

## جداسازی کروم از آب های آلوده با استفاده از نانوفیلتر مغناطیسی

نویسندگان: بهناز شکاری، پدرام پیوندی، محسن هادیزاده

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

Email: [shekari-textile@yahoo.com](mailto:shekari-textile@yahoo.com)

### چکیده:

با توجه به این موضوع که کروم موجود در آب های آلوده می تواند در زنجیره غذایی انباشته شود و بسیاری از بیماری ها را سبب شود؛ بنابراین جداکردن کروم از آب های آلوده امری ضروری به شمار می آید. در این تحقیق روشی جدید برای جداسازی این یون ها از آب های آلوده ارائه شده است. نانو الیاف کامپوزیتی از پلیمر PAN و نانوذرات  $Fe_3O_4$  از طریق فرآیند الکتروریسی تولید شده و بر روی یک لایه بی بافت، پوشش داده شدند. سپس منسوج حاصله به عنوان فیلتری برای یون های کروم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان دادند که این منسوج می تواند ۲۰/۹۱٪ از یون های موجود در محلول آبی با غلظت ۵۰ PPM و  $PH=2$  را جذب کند.

کلمات کلیدی: آب های آلوده، نانوذرات  $Fe_3O_4$ ، راندمان جذب

## ۱. مقدمه:

$Al_2O_3$ ،  $TiO_2$ ،  $Fe_2O_3$ ،  $Fe_3O_4$  مورد استفاده قرار می گیرند.

با افزایش فعالیت های صنعتی، آب های آلوده از صنایع زیادی مانند: دباغی، تولیدات شیمیایی، استخراج معدن و صنایع تولید باتری به جا می ماند که شامل اکسید فلزات سنگین که تجزیه پذیر نیستند بوده و تمایل به انباشته شدن در محیط زیست را دارند و سبب بیماری های مختلفی می شوند. امروزه از روش های گوناگونی از قبیل: رسوب دادن، تبخیر، خروج حلال، اسمز معکوس، جداسازی غشایی و مانند آن برای جدا کردن یون های فلزی از آب های آلوده استفاده می شود؛ اما بیشتر این روش ها مشکلاتی را به همراه دارند. بنابراین تلاش هایی برای گسترش و اصلاح مواد با قیمت کم برای جداسازی آلودگی ها از محلول های آبی انجام شده است [۳].

در این تحقیق به ارزیابی کارکرد یک روکش نانو الیاف مغناطیسی که از طریق الکتروریسی تولید شده است را روی یک لایه بی بافت تولید کرده و سپس استفاده از منسوج حاصله به عنوان لایه ای برای جذب یون های فلزی از آب های آلوده بررسی می شود.

## ۲. بخش تجربی:

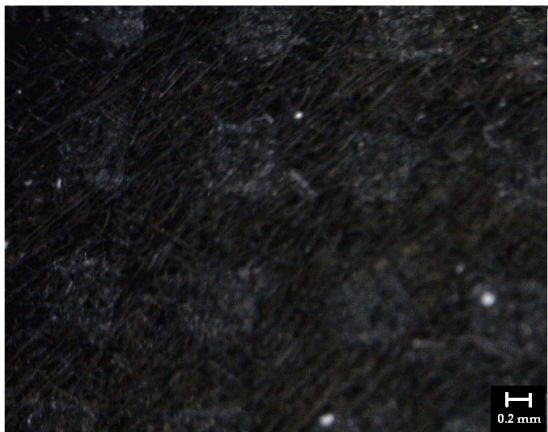
### ۲-۱. مواد

برای انجام آزمایش از پلیمر پلی آکریلونیتریل با وزن مولکولی  $M_w = 100000 \text{ g/mol}$  استفاده شد. این پلیمر به شکل پودر مورد استفاده قرار گرفت و حلال مورد استفاده برای تهیه محلول پلیمری پلی آکریلونیتریل، دی متیل فرم آمید (DMF) با وزن مولی  $73/09 \text{ g/mol}$  می باشد. نانو ذرات مغناطیسی

الکتروریسی یک تکنیک امید بخش و موثر برای تولید الیاف با قطرهای کوچک است. روشی که قادر به تولید وب خیلی نازک از الیاف ظریف با سوراخ های ریز است. هنگامی که قطر الیاف از میکرون ( $100-10 \mu\text{m}$ ) به زیر میکرون و نانومتر ( $1000-100 \mu\text{m}$ ) کاهش پیدا می کند چندین مشخصه بارز نسبت به دیگر شکل های شناخته شده مواد مانند نسبت سطح به حجم خیلی زیاد، انعطاف در کارایی سطحی و مکانیکی بالا دیده می شود. این خواص برجسته نانوالیاف را برای کاربردهای زیادی مانند روکش منسوجات، کامپوزیت ها، مواد زیستی، بافت های مصنوعی و فیلترها و ... بهینه می سازد [۱]. در عین حالی که وب های نانوالیاف خواص منحصر به فردی را به وجود می آورند، از طرفی آن ها خواص مکانیکی محدودی دارند که به منظور فراهم آمدن استحکام و دوام، وب های نانو باید در ساختار کامپوزیت ها با بعضی از لایه های فرعی به عنوان حمایت کننده استفاده شوند. همچنین الیاف الکتروریسی شده می توانند به وسیله افزودنی ها و پرکننده های مختلف به صورت کامپوزیت های لیفی استفاده شوند به گونه ای که خواص الیاف الکتروریسی شده می تواند با استفاده از ذرات نانو پرکننده اصلاح شود. نانو کامپوزیت های پلیمری برای کاربردهای گسترده ای به علت فرآیند آسان، تولید با قیمت کم، چسبندگی خوب با لایه ها و خواص فیزیکی و شیمیایی بی نظیر آن ها استفاده می شوند [۲]. نانو مواد مختلفی برای تولید نانو کامپوزیت ها پلیمری از جمله نانوذرات نقره یا اکسیدهای فلزی مانند

جلوگیری از ته نشین شدن ذرات دیسپرس شده، محلول تهیه شده سریعاً جهت الکتروریسی مورد استفاده قرار گرفت.

