



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

## نانوالیاف های پلی آمید با الکتروریسی "سبز" از طریق محلول آبی برای کاربردهای

### فیلتراسیون

چکیده:

استفاده از مقادیر زیادی از حلال های ناسازگار با محیط زیست، سمی و آلی قابل اشتعال در الکتروریسی پلیمرها مستلزم توسعه روش های جدید و فرمولاسیون هایی برای ساخت نانوالیاف آبریز پایدار از محلول پیش ساز قابل حل در آب می باشد. نانوالیاف پلی آمید الکتروریسی شده (PI) به دلیل پایداری حرارتی و شیمیایی فوق العاده خود از محبوبیت خاصی برای انواع برنامه های کاربردی برخوردار هستند. با اینحال، پیش ساز اسید پلی امیک پلی آمیدی (PAA) واسطه بایستی از حلال های مضر نظیر دی میتیل فرمامید (DMF) که یک مانع جدی برای کاربرد فنی PI الکتروریسی شده است، الکتروریسی شود. این مطالعه به بررسی تشکیل نانوالیاف پلی آمید با الکتروریسی سبز املاح امونیوم PAA از آب می پردازد. دمای بالای مورد استفاده برای ایمیدیزاسیون در دومین مرحله موجب حذف امونیوم و پلیمر قالبی از طریق حرارت دهی می شود که قطر  $295 \pm 58$  را به نانوالیاف الکتروریسی شده می دهد. از این روی نانوالیاف الکتروریسی شده با الکتروریسی سبز به صورت نانوالیاف PI سبز تعریف شد. فیلتراسیون ائروسول نانوالیاف سبز الکتروریسی شده عملکرد مشابه را با نانوالیاف PI بدست آمده با الکتروریسی PAA از DMF نشان داد. به علاوه نشان داده شده است که نانوالیاف سبز برای فیلتراسیون روغن داغ مناسب است.

کلید واژه ها: پلی آمید؛ الکتروریسی؛ فیلتراسیون؛ نانوالیاف؛ محلول در آب

مقدمه :

پلی ایمیدها ، پلیمرهای عملکرد بالا با خواص عالی مکانیکی ، پایداری حرارتی و مقاومت شیمیایی به دلیل ساختار سفت و سخت شیمیایی هستند که آنها را برای کاربردهای الکترونیکی ، عایق کردن مواد و صنعت هوا و

فضا مناسب ساخته است. اخیراً نانوالیاف پلی ایمید به وسیله ی الکتروریسی ساخته شده توجه بسیاری برای فیلتراسیون ، تقویت کردن بافت کامپوزیت ها ، غشاء پروتون و بعنوان جدا کننده برای باتری های یون لیتیوم جلب کرده اند. الکتروریسی نانوالیاف بلند متصل با رنج قطر از ده ها نانومتر و به یک میکرومتر و الیاف الکتروریسی شده فراهم می کند و تعداد کمی از آنها به طور گسترده در بسیاری از زمینه ها از جمله جمع اوری انرژی ، محافظت از محیط زیست ، مواد کامپوزیت بیومتریال و غیره استفاده شده است. نانو الیاف الکتروریسی PI مقاومت کششی بسیار بالا  $1.7\text{GPa}$  مدول  $76\text{GPa}$  و مقاومت حرارتی و شیمیایی بسیار خوب را نشان می دهد. آنها به وسیله ی ایمیدیزاسیون پیش ماده نانوالیاف پلی آمیک اسید در درجه حرارت بالا که به نوبه ی خود توسط الکتروریسی از دی متیل فرماید یا دی متیل استالید ساخته شده به دست آمده است.

به طور کلی، غلظت الکترون های چرخشی پلیمر برای گرفتن نانوالیاف همگن کمتر از 30 درصد وزنی است. این به معنی استفاده از مقادیر زیادی از حلال های آلی که ممکن است سمی، قابل اشتعال، و سازگار با محیط زیست باشند ، می باشد. بنابراین، هدف اصلی ما جایگزین کردن حلال آلی بر اساس الکتروریسی پلیمرهای نامحلول آبی با پایه فرمولاسیون آبی است.

الکتروریسی مبتنی بر آب دارای کاربردهای بسیار زیادی مانند کاربردی هایی در زمینه پزشکی، کشاورزی، بهبود زخم و دارای مطلوبیت بالا در مواردی است که در آنها باید از استفاده ی مقادیر زیادی از حلال های سمی و قابل اشتعال اجتناب نمود .

ما در گذشته نشان داده ایم که، استفاده از پراکندگی اولیه و ثانویه / سوسپانسیون پلی استر (آب گریز) و پلیمرهای آمفیفیلیک به عنوان راه های سبزی برای ساخت نانو الیاف مربوطه میباشد. 19-24 آنها یا در محل با امولسیون / تعلیق پلیمریزاسیون (پراکندگی اولیه) و یا با پراکنده ساختن پلیمرهای آبی نامحلول آماده در آب تولید می شوند.

این روش برای بسیاری از پلیمرهای مختلف قابل اجرا است اما نمی تواند برای PIS بکار رود. پلی ایمیدها را می توان از طریق آب از طریق محلول آبی پیش ماده PAA متوسط ساخت راه های مختلفی برای ساخت PAA محلول آبی وجود دارد. به عنوان مثال با استفاده از مونومرهای شروع کننده خاص با نیمه یونی یا از طریق واکنش با یک آمین تبدیل PAA به نمک کربوکسیلات آن (PAA-نمک).

