مجله سلامت و محیط، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره ششم، شماره اول، بهار ۱۳۹۲، صفحات ۴۵ تا ۵۴

بررسی عملکرد الکتروسیکلون در جمع آوری ذرات هوابرد زیر یک میکرومتر سیلیس

حسین امجد سردرودی[۱]، فرشید قربانی شهنا[۲]، عبدالرحمن بهرامی[۳]، جواد فردمال[۴]

دریافت: ۹۱/۰۹/۲۷ پذیرش: ۹۱/۱۲/۲۳

چکیده

زمینه و هدف: *سیکلون یکی از رایج ترین وسایل غبارگیرهاست که با استفاده از نیروی گریز از مرکز ذرات را از جریان گاز جدا می کند اما بازده خوبی برای کنترل ذرات کوچکتر از ۱۰μm ندارد. هدف این مطالعه بررسی تاثیر باردارکردن ذرات بر بازده سیکلون در جمع آوری ذرات کوچکتر از ۱ μm سیلیس است.*

روش بررسی: *در راستای هدف فوق یک سیستم تهویه موضعی همراه با پالایشگر سیکلون با راندمان متداول مدل Lapple به صورت پایلوت طراحی و نصب گردید. یک منبع تغذیه ولتاژ بالا که قادر به تامین ولتاژ۱۸ Kv بود برای باردار کردن ذرات سیلیس به روش‌های استفاده شد. برای نمونه برداری از ذرات در بالا دست و پایین دست سیکلون در شرایط مختلف تحقیق، از پروپ ایزوکنتیک استفاده شد و اندازه‌گیری توسط دستگاه شمارنده ذرات مدل Grimm 1.08 انجام گرفت.*

یافته‌ها: *باردارکردن ذرات سیلیس باعث افزایش قابل توجه بازده آنها شده است. بازده جمع آوری با افزایش ولتاژ رابطه مستقیم دارد طوری که بازده جمع آوری کل ذرات از ۲/۷٪ در حالت بدون باردارسازی به حدود ۷۲٪ در حالت باردارسازی با ولتاژ ۱۸ Kv افزایش یافته است. از نتایج مهم دیگر، اثر معکوس سرعت جریان هوای ورودی هوا بر بازده کنترل ذرات در حالت باردارسازی بوده است.*

نتیجه‌گیری: *استفاده از الکتروسیکلون برای جمع آوری ذرات کوچکتر از ۱ μm در مقایسه با سیکلون دارای بازده قابل توجهی است.*

واژگان کلیدی: الکتروسیکلون، باردارسازی ذرات، سیلیس

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان
۲- **(نویسنده مسئول)**: دکترای بهداشت حرفه‌ای، استادیار دانشکده بهداشت و مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی همدان
fghorbani@umsha.ac.ir
۳- دکترای بهداشت حرفه‌ای، استاد دانشکده بهداشت و مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی همدان
۴- دکترای آمار زیستی، استادیار دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-13]

