

بررسی مقدار ذرات ذغال انتشار یافته در هوای محیط کار دو معدن ذغال سنگ دامغان

محمد باقر دلخوش* (M.S.P.H) و فریده سیف آقایی (M.S.P.H)

دانشگاه علوم پزشکی سمنان - دانشکده بهداشت دامغان

چکیده

سابقه و هدف: تاکنون پژوهش‌های زیادی درباره تعیین مقدار ذرات ذغال سنگ انتشار یافته در هوای محیط کار معادن در سرتاسر دنیا صورت گرفته، ولی اطلاعات جامعی در مورد وضعیت بهداشتی و ایمنی معادن کشور وجود ندارد. در یک آمار منتشر شده از طریق یک منبع داخلی حدود ۱۰٪ کارگران شاغل در معادن مورد بررسی، در اثر استنشاق هوای آلوده محیط دچار بیماری ریوی بوده‌اند. هدف این تحقیق تعیین مقدار ذرات ذغال انتشار یافته در محیط کار معدن به منظور آگاهی از میزان آلودگی احتمالی موجود در این مناطق می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این بررسی از قسمت‌های مختلف موجود در دو معدن مورد بررسی، بر طبق روش پیشنهادی سازمان‌های ذیصلاح از هوای محیط کار در روزهای مختلف، بیش از ۳۰ نمونه گرفته شد که برای هر نمونه برداری یک روز وقت صرف شده است. برای نمونه برداری، از دستگاه نمونه بردار فردی استفاده شد و نمونه‌های گرفته شده به آزمایشگاه منتقل و با ترازوی با حساسیت مورد نیاز، وزن شده و با میزان استاندارد آن مقایسه شد. لازم به ذکر است که هم برای گرد و غبار قابل استنشاق و هم برای گرد و غبار کلی نمونه برداری صورت گرفته است.

یافته‌ها: نتایج به دست آمده، نشان داد که در مناطقی که بیشترین تجمع کارگری را داشته و کارگران، بیشتر وقت کاری خود را در آن مناطق می‌گذرانند مقدار ذرات ذغال انتشار یافته بسیار بیشتر از میزان استاندارد اعلام شده می‌باشد. به طوری که در محل استخراج معدن، این مقدار برای گرد و غبار قابل استنشاق ۱۰ برابر مجاز و در تونل‌های افقی معدن ۶ برابر مقدار مجاز بوده است. میزان گرد و غبار کلی حتی از این حدود نیز فراتر رفته است.

نتیجه‌گیری: نتایج فوق بیان‌گر این است که میزان آلودگی هوا در مناطق مورد بررسی بسیار فراتر از مقدار مجاز بوده و بدون شک سلامت کارگرانی که در این مناطق کار می‌کنند مورد تهدید جدی است و بایستی برای رفع آلودگی و تأمین بهداشت کارگران، اقدامات عاجل و مؤثری را به کار بست.

واژه‌های کلیدی: گرد و غبار ذغال، نمونه بردار فردی، گرد و غبار قابل استنشاق، گرد و غبار کلی، روش وزنی

مقدمه

در پی تلاش پژوهشگران بسیاری در سراسر جهان، اکنون به سلامت معدن‌کاران در جوامع پیشرفته در برابر تماس خطر آفرین با غبار قابل تنفس معدن ذغال سنگ توجه خاصی می‌شود. تعداد زیادی از پژوهش‌ها به ایجاد مدل تماس - پاسخ جاکوبسن و همکاران [۳] منجر شده که برقراری حد تماس $2 \text{ mg} / \text{m}^3$ را در ایالت متحده تعیین کرده است. طبق این مدل،

تماس با گرد و غبار قابل تنفس، در این حد و یا کمتر از آن به مدت ۲۵ سال از بروز موارد بالینی قابل توجه پنوموکونیوز کارگران ذغال سنگ (C.W.P) Coal Worker's pneumoconiosis جلوگیری خواهد کرد. البته هرگاه سیلیس موجود در هوای تنفس بیش از ۰/۰۵ شود حد تماس بایستی اصلاح گردد [۳]. ذرات یا غبارهای قابل تنفس که می‌توانند با نفوذ به نقاط انتهایی ریه مولد مخاطرات عمده

اشتغال دارند نیاز به نمونه‌گیری فردی، تنها ضروری شناخته شد.

