اطلاع‌رسانی

افزایش قابلیت تصفیه فیلترهای هوای ملت بلون از طریق افزودن دی اکسید تیتانیوم

مترجم: دکتر مژده قهرمانی هنرور*

مقدمه

همراه با پیشرفت جوامع و افزایش جمعیت در کلان شهرها و افزایش حجم ترافیک، اثرات منفی بسیاری مانند آلودگی هوا، صدا و آب به مراتب بیشتر از گذشته آزاردهنده و گاها معضل بزرگ این نوع شهرها شده است. به طور خاص، آلودگی هوا به سلامتی انسان آسیب می رساند و باعث می شود بسیاری از مردم از آلرژی یا بیماری‌های تنفسی رنج ببرند. این امر علاقه محققان به فیلتر کردن آلاینده‌های هوا را افزایش داده است. جهت حل این مشکل تحقیقات و اقدامات فراوانی انجام شده که مهمترین آنها تلاش در جهت فیلتر نمودن آلاینده های معلق در هوا می باشد. در بین لایه‌های فیلتر بکار رفته، منسوج تهیه شده از تکنولوژی ملت بلون، بیشترین توجه را – به دلیل بازدهی بالا در تصفیه آلاینده ها و نیز افت فشار بسیار پایین– به خود جلب نموده است. از منسوجات ملت بلون تهیه شده از مواد پلیمری به طور گسترده در زمینه فیلتراسیون هوا استفاده می شود و موثرترین پلیمر بکار رفته (پلی تترا فلوروواتیلن) (PTFE) می باشد. با این حال، PTFE هزینه بالایی دارد و با توجه به مشکلات تولید اغلب از پلیمر جایگزین که همان پلی پروپیلن (PP) می باشد به عنوان ماده اصلی در تولید محصولات فیلتراسیون هوا استفاده می شود. برای تقویت اثر الکترونی می توان از روش افزودن مواد تقویت کننده دی الکتریک ثابت به فیلترها استفاده کرد، در نتیجه شارژ بیشتری را ذخیره کرده و سبب می شود ولتاژ سطح بالاتری بدست آید. مواد تقویت کننده عبارتند از لیتیوم نیوبات ، دی اکسید سیلیسیم ، پلاکت گرافیت در مقیاس نانو و تیتانات باریم. دی اکسید تیتانیوم (TiO_2) یکی از موادی است که معمولاً به دلیل بالا بودن ثابت دی الکتریک در رنگ ها و مواد آرایشی استفاده می شود. از TiO_2 همچنین در نیمه هادی‌ها و سلول‌های خورشیدی نیز استفاده می شود. تیاگی و همکارانش دریافتند که TiO_2 ظرفیت ذخیره سازی شارژ عالی و پتانسیل زیادی به عنوان یک ابرخازن دارد.

Viraneva و همکارانش با توجه به تحقیقات قبلی انجام شده TiO_2 را در تولید فیلمهای کامپوزیت به پلی پروپیلن (PP) اضافه کردند و مشخص شد که با افزایش نسبت TiO_2، پتانسیل سطح در زمان کوتاهتری کاهش می یابد که این ممکن است به این واقعیت نسبت داده شود که نسبت TiO_2 بالاتر تأثیر مثبتی بر رسانایی دارد. یافته‌های مشابه در این مطالعه توسط Zha و همکارانش مشخص نموده است که نسبت TiO_2 بیش از ۵ درصد وزنی منجر به بهبود قابل توجهی در هدایت می شود. از آنجا که یکی از ویژگی های فوتوکاتالیز تصفیه هوا است، در مطالعات قبلی انجام شده در مورد مواد فیلتر هوا، اغلب TiO_2 مورد بررسی قرار گرفته است. به عنوان مثال لی و همکارانش در تحقیقات خود بیان نموده اند که تجزیه بنزن و تولوئن با استفاده از این ویژگی خاص TiO_2 تقویت می شود.

از آنجا که اکثر مطالعات بر روی ویژگی تصفیه فوتوکاتالیز TiO_2 در کاربرد فیلتراسیون هوا انجام شده است، این مطالعه به بررسی بر روی تاثیر استفاده از ذرات TiO_2 در تولید لایه های ملت بلون (تهیه شده از الیاف PP) جهت استفاده در فیلتراسیون هوا پرداخته است. در این مطالعه پس از فرایند تولید، مورفولوژی سطح، پتانسیل سطح و فیلتراسیون الکتریسیته ساکن منسوجات ملت بلون با حضور TiO_2 مورد بررسی قرار گرفته است.

روش تهیه و تولید نمونه‌ها:

مواد مورد استفاده :

گرانول PP از شرکت کره‌ای (Metocene MF650Y, Polymirae. Co., Ltd) با سرعت جریان ذوب ۱۸۰۰ گرم در ۱۰ دقیقه تهیه شده

