



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

# خرده کردن، تفکیک و آماده‌سازی مواد معدنی

رشته معدن

گروه مواد و فراوری

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه یازدهم دوره دوم متوسطه





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

۳	فصل ۱
۳	حمل و سنگ‌جوری مواد معدنی
۴	واحد یادگیری ۱ شایستگی: تفکیک و حمل مواد معدنی
۵	روش‌های حمل و نقل مواد معدنی
۸	فعالیت کارگاهی
۹	خصوصیات فیزیکی مواد معدنی و باطله
۱۱	روش‌های تفکیک و استخراج مواد معدنی و باطله
۱۴	انواع ماشین‌آلات حمل مواد معدنی و کاربرد آنها
۱۶	روش‌های دپو کردن مواد معدنی و باطله
۱۹	ارزشیابی شایستگی‌های غیرفنی و ایمنی و بهداشت و توجهات زیست‌محیطی
۲۱	واحد یادگیری ۲ شایستگی: سنگ‌جوری
۲۲	ویژگی‌ها و خواص فیزیکی سنگ‌ها
۲۵	کار عملی: عملیات جدایش دستی سنگ‌ها
۲۶	روش‌های خرد کردن دستی سنگ‌ها
۲۷	فیلم: سنگ‌جوری دستی
۲۸	سنگ‌جوری خودکار
۳۰	کار عملی: عملیات جدایش کانه از باطله با استفاده از ماشین‌آلات و تجهیزات معدنی
۳۱	ارزشیابی شایستگی‌های غیرفنی و ایمنی و بهداشت و توجهات زیست‌محیطی
۳۳	فصل ۲
۳۳	مطالعات آزمایشگاهی بر روی نمونه‌های مواد معدنی
۳۴	واحد یادگیری ۳ شایستگی: آماده‌سازی نمونه‌های مواد معدنی
۳۸	کار عملی: برش نمونه‌های سنگی و تهیه مقاطع نازک و صیقلی
۴۰	انواع دستگاه‌های خردایش آزمایشگاهی و طرز کار آنها
۴۳	انواع آسیاهای آزمایشگاهی و طرز کار آنها
۴۴	فیلم: طرز کار آسیای میله‌ای
۴۴	کار عملی: عملیات پودر کردن مواد معدنی
۴۵	سرویس و نگهداری انواع دستگاه‌های برش، خردایش و نرمایش آزمایشگاهی
۴۷	کار عملی: سرویس و نگهداری تجهیزات آزمایشگاهی مواد معدنی
۴۸	ارزشیابی شایستگی‌های غیرفنی و ایمنی و بهداشت و توجهات زیست‌محیطی
۴۹	واحد یادگیری ۴ شایستگی: توزین نمونه‌ها
۵۰	توزیع ابعاد نمونه‌های مواد معدنی
۵۲	کار عملی: عملیات توزیع ابعادی
۵۴	روش‌های توزین نمونه‌های مواد معدنی
۵۸	روش‌های تعیین حجم مواد معدنی
۶۰	ارزشیابی شایستگی‌های غیرفنی و ایمنی و بهداشت و توجهات زیست‌محیطی

۶۳	.....	<b>فصل ۳</b>
۶۳	.....	خردایش مواد معدنی
۶۴	.....	<b>واحد یادگیری ۵ شایستگی:</b> خردایش مواد معدنی
۶۵	.....	سنگ شکنی مرحله اول
۷۳	.....	<b>کار عملی:</b> مرحله اول عملیات خردایش مواد معدنی
۷۶	.....	سنگ شکنی مرحله دوم
۸۱	.....	<b>کار عملی:</b> مرحله دوم عملیات خردایش
۸۳	.....	اپراتوری و سرویس سنگ شکن ها
۸۵	.....	<b>کار عملی:</b> اپراتوری و سرویس سنگ شکن ها
۸۶	.....	نمونه برداری از مدار سنگ شکنی
۸۷	.....	<b>کار عملی:</b> عملیات نمونه برداری از مدار سنگ شکنی
۹۱	.....	<b>فصل ۴</b>
۹۱	.....	نرمایش مواد معدنی
۹۲	.....	<b>واحد یادگیری ۶ شایستگی:</b> نرمایش مواد معدنی
۹۳	.....	انواع آسیاها
۱۰۴	.....	<b>کار عملی:</b> عملیات آسیا کردن مواد معدنی
۱۰۵	.....	نمونه برداری از آسیاها
۱۰۸	.....	<b>کار عملی:</b> عملیات نمونه برداری از مدار آسیا
۱۰۸	.....	اپراتوری و سرویس آسیاها
۱۱۱	.....	<b>کار عملی:</b> ارزشیابی مرحله ای: توزین مواد معدنی
۱۱۵	.....	<b>فصل ۵</b>
۱۱۵	.....	بسته بندی محصولات معدنی
۱۱۶	.....	<b>واحد یادگیری ۷ شایستگی:</b> بسته بندی محصول
۱۱۷	.....	بسته بندی محصولات مواد معدنی
۱۲۳	.....	<b>کار عملی:</b> انبار و نگهداری محصولات مواد معدنی
۱۲۴	.....	بارگیری و حمل و نقل محصولات مواد معدنی
۱۲۶	.....	<b>کار عملی:</b> عملیات بارگیری و بسته بندی محصولات مواد معدنی
۱۲۷	.....	توزین محصولات معدنی
۱۲۸	.....	گزارش نویسی
۱۳۰	.....	<b>کار عملی:</b> توزین مواد معدنی
۱۳۲	.....	منابع:



در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی رشته معدن طراحی 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 ۵ پودمان است که هر پودمان از یک یا چند واحد یادگیری تشکیل شده است. همچنین ارزشیابی مبتنی بر شایستگی از ویژگی‌های این کتاب می‌باشد که در پایان هر پودمان شیوه ارزشیابی آورده شده است. هنرآموزان گرامی می‌بایست برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد و نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می‌گردد که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هر یک از پودمان‌ها است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزاء 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.

کتاب شامل پودمان‌های ذیل است:

**پودمان اول:** با عنوان «حمل و سنگ‌جوری مواد معدنی» که ابتدا عملیات تفکیک و حمل مواد معدنی و سپس به عملیات سنگ‌جوری اشاره شده است و در ادامه به شیوه‌های (جدایش کانی از باطله و دپو کردن مواد معدنی) پرداخته می‌شود.

**پودمان دوم:** عنوان «مطالعات آزمایشگاهی» بر روی مواد معدنی دارد. که در ابتدا روش کار با تجهیزات و ماشین‌آلات آزمایشگاهی پرداخته و سپس روش توزین و توزیع مواد معدنی آموزش داده می‌شود.

**پودمان سوم:** دارای عنوان «خردایش مواد معدنی» می‌باشد. در این قسمت طرز کار انواع دستگاه‌های سنگ‌شکن و سرویس و نگهداری آنها آموزش داده می‌شود.

**پودمان چهارم:** عنوان «ترمایش مواد معدنی» نام دارد. که در این پودمان طرز کار انواع آسیاها و نحوه نمونه‌برداری از آنها و سرویس و نگهداری آنها آموزش داده می‌شود.

**پودمان پنجم:** «بسته‌بندی محصولات معدنی» نام دارد که در این پودمان روش انبار کردن و بسته‌بندی و توزین محصولات معدنی آموزش داده می‌شود. امید است که با تلاش و کوشش شما همکاران گرامی اهداف پیش‌بینی شده برای این درس محقق گردد.

**دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی 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 بازطراحی 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 است:

**۱** شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار خرد کردن و تفکیک و آماده‌سازی

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 نرم افزارها

**۴** شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش 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 کتاب سومین کتاب کارگاهی است که ویژه رشته معدن تألیف شده است و شما در طول دو سال تحصیلی پیش رو سه کتاب کارگاهی دیگر و با شایستگی‌های متفاوت را آموزش خواهید دید. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت در شغل و حرفه برای آینده 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 خرد کردن، تفکیک و آماده‌سازی مواد معدنی شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای یک یا چند 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. هنرآموز محترم



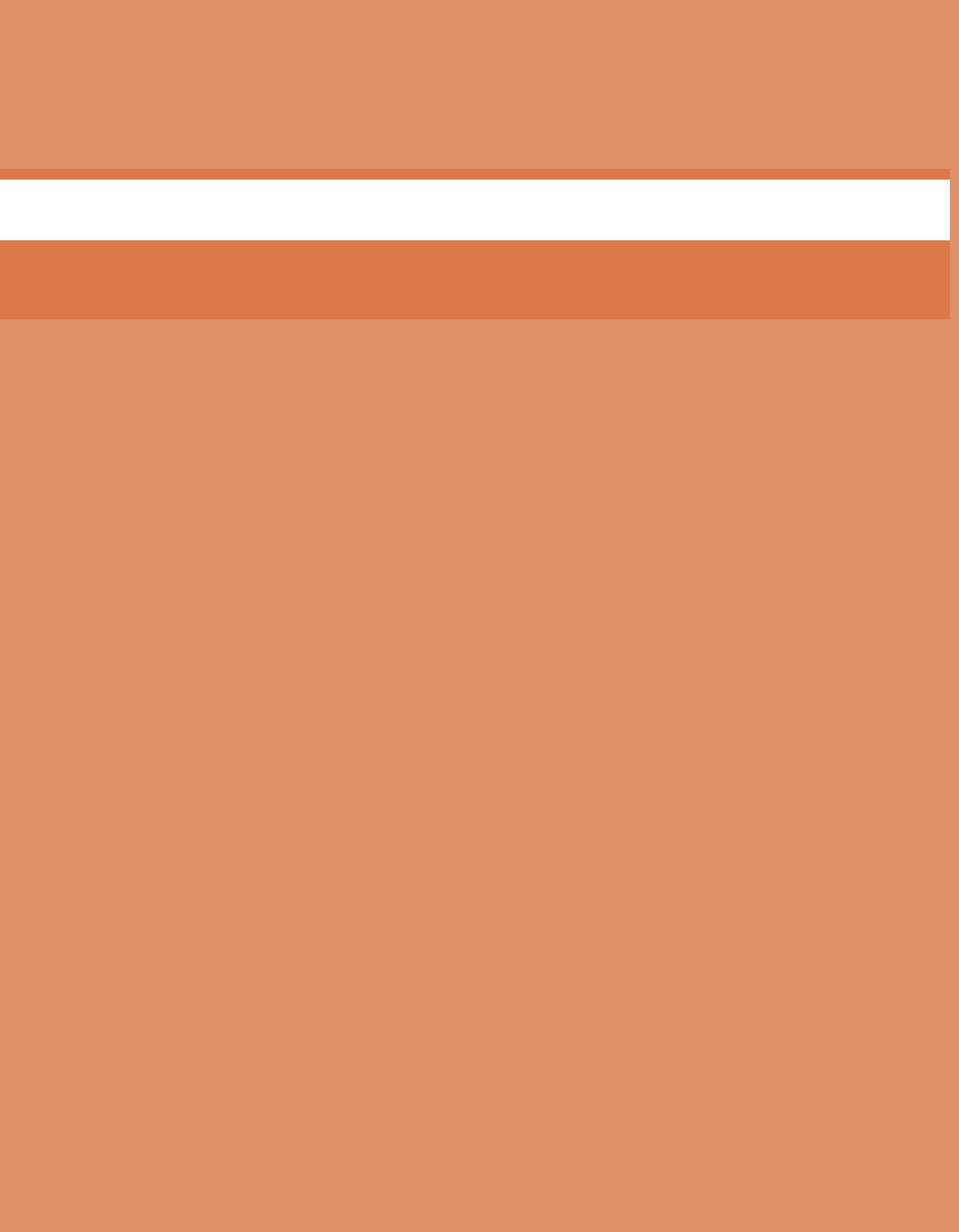
شما برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید و نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد.

همچنین علاوه بر کتاب درسی امکان استفاده از سایر اجزاء 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.tvoccd.medu.ir](http://www.tvoccd.medu.ir) می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط زیست 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 محترمتان در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام کارها جدی بگیرید.

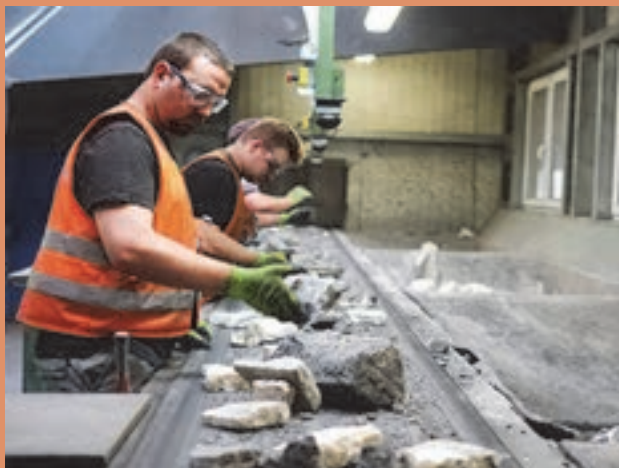
امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثری شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

**دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش**



# فصل 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 معدن‌کاری است که می‌باید قبل از شروع عملیات استخراج، طراحی‌های لازم در مورد آنها انجام گیرد و پس از شروع عملیات معدن‌کاری 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.

## پیش‌نیاز و یادآوری

فصل دوم کتاب ایمنی، راه‌سازی و خدمات در معدن با عنوان احداث راه‌های دسترسی معدن.

### روش‌های حمل‌ونقل 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 طراحی‌های لازم صورت گرفته و براساس آن راه احداث می‌شود. در نهایت با استفاده از این راه می‌توان مواد معدنی را استخراج و به محل دپوی ماده معدنی در محدوده معدن منتقل نمود. در ادامه تصاویری از راه‌های دسترسی به ماده معدنی نمایش داده شده است.

فکر می‌کنید چه راه‌هایی برای حمل مواد استخراج‌شده از داخل کارگاه معدن به بیرون وجود دارد؟

بارش فکری

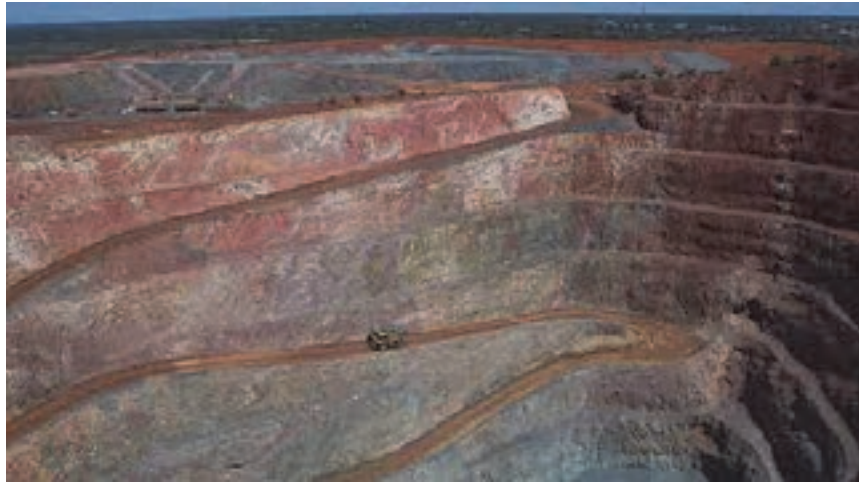


تصاویری از این راه‌ها تهیه و در کلاس ارائه نمایید.



انتقال ماده معدنی  
از کارگاه استخراج  
به دپوی معدن










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:

نام وسیله حمل	نوع معدن	تصویر وسیله حمل
ناو زنجیری	زیرزمینی	



حمل و سنگ جوری مواد معدنی

	<p>رو باز</p>	<p>دامپتراک</p>
	<p>رو باز و زیرزمینی</p>	<p>نوار نقاله</p>
	<p>زیرزمینی</p>	<p>شاتل</p>
	<p>رو باز و زیرزمینی</p>	<p>واگن</p>
	<p>زیرزمینی</p>	<p>قفس</p>



با بررسی منابع، تحقیق نمایید چه وسایل دیگری در معادن جهت حمل و نقل مواد معدنی استفاده می‌شوند؟ موارد را به جدول صفحه قبل اضافه نمایید و تصاویری از آنها نیز تهیه نمایید.  
فیلم: انواع روش‌ها و ماشین‌آلات استخراج، راه‌سازی و حمل مواد معدنی

## فعالیت کارگاهی

### کار عملی: ایجاد راه جهت استخراج و حمل مواد معدنی

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.

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 محیط‌زیست، مسئولیت‌پذیری در استفاده از تجهیزات

### ارزشیابی مرحله‌ای: تکمیل راه‌های حمل‌ونقل

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	نحوه احداث و تکمیل راه به‌منظور پیشروی در معدن با به‌کارگیری ماشین‌آلات مناسب و بیان نحوه حمل‌ونقل	بالاتر از حد انتظار	مکان: محدوده معدن تجهیزات: ماشین‌آلات راه‌سازی و معدنی-صنعتی مواد مصرفی: سوخت-آب - مصالح ساختمانی زمان: ۲۰ دقیقه
۲	نحوه احداث و تکمیل راه به‌منظور پیشروی در معدن با به‌کارگیری ماشین‌آلات مناسب	درست	
۱	نحوه احداث و تکمیل راه به‌منظور پیشروی در معدن	ناقص	

### 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	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.

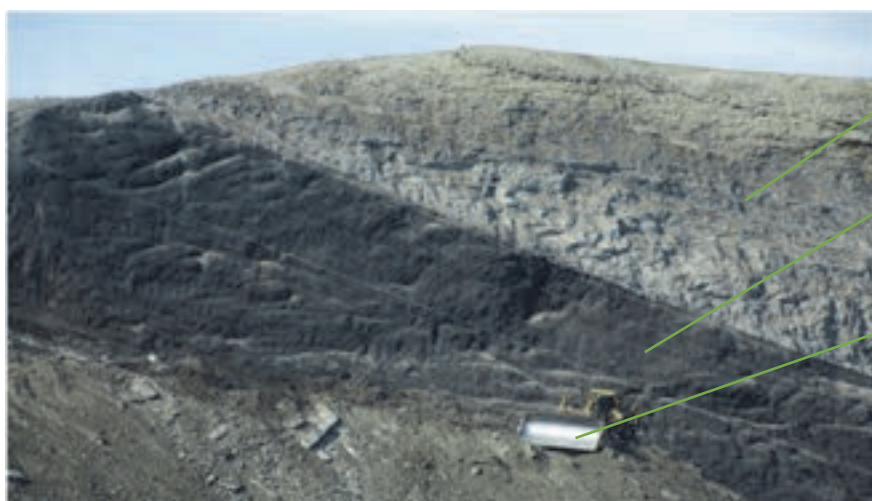
تصویر ماده معدنی	نام ماده معدنی
	<p>مس (مالاکیت، سبز و آزوریت ، آبی رنگ)</p>
	<p>سنگ آهن</p>
	<p>لایه زغال سنگ</p>
	<p>اسفالریت (روی)</p>

			<p>طلا</p>
			<p>سرب و روی</p>

### 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.



باطله

ماده معدنی (زغال)

وسیله تفکیک و  
استخراج (بلدوزر)

تفکیک و استخراج توسط ماشین‌آلات معدنی

۲- تفکیک و استخراج با استفاده از اختلاف وزن مخصوص ماده معدنی و باطله (لاؤک 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.

تفکیک و جداسازی طلا از رسوبات رودخانه ای



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



رگه های ماده معدنی  
(سنگ آهن رگه ای)

اختلاف رنگ رگه های 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.