لازم به ذکر است که در حیطه بهداشت حرفه‌ای، ارزیابی آلاینده‌های محیط کار به دلایل مختلفی از جمله تعیین مخاطرات شغلی برای کارگران، بررسی وضعیت عملکرد وسایل کنترل مهندسی محیطی، شکایات صورت گرفته از طرف کارگران و ... صورت می‌گیرد که بسته به هدف ارزیابی، بایستی متد یا شیوه ارزیابی تعیین گردد. به‌طور کلی نمونه‌برداری از هوای محیط کار می‌تواند به دو صورت محیطی و فردی صورت گیرد. در روش نمونه‌برداری محیطی، هدف تعیین میزان آلاینده‌ها یا ذرات پراکنده شده در هوای محیط کار و در روش فردی، هدف تعیین میزان آلاینده‌ای است که در اثر یک کار معین و در مکانی معین از طریق استنشاق وارد مجاری تنفسی کارگر مربوطه می‌شود؛ که در این تحقیق به این موضوع پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع کمی بوده و سعی شده است تا از طریق بازرسی و بررسی مناطق اشتغال کارگران در داخل معادن ذغال، موضوع آلودگی هوای این مناطق با انجام نمونه‌برداری‌های مختلف، مطابق با روش استاندارد توصیه شده توسط سازمان‌های بین‌المللی، مورد تحقیق قرار گرفته و از مقایسه نتایج به‌دست آمده از نمونه‌برداری با مقادیر استاندارد نسبت به میزان آلاینده هوا در این مناطق آگاهی یافته و در صورت مخاطره‌آمیز بودن آن با ارائه پیشنهادها و توصیه‌ها حتی‌الامکان در خصوص رفع مشکل اقدام نمود. بدین منظور هم برای تعیین مقدار ذرات قابل استنشاق و هم تعیین مقدار ذرات کلی انتشار یافته در محیط، نمونه‌برداری به‌عمل آمد.

با عنایت به این‌که در معادن ذغال‌سنگ بیشتر کارگران یا در کارگاه استخراج و یا در تونل اصلی مشغول انجام کار هستند؛ تصمیم گرفته شد که ذرات ذغال پراکنده شده در این مکان مورد ارزیابی قرار گیرد. بدین منظور قبل از نمونه‌برداری، دستگاه نمونه‌بردار به مدت ۱۶ ساعت شارژ کامل می‌شد تا دستگاه برای انجام نمونه‌برداری در طول یک شیفت کاری

بهداشتی باشند دارای قطری کمتر از ۱۰ میکرون می‌باشند و ذرات با قطر بیشتر از آن گرد و غبار کلی می‌باشند [۵].

برای نمونه‌برداری از گرد و غبارهایی که تحت عنوان «گرد و غبار معدنی» تعیین شده‌اند طبق توصیه ACGIH لازم است برحسب نوع گرد و غبار، از دستگاه نمونه‌بردار ایپینجر، نمونه‌بردار گرد و غبار کلی، نمونه‌بردار قابل استنشاق و یا ممبران فیلتر استفاده کرد [۵].

برای نمونه‌برداری یا بایستی از یک الگوی شبکه‌بندی برای کل محیط کار تبعیت کرد و یا برای تعیین شرایط تماس واقعی افراد از منطقه تنفسی آنها نمونه‌برداری کرد. در بسیاری موارد گرفتن نمونه از منطقه تنفسی کارگران در طول شیفت کار آنها مطلوب است؛ مخصوصاً اگر نمونه‌برداری به منظور مقایسه وضعیت موجود با استاندارد باشد. ارزیابی میزان تماس متوسط وزنی- زمانی، همراه با نمونه‌برداری از منطقه تنفسی کارگر در طول شیفت کاری روشی بسیار مناسب می‌باشد.

در رابطه با حجم هوای مورد نمونه‌برداری اگرچه کارگرانی که در معادن کار می‌کنند به دلیل انجام کار سخت فیزیکی ممکن است ۲۰ مترمکعب هوا را در طول شیفت کاری استنشاق کنند؛ ولی حجم مورد نمونه‌برداری بیشتر بستگی به میزان آلاینده محیط دارد [۴]. سازمان OSHA برای نمونه‌برداری ذرات ذغال، فیلترهای پلی‌ونیل‌کلراید با ۳۷ میلی‌متر قطر را با پور سایز ۵/۰ میلی‌میکرون با استفاده از سیکلون مربوطه توصیه می‌کند. وجود گازهای قابل انفجار در فضای داخل معادن ذغال استفاده از پمپ نمونه‌برداری این را ایجاب می‌کند تا از حوادث احتمالی پیشگیری شود [۵]. با بهره‌گیری از روش‌های توصیه شده OSHA و NIOSH با استفاده از پمپ نمونه‌برداری و فیلترهای مربوطه و دیگر ضوابط دستگاه نمونه‌برداری، اقدام به نمونه‌برداری شد. با عنایت به این‌که کارگران در محدوده بسیار وسیعی در فضای داخل معدن تردد و اشتغال دارند و تراکم ذرات در این مناطق ممکن است بسیار متفاوت باشد؛ لذا انجام نمونه‌برداری فردی نیز این معضل را پاسخ خواهد داد. با عنایت به اینکه در فضای عمومی معادن مورد بررسی، تردد کارگران بسیار کم بوده و عمدتاً کارگران در مناطق مشخص

