نانوپوشش‌ها در صنعت نساجی

پژمان امین‌لو - دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه گیلان

مقدمه:

استفاده از فناوری‌های نوین برای دستیابی به محصولات بهتر و کارایی بالاتر، مهمترین و تنها عامل اختراعات و اکتشافات است. نانوپوشش‌ها هم ویژگی‌های محصولات را از جنبه‌های مختلف افزایش داده‌اند. در فعالیت‌های صنعتی می‌توان به پوشش‌دهی نانومتریِ ضد سایش، ضد خش و مقاوم در برابر خوردگی اشاره کرد. پوشش‌های اپتیکی هم به‌سرعت در حال پیشرفت هستند. کاربردهای پزشکی و بهداشتی هم بیشترین تأثیر را روی سلامتی و زندگی ما دارند. برای مثال پوشش‌های نانوکامپوزیتی در صنایع بسته‌بندی سبب نازکتر شدن بسته‌بندی و سبکی و طولانی‌تر شدن عمر مواد غذایی می‌شوند.در حقیقت نانوپوشش ها گونه ای از لایه های نازک هستند که یا ابعاد آن ها در حد نانو می باشد، و یا زمینه ای (سُل) دارند که ذرات ریز در ابعاد نانو در آن پراکنده شده اند و خواص ویژه ای را به آن می بخشند. یکی از مواردی که در حال حاضر فناوری نانو در آن به طور گسترده و مؤثری مورد استفاده قرار گرفته است، فرآیندهای پوشش‌دهی و به دنبال آن تولید مواد نانوساختار است. بررسی های انجام گرفته بر روی نانوپوشش‌ها نشان می‌دهد که خواص آنها در بسیاری موارد نسبت به پوشش‌های معمولی بهبود چشمگیری دارد. نانوپوشش‌ها در مقایسه با پوشش‌های میکرومتری از ضریب انبساط حرارتی، سختی و چقرمگی بالاتر و مقاومت بیشتر در برابر خوردگی، سایش و فرسایش برخوردار هستند. تاکنون عمده تحقیقات انجام شده بر روی نانوپوشش‌ها مربوط به پوشش‌های با سختی بالا و فوق سخت (Super hard) است. پوشش‌های فوق سخت پوشش‌هایی هستند که سختی آنها بیشتر از ۴۰ گیگا پاسکال است.[۲]

چهار گروه مهم از نانوپوشش‌ها عبارتند از:

۱. پوشش‌های دانه‌ای (nano grade)

۲. پوشش‌های شبکه‌ای و چندلایه‌ای (super lattic)

۳. پوشش‌های لایه نازک (Thin films)

۴.پوشش‌های‌نانوکامپوزیتی

در صنعت نساجی، فناوری نانو بیشتر به منظور تولید مواد جدید، بهبود خواص مواد موجود و ارتقا کیفیت محصولات، به‌کار گرفته می‌شود و در تقلیل قیمت محصولات نقش چندانی نخواهد داشت. البته در آینده نزدیک نوآوری تولید محصولات جدید تحول کلیدی است که توسط فناوری نانو در صنعت نساجی ایجاد خواهد شد. روش پوشش‌دهی نانوذرات روی سطح الیاف، یکی از روش‌های معمول در صنعت نساجی است. این روش‌ها شامل، اسپری کردن چاپ و آبکشی روی سطح است. خواص الیافی که از فناوری نانو بهره می‌برند، عبارت است از:

دافع آب، مقاوم به گرد و غبار، ضد چروک، ضد باکتری، ضدسایش و مقاوم در برابر اشعه‌های مضر چون فرابنفش، ضد حریق می‌باشد.[۵]

