاه‌ها معمولاً با دامپتراک‌های غول‌پیکر هماهنگ می‌شوند و نرخ بارگیری بسیار بالایی دارند. شاول‌ها به ویژه در معادن روباز فلزی مانند مس و آهن بسیار رایج‌اند. (شکل ۲۴)



شکل ۲۵- دستگاه دامپتراک در حال باربری

۴- دامپتراک (Dump Truck): دامپتراک‌ها به عنوان کامیون‌های معدنی نیز شناخته می‌شوند، وسایل نقلیه سنگینی هستند که به طور خاص برای عملیات معدنی طراحی شده‌اند. این کامیون‌ها برای تحمل شرایط سخت و حمل بارهای بزرگ مواد در معادن ساخته شده‌اند.

گرچه وظیفه اصلی دامپتراک حمل و نقل است، اما نقش حیاتی در چرخه بارگیری ایفا می‌کند. این کامیون‌های غول پیکر با ظرفیت‌هایی تا بیش از ۴۰۰ تن، مواد بارگیری شده را به محل خردایش یا ایستگاه فراوری منتقل می‌کنند. طراحی خاص آنها سبب شده که بتوانند در مسیرهای ناهموار معدن عملکرد پایداری داشته باشند. تعامل دقیق بین دامپتراک و دستگاه بارگیری کلید افزایش بهره‌وری است. (شکل ۲۵)



شکل ۲۶- دستگاه بولدوزر در حال جابه‌جایی خاک و هموار کردن مسیر حمل و نقل

۵- بولدوزر (Bulldozer): بولدوزر مستقیماً برای بارگیری طراحی نشده، اما نقش پشتیبان کلیدی در آماده‌سازی محل بارگیری ایفا می‌کند. با تیغه بزرگ خود خاک‌های سست یا پسماندهای انفجار را جابه‌جا کرده و مسیر را برای ماشین‌های بارگیری هموار می‌سازد. در کنار آن، استحکام بالا و توان بالا در فشارهای زیاد ویژگی کلیدی آن است. (شکل ۲۶)

عملیات بارگیری مواد معدنی در معادن زیرزمینی



شکل ۲۷- نمای یک معدن زیرزمینی و بخش‌های مختلف آن که کارگران در حال استخراج و بارگیری مواد معدنی از طریق واگن به چاه و آسانسور برای انتقال به سطح زمین هستند، نشان داده شده است.



شکل ۲۸- واگن‌های حمل مواد معدنی

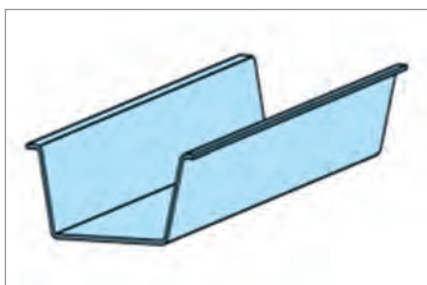
به‌طور کلی حمل‌ونقل در داخل معادن زیرزمینی را می‌توان به مراحل مختلفی از جمله در کارگاه استخراج، در تونل‌ها، در چاه یا در تونل‌های مورب و بالاخره در بیرون معدن تقسیم کرد. سنگ‌های باطله‌ای که از حفر کارهای معدنی حاصل می‌شود و همچنین مواد معدنی استخراج شده بایستی از داخل معدن به بیرون معدن حمل شود. به‌علاوه کارکنان معدن هم که در قسمت‌های مختلف کار می‌کنند بایستی حتی‌الامکان توسط وسایل نقلیه مخصوص (به‌وسیله آسانسور) به محل کارشان برده و یا آنها را به بیرون بازگرداند بدیهی است در مورد مواد باطله و مواد استخراج شده ابتدا بایستی مواد را داخل واگن‌های بارگیری حمل و مستقیماً به داخل آسانسورهای چاه انتقال داد و در بیرون معدن نیز همین واگن‌ها ماده معدنی را در بونکر اصلی تخلیه کنند و سپس نسبت به حمل آنها اقدام کرد. (شکل ۲۸)