بازدید از کارگاه‌های استخراج (حداقل ۲ کارگاه) و مشاهده نحوه تفکیک و استخراج مواد معدنی

**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

### ارزشیابی مرحله‌ای: استخراج و تفکیک مواد معدنی و باطله

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	شناسایی و تفکیک مواد معدنی و باطله بر اساس خصوصیات فیزیکی و بیان روش تفکیک و استخراج مناسب	بالاتر از حد انتظار	مکان: محدوده معدن تجهیزات: ماشین‌آلات معدنی - طرح استخراج
۲	شناسایی و تفکیک مواد معدنی و باطله بر اساس خصوصیات فیزیکی	درست	مواد مصرفی: آب - سوخت
۱	عدم توانایی در تشخیص خصوصیات فیزیکی ماده معدنی	ناقص	زمان: ۳۰ دقیقه

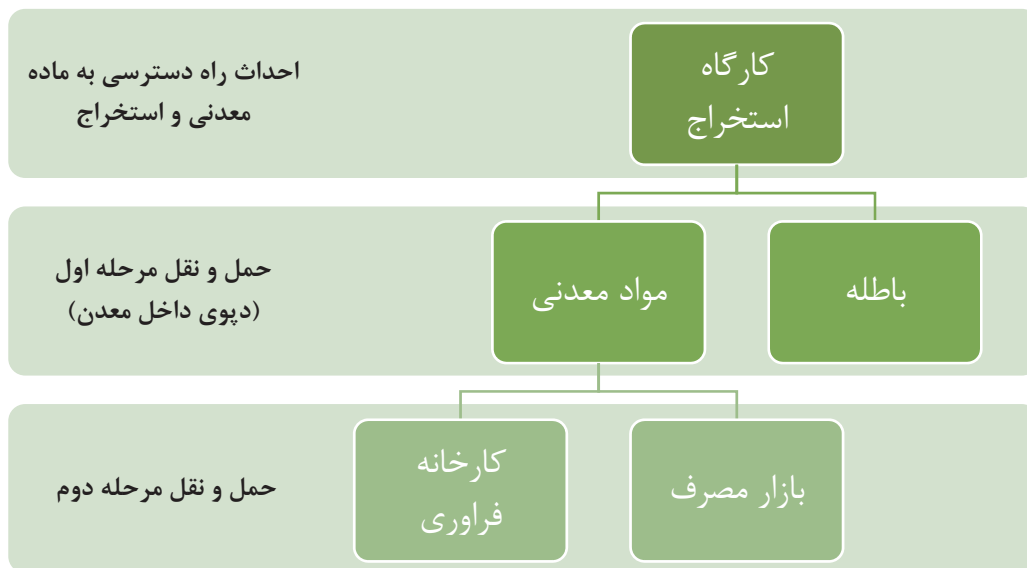
## انواع ماشین‌آلات حمل مواد معدنی و کاربرد آنها

مواد معدنی پس از استخراج و تفکیک در محل دپو انباشته می‌شوند تا از آنجا به کارخانه فرآوری و یا بازار مصرف حمل شوند. مسافت حمل و نقل مواد معدنی از کارگاه استخراج بستگی به محل دپو، کارخانه فرآوری 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.

بارش فکری



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



دو مرحله از حمل و نقل مواد معدنی

برخی از وسایل و ماشین‌آلات حمل‌ونقل مواد معدنی از معدن به کارخانه‌های فراوری و یا بازار مصرف

		نوار نقاله هوایی
		کامیون
		تریلی
		قطار و واگن‌های مخصوص حمل‌ونقل مواد معدنی

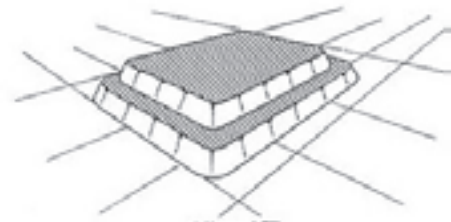
## روش‌های دپو کردن مواد معدنی و باطله

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 محیط‌زیست 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 دپوها به روش‌های ذیل طراحی و اجرا می‌شوند:

۱- **دپوی 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 به‌صورت شیب‌دار بر روی اولین سطح قرار می‌گیرد و این روش تا انتها ادامه می‌یابد.



دپوی پله‌ای

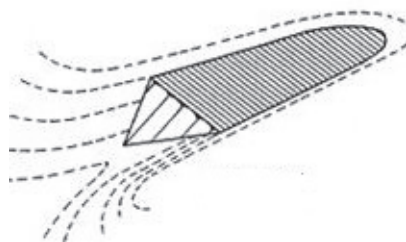
۲- **دپوی بالارو**: در این روش، مواد معدنی و یا باطله با یک شیب ثابت بر روی هم ریخته می‌شوند به‌طوری‌که در نهایت یک سطح با مقطع مثلثی شکل ایجاد می‌گردد.

حمل و سنگ جوری مواد معدنی



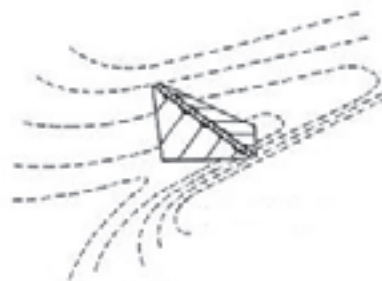
دپوی بالارو

۳- دپوی پرکننده طول دره: در این روش، باطله‌ها درون دره‌ها ریخته می‌شوند به شکلی که دره به وسیله مواد باطله پر می‌شود.



دپوی پرکننده طول دره‌ها

۴- دپوی قطع کننده عرض دره: در این روش، خط‌الرأس دیواره دپو عرض دره را قطع می‌کند و یک دیواره در آن ایجاد می‌نماید.



دپوی قطع کننده عرض دره

## کار عملی: عملیات حمل و نقل و دپوی ماده معدنی

بازدید از یک معدن و مشاهده عملیات دپوی مواد معدنی و باطله

کار  
عملی ۱



**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 حرفه‌ای:** مسئولیت‌پذیری و دقت در تشخیص خصوصیات فیزیکی مواد معدنی و روش استخراج.

### ارزشیابی مرحله‌ای: حمل و نقل ماده معدنی و باطله

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	بیان نحوه دپوی مواد معدنی و باطله، ماشین‌آلات مورد استفاده و دلایل دپوی مواد معدنی و باطله‌ها	بالاتر از حد انتظار	مکان: محدوده معدن تجهیزات: ماشین‌آلات معدنی - دستورالعمل راه‌اندازی. مواد مصرفی: سوخت و آب. زمان: ۲۵ دقیقه
۲	بیان نحوه دپوی مواد معدنی و باطله، دلایل دپوی مواد معدنی	قابل قبول	
۱	بیان نحوه دپوی مواد معدنی	ناقص	



ارزشیابی شایستگی‌های غیرفنی و ایمنی و بهداشت و توجهات زیست‌محیطی

نمره	روش نمره دهی	نتایج ممکن	شرایط عملکرد
۳	-	-	مکان: محدوده حفاری تجهیزات: ابزارآلات نقشه‌برداری و نقشه حفاری. مواد مصرفی: مصالح ساختمانی. زمان: ۳۰ دقیقه
۲	دقت ، سرعت، موارد ایمنی، مسئولیت‌پذیری، مدیریت زمان	قابل قبول	
۲	عدم توجه به موارد فوق	ناقص	

**شرح کار:**

- ۱- نحوه به کارگیری ماشین آلات جهت احداث مسیر در جبهه کار جدید- به صورت ریلی- جاده‌ای - نوار نقاله- ناو زنجیری بر اساس دستورالعمل‌های راه‌سازی 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 دپوی 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 دستورالعمل‌های حمل و نقل.

**شاخص‌ها:**

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 راه‌سازی و معدنی صنعتی- دستورالعمل‌های 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 هنرجو
۱	تکمیل راه‌های حمل و نقل	۱	
۲	استخراج و تفکیک مواد معدنی و باطله	۲	
۳	حمل و نقل مواد معدنی و باطله	۱	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: دقت، سرعت، موارد ایمنی، مسئولیت‌پذیری، مدیریت زمان.		۲	
میانگین نمرات			*

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

## 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 سنگ‌جوری 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 سنگ‌جوری استفاده می‌شود که در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

### استاندارد عملکرد

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

### پیش‌نیاز و یادآوری

## ویژگی‌ها و خواص فیزیکی سنگ‌ها

### سنگ‌جوری:

ابتدایی‌ترین روش برای جدایش کانی از باطله سنگ‌جوری 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.



سنگ‌جوری دستی بر روی سرنده گریزلی قبل از ورود به مرحله خردایش

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

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

**جلا:** کیفیت انعکاس نور از سطح کانی را جلا گویند. جلا به‌ظاهر 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.

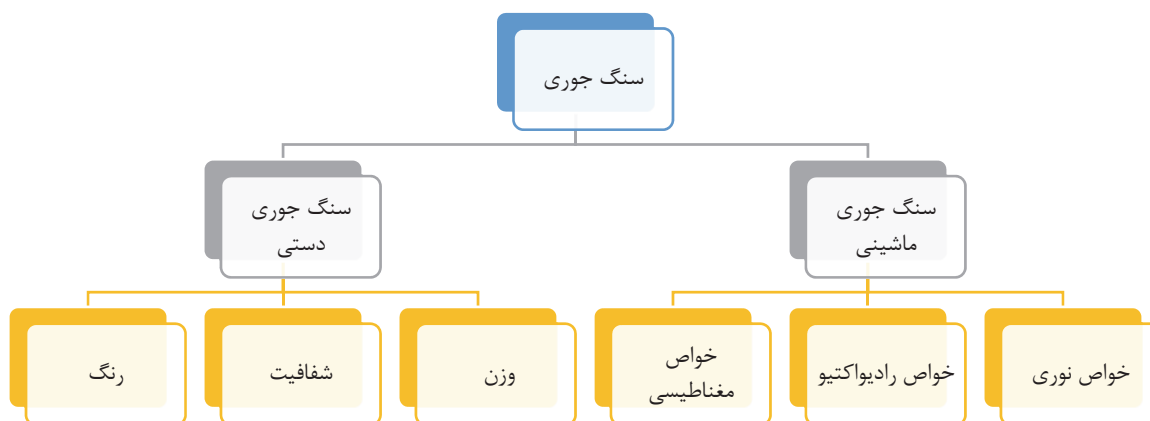
**خواص مغناطیسی:** از اختلاف خواص فیزیکی کانی‌ها، می‌توان برای جدایش آنها استفاده کرد. به‌عنوان مثال مگنتیت دارای خاصیت مغناطیسی است و می‌توان جهت جدایش از این خاصیت استفاده نمود.

معرفی خواص فیزیکی برخی از مهم‌ترین کانی‌ها جهت عملیات سنگ جوړی

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

کانی	خصوصیات فیزیکی	کانی	خصوصیات فیزیکی
 آزوریت (مس)	رنگ: آبی لاجوردی سختی: ۳/۵ جلا: شیشه‌ای، چرب وزن مخصوص: ۴	 گالن (سرب)	رنگ: خاکستری سربی سختی: ۲/۵ تا ۳ جلا: فلزی وزن مخصوص: ۷/۵

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:





## کار عملی: عملیات جدایش دستی سنگ ها

بازدید گروهی از یک دیوی مواد معدنی یا عملیات سنگ جوری و مشاهده جداسازی باطله از مواد معدنی و تهیه گزارش و ارائه در کلاس.

کار  
عملی ۱



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

- ۱ تفکیک روش های 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.

(با توجه به امکانات در کارگاه هنرستان و یا محل دیوی ماده معدنی)، هنرجویان در گروه های سه نفره عملیات جداسازی کانی ها از باطله را تمرین نمایند.

کار  
عملی ۲



**شرح فعالیت:**

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



جدایش سنگ ها 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.

### ارزشیابی مرحله‌ای: انجام جدایش دستی

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و...)
۳	تأثیر چشمی - جداسازی ماده معدنی با توجه به رنگ - وزن - شفافیت	بالاتر از حد انتظار	مکان: دپوی ماده معدنی - کارگاه هنرستان تجهیزات: فرغون، بیل مواد مصرفی: دستکش زمان: ۲۰ دقیقه
۲	تأثیر چشمی و تخمینی درصد با توجه به رنگ کانی مصرفی.	درست	
۱	چنانچه ماده معدنی به‌طور چشمی مساوی یا کمتر از باطله باشد.	ناقص	

### روش‌های خرد کردن دستی سنگ‌ها:

خرد کردن سنگ به‌صورت دستی به‌منظور 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 قابل‌توجهی افزایش داد. این عمل توسط کارگر با استفاده از چکش و پتک انجام می‌گیرد.



چکش و پتک معدنی



چکش زمین‌شناسی



جداسازی مواد معدنی از باطله

فیلم: سنگ جواری دستی

فیلم



کار عملی: خرد کردن نمونه‌ها

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).

کار  
عملی ۱



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 تیز بر

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.

## ارزشیابی مرحله‌ای: خرد کردن سنگ

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	تعیین ماده معدنی در کلوخه با دقت ۷۰٪ و خرد کردن آن.	بالاتر از حد انتظار	مکان: محدوده معدن تجهیزات: ماشین‌آلات معدنی - طرح استخراج مواد مصرفی: آب- سوخت زمان: ۳۰ دقیقه
۲	تعیین ماده معدنی در کلوخه با دقت ۵۰٪ و خرد کردن آن.	قابل قبول	
۱	عدم تشخیص وجود ماده معدنی در کلوخه	ناقص	

## 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: دستگاہ جدایش مواد با استفاده از خواص مغناطیسی مانند سنگ آهن مگنتیت.

دستگاہ جدایش مواد با استفاده از خواص رادیواکتیو مانند کانی‌های پیچ بلند، توریانیت

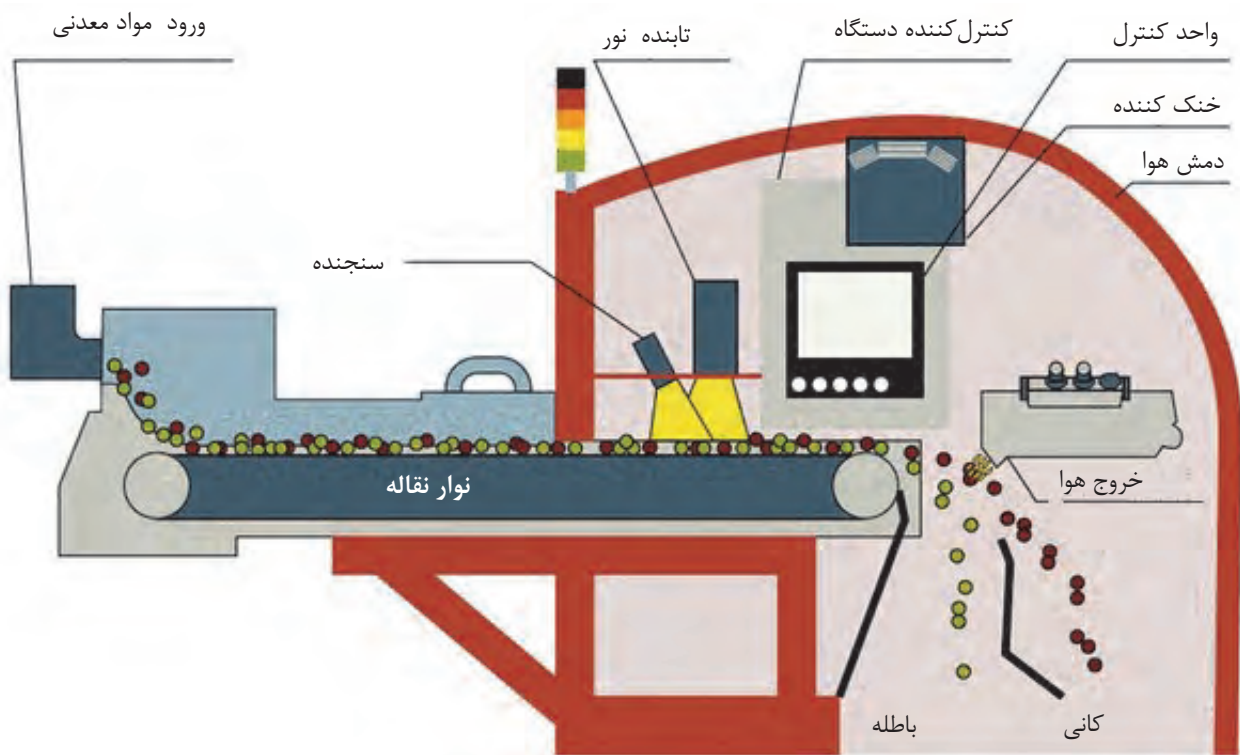
دستگاہ جدایش مواد با استفاده از خواص نوری مانند جدایش کانی‌های دارای خواص نوری فلورسانس و لومینسانس هستند.



جدایش مواد بر اساس خصوصیات مغناطیسی



جدایش مواد بر اساس خصوصیات نوری



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؟

**کار عملی:** عملیات جدایش کانه از باطله با استفاده از ماشین‌آلات و تجهیزات معدنی

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.

