بررسی فیلترهای پوشش داده شده به روش نانوالکتروریسی

نویسنده ها: بهناز شکاری، محسن هادیزاده، پدرام پیوندی

یزد-صفائیه-دانشگاه یزد-مجتمع فنی مهندسی -دانشکده مهندسی نساجی

Email:shekari-textile@yahoo.co

چکیده:

الکتروریسی روشی سریع و کم هزینه برای تولید الیاف در قطرهای بسیار کوچک محسوب می شود که علاوه بر تولید الیاف پلیمری فوق نازک برای پوشش های سبک نانوالیاف پلیمری روی لایه های مختلف لیفی نیز استفاده می شود. از آنجا که صفحات نازک الیاف خواص فوق العاده ای دارند اما خواص مکانیکی محدودی دارند که به منظور فراهم آوردن استحکام و دوام این صفحات باید با بعضی دیگر از لایه های فرعی یا به صورت روکش به منظور حفاظت از این صفحات به کار روند. نتایج حاصله نشان میدهند که روکش کردن فیلتر ها به روش الکتروریسی به وضوح راندمان فیلتر را افزایش می دهد.

کلمات کلیدی: الکتروریسی، لایه منسوج زیری، راندمان فیلتر

۱. مقدمه:

الکتروریسی یک تکنیک امید بخش و موثر برای تولید الیاف با قطرهای زیر میکرون است. تکنیکی که قادر است صفحه نازکی از الیاف با منافذ کوچک تولید نماید، از مزایای دیگر این روش ساده و راحت بودن و همچنین ارزان بودن نسبت به دیگر روش های شکل گیری الیاف به صورت سنتی است [۱] .مکانیزم کلی الکتروریسی شامل به کارگیری یک نیروی الکتریکی بین قطره کوچکی از حلال یا مذاب پلیمری در نوک یک موئینه و صفحه جمع کننده می باشد. هنگامی که شدت میدان الکتریکی بر کشش سطحی حلال چیره شود یک جریان سریع باردار شده خارج شده و به سمت الکترود متصل به زمین هدایت می شود. هنگامی که قطر الیاف به میکرون یا حتی زیر میکرون کاهش می یابد خواص شگفت انگیزی نظیر نسبت سطح به حجم بسیار بالا، انعطاف پذیری مناسب و کارآیی بالای مکانیکی درمقایسه با مواد شناخته شده نشان می دهند [۲] . در عین حالی که صفحات نازک الیاف خواص فوق العاده ای به وجود می آورند اما خواص مکانیکی محدودی دارند که به منظور فراهم آوردن استحکام و دوام این صفحات باید در ساختار کامپوزیت ها با بعضی دیگر از لایه های فرعی یا به صورت روکش به منظور حفاظت از این صفحات به کار روند. همچنین الیاف الکتروریسی شده می توانند با استفاده از افزودنی ها و پرکننده های مختلف در شکل کامپوزیت لیفی استفاده شوند [۳].

در صنعت بی بافت یکی از سریعترین بخش های رشد یافته کاربردهای فیلتری است. در گذشته از بی بافت های Spun-bond و Melt-blown که دارای الیاف در اندازه میکرون هستند در تولید فیلتر استفاده می شدند؛ اما اخیراً وب هایی شامل الیاف الکتروریسی شده با قطرهای ۱۰۰-۱۰ بار کوچکتر جایگزین آن ها شده اند. چرا که آن ها به طور موثر توانسته اند راندمان بالاتری را در تصفیه هوا و مایعات نشان دهند. از طرفی دیگر یک مشخصه منحصر به فرد در الکتروریسی توانایی آن برای کنترل قطر الیاف (از دهها نانومتر به چند میکرون) به وسیله تغییر متغیرهای فرآیند مانند غلظت محلول، ولتاژ، سرعت جریان سیال و ... می باشد که با تغییر در قطر الیاف فرصتی را برای تنظیم میزان تخلل پوسته فراهم می کند [٤].

فیلترکردن ذرات میکرون یک عامل مهم برای فرآیند داروسازی، تصفیه هوا و آب و کاربردهای غذایی و آشامیدنی به شمار می رود. تلاش های زیادی برای تولید فیلترها از نانوالیاف صورت گرفته است؛ چرا که صفحه های نانوالیاف سطح مخصوص بالاتری ($1-35\ m^2/g$) بسته به قطر الیاف از خود نشان می دهند [٥].