جدول ۱- خواص ذاتی نمونه های تهیه شده با پارامترهای مختلف

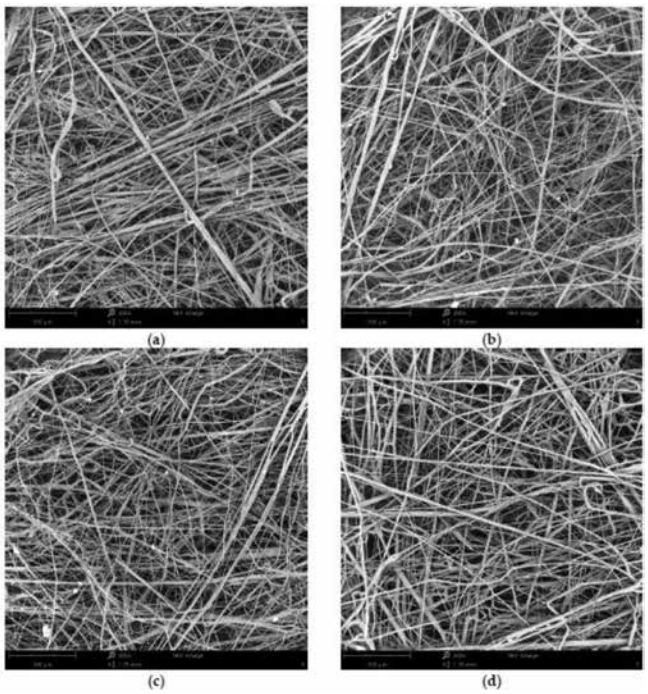
TiO_2 Ratio (wt%)	Electric Field Intensity (kV/cm)	Basis Weight (g/m^2)	Thickness (mm)	Fiber Diameter (μm)	Air Permeability ($cm^3/s/cm^2$)
1	1.5	68.3 ± 4.8	0.63 ± 0.04	5.73 ± 2.97	64.43 ± 3.52
	2	76.5 ± 6.4	0.65 ± 0.09	6.18 ± 3.13	60.81 ± 4.59
	2.5	69.4 ± 3.4	0.64 ± 0.09	5.91 ± 3.67	63.64 ± 8.07
2	1.5	75.1 ± 4.5	0.65 ± 0.05	6.47 ± 3.25	61.67 ± 4.09
	2	73.3 ± 6.8	0.64 ± 0.04	6.33 ± 1.98	67.16 ± 5.24
	2.5	67.0 ± 8.9	0.62 ± 0.04	6.76 ± 3.91	66.87 ± 5.12
3	1.5	63.5 ± 11.3	0.68 ± 0.07	6.02 ± 3.28	61.06 ± 4.23
	2	70.0 ± 8.6	0.61 ± 0.06	5.97 ± 3.77	64.50 ± 4.84
	2.5	66.5 ± 8.2	0.65 ± 0.05	6.73 ± 4.12	67.31 ± 3.9
4	1.5	73.5 ± 5.8	0.64 ± 0.02	5.39 ± 2.49	62.00 ± 4.17
	2	71.6 ± 4.4	0.62 ± 0.04	6.74 ± 3.74	59.3 ± 5.72
	2.5	78.8 ± 7.1	0.68 ± 0.06	6.47 ± 3.81	68.65 ± 8.36

*All of the samples are charged for 1 min at a distance of 10 cm, an ambient temperature of 25 °C, and a humidity of 40%. As an electric field intensity of 3 kV/cm generates arc, the maximum electric field intensity used in this study is 2.5 kV/cm.

است. پودر TiO_2 با خلوص ۹۸٪ و قطر ذرات ۰/۲۳ میکرومتر (دامنه قطر ذرات بین ۰/۱ تا ۰/۶ میکرومتر گزارش شده است) از یک شرکت تایوانی (R-103, E Chang Trading Co., Ltd.) تهیه شده است. NaCl با خلوص ۹۹٫۸٪ از شرکت ژاپنی (Shimakyu's Pure Chemicals Co., Ltd.,) تهیه شده است.

روش تهیه منسوجات ملت بلون:

ابتدا پودر PP و TiO_2 (۱، ۲، ۳ یا ۴ درصد وزنی) به صورت گرانول ترکیبی



شکل ۱. تصاویر SEM از منسوجات ملت بلون با افزودن TiO_2 به میزان (a) یک درصد وزنی، (b) دو درصد وزنی، (c) سه درصد وزنی و (d) چهار درصد وزنی

PP / TiO_2 تهیه شده و سپس از دستگاه ملت بلون ساخت چین (Tianjin Shengruiyuan Machinery Technology) و نیز دستگاه شارژ الکتریکی (روش کرونا) تهیه شده از کشور تایوان برای تولید منسوج استفاده می شود. در جدول ۱ ویژگی‌های مختلف منسوجات ملت بلون تهیه شده از روش فوق مشخص شده است. همچنین شکل ۱ نشان می‌دهد که مقدار TiO_2 بکار رفته ارتباطی به قطر الیاف تولید شده ندارد ولی به جهت مطالعه اثر مقدار TiO_2 بر روی بازدهی نهایی فیلتراسیون، سعی شده ت که تنظیمات دستگاه ها بر اساس تولید الیاف با قطر یکنواخت صورت گیرد.

آزمون‌های انجام شده:

ولتاژ سطح:

از یک دستگاه استاتیک (مدل 5740 TAKK Industries Inc .US) برای اندازه‌گیری ولتاژ سطح با فاصله ۱۰ سانتیمتر استفاده شده است و نتایج آزمون در ادامه گزارش شده است.

مقاومت سطح:

