

## ارزیابی پراکندگی گردوغبار سیلیس موجود در هوا و اثرات ریوی آن در میان کارگران در معرض در یک شرکت تولیدی در سمنان

مهندس علیرضا دهدشتی<sup>۱</sup>، علی کرمانی<sup>۲</sup>

۱- کارشناس ارشد بهداشت حرفه ای و عضو هیئت علمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی سمنان

۲- کارشناس بهداشت حرفه ای و کارشناس مسؤل بهداشت حرفه ای استان سمنان

### مکیده

عضلات تنفسی نقش بسیار مهم و حیاتی در روند فعالیت هر فرد دارد بگونه ای که ظرفیت و توانایی تنفسی بالاتری موجب کیفیت و کارایی بهتر خواهد شد. روشهای متنوع و گوناگون در مطالعات متفاوتی جهت افزایش ظرفیت حیاتی و تنفسی استفاده گردیده است هدف از این مطالعه نیز استفاده از آموزش و تمرینات عضلانی دمی تنفسی با ویژگی خاص و ارزیابی تاثیر آن بر ظرفیت حیاتی تنفس می باشد. مواد و روشها: ۳۲ نفر از دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی سمنان در این مطالعه شرکت کردند. ابتدا ظرفیت حیاتی توسط اسپرومتر رایانه ای اندازه گرفته شد سپس با استفاده از ۸۰٪ قدرت عضلات دمی به ایشان آموزش داده شد و از داوطلب خواسته شد که تمرینات را بصورت روزانه و منظم انجام دهد. هر بار تمرین روزانه شامل ۶ دم با قدرت ۸۰٪ حداکثر قدرت عضلات دمی بود که هر تمرین به ترتیب با فواصل استراحت ۶۰، ۴۵، ۳۰، ۱۵ و ۱۰ ثانیه از تمرین بعدی جدا می شد. در پایان هر هفته تغییرات ظرفیت حیاتی توسط اسپرومتر اندازه گیری و ثبت گردید. ظرفیت حیاتی ثبت شده در پایان هفته پنجم و دهم با ظرفیت حیاتی ثبت شده قبل از شروع تمرینات با استفاده از *paired t student test* و فاصله اطمینان ۹۵٪ مقایسه شد. نتایج نشان می دهد که تمرینات عضلات دمی تنفسی به صورت معنی داری در پایان هفته پنجم ( $p < 0/001$ ) و در پایان هفته دهم ( $p < 0/001$ ) باعث افزایش میانگین ظرفیت حیاتی تنفسی افراد گردیده است.

روش تمرینات عضلات دمی تنفسی یک روش مناسب و کارا جهت افزایش ظرفیت حیاتی تنفسی می باشد. مطالعات بیشتر در حیطه اجرای این روش برای بیماران دارای اختلالات تنفسی ضروری است.

**کلمات کلیدی:** تمرینات تنفسی، ظرفیت حیاتی تنفسی و عضلات دمی تنفسی

### مقدمه

در میان عوامل زیان آوری که در صنایع و معادن موجود است، گردو غبار سیلیس معمولاً بسیار بحث انگیز بوده و دارای عوارض وخیم و غیر قابل درمان می باشد. لذا می بایست توجه خاصی بمنظور پیشگیری از بروز عوارض ناشی از آن و همچنین ارزیابی و کنترل آن در محیطهای کاری صورت پذیرد. بدین منظور می بایست برنامه پیشگیری مؤثر به منظور حفاظت از سلامتی کارکنان فعال گردد. در این برنامه علاوه بر شناخت اثرات کوتاه مدت باید اثرات بعضی از عوامل زیان آور مانند سیلیس که در طولانی مدت ظاهر می شوند نیز مورد توجه قرار گیرد. این موضوع نشان می دهد که حفاظت کارگران باید از همان روز اول کار شروع شود و در طول مدت زمان کار ادامه یابد. لذا تحقیق حاضر با توجه به سابقه فعالیت شرکت (حدود ۴سال) فرصت مناسبی برای ارزیابی

محیط کار و اثرات احتمالی آن بر کارگران فراهم آورد تا بتوان در آینده اثرات احتمالی و علایم اولیه ناشی از تماس با گردو غبار سیلیس را بطور دقیق تر مورد ارزیابی قرار داد. بر این اساس می توان با ارائه روشهای پیشگیری و حفاظتی مناسب، محیط کار ایمن و عاری از خطر برای کارگران فراهم نمود. در نتیجه نه تنها سلامت نیروی کار بهبود یافته بلکه می توان از نظر ابعاد اقتصادی، اجتماعی و سیاسی، کیفیت و بهره وری صنایع را ارتقاء داد.

