

## بررسی رفتار ذرات آئروسول در میدان الکتروستاتیکی

اصغر صدیق زاده، حسین غفوریان، نازآفرین فلاحیان  
مرکز تحقیقات استانداردهای هسته‌ای  
سازمان انرژی اتمی ایران

### چکیده

در این کار، اثر پارامترهای غلظت، سرعت، اندازه، نوع و قابلیت تحرک الکتریکی ذرات بر رفتار آنها در میدان الکتریکی با استفاده از تغییرات جریان الکتریکی بررسی شده است. ذرات مایع دی‌اوکتیل فتالات (DOP) با قطره‌هایی در گستره ۰/۴ تا ۱/۳ میکرون و ذرات جامد کلراید سدیم (NaCl) با قطر ۰/۴ میکرون مورد استفاده قرار گرفته‌اند. آهنگ جریان گاز حامل در گستره ۵ تا ۲۳ لیتر در دقیقه و دامنه تغییرات ولتاژ اعمال شده بین ۰ و ۱۴ کیلوولت بوده است. نتایج این بررسی نشان می‌دهند که عبور ذرات از نشست‌دهنده باعث کاهش مقدار جریان الکتریکی دستگاه شده و با افزایش آهنگ شارش گاز حامل و افزایش مقاومت ویژه، بر میزان افت جریان افزوده می‌شود. میزان این تغییرات به شدت تابع قطر ذرات است.

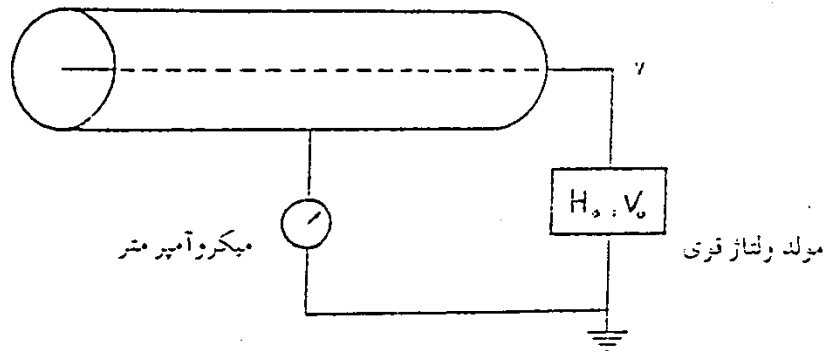
### مقدمه

در بسیاری از صنایع، اندازه‌گیری تراکم ذرات معلق در هوا به منظور ارزیابی خطرات ناشی از آنها و طراحی و اجرای روشهای کنترل ضرورت دارد. برای سنجش غلظت ذرات معلق در هوا در صنایع می‌توان از دستگاه نشست‌دهنده الکتروستاتیکی استفاده کرد. در تاسیسات هسته‌ای و معادن اورانیوم که کارگران در تماس با آئروسولهای پرتوزا هستند، با استفاده از این دستگاه ضمن برآورد غلظت ذرات، می‌توان میزان پرتوزایی را در محیط کار و در نتیجه خطرات احتمالی ناشی از آن را ارزیابی کرد و در جهت

کنترل آنها اقدام نمود. نتایج این کار تحقیقاتی را می‌توان در طراحی و بهبود دستگاه‌های تولید، اندازه‌گیری و کنترل ذرات، از جمله غلظت‌سنج، مولد ذرات تک‌توزیعی، طیف‌سنج (اسپکترومتر) و جداسازهای الکتروستاتیکی بکار برد.

### بررسی نظری

فرآیند نشست الکتروستاتیکی عبارت است از جداسازی آئروسولهای مایع یا جامد از جریان گاز حامل با استفاده از نیروی الکتروستاتیکی حاصل از میدان الکتریکی بر روی ذرات معلق. این، فرآیندی



شکل ۱- طرح ساده دستگاه نشست‌دهنده الکتروستاتیکی

رابطه نشان می‌دهد که شدت میدان در مجاورت الکتروود مرکزی شدیدتر است. با افزودن اختلاف پتانسیل بین الکتروود ولتاژ بالا و زمین، قبل از وقوع تخلیه الکتریکی بین دو الکتروود، پدیده‌ای به نام هاله<sup>۱</sup> مشاهده می‌شود که حاصل از تخلیه الکتریکی جزئی در مجاورت سیم است. بسته به اینکه الکتروود تخلیه قطبش مثبت یا منفی داشته باشد، هاله مثبت یا منفی تولید می‌شود. هاله مثبت به صورت لایه آبی روشن و هاله منفی تقریباً بنفش بازبان‌های سرخ رنگ به نظر می‌رسد. الکتروونها و یونها در ناحیه هاله شتاب می‌گیرند و با ایجاد یونش‌های برخوردی باعث تشکیل بهمن‌های الکترونی و بار فضایی می‌شوند.