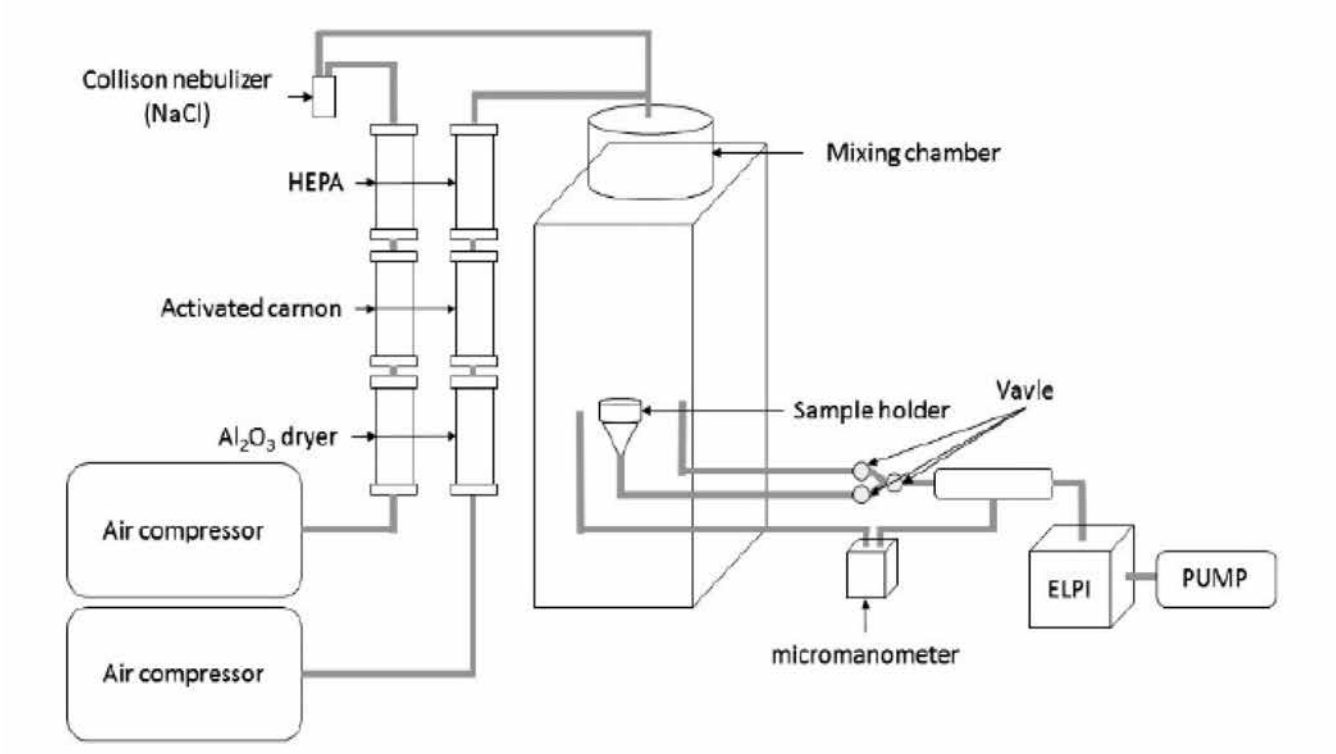
برای اندازه‌گیری مقاومت سطح از دستگاه (OHM-STAT RT-1000, stat-ic solutions Inc.US) با ولتاژ ۱۰۰ استفاده شده است.

راندمان فیلتراسیون و افت فشار :

جهت بررسی پراکندگی و ابعاد ذرات از دستگاه الکتریکی کم فشار (EL-PITM، دکاتی ، فنلاند) با جریان گاز ۸۵۴ لیتر در دقیقه و غلظت ذرات ۲۰۰ میلی گرم در متر مکعب (NaCl) استفاده شده است.

همچنین غلظت ذرات قبل و بعد از فرآیند فیلتراسیون برای محاسبه بازده فیلتراسیون بدست آمده است.

علاوه بر این، برای اندازه گیری اختلاف فشار در فرایند فیلتراسیون، با استفاده از معادله زیر، از یک میکرومانومتر (Models PVM 610, Airflow Mea-



شکل ۲- شماتیک اندازه‌گیری بازدهی فیلتراسیون و افت فشار

surements Ltd.,UK) استفاده شده است:

$$FE = \frac{C_0 - C_i}{C_0} \times 100\ \% \qquad (۱)$$

در معادله (۱):

FE: بازدهی فیلتراسیون، C_0: تراکم ذرات قبل از فیلتراسیون، C_i: تراکم ذرات بعد از فیلتراسیون

در شکل ۲ نحوه اندازه‌گیری بازدهی فیلتراسیون و افت فشار توسط دستگاه نشان داده شده است.

کالریمتری اسکن دیفرانسیل (DSC) :

یک روش تحلیل حرارتی است که در آن تفاوت در مقدار گرمای موردنیاز برای افزایش دمای نمونه و مرجع به عنوان تابعی از دما اندازه‌گیری می‌شود.

برای اندازه‌گیری آنتالپی آشکار تبلور، از یک کالری‌متر اسکن اصلی (DSC Q200, TA Instruments., USA) استفاده شده است.

میزان گرمایش و سرمایش ۱۰ درجه سانتیگراد در دقیقه بوده و تبلور با استفاده از معادله زیر محاسبه می‌شود:

$$Xc(\%) = \frac{\Delta H_m}{\Delta H_m^0} \times 100\% \qquad (۲)$$

در معادله (۲):

Xc میزان تبلور، ΔH_m آنتالپی آشکار تبلور ΔH_m^0 آنتالپی تبلور زمانیکه PP دارای تبلور ٪100 است

بحث و نتایج:

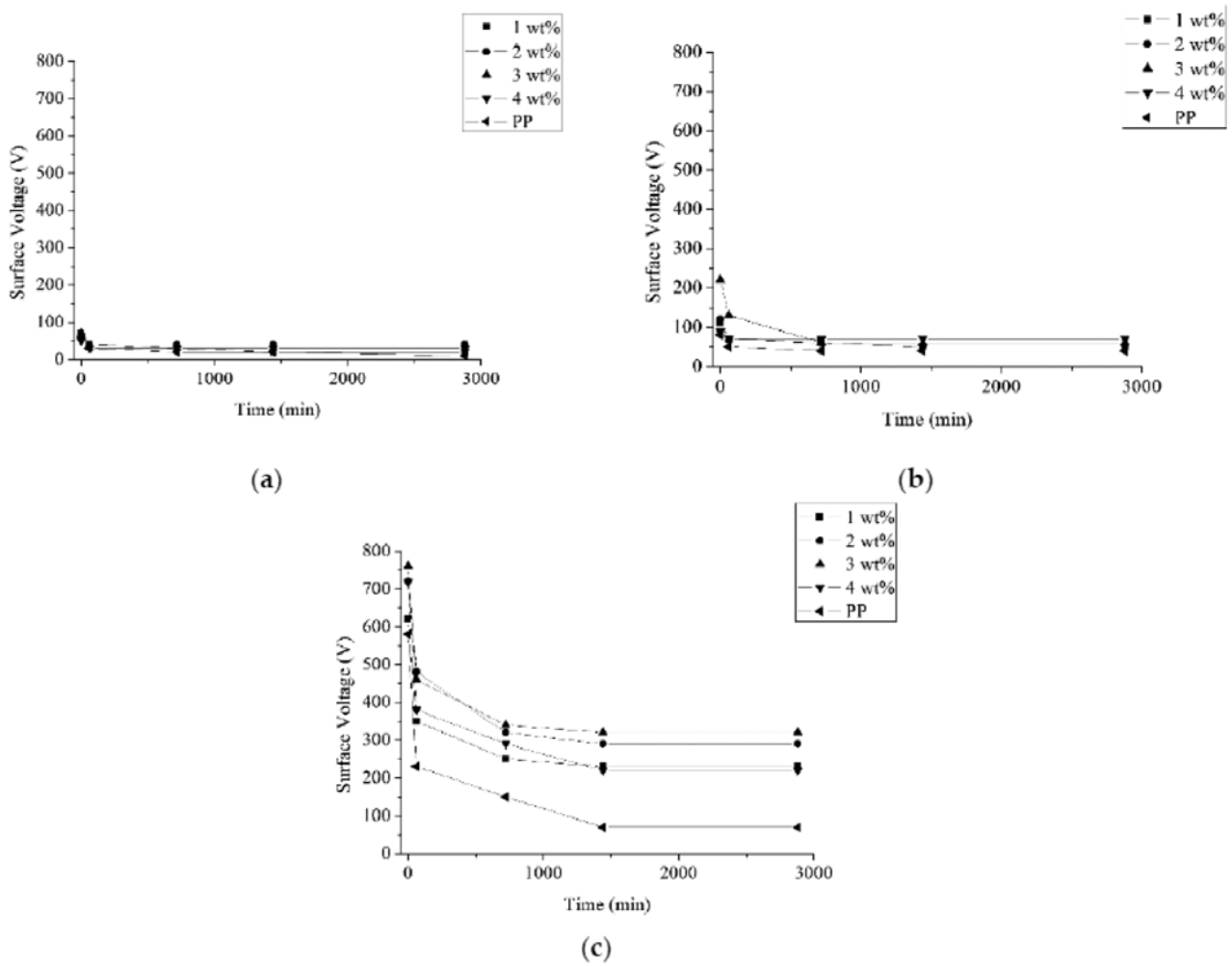
ولتاژ سطح:

هدف از افزودن TiO_2 تقویت پتانسیل سطح منسوجات ملت بلون می باشد. شکل ۳ نشان می دهد که منسوجات زمانی که شدت میدان الکتریکی ۱,۵ (شکل a۳) و ۲,۰ کیلو ولت بر سانتی متر (شکل b۳) باشد دارای ولتاژ سطح پایینی هستند زیرا شدت میدان الکتریکی قادر به تأمین انرژی کافی نمی‌باشد. هنگامی که شدت میدان الکتریکی ۲/۵ کیلو ولت بر سانتی متر باشد، افزایش قابل توجهی در ولتاژ سطح وجود دارد (شکل c۳).

همانطور که در شکل c۳ مشاهده می شود، افزایش نسبت TiO_2 ولتاژ سطح را بهبود می بخشد به ویژه با افزودن ۳ درصد وزنی TiO_2 حداکثر ولتاژ سطح

جدول ۲ : خصوصیات حرارتی و تبلور نمونه ها با تغییر در مقدار وزنی TiO_2 (۱ و ۲ و ۳ و ٤ درصد وزنی)

TiO_2 Ratio (wt%)	T_c (°C)	T_m (°C)	Crystallinity (%)
Pure PP	121.0	146.6	6.9
1	120.0	159.6	15.3
2	122.2	149.9	15.1
3	118.3	147.7	22.3
4	118.2	144.5	16.2



شکل ۳ : ولتاژ سطحی منسوجات ملت بلون با افزودن مقادیر وزنی TiO_2 (۱، ۲، ۳ و ٤ درصد وزنی) و شدت میدان الکتریکی (a) ۱/۵، (b) ۲/۰ و (c) ۲/۵ kv

ایجاد می شود. با افزایش بیشتر مقدار TiO_2 (۴ درصد وزنی) به دلیل پدیده تجمع ذرات TiO_2 و کاهش انرژی سطحی، بر ولتاژ سطح تأثیر منفی می گذارد.