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 مرحله‌ای: خرد کردن سنگ

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	تعیین ماده معدنی در کلوخه با دقت ۷۰٪ و خرد کردن آن.	بالاتر از حد انتظار	مکان: محدوده معدن تجهیزات: ماشین‌آلات معدنی - طرح استخراج مواد مصرفی: آب - سوخت زمان: ۳۰ دقیقه
۲	تعیین ماده معدنی در کلوخه با دقت ۵۰٪ و خرد کردن آن.	قابل قبول	
۱	عدم تشخیص وجود ماده معدنی در کلوخه.	ناقص	

ارزشیابی شایستگی‌های غیر فنی و ایمنی و بهداشت و توجهات زیست‌محیطی

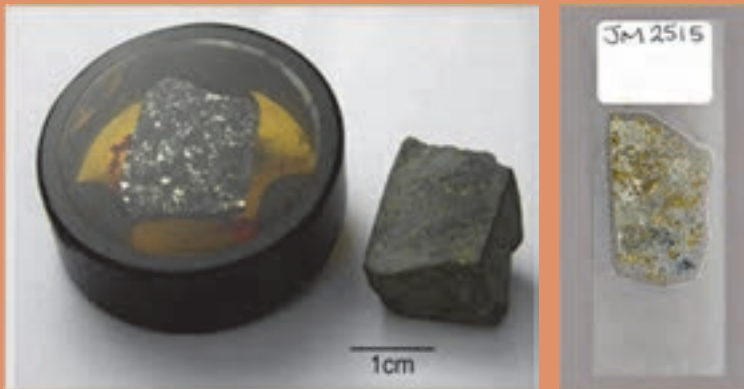
نمره	روش نمره دهی	نتایج ممکن	شرایط عملکرد
۳			فضای کار: کارخانه فراوری - دپوی ماده معدنی تجهیزات: پتک - دستگاه‌های تفکیک. خودکار - چکش - پیکور - فرغون - بیل. مواد مصرفی: دستکش - عینک. زمان: ۶۰ دقیقه
۱	مسئولیت‌پذیری - درستکاری - دقت و صداقت	قابل قبول	
۱	عدم رعایت موارد فوق	ناقص	



<p><b>شرح کار:</b></p> <p>۱- جداسازی ماده معدنی با استفاده از رنگ - وزن مخصوص-شفافیت- سختی- شکست نور و ... از باطله تا دقت ۷۵٪</p> <p>به کارگیری دستگاه‌های تفکیک کانه از باطله با استفاده از خواص مغناطیسی، رنگ و جذب نور- چگالی با راندمان ۸۵٪</p>																											
<p><b>استاندارد عملکرد:</b></p> <p>انجام عمل سنگ جوری با به کارگیری پتک و سایر ابزارهای سنگ جوری در چارچوب دستورالعمل فراوری شاخص‌ها:</p> <p>۱- به کارگیری خصوصیات فیزیکی مواد معدنی جهت تفکیک آنها به صورت دستی</p> <p>۲- سنگ جوری با دستگاه به صورت خودکار</p>																											
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b></p> <p><b>تجهیزات:</b> پتک-دستگاه‌های تفکیک- چکش- پیکور- فرغون- بیل- عینک</p> <p><b>مواد مصرفی :</b> دستکش</p> <p><b>زمان:</b> ۶۰ دقیقه</p>																											
<p><b>معیار شایستگی:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ردیف</th> <th>مرحله کار</th> <th>حداقل نمره قبولی از ۳</th> <th>نمره هنرجو</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۱</td> <td>انجام جدایش دستی</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۲</td> <td>خرد کردن سنگ</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۳</td> <td>انجام جدایش به وسیله ماشین‌آلات و تجهیزات معدنی</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: مسئولیت‌پذیری- درستکاری- دقت و صداقت</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>میانگین نمرات</td> <td></td> <td>*</td> </tr> </tbody> </table> <p>* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.</p>				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 زیست‌محیطی و نگرش: مسئولیت‌پذیری- درستکاری- دقت و صداقت	۲			میانگین نمرات		*
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 زیست‌محیطی و نگرش: مسئولیت‌پذیری- درستکاری- دقت و صداقت	۲																									
	میانگین نمرات		*																								

## فصل ۲

### مطالعات آزمایشگاهی بر روی نمونه های مواد معدنی



# واحد یادگیری ۲ 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 ۲ 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

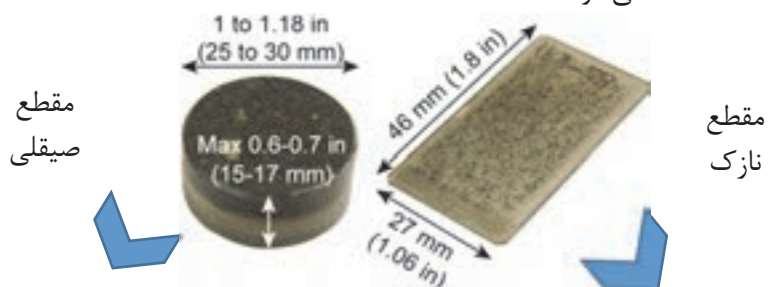
آماده‌سازی نمونه‌های مواد معدنی با به‌کارگیری تجهیزات آزمایشگاهی و مطابق دستورالعمل و استانداردهای بین‌المللی با دقت ۰.۹۵٪ و مراحل انجام این کار عبارت است از: ۱- برش دادن نمونه مواد معدنی ۲- خرد کردن نمونه مواد معدنی ۳- پودر کردن نمونه مواد معدنی ۴- سرویس و نگهداری دستگاه‌های برش، خردایش و پودر کردن آزمایشگاهی.

## پیش‌نیاز و یادآوری

فصل چهارم کتاب حفاری و نمونه‌برداری اکتشافی با عنوان نمونه‌برداری.

آماده‌سازی مقاطع نازک و صیقلی

آیا به یاد می‌آورید نمونه‌های مقطع نازک<sup>۱</sup> و صیقلی<sup>۲</sup> چیست و چه اطلاعاتی از این مقاطع می‌توان به دست آورد؟ چگونه این مقاطع جهت مطالعه آماده می‌شوند؟

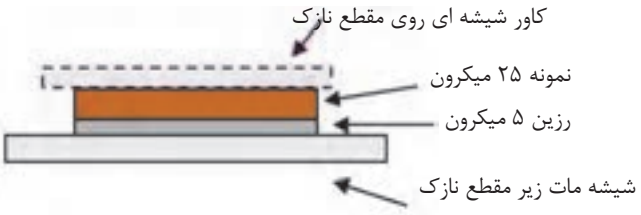
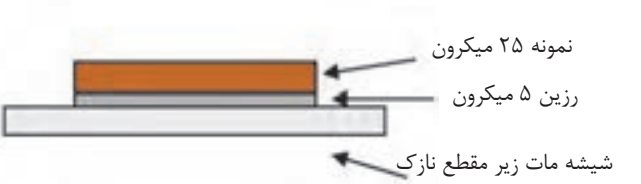
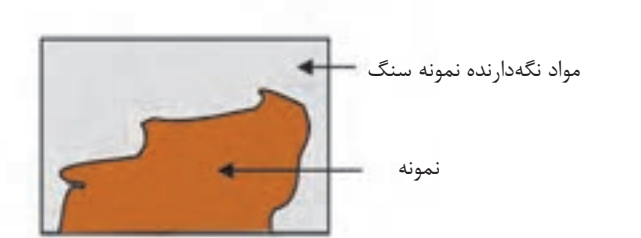


مقطع صیقلی		مقطع نازک
 <p>مطالعه کانی‌های فلزی درون نمونه به‌وسیله میکروسکوپ (کانی‌های فلزی با رنگ تیره-تر در مرکز مقطع قرار گرفته است)</p>	 <p>میکروسکوپ پلاریزان جهت مطالعه مقاطع نازک و صیقلی</p>	 <p>مطالعه کانی‌های غیرفلزی درون سنگ به‌وسیله میکروسکوپ (کانی‌های غیرفلزی با رنگ‌های مختلف در مقطع نازک دیده می‌شود، Q: کوارتز و کانی‌های فلزی با رنگ تیره).</p>
<p>استفاده از انعکاس نور جهت تعیین نوع کانی‌های فلزی (کانی‌های فلزی نور را از خود عبور نمی‌دهند ولی می‌توانند نور را از سطح صیقل‌خورده خود منعکس کنند)</p>		<p>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)</p>
 <p>کانی‌های فلزی پیریت (FeS<sub>2</sub>) و اسفالریت (ZnS)</p>	 <p>تعیین نوع سنگ، کانی‌های اصلی سنگ، کانی‌های فرعی و نوع دگرگونی</p>	

<sup>۱</sup> Thin Section

<sup>۲</sup> Polished Section

معمول ترین مقاطع میکروسکوپی و روش تهیه آنها به شرح ذیل است:

	<p>مقطع نازک (همراه کاور شیشه‌ای): جهت مطالعه با نور عبوری</p>
	<p>مقطع نازک صیقلی<sup>۱</sup>: جهت مطالعه با نور عبوری و انعکاسی</p>
	<p>مقطع صیقلی: جهت مطالعه با نور انعکاسی</p>

روش تهیه مقاطع نازک، صیقلی و نازک صیقلی  
۱- مراحل اولیه جهت تهیه مقاطع میکروسکوپی



<sup>۱</sup> Polished Thin section

### ۱-۱- تهیه مقطع نازک



۵- مات کردن سطح لام زیر نمونه



۶- چسباندن نمونه های برش خورده بر روی لام مات



۷- برش دادن و صیقل دادن نمونه جهت کاهش ضخامت



۹- چسباندن لامل روی نمونه و آماده شدن مقطع نازک جهت مطالعه



۸- کاهش ضخامت نمونه تا  $25\mu$  رسیدن به رسیدن به ضخامت حدود  $25\mu$

### ۲-۱- تهیه مقطع صیقلی



۵- قرار دادن نمونه در رزین



۶- حرارت دادن



۸-مقطع صیقلی آماده شده جهت مطالعه



۷- صیقل دادن یک طرف نمونه تا رسیدن به حد مطلوب

### ۱-۳- تهیه مقطع نازک صیقلی

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

پژوهش



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؟

بارش فکری



فیلم: تهیه مقطع نازک  
فیلم: تهیه مقطع صیقلی

فیلم



کار عملی: برش نمونه‌های سنگی و تهیه مقاطع نازک و صیقلی

با استفاده از دستگاه برش سنگ نحوه برش نمونه سنگ را تمرین نمایید.

کار  
عملی ۱

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.



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

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

کار  
عملی ۲



**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

### ارزشیابی مرحله‌ای برش دادن نمونه مواد معدنی

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	برش دادن - صیقل دادن و تهیه مقطع نازک بر اساس استانداردهای آزمایشگاهی و نظافت محیط کار	بالاتر از انتظار	مکان: آزمایشگاه تجهیزات: دستورالعمل و استانداردهای آزمایشگاهی، ابزارآلات آزمایشگاهی مواد مصرفی: آب - تیغه - نوشت افزار و صمغ - چسب - لامل.
۲	برش دادن - صیقل دادن و تهیه مقطع نازک بر اساس استانداردهای آزمایشگاهی	درست	زمان: ۳۰ دقیقه
۱	توجه نکردن به استانداردهای آزمایشگاهی در تهیه نمونه	ناقص	

## 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 خرد شده و سپس با دستگاه‌های آسیا آزمایشگاهی پودر و همگن شده و در نهایت جهت انجام آنالیزهای دستگاهی مورد استفاده قرار گیرند.

بر این اساس دستگاه‌های خردایش آزمایشگاهی به منظور 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<sup>۱</sup>:** 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 به تناوب 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.



دستگاه‌های سنگ‌شکن فکی آزمایشگاهی با ظرفیت‌های مختلف فک‌های ثابت و متحرک دستگاه سنگ‌شکن فکی آزمایشگاهی

**ب- دستگاه سنگ‌شکن چکشی آزمایشگاهی<sup>۲</sup>:** این سنگ‌شکن‌ها 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.

<sup>۱</sup> Laboratory Jaw Crusher

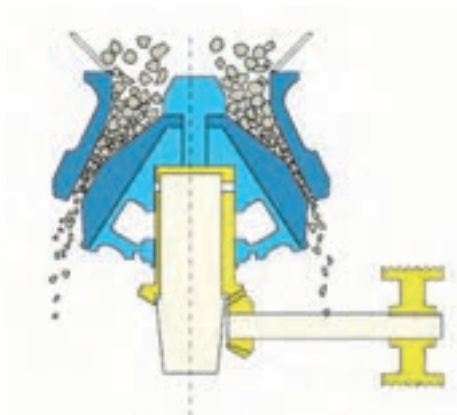
<sup>۲</sup> Labrotory Hammer Crusher



نمایی از سنگ شکن چکشی آزمایشگاهی

فیلم: طرز کار سنگ شکن چکشی

ج- دستگاه سنگ شکن مخروطی آزمایشگاهی<sup>۱</sup>: این سنگ شکن از دو مخروط ناقص عمودی که یکی در داخل دیگری می باشد، تشکیل شده است که پوسته خارجی ثابت و پوسته داخلی حرکت دورانی در داخل آن انجام می دهد و نزدیک و دور شدن مخروط داخلی باعث خرد شدن نمونه در بین دو مخروط می گردد.



دستگاه سنگ شکن مخروطی

ابعاد ورودی سنگ شکن های آزمایشگاهی معمولاً ۲۰ سانتی متر و ابعاد خروجی آنها ۱ تا ۳۰ میلی متر می باشد. بنابراین در صورتی که ابعاد نمونه ای بزرگ تر از ۲۰ سانتی متر باشد، ابتدا باید به وسیله چکش یا پتک خرد شده و سپس به داخل سنگ شکن ریخته شود.

<sup>۱</sup> Laboratory Cone Crusher

## کار عملی: عملیات خردایش نمونه‌های مواد معدنی

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 (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، چکش و پتک مخصوص.
- 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.

### ارزشیابی مرحله‌ای: خرد کردن سنگ

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	تمیز کردن دستگاه و محیط کار و کار با سنگ‌شکن آزمایشگاهی بر اساس دستورالعمل مربوطه و استانداردهای آزمایشگاهی.	بالاتر از حد انتظار	مکان: آزمایشگاه تجهیزات: دستورالعمل و استانداردهای آزمایشگاهی - سنگ‌شکن‌های آزمایشگاهی مواد مصرفی: آب - نوشتافزار زمان: ۳۰ دقیقه
۲	کار با سنگ‌شکن آزمایشگاهی بر اساس دستورالعمل مربوطه و استانداردهای آزمایشگاهی.	قابل قبول	
۱	عدم توجه به دستورالعمل‌های مربوطه و یا استانداردهای آزمایشگاهی در کار با سنگ‌شکن‌های آزمایشگاهی.	ناقص	

### انواع آسیاهای آزمایشگاهی و طرز کار آنها

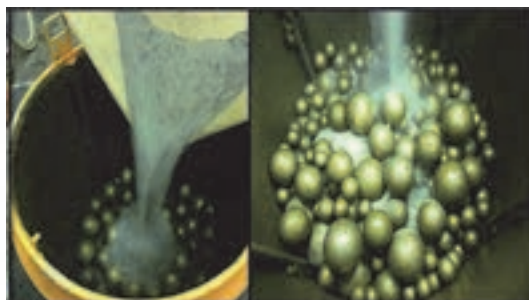
پس از خرد کردن نمونه‌های سنگی به وسیله دستگاه‌های سنگ‌شکن آزمایشگاهی، لازم است عملیات نرم کردن (پودر کردن) نمونه‌ها جهت همگن‌سازی بهتر به وسیله دستگاه‌های آسیا صورت گیرد. از جمله آسیاهای مورد استفاده در آزمایشگاه می‌توان به:

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



هاون آزمایشگاه

۲- **آسیای گلوله‌ای**<sup>۱</sup>: 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.



آسیای گلوله‌ای

<sup>۱</sup> Laboratory Ball Mill

۳- آسیای میله‌ای<sup>۱</sup>: این آسیا مانند آسیای گوله‌ای عمل می‌کند ولی نسبت طول به قطر آن در مقایسه با آسیای گوله‌ای بیشتر است و به‌جای گوله جهت نرمایش از میله استفاده می‌کند. مواد نرم شده با استفاده از آسیای میله‌ای دارای دانه‌بندی یکنواخت‌تری نسبت به محصول نهایی آسیای گوله‌ای می‌باشد.



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.

### کار عملی: عملیات پودر کردن مواد معدنی

کار عملی<sup>۱</sup>: 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 نمونه‌های بسیار اهمیت دارد.

### ارزشیابی مرحله‌ای: پودر کردن نمونه ماده معدنی

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	تمیز کردن دستگاه و محیط کار و کار با آسیای آزمایشگاهی بر اساس دستورالعمل مربوطه و استانداردهای آزمایشگاهی.	بالاتر از حد انتظار	مکان: آزمایشگاه تجهیزات: دستورالعمل و استانداردهای آزمایشگاهی، آسیاهای آزمایشگاهی مواد مصرفی: میله - گلوله - لاینر - نوشتافزار زمان: ۳۰ دقیقه
۲	کار با آسیاهای آزمایشگاهی بر اساس دستورالعمل و استانداردهای آزمایشگاهی.	قابل قبول	
۱	عدم توجه به دستورالعمل‌های مربوطه و یا استانداردهای آزمایشگاهی در کار با آسیاهای آزمایشگاهی.	ناقص	

### 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 انجام شده تا برای مرحله بعد آماده به کار باشند. برخی از مهم‌ترین دستورالعمل‌های کاری برای تجهیزات برش، خردایش و نرمایش نمونه‌ها به شرح ذیل می‌باشد:



**نکته مهم: قبل از بررسی دستگاه باید مطمئن بود که دستگاه از برق جدا شده است.**



تابلوی هشدار دهنده



پوشیدن دستکش ایمنی



استفاده از عینک ایمنی



گذاشتن گوشی

۱- افرادی که مشکل سلامتی دارند یا دارو مصرف می‌کنند و دارای هشپاری کامل نیستند نمی‌توانند به هیچ عنوان با دستگاه کار کنند.

۲- نظافت و آماده‌سازی محیط جهت برش، خردایش و نرمایش نمونه ماده معدنی.

۳- بررسی دستگاه به لحاظ تمیز بودن و آلوده نبودن به گردوخاک و تکه‌های نمونه قبلی.

۴- کنترل مکانیکی و برقی و عملکرد دستگاه به‌عنوان مثال سالم بودن تیغه دستگاه برش، گلوله‌های آسیای گلوله‌ای، میله‌های آسیای میله‌ای و فک‌های سنگ‌شکن فکی و ... (لازم به ذکر است تعمیر و نگهداری هر دستگاه باید بر اساس دفترچه راهنما دستگاه و توسط فرد متخصص انجام شود).

۵- عملیات تمیز کردن و آماده‌سازی دستگاه باید برای هر نمونه مجدداً تکرار شود تا از آلودگی نمونه‌ها جلوگیری شود.

۶- در کنار هر دستگاه در آزمایشگاه باید دفترچه‌ای 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- به‌هیچ‌وجه برچسب‌های 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 دستگاه‌ها می‌بایست به‌صورت دوره‌ای انجام شوند مانند:

۱- تعویض تیغه‌های دستگاه برش، فک‌های سنگ‌شکن فکی و استر آسیاها، تعویض گلوله‌ها و میله‌های دستگاه آسیای گلوله‌ای و میله‌ای.

۲- روغن‌کاری و گریس‌کاری و ... بر اساس دفترچه راهنما (کاتالوگ) شرکت‌های سازنده.

## کار عملی: سرویس و نگهداری تجهیزات آزمایشگاهی مواد معدنی

بازدید از کارگاه تهیه مقاطع میکروسکوپی و انجام عملیات سرویس و نگهداری دستگاه برش نمونه.

فعالیت ۱



بازدید از یک آزمایشگاه معدنی و انجام عملیات سرویس و نگهداری دستگاه سنگ شکن.

فعالیت ۲



بازدید از یک آزمایشگاه معدنی و انجام عملیات سرویس و نگهداری دستگاه آسیا.

فعالیت ۳



### 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.

بر اساس بازدید انجام شده جهت سرویس و نگهداری دستگاه‌های برش، خردایش و نرمایش مواد معدنی دستورالعملی تهیه نمایید.

فعالیت ۴



**شرح فعالیت:** بر اساس 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 مرحله‌ای سرویس و نگهداری تجهیزات و دستگاه‌های برش و خردایش مواد معدنی

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	قطع کردن برق دستگاه، باز کردن دستگاه و تمیز کردن آن، کنترل برق و مکانیکی متعلقات دستگاه، راه‌انداز اولیه، کار با دستگاه.	بالاتر از حد انتظار	مکان: آزمایشگاه تجهیزات: دستورالعمل و استانداردهای آزمایشگاهی، آسیاهای آزمایشگاهی مواد مصرفی: آب- میله- گلوله- لاینر- نوشت افزار زمان: ۳۰ دقیقه
۲	قطع کردن برق دستگاه، باز کردن دستگاه و تمیز کردن آن، راه‌اندازی اولیه، کار با دستگاه.	قابل قبول	
۱	قطع کردن برق دستگاه، باز کردن دستگاه و تمیز کردن آن.	ناقص	

ارزشیابی شایستگی‌های غیرفنی و ایمنی و بهداشت و توجهات زیست‌محیطی

نمره	روش نمره دهی	نتایج ممکن	شرایط عملکرد
			فضای کار: آزمایشگاه تجهیزات: ابزارآلات آزمایشگاهی - سنگ‌شکن و آسیاهای آزمایشگاهی - دستورالعمل و استانداردهای آزمایشگاهی مواد مصرفی: آب- تیغه- میله- گلوله‌های آسیا- چسب- صمغ- نوشت‌افزار زمان: ۹۰ دقیقه
۲	مسئولیت‌پذیری- دقت و صحت در کار- پوشش ایمنی	قابل قبول	
۱	عدم دقت- ایمنی- مسئولیت‌پذیری	نادرست	

## واحد یادگیری ۴ 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.

### پیش‌نیاز و یادآوری

فصل چهارم کتاب حفاری و نمونه‌برداری اکتشافی با عنوان نمونه‌برداری.

