علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره دوازدهم، شماره دو، تابستان ۸۹

بررسی مقایسه ای بازده سیکلون ، اسکرابر مه پاش و سیستم تلفیقی سیکلون-اسکرابر در کنترل ذرات سیلیس هوای کارگاه های سنگ کوبی

محسن علی آبادی [۱*]

mohsen.aliabadi@umsha.ac.ir

عبدالرحمن بهرامی [۲]

فریده گلبابائی [۳]

فرشید قربانی [٤]

تاریخ دریافت:۸۶/۹/۱۹ **تاریخ پذیرش:۸۷/۳/۸**

چکیده

هدف از این مطالعه تعیین بازده جمع آوری سیکلون متداول واسکرابر مه پاش در سیستم های تهویه موضعی راه اندازی شده جهت حذف ذرات سیلیس در کارگاه های سنگ کوبی می باشد. در این مطالعه نمونه برداری ایزو کینتیک گرد و غبار در داخل سیستم تهویه موضعی قبل و بعد از وسایل غبارگیر بر اساس روش شماره ۵ سازمانEPA انجام گرفت و تعیین مقدار نمونه های گرد و غبار جمع آوری شده به روش گراویمتری انجام پذیرفت. نمونه برداری بر مبنای توزیع اندازه ذرات نیز با استفاده از کاسکیدآبشاری صورت گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که سیستم تلفیقی سیکلون متداول و اسکرابر، دارای بازده بالایی در تصفیه ذرات جمع آوری شده به وسیله سیستم تهویه موضعی است . میانگین ذرات خروجی از سیستم های تهویه در سیلیس کوبی های درجه ۱ (سیلیس کوبی ها با سیلیس آزاد بالای ۹۵٪) ۴۳ تا mgm^{-3} ۱۳۱ بوده و در سیلیس کوبی های درجه ۲ (سیلیس کوبی ها با سیلیس آزاد بالای ۸۵ ٪) ۶۴ تا mgm^{-3} ۱۲۷ بوده که کمتر از حد مجازاستاندارد توصیه شده سازمان محیط زیست کشورمی باشد. بازده سیکلون به تنهایی در حذف ذرات سیلیس ۸۱الی ۹۷٪ بوده است و در شرایطی که سیکلون همراه با اسکرابر استفاده گردد بازده به ۹۲ الی ۹۹ ٪ افزایش می یابد که نقش بسیار موثری در حذف ذرات از هوای کارگاه های سنگ کوبی دارد.

واژه های کلیدی: سیکلون، اسکرابر مه پاش، بازده، کارگاه سنگ کوبی، ذرات سیلیس.

۱- مربی گروه بهداشت حرفه ای دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان [*](مسئول مکاتبات) .

۲- استاد گروه بهداشت حرفه ای دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان.

۳- استاد گروه بهداشت حرفه ای دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران.

۴- استادیار گروه بهداشت حرفه ای دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان .

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

ازجمله مهم ترین صنایعی که کارگران شاغل در آن به دلیل ماهیت فعالیت کاری در مواجهه با گردوغبار سمی حاوی سیلیس آزاد قرار دارند، کارگاه های سنگ کوبی است. در منطقه ای ازشهر همدان ۳۲ کارگاه سنگ کوبی وجود داردکه به دو گروه کارگاه های تولید سیلیس درجه یک ودرجه دو تقسیم می شود. سیلیس درجه یک، نوع مرغوب تر وحاوی ۹۵٪ سیلیس آزاد می باشد، در صورتی که میزان سیلیس آزاد درمحصول نوع درجه دو ۸۰٪ می باشد. لازم به ذکر است که حدود ۵۰۰ نفر در این کارگاه ها به صورت مستقیم وغیر مستقیم شاغل هستند. در فرآیند سنگ کوبی، سنگ های معدن ابتدا توسط تسمه نقاله به قسمت سنگ شکن منتقل شده و عملیات خردکردن سنگ در چند مرحله صورت می گیرد. پس از آن قطعات سنگ مجدداً وارد دستگاه سنگ شکن دوم شده و در آن جا به قطعات خیلی ریز تبدیل می شود و به دستگاه های غربالگرمنتقل می گردد. در این قسمت پودر سیلیس براساس قطرهای دلخواه غربال شده و به انبارهای درنظر گرفته شده منتقل می گردد.طی سال های اخیر انتشار آلاینده ذره ای سیلیس ناشی از فرآیند سنگ کوبی تاثیرات جبران ناپذیری برسلامت کارگران شاغل در کارگاه ها و محیط زیست منطقه وارد نموده است. مطالعات مختلف، جمع آوری کننده های مختلفی از جمله اسکرابر، سیکلون و فیلترخانه را جهت جمع آوری ذرات سیلیس توصیه نموده اند .در هرحال لازم است که بازده جمع آوری ذرات این وسایل غبار گیر به درستی پیش بینی وتعیین گردد، بدین جهت که عملکرد این وسایل به عوامل مختلف از جمله خصوصیات ذرات آلاینده و جریان گاز و میزان بار ذرات وتوزیع اندازه ذرات ورودی و همچنین سرعت جریان طراحی سیستم بستگی دارد (۱و ۲). در مورد تاثیر ابعاد هندسی سیکلون بر بازده جمع آوری ذرات، مطالعات نشان داده است که کاهش قطر مجرای خروجی هوای سیکلون[1] نسبت به قطر سیکلون (De/Dc) باعث افزایش بازده جمع آوری ذرات و همچنین افزایش افت فشار می شود(۳). همچنین کاهش قطر انتهای مخروط سیکلون در شرایط خاص باعث افزایش بازده سیکلون می شود (۴). مطالعه تجربی توسط lee و همکاران نشان داد که دبی گاز ورودی نقش اساسی در تعیین بازده سیکلون ایفا می کند و افزایش آن باعث افزایش بازده جمع آوری ذرات می شود(۵). در مورد عملکرد اسکرابرهای تر به ویژه اسکرابر مه پاش[2] مطالعات نشان داده است که بازده جزیی اسکرابر با افزایش نسبت مایع به گاز افزایش می یابد و همچنین توزیع اندازه ذرات ورودی به اسکرابر در تعیین بازده کلی جمع آوری اسکرابر دارای اهمیت به سزایی است(۶). همچنین افت فشار و بازده اسکرابر دارای ارتباط موثری می باشند به طوری که تحت تاثیر افزایش بازده اسکرابر، افت فشار افزایش می یابد(۷). علی رغم این که مطالعات فراوانی در ارتباط با عملکرد سیکلون و اسکرابر تر به صورت جداگانه در محیط آزمایشگاه بر روی وسایل غبار گیر ساخته شده در مقیاس کوچک در دسترس می باشد، اطلاعات در خصوص عملکرد سیستم تلفیقی سیکلون متداول و اسکرابرمه پاش در جمع آوری ذرات گردوغبار در شرایط واقعی ناچیز است. از این رو هدف از مطالعه با توجه میدان تحقیقاتی موجود تعیین تاثیر سیکلون به عنوان پیش تصفیه کننده در بهبود عملکرد اسکرابر مه پاش در جمع آوری ذرات آلاینده سیلیس و مقایسه بازده سیکلون، اسکرابر با سیستم تلفیقی سیکلون اسکرابر می باشد.