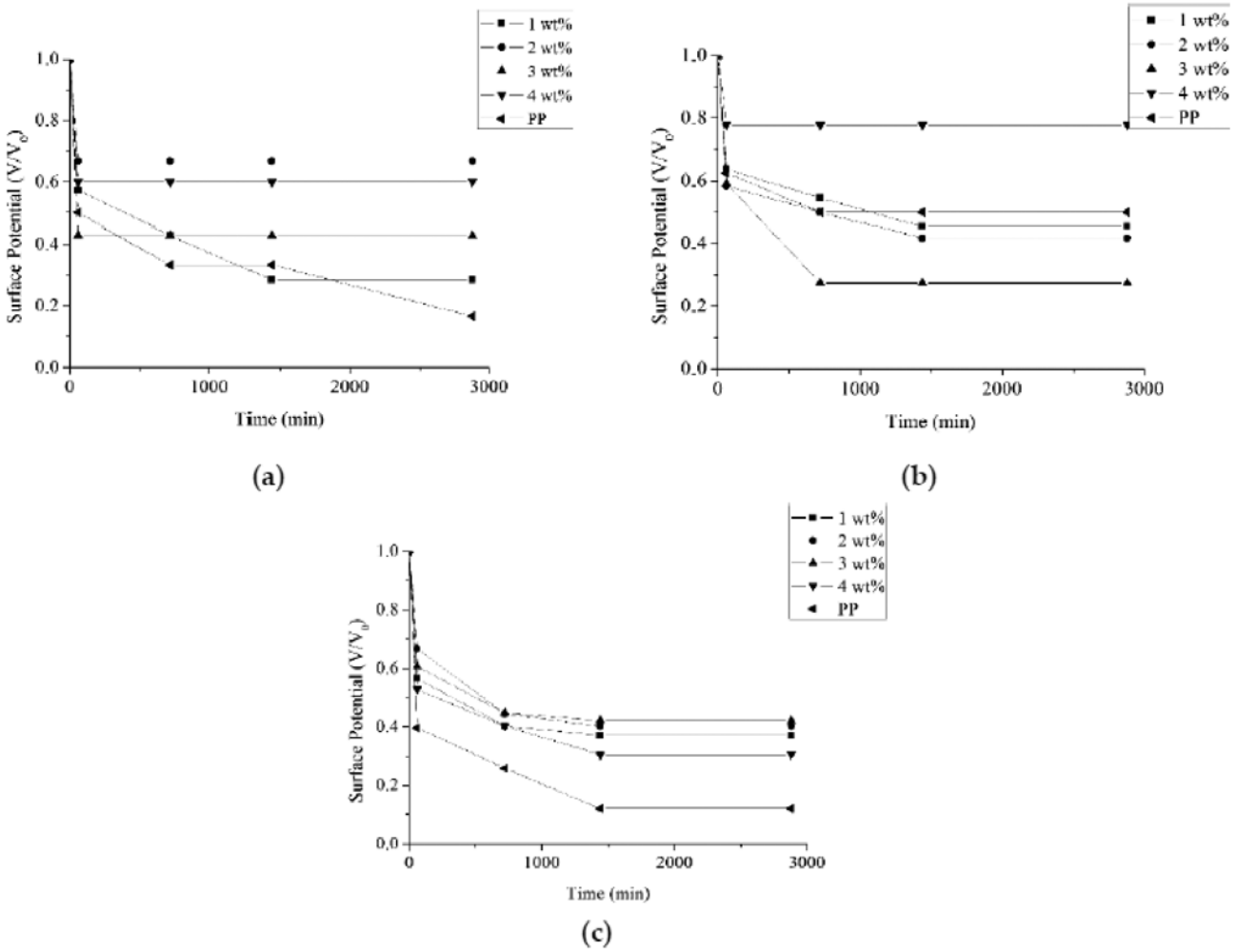
جدول ۲ نشان می دهد که تبلور با افزایش TiO_2 از ۱ به ۳ درصد وزنی افزایش می یابد، اما تبلور با ۴ درصد وزنی TiO_2 کاهش یافته و مقدار آن مشابه با حالت ۲ درصد وزنی TiO_2 می شود. کاهش تبلور ممکن است به دلیل تجمع نانو ذرات TiO_2 (به دلیل انرژی سطحی بالای ذرات و تمایل به ایجاد تجمع ذرات که سبب خارج شدن ابعاد ذرات از فرمت نانو می گردد) باشد. علاوه بر این، ولتاژ سطح نیز به تبلور بستگی دارد. تعامل بین منطق بلوری و آمورف منجر به ایجاد تله‌هایی برای ذخیره بار شود. تبلور پایین تر، مناطق مناسب جهت ذخیره بار را کاهش می‌دهد که در نهایت منجر به کاهش ولتاژ سطح می گردد.

در شکل c۳، منسوجات ملت بلون تهیه شده از ۱ تا ۴ درصد وزنی TiO_2 از نظر روند و مقدار، ولتاژهای سطح قابل مقایسه ای را نشان می دهند. بارهای الکتریکی TiO_2 عمدتاً بر روی ذرات آن ذخیره می شود و در نتیجه به دلیل تجمع ذرات در ۴ درصد وزنی و خارج شدن آنها از حالت نانو و کاهش سطح ذرات، سطح مورد نظر جهت ذخیره بار تامین نشده و سبب کاهش ولتاژ سطح در این درصد وزنی می گردد.

تغییر در تبلور آنتالپی آشکار تبلور را تغییر می دهد که متعاقباً دمای T_c و T_m را تغییر می دهد. پایداری بارهای الکترواستاتیک در منسوجات ملت بلون مربوط به پتانسیل سطح است که می تواند از طریق معادله زیر محاسبه شود:

جدول ۳- مقاومت سطحی لایه‌های ملت بلون با نسبت‌های وزنی مختلف از TiO_2

TiO_2 Ratio (wt%)	Surface Resistivity (Ω/SQ)
Pure PP	$2.71 \times 10^{11} \pm 4.96 \times 10^{10}$
1	$1.79 \times 10^{11} \pm 7.12 \times 10^{9}$
2	$1.63 \times 10^{11} \pm 5.62 \times 10^{9}$
3	$1.43 \times 10^{11} \pm 1.50 \times 10^{10}$
4	$9.15 \times 10^{10} \pm 1.24 \times 10^{10}$



شکل ٤ : پتانسیل سطح منسوجات ملت بلون با نسبت وزنی TiO_2 (۱، ۲، ۳ و ٤ درصد وزنی) و شدت میدان الکتریکی (a) ۱/۵، (b) ۲/۰ و (c) ۲/۵ کیلوولت /سانتی متر.

