

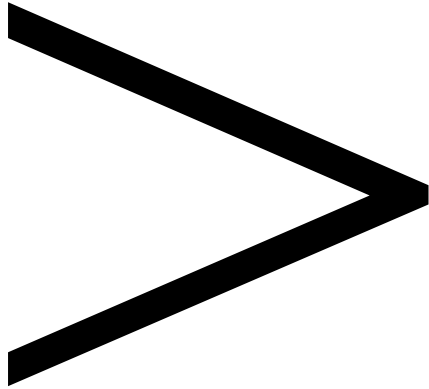
۷ کارنیل، بزرگترین شبکه موفقیت ایرانیان می باشد، که افرادی زیادی توانسته اند با آن به موفقیت برسند، فاطمه رتبه ۱۱ کنکور کارشناسی، محمد حسین رتبه ۶۸ کنکور کارشناسی، سپیده رتبه ۳ کنکور ارشد، مریم و همسرش راه اندازی تولیدی مانتو، امیر راه اندازی فروشگاه اینترنتی، کیوان پیوستن به تیم تراکتور سازی تبریز، میلاد پیوستن به تیم صبا، مهسا تحصیل در ایتالیا، و.... این موارد گوشه از افرادی بودند که با کارنیل به موفقیت رسیده اند، شما هم می توانید موفقیت خود را با کارنیل شروع کنید.

برای پیوستن به تیم کارنیلی های موفق روی لینک زیر کلیک کنید.

[www.karnil.com](http://www.karnil.com)

همچنین برای ورود به کانال تلگرام کارنیل روی لینک زیر کلیک کنید.

<https://telegram.me/karnil>







# راهنمای کنترل سیلیس در محیط کار

الزامات، دستورالعمل ها و، نمودارهای تخصصی مرکز سلامت

کار

مرکز سلامت محیط و کار

پژوهشگرده محیط زیست

- عنوان گاید لاین: راهنمای کنترل سیلیس در محیط کار
- کد الزامات : ۱-۰۹۰۳-۰۵۰۲۰۲-۲۰۵
- تعداد صفحات: ۱۱۵

### مرکز سلامت محیط و کار:

تهران-خیابان حافظ تقاطع جمهوری- وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی-مرکز سلامت محیط و کار  
 تلفن: ۰۶۶۷۰۷۶۳۶-۰۲۱، داورنگار: ۰۶۶۷۰۷۴۱۷-۰۲۱  
[www.markazsalamat.ir](http://www.markazsalamat.ir)

### پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران:

تهران - میدان انقلاب- خیابان کارگر شمالی-نرسیده به بلوار کشاورز- پلاک ۱۵۴۷ طبقه هشتم  
 تلفن: ۰۸۸۹۷۸۳۹۹-۰۲۱، داورنگار: ۰۸۸۹۷۸۳۹۸-۰۲۱  
<http://IER.tums.ac.ir>

### کمیته فنی تدوین راهنما

نام و نام خانوادگی	رتبه علمی / سمت	محل خدمت
دکتر عبدالرحمن بهرامی	استاد / رئیس کمیته	دانشگاه علوم پزشکی همدان
دکتر نوشین راستکاری	استادیار / عضو کمیته	پژوهشکده محیط زیست
مهندس محمد ایمانی	مربی	دانشگاه علوم پزشکی گیلان
مهندس فاضله کتایون مدیری	کارشناس / دبیر کمیته	مرکز سلامت محیط و کار
مهندس فاطمه صادقی	کارشناس / عضو کمیته	مرکز سلامت محیط و کار
مهندس مهتاب سلیمی	کارشناس / عضو کمیته	مرکز سلامت محیط و کار
مهندس فائزه ایزدپناه	کارشناس / عضو کمیته	پژوهشکده محیط زیست

از جناب آقای مهندس محمد ایمانی که در تهیه این پیش نویس زحمات زیادی را متقبل شده اند صمیمانه سپاسگزاری می گردد.

## فهرست

۲	۱- مقدمه
۳	۲- اهداف
۳	۳- اصطلاحات و تعاریف
۷	۴- آشنایی با سیلیس
۸	۴-۱- انواع مختلف سیلیس
۹	۴-۲- گرد و غبار سیلیس در کجاها یافت می شود؟
۱۰	۴-۳- مشاغل کار با سیلیس با احتمال خطر بالا
۱۱	۴-۴- چه نوع از ذرات سیلیس خطرناکند؟
۱۲	۴-۵- خطرات بهداشتی سیلیس و بیماریهای مربوط به آن کدامند؟
۱۳	۵- اقدامات کنترلی سیلیس کدامند؟
۱۳	۵-۱- روش های کنترلی مهندسی
۱۴	۵-۱-۱- روش های جایگزینی مواد
۱۴	۵-۱-۲- تغییر در فرایند کاری
۱۵	۵-۱-۳- جداسازی و استفاده از محفظه ها
۱۵	۵-۱-۴- تهویه
۱۷	۵-۲- روش های صحیح کاری
۱۷	۵-۳- رعایت بهداشت فردی
۱۸	۵-۴- استفاده از وسایل حفاظت فردی
۱۹	۵-۴-۱- راهنمای استفاده از ماسک تنفسی N95
۱۹	۵-۴-۲- برای کار با سیلیس چه نوع ماسک تنفسی را انتخاب نماییم؟
۱۹	۵-۴-۳- طبقه بندی کاربر مبنای نوع و غلظت سیلیس و تعیین نوع ماسک تنفسی
۲۲	۵-۴-۴- بر اساس دستورالعمل NIOSH AP
۲۲	۵-۴-۴- تعیین نوع ماسک تنفسی و اقدامات کنترلی با توجه به نوع طبقه و فعالیت
۲۳	۵-۴-۵- تعیین نوع ماسک تنفسی و اقدامات کنترلی با توجه به نوع طبقه و فعالیت
۲۴	۵-۴-۶- تعیین نوع ماسک تنفسی و اقدامات کنترلی با توجه به نوع طبقه و فعالیت
۲۵	۵-۵- مراقبتهای پزشکی و بهداشتی
۲۶	۵-۵-۱- معاینات اولیه
۲۶	۵-۵-۲- معاینات دوره ای
۲۷	۵-۵-۳- آزمایش PPD ۱ (آزمایش پوستی تشخیص بیماری سل)
۲۷	۵-۵-۴- تزریق واکسن آنفلوانزا و پنوموکوک
۲۷	۵-۵-۵- فعال کردن تشکیلات بهداشتی درمانی
۲۷	۵-۵-۶- آزمایشات عملکرد ریه مخصوص کار با سیلیس
۲۷	۵-۵-۷- جدول تکرار آزمایش رادیوگرافی سینه مخصوص کار با سیلیس
۲۸	۵-۵-۸- فعال کردن سیستم کمک های اولیه

- ۲۸ ۵-۵-۹- کنترل تماسهای تشدید کننده در تماس با سیلیس:  
۳۰ ۵-۶- آموزش و تربیت
- ۳۱ ۶- کلیات عوارض و بیماریهای شغلی مرتبط با سیلیس  
۱-۶- ذرات سیلیس چگونه وارد ریه می شود؟ در ریه چه اتفاقی رخ می دهد؟  
۲-۶- علامت سیلیکوزیس کدام است ؟  
۳-۶- چگونه پزشک سیلیکوزیس را تشخیص می دهد؟  
۴-۶- اشکال مختلف سیلیکوزیس کدامند؟  
۱-۴-۶- سیلیکوزیس مزمن:  
۲-۴-۶- سیلیکوزیس حاد:  
۳-۴-۶- سیلیکوزیس شتابان(تسریع شونده):
- ۳۶ ۷- روش های پایش سیلیس در محیط کار  
۱-۷- استراتژی پایش سیلیس  
۲-۷- نمونه برداری سیلیس و انتخاب تجهیزات مورد نیاز  
۳-۷- نمونه برداری سیلیس و انتخاب شغل مورد نظر  
۴-۷- نمونه برداری سیلیس و انتخاب فرد مورد نظر  
۵-۷- آنالیز نمونه های سیلیس
- ۳۹ ۷-۵-۱- روش پراش اشعه ایکس (X-Ray diffraction)  
۴۰ ۷-۵-۲- روش مادون قرمز: Method Infrared  
۴۰ ۷-۵-۳- روش گراویمتری: Gravimetric Method  
۶-۷- مقایسه میزان سیلیس اندازه گیری شده با میزان حد مجاز استاندارد:  
۷-۷- جدول مقدار حد مجاز سیلیس در تماس شغلی با توجه به سازمان مرجع و نوع سیلیسوم
- ۴۲ ۸- آشنایی با عملیات سندبلاستینگ:  
۱-۸- کاربردهای عملیات سندبلاستینگ کدامند؟  
۲-۸- روش کار سندبلاست چیست و خطرات بهداشتی آن کدامند؟  
۳-۸- عوامل اصلی عملیات سندبلاست  
۴-۸- راههای پیش گیری و کنترل خطرات بهداشتی عملیات سندبلاست
- ۱-۴-۸- حذف یا کنترل مواجهه با سیلیس  
۲-۴-۸- استفاده از سیستم سندبلاست تر  
۳-۴-۸- نظارت بر کمپرسور هوای فشرده و مخازن  
۴-۴-۸- نظارت بر نازل سندبلاست  
۵-۴-۸- انتخاب بهترین نوع عملیات سندبلاست با توجه به نوع کار
- ۴۷ ۸-۵- توصیه های مهم در مورد سندبلاست:  
۱-۵-۸- استفاده از کابینت سندبلاست  
۲-۵-۸- استفاده از اتاقک مخصوص برای سند بلاست قطعات بزرگتر از اتاقک مخصوص  
۳-۵-۸- عملیات سندبلاست قطعات خیلی بزرگ  
۴-۵-۸- استفاده از دستگاه های بلاست مدرن  
۵-۵-۸- استفاده از دستگاه های ربوت  
۶-۵-۸- استفاده از وسایل حفاظت فردی مناسب



- ۵۳ - ۹- آشنایی با سنگ کوبیها (سیلیس کوبیها)
- ۵۳ ۱-۹ - مراحل عملیات سیلیس کوبی
- ۵۴ ۲-۹ - درجه بندی سیلیس
- ۵۴ ۳-۹ - خطرات، راههای پیش گیری و کنترل سیلیس در سنگ کوبیها کدامند؟
- ۵۴ ۱-۳-۹ - استفاد از سیستم تر به جای سیستم خشک
- ۵۴ ۲-۳-۹ - حذف کارهای دستی توسط کارگر در فرایند کاری
- ۵۵ ۳-۳-۹ - استفاده از دستگاه های پرکننده اتوماتیک کیسه
- ۵۷ ۴-۳-۹ - استفاده از کابین کنترل
- ۵۸ ۴-۹ - محصور سازی منابع تولید کننده گرد و غبار سیلیس در محوطه باز
- ۵۸ ۵-۹ - استفاده از سیستم مکنده موضعی LOCAL EXHAUST VETILATION
- ۵۸ ۱-۵-۹ - سیکلون Cyclon
- ۵۹ ۲-۵-۹ - بگ هاس (سیستم فیلترکیسه ای) Baghouse
- ۶۲ ۳-۵-۹ - اسکرابر تر Wet scrubber
- ۶۲ ۴-۵-۹ - سیستم تلفیقی سیکلون و اسکرابر تر (مه پاش) Integrated system
- ۶۳ ۵-۵-۹ - استفاده از وسایل حفاظتی مناسب
- ۶۵ ۱۰- آشنایی با سنگ بری ها
- ۶۶ ۱-۱۰ - جدول میزان سیلیس در انواع سنگ ها
- ۶۷ ۲-۱۰ - مراحل عملیات سنگ بری
- ۶۸ ۳-۱۰ - خطرات، راههای پیش گیری و کنترل سیلیس در سنگ بری ها کدامند؟
- ۶۸ ۱-۳-۱۰ - محصور سازی دستگاه های سنگ بری در محوطه باز
- ۶۸ ۲-۳-۱۰ - اصلاح دستگاهها، ابزار و قطعات برش و ساب
- ۶۸ ۳-۳-۱۰ - اصلاح شیوه برش و ساب
- ۶۹ ۴-۳-۱۰ - استفاد از سیستم تر به جای سیستم خشک
- ۶۹ ۵-۳-۱۰ - استفاد از سیستم مکنده موضعی
- ۶۹ ۶-۳-۱۰ - انجام عملیات فرم دادن و ابزار زدن سنگ در مکان ویژه
- ۷۰ ۷-۳-۱۰ - شستشوی مرتب کارگاه با آب
- ۷۱ ۸-۳-۱۰ - حمل، دفع و بازیافت صحیح ضایعات سنگ
- ۷۱ ۹-۳-۱۰ - استفاده از وسائل حفاظتی مناسب
- ۷۱ ۹-۳-۱۰ - جدول انتخاب ماسک تنفسی با توجه به نوع ابزار، نوع پشیبانی و کار
- ۷۲ ۱۱- آشنایی با صنعت ریخته گری
- ۷۳ ۱-۱۱ - فرایند ریخته گری
- ۷۳ ۲-۱۱ - انواع ماسه ریخته گری
- ۷۳ ۳-۱۱ - خطرات، راه های پیش گیری و کنترل سیلیس در صنعت ریخته گری کدامند؟
- ۷۴ ۱-۳-۱۱ - تغییر در فرایند قالب سازی
- ۷۴ ۲-۳-۱۱ - استفاده از ماسه های غیر سیلیسی

- ۷۴ -۳-۳-۱۱ حمل و نقل صحیح ماسه سیلیسی در کارگاه
- ۷۵ -۴-۳-۱۱ استفاده از سیستم تر
- ۷۵ -۵-۳-۱۱ استفاده از جاروب های صنعتی
- ۷۶ -۶-۳-۱۱ استفاده از سیستم تهویه کننده موضعی
- ۷۶ -۷-۳-۱۱ رعایت نکات بهداشتی عملیات سندبلاستینگ در ریخته گری
- ۷۷ -۸-۳-۱۱ استفاده از وسایل حفاظت فردی مناسب
- ۷۸ -۱۲-آشنایی با صنعت شیشه سازی
- ۷۸ -۱-۱۲ فرایند شیشه سازی
- ۷۹ -۲-۱۲ ترکیبات اصلی شیشه چیست؟
- ۱۲ -۳- خطرات، راههای پیش گیری و کنترل سیلیس در شیشه سازی کدامند؟
- ۸۰ -۱۲-۳-۱ حمل و نقل و نگهداری صحیح سیلیس
- ۸۱ -۲-۳-۱۲ استفاده از سیستم تر بجای سیستم خشک
- ۸۱ -۳-۳-۱۲ اصلاح نمودن روش و وسایل برش، تراش و ساب شیشه
- ۸۲ -۴-۳-۱۲ استفاده از دستگاه های تمام اتوماتیک برش شیشه
- ۸۲ -۵-۳-۱۲ استفاده از سیستم سندبلاست تر در صنعت شیشه
- ۸۳ -۶-۳-۱۲ استفاده از سیستم کننده موضعی
- ۸۳ -۷-۳-۱۲ استفاده از وسائل حفاظت فردی
- ۸۴ -۱۳- آشنایی با صنعت ساختمان
- ۱-۱۳- سیلیس به چه شکلی در مشاغل و حرف صنعت ساختمان دیده می شود؟
- ۸۴ -۲-۱۳- مشاغل و حرف صنعت ساختمان مرتبط با سیلیس کدامند؟
- ۱۳-۳- خطرات، راه های پیش گیری و کنترل سیلیس در صنعت ساختمان کدامند؟
- ۸۵ -۱-۳-۱۳- پیش گیری و کنترل خطرات بهداشتی در کارگاه های تولید مصالح ساختمانی
- ۸۶ -۲-۳-۱۳- پیش گیری و کنترل خطرات بهداشتی در مشاغل و حرف ساختمانی
- ۸۶ -۳-۳-۱۳- استفاده از دستگاه های برش و شیارزنی مجهز به کننده موضعی و سیستم آبپاش
- ۹۵ -۴-۳-۱۳- خرد کردن و تخریب ساختمان
- ۹۸ -۱۴- آشنایی با صنعت کاشی و سرامیک
- ۹۹ -۱-۱۴- فرایند تولید کاشی و سرامیک چگونه است؟
- ۱۴-۲- خطرات، راههای پیش گیری و کنترل سیلیس در صنعت کاشی و سرامیک کدامند؟
- ۱۰۰ -۱-۲-۱۴- انبارداری و حمل و نقل صحیح سیلیس
- ۱۰۰ -۲-۲-۱۴- نظارت بهداشتی بر اختلاط مواد
- ۱۰۱ -۳-۲-۱۴- استفاده از روش پالایش تر (Wet Mopping Method):
- ۱۰۱ -۴-۲-۱۴- استفاده از سیستم تهویه کننده موضعی
- ۱۰۲ -۵-۲-۱۴- استفاده از وسائل حفاظت فردی مناسب
- ۱۰۳

مراجع



## پیشگفتار

یکی از برنامه های مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی تدوین و انتشار رهنمودهای مربوط به حوزه ها و زمینه های مختلف بهداشت محیط و حرفه ای و سایر موضوعات مرتبط است که با بهره گیری از توان علمی و تجربی همکاران متعددی از سراسر کشور، انجام شده است. در این راستا سعی شده است ضمن بهره گیری از آخرین دستاوردهای علمی، از تجربه کارشناسان و متخصصین حوزه ستادی مرکز سلامت محیط و کار نیز استفاده شود و در مواردی که در کشور قوانین، مقررات و دستورالعمل های مدونی وجود دارد در تدوین و انتشار این رهنمودها مورد استناد قرار گیرد. تمام تلاش کمیته های فنی مسئول تدوین رهنمودها این بوده است که محصولی فاخر و شایسته ارائه نمایند تا بتواند توسط همکاران در سراسر کشور و کاربران سایر سازمان ها و دستگاههای اجرائی و بعضاً عموم مردم قابل استفاده باشد ولی به هر حال ممکن است دارای نواقص و کاستی هایی باشد که بدینوسیله از همه متخصصین، کارشناسان و صاحب نظران ارجمند دعوت می شود با ارائه نظرات و پیشنهادات خود ما را در ارتقاء سطح علمی و نزدیکتر کردن هر چه بیشتر محتوای این رهنمودها به نیازهای روز جامعه یاری نمایند تا در ویراست های بعدی این رهنمودها بکار گرفته شود. با توجه به دسترسی بیشتر کاربران این رهنمودها به اینترنت، تمام رهنمودهای تدوین شده بر روی تارگاہ های وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (وبدا)، معاونت بهداشتی، پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران و مرکز سلامت محیط و کار قرار خواهد گرفت و تنها نسخ بسیار محدودی از آنها به چاپ خواهد رسید تا علاوه بر صرفه جویی، طیف گسترده ای از کاربران به آن دسترسی مداوم داشته باشند.

اکنون که با یاری خداوند متعال در آستانه سی و چهارمین سال پیروزی انقلاب شکوهمند اسلامی این رهنمودها آماده انتشار می گردد، لازم است از زحمات کلیه دست اندرکاران تدوین و انتشار این رهنمودها صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم و پیشاپیش از کسانی که با ارائه پیشنهادات اصلاحی خود ما را در بهبود کیفیت این رهنمودها یاری خواهند نمود، صمیمانه سپاسگزاری نمایم.

**دکتر کاظم ندافی**

رئیس مرکز سلامت محیط و کار

## ۱ - مقدمه

سیلیس در صنعت کاربردهای فراوان دارد و پس از گردش در چندین فرایند وارد چرخه تولید و تجارت می‌گردد. در اولین فرایند یا فرایند اصلی مثل معادن سیلیس یا سیلیس کویها این ماده بنا به هدف مورد نظرتولید یا پرورده شده و پس از درجه بندی به بازار عرضه می‌شود و سپس بنا به تقاضای صنایع و مشاغلی مثل شیشه سازی، ریخته گری، کاشی و سرامیک و عملیات سندبلاستینگ که سیلیس رل مهمی را در تولید و ارائه خدمات ایفا میکند وارد دومین فرایند شده و به عنوان ماده اصلی در این صنایع مورد استفاده قرار می‌گیرد در مرحله یا فرایند سوم، سیلیس در حین انجام خدماتی مثل برش دادن، ساب دادن، مته کردن، خرد کردن، تراشیدن و دیگر عملیات مشابه بر روی قطعات بتنی و سنگی و دیگر قطعات حاوی سیلیس ایجاد می‌شود و در صورت عدم استفاده از امکانات پیش گیری و کنترل کننده، ذرات سیلیس در محیط کار پراکنده شده و در صورت استنشاق آن توسط کارگران خطرات ریوی را به دنبال خواهد داشت.

اگرچه به دلیل خواص فیزیکی و شیمیایی مناسب سیلیس در صنایع فوق حذف آن از چرخه تولید امکان پذیر نمی‌باشد و یا نمیتوان در تمام عرصه های تولید از جایگزینهای مشابه استفاده کرد ولی میتوان با استفاده از تجارب، پیشنهادات و راهنماهای سازمان های بهداشت صنعتی و بهداشت حرفه ای جهان مثل سازمان OSHA - ACGIH - NIOSH - سازمان بین المللی کار و سازمان بهداشت جهانی و همچنین از تجارب اساتید هیئت علمی دانشگاههای معتبر کشور بهره گرفت.

در این راستا کتاب راهنمای سیلیس یا گایدلاین سیلیس براساس کتابها و منابع علمی سازمان های فوق جمع آوری، ترجمه و تألیف شده است. در این کتاب سعی شده است مطالب به صورت ساده و تصویری بیان شود تا برای طیف گسترده ای از افراد درگیر با سیلیس قابل بهره برداری باشد.

البته بدیهی است که در این کتاب به سیلیس فقط به عنوان گرد و غبار توجه شده است و توصیه های پیش گیری و کنترلی، روشها و وسایل پیشنهادی نیز بر همین مبنا بوده و برای دیگر عوامل زیان آور محیط کار که در کنار سیلیس در صنایع، کارگاهها و مشاغل یاد شده وجود دارد موضوعیت نداشته و کتاب راهنمای مخصوص به خود را می‌طلبد.

## 2- اهداف

هدف از تدوین این راهنما، آشنایی با سیلیس و مشاغل مربوط به آن، راههای کنترلی مواجهه با سیلیس و ارائه راهکارهای اساسی جهت پیش گیری از بروز بیماری شغلی سیلیکوزیز می باشد.

## 3- اصطلاحات و تعاریف

**سیلیس:** سیلیس یا سیلیسیم دی اکسید با فرمول شیمیایی  $\text{SiO}_2$  فراوان ترین ترکیب اکسیدی موجود در پوسته زمین است و در طبیعت به صورت آزاد و یا به صورت ترکیب با سایر اکسیدها وجود دارد. **کوارتز:** کوارتز یکی از پلی مورف های سیلیس است و در فشار و درجه حرارت معمولی پایدار است و از سختی بسیار بالایی نیز برخوردار است.

**گرد و غبار:** ذرات جامدی که قادرند موقتا در هوا یا گاز به صورت معلق باقی بمانند تمایلی به چسبندگی ندارند مگر اینکه تحت نیروی الکتریکی یا نیروهای فیزیکی مانند نیروی وزن یا نیروی گریز از مرکز قرار گیرند و رسوب کنند و در اثر فرایندهای مثل ساییدن، خرد کردن، مته کردن، ترکانیدن، اره کردن تولید می شوند و در محدوده یکصد میکرون مشاهده می شود.