شکل ۲۹- حمل ماده معدنی با فرغون

در قسمت‌های مختلف معدن زیرزمینی عملیات بارگیری به روش‌های مختلفی و با استفاده از وسایل گوناگون انجام می‌گیرد. علت این امر آن است که مشخصات و ابعاد معدن در قسمت‌های مختلف آن یکسان نیست. بنابراین نمی‌توان در تمام قسمت‌ها از یک نوع ماشین استفاده کرد. در داخل کارگاه استخراج زیرزمینی فضای کافی وجود ندارد در صورتی که در داخل تونل‌ها فضا بیشتر است ولی در بیرون معدن محدودیتی وجود ندارد عملیات بارگیری در داخل تونل‌های افقی و در معادن کوچک به وسیله فرغون هم و به‌وسیله کارگر انجام می‌شود. این روش دارای راندمان مناسبی نیست ولی احتیاج به تأسیسات اولیه ندارد. (شکل ۲۹)

بارگیری در کارگاه استخراج تا حد زیادی بستگی به شیب کارگاه و ضخامت ماده معدنی دارد. در مواردی که شیب کارگاه زیاد باشد مواد کنده شده بدون احتیاج به هیچ گونه وسیله باربری خود به خود به پایین سرازیر شده و به درون واگن یا نوار باربری موجود در تونل دنباله رو پایین کارگاه تخلیه می شود. هنگامی که شیب کارگاه مناسب (کمتر از ۴۰ درجه) باشد با نصب ناو ثابت می توان باربری را در داخل کارگاه انجام داد. در مواردی هم بایستی از ناوهای متحرک (زنجیری) برای حمل و باربری استفاده کرد. مهم ترین امتیاز ناو زنجیری نسبت به سایر وسایل باربری کم بودن ارتفاع ناو است و می توان آن را در کارگاه های با ارتفاع کم به کار برد و می توان در سطوح ناصاف (شیب ۳۰ درجه) استفاده کرد. (شکل ۳۰)



ناو ثابت



ناو زنجیری

شکل ۳۰

■ بارگیری به وسیله واگن و راه آهن:

از جمله متداول ترین روش های بارگیری در معادن زیرزمینی در تونل هاست. در بسیاری از معادن کوچک فقط یک رشته خط راه آهن در تونل کشیده شده است و واگن ها به وسیله کارگر کشیده می شود. در معادن بزرگ مانند پابدانا در استان کرمان و طزره در استان سمنان دو خط راه آهن در تونل کشیده شده و بارگیری به وسیله لوکوموتیو انجام می شود. (شکل ۳۱)



شکل ۳۱- واگن های بارگیری از طریق ریل راه آهن به وسیله کارگر و لوکوموتیو



شکل ۳۲- بارگیری با نوار نقاله در تونل

یکی دیگر از وسایل حمل و نقل داخل تونل‌ها نوار بارگیری یا نوار نقاله می‌باشد. که معمولاً در یک طرف تونل نصب می‌شود تا فضای کافی برای تردد افراد وجود داشته باشد. (شکل ۳۲)

تعدادی از ماشین‌آلات بارگیری در معادن زیر زمینی



شکل ۳۳

این نوع ماشین‌آلات برای معادن زیرزمینی با توجه به محدودیت‌های فضا طراحی شده‌اند.
۱- لودر بارگیری (شکل ۳۳)



شکل ۳۴

۲- لودر بارگیری نوع (LHD) (شکل ۳۴)



شکل ۳۵- بارکننده چنگال

۳- بارگیری در چاه (شکل ۳۵)

بارگیری مواد حفر شده در داخل چاه از جمله عملیات مهم می‌باشد به طور متوسط ۶۰ درصد از زمان هر دوره کار در معدن را به خود اختصاص می‌دهد. معمولی‌ترین وسیله بارگیری در داخل چاه بارکننده چنگالی است که تقریباً در تمام چاه‌ها از آن استفاده می‌شود.