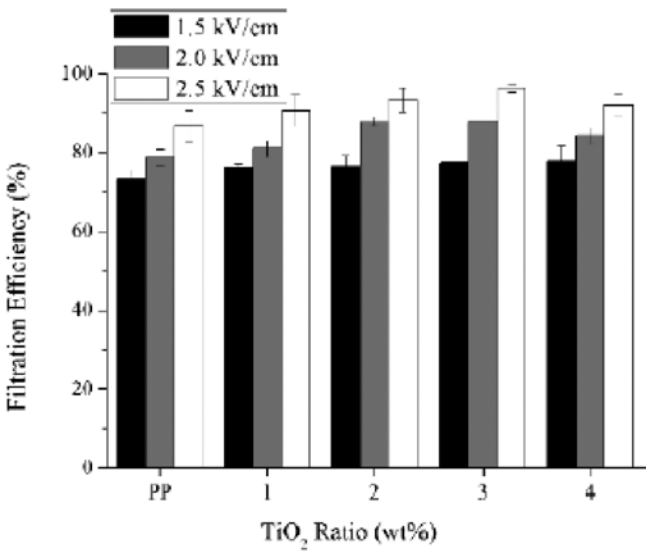
$$\text{Surface Potential} = \frac{V}{V_0} \qquad (۳)$$

در معادله ۳:

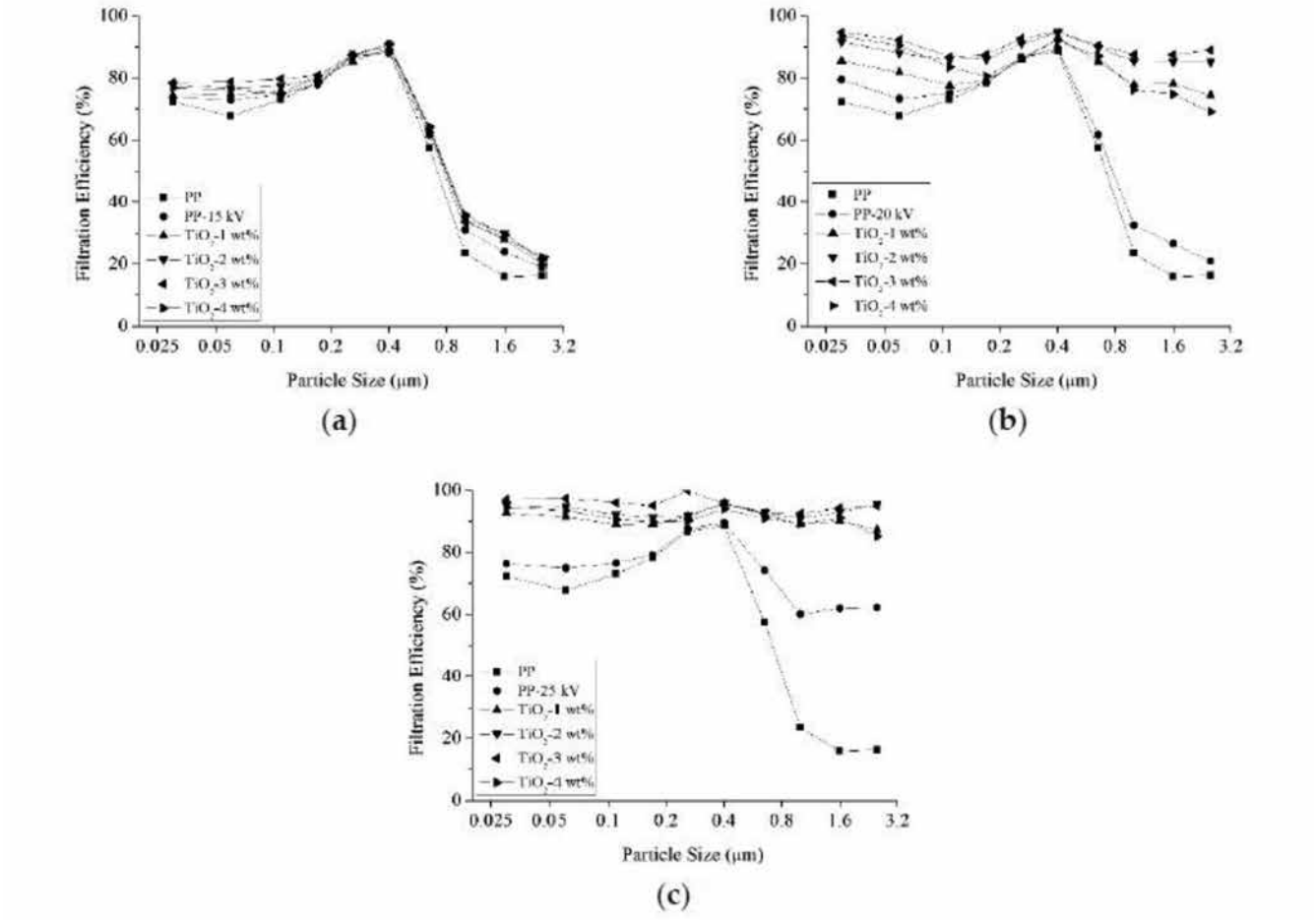
V: ولتاژ سطحی است که با گذشت زمان تغییر می‌کند

V_0: ولتاژ اولیه سطح می‌باشد

همانطور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود ولتاژ اولیه سطح در ۱/۵ و ۲/۰ کیلو ولت بر سانتی‌متر نسبتاً پایین‌تر به نظر می رسد و به نوبه خود ولتاژ سطحی بالاتری را نسبت به ولتاژ اولیه ۲/۵ کیلو ولت بر سانتی متر ایجاد می نماید و به طور خاص، در ۳ درصد وزنی TiO_2 پتانسیل سطح بهینه ای را برای لایه ها فراهم می کند. TiO_2 ماده‌ای با ثابت دی الکتریک بالا و رسانایی کم است و بنابراین می تواند ذخیره و پایداری بار را به طور مستمر تقویت نماید. در عین حال، تبلور پلیمر را تسهیل داده و منطقه تماس بین مناطق کریستالی و آمورف را که به شکل تله برای ذخیره بار است، افزایش می‌دهد. از این رو، پتانسیل سطح می تواند به طور قابل توجهی بهبود یابد.