مقدمه

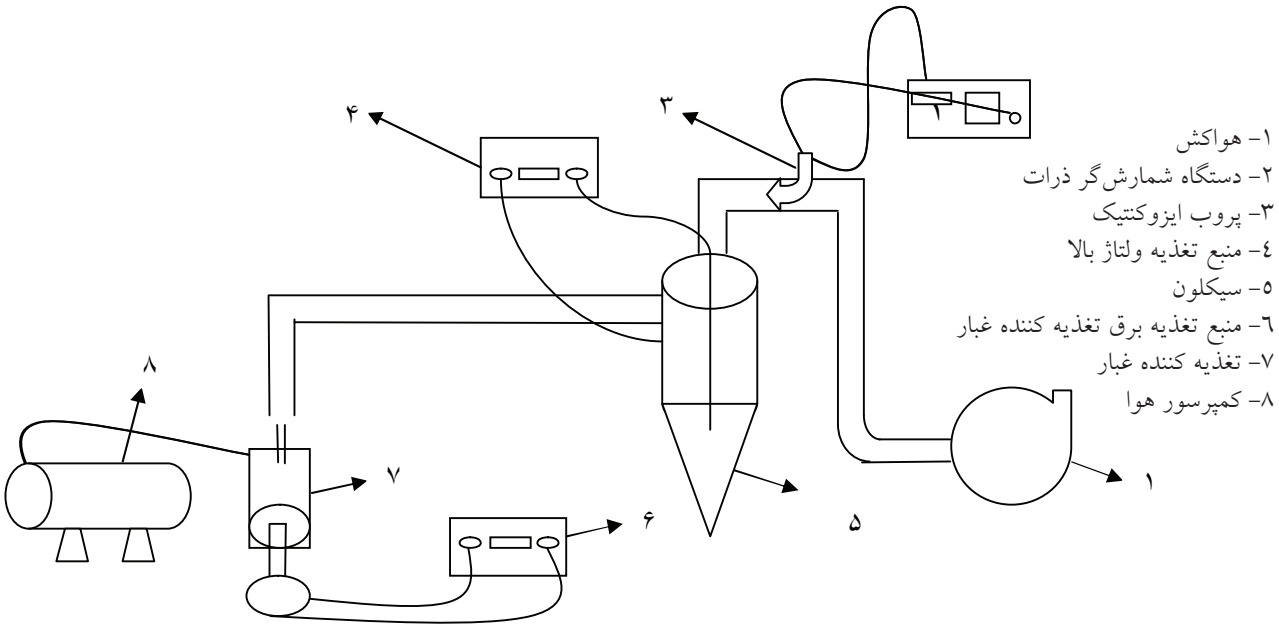
سیلیس به عنوان یک خطر عمده شغلی در صنایع و معادن به شمار می‌رود و عامل ایجاد کننده قدیمی‌ترین و رایج‌ترین بیماری ریوی شغلی در دنیا بنام سیلیکوزیس محسوب می‌شود(۱). بر طبق مطالعات انجام گرفته در صورتی که در هر cm^3 ۱ هوای محیط کار بیش از ۱۲۵ ذره سیلیس آزاد با قطر کمتر از μm ۵ وجود داشته باشد، به احتمال زیاد باعث سیلیکوزیس خواهد شد(۲). مطالعات اپیدمیولوژی نشان داده است که بین مواجهه با ذرات کوچکتر از μm ۲/۵، $PM_{2/5}$و اثرات نامطلوب سلامتی مانند بیماری‌های قلبی و عروقی، ریوی و مرگ و میر رابطه مستقیم وجود دارد. در سال ۲۰۰۲ انجمن سرطان امریکا اعلام کرد که ریسک مرگ با افزایش غلظت ذرات $PM_{2/5}$ به اندازه $\mu g/m^3$ ۱۰ حدود ۶٪ افزایش می‌یابد. بنابراین جمع آوری ذرات ریز یکی از مهم‌ترین عملکردها در بسیاری از فرایندهای صنعتی برای کاهش آلودگی هوا و متعاقب آن کاهش اثرات آنها بر سلامتی است(۳). برای کنترل ذرات کوچک، پالایشگرها یا غبارگیرهای مرسومی چون اتاقک‌های ته‌نشینی، سیکلون‌ها، فیلترها و اسکرابرها وجود دارند که عمدتا در جمع آوری ذرات نسبتا درشت راندمان مناسبی داشته ولی در مورد ذرات ریز کارایی چندانی ندارند (۴). این در حالیست که این گونه ذرات برخلاف ذرات درشت که به تدریج از جریان هوا خارج شده و رسوب می‌کنند، همانند مولکول‌های هوا عمل کرده به راحتی ته نشین نشده و قابلیت انتقال به فواصل دورتر از محل ورود به محیط را داشته و پتانسیل مخاطره‌زایی برای کارگران آن صنعت و جمعیت مناطق مسکونی نزدیک به آن صنعت را خواهند داشت (۵). رسوب دهنده‌های الکترواستاتیک، اسکرابر ونچوری و فیلترهای با پورسایز بسیار کوچک در جمع آوری ذرات ریز دارای راندمان مناسبی هستند ولی با این وجود مستلزم صرف هزینه عملیاتی بالایی هستند(۶). سیکلون یکی از رایجترین غبارگیرها است که با استفاده از نیروی گریز از مرکز ذرات را از جریان گاز جدا میکند. سیکلونها برای جمع آوری ذرات بزرگتر ازμm ۱۰ در کنترل آلودگی هوا راندمان نسبتا خوبی دارند (۷). اگر چه این سطح از راندمان برای بسیاری از فرایندهای صنعتی مناسب است ولی با تاکید بر حفظ محیط زیست از طرف سازمان جهانی بهداشت (WHO) مبنی بر کنترل ذرات کوچکتر از μm ۲/۵، افزایش راندمان سیکلون برای کنترل ذرات ریز اهمیت پیدا می‌کند (۸).

بر این اساس تحقیقات فراوانی به منظور بهبود راندمان سیکلون با تغییر در ابعاد و شرایط عملکردی آن انجام گرفته است. الکتروسیکلون یک پالایش‌گر هیبریدی جدید است که ترکیبی از سیکلون و نیروی الکترواستاتیک است. در الکتروسیکلون ذرات در تماس با مولکول‌های هوای یونیزه، باردار شده و در آنها نیروی الکترواستاتیک ایجاد می‌شود. نیروی الکترواستاتیک با نیروی گریز از مرکز ایجاد شده توسط سیکلون مشارکت کرده و باعث حرکت هر چه بیشتر ذرات به طرف دیواره سیکلون می‌شود. در نتیجه راندمان سیکلون برای جمع آوری ذرات ریز گرد و غبار افزایش میابد(۵و۱۳-۹). هدف این مطالعه بررسی تاثیر باردارکردن ذرات ریز (کوچکتر از μm ۱) هوابرد سیلیس بر بازده سیکلون درجمع آوری آنها در یک پایلوت آزمایشگاهی است.