مواد و روش ها

در این مطالعه باتوجه به یکسان بودن شرایط طراحی سیستم های تهویه در کارگاه های سنگ کوبی، وسایل غبار گیر شش سیستم تهویه موضعی در کارگاه های تولید سیلیس درجه ۱و درجه ۲ مورد مطالعه قرار گرفت. لازم به ذکر است با توجه به نوع فرآیند سنگ کوبی ومنابع انتشار آلودگی برای هر کارگاه دو سیستم تهویه موضعی طراحی شده است و به دلیل مشابه بودن تجهیزات و نحوه انتشار آلودگی در منابع انتشار

1- Vortex finder

2- Spray Tower

Archive of SID

www.SID.ir

آلودگی، میزان حجم هوای مورد نیاز برای سیستم تهویه اول که مربوط به دستگاه های سنگ شکن بوده برابر با CFM ۱۱۰۰۰ و برای سیستم تهویه دوم که مربوط به دستگاه های سرند بوده CFM ۱۸۰۰۰ تعیین شده است . طراحی سیستم های تهویه موضعی بر اساس استاندارد انجمن تهویه صنعتی ACGIH[1] صورت گرفته است(۸). ابعاد هندسی سیکلون متداول استاندارد لاپل مورد استفاده برای سیکلون های سیستم های تهویه ۱ و۲ کارگاه ها و همچنین ابعاد هندسی اسکرابر ها به ترتیب در جداول ۱و۲ ارایه شده است(۹).

جدول ۱- ابعاد هندسی سیکلون های سیستم های تهویه ۱ و۲ کارگاه های سنگ کوبی

ردیف	ابعاد سیکلون (m)	سیستم تهویه۱	سیستم تهویه ۲
۱	D_C	۱/۲	۱/۴
۲	a	۰/۶	۰/۷
۳	b	۰/۳	۰/۳۵
۴	H	۴/۸	۵/۶
۵	h	۲/۴	۲/۸
۶	Z	۲/۴	۲/۸
۷	De	۰/۶	۰/۷
۸	B	۰/۳	۰/۳۵

جدول ۲- ابعاد هندسی اسکرابر های سیستم های تهویه ۱ و۲ کارگاه های سنگ کوبی

ابعاد اسکرابر(m)	سیستم تهویه۱	سیستم تهویه۲
قطر اسکرابر	۲	۲/۸
ارتفاع اسکرابر	۵/۱	۷
قطر ورودی هوا	۰/۵۵	۰/۷
قطر خروجی هوا	۰/۵۵	۰/۷

1- American Conference of Governmental Industrial Hygienists

نمونه برداری ایزوکینتیک ذرات آلاینده در داخل کانال های سیستم تهویه بر اساس روش استاندارد شماره ۵ ارایه شده توسط سازمان EPA[2] صورت گرفت(۱۰). تعیین تعداد نقاط نمونه برداری در سطح مقطع کانال ها، بر اساس استاندارد BS 3405 صورت گرفت. مطابق با این استاندارد در صورتی که سطح مقطع کانال کمتر از $۲/۵m^2$ باشد، تعداد نقاط اندازه گیری چهار نقطه و محل دقیق نقاط اندازه گیری در فاصله 0.15D و0.85D قطر افقی وعمودی کانال می باشد(۱۱). براین اساس ۴ نمونه قبل از سیکلون ، ۴ نمونه بعد از سیکلون و ۴ نمونه بعد از اسکرابر جهت قضاوت در مورد میزان بار ذرات در هر ایستگاه تعیین شدکه برای هر سیستم ۱۲ نمونه و برای کل سیستم های تهویه ۷۲ نمونه تعیین گردید. محل نمونه برداری ایزوکینتیک ذرات در مسیرهای مستقیم کانال و با فاصلهٔ مشخص از موانعی مثل زانوها، فن، دمپر که منجر به اختلال در مسیر حرکت یکنواخت جریان هوا می شوند، انتخاب گردید (۱۱). نمونه برداری به دو روش نمونه برداری گردوغبار کل و قابل استنشاق صورت گرفت.