شکل ۵ : بازدهی فیلتراسیون منسوجات ملت بلون با نسبت وزنی‌های مختلف TiO_2 (۱، ۲، ۳ و ٤ درصد وزنی) و شدت میدان الکتریکی (a) ۱/۵، (b) ۲/۰، (and (c ۲/۵ kV/cm. بازدهی فیلتراسیون منسوجات ملت بلون تهیه شده از الیاف پلی‌پروپیلن خالص غیرالکتریک معادل ۷۲,۶۷٪ - ۱,۴۲٪ می‌باشد



شکل ٦ : راندمان فیلتراسیون ذرات در اندازه های مختلف برای منسوجات ملت بلون
با نسبت‌های ۱، ۲، ۳ و ٤ درصد وزنی TiO_2و شدت میدان الکتریکی (a) ۱,۵، (b) ۲,۰ و (c) ۲,۵ کیلوولت /سانتی متر

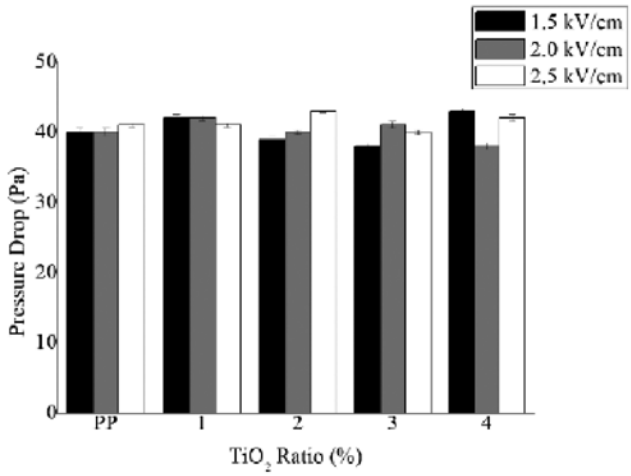
مقاومت سطح:

با توجه به مطالعه Viraneva و همکارانش، پایداری بار الکترواستاتیک که وابسته به ذخیره بار ذرات، فضای مناسب ذخیره بار در پلیمرها و میزان رسانایی می باشد در این منسوجات پایدار گزارش شده است. رابطه بین نسبت TiO_2 و مقاومت سطح در جدول ۳ نشان داده شده است.

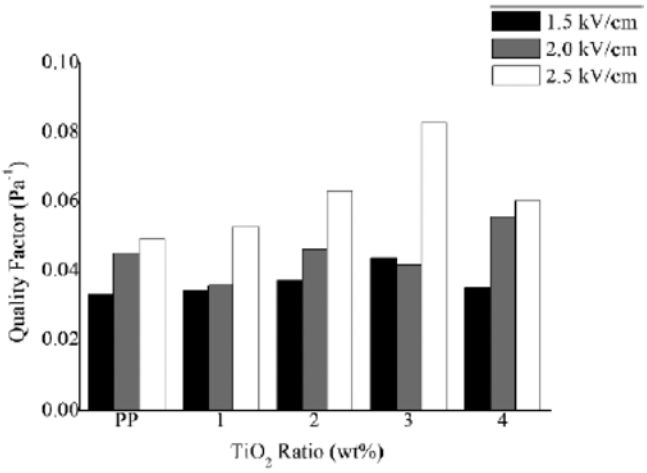
افزایش TiO_2 بر مقاومت سطح لایه ها تأثیر منفی می گذارد و سبب کاهش آن می گردد. مقاومت سطح کمتر معادل رسانایی الکتریکی بیشتر سطح بوده و بارهای الکتریکی را به طور مستمر پراکنده می نماید. در ۴ درصد وزنی TiO_2 ، مقاومت سطحی لایه ها در مدت زمان کوتاهی کاهش یافته ولی مجدد افزایش می یابد و در نهایت رفتاری مشابه با لایه های شامل ۱ درصد وزنی TiO_2 خواهد داشت (مطابق شکل c۳).

بازدهی فیلتراسیون:

ولتاژ سطح لایه های ملت بلون پس از دو روز نگهداری تثبیت شده و سپس نمونه ها از نظر بازدهی فیلتراسیون مورد مطالعه قرار گرفته اند. همانطور که در شکل ۵ مشاهده می شود با افزایش مقدار TiO_2 و نیز افزایش شدت میدان الکتریکی راندمان فیلتراسیون افزایش می یابد. به طور خاص، شدت میدان الکتریکی ۲,۵ کیلو ولت بر سانتی متر ، به جای ۱,۵ یا ۲,۰ کیلو ولت بر سانتی متر، به حفظ ولتاژ سطح نسبتاً بالاتر کمک می کند و در نتیجه بازده فیلتراسیون بالاتر خواهد بود. در ضمن علاوه بر فیلتراسیون مکانیکی، با کمک نیروهای الکترواستاتیکی جذب ذرات صورت می گیرد. همانطور که در شکل ۶ مشاهده می شود پارچه های ملت بلون تهیه شده از الیاف PP خالص غیر الکتریک هنگام فیلتر کردن ذرات در اندازه های ۰,۴-۲,۵ میکرومتر عملکرد خوبی را نشان نمی دهند. فیلتراسیون مکانیکی با استفاده از تأثیر اینرسی، رهگیری، انتشار براونی و ته نشینی ناشی از جاذبه تحقق می یابد. در مورد ذرات در اندازه های بیش از ۲/۵ میکرومتر، می توان آنها را به سادگی با فیلتراسیون مکانیکی فیلتر کرد. با این حال، برای ذراتی که کوچکتر از ۲/۵ میکرومتر، به ویژه کوچکتر از ۱۰۰ نانومتر، هستند استفاده از فیلتراسیون مکانیکی رضایت بخش نخواهد بود. طبق تحقیقات انجام شده مشخص گردیده که استفاده از الکتریسیته ساکن برای جذب ذرات کوچکتر از ۲/۵ میکرومتر بسیار موثر می‌باشد. ذرات در مجاورت میدان‌های الکتریکی ناشی از الیاف باردار قطبی می‌شوند. ذرات قطبی شده سپس توسط الیاف باردار جذب شده و بدین ترتیب