مواد و روش‌ها

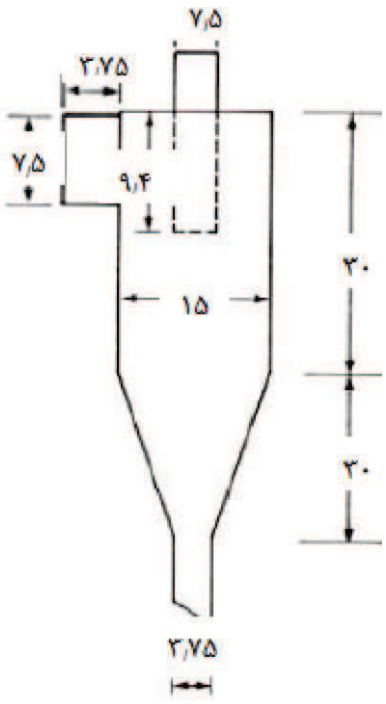
مطابق شکل ۱ چیدمان سیستم پایلوت متشکل از یک سیکلون جمع آوری‌کننده ذرات از جنس گالوانیزه که تمام پارامترهای هندسی سیکلون از قبیل قطر بدنه، طول و عرض ورودی، ارتفاع بخش استوانه و مخروطی، قطر و طول کانال خروجی هوا و قطر کانال خروجی غبار از سیکلون توسط مدل Lapple با راندمان متوسط(متداول) برای دبی هوای cfm ۱۰۰محاسبه و ساخته شد که مشخصات آن در شکل ۲ نشان داده شده است. جهت باردار کردن ذرات سیلیس در داخل سیکلون از روش‌های استفاده شد به این منظور یک الکترود سیمی آهنی به طول cm ۴۰ و به قطر ۰/۸mm به عنوان الکترود تخلیه از مرکز سیکلون عبور داده شد و توسط دو قطعه پلی‌اتیلن در قسمت پایین و بالای سیکلون به بدنه سیکلون که به عنوان الکترود جمع‌آوری‌کننده بود نصب گردید. پلی‌اتیلن به دلیل عایق بودن، مانع از ارتباط قطب منفی (الکترود تخلیه) و قطب مثبت (بدنه سیکلون) می‌شود. منبع اصلی جریان الکتریکی باردارکننده ریزگردها یک دستگاه

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-13]



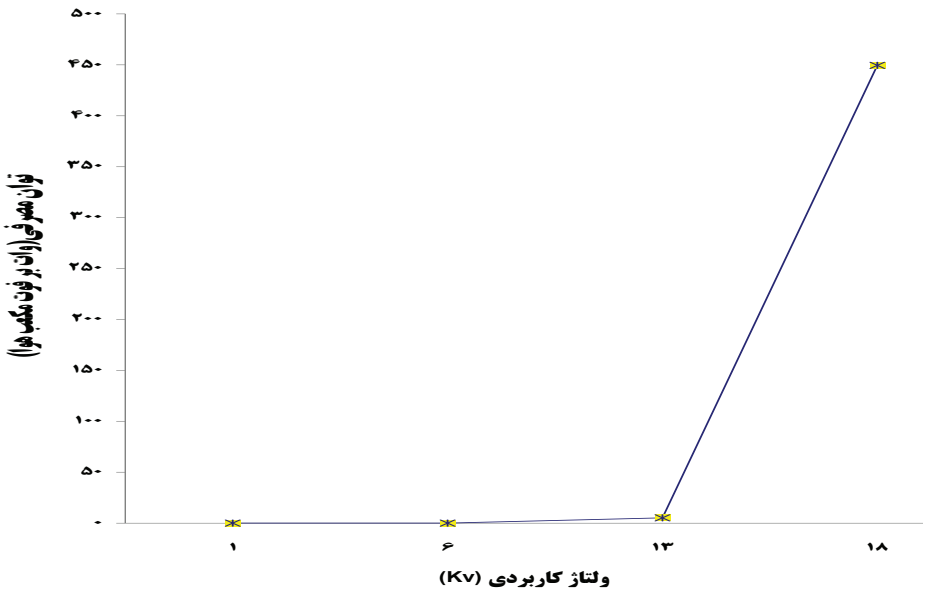
شکل۱: نموگرام چیدمان کلی پایلوت

ترانسفورماتور تامین‌کننده برق مستقیم با ولتاژ کاربردی حداکثر ۱۸ Kv بود که در مراحل مختلف برای تامین ولتاژهای متفاوت استفاده شد. برای تولید غلظت ثابت غبار سیلیس سیستمی به اقتباس از طرح دستگاه Wright dust feeder(۱۴) ساخته شد. اساس کار این دستگاه ایجاد جریان هوا در بالای سطح غبار و ربایش ذرات و خروج آنها از داخل غبار ساز بود. این دستگاه قابلیت تولید غلظت‌های مختلفی از غبار با تغییر میزان آمپراژ و سرعت جریان هوای ورودی به داخل محفظه