**سازمان های بین المللی بهداشت حرفه ای:** سازمان های بین المللی در ارتباط با بهداشت حرفه ای عبارتند از: سازمان بین المللی کار<sup>1</sup> - سازمان بهداشت جهانی<sup>2</sup> - سازمان ایمنی و بهداشت حرفه ای<sup>3</sup> - انستیتوی ملی ایمنی و بهداشت حرفه ای<sup>4</sup> - سازمان دولتی متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا<sup>5</sup>.

**محیط کار:**<sup>6</sup> مکانی است محدود شده که کارکنان با توجه به شرح وظایف در آنجا مشغول فعالیت هستند.

**کارگر:**<sup>7</sup> از لحاظ قانونی کسی است که به هر عنوان در مقابل دریافت حق السعی به درخواست کارفرما کار میکند.

1- ILO(International Labour Organization)

2- WHO(World Health Organization)

3- OSHA(Occupational Safety and Health Administration)

4- NIOSH(National Institute for Occupational Safety and Health)

5- ACGIH(American Conference of Governmental Industrial Hygienists)

6- Workplace

7- Worker

**کارگاه<sup>1</sup>:** محلی است که کارگر به درخواست کارفرما یا نماینده او در آنجا کار میکند.

**کنترل:** به معنی نظارت کردن و جلوگیری کردن از عوامل می باشد.

**اقدامات کنترلی:** مجموعه فعالیت هایی که برای اعمال نظارت و جلوگیری از عوامل زیان آور محیط کار بکار می رود.

**کنترل مهندسی:** مجموعه فعالیتها یا اقدامات فنی و مهندسی که برای اعمال نظارت و جلوگیری از عوامل زیان آور محیط کار بکار می رود.

**جداسازی<sup>2</sup>:** یعنی جدا کردن فیزیکی یا ایجاد مانع بین فرد و عامل خطر که از قرار گرفتن فرد در معرض خطر جلوگیری می نماید.

**تهویه<sup>3</sup>:** به معنی هوارسانی و ایجاد شرایط تنفسی راحت برای افراد می باشد.

**وسایل حفاظت فردی<sup>4</sup>:** وسایل و تجهیزاتی است که برای کاهش خطرات کارکنان در مقابل عوامل زیان آور محیط کار در زمانی که اقدامات کنترلی و مهندسی امکانپذیر نباشد مورد استفاده قرار می گیرد.

**بیماری شغلی:** بیماریهایی هستند که به دلیل نوع و ماهیت کار و در محیط کار که دارای عوامل زیان آور اثرگذار بر سلامت شاغلین هستند بوجود می آیند.

**سیلیکوزیز:** بیماری شغلی پیش رونده، ناتوان کننده و اغلب بیماری کشنده است که در اثر تماس و استنشاق ذرات قابل تنفس سیلیس متبلور بوجود می آید.

**ماسک تنفسی N95:** این نوع ماسکها به طورعام به تصفیه کننده های ذرات معروف هستند و علامت "N" خلاصه عبارت "Not resistant to oil" به معنای عدم مقاومت در مقابل ذرات روغنی بوده و علامت "95" یعنی این نوع فیلتردارای کارآیی 95 درصد جهت جلوگیری از ذرات می باشد.

**ماسک تنفسی نیمه صورت:** ماسک تنفسی که روی صورت قرار می گیرد و دهان و بینی را می پوشاند.

**ماسک تنفسی کامل صورت:** ماسک تنفسی که روی صورت قرار می گیرد و علاوه بر دهان و بینی، چشمها را نیز می پوشاند.

1 Workshop

2 Isolation

3 Ventilation

4 (PPE or PPD) Personal Protective Equipment or Devices

**استاندارد:** معیار یا استاندارد عمل ایجاد مقرراتی است برای استفاده عمومی و مکرر با توجه به مشکلات بالفعل و بالقوه که هدف از آن دستیابی به میزان مطلوبی از نظم در یک زمینه خاص است.

**سند بلاستینگ:** واژه سندبلاست به معنی ماسه پاشی یا شن پاشی است و به وسیله هوای فشرده و پاشش یا پرتاب مواد ساینده با سرعت بالا برای تمیز کردن یا صیقل دادن سطوح فلزی استفاده می شود

**معاینات اولیه:** معاینات اولیه یا قبل از استخدام برای تعیین استعداد بدنی، قابلیت و توانایی فرد برای کار موردنظر در قبل از استخدام انجام می شود.

**معاینات دوره ای:** معاینات دوره ای یا ادواری برای تشخیص زودرس بیماریها و عوارض ناشی از کار و اقدام و درمان فوری آنها به طور مرتب هر سال یکبار و یا برای کارهای سخت و زیان آور و مواد شیمیایی خطرناک هر شش ماه یکبار انجام می گیرد.

**اسپیرومتری:** برای اندازه گیری حجم هوای دم و بازدم و تعیین ظرفیت تنفسی افراد کاربرد دارد و برای تشخیص بیماریهای ریوی شغلی مثل سیلیکوزیز استفاده می شود.

**حاد:** در لحظه ادامه دارد و معمولاً شدید است مثل مسمومیت.

**مزمن:** زمان دار بوده و در طول مدت زمان خود را نشان می دهد مثل بیماریهای شغلی.

**نمونه برداری:** انتخاب قسمتی از ماده مورد آزمایش است، بطوریکه تمام خواص آن ماده را دارا باشد.

**آنالیز:** تجزیه و تحلیل نمونه ها می باشد.

**مقادیر حد مجاز:** مقداری که بوسیله اندازه گیری، آزمایش و یا تجربی توسط سازمان های بهداشت حرفه ای ملی و بین المللی تهیه می شود و به عنوان راهنما برای کنترل مواجهه با عوامل زیان آور محیط کار مثل سیلیس مورد استفاده قرار می گیرد.

**اتاقک:** فضای محدود و محصور شده مجهز به سیستم تهویه برای کار با سیلیس.

**سیستم تور:** وسایل، ابزار یا دستگاه های مجهز به شیلنگ یا آپاش برای مرطوب نمودن محیط کار کاربرد دارد.

**سیستم تهویه مکنده موضعی<sup>1</sup>:** این سیستم به هود-کانال- هواکش - جمع آوری کننده یا فیلتر مجهز بوده و برای پالایش هوای محیط کار استفاده می شود.

1- Local Exhaust Ventilation System (LEV System)



**فیلتر هپا<sup>1</sup>:** صافی با کارایی بالا برای جذب آئروسولها و ذرات مثل سیلیس کاربرد دارد. این نوع صافی برای ذرات در حد سه میکرون دارای راندمان 99/77 درصد یا بالاتر می باشد.

**ریخته گری:** علم و فن شکل دادن فلزات و تولید قطعات از طریق ذوب فلز و ریختن ماده مذاب در قالب های تهیه شده می باشد.

**ماسه سیلیسی:** از نوع کوارتز رسوبی هستند که به صورت طبیعی خرد شده اند و در صنایع ریخته گری و عملیات سند بلاست کاربرد دارد.

**جاروب صنعتی:** جاروبهای برقی دارای موتور با قدرت مکندگی بالا بوده و به سیستم شستشو دهنده صنعتی نیز مجهز هستند.

**صنعت ساختمان:** صنایع و کلیه فعالیتها و خدمات مربوط به ساختمان اعم از صنایع تولید مصالح ساختمانی و فراورده های بتنی و همچنین فعالیتهای مربوط به ساختمان سازی و تخریب ساختمان را شامل می شود.

**محصور نمودن:** محدود کردن فعالیت در فضای بسته همراه با تهویه مناسب مثل کار در چادر برزنتی و یا چادر پلاستیکی و مشابه آن.

---

1- High Efficiency Particulate Air Filter (HEPA Filter)

## 4 - آشنایی با سیلیس

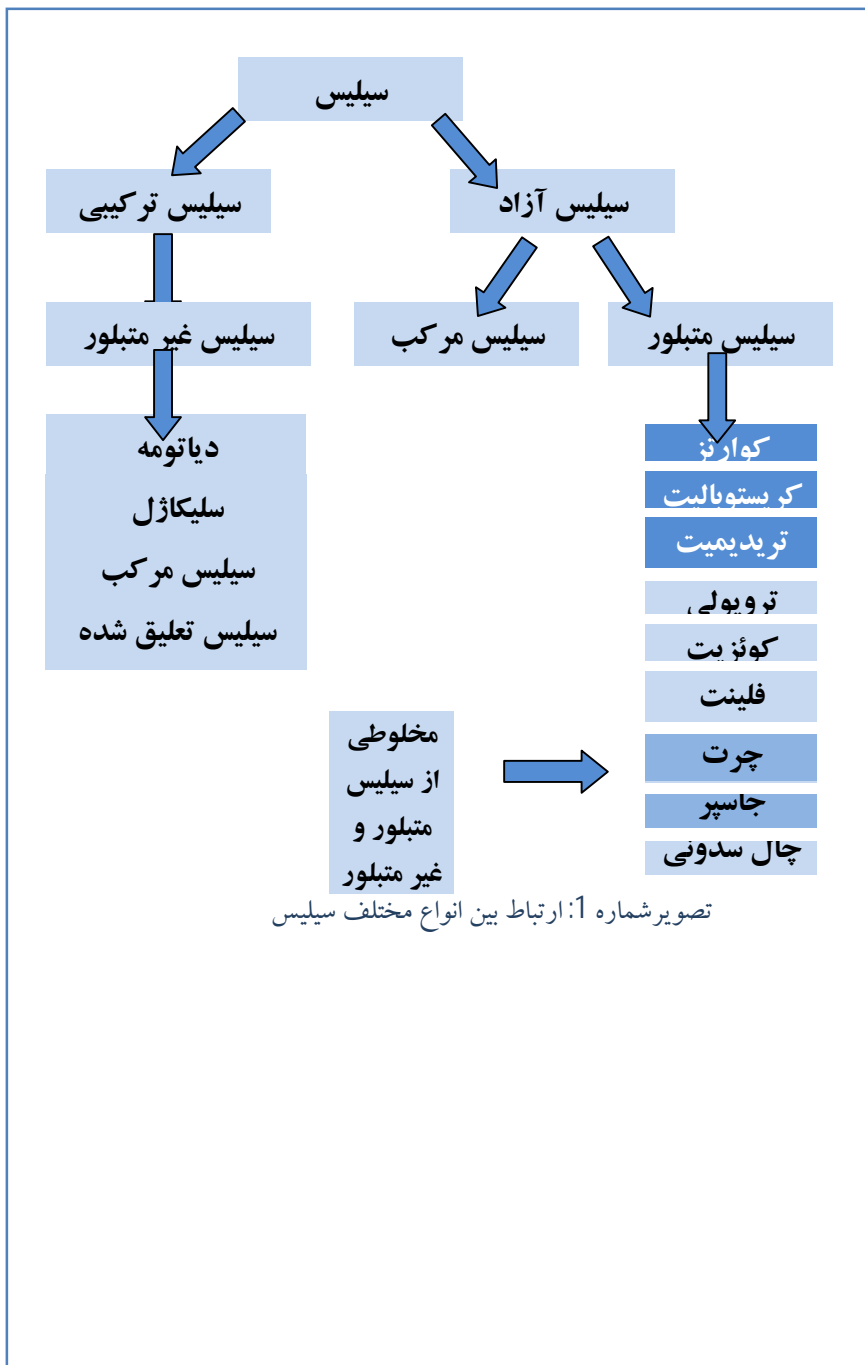
با مراجعه به کتابهای راهنمای معتبر جهانی بیشتر آنها یک سؤال کلیدی را در مورد سیلیس بیان می کنند "what is silica? سیلیس چیست؟ کاربرد آن در صنعت کدام است؟ چه نوع از ذرات سیلیس خطرناک هستند؟ خطرات ناشی از سیلیس کدامند؟ آیا راههای پیش گیری و کنترلی برای جلوگیری از خطرات تماس با آن وجود دارد؟

در حقیقت سیلیس ترکیب اصلی خاک، ماسه، شن، ریگ و گرانیت و دیگر ترکیبات معدنی پوسته زمین را تشکیل می دهد. سیلیس فراوان ترین ماده در طبیعت است که 60 درصد پوسته زمین را تشکیل داده و با اسامی دیاتومه، سیلیکون دی اکساید، خاک دیاتومه ای و سیلیس دیاتومه ای مترادف می باشد.

از نظریه و ظاهر بی بو و بی رنگ مایل به خاکستری است. از نظر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دارای وزن مولکولی 60/1، وزن مخصوص 2/65 و نقطه ذوب 1700 درجه سانتیگراد (3100 درجه فارنهایت) می باشد. میزان واکنش پذیری و حلالیت آن بسیار کم و در حد صفر می باشد.

همانطور که در تصویر ذیل نشان داده می شود سیلیس به دو صورت سیلیس ترکیبی و سیلیس آزاد مشاهده می شود. سیلیس آزاد نیز به سه شکل متبلور یا سیلیس کریستالی، سیلیس غیر متبلور یا سیلیس آمورفوز و سیلیس مرکب یا سیلیس فیوز دیده می شود که نسبت به نوع سیلیس ترکیبی خطرناک تر است. از مهمترین شکل های سیلیس آزاد سیلیس از نوع کوارتز، کریستوبالیت و تریدیمیت بوده و انواع تریپولی، کوئزیت، فلینت، چرت، جاسپر و چال سدونی نیز با کاربرد کمتر در طبیعت یافت می شود.

4-1- انواع مختلف سیلیس



#### 4-2- گرد و غبار سیلیس در کجاها یافت می شود؟

گرد و غبار سیلیس در تعداد بیشماری از صنایع، مشاغل و حرف مشاهده می شود و در خیلی از موارد برای کارگران خطرناک می باشد و بیماری ریوی سیلیکوزیس را به دنبال دارد این مشاغل عبارتند از:

- سنگ کوبیها یا سیلیس کوبیها
- عملیات سندبلاستینگ (ماسه پاشی یا شن پاشی) و ساینده پاشی در مقیاس کوچک و بزرگ
- سنگ بری ها
- صنایع ساختمانی (ساختمان سازی و تخریب ساختمان - استفاده از چکشهای بادی و ...)
- صنایع ریخته گری (ماهیچه سازی - سمباده کاری - پرداخت و ...)
- معادن روباز و روبسته سیلیس
- صنایع شیشه سازی و شیشه گری
- سرامیک سازی - کاشی سازی - موزاییک سازی
- کوره های آجرپزی
- جاده سازی و تهیه آسفالت
- تولید فراورده های بتنی (مته کردن - سائیدن - صاف کردن و غیره)
- صنایع سمباده سازی، رنگسازی، صنایع تولید دترجنت و صابون
- عملیات تونل سازی
- صنایع کشتی سازی
- صنایع تولید سیمان پورتلند
- صنایع فولاد
- معادن طلا، مس و سایر سنگ های قیمتی
- صنایع هنری (سفال سازی، کوزه گری، عقیق تراشی، انگشتر سازی)
- فروشندگان مصالح ساختمانی
- صنایع تصفیه آب
- کشاورزی (برداشت سیب زمینی و پیاز و باغبانی)
- بنایی و کاشیکاری (در قالب کارهای ساختمانی)
- مشاغل دندانپزشکی (تهیه آمالگام و ...)

## - صنایع الکترونیک

### عملیات تولید گرد و غبار سیلیس:

خرد کردن - مته کردن - چکشکاری - سائیدن - اره کردن - ساب دادن - صیقل دادن - تخریب - حفاری - بنائی - با مصالح بتنی، سنگ و ...

از بین مشاغل اشاره شده در بالا مهمترین مشاغل یا صناعی که می تواند مشکلات جدی برای کارگران را دربرداشته باشد و درنظام سلامت کشوربه مشاغل دارای احتمال خطربالا معروف است عبارتند از:

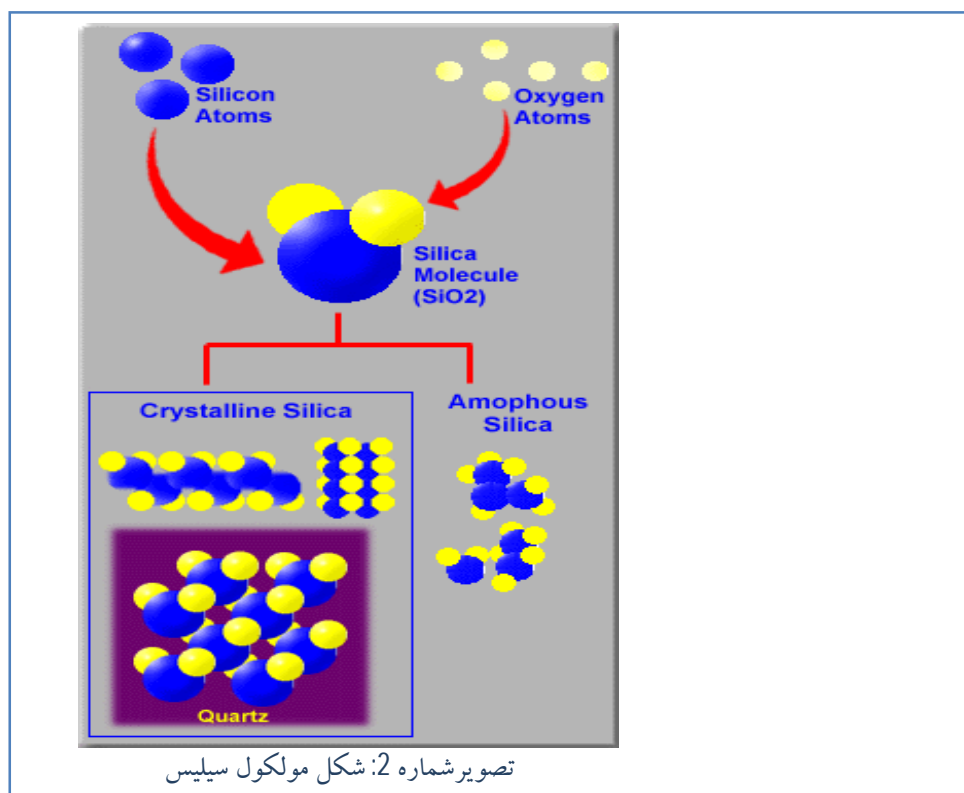
### 4-3 - مشاغل کار با سیلیس با احتمال خطر بالا

- ۱- عملیات سندبلاستینگ یا شن پاشی و ساینده پاشی
- ۲- سنگ کوبی ها (سیلیس کوبیها)
- ۳- سنگ بریها
- ۴- صنایع ریخته گری
- ۵- معادن روباز و روبسته سیلیس
- ۶- صنایع شیشه سازی
- ۷- صنعت کاشی و سرامیک

#### 4-4 - چه نوع از ذرات سیلیس خطرناکند؟

در بین انواع مختلف ترکیبات سیلیس شکلی از سیلیس که به صورت غیر ترکیبی بوده و به صورت مولکول سیلیس با فرمول با  $\text{SiO}_2$  ترکیبی از یک اتم سیلیکون و دو اتم اکسیژن مشاهده می شود با هیچ عنصر دیگر ترکیب نشده و به سیلیس آزاد معروف است.

همانطور که پیشتر گفته شد سیلیس در صنایع به سه شکل عمده کوارتز، کریستوبالیت و تریدیمیت کاربرد دارد و جزو ذرات خطرناک محسوب می شوند. بقیه ترکیبات سیلیس که به صورت ترکیب با عناصر دیگر می باشد بیشتر به شکل انواع سیلیکاتها مشاهده می شود اگرچه نسبت به سیلیس آزاد کم می شود اگرچه نسبت به سیلیس آزاد کم خطرتر بوده ولی در صورت استنشاق می تواند مشکلات ریوی ایجاد نماید.



#### 4-5 - خطرات بهداشتی سیلیس و بیماریهای مربوط به آن کدامند؟

کارگرانی که در مشاغل با احتمال خطر بالا کار می کنند مثل سیلیس کوبی، سندبلاستینگ و سنگ بری و به نحوی در معرض ذرات سیلیس قرار دارند، بعد از مدتی میتوانند به بیماری ریوی خطرناک، ناتوان کننده و کشنده سیلیکوزیس دچار شوند. این بیماری با توجه به غلظت گرد و غبار سیلیس و طول مدت تماس به شکل های مختلف سیلیکوزیس مزمن - سیلیکوزیس حاد و سیلیکوزیس شتابان (تسریع شونده) نمایان می شود.

(برای توضیحات بیشتر به فصل ششم کتاب راهنما مراجعه شود)

و مهمتر از همه، سیلیس در تابلوی سرطانها به عنوان عامل سرطانزای انسانی شناخته شده است.

در نزد افرادی که در معرض سیلیس و بیماری ریوی سیلیکوزیس قرار دارند در ابتدا علامتی دیده نمی شود و در پیشرفت بیماری علائم ذیل مشاهده می شود:

- تنگی نفس
- سرفه شدید
- ضعیف شدن

## 5 - اقدامات کنترلی سیلیس کدامند؟

علاوه بر اقدامات کنترلی خاص برای انواع مشاغل کار با سیلیس، اقدامات کنترلی عمومی یا کلی به شرح ذیل می تواند جهت جلوگیری از تماس با سیلیس و عوارض و بیماریهای ناشی از آن مفید به فایده باشد.

- جلوگیری از ورود سیلیس به محیط کار
- کنترل گرد و غبار سیلیس در هوای محیط کار
- جلوگیری از ورود گرد و غبار سیلیس به ریه کارگران

به منظور دستیابی به سه اصل مهم فوق انجام روش های ذیل ضروری است:

- (1) روش های کنترلی مهندسی
- (2) روش های صحیح کاری
- (3) رعایت بهداشت فردی
- (4) استفاده از وسایل حفاظت فردی
- (5) مراقبتهای پزشکی
- (6) آموزش

### 5-1- روش های کنترلی مهندسی

در زمانی که امکان کنترل گرد و غبار سیلیس در مراحل تولید وجود نداشته باشد روش های

کنترلی مهندسی بسیار مؤثر است و شامل مراحل ذیل می باشد:

- روش های جایگزینی مواد
- تغییر در فرایند کار
- جداسازی و استفاده از محفظه ها
- تهویه



### 5-1-1-1- روش های جایگزینی مواد

- بهترین راه جلوگیری از تماس با سیلیس جایگزین کردن آن با موادی با خاصیت مشابه ولی بی خطر یا کم خطر می باشد.
- به جای استفاده از سیلیس در عملیات سندبلاستینگ (ماسه پاشی یا شن پاشی) میتوان از خرده فلز یا آلومینا، انواع سبوس غلات، خاک اره، خرده های چوب گردو، خرده های پوست گردو و بادام و... استفاده نمود.
  - به جای استفاده از صفحه های سنگ سنباده محتوی سیلیس میتوان از صفحه های حاوی اکسید آلومینیوم استفاده نمود.
  - در پاره ای از موارد به جای عملیات سندبلاستینگ (شن پاشی) میتوان از عملیات شات بلاستینگ (ساجمه پاشی) یا ابرسیویلاستینگ (ساینده پاشی) استفاده نمود.
  - به جای استفاده از آجر حاوی سیلیس میتوان از آجرهای حاوی اکسید آلومینیوم استفاده نمود.