آمین ها تنها با زنجیرهای آلکیل کوتاه به عنوان مثال N. -N دی متیل اتانول آمین ، تری اتیل آمین ( $Et_3N$ ) قابلیت حل در آب به PAA فراهم میکند درحالیکه که زنجیرهای آلکیل طولانی PAA آبگریز و نامحلول در آب هستند.<sup>27-28</sup> غشاء و فرآیندهای غشایی ساخته شده از محلول آبی PAA در نمک پیش ساز، ویژگی های مشابه نفوذ گاز غشا مربوطه از حلال های آلی را نشان می دهد.<sup>29</sup> پیش سازهای نمک PAA برای ساخت مورد استفاده قرار گرفت پیش سازهای نمک - PAA برای ساخت غشاء لیفی کامپوزیت با  $SiO_2$  و یا  $Al_2O_3$  در دی متیل استامید (DMAC) مورد استفاده قرار گرفتند استفاده از پیش ساز نمک - PAA مزایای دیگر مانند ثبات هیدرولیتیک بهتر و دمای ایمیدازسیون حرارتی کمتر به همراه دارد.<sup>30</sup>

در این کار ما نانوالیاف پلی ایمید « سبز » با استفاده از آب بعنوان حلال ، فراهم کردیم این انحلال پذیر محلول در آب بود به وسیله ی درست کردن نمک آمونیوم از PAA که پیروی می کرد به وسیله ی ایمیدزاسیون همیشگی جزء واکنش آمونیاک برای تهیه ی نمک PAA استفاده شده است. در یک طریق آمین برای ساختمان نمک انتخاب شده بود که میتوان این را به راحتی در طی فرآیند ایمیدزاسیون در دمای بالا حذف کرد. الکتروریسی نمک پلیمری یک چالش است. ما روش تعیین فرآیند الکتروریسی نمک PAA را تحقیق کردیم خواص مشابه پلی ایمید مات و برنامه کاربردی برای فیلتراسیون در دمای اتاق و فیلتراسیون داغ است. در حال حاضر کار هم چنین در تولید تخصصی نانوالیاف پلی ایمید یک قدم به جلو خواهد بود و تحت شرایط سازگار با محیط زیست بدون استفاده از حلال های آلی سمی است.

بخش آزمایشگاهی :

(*PMDA* , 98% , *acros Organics*) انیدرید پیرومتالیک و 4 و 4- اکسید آنلین ( *ODA* , 99% , *AcrossOrganic* ) به وسیله ی تصعید خالص سازی شدند.

*U* ، *n* – دی متیل فرم آمید ( *DMF*,99.99% , فیشر کمکیال ) ، آمونیاک ( 25 % وزنی در آب ، *VWR* بین المللی | پلی اتیلن اکسید ( *PEO*,*Mw29009/md . Across Organic* ) آب دی یونیزه استفاده شده بود و هم چنین گرفتن.

#### تهیه ی پودر *PAA* :

نخست *g 8.0096* اکسی دی آنیلین در *150* میلی لیتر دی متیل فرم آمید حل شد سپس *8.7284* گرم ( *80 ml* , انیدرید پیرومتالیک ) دی متیل فرمامید به طور اضافی به اکسی دی آنیلین اضافه شده بودند. مخلوط *Stired* بود برای *24* ساعت در  $0 - 4\text{ }^{\circ}\text{C}$  ، در آخر واکنش محلول *PAA* ویسکوز و زد با یک غلظت *7.1%* درصد وزنی گرفته شده بود. محلول آماده شده ی *PAA* پاشیده شد درون *2.5* لیتر آب دیونیزه قطره قطره و رسوب شیمیایی جامد فیلتر شده و خشکیده در ظرف بی هوا در *50* درجه سانتیگراد برای *12* ساعت. محصول *15.9* گرم جامد *PAA* زرد بود ( بازده حدوداً *95%* ) ویسکوزیته ذاتی پودر *PAA 1.22 dl/g* گرفته شده به وسیله ی ویسکوزیسمر ابلهود در *25* درجه سلسیوس در *DMF* آب بر اساس فرمولاسیون الکترورسی *PAA* در آب با مخلوط کردن *PAA* جامد، آب مقطر، آمونیاک ( *25* درصد وزنی در آب) ساخته شد، و با توجه به مقدار *PEO* در جدول *1 S* .ولتاژ اعمال شده (کیلو ولت) شامل ولتاژ مثبت و منفی و سرعت جریان (میلی لیتر / ساعت) برای ارائه محلول الکترورسی خوب نیز در جدول *1S* ذکر شده است.

نانوالیاف تولید شده توسط چرخش افقی دیسک به (سرعت چرخش: *30* دور در دقیقه. قطر: *13* سانتی متر) با فاصله جمع آوری *20* سانتی متر بین کلکتور و الکتروود. به منظور مقایسه، محلول (*40* درصد وزنی) برای الکترورسی توسط حل کردن پودر *PAA* در *DMF* آماده شد

الکتروریسی محلول PAA / DMF با استفاده از اعمال ولتاژ و نرخ جریان به ترتیب 25 کیلو ولت و 0.66 / میلی لیتر ساعت انجام شده بود.

ایمیدیزاسیون به نانوالیاف PI. بستر نانوالیاف PAA و نمک PAA اولین بار در 60 درجه سانتیگراد و تحت خلاء به مدت 12 ساعت خشک شدند و سپس در یک کوره در دمای بالا تحت N2 با imidized طبق پروتکل زیر خشک شدند:

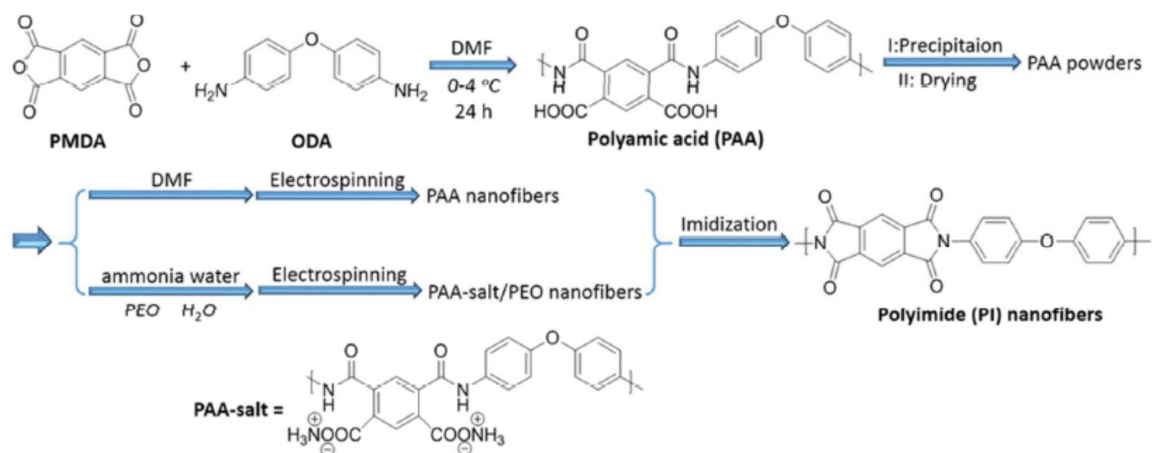
(الف) حرارت تا 150 درجه سانتیگراد در 10 درجه سانتیگراد / دقیقه و سرد شدن آهسته برای 0.5 ساعت برای حذف کردن

آب باقی مانده؛

(ب) حرارت تا 250 درجه سانتیگراد در 10 درجه سانتیگراد / دقیقه و سرد شدن آهسته به مدت 1 ساعت.