شدت میدان الکتریکی بحرانی برای تشکیل هاله

دو مرحله‌ای است که در مرحله اول، ذرات در میدان تک‌قطبی باردار می‌شوند و در مرحله دوم این ذرات باردار تحت تاثیر میدان الکتروستاتیکی بر روی سطح الکتروود گردآورنده می‌نشینند.

غلظت سنج‌های الکتروستاتیکی به شکلهای مختلف ساخته می‌شوند. شکل ۱ یکی از آنها را که از نوع استوانه‌ای است نشان می‌دهد. الکتروود ولتاژ قوی آن از یک سیم نازک و الکتروود گردآورنده آن از استوانه‌ای هم‌محور با سیم تشکیل می‌شود. شدت میدان الکتریکی در فاصله  $r$  از محور الکتروود مرکزی از رابطه (۱) حساب می‌شود [۱]:

$$E(r) = \frac{V}{r \ln(b/a)} \quad (1)$$

در این رابطه  $V$  اختلاف پتانسیل بین دو الکتروود،  $a$  و  $b$  بترتیب شعاعهای سیم و استوانه هستند. این

فرآیند باردار شدن ذرات در یک میدان الکتروستاتیک توسط دوساز و کار اصلی میدانی و پخشی صورت می‌گیرد. سازوکار غالب، به اندازه ذرات بستگی دارد. ذرات بزرگتر از ۵/۰ میکرون تحت تاثیر سازوکار میدانی باردار می‌شوند یعنی حاملان بار تحت اثر میدان الکتریکی شتاب گرفته، ضمن برخورد با ذرات، آنها را باردار می‌کنند. ذرات کوچکتر از ۲/۰ میکرون در اثر حرکت اتفاقی و برخورد با یونها باردار می‌گردند. این سازوکار را فرآیند پخشی نامیده‌اند. ذرات ۲/۰ تا ۵/۰ میکرون تحت هر دو سازوکار میدانی و پخشی باردار می‌شوند [۴، ۵ و ۶]. نوع جریان سیال با عدد بدون بعد رینولدز مشخص می‌شود. این عدد برای لوله‌ای به قطر  $D$  که در آن گازی با سرعت  $v$ ، چگالی  $\rho_f$  و لزجت (ویسکوزیته) دینامیکی  $\eta$  جریان دارد با رابطه زیر بیان می‌شود [۱۰]:

$$Re = \frac{Dv\rho_f}{\eta} \quad (6)$$

اگر مقدار این عدد کوچکتر از ۲۰۰۰ باشد، جریان از نوع لایه‌ای است [۷]. سرعت ذره در میدان دارای دو مؤلفه است: یکی ناشی از جریان گاز و در جهت محور نشست‌دهنده، دیگری در راستای عمود بر آن که ناشی از اعمال نیروی الکتروستاتیکی بر ذره است و سرعت مهاجرت نامیده می‌شود. سرعت منتهی، برآیند این دو مؤلفه است [۸].

در سطح سیم از رابطه (۲) بدست می‌آید [۱]:

$$E_c = \frac{V_c}{\ln(b/a)} \quad (2)$$

که در آن  $V_c$  ولتاژ آستانه تشکیل هاله است. برای سیمهای باریک مثبت از روابط تجربی زیر استفاده می‌شود [۲]:

برای  $a > 100 \mu m$

$$E_c = 30 + \frac{9}{a^{1/2}} (kVcm^{-1}) \quad (3)$$

و برای  $15 \mu m < a < 100 \mu m$

$$E_c = 62/7 + \frac{1/74}{a^{0.75}} (kVcm^{-1}) \quad (4)$$

در اختلاف پتانسیل‌های بالاتر از ولتاژ آستانه هاله، شدت میدان الکتروستاتیک با حضور ذرات آئروسول از رابطه (۵) حساب می‌شود [۳]:

$$E(r) = \left[ \frac{I\rho}{2\pi\epsilon Z_i\rho_i} + \left(\frac{a}{r}\right)^2 (E_c^2 - \frac{I\rho}{2\pi\epsilon Z_i\rho_i}) \right]^{1/2} \quad (5)$$

که در آن  $\rho = \rho_i + \rho_p$  است.

در این رابطه  $\rho$ ،  $\rho_i$  و  $\rho_p$  به ترتیب چگالی بار فضایی کل، چگالی حاصل از یونها و ذرات باردار می‌باشد. در غیاب ذرات،  $\rho = \rho_i$  است.  $Z_i$  قابلیت تحرک الکتریکی یونها،  $\epsilon$  گذردهی فضای آزاد و  $I$  شدت جریان به ازای واحد طول الکتروود است.

هر چه قابلیت تحرک الکتریکی ذرات بزرگتر باشد، آنها بیشتر تحت تاثیر نیروهای الکتروستاتیک قرار می‌گیرند و در فواصل نزدیکتری نسبت به ورودی دستگاه نشست می‌کنند.