در بعضی از معادن زیرزمینی که ماده معدنی در عمق زیاد قرار گرفته برای عدم باطله برداری استخراج از طریق تونل‌هایی که در ماده معدنی حفر می‌گردد به‌داخل چاه منتقل و به سطح زمین ارسال می‌گردد. مواد معدنی در واگن‌ها با نوار نقاله یا نوار بارگیری وارد قفسه‌های موجود در آسانسور شده و توسط آسانسور از داخل چاه به بالا کشیده می‌شود در سطح زمین مواد معدنی به داخل بونکرهای معدن تخلیه شده و از آنجا به‌داخل کامیون‌های معدنی ریخته شده تا به کارخانه فراوری حمل شود. در معادنی که به‌وسیله چاه گشایش یافته بارگیری در چاه آخرین مرحله بارگیری در داخل معدن را تشکیل می‌دهد.

یکی از مهم‌ترین مسائلی که در حمل‌ونقل در قسمت‌های مختلف معدن باید مورد توجه قرارگیرد آن است که حتی المقدور از بارگیری و تخلیه‌های متعدد اجتناب گردد. زیرا علاوه بر صرف زمان زیاد باعث خردشدن نامناسب مواد معدنی می‌شود. بنابراین سعی می‌شود که مثلاً واگن‌های بارگیری حاوی مواد معدنی که در داخل تونل‌ها در حال حرکت‌اند، مستقیماً به داخل آسانسورهای چاه راه پیدا کنند و در بیرون نیز همین واگن‌ها ماده معدنی را به بونکر اصلی معدن برسانند درحالی‌که در معادن روباز ماده معدنی مستقیماً توسط کامیون و یا دیگر وسایل حمل‌ونقل بارگیری شده و در مسیر جاده بعد از فراوری و یا مستقیماً به بازار مصرف می‌رسد.

■ حمل‌ونقل در بیرون معدن:

آخرین مرحله حمل‌ونقل در معادن زیرزمینی و روباز در بیرون معدن انجام می‌گیرد. معمولاً محصول معدن پس از خروج از کارگاه معدن در صورت لزوم به کارخانه فراوری می‌رود و محصول نهایی کارخانه به نقطه بارگیری حمل می‌گردد.

نقطه بارگیری محلی است که محصول نهایی معدن را در واگن‌های بزرگ راه آهن یا کشتی حمل می‌کنند و آنها را به محل مصرف یا فروش می‌رسانند. در بسیاری موارد کارخانه کانه آرایی در خارج از محوطه معدن قرار دارد. بدین ترتیب حمل‌ونقل در بیرون معدن را می‌توان به سه مرحله از محل استخراج تا کارخانه کانه‌آرایی و از آنجا تا محل بارگیری و سپس تا محل مصرف کننده تقسیم کرد.

روش‌های مختلف حمل‌ونقل محصولات مواد معدنی

■ حمل‌ونقل جاده‌ای محصولات معدنی:

بسیاری از فعالیت‌های تولیدی و صنعتی که به مواد معدنی نیاز دارند، به‌صورت مستقیم به حمل‌ونقل زمینی وابسته هستند؛ چون تقریباً تمام محموله‌ها آن از این روش جابه‌جا می‌شوند و به مقصد می‌رسند. (شکل ۳۶) این نوع حمل‌ونقل برای مسیرهای کوتاه، توجیه و صرفه اقتصادی دارد و برای مسیرهای طولانی دارای اشکالاتی است که به چند مورد از آنها اشاره می‌کنیم. حجم جابه‌جایی در این نوع حمل‌ونقل خیلی کمتر از ریلی می‌باشد و هزینه‌های جانبی، محیط‌زیستی، حوادث و غیره بیشتری دارد. از طرف دیگر به دلیل استهلاکی که بر روی جاده‌ها به لحاظ سنگین بودن وزن کامیون با بار مواد معدنی دارد خسارات زیادی را به بار می‌آورد که باعث شده حمل‌ونقل جاده‌ای برای مسیرهای طولانی گزینه مناسبی نباشد. برخی از انواع مواد معدنی رایج در حمل‌ونقل جاده‌ای عبارت‌اند از:

■ **سنگ‌ها:** انواع سنگ‌های ساختمانی، سنگ‌های تزئینی و سنگ‌های معدنی مانند سنگ مرمر، آهک، گرانیت و....

