بررسي مقايسه‌اي تكنيك‌هاي كاهش گرد و غبار منتشره از دستگاه سنگ سمباده

دكتر حسين كاكويي[1]

تارسخ دريافت: 84/7/27 تاريخ پذيرش:85/1/20

چكيده

مقدمه: استفاده از سنگ هاي سمباده در صنايع ريخته‌گري و فرآيند تميزكاري كه با سرعت خيلي زياد خود موجبات پراكندگي ذرات فلزي و بلورهاي سيليس در هواي محيط را فراهم مي‌آورد، طراحي اقدامات كنترلي مختلف بر روي اين دستگاه‌ها را ضروري مي‌سازد. اين مطالعه به منظور بررسي مقايسه‌اي روش‌هاي كاهش‌دهنده گرد و غبار خروجي ناشي از عمليات تميزكاري توسط دستگاه سنگ سمباده اجرا شد.

مواد و روش‌ها: در اين تحقيق تجربي براي دست‌كاري چند متغير مستقل، يك عمليات سنگ زني grinding آزمايشي در تهران در سال ١٣٨١ ترتيب داده شد و با نصب سيستم‌هاي كنترلي آلودگي (فن و بافل) بر روي ماشين و كنترل سرعت چرخ در هر مرحله ميزان آلاينده‌هاي خروجي ناشي از قطعه چدن مورد ارزيابي قرار گرفت و با مقايسه نتايج هريك از مراحل، مؤثرترين راه‌حل‌ها به منظور مداخله ارائه گرديد.

يافته‌هاي پژوهش: نتايج حاصل از آزمايش تأثير سرعت‌هاي مختلف بر روي ميزان آلودگي خروجي نشان داد كه هر قدر سرعت چرخش سنگ افزايش يابد (٢٩٠٠ دور در دقيقه) ميزان آلودگي در ناحيه تنفسي هم زيادتر مي‌شود (٦٠١/٢ ميلي گرم بر متر مكعب). ضمناً اين تحقيق تجربي نشان داد كه هر قدر سرعت سنگ بيشتر باشد مواد آلاينده خارج شده از بافت درشت‌تري برخوردارند. نصب فن همراه با هود و بافل به طور همزمان در پايين دستگاه نشان داد كه ميزان آلودگي در ناحيه تنفسي نسبت به حالتي كه دستگاه فاقد امكان تهويه و بافل بوده است، به مقدار قابل قبولي كاهش مي‌يابد (٢٠٣/٨ ميلي گرم بر متر مكعب).

نتيجه‌گيري نهايي: اين نتايج نشان‌دهنده كنترل خوب و مؤثر آلاينده‌هاي خروجي از دستگاه سنگ سمباده با استفاده از نصب فن، كنترل سرعت و نصب بافل است.

واژه‌هاي كليدي: سنگ سمباده، عمليات تميزكاري، صنايع ريخته‌گري چدن، كنترل گرد و غبار

١- دانشيار دانشكده بهداشت Email: Hkakooei@sina. Tums.ac.ir

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-25]

مقدمه

يكي از منابع آلوده‌كننده هوا در صنعت ريخته‌گري چدن كه شامل عمليات ذوب، قالب‌گيري و ذوب‌ريزي مي‌باشد، استفاده از سنگ‌هاي سمباده بدون تجهيزات كنترلي است كه با سرعت خيلي زياد خود موجب پراكندگي ذرات فلزي و بلورهاي سيليس هواي محيط كار را فراهم مي‌آورند و باعث ايجاد تماس‌هاي بيشتر از حد مجاز (TLV) تعيين شده با آلاينده‌ها مي‌شوند(۱). غالباً كارگران شاغل در اين گونه محيط‌هاي كاري تحت پوشش اقدامات حفاظتي نظير استفاده از تكنيك‌هاي تهويه موضعي، تهويه عمومي و غيره واقع نمي‌شوند. گرد و غباري كه تحت تأثير حركت چرخشي چرخ‌وار سنگ سمباده وارد محيط كار مي‌شود طريقه اصلي ورود مواد آلاينده در هواي محيط كار به هنگام استفاده از اين گونه ماشين‌ها در صنعت است(۲). گرد و غبار و ذرات توليد شده در صنعت ريخته‌گري چدني عبارت است از ذرات از جنس خود قطعه ريخته شده و ذرات سيليس كه در قالب‌هاي ماسه‌اي بر سطح اين قطعات ريخته شده بر جاي مي‌ماند و به هنگام سايش و صيقل كاري با ماشين سنگ سمباده به صورت ذرات بسيار ريزي وارد هواي محيط كار مي‌شوند. غالباً اين ذرات از دسته ذرات قابل استنشاق بوده و از اين جهت خطرناك مي‌باشند.