این مطالعه با اهداف زیر انجام پذیرفت :

- ۱- تعیین مقدار پراکندگی گردو غبار سیلیس در هوای محیط کار و ارزیابی و مقایسه حدود مواجهه کارگران با حدود استاندارد مجاز تعیین شده
- ۲- بررسی اثرات احتمالی گردو غبار سیلیس بر دستگاه تنفسی در کارگران در معرض تا معلوم گردد آیا کارگرانی که در معرض گردوغبار سیلیس هستند از نظر علائم ناراحتیهای تنفسی با گروه کنترل تفاوت دارند یا خیر؟

## مواد و روشها

روش مورد استفاده در این تحقیق شامل مطالعه مورد- شاهد (توصیفی- تحلیلی) است که در مقطع مشخصی از زمان صورت می گیرد. به منظور بررسی اثرات احتمالی گردو غبار سیلیس دو گروه مورد مطالعه قرار گرفتند. اول - گروه در معرض که شامل ۹۰ نفر از کارگران شاغل در بخشهای مختلف تولید است که در طول کار بطور دائم در تماس با گردوغبار سیلیس پراکنده در هوا بودند. دوم- گروه شاهد که در معرض گردوغبار نبوده و سابقه تماس با گردوغبار نیز نداشته اند. گروه شاهد شامل ۶۰ نفر از کارکنان بخش اداری است. در تحقیق حاضر پس از فراهم آوردن مقدمات کار و بررسیهای لازم، برنامه ریزی به منظور علائم ناراحتیهای دستگاه تنفس بعمل آمد.

برای بررسی علائم ناراحتیهای احتمالی ریوی در میان کارگران شرکت، از پرسشنامه استاندارد ویژه بررسی علائم ناراحتیهای ریوی شغلی استفاده شد. هدف از این پرسشنامه فراهم آوردن اطلاعات در مورد مشکلات احتمالی دستگاه تنفس در میان کارگرانی است که در معرض گردوغبار سیلیس قرار دارند. پرسشهای مطرح شده بطور کلی عبارت است از: مشخصات فردی، علائم ناراحتیهای ریوی و سوابق شغلی است که با پرسش از کلیه افراد در معرض و گروه کنترل توسط محققین و به صورت حضوری انجام گرفته است.

در تحقیق حاضر برای اندازه گیری عملکرد ریه از دستگاه ویتالوگراف مدل PFT !! PLUS استفاده شده است. قبل از اجرای آزمایش اسپیرومتری فرد مورد مطالعه بطور روشن در مورد مراحل اجرای آزمایش آموزش داده میشود و طرز کار بصورت عملی نیز برای افراد مورد آزمایش نمایش داده میشود تا در زمان تست با زدم اجباری حداکثر تلاش صورت گیرد. پس از سه بار آزمایش مقادیر FVC و FEV1 در حافظه دستگاه ثبت می گردید. دستگاه سنجش کلیه موارد قرائت شده را به شرایط B.T.P.S تبدیل مینماید. بدین معنا که حجم را بر اساس درجه حرارت بدن (۳۷) و فشار بخار آب اشباع اصلاح می کند. قبل از اجرای آزمایش اسپیرومتری، اطلاعات قد، جنس و سن فرد به دستگاه داده میشود.

ضمناً به منظور انجام معاینات دوره ای کلیه کارگران و کارمندان کارخانه تحت نظر پزشک کارخانه مورد معاینات فیزیکی قرار گرفته و از آنها آزمایشات رادیو گرافی از قفسه سینه بعمل آمد. و تصاویر توسط پزشک متخصص و پزشک شرکت مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفتند. جهت اطمینان از جمع آوری نمونه هائی که نماینده غلظت گرد و غبار در محیط باشند، نمونه برداری به صورت ایزوکنیتیک انجام شد.