## توزیع ابعادی نمونه‌های مواد معدنی

بررسی ابعادی، وزنی و حجمی نمونه‌ها در تمامی مراحل معدن‌کاری (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.



سرندهای دستی استاندارد آزمایشگاهی

## توزیع ابعادی

توزیع ابعادی نمونه‌ها به وسیله سرندهای آزمایشگاهی انجام می‌شود.

**تعریف سرندهای آزمایشگاهی:** وسیله‌ای است دارای صفحه‌ای با سوراخ‌های یک اندازه و یک شکل 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.



دستگاه سرندهای خودکار



سرندهای دستی

مزایا و معایب سرندهای دستی و خودکار را بررسی نمایید.

پژوهش



**تعریف مش:** تعداد سوراخ موجود در هر اینچ (۲/۵۴ سانتی‌متر) طولی به‌عنوان مثال سرندهای 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.

مش	اینچ	میکرون	میلی‌متر
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.

### کار عملی: عملیات توزیع ابعادی

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

کار  
عملی ۱



**شرح فعالیت:** نمونه باید به نحوی انتخاب گردد که بر روی سرنده اول فقط ۰.۵٪ و از سرنده نهایی هم تنها ۰.۵٪ عبور کند.

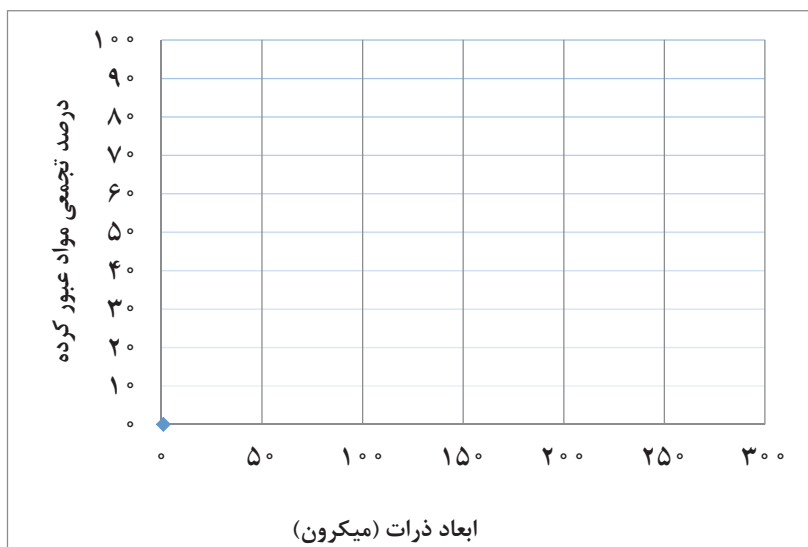
- ۱ تمیز کردن سرندها،
- ۲ قرار دادن سرندها بر روی هم،
- ۳ سرنده کردن نمونه‌ها،
- ۴ مقدار باقیمانده و عبور کرده از هر سرنده وزن شود،
- ۵ نتایج در جدول صفحه بعد وارد گردد.



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

۶- بر اساس اطلاعات حاصل از جدول بالا، منحنی دانه‌بندی زیر تکمیل شود.

ارزشیابی مرحله‌ای: توزیع ابعادی



مواد و ابزار: کاغذ، قلم، ترازو، سرنده.

نکات ایمنی: استفاده از لباس کار و دستکش.

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

## ارزشیابی مرحله‌ای: توزیع ابعادی

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	کار با ترازو و سرنده با دقت بالای ۹۵٪ و بر اساس استانداردها و دقت دستگاه	بالاتر از حد انتظار	مکان: آزمایشگاه. تجهیزات: ترازو و سرنده. مواد مصرفی: نوشت افزار و سایر ابزارآلات آزمایشگاهی. زمان: ۳۰ دقیقه
۲	کار با سرنده با دقت بالای ۹۵٪ و بر اساس استانداردها و دقت دستگاه	درست	
۱	توزیع ابعادی مواد با دقت کمتر از ۹۵٪	ناقص	

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

	<p>با دقت تا ۰/۰۱ گرم</p>
	<p>با دقت تا ۰/۰۰۱ گرم</p>
	<p>با دقت تا ۰/۰۰۰۱ گرم</p>

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.



## کار عملی: عملیات توزین نمونه‌ها



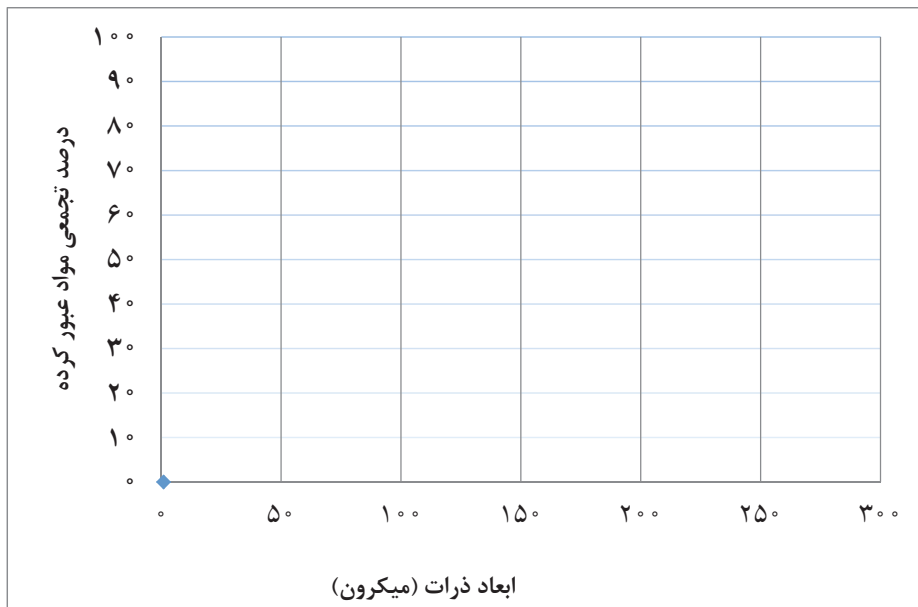
نمونه‌ای به وزن ۲۰۰ گرم از خاک و یا رسوبات آبراهه‌ای دانه‌ریز را برداشت کرده و توسط سرندهای ۲۰ تا ۱۲۰ مش (۶ الک) سرنده کنید و نتایج را در جدول زیر وارد نمایید.

**شرح فعالیت:** نمونه باید به نحوی انتخاب گردد که بر روی سرنده اول فقط ۵٪ و از سرنده نهایی هم تنها ۵٪ عبور کند. جهت انجام این فعالیت، اقدامات زیر را انجام دهید:

- ۱ تمیز کردن سرندها،
- ۲ قرار دادن سرندها بر روی هم،
- ۳ سرنده کردن نمونه‌ها،
- ۴ مقدار باقیمانده و عبور کرده از هر سرنده را با استفاده از ترازوی آزمایشگاهی و با دقت ۰/۰۱ گرم بر اساس دستورالعمل مربوطه وزن نمایید.
- ۵ نتایج در جدول زیر وارد گردد.

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

۶- بر اساس اطلاعات حاصل از جدول بالا، منحنی دانه‌بندی زیر تکمیل شود.



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.

ارزشیابی مرحله‌ای: توزین

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	انتخاب ترازو با دقت مناسب، کالیبراسیون و سنجش وزن نمونه موردنظر با دقت ۰.۹۵٪ دستگاه توزین بر اساس استاندارد دقت دستگاه.	بالاتر از حد انتظار	مکان: آزمایشگاه تجهیزات: انواع ترازوهای آزمایشگاهی، نوشت افزار زمان: ۳۰ دقیقه
۲	سنجش وزن نمونه موردنظر با دقت ۰.۹۵٪ دستگاه توزین بر اساس استاندارد دقت دستگاه.	قابل قبول	
۱	سنجش وزن نمونه موردنظر با دقت کمتر از ۰.۹۵٪ دستگاه توزین.	ناقص	

## 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:

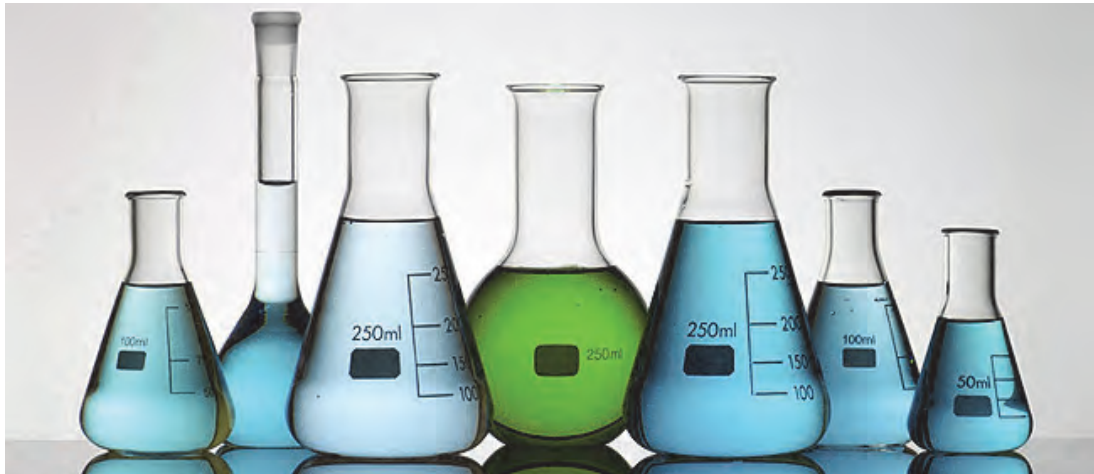
**m:** وزن بر حسب گرم

**V:** حجم

**$\rho$ :** وزن مخصوص بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌باشد.

واحد حجم برای اجسام جامد بر حسب  $\text{cm}^3$  و یا  $\text{m}^3$  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:



### 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.

پژوهش



اگر وزن مخصوص پالپی در مدار فراوری  $1/6$  گرم بر میلی‌لیتر باشد و وزن آن  $48$  گرم باشد حجم آن را محاسبه نمایید.

پرسش



### کار عملی: عملیات تعیین حجم نمونه‌های مواد معدنی

محاسبه حجم مایعات با استفاده از ظروف آزمایشگاهی.

فعالیت ۱



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

فعالیت ۱



### 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



### ارزشیابی مرحله‌ای: تعیین حجم

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	سنجش حجم نمونه بر اساس استاندارد دستورالعمل با دقت ۹۵٪	بالاتر از حد انتظار	مکان: آزمایشگاه. تجهیزات: لوازم آزمایشگاهی. مواد مصرفی: آب-سایر موارد. زمان: ۳۰ دقیقه
۲	سنجش حجم نمونه بر اساس استاندارد با دقت ۸۵٪	قابل قبول	
۱	سنجش حجم نمونه با دقت کمتر از ۸۵٪	ناقص	

### ارزشیابی شایستگی‌های غیرفنی و ایمنی و بهداشت و توجهات زیست‌محیطی

نمره	روش نمره دهی	نتایج ممکن	شرایط عملکرد
۳	-	-	شرایط انجام کار: فضای کار: آزمایشگاه. تجهیزات: ابزار آلات آزمایشگاهی مواد مصرفی: آب - برچسب - نوشت ابزار
۲	دقت - رعایت ایمنی - مسئولیت‌پذیری - حفظ محیط‌زیست	قابل قبول	
۱	عدم دقت - ایمنی - مسئولیت‌پذیری	ناقص	

<p><b>شرح کار:</b></p> <p>۱- سرند کردن و محاسبه نسبت آنها به همدیگر طبق استاندارد</p> <p>۲- وزن کردن نمونه‌ها به وسیله انواع ترازو و ثبت نتایج طبق استاندارد</p> <p>۳- تعیین حجم جامدات و مایعات بر حسب واحد مربوطه و تبدیل آنها به یکدیگر طبق استاندارد</p>																											
<p><b>استاندارد عملکرد:</b></p> <p>اندازه‌گیری ابعاد، وزن و حجم نمونه‌های معدنی با به‌کارگیری تجهیزات استاندارد آزمایشگاهی شامل انواع سرندها، ترازوها و ظروف آزمایشگاهی با رعایت استانداردها با دقت بالا ۹۵٪.</p> <p><b>شاخص‌ها:</b></p> <p>۱- توزیع ابعادی نمونه‌ها.</p> <p>۲- توزین نمونه‌ها.</p> <p>۳- تعیین حجم نمونه‌ها.</p>																											
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b></p> <p><b>فضای کار:</b> آزمایشگاه.</p> <p><b>تجهیزات:</b> ابزارآلات آزمایشگاهی (ارلن - بوتله - چینی - ترازوهای آزمایشگاهی - سرند آزمایشگاهی و ... .</p> <p><b>مواد مصرفی:</b> آب - بر چسب - نوشت افزار.</p> <p><b>زمان:</b> ۹۰ دقیقه</p>																											
<p><b>معیار شایستگی:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ردیف</th> <th>مرحله کار</th> <th>حداقل نمره قبولی از ۳</th> <th>نمره هنرجو</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۱</td> <td>توزیع ابعادی</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۲</td> <td>توزین نمونه‌ها</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۳</td> <td>تعیین حجم</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: دقت - رعایت ایمنی - مسئولیت‌پذیری - حفظ محیط‌زیست</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>میانگین نمرات</td> <td></td> <td>*</td> </tr> </tbody> </table> <p>* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.</p>				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 زیست‌محیطی و نگرش: دقت - رعایت ایمنی - مسئولیت‌پذیری - حفظ محیط‌زیست	۲			میانگین نمرات		*
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 زیست‌محیطی و نگرش: دقت - رعایت ایمنی - مسئولیت‌پذیری - حفظ محیط‌زیست	۲																									
	میانگین نمرات		*																								



## فصل 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 فرآوری 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 ۵ شایستگی: خردایش مواد معدنی

### مقدمه

مواد معدنی پس از استخراج به طور معمول دارای ابعاد بزرگی می‌باشند لذا جهت حمل و نقل مناسب‌تر، یا دستیابی به ابعاد مورد نظر بازار مصرف و یا آزادسازی کانی‌ها از باطله لازم است عملیات خردایش بر روی آنها انجام شود. انجام عملیات خردایش توسط دستگاه‌های سنگ‌شکن و در مراحل مختلف انجام می‌شود که در این فصل مورد بررسی قرار می‌گیرند.

### استاندارد عملکرد

انجام عملیات خردایش مواد معدنی با به‌کارگیری وسایل و تجهیزات سنگ‌شکنی و سرندها و با استفاده از دستورالعمل‌های فراوری مواد معدنی انجام می‌شود و مراحل انجام این کار عبارت است از: ۱- سنگ‌شکنی مرحله اول ۲- سنگ‌شکنی مرحله دوم ۳- اپراتوری و سرویس دستگاه‌های سنگ‌شکن ۴- نمونه‌برداری .

### پیش‌نیاز و یادآوری

### سنگ‌شکنی مرحله اول

خردایش: کاهش ابعاد یک جسم از ابعاد بزرگ اولیه به ابعاد کوچک‌تر می‌باشد و با وارد آوردن نیروهای خارجی به جسم انجام می‌شود.

دلایل انجام عملیات خردایش و نرمایش

بارش فکری:

۱- به تصاویر زیر دقت کنید، فکر می‌کنید بارگیری و حمل کدامیک از مواد معدنی زیر آسان‌تر انجام می‌شود؟ در صورتی که این مواد را خواهیم در کامیون بارگیری کنیم، کدامیک حجم کمتری را اشغال می‌کنند؟



مواد معدنی پس از خردایش



مواد معدنی قبل از خردایش

۲- فکر می‌کنید نیاز بازار مصرف می‌تواند یکی از دلایل خردایش مواد معدنی باشد. چگونه؟



سنگ‌های خردشده با ابعاد مختلف

۳- به تصویر زیر نگاه کنید، فکر می‌کنید جهت جدایش کانی‌های مس از باطله‌های همراه آن، چه باید کرد؟



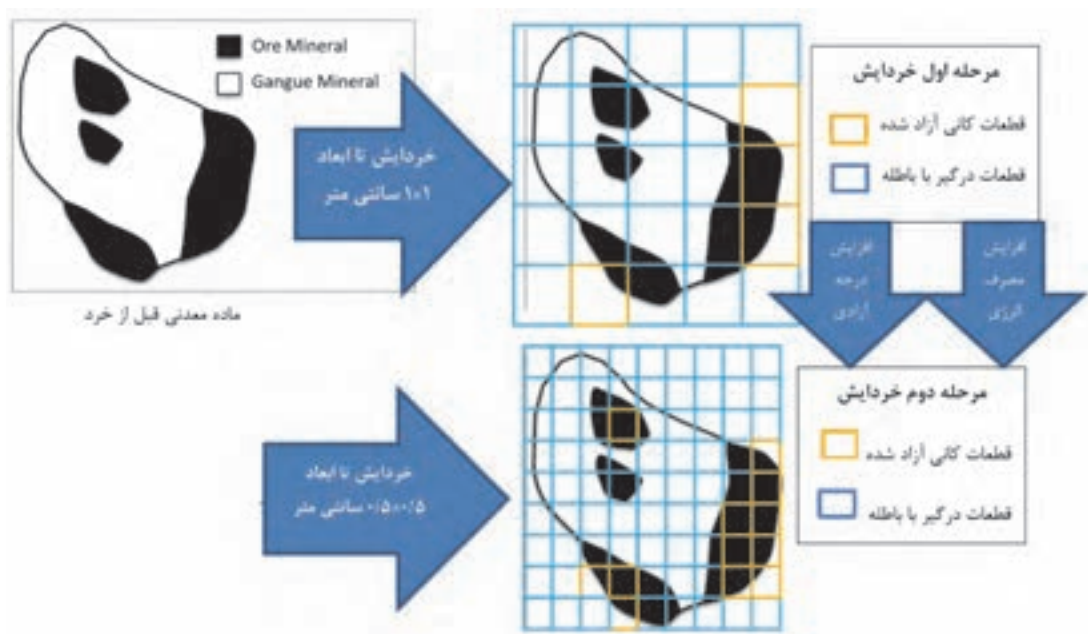
کانی‌های مس  
(مالاکیت)

مغزه حفاری شده و کانی سازی مس در آن

### مفهوم درجه آزادی<sup>۱</sup>:

یکی از مهم‌ترین اهداف خردایش مواد معدنی توسط سنگ‌شکن‌ها و آسیابها 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.





همان‌گونه که در شکل فوق مشاهده می‌شود در مرحله اول خردایش میزان کانی‌های آزادشده (داخل مربع‌های زرد رنگ) نسبت به مرحله دوم خردایش کمتر است. یعنی اینکه با افزایش عملیات خردایش و کوچک‌تر شدن ابعاد دانه‌های خردشده، می‌توان تعداد کانی‌های آزادشده را افزایش داد. لازم به یادآوری است که ادامه عملیات خردایش و نرمایش دارای حدی است که با انجام مطالعات میکروسکوپی می‌توان آن را تعیین نمود که به آن درجه آزادی می‌گویند. خردایش بیشتر از درجه آزادی علاوه بر افزایش هزینه‌ها، عملیات جداسازی کانی‌های با ارزش از باطله را دشوار می‌سازد.