گرد و غبار راه يافته به محيط كار اين نوع عمليات صنعتي را مي‌توان به دو دسته تقسيم نمود:

۱- گرد و غبار اوليه كه عبارت است از آن دسته ذراتي كه به محض توليد در محل سايش بصورت مستقيم وارد هواي محيط مي‌شوند.

۲- گرد و غبار ثانويه كه عبارتند از ذراتي كه وارد هود ماشين سنگ سمباده شده و سپس تحت تأثير حركت چرخ دوباره به محيط باز مي‌گردند و پس از بازگشت مجدد فرصت لازم و كافي براي باقي ماندن در محيط را پيدا مي‌كنند و ديگر به داخل سيستم تهويه ماشين سنگ سمباده راه نمي‌يابند و هواي محيط را آلوده مي‌سازند. تاكنون مطالعات متعددي در نقاط مختلف جهان بر روي اثرات تماس حرفه‌اي با گرد و غبار ناشي از صيقل‌كاري (تميزكاري) در عمليات ريخته‌گري انجام شده است.

مواد و روش‌ها

الف) وسايل مورد استفاده

۱- يك ماشين سنگ سمباده با قطر سنگ معادل ۱۸ سانتي‌متر و پهناي ۲ سانتي‌متر (شكل ۱).

جنس لايه سطحي سنگ سمباده از يك ماده سخت و خشن كه خود تركيب و تلفيقي از چند ماده اوليه است. اين مجموعه شامل تركيبي از زيركونيا اكيسد آلومينيوم، مقداري چسب پشم شيشه فشرده شده مي‌باشد. سرعت اوليه چرخ بدون كنترل معادل ۳۰۰۰ دور در دقيقه است.

۲- ميله‌هايي از جنس چدن به قطر ۲ سانتي‌متر و طول ۳۰ سانتي‌متر كه توسط يك نفر به عنوان كارور با سطح چرخ تماس يافته و عمليات توليد ذره انجام شد.

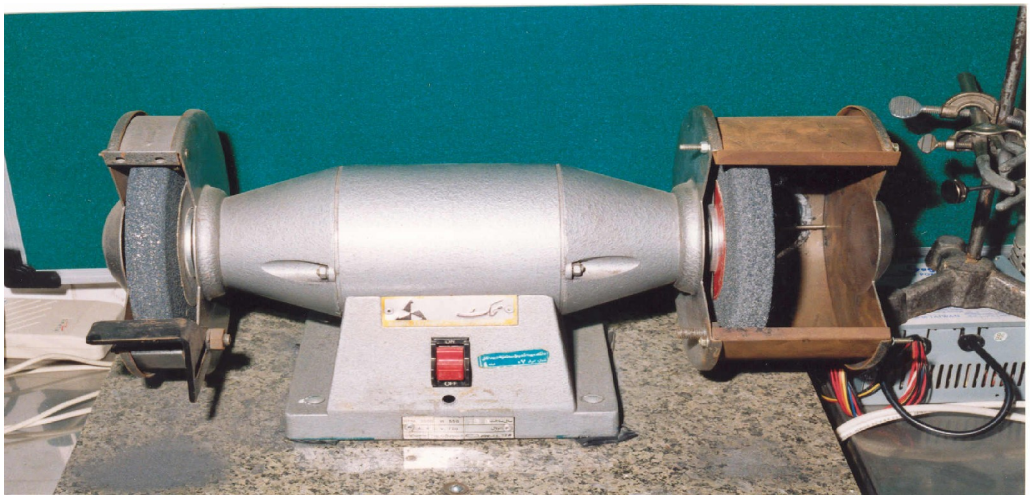
۳- يك دايمر الكتريكي با اعمال ولتاژ متفاوت كه متصل به دستگاه سنگ‌زني بود و عمل كنترل سرعت دوراني را انجام مي‌داد. البته همزمان با اعمال ولتاژهاي متفاوت (۱۵۰، ۱۸۰، ۲۰۰، ۲۲۰ و غيره) سرعت واقعي چرخ به وسيله دستگاه Digital photo Tachometer مدل RM-1500/1501/1502 مشخص مي‌گرديد.