الف- تعیین سرعت جریان هوا

تعیین سرعت جریان هوا جهت ایجاد شرایط نمونه برداری ایزوکینتیک در محل های نمونه برداری با استفاده از مانومتر مورب همراه با لوله پیتوت استاندارد به منظور اندازه گیری فشار سرعت و فشاراستاتیک صورت گرفت. جهت کاهش خطا، اندازه گیری فشار های سرعت واستاتیک درکانال های سیستم تهویه در شرایط خاموشی ماشین آلات سنگ کوبی انجام گرفت. مطابق با استاندارد توصیه شده انجمن تهویه صنعتی سازمان ACGIH وبا توجه به حداکثر قطر کانال ها ۸۰ سانتی متر، تعداد۱۰ نقطه در مقطع عرضی کانال جهت اندازه گیری افت فشار تعیین گردید(۸).

ب- نمونه برداری ایزو کینتیک گردوغبار کل

جهت نمونه برداری از پمپ نمونه برداری فردی مدل-224 PCXR3 با دبی پایین ساخت شرکت SKC انگلستان، نگاه دارنده دو بخشی فیلتر مدل Close Face، فیلترهای PVC

2 -Environmental Protection Agency

Archive of SID

www.SID.ir

با قطر mm ۳۷، پـراب نمونـه بـردار بـا قطـر ۲mm اسـتفاده گردید . مدت زمان نمونه برداری جهت تعیین ذرات کـل قبـل از سیکلون ،بعد از سیکلون و بعد از اسکرابر به ترتیـب ۲،۱ و ۵ دقیقه و دبی پمپ نمونه برداری باتوجه به سرعت جریان هوا در کانال و قطر پراب بین lit/min ۳/۵-۱/۸در نظر گرفته شد.

ج- نمونه برداری ایزو کینتیک گردوغبار قابل استنشاق

جهت نمونه برداری از پمپ نمونه برداری فردی مدل 224-PCXR3، سیکلون نایلونیmm ۱۰، پراب نمونه بردار با قطر ۲mm ،فیلترهای PVC با قطر ۲۵mm استفاده گردید. مدت زمان نمونه برداری قبل از سیکلون، بعد از سیکلون وبعد از اسکرابر به ترتیب ۲ ،۳ و ۱۰ دقیقه ودبی پمپ نمونه برداری بین lit/min ۲/۵-۱/۸درنظر گرفته شد. برای تعیین مدت زمان دقیق نمونه برداری از مدت زمان توصیه شده در مقالات وهمچنین پیش آزمون استفاده شد. کلیه فیلتر های نمونه برداری قبل وبعد از انجام نمونه برداری به مدت ۲۴ ساعت در دسیکاتور قرارگرفت.کالیبراسیون پمپ های نمونه برداری در محل با استفاده از روتامتر و در دبی های مورد نظر صورت گرفت. نمونه های گردوغبار تهیه شده از کانال های سیستم تهویه به آزمایشگاه منتقل شده وتعیین مقدار آن به روش گراویمتری و با استفاده از ترازوی دیجیتالی Sartorius مدل BP 121S با حساسیت mg ۰/۱صورت گرفت.

د- نمونه برداری براساس توزیع اندازه ذرات

جهت تعیین بازده جزیی سیکلون وترسیم منحنی بازده عملکرد آن، نمونه برداری قبل وبعد از سیکلون متداول با استفاده از کاسکیدآبشاری[1] ساخت شرکت NEGRETTI کشور انگلستان وبا استفاده از فیلترهای فایبرگلاس GF/A با قطر ۲۱mmو قطر ۶۰mm، پمپ نمونه بردار محیطی و پراب نمونه بردار با قطر ۶mm صورت گرفت. مدت زمان نمونه برداری قبل از سیکلون ۳۰ ثانیه، بعد از سیکلون ۱ دقیقه و دبی نمونه برداری lit /min ۳۰ در نظر گرفته شد(۱۲). اطلاعات حاصل از اندازه گیری ها با استفاده از نرم افزار Spss10 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. جهت تحلیل داده های مطالعه ازآزمون های آماری One – Way T-test , Anova استفاده شد.