- فلزات: انواع فلزات مانند آهن، آلومینیوم، مس، نیکل، سرب و....
- مواد معدنی غیرفلزی: انواع مواد مانند زغال سنگ، نفت، گاز طبیعی، سولفات، سدیم.
- سایر مواد: شامل موادی مانند آهک، سیمان، آهن‌آلات، زئولیت و....

نکته



حمل و نقل بین‌المللی زمینی، با صرفه‌ترین راه برای رساندن محموله‌ها به مقصد است



شکل ۳۶- حمل و نقل جاده‌ای سنگ‌های ساختمانی

■ حمل و نقل ریلی مواد معدنی:

یکی از مهم‌ترین روش‌های حمل و نقل مواد معدنی است که از نظر محیط‌زیستی و راندمان و انبوه حمل و نقل حرف اول را در حمل و نقل مواد معدنی می‌زند و متداول‌ترین شیوه حمل و نقل مواد معدنی است. هر چند براساس برآوردهای انجام شده برای هر کیلومتر حمل و نقل ریلی مبالغ بسیار زیادی هزینه زیرساخت لازم است اما با توجه به سطح ایمنی بالا و انبوه حمل و نقل و سازگاری با محیط زیست می‌تواند بهترین گزینه برای حمل و نقل مواد معدنی باشد و با توجه به مصرف کم انرژی و پایین بودن قیمت حامل‌های انرژی در کشور ما، این گزینه جزو بهترین‌ها محسوب می‌گردد.

مهم‌ترین و بهینه‌ترین شیوه در حمل و نقل سنگ آهن استفاده از خطوط ریلی است. اکثر شرکت‌های معدنی، صاحب مجموعه‌های بزرگی از واگن‌ها و خطوط انحصاری برای حمل و نقل مواد معدنی هستند. برای مثال، در کشور استرالیا نزدیک به ۹۲ درصد از کل سنگ آهن استخراج شده از طریق خطوط ریلی شرکت‌ها جابه‌جا می‌شود. (شکل ۳۷)



شکل ۳۷- تصویر حمل و نقل ریلی کنسانتره مواد معدنی

■ مقایسه روش‌های حمل‌ونقل جاده‌ای و ریلی:

کدام روش برای چه شرایطی مناسب‌تر است؟ هیچ روشی به‌طور مطلق برای همه پروژه‌های حمل‌ونقل بهترین نیست؛ به‌طور مثال انتخاب میان حمل‌ونقل سنگ آهن به صورت ریلی یا جاده‌ای باید بر پایه بررسی دقیق شرایط معدن، موقعیت جغرافیایی، زیرساخت‌ها، حجم بار، فاصله تا مقصد و اهداف اقتصادی و زیست‌محیطی صورت گیرد. برای پروژه‌های با حجم حمل بالا، مسافت طولانی و دارای دسترسی آسان به خطوط ریلی مانند (معادن بزرگ شمال شرق یا جنوب شرق ایران)، حمل ریلی گزینه‌ای اقتصادی‌تر، ایمن‌تر و سازگارتر با محیط‌زیست است.

اما در مناطقی که دسترسی به راه آهن فعلاً مقدور نیست یا ظرفیت بار پایین‌تر مدنظر باشد، حمل جاده‌ای همچنان بهترین راه باقی می‌ماند. همچنین در برنامه‌ریزی‌ها ترکیب این دو روش می‌تواند هم از نظر هزینه و هم زمان تحویل، نتایج مطلوب‌تری ایجاد کند. برای انتخاب بهترین راهکار حمل‌ونقل پایدار، باید از خدمات شرکت‌های مشاوره بهره‌برداری کرد تا مناسب‌ترین روش حمل‌ونقل برای معدن یا کارخانه خود برگزید.