۴- يك فن پرسرعت به قطر پنج سانتي‌متر جهت نصب برروي دستگاه

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-25]

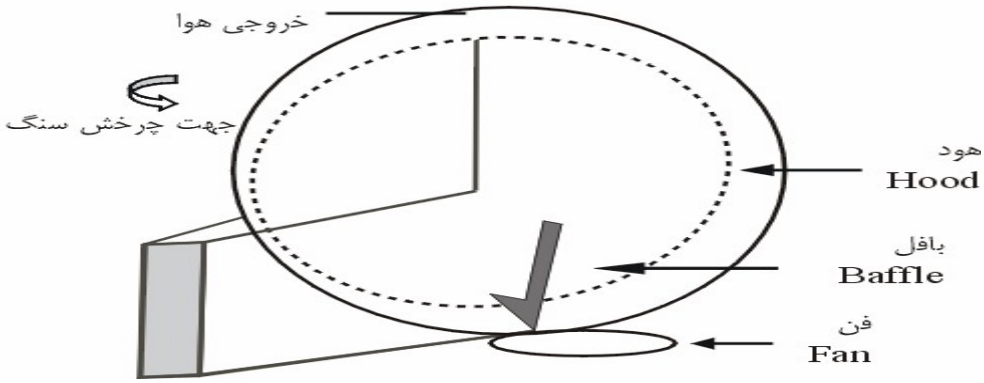
سنگ‌زني استفاده شود. كار آن اين بود كه هوا را به طرف پايين هدايت كند تا هواي آلوده به مواد آلاينده پس از عبور از فن از يك فيلتر عبور كرده و با بجا گذاشتن آلاينده‌ها، هواي عاري از ذارت توليد شده دوباره به محيط بازگردد.

۵- يك دستگاه Portal Dust (PDM) Monitorكه مي‌تواند تعداد ذرات كل را برحسب ميكروگرم بر متر مكعب همراه با انداره قطرها در واحد حجم اندازه‌گيري نمايد.



شكل١. تصور سنگ سمباده

ب) شرح آزمايش‌هاي انجام شده



شكل ٢. نماي كلي يك ماشين سنگ سمباده

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-25]

شكل شماره (۲) نشان‌دهنده نماي كلي يك ماشين سنگ سمباده است كه در ضمن نمايشگر چگونگي اقدامات كنترلي و نصب ابزار آلاتي است كه جهت اعمال اين روش‌هاي كنترلي جهت كاهش ميزان آلودگي راه‌يافته به محيط، استفاده مي‌شود.

آزمايش اول:

آزمايش اول شامل ۴ حالت از سرعت سنگ و حجم تهويه معادل صفر، مكعب بر ثانيه (بدون فن) با هدف بررسي تأثير سرعت‌هاي مختلف سنگ سمباده بر روي ميزان آلودگي هواي خروجي بدون نصب فن است.

ردیف	سرعت سنگ برحسب دور در دقیقه	ولتاژ	سرعت واقعي بر حسب متر بر ثانيه
۱	۲۸۰۰	۱۵۰	۴۶
۲	۲۸۵۰	۱۸۰	۴۷
۳	۲۸۸۰	۲۰۰	۴۹
۴	۲۹۰۰	۲	۵۲

آزمايش دوم

شامل ۴ حالت از سرعت سنگ سمباده مشابه سرعت‌هاي آزمايش اول در حالت نصب فن بر روي دستگاه با هدف ارزيابي تأثير سرعت‌هاي مختلف سنگ سمباده بر روي ميزان آلودگي هواي خروجي با توجه به نصب فن است.