یافته ها ونتایج

الف- اندازه گیری بازده جزئی سیکلون

بازده جمع آوری گردوغبار بر اساس توزیع اندازه ذرات سیکلون های متداول سیستم های تهویـه کارگـاه هـای سـنگ کوبی درجه ۲ بر اساس روش ذکر شده اندازه گیری گردید و با توجه به نتایج به دست آمده از توزین ذرات در سطوح مختلـف دستگاه اندازه گیری، میـزان بـازده سـیکلون در هـر محـــدوده اندازه ای مشخص و به صورت نمـودار ۱ ارایـه گردیـد. در ایـن نمودار منحنی بازده جزیی[2] سیکلون هـای متـداول نشـان داده شده است.

ب - اندازه گیری تراکم گرد وغبار قبل و بعـد از وسـایل غبارگیر

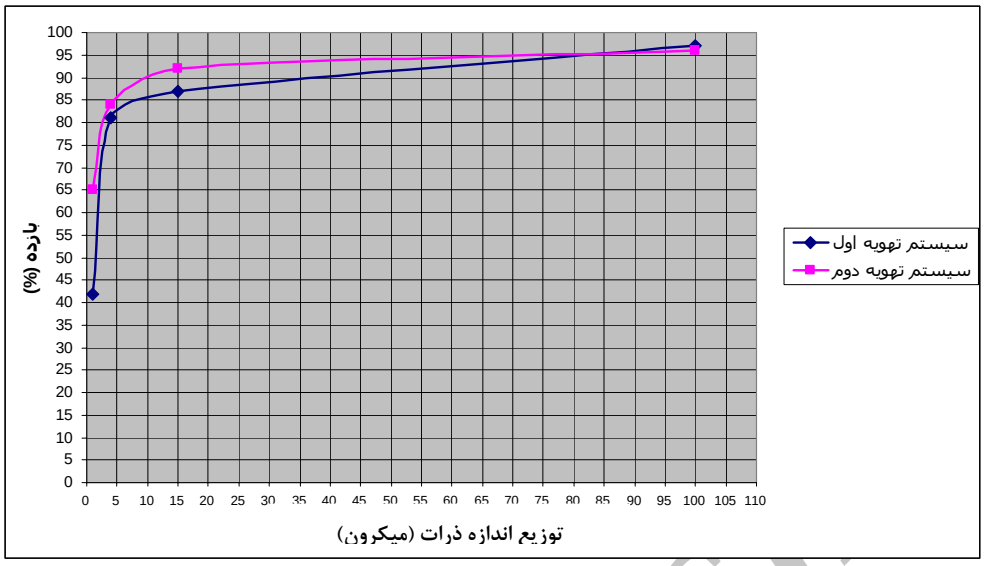
نتایج انـدازه گیـری تـراکم گـرد و غبـار کـل و قابـل استنشاق قبل و بعـــد از وسـایل غبـار گیـر سیسـتم تهـــویه کارگاه های درجه ۱ و درجه ۲ در جدول۳ ارایه شده است.

1- Centripeter Cascade

2-Size Efficiency Curve

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار ۱- بازده جزئی سیکلون متداول سیستم تهویه اول ودوم کارگاه های سنگ کوبی

جدول ۳- توزیع تراکم گردوغبار کل وقابل استنشاق قبل وبعد از وسایل غبار گیر سیستم های تهویه کارگاه های سنگ کوبی