الکتروریسی با سرعت  $25 \mu\text{L}/\text{min}$ ، با نازلی به قطر  $1 \text{ mm}$  و در فاصله  $18 \text{ cm}$  بین نازل و صفحه جمع کننده انجام شد. الیاف الکتروریسی شده به صورت مستقیم روی یک لایه بی بافت مورد نظر قرار گرفتند که لایه زیری برای استحکام و ثبات مجموعه به کار گرفته شده بود. شکل های (۱) و (۲) تصاویر منسوج بی بافت را قبل و بعد از روکش شدن نشان می دهد.



شکل ۱- منسوج بی بافت بدون روکش



شکل ۲- منسوج بی بافت بدون روکش

مگنتیت ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) مصرفی نیز دارای ابعاد کوچکتر از  $50 \text{ nm}$  بودند.

## ۲-۲. مشخصات لایه زیری

لایه بی بافت زیری تنها برای استحکام و ثبات مجموعه انتخاب شده بود و از آنجا که پلیمر اکریلیک چسبندگی خوبی با انواع مواد رایج نساجی هم طبیعی و هم مصنوعی را دارد، از اینرو لایه زیری بی بافت اسپان باند با وزن  $61/27 \text{ g}/\text{m}^2$  انتخاب شده بود. ضخامت لایه بی بافت زیری برابر با  $0/35 \text{ mm}$  که با استفاده از ضخامت سنج با دقت  $0/01 \text{ mm}$  اندازه گیری شده بود. همچنین میزان نفوذپذیری هوای لایه در فشارهای ۳ و ۵ میلیمتر آب به ترتیب  $131 \text{ cm}^3/\text{sec}$  و  $210$  بود که توسط دستگاه *Air permeability tester* تعیین شده بود.

## ۲-۳. آماده سازی محلول ریسندگی

محلول پلیمری PAN/DMF با نسبت ۱۰٪ وزنی پلیمر و ۹٪ نانوذرات آماده شد. ابتدا وزن پلیمر، نانوذرات و حلال مورد استفاده را بدست آورده و در مرحله بعد برای تهیه محلول الکتروریسی مقدار مورد نظر از حلال (DMF) را در ظرف ریخته و پودر ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) توزین شده اضافه گردید. همچنین برای بدست آوردن توزیع یکنواخت از ذرات در محلول از حمام التراسونیک مدل <sup>۱</sup> SUPER RK106 به مدت ۴۰ دقیقه استفاده شد. در این مرحله مقدار پلیمر (PAN) مورد نظر اضافه گردید و برای حل شدن کامل در حلال (DMF) از روش بن ماری در دمای  $50^\circ \text{C}$  استفاده شد. سپس جهت

<sup>۱</sup> BANDELIN SONOREX

## ۲-۳. اندازه گیری راندمان تصفیه

به منظور اندازه گیری راندمان تصفیه یون های فلزی توسط نانو فیلتر مغناطیسی تولید شده، با استفاده از نترات کروم ( $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ) با وزن مولکولی  $400/15 \text{ g/mol}$ ، محلول مورد نظر شامل یون های کروم با غلظت  $50 \text{ PPM}$  تهیه شد. تهیه شده بود. سپس پارچه های روکش شده درون محلول مورد نظر با  $\text{PH}=2$  قرار داده شدند. پس از مدت زمان ۲۴ ساعت غلظت یون کروم موجود در محلول توسط دستگاه اسپکترومتر جذب اتمی با دقت  $0/05 \text{ mg/L}$  اندازه گیری شد تا راندمان جذب یون ها (E) به صورت زیر محاسبه شود:

در فرمول بالا  $C_1$  و  $C_2$  به ترتیب غلظت یون های کروم قبل و بعد از قرار دادن فیلتر در محلول است.

## ۳. بحث و نتیجه گیری:

نتایج به دست آمده بیانگر این نکته است که منسوج بی بافت روکش شده توانسته است تا  $20/91\%$  از یونهای کروم موجود در محلول را جذب کند. از اینرو می توان از این روش، جهت پاکسازی آب های آلوده استفاده نمود. همچنین از مزایای این روش خارج نمودن فیلتر پوشش داده شده پس از جذب یون های کروم از محلول است بدون اینکه نیازی به اعمال یک میدان مغناطیسی خارجی باشد.

## ۴. منابع:

- [1] Huang Z.m and et al. "A review on polymer nanofibers by electrospinning and their applications in nanocomposites". *Composites Science and Technology*, 63 (2003) 2223–2253.
- [2] 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.
- [3] Shen Y.F and et al. "Preparation and application of magnetic  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  nanoparticles for wastewater purification". *Separation and Purification Technology*, 68 (2009) 312–319.