آزمايش سوم

در آزمايش سوم تأثير حجم تهويه و ميزان حجم هواي جابجا شده توسط فن بر روي آلودگي هواي خروجي از بالاي هود و نصب بافل بين بدنه و چرخ سمباده مورد بررسي قرار گرفت. سرعت سنگ در اين آزمايش ثابت و معادل ۳۰۰۰ دور در دقيقه بوده و قطر سنگ هم ۱۸ سانتي‌متر بوده است.

يافته‌هاي پژوهش

نتايج آزمايش اول در ۴ مرحله و با سرعت‌های ۴۶، ۴۷، ۴۹ و ۵۲ متر بر ثانيه نشان داد كه هر قدر، سرعت سنگ بيشتر باشد مواد آلاينده خارج شده از بافت درشت‌تري برخوردار هستند(جدول ۱). به اين معني كه ذرات درشت توليد شده در محل سايش قطعه چدن اينرسي بيشتري دارند، سرعت‌هاي پايين چرخ سمباده كمتر قادر هستند آن‌ها را به طرف بالا بكشند ولي هر قدر سرعت سنگ افزايش يابد اين توانايي بيشتر شده و ذرات درشت‌تر هم به داخل هواي خروجي راه يافته و سهم آن‌ها در آلودگي بيشتر خواهد شد (جدول ۲).

جدول ۱. غلظت آلاينده خروجي بر حسب قطر قبل از نصب فن در سرعت‌هاي مختلف

قطر / سرعت	۵۲	۴۹	۴۷	۴۶
	$\mu m/m^3$	$\mu m/m^3$	$\mu m/m^3$	$\mu m/m^3$
۰/۳۵	۴۴۱/۵	۳۴۲/۳	۲۹۰/۹	۲۴۲
۰/۵	۴۱۹/۳	۳۲۳/۶	۲۷۶/۵	۳۲۳/۲
۰/۷۵	۴۰۹/۳	۲۶۵/۱	۲۷۰/۵	۲۲۸/۹
۱	۳۹۸/۸	۲۰۶/۳	۲۶۴/۱	۲۲۳/۹
۲	۳۶۱/۱۰	۲۷۵/۲	۲۴۰/۲	۲۰۳/۵
۳/۵	۲۶۴/۹	۲۰۸/۲	۱۸۲	۱۵۱/۲

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-25]

البته در اينجا هم ذرات با قطر بزرگتر از ۵ ميكرومتر نيز بسيار كم قادر به خروج از دستگاه هستند. لازم به ذكر است كه بيشتر شدن سهم ذرات درشت‌تر در بافت آلودگي هوا در سرعت‌هاي بالاتر نسبت به سرعت‌هاي پايين‌تر بكندي صورت مي گيرد. در اين آزمايش حجم تهويه ثابت و معادل صفر متر مكعب بر ثانيه بوده و قطر سنگ نيز ۱۸ سانتي‌متر بود.

جدول ۲. تأثير سرعت‌هاي مختلف سنگ سمباده بر روي ميزان آلودگي هواي ناحيه تنفسي در حالت بدون نصب فن

سرعت سنگ دور در دقيقه	ولتاژ	سرعت سنگ m/s	حجم تهويه و وجود فن	ميزان‌آلودگي در ناحيه‌تنفسي mg/m^3
۲۹۰۰	۲۲۰	۵۲	۰	۶۰۱/۲
۲۸۸۰	۲۰۰	۴۹	۰	۴۸۸/۵
۲۸۵۰	۱۸۰	۴۷	۰	۳۳۳/۲
۲۸۰۰	۱۵۰	۴۶	۰	۲۱۵/۵

آزمايش دوم نيز در ۴ حالت از سنگ سمباده مشابه سرعت‌هاي آزمايش اول در حالت نصب فن بر روي دستگاه نشان داد كه رابطه سرعت چرخش سنگ و ميزان آلودگي رابطه‌ي است خطي(جدول ۳)، اما مقادير ميزان آلودگي در ناحيه تنفسي (غلظت ذرات كل) در سرعت‌هاي مختلف با توجه به نصب فن از مقادير كمتري برخوردار هستند كه نشان‌دهنده كنترل مناسب ميزان غلظت ذرات كل توسط دستگاه فن است(جدول ۴). اين ميزان نسبت به حالت قبل از نصب فن ۴ برابر كاهش را نشان مي‌دهد.