کاربرد نانوذرات نقره

ذرات یون نقره در مقیاس نانو نانوذرات نقره یا همان (nano silver) خواص ضدعفونی کننده یا آنتی‌باکتریال دارند. البته، خواص ضدعفونی کنندگی نقره از گذشته نیز شناخته شده بود. مثلاً قرار دادن ظروف نقره‌ای بر روی جراحات زخمیان جنگ‌ها، یا نگه‌داری شیر و لبنیات در ظروف نقره‌ای از نمونه‌های خواص آنتی‌باکتریال نقره است که در زمان‌های گذشته نیز شناخته شده بود. اما کوچک شدن ذرات یون نقره موجب افزایش سطح نقره و بنابراین افزایش واکنش‌پذیری آن می‌شود. پوشش دادن الیاف پارچه‌ها با نانوذرات نقره موجب ایجاد خواص ضدعفونی کنندگی در پارچه‌ها می‌شود. بدین ترتیب، باکتری‌ها و قارچ‌ها امکان رشد و تکثیر نمی‌یابند. این ویژگی، در مورد لباس‌ها و پوشش‌هایی که بیشتر در معرض عرق کردن هستند، مانند جوراب و کفش، موجب می‌شود که این لباس‌ها و پوشش‌ها، علی‌رغم عرق کردن، بو نگیرند.