### وسایل و روشها

ذرات مورد استفاده در این تحقیق متشکل از ذرات جامد تک‌توزیعی نمک طعام و ذرات تک‌توزیعی مایع DOP است که توسط دستگاه مولد آئروسول سه مرحله‌ای TSI، مدل‌های ۳۰۷۲، ۳۰۷۴ و ۳۰۷۶ (شکل ۲)، تولید می‌شوند. در مرحله اول هوای حاصل از کمپرسور خشک شده، ذرات آن حذف و فشار آن تثبیت می‌شود. بدین ترتیب ذرات یا بخار آب موجود در هوای ورودی در توزیع اندازه ذرات تولیدی تداخل ایجاد نمی‌کنند. در مرحله دوم، با استفاده از هوای فشرده، مایع داخل مخزن (محلول نمک طعام یا روغن DOP) به صورت ذرات پاشیده می‌شود. ذرات چندتوزیعی حاصل، در مرحله سوم با عبور از لوله‌ای که دمای آن بسته به قطر ذرات تنظیم می‌شود، در اثر تبخیر و تراکم به ذرات تک‌توزیعی تبدیل می‌گردند.

سرعت مهاجرت ذرات بزرگتر از ۵/۰ میکرون از رابطه زیر بدست می‌آید [۹]:

$$W_f = \gamma a_p K_p \varepsilon_0 E_p E_p / (K_p + \gamma) \quad (7)$$

که در آن  $a_p$  و  $K_p$  به ترتیب شعاع و ثابت دی‌الکتریک ذره،  $E$  میدان الکتریکی متوسط در فضای بین الکترودها و  $E_p$  میدان الکتریکی در الکترودها آورنده است.

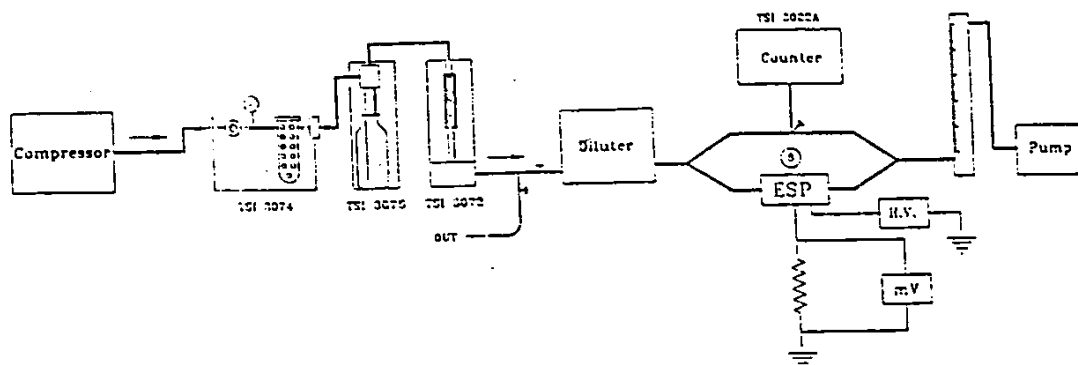
سرعت مهاجرت ذرات کوچکتر از ۵/۰ میکرون از رابطه زیر حساب می‌شود [۹]:

$$W_f = \frac{q E_p C}{\varepsilon \pi a_p \eta} \quad (8)$$

که در آن  $q$  بار ذره و  $C$  ضریب تصحیح کائینگهام می‌باشد. بنابر روابط (۷) و (۸)، سرعت مهاجرت برای ذرات بزرگتر و کوچکتر از ۵/۰ میکرون با شعاع ذرات بترتیب نسبت مستقیم و نسبت معکوس دارد.

نسبت سرعت مهاجرت ذره به شدت میدان الکتریکی، قابلیت تحرک الکتریکی نامیده شده است و برای یونهای اتمسفری با رابطه زیر بیان می‌شود:

$$\frac{W_f}{E} = \frac{qC}{\varepsilon \pi a_p \eta} \quad (9)$$



شکل ۲- شمای سیستم تجربی

لوله استوانه‌ای از جنس آلومینیوم به قطر داخلی ۳/۷ و به طول ۲۰ سانتیمتر است که سیم نازکی به قطر ۰/۱ میلیمتر از جنس کرم - نیکل در وسط لوله و هم محور با آن قرار می‌گیرد.

### بررسی نتایج

در این مطالعه رفتار ذرات آئروسول با اندازه‌ها، ترکیب‌های شیمیایی، سرعت‌های عبوری، غلظت‌های مختلف و تحت تاثیر میدان‌های الکتریکی با شدت‌های متفاوت مورد بررسی قرار گرفت.

در مرحله اول، تغییرات جریان الکتریکی بر حسب ولتاژ اعمال شده به دستگاه بررسی شد. نمودار شکل ۳ نتایج این بررسی را نشان می‌دهد. بطوری که ملاحظه می‌شود، در سیستم طراحی شده، ولتاژ آستانه برای تشکیل هاله حدود ۴ کیلوولت

برای خنثی کردن بار الکتریکی ذرات از خنثی‌گر TSI مدل ۳۰۱۲ استفاده شده است. برای اندازه‌گیری تراکم ذرات در دو طرف دستگاه غلظت‌سنج الکتروستاتیکی (ESP)، شمارنده هسته‌های تراکمی مدل ۳۰۲۲۸ از نوع TSI بکار رفته است. یک دستگاه ابتکاری رقیق‌کننده ذرات که در این آزمایشگاه طراحی و ساخته شده است، امکان دسترسی به غلظت‌های متفاوت را می‌دهد.