### 5-1-1-2- تغییر در فرایند کاری

با استفاد از روش های ترو سیستم مدار بسته آب پاش در دستگاه های مولد سیلیس مثل دستگاه مته، دستگاه برش، دستگاه اره، دستگاه سایش، دستگاه چکش بادی میتوان از ورود گرد و غبار سیلیس به محیط کار جلوگیری نمود .



### 5-1-3- جداسازی و استفاده از محفظه ها

روش های جداسازی و محفظه سازی یکی از روش های کنترلی مهندسی می باشد که در موارد ضروری و عملیاتی که گرد و غبار سیلیس به صورت عمومی قابل کنترل نباشد مورد استفاده قرار می گیرد. مثل محفظه های عملیات سندبلاستینگ که فعالیت با استفاده از هودهای دستکشدار و یا اطاقک های بزرگ مجزبه تهویه مناسب با استفاده از ماسک کامل صورت انجام می گیرد.

### 5-1-4- تهویه

استفاده از روش تهویه به عنوان مهمترین و اصولی ترین بخش روش های کنترلی مهندسی می باشد و با توجه به نوع کار و میزان غلظت سیلیس در محیط کار به صورتهای مختلف مورد استفاده قرار می گیرد.

- تهویه طبیعی - می بایستی به نحوی باشد تا گرد و غبار با هوای گرم به طرف بالا حرکت کرده و از طریق پنجره های نزدیک به سقف خارج شود و مسیر جریان هوای طبیعی از پنجره ها و منافذ در سطح کف به طرف پنجره ها و منافذ در سطح سقف طراحی شوند.
- استفاده از تهویه عمومی مکانیکی - این نوع تهویه می بایستی مجزبه فن یا بادبزن مکنده باشد و در مکان های با غلظت بالای سیلیس در محدوده سقف با رعایت اصول طراحی صحیح مهندسی نصب شوند.
- استفاده از تهویه مکنده موضعی مجهز به هود-کانال- جمع آوری کننده یا فیلتر با رعایت اصول طراحی صحیح مهندسی و قدرت کارآیی و اثربخشی بالا جهت مکنندگی ذرات سیلیس از محیط کار

### 5-1-4-1- سیستم تهویه مکنده موضعی

این سیستم همانطور که در تصویر شماتیک شماره 5 نشان داده می شود دارای اجزای مختلف است و هر کدام وظیفه خاصی را انجام می دهد.



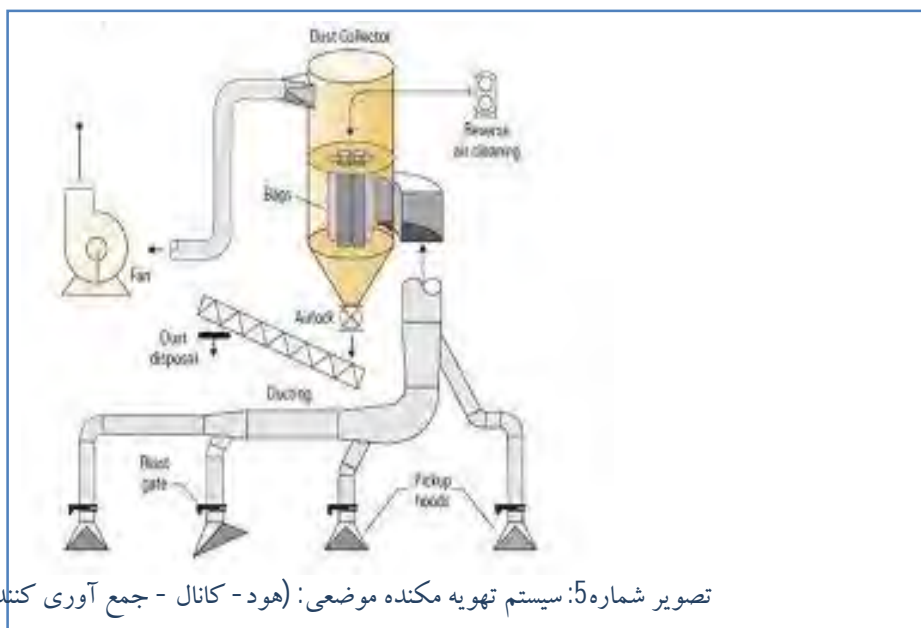
تصویر شماره 4: تصویر کار در محفظه

**هود:** به شکل های مختلف بوده و برای دریافت آلاینده مثل ذرات سیلیس کاربرد دارد و معمولاً برای کنترل گرد و غبار سیلیس انواع هود سایبانی یا دریافت کننده، محصور کننده یا دستکشدار و هود کناری کاربرد دارد.

**کانال:** از جنس ورقهای فلزی مثل ورق گالوانیزه بوده و با توجه به طراحی مهندسی دارای انشعابات گوناگون می باشد از یک طرف به هود و از طرف دیگر به فن یا هواکش مرتبط است.

**جمع آوری کننده یا تصفیه کننده:** برای جمع آوری سیلیس با توجه به نوع کار از بگ هوس - سیکلون - اسکرابر و الکترو فیلتر استفاده می شود.

**فن یا هواکش:** برای سیستم تهویه مکنده موضعی کار با سیلیس معمولاً از هواکش سانتریفیوژی با قدرت مکش و دور در دقیقه مناسب براساس طراحی مهندسی استفاده می شود.



تصویر شماره 5: سیستم تهویه مکنده موضعی: (هود - کانال - جمع آوری کننده و فن)

## 5-2 - روش های صحیح کاری

روش های کنترلی مهندسی در زمانی می تواند مفید به فایده باشد که روش های صحیح کاری و بهداشت فردی توسط مدیران، کارفرمایان و کارگران در محیط کار رعایت شوند. این روشها عبارتند از:

- حمل و نقل صحیح سیلیس به منظور جلوگیری از ریخت و پاش.
- دفع صحیح ضایعات سیلیس.
- تهیه و اجرای برنامه نگهداری تجهیزات و دستگاهها.
- تعمیر و تعویض به موقع دستگاهها و سیستم های کنترلی جهت جلوگیری از نشت و ریخت و پاش گرد و غبار.
- استفاده از روش های برقراری نظم و ترتیب در کارگاه.
- استفاده از جاروب کردن تر به جای استفاده از جاروب کردن خشک.
- منع استفاده از وسایل پمپ باد جهت تمیز کردن دستگاهها و لباس که موجب پراکندگی گرد و غبار سیلیس خواهد شد.
- استفاده از فیلترهای با کارآیی بالا معروف به هپا فیلتر.

## 5-3 - رعایت بهداشت فردی

- دستها و صورت به طور مرتب شسته شوند.
- ممنوعیت خوردن و آشامیدن و جویدن آدامس در محیط کار با سیلیس.
- ممنوعیت استفاده از دخانیات در محیط کار با سیلیس.
- طریقه صحیح استفاده از وسایل حفاظت فردی و نحوه نگهداری صحیح و بهداشتی آن.

#### 5-4 - استفاده از وسایل حفاظت فردی

در صورتیکه روش های کنترلی مهندسی در جلوگیری از گرد و غبار سیلیس در محیط کار اثر بخش نباشد یا ماهیت کار ایجاب نماید، از وسایل حفاظت فردی به عنوان آخرین روش کنترلی استفاده خواهد شد. این وسایل برای کار با گرد و غبار سیلیس عبارتند از:

- لباس کاریکسره و بدون درز و جیب.
- ماسک تنفسی فیلتردار کامل صورت یا نیمه صورت.
- ماسک های تنفسی با توجه به نوع کار و میزان غلظت گرد و غبار سیلیس توسط مهندسین بهداشت حرفه ای انتخاب می شوند. این نوع ماسکها معمولاً به صورت یک فیلتره یا دو فیلتره با کارایی حفاظت بالا و در شکل های مختلف مشاهده می شود مثل ماسک نیمه صورت که روی صورت قرار می گیرد و دهان و بینی را می پوشاند و ماسک کامل صورت که روی صورت قرار می گیرد و علاوه بر دهان و بینی چشمها را نیز می پوشاند یا نوعی از ماسک که همراه با لباس یکسره روی سر قرار می گیرد و علاوه بردهان، بینی و چشم، مو و سر را به طور کامل می پوشاند و معمولاً در عملیات سندبلاستینگ در مقیاس بزرگ کاربرد دارد.
- از بین ماسک های تنفسی فیلتردار ماسک تنفسی ساده از نوع پنبه ای معروف به N95 به دلیل کارآیی بالا، فراوان بودن، مقرون به صرفه بودن و همچنین سبک و راحت بودن برای اغلب ائروسولها از جمله ذرات سیلیس توصیه می شود.



تیمارهای مختلف ماسک تنفسی N95

#### 5-4-1- راهنمای استفاده از ماسک تنفسی N95

این نوع ماسکها به طور عام به تصفیه کننده های ذرات معروف هستند و علامت "N" خلاصه عبارت "Not resistant to oil" به معنای عدم مقاومت در مقابل ذرات روغنی بوده و علامت "95" یعنی این نوع فیلتر دارای کارآیی 95 درصد جهت جلوگیری از ذرات می باشد و علامت "99" و "100" نیز کارآیی فیلترها را در حد 99 و 100 درصد بیان می نماید. این نوع فیلترها برای ذرات در حد 0/3 میکرون یا بیشتر کاربرد دارد و علاوه برحفاظت در مقابل میکروبهای بیماریزا برای حفاظت در مقابل دیگر ائروسولها مثل ذرات سیلیس دارای اثر بخشی خوب می باشد. برای استفاده از ماسک تنفسی به مراحل ذیل توجه شود.

- 1) ماسک را روی کف دست قرار داده به نحوی که قطعه فلزی مربوط به بینی با نوک انگشتان دست لمس شوند و بندهای کشی آن آزادانه در زیر دست آویزان باشد.
- 2) ماسک را روی صورت و زیر چانه قرارداده تا قطعه فلزی بینی به طرف بالا باشد. یکی از بندهای کشی را روی سر و دیگری را پشت گردن و پایین تراز گوش قرار دهید.
- 3) انگشتان دست را روی قطعه فلزی بینی ماسک قرار داده و کمی فشار دهید و سپس بندهای کشی را از پشت سر و پشت گردن بکشید تا ماسک به طور کامل به صورت بچسبد.
- 4) برای آزمایش کارآیی ماسک ابتدا دو دست را بطور کامل روی ماسک قرار داده و نفس می کشیم، ماسک قدری به طرف داخل فرو خواهد رفت و بلعکس با بازدم ماسک به طرف بیرون برآمدگی خواهد داشت.

#### 5-4-2- برای کار با سیلیس چه نوع ماسک تنفسی را انتخاب نماییم؟

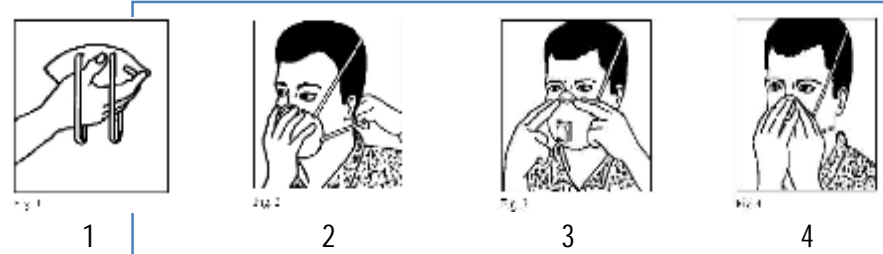
برای کار با سیلیس با توجه به نوع کار و میزان گرد و غبار موجود در محیط کار، ماسک تنفسی را انتخاب می نماییم.

در انتخاب ماسک تنفسی همیشه توصیه سازمان های بهداشت حرفه ای ملی و بین المللی (نیوش - اوشا و ...) را بکار ببریم.

(انتخاب انواع ماسک تنفسی با توجه به نوع کار و میزان گرد و غبار سیلیس در محیط کار)

- 1) پوشاندن دهان با پارچه مثل دستمال یا بلوز شمارا در مقابل گرد و غبار سیلیس محافظت نخواهد کرد.
- 2) با استفاده از ماسک تنفسی N95 یا بالاتر حداقل حفاظت در مقابل گرد و غبار سیلیس را فراهم نمائید.

- (3) با استفاده از ماسک تنفسی نیمه صورت یک فیلتره یا دو فیلتره با فیلترهای با راندمان بالا در مقابل گرد و غبار سیلیس محافظت شوید.
- (4) با استفاده از ماسک تنفسی کامل صورت یک فیلتره یا دو فیلتره با فیلترهای با راندمان بالا در مقابل گرد و غبار سیلیس محافظت شوید.
- (5) با استفاده از ماسک تنفسی کامل صورت متصل به شیلنگ هوا (Powered Air) با فیلترهای با راندمان بالا در مقابل گرد و غبار سیلیس محافظت شوید.
- (6) با استفاده از ماسک تنفسی کامل صورت متصل به پمپ هوا (Supplied-Air Respirator) با فیلترهای با راندمان بالا در مقابل گرد و غبار سیلیس محافظت شوید.
- (7) با استفاده از ماسک تنفسی کامل صورت از نوع هود (Type CE) با فیلترهای با راندمان بالا مخصوص عملیات سندبلاست در مقابل گرد و غبار سیلیس محافظت شوید. تصاویر این نوع ماسکها با ذکر شماره در ذیل نشان داده می شود.



تصویر شماره 7: مراحل پوشاندن ماسک N95 بر روی صورت

### انواع ماسک تنفسی مخصوص کار با سیلیس



۱



۲



۳



۴



۵



۶



۷

تصویر شماره ۸: تصاویر انواع ماسک تنفسی مخصوص کار با سیلیس با توجه به نوع کار و میزان

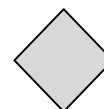
سیلیس



## 3-4-5 طبقه بندی کاربر مبنای نوع و غلظت سیلیس و تعیین نوع ماسک تنفسی

## بر اساس دستورالعمل NIOSH AP

طبقه ۳	طبقه ۲	طبقه ۱	نوع طبقه نوع سیلیس و غلظت
$> 2/5$ $mg/m^3$	۲/۵۰ تا $> . / ۵۰$ $mg/m^3$	.۵ تا . / ۵۰ $> . /$ $mg/m^3$	کریستوبالیت و تریپیمیت
$> ۵$	$> ۱$ تا ۵ $mg/m^3$	$> . / ۱۰$ تا ۱ $mg/m^3$	کوارتز و تریپولی



## 5-4-4- تعیین نوع ماسک تنفسی و اقدامات کنترلی با توجه به نوع طبقه و فعالیت

نوع فعالیت	نوع ماسک مورد نیاز	اقدامات کنترلی
<b>طبقه ۱</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- مته کردن بتن یا سنگ</li> <li>- خرد کردن بتن آسفالت</li> <li>- کار بامیکسرو قیفهای سنگ کوبی با درصد بالای سیلیس (95درصد)</li> <li>- حمل و نقل سیلیس</li> <li>- مکان هایی که گرد و غبار سیلیس در هوا کاملاً مشهود است.</li> <li>- کاردر 25 متری نواحی که کمپرسور با هوای فشرده برای جمع کردن سیلیس استفاده می شود.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ماسک تنفسی نیمه صورت از نوع فیلتردار (ماسک سری N با کارآیی ۹۵، ۹۹ یا ۱۰۰ درصد)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تمیزکردن محوطه کاربعد از هر فعالیتی.</li> <li>- منع استفاده از هوای فشرده کمپرسور و جاروی خشک برای نظافت.</li> <li>- کارگران در معرض سیلیس به طور مرتب دوش بگیرند.</li> <li>- گرد و غبار سیلیس روی لباس جمع آوری شوند.</li> <li>- لباس کار کارگران توسط رختشویخانه مرتب شستشو شود.</li> <li>- در مکان های کار با سیلیس تابلوهای هشدار دهنده نصب شود:</li> <li>در این مکان خطر تماس با سیلیس وجود دارد.</li> </ul>

## 5-4-5- تعیین نوع ماسک تنفسی و اقدامات کنترلی با توجه به نوع طبقه و فعالیت

اقدامات کنترلی	نوع ماسک مورد نیاز	نوع فعالیت
علاوه بر اقدامات کنترلی طبقه ۱ موارد ذیل مورد توجه قرار گیرد: افراد متفرقه به غیر از کارگران مشاغل یاد شده حداقل ۱۰ متر از محل کار فاصله داشته باشند و در مکان هایی که امکان مدیریت جلوگیری از ورود افراد متفرقه وجود ندارد از حفاظ یا محفظه استفاده شود.	ماسک تنفسی کامل صورت از نوع فیلتر دار با کارایی ۱۰۰ درصد	طبقه ۲
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- کار با چکش بادی قوی</li> <li>- مته کردن بتن یا سنگ قسمتی از تونل یا جاده</li> <li>- کار با ابزار برش، آسیاب، صیقل دهنده بتون و سنگ - بنایی - سنگ بری</li> <li>- کارد تونل (مته کردن، حمل و نقل مواد)</li> <li>- خرد کردن بتن با مته و چکش بادی برقی</li> <li>- نظافت خشک در عملیات سند بلاستینگ</li> <li>- استفاده از کمپرسور هوای فشرده برای برداشتن گرد و غبار سیلیس در هوای آزاد</li> <li>- ورود به محوطه کار عملیات سند بلاستینگ بعد از پانزده دقیقه</li> </ul>

## 5-4-6- تعیین نوع ماسک تنفسی و اقدامات کنترلی با توجه به نوع طبقه و فعالیت

اقدامات کنترلی	نوع ماسک مورد نیاز	نوع فعالیت
<p>علاوه بر اقدامات کنترلی طبقه ۱ و ۲ به موارد ذیل نیز توجه شود:</p> <p>۱- کارگرانی که ۱۵ دقیقه پس از انجام عملیات ساینده پاشی وارد محوطه می شوند از ماسک تنفسی سری N با کارایی ۹۵، ۹۹ یا ۱۰۰ درصد استفاده نمایند.</p> <p>۲- کارگرانی که بیش از ۱۵ دقیقه پس از انجام عملیات ساینده پاشی وارد محوطه می شوند از ماسک تنفسی مدل NIOSH APF - 50 استفاده نمایند.</p>	<p>ماسک تنفسی نیمه صورت برای کار در عملیات ساینده پاشی (Abrasive Blasting)</p> <p>ماسک تنفسی کامل صورت برای کار در عملیات ساینده پاشی (Abrasive Blasting)</p>	<p>طبقه 3</p> <p>- عملیات ساینده پاشی (Blasting Abrasive) با مواد ساینده حاوی سیلیس با غلظت مساوی یا بیشتر از یک درصد.</p> <p>- عملیات ساینده پاشی (Blasting Abrasive) برای سطوحی با غلظت سیلیس مساوی یا بیشتر از یک درصد.</p>

### 5-5 - مراقبتهای پزشکی و بهداشتی

هدف از انجام مراقبتهای پزشکی و بهداشتی تشخیص به موقع و زودرس سیلیکوزیس ناشی از تماس با ذرات سیلیس می باشد تا با انجام مراقبتهای پزشکی و بهداشتی این بیماری در نقطه شروع فعالیت شناسایی شده و از پیشرفت بیماری جلوگیری به عمل آید.

بهترین روش مراقبتهای پزشکی جهت پیش گیری بیماری مربوط به سیلیس برنامه غربالگری پزشکی است که با انجام معاینات اولیه و معاینات دوره ای پیگیری خواهد شد.

#### 5-5-1- معاینات اولیه

1- تکمیل پرسشنامه شامل:

- سوابق و شرح حال تماس با سیلیس از دیدگاه بهداشت حرفه ای
- سوابق و شرح حال پزشکی
- بررسی ریه

2- آزمایش عملکرد ریه (اسپیرومتری)

3- رادیوگرافی قفسه سینه

(اگر فرد بیش از 12 ماه با سیلیس تماس داشته باشد و یا قبلاً با سیلیس بیش از 12 ماه تماس داشته است)

4- معاینه پزشکی با تمرکز بر روی ریه ها

5- آموزش در مورد خطرات و روش های کنترلی کار با سیلیس

#### سوابق و شرح حال پزشکی و بهداشت حرفه ای موارد ذیل را شامل می شود:

- مسائل اولیه پزشکی و بهداشت حرفه ای
- عادات فردی مثل کشیدن سیگار
- سوابق ناراحتی های ریوی در گذشته مثل بیماری سل
- تکرار و مدت تماس فرد با سیلیس از زمان معاینه قبلی تا کنون

#### 5-5-2- معاینات دوره ای

1- تکمیل پرسشنامه شامل:

- سوابق و شرح حال تماس با سیلیس
- سوابق و شرح حال پزشکی

- بررسی ریه

2- آزمایش عملکرد ریه (اسپیرومتری)

3- رادیوگرافی قفسه سینه

4- معاینه پزشکی با تمرکز بر روی ریه ها

5- تهیه گزارش و ارجاع به متخصص

5-5-3- آزمایش PPD<sup>1</sup> (آزمایش پوستی تشخیص بیماری سل)

این آزمایش برای تشخیص بیماری سل یا تویرکلوزیز انجام می شود و در پیش گیری از سیلیکوزیس اثربخش خواهد بود زیرا بیماری سل اثر تشدید کننده بر این بیماری دارد.

5-5-4 - تزریق واکسن آنفلوآنزا و پنوموکوک

با تزریق این واکسن افرادی که با سیلیس تماس داشته باشند مصونیت لازم را در مقابل بیماری آنفلوآنزا و پنوموکوک پیدا کرده و از ظرفیت ریوی بالاتری برخوردار خواهند بود و استعداد کمتری نسبت به بیماری ریوی مربوط به سیلیس از خود نشان می دهند.

5-5-5 - فعال کردن تشکیلات بهداشتی درمانی

راه اندازی، تجهیز و پشتیبانی از مراکز ارائه خدمات بهداشتی درمانی در کارگاه شامل:

- مرکز بهداشت کار

- خانه بهداشت کارگری

- ایستگاه بهگر

- کمیته های حفاظت فنی و بهداشت کار

5-5-6 - آزمایشات عملکرد ریه مخصوص کار با سیلیس

FORCED EXPIRATORY VOLUME =FEV1

FVC = VITAL CAPACITY FORCED

FEV1/FVC ratio =

FORCED EXPIRATORY VOLUME/

FORCED VITAL CAPACITY

5-5-7- جدول تکرار آزمایش رادیوگرافی سینه مخصوص کار با سیلیس

طول مدت تماس  
1- (PPD)PURIFIED PROTEIN DERIVATIVE

تکرار آزمایش

تا ۱۵ سال  
بیش از ۱۵ سال

هر چهار سال یکبار  
هر دو سال یکبار

### 5-5-8- فعال کردن سیستم کمک های اولیه

این سیستم به کمک تشکیلات بهداشتی درمانی کارگاه می تواند در مواقع اضطراری و اورژانسی به فوریت کمک های اولیه و نجات بخش را برای افرادی که با گرد و غبار سیلیس کار می کنند و دچار حادثه از دست دادن تنفس شده اند اثربخش باشد.