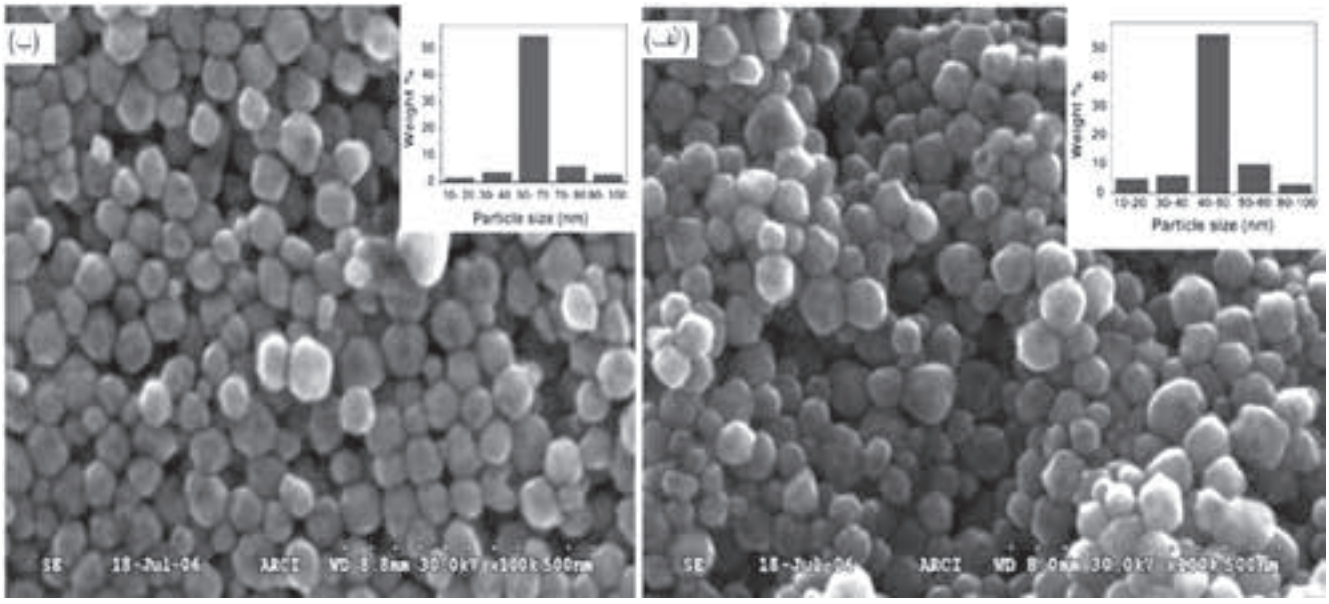
سنتز نانوذرات نقره به روش احیای شیمیایی

در این روش، یک محلول یونی از فلز مورد نظر تهیه می‌شود. سپس با احیای یون فلزی به کمک یک عامل کاهنده، اتم‌های فلز شکل می‌گیرند این اتم‌ها به علت انرژی سطحی بالا و نیروهای ربایشی واندروا لسی، با انباشت در کنار یکدیگر رشد می‌کنند و درنهایت نیز با افزودن یک عامل پوشش به محلول، ذرات حاصل پایدار می‌شوند. روند شکل‌گیری نانو ذرات نقره از محلول حاوی یون نقره را در شکل (۱) مشاهده می‌کنید. احیای شیمیایی از چهار رکن اصلی، پیش ماده نمکی، حلال، عامل احیا و عامل پوشش، تشکیل شده است. هرچند در مواقعی که قدرت احیاکنندگی احیاگر بسیار زیاد یا بسیار کم باشد، برای کنترل سرعت واکنش می‌توان موادی را به عنوان تسریع‌کننده به محلول واکنش اضافه کرد، ولی در اکثر موارد نیازی به افزودن تسریع‌کننده‌نیست.

تأثیر عامل احیا بر روی اندازه و ریخت‌شناسی ذرات نقره

یکی از پارامترهایی که بر اندازه ذرات تأثیر می‌گذارد، نوع احیاکننده و غلظت آن است. احیاکننده‌های مختلف، قدرت کاهندگی متفاوتی دارند و با توجه به قدرت احیای آن

شکل ۱. روند تشکیل نانوذرات نقره به روش احیای شیمیایی

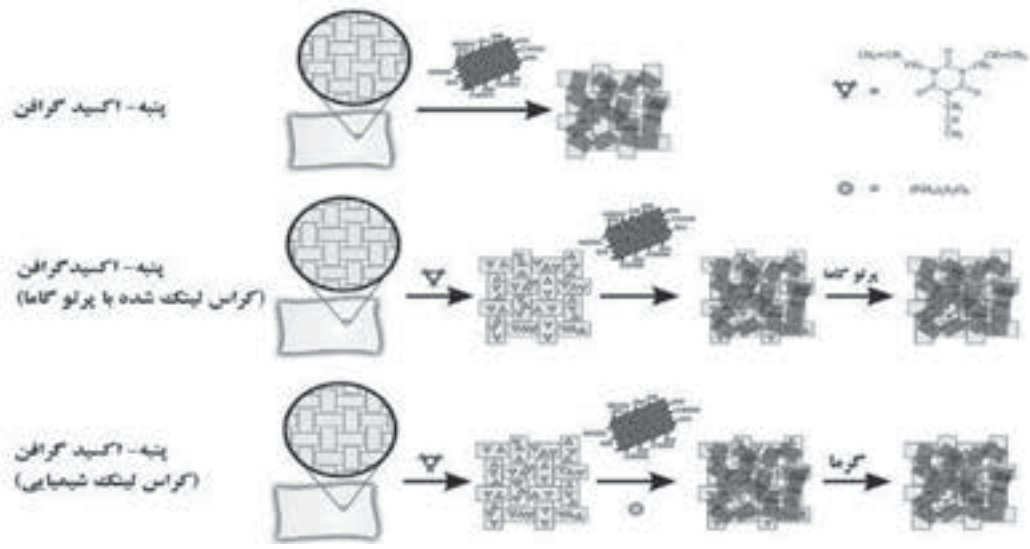


شکل ۲. نانوذرات سنتز شده با استفاده از: (الف) ۱۱۵ و (ب) ۷۷ [مولار دی اتیل آمین به عنوان عامل احیا]