جدول ۳. تأثير سرعت‌هاي مختلف سنگ سمباده بر روي ميزان آلودگي هواي ناحيه تنفسي در حالت نصب فن

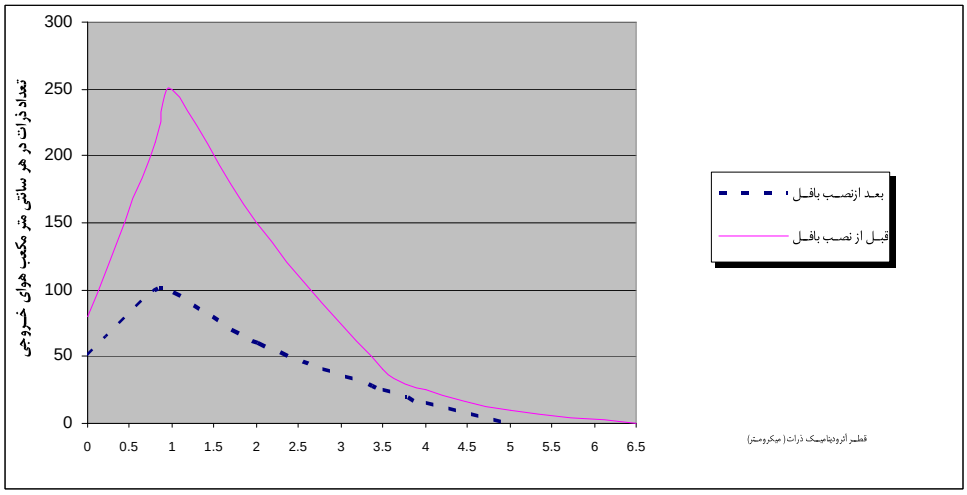
سرعت سنگ دور در دقيقه	ولتاژ	سرعت سنگ m/s	حجم تهويه و وجود فن	ميزان‌آلودگي در ناحيه تنفسي mg/m^3
۲۹۰۰	۲۲۰	۵۲	+	۲۰۳/۸
۲۸۸۰	۲۰۰	۴۹	+	۱۴۰/۸
۲۸۵۰	۱۸۰	۴۷	+	۱۲۷/۵
۲۸۰۰	۱۵۰	۴۶/۵	+	۱۰۰/۲

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-25]

جدول ۴. غلظت آلاینده خروجي بر حسب میکرومتر بعد از نصب فن در سرعت‌هاي مختلف

قطر / سرعت	۵۲ $\mu m/m^3$	۴۹ $\mu m/m^3$	۴۷ $\mu m/m^3$	۴۶ $\mu m/m^3$
۰/۳۵	۳۲۹/۹	۲۵۴	۱۷۹/۵	۱۵۳/۲
۰/۵	۳۱۱/۵	۲۴۶/۷	۱۷۳/۸	۱۴۸/۶
۰/۷۵	۳۰۵/۴	۲۴۹	۱۷۰/۸	۱۴۵/۸
۱	۲۹۷/۷	۲۳۷/۹	۱۶۷	۱۴۲/۷
۲	۲۶۸/۳	۲۱۵/۸	۱۵۰/۸	۱۲۸/۳
۳/۵	۱۹۱/۸	۱۵۴/۳	۱۰۸/۶	۹۵

آزمایش سوم با بررسي حجم تهویه و میزان حجم جابجا شده توسط فن بر روي آلودگي هواي خروجي مشخص نمود که هر قدر حجم تهویه افزایش یابد، میزان آلودگي خروجي نیز ریزتر خواهد شد که البته این تغییر بافت به کندي صورت مي‌پذیرد. علاوه بر تأثیر حجم تهویه با نصب بافل بر روي دستگاه، غلظت آلاینده‌هاي خروجي در حین عبور از منطقه تولید شده به بافل برخورد کرده و به طرف پایین کشیده مي‌شوند (شکل ۳).