■ هزینه‌های حمل ریلی و جاده‌ای:

یکی از عوامل حائز اهمیت در حمل‌ونقل مواد معدنی به‌طور مثال سنگ آهن، برآورد دقیق هزینه‌های معدن و مقایسه هزینه حمل هر تن ماده معدنی است. هزینه‌ها معمولاً بر اساس مسیر، حجم محموله، شرایط جاده یا خط راه آهن، عوارض و کرایه‌ها به‌روزرسانی می‌شوند.

■ **هزینه حمل ریلی:** در حمل‌ونقل ریلی، بخش عمده‌ای از هزینه‌ها مربوط به اجاره واگن، هزینه بارگیری و تخلیه، نگهداری و تعمیرات خطوط ریلی و سایر هزینه‌ها می‌باشد. عموماً هر چه فاصله بیشتر، حجم بار زیادتر و خطوط راه آهن استانداردتر باشد، هزینه حمل هر تن کاهش می‌یابد و این ایده‌آل برای حمل‌های طولانی و حجم سنگین مواد معدنی می‌باشد؛ به طوری که هر قطار معمولاً می‌تواند بین ۲۵۰۰ تا ۴۰۰۰ تن سنگ آهن را یکجا حمل کند. این امر هزینه‌ها را در مقایسه با ناوگان جاده‌ای مخصوصاً در مسیرهای طولانی‌تر از ۳۰۰ کیلومتر به شدت کاهش می‌دهد.

■ **هزینه حمل جاده‌ای:** در حمل مواد معدنی به صورت جاده‌ای به‌طور مثال قیمت سنگ آهن بیشتر وابسته به هزینه اجاره کامیون، سوخت، زمان بارگیری و تخلیه، عوارض جاده‌ای، استهلاک خودرو و نیروی انسانی می‌باشد. لازم به ذکر است که هزینه حمل هر تن سنگ آهن در مسافت‌های کوتاه (تا ۳۰۰ کیلومتر) نسبت به مسافت طولانی کمتر است. در مسیرهای طولانی‌تر، هزینه سوخت و محدودیت ظرفیت کامیون‌ها (معمولاً تا ۴۰-۳۰ تن در هر حمل) سبب افزایش نرخ نهایی می‌شود. علاوه بر این، نوسانات قیمت سوخت، تعمیرات جاده‌ای یا حتی توقف ناوگان در اثر مشکلات ترافیکی یا شرایط جوی می‌تواند هزینه‌های نهایی را تحت تأثیر قرار دهد.

با توجه به این که حمل‌ونقل جاده‌ای از مهم‌ترین روش‌های حمل‌ونقل مواد معدنی است، مواد اولیه معدنی معمولاً از این طریق در دنیا جابه‌جا می‌شوند. در بین سال‌های ۱۳۹۸ الی ۱۳۹۹ حجم حمل‌ونقل جاده‌ای مواد معدنی در ایران به بیش از ۱۰۰ میلیون تن می‌رسید. این حجم شامل تمامی انواع مواد اولیه معدنی بوده است که از طریق حمل‌ونقل جاده‌ای جابه‌جا شده است.

■ **رعایت قوانین و مقررات:** هنگام حمل و نقل جاده‌ای مواد اولیه معدنی، باید قوانین و مقررات حمل و نقل را رعایت نمود. به عنوان مثال، باید در سرعت مجاز حرکت و به محدودیت‌های موجود در مناطق خطرناک توجه کرد.

■ **اطلاعات لازم:** در انتخاب شرکت حمل و نقل زمینی داخلی باید به نکات مهمی از قبیل: زمان حمل و نقل مواد اولیه معدنی، نوع مواد معدنی، خطرات و راه‌های مقابله با خطرات آگاهی لازم و... به شرکت حمل و نقل داده شود.

■ **تعمیر و نگهداری وسایل حمل و نقل:** وسایل حمل و نقل جاده‌ای باید قبل از حمل و نقل مواد اولیه معدنی، تعمیر و سرویس شوند تا خطرات احتمالی کاهش یابند.