(ج) حرارت تا رسیدن به دمای نهایی 400 درجه سانتیگراد در 5 درجه سانتیگراد / دقیقه و سرد شدن آهسته به مدت 1 ساعت برای تکمیل روند ایمیدیزاسیون

. تمامی مراحل برای تهیه نانوالیاف PI از محلول آلی PAA / DMF واز محلول آب و پیش ماده محلول در شکل 1 نشان داده شده است.



شکل 1 : طرح کلی آماده سازی نانوالیاف پلی ایمید سبز از پیش ماده محلول حل پذیر در آب پیش ماده محلول حل پذیر نمک PAA پیش ماده.

تهیه ی فیلتر برای هوا و فیلتراسیون مایع داغ :

نمک PAA و نانوالیاف PAA از آب - حل پذیر محلول پیش ماده و محلول DMF به ترتیب روی غربال فولاد ضد زنگ مدور ( 400 روزنه ، سایز روزنه  $34/um$  ) و به وسیله ی الکتروریسی با استفاده از ساختمان ریسندگی ( نمونه 27 در جدول SI ) و محلول PAA/DMF ( 40٪ وزنی )

رسوب کرده بودند. پس از الکتروریسی نانوالیاف روی نمونه غربال به نانوالیاف پلی ایمید با همان پروتکل *imidized* شد به طوریکه قبل را شرح داد .به دست آوردن چگالی پوشش متفاوت نانو الیاف ها روی غربال های استیل . نانوالیاف برای فواصل زمانی متفاوت 5 ، 10 ، 20 دقیقه برای فیلتراسیون هوا و 6 دقیقه برای فیلتراسیون کردن مایع در دمای بالا ریسیده شده. دانسیته پوشش طبق فرمول زیر محاسبه شده :  $D = (1)$

$$\frac{m_{mesh+PI} - m_{mesh}}{S_{mesh}}$$

جای  $m_{mesh+PI} \cdot m_{mesh}$  به ترتیب وزن غربال فولاد ضدزنگ ، جمع وزن فولاد ضد زنگ و پلی ایمید و سطح غربال فولاد ضدزنگ است. فیلتراسیون مایع داغ در خود مونتاژ فیلتراسیون تنظیم کردن انجام شد. مخلوط فیلتراسیون به وسیله ی مخلوط کردن یک میلی گرم کربن بلک ( سایز ذرات :  $10-80 nm$  ) یک میلی گرم  $Fe_2O_3$  ( سایز ذره  $1-40 nm$  ) و 500 میلی لیتر از روغن سیلیکون آماده شد و قبل از استفاده  $200^\circ C$  گرم شد.

توصیف ویژگی های اختصاصی : عکس های SEM به وسیله ی Zeiss Leo 1530 گرفته شده بود. قبل از اسکن کردن، نمونه ها با  $3.0 nm$  پلاتینیوم پوشش داده شدند. نرم افزار عکس  $J$  به منظور اندازه گیری قطر

الیاف و به طور مختصر بیان توزیع قطر لیف مورد استفاده قرار گرفت. عکس های میکروسکوپی دیجیتالی گرفته شد.

خصوصیات حرارتی در متلر 851 تولدو TGA / SDTA در نرخ حرارت از 10 درجه سانتیگراد / min در 20-800 درجه سانتیگراد انجام شد. سری طیف FT-IR توسط Digilab Excalibur با واحد ATR MIRacle از فناوری پیک گرفته شد.

هدایت محلول از طریق هدایت سنج (inoLab terminal level3) دردمای اتاق اندازه گیری شد.

یک طرح شمارنده توسط نرم افزار Origin برای نشان دادن توانایی ریشش با همبستگی پارامترهای کلیدی الکتروریسی مقدار آمونیاک و غلظت PAA ساخته شده است.

وزن دقیق تمام نمونه ها توسط تعادل دیسکاوری OHAUS با قابلیت خواندن از 0.01 میلی گرم اندازه گیری شد.

. خواص مکانیکی توسط ماشین Zwick/Roell BT1-FR 0.5TN-D14 اندازه گیری شد.

نمونه ها برای تست کششی به شکل مستطیل قطع شدند. ضخامت و عرض نمونه ها توسط پیچ میکرومتر و یک کولیس ورنیه اندازه گیری شد، نرخ کشش از 5 میلی متر / دقیقه در طول اندازه گیری انجام شد.