شکل ۳. مقایسه حجم مواد آلاینده در هواي خروجي سنگ سمباده قبل و پس از نصب بافل

جدول ۵. مقایسه غلظت مواد آلاینده در هواي خروجي سنگ سمباده قبل و پس از نصب فن

سرعت سنگ دور در دقیقه	ولتاژ	سرعت سنگ m/s	میزان آلودگي در حالت قبل‌ازنصب فن mg/m^3	میزان‌آلودگي در حالت بعد از نصب فن mg/m^3
۲۹۰۰	۲۲۰	۵۲	۶۰۱/۲	۲۰۳/۸
۲۸۸۰	۲۰۰	۴۹	۴۸۸/۵	۱۴۰/۸
۲۸۵۰	۱۸۰	۴۷	۳۳۳/۳	۱۲۷/۵
۲۸۰۰	۱۵۰	۴۶	۲۱۵/۵	۱۰۰/۲

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-25]

بحث و نتيجه‌گيري

يافته‌ها نشان داد كه كنترل سرعت چرخ سنگ سمباده، نصب فن با حجم تهويه مناسب ميزان آلودگي خروجي از دستگاه را به خوبي كنترل مي‌نمايد، به طوري كه با استفاده از نصب فن و اعمال حجم تهويه مناسب در منطقه‌اي كه از سرعت سنگ بطرف بالا گرايش مي‌يابد، باعث
مي‌شود كه ذرات توليد شده تحت تأثير نيروي فن به قسمت تحتاني هود دستگاه راه پيدا كرده و نتوانند بلافاصله پس از توليد، تحت تأثير نيروي يك جانبه حركت چرخشي سنگ قرار گرفته و از قسمت خروجي سنگ سمباده به محيط زيست راه مي‌يابد (۴،۳). مطالعات به عمل آمده بر روي دستگاه سنگ سمباده آزمايشي و بررسي تأثير نصب فن در سرعت‌هاي مختلف بر روي بافت ذرات آلاينده خروجي نشان داد كه هر قدر سرعت سنگ بيشتر باشد مواد آلاينده خارج شده از بافت درشت‌تري برخوردار هستند، اين يافته در مطالعات ديويس و اوگاوا هم آمده است (۵،۱).
علاوه بر تأثير نصب فن بر روي غلظت آلاينده‌هاي خروجي، با نصب بافل ميله‌اي فلزي بين بدنه و چرخ سنگ سمباده (۵،۲)، ذرات توليد شده در حين عبور از آن منطقه به بافل برخورد كرده و به طرف پايين بر مي‌گردند. اين سرعت برگشت به سرعت تهويه فن از پايين افزوده شده و موجب مي‌شود كه ذرات (به ويژه ذرات درشت‌تر) به طرف پايين كشيده شوند و هواي خروجي از آلودگي كمتر و با بافت ريزتري برخوردار باشند (۵).
در مطالعه اخير مشخص شد كه هرگاه سرعت سنگ ثابت باشد (۵۲ متر بر ثانيه) و قطر سنگ هم ۱۸ سانتي‌متر باقي بماند مواد آلاينده (ذرات كل) در هواس خروجي پس از نصب بافل نسبت به قبل از نصب آن به نصف تقليل خواهد يافت.
الف) همان‌طور كه مشاهده مي‌شود و در جدول ۵ آورده شده است، چنانچه در اين نوع دستگاه‌ها كه فاقد هرگونه سيستم كنترلي هستند (شكل ۱)، يك فن همراه با هودي در پايين دستگاه نسب شود و به طور همزمان و توأم بافلي هم در مسير عبور ذرات توليد شده نصب گردد، ميزان آلودگي نسبت به حالتي كه حجم تهويه صفر بوده و بافل هم مورد استفاده قرار نمي‌گيرد به مقدار قابل قبولي كاهش مي‌يابد.
ب) نتايجي كه در كل اين تحقيق حاصل شد به همان شكل تعميم براي همه ماشين‌هاي سنگ سمباده و تميز كاري هر قطعه فلزي نيست (۵،۴). در اين مطالعه تنها قطعات چدني مورد استفاده قرار گرفت و اندازه و شكل قطعات، نحوه كار كردن كارگر (فشاري كه بر روي قطعه اعمال مي‌كند)، وجود يا عدم وجود تهويه در هواي محيط كار و جنس قطعه كار در بدست آوردن نتايج مطلوب مؤثر خواهد بود (۲). در كارگاه‌هايي كه از سنگ سمباده براي عمليات تميزكاري استفاده مي‌شود بايد علاوه بر نصب وسايل كنترل بر روي سنگ سمباده نسبت به استفاده از سيستم تهويه عمومي و موضعي وسايل حفاظت فردي از جمله عينك و دستكش اقدام لازم بعمل آيد. به علاوه آموزش مصرف‌كنندگان، مديران، سازندگان و مهندسين نيز يكي از راهبردي‌ترين اقداماتي است كه بايد بدان توجه شود(۳).