شکل ۲: ابعاد هندسی سیکلون طراحی شده

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-13]



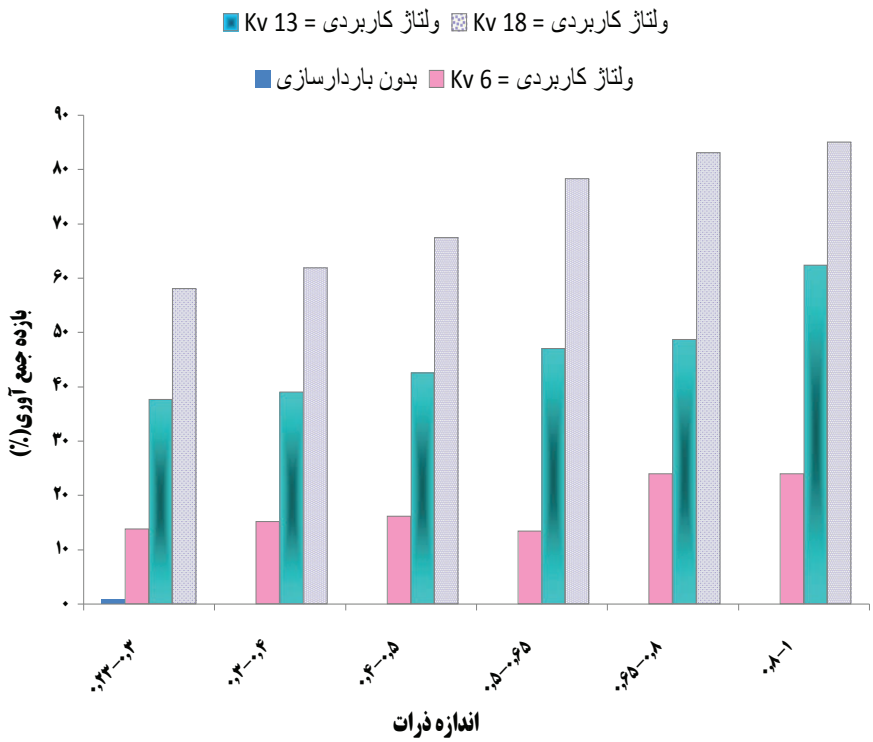
شکل ۳: ارتباط ولتاژ کاربردی برای باردارسازی

حاوی غبار را داشت. کانال خروجی از سیکلون نیز به یک دستگاه هواکش سانتریفوژ متصل شد که به واسطه داشتن دریچه تنظیم دبی (دمپر) هوای عبوری قابل تنظیم بود. جهت اندازه گیری و ارزیابی بازده سیکلون در مراحل مختلف از یک دستگاه dust counter ساخت شرکت Grimm مدل ۱،۱۰۸ که قادر به اندازه‌گیری غلظت عددی، جرمی و سایزبندی آیروسل‌ها بود، استفاده شد. این دستگاه مجهز به یک پروب ایزوکینتیک بود. جهت نمونه‌برداری و تعیین بازده سیکلون پروب را در منافذی که در قبل و بعد از پالایشگر روی شبکه کانال‌کشی ایجاد شده وارد کرده و اندازه‌گیری‌ها انجام می‌شد. با توجه به اهداف این مطالعه سنجش بازده جزیی و کلی سیکلون در حالات مختلف ولتاژ و سرعت جریان هوای ورودی به سیکلون در غلظت ذرات سیلیس ۱۷۶۰ mg/m^3 انجام گردید. کلیه داده‌ها ثبت و به نرم‌افزار SPSS انتقال داده شد و روابط بین متغیرها با آزمون‌های آماری تحلیل واریانس و T-Test تجزیه و تحلیل گردید.

جدول:۱ مقایسه بازده ذرات خروجی از سیکلون در ولتاژهای مختلف باردارسازی نسبت به سیکلون ساده در غلظت ۱۷۶۰ mg/m^3 ذرات سیلیس