آزمون فیلتراسیون هوا با سیستم فیلتراسیون (MFP2000, PALAS) و با استفاده از دی (2-اتیل هگزیل) - DEHS به عنوان آزمون آئروسول انجام شد. جریان ذرات ثابت 42.5L / دقیقه استفاده شد. منطقه موثر در دسترس فیلتر 28.3 سانتی متر مربع بود. آزمون خوب گرد و غبار ISO به طوری اعمال شد که غلظت ذرات 6,000 ذره در هر سانتیمتر مکعب و سرعت جریان 0.25 m / s بوده است. هر اندازه گیری 30 ثانیه به طول انجامید. ذرات تولید شده توسط دستگاه شامل ذرات با اندازه 0.2-10.0 میکرومتر میباشد



راندمان فیلتراسیون از غلظت ذرات بدون فیلتر (غلظت بالادست) و با فیلتر (غلظت پایین دست) اندازه گیری شد. عامل کیفیت (QF) از فیلتر توسط معادله زیر تعیین گردید:

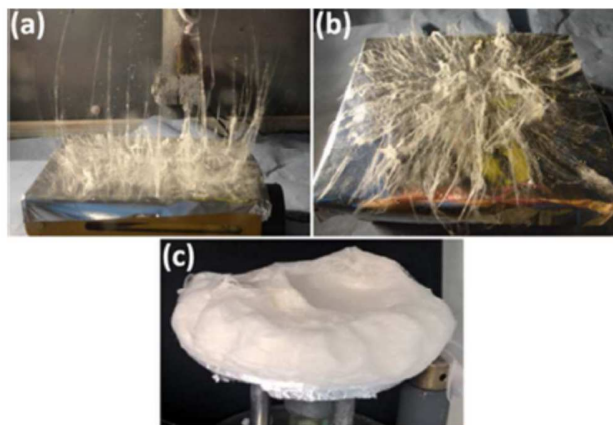
$$QF = \frac{-\ln(1 - \eta)}{\Delta P} \quad (2)$$

که در آن  $\eta$ ، و RP راندمان فیلتراسیون بوده و به ترتیب افت فشار بین جریان بالا دست و فشار پایین دست میباشد.

#### نتایج و بحث :

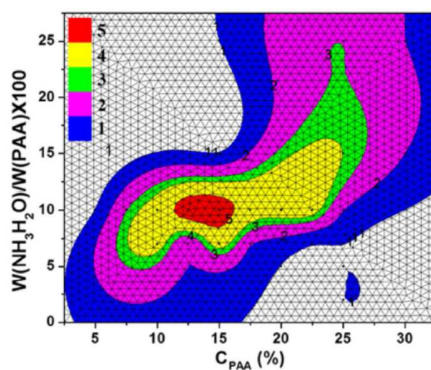
الکتروریسی . الکتروریسی نمک PAA در آب یک چالش واقعی در طی رسانایی بسیار بالا محلول نمک است. یک محلول ریسیده آبی با 10٪ وزنی PAA و NH3 دارای یک رسانایی  $25 \text{ ms/cm}$  بود که 436 برابر بالاتر از PAA/DMF ( بدون NH3 ) محلول  $57.2 \text{ ms/cm}$  بود. الکتروریسی محلول آب نمک-PAA ، امکان ریش همگن را با نانوالیاف را در اختیار گذاشت که به سمت الکتروود جذب شده و بر روی کلکتور یا جمع اوری کننده با خاموش شدن ولتاژ جذب می شود. ( شکل 2 a و 2 b ) ، بنابراین یک پلیمر قالب ( PEO ) در طی دمای ایمیدیزاسیون در فرمولاسیون ریسندگی که حذف شد، اضافه شد. برای بهینه سازی فرآیند الکتروریسی ، 28 محلول مختلف به وسیله ی تغییر غلظت PAA ، مقدار آمونیاک و PEO پلیمر قالب ولتاژ به کار رفته و نرخ جریان ( جدول S1 ، شکل 3 ) تهیه شد. یک فرآیند ریسندگی پایدار با رسوب گیری هموزن نانوالیاف نمک PAA بدون بیدها با استفاده از یک فرمول بدست آمد 3٪ وزنی PEO (  $M_w = 900.00$  ) ، 10٪ وزنی آمونیاک و 10-15٪ وزنی PAA به وسیله ی سطح قرمز در شکل 3 به تصویر کشیده شده. فرمول بندی با PAA و غلظت آمونیاک در ناحیه زرد و سبز ( شکل 3 ) فرآیند الکتروریسی پایدار فراهم کرد اما نانوالیاف غیر هموزن و نانوالیاف با یک مقدار کم بیدها گرفته بودند. در این ناحیه ، هر دو غلظت آمونیاک و پودر PAA از 5 تا 25

درصد وزنی متفاوت شد. فرآیندهای الکتروریسی بدتری در ناحیه های صورتی و آبی مشخص شد در جاییکه فرآیند الکتروریسی ناپیوسته و الیاف با چندین بیدها گرفته بودند.



شکل 2. الکتروریسی محلول آب/PAA نمک هنگامی که ولتاژ بالا بود (a) و خاموش (ب)

برای نمونه 3. نانوالیاف الکتروریسی نمک PAA متخلخل و پرزدار از نمونه 27 (ج)

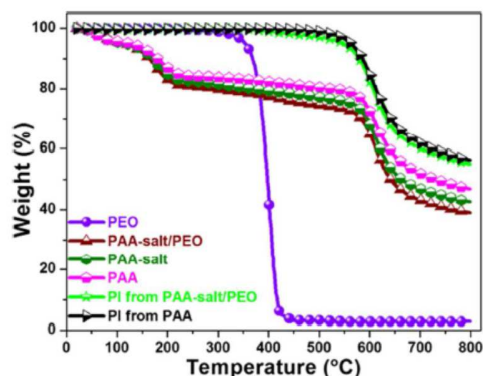


شکل 3. شمارنده نقشه چرخش اسپین های محلول آب نمک PAA را با افزودن مقادیر مختلف آمونیاک و PAA توسط الکتروریسی. اعداد، 1، 2، 3، 4 و 5، مربوط به چرخش اسپین در جدول 1S. منطقه قرمز نتایج الکتروریسی خوبی برای نمونه 24S و 26S-28 را نشان می دهد.