در مطالعه حاضر به منظور تعیین میزان مواجهه کارگران با گرد و غبار سیلیس پراکنده در هوای نمونه برداری از گردو غبار کلی برای تعیین جرم کل آئروسول، و گرد و غبار قابل تنفس برای تعیین جرمی کسر قابل تنفس مطابق با معیار ارائه شده از طرف NIOSH صورت گرفت. وسایل مورد استفاده بمنظور نمونه برداری از هوای محیط کار شامل: وسیله جمع آوری کننده گردو غبار سیلیس شامل سیکلون نایلون ۱۰ میلیمتری و فیلتر غشایی از جنس P.VC با قطر ۳۷ میلیمتر و اندازه منفذ ۵ میکرون قاب دهانه بسته با قطر ۳۷ میلیمتر، پمپ نمونه برداری فردی ساخت شرکت SKC، روتامتر و بورت حباب صابون، ترازو و دسیکاتور بود.

برای تعیین غلظت جرمی کل گردو غبار سیلیس پراکنده در هوا فیلترهای غشایی ۲۴ ساعت قبل از نمونه برداری در دسیکاتور قرار داده شدند و سپس با استفاده از ترازوی کامپیوتری وزن گردیدند. به منظور تعیین میزان تماس فردی با گردو غبار کل با استفاده از پمپ نمونه برداری فردی جریان هوای ۱/۷ لیتر در دقیقه از روی فیلترها که در قاب مربوطه قرار داشتند عبور داده شد. برای تهیه گردو غبار قابل تنفس از هوای محیط کار از سیکلون نایلون ۱۰ میلیمتری استفاده شد.

با استفاده از پمپ نمونه برداری فردی میزان جریان هوای ورودی ۱/۷ لیتر در دقیقه تنظیم گردید. بر طبق معیارهای ارائه شده، وسیله جمع آوری کننده باید ذرات قابل تنفس در حد ۱۰-۲ میکرون را از هوای نمونه برداری شده جدا نماید. بر اساس تعریف ACGIH سیکلون یا وسیله جدا کننده باید ذرات قابل تنفس را در اندازه های مختلف در حدودی جمع آوری نماید که به منحنی جایگزینی ذرات در دستگاه تنفس نزدیک باشد.

بر اساس پیشنهاد ACGIH به منظور آنکه راندمان جمع آوری ذرات قابل تنفس در حدود ارائه شده با استفاده از سیکلون نایلون ۱۰ میلیمتری مطابقت داشته باشد، باید میزان جریان هوای عبوری ۱/۷ لیتر در دقیقه مورد استفاده قرار گیرد. هنگام نمونه برداری از هوای محیط کار، سیکلون نایلون ۱۰ میلیمتری، از طریق لوله رابط به پمپ نمونه برداری فردی متصل گردید و پمپ بر روی کمر کارگران قرار داده شد و وسیله جمع کننده در منطقه تنفسی کارگر قرار داده شد. برای آنکه حجم هوای نمونه برداری شده V به حجم هوا در شرایط استاندارد V<sub>STP</sub> یعنی فشار ۷۶۰ میلیمتر جیوه و درجه حرارت ۲۵ درجه سانتیگراد تبدیل گردد از فرمول زیر استفاده گردید:

$$V_{STP} = V.P/760.298/(T+273)$$

$$V_{STP} = V_{Meos} \times \frac{Pbar - Pw}{760} \times \frac{298}{273 + t}$$

V<sub>STP</sub> = حجم هوا بر حسب لیتر در شرایط استاندارد

V<sub>mes</sub> = حجم هوای نمونه برداری شده از محیط بر حسب لیتر

Pbar = فشار بارومتریک بر حسب میلی متر جیوه در محل نمونه برداری

Pw = فشار بخار اشباع بر حسب میلی متر جیوه در محل نمونه برداری

T = درجه حرارت هوای محیط نمونه برداری بر حسب درجه سانتی گراد

پس از نمونه برداری فیلترها در دسیکاتور قرار داده شدند و مجدداً وزن آنها یادداشت گردید. غلظت گرد و غبار سیلیس پراکنده در هوا بر حسب میلی گرم در متر مکعب از هوا با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید

$$C = \frac{[(W2 - W1) + B]}{V \times 10}$$

C = غلظت گردو غبار بر حسب میلی گرم در متر مکعب

W2 = وزن فیلتر پس از نمونه برداری بر حسب میلیگرم

$W1 =$  وزن فیلتر قبل از نمونه برداری بر حسب میلیگرم

$B =$  متوسط تغییر در وزن فیلتر شاهد قبل و بعد از نمونه برداری بر حسب میلیگرم

$V =$  حجم هوای نمونه برداری شده بر حسب لیتر

به منظور تجزیه نمونه های گردوغبار سیلیس پراکنده در هوای محیط کار مطابق با روش ارائه شده از طرف NIOSH از روش پراش اشعه ایکس برای تعیین کمی و کیفی سیلیس آزاد بلوری در نمونه ها استفاده گردید. (روش شماره ۷۵۰۰) لذا فیلترها را با کمک پنس از فیلتر هولدر خارج نموده و بر روی پلیت های مخصوص ثابت می نمائیم و مراحل لازم برای قرائت مقدار سیلیس را طبق دستورالعمل دستگاه انجام می دهیم به منظور محاسبه درصد سیلیس آزاد بلوری در نمونه تجزیه شده از فرمول زیر استفاده می شود.