میزان خلل و فرج فیلترهای لیفی با الیافی در محدوده قطری میکرون و نانومتر معمولاً ۹۰-۸۰٪ می باشد؛ که چنین ساختارهایی قادر به جداکردن ذرات میکرون و زیر میکرون با راندمان بالا و مقاومت کم در مقابل جریان هوا هستند [٦].

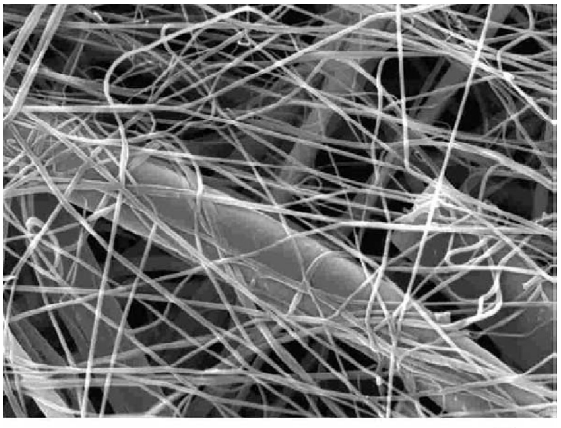
۲. بررسی راندمان فیلترها

اگر جمع کننده با یک لایه زیری پوشانده شود با انجام عمل الکتروریسی یک روکش نانو روی لایه زیری شکل می گیرد. همچنین چسبندگی بین روکش و لایه زیری از نکات مهمی

است که برای کاربردهایی که منسوج روکش شده در معرض تماس با محیط قرار می گیرد ضروری است [۷].

در تحقیقی که توسط Lee و همکارانش انجام گرفت، لایه ای از پلی اورتان الکتروریسی شده را بر روی لایه زیری بی بافت پلی پروپیلن پوشش داده شد و الیاف پلی اورتان تحت شرایط مختلف الکتروریسی برای یافتن شرایط بهینه ریسیده شدند. در این تحقیق به منظور تولید پارچه های حفاظتی برای کارهای کشاورزی یک لایه پلی پروپیلن الکتروریسی شده به طور موثر عملکرد مانع را برای رقابت با مایعات با کشش های سطحی متفاوت افزایش داد. [۸].

Hejra و همکارانش فیلتر ترکیبی شامل بستری از الیاف شیشه در حد زیر میکرون تهیه نمودند. فیلتر تست شده با افزودن مقدار کمی نانو الیاف روی بستری از الیاف شیشه، به طور موثری قطرات روغن با قطر ۲۱۰ نانومتر را جذب نمود. شکل (۱) نشان می دهد که نانوالیاف الکتروریسی شده روی فضاهای باز بین الیاف شیشه قرار می گیرند و ناخالصی ها تمایل دارند که در نقاط تقاطع بین الیاف جمع شوند [۹].

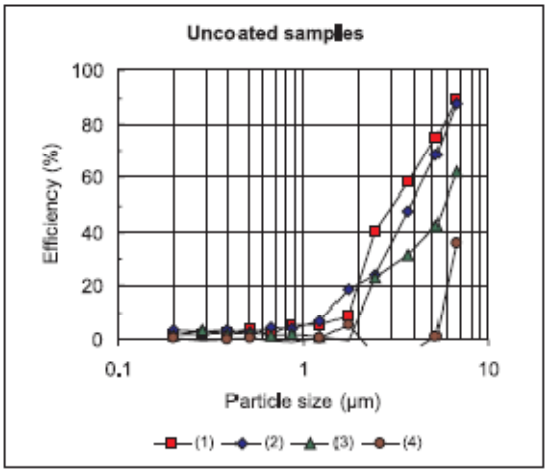


شکل ۱-

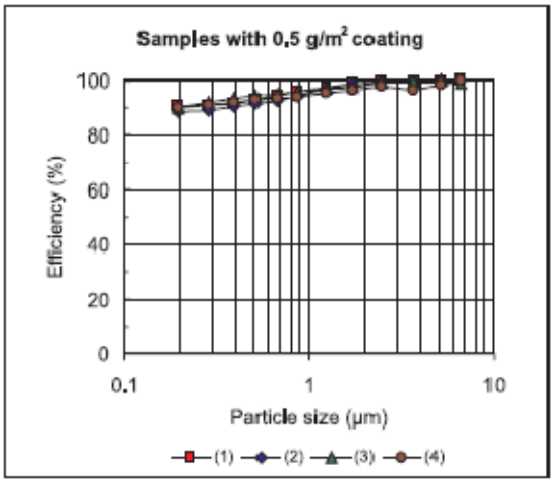
تصویر SEM نانوالیاف بر روی الیاف شیشه. الیاف بزرگتر (۵-٤) الیاف شیشه و الیاف کوچکتر (۰/۲-۰/۱) نانوالیاف پلی آمید هستند[۹].