چالش‌های زیست محیطی

مسائل زیست محیطی نیز بخش مهمی از پژوهش‌ها را تشکیل داده‌اند حمل و نقل کنسانتره‌های معدنی می‌تواند اثرات زیست محیطی زیادی نظیر افزایش آلودگی هوا و خاک داشته باشد. استفاده از سوخت‌های فسیلی در فرایند حمل و نقل و نشت احتمالی مواد شیمیایی از محموله‌ها از جمله مشکلات مطرح شده در این زمینه است. تحقیقات در زمینه کاهش آلودگی‌ها از طریق استفاده از وسایل حمل و نقل با آلاینده‌گی کمتر و فناوری‌های سبز مهم است.

■ **نگهداری و ذخیره سازی:** شرایط نگهداری و ذخیره سازی کنسانتره‌های معدنی باید به دقت کنترل شوند تا از تخریب و آلودگی آنها جلوگیری شود.

اهمیت بیمه در حمل مواد معدنی

بیمه حمل و نقل مواد معدنی، به منظور جبران خسارات احتمالی ناشی از حوادث حمل و نقل، مانند تصادف، آتش سوزی، غرق شدن و سرقت، ضروری است تا یک بستر امن تحت عنوان بیمه برای تبادلات مواد معدنی عرضه شود. بیمه نامه حمل و نقل مواد معدنی، باید با توجه به نوع ماده معدنی، وزن و حجم محموله و شرایط حمل و نقل، تهیه شود. امروزه شرکت‌های معتبر و به نام، متصدی حمل و جابجایی مواد معدنی، تعهد به اجرای صحیح بیمه برای این نوع محموله‌ها را به بخشی از آیین نامه خود تبدیل کرده و آن را به طور کامل اجرا می‌کنند. تنوع روش‌ها و مسیرهای جابجایی مواد معدنی نیز نیاز به اجرای کامل و صحیح بیمه، برای حفظ ایمنی حمل و پیشگیری از بروز خسارات مالی در این مورد را باید بیش از پیش به مدیران واحدهای معدنی و مجریان حمل و نقل مواد معدنی گوشزد نمایند.

حمل و نقل دریایی مواد معدنی:

کشتی‌های بزرگ فله بر، این کشتی‌ها اغلب برای حمل زغال سنگ و سنگ آهن و امثالهم مورد استفاده قرار می‌گیرند و فاقد تجهیزات بارگیری می‌باشند و بارگیری این کشتی‌ها به وسیله جرثقیل یا پمپ‌های مکنده مخصوص انجام می‌گیرد و قابل ذکر است که ایران در حال حاضر تعداد قابل توجهی از این کشتی‌ها را در اختیار دارد.

■ مزایای حمل دریایی مواد معدنی:

صادرات مواد معدنی از طریق دریا چند مزیت مهم دارد.

۱- **هزینه بسیار پایین:** سنگینی و پرحجم بودن مواد معدنی مثل سنگ آهن، مس، زغال سنگ و... باعث شده هزینه هر تن حمل مواد معدنی در دریا معمولاً چند برابر کمتر از حمل جاده‌ای و یا ریلی بین‌المللی است.

۲- **امکان حمل با حجم خیلی بالا:** کشتی‌های فله بر می‌تواند از ۳۰ تا ۲۰۰ هزار تن ماده معدنی در هر مرحله را حمل کند.

۳- **بسته‌بندی:** مواد معدنی در حمل دریایی نیاز به بسته‌بندی خاص ندارد و بارگیری مستقیم در کشتی و به‌صورت فله انجام می‌شود. بدین ترتیب هزینه‌های بسته‌بندی و زمان مصرفی کاهش می‌یابد.

۴- **کاهش ریسک:** تصادف کمتر، محدودیت وزن کمتر، توقف مرزی کمتر

۵- **کاهش اثرات زیست‌محیطی:** مصرف سوخت کمتر به‌ازای هر تن در کیلومتر نسبت به جاده‌ای و آلودگی کمتر، مشکلات ترافیکی کمتر.

۶- **دسترسی به بازارهای جهانی:** مانند چین، هند، شرق آسیا، اروپا مخصوصاً برای ایران بنادر جنوب (بندرعباس - چابهار)، مزایای استراتژیک هستند.