نوع کارگاه	نوع سیستم	قبل از سیکلون		بعد از سیکلون		بعد از اسکرابر	
		گردوغبار کل	گردوغبار قابل استنشاق	گردوغبار کل	گردوغبار قابل استنشاق	گردوغبار کل	گردوغبار قابل استنشاق
		میانگین± انحراف معیار mg/m^3	میانگین± انحراف معیار mg/m^3	میانگین± انحراف معیار mg/m^3	میانگین± انحراف معیار mg/m^3	میانگین± انحراف معیار mg/m^3	میانگین± انحراف معیار mg/m^3
کارگاه درجه۱	سیستم ۱	۵۳۶۱±۲۵۷	۸۵۲±۱۰۲/۴	۳۸۳ ±۲۷	۲۵۴/۳±۴۷	۱۳۱±۳۰	۸۲±۴
	سیستم۲	۵۲۱۰±۳۶۸	۱۶۸۴±۵۲	۱۳۵±۱۳	۸۵±۸/۱	۴۳±۱۵	۱۸±۳
کارگاه درجه۲	سیستم۱	۱۵۸۷±۲۳۹	۵۸۷/۷±۸۳	۳۰۱±۴۸	۱۴۹±۱۷	۱۲۷±۵۱	۵۸±۱۰/۴
	سیستم۲	۱۲۹۹±۱۴۷	۴۹۷/۷±۱۶۰	۲۱۳±۳۰	۱۳۸±۲۰	۶۴±۲۸	۴۰±۱۲/۷

ج- اندازه گیری بازده وسایل غبار گیر

بازده وسایل غبارگیر برای جمع آوری گردوغبار کل وقابل استنشاق بر اساس تراکم گردوغبار قبل و بعد از وسایل غبار گیر محاسبه گردید که نتایج آن در جدول ۴ ارایه شده است. نتایج آزمون آماری نشان می دهد که بین بازده جداسازی گرد و غبار کل وسایل غبار گیر سیکلون، اسکرابر و سیستم تلفیقی سیکلون اسکرابر اختلاف معنی داری وجود دارد

Archive of SID

www.SID.ir

(P_{Value}=۰/۰۰۰۲). همچنین نتایج آزمون آماری نشان می دهد که بین بازده جداسازی گردوغبار قابل استنشاق وسایل غبار گیر سیکلون، اسکرابر و سیستم تلفیقی سیکلون اسکرابر اختلاف معنی داری وجود دارد(P_{Value}= ۰/۰۰۰۳) .

جدول ۴- بازده وسایل غبارگیر برای جمع آوری گردوغبار کل وقابل استنشاق سیستم های تهویه کارگاه های سنگ کوبی

نوع کارگاه	نوع سیستم	سیکلون		اسکرابر مه پاش		سیکلون اسکرابر توام	
		گردوغبار کل	گردوغبار قابل استنشاق	گردوغبار کل	گردوغبار قابل استنشاق	گردوغبار کل	گردوغبار قابل استنشاق
کارگاه سنگ کوبی درجه۱	سیستم۱	٪۹۲/۸۵	٪۸۰	٪ ۶۶/۴۵	٪۶۷/۶	٪ ۹۷/۶	٪۹۰/۳
	سیستم ۲	٪۹۷/۴	٪۹۴/۹۳	٪ ۶۸	٪۷۸	٪ ۹۹/۱	٪۸۹/۹
کارگاه سنگ کوبی درجه۲	سیستم ۱	٪ ۸۱	٪۷۴/۶	٪ ۵۷/۸	٪۶۰/۷	٪۹۲	٪۹۰
	سیستم ۲	٪ ۸۳/۶	٪۷۲/۳	٪۷۰	٪۷۱	٪ ۹۵	٪۹۲

