



Woodiconf-11

بررسی تاثیر ارگونومیکی گرد و غبار چوب در کارگاه های صنایع مبلمان

هادی غلامیان^{۱*}، ماهان فراهانی^۲

^۱ دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

^۲ دانشجوی کارشناسی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

hadi_gholamiyan@ut.ac.ir

چکیده

کارگاه چوب و مبلمان همیشه مکانی خطرناک برای کار بوده است. اکثر مردم این موضوع را به تعداد تصادفات و ماهیت ماشین آلاتی که با آنها کار می شود نسبت می دهند. هر ساله حدود ۱۲۰۰۰ نفر بر اثر بیماری های ریوی ناشی از کار در معرض چوب جان خود را از دست می دهند. این شامل قرار گرفتن در معرض گرد و غبار است. نتایج پایش هوا تأیید می کند که وقتی محصولات چوبی تولید شده، برش یا سنباده می شوند، تنها خطر قابل توجه هوا قرار گرفتن در معرض گرد و غبار چوب است. آسیبهایی که گرد و غبار چوب روی کارگران می گذارند گاه می تواند تاثیری جدی روی کار و سبک زندگی آنها بگذارد. آسیب هایی نظیر حساسیت، بیماری های تنفسی و سرطان. با استفاده از ابزارهای حفاظت تنفسی (RPE) و حفاظت فردی (PPE) رعایت بهداشت محیط کار، دانستن اصول ارگونومی در حین کار و فعالیت در کارگاه چوب و مبلمان می توان این آسیب ها را به حداقل رساند.

واژه های کلیدی: گرد و غبار، چوب، مبلمان، ارگونومی، خطر

مقدمه

مطالعات نشان می دهد، بیشترین میزان آسیب شغلی در حوزه گرد و غبار چوب در کارگاه های صنایع چوب، مبلمان و کابینت سازی مشاهده می شود. مواجهه شغلی با گرد و غبار چوب می تواند مسئول بسیاری از اثرات مضر سلامتی باشد. ارزیابی اثرات نامطلوب گرد و غبار چوب برای انسان، و همچنین تفسیر اندازه گیری های غلظت آن برای ارزیابی قرار گرفتن در معرض شغلی بالقوه بسیار دشوار است. در فرآیندهای سنباده کاری و پرداخت کارخانه های تولید تخته لایه، که در آن چوب، اره و سنباده می شود و در مناطقی از کارخانه های چوب-بری در نزدیکی خردکن، اره و دستگاه رنده. در کارگاه ها، تولید تخته MDF و نئوپان، تولید در و پنجره، تولید قایق های چوبی، ساختمان سازی و صنایع مختلف دیگر نیز کارکنان با گرد و غبار مواجه هستند (Young et al, 2012). تخمین زده شده است که گرد و غبار چوب تقریباً ۳.۶ میلیون (۲٪ از جمعیت شاغل) در اتحادیه اروپا را تحت تاثیر قرار می دهد که از این تعداد ۷۰۰.۰۰۰ نفر در صنعت مبلمان هستند. تولید و پخش گرد و غبار در صنایع چوب تابعی است از عواملی نظیر وجود و کارایی سیستم های تهویه (LEV)، رعایت ارگونومی و بهداشت محیط کار، مهارت فردی کارگران در کارگاه صنایع چوب و مبلمان، محصولاتی که تولید می شوند و نوع گونه چوبی که برای تولید محصولات مورد استفاده قرار می گیرند. گرد و غبار چوب تجمعی است از هر ذرات چوبی، باکتری ها و هاگ های قارچ و حزه که در طول برشکاری، سنباده زنی یا جابجایی چوب (از گرده بینه تا الوار) تولید می شود. بنابراین محصول فرعی فرآوری چوب محسوب می گردد. تمام فرآیندهای دستی و ماشینکاری که عملیات برش و پرداخت سطح چوب را انجام می دهد، ایجاد گرد و غبار می کند؛ برش گرده



بینه با اره فلکه، رنده کردن با ماشین کفرند، ماشین گندگی، سنباده زنی دستی یا ماشینی، خراطی و کنده کاری چوب، سوراخکاری با مته نمونه‌هایی از ماشین‌آلات و ابزارهای ایجادکننده گرد و غبار می‌باشند. میزان و نوع گرد و غبار ایجاد شده به عواملی نظیر گونه چوبی و فرآورده مرکب بودن چوب و نوع ماشینکاری بستگی دارد. گرد و غبار چوب سومین گرد و غبار آلی بعد از گرد و غبار پنبه و غلات است و قرار گرفتن در معرض آن می‌تواند به مخاطرات قابل توجهی برای سلامتی منجر شود. نجارها، ماشین‌کاران چوب، کارگران کارگاه‌ها و کارخانه‌های چوب‌بری، کابینت‌سازان و سازندگان مبلمان اغلب در معرض گرد و غبار چوب هستند. بعد از انتقال این گرد و غبار به هوا ممکن است توسط کارگران استنشاق شود و منجر به آسیب‌هایی چون آلرژیک، برونشیت مزمن، آمفیوزم ریه، آسم و خلل در عملکرد ریه‌ها، انسداد ریه، ذات‌الریه، سابروز، کهیر، تحریک بینی و مخاط، آبریزش بینی و عطسه‌های شدید، مسدود شدن بینی و مسیر تنفس، خونریزی بینی، سوزش گلو و آبریزش چشم و نوعی سرطان سینوسی شود (Mandryk 2000; Pellegrini 2002). بررسی‌های انجام شده در کشورهای اروپایی نشان می‌دهد که گرد و غبار چوب علاوه بر ایجاد سرطان ریه، عوارضی مانند سردرد، سرفه، ضعف، درد قفسه سینه، بیماری‌های تنفسی حاد یا مزمن، آسم شغلی و اختلالات عملکردی ریه را ایجاد می‌کند که در این میان عوارض عملکرد ریه از شایع‌ترین مشکلات در صنایع چوب و مبلمان می‌باشد. گرد و غبار چوب یک عامل خطر شناخته شده برای سرطان در حفره بینی است و به عنوان یک سرطان‌زا برای انسان طبقه بندی می‌شود (آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان ۱۹۹۵، ۲۰۱۲). سرطان سینوسی که از گرد و غبار چوب حاصل می‌گردد، بسیار نادر است و سالانه حدود ۴۴۰ نفر از کارگران و کارمندان کارگاه چوب و مبلمان که با گرد و غبار مواجهند به آن مبتلا می‌گردند.