توزیع آماری اندازه ذرات به وسیله برخورددهنده بهمنشار هشت مرحله‌ای مدل ۲۷۴۰ از نوع اندرسن<sup>۱</sup> مشخص می‌شود. از یک مولد ولتاژ قوی جهت ایجاد اختلاف پتانسیل بین دو الکتروود ESP استفاده شده است. برای اندازه‌گیری آهنگ جریان گاز عبوری از نشست‌دهنده، دبی‌سنج از نوع ک. د. ج. موبری<sup>۲</sup> ۱۱۰۰ بکار رفته است. مولتی متر مورد استفاده جهت اندازه‌گیری جریان الکتریکی حاصل، از نوع هیوکی<sup>۳</sup> ۳۲۰۰ می‌باشد. گردش هوا در سیستم توسط یک پمپ خلاء صورت می‌گیرد.

دستگاه نشست‌دهنده الکتروستاتیکی شامل

۱ - Anderson

۲ - K.D.G. MOBREY 1100

۳ - HIOKI - 3200

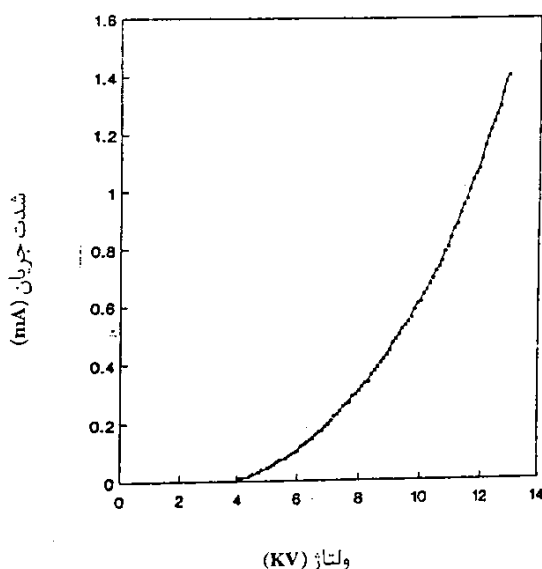
بطوریکه ملاحظه می‌شود با افزایش غلظت ذرات، شدت جریان الکتریکی کاهش می‌یابد. دلیل این پدیده کاهش پویش آزاد متوسط یونها در حضور ذرات آئروسول و برخورد بیشتر با ذرات و از دست دادن انرژی در هر برخورد است. در نتیجه تعداد یونهایی که به الکتروود استوانه‌ای می‌رسند کاهش یافته و یا به بیرون از دستگاه حمل می‌شوند. دلیل مشاهده افت بیشتر در جریان، ناشی از عبور ذرات ۰/۰۴ میکرون، آن است که به علت ریز بودن، بار الکتریکی کمتری بر روی خود حمل می‌کنند. بنابراین وقتی این ذرات بر سطح الکتروود گردآورنده می‌نشینند، جریان الکتریکی حاصل از انتقال بار آنها به الکتروود استوانه‌ای بسیار کم است. علاوه بر این ذرات بسیار ریز بشدت تحت تاثیر نیروهای پخشی قرار دارند. در نتیجه این ذرات در طول مسیر خود دارای حرکت اتفاقی هستند. این امر سبب می‌شود که ذرات ریز قبل از نشست بر روی سطح الکتروود گردآورنده، مسافت بیشتری را طی کرده و بیشتر با یونها برخورد کنند و باعث کاهش بیشتر قابلیت تحرک الکتریکی مؤثر یونها و در نتیجه مانع از رسیدن آنها به الکتروود گردآورنده شوند. بنابراین با افزایش غلظت این ذرات، جریان الکتریکی به میزان بیشتری کاهش می‌یابد.

با افزایش قطر ذرات، از شیب منحنی‌های مربوط به تغییرات جریان برحسب غلظت ذرات کاسته می‌شود زیرا، هر چه قطر ذرات بزرگتر باشد مقدار بار

است. با افزودن اختلاف پتانسیل بین دو الکتروود، شدت جریان حاصل افزایش می‌یابد تا جائیکه تخلیه الکتریکی صورت گیرد.

آهنگ جریان‌های گاز حامل ذرات مورد آزمایش ۵، ۱۳، ۱۸ و ۲۳ لیتر در دقیقه انتخاب شده است که بنابر محاسبه عدد رینولدز، جریان گاز مربوطه در نشست‌دهنده از نوع لایه‌ای می‌باشد. بدین ترتیب اثرات ناشی از تلاطم بر روی ذرات حذف می‌گردند.