### 5-5-8-1- اصول کمک های اولیه تماس با سیلیس

#### تماس چشم با سیلیس:

- بلافاصله چشمها با آب فراوان حداقل به مدت 15 دقیقه شستشو داده شوند و در هنگام شستشو بطور مرتب پلک زده شود.
- استفاد از دستگاہ چشم شور.
- در صورت تماس چشم با سیلیس لنزها برداشته شوند. (اگر از لنز استفاده می شود)

#### تماس پوست با سیلیس:

- لباس آلوده به سیلیس درآورده شود و دستهای آلوده به سیلیس با آب و صابون شسته شود.

#### تماس تنفسی با سیلیس:

- فرد از محل تماس با ذرات سیلیس دور شود.
- تنفس مصنوعی در صورت از بین رفتن علائم تنفس انجام شود.
- انتقال مصدوم به بیمارستان.

### 5-5-9- کنترل تماسهای تشدید کننده در تماس با سیلیس:

(Exposure Mixed)

بعضی از عوامل مثل کشیدن سیگار و بیماری سل و یا کاهش ظرفیت تنفسی به هر دلیل می تواند اثر تشدید کننده بر بیماریهای ریوی مثل بیماری سیلیکوزیس داشته باشد و این افراد نسبت به دیگران تمایل بیشتری را برای مبتلا شدن به بیماری سیلیکوزیس از خودشان نشان می دهند. این عوامل عبارتند از:

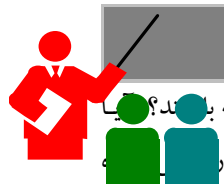
- **کشیدن سیگار** - بیماریهای قلبی، سرطان ریه، آمفیوزم و دیگر ناراحتی های ریوی را به دنبال دارد و افرادی که در تماس با ذرات سیلیس قرار دارند و از طرفی دخانیات بخصوص سیگار مصرف می نمایند بیشتر از دیگران در معرض بیماریهای ریوی، از جمله بیماری ریوی سیلیکوزیس قرار دارند و سیگار نیز اثر تشدید کننده بر بیماری خواهد داشت.
- **بیماری سل** - این بیماری نیز می تواند اثر تشدید کننده بر ریه افرادی که با ذرات سیلیس تماس دارند داشته باشد.
- **کاهش ظرفیت ریوی** - عوامل کاهش دهنده ظرفیت ریوی به صورت دائم یا موقتی، مثل سرما خوردگی می تواند اثر تشدید کننده بر ریه افرادی که با ذرات سیلیس تماس دارند داشته باشد.

#### راهکار:

- رعایت قانون منع کشیدن سیگار در محل کار.
- عدم کشیدن سیگار و یا ترک نمودن سیگار در نزد افرادی که در تماس با سیلیس هستند.
- نصب تابلوهای هشدار دهنده در محل کار در مورد خطرات سیگار.
- انجام به موقع معاینات قبل از استخدام و دوره ای به منظور تشخیص فوری بیماری و انتخاب افراد سالم و گماردن آنها در شغل مورد نظر با توجه به استعداد شخصی.
- افزایش ظرفیت ریوی توسط ورزش و تمرینات.



## 5-6 - آموزش و تربیت



آیا مدیران یا کارفرمایان اطمینان دارند کارگران تحت نظارت لازم و کافی را در مورد برنامه های کنترل تماس با سیلیس داشته باشند؟ آیا میزان آگاهی کارگران در زمینه های مختلف ایمنی و بهداشت از آنها است؟ پاسخ به چنین سئوالاتی صرفاً با فراهم نمودن امکانات آموزشی و تربیتی کارگران جهت ایجاد محیط کار ایمن و سالم در مقابل عوامل زیان آور محیط کار مثل گرد و غبار سیلیس میسر خواهد شد. سرفصل های مهم برنامه آموزشی و تربیتی کارگرانی که همواره در معرض گرد و غبار سیلیس قرار دارند عبارتند از:

- خطرات و آسیب های ناشی از تماس با گرد و غبار سیلیس.
- احتمالات خطر مربوط به تماس با گرد و غبار سیلیس.
- علائم و نشانه های مربوط به بیماری تماس با گرد و غبار سیلیس.
- روش های ایمن و سالم کار با گرد و غبار سیلیس شامل:
  - استفاده صحیح از محفظه ها و مانع ها.
  - دفع صحیح زباله ها و پسماندهای مربوط به سیلیس.
  - آلودگی زدایی فردی.
- استفاده صحیح از ماسک تنفسی و دیگر وسائل حفاظت فردی و نحوه تمیز نگهداشتن آنها.
- کاربرد سیستم های کنترل گرد و غبار سیلیس شامل:
  - کاربرد هواکش عمومی.
  - کاربرد سیستم مکنده موضعی (LEVsystem).
  - روش های ترکار با گرد و غبار سیلیس.
- کمکهای اولیه و روش های آشنایی با این نوع کمکها.
- شناخت محل و چگونگی استفاده از ایستگاه شستشوی چشم.
- نحوه گزارش دهی تماس با گرد و غبار سیلیس.



تصویر شماره 9: کلاس آموزش

## 6- کلیات عوارض و بیماریهای شغلی مرتبط با سیلیس

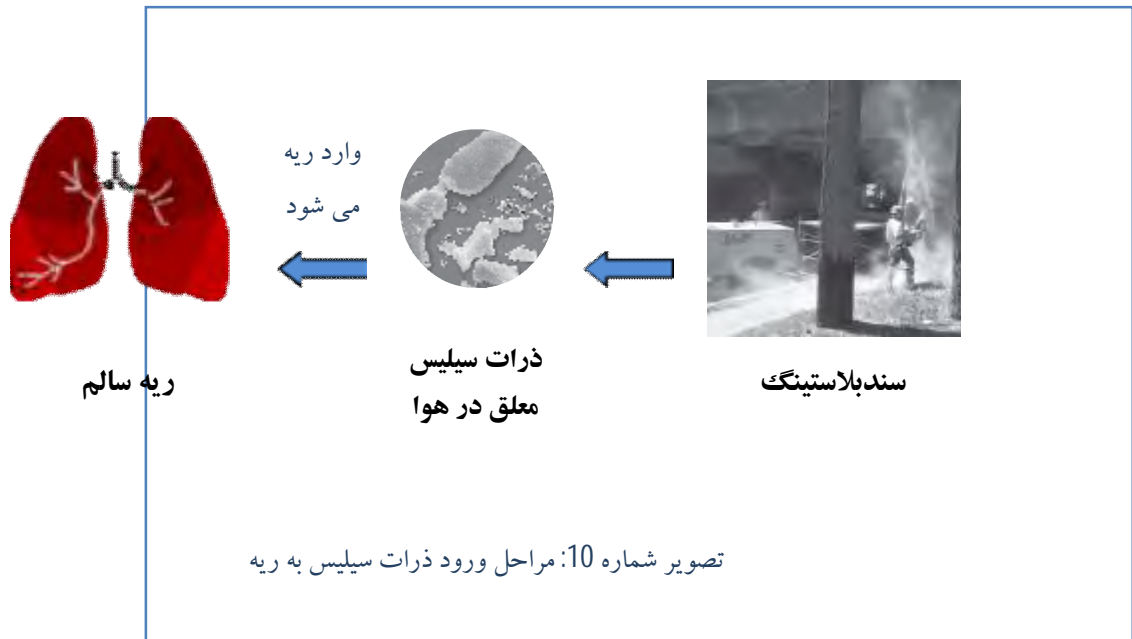


بیماری سیلیکوز یا سیلیکوزیس یک بیماری شغلی پیش رونده، ناتوان کننده و اغلب بیماری کشنده ایست که در اثر تماس و استنشاق ذرات قابل تنفس سیلیس متبلور بوجود می آید. این ذرات با چشم دیده نمی شوند و فقط با میکروسکوپ قابل رؤیت هستند. همانطور که پیشتر گفته شد سیلیس به دو شکل متبلور و غیرمتبلور یا بی شکل وجود دارد و نوع سیلیس متبلور به وفور در طبیعت و در پوسته زمین، خاک، ماسه و در سنگ های گرانیتی و بطور کلی علاوه بر صنعت در خیلی از موادی که انسان بطور روزانه با آن سر و کار دارد نیز یافت می شود به عنوان مثال ریشه سبزیجات نشسته مثل هویج ممکن است به مقدار زیادی خاک حاوی سیلیس متبلور آلوده باشد و برای کارگران برداشت کننده، بسته بندی کننده و افرادی که بعداً با آن تماس خواهند داشت خطرناک باشد.

این موضوع مهم را به خاطر داشته باشیم "سیلیس فقط در زمانی می تواند سیلیکوزیس ایجاد نماید که گرد و غبار آن توسط تنفس وارد ریه ها شود"

### 6-1- ذرات سیلیس چگونه وارد ریه می شود؟ در ریه چه اتفاقی رخ می دهد؟

در فعالیتها و مشاغل کار با سیلیس مثل عملیات سندبلاستینگ ذرات سیلیس معلق در هوا از طریق تنفس وارد ریه شده و در آلوئولها یا حبابچه های ریوی به دام می افتند و به بافت ریه آسیب میرسانند و بافت ریه زخمی شده و شکل ریه حالت جمع شدگی پیدا کرده و کوچک می شود و در طی مدت نموده و تنفس مشکل می شود و در صورت ادامه کار با سیلیس، سیلیکوزیس کم کم نمایان خواهد شد. در تصاویر زیر مراحل ورود ذرات سیلیس به ریه و تشکیل سیلیکوزیس فارغ از تئوریهای تشکیل آن به صورت شماتیک نشان داده می شود.



ذرات سیلیس در حبابچه  
های ریوی به دام می افتد

1

بافت ریه زخمی شده و  
شکل ریه کوچک می شود

2

بافت زخمی شده و شکل  
ریه کوچک می شود

در طی زمان زخمها برجسته  
می شود

3

4

تنفس مشکل می شود

تصویر 5 نمای شماتیک مراحل سیلیکوزیس

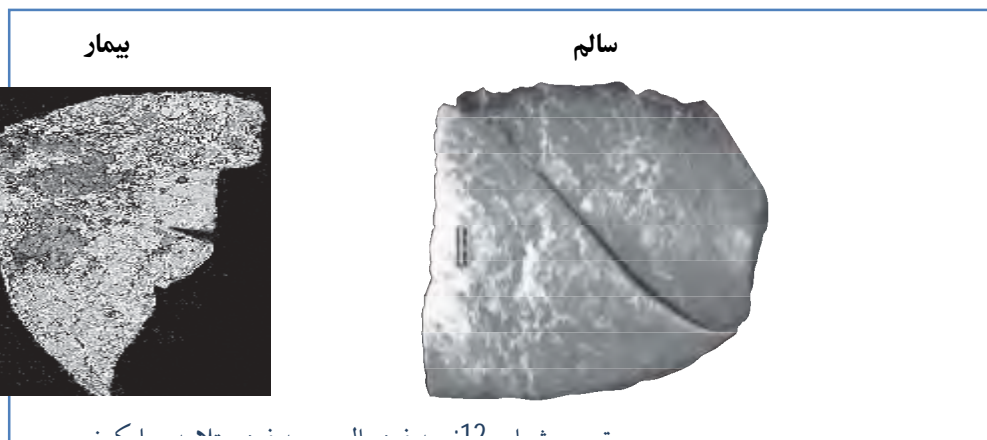
5

سیلیکوزیس کم کم بروز  
می نماید

بماری

همچنین در تصویر شماره 12 ریه فرد سالم قبل از تماس با  
سیلیکوز پس از تماس با ذرات سیلیس نشان داده می شود.

6



### 6-2 - علامت سیلیکوزیس کدام است ؟

اگرچه سیلیکوزیس در ابتدا بدون علامت می باشد ولی در شروع بیماری بیماری مشکل تنفسی به شکل تنگی نفس دارد و با سرفه شدید همراه خواهد بود و علامات دیگر مثل از دست دادن اشتها، درد قفسه سینه و ضعیف شدن بدن نیز مشاهده خواهد شد.

سیلیکوزیس بعد از انجام معاینات دوره ایو آزمایشات مربوطه توسط پزشک متخصص طب کار یا متخصص ریه قابل تشخیص است

### 6-3 - چگونه پزشک سیلیکوزیس را تشخیص می دهد؟

پزشک با دریافت سابقه و شرح حال کامل شغلی فرد و انجام رادیوگرافی ریه و آزمایش اسپرومتری می تواند بیماری سیلیکوزیس را تشخیص دهد.

### 6-4 - اشکال مختلف سیلیکوزیس کدامند؟

سیلیکوزیس به سه شکل سیلیکوزیس مزمن، سیلیکوزیس حاد و سیلیکوزیس شتابان یا تسریع شونده روی بیمار اثر گذار است:

#### 6-4-1- سیلیکوزیس مزمن:

بعد از ده سال یا بیشتر در اثر تماس با غلظت پایین سیلیس بوجود می آید.

**6-4-2- سیلیکوزیس حاد:**

بعد از 4 تا 5 سال و بعد از تماس با سیلیس با غلظت بالا ایجاد می شود.

**6-4-3- سیلیکوزیس شتابان (تسریع شونده):**

بعد از 5 تا 10 سال و بعد از تماس اولیه با سیلیس با غلظت بالا ایجاد می شود.

در نزد افرادی که در معرض سیلیس و بیماری ریوی سیلیکوزیس قرار دارند در ابتدا علامتی دیده نمی شود و در پیشرفت بیماری علائم ذیل مشاهده می شود:

- تنگی نفس
- سرفه شدید
- کم شدن اشتها
- ضعیف شدن

## 7 - روش های پایش سیلیس در محیط کار



برای کنترل همیشگی و مطمئن سیلیس در محیط کار، پایش مرتب برنامه کنترلی ضروری به نظر میرسد و برای اجرای پایش صحیح برنامه علاوه بر بررسی ها و بازرسی های زماندار و تکمیل چک لیستها، نمونه برداری، اندازه گیری و تجزیه و تحلیل نمونه ها توسط دستگاه های مخصوص با استفاده از روش های توصیه شده سازمان های بهداشت صنعتی و بهداشت حرفه ای ملی و بین المللی و مقایسه آنها با استانداردهای ملی و بین المللی از اهمیت خاصی برخوردار است.

لذا به ارکان اصلی پایش یعنی نمونه برداری از سیلیس، و آنالیز نمونه ها و مقایسه آن با استانداردها و حدود مجاز به طور خلاصه اشاره خواهد شد و در صورت نیاز به مطالب بیشتر به دیگر منابع علمی مربوطه رجوع شود.

### 7-1 - استراتژی پایش سیلیس

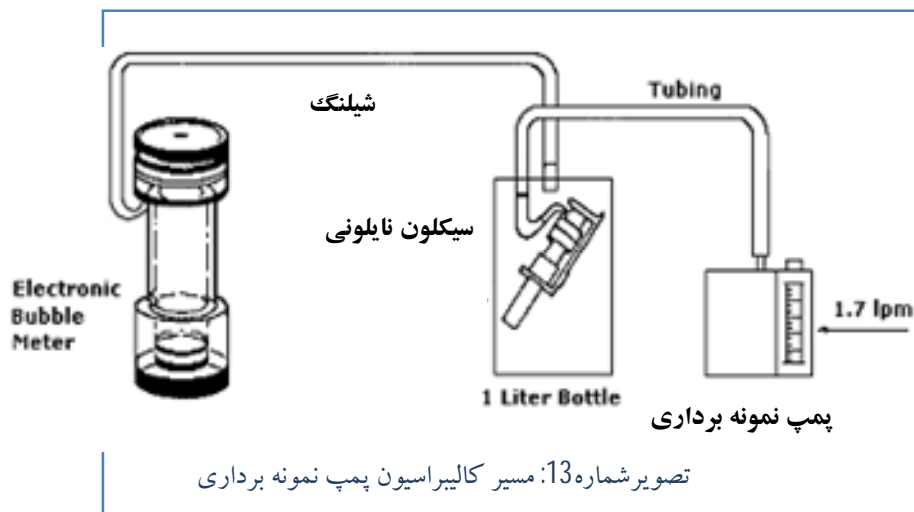
برای اتخاذ این استراتژی واژه "**3 selection**" یا "سه انتخاب" رل مهمی را در نمونه برداری سیلیس ایفا می نماید:

- شغل مورد نظر را انتخاب کنید.
- تجهیزات را انتخاب کنید.
- فرد مورد نظر را انتخاب کنید.

## 7-2 - نمونه برداری سیلیس و انتخاب تجهیزات مورد نیاز

برای نمونه برداری سیلیس در منطقه تنفسی کارگر وسائل و تجهیزات ذیل مورد نیاز می باشد:  
 پمپ نمونه برداری - لوله قابل انعطاف پلاستیکی - سیکلون گرد و غبار قابل استنشاق  
 کالیبراتور - شارژر - فیلترهای PVC با قطر 37 میلیمتر - کمربند پمپ - ویالهای نمونه برای نمونه های  
 شاهد.

**توجه شود:** پمپ نمونه برداری پیش از نمونه برداری و پس از نمونه برداری در حالت استفاده از فیلترحتماً کالیبره شود.





### 7-3 - نمونه برداری سیلیس و انتخاب شغل مورد نظر

با توجه به هدف نمونه برداری محل نمونه برداری و وظیفه مورد نظر نماینده عنوان شغلی باشد به عنوان مثال وقتی میخواهیم میزان سیلیس را در شغل مته کردن بتن سقف نمونه برداری نمائیم فیلتر هولدر می بایستی به یقه کارگری وصل شود که مشغول کار با مته می باشد.

فیلتر هولدر مجهز به فیلتر پی وی سی با قطر 37 میلیمتر بر روی یقه کارگر مته کار، نزدیک به دهان وی نصب شده است و از طرف دیگر به پمپ نمونه بردار فردی متصل میباشد. در ضمن کارگر در هنگام نمونه برداری میبایستی از ماسک تنفسی استفاده نماید.



فیلتر هولدر

تصویر شماره 14: نمونه برداری گردوغبار سیلیس

### 7-4 - نمونه برداری سیلیس و انتخاب فرد مورد نظر

برای نمونه برداری سیلیس انتخاب فرد مورد نظر که از پیش اطلاعات نمونه برداری در مورد وی در فرم مخصوص ثبت شده است حائز اهمیت می باشد. این اطلاعات شامل موارد ذیل می باشد:

- حداقل تعداد دفعات حضور فرد در نمونه برداری
- تعداد دفعاتی که پمپ روشن و خاموش می شود
- فعالیت های فرد
- چگونگی استفاده از وسائل حفاظت فردی
- کار وی در مشاغل دیگر
- کارهای کنترلی انجام شده
- آب و هوای محیط کار در زمان نمونه برداری

### 7-5- آنالیز نمونه های سیلیس

نمونه های جمع آوری شده به آزمایشگاه رفرانس تحویل داده شده تا تجزیه و تحلیل لازم با توجه به امکانات موجود انجام شود. معمولاً برای آنالیز یا تجزیه تحلیل نمونه های سیلیس از روش های ذیل استفاده می شود:

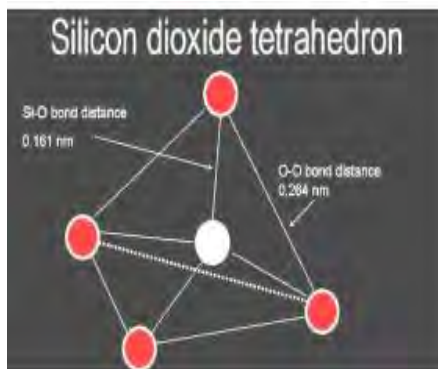
#### 7-5-1- روش پراش اشعه ایکس (X-Ray diffraction)

- روش پراش اشعه ایکس دارای مزایا و معایبی است:
- این روش برای آنالیز سیلیس از نوع کریستالی یا متبلور کاربرد دارد و در حقیقت طول موج این نوع سیلیس برای طول موج اشعه ایکس مناسب است.
- این روش برای ماتریکس های پیچیده عالی است.
- برای تشخیص پلی مورف نیز خوب است.
- این روش پرهزینه و گران است.

#### متدهای پراش اشعه ایکس:

برای آنالیز سیلیس کریستالی یا متبلور با استفاده از پراش اشعه ایکس از متدهای ذیل استفاده می نمائیم:

NIOSH Method 7500	متد نیوش شماره ۷۵۰۰
OSHA Method ID 142	متد اوشا با شماره شناسایی ۱۴۲



تصویر شماره 15: نمای شماتیک پراش اشعه ایکس

**7-5-2- روش مادون قرمز: Method Infrared**

این روش نیز برای آنالیز سیلیس کاربرد دارد و برای ماتریکسهای ساده بسیار عالی است و برای تشخیص پلی مورف ها مشکل دارد.

**7-5-3- روش گراویمتری: Gravimetric Method**

این روش برای آنالیز گرد و غبار قابل استنشاق سیلیس کاربرد دارد و از متد ذیل استفاده می شود:

NIOSH Method 0600

متد نیوش شماره ۰۶۰۰

در این روش درصد سیلیس می بایستی از پیش مشخص شده باشد.

**7-6- مقایسه میزان سیلیس اندازه گیری شده با میزان حد مجاز استاندارد:**

میزان سیلیس پس از نمونه برداری و آنالیز نمونه ها توسط دستگاه به روش های فوق مشخص شده و سپس با استانداردهای ملی و جهانی مطابقت داده می شود این استانداردها با توجه به نوع سیلیس و سازمان ارائه کننده آن متفاوت بوده و با توجه به نزدیکی آن به استانداردهای ملی کشور انتخاب شده و مورد استفاده قرار می گیرد. نمونه ای از جدول مقدار حد مجاز سیلیس در تماس شغلی با توجه به سازمان مرجع و نوع سیلیس و مقادیر توصیه شده در ذیل نشان داده می شود.

**7-7 - جدول مقدار حد مجاز سیلیس در تماس شغلی با توجه به سازمان مرجع و نوع سیلیسوم**

مقدار حد مجاز برحسب میلی گرم در مترمکعب	نوع سیلیس	سازمان مرجع
REL=0.05 برای بیش از ۱۰ ساعت در روز و ۴۰ ساعت در هفته	سیلیس متبلور: کوارتز- کریستوبالیت وتریدیمیت به عنوان گرد و غبار قابل استنشاق	NIOSH
PEL=10%quarts+2 برای ۸ ساعت کار در روز با استفاده از TWA برابر است با نصف فرمول بالا	۱- سیلیس متبلور: کوارتز قابل استنشاق ۲- سیلیس متبلور: کریستوبالیت قابل استنشاق	OSHA
TLV=0.05 برای ۸ ساعت کار در روز و با استفاده از TWA	۱- سیلیس متبلور: کوارتز قابل استنشاق	
TLV=0.05 برای ۸ ساعت کار در روز و با استفاده از TWA	۲- سیلیس متبلور: کریستوبالیت قابل استنشاق	ACGIH
TLV=0.05 برای ۸ ساعت کار در روز و با استفاده از TWA	۳- سیلیس متبلور: تریدیمیت قابل استنشاق	

## 8 - آشنایی با عملیات سندبلاستینگ:



واژه سندبلاست به معنی ماسه پاشی یا شن پاشی است و به وسیله هوای فشرده و پاشش یا پرتاب مواد ساینده با سرعت بالا برای تمیز کردن یا صیقل دادن سطوح فلزی استفاده می شود البته به همین منظور واژه ها یا روش های مشابه دیگر مثل شات بلاست (ساجمه پاشی)، ابرسیوبلاست (ساینده پاشی) نیز کاربرد دارد ولی بیشتر

افراد از واژه معروف و مصطلح سندبلاست استفاده می نمایند. یکی از روش های معمول برای حفاظت و نگهداری سطوح خارجی و داخلی فلزات مثل خطوط لوله های فلزی، مخازن فلزی، سازه های فلزی و بدنه وسائط نقلیه مثل اتومبیل، قطار و کشتی در زنگ زدگی، پوشش به وسیله انواع رنگها، رزینها و عایق هاست. داشتن یک سطح تمیز و مناسب و مقابل عاری از هرگونه زنگ زدگی جهت اجرای چنین پوششی لازم و ضروری می باشد معمولاً برای تمیز کردن سطوح اجسام کوچک از روش های برس زنی، سنگ زنی، سمباده زنی و صیقل دادن استفاده می نمایند و برای اجسام بزرگتر و با وسعت بالا روش های فوق بسیار وقت گیر و مشکل خواهد بود لذا از عملیات سندبلاستینگ و روش های مشابه استفاده می شود.