به تبع هرچه گرد و غبار اندازه‌ای کوچک‌تر داشته باشد، موجب حوادث شدید و جدی‌تری به بدن و دستگاه تنفس افراد مواجه با آن می‌گردد. ذرات غبار چوب بزرگ‌تر در بینی باقی نمی‌مانند، از آنجایی که ذرات بزرگ‌تر ته نشین شده توسط کلیترانس موکوسیولاری حذف می‌شوند. فقط ذرات ریزتر در مجرای بینی به دام می‌افتند و باعث ایجاد مخاط می‌شوند که ممکن است به نوبه خود منجر به سرطان سینوسی شود. در نتیجه در مقایسه با ذرات بزرگی که به راحتی می‌توانند ته نشین شوند، ذرات کوچک در هوا معلق می‌شوند و مشکلات جدی‌تری برای افراد مواجه با آنها ایجاد می‌کنند.

گرد و غبار حاصل از چوب‌های سوزنی‌برگ اندازه‌ای بزرگ‌تر از گرد و غبار حاصل از گونه‌های پهن‌برگ دارند؛ در نتیجه به عنوان مثال آسیبی که به بدن کارگران هنگام برش گونه پهن‌برگ با اره‌فلکه می‌رسد بیشتر از گونه سوزنی‌برگ است. (البته اندازه گرد و غبار به سبب تیغه مورد استفاده حین عملیات ماشینکاری نیز وابسته است که در این مثال تیغه با سبب یکسان منظور است.)

اندازه و غلظت ذرات گرد و غبار چوب

کارگران در کارگاه و کارخانه‌های صنایع چوب و مبلمان در معرض ذرات گرد و غبار چوب با اندازه‌های مختلف قرار می‌گیرند و بسته به اندازه، ماهیت فیزیکی و شیمیایی ذرات گرد و غبار و همچنین مدت زمان قرار گرفتن در معرض آن، اثرات تنفسی متفاوتی ایجاد می‌کنند. مشخص شده است که غلظت گرد و غبار تا حدود ۳۰۰ میلی گرم بر متر مکعب در هوای استنشاقی امکان پذیر است. قوانین تعیین مقادیر حداکثر غلظت‌های مجاز در اتحادیه اروپا و در ایالات متحده و کانادا بسیار متنوع است. سازمان دولتی اداره ایمنی و بهداشت شغلی (OSHA) با تنظیم TLV برای گرد و غبار گونه‌های مختلف چوبی نظیر سرو قرمز، که یک آلرژن قوی است، مقادیر حد مواجهه شغلی مجاز را برای گرد و غبار چوب براساس میزان ایجاد خطر و حساسیت متمایز می‌کند. فقط در چند کشور اتحادیه اروپا - بلژیک، بریتانیا و سوئیس، مقادیر سطوح مجاز، چه برای چوب‌های پهن‌برگ و سوزنی‌برگ مقادیر یکسانی دارند، با این تفاوت که گرد و غبار چوب گونه پهن‌برگ با نماد "C" (عامل سرطان‌زا) مشخص شده است. قطر متوسط گرد و غبار چوب معمولاً بین ۱۰ تا ۳۰ میکرومتر است. با این حال، در سنباده‌کاری، حتی گرد و غبار کوچک‌تر را می‌توان با قطر کمتر از ۵ میکرومتر ایجاد کرد. ماشین‌آلات ذرات چوب را با سرعت متوسط ۱۰ متر بر ثانیه ساطع می‌کنند. چندین مطالعه بر مشکلات تنفسی ریه‌ها و عملکرد آن‌ها، مانند علائم منفی تنفسی و آسیب‌شناسی مزمن



انسدادی مرتبط با قرارگرفتن در معرض گرد و غبار چوب تأکید کرده‌اند. گرد و غبار دارای مشخصات اندازه و جرم هستند. دارای جرمی هستند که به مجاری تنفسی نفوذ می‌کند (Edman 2003; ICRP (1994; Whitehead 1981).

تجمع ذرات در دستگاه تنفسی، به ویژه در ناحیه خارجی، و همچنین در نواحی نای و خارج قفسه سینه شروع می‌شود. نفوذ گرد و غبار چوب به دستگاه تنفس موجودات زنده به دو عامل بستگی دارد: جرم و ابعاد (Proto 2009).

در تحقیقی که توسط (Kulkani, et al. 2016) صورت گرفت، از میان حدود ۲۰ کارخانه چوب‌بری مختلف واقع در شهر بیجاپور و اطراف آن، ۵۰ کارگر سالم به طور تصادفی انتخاب و مورد مطالعه قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری اندازه ذرات چوب، ذرات گرد و غبار چوب به طور منظم و با دقت در سه ظرف پتری (Petri) از کارخانه‌های چوب‌بری جمع‌آوری شد. ظروف پتری در کارخانه‌های چوب‌بری (درب‌های باز) در مکان‌هایی که بیشترین تولید گرد و غبار چوب و قرارگرفتن در معرض آنها بود، نگهداری می‌شدند. ظروف پتری به مدت ۸ ساعت (در ساعات کاری: ۱۰ صبح تا ۶ بعد از ظهر) نگهداری شدند. در این دوره، ماشین‌آلات فعال و کارگران مشغول کار بودند. سپس، این ظروف پتری در ساعت ۶ بعد از ظهر همان روز به طور منظم با درب جمع‌آوری شدند و اندازه ذرات گرد و غبار چوب با استفاده از تکنیک میکروسکوپ نوری اندازه‌گیری شد. مشاهده می‌شود که با افزایش سال‌های مواجهه و مدت زمان قرار گرفتن در معرض گرد و غبار، انبساط قفسه سینه به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد. در تحقیقات گذشته وی همچنین نشان داده شد که قرار گرفتن در معرض گرد و غبار، انبساط قفسه سینه به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد. بازدمی و کاهش عملکردهای دینامیکی ریه در کارگران کارخانه‌های چوب‌بری می‌شود.

(Harper et al., 2002) روشی را توصیف کردند که در آن ذرات گرد و غبار چوب توسط نمونه‌بردار جمع‌آوری می‌شوند و آنها را جدا می‌کنند، معلق می‌کنند و روی یک فیلتر سلولزی مخلوط می‌گذارند و با میکروسکوپ نوری بررسی می‌شوند و قطر آیرودینامیکی ذرات را تعیین می‌کنند. در این مطالعه، وی دریافت که این روش به ویژه برای ذرات گرد و غبار چوب مناسب است. او بیش از ۲۰۰ نمونه گرد و غبار چوب را در سه صنعت مختلف گرد و غبار چوب مطالعه کرد.