می‌توان نانوذرات با اندازه و ریخت‌های مختلفی تولید کرد. ادعا شده است که کاهنده قوی‌تر در شرایط یکسان قادر به تولیدذرات ریزتری در مقایسه با کاهنده ضعیف است. از سوی دیگر، غلظت عامل احیا نیز می‌تواند بر اندازه ذرات تولیدی تأثیر بگذارد. غلظت احیاکننده با اندازه ذرات تولیدی رابطه عکس دارد با افزایش غلظت احیاکننده، اندازه ذرات کاهش می‌یابد. ادعا شده تغییر غلظت عامل احیا بر توزیع اندازه ذرات و شکل و ریخت آنها در مقایسه با سایر عوامل تاثیر، کمتر می‌باشد. آجیتا و همکاران از سدیم سیترات به عنوان عامل احیا بهره بردند و مشاهده کردند که با افزایش غلظت سدیم سیترات از ۱ به ۲ مولار، اندازه نانوذرات حاصل از ۳۰ به ۱۸ نانومتر کاهش می‌یابد. همچنین، در آزمایش دیگری که توسط جانارداهانان و همکارانش صورت گرفت، با افزایش غلظت عامل احیایی اتیل آمین از ۷۷ به ۱۱۵ میلی مولار، اندازه ذرات کااهش یافته است. بر اساس تصاویر ذرات حاصل در شکل (۲)، متوسط اندازه ذرات از ۷۵ به ۴۵ نانومتر کاهش یافته است. [۳]

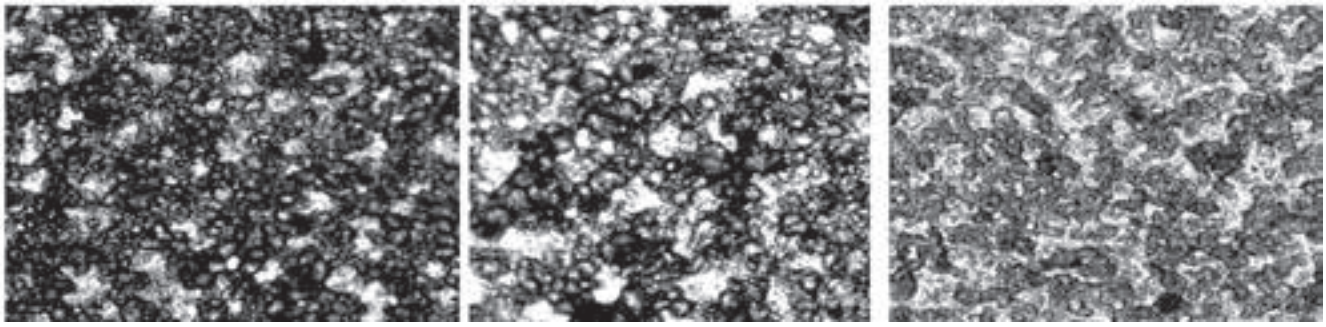
نتیجه‌گیری

یکی از متداول‌ترین روش‌های تولید نانوذرات نقره، احیای شیمیایی است. این روش به دلیل در اختیار قرار دادن کنترل مطلوب بر شرایط سنتز، امکان ساخت نانـــوذرات با اندازه و ریخت مختلف را مهیا می‌کند. در این مقاله، به بررســـی مختصر مقالات ارایه شده دربارهٔ تولید نانوذرات نقره به روش احیای شیمیایی انجـــام دادیم پیش ماده نقره، حلال، عامل احیا و عامل پوشـــش ارکان اصلی تولید نانوذرات نقره به روش احیای شـــیمیایی‌اند. در روش احیای شـــیمیایی، عوامل مختلفی می‌تواند بر اندازه، ریخت و کیفیت نانوذرات نقره تاثیر بگذارد. از مهمتریـــن عوامل موثر می‌توان، نوع و غلظـــت نمک نقره، عامل احیا، نوع و مقدار عامل پوشـــش، دما و زمان واکنش را نام بـــرد. برای تولید نانو ذرات یکنواخت وجود شـــرایط بهینه آزمایش ضروری اســـت. شـــرایطی که امکان هسته‌زایی و رشد منظم و مناسب را فراهم آورد. [۳]



شکل۳. تولید پارچه پنبه‌ای اصلاح شده با اکسید گرافن به روش جذب، کراس لینک از طریق پرتودهی گاما و کراس لینک شیمیایی

شکل ٤. تصاویر میکروسکوپ