### 8-1 - کاربردهای عملیات سندبلاستینگ کدامند؟

- زنگ برداری و رنگ برداری سطوح داخلی و خارجی قطعات به ویژه قطعات فلزی.
- زبر کردن سطوح قطعات (با استفاده از ساینده های مخصوص) جهت بهینه انجام شدن عملیات لعاب کاری و تفلون کاری برای نگهداری و کیفیت بهتر.
- آماده کردن سطوح قطعات فلزی برای انجام انواع آبکاریهای صنعتی و تزئینی یا رنگ.
- صیقل کاری مات و تمیز کاری انواع قالب های صنعتی به ویژه قالب های ریخته گری.
- حک کردن نوشته ها و شکل های مختلف و برجسته کاری بر روی سطوح فلزی، شیشه ای، چوبی، کاشی و سرامیک به منظور انجام کارهای هنری، تبلیغاتی و تجاری.

## 8-2 - روش کار سندبلاست چیست و خطرات بهداشتی آن کدامند؟

در عملیات سند بلاست مواد ساینده که عمدتاً از جنس سیلیس، خرده های فلزی و اکسید فلزات مثل اکسید آلومینیوم هستند با استفاده از فشار زیاد کمپرسور توسط نازل دستگاه شتاب گرفته و بر روی سطوح مورد نظریا سرعت زیاد در حد 100 تا 150 متر در ثانیه پاشیده می شوند و گرد و غبار این مواد بخصوص سیلیس در هوای محیط کار به صورت معلق پراکنده شده و برای کارگران این نوع مشاغل که به سندبلاستر معروف هستند از نظر بهداشتی خطرناک بوده و از طریق استنشاق گرد و غبار سیلیس بیماری شغلی سیلیکوز یز را به دنبال دارد.



تصویر شماره 16: تصاویر عملیات سندبلاستینگ

### 8-3 - عوامل اصلی عملیات سندبلاست

در حقیقت برای انجام عملیات سندبلاست مواردی وجود دارد که شناختن و مداخله در آنها می تواند

در پیش گیری و کنترل سیلیس در محیط کار مؤثر باشد این موارد یا عوامل عبارتند از:

- مواد ساینده مثل سیلیس
- کمپرسور هوای فشرده و مخازن
- نازل دستگاه
- نوع عملیات سندبلاست
- کارگر سندبلاست (سندبلاستر)
- محیط کار

### 8-4 - راههای پیش گیری و کنترل خطرات بهداشتی عملیات سندبلاست

برای کنترل خطرات بهداشتی عملیات سند بلاستینگ روش های ذیل استفاده می شود:

#### جایگزین های سیلیس

- - اکسید آلومینیوم
- - ساچمه آلومینیومی
- - پلی کربنات
- - هسته آلبالو و گیلان
- - چوب ذرت
- - سمباده
- - لعل (نوعی سمباده)
- - مهره های شیشه ای
- - مواد چاقو تیزکنی
- - پلاستیک ملامین
- - کربید سیلیسیوم
- - خرده های فولاد
- - ساچمه های فولادی
- - خرده های پوست گرد و و بادام
- - سبوس غلات
- - اکسید آلومینیوم سفید
- - زیرکون

- خاک اره (چوب گرد و)

اکسید آلومینیوم جزو سخت ترین مواد پس از الماس بوده و یکی از بهترین مواد جایگزین سیلیس برای عملیات سندبلاست می باشد.

#### 8-4-1- حذف یا کنترل مواجهه با سیلیس

یکی از اجزای اصلی عملیات سندبلاست مواد ساینده می باشد و از زمانهای بسیار قدیم ماسه که حاوی مقادیر فراوان سیلیس است به عنوان مواد ساینده استفاده می شود لذا بهترین راه پیش گیری، بکارگیری روش های مشابه سندبلاست مثل شات بلاست یا ابرسیوبلاست است که بدون استفاده از ماسه و سیلیس می تواند کاربرد مشابه را داشته باشد و یا به جای استفاده از ماسه و سیلیس میتوان از مواد جایگزین با خاصیت سایش مشابه استفاده نمود.



#### 8-4-2- استفاده از سیستم سندبلاست تر

این سیستم ترکیبی از مواد ساینده مثل سیلیس و آب می باشد و این ترکیب از مخازن مربوطه توسط نازل مخصوص پخش می شود.



تصویر شماره 17: مخازن سیلیس و آب سیستم سندبلاست تر

#### 8-4-3- نظارت بر کمپرسور هوای فشرده و مخازن

مواد ساینده اغلب بوسیله هوای فشرده و یا فشار بخار از طریق نازل دستگاه با سرعت بسیار زیاد به طرف هدف مورد نظر پرتاب یا شلیک می شود در این فرایند موارد ذیل می بایستی مورد توجه قرار گیرد:

- فشار هوای فشرده مرتب مورد بررسی قرار گیرد.
- سرعت پرتاب مواد ساینده در حد استاندارد و قابل قبول تنظیم گردد.
- مخازن و لوله های رابط کاملاً سالم باشند تا از نشست ذرات خیلی کوچک سیلیس به بیرون جلوگیری شود.



تصویر شماره 18: مخزن سندبلاست

#### 8-4-4- نظارت بر نازل سندبلاست

نازل سندبلاست قسمت انتهایی سیستم می باشد که کارگر بطور مستقیم با آن سر و کار دارد. مواد

ساینده با فشار و سرعت فراوان از نوک پرتاب می شود بنابراین رعایت موارد ذیل ضروری است:

- نوع نازل با توجه به نوع کار، فشار و سرعت مورد نیاز انتخاب شود.
- نازل قابل کنترل باشد (به موقع کم یا زیاد شود).
- نازل همیشه به طرف هدف گرفته شود.
- نازل هیچوقت به طرف افراد دیگر گرفته نشود.
- نازل به موقع سرویس و تمیز شود.



تصویر شماره 19: نازل سندبلاست

#### 8-4-5- انتخاب بهترین نوع عملیات سندبلاست با توجه به نوع کار

عملیات سندبلاست با توجه به نوع کار به دو شکل داخل ساختمان (in-door) در محوطه سرپوشیده و

همچنین در خارج از ساختمان (out-door) در محوطه باز انجام می شود.

### 8-5 - توصیه های مهم در مورد سندبلاست:

#### 8-5-1- استفاده از کابینت سندبلاست

در صورت امکان برای تمیز کردن قطعات کوچک از کابینت سندبلاست (blast cabinet) با مشخصات ذیل استفاده شود:

- کابینت به دستکش چسبان و مقاوم مجهز باشد.
- برای کنترل عملیات سندبلاست دستگاه به پدال کنترل کننده مجهز باشد.
- شیشه کابینت ایمنی لازم را داشته باشد.
- درب کابینت جهت جابجایی قطعات به قفل ایمنی داخلی (interlock) مجهز باشد.
- کابینت حتماً دارای قسمت جمع آوری گرد و غبار باشد.
- قسمت های مختلف کابینت به طور مرتب مورد بازدید قرار گیرد تا از نشتی احتمالی گرد و غبار جلوگیری شود.
- برای تمیز کردن چند قطعه کوچک بهتر است از کابینتهای دو یا چند دستکشدار استفاده شود.



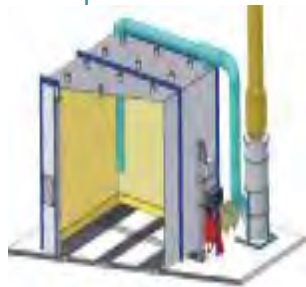
تصویر شماره 20: انواع کابینت سندبلاست دستکشدار

### 8-5-2- استفاده از اتاقک مخصوص برای سند بلاست قطعات بزرگتر از اتاقک مخصوص

#### (blast chamber) با مشخصات ذیل استفاده شود:

- اتاقک به سیستم تهویه مکنده موضعی با فیلتر با کارایی بالا مجهز باشد.
- قسمتی از کف یا تمام کف اتاقک به صورت توری مشبک ساخته شود و سیستم های مکنده موضعی در کف اتاقک نیز نصب شود.
- هوای مورد نیاز اتاقک در حد 25 فوت مکعب در دقیقه در نظر گرفته شود.
- مواد ساینده مثل سیلیس توسط فیلترها جذب شوند و برای استفاده مجدد به صورت اصولی در مخازن مخصوص نزدیک اطاقک جمع آوری شوند.

اتاقک به نحوی باشد که فضای کافی و روشنایی مناسب را داشته باشد. در داخل اتاقک، ماسک تنفسیکامل صورت متصل به هوای پاک برای استفاده کارگر سندبلاست وجود داشته باشد به نحوی که دبی هوا کمتر از ۱۷ صدم مترمکعب در دقیقه نباشد.



تصویر شماره 21: انواع اتاقک سند بلاست

### 8-5-3- عملیات سندبلاست قطعات خیلی بزرگ

برای سند بلاست قطعات خیلی بزرگ و غیر قابل حمل و نقل مثل سازه های فلزی، بدنه کشتی و موارد مشابه عملیات سند بلاست با شرایط خاص انجام گیرد:

- در حد امکان محوطه تحت عملیات سند بلاست توسط چادرهای برزنتی و یا با پلاستیک مقاوم پوشانده شود.

- محل سند بلاست به گونه ای باشد که جهت طبیعی وزش باد، گرد و غبار مواد ساینده مثل سیلیس را در محیط پخش ننموده و برای افراد دیگر و محیط زیست مشکل ایجاد ننماید.

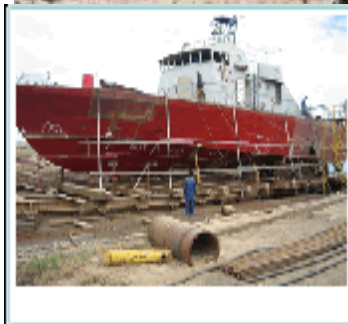
- محفوظ نگه داشتن محوطه عملیات سند بلاست و جلوگیری از ورود افراد متفرقه به محوطه از طریق نصب مانع ها و علائم هشدار دهنده (حداقل در فاصله 25متری عملیات).

- استفاده از گرد و غبارگیرهای موضعی.

- استفاده از صفحات بلند به دام اندازنده گرد و غبار معروف به Sandblasting Screen

- کارگر سند بلاست به ماسک تنفسی کامل صورت مجهز باشد.

- محوطه به طور مرتب آبپاشی و نظافت شود.



تصویر شماره 22: انواع عملیات سندبلاست در محوطه باز

**8-5-4- استفاده از دستگاه های بلاست مدرن**

این دستگاهها در حقیقت از نوع ابرسیو بلاست می باشد و به صورت اتوماتیک بوده و به جای استفاده از مواد ساینده مثل سیلیس از قطعات فلزی با شکل های مختلف معروف به چرخ دنده های بلاست (blast weels) به همراه هوای فشرده کمپرسور، پمپهای الکتریکی یا واتر جت استفاده می شود.

**8-5-5- استفاده از دستگاه های ربات**

در عملیات سندبلاستینگ که نوع کار خطرناک بوده و یا میزان آلودگی بسیار بالا باشد برای جلوگیری از خطرات احتمالی در صورت وجود امکانات میتوان از رباتهای قابل کنترل از راه دور استفاده نمود.



تصویر شماره 23: دستگاه بلاستینگ مدرن مجهز به ربات

### 8-5-6- استفاده از وسایل حفاظت فردی مناسب

بهترین وسیله حفاظت فردی مناسب برای عملیات سندبلاستینگ، شات بلاستینگ و ابرسیوبلاستینگ ماسک تنفسی کامل صورت مجهز به شیلنگ هوا یا کپسول اکسیژن می باشد و به اسامی کلاه خود، هود، ماسک اکسیژن‌دار و همچنین به سیستم Self Contained Breathing Apparatus (SCBA) و Compressed Air Breathing Apparatus (CABA) معروف است. این نوع ماسکها از قسمت های ذیل تشکیل شده است:

- پایه ماسک - قسمت اصلی ماسک می باشد و روی صورت قرار می گیرد و قاب مجهز به فیلتر روی آن نصب می شود و دریچه های آن می بایستی به طور مرتب مورد بازدید قرار گیرد.
- فیلتر ماسک- ازالیاف بخصوص مثل پنبه با ریزی و مش بسیار کوچک با کارآیی بسیار بالا بافته شده (هپا فیلتر) و به صورت یک فیلتره یا دو فیلتره در قاب پایه ماسک جاسازی می شود. فیلترها می بایستی به طور مرتب تمیز شده و به مشخصات فنی و تاریخ مصرف آن نیز توجه شود.
- شیلنگ هوا- به صورت خرطومی از جنس پلی اتیلن مقاوم می باشد از یک طرف به پایه ماسک و از طرف دیگر به منبع تغذیه کننده هوا متصل است. لازم است به طور مرتب مورد بازدید قرار گیرد.
- منبع هوا- منبع هوا با توجه به نوع کار انتخاب می شود. اگر هوای محیط کار زیاد آلوده نباشد میتوان از هوای طبیعی استفاده نمود و اگر غلظت آلودگی بیشتر باشد از هوای فشرده استفاده شود و در صورت وجود آلودگی بالا حتماً از کپسول اکسیژن استفاده شود.



تصویر شماره 24: نمونه هایی از ماسک تنفسی کامل صورت مخصوص سندبلاست

برای دسترسی به اقدامات کنترلی مهندسی - روش های صحیح کاری و رعایت بهداشت فردی- مراقبتهای پزشکی و بهداشتی -آموزش بهداشت پرسنل در ارتباط با عملیات سندبلاستینگ و سیلیس به فصل پنجم کتاب راهنما مراجعه شود.



## 9 - آشنایی با سنگ کوبیها (سیلیس کوبیها)

فرایند سیلیس کوبی براساس خرد کردن، غربال کردن و دانه بندی انواع سنگ با توجه به نوع کار، نیاز و سفارش می باشد. در این فرایند اگر سنگ از نوع سیلیس باشد به فرایند سیلیس کوبی نیز معروف است و سیلیس کوبیها بیشتر در استان تهران و همدان مشاهده می شوند. در کارگاه سنگ کوبی های بزرگ و درشت توسط انواع چکشها و دستگاه های خرد کننده معروف به سنگ شکن از نوع فکی و کوبید در طی چند مرحله به ذرات ریز و ریزتر در حد یک دهم تا نیم میلیمتر تبدیل شده و سپس بوسیله دستگاه سرنده با عمل لرزشی ذرات دلخواه با توجه به اندازه منافذ سرنده جمع آوری و در مرحله بعد شستشو و دانه بندی می شوند. البته در این فرایند کلی مراحل مختلفی وجود دارد که به صورت شماتیک در ذیل نشان داده می شود:

### 9-1 - مراحل عملیات سیلیس کوبی





### 9-2- درجه بندی سیلیس

در کارگاه های سنگ کوبی، سنگ ها در مراحل انتهایی دانه بندی یا درجه بندی می شوند. در مورد سنگ های سیلیسی ذرات سیلیس با توجه به سفارش مشتریان برای مصرف در صنایع مختلف مثل ریخته گری، تولید شیشه، تهیه لعاب، رنگسازی و صنایع تولید دترجنت به دو یا سه درجه تقسیم می شود. پایگاه ملی داده های علوم زمین کشور انواع سیلیس را براساس در صد  $\text{SiO}_2$  به سه درجه تقسیم نموده است.

جدول درجه بندی سیلیس در کشور

درجه سیلیس	مقدار $\text{SiO}_2$ (%)
۱	حد اقل ۹۶
۲	۸۵ تا ۹۵
۳	۷۰ تا ۸۵

### 9-3- خطرات، راههای پیش گیری و کنترل سیلیس در سنگ کوبیها کدامند؟

کارگران شاغل در کارگاه های سنگ کوبی و سیلیس کوبی به ویژه افرادی که در نزدیک دستگاه های آسیاب، خرد کردن، سرند کردن و دانه بندی کار می کنند به دلیل ماهیت کار بیشتر از دیگران در معرض گرد و غبار سیلیس از نوع سیلیس آزاد که می تواند بیماری شغلی سیلیکوزیس را به دنبال داشته باشد قرار دارند. برای پیش گیری و کنترل سیلیس و بیماریها و عوارض ناشی از تماس با آن راههای ذیل پیشنهاد می شود:

#### 9-3-1- استفاد از سیستم تر به جای سیستم خشک

کلیه فعالیت های سنگ کوبی از ابتدا شامل عملیات چکشکاری، خرد کردن توسط انواع آسیاب و دستگاه های خردکن فکی و کوبید، حمل و نقل توسط نقاله ها، سرند کردن و دانه بندی به کمک سیستم آبپاش انجام گیرد تا ذرات سیلیس در هوا پراکنده نشود.

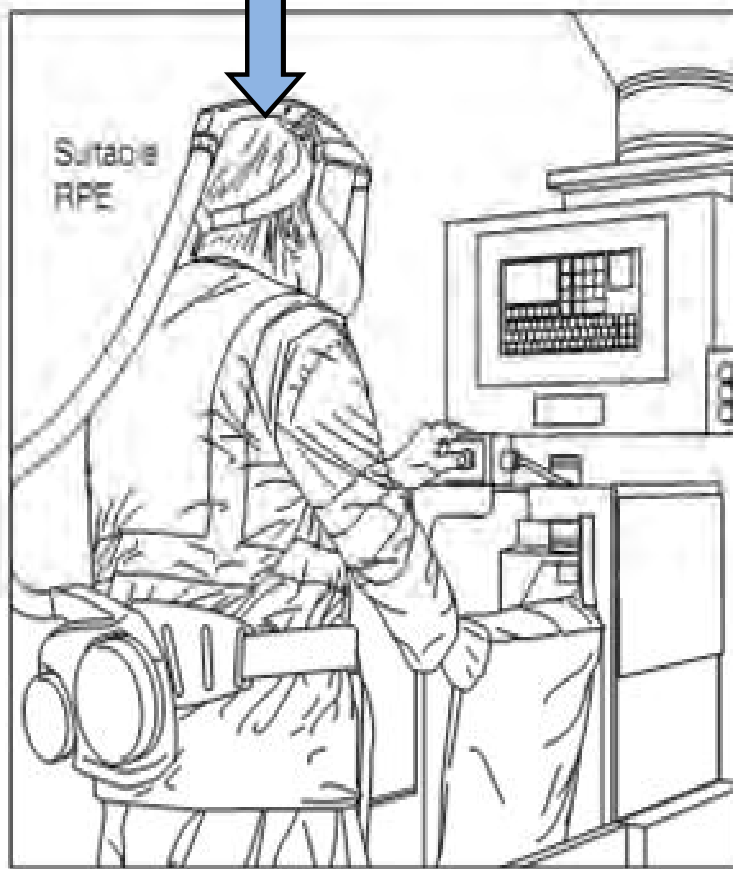
#### 9-3-2- حذف کارهای دستی توسط کارگرد فرایند کاری

با تغییر اساسی در فرایند کاری و استفاده از سیستم های اتوماتیک و مدرن سعی شود تا حد امکان از کارهای دستی توسط کارگر خودداری شود.

### 9-3-3- استفاده از دستگاه های پرکننده اتوماتیک کیسه

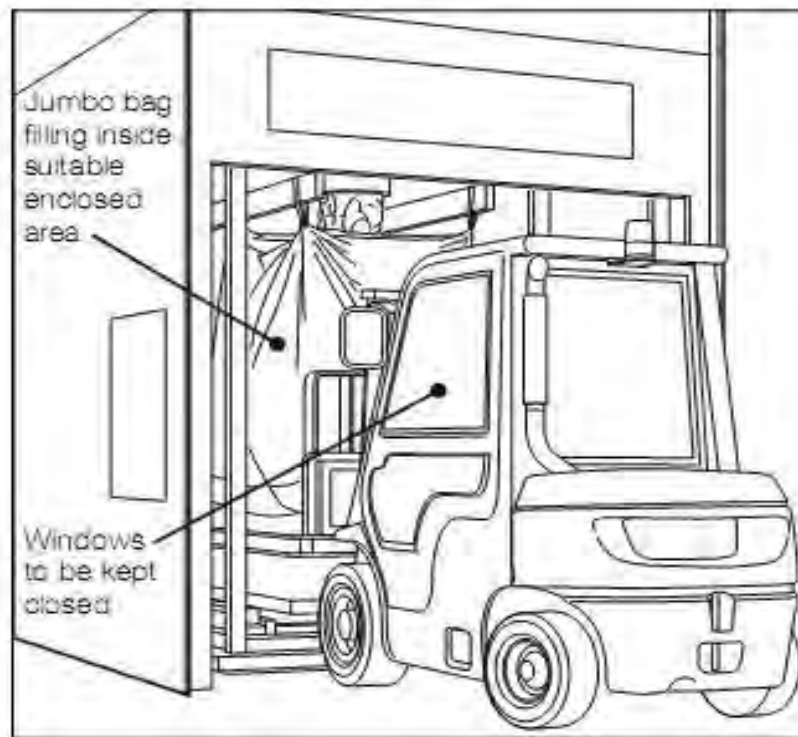
برای پر کردن کیسه های سیلیس در داخل کارگاه از دستگاه های پرکننده استفاده شود و در نزدیک لوله تخلیه سیلیس هواکش مکنده موضعی نصب گردد و کارگر متصدی از ماسک تنفسی کامل صورت مجهز به فیلتر با کارایی بالا استفاده نماید.

## ماسک تنفسی



تصویر شماره 26: دستگاه پرکننده کیسه

برای پر کردن کیسه های بزرگ سیلیس و یا کامیونهای حمل سیلیس در خارج از کارگاه عمل پرکردن در محل محصور شده مناسب مجهز به سیستم مکنده موضعی انجام شود و شیشه های کامیون به طور کامل بسته شده باشند و در داخل اتاق کامیون تهویه مناسب وجود داشته باشد.



تصویر شماره 27: کابین پرکننده کیسه

### 9-3-4- استفاده از کابین کنترل

کنترل عملیات پر کردن کیسه در داخل کابین مجهز به سیستم تهویه و دوربین مدار بسته انجام شود و شیشه های کابین به طور کامل بسته شود به نحوی که ذرات سیلیس وارد کابین نشود.