تشكر و قدرداني

نويسنده مقاله از همكاري صميمانه آقايان سيد صومعه و ميرزايي و خانم ديواني، كارشناسان آزمايشگاه مركزي

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-25]

گروه بهداشت حرفه‌اي كه در زمينه اندازه‌گيري آلاينده‌ها و نصب تجهيزات مجري را ياري نمودند و خانم‌ها ولي‌اللهي و شمشيري سپاسگزاري مي‌نمايد.

بودجه اين تحقيق از محل اعتبارات پژوهشي دانشكده بهداشت دانشگاه علوم پزشكي تهران تأمين گرديده است.

Referencess

1.Davies TP, Jackson RG, Air flow ground grinding wheels, Precision Engan 1981; 3,: 225-228

2. Heinsohn RJ, Industrial ventilation: engineering principles, New York: wiley- interscience, 1996; PP 544-551

3.American conference for industrial government hygienists. Industrial ventilation A Manual of Recommended practice. 19 th ed. Cin cinatiohio: ACGIM, 1998

4.Shibata J, Goto T, Yamamoto M, Characteristics of air flow around agrinding weeland their availability for assessing the whell wear, An, crip 31, 1982; 1:233-239

5. Ogawa A, Separation of particles from air and gases. Florida: CRC press 1940;PP 71-109.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-25]

Journal Of Ilam University Of Medical Sciences Vol 13 , No , 3 , Autumn 2005

Comparative evaluate techniques of controlling exhaust dust produced during grinding

Hossein Kkakooei[*]

Abatrac*t*

Introduction:The use grinding wheels in casting and polishing operation with high speed produced airborne contaminats(dust). This situation necessitate the design method of controlling on these instruments. A study was conducted to evaluate to compare for methods of controlling exhaust dust during grinding.

Matherial and Methods: In relation to the main aim through an experimental study, with a bench grinder, designed to accommodate one wheels and installed systems of controlling dust contaminants (fan, baffle) on grinder and speed control of wheel in each level to evaluate exhaust dust and effective of controlling method.

Results:The results indicated relationship between speed of wheel and exhaust dust reveaed with the increase in speed of wheel, and airborne contaminants increased. This experimental study showed that with the increase in speed of wheel, the exhaust dust have big diameters. With install fan and baffle on the grinder, showed that these tools has a positive effect on the reduction of exhaust airborne contaminants.

Conclosion: This results demonstrated an good control of grinding airborne contaminants with using these install fan, baffle and speed control of wheel.

Kew words*: Grinding, Dust, Control of pollution*

∗ School of public health and institute of public health research, Tehran university of medical sciences. P. obox. 14155-6446, Tehran, Iran.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-25]

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-25]