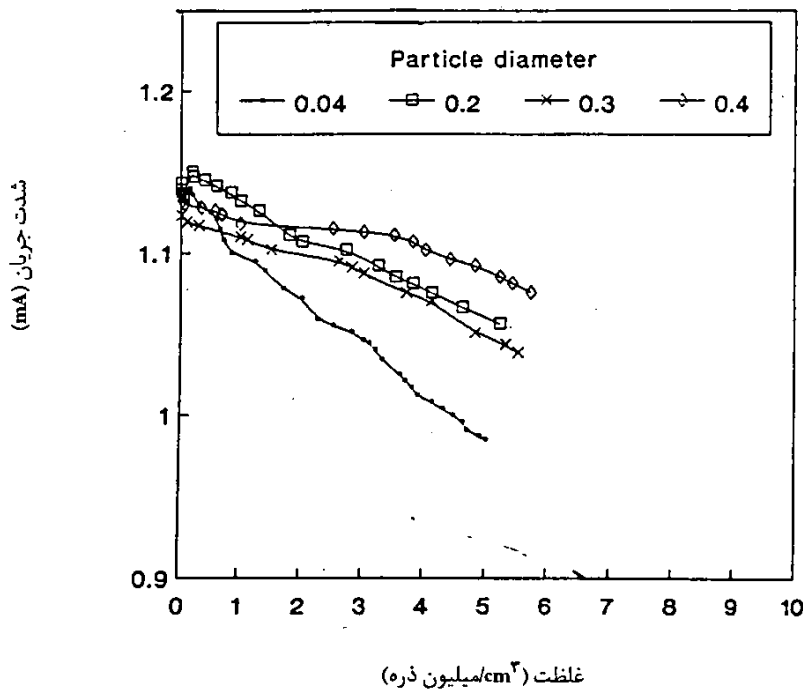
تغییرات جریان الکتریکی برحسب غلظت ذرات عبوری عملاً در گستره‌ای از صفر تا  $10^2$  ذره در هر سانتیمتر مکعب مورد مطالعه قرار گرفت. برای مثال، شکل‌های ۴ و ۵ تغییرات جریان را برحسب غلظت ذرات با قطرهای مختلف و با آهنگ‌های جریان ۵ و ۱۸ لیتر در دقیقه از گاز عبوری نشان می‌دهند.



شکل ۳- تغییرات جریان برحسب ولتاژ در دستگاه نشست‌دهنده الکتروستاتیک

بیشتر بار بر روی آنها قابلیت تحرک الکتریکی بالاتری کسب کرده، سریع تر نشست می‌کنند و در نتیجه مانع کمتری در برابر رسیدن یونهای منفی به الکتروودگردآورنده ایجاد می‌کنند.

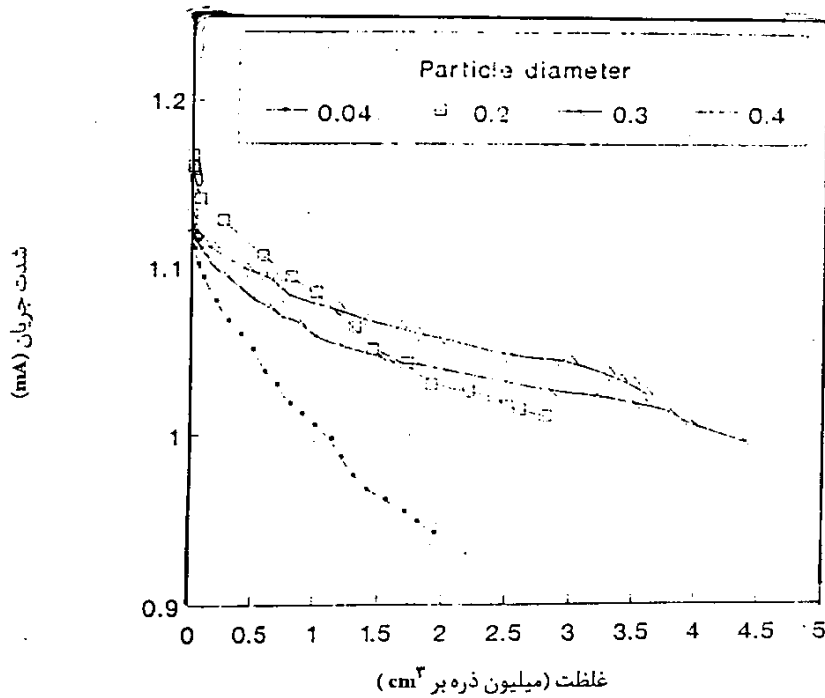
بیشتری بر روی آنها جمع می‌شود و هنگام نشست بر روی الکتروودگردآورنده بار الکتریکی بیشتری به این الکتروود منتقل می‌کنند و تا حدی از افت جریان می‌کاهند. به علاوه با افزایش قطر ذرات و تجمع



شکل ۴- تغییرات جریان الکتریکی برحسب غلظت ذرات با قطرهای مختلف در دبی ۵ لیتر در دقیقه