اندازه ذرات(µm)	بدون باردارسازی	ولتاژ کاربردی = ۶ Kv		ولتاژ کاربردی = ۱۳ Kv		ولتاژ کاربردی = ۱۸ Kv	
	بازده(٪) میانگین	بازده(٪) میانگین	P-value	بازده(٪) میانگین	P-value	بازده(٪) میانگین	P-value
۰،۲۳ – ۰،۳	۰،۷۵۷ ± ۰،۶۶	۱۳،۷۳ ± ۰،۶۳۶	۰،۰۰۳	۳۷،۶۱ ± ۰،۷۹۹	<۰،۰۱	۵۸،۰۵ ± ۰،۷۷۸	<۰،۰۱
۰،۳ – ۰،۴	۱،۱۱ ± ۰،۷۵۰	۱۵،۱۱ ± ۰،۱۰۶	۰،۰۰۱	۳۸،۹۵ ± ۰،۳۸۲	<۰،۰۱	۶۱،۸۶ ± ۱،۱۶	<۰،۰۱
۰،۴ – ۰،۵	۱،۳۶ ± ۰،۴۸۸	۱۶،۰۸ ± ۱،۱۵۳	۰،۰۰۴	۴۲،۵۰ ± ۰،۷۱۴	<۰،۰۱	۶۷،۴۰ ± ۲،۰۵	۰،۰۰۱
۰،۵ – ۰،۶۵	۲،۵۰ ± ۰،۶۲۹	۱۳،۴۳ ± ۰،۶۹۳	۰،۰۰۴	۴۶،۹۹ ± ۰،۶۷۹	<۰،۰۱	۷۸،۳۱ ± ۰،۲۴۷	<۰،۰۱
۰،۶۵ – ۰،۸	۳،۸۳ ± ۰،۶۰۸	۲۳،۹۳ ± ۰،۶۳۶	۰،۰۰۱	۴۸،۶۸ ± ۰،۱۶۳	<۰،۰۱	۸۳،۰۸ ± ۰،۷۶۴	<۰،۰۱
۰،۸ – ۱	۷،۴۷ ± ۰،۰۸۵	۲۳،۹۶ ± ۰،۴۶۷	<۰،۰۱	۶۲،۳۶ ± ۰،۷۱۴	<۰،۰۱	۸۵،۰۴ ± ۰،۳۰۴	<۰،۰۱

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-13]



شکل۴: نمودار بازده سیکلون برای ذرات کوچکتر از µm ۱سیلیس در حالت باردارسازی ذرات

یافته‌ها

بازده سیکلون در حالت باردارسازی ذرات سیلیس

جهت استنتاج بهتر از میزان و نحوه تاثیر باردارسازی ذرات بر بازده سیکلون، داده‌ها و اطلاعات مربوط به توان مصرفی به ازای حجم هوای مورد پالایش تحت تاثیر ولتاژهای کاربردی مختلف در قسمت باردارسازی ذرات ثبت و محاسبه گردید که در شکل ۳ ارایه شده است.

ذرات با توان مصرفی به ازای حجم هوا

با توجه به شکل ۳ روند تغییرات توان مصرفی در قسمت باردارکننده ذرات با افزایش ولتاژ کاربردی بیشتر می‌شود. با وجود افزایش نسبتا متناسب ولتاژهای کاربردی شیب نمودار یکنواخت نبوده و نشان دهنده افزایش توان مصرفی فوق‌العاده با استفاده از اختلاف پتانسیل Kv ۱۸ است.

مقایسه اعداد جدول ۱ مربوط به میانگین غلظت ذرات سیلیس در دبی هوای ۵۰ cfm در اندازه‌های مختلف با استفاده از ولتاژهای کاربردی Kv ۱۸، ۱۳ و ۶ نسبت به حالت بدون باردارسازی نشان دهنده اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها در همه گروه‌های سایزی ذرات زیر µm ۱است. این تغییرات در شکل ۴ به صورت افزایش بازده قابل توجه سیکلون متناسب با افزایش ولتاژ کاربردی در محدوده ذرات کوچکتر از µm ۱ نشان داده شده است.

اثر متقابل سرعت جریان هوا بر بازده کلی سیکلون در حالت باردارسازی ذرات

برای ارزیابی اثر متقابل متغیرهای سرعت جریان هوا و ولتاژ کاربردی بر بازده کلی جمع آوری ذرات سیلیس در الکتروسیکلون از روش تحلیل واریانس دو طرفه استفاده شد. جدول ۲ نتایج آزمون آماری به روش تحلیل واریانس دو طرفه را نشان می‌دهد. همچنین می توان اثر متقابل متغیرها بر بازده کلی جمع آوری ذرات سیلیس را در شکل ۴ مشاهده کرد.