تجزیه و تحلیل TGA

TGA . می تواند اطلاعات مربوط به تجزیه حرارتی پلیمرها را فراهم می کند. در این کار، این موضوع برای تعیین درجه حرارت ایمیدیزاسیون نهایی و پایداری حرارتی از نانوالیاف PI به دست آمده استفاده میشود

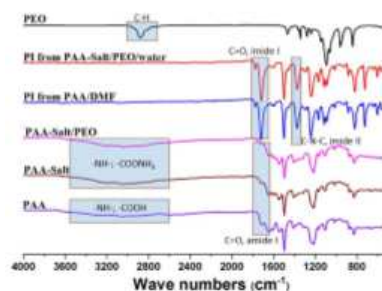
پایداری حرارتی نانوالیاف پلی ایمید به دست آمده است . همانطور در شکل 4 نشان داده شده *PEO* در حدود  $300^{\circ}\text{C}$  شروع به تجزیه شدن و بازده نیم سوز شدن محصولات در  $400^{\circ}\text{C}$  و  $466^{\circ}\text{C}$  به ترتیب  $44\%$  و  $3\%$  بودند. بیش ماده خالص نمک *PAA* دو مرحله کاهش وزن آشکار نشان داد . اولین جزء واکنش با حدود  $17\%$  کاهش وزن تحت  $220^{\circ}\text{C}$  را می تواند به تبخیر سطحی حلال باقی مانده و فرآیند ایمیدیزاسیون نسبت داد. اولین قدم حدود  $561^{\circ}\text{C}$  شروع می شود که می تواند بعلت تجزیه پلی ایمید باشد. یک پلت فرم (*platform*) کاهش وزن بین  $250$  تا  $500$  مشاهده شده که رنج پایداری حرارتی پلی ایمید را نشان می دهد. بنابراین در این کار  $400^{\circ}\text{C}$  بعنوان دمای نهایی ایمیدیزاسیون انتخاب شد و زمان پخت  $1$  ساعت که به واسطه آن *PEO* به طور کامل تجزیه شد و *PAA* و نمک *PAA* که به پلی ایمید تبدیل خواهد شد. *PAA* خالص ، نمک *PEO/PAA* منحنی بسیار شبیه *TGA* ارائه میدهد. نمک *PAA* نشان داد  $4\%$  کمتر محصول نیم سوز در  $800$  درجه از پلی اکریلیک اسید به علت آزاد شدن وزن بیشتر از *NH4OH* از نمک *PAA* از آب از *PAA* در طی فرآیند ایمیدیزاسیون . وقتی که مقایسه می کنیم محصول نیم سوز نمک *PAA* و نمک *PEO/PAA* ، نمک *PEO/PAA* به نمایش گذاشته حدود  $3\%$  کمتر از نمک *PAA* . این  $3\%$  تفاوت محصول نیم سوز شده مقدار *PEO* اضافی در نمک *PAA* در طی الکتروریسی را به خوبی اثبات می کند . پس از ایمیدیزاسیون بعلت ساختار شیمیایی مشابه ( شکل 1 )، هر دو پلی ایمیدها از *PAA* و از نمک *PEO/PAA* وزن تلف شده زیر  $500^{\circ}\text{C}$  نشان نمی دهد، پایداری حرارتی مشابه بسیار بالا و تجزیه کامل *PEO* در طی فرآیند ایمیدیزاسیون است.



شکل 4. منحنی TGA از الکتروریسی PAA ، PAA-نمک / PEO و نانوالیاف PI ، و PAA-نمک و پودر PEO.

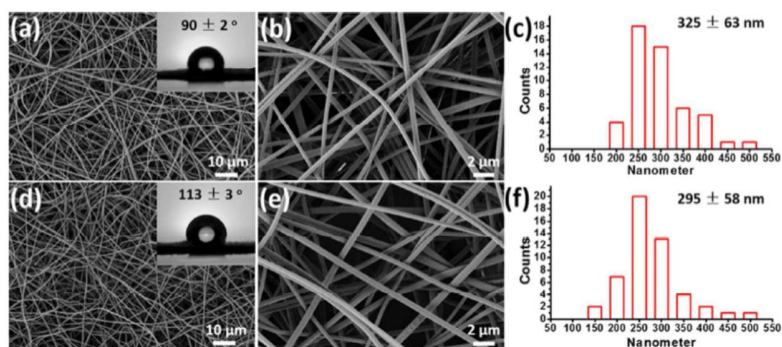
تجزیه و تحلیل FT-IR. طیف FT-IR بیشتر برای تایید ساختار شیمیایی و تبدیل حرارتی به PI از PAA-نمک مورد استفاده قرار گرفت (شکل 5). با توجه به مقدار بسیار کمی از PEO در الیاف کامپوزیت، هیچ سیگنال آشکار PEO در طیف PAA-نمک / PEO ظاهر نشد. هیچ تفاوتی بین طیف FT-IR ، PAA و نمک PAA-، که بتواند با توجه به ساختار شیمیایی PAA و PAA نمک مشابه باشد مشاهده نشد.

پس از تیمار درجه حرارت بالا، پیک های مشخصه (-NH-؛ -COOH؛ C=O، ایمید I) برای PAA و نمک PAA به طور کامل ناپدید و پیک های جدیدی (C=O، ایمید II؛ CNC، ایمید II) ظاهر شد، این موضوع نشان دهنده تبدیل موفقیت آمیز به نانوالیاف PI از هر دو PAA و PAA نمک است.



شکل 5 : طیف های FTIR PAA و نمک PAA و نمک PAA/PEO ، PI از PAA/DMF ، PI از PAA/DMF ، PI از نمک PAA/PEO و آب و PEO / آب و تجزیه و تحلیل موفولوژی و زاویه تماس آب : فرآیند ایمیدیزاسیون از نمک

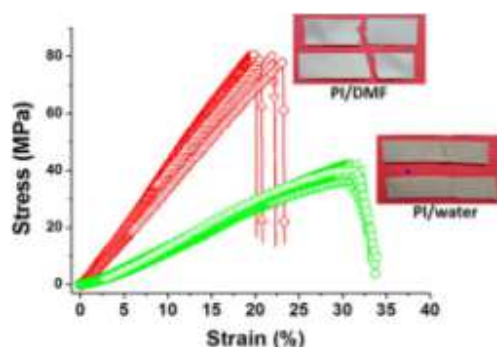
*PEO/PAA* منجر به یک افت ناچیز قطر الیاف و افزایش زاویه تماس آب ( شکل 6 ) می شود. نانوالیاف نمک *PEO/PAA* یک توزیع قطر از  $240\text{nm}$  تا  $539\text{nm}$  با یک قطر متوسط الیاف  $325 \pm 63 \text{ nm}$  را نشان می دهد. پس از ایمیدیزاسیون ، نانوالیاف پلی ایمید با توزیع قطر لیف از  $157$  تا  $522\text{nm}$  با یک قطر متوسط لیف  $295 \pm 58 \text{ nm}$  به دست آمده . انقباض کوچک در قطر لیف از ایمیدیزاسیون میتواند بعلت تجزیه کامل *PEO* در طول فرآیند ایمیدیزاسیون باشد. با افزایش ریشش نمک *PEO/PAA* نانوالیاف *mat* زاویه تماس آب  $90 \pm 2^\circ$  ( آبدوست ) به  $113^\circ \pm 3^\circ$  پس از ایمیدیزاسیون به سبب حذف آمونیاکگ افزایش یافته و *PEO* تشکیل نانوالیاف پلی ایمید آبریز می دهد.