**روش محاسبه درجه آزادی:** عبارت است از نسبت کانی با ارزش آزادشده بر روی کل کانی با ارزش

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

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

$$\text{درجه آزادی} = \frac{\text{کانی با ارزش آزاد}}{\text{کل کانی با ارزش}} \times 100 = \frac{1}{3} \times 100 = 33.33\%$$



قطعات کامل آزاد شده (مربع سیاه) در صورت کسر و کل کانی با ارزش مجموع ۳ قطعه کامل است که در مخرج کسر  
(۴ قطعه  $\frac{1}{4}$  + ۲ قطعه  $\frac{1}{2}$  + ۱ 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 می‌بایست در چند مرحله سنگ‌شکنی و در صورت نیاز پس از آن در مرحله نمایش توسط آسیابها انجام گیرد. به همین علت مراحل خردایش با توجه به توان و اندازه دهانه ورودی دستگاه‌های سنگ‌شکن و آسیاب و اندازه خروجی آنها به مراحل مختلفی تقسیم می‌شود. عملیات سنگ‌شکنی می‌تواند در یک، دو و یا سه مرحله انجام شود و پس از آن عملیات نمایش انجام شود.

در یک مدار خردایش سنگ‌ها با ابعاد بزرگ وارد سنگ‌شکن اولیه شده و پس از خرد شدن با ابعاد کوچک‌تر از سنگ‌شکن خارج می‌شوند و در صورت نیاز به خردایش بیشتر به‌عنوان خوراک سنگ‌شکنی مراحل بعد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### سنگ‌شکنی مرحله اول خردایش:

سنگ‌شکن‌هایی 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، سنگ‌شکن‌های اولیه گویند.

#### سنگ‌شکن فکی!

این سنگ‌شکن‌ها از دو فک که یکی ثابت و دیگری متحرک تشکیل شده‌اند. فاصله فک‌ها در قسمت فوقانی را دهانه و در قسمت تحتانی گلوگاه سنگ‌شکن 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 به‌صورت قائم بوده و فک متحرک با زاویه حاده به آن مفصل شده است.

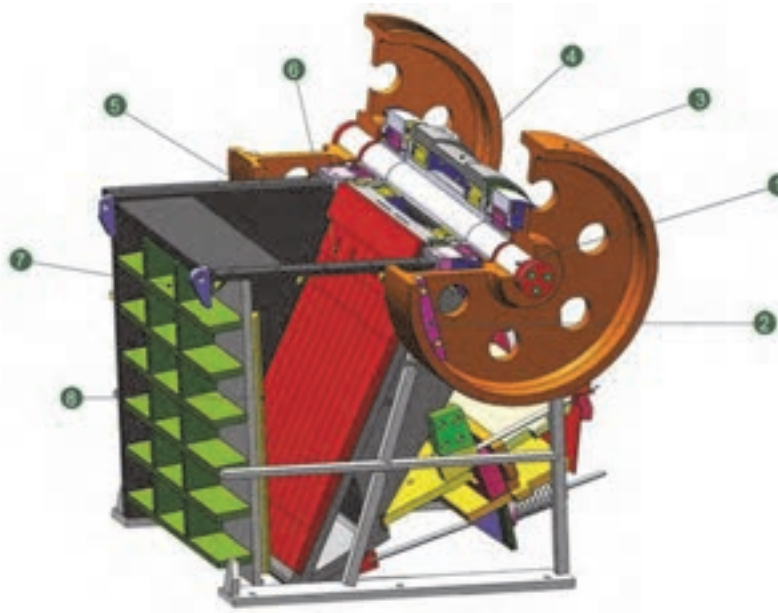


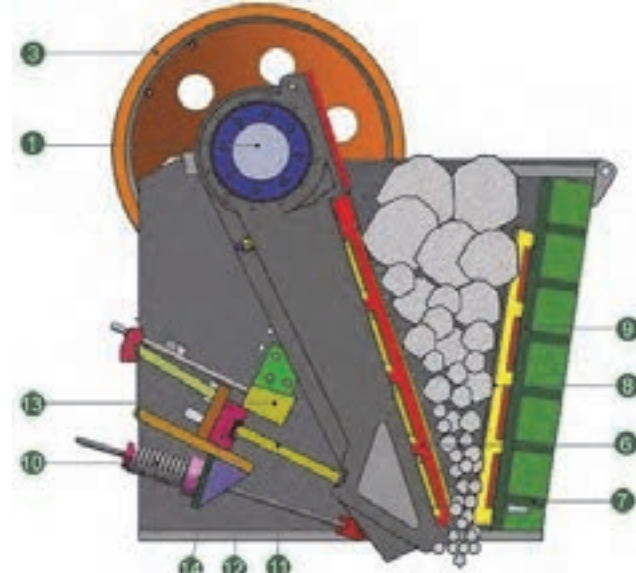
دستگاه سنگ شکن فکی



دستگاه سنگ شکن فکی

قسمت‌های مختلف دستگاه سنگ‌شکن فکی

	محور گریز از مرکز	۱
	قطعه بالانس کننده فلاپویل	۲
	فلاپویل	۳
	تنظیم کننده محور	۴
	تنظیم کننده دهانه (ورودی)	۵
	فک متحرک	۶
	بدنه سنگ شکن	۷
	فک ثابت	۸
	تنظیم کننده زیر فک ثابت (شیم)	۹
	فنر انقباضی	۱۰

	تنظیم کننده گلوگاه (خروجی)	۱۱
	نگهدارنده تنظیم کننده فک	۱۲
	گوه تنظیم	۱۳
	قطعه تنظیم	۱۴

### سنگ شکن ژیراتوری<sup>۱</sup>:

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.



دستگاه سنگ شکن ژیراتوری

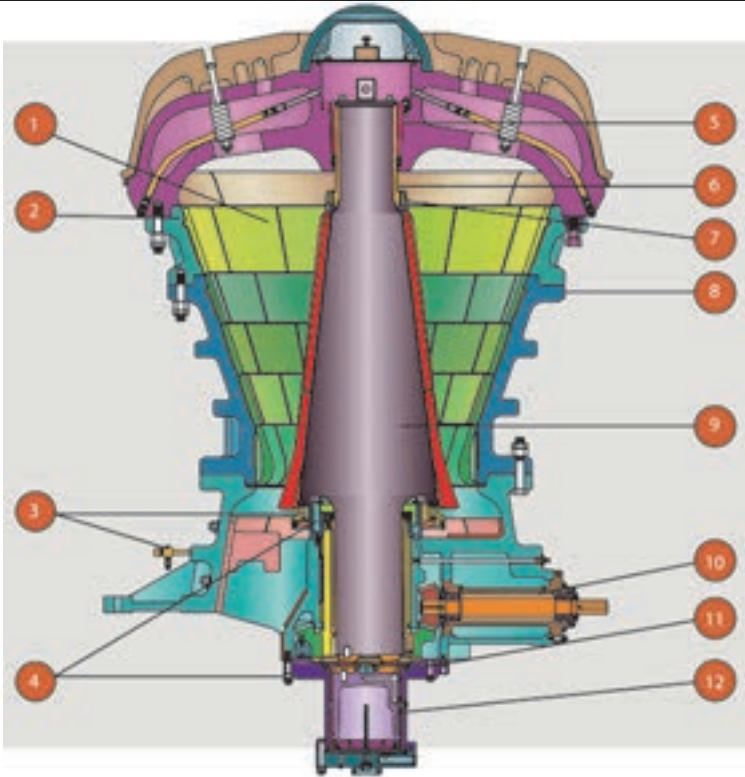


دستگاه سنگ شکن ژیراتوری در حال نصب بر روی فونداسیون

<sup>۱</sup> Gyratory Crusher



قسمت‌های مختلف دستگاه سنگ‌شکن ژیراتوری



۱	محفظه سنگ‌شکن
۲	پوشش سایشی منگنز دار
۳	گردگیر
۴	سیستم نگهدارنده و پیچ‌های تنظیم
۵	قطعه تنظیم‌کننده
۶	پوسته محافظ شفت اصلی
۷	مه‌ره نگهدارنده پوسته شفت اصلی
۸	پوسته بیرونی سنگ‌شکن
۹	شفت اصلی
۱۰	پینیون تنظیم بیرونی
۱۱	نشانگر عملکرد یاتاقان
۱۲	تنظیم‌کننده گلوگاه (خروجی)

فیلم: نحوه کار با دستگاه‌های سنگ‌شکن ژیراتوری

فیلم



مقایسه سنگ‌شکن‌های فکی و ژبراتور		
ژبراتور	فکی	
به‌طور دائم در حال شکستن سنگ هستند	نیمی از زمان صرف شکستن سنگ می‌شود.	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 می‌کند	نیاز به تغذیه کننده دارد.	باردهی
نیاز به نیروی متخصص	ساده	نحوه کار با دستگاه
بیش از ۱/۸ برابر	کمتر	نسبت خرد کردن*

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

### کار عملی: مرحله اول عملیات خردایش مواد معدنی

بازدید از یک واحد خردایش مشاهده سنگ‌شکن‌های اولیه و تهیه گزارش از آن

فعالیت ۱



**شرح فعالیت:** گزارش تهیه‌شده از مرحله اولیه سنگ‌شکنی می‌بایست شامل موارد زیر باشد.

- ۱ نوع سنگ‌شکن‌های اولیه
  - ۲ ابعاد ورودی سنگ‌شکن و خروجی آن (دهانه و گلوگاه)
  - ۳ نحوه کار دستگاه سنگ‌شکن
  - 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



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.

### کنترل ورودی سنگ‌شکن اولیه:

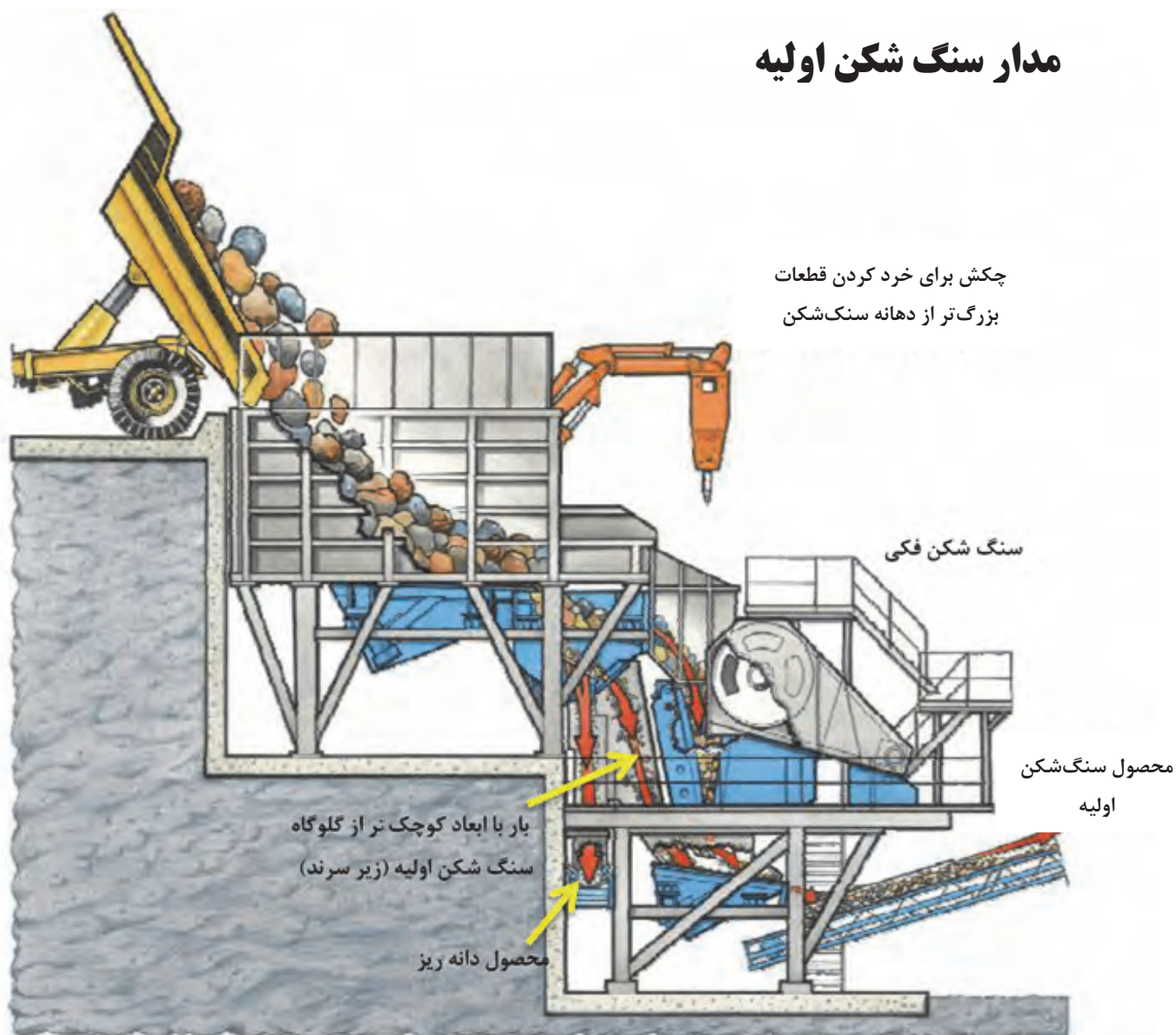
۱- در سنگ‌شکن‌های اولیه می‌بایست ابعاد بار ورودی کنترل گردد تا سنگ‌های با ابعاد بزرگ‌تر از دهانه ورودی سنگ‌شکن وارد آن نشوند، این عمل معمولاً به‌وسیله سرندهایی که به آن گریزلی گویند، انجام می‌شود. این قطعات بزرگ قبل از ورود به سنگ‌شکن می‌بایست توسط پتک یا پیکور خرد شوند و به قطعات کوچک‌تر تبدیل شوند.



فیدر (تغذیه‌کننده) و سرند گریزلی سنگ‌شکن فکی

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

## مدار سنگ شکن اولیه



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

## ارزشیابی مرحله‌ای: سنگ‌شکنی اولیه

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	نحوه کارکرد انواع سنگ‌شکن‌های اولیه، رعایت نکات ایمنی کارگاه، کنترل ابعاد ورودی و خروجی	بالاتر از حد انتظار	مکان: کارگاه خردایش مواد معدنی تجهیزات: انواع سنگ‌شکن‌های فکی - ژیراتوری و سرند مواد مصرفی: مواد معدنی زمان: ۳۰ دقیقه
۲	نحوه کارکرد انواع سنگ‌شکن‌های اولیه، رعایت نکات ایمنی کارگاه، کنترل ابعاد ورودی	درست	
۱	نحوه کارکرد انواع سنگ‌شکن‌های اولیه	ناقص	

### سنگ‌شکنی مرحله دوم

در صورتی که محصول خارج شده از سنگ‌شکن‌های مرحله اول جهت عرضه به بازار مصرف و یا ادامه عملیات فراوری (آسیابها یا سایر دستگاه‌های پر عیار کننده) دارای ابعاد بزرگی باشد از سنگ‌شکن‌های دیگری برای خردایش استفاده می‌شود که به نام سنگ‌شکن‌های مرحله دوم نام‌گذاری می‌شوند. این سنگ‌شکن‌ها باید دارای ویژگی‌های زیر باشند:

۱ از نسبت خردایش بالاتری برخوردار باشند.

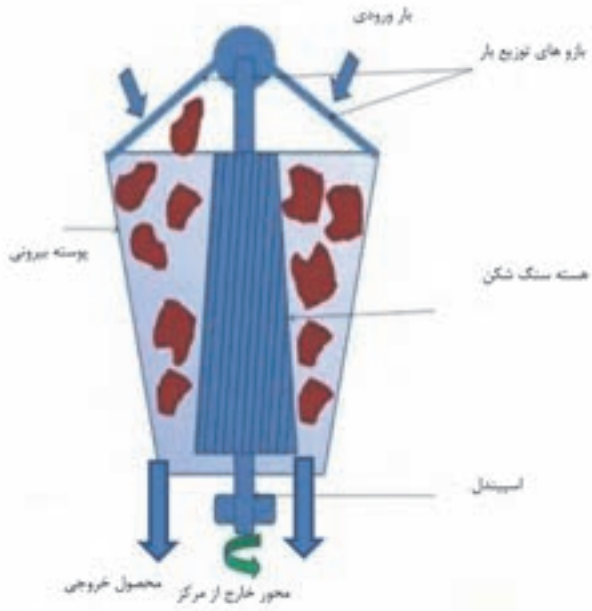
۲ ظرفیت لازم را داشته باشند.

۳ از لحاظ مصرف انرژی و سایر مخارج با صرفه باشند و امکان کار دائم را داشته باشند.

۴ ابعاد محصول خروجی این سنگ‌شکن‌ها یکنواخت باشد.

**سنگ‌شکن مخروطی<sup>۱</sup>**: ساختمانی بسیار مشابه سنگ‌شکن 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 کوتاه‌تر سنگ‌شکن مخروطی برخلاف نوع ژیراتوری معلق نیست و در محلی در قسمت تحتانی مخروط تکیه دارد.