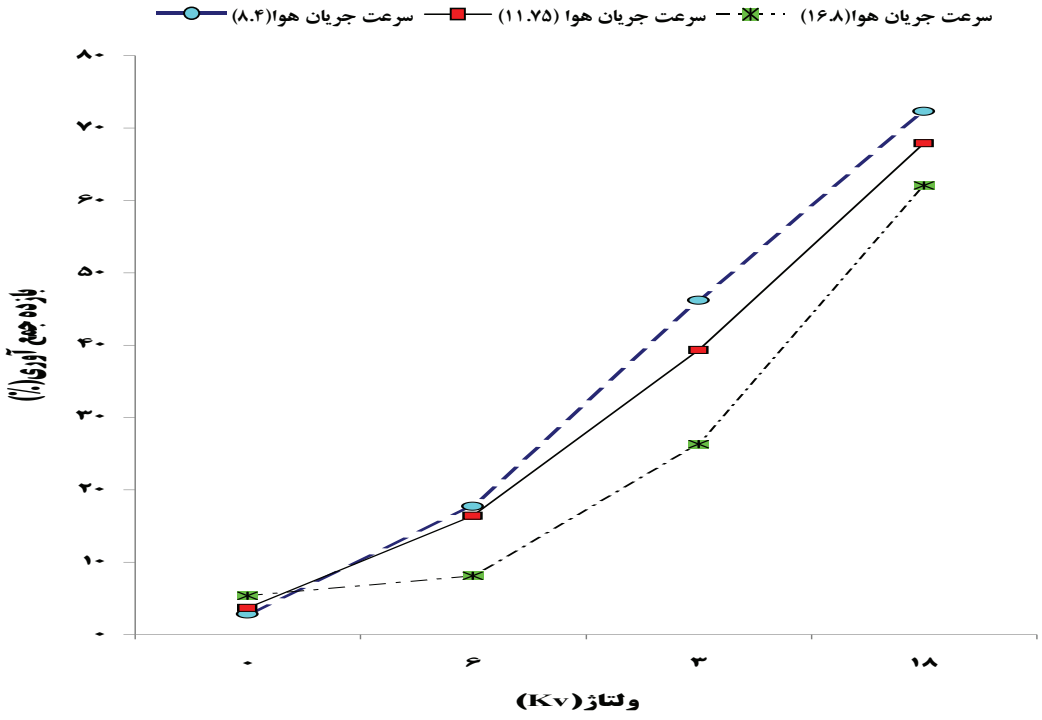
[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-13]

جدول:۲ تحلیل واریانس ۲ طرفه متغیرها برای بازده کلی(٪) جمع آوری ذرات سیلیس

متغیرها	درجه آزادی(df)	F	P-value
ولتاژ	۳ ،۱۲	۲۵۱۱۹٫۵۶۹	<۰٫۰۱
سرعت جریان هوا	۲ ،۱۲	۹۸۴٫۸۸۷	<۰٫۰۱
ولتاژ* سرعت جریان هوا	۶ ،۱۲	۲۳۶٫۲۴۳	<۰٫۰۱

همان طور که جدول ۲ نشان می‌دهد، میانگین بازده کلی جمع‌آوری ذرات سیلیس در ۴ گروه ولتاژ و ۳ گروه سرعت جریان هوا به کار برده شده تفاوت معنی‌داری با هم دارند. همچنین اثرات متقابل دو طرفه متغیرها بر روی بازده کلی جمع‌آوری ذرات سیلیس معنی‌دار است.

شکل ۵ نشان می‌دهد، هنگامی که ولتاژ به کاربرده نمی‌شود (ولتاز صفر) بازده کلی جمع آوری ذرات سیلیس با افزایش سرعت جریان هوا افزایش می‌یابد. با اضافه کردن ولتاژ بازده کلی جمع آوری ذرات سیلیس افزایش می‌یابد که این روند افزایشی در ولتاژهای ۱۸ Kv و ۱۳ به وضوح دیده می‌شود. از طرفی هنگامی که ولتاژ به کار برده می‌شود، سرعت جریان هوا نقش متقابل منفی در بازده کلی جمع آوری دارد، یعنی با کاهش سرعت جریان هوا و افزایش ولتاژ، بازده کلی جمع‌آوری ذرات سیلیس افزایش می‌یابد، تا جایی این روند در ولتاژ ۱۳ Kv محسوس تر است.



شکل۵: بازده کلی جمع آوری ذرات سیلیس در سیستم الکتروسیکلون در سرعت جریان هوا و ولتاژهای مختلف

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-13]