شکل 6. تصاویر SEM الکتروریسی نمک *PAA* - / نانوالیاف *PEO* (A, B, نمونه 26) و نانوالیاف *PI* از نمونه 26 (D, E) را نشان می دهد. (C) و (f) توزیع قطر الیاف الکتروریسی شده از *PAA*-نمک / *PEO* و نانوالیاف *PI* . (a) و (d) زاویه تماس مربوطه به نمک *PAA* - / بستر *mat* نانوالیاف *PEO* و بستر نانوالیاف *PI* هستند.

تجزیه و تحلیل تنش و کرنش. شکل 7 منحنی تنش-کرنش بستر نانوالیاف الکتروریسی *PI* ساخته شده از / محلول نمک *PEO/PAA* / آب در مقایسه با یک محلول ساخته شده از *PAA/DMF* به تصویر کشیده شد. بستر *PI* ساخته شده از محلول *PAA/DMF* یک استحکام کششی متوسط  $79 \pm 3$  مگاپاسکال، E مدول  $428 \pm 12$  مگاپاسکال، و افزایش طول در نقطه شکست  $2.5 \pm 22\%$  نشان داد. در مقایسه، بستر *PI* های ساخته شده از نمک *PAA/DMF* آب، استحکام کششی و مدول E کاهش یافته ، اما کمی بالاتر افزایش طول در نقطه

شکست را نشان داد که مطابق با مقدار متوسط به ترتیب  $1 \pm 31$  مگاپاسکال،  $9 \pm 132$  مگاپاسکال، و  $4.3 \pm$  بود. کاهش استحکام کششی و مدول PI از نمک / PAA آب می تواند با توجه به نانو حفره نشات گرفته از تجزیه PEO در طول فرایند ایمیدیزاسیون و تخلخل بیشتر و کرکی ساختار سلسله مراتبی بستر PI از PAA نمک / آب (شکل C2) از PAA / DMF باشد.



نانوالیاف در MAT پلی ایمید کرکی از نمک PAA / آب از PAA / DMF

شکل 7: منحنی تنش کرنش الکتوریسی نانوالیاف PI به ترتیب از محلول PAA/DMF و محلول نمک آب

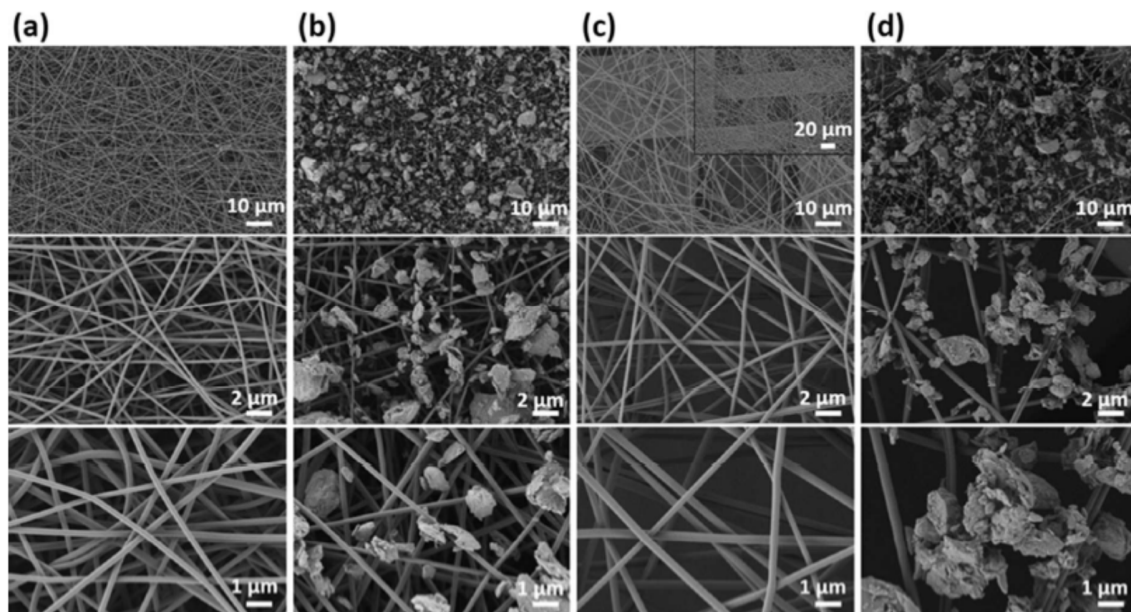
PAA/PEO/

تجزیه و تحلیل فیلتراسیون ایروسول: یکی از بیشترین کاربرد نانوالیاف پلی ایمید در فیلتراسیون کردن است. استفاده نانوالیاف ریسیده سبز از آب برای فیلتراسیون کاربردی ( فیلتراسیون ایروسول ) در مقایسه با نانوالیاف ساخته شده از DMF ( PI/DMF ) به وسیله ی ترسیب آنها روی یک غربال فولاد برای فواصل زمانی متفاوت . شکل 8 مورفولوژی الکتوریسی نانوالیاف PI/MDF و آب / Pi salt/ در یک غربال فلزی قبل و بعد از فیلتراسیون را نشان می دهد. هر دو نمونه ها نانوالیاف هموزن و صاف بدون هیچ دانه بیدها را نشان میدهد . بدیهی است که ضخامت نانوالیاف نمک PI / آب در غربال ،نازکتر از نانوالیاف PI/DMF بود ( شکل 8 a ) که به ترتیب با دانسیته پوشش  $0.899 \text{ g/m}^2$  و  $1.07 \text{ g/m}^2$  برای نمک PI / آب و نانوالیاف DMF/PI روی غربال مطابقت داشت. نانوالیاف PI/DMF و آب / PI به ترتیب دارای یک قطر میانگین  $245 \pm 26 \text{ nm}$  و