نتایج

نتایج به دست آمده حاکی است که در مقایسه با استاندارد بیان شده توسط سازمان ACGIH مقدار ذرات گرد و غبار قابل استنشاق انتشار یافته، ۶ تا ۱۰ برابر مقدار مجاز و گرد و غبار کلی انتشار یافته ۸ تا ۱۵ برابر میزان مجاز می باشد و این نتیجه بسیار نگران کننده است و بایستی اقدامات و تمهیدات لازم برای کاهش آلودگی به کار گرفته شود. با توجه به اینکه در محل مورد نمونه برداری ما، عملیات استخراج با چکش های مکانیکی انجام می شد به نظر می رسد در رابطه با متد استخراج بایستی مطالعات لازم به عمل آید و با توجه به روش های جدید استخراج مواد و تکنولوژی موجود، در صورتی که امکان پذیر باشد استخراج با چکش مکانیکی با روش دیگری که گرد و غبار کمتری را منتشر می کند جایگزین گردد. با پیشرفتی که در تکنولوژی استخراج در دنیا حاصل شده این امکان قابل بررسی است. همچنین بایستی مرطوب کردن محل استخراج، مدنظر واقع شود. استفاده از مه پاش ها و یا هر شیوه دیگری که استخراج خشک را به مرطوب مبدل سازد تا حدی در حل مشکل به ما کمک خواهد کرد. استفاده از تهویه های مکشی و دهشی توأم که به طریق صحیح و روی اصول مهندسی طراحی شده باشد در کاهش میزان آلودگی، نقش به سزایی خواهد داشت و این امری است که به نظر می رسد حداقل در معادن کوچک ما مورد غفلت جدی واقع شده است. آموزش دادن به کارگران و حتی مدیران در زمینه نقش استفاده از وسایل حفاظت فردی و برنامه ریزی فعالیت های استخراج به صورت فاصله های کار و استراحت مناسب و همچنین اعمال معاینات دقیق دوره ای و بررسی سلامت افراد از نظر ریوی و تعویض شغل به هنگام کارگران، برای پیشگیری از قطعی شدن بیماری شغلی، از اموری است که تا حدود زیادی می تواند در کاستن از مشکل و یا حذف آن مورد بهره برداری واقع شود.

گرد و غبار و یا ذرات انتشار یافته در محیط کار معدن مثل هر محیط دیگری از نظر بعد ذرات انتشار یافته، گستره وسیعی را دربرمی گیرد. ذراتی که بعدی بزرگ تر از ۱۰ میکرون دارند

قدرت کافی داشته باشد و سپس فیلتر انتخاب شده که از ۲۴ ساعت قبل جهت جذب بخار آب موجود در آن در دسیکاتور قرار گرفته بود؛ با پنس مخصوص برداشته شده و پس از توزین در نگهدارنده مخصوص آن (هولدر) قرار می گرفت. در واقع اگر منظور نمونه برداری ذرات قابل استنشاق بود فیلتر در داخل سیکلون و اگر منظور نمونه برداری ذرات کلی بود در داخل نگهدارنده قرار می گرفت و سپس مجموعه دستگاه با ضمام مربوطه به پمپ مخصوص مرتبط شده و به صورت آماده نمونه برداری به کارگری که بنا بود در کارگاه استخراج یا تونل اصلی انجام وظیفه کند متصل می شد و انجام نمونه برداری در طی مدت نمونه برداری توسط محقق نظارت می شد. در موارد نادری که امکان اتصال دستگاه به فرد کارگر میسر نبود؛ نمونه برداری در محل کار با روش مشابه و با قرار دادن دستگاه در محل مناسب انجام می گرفت. با عنایت به این که در مناطق مورد نمونه برداری، کوران هوا وجود نداشت این مسئله مشکلی در نتایج نمونه برداری ایجاد نمی کرد. پس از اتمام نمونه برداری، نگهدارنده فیلتر از دستگاه جدا شده و به آزمایشگاه منتقل می شد و سپس فیلتر با پنس برداشته شده و در داخل دسیکاتور قرار می گرفت و پس از ۲۴ ساعت مجدداً از دسیکاتور برداشته شده و توزین می شد. اختلاف وزن قبل و بعد از نمونه برداری، مقدار گرد و غبار ذغال نمونه برداری شده را مشخص می کرد. نظریه اینکه هدف از بررسی تعیین مقدار ذرات ذغال بود؛ لذا نمونه برداری در زمانی که کار استخراج ذغال در جریان بود انجام می شد و بدین طریق بیش از ۲۰ نمونه برای ذرات قابل استنشاق و بیش از ۱۰ نمونه برای تعیین مقدار گرد و غبار کلی گرفته شد. این نمونه ها در روزهای مختلف کاری گرفته شد تا میانگین آنها بتواند بیانگر شرایط واقعی هوای محیط کار باشد. نتایج حاصل در جداول ۱ و ۲ آمده است. با عنایت به جداول پیوست، نمونه برداری در ۱۶ محل کاری شامل ۸ تونل و ۸ محل استخراج ذغال و در هر محل یا مکان کاری دو نمونه گرفته شده است. نمونه ها در تونل های زیرزمینی گرفته شده و عدم وجود کوران ها و نوسانات جریان هوا امر نمونه برداری را تسهیل نموده است.