(Narala, et al. 2003) اثرات گرد و غبار چوب را بر وضعیت مرگ سلولی در ماکروفاژهای موش و لکوسیت های انسانی در شرایط آزمایشگاهی مورد مطالعه قرار دادند. نتایج مطالعه آنها نشان می‌دهد که نوع گرد و غبار چوب گونه های متفاوت و احتمالاً اندازه ذرات تأثیر قابل توجهی بر عملکرد و زنده ماندن سلول های فاگوسیتی دارد.

راهکارهای جلوگیری از خطرات حاصل از گرد و غبار چوب

در بهمن ماه ۱۴۰۱، HSE (سازمان مدیریت بهداشت و ایمنی) گزارشی منتشر کرد که نشان می‌دهد بیش از ۵۰ درصد از ۲۰۰ کسب و کار نجاری که در دو سه ماهه گذشته بازدید کرده‌اند، مقررات قرار گرفتن در معرض گرد و غبار را نقض می‌کنند. استنشاق گرد و غبار چوب در آمار ۱۲۰۰۰ نفری است که سالانه بر اثر بیماری های ریوی ناشی از کار جان خود را از دست می‌دهند. غیر معمول نیست که استنشاق باعث آسم شغلی و در مورد چوب های پهن‌برگ، سرطان سینوسی آدنوکارسینوم شود. واضح است که در صورت کنترل شرایط کارگاه و مواجهه کارگران با گرد و غبار به طور موثر، این مرگ و میرها قابل پیشگیری هستند.

برای حفاظت از کارمندان و کارگران باید دستگاه تهویه LEV ماشین‌آلات کارگاه‌ها، هر ۱۲-۱۴ ماه یک بار آزمایش شوند تا از کارکرد صحیح آن اطمینان حاصل شود.

گرد و غبار علاوه بر آسیب به دستگاه تنفس انسان و ایجاد اختلالات پوستی و سرطان (به ندرت)، می‌تواند ایجاد لغزش کند و منجر به سرخوردگی کارگران شود که از لحاظ ارگونومیکی جزو معایب اصلی محسوب می‌گردد؛ چراکه انسان هنگام سرخوردگی و لغزش کنترلی روی حرکات آتی خود ندارد و امکان برخورد دست با ماشین‌آلات تیز و برنده یا ابزار با محافظت پایین و ایجاد حادثه افزایش می‌یابد. کابل‌ها، ماشین‌آلات و ابزارآلات، چوب‌آلات بریده، گرد و غبار چوب، ضایعات، مایعات،



کف پوش های لغزنده و ناهموار یا آسیب دیده از علل متداول سرخوردگی و لغزش در محیط کارگاه هستند. مشخص می گردد که بهداشت محیط کار بسیار در جلوگیری از ایجاد حادثه موثر است. برای جلوگیری از بروز حوادث حاصل از گرد و غبار چوب در کارگاه های صنایع چوب و مبلمان، به اصول زیر توجه شود:

۱. استفاده از چوب های جایگزین حین کار:

تامین کنندگان چوب و الوار باید اطلاعاتی، به عنوان مثال یک برگه اطلاعات ایمنی (SDS) در مورد هرگونه اثرات بالقوه چوب مورد استفاده بر سلامتی ارائه دهند. صاحبان مشاغل باید از چوب هایی استفاده کنند که دارای استحکام یا جلوه های تزئینی مشابه هستند اما خطر کمتری دارند. به عنوان مثال در صنعت مبلمان می توان به جای چوب پهن برگ راش از سوزنی برگ نوئل استفاده کرد. (شکل ۱)



راش اروپایی



نوئل

شکل ۱- امکان جایگزینی دو گونه راش و نوئل در صنایع مبلمان

۲. کنترل تجمع گرد و غبار چوب:

مشخص است که حذف کامل گرد و غبار چوب از محیط های کارگاه های صنایع چوب امکان پذیر نمی باشد، با این حال، خطر سلامتی مرتبط با قرار گرفتن در معرض گرد و غبار محصولات چوبی را می توان از طریق فرآیندهای کاری که تولید می کنند و حاصل شدن اطمینان از آنکه تمام فرآیندهای تولید گرد و غبار مجهز به تهویه خروجی محلی هستند به حداقل رساند.

۳. ونتیلاتور و سیستم تهویه محلی (local exhaust ventilation system):

اساساً هر ایستگاه کاری در معرض خطر انتشار گرد و غبار باید دارای سیستم تهویه باشد و منبع انتشار گرد و غبار باید در جایی قرار داشته باشد که محفظه یا نازل مکنده قرار دارد. در شکل ۲ نمونه هایی از سیستم LEV و در شکل ۳ اجزای تشکیل دهنده آن را مشاهده می کنید.

بر اساس آزمایش های تجربی (Glin'ski, 2000) که برای سنباده دیسکی و یک سنباده برقی دستی انجام شده است، مشخص شده است که استفاده از سیستم تهویه محلی برای سنباده ها به شکل نازل های مکنده و هودها باعث کاهش قابل توجه انتشار گرد و غبار در هوای محیط می شود. (شکل ۴)

سیستم تهویه محلی روشی استاندارد در صنعت است. نکات زیر ممکن است به هنگام بررسی طراحی و اثربخشی آن کمک کند:

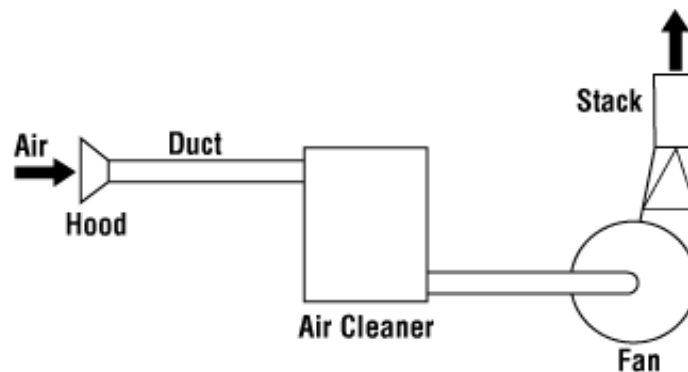
- ۱) برای به حداقل رساندن جذب گرد و غبار، دهانه ها یا شاخه های استفاده نشده را ببندید.
- ۲) مجرای سخت را کوتاه و ساده نگه دارید، از خم شدن با زاویه راست اجتناب کنید.