#### 9-4 - محصور سازی منابع تولید کننده گرد و غبار سیلیس در محوطه باز

کلیه دستگاهها با چادرهای برزنتی ضخیم محصور شوند و در مکان های مناسب هود متصل به سیستم هواکش موضعی مکنده نصب گردد.

#### 9-5 - استفاده از سیستم مکنده موضعی LOCAL EXHAUST VETILATION

بهترین سیستم مکنده موضعی برای عملیات سنگ کوبی و سیلیس کوبی عبارتند از:

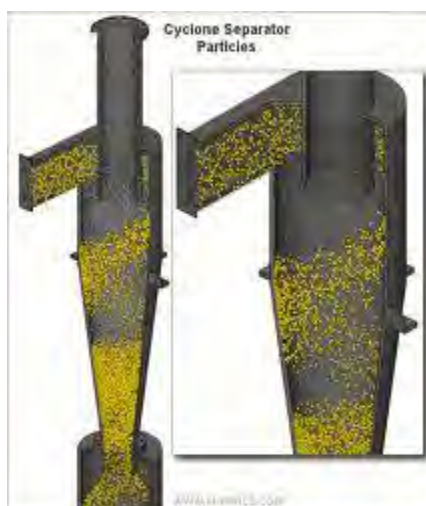
- (1) سیکلون cyclon
- (2) بگ هاس baghouse
- (3) اسکرابر تر wet scrubber
- (4) سیستم تلفیقی سیکلون - اسکرابر integrated system

با توجه به خصوصیات و رفتار ذرات، سرعت جریان هوا، میزان بار ذرات و توزیع اندازه ذرات سیستم مکنده موضعی انتخاب و طراحی می شود.

### 9-5-1- سیکلون Cyclon

سیکلونها براساس نیروی گریز از مرکز عمل جداسازی را انجام می دهند بدین صورت که جریان هوا حامل گرد و غبار سیلیس از جدار بالایی بدنه سیکلون که استوانه ای شکل بوده و به یک مخروط ناقص منتهی می شود وارد سیکلون گردیده و به طرف پایین جریان یافته، ابتدا در فضای حلقوی بین سطح جانبی لوله خروجی و سطح داخلی استوانه سیکلون و سپس در محفظه سیکلون به چرخش در می آید و به این ترتیب یک گرداب محیطی بوجود می آید. این عمل باعث افزایش نیروهای گریز از مرکز می شود و ذرات سیلیس همراه گاز را به طرف جدار قسمت استوانه ای و مخروط می راند. در قسمت مخروطی جریان گاز جهت خود را عوض می کند و به طرف بالا و لوله خروجی می رود و باعث ایجاد گرداب در مرکز سیکلون می شود. ذرات سیلی پس از تماس با جدار سیکلون به قسمت پایین سیکلون منتقل شده و از طریق لوله ای از سیکلون خارج می شوند.

### 9-5-2 - بگ هاس (سیستم فیلترکیسه ای) Baghouse



تصویر شماره 29: تصاویری از سیکلون

دستگاهی است که برای جمع آوری گرد و غبار کاربرد دارد و در زمانی که بازیافت گرد و غبار نیز دارای اهمیت است مفید به فایده است، این دستگاه شامل محفظه هوای تمیز، محفظه تصفیه، کیسه فیلتر، محفظه هوای فشرده، شیرهای دیافراگمی، و. می باشد.

این سیستم مثل همه سیستم های تهویه مکنده موضعی شامل قسمت های ذیل می باشد:

1- هود دریافت کننده- به صورت ثابت یا متحرک و به شکل های مختلف سایبانی، محصور کننده، جریان رو به پایین و جانبی می باشد و در سنگ کوبیها بیشتر از نوع سایبانی و جانبی استفاده می شود.

2- شبکه کانال - به صورت مستقیم و تک شبکه ای و یا انشعابی طراحی می شود.

3- فیلتر - این سیستم به فیلترهای کیسه ای معروف به بگ فیلتر دارای راندمان بالا مجهز بوده و شامل کیسه های عمودی به قطر 140 تا 200 میلیمتر و 2300 تا 3200 میلیمتر می باشند و به طور معمول تعدادی از کیسه ها را در یک محفظه فلزی به طور موازی در کنار هم قرار می دهند و جریان گرد و غبار مثل سیلیس از درون آن عبور می کند.

این نوع فیلترها برای ذراتی با قطر حدود یک میکرون به کار می روند و اگر به طور مناسب طراحی شوند دارای راندمان پالایش 95 درصد خواهند بود.

4- هواکش - برای سیستم بگ هاس معمولاً از هواکشهای مکنده نوع سانتریفیوژی استفاده می شود.



تصویر شماره 29: تصاویری از بگ هاس

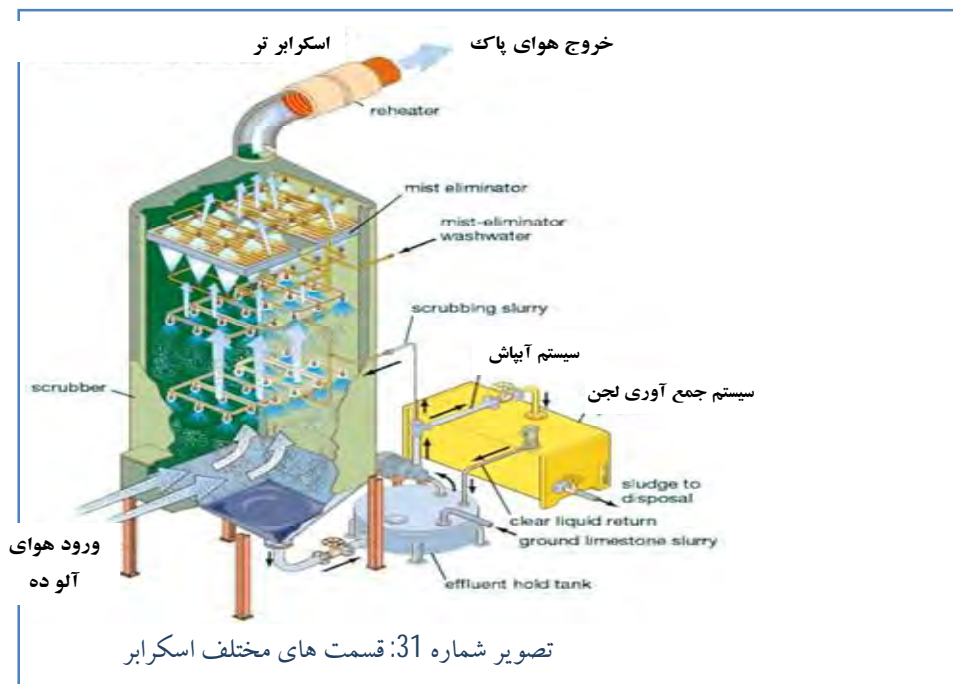


### 9-5-3- اسکرابر تر Wet scrubber

سیستم عملکرد اسکرابر تا حدی شبیه شستشو دهنده هوا است. همان طور که در شکل نشان داده می شود هوای آلوده مثل سیلیس از قسمت پایین دستگاه اسکرابر وارد شده و پس از عبور از نازل هایی که در چند مرحله آب یا محلول را کاملاً پودر می کنند، شستشو داده می شود و هوای تمیز و سالم از قسمت بالای دستگاه اسکرابر خارج می شود. همچنین آب آلوده از قسمت پایین دستگاه اسکرابر وارد یک سیستم تصفیه آب شده و کلیه لجن ها و آلودگی های آن گرفته می شود.

### 9-5-4- سیستم تلفیقی سیکلون و اسکرابر تر (مه پاش) Integrated system

این سیستم دارای سیکلون و اسکرابر تر یا مه پاش بوده و به صورت سری بسته شده و به صورت مکمل عمل نموده و اثرات هم افزایی خوبی خواهند داشت و در حقیقت اسکرابرها به دلیل پاشش

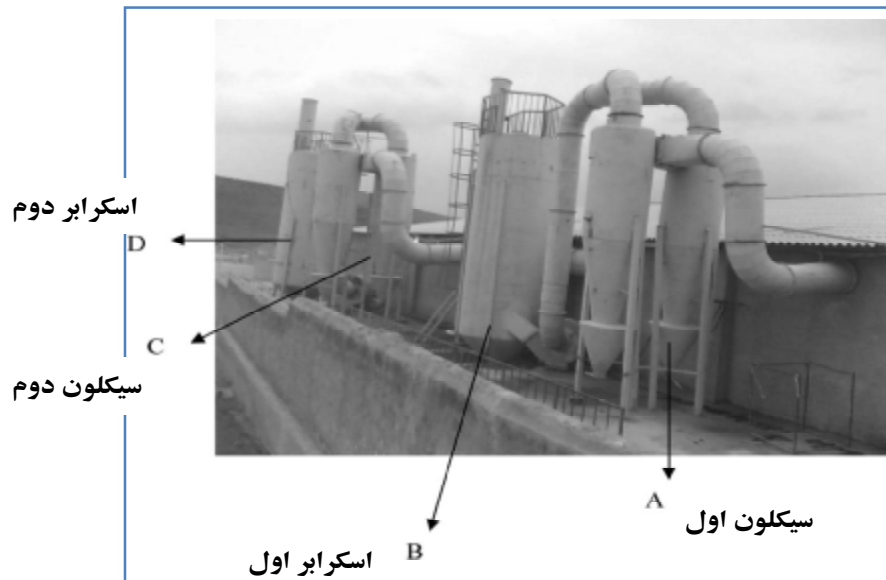


آب و عبور ذرات از میان آب پودر شده و مه مانند به عنوان پیش فیلتر عمل نموده و در راندمان تصفیه ذرات سیلیس رل مهمی را ایفا می نماید.

محققین ایرانی با طراحی سیستم تلفیقی سیکلون و اسکرابر تر نشان داده اند که راندمان تصفیه در این روش به مراتب بیشتر از روش های دیگر می باشد. نتایج تحقیقات نشان داده است که راندمان سیکلون به تنهایی در حذف ذرات سیلیس 81الی 97 درصد بوده است در حالیکه اگر سیکلون به همراه اسکرابر به صورت تلفیقی استفاده شود راندمان به 92الی 99درصد افزایش خواهد یافت و با استفاده از سیستم فوق نقش بسیار مؤثری در کنترل و حذف ذرات سیلیس از هوای کارگاه سنگ کوبی خواهد داشت.

#### 9-5-5 - استفاده از وسایل حفاظتی مناسب

بهترین وسیله حفاظتی مناسب برای عملیات سنگ کوبی و سیلیس کوبی استفاده از ماسک تنفسی نیمه صورت یک فیلتره یا دو فیلتره با راندمان بسیار بالا یا ماسک تنفسی سری N با راندمان 95، 99 و یا 100 درصد می باشد.



تصویر شماره 32: نمای سیستم تلفیقی سیکلون و اسکرابر



تصویر شماره 33: انواع ماسک N95 (ماسک یک فیلتره و دو فیلتره)

#### توصیه های عمومی:

برای دسترسی به اقدامات کنترلی مهندسی- روش های صحیح کاری و رعایت بهداشت فردی- مراقبتهای پزشکی و بهداشتی-آموزش بهداشت پرسنل در ارتباط با عملیات سنگ کوبی، سیلیس کوبی و سیلیس به فصل پنجم کتاب راهنما مراجعه شود.

## 10- آشنایی با سنگ بری ها



از زمان های قدیم انسان برای کارهای روزمره از سنگ استفاده نموده است و سنگ به عنوان ابزار در زندگی او به ویژه در صنعت و ساختمان سازی رو به گسترش بوده است. در زمانهای گذشته سنگبری به صورت دستی و با ابزارهای ساده انجام می شد و با پیشرفت صنعت و فن آوری و فرآوری سنگ و حضور دستگاه های پیشرفته، این صنعت نیز دست خوش تحولی عظیم شد و به دنبال آن میزان آلاینده های مربوط به آن نیز تغییر یافته و همواره رو به افزایش بوده است.

بطور کلی سنگ خام به دو دسته مهم سنگ های رسوبی با نامهای تراورتن، مرمریت و مرمر و همچنین سنگ های گرانیتی معروف به سنگ های آذرین تقسیم می شود. سنگ های رسوبی به طور عمده از کربنات کلسیم و دیگر نمکهای فلزی تشکیل می شوند و ماده اصلی سنگ های گرانیتی نیز از مواد مذاب آتشفشانی تشکیل یافته است. با توجه به تحقیقات بعمل آمده سنگ های تراورتن، گرانیت، مرمریت و چینی بیشترین کاربرد را در کارگاه های سنگ بری کشور دارند.

### 10-1 - جدول میزان سیلیس در انواع سنگ ها

سیلیس فراوان ترین ماده موجود در سنگ های آذرین می باشد و این نوع سنگ ها (سنگ های گرانیتی) براساس میزان سیلیس به چهار گروه طبقه بندی می شوند:

نام سنگ	نوع PH	میزان سیلیس (SIO <sub>2</sub> )	گروه
گرانیت معروف به گرانیت سفید	اسیدی	بیشتر از ۶۶ درصد	۱
دیوریت معروف به گرانیت صورتی	خنثی	بین ۵۲ تا ۶۶ درصد	۲
آندزیت معروف به گرانیت طوسی	قلیایی	بین ۴۵ تا ۵۲ درصد	۳
گابرو معروف به گرانیت مشکی	قلیایی	کمتر از ۴۵ درصد	۴

با توجه به آمار جهانی سنگ های گرانیتی بیشترین مقدار سیلیس را دارا هستند و در ترکیب آن حدود ۷۲ درصد سیلیس وجود دارد

## 10-2 - مراحل عملیات سنگ بری

تولید سنگ در سنگ بری های کشور در چند مرحله انجام می شود. در ابتدا قطعات بزرگ سنگ معروف به سنگ خام توسط کامیونهای مخصوص حمل سنگ به کارگاه های سنگ بری حمل شده و سپس سنگ خام در عملیات برش توسط اره یا قله بر به قطعات کوچک ورقه مانند معروف به سنگ پلاک بریده می شود. سپس سنگ های بریده شده در عملیات صیقل کاری یا ساب دادن توسط دستگاه های اتوماتیک یا به صورت دستی ساب داده می شود تا جلای سنگ نمایان شود در نهایت سنگ های آماده در محوطه کارگاه براساس سفارش مشتری در اندازه های مختلف برش خواهد خورد البته با توجه به نیاز مشتری قسمت های مختلف سنگ نیز با دستگاه یا ابزارهای دستی فرم داده شده و به ابزار زنی معروف است. نمای شماتیک مراحل تولید سنگ به همراه تصاویر در ذیل نشان داده می شود:



### 10-3 - خطرات، راههای پیش گیری و کنترل سیلیس در سنگ بری ها کدامند؟

کارگران شاغل در کارگاه های سنگ بری به ویژه افرادی که در نزدیک دستگاه های برش و ساب دادن سنگ کار می کنند در معرض گرد و غبار سیلیس از نوع سیلیس آزاد قرار دارند و بعد از مدتی ممکن است به بیماری ریوی خطرناک سیلیکوزیس مبتلا شوند لذا برای پیش گیری و کنترل سیلیس، بیماریها و عوارض ناشی از تماس با آن راههای ذیل پیشنهاد می شود:

#### 10-3-1 - محصور سازی دستگاه های سنگ بری در محوطه باز

کلیه فعالیت های برش و ساب در زیر سوله یا چادرهای برزنتی مقاوم انجام گیرد تا امکان کنترل گرد و غبار سیلیس میسر گردد.

#### 10-3-2- اصلاح دستگاهها، ابزار و قطعات برش و ساب

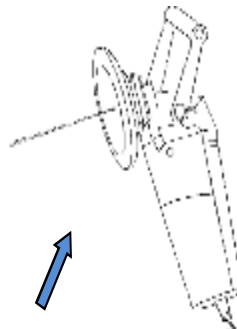
با انتخاب دستگاه های مدرن برش و ساب و همچنین تعویض قطعات دستگاهها مثل انواع الماسها، سمباده ها و انواع تیغه های اره میتوان میزان گرد و غبار سیلیس را کاهش داد.

#### 10-3-3- اصلاح شیوه برش و ساب

با اصلاح شیوه و نحوه برش و ساب در معدن و کارگاه سنگ بری براساس دستورالعمل های سازمان های فنی و استفاده از تجارب مفید استادکاران، میزان گرد و غبار سیلیس به طور چشم گیری کاهش میابد.

### 10-3-4- استفاده از سیستم تر به جای سیستم خشک

البته بیشتر دستگاه های برش برای کاهش دما و جلوگیری از شکستن سنگ دارای سیستم آب پاش می باشند ولی برای جلوگیری از پراکنده شدن گرد و غبار سیلیس و استنشاق آن توسط کارگر سنگبر تمامی دستگاه های برش و ساب اتوماتیک و دستی می بایستی به سیستم آب پاش مجهز بوده و لجن مربوط به آن نیز پس از طی فرایند تصفیه در محلی که سازمان های ذیربط مشخص می نمایند دفع گردد.



محل پاشش آب

تصویر شماره 35: دستگاه های برش و ساب مجهز به آبپاش

### 10-3-5- استفاده از سیستم مکنده موضعی

به منظور کنترل بیشتر گرد و غبار سیلیس در هنگام برش سنگ، بخصوص سنگ های گرانیتی با درصد بالایی از سیلیس بهتر است از دستگاه مکنده موضعی شبیه به جاروب صنعتی به همراه فیلترها استفاده شود.



### 10-3-6 - انجام عملیات فرم دادن و ابزار زدن سنگ در مکان ویژه

برای انجام عملیات فرم دادن، ابزار زدن و تراشیدن سنگ از مکان سرپوشیده با پشتیبانی سیستم تهویه مکنده موضعی تر انجام گیرد و کارگر به ماسک تنفسی کامل صورت مجهز شود.

### 10-3-7 - شستشوی مرتب کارگاه با آب

برای جلوگیری از پراکنده شدن گرد و غبار سیلیس ناشی از برش و تراش سنگ، محوطه کارگاه سنگ بری به طور مرتب با دستگاه های جاروب تر معروف به اسکرابر دستی یا با سیستم آبیاش با فشار کم جاروب و شستشو گردد.



تصویر شماره 36: دستگاه های اسکرابر دستی مجهز آب

### 10-3-8- حمل، دفع و بازیافت صحیح ضایعات سنگ

در بعضی از کارگاه های سنگ بری سنگ های ضایعاتی بزرگ را با پتک یا دستگاه سنگ شکن به منظور استفاده در کف یا نمای ساختمان به قطعات کوچکتر خرد می کنند و گرد و غبار فراوان سیلیس در محوطه کارگاه پخش می شود لذا چنین فعالیت هایی می بایستی در مکان سرپوشیده با پشتیبانی تهویه مکنده موضعی تر انجام شود و حمل و نقل و یا دفع ضایعات سنگ نیز پس از آبپاشی و غبارزدایی صورت پذیرد و کارگر نیز از ماسک تنفسی کامل صورت با فیلتر N100 استفاده نماید.

### 10-3-9- استفاده از وسائل حفاظتی مناسب

بهترین وسیله حفاظتی برای جلوگیری از استنشاق ذرات سیلیس توسط کارگران سنگ بری ماسک تنفسی نیمه صورت و کامل صورت مجهز به فیلترهای N95 و N100 می باشد و با توجه به جدول ذیل براساس نوع فعالیت و ساعات کار انتخاب می شود و نمونه ای از آنها در تصویر شماره 37 نشان داده می شود.



تصویر شماره 36: دستگاه های اسکرابر دستی مجهز آب

## 10-3-9-جدول انتخاب ماسک تنفسی با توجه به نوع ابزار، نوع پشتیبانی و کار

نوع ماسک	حل کار	نوع پشتیبانی	نوع ابزار(برش و ساب سنگ)
ماسک N95	کارگاه	آب	اره دوار روی میز
ماسک نیمه صورت با فیلتر N100	کارگاه	آب	اره دوار دستی
ماسک نیمه صورت با فیلتر N100	کارگاه	آب	ساب دستی
ماسک نیمه صورت با فیلتر N100	سایت	مکنده با فیلتر هپا	اره دوار (کمتر از یک ساعت کار)
ماسک کامل صورت با فیلتر N100	سایت	مکنده با فیلتر هپا	اره دوار (بیشتر از یک ساعت کار)
ماسک کامل صورت با فیلتر N100	کارگاه	مکنده عمومی	اره دوار

**توصیه های عمومی:**

برای دسترسی به اقدامات کنترلی مهندسی- روش های صحیح کاری و رعایت بهداشت فردی- مراقبت های پزشکی و بهداشتی-آموزش بهداشت پرسنل در ارتباط با عملیات سنگ کوبی، سیلیس کوبی و سیلیس به فصل پنجم کتاب راهنما مراجعه شود.

## 11- آشنایی با صنعت ریخته گری



### 11-1 - فرایند ریخته گری

فرآیند ریخته گری با تولید قالب آغاز می شود که شکل قالب، قرینه و معکوس قطعه ای است که ما نیاز داریم. قالب از مواد نسوز مانند ماسه تهیه می شود و فلز بر روی یک اجاق حرارت داده شده تا ذوب شود. سپس فلز مذاب در گودی قالب که شکل قطعه مورد نظر است ریخته شده و تا زمان جامد شدن خنک می گردد. نهایتاً قطعه فلزی شکل گرفته از قالب جدا می شود.

از دیدگاه بررسی نوع قالب روش های ریخته گری به دو دسته تقسیم می شوند:

- ریخته گری در قالب های دائمی (Permanent Molds) که این نوع ریخته گری در قالب های فلزی انجام می گیرد.
- ریخته گری در قالب های موقتی یا تکبار (Expendable Molds) که قالبها پس از یک بار ذوب ریزی از بین می روند تا قطعه را بتوان از قالب جدا کرد. قالب های ماسه ای پرمصرفترین نوع قالب های موقتی است که به ریخته گری در قالب ماسه ای (Casting Sand) نیز معروف است.

### 11-2 - انواع ماسه ریخته گری

ماسه یکی از اجزای مهم در صنعت ریخته گری به ویژه در بخش قالب گیری محسوب می شود و انواع مختلفی دارد و عبارتند از:

**ماسه سیلیسی** - این ماسه به طور وسیعی در ریخته گری کاربرد دارد و ترکیب اصلی آنسیلیس آزاد  $\text{SiO}_2$  است. بیشتر ماسه های قالب گیری از جنس کوارتز معدنی که می تواند تا دمای 1700 درجه سانتیگراد را تحمل کند تشکیل شده است. البته انواع دیگر سیلیس مثل کریستوبالیت و تریدیمیت نیز در ماسه های ریخته گری مشاهده شده است.

**ماسه زیورکن** - با فرمول شیمیایی  $\text{ZrSiO}_4$  به ماسه با نقطه گداز بسیار بالا شناخته شده است.

**ماسه کرومیتی** - کرومیت یا  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$  ترکیب اصلی این ماسه است و از آن در ریخته گری فلزات با نقطه ذوب بالا استفاده می شود.