بحث و نتیجه گیری

نتایج مطالعه نشان دادکه اختلاف معنی دار آماری بین بازده جمع آوری گردوغبارکل سیکلون، اسکرابر های مه پاش و بازده سیستم تلفیقی سیکلون اسکرابر وجود دارد، بدین ترتیب که بازده جمع آوری استفاده از سیکلون اسکرابر به صورت توام بالاتر از بازده جمع آوری سیکلون، اسکرابر به صورت مجزا می باشد. همچنین بین بازده جمع آوری گردو غبار قابل استنشاق وسایل غبار گیر نیز اختلاف معنی داری مشاهده گردید. سیکلون و اسکرابر در سیستم های تهویه فعلی به صورت مکمل عمل نموده و بازده بالایی را ایجاد کرده اند. براین اساس در این نوع کارگاه ها با توجه به منابع خاص انتشارآلودگی و تراکم بسیار بالای آلاینده، استفاده مجزا از این وسایل غبارگیر جهت پالایش هوا در کارگاه ها به ویژه در ارتباط با اسکرابر مه پاش نا مناسب بوده و توصیه نمی شود. نتایج نشان داد سیکلون دارای کارایی و بازده بالاتری نسبت به اسکرابر مه پاش می باشد و این بازده بالا نشان دهنده نقش موثر سیکلون ها در سیستم های تهویه کارگاه های سنگ کوبی است. البته باتوجه به بالابودن بار آلودگی استفاده از سیکلون به صورت جداگانه نیز در سیستم های تهویه کارگاه های سنگ کوبی کارایی لازم را نخواهد داشت و مقادیر تراکم آلاینده خروجی از سیکلون بالاتر از حدود مجاز استاندارد زیست محیطی خواهد بود. نتایج نشان داد که در سیستم هایی که بار آلاینده ورودی به اسکرابر افزایش یافته، منجربه کاهش نسبی بازده آن گردیده است. در مطالعه Manfred Wicke نیز تاکید شده است که توزیع اندازه ذرات و میزان بار ذرات ورودی به اسکرابر از جمله عواملی هستند که در تعیین بازده کلی جمع آوری اسکرابر دارای اهمیت به سزایی است(۶). سایر عوامل تاثیر گذار قابل ذکر نسبت حجم مایع به هواگذر، سرعت جریان هوای حاوی آلاینده، تعدادو محل نصب افشانک ها،

Archive of SID

www.SID.ir

محل ورود وخروج آلاینده از اسکرابر می باشدکه در صورت عدم طراحی مناسب منجر به تغییر در میزان بازده پیش بینی شده می گردند. بر این اساس مشخص گردید که اسکرابر مه پاش مورد استفاده درسیستم های تهویه کارگاه ها در شرایط کارکرد صحیح سیکلون به عنوان پیش تصفیه کننده می تواند بازده لازم جهت حذف ذرات عبور نموده از سیکلون را تا رسیدن به حد مجاز استاندارد داشته باشد. نتایج بررسی منحنی بازده جزیی سیکلون متداول سیستم های تهویه نشان داد که این سیکلون ها علی رغم این که از نوع متداول هستند دارای بازده بالایی می باشند که از علل مهم آن می توان به بالا بودن میزان تراکم ذرات ورودی اشاره نمود. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش میزان بار ورودی به سیکلون، میزان کارایی آن افزایش می یابد. مطالعه Wang و همکاران در سال۲۰۰۲ نیز نشان داد که میزان بازده جمع آوری سیکلون به صورت فوق العاده به بار ذرات ورودی بستگی دارد.(۹) در مطالعه Wang .L در سال ۲۰۰۴ در مورد طراحی سیکلون، بازده کلی سیکلون طراحی شده بر اساس مدل لاپل برابر با ۹۶ ٪ گزارش گردیدکه در مقایسه با بازده پیش بینی شده مدل لاپل ۸۶/۶٪ برای سیکلون استاندارد 2D2D مقدار بالاتری به دست آمده است.(۱۳) نتایج مطالعه حاضر نیز در مورد محدوده بازده سیکلون های متداول در سیستم های تهویه کارگاه ها نشان دهنده بالا بودن بازده جمع آوری سیکلون طراحی شده بر اساس این مدل می باشد و این به دلیل عوامل مختلف تاثیر گذار در بازده جمع آوری از جمله نوع و بار آلاینده ورودی می باشد. همچنین مطالعه Wang و همکاران نشان داد که در مقایسه کارایی طرح های مختلف ارایه شده از سیکلون ها، سیکلون های 2D2D (Lapple1939) ، 1D3D (Parnell1979) موثرترین سیکلون ها از لحاظ بازده جمع آوری ذرات با قطر کمتر از ۱۰۰میکرون هستند (۹). مطالعه حاضر نیز نشان دهنده کارایی بالای سیکلون طراحی شده بر اساس مدل 2D2D لاپل می باشد. بررسی نتایج نشان می دهد علی رغم تفاوت قابل ملاحظه در بار آلاینده ورودی به سیستم های تهویه در کارگاه های درجه یک ودو، اختلاف چندانی درمیزان بارآلاینده خروجی از سیستم های تهویه در این دو نوع کارگاه وجود ندارد و در واقع استفاده از غبارگیر ها به صورت توام توانسته است محدوده گسترده بار آلاینده ورودی به سیستم تهویه را کنترل نماید. با توجه به نتایج مطالعه استفاده توام سیکلون همراه با اسکرابر مه پاش نقش بسیار موثری را درکاهش آلودگی هوای کارگاه سنگ کوبی داشته است . این غبار گیر ها ازجنبه هزینه های نگه داری و ملاحظات مصرف انرژی در طراحی سیستم های تهویه موضعی نیز مقرون به صرفه بوده و بر این اساس استفاده از این وسایل غبار گیر به صورت توام در فرآیند های مختلف تولید فرآورده های معدنی با در نظر گرفتن ملاحظات طراحی پیشنهاد می گردد.