<sup>۱</sup> Cone Crusher



ساختمان سنگ شکن ژبراتوروی



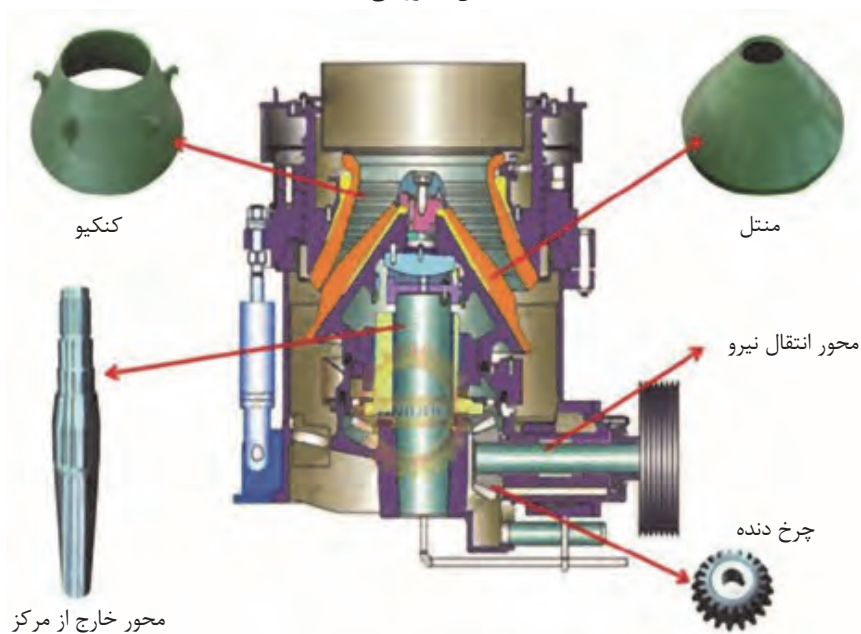
ساختمان سنگ شکن مخروطی



ساختمان سنگ شکن مخروطی



سنگ شکن مخروطی



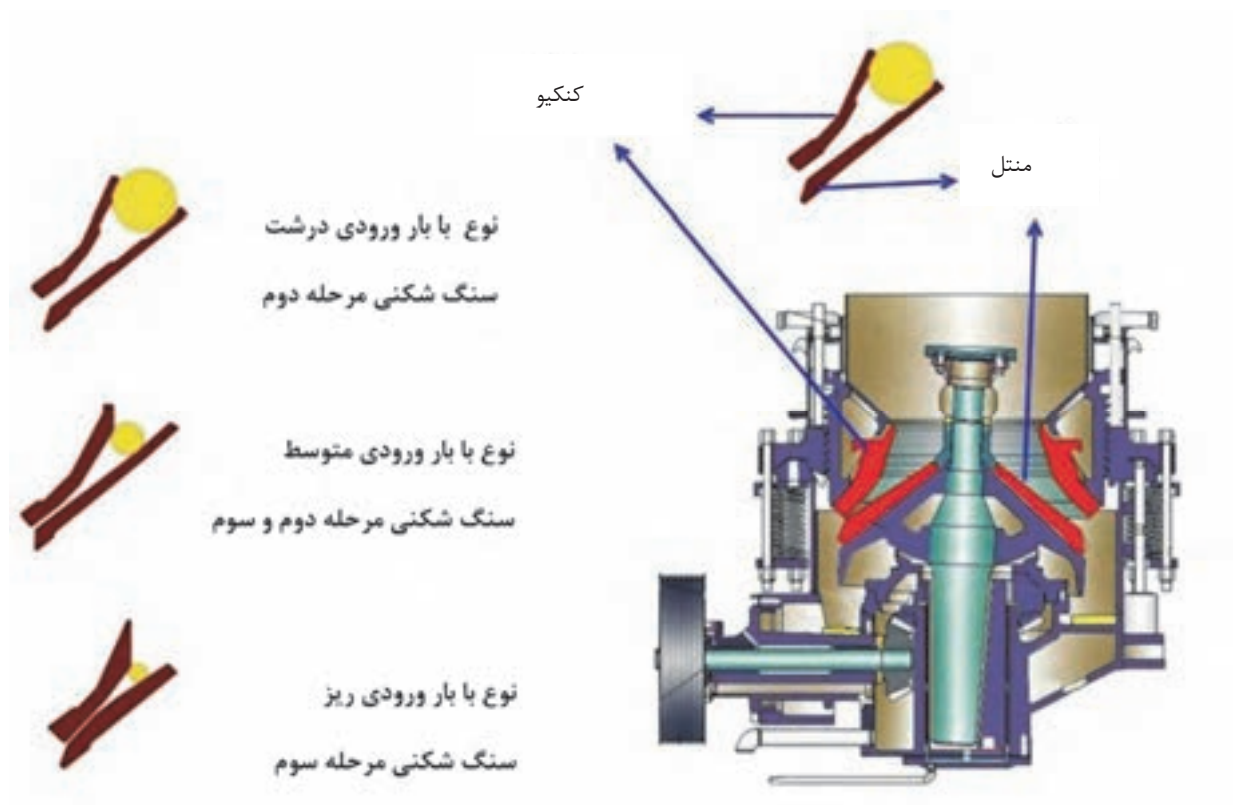
قسمت‌های مختلف دستگاه سنگ شکن مخروطی



سنگ‌شکن‌های مخروطی با توجه به نوع و شکل کنکیو و منتل می‌توانند بار ورودی و محصول‌های مختلفی داشته باشند و در مراحل دوم و یا سوم سنگ‌شکنی استفاده شوند. شکل زیر مراحل کاربرد این سنگ‌شکن‌ها نشان داده شده است.

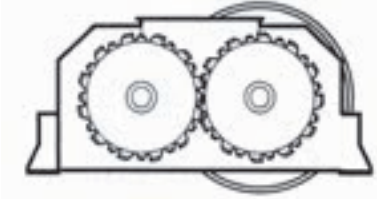
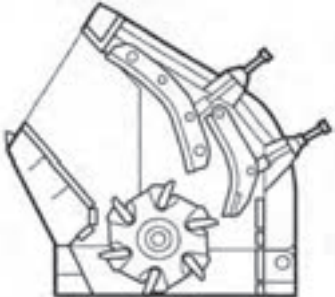
فیلم: سنگ‌شکن مخروطی

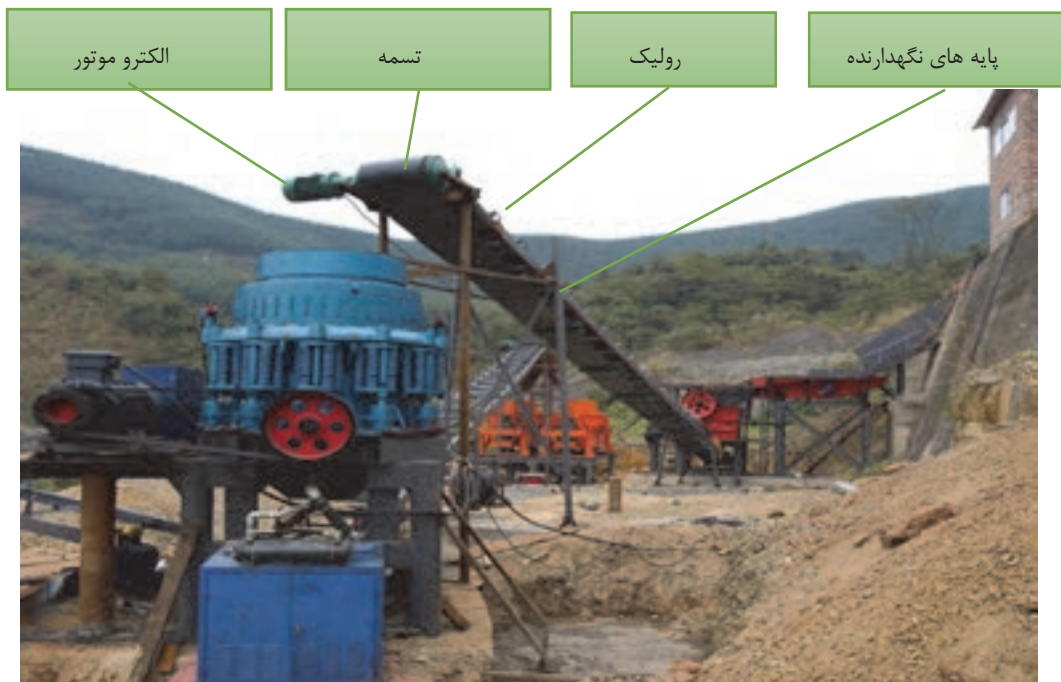
فیلم



انواع دستگاه‌های سنگ‌شکن مخروطی

در ادامه دو نوع دیگر از سنگ‌شکن‌ها که دارای کاربرد کمتری نسبت به سنگ‌شکن‌های فکی، ژیراتوری و مخروطی هستند به اختصار معرفی می‌شوند:

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





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



### کار عملی: مرحله دوم عملیات خردایش

بازدید از یک واحد خردایش مشاهده سنگ‌شکن‌های مرحله دوم و تهیه گزارش از آن

فعالیت ۱



**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

بازدید از یک واحد خردایش و مشاهده نحوه کنترل ابعاد ورودی و خروجی دستگاه

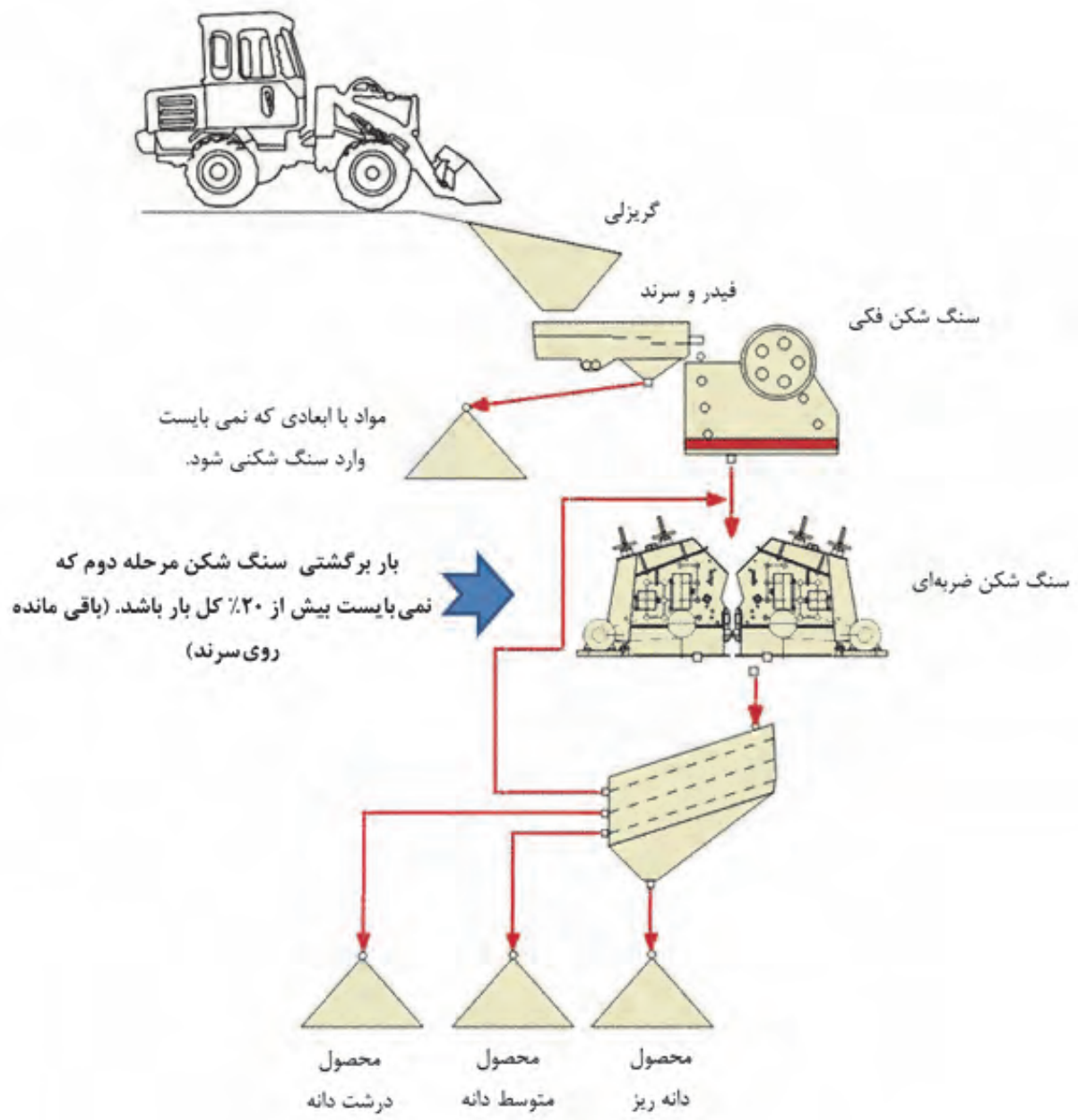
فعالیت ۲



**شرح فعالیت:** بار خروجی از سنگ‌شکن‌های اولیه به‌طور مستقیم وارد سنگ‌شکن‌های مرحله دوم می‌شود. اما لازم است تا به‌طور مداوم نظارت بر روی ابعاد بار ورودی و خروجی سنگ‌شکن‌های مرحله دوم صورت گیرد.

#### کنترل بار خروجی سنگ‌شکن‌های مرحله دوم:

جهت کنترل بار خروجی سنگ‌شکن‌های مرحله دوم بلافاصله پس از خروجی سنگ‌شکن یک سرنده با ابعاد در نظر گرفته‌شده 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) نمی‌باید بیش از ۲۰٪ کل بار خروجی باشد. در صورت افزایش بیش از ۲۰٪ دستگاه به‌خوبی کار نمی‌کند و باید خوراک‌دهی متوقف شود. تا بار تنظیم‌شده و آنگاه مجدداً خوراک‌دهی به سنگ‌شکن شروع گردد.



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 خریدار مواد معدنی

### ارزشیابی مرحله‌ای: سنگ‌شکنی مرحله دوم

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	نحوه کارکرد انواع سنگ‌شکن‌های مرحله دوم، رعایت نکات ایمنی کارگاه، کنترل ابعاد ورودی و خروجی	بالاتر از حد انتظار	مکان: کارگاه فراوری و معدن تجهیزات: انواع سنگ‌شکن (مخروطی و ضربه‌ای و ...) - نوار نقاله - سرنده گریس پمپ مواد مصرفی: برگ گزارش کار گریس زمان: ۳۰ دقیقه
۲	نحوه کارکرد انواع سنگ‌شکن‌های مرحله دوم، رعایت نکات ایمنی کارگاه، کنترل ابعاد ورودی	درست	
۱	نحوه کارکرد انواع سنگ‌شکن‌های مرحله دوم	ناقص	

### اپراتوری و سرویس سنگ‌شکن‌ها

نکته مهم: در کلیه مراحل کاری استفاده از لوازم حفاظت فردی و ایمنی و بهداشت اجباری می‌باشد.

دستگاه‌های سنگ‌شکن در حین کار نیاز به یک نیروی انسانی ماهر دارد که 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 گیرکردن و ... را نیز انجام دهد.

#### 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 می کند، 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 گونه ای باشد که ابتدا از آخرین دستگاه مسیر خردایش شروع و در نهایت با استارت اولین دستگاه سیستم خردایش، کلیه ماشین آلات 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<sup>۱</sup> (تغذیه کننده) به گونه ای باشد که به هیچ دستگاهی نه بار مضاعف اعمال شود و نه اینکه با کم باری کار کند.
- ❖ بازرسی کل مسیر خردایش در خلال کارکرد سیستم خردایش به صورت مداوم.
- ❖ در صورت بروز مشکل و مشاهده مورد 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.



اپراتور دستگاه سنگ شکن مخروطی

<sup>۱</sup> Feeder

#### 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 نمی‌شود.
- ❖ 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.



سرویس و نگهداری سنگ‌شکن مخروطی

#### کار عملی: اپراتوری و سرویس سنگ‌شکن‌ها

بازدید از یک واحد خردایش و تهیه گزارش از نحوه کار و سرویس و نگهداری دستگاه‌های سنگ‌شکن‌ها و نوار نقاله‌ها

فعالیت ۱



شرح فعالیت: در تهیه گزارش نکات زیر مورد توجه قرار گیرد

- ۱ اقدامات قبل از راه‌اندازی
- ۲ اقدامات هنگام راه‌اندازی
- 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 خریدش مواد معدنی

#### ارزشیابی مرحله‌ای: سرویس کاری سنگ‌شکن‌ها و نوار نقاله‌ها

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/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	درست	مکان: کارگاه فراوری و معدن تجهیزات: آچار آلات مواد مصرفی: قطعات یدکی - گریس و روغن زمان: ۵۰ دقیقه
۲	رعایت موارد قبل از شروع به کار، هنگام راه‌اندازی، هنگام کار	درست	
۱	رعایت موارد قبل از شروع به کار، هنگام کار	ناقص	

#### نمونه برداری از مدار سنگ‌شکنی

در مدار خریدش مهم‌ترین اصل توزیع ابعادی دانه‌هاست که برای کنترل این توزیع ابعادی و مطابقت آن با طراحی‌های انجام‌شده در هر مرحله از سنگ‌شکنی نمونه‌برداری طبق برنامه انجام شود. نمونه‌برداری باید از محصول خردشده در مراحل مختلف سنگ‌شکنی انجام گیرد و بر آن اساس صحت عملکرد سنگ‌شکن و تنظیم بودن دهانه ورودی و گلوگاه خروجی سنگ‌شکن‌ها کنترل می‌گردد.

نمونه‌برداری در مدار خریدش می‌تواند از روی نوار نقاله؛ سیلو و یا دپوی محصول هر یک از مراحل خریدش انجام گیرد.

		
نمونه‌گیری از دپوی مواد خردشده	نمونه‌گیری از روی نوار نقاله	

در مورد دستگاه‌های نمونه‌برداری خودکار از روی نوار نقاله تحقیق نمایید و نتایج را همراه با تصاویر در کلاس ارائه نمایید

پژوهش



در مورد دستگاه‌های اندازه‌گیری برخط (Online) ابعاد مواد در مدار خردایش تحقیق نمایید و نتایج را در کلاس ارائه نمایید.

پژوهش



### کار عملی: عملیات نمونه‌برداری از مدار سنگ‌شکنی

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

فعالیت ۱



تمرین عملی برداشت نمونه از دپوی سنگ‌های خردشده و آماده‌سازی و ارسال به آزمایشگاه

فعالیت ۲



**شرح فعالیت:** لازم است تا نمونه‌برداری از سنگ‌های خردشده با ابعاد مختلف انجام شود، نمونه‌ها در کیسه نمونه ریخته شوند و شماره‌گذاری و بسته‌بندی گردند و در نهایت لیست نمونه‌های 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 حرفه‌ای:** رعایت کلیه قوانین و مقررات کارگاه خردایش مواد معدنی

### ارزشیابی مرحله‌ای: نمونه‌برداری

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	برداشت نمونه به مقدار لازم از مراحل مختلف سنگ‌شکنی (نوار نقاله، دیو)، بسته‌بندی و شماره‌گذاری کیسه نمونه‌ها، تهیه لیست نمونه‌ها	بالاتر از حد انتظار	مکان: کارگاه فراوری و معدن تجهیزات: ظرف نمونه‌گیری - دستگاه نمونه‌گیری مواد مصرفی: دستکش - عینک زمان: ۵۰ دقیقه
۲	برداشت نمونه به مقدار لازم از مراحل مختلف سنگ‌شکنی (از نوار نقاله، دیو)، بسته‌بندی و شماره‌گذاری کیسه نمونه‌ها	درست	
۱	برداشت نمونه به مقدار لازم از مراحل مختلف سنگ‌شکنی	ناقص	



<p><b>شرح کار:</b></p> <p>۱- راه اندازی 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</p> <p>۲- روغن و گریس کاری دستگاه‌ها- سرویس و تعویض فک‌ها- آسترها- دندانه‌ها- فنر ها- غلتک ها- رولیک‌های نوار نقاله- بازدید و تعمیر سرندها</p> <p>۳- برداشت نمونه از بار ورودی و خروجی- سرندهای واسطه بر اساس استاندارد نمونه برداری</p>																															
<p><b>استاندارد عملکرد:</b></p> <p>خردایش مواد معدنی با استفاده از انواع سنگ شکن‌ها و سرندها و نمونه برداری از آنها مطابق دستورالعمل فراوری و نمونه برداری با رعایت دقت لازم در هر مرحله.</p> <p><b>شاخص‌ها:</b></p> <p>۱. طرز کار انواع سنگ شکن‌ها</p> <p>۲. اپراتوری و سرویس سنگ شکن‌ها</p> <p>۳. نمونه برداری از سنگ شکن‌ها</p>																															
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b></p> <p><b>فضای کار:</b> کارگاه سنگ شکنی</p> <p><b>تجهیزات:</b> انواع سنگ شکن‌ها و سرندها- دستگاه‌های توزین و نوار نقاله- گریس پمپ</p> <p><b>مواد مصرفی :</b> گریس- روغن- برگ گزارش کار - قطعات یدک سنگ شکن‌ها - نوار نقاله - دستکش و عینک</p> <p><b>زمان:</b> ۱۲۰ دقیقه</p>																															
<p><b>معیار شایستگی:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ردیف</th> <th>مرحله کار</th> <th>حداقل نمره قبولی از ۳</th> <th>نمره هنرجو</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۱</td> <td>سنگ شکنی مرحله اول</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۲</td> <td>سنگ شکنی مرحله دوم</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۳</td> <td>اپراتوری و سرویس سنگ شکن‌ها</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۴</td> <td>نمونه برداری از مدار سنگ شکنی</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: دقت در کار - صحت- مسئولیت پذیری - پوشش ایمنی- رعایت موارد زیست محیطی</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>میانگین نمرات</td> <td></td> <td>*</td> </tr> </tbody> </table> <p>* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.</p>				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	نمونه برداری از مدار سنگ شکنی	۱			شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: دقت در کار - صحت- مسئولیت پذیری - پوشش ایمنی- رعایت موارد زیست محیطی	۲			میانگین نمرات		*
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	نمونه برداری از مدار سنگ شکنی	۱																													
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: دقت در کار - صحت- مسئولیت پذیری - پوشش ایمنی- رعایت موارد زیست محیطی	۲																													
	میانگین نمرات		*																												



## فصل 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 فرآوری 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 ۶ 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 به‌عنوان 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 نمونه‌برداری از آنها مطابق دستورالعمل‌های نمونه‌برداری زیر نظر مسئول مربوطه انجام می‌شود. و مراحل انجام این کار عبارت است از: ۱- آسیا کردن مواد معدنی ۲- نمونه‌برداری ۳- اپراتوری و سرویس آسیاها.