اندمان فیلتراسیون وابسته به اندازه ذرات در محدوده 0.2-2.0 میکرومتر  $287 \pm 38 \text{ nm}$  بود. راندمان فیلتراسیون و پوشش تراکمی بود. انتظار می رود، نمونه شاهد، فولاد، راندمان بسیار ضعیف فیلتراسیون زیر 20٪ برای طیف وسیع اندازه ذرات (شکل 9) به نمایش گذاشته شود. بستر نانوالیاف PI / آب عملکرد فیلتراسیون بسیار عالی را نشان داد.

راندمان فیلتراسیون مشابه (بیش از 99.8٪) برای PI / آب و نانوالیاف PI / DMF برای ذرات بزرگتر از 0.8 میکرون حتی با چگالی پوشش بسیار کوچک (0.889 گرم / 2M) (شکل b8 و D8) بود. برای دستیابی به راندمان فیلتراسیون بسیار بالا برای ذرات کوچک (کمتر از 0.8 میکرومتر) چگالی پوشش بالاتر برای نانوالیاف PI / آب مورد نیاز بود.

این ممکن است به علت تفاوت در ماهیت رسوب نانوالیاف باشد. نانوالیاف کرکی به دست آمده از نمک PI - نخ ریزی spinning شده از آب نیاز به نانوالیاف بیشتر برای یک ساختار متراکم (A8 شکل و C8) دارد. بیش از 98٪ راندمان فیلتراسیون برای تراکم پوشش 3.24 گرم / 2M برای اندازه ذرات کمتر از 0.8 ام (به ترتیب 98.57، 99.13، 99.86 و 0.198، 0.305، 0.505 برای میکرومتر ذرات)، مشاهده شد. (شکل 9)



شکل 8: عکس SEM از الکتروریسی پلی ایمید از محلول  $PAA/DMF$  (a,b) و محلول نمک  $PAA/ آب$  (c,d) با زمان الکتروریسی 5 دقیقه قبل (a,c) و بعد از فیلتراسیون (b,d) است. درج C به وضوح نمایش مس هد نانوالیاف  $PAA-Salt$  روی غربال استیل.

شکل 9: بازده فیلتراسیون الکتروریسی  $mat$  نانوالیاف  $PI$  با زمان الکتروریسی متفاوت به ترتیب از محلول  $PAA/DMF$ (a) و محلول (b) آب / نمک  $PAA$  بود.

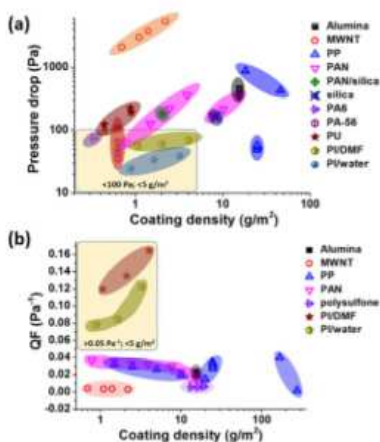
طرح اشبی نمودار افت فشار و بازدهی فیلتراسیون کردن. تعادل افت فشار و بازدهی فیلتراسیون برای فیلترهای ساخته شده از آب  $PI$  خیلی بهتر بود. به طور قابل توجه آب  $PI/$  عملکرد خیلی بهتر در شرایط افت فشار را نشان داد (شکل a 10) افت فشار کمتر قابل توجه بود برای نمونه های ساخته شده از آب  $PI/$  (28-39 pa) ( در مقایسه با نمونه های ساخته شده از  $PI/DMF$  وقتی که مقایسه می کنیم افت فشار فیلترهای متفاوت را.

شاخص کیفیت ( $QF$ ) یک پارامتر مهم برای ارزیابی کیفیت است

فیلتر با ارزیابی جامع در مورد کارایی فیلتراسیون و افت فشار است. مقادیر بالاتر  $QF$  برای فیلترهای کارآمد تر است. در این کار،  $QF$  برای اندازه ذرات 300 نانومتر محاسبه شده و مقایسه با سایر محیط های فیلتر انجام



شده است. طرح اشبی (شکل 10b). اگر چه فیلترهای  $QF$  PI / water کمی کوچکتر از PI / DMF نشان دادند. فیلترها، هر دو فیلتر، کیفیت فیلتر عالی را نشان دادند، زیرا  $QF$  بیشتر از 0.05 Pa-1 بود تراکم پوشش کمتر از 5 گرم در متر مربع است.  $QF$  در این مطالعه بزرگتر از اکثر موارد ایده آل به عنوان محیط های فیلتر در برنامه های فیلتراسیون هستند. این  $QF$  حتی ثبات دما PI در مقایسه با پلیمرهای دیگر را شامل نمی شود، که در بخش زیر فیلتراسیون مایع داغ نشان داده شده است.



شکل 10 : نمودار اشبی افت فشار بر حسب دانسیته پوشش (a) و ضریب کیفیت ( $Q_f$ ) دانسته پوشش بر حسب محیط های مختلف فیلتر.

( $Alumina^{33}$  .  $MWNT^{32}$  .  $PP^{34-37}$  .  $PAN^{38-39}$  .  $\frac{PAN}{SILICA}^{40}$  .  $SILICA^{41}$  .  $PA6^{42}$  .  $PA$  –  $56^{43}$  .  $PV^{44}$  . and  $Poly sulfone^{45}$ ).