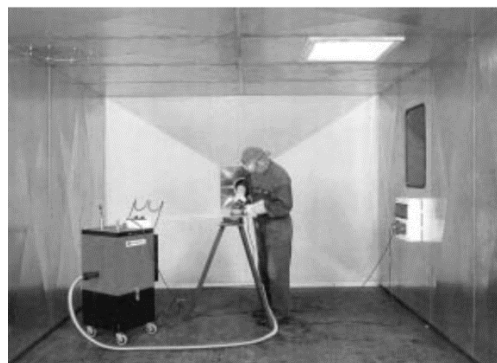
۳) از کانال های انعطاف پذیر طویل که به راحتی آسیب می بینند خودداری کنید.



شکل ۲- نمونه سیستم تهویه اگزوز محلی (LEV)



شکل ۳- شماتیک کلی LEV



شکل ۴- استفاده از سیستم تهویه حین کار با سنباده برقی

مشخص شده است که استفاده از تهویه محلی اگزوز به کاهش قابل توجه انتشار گرد و غبار با راندمان بیشتر از ۹۰٪

کمک می کند (Maciej Glin'ski, 2002).

۴. نظارت بر سطوح گرد و غبار:

در صورت عدم اطمینان از خطرات سلامتی، به نظارت شخصی هوا برای ارزیابی منظم سطوحی که در معرض گرد و غبار چوب قرار دارند نیاز پیدا می کنیم.



۵. نگهداری پیشگیرانه:

ایجاد یک برنامه نگهداری و تعمیر بسیار می تواند در کاهش حوادث حاصل از گرد و غبار موثر باشد. این برنامه ها شامل موارد زیر هستند:

- (۱) بررسی آسیب فیلتر و کیسه گرد و غبار
- (۲) تعویض یا تخلیه کیسه های جمع آوری زباله
- (۳) بازرسی کانال ها و فن ها برای ایجاد گرد و غبار
- (۴) بازرسی فن ها از نظر سر و صدای غیر معمول یا لرزش که نشان از ایراد در عملکرد سیستم تهویه دارد
- (۵) تعمیرات اساسی (سالانه) سیستم تهویه محلی توسط شخص ذیصلاح و متخصص

۶. تغییر شرایط محیط کار :

تغییرات ساده در شیوه های کاری می تواند سطح گرد و غبار چوب را در محل کار به حداقل برساند، به عنوان مثال به طور منظم تجهیزات جمع آوری گرد و غبار را تمیز یا خالی کنید.

۷. سایر اقدامات ایمنی موثر:

- (۱) کارگران را در مورد خطرات قرار گرفتن در معرض گرد و غبار چوب آگاه کنید؛ به طوری که همه درک کنند حین مواجهه با گرد و غبار چه کنترل هایی برای سالم ماندن لازم است.
- (۲) با گرفتن گرد و غبار در منبع و مکنده حین ماشین کاری، از پخش شدن و تنفس آن توسط کارگران جلوگیری می-کنید. (شکل ۵)
- (۳) از ماسک های مناسب حین کار در محیط کارگاه استفاده شود. (شکل ۵)
- (۴) از کرم های پوستی یک بار در روز استفاده کنید. استفاده از این کرم ها خطر ابتلا به درماتیت را کاهش می دهند ولی حفاظت کامل در برابر خطرات محیط را تأمین نمی کنند.



شکل ۵- نمونه ماسک نیمه صورت و مکنده مناسب کارگاه صنایع چوب و مبلمان

تجهیزات و الزامات PPE و RPE :

Respiratory Protective Equipment (RPE) یا تجهیزات حفاظتی تنفسی در کل زمانی مورد نیاز اند که سطوح گرد و غبار چوب را نتوان به اندازه کافی با استفاده از ابزارهای مهندسی (مانند LEV) یا ترتیبات سازمانی کنترل کرد. تفاوت بارز بین



LEV و RPE در میزان و سطح حفاظت است؛ سیستم تهویه محلی از تمام محیط کارگاه و کارگران محافظت می کند ولی تجهیزات حفاظتی تنفسی فقط از یک فرد محافظت می کند. (به عنوان مثال ماسک های تنفسی) ماسک های گرد و غبار ذرات موجود در هوا را فیلتر کرده و تنفس را برای کاربر ایمن تر می کنند. بهتر است در محیط هایی که سطح اکسیژن پایین است از ماسک های گرد و غبار استفاده نشود. باید توجه داشت که هر ماسک دارای سیستم فیلتر، توان حفاظت فرد در برابر گرد و غبار چوب را ندارد و باید دنبال تجهیزات حفاظتی تنفسی ای باشیم که سطح ایمنی بالایی را به ما ارائه دهد. (شکل ۶) رایج ترین تجهیزات حفاظتی تنفسی مورد استفاده در کارگاه های صنایع چوب و مبلمان، ماسک یکبار مصرف است که به آنها فیلتر یا فیلترکننده (FF) نیز می گویند؛ اما به علت نبود نیرو (توسط باتری) برای تصفیه، تنفس را برای فرد در زمان طولانی (بالای ۱ ساعت) دشوار می کنند. در اینجا به ماسک های نیمه صورت قابل استفاده مجدد (چند بار مصرف) و ماسک تمام صورت و ماسک های دارای هود/کلاه ایمنی نیاز پیدا می کنید. (شکل ۷)



Masks in terms of woodworking safety

شکل ۶- نمونه ماسک یکبار مصرف سمت چپ محافظت کافی را ندارد؛ اما ماسک های سمت راست مناسب کارگاه های صنایع چوب هستند.



Fig. 1 Filtering facepiece (FFP)
(tight-fitting)



Fig. 2 Half mask
(tight-fitting)



Fig.3 Full face mask
(tight-fitting)

شکل ۷- به ترتیب از چپ به راست ماسک یکبار مصرف، ماسک نیمه صورت چند بار مصرف و ماسک تمام صورت چند بار مصرف

افرادی که حین کار در کارگاه از ماسک های تمام صورت قابل استفاده مجدد و دارای کلاه ایمنی استفاده می کنند، باید تست برازش و تناسب (Fit testing) را انجام دهند و مطمئن شوند ماسک تماس مناسب و کافی را با پوست صورت برقرار می کند و مانع ورود گرد و غبار چوب می شود یا خیر. هیچ یک از تجهیزات حفاظت تنفسی نمی تواند عملکرد مطلوبی را در صورت نشتی و عدم اتصال صحیح با صورت ارائه دهد. یکی از منابع اصلی نشتی، تناسب نامناسب ماسک با صورت استفاده کننده آن



است. بهترین زمان برای انجام تست تناسب در مرحله انتخاب اولیه است، زمانی که برای کاربران فردی باید تجهیزات حفاظتی تنفسی مناسب را انتخاب کنند. این کار به دو روش کمی و کیفی قابل اجراست.

تست تناسب کیفی ماسک (QLFT)

QLFT یک آزمون قبولی/ شکست بر اساس ارزیابی ذهنی فرد از هرگونه نشستی در ناحیه مهر و موم و اتصال با صورت است. اگرچه این نوع آزمایش بر اساس تشخیص و پاسخ ذهنی توسط استفاده کننده از تجهیزات حفاظتی تنفسی است، مهم است که توسط یک آزمایش کننده مجرب که در استفاده از این روش توانمند است انجام شود. فرد در حالی که ماسک تنفسی را در داخل هود می پوشد (همانطور که در شکل ۸ نشان داده شده است) مورد آزمایش قرار می گیرد؛ در حالی که محلول آزمایش به داخل هود اسپری می شود. اگر پوشنده طعم آئروسول را در طول آزمایش تشخیص دهد، تناسب آن رضایت بخش نیست و تست تناسب ناموفق است. در طول این آزمایش، پوشنده تعدادی از تمرینات مشخص شده را انجام خواهد داد. در مقایسه با روش های تست برازش کمی، هزینه کمتری دارد.



شکل ۸- روش کیفی آزمون تناسب

تست تناسب کمی ماسک (QNFT)

تست تناسب کمی (QNFT) یک اندازه گیری عددی از میزان مهر و موم شدن یک ماسک بر روی صورت پوشنده ارائه می دهد. این تست ها اندازه گیری عینی تناسب صورت را ارائه می دهند. روش های کمی برای ماسک های یکبار مصرف و چند بار مصرف نیمه صورت و تمام صورت مناسب اند. نمونه هایی از روش های کمی عبارتند از:

(۱) شمارش ذرات محیط

(۲) فشار منفی کنترل شده (CNP)

تمام افرادی که در محیط کارگاه از تجهیزات حفاظت تنفسی استفاده می کنند باید آموزش ببینند و موضوعات زیر را به درستی درک کنند:

(۱) نحوه صحیح پوشیدن تجهیزات حفاظتی تنفسی و علت پوشیدن آن

(۲) نحوه انجام یک بررسی قبل از هر بار استفاده.

(۳) نحوه تمیز کردن، نگهداری و ذخیره سازی ماسک های چند بار مصرف در صورت عدم استفاده.

(۴) زمان دور انداختن ماسک های یکبار مصرف و نحوه تشخیص و گزارش هر گونه نقص



خروجی اصلی یک آزمون تناسب گزارشی است که بیان می کند آیا آزمون تناسب قابل قبول بوده است یا غیر قابل قبول. اطلاعاتی که باید در گزارش نهایی آزمون تناسب وجود داشته باشد شامل مواردی نظیر وضعیت و فرم صورت پوشنده، دانش وی در مورد پوشیدن صحیح و استفاده از تجهیزات حفاظت تنفسی می باشد.

نگهداری از RPE :

تولیدکنندگان و تامین کنندگان باید راهنمایی هایی را در مورد بهترین روش حفظ تجهیزات حفاظتی تنفسی ارائه دهند. ماسک های یکبار مصرف باید بعد از هر شیف کاری (حدود ۸ ساعت) یا در صورت آسیب دیدگی، آلوده شدن به طوری که کاملاً مشخص باشد، سخت تر شدن تنفس یا اتمام تاریخ انقضا ماندگاری آن ها دور انداخته شده و جایگزین شوند. برای تجهیزات حفاظتی تنفسی قابل استفاده مجدد، باید همیشه دستورالعمل های سازنده را در مورد تعویض فیلترها و تمیز کردن دنبال کنید. توجه شود که ضد عفونی ماسک های لاستیکی معمولاً با صابون و آب گرم و یک بار در طول روز انجام می شود. ماسک های چند بار مصرف همچنین باید حداقل یک بار در ماه در صورت استفاده منظم یا حداقل هر سه ماه یک بار در صورت استفاده موقت، تحت تعمیر و نگهداری، بررسی و آزمایش قرار گیرد. این اطلاعات باید ثبت شود و نتایج حداقل به مدت پنج سال نگهداری شود.

تجهیزات حفاظت فردی (PPE) :

تجهیزات حفاظت فردی، به ابزار، تجهیزات و پوشش های محافظتی اطلاق می گردد، که از فرد استفاده کننده در برابر هر گونه خطرات سلامتی یا ایمنی در محیط کار حفاظت می کند. تجهیزات حفاظت فردی شامل مواردی چون کلاه ایمنی، دستکش، عینک حفاظت کننده از چشم و شیلد، روپوش، کفش ایمنی، ماسک و تجهیزات حفاظت تنفسی (RPE)، محافظ گوش می باشد (شکل ۹).

تمام تجهیزات حفاظت فردی باید طراحی و ساخت ایمن داشته باشند و به صورت تمیز و قابل اطمینان نگهداری شوند. کارفرمایان باید هنگام انتخاب اقلام مناسب برای محل کار خود، تناسب و راحتی این تجهیزات را در نظر بگیرند. تجهیزات حفاظت فردی که به خوبی متناسب باشد و پوشیدن آن راحت باشد، کارمندان را تشویق به استفاده از آن می کند. اکثر وسایل حفاظتی در اندازه های مختلف موجود هستند و باید دقت کرد که اندازه مناسب برای هر کارمند انتخاب شود. اگر چندین نوع مختلف این تجهیزات با هم پوشیده می شوند، مطمئن شوید که با هم سازگار هستند. اگر تجهیزات حفاظت فردی به درستی جا نیفتد، می تواند تفاوت بین پوشش ایمن یا قرار گرفتن در معرض خطر را ایجاد کند. ممکن است سطح حفاظت مورد نظر را فراهم نکند و رغبت کارکنان را در استفاده از آنها کم کند.



شکل ۹- تجهیزات حفاظت فردی (PPE) - شکل سمت چپ نمایانگر کلاه ایمنی، لباس های محیط کارگاه، دستکش، عینک ایمنی و کفش (چرمی) می باشد.



OSHA ایجاب می کند که بسیاری از دسته های تجهیزات حفاظت فردی مطابق با استانداردهای توسعه یافته توسط مؤسسه استانداردهای ملی آمریکا (ANSI) باشند یا معادل باشند. ANSI از دهه ۱۹۲۰، زمانی که اولین استاندارد ایمنی برای محافظت از سر و چشم کارگران صنعتی تصویب شد، استانداردهای ایمنی را تهیه کرد. کارفرمایانی که نیاز به ارائه تجهیزات حفاظت فردی در دسته های ذکر شده در زیر دارند، باید مطمئن شوند که هر تجهیزات جدیدی که تهیه می شود مطابق با استاندارد ذکر شده ANSI است. ذخایر تجهیزات موجود باید با استاندارد ANSI که در حین تولید آن وجود دارد مطابقت داشته باشد و حفاظتی معادل تجهیزات حفاظت فردی تولید شده بر اساس معیارهای آن ارائه دهد. کارفرمایان باید کارکنانی را که تجهیزات حفاظت فردی خود را ارائه می کنند از تصمیم های انتخاب کارفرما مطلع کنند و اطمینان حاصل کنند که هر تجهیزات حفاظت فردی متعلق به کارمند که در محل کار استفاده می شود بر اساس ارزیابی خطر با معیارهای کارفرما مطابقت دارد. طبق الزامات OSHA و استانداردهای OSHA-ANSI، تجهیزات حفاظت فردی باید به گونه ای باشند تا استانداردهای ANSI زیر را رعایت کنند:

(۱) محافظت از چشم و صورت: ANSI Z87.1-1989 (استاندارد ایالات متحده برای محافظت از چشم و صورت شغلی و آموزشی).

(۲) محافظ سر: ANSI Z89.1-1986.

(۳) محافظ پا: ANSI Z41.1-1991.

به طور کلی، کارفرمایان مسئولیت دارند:

- (۱) خطرات محل کار را ارزیابی کرده و راه های کنترل آنها را بیابد
 - (۲) شناسایی و ارائه تجهیزات حفاظت فردی مناسب برای کارکنان
 - (۳) آموزش کارکنان در استفاده و مراقبت از تجهیزات حفاظت فردی
 - (۴) نگهداری تجهیزات حفاظت فردی، از جمله جایگزینی تجهیزات فرسوده یا آسیب دیده
 - (۵) بررسی دوره ای، به روزرسانی و ارزیابی اثربخشی برنامه تجهیزات حفاظت فردی
- کارکنان نیز موظفند به درستی از تجهیزات حفاظت فردی استفاده و مراقبت کنند، در جلسات آموزشی مربوطه شرکت کرده و نیاز به تعمیر یا تعویض این تجهیزات را به سرپرست اطلاع دهند.

مکنده ها

چندین دهه است که کارگاه های حرفه ای می دانند که یکی از مهم ترین ماشین آلات کارگاه جمع آوری کننده و مکنده گرد و غبار کافی است. یک محل کار تمیز و بدون گرد و غبار نه تنها ایمن تر است، بلکه در درازمدت کار بسیار کمتری نیز دارد. مکنده های گرد و غبار (wood dust collectors) مزایایی را برای کارکنان کارگاه های صنایع چوب و مبلمان ایجاد می کنند و از ایجاد حوادث جلوگیری می کنند. به عنوان مثال:

(۱) از ورود گرد و غبار به درون دستگاه تنفس و بروز بیماری ها جلوگیری می کنند.

(۲) اگر گرد و غبار اطراف ماشین آلات پاک نگردند، ذرات ریز گرد و غبار می توانند در اطراف ناحیه برش به عقب برگردند و کیفیت کار را تحت تأثیر قرار دهند.

(۳) مانع ایجاد هزینه های اضافی می شوند.

(۴) می توانند به اجزای الکتریکی مکیده شوند، روی قطعات متحرک جمع شوند یا در مناطق زیر ماشین آلات شما انباشته شوند که در نتیجه می توانند منجر به آتش سوزی شوند.

(۵) مانع سرخوردگی و لغزش در محیط کارگاه می گردند.



انتخاب مکنده مورد نیازمان:

اینکه چه مکنده‌ای را باید تهیه کنید، کاملاً به کاری مربوط است که می‌خواهید انجام دهید. اگر فقط می‌خواهید آن را به اهرومیزی خود وصل کنید، یک واحد بسیار ابتدایی این کار را انجام می‌دهد. اگر قصد دارید ماشین‌آلات بیشتری را بعداً اضافه کنید و نمی‌خواهید مکنده خود را بین ماشین‌آلات جابجا کنید، نیاز به سرمایه‌گذاری بزرگتری است تا هم عملکرد خوبی ایجاد شود و هم در آینده هزینه‌هایی را ایجاد نکند. مشخص است که انواعی از مکنده‌ها در کارگاه‌های صنایع چوب و مبلمان در ابعاد و توان‌های متفاوت موجود هستند و بسته به نیازتان می‌توانید مدل مورد نظر و مناسب را تهیه کنید. (شکل ۱۰)