شناور مانده و با ترکیب با یکدیگر به ذرات با حجم بیشتر تبدیل می‌شوند و ذرات ۱۰-۰/۵ میکرون ذرات قابل استنشاقی هستند که از نظر بهداشتی و ایجاد مخاطرات ریوی شغل دارای اهمیت قابل توجه می‌باشند.

در مجاری اولیه ریوی به دام افتاده و وارد ریه ما نمی‌شوند. ذراتی که بعدی کمتر از ۰/۱ میکرون دارند به دلیل حجم و جرم بسیار کم و شناور بودن آنها در فضاهای ریوی، دارای اهمیت بهداشتی ویژه نمی‌باشند و با هوای بازدمی، از ریه خارج می‌شوند. ذرات ۰/۱ تا ۰/۵ میکرون نیز در فضاهای ریوی

جدول ۱. نتایج دو نوع نمونه‌برداری ذرات در معدن شمالی دامغان

محل نمونه‌برداری	نوع نمونه‌برداری	میانگین تراکم وزنی ۶ ساعته (میلی گرم)	میزان تراکم وزنی برحسب (میلی گرم در متر مکعب هوا)
تونل ۶ معدن	فردی و برای ذرات قابل استنشاق	۷/۵	۱۰/۶۵
کارگاه استخراج تونل ۶	فردی و برای ذرات قابل استنشاق	۱۳/۲	۱۸/۶
تونل ۵ معدن	فردی و برای ذرات قابل استنشاق	۵/۸	۸/۰۶
کارگاه استخراج تونل ۵	فردی و برای ذرات قابل استنشاق	۱۲/۳	۱۷/۰۸
تونل ۶ معدن	محیطی و برای گرد و غبار کلی	۱۳	۱۸/۰۵
کارگاه استخراج تونل ۶	محیطی و برای گرد و غبار کلی	۱۷	۲۳/۶
تونل ۵ معدن	محیطی و برای گرد و غبار کلی	۱۲/۲	۱۶/۹
کارگاه استخراج تونل ۵	محیطی و برای گرد و غبار کلی	۱۸/۵	۲۵/۶

جدول ۲. نتایج دو نوع نمونه‌برداری ذرات در معدن هپانسالدره دامغان

محل نمونه‌برداری	نوع نمونه‌برداری	میانگین تراکم وزنی ۶ ساعته (میلی گرم)	میزان تراکم وزنی بر حسب (میلی گرم در متر مکعب هوا)
تونل ۲ معدن	فردی و برای ذرات قابل استنشاق	۷/۵	۱۰/۴۲
کارگاه استخراج تونل ۲	فردی و برای ذرات قابل استنشاق	۱۴/۱	۱۹/۶
تونل ۴ معدن	فردی و برای ذرات قابل استنشاق	۶/۵	۹/۰۲
کارگاه استخراج تونل ۴	فردی و برای ذرات قابل استنشاق	۱۵/۳	۲۱/۲۴
تونل ۲ معدن	محیطی و برای گرد و غبار کلی	۱۱/۹	۱۶/۵
کارگاه استخراج تونل ۲	محیطی و برای گرد و غبار کلی	۲۲/۱	۳۰/۶
تونل ۴ معدن	محیطی و برای گرد و غبار کلی	۹/۵	۱۳/۱۹
کارگاه استخراج تونل ۴	محیطی و برای گرد و غبار کلی	۲۰/۷	۲۸/۷

حدوداً ۱۰ برابر میزان مجاز و در تونل‌های افقی در محل بارگیری، حدود ۶ برابر مجاز برای ذرات قابل استنشاق می‌باشد.