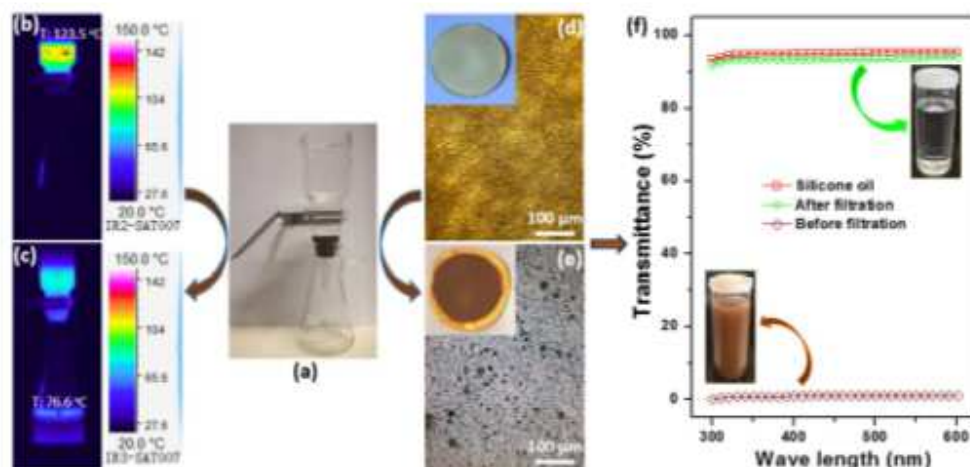
فیلتراسیون مایع داغ :

استفاده از نانوالیاف آب / نمک PI برای فیلتراسیون دمای بالا ثبت شده است. پلی ایمید به طو کلی یک پلیمر حرارتی بسیار پایدار با دمای تجزیه بالاتر از 500 c است ( شکل 4 ) در این کار مخلوطی از  $Fe_2O_3$  و روغن سیلیکون قبلاً حرارت داده شده به بالای 200 c برای فیلتراسیون استفاده کردند. یک  $Lad-assembled$

آماده ( شکل *IIa* ) ذرات  $Fe_2O_3$  یک توزیع  $40-1\text{ nm}$  دارند که به وسیله ی *SEM* مشخص شد. ( شکل *SI* )  
( درجه حرارت بالای فیلتراسیون تبعیت می کرد به وسیله دوربین *IR* ، نظارت بصری مایع زیر صافی و میکروسکوپ دیجیتال فیلترها . وقتی که روغن از قبل حرارت داده شده در قیف منتقل شده بود. حداکثر درجه حرارت روبالا تا  $123.5\text{ }^\circ\text{C}$  در بالای فیلتراسیون تنظیم کردن ( شکل *IIb* ) به وسیله دوربین *IR* تشخیصی داده شد. در حالیکه پس از فیلتراسیون یک دمای  $76.6\text{ }^\circ\text{C}$  از پایین فیلتراسیون آماده به وسیله ی دوربین *IR* تشخیص داده شد.

#### با توجه به تبادل حرارت بین روغن داغ و محیط زیست و گرما

عایق بندی قیف شیشه و فلاسک فیلتر شیشه ای، انتظار می رود که درجه حرارت روغن در قوطی و فلاسک فیلتر به وسیله ی دوربین *IR* بسیار بالاتر از دمای تشخیصی داده شده است. تجزیه مورفولوژی روی فیلتر مات قبل و بعد از فیلتراسیون نشان داد که  $Fe_2O_3$  ذرات خوب است جدا شده و توسط فیلتر *PI / water* نگهداری می شوند(شکل *d11, e*). کارایی فیلتراسیون از طریق انتقال مخلوط  $Fe_2O_3$  / روغن قبل و بعد از فیلتراسیون تحت بررسی قرار گرفت (شکل *f11*) قبل از فیلتراسیون، مخلوط  $Fe_2O_3$  / روغن قهوه ای مایل به قرمز بود و مربوط به آن بود ضریب انتقال نزدیک به  $0\%$  بود. پس از فیلتراسیون، مایع فیلتراسیون شده بسیار شفاف شد ضریب انتقال نزدیک به  $94\%$  درصد بود که تقریباً همان انتقال روغن سیلیکون خالص است تفاوت در انتقال کارایی بالا درجه حرارت بالا توسط فیلترهای *PI / آب* را تایید کرد.



دوربین، تصویر و عکس های میکروسکوپی دیجیتالی *PI MAT* قبل (d) و پس از صاف کردن و طیف شفاف روغن سیلیکون خالص و مخلوط  $Oil/Fe_2O_3$  قبل و بعد از فیلتراسیون

#### نتیجه گیری:

استفاده از *DMF* حلال خطرناک برای الکتروریسی پیش ماده برای پلی امید *PAA* از طریق الکتروریسی محلول های ابی *PAA* در حضور مقدار مشخص آمونیاک به حداقل می رسد. وجود آمونیاک منجر به تشکیل املاح شده و رسانایی محلول را افزایش می دهد. رسانایی با ویسکوزیته محلول برای دست یابی به یک فرایند الکتروریسی پایدار به تعادل می رسد. با این حال یک مقدار کمی از پلیمر محلول در اب برای فراهم کردن ویسکوالاستیکی موثر نیاز بود. این الیاف نمک *PAA* از محلول ابی را می توان با تبدیل حرارتی ایمیدزاسیون به نانوالیاف بر طبق پروتکل استاندارد بدست آورد. نانو الیاف *PI* حاصله تا حدودی عملکرد مکانیکی پایین را در مقایسه با نانوبافت های نانوالیاف *PI* بدست آمده از طریق الکتروریسی از محلول *DMF* نشان می دهند. تست های فیلتراسیون با نانوالیاف *PI* بدست آمده از طریق محلول ، عملکرد مشابه با نانوبافت های نانوالیاف *PI* بدست آمده از محلول *DMF* نشان داد. آزمایشات فیلتراسیون مایع با دمای بالای 100 درجه نشان داد که پایداری حرارتی مکانیکی نانوبافت های نانوالیاف *PI* از طریق محلول ابی، برای دست یابی به فیلتراسیون کمی نانوذرات

اهن اکسید کافی است که از اهمیت زیادی برای فیلتراسیون روغن در موتور ها لازم است. در نتیجه، الکتروریسی سبز را می توان برای پلیمر های با عملکرد بالا نظیر پلی امید ها استفاده کرد که برای الکتروریسی سایر سیستم های پلیمری با عملکرد بالا مناسب هستند.



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی