

## بررسی مقایسه‌ای تکنیک‌های کاهش گرد و غبار منتشره از دستگاه سنگ سمباده

دکتر حسین کاکویی<sup>۱</sup>

تاریخ پذیرش: 85/1/20

تاریخ دریافت: 84/7/27

### چکیده

**مقدمه:** استفاده از سنگ های سمباده در صنایع ریخته‌گری و فرآیند تمیزکاری که با سرعت خیلی زیاد خود موجبات پراکندگی ذرات فلزی و بلورهای سیلیس در هوای محیط را فراهم می‌آورد، طراحی اقدامات کنترلی مختلف بر روی این دستگاه‌ها را ضروری می‌سازد. این مطالعه به منظور بررسی مقایسه‌ای روش‌های کاهش‌دهنده گرد و غبار خروجی ناشی از عملیات تمیزکاری توسط دستگاه سنگ سمباده اجرا شد.

**مواد و روش‌ها:** در این تحقیق تجربی برای دست‌کاری چند متغیر مستقل، یک عملیات سنگ زنی grinding آزمایشی در تهران در سال ۱۳۸۱ ترتیب داده شد و با نصب سیستم‌های کنترلی آلودگی (فن و بافل) بر روی ماشین و کنترل سرعت چرخ در هر مرحله میزان آلاینده‌های خروجی ناشی از قطعه چدن مورد ارزیابی قرار گرفت و با مقایسه نتایج هر یک از مراحل، مؤثرترین راه‌حل‌ها به منظور مداخله ارائه گردید.

**یافته‌های پژوهش:** نتایج حاصل از آزمایش تأثیر سرعت‌های مختلف بر روی میزان خروجی نشان داد که هر قدر سرعت چرخش سنگ افزایش یابد (۲۹۰۰ دور در دقیقه) میزان آلودگی در ناحیه تنفسی هم زیادتر می‌شود (۶۰۱/۲ میلی گرم بر متر مکعب). ضمناً این تحقیق تجربی نشان داد که هر قدر سرعت سنگ بیشتر باشد مواد آلاینده خارج شده از بافت درشت‌تری برخوردارند. نصب فن همراه با هود و بافل به طور همزمان در پایین دستگاه نشان داد که میزان آلودگی در ناحیه تنفسی نسبت به حالتی که دستگاه فاقد امکان تهویه و بافل بوده است، به مقدار قابل قبولی کاهش می‌یابد (۲۰۳/۸ میلی گرم بر متر مکعب).

**نتیجه‌گیری نهایی:** این نتایج نشان‌دهنده کنترل خوب و مؤثر آلاینده‌های خروجی از دستگاه سنگ سمباده با استفاده از نصب فن، کنترل سرعت و نصب بافل است.

**واژه‌های کلیدی:** سنگ سمباده، عملیات تمیزکاری، صنایع ریخته‌گری چدن، کنترل گرد و غبار

**مقدمه**

یکی از منابع آلوده‌کننده هوا در صنعت ریخته‌گری چدن که شامل عملیات ذوب، قالب‌گیری و ذوب‌ریزی می‌باشد، استفاده از سنگ‌های سمباده بدون تجهیزات کنترلی است که با سرعت خیلی زیاد خود موجب پراکندگی ذرات فلزی و بلورهای سیلیس هوای محیط کار را فراهم می‌آورند و باعث ایجاد تماس‌های بیشتر از حد مجاز (TLV) تعیین شده با آلاینده‌ها می‌شوند (۱). غالباً کارگران شاغل در این گونه محیط‌های کاری تحت پوشش اقدامات حفاظتی نظیر استفاده از تکنیک‌های تهویه موضعی، تهویه عمومی و غیره واقع نمی‌شوند. گرد و غباری که تحت تأثیر حرکت چرخشی چرخ‌وار سنگ سمباده وارد محیط کار می‌شود طبقه اصلی ورود مواد آلاینده در هوای محیط کار به هنگام استفاده از این گونه ماشین‌ها در صنعت است (۲). گرد و غبار و ذرات تولید شده در صنعت ریخته‌گری چدنی عبارت است از ذرات از جنس خود قطعه ریخته شده و ذرات سیلیس که در قالب‌های ماسه‌ای بر سطح این قطعات ریخته شده بر جای می‌ماند و به هنگام سایش و صیقل کاری با ماشین سنگ سمباده به صورت ذرات بسیار ریزی وارد هوای محیط کار می‌شوند. غالباً این ذرات از دسته ذرات قابل استنشاق بوده و از این جهت خطرناک می‌باشند.

گرد و غبار راه یافته به محیط کار این نوع عملیات صنعتی را می‌توان به دو دسته تقسیم نمود:

۱- گرد و غبار اولیه که عبارت است از آن دسته ذراتی که به محض تولید در محل سایش بصورت مستقیم وارد هوای محیط می‌شوند.

۲- گرد و غبار ثانویه که عبارتند از ذراتی که وارد هود ماشین سنگ سمباده شده و سپس تحت تأثیر حرکت چرخ دوباره به

محیط باز می‌گردند و پس از بازگشت مجدد فرصت لازم و کافی برای باقی ماندن در محیط را پیدا می‌کنند و دیگر به داخل سیستم تهویه ماشین سنگ سمباده راه نمی‌یابند و هوای محیط را آلوده می‌سازند. تاکنون مطالعات متعددی در نقاط مختلف جهان بر روی اثرات تماس حرفه‌ای با گرد و غبار ناشی از صیقل کاری (تمیزکاری) در عملیات ریخته‌گری انجام شده است.

**مواد و روش‌ها****الف) وسایل مورد استفاده**

۱- یک ماشین سنگ سمباده با قطر سنگ معادل ۱۸ سانتی‌متر و پهنای ۲ سانتی‌متر (شکل ۱).

جنس لایه سطحی سنگ سمباده از یک ماده سخت و خشن که خود ترکیب و تلفیقی از چند ماده اولیه است. این مجموعه شامل ترکیبی از زیرکونیا اکسید آلومینیوم، مقداری چسب پشم شیشه فشرده شده می‌باشد. سرعت اولیه چرخ بدون کنترل معادل ۳۰۰۰ دور در دقیقه است.

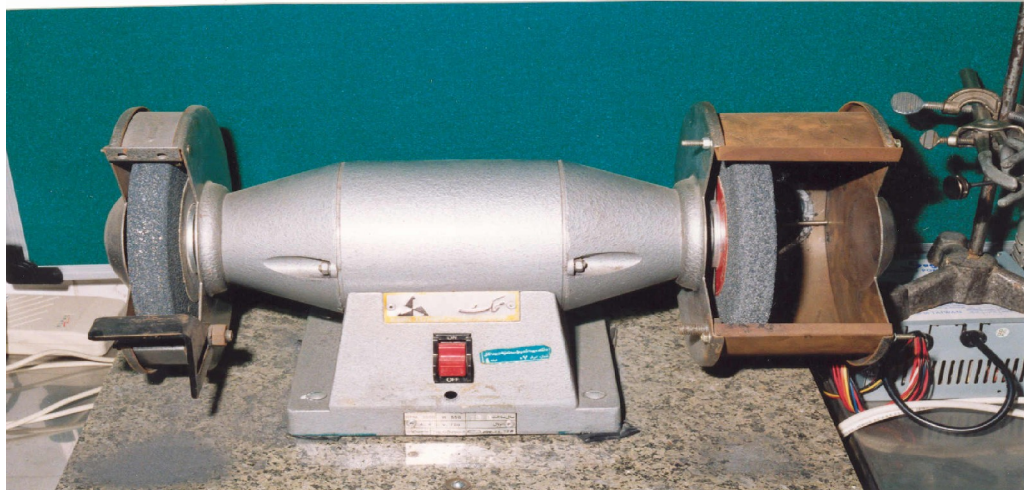
۲- میله‌هایی از جنس چدن به قطر ۲ سانتی‌متر و طول ۳۰ سانتی‌متر که توسط یک نفر به عنوان کارور با سطح چرخ تماس یافته و عملیات تولید ذره انجام شد.

۳- یک دایمر الکتریکی با اعمال ولتاژ متفاوت که متصل به دستگاه سنگ‌زنی بود و عمل کنترل سرعت دورانی را انجام می‌داد. البته هم‌زمان با اعمال ولتاژهای متفاوت (۱۵۰، ۱۸۰، ۲۰۰، ۲۲۰ و غیره) سرعت واقعی چرخ به وسیله دستگاه Digital photo Tachometer مدل RM-1500/1501/1502 مشخص می‌گردید.

۴- یک فن پرسرعت به قطر پنج سانتی‌متر جهت نصب بر روی دستگاه

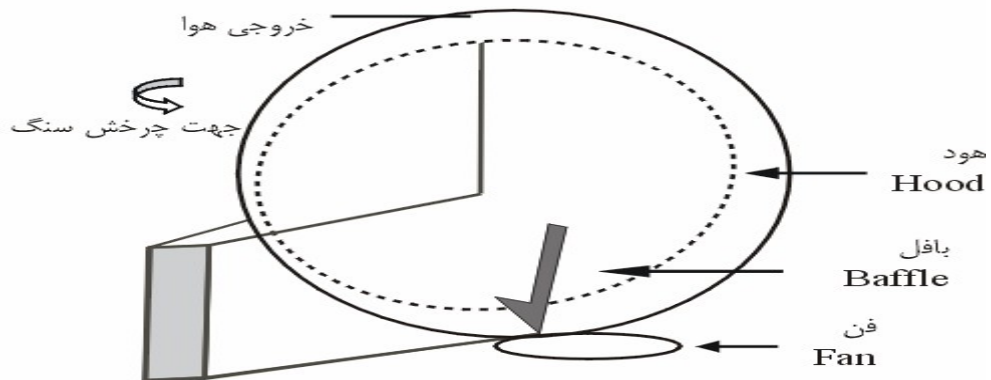
۵- يك دستگاه Portal Dust (PDM) Monitor که مي‌تواند تعداد ذرات کل را برحسب میکروگرم بر متر مکعب همراه با اندازه قطرها در واحد حجم اندازه‌گيري نمايد.

سنگ‌زني استفاده شود. کار آن این بود که هوا را به طرف پایین هدایت کند تا هوای آلوده به مواد آلاینده پس از عبور از فن از يك فیلتر عبور کرده و با بجا گذاشتن آلاینده‌ها، هوای عاری از ذرات تولید شده دوباره به محیط بازگردد.



شکل ۱. تصور سنگ سمباده

(ب) شرح آزمایش‌های انجام شده



شکل ۲. نمای کلی يك ماشین سنگ سمباده

### آزمایش اول:

آزمایش اول شامل ۴ حالت از سرعت سنگ و حجم تهویه معادل صفر، مکعب بر ثانیه (بدون فن) با هدف بررسی تأثیر سرعت‌های مختلف سنگ سمباده بر روی میزان آلودگی هوای خروجی بدون نصب فن است.

شکل شماره (۲) نشان‌دهنده نمای کلی یک ماشین سنگ سمباده است که در ضمن نمایشگر چگونگی اقدامات کنترلی و نصب ابزار آتای است که جهت اعمال این روش‌های کنترلی جهت کاهش میزان آلودگی راه‌یافته به محیط، استفاده می‌شود.

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

### آزمایش دوم

شامل ۴ حالت از سرعت سنگ سمباده مشابه سرعت‌های آزمایش اول در حالت نصب فن بر روی دستگاه با هدف ارزیابی تأثیر سرعت‌های مختلف سنگ سمباده بر روی میزان آلودگی هوای خروجی با توجه به نصب فن است.

### آزمایش سوم

در آزمایش سوم تأثیر حجم تهویه و میزان حجم هوای جابجا شده توسط فن بر روی آلودگی هوای خروجی از بالای هود و نصب بافل بین بدنه و چرخ سمباده مورد بررسی قرار گرفت. سرعت سنگ در این آزمایش ثابت و معادل ۳۰۰۰ دور در دقیقه بوده و قطر سنگ هم ۱۸ سانتی‌متر بوده است.

### یافته‌های پژوهش

نتایج آزمایش اول در ۴ مرحله و با سرعت‌های ۴۶، ۴۷، ۴۹ و ۵۲ متر بر ثانیه نشان داد که هر قدر، سرعت سنگ بیشتر باشد مواد آلاینده خارج شده از بافت درشت‌تری برخوردار هستند (جدول ۱). به این معنی که ذرات درشت تولید شده در محل سایش قطعه چدن اینرسی بیشتری دارند، سرعت‌های پایین چرخ سمباده کمتر قادر هستند آنها را به طرف بالا بکشند ولی هر قدر سرعت سنگ افزایش یابد این توانایی بیشتر شده و ذرات درشت‌تر هم به داخل هوای خروجی راه یافته و سهم آنها در آلودگی بیشتر خواهد شد (جدول ۲).

جدول ۱. غلظت آلاینده خروجی بر حسب قطر قبل از نصب فن در سرعت‌های مختلف

سرعت	۴۶	۴۷	۴۹	۵۲	قطر
	$\mu m / m^3$	$\mu m / m^3$	$\mu m / m^3$	$\mu m / m^3$	
	۲۴۲	۲۹۰/۹	۳۴۲/۳	۴۴۱/۵	۰/۲۵
	۲۲۲/۲	۲۷۶/۵	۳۲۲/۶	۴۱۹/۲	۰/۵
	۲۲۸/۹	۲۷۰/۵	۲۶۵/۱	۴۰۹/۳	۰/۷۵
	۲۲۲/۹	۲۶۴/۱	۲۰۶/۳	۳۹۸/۸	۱
	۲۰۳/۵	۲۴۰/۲	۲۷۵/۲	۳۶۱/۱۰	۲
	۱۵۱/۲	۱۸۲	۲۰۸/۲	۲۶۴/۹	۲/۵

صورت می گیرد. در این آزمایش حجم تهویه ثابت و معادل صفر متر مکعب بر ثانیه بوده و قطر سنگ نیز ۱۸ سانتی متر بود.

البته در اینجا هم ذرات با قطر بزرگتر از ۵ میکرومتر نیز بسیار کم قادر به خروج از دستگاه هستند. لازم به ذکر است که بیشتر شدن سهم ذرات درشت تر در بافت آلودگی هوا در سرعت های بالاتر نسبت به سرعت های پایین تر بکندي

### جدول ۲. تأثیر سرعت های مختلف سنگ سمباده بر روی میزان آلودگی هوای ناحیه تنفسی در حالت بدون نصب فن

میزان آلودگی در ناحیه تنفسی mg/m <sup>3</sup>	حجم تهویه و وجود فن	سرعت سنگ m/s	ولتاژ	سرعت سنگ دور در دقیقه
۶۰۱/۲	۰	۵۲	۲۲۰	۲۹۰۰
۴۸۸/۵	۰	۴۹	۲۰۰	۲۸۸۰
۳۳۳/۲	۰	۴۷	۱۸۰	۲۸۵۰
۲۱۵/۵	۰	۴۶	۱۵۰	۲۸۰۰

کل) در سرعت های مختلف با توجه به نصب فن از مقادیر کمتری برخوردار هستند که نشان دهنده کنترل مناسب میزان غلظت ذرات کل توسط دستگاه فن است (جدول ۴). این میزان نسبت به حالت قبل از نصب فن ۴ برابر کاهش را نشان می دهد.

آزمایش دوم نیز در ۴ حالت از سنگ سمباده مشابه سرعت های آزمایش اول در حالت نصب فن بر روی دستگاه نشان داد که رابطه سرعت چرخش سنگ و میزان آلودگی رابطه ای است خطی (جدول ۳)، اما مقادیر میزان آلودگی در ناحیه تنفسی (غلظت ذرات

### جدول ۳. تأثیر سرعت های مختلف سنگ سمباده بر روی میزان آلودگی هوای ناحیه تنفسی در حالت نصب فن

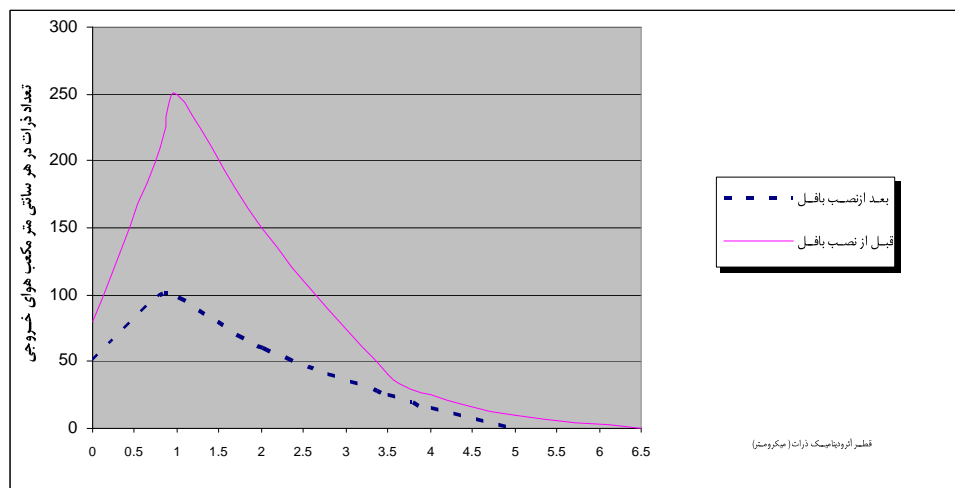
میزان آلودگی در ناحیه تنفسی mg/m <sup>3</sup>	حجم تهویه و وجود فن	سرعت سنگ m/s	ولتاژ	سرعت سنگ دور در دقیقه
۲۰۳/۸	+	۵۲	۲۲۰	۲۹۰۰
۱۴۰/۸	+	۴۹	۲۰۰	۲۸۸۰
۱۲۷/۵	+	۴۷	۱۸۰	۲۸۵۰
۱۰۰/۲	+	۴۶/۵	۱۵۰	۲۸۰۰

**جدول ۴. غلظت آلاینده خروجی بر حسب میکرومتر بعد از نصب فن در سرعت‌های مختلف**

قطر	سرعت	۵۲	۴۹	۴۷	۴۶
		$\mu\text{m m}^3$	$\mu\text{m m}^3$	$\mu\text{m m}^3$	$\mu\text{m m}^3$
۰/۴۵		۳۴۹/۹	۲۵۴	۱۷۹/۵	۱۵۳/۳
۰/۵		۳۱۱/۵	۲۴۶/۷	۱۷۳/۸	۱۴۸/۶
۰/۷۵		۲۰۵/۴	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

به کندي صورت مي‌پذيرد. علاوه بر تأثير حجم تهويه با نصب بافل بر روي دستگاه، غلظت آلاینده‌هاي خروجي در حين عبور از منطقه توليد شده به بافل برخورد کرده و به طرف پايين کشيده مي‌شوند (شکل ۳).

آزمایش سوم با بررسی حجم تهويه و میزان حجم جابجا شده توسط فن بر روي آلودگی هوای خروجي مشخص نمود که هر قدر حجم تهويه افزايش يابد، میزان آلودگی خروجي نیز ریزتر خواهد شد که البته این تغییر بافت



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

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

سرعت سنگ دور در دقیقه	ولتاژ	سرعت سنگ	میزان آلودگی در حالت قبل از نصب	میزان آلودگی در حالت بعد از نصب
		m/s	فن $\text{mg/m}^3$	فن $\text{mg/m}^3$
۲۹۰۰	۲۲۰	۵۲	۶۰۱/۳	۲۰۳/۸
۲۸۸۰	۲۰۰	۴۹	۴۸۸/۵	۱۴۰/۸
۲۸۵۰	۱۸۰	۴۷	۳۳۳/۳	۱۲۷/۵
۲۸۰۰	۱۵۰	۴۶	۲۱۵/۵	۱۰۰/۳

**بحث و نتیجه‌گیری**

یافته‌ها نشان داد که کنترل سرعت چرخ سنگ سمباده، نصب فن با حجم تهویه مناسب میزان آلودگی خروجی از دستگاه را به خوبی کنترل می‌نماید، به طوری که با استفاده از نصب فن و اعمال حجم تهویه مناسب در منطقه‌ای که از سرعت سنگ بطرف بالا گرایش می‌یابد، باعث

می‌شود که ذرات تولید شده تحت تأثیر نیروی فن به قسمت تحتانی هود دستگاه راه پیدا کرده و نتوانند بلافاصله پس از تولید، تحت تأثیر نیروی یک‌جانبه حرکت چرخشی سنگ قرار گرفته و از قسمت خروجی سنگ سمباده به محیط زیست راه می‌یابد (۳، ۴). مطالعات به عمل آمده بر روی دستگاه سنگ سمباده آزمایشی و بررسی تأثیر نصب فن در سرعت‌های مختلف بر روی بافت ذرات آلاینده خروجی نشان داد که هر قدر سرعت سنگ بیشتر باشد مواد آلاینده خارج شده از بافت درشت‌تری برخوردار هستند، این یافته در مطالعات دیویس و اوگاوا هم آمده است (۱، ۵).

علاوه بر تأثیر نصب فن بر روی غلظت آلاینده‌های خروجی، با نصب بافل میله‌ای فلزی بین بدنه و چرخ سنگ سمباده (۲، ۵)، ذرات تولید شده در حین عبور از آن منطقه به بافل برخورد کرده و به طرف پایین بر می‌گردند. این سرعت برگشت به سرعت تهویه فن از پایین افزوده شده و موجب می‌شود که ذرات (به ویژه ذرات درشت‌تر) به طرف پایین کشیده شوند و هوای خروجی از آلودگی کمتر و با بافت ریزتری برخوردار باشند (۵).

در مطالعه اخیر مشخص شد که هرگاه سرعت سنگ ثابت باشد (۵۲ متر بر ثانیه) و قطر سنگ هم ۱۸ سانتی‌متر باقی بماند مواد آلاینده (ذرات کل) در هواس خروجی پس از نصب بافل نسبت

به قبل از نصب آن به نصف تقلیل خواهد یافت.

الف) همان‌طور که مشاهده می‌شود و در جدول ۵ آورده شده است، چنانچه در این نوع دستگاه‌ها که فاقد هرگونه سیستم کنترلی هستند (شکل ۱)، یک فن همراه با هودی در پایین دستگاه نصب شود و به طور همزمان و توأم بافلی هم در مسیر عبور ذرات تولید شده نصب گردد، میزان آلودگی نسبت به حالتی که حجم تهویه صفر بوده و بافل هم مورد استفاده قرار نمی‌گیرد به مقدار قابل قبولی کاهش می‌یابد.

ب) نتایجی که در کل این تحقیق حاصل شد به همان شکل تعمیم برای همه ماشین‌های سنگ سمباده و تمیز کاری هر قطعه فلزی نیست (۴، ۵). در این مطالعه تنها قطعات چدنی مورد استفاده قرار گرفت و اندازه و شکل قطعات، نحوه کار کردن کارگر (فشاری که بر روی قطعه اعمال می‌کند)، وجود یا عدم وجود تهویه در هوای محیط کار و جنس قطعه کار در بدست آوردن نتایج مطلوب مؤثر خواهد بود (۲). در کارگاه‌هایی که از سنگ سمباده برای عملیات تمیزکاری استفاده می‌شود باید علاوه بر نصب وسایل کنترل بر روی سنگ سمباده نسبت به استفاده از سیستم تهویه عمومی و موضعی وسایل حفاظت فردی از جمله عینک و دستکش اقدام لازم بعمل آید. به علاوه آموزش مصرف‌کنندگان، مدیران، سازندگان و مهندسین نیز یکی از راهبردی‌ترین اقداماتی است که باید بدان توجه شود (۳).

**تشکر و قدردانی**

نویسنده مقاله از همکاری صمیمانه آقایان سید صومعه و میرزایی و خانم دیوانی، کارشناسان آزمایشگاه مرکزی

بودجه این تحقیق از محل اعتبارات پژوهشی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران تأمین گردیده است.

گروه بهداشت حرفه‌ای که در زمینه اندازه‌گیری آلاینده‌ها و نصب تجهیزات مجری را یاری نمودند و خانم‌ها ولی‌اللهی و شمشیری سپاسگزاری می‌نمایند.

## References

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<sup>th</sup> 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.



## ***Comparative evaluate techniques of controlling exhaust dust produced during grinding***

*Hossein Kkakooei\**

---

### ***Abatract***

***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.

***Conclasion:*** 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.

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.