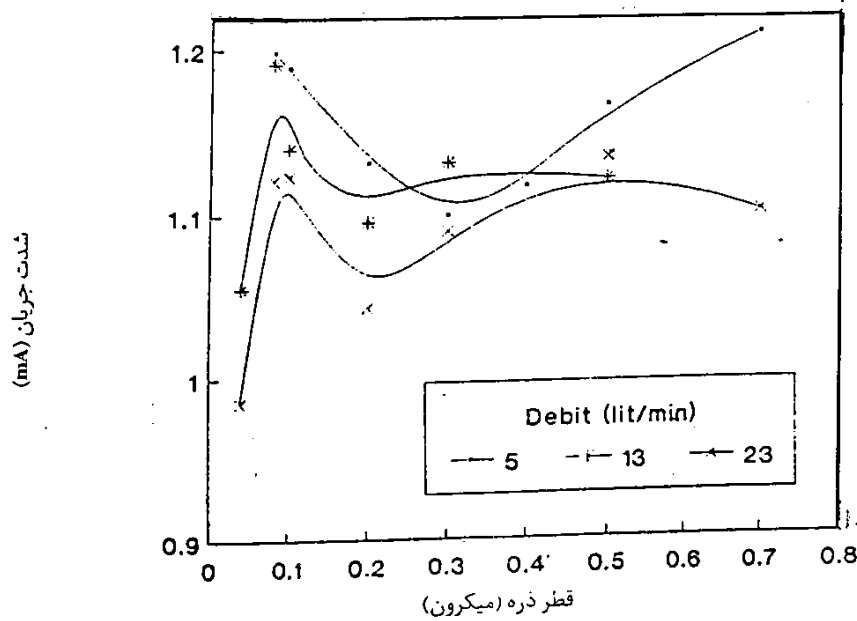
اندازه‌های ۰/۰۴ تا ۰/۷ میکرون استفاده شد. شکل ۶ نمونه‌ای از تغییرات جریان را برحسب قطر ذرات در غلظت ثابت یک میلیون ذره در هر سانتیمتر مکعب نشان می‌دهد.

قبلاً اشاره شد که یکی از عوامل مؤثر در باردار کردن ذرات و نشست آنها تحت تاثیر میدان الکتروستاتیکی قطر ذرات است. به منظور مطالعه تاثیر قطر ذرات، در این بررسی از ذرات DOP در



شکل ۵- تغییرات شدت جریان برحسب غلظت ذرات با قطرهای مختلف در دبی ۱۸ لیتر در دقیقه

بطوری که ملاحظه می‌شود، با افزایش قطر ذرات  
 شدت جریان نوعاً افزایش می‌یابد ولی برای ذرات  
 حدود ۲/۰ میکرون از یک مینیمم گذشته، مجدداً با  
 افزوده شدن قطر ذرات جریانی الکتریکی افزایش  
 می‌یابد. علت این امر، به حداقل رسیدن اثر سازوکار  
 پخشی و میدانی در باردار کردن این گونه از ذرات  
 است.

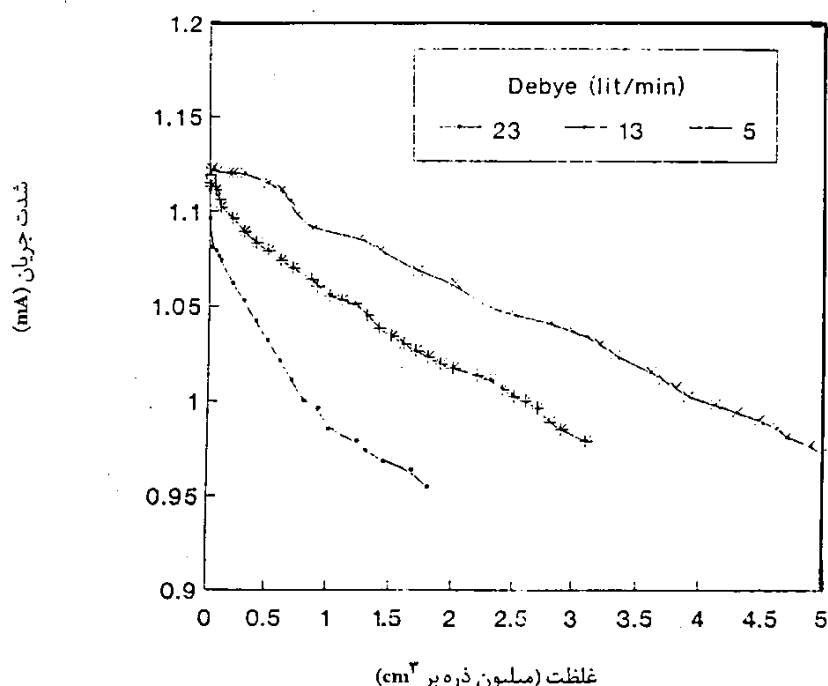


شکل ۶- تغییرات شدت جریان برحسب قطر ذرات



سرعت گاز حامل، مؤلفه سرعت ذرات در راستای محور نشست‌دهنده را افزایش می‌دهد. در نتیجه، ذرات در فاصله دورتری نسبت به ورودی دستگاه نشست می‌کنند و مانع بیشتری در برابر انتقال یونها به الکتروود خارجی بوجود می‌آورند.