ماسه اولوین - این ماسه مخلوطی از سیلیکات منیزیم و سیلیکات آهن ( $\text{Fe}_2\text{SiO}_2$ ،  $\text{Mg}_2\text{SiO}_2$ ) است و جایگزین خوبی برای ماسه سیلیسی محسوب می شود. (فتحی محمد حسین: مواد قالب گیری برای ریخته گری فلزات، نشر ارکان اصفهان)

**ماسه شاموتی** - ماسه شاموتی نوعی کوارتز دانه ریز است که حرارت زیاد دیده است.

### 11-3-3 - خطرات، راه های پیش گیری و کنترل سیلیس در صنعت ریخته گری کدامند؟

ماسه های سیلیسی بیشتر در ساخت قالب های موقت و ماهیچه سازی صنعت ریخته گری کاربرد دارد و در هنگام حمل و نقل ماسه و همچنین در هنگام ساخت قالب پیش از مرطوب شدن، ذرات سیلیس در هوای محیط کار پراکنده شده و از طریق استنشاق خطرات بهداشتی را به دنبال خواهد داشت. برای پیش گیری و کنترل گرد و غبار سیلیس در کارگاه های ریخته گری و حفظ سلامت کارگران این صنعت به ویژه افرادی که در نزدیک ساخت قالب و ماهیچه سازی کار می کنند و در معرض گرد و غبار سیلیس از نوع سیلیس آزاد قرار دارند و بعد از مدتی ممکن است به بیماری ریوی خطرناک سیلیکوزیس مبتلا شوند راههای کنترلی ذیل پیشنهاد می شود:

#### 11-3-3-1- تغییر در فرایند قالب سازی

به جای استفاده از قالب های موقت ماسه ای می توان از قالب های دائمی و فلزی استفاده نمود.

#### 11-3-3-2- استفاده از ماسه های غیر سیلیسی

به جای استفاده از ماسه سیلیسی می توان از ماسه اولوینی و انواع دیگر ماسه های غیر سیلیسی استفاد کرد. ترکیب این ماسه  $\text{Fe}_2\text{SiO}_2$  و  $\text{Mg}_2\text{SiO}_2$  است و مخلوطی است از سیلیکات منیزیم و سیلیکات آهن و حضور سیلیس در این نوع ماسه ها به صورت ترکیبی بوده و به دلیل عدم وجود سیلیس آزاد به عنوان ماسه جایگزین در بسیاری از نقاط کشور مورد توجه است.

#### 11-3-3-3- حمل و نقل صحیح ماسه سیلیسی در کارگاه

رعایت حمل و نقل صحیح و جلوگیری از ریخت و پاش ماسه سیلیسی و برقراری نظم و ترتیب کارگاهی موجب کاهش پراکنده شدن ذرات سیلیس در هوا خواهد شد.

### 11-3-4- استفاده از سیستم تر

در حد امکان کلیه فعالیت های کارگاه ریخته گری به خصوص قسمت قالب سازی که با ذرات سیلیس تماس دارند به صورت مرطوب و تر صورت گیرد و قسمت های مختلف به طور مرتب بوسیله سیستم آبیاش و اسکرابر دستی مرطوب نگه داشته شود.

### 11-3-5- استفاده از جاروب های صنعتی

مکان هایی که امکان مرطوب کردن آن وجود ندارد و گرد و غبار سیلیس روی زمین ریخته شده است به طور مرتب بوسیله جاروب صنعتی با قدرت مکندگی بالا متصل به مکنده مرکزی مجهز به فیلتر هپا تمیز شود و کارگر متصدی از فیلتر مخصوص کار با سیلیس استفاده نماید.

### مکنده مرکزی



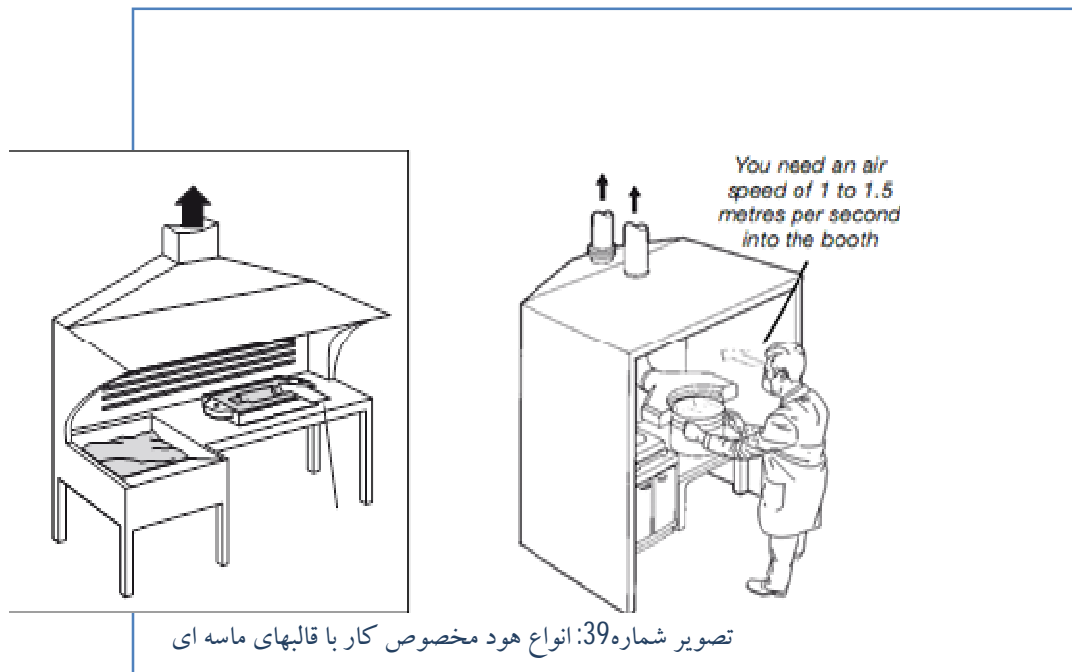
تصویر شماره 38: جاروب صنعتی

### 11-3-6 - استفاده از سیستم تهویه مکنده موضعی

برای کار با انواع قالب های ماسه ای علاوه بر نصب سیستم تهویه عمومی در کارگاه، سیستم تهویه مکنده موضعی و استفاده از هود جانبی متصل به هواکش سانتریفیوژی با قدرت مکنده مناسب و مجهز به فیلتر هپا با کارایی بالا توصیه می شود.

### 11-3-7 - رعایت نکات بهداشتی عملیات سندبلاستینگ در ریخته گری

عملیات سند بلاستینگ در مقیاس کوچک برای تمیز نمودن و صیقل کاری قطعات ریخته گری استفاده می شود لذا ضمن استفاده از کابینت دستکش دار، کارگر سندبلاست نیز از ماسک تنفسی مخصوص استفاده نماید برای رعایت بیشتر نکات بهداشتی عملیات سند بلاستینگ به توصیه های فصل پنجم کتاب راهنما توجه شود.



تصویر شماره 39: انواع هود مخصوص کار با قالبهای ماسه ای

### 11-3-8- استفاده از وسایل حفاظت فردی مناسب

بهترین و مناسبترین وسیله حفاظتی برای کار با ماسه سیلیسی در کارگاه ریخته گری ماسک تنفسی نیمه صورت یک فیلتره یا دو فیلتره با راندمان بالا و ماسک تنفسی نیمه صورت سری (NN95 یا N100) می باشد. البته استفاده از لباس کار، عینک و دستکش حفاظتی مناسب با کار توصیه می شود (به فصل دوم کتاب راهنما مراجعه شود)

#### توصیه های عمومی:

برای دسترسی به اقدامات کنترلی مهندسی- روش های صحیح کاری و رعایت بهداشت فردی- مراقبت های پزشکی و بهداشتی- آموزش بهداشت پرسنل در ارتباط با عملیات سنگ کوبی، سیلیس کوبی و سیلیس به فصل پنجم کتاب راهنما مراجعه شود.



## 12- آشنایی با صنعت شیشه سازی

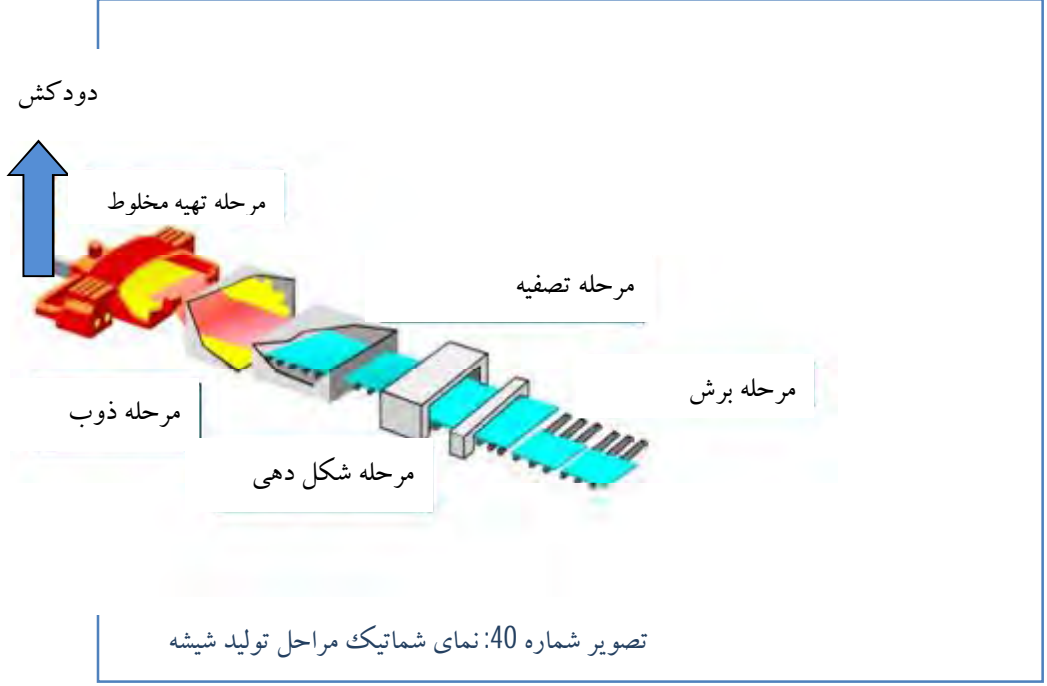
### 12-1- فرایند شیشه سازی

برای تولید شیشه پنج مرحله مهم وجود دارد به شرح ذیل:



- مرحله تهیه مخلوط یا ترکیب شیشه  
Batching
- مرحله ذوب  
Melting
- مرحله تصفیه یا پالایش  
Refining
- مرحله برش  
Cutting
- مرحله شکل دهی یا فرم دهی  
Forming

البته مراحل دیگر مثل تهیه مواد، با دوام نمودن شیشه، بازرسی خط تولید از نظر کیفیت، چاپ وبسته بندی به همراه مراحل فوق در فرایند تولید به صورت پی در پی انجام می شود.



## 12-2 - ترکیبات اصلی شیشه چیست؟

در ساخت شیشه بیش از 70 ماده شیمیایی به کار می رود که مهمترین آنها سیلیس، کربنات کلسیم و بی کربنات سدیم هستند. کانی اصلی تشکیل دهنده شیشه، سیلیس است که استفاده از آن، باعث پایداری بالای شیشه در درجه حرارت معمولی و در صورت داشتن ساختمان بی نظم موجب پایداری شیشه در درجه حرارت های بسیار بالاتر می شود.



تصویر شماره 41: ذرات سیلیس ترکیب اصلی شیشه

شیشه های معمولی که در زندگی روزمره به کار می روند عمدتاً شامل سیلیس از نوع کوارتز و گاهی فلدسپار و دولومیت می باشند. در صنعت شیشه و بلور از سیلیس درجه یک، خالص و بدون آهن استفاده می شود به خصوص سیلیس گداخته شده در حرارت های بالا یکی از بهترین انتخاب ها برای شیشه و انواع بلور بوده که در این حالت هم نقطه ذوب سیلیس پایین می آید و هم مقدار زیادی از ناخالصی ها در این درجه حرارت از بین می رود و شیشه و بلور شفاف و روشن تر خواهد بود. همانطور که پیشتر گفته شد سیلیس درجه یک تولیدی کارگاه های سیلیس کوبی کشورداری حداقل 97 درصد سیلیس است که این موضوع در اثرات بیماری زایی آن مؤثر خواهد بود.

### 12-3- خطرات، راههای پیش گیری و کنترل سیلیس در شیشه سازی کدامند؟

از آنجایی که سیلیس رایج ترین جزء تشکیل دهنده شیشه است و کارگرانی که در قسمت های نگهداری، مخلوط نمودن ترکیب، برش و تراش، ساب زنی و صیقل زنی شیشه کار می کنند همواره در معرض گرد و غبار سیلیس قرار دارند و می توانند به بیماری شغلی سیلیکوز مبتلا شوند لذا برای پیشگیری و کنترل خطرات کار با سیلیس در صنعت شیشه سازی توصیه های ذیل ارائه می گردد:

#### 12-3-1- حمل و نقل و نگهداری صحیح سیلیس

سیلیس خریداری شده در ظرفهای مخصوص و در مکان مناسب بسته بندی و نگهداری شده و بسته های سیلیس به صورت اصولی حمل و نقل شوند و از ریخت و پاش سیلیس در حین کار جلوگیری بعمل آید.

### 12-3-2- استفاده از سیستم تر بجای سیستم خشک

کلیه دستگاه ها و ابزار برش، تراش، ساب و صیقل دهنده شیشه به ویژه ابزار دستی به سیستم آبیاش متصل به منبع آب تحت فشار مجهز باشد.



### 12-3-3- اصلاح نمودن روش و وسایل برش، تراش و ساب شیشه

جهت کم کردن ذرات سیلیس در محیط کار قسمت های برش، تراش، ساب و صیقل زنی شیشه، وسایل و ابزار مربوطه مثل تیغه الماس، صفحات صیقل دهنده و غیره به موقع تعویض و در صورت امکان از وسایل و روش های مدرن مثل دستگاه لیزری استفاده شود.



### 12-3-4- استفاده از دستگاه های تمام اتوماتیک برش شیشه

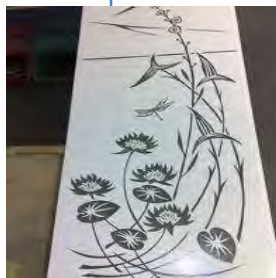
برای جلوگیری از پراکندگی گرد و غبار سیلیس در محیط کار به خصوص در کارگاه های بزرگ از دستگاه های تمام اتوماتیک برش، تراش و ساب مجهز به سیستم آبیاش یا هود مکنده موضعی استفاده شود.



تصویر شماره 44: دستگاههای تمام اتوماتیک برش شیشه

### 12-3-5- استفاده از سیستم سندبلاست تر در صنعت شیشه

در صنعت شیشه سازی عملیات سندبلاستینگ برای تمیز کردن زواید شیشه، مات کردن شیشه و یا ایجاد نقش و نگار در روی شیشه کاربرد دارد لذا برای جلوگیری از خطرات بهداشتی مربوط به این فعالیت بهتر است از سیستم سندبلاستینگ تر معروف به WetBlast استفاده نمود و یا عملیات سندبلاست در داخل کابین یا اتاقک مخصوص با رعایت کلیه اصول مربوطه انجام شود و کارگر متصدی نیز از ماسک کامل صورت مجهز به فیلترها با کارایی بالا استفاده نماید (به فصل دوم کتاب راهنما توجه شود)



تصویر شماره 45: شیشه های سندبلاست شده

### 12-3-6- استفاده از سیستم مکنده موضعی

علاوه بر نصب سیستم تهویه عمومی در کلیه قسمت های کارگاه شیشه سازی که میزان گرد و غبار سیلیس بالا است (قسمت های برش، تراش، ساب زنی، صیقل زنی و سندبلاست)، سیستم تهویه مکنده موضعی از نوع بگ هاس مجهز به هود، کانال، هواکش سانتریفیوژی، فیلتر و جمع آوری کننده مناسب نصب شود.

### 12-3-7- استفاده از وسائل حفاظت فردی

بهترین وسیله حفاظت فردی برای کارگرانی که در صنعت شیشه سازی کار می کنند و به نحوی با ذرات سیلیس تماس دارند ماسک تنفسی نیمه صورت و یا کامل صورت تک فیلتره یا دو فیلتره مجهز به فیلتر هپا با راندمان بالا و یا ماسک های سری N با توجه به نوع کار توصیه می شود.



تصویر شماره 46: ماسک های تنفسی مخصوص کار با سیلیس در صنعت شیشه سازی

### توصیه های عمومی:

برای دسترسی به اقدامات کنترلی مهندسی- روش های صحیح کاری و رعایت بهداشت فردی- مراقبت های پزشکی و بهداشتی- آموزش بهداشت پرسنل در ارتباط با عملیات سنگ کوبی، سیلیس کوبی و سیلیس به فصل پنجم کتاب راهنما مراجعه شود.

## 13 - آشنایی با صنعت ساختمان



صنعت ساختمان بسیار وسیع بوده و مشاغل و حرف گوناگونی را به خود اختصاص می دهد و هر کدام دارای فرایند و عملیات متفاوتی می باشد. از صنایع تولید کننده مصالح ساختمانی مثل سیمان، فرآورده های بتونی، کاشی و سرامیک شروع شده و به فرایندی مثل تخریب ساختمان به همراه عملیاتی مثل انفجار، برش، چکش کاری، مته کردن بتون ختم می شود که خود نیز شروع تازه ای برای بنا نهادن ساختمان جدید خواهد بود و در همه فرایندها، و عملیاتی که پیشتر اشاره شد سیلیس به مقدار کم یا زیاد دیده می شود.

### 13-1 - سیلیس به چه شکلی در مشاغل و حرف صنعت ساختمان دیده می شود؟

ذرات سیلیس با توجه به نوع کار و فعالیت به اشکال مختلف ذیل در فرآورده های صنعت ساختمان سازی مشاهده می شود:

• ماسه	• sand
• خاک و صخره	• soil & rock
• شن و ریگ	• gravel
• ماسه سنگ	• sandstone
• سنگ لوح	• slate
• گرانیت	• granite
• خاک رس	• clay

### 13-2 - مشاغل و حرف صنعت ساختمان مرتبط با سیلیس کدامند؟

وقتی ما از صنعت ساختمان سازی و مشاغل مربوط با آن و مجموعه فعالیت هایی که به نحوی با ذرات سیلیس ارتباط داشته و از نظرییماری زایی نیز مهم باشند صحبت می کنیم تعداد بیشماری از مشاغل و حرف ساختمانی و همچنین کارگاه های تولید مصالح ساختمانی گوناگون مورد توجه قرار می گیرند این مشاغل و حرف، همچنین کارگاه های تولید مصالح ساختمانی عبارتند از:

## مشاغل و حرف صنعت ساختمان

- بنایی
- سنگ کاری
- کاشی کاری
- سیمان کاری
- بتن سازی و بتن ریزی
- ساخت شومینه و آبنما
- فروشندگان مصالح ساختمانی
- خدمات لوله کشی (کننده کاری بتن)
- خدمات برق (کننده کاری بتن)
- حفاری چاه و چاهک
- ساب زنی سنگ نما، کف و راه پله
- تخریب ساختمان و خاک برداری
- فضا سازی (باغچه - آلاچیق و استخر)
- رانندگان معادن شن و ماسه و سیلیس و ...
- عملیات سند بلاستینگ
- استفاده از اره، مته و چکش بادی سبک و سنگین برای عملیات برش و حفر کردن

### 13-3 - خطرات، راه های پیش گیری و کنترل سیلیس در صنعت ساختمان کدامند؟

کارگاه ها و مشاغل ساختمانی مذکور هر کدام با توجه به نوع کار دارای خطرات بهداشتی مربوط به سیلیس می باشند و در حین کار یا زیر نظر کارفرما و در محیط کارگاهی با دستگاهها و ابزار مختلف فعالیت می کنند و یا به صورت خویش فرما به کمک ابزارهای دستی در مکان مورد نظر کار می کنند و همواره با گرد و غبار سیلیس در تماس هستند اگرچه میزان گرد و غبار و شدت بیماری زایی در چنین مشاغلی مثل سیلیس کوبی یا سند بلاستینگ نمی باشد ولی از طرفی استنشاق ذرات سیلیس به مقدار کم نیز می تواند خطرناک باشد لذا برای پیش گیری و کنترل گرد و غبار سیلیس در نزد افرادی که در کارگاه های ساختمانی کار می کنند و در معرض گرد و غبار سیلیس از نوع سیلیس آزاد قرار



دارند و بعد از مدتی ممکن است به بیماری ریوی خطرناک سیلیکوزیس مبتلا شوند راههای کنترلی با توجه به نوع کار و به صورت کلی و جداگانه به شرح ذیل پیشنهاد می گردد:

### 13-3-1- پیش گیری و کنترل خطرات بهداشتی در کارگاه های تولید مصالح ساختمانی

راههای پیش گیری و کنترل ذرات سیلیس در هوای محیط کار کارگاه های مذکور عبارتند از:

- استفاده از سیستم تر به جای سیستم خشک
- برقراری نظم و ترتیب کارگاهی
- شست شوی مرتب کارگاه
- استفاده از دستگاه های مدرن و اتوماتیک در خط تولید
- استفاده از سیستم مکنده موضعی با توجه به نوع کار ترجیحاً سیستم سیکلون و اسکرابر
- استفاده از وسائل حفاظت فردی مناسب

### 13-3-2- پیش گیری و کنترل خطرات بهداشتی در مشاغل و حرف ساختمانی

کارگرانی که با چکش پر قدرت بادی و برقی - اره برش - مته پر قدرت بادی و برقی کار می کنند

می بایستی به موارد ذیل توجه داشته باشند:

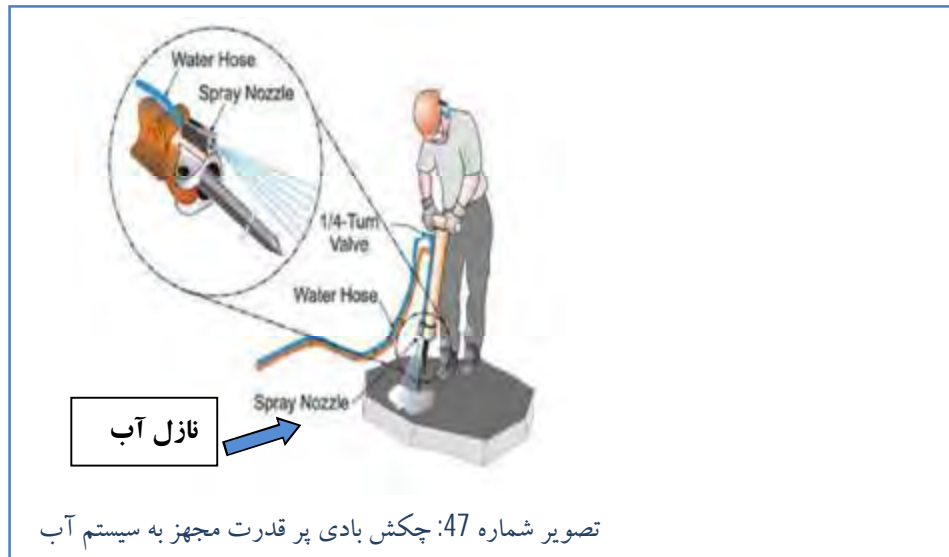
- استفاده از ابزار دستی مجهز به سیستم آب پاش.
- استفاده از کلاهک گرد و غبار گیر.
- استفاده از تهویه مکنده موضعی مجهز به جمع آوری کننده قابل حمل.
- استفاده از ماسک تنفسی مناسب.
- محصور نمودن کار با چادر برزنتی یا پلاستیکی مجهز به تهویه مکنده موضعی.