شکل ۷ : افت فشار منسوجات ملت بلون با نسبت وزنی TiO_2 (۱، ۲، ۳ و ٤ درصد وزنی) و شدت میدان الکتریکی (a) ۱,۵ ، (b) ۲,۰ و (c) ۲,۵ کیلوولت بر سانتی‌متر. (افت فشار پارچه های ذوب PP خالص غیر الکتریکی ٤٠ /٥ Pa است.)



شکل ۸ : ضریب کیفیت منسوجات ملت بلونبا نسبت وزنی TiO_2 (۱ ، ۲ ، ۳ و ٤ درصد وزنی) و شدت میدان الکتریکی (a) ۱,۵ ، (b) ۲,۰ ، و (c) ۲,۵ kV / cm . ضریب کیفیت لایه های ملت بلون تهیه شده از PP خالص غیر الکتریک ۰/۰۳۲ است.

بازده فیلتراسیون جذب الکتریسیته ساکن بدست می آیند. هرچه ولتاژ سطح بیشتر باشد، عملکرد جذب ذرات نیز بهتر می باشد.

در میدان الکتریکی با شدت ۲/۵ کیلو ولت بر سانتی متر، لایه‌های ملت بلون بدون در نظر گرفتن افزودن ذرات TiO_2 ، راندمان فیلتراسیون خوبی را برای ذرات ۰/۰۳–۲/۵ میکرومتر نشان می دهند (شکل ۶). به طور خاص، با افزودن ۳ درصد وزنی TiO_2 بازدهی فیلتراسیون برای ذرات با ابعاد بین ۰/۰۳ تا ۲/۵ میکرومتر بالاتر از ۹۲ درصد می گردد.

افت فشار:

ارزیابی مهم دیگر در اندازه گیری فیلتراسیون عملکرد افت فشار است. شکل ۷ نشان می دهد که افت قابل توجه فشار در همه نمونه ها وجود ندارد زیرا آنها باید به عنوان یک ساختار ثابت باقی می مانند. در نتیجه می توان تأثیر ولتاژ سطح را بر راندمان فیلتراسیون به طور دقیق اندازه گیری کرد. از این رو ، وزن پایه ، ضخامت، قطر الیاف و نفوذپذیری هوا در نمونه ها در جدول ۱ یکسان است. برای مقایسه کارایی فیلتراسیون بین فیلترهای مختلف معمولاً از فاکتور کیفیت استفاده می شود و معادله به شرح زیر است:

$$Q_f = \frac{-\ln(1-E)}{\Delta P} \qquad (۴)$$

در معادله ۴:

Qf عامل کیفیت است، E اثر فیلتراسیون است و PΔ کاهش ولتاژ است.

ضریب کیفیت با نسبت بیشتر TiO_2 یا شدت میدان الکتریکی بالاتر بهبود می یابد (شکل ۸).

افت فشار مربوط به ساختار نمونه ها است و پارامترهای مورد بررسی تغییری در ساختار ایجاد نمی نماید. ژانگ و همکارانش دریافتند که ضریب کیفیت لایه های ملت بلون تهیه شده معادل $0.033\ Pa^{-1}$ می‌باشد. در مقایسه، منسوجات ملت بلون الکتریکی تهیه شده پیشنهادی در این مقاله از نظر بازده فیلتراسیون عملکرد بهتری نسبت به پارچه های موجود در بازار دارند. به‌طور خاص، وقتی ۳ درصد وزنی از TiO_2 استفاده می شود و شدت میدان الکتریکی ۲/۵ کیلو ولت بر سانتی‌متر است، این فاکتور به مقدار $0.083\ Pa^{-1}$ می رسد.

جمع بندی :

در این مطالعه پیشنهاد شده است که از یک ماده معدنی TiO_2 با هزینه کم و دی الکتریک با ثبات بالا برای بهبود کارایی فیلتراسیون منسوجات ملت بلون استفاده شود. نتایج نشان می دهد که نسبت بیشتر TiO_2 تأثیر مثبت بر ولتاژ سطح و بازده فیلتراسیون فیلترها دارد. علاوه بر این ، TiO_2 همچنین سرعت تبلور پلیمر را برای تقویت فیلتراسیون کاهش می دهد. نتایج بدست آمده نشان داده است که پارامتر کیفیت فیلتراسیون منسوجات پیشنهادی که همان ملت بلون تقویت شده با ذرات TiO_2 می باشد برابر با $0.083\ Pa^{-1}$ است که به‌طور قابل توجهی بالاتر از کیفیت منسوجات ملت بلون معمول در بازار ($0.033\ Pa^{-1}$) می‌باشد. بنابراین این لایه ها گزینه مناسبی برای تهیه فیلتراسیون و نیز تهیه ماسک می‌باشد.

* مدیریت واحد تحقیق و توسعه شرکت صنعتی لایی ساز

منبع :

Filtration E_ciency of Electret Air Filters Reinforced by Titanium Dioxide, Appl. Sci. 2020, 10, 2686; doi:10.3390/app10082686