وزن کل نمونه (میکروگرم) /  $100 \times$  وزن سیلیس آزاد بلوری در نمونه (میکروگرم) = درصد سیلیس آزاد بلوری در نمونه تجزیه شده در حال حاضر استانداردهایی که ارائه می شوند بر اساس سنجش ذرات معلق است که به قسمتهای تحتانی دستگاه تنفس وارد می شوند. استانداردهای ارائه شده از طرف ACGIH به شرح زیر است:

۱- ذرات سیلیس به شکل آمورف: ۱۰ میلیگرم بر مترمکعب (غلظت کل گردوغبار) و ۲ میلیگرم بر مترمکعب (ذرات قابل تنفس)

۲- ذرات سیلیس بلوری کریستوبالیت: ۰/۵ میلیگرم بر مترمکعب (ذرات قابل تنفس)

۳- ذرات سیلیس به شکل فیوم: ۰/۱ میلیگرم بر مترمکعب (ذرات قابل تنفس)

به منظور ارزیابی گردوغبار قابل تنفس سیلیس، استاندارد مجاز توسط ACGIH بر اساس نمونه برداری و تعیین غلظت گردوغبار به روش وزنی ارائه گردیده است. حد آستانه مجاز بر اساس نمونه برداری ذرات قابل تنفس با استفاده از دستگاه نمونه برداری است که این نوع ذرات را با راندمان قابل قبول جمع آوری نماید. به منظور محاسبه حد آستانه مجاز ذرات سیلیس از نوع کریستوبالیت فرمول زیر توسط ACGIH ارائه شده است:

(درصد سیلیس کریستوبالیت گردوغبار)  $(\mu\text{g}/\text{m}^3)$  / ۵ میلیگرم بر متر مکعب = حد آستانه مجاز

## نتایج

۱- مقایسه مقادیر میانگین -  $PEF, FEF25\%, 75-85\% PEF, FEF25\%, VC, FVC, FEV1/VC\%, FEF, FEF25-75\%$

$FEF50\%, FEF75\%$  در بین کارگران در معرض و گروه غیر در معرض اختلاف معناداری را نشان نداد. ( $P < 0.05$ )

مقادیر میانگین حجم بازدم اجباری در ثانیه اول FEV1 و درصد حجم بازدم اجباری FEV1/FVC% در بین گروه

در معرض نسبت به گروه غیر در معرض کاهش معناداری را نشان داد. ( $P = 0.13$ )

۲- در گروه سنی ۳۵-۳۹ ساله مقادیر  $FEV1, FEV1/FVC\%$  در گروه در معرض نسبت به گروه کنترل کاهش

معناداری وجود داشت. ( $P < 0.05$ )

۳- در گروه افراد سیگاری مورد مطالعه، بین مقادیر میانگین  $FEV1, FEV1/FVC\%$  در گروه در معرض و گروه

غیر در معرض اختلاف معنادار مشاهده شد. ( $P = 0.09$ )

۴- در گروه سیگاری که به مدت بیشتر از ۲۰ سال سیگاری بوده اند مقادیر  $VC, FEV1/FVC\%$  بین گروه در معرض

و گروه غیر در معرض اختلاف معنادار وجود داشت ( $P < 0.08$ ).

۵- فراوانی علائم ناراحتیهای ریوی استخراج شده از پرسشنامه، شامل سرفه مکرر، احساس فشردگی در سینه،

تنگی نفس به هنگام فعالیت بدنی و خلط سینه در کارگران در معرض گردوغبار سیلیس و گروه غیر در معرض

اختلاف چندانی با یکدیگر نداشتند.