بحث

نتایج به دست آمده از نمونه‌برداری، نشان داد که میزان تراکم ذرات ذغال در کارگاه‌های استخراج در محل استخراج

قدردانی را داریم از کارگرانی که با همکاری صمیمانه خود ما را در انجام این تحقیق یاری رساندند بسیار متشکریم. از مرکز بهداشت استان سمنان که امکان بهره‌گیری از تجهیزات موجود را برای ما فراهم ساخت بالاخص معاونت محترم امور بهداشتی و همکاران بهداشت حرفه‌ای آن مرکز نهایت قدردانی را نموده و از تالیپست دانشکده بهداشت دامغان به‌خاطر زحمتی که در تایپ این مقاله متحمل شدند و از شما خواننده محترم این مقاله نیز صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نماییم.

منابع

- [۱] رومی دی،. مریت، اکتشاف ذغال سنگ، مترجم. محمد دانش، شرکت ملی فولاد ایران، مرکز انتشارات صنعت فولاد، ۱۳۷۴ صفحه ۱۸-۱.
- [۲] زاد یوسفی، ی،. ایمنی در معادن زیر زمینی و تونل سازی، ج ۱. مؤسسه کار و تأمین اجتماعی، تهران، ۱۳۶۴ صفحه ۲۸-۲۷.
- [3] Jacobsen, M., Rae, S., Walton, W.H., Rogan, J.M., The relation between pneumoconiosis and dust exposure in British coal mines. In: Walton WH, ed. Inhaled particles III. Old Woking: Unwin Brothers, 1971 pp.903-19.
- [4] Harris, R.L., Cralley, L.V., Cralley, L.J., Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, Part A: Theory and Rationale of Industrial Hygiene: Practice: The Work Environment, John Wiley & Sons, 5th edition, 2000, pp. 507- 535.
- [5] Roach, S.A., Sampling air for particulates. The Industrial Environment: Its Evaluation and Control, (DHEW NIOSH), 1973 pp.139-155.
- [6] Hamilton. R.J., Inhaled Particles and Vapors, II, Pergamon press, 1976 pp. 20-35
- [7] Marple, V.A, Rubow, K.L instrumentation for the measurement of respirable coal mine, First edition West Virginia university, 1987, pp.214-227

همچنین این میزان برای گرد و غبار کلی در کارگاه‌های استخراج، حدود ۱۵ برابر و در تونل‌های افقی محل بارگیری واگن‌ها حدود ۸ برابر میزان مجاز می‌باشد.

نظر به اینکه در بیشتر موارد برای نمونه‌برداری، دستگاه به فرد کارگر متصل می‌شد یک احتمال ضعیف این است که فرد کارگر روش کاری خود را در طول این مدت تغییر داده تا وضعیت را نامناسب جلوه دهد ثانیاً نمونه‌برداری‌های انجام شده در تقاطعی صورت گرفته که کارگران درگیر کار بوده‌اند و در نتیجه منبع اصلی تولید گرد و غبار می‌باشد و در نقاط دورتر از این مناطق به‌نظر می‌رسد که این میزان به مقدار قابل توجهی کاهش یابد. به‌ر صورت نتایج به‌دست آمده حاکی است که شرایط موجود از نظر آلودگی هوا برای کارگرانی که نزدیک به منابع گرد و غبار در حال فعالیت هستند بسیار نامناسب می‌باشد. یکی دیگر از فاکتورهایی که شدت آلودگی متأثر از آن می‌باشد این است که در این نمونه‌برداری اگر فردی در روز، ۴ ساعت کار کرده میزان آلاینده بر حسب میلی‌گرم بر مترمکعب برای همان ۴ ساعت حساب شده و ساعات بیکاری و یا فراغت کارگر که به‌دلیل خارج از محیط کار صورت گرفته در این نمونه‌برداری مدنظر واقع نشده است.

با عنایت به اینکه تراکم بیش از مقدار مجاز گرد و غبار انتشار یافته می‌تواند به سرعت دستگاه ریوی کارگران شاغل را تحت تأثیر قرار داده و پنوموکونیوز کارگران ذغال سنگ (C.W.P) را گسترش دهد و از طرفی اشتغال در محیط شغلی معدن نیازمند کارگرانی با توانمندی بالای ریوی است نتایج به‌دست آمده حاکی از شرایط بسیار نامناسب شغلی است.

تشکر و قدردانی

از مسئولین محترم معادن مورد بررسی که امکان این بررسی و هماهنگی لازم را برای ما فراهم کردند نهایت تشکر و