حمل دریایی تنها گزینه‌ای است که اقتصادی و قابل اتکا می‌باشد

بنابراین حمل محصولات مواد معدنی از مسیرهای دریایی پایدارتر و قابل پیش‌بینی‌تر از سایر روش‌های حمل محصولات مواد معدنی می‌باشد.

ارزشیابی شایستگی حمل‌ونقل محصولات معدنی

شرح کار:

انجام عملیات بسته‌بندی، برچسب‌گذاری و حمل‌ونقل محصولات معدنی با انتخاب وسایل حمل‌ونقل (واگن قطار، تریلی، کامیون)، در ظروف بشکه‌ها و کیسه‌های بزرگ (جامبوگ) و... با توجه به ظرفیت آنها و نیاز بازار.

استاندارد عملکرد:

انجام عملیات حمل‌ونقل مواد معدنی با به‌کارگیری تجهیزات و ماشین‌آلات بارگیری و باربری با استفاده از دستورالعمل‌های مربوطه و مقررات حمل‌ونقل.

شاخص‌ها:

- ۱ بسته‌بندی محصول مواد معدنی
- ۲ برچسب و علامت‌گذاری
- ۳ اجرای عملیات حمل‌ونقل محصول.

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

فضای کار: کارگاه معدن

تجهیزات: ماشین‌آلات و تجهیزات حمل‌ونقل مواد معدنی

مواد مصرفی: انواع ظروف حمل مواد معدنی - پالت‌های چوبی - علائم برای برچسب.
زمان: ۷۵ دقیقه

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	بسته‌بندی محصول مواد معدنی	۲	
۲	برچسب و علامت‌گذاری	۱	
۳	اجرای عملیات حمل‌ونقل محصول	۲	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:			
مسئولیت‌پذیری - امانت‌داری - دقت و صحت در کار - سرعت عمل و پوشش ایمنی - رعایت موارد زیست‌محیطی			
میانگین نمرات**			

* شایستگی‌های غیرفنی تأثیر مستقیم در نمره واحد یادگیری ندارد؛ ولی شرط لازم برای محاسبه نمره شایستگی‌های فنی و مستمر است.

** حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

- ۱ برنامه درسی رشته معدن، کتاب خرد کردن، تفکیک و آماده‌سازی مواد معدنی، چاپ ۱۴۰۳، سازمان پژوهش و برنامه درسی دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.
- ۲ دستورالعمل و چک لیست‌های حمل‌ونقل و انبار داری مواد و مصالح ساختمانی در ساختمان‌ها و تأسیسات دولتی و عمومی، طرح پژوهشی بهمن ماه ۱۳۹۷ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
- ۳ ایمنی انبارها، وزارت کار و امور اجتماعی معاونت روابط کار، آیین‌نامه و مقررات ایمنی و حفاظت ماده ۵۹ وزارت کار سال‌های ۸۵ و ۹۱.
- ۴ شیوه نوین انبارداری، دانشگاه علوم پزشکی، مدیریت خدمات پشتیبانی.
- ۵ آیین‌نامه ایمنی انبارهای کالاهای مصوب ۵۲/۶/۳۱ کمیسیون مجلس کشور.
- ۶ تکنولوژی خردایش جلد اول - بهرام رضایی، چاپ ۱۳۹۵، جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر.
- ۷ فراوری مواد معدنی، رشته معدن، چاپ ۱۳۹۱، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی درسی آموزش‌های فنی و حرفه‌ای، بهرام رضایی.
- ۸ راهنمای انتخاب ماشین‌آلات کانه‌آرایی، چاپ ۱۳۹۰، معاونت امور معادن و صنایع معدنی.
- ۹ سازماندهی عملیات حمل بار، چاپ ۱۴۰۴، سازمان پژوهش و برنامه درسی دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.
- ۱۰ اصول استخراج معادن جلد اول، حسن مدنی، بهمن ماه ۱۳۶۴، سال سوم هنرستان آموزش معدن.

¹¹ Glossery of mining geology 1971

¹² Platinum Grup Metals ltd 16 AUG 1995