بحث

نتایج حاصل از آزمایش‌های انجام گرفته در مورد باردار کردن ذرات با ولتاژهای مختلف نشان دهنده افزایش بازده سیکلون با استفاده از باردارسازی ذرات است. همان‌طور که نتایج آنالیز آماری به روش T-Test در جدول ۱و شکل ۴ نشان می‌دهد، با به کار بردن اختلاف پتانسیل Kv ۱۸، ۱۳ و ۶، میانگین غلظت ذرات کوچکتر از µm۱نسبت به حالت عدم استفاده از ولتاژ، دارای اختلاف معنی‌دار است و بازده جمع‌آوری ذرات متناسب با افزایش ولتاژ کاربردی افزایش می‌یابد. علت این است که سیکلون‌ها به طور متداول برای جمع آوری ذرات بزرگتر ازµm ۱۰ مناسب هستند. بنابراین در مورد ذرات ریز چون نیروی گریز از مرکز آنها کمتر از نیروی کشش است، تنها با اضافه کردن نیروی الکتریکی با نصب الکترود در مرکز سیکلون می‌توان بازده جمع‌آوری آنها را افزایش داد. یون‌های انتشار یافته توسط الکترود مرکزی ذرات را باردار کرده و میدان الکترواستاتیکی همراه با نیروی گریز از مرکز ذرات را به طرف دیواره سیکلون هدایت می‌کنند و این امر باعث افزایش بازده جمع‌آوری ذرات ریز در داخل سیکلون می‌شود و همان طور که شکل ۳ نشان می‌دهد با افزایش ولتاژ کاربردی نسبت بار تولید شده به جرم ذرات موجود در هوای داخل سیکلون افزایش یافته و متقابلا باعث افزایش بازده جمع‌آوری ذرات توسط سیکلون می‌گردد. نتایج مطالعات بررسی شده تاییدکننده نتایج مطالعه حاضر است. به عنوان مثال نتایج مطالعه‌ای Kiss نشان داد که با به کار بردن ولتاژKv ۱۸ در داخل سیکلون درصد جمع آوری ذرات کوچکتر از µm ۱۰ نسبت به حالت عدم استفاده از ولتاژ،۱۰-۵٪ افزایش می‌یابد(۱۵). همچنین نتایج مطالعه‌ای Salcedoو همکاران با هدف افزایش بازده جمع‌آوری ذرات ریز محصولات با ارزش مانند تولیدات دارویی و مواد غذایی به روش باردارکردن ذرات نشان داد که بازده جمع‌آوری ذرات با اندازهµm ۰/۵-۰/۳ برابر ۹۰-۸۵٪ است(۱۶). از طرفی نتایج مطالعه‌ای که توسط Jaworekو همکارانش تحت عنوان تجهیزات پیشرفته الکترواستاتیکی و روش‌های برای پاکسازی گازهای خروجی انجام گرفت، نشان داد که افزودن نیروی الکتریکی به پالایشگرهای مرسوم می‌تواند بازده جمع‌آوری آنها را برای جمع‌آوری ذرات ریز افزایش دهد(۱۷) و نتایج مطالعه‌ای Horne به منظور استفاده از تکنولوژی الکتروسیکلون برای پاکسازی هوای ورودی موتورهای احتراق داخلی انجام گرفت، نشان داد که استفاده از الکتروسیکلون در مدت زمان طولانی مقرون به صرفه‌تر از فیلترهایی است که به عنوان پاک کننده هوای ورودی به موتور احتراقی استفاده می‌شوند. همچنین در این مطالعه مشخص شد که الکتروسیکلون دارای بازده ۹۹/۱٪ در جمع آوری ذرات هوای ورودی به موتور احتراق است(۱۱).

همان طور که نتایج جدول ۲ و شکل ۵ آزمون آماری به روش تحلیل واریانس ۲ طرفه، تاثیر سرعت جریان هوا بر بازده جمع‌آوری الکتروسیکلون را نشان می‌دهد، سرعت جریان هوا نقش متقابل منفی در بازده کلی جمع آوری ذرات سیلیس دارد، یعنی با کاهش سرعت جریان هوا و افزایش اختلاف پتانسیل چون زمان ماند ذرات سیلیس در داخل سیکلون نسبت به سرعت‌های بالای جریان هوا بیشتر است. بنابراین فرصت زمان نسبتا بیشتری جهت باردار شدن و چسبیدن به دیواره سیکلون را داشته و در نتیجه بازده جمع آوری ذرات بیشتر می‌شود. نتایج مطالعه حاضر در مورد نقش متقابل منفی سرعت جریان هوا بر بازده سیکلون در حالت باردارسازی ذرات، توسط مطالعات پیشین تایید شده است. به عنوان مثال، نتایج مطالعاتی که توسط Novikov و همکاران (۱۸) و Pluciski و همکاران (۱۹) نشان داد که بازده جمع‌آوری الکتروسیکلون در ولتاژهای کاربردی مختلف جهت بار دارسازی ذرات با افزایش سرعت جریان هوا کاهش می‌یابد. هم‌چنین نتایج مطالعاتی که توسط Lim و همکاران با هدف تعیین فاکتورهای موثر بر بازده الکتروسیکلون انجام گرفت، نشان داد که با افزایش اختلاف پتانسیل الکتریکی و طول الکترود و کاهش سرعت جریان هوا و قطر الکترود بازده جمع‌آوری الکتروسیکلون به خصوص برای ذرات ریز افزایش می‌یابد(۱۳).

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-13]

نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر نشان می‌دهد که اگر بتوان سیستم باردارسازی ذرات را در داخل سیکلون‌ها به کار برد تاثیر فزایندهای قابل توجهی بر بازده جمع‌آوری سیکلون خواهد داشت و برای دسترسی به بازده جمع آوری بهتر ذرات در الکتروسیکلون نباید سرعت جریان هوا افزایش داد چون اثر منفی بر باردارسازی ذرات دارد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل از پایان نامه با عنوان "طراحی و بررسی عملکرد الکتروسیکلون تر در کنترل ذرات هوابرد" در مقطع کارشناسی ارشد (در سال ۱۳۹۱ و کد ۱۸۳۵۱۷) است که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی همدان اجرا شده است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-13]