### پیش‌نیاز و یادآوری

## 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 می‌گیرد 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 تعیین شده 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، مشکلاتی فراوانی را ایجاد نماید.

**توجه:** نرمه عبارت است 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 ابعاد محصول	توسط آسیا معمولاً در حد ۱۰۰ تا ۴۰۰ میکرون	توسط سنگ‌شکن 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 شکن‌ها پس از کنترل دانه بندی توسط سرندها به آسیاها وارد می‌گردد و تا حد مورد نظر بر اساس طراحی و سفارش مصرف کننده، آسیا می‌گردد. به طور کلی آسیا کردن به دو روش تر و خشک انجام می‌شود.

مقایسه روش‌های 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
توليد گردوغبار	عدم توليد 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 روش‌های 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 قسمت‌های داخل آسیا به علت وجود آب
می‌توان 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.

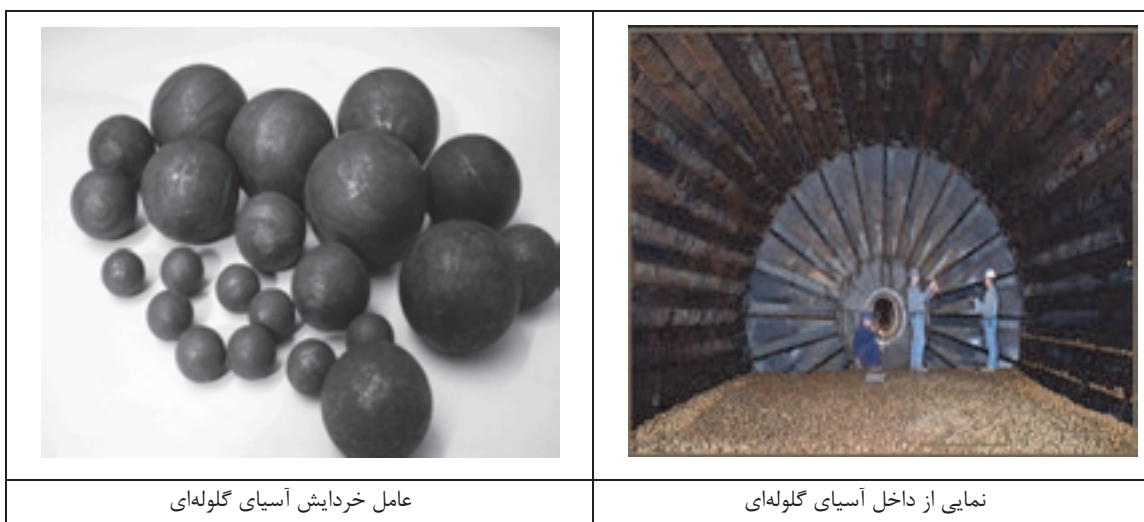
آسیاها دارای انواع گوناگونی هستند که هرکدام می‌توانند با روش‌های تر و یا خشک کار کنند. رایج‌ترین انواع آسیاها، آسیاهای گلوله‌ای و میله‌ای بوده که در فراوری مواد معدنی نیز کاربرد گسترده‌ای دارند و در این فصل مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

### 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 نحوه 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.

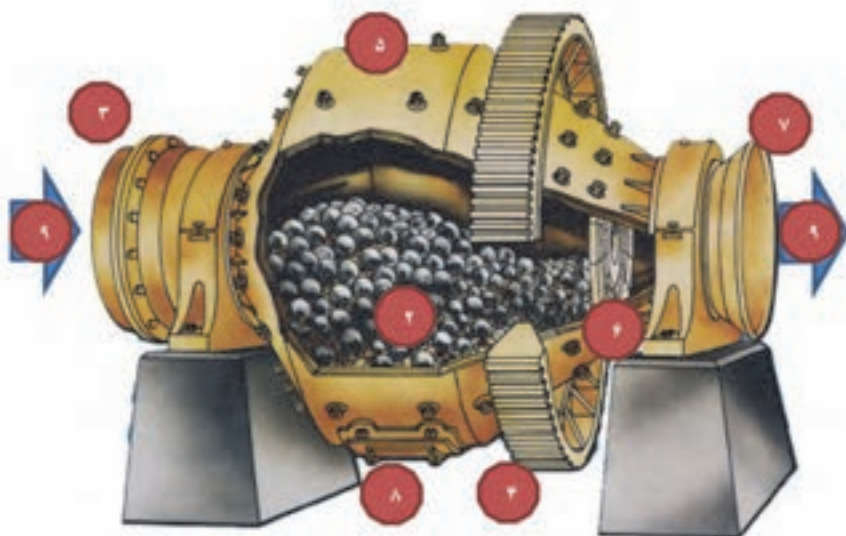
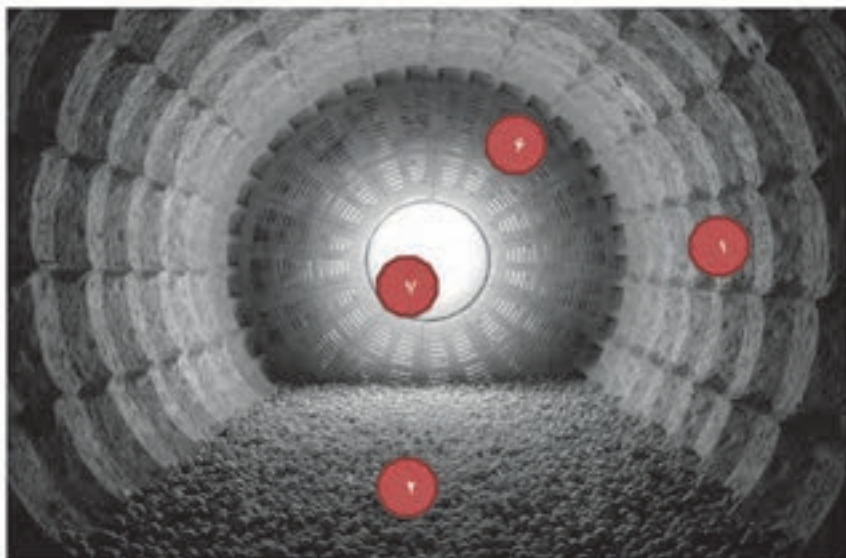


دستگاه آسیای گلوله‌ای





قسمت‌های مختلف دستگاه آسیای گلوله‌ای



آسترهای داخل آسیا	۱
گلوله‌ها	۲
دهانه ورودی مواد معدنی	۳
چرخ‌دنده‌های گرداننده آسیا	۴
بدنه آسیا و پیچ‌های نگه‌دارنده آسترها	۵
سرنده 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

فیلم : نحوه کارکرد آسیای گلوله‌ای

فیلم



## ۲- آسیای میله‌ای<sup>۱</sup>

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.



آسیای میله‌ای

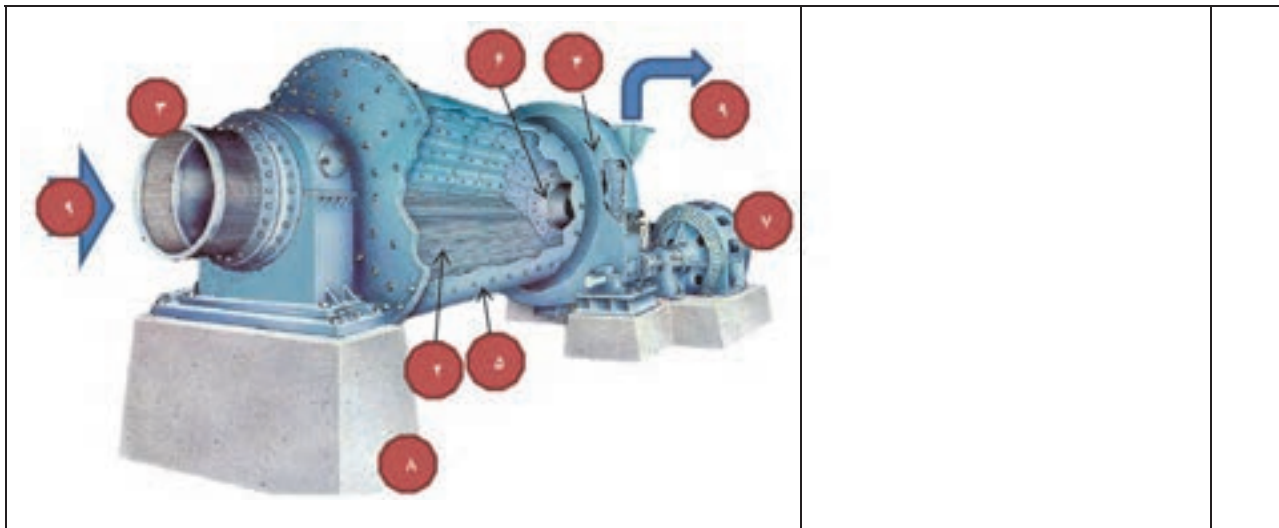
<sup>۱</sup> Rod Mill



قسمت‌های مختلف دستگاه آسیای میله‌ای



آسترهای داخل آسیا	۱
میله‌ها	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



فیلم: نحوه ورود میله‌ها و کار با دستگاه‌های آسیای میله‌ای

فیلم



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<sup>۱</sup>

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.

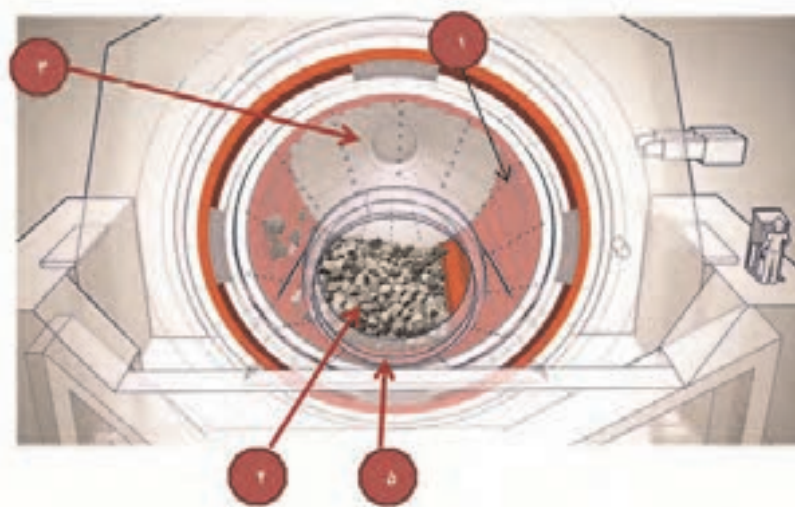
<sup>۱</sup> Autogenous Mill



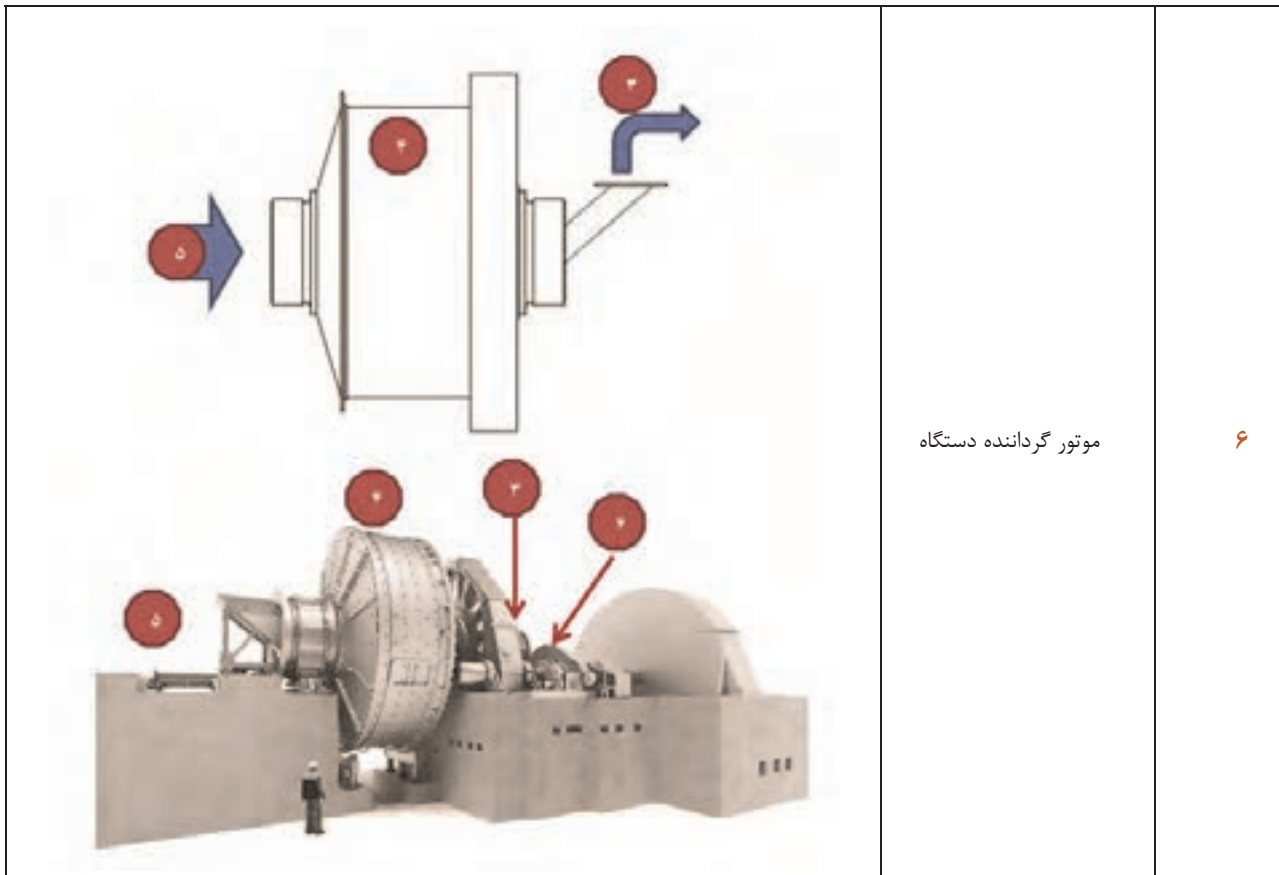


آسیای خودشکن

قسمت‌های مختلف دستگاه آسیای خودشکن



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



موتور گرداننده دستگاه

۶

فیلم: نحوه کار آسیای خودشکن

فیلم

#### ۴- آسیای نیمه خودشکن<sup>۱</sup>

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.

بژوهش



<sup>۱</sup> Semi- Autogenous Mill

### 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.

$$N_c = \frac{42/3}{\sqrt{D}} \rightarrow N_c \frac{42/3}{\sqrt{D}}$$

$N_c$ : سرعت بحرانی (دور بر دقیقه)

$D$ : قطر آسیا (متر)

فیلم: سرعت بحرانی

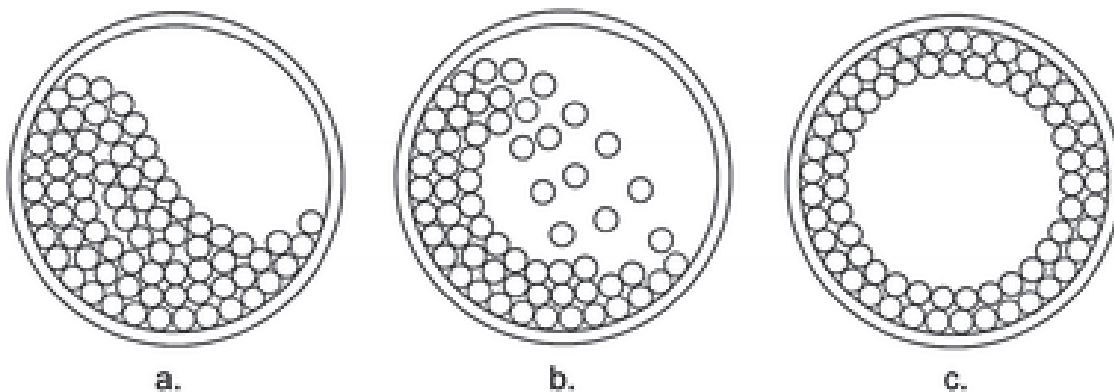
فیلم



بارش فکر

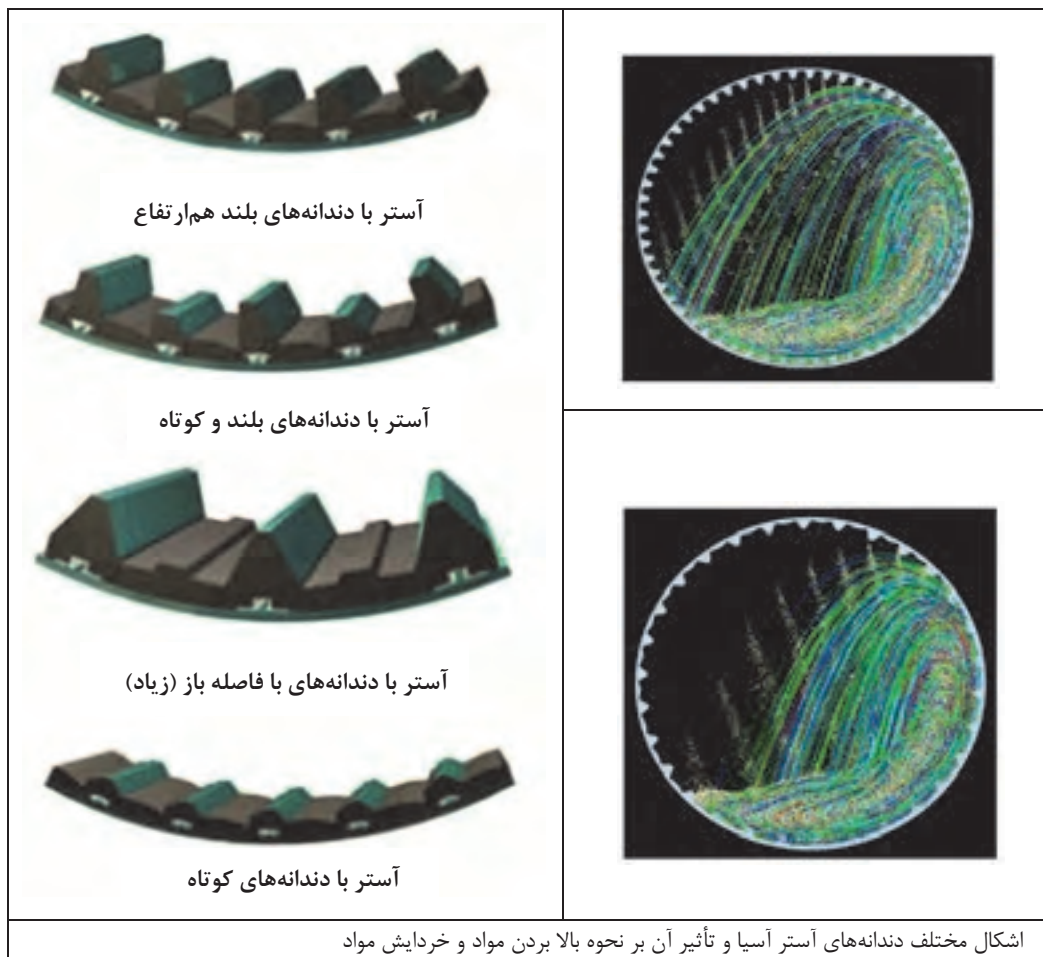


اگر قطر یک آسیا ۴ متر باشد. مقدار سرعت بحرانی را محاسبه کنید و بگویید هر یک از حالات شکل صفحه بعد در چه محدوده سرعتی اتفاق می‌افتد. فکر می‌کنید بهترین حالت جهت نمایش مواد معدنی کدام است.