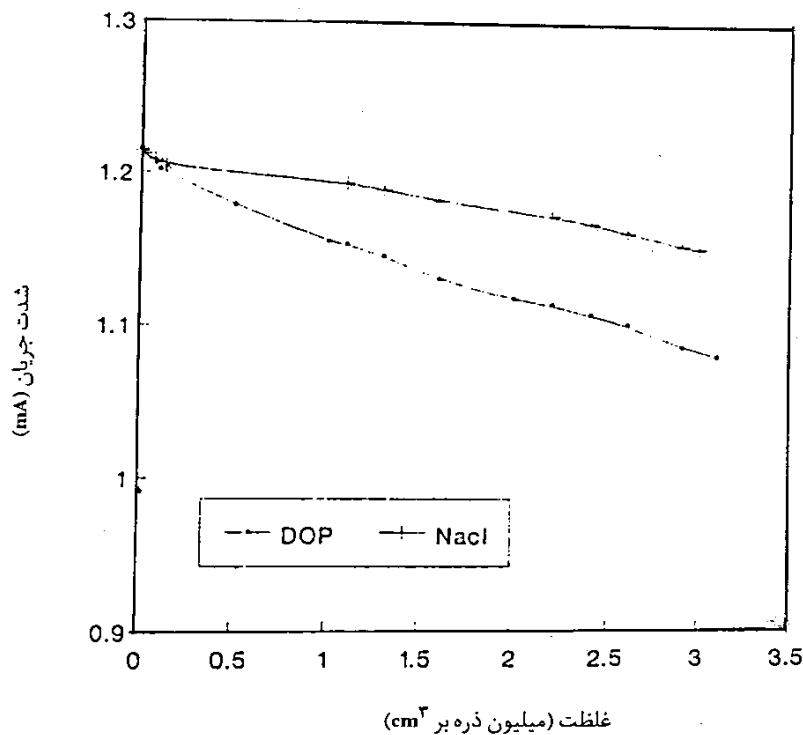
از طرف دیگر، تغییرات جریان برحسب غلظت ذرات ۰/۰۴ میکرون در دبی‌های مختلف گاز حامل مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که شدت جریان الکتریکی با افزایش سرعت عبور ذرات کاهش می‌یابد (شکل ۷). علت این است که افزایش



شکل ۷- تغییرات جریان برحسب غلظت ذرات در دبی‌های متفاوت

زیرا مقاومت ویژه ذرات کلراید سدیم کمتر از ذرات DOP است. ذرات NaCl در اثر برخورد با یونها مقدار بار بیشتری کسب می‌کنند و در نتیجه قابلیت تحرک الکتریکی بیشتری نسبت به ذرات DOP خواهند داشت. لذا این ذرات پس از ورود به نشست‌دهنده، حتی در سرعت‌های بالایی از گاز حامل به سرعت باردار و گردآوری می‌شوند. بعلاوه پس از نشستن

مطالعه تاثیر نوع ذرات از لحاظ ترکیب شیمیایی بر تغییرات جریان الکتریکی نشان می‌دهد که هر چه مقاومت ویژه ذرات کمتر باشد، میزان افت شدت جریان کمتر است. شکل ۸، تغییرات جریان برحسب غلظت دو نوع ذره در دبی ۱۳ لیتر در دقیقه را نشان می‌دهد. این شکل نشان می‌دهد که افت شدت جریان حاصل از ذرات نمک کمتر از ذرات DOP است.



شکل ۸- تغییرات شدت جریان برحسب غلظت ذرات ۴٪ میکرون جامد و مایع در دبی ۱۳ لیتر در دقیقه

متوسط یونها کاهش یافته، در اثر برخورد بیشتر با ذرات و از دست دادن انرژی در هر برخورد، قابلیت تحرک الکتریکی مؤثر حاملان بار کاهش می‌یابد بطوریکه تعدادی از آنها قبل از رسیدن به الکتروود خارجی مسافت بیشتری را در دستگاه طی می‌کنند و احتمالاً به بیرون از دستگاه حمل می‌شوند و در نتیجه تعداد کمتری از یونها به الکتروود خارجی منتقل می‌گردند. در واقع حضور ذرات، همچون مقاومتی در برابر رسیدن یونها به الکتروود استوانه‌ای و برقراری جریان الکتریکی می‌باشد.

بعلاوه نتایج حاصل نشان می‌دهند که با افزایش سرعت گاز حامل، ذرات در فاصله دورتری نسبت به ورودی دستگاه نشست کرده، در نتیجه مانع بیشتری

برروی سطح گردآورنده، بار جمع شده برروی آنها به سرعت تخلیه می‌گردد و تا حدی کاهش جریان را جبران می‌کند. بنابراین افزایش غلظت ذرات کلراید سدیم تأثیر چندانی برروی جریان تولیدشده نخواهد گذاشت.