منابع

1- Cooper C.D , Alley F.C, 2002, “Air Pollution Control: a Design Approach”. Waveland Press, Inc. 3th edition.

2- Kim H.T., Jung C.H, Lee K.W., 2001, “Particle Removal Efficiency of Gravitational Wet Scrubber Considering Diffusion, Interception, and Impaction”. Environmental Eng Science J, Vol 18 , No .2 ,P: 125-136

3- Halasz M.R.T and Massarani G, 2000, “Performance Analysis and Design of Small Diameter Cyclones”. Braz. J. Chem .Eng. Vol17, P: 384-389.

4- Rongbiaho Xiang, Park S.H. , Lee K.W, 2001, “Effect of Cone Dimension on Cyclone Performance ”. J of Aerosol science,Vol 32,P: 549-561.

5- Kim H.T., Lee K.W., Kuhman M.R, 2001, “Exploratory Design Modification for Enhancing Cyclone Performance”, J. Aerosol Science, Vol 32,P: 1135-1136.

Archive of SID

www.SID.ir

6- Wicke Manfred, 1970, “Collection Efficiency and Operation Behavior of Wet Scrubber”, Second International clean Air Congress of APPA.
7- Hesketh Howard. E, 1974, “Fine Particle Collection Efficiency Related to Pressure Drop, Scrubbant and Particle Properties”. j of Air Pollution Control Association , Vol 24, No.10, P: 156-161
8- ACGIH, 2001, “Industrial Ventilation: A Manual of Recommended Practice”. Committee of Industrial Ventilation, ACGIH Publications, Cincinnati, 24th Edition.
9- Wang, L., Parnell C.B. and Shaw B.W., 2002, “Study of the Cyclone Fractional Efficiency Curves”, Agr. Engng. Intl., Volume IV. Manuscript No. BC02002
10- EPA. 1997, “Determination of Particulated Matter Emissions from Stationary Sources”, Air Resource Board; California, Method No 5:1-33.
11- Clarke Andrew G, 1998, “Industrial Air Pollution Monitoring”. Champman and Hall .London. First edition.
12- Hounam. R f, Sherwood R J, 1975, the Cacade Centripeter: A Device for Determinng the Concentration and Size Distribution of Aerosols. Am. Ind. Hyg. Assoc. J, Vol 26, P: 122-131.
13- Wang L, 2004, “Theoretical Study of Cyclone Design”, Doctor of Philosophy, Texaz A& M University, Chapter V, P: 46-61.

Archive of SID

www.SID.ir