### 13-3-2-1- استفاده از ابزارهای متصل به سیستم آب پاش

اغلب این ابزارها و دستگاه ها به صورت دستی هستند و برای جلوگیری از گرد و غبار می بایستی به سیستم آب پاش متصل به منبع آب و سیستم تهویه مکنده موضعی مجهز باشند. مواردی از این نوع ابزارهای کاربردی به صورت تصویری همراه با توضیحات مفید در ذیل نشان داده می شود:

### چکش پر قدرت Jack Hammer

آب توسط نازل متصل به منبع آب بر روی سطح کار پاشیده می شود.



### اره برش Cutter

آب توسط کانال به سمت تیغه اره پاشیده شده و ماسک تنفسی کارگر نیز با کانال به هوای پاک مرتبط است.



### 13-3-2-2- استفاده از کلاهک گرد و غبار گیر

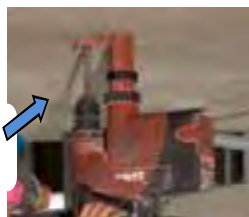
در هنگام مته کردن بتن سقف با نصب کلاهک یا جاذب، گرد و غبار به طرف پایین نمی ریزد.



کلاهک



جاذب



تصویر شماره 49: دستگاه مته مجهز به کلاهک گرد و غبار گیر و جاذب گرد و غبار در سقف.

### 13-3-2-3- استفاده از مکنده موضعی:

این دستگاه به مکنده موضعی نزدیک به مته مجهز است.

مکنده



مکنده



تصویر شماره 50: دستگاه مته مجهز به سیستم مکنده موضعی

### 13-3-2-4- استفاده از ماسک تنفسی مناسب

برای کارهای ساختمانی با توجه به نوع کار، فرایند و عملیات کاری از انواع ماسک تنفسی نیمه صورت یا کامل صورت با راندمان بالا استفاده می شود.

### سندبلاستینگ Sandblasting

کارگر سندبلاستر به ماسک تنفسی کامل صورت متصل به هوای پاک مجهز است.

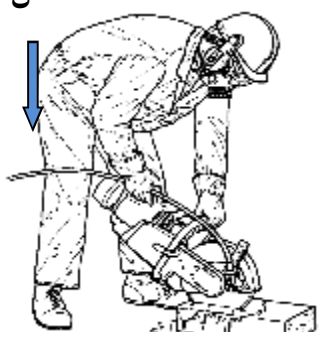


تصویر شماره 51: عملیات سندبلاستینگ

### برش و ساب زنی سنگ نما Stone masons & Cutting&polishing

دستگاه برش و ساب به سیستم آب وصل است و کارگر بنای سنگ نمای ساختمان (سنگ کار) نیز به ماسک تنفسی کامل صورت متصل به هوای پاک مجهز است.

### کانال آب



تصویر شماره 52: برش و ساب سنگ نما

### دستگاه سایش سنگ stone grinder

گرد و غبار از طریق کانال متصل به دستگاه ساب به وسیله سیستم مکنده موضعی جذب می شود.



کانال



مکنده

تصویر شماره 53: دستگاه سایش سنگ مجهز به کانال و سیستم مکنده موضعی

### دستگاه سایش مخصوص بندکشی tack point

دستگاه به مکنده موضعی متصل بوده و کارگر به ماسک تنفسی نیمه صورت مجهز است.



مکنده



تصویر شماره 54: دستگاه سایش مخصوص بندکشی

### 13-3-2-5- محصور نمودن فضای کار با چادر برزنتی یا پلاستیکی

در برخی از فعالیتها میتوان با استفاده از چادر برزنتی یا پلاستیکی فضای آلوده به گرد و غبار سیلیس را با بهره برداری از تهویه مکنده موضعی مجهز به فیلترها محصور نمود.

### روش محصور نمودن enclosure method

- کارهایی مثل مته کردن، اره کردن، چکش کاری و ساب زنی در زیر چادر برزنتی یا پلاستیکی مجهز به تهویه مکنده (فشار منفی) و فیلتر هپا انجام گیرد و کارگر نیز به ماسک تنفسی مناسب مجهز باشد.
- برای ساب دادن سنگ پله، فضای راه پله توسط چادر برزنتی یا پلاستیکی متصل به تهویه مکنده مجهز به فیلتر هوا محصور شده و کارگر نیز از ماسک تنفسی کامل صورت استفاده نماید.



13-3-3- استفاده از دستگاه های برش و شیارزنی مجهز به مکنده موضعی و سیستم آبیاش  
این نوع دستگاه ها به شیلنگ رابط متصل به تهویه مکنده و یا سیستم آبیاش مجهز می باشد و از طریق  
روش تراز ورود ذرات سیلیس به محیط کار جلوگیری می نماید. نمونه ای از این وسائل در ذیل نشان  
داده می شود.

## برش بلوک بتنی concrete block cutting

دستگاه به سیستم آبیاش مجهز است و کارگر از ماسک تنفسی نیمه صورت استفاده می نماید.



تصویر شماره 56: دستگاه برش بلوک بتنی



### شیار زنی سنگ shearing stone

این دستگاه با شکافتن سنگ به سمت جلو حرکت می کند و به سیستم مکنده مجهز است و کارگر از ماسک تنفسی نیمه صورت نیز استفاده می نماید.

مکنده



تصویر شماره 57: دستگاه شیارزنی سنگ

The diagram shows a worker wearing a respirator mask and safety glasses, operating a stone shearing machine. A suction system is attached to the machine to capture dust. The photograph shows a close-up of the machine cutting through a stone block, with dust being drawn into the suction system.

### برش قطعات بتنی fiber cement board

این دستگاه به وسیله اره دوار برای برش قطعات بتنی کاربرد دارد و به سیستم مکنده مجهز بوده و کارگر از ماسک تنفسی نیمه صورت و کلاه استفاده می نماید.



تصویر شماره 58: دستگاه برش

The diagram shows a worker wearing a hard hat, safety glasses, and a respirator mask, using a circular saw to cut a fiber cement board. A suction system is attached to the saw to capture dust. The photograph shows a worker in a dark jacket and yellow hard hat using a circular saw to cut a white fiber cement board on a workbench. A suction system is also visible.

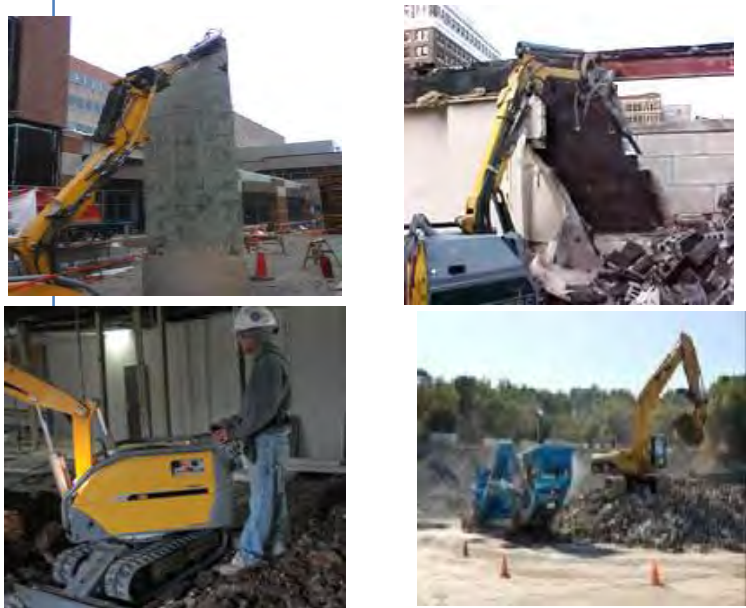
### 13-3-4- خرد کردن و تخریب ساختمان

برای جلوگیری از پخش گرد و غبار سیلیس ناشی از خرد کردن و تخریب ساختمان های بتنی روش های ذیل توصیه می شود:

- پیش از عملیات تخریب، ساختمان به وسیله سیستم آبیاش مرطوب شود.
- برای تخریب ساختمان از دستگاه های مکانیکی مثل بیل مکانیکی، لودر، بولدزروپتکهای مکانیکی استفاده شود و کابین راننده دارای سیستم تهویه باشد و افراد کمکی و کارگران این دستگاه ها به ماسک تنفسی سری N با راندمان 99 یا 100 درصد مجهز باشند.
- در صورت تخریب ساختمان به روش دستی محل تخریب با شیلنگ آب کاملاً مرطوب شود و کارگران از ماسک تنفسی کامل صورت مجهز به فیلترها استفاده نمایند و در صورت آلودگی بیشتر از ماسک تنفسی مجهز به شیلنگ آورنده هوا و یا کپسول اکسیژن استفاده نمایند.
- در صورت امکان از مواد نرم کننده بتن استفاده شود.
- در صورت استفاده مجدد از بتن قطعات بتن در محل تخریب خرد نشود و این عمل در مکان دیگر با استفاده از دستگاه های بازیافت بتن انجام گیرد.

### روش های خرد کردن و تخریب

دستگاه های مکانیکی تخریب ساختمان (بیل مکانیکی - لودر و پتک مکانیکی)



تصویر شماره 59: خرد کردن و تخریب ساختمان

### خرد کردن بتن با چکش بادی jack hammering recycling

برای خرد کردن بتن از چکش بادی مجهز به سیستم آبیاری استفاده شود و کارگران نیز از ماسک تنفسی نیمه صورت استفاده نمایند.



تصویر شماره 61: دستگاه چکش بادی

### 13-3-5- بازیافت بتن concrete recycling

این دستگاه می بایستی به سیستم آبیاش و تهویه مکنده موضعی مجهز باشد و کارگر از ماسک تنفسی کامل صورت استفاده نماید.



تصویر شماره 60: دستگاه بازیافت بتن

## 14 - آشنایی با صنعت کاشی و سرامیک



در حقیقت واژه سرامیک از کلمه یونانی «کراموس» به معنی سفال یا گل پخته گرفته شده است و هنر و علم ساختن و کاربرد اشیای جامد و شکننده ای است که ماده اصلی و عمده آن انواع خاک مثل کائولن و خاک سفال می باشند. از نظر شیمیایی کلیه موادی که از مخلوط خاک رس، ماسه و فلدسپات در دمای بالا بدست می آیند و توسط توده شیشه مانندی انسجام یافته و بسیار سخت و

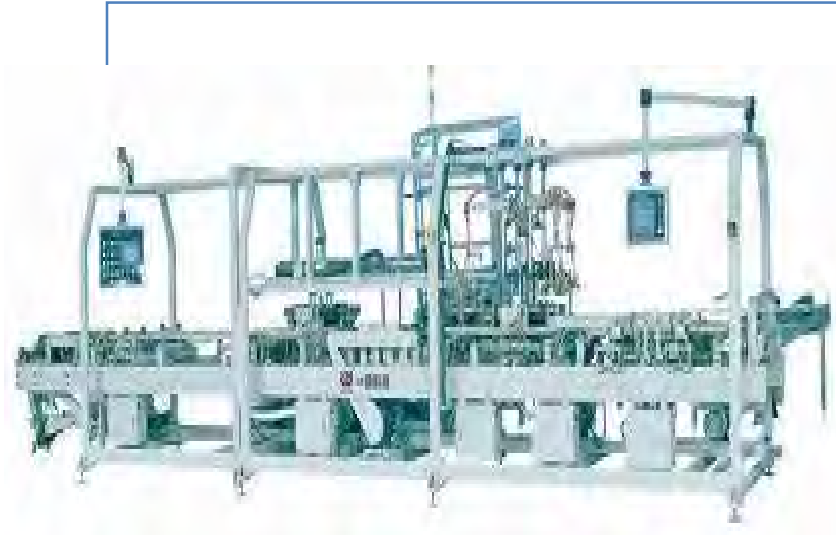
غیر قابل حل در حلال‌ها و تقریباً گذارناپذیر می باشند، سرامیک نامیده می شوند. لازم به یادآوری است در خط تولید کاشی و سرامیک تفاوت چندانی مشاهده نمی شود.

ترکیب اصلی کاشی و سرامیک سه عنصر مهم خاک رس (Clay) کائولین (Kaolin) و سیلیس ( $\text{SiO}_2$ ) است به عبارت دیگر سیلیس درجه یک و خالص یکی از مهمترین مواد اولیه لازم جهت تهیه بدنه کاشی و سرامیک می باشد.

## 14-1 - فرایند تولید کاشی و سرامیک چگونه است؟

تولید کاشی و سرامیک در چندین مرحله انجام می‌گیرد به شرح ذیل:

- |                     |   |
|---------------------|---|
| Batching            | - مرحله تهیه مخلوط یا ترکیب کاشی و سرامیک |
| Mixing and grinding | - مرحله مخلوط نمودن و آسیاب کردن          |
| Spray drying        | - مرحله اسپری خشک و رطوبت گیری            |
| Forming             | - مرحله شکل دهی یا فرم دهی                |
| Drying              | - مرحله خشک کردن                          |
| Glazing             | - مرحله لعاب دادن                         |



تصویر شماره 62: نمای خط تولید کاشی و سرامیک

#### 14-2-2- راههای پیش گیری و کنترل سیلیس در صنعت کاشی و سرامیک کدامند؟

در فرایند تولید کاشی و سرامیک به خصوص در قسمت های انبار و نگهداری سیلیس - حمل و نقل سیلیس - مخلوط کردن و آسیاب مواد اولیه کاشی و سرامیک - اسپری خشک (اسپری درایر) - برش قطعات کاشی و سرامیک - لعاب دادن - حرکت قطعات کاشی و سرامیک روی غلتکها - درجه بندی - جمع کردن ضایعات و همچنین بسته بندی کاشی و سرامیک گرد و غبار سیلیس در هوای محیط کار پراکنده شده و در صورت استنشاق آن عوارض و بیماریهای ریوی به ویژه بیماری سیلیکوز (سیلیکوزیز) را به دنبال خواهد داشت. لذا برای جلوگیری از خطرات احتمالی راههای پیش گیری و کنترلی ذیل پیشنهاد می گردد.

#### 14-2-1- انبارداری و حمل و نقل صحیح سیلیس

سیلیس خریداری شده در ظرفهای مخصوص و در مکان مناسب بسته بندی و نگهداری شده و بسته های سیلیس به صورت اصولی با چرخ دستی حمل و نقل شوند و از ریخت و پاش سیلیس در حین کار جلوگیری بعمل آید.

#### 14-2-2- نظارت بهداشتی بر اختلاط مواد

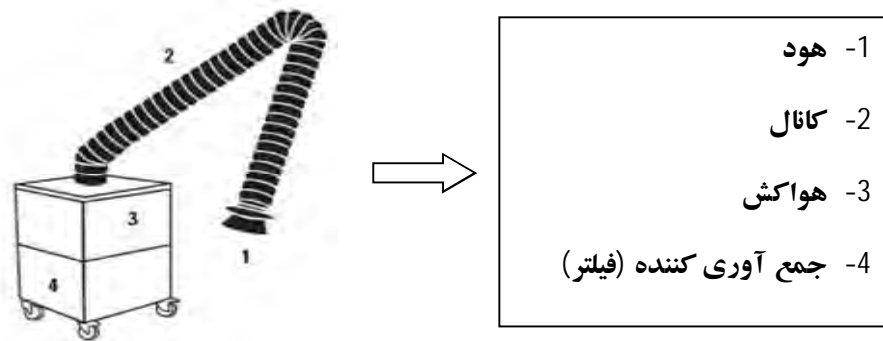
مواد اصلی کاشی و سرامیک به صورت آماده شده تهیه و در خط تولید استفاده شود و یا عملیات اختلاط مواد در اتاقک مجهز به سیستم تهویه مکنده موضعی مجهز به فیلترها انجام پذیرد و کارگران این قسمت از ماسک تنفسی کامل صورت استفاده نمایند.

#### 14-2-3- استفاده از روش پالایش تر (Wet Mopping Method):

- برای جلوگیری از پراکنده شدن گرد و غبار در محیط کار به هیچ وجه از پمپ باد برای تمیز کردن دستگاهها استفاده نشود و برای پالایش کارگاه به اصول ذیل توجه شود:
- کف کارگاه از جنس مشمی صاف و قابل شستشو (Linoleom) ساخته شود.
- سطوح دستگاهها، تجهیزات و قفسه ها و... به نحوی ساخته شوند تا قابل تمیز کردن باشند
- برای جاروب کردن سطوح کارگاه به جای جاروبهای صنعتی خشک از جاروبهای تر معروف به اسکرابر استفاده شود.
- برای مرطوب نگهداشتن سطوح کارگاه از روش آبیاری با شیلنگ (hosing method) استفاده شود.

#### 14-2-4- استفاده از سیستم تهویه مکنده موضعی

- ترجیحاً از نوع سیکلون و اسکرابر استفاده شود و طراحی این نوع سیستم به خصوص هود با توجه به نوع فعالیت و فرایند تولید انجام شود و در روی نوارهای عبور و قسمت برش کاشی و سرامیک و موارد مشابه هود متحرک و کانالهای خرطومی قابل انعطاف طراحی شود.



تصویر شماره 63: نمای شماتیک یک سیستم تهویه مکنده موضعی



#### 14-2-5- استفاده از وسائل حفاظت فردی مناسب

کارگرانی که در صنعت کاشی و سرامیک کار می کنند به خصوص در قسمت های اختلاط مواد، شکل دهی و فرم دهی، برش و لعاب زنی و دیگر قسمت هایی که ذرات سیلیس در هوای محیط کار وجود دارد از ماسک تنفسی نیمه صورت یک فیلتره یا دو فیلتره مجهز به فیلتر هپا با کارآیی بالا و یا از ماسک نیمه صورت سری N با فیلترهای با کارآیی 95 یا 100 درصد استفاد نمایند.



#### توصیه های عمومی:

برای دسترسی به اقدامات کنترلی مهندسی- روش های صحیح کاری و رعایت بهداشت فردی- مراقبت های پزشکی و بهداشتی-آموزش بهداشت پرسنل در ارتباط با عملیات سنگ کوبی، سیلیس کوبی و سیلیس به فصل پنجم کتاب راهنما مراجعه شود.

## مراجع

- 1- الزامات، دستورالعمل ها و رهنمودهای تخصصی بهداشت محیط / حرفه ای-0012 (آخرین ویرایش)، شیوه نگارش محیط و حرفه ای
- 2- علوم طبیعت زمین شناسی، سیلیس و کاربرد آن در صنایع.
- 3- بهرامی عبدالرحمن، سیلیس و کاربرد آن.
- 4- علیپور طاهره، بررسی سیلیس و کاربرد آن در معدن سیلیس کیسه جین.
- 5- علوم طبیعت زمین شناسی، بررسی وضعیت سیلیس در ایران و جهان.
- 6- پایگاه ملی داده های علوم زمین، مصارف عمده سیلیس.
- 7- دکتر بهرامی عبدالرحمن - دکتر گلبابایی فریده - قربانی فرشید، بررسی مقایسه ای بازده سیکلون - اسکرابر مه پاش و سیستم تلفیقی سیکلون اسکرابر در کنترل ذرات سیلیس هوای کارگاه های سنگ کوبی.
- 8- علی آبادی محسن - دکتر بهرامی عبدالرحمن - دکتر محجوب حسین - مهندس قربانی فرشید - مهندس برقی محمد علی - دکتر گلبابایی فریده، بررسی انتشار سیلیس آزاد در هوای به روش پراش اشعه ایکس.
- 9- دهدشتی علیرضا - ملک فرهاد، تماس با گرد و غبار سیلیس و اثرات ریوی آن در میان کارگران فرو سیلیس سمنان.
- 10- مسافری محمد - فهیمی نیامحمد - تقی پورحسن، مدیریت زیست محیطی زایدات جامد صنایع سنگ بری.

- What is crystalline silica w. w. w. osha. gov
- What you should know about silicosis and crystalline silica?  
by:oregon osha w. w. w. osha. org
- Guideline silica on construction projects w. w. w. labour. gov
- Controlling silica exposures in construction w. w. w. osha. gov
- Right to know hazardous substances fact sheet silica w. w. w. nj. gov
- Health effects of occupational exposures to respirable crystalline silica w. w. w. cdc. gov. niosh
- Silica dust and silicosis w. w. w. workershealth. com
- Silica substitutes w. w. w. cdc. gov. niosh
- Silicosis :learn the facts w. w. w. cdc. gov. niosh
- Health hazards of abrasive blasting w. w. w. cdc. gov. niosh
- The dangerous of breathing silica dust  
w. w. w. worksafebc. com
- Silica in the workplace: w. w. w. iapa. ca
- Silica crystalline tridymite respirable dust: w. w. w. osha. gov
- Silica crystalline respirable: w. w. w. hse. gov. uk
- A guide to working safely with silica: w. w. w. iapa. ca
- Respirable crystalline silica: w. w. w. aioh. org. au
- Crystalline silica primer: w. w. w. minerals. usgs. gov
- Water spray control of hazardous dust: w. w. w. cdc. gov. niosh
- Silica the deadly dust: w. w. w. cdc. gov. niosh
- Silica health surveillance guidelines: w. w. w. deir. gov. au
- Health surveillance in silica exposedworkers: w. w. w. hse. gov. uk
- Developing a silica exposure control plan: w. w. w. worksafebc. com
- Exposure control plan for cutting,grinding and polishing stone  
w. w. w. worksafebc. com

- Stone dust and you: w. w. w. hse. gov. uk
- Control of silica exposure in foundaries: w. w. w. cdc. gov. niosh
- Respirable crystalline silica and occupational health issues: w. w. w. nioh. ac. za
- Silica dust producing tasks by industries: w. w. w. nj. gov
- Preventing silicosis and deats from sandblasting: w. w. w. cdc. gov. niosh  
w. w. w. osha. gov
- Osha silica guideline
- Silica sampling analysis interpretation and controls: w. w. w. cdc. gov. niosh
- Crystalline osha fact sheet: w. w. w. osha. gov
- Niosh silica hazard review update: w. w. w. cdc. gov. niosh
- Ceramics hazards and their control: w. w. w. hse. gov. uk
- Protecting tuckpointing workers from silics dust: w. w. w. cpwr. com
- Silica hazard alert: w. w. w. dir. ca. gov
- Controlling silica exposures in osha: w. w. w. osha. gov
- Control of exposure to silica dust in small potteries: w. w. w. dir. ca. gov
- Occupational health guide lines for amorphous silica: w. w. w. acgih. org
- Occupational exposure assessment for crystalline silica dust Occupational medicine journal 2008. 21
- Silica dust levels: w. w. w. depts. washington. edu
- Silica surveillance programm: w. w. w. ergomed. ca
- Silica and processing line: w. w. w. crushermills. com



در کانال تلگرام کارنیل هر روز انگیزه خود را شارژ کنید 😊

<https://telegram.me/karnil>