#### نتیجه گیری

بررسی‌های آزمایشگاهی نشان می‌دهند که در غیاب ذرات آئروسول جریان الکتریکی ثابتی بین الکتروود مرکزی و الکتروود گردآورنده برقرار است که با عبور ذرات آئروسول از نشست دهنده، از شدت این جریان کاسته می‌شود. این نتایج ثابت می‌کنند که با حضور ذرات در دستگاه نشست دهنده پویس آزاد

در برابر انتقال یونها به الکتروود استوانه‌ای ایجاد می‌کنند. افزایش قطر ذرات بر میزان تجمع بار بر روی آنها و قابلیت تحرک الکتریکی و در نتیجه سرعت مهاجرت آنها اثر می‌گذارد. کاهش مقاومت ویژه ذرات و افزایش اختلاف پتانسیل اعمال شده، از عواملی هستند که باعث افزایش مقدار بار تجمع یافته بر روی ذرات می‌شوند و در نتیجه این ذرات در مدخل دستگاه نشست کرده، مقاومت کمتری در مقابل جریان ایجاد می‌کنند.

#### نتایج عملی

- با استفاده از چگونگی نمودارهای تغییرات شدت

جریان برحسب غلظت و سرعت ذرات ورودی با قطرهای متفاوت، دستگاه نشست‌دهنده الکتروستاتیکی قابل تبدیل به دستگاه غلظت‌سنج الکتروستاتیکی می‌باشد.

- با توجه به اینکه ذرات آئروسول با قطرهای متفاوت، بسته به سرعتشان در راستای نشست‌دهنده و میزان قابلیت تحرک الکتریکی‌شان، در مکانهای مختلفی از سطح الکتروود استوانه‌ای نشست می‌کنند دستگاه نشست‌دهنده الکتروستاتیک را می‌توان به دستگاه طیف‌سنج الکتروستاتیکی و یا دستگاه تک‌توزیع‌گر آئروسول تبدیل کرد.

## References

1. T. T. Mercer, **Aerosol Technology in Hazard Evaluation**, Academic Press, Inc., New York, London, (1973).
2. M. Cloupeau, Recipes for use of EHD Spraying in cone-jet mode and notes on corona Discharge Effects, *J. Aerosol Sci*, Vol. 25, No. 6, 1143-1157, (1994).
3. S. Oglesby, Jr., and G. B. Nichols, Electrostatic Precipitation, in *Air Pollution*, chap. V. A.C. Stern (Ed), Academic Press, Inc., New York, London, (1976).
4. C. F. Gottschlich, Source Control by Electrostatic Precipitation, in *Air Pollution*, chap. 45, A. C. Stern (Ed), Academic Press, Inc., New York, London, (1968).
5. B. Y. H. Liu, *Fine Particles*, Academic Press, Inc., New York, (1976).
6. G. P. Reischl, J. M. Makela, R. Karch and J. Neced, Ultrafine Particle Charging Probabilities in the Size Range below 10 nm, *J. Aerosol Sci.*, 26:S47 (1995).
7. A. Sadigh Zadeh, The efficiency of aerosol particle collection by a granular bed without or with acoustic wave, *Rapport AEO 22: 060369*, (1991).
8. K. Heiskanen, *Particle Classification*, Chapman and Hall, London, New York, (1993).
9. C. E. Billings and R. A. Gussman, Dynamic Behavior of Aerosols, in *Handbook on Aerosols*, chap 5, Technical Information Center, Energy Research and Development Administration, (1976).

۱۰-۱. صدیق‌زاده، آلودگی ذره‌ای هوای شهر تهران از سال ۱۳۶۱-۱۳۷۰، فیزیک زمین و فضا ۲۳، ۱ و ۲، (۱۳۷۵).

## **STUDY OF AEROSOL PARTICLES BEHAVIOR IN THE ELECTROSTATIC FIELD**

*A. Sadighzadeh, H. Ghafourian, N. Fallahian  
Research Center for Nuclear Standards  
Atomic Energy Organization of Iran*

### *Abstract*

In this work, we studied the behavior of aerosol particles in the electrostatic field, by passing the aerosol particles through the cylindrical electrostatic precipitator.

The effect of different parameters such as concentration and mobility of aerosols, gas flow rate and applied voltage are studied by measuring the electrical current variations.

Liquid DOP (dioctylphthalate) particles of different sizes from 0.04 to 1.3 micrometer, and solid NaCl particles of 0.04 micrometer aerodynamic diameter were used. The range of the gas flow rate and the applied voltage were from 5 to 23 lit/min and 0 to 14 kV respectively.

The results show that the electrical current is reduced by increasing the aerosol concentration, gas flow rate and electrical resistivity of particles.

Higher applied voltages, engender higher particle charge and electrical mobility. On the other hand, the intense electric field creates the condition of great ion transition to the external electrode.