منابع

1. Ghazai S. Occupational Disease, 2nd ed. Tehran: Tehran University; 1992 (in Persian).
2. Sanai GH. Industrial Toxicology, 6th ed. Tehran: Tehran University; 2004 (in Persian).
3. Du X, Kong Q, Ge W, Zhang Sh, Fu L. Characterization of personal exposure concentration of fi ne particles for adults and children exposed to high ambient concentration in Beijing, China. Journal of Environmental Sciences. 2010;22(11):1757-64.
4. Liu J, Zhang G, Zhou J, Wang J, Zhao W, Cen K. Experimental study of acoustic agglomeration of coal-fired fly ash particles at low frequencies. Powder Technology. 2009;193(1):20-25.
5. Uddandam VR. Computer simulation of an electrostatic cycloneic emissions separator. Ohio: Ohio University; 2008.
6. Theodore L. Air Pollution Control Equipment Calculations, 2nd ed. New Jersey: John Wiley & Sons; 2008.
7. Wang LK, Pereira NC, Hung YT. Air Pollution Control Engineering, 3rd ed. New Jersey: Humana Press; 2004.
8. Maté T, Guaita R, Pichiule M, Linares C, Díaz J. Short-term effect of fine particulate matter (PM) on daily mortality due to diseases of the circulatory system in Madrid (Spain). Science of the Total Environment. 2010;408(23):5750-57.
9. Chen CJ, Wang LFS. Cost-benefit analysis of electrocyclone and cyclone. Resources Conservation and Recycling. 2001;31(4):285-92.
10. Dietz PW. Electrostatically enhanced cyclone separators. Powder Technology. 1982;31(2):221-26.
11. Horne L. Electro cyclone technology: A media-free option for engine cleaning? Filtration & Separation. 2006;43(8):12-15.
12. Kunapareddy N. A proof-of-concept test for separation efficiency of an electro-cyclone. Ohio: Ohio University; 2009.
13. Lim KS, Lee KW, Kuhlman MR. An experimental study of the performance factors affecting particle collection efficiency of the electrocyclone. Aerosol Science and Technology. 2001;35(6):969-77.
14. Hinds WC. Aerosol Technology: Properties, Behavior and Measurement of Airborne Particles, 2nd ed. New York: Wiley; 1999.
15. Kiss E. Performance of a cyclone combined with electrostatic precipitator. Interntional Reviwe of Applied Science and Engineering. 2011;2(2):107-10.
16. Salcedo R, Paiva J. Pharmaceuticals: Efficient cyclone systems for fine particle collection. Filtration & Separation. 2010;47(1):36-39.
17. Jaworek A, Krupa A, Czech T. Modern electrostatic devices and methods for exhaust gas cleaning: A brief review. Journal of Electrostatics. 2007;65(3):133-55.
18. Novikov LM, Stefanenko VT, Novikov KL, Ermakov AA. Development and investigation of corona electrodes for envgk electrocyclones. Chemical and Petroleum Engineering. 2011;46(9):46-48.
19. Pluciski J, Gradon L, Nowicki J. Collection of aerosol particles in a cyclone with an external electric field. Aerosol Science. 1989;20(6):695-700.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-13]

Assessing Electrocyclone Performance in Collecting Smaller than 1 μm Silica Airborne Particles

Hossein Amjadsoroudi[1],*Farshid Ghormani shahna[2],Abdorahman Bahrami[2], Javad Fardmal[3]

[1]Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

[2]Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Public Health and Research Center for Health Science, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

[3]Department of Biostatics, Faculty of Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

Received; 17 December 2012 Accepted; 13 March 2013

ABSTRACT

Background and Objectives: Cyclone is one of the most utilized dust collectors for airborne particles control. It separates particles from airflow by centrifugal force. However, it is not effective in collecting very fine particles smaller than 10 μm in diameter. The aim of this study was to assess the performance of charging particles on cyclone efficiency in collecting particles smaller than 1 μm.

Materials and Methods: To achieve the above aim, a pilot air conditioning system equipped with conventional cyclone of Lapple model was designed and installed. A high voltage (18 KV) DC power supply was used for charging silica particle in corona charger. Isokinetic probe was used for particles sampling at upstream and downstream of cyclone under different study conditions and measurement was carried out using Grimm 1.08 dust counter.

Results: Charging fine airborne silica particles caused a significant increase in collection efficiency. There is a direct relationship between collection efficiency and charging voltage, so that the total particles collection efficiency was increased from 2.7 to about 72% with respect of increasing charging voltage from zero to 18 Kv. However, inlet air velocity has a negative effect on the collection efficiency of particles charged.

Conclusion: Applying electrocyclone in collecting fine particles smaller than 1 μm is more efficient compared with that of conventional cyclones.

Keywords: Electrocycling**,** Charging, fine particles, Cyclone, Silica

*Corresponding Author: *fghorbani@umsha.ac.ir*
Tel: +98 811 8380026 ***Fax***: +98 811 8380509

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-13]