شکل ۱۰- چند نمونه مکنده مورد استفاده در کارگاه صنایع چوب و مبلمان

پیشینه تحقیق

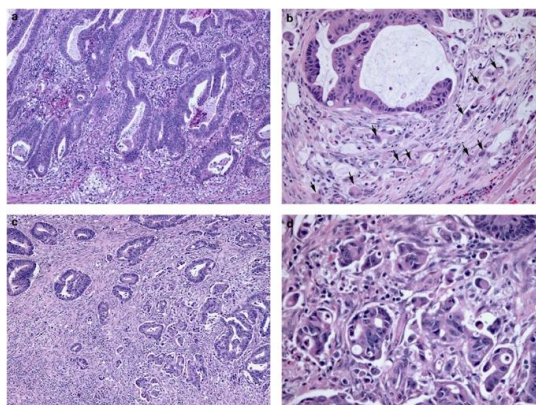
تحقیقاتی در زمینه مواجهه کارمندان و کارگران کارگاه‌های صنایع چوب با گرد و غبار صورت گرفته است. (محمود محمدیان و همکاران، ۲۰۱۸) تحقیقی توصیفی-تحلیلی در ۲۷ کارگاه نجاری شهرستان ساری روی ۴۳ نفر از شاغلان کارگاه‌های نجاری به صورت تصادفی به منظور ارزیابی ریسک‌های حاصل از مواجهه کارگران با گرد و غبار چوب در کارگاه نجاری انجام دادند. میانگین غلظت گرد و غبار چوب در صورت وجود و عدم وجود سیستم تهویه تفاوت معنی داری دارد ($p < 0.05$)؛ غلظت گرد و غبار چوب هنگام روشنی/خاموشی سیستم تهویه تفاوت بالایی داشت. ذرات گرد و غبار زمانی که بر روی پوست یا در ریه‌ها رسوب می‌کنند، این توانایی را دارند که به صورت موضعی یا سایر نقاط بدن آسیب وارد کنند (Sarah. et al. 2016). (Jeroen Douwes. et al. 2017) اثر گرد و غبار را در نجاری و نازک کاری و ساخت مبلمان بررسی کرده‌اند؛ در نتیجه آزمایش مشاهده شد مواجهه با گرد و غبار در کارگران نازک کاری و نجاری نسبتاً زیاد بود ($GM 2.5 \text{ mg m}^{-3}$, $GSD 2.5$) و سطح قرار گرفتن در معرض برای کارگاه‌های تولید مبلمان به طور قابل توجهی کمتر بود ($GM 0.6$, $GSD 2.3$). در تحلیل آماری از آنجایی که قرار گرفتن در معرض گرد و غبار به یک توزیع لگ نرمال نزدیک شد، تمام داده‌های قرار گرفتن در معرض لگاریتمی تبدیل شدند. در مطالعه ای نیز (Brown Holy. et al. 2018) اثر گرد و غبار چوب روی آنزیم های کبدی نجاران و اثرگذاری در سبک‌زندگی و زمان فعالیتشان در کارگاه را مورد بررسی قرار دادند. تخمین‌هایی برای مشاغل نظیر جنگلداری، ساخت و تعمیر قایق که در معرض گرد و غبار چوب قرار می‌گیرند در بریتانیا بر اساس مدل‌سازی مواجهه به عنوان بخشی از پروژه EU/Wood- Risk QL K4-2000-00573 گزارش شده است (Black et al., 2005). در مطالعه‌ای یک دستگاه LEV برای کنترل گرد و غبار چوب و سیلیس موجود در گرد و غبار قابل تنفس از اهرهای برقی توسط (Alberto Garcia et al., 2014) مورد ارزیابی قرار گرفت. گرد و غبار قابل تنفس از این ارزیابی از ۰.۱۳ تا ۶.۵۹ میلی گرم بر متر مکعب (mg/m^3) با میانگین هندسی ۰.۳۸ میلی گرم بر



متر مکعب برای سقف‌ها و از ۰.۴۵ تا ۳.۸۲ میلی گرم بر متر مکعب با میانگین هندسی ۱.۸۴ میلی گرم بر متر مکعب برای برش - دهنده‌ها متغیر بود.

آدنوکارسینوم ریه

آدنوکارسینوم یک زیرگروه از سرطان ریه سلول‌های غیرکوچک (NSCLC) است. (شکل ۱۱) در مجاری هوایی کوچک‌تر مانند برونشیول‌ها ایجاد می‌شود و معمولاً بیشتر در امتداد لبه های بیرونی ریه‌ها قرار دارد. آدنوکارسینوم سرطانی است که در سلول های غدد شروع می شود. سلول های غده ای در ریه‌ها و برخی اندام‌های داخلی دیگر یافت می‌شوند. بیشتر سرطان‌های سینه، پانکراس، پروستات و روده بزرگ نیز آدنوکارسینوم هستند. تنها آدنوکارسینومی که از ریه‌ها شروع می‌شود، سرطان ریه محسوب می‌گردد. این سرطان توسط تصویربرداری، تست‌های آزمایشگاهی و بیوپسی‌ها تشخیص داده می‌شود.



شکل ۱۱- ایجاد تومور سرطان

تحقیقات سرطان سینوسی آدنوکارسینوم:

طبق طبقه‌بندی مرکز جهانی تحقیقات سرطان (IARC) در سال ۱۹۹۴، چوب گونه‌های پهن‌برگ مسئول سرطان‌زایی در انسان است. آنها بر اساس شواهد اپیدمیولوژیک به این نتیجه رسیدند که رابطه‌ای بین وقوع سرطان سینوسی آدنوکارسینوم و کارگرانی که در معرض گرد و غبار چوب‌های پهن‌برگ بودند وجود دارد. تعیین همبستگی دقیق بین خطرات مرتبط با قرار گرفتن در معرض گرد و غبار هوا در کارگران شاغل دشوار است. این هدف، پیچیده و چند عاملی است؛ زیرا کارگران معمولاً در معرض چندین گونه گرد و غبار چوب به‌طور همزمان با غلظت‌ها و ابعاد مختلف گرد و غبار قرار می‌گیرند. داده‌های اپیدمیولوژیک به تنهایی برای ارزیابی خطر در کارگران چوب کافی نیست. افراد زیادی از سال ۱۹۶۸ تا ۲۰۱۶ روی موضوع تاثیر گرد و غبار چوب روی مخاط بینی و دستگاه تنفس انسان به روش‌های مختلفی کار کردند. در آزمایشی موارد سرطان آدنوکارسینوم در منطقه بیمارستان آکسفورد از سال ۱۹۵۶-۱۹۹۰ به همراه سوابق بیمارستانی محلی شناسایی و ثبت گشت. تعداد کارگران چوب بر اساس داده‌های سرشماری سال ۱۹۶۱ تخمین زده شد. در نهایت نتیجه گشت که نرخ آدنوکارسینوم در کابینت، صندلی و روکش حدود ۶-۷ برابر افزایش یافت و در نجاران افزایش خطر چشمگیری ایجاد نگشت؛ اما اعداد برای نتیجه‌گیری قطعی بسیار کوچک بودند. بافت شناسی غیر آدنوکارسینوم ۲/۳ موارد را تشکیل می‌داد، اما هیچ تخمین خطری وجود نداشت (Acheson et al, 1968). در تحقیق دیگری که توسط (Ironsides et al, 1975) صورت گرفت، تمام موارد سرطان بینی یا سینوس‌های پاراناژال را شناسایی کردند. از میان ۹۹ مورد سرطان بینی، ۱۹ مورد آدنوکارسینوم (۱۸ مورد در مردان) بود. سابقه شغلی به طور ناقص توسط کارمندان پذیرش ثبت شد، اما برای ۱۳ مورد آدنوکارسینوم با چنین اطلاعاتی، هفت مورد در نجاری بودند. در تحقیقی که توسط (Andersen et al, 1977) صورت گرفت، نویسندگان اظهار داشتند که: "آدنوکارسینوم بینی یک بیماری نادر با بروز سالانه ۰-۹ در میلیون در کل است. جمعیت بیش از ۲/۳ افراد آسیب دیده از کارگران چوب در صنعت مبلمان بودند. (Acheson