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<sup>۱</sup> 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.



### کار عملی: عملیات آسیا کردن مواد معدنی

بازدید از یک واحد نرمایش و مشاهده نحوه کارکرد آسیاها و تهیه گزارش از آن

شرح فعالیت: گزارش تهیه‌شده از مرحله نرمایش می‌بایست شامل موارد زیر باشد.

فعالیت ۱





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

### ارزشیابی مرحله‌ای: آسیا کردن مواد معدنی

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	تشخیص نوع آسیا و بیان نحوه کارکرد آن، تعیین بار خردکننده، بیان اصطلاحات مربوط به نمایش	بالاتر از حد انتظار	مکان: کارخانه فراوری تجهیزات: انواع آسیاها مواد مصرفی: گلوله‌ها - میله‌ها - آسترها زمان: ۵۰ دقیقه
۲	تشخیص نوع آسیا و بیان نحوه کارکرد آن، تعیین بار خردکننده	درست	
۱	تشخیص نوع آسیا	ناقص	

### نمونه برداری 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 غیره توزین و آنالیز می‌شوند. هر نمونه تهیه‌شده 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:

	
<p>بیلیچه‌های نمونه‌برداری از مواد جامد در مدار فراوری (آسیا)</p>	<p>ظروف نمونه‌برداری از دوغاب در مدار فراوری (آسیا)</p>
	 <p>دسته نمونه‌گیری خروجی نمونه لوله نمونه‌گیری از وسط جریان دوغاب جریان ورودی پوسته دستگاه نمونه‌گیر جریان خروجی پیچ های مرتبط کننده دستگاه با لوله های انتقال</p> 
<p>دستگاه نمونه‌برداری خودکار از روی نوار نقاله</p>	<p>دستگاه نمونه‌گیر از دوغاب در مسیر فراوری</p>



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 آغشتگی 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:** بر اساس 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.

## کار عملی: عملیات نمونه برداری از مدار آسیا

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

فعالیت ۱



**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 حرفه‌ای:** رعایت کلیه قوانین و مقررات کارخانه فراوری

### ارزشیابی مرحله‌ای: نمونه برداری و توزین

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	نمونه برداری دستی و خودکار، انواع تجهیزات نمونه برداری از مدار فراوری، بسته بندی و شماره گذاری نمونه	بالاتر از حد انتظار	مکان: کارخانه فراوری تجهیزات: سرنند و تجهیزات نمونه گیری و دستورالعمل‌های اجرایی نمونه گیری مواد مصرفی: نوشت افزار، کیسه نمونه زمان: ۲۰ دقیقه
۲	نمونه برداری دستی و خودکار، انواع تجهیزات نمونه برداری از مدار فراوری	درست	
۱	نمونه برداری دستی و خودکار	ناقص	

اپراتوری و سرویس آسیاها

## 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 کوبیلنگ‌های 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.
- نکات مهم :
- 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.

- 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 مش بندی بارهای خروجی از سیستم ( مقدار دانسیته و مش بندی ، طبق نظر سرپرست شیفت )
- گزارش دهی مقدار دانسیته ، مش بندی 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 ، کولپینگ ها 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.

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



اتاق کنترل واحد فراوری مواد معدنی



نحوه تعویض آسترهای دستگاه آسیا

### کار عملی: ارزشیابی مرحله‌ای: توزین مواد معدنی

بازدید از یک واحد فراوری و تهیه گزارش از نحوه کار و سرویس و نگهداری آسیاها

فعالیت ۱



شرح فعالیت: در تهیه گزارش نکات زیر مورد توجه قرار گیرد

۱ اقدامات قبل از راهاندازی

۲ اقدامات هنگام راهاندازی

۳ اقدامات هنگام کار دستگاه‌ها و تجهیزات نمایش

۴ اقدامات پایان کار

گزارش همراه تصویر و فیلم باشد.





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 مرحله‌ای: سرویس آسیاها

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	نحوه انجام عملیات قبل، حین و بعد از پایان عملیات نرمایش 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 نرمایش	درست	
۱	نحوه انجام عملیات قبل، حین عملیات نرمایش	ناقص	

## ارزشیابی شایستگی نمایش مواد معدنی

<p><b>شرح کار:</b></p> <p>۱- شناخت انواع آسیا و نحوه کاربرد هر یک از آنها</p> <p>۲- روغن و گریس کاری دستگاه - سرویس و نگهداری تعویض آسترها- میله‌ها - گلوله‌ها</p> <p>۳- برداشت نمونه از بار ورودی و خروجی بر اساس استاندارد نمونه‌برداری از آسیا</p>																											
<p><b>استاندارد عملکرد:</b></p> <p>نمایش مواد معدنی با استفاده از انواع آسیاها- طبق استاندارد دستگاه نمونه‌برداری و مطابق دستورالعمل نمونه‌برداری زیر نظر مسئول مربوطه.</p> <p><b>شاخص‌ها:</b></p> <p>۱. طرز کار با انواع آسیاها</p> <p>۲. سرویس و نگهداری انواع آسیاها</p> <p>۳. نمونه‌برداری از آسیاها</p>																											
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b></p> <p><b>فضای کار:</b> کارخانه فراوری</p> <p><b>تجهیزات:</b> انواع آسیاها- ابزارآلات سرویس و نگهداری- سرنده- تجهیزات نمونه‌گیری- دستورالعمل‌های اجرایی نمونه‌گیری</p> <p><b>مواد مصرفی:</b> گلوله‌ها- میله‌ها- آسترها- گریس- روغن- کیسه نمونه - نوشت‌افزار</p> <p><b>زمان:</b> ۱۲۰ دقیقه</p>																											
<p><b>معیار شایستگی:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ردیف</th> <th>مرحله کار</th> <th>حداقل نمره قبولی از ۳</th> <th>نمره هنرجو</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۱</td> <td>آسیا کردن مواد معدنی</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۲</td> <td>نمونه‌برداری</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۳</td> <td>اپراتوری و سرویس آسیا</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: دقت در کار - مسئولیت‌پذیری - صحت - پوشش ایمنی - رعایت موارد زیست‌محیطی</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>میانگین نمرات</td> <td></td> <td>*</td> </tr> </tbody> </table> <p>* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.</p>				ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو	۱	آسیا کردن مواد معدنی	۲		۲	نمونه‌برداری	۱		۳	اپراتوری و سرویس آسیا	۱			شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: دقت در کار - مسئولیت‌پذیری - صحت - پوشش ایمنی - رعایت موارد زیست‌محیطی	۲			میانگین نمرات		*
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو																								
۱	آسیا کردن مواد معدنی	۲																									
۲	نمونه‌برداری	۱																									
۳	اپراتوری و سرویس آسیا	۱																									
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: دقت در کار - مسئولیت‌پذیری - صحت - پوشش ایمنی - رعایت موارد زیست‌محیطی	۲																									
	میانگین نمرات		*																								



## فصل ۵

### بسته بندی محصولات معدنی



#### محتوا برای ایجاد انگیزه

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

## واحد یادگیری ۷ 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.

### پیش‌نیاز و یادآوری

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 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

	<p>بسته بندی</p>	<p>نفت</p>
	<p>فله و بسته بندی</p>	<p>گچ</p>
	<p>بسته بندی</p>	<p>روی</p>
	<p>بسته بندی</p>	<p>طلا</p>

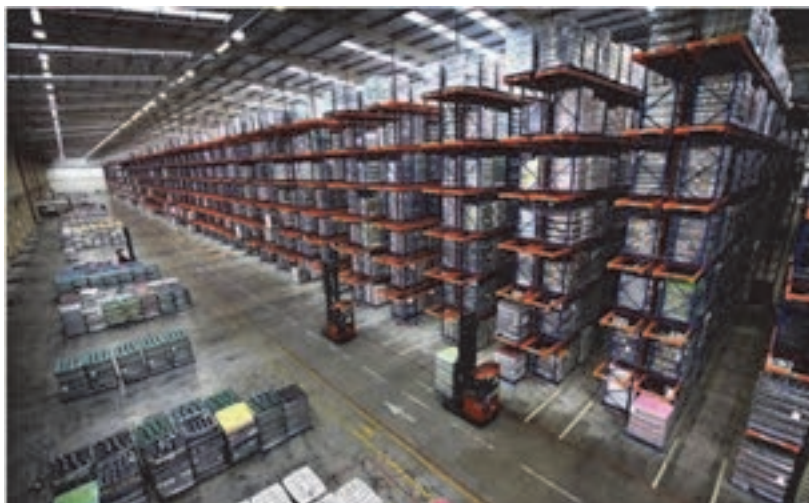


### انبار کردن محصولات مواد معدنی

انبار کردن محصولات مواد معدنی عبارت است از نگهداری موقت مواد معدنی به منظور عرضه به موقع یا افزایش مدت عرضه آن به نحوی که برای مدت بیشتری قابل دسترس و مصرف باشند. به عبارت دیگر 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 بیش از 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 به آسانی انجام می‌پذیرد و نیازهای واحدهای مصرف‌کننده به موقع تأمین می‌شود.
۳. اطلاعات مورد نیاز 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.



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 مسیره‌های 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.



#### وجود فضای کافی جهت تردد وسایل حمل‌ونقل

- ۴- محوطه بیرونی انبار باید دارای حصارکشی با ارتفاع مناسب باشد به‌گونه‌ای که مانع از ورود حیوانات موذی 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 نگاه‌داری صحیح کالاها و جلوگیری از مواردی مانند سرقت، صدمه، ضایعه، حادثه و خسارت
- ۲- خودکنترلی مدون و منظم به‌طوری‌که 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 نگاه‌داری از آنها قابل‌اجرا 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 برق‌گیر (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 گرم‌زای برقی، گازی، نفت‌سوز در محوطه انبار ممنوع بوده و برای دفتر کار کارکنان باید از سیستم گرمایش بسته (شوفاژ، فن‌کوئل یا اسپیلت) 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<sub>2</sub> و پودر و گاز) و سیستم اطفاء حریق خودکار باشد.
۵. وجود دستگاه دماسنج و رطوبت‌سنج و ثبت تغییرات دما و رطوبت ضروری است (دمای انبار خنک ۵-۱۵ درجه سانتی‌گراد و دمای انبار معمولی بسته به نوع کالا بین ۱۵-۳۰ 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 قابل قبولی 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 متعاعد 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 خطرناک از بین بردن فرصت وقوع حوادث می‌توان از وارد شدن خسارات فراوان و جبران ناپذیر جلوگیری کرد.

- 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.



- ۴- ایمنی از نظر نگهداری مناسب سموم و مواد شیمیایی
- الف) موجودی باید به‌گونه‌ای نگهداری شود که محموله‌ای که زودتر وارد انبارشده زودتر نیز خارج گردد به عبارتی محموله‌های قدیمی‌تر باید قبل از محموله‌های جدید مصرف گردند.

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

## کار عملی: انبار و نگهداری محصولات معدنی

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

فعالیت ۱



**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

## ارزشیابی مرحله‌ای: انبار کردن محصول

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	رعایت مقررات ایمنی انبار و نحوه انباشت مواد بر اساس دستورالعمل	بالاتر از حد انتظار	مکان: انبار کارخانه فراوری تجهیزات: لودر - لیفتتراک - دستگاه‌های انباشت و برداشت مواد مصرفی: روغن - گریس - گازوئیل زمان: ۲۵ دقیقه
۲	نحوه انباشت مواد بر اساس دستورالعمل	درست	
۱	انباشت مواد بدون توجه به دستورالعمل	ناقص	

### بارگیری و حمل و نقل محصولات 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



بارگیری گندله در قطار



برخی از انواع محصولات مواد معدنی، وسایل و تجهیزات بسته‌بندی و بارگیری به شرح جدول زیر می‌باشند

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



**سؤال ۱:** آیا می‌توانید به جدول بالا مواردی را بیفزایید؟

**سؤال ۲:** با توجه به جدول بالا، بیان کنید که هر کدام از محصولات مواد معدنی با چه روش بسته‌بندی و بارگیری عمدتاً به بازار عرضه می‌گردند؟

**فیلم:** نحوه بارگیری مواد معدنی

فیلم



### 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 تسریع 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.

### کار عملی: عملیات بارگیری و بسته‌بندی محصولات مواد معدنی

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

فعالیت ۱



**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.

### ارزشیابی مرحله‌ای: بارگیری و بسته‌بندی محصول

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	نحوه بسته‌بندی مناسب، انتخاب دستگاه بارگیری مناسب، رعایت نکات ایمنی در بسته‌بندی و بارگیری.	بالاتر از حد انتظار	مکان: انبار کارخانه فراوری تجهیزات: لودر - لیفت‌تراک و ... مواد مصرفی: روغن - گریس - سوخت زمان: ۲۵ دقیقه
۲	نحوه بسته‌بندی مناسب، انتخاب دستگاه بارگیری مناسب، رعایت نکات ایمنی در بارگیری.	قابل قبول	
۱	انتخاب دستگاه بارگیری مناسب، رعایت نکات ایمنی در بارگیری.	ناقص	

#### توزین محصولات معدنی

محصولات بارگیری شده از انبار یا دپوی مواد معدنی که حاصل 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 مورداستفاده قرار می‌گیرد.

**باسکول:** در حقیقت یک ترازوی دیجیتال با ابعاد بزرگ است و جهت وزن کردن مواد سنگین و حجیم مورداستفاده قرار می‌گیرد. در گذشته از باسکول قیونی جهت توزین مواد حجیم استفاده می‌شد ولی امروزه به این منظور از باسکول دیجیتالی استفاده می‌گردد.

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 می‌یابد، باسکول بهترین روش توزین برای مواد وزین و حجیم است.

سکوی بارگیری



باسکول در حال وزن کردن وسیله بارگیری شده

نمایشگر وزن



اتاقک کنترل باسکول

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

شماره قبض	نوع قبض	فروش
<b>شرکت فراوری مواد معدنی</b>		
شماره ماشین	نام راننده	ایران-۱۱۱۰۱۱-۱۱۰۰
نام کالا	نام ابراتور	سنگ آهن
نام مشتری	شماره حواله	احمدی
اکبری	admin	۲۲۲۲۲
حالت	وزن	تاریخ
خالص	۰	۱۳۹۲/۱۱/۱۰
پر	۲۰۵۷۲	۱۳۹۲/۱۱/۱۰
خالص	۲۰۵۷۲	حق توزین
مبدأ	تهران	
مقصد	شهریار	
توضیحات	بابت حمل کالا	
(شماره قبض باسکول) بازار فولاد ۸-بلاک ۱۲۹ تلفن: ۰۲۱۲۲۲۲۲۲۲۲		

قبض باسکول

### گزارش نویسی

به منظور 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 می شود.

### 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

#### برخی از نکات مهم در خصوص وظائف 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 به طوری که در بازرسی‌های تصادفی، موجودی انبار با کالاهای داخل انبار یکی باشد و تحویل کالا فقط با مجوزهای قانونی و فرایند مربوطه صورت پذیرد.

### کار عملی: توزین مواد معدنی

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

فعالیت ۱



#### 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 مرحله‌ای: توزین مواد معدنی

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)
۳	راه‌اندازی و اپراتوری باسکول و صدور قبض باسکول بر اساس دستورالعمل‌ها	بالاتر از حد انتظار	مکان: انبار کارخانه فراوری
۲	راه‌اندازی و اپراتوری باسکول بر اساس دستورالعمل‌ها	قابل قبول	تجهیزات: باسکول - دستگاه بندیل - رایانه و ... مواد مصرفی: نوشت‌افزار - بشکه و ... زمان: ۲۵ دقیقه
۱	عدم توانایی در کار با دستگاه‌های توزین بر اساس دستورالعمل	ناقص	

## ارزشیابی شایستگی بسته‌بندی محصولات معدنی

<p><b>شرح کار:</b></p> <p>۱- نحوه انجام عملیات بارگیری با توجه به ظرفیت وسایل حمل‌ونقل ( واگن قطار-تریلی- کامیون)- راه‌اندازی دستگاه بن‌دیل جهت بسته‌بندی شمش‌های تولیدی - راه‌اندازی دستگاه لیفت‌تراک - پرکردن بشکه‌ها و کیسه‌های بزرگ (جامبوپگ) با توجه به ظرفیت آنها</p> <p>۲- باسکول و وزن کردن محصول.</p> <p>۳- ارائه گزارش خروج محصول طبق فرمت کارخانه.</p>																											
<p><b>استاندارد عملکرد:</b></p> <p>انجام عملیات بسته‌بندی محصول با به‌کارگیری وسایل و تجهیزات توزین و بارگیری و بسته‌بندی با استفاده از دستورالعمل‌های انبارداری.</p> <p><b>شاخص‌ها:</b></p> <p>۱. انبار کردن؛</p> <p>۲. بارگیری محصول؛</p> <p>۳. توزین محصول.</p>																											
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b></p> <p><b>فضای کار:</b> انبار کارخانه فراوری</p> <p><b>تجهیزات:</b> باسکول - لودر- لیفت‌تراک- رایانه- نرم‌افزار- دستگاه‌های انباشت و برداشت</p> <p><b>مواد مصرفی:</b> بشکه- پالت- پاکت- نوشت‌افزار</p> <p><b>زمان:</b> ۷۵ دقیقه</p>																											
<p><b>معیار شایستگی:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ردیف</th> <th>مرحله کار</th> <th>حداقل نمره قبولی از ۳</th> <th>نمره هنرجو</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۱</td> <td>انبار کردن محصول</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۲</td> <td>بسته‌بندی و بار کردن محصول</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۳</td> <td>توزین و تهیه گزارش</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: مسئولیت‌پذیری- امانت‌داری- دقت و صحت در کار-سرعت عمل و پوشش ایمنی - رعایت موارد زیست‌محیطی</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>میانگین نمرات</td> <td></td> <td>*</td> </tr> </tbody> </table> <p>* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.</p>				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		*
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		*																								

## منابع:

۱- Platinum Group Metals Ltd.

۲- دستورالعمل و چک لیست‌های حمل و انبارداری مواد و مصالح ساختمانی در ساختمان‌ها و تأسیسات دولتی و

عمومی

۳- ایمنی انبارها وزارت کار و امور اجتماعی معاونت روابط کار

۴- شیوه نوین انبارداری دانشگاه علوم پزشکی مدیریت خدمات پشتیبانی

۵- آئین‌نامه ایمنی انبارهای کالا مصوب ۵۲/۶/۳۱ کمیسیون مجلسین کشور