اثر مشابه در نتیجه تحقیقات Shin و Chase دیده شده است که نانو الیاف پلی اکریلو نیتریل، پلی آمید و نایلون روی الیاف شیشه به کار رفته است و نشان داده شد که شبکه های نانو لیفی پلیمری راندمان فیلتراسیون بالاتری را نشان می دهند. البته باید توجه داشت که با افزایش ضخامت لایه الکتروریسی هرچند راندمان فیلتر بهبود می یابد و لی افت فشار نیز افزایش پیدا می کند؛ درنتیجه باید ضخامت الکتروریسی نیز در شرایط بهینه ای تنظیم شود [۱۰].

در پژوهشی که توسط Heikkilä و همکارانش انجام شد پلی آمید ٦.٦ به صورت روکش بر روی ٤ زیر لایه متفاوت استفاده شد که عبارتند از: ۱) لایه زیری بی بافت ترکیب شده الیاف سلولزی و چسبنده های پلیمری ۲) لایه زیری پارچه حلقوی ۳) پارچه بافته شده تاری وپودی با طرح ساده ٤)پارچه آستری با بافت حلقوی. همچنین با استفاده از سه زمان متفاوت الکتروریسی برای پوشش دادن لایه زیری روکش هایی با وزن های مختلف تولید شدند. نتایج به دست آمده از آزمایش ها حاکی از این است که با روکش کردن منسوجات راندمان فیلتر کردن به وضوح بهبود می یابد (شکل (۲و۳)) و در مقابل ظرفیت ازدیاد طول لایه های روکش شده کاهش می یابد[۷].



شکل ۲۳- راندمان فیلتر کردن چهار نمونه پوشش داده نشده [۷].



شکل ۳- راندمان فیلتر کردن چهار نمونه پوشش داده شده [۷].

۳. بحث و نتیجه گیری:

نتایج حاصله نشان می دهد که در مصارف فیلتری لایه الیاف الکتروریسی شده بر روی لایه زیری راندمان فیلتر کردن را بهبود می بخشد و استحکام کششی آن را اصلاح می کند. همچنین لایه زیری می تواند به عنوان یک فیلتر ضخیم برای محافظت از لایه الکتروریسی شده در برابر ذرات ناخالصی به علت اثر غربال کنندگی عمل کند.

۴.منابع:

[۱] Lee S; Obendorf S K. “Use of Electrospun Nanofiber Web for Protective Textile Materials as Barriers to Liquid Penetration”, *Textile Research Journal*, 9, 77 (2007) 696-702.

[2] Huang Z. M; Zhang Y. Z; Kotaki M; Ramakrishna S. “A review on polymer nanofibers by electrospinning and their pplications in nanocomposites”, *omposites Science and Technology*, 63(2003) 2223-2253.

[3] Heikkila P; Harlin A. “Electrospinning of polyacrylonitrile (PAN) solution:

Effect of conductive additive and filler on the process”, *eXPRESS Polymer Letters*, 3,7 (2009) 437-445.

[4] Yoon k and et al; “High flux ultrafiltration membranes based on electrospun nanofibrous PAN scaffolds and chitosan coating”, *Polymer*, 47 (2006) 2434–2441.

[5] Barhate R.S; Loong C.K; Ramakrishna S. “Preparation and characterization of nanofibrous filtering media”, *Journal of Membrane Science*, 283, (2006) 209–218.

[6] Podgórski A; Bałazy A; Grado´n L. “Application of nanofibers to improve the filtration efficiency of the most

penetrating aerosol particles in fibrous filters”, *Chemical Engineering Science*, 61, (2006) 6804 – 6815.

[7] Heikkilä p and et al, “Electrospun PA-66 Coating on Textile Surfaces”, Textile Research Journal, 11, 77 (2007) 864–870.

[8] Lee S; Obendorf S K. “ Barrier Effectiveness and Thermal Comfort of Protective Clothing Materials,” Journal Textile Inst. 2, 98 (2007) 87–97.

[9]Hajra M.G; Mehta K; Chase G.G.“ Effects of humidity, temperature, and nanofibers on drop coalescence in glass fiber media”, *Separation and Purification Technology*, 30 (2003) 79 -88.

[۱۰] مراتی، علی اکبر؛ دادگر، مهران؛ مقدمه ای بر الکتروریسی و نانو الیاف، انتشارات جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی امیر کبیر، ۱۳۸۷.