۶- از میان ۹۲ کلیشه مربوط به کارگران در معرض، ۱۵ مورد همراه با علائم ریوی و ۷۸ مورد طبیعی گزارش گردید. علائم ناراحتیهای گزارش شده شامل ۶ مورد انفیلتراسیون ریوی (۶/۵ درصد)، ۳ مورد برونشکتازی (۳/۲ درصد)، ۱ مورد بالارفتن دیافراگم (۱/۱ درصد)، ۲ مورد پرهوایی ریه (۲/۱ درصد)، ۳ مورد کالسیفیکاسیون ریوی (۳/۲ درصد) بوده است.

۷- براساس نتایج بدست آمده از آزمون آنالیزگرسیون بین مقادیر عملکردهای ریوی  $FVC, FEV1, FEV1/FVC\%$  با قد گروه در معرض گردوغبار سیلیس رابطه معنادار وجود ضرائب همبستگی بین مقادیر عملکردهای ریوی یاد شده وقد بصورت مستقیم و ناقص بود داشت ( $P < 0.05$ ).

۸- بین مقادیر عملکردهای ریوی یاد شده و سن  $FEV1, FVC, FEV1/FVC\%$  رابطه معنادار وجود داشت ( $P < 0.05$ ). همچنین بین مقادیر عملکردهای ریوی یاد شده و مدت اعتیاد به سیگار  $FVC, FEV1, FEV1/FVC\%$  رابطه معنادار وجود داشت ( $P < 0.05$ ) ضرائب همبستگی بین مقادیر عملکردهای ریوی یاد شده و سن و مدت اعتیاد به سیگار به صورت معکوس و ناقص بود.

۹- میانگین میزان پراکندگی گردوغبار کل در هوای منطقه تنفسی در قسمتهای مختلف تولیدی در محدوده بین ۵/۵ میلیگرم در متر مکعب تا ۱۳/۶ میلیگرم در متر مکعب اندازه گیری گردید.

۱۰- میانگین میزان پراکندگی گردوغبار قابل استنشاق در منطقه تنفسی کارگران در قسمتهای مختلف تولیدی در محدوده بین ۲/۱ میلیگرم در متر مکعب تا ۶/۲ میلیگرم در متر مکعب اندازه گیری گردید.

۱۱- میانگین درصد سیلیس آزاد بلوری در گردوغبار پراکنده در محدوده بین ۳/۹ درصد تا ۶/۹ درصد اندازه گیری گردید. میانگین درصد سیلیس آزاد بلوری در کسر گردوغبار قابل تنفس پراکنده نیز در محدوده بین ۱/۲٪ تا ۴/۱٪ سیلیس اندازه گیری گردید.

## بحث

۱- براساس معیارهای ارائه شده ارزیابی میزان تماس با گردوغبار سیلیس بر مبنای کسر قابل تنفس گردوغبار سیلیس است. حد مجاز پذیرفته شده برای مواجهه با ذرات سیلیس آزاد بلوری ۰/۰۵ میلیگرم در متر مکعب برای ۸ ساعت کار در روز در نظر گرفته شده است. با توجه به اینکه میانگین درصد سیلیس آزاد بلوری تشکیل دهنده کسر گردوغبار قابل استنشاق ۲/۶٪ اندازه گیری شده است حد آستانه مجاز با استفاده از فرمول زیر محاسبه می گردد.

$$\text{حد آستانه مجاز} = \frac{5 \text{ mg} / \text{m}^3}{2/6 + 2} = 1/1 \text{ mg} / \text{m}^3$$

۲- با توجه به اندازه گیری به عمل آمده، میزان گردو غبار قابل تنفس سیلیس بین ۲/۱ تا ۶/۲ میلیگرم بر متر مکعب می باشد که از حد مجاز بیشتر است و باید اقدامات حفاظتی جدی اعمال گردد.

۳- با توجه به اینکه گروههای مورد مطالعه از نظر میانگین سن، قد، وضعیت اعتیاد به سیگار و سابقه کار مشابه بودند کاهش در مقادیر عملکردهای ریوی  $FEV1, FEV1/FVC$  را می توان احتمالاً ناشی از تماس شغلی با گردوغبار سیلیس دانست. همچنین این مطالعه نشان داد در مورد سایر مقادیر عملکردهای ریوی در بین گروه در معرض گردوغبار سیلیس و گروه غیر در معرض اختلاف معناداری از نظر آماری وجود ندارد.

۴- همچنین این مطالعه نشان داد که بین مقادیر  $FVC, FEV1, FEV1/FVC\%$  با سن، قد و مدت اعتیاد به سیگار رابطه معنادار وجود دارد.