et al, 1981) موارد جدید سرطان سینوس در انگلستان و ولز طی سالهای ۱۹۶۳-۱۹۶۷ با استفاده از ثبت سرطان و شرح حال شغلی به دست آمده از بیماران، یکی از بستگان، یادداشت های بیمارستانی یا گواهی فوت شناسایی کردند. در ترتیب شغلی "چوبکاران"، ۵۹ مورد مشاهده شد. در تحقیق (Brinton et al, 1984)، چهار بیمارستان در کارولینای شمالی و ویرجینیا در طول ۱۹۷۰-۱۹۸۰ تمامی موارد (زنده و مرده) سرطان سینوسی را از میان افراد مبتلا شناسایی و کار خود را با هم مقایسه کردند. به طور کلی OR برای سرطان سینوسی و کار در نجاری ۱.۶۰ در مردان بود (۱۳ مورد در معرض) و تولید مبلمان در مردان ۰.۷۴ بود (۵ مورد در معرض). خطرات برای کارسینوم سلول سنگفرشی بالا نبود، اما آدنوکارسینوم در رابطه با ساخت مبلمان، نجاری و ساخت و ساز، و برای سایر انواع سرطان به دنبال کار در صنعت چوب یا نجاری بیشتر بود. به وفور مشاهده می گردد که این بیماری با کار صنعت چوب و مبلمان در ارتباط است و با افزایش مدت قرارگیری فرد در محیط اثرات نامطلوب بیشتری را ایجاد می کند.

نتیجه گیری

می توان از این مقاله نتیجه گیری نمود که رابطه خاصی بین قرارگرفتن در معرض گرد و غبار چوب و عملکرد تنفسی کارگران در کارگاه های چوب و مبلمان و کارخانه های چوببری وجود دارد. با این حال، مطالعات بسیار کمی در مورد وضعیت عملکرد ریوی کارگران کارخانه چوببری از نظر اندازه ذرات چوب و مدت زمان قرارگرفتن در معرض گزارش شده است. گرد و غبار چوب با ایجاد سوزش در چشم، بینی، گلو، ایجاد حساسیت و ... یکی از قدیمی ترین و رایج ترین مواجهه های شغلی مضر در جهان تلقی شده است. در کل نمی شود تمام گرد و غبار محیط کارگاه های صنایع چوب و مبلمان را مهار کرد اما با اطلاع از طبقه مهار خطرات حاصل از آنها، می تواند از ایجاد حوادث جبران ناپذیری چون سرطان آدنوکارسینوم ریه جلوگیری کرد. یکی از اثرگذارترین افراد در تحقق این امر کارفرمایان و صاحبان کارگاه ها هستند که در صورت عمل به مسئولیت ها و انجام آزمایشات، گذاشتن جلسات آموزشی استفاده صحیح از تجهیزات حفاظتی تنفسی و تجهیزات حفاظتی فردی، رعایت و تنظیم میزان فعالیت کارگران و کارمندان در کارگاه، استفاده از مکنده و سیستم تهویه محلی روی ماشین آلات و ... می توانند اثر بالایی در کاهش این خطرات داشته باشند.

مراجع

۱. بایردست، ف.، رضازاده آذری، م. قجری، ع. خداکریم، س. (۱۳۹۴). ارزیابی میزان مواجهه شغلی کارگران نفوپان سازی با آبروسل های قارچی و گرد و غبار چوب. ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت ها، ۳(۴): ۲۴۳-۲۴۸
۲. محمدیان، م.، درزی آزادبنی، ز.، محمدپورتهمتن، ر.، یوسفی نژاد، ر. (۱۳۹۷). ارزیابی ریسک مواجهه با گرد و غبار قابل تنفس چوب در کارگران کارگاه های نجاری شهرستان ساری. مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، ۲۷(۲): ۱۹۳-۱۹۹
3. Rosario Proto, A., Zimbalatti, G. Negri, M. (2010). THE MEASUREMENT AND DISTRIBUTION OF WOOD DUST. Journal of Agricultural Engineering, 41(1):25
4. Holy, B., Ben-Chioma, A. Ibama, O. (2018). Effects of wood dust exposure on liver enzymes of carpenters in relation to their lifestyle and job duration. International Journal of Advanced Multidisciplinary Research, 5(6):23-30.
5. Kulkani, C., Karigoudar, M. Aithala, M. (2016). Measurement of wood dust particle size by optical microscopy technique and long-term effect on sawmill workers: A random study. Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research, 9(9): 308-311.
6. Saejiw, N., Chaiear, N. Sadhra, S. (2009). Exposure to wood dust and its particle size distribution in a rubberwood sawmill in Thailand. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 6(8):483-90.
7. Douwes, J., Cheung, K. Prezant, B. Sharp, M. Corbin, M. McLean, D. Mannetje, At. Schlunssen, V. Sigsgaard, T. Kromhout, H. LaMontagne, A. Pearce, N. McGlothlin, J. (2017). Wood Dust in Joineries and



- Furniture Manufacturing: An Exposure Determinant and Intervention Study. *Annals of Work Exposures and Health*. 61(4): 416–428.
8. Marková, I., Hroncová, E. Tomaškin, J. Tureková, I. (2018). Thermal Analysis of Granulometry Selected Wood Dust Particles. *Bioresources*. 13(4):8041-8060.
9. Szewczyńska, M., Pośniak, M. (2017). Assessment of occupational exposure to wood dust in the Polish furniture industry. *Medycyna Pracy*. 68(1):45-60.
10. Glin'ski, M. (2002). Dust Emission and Efficiency of Local Exhaust Ventilation During Cast Iron Grinding *International journal of occupational safety and ergonomics*, 8(1):95-105.
11. Garcia, A., Jones, E. Echt, A. Hall, R. (2014). An Evaluation of an Aftermarket Local Exhaust Ventilation Device for Suppressing Respirable Dust and Respirable Crystalline Silica Dust from Powered Saws. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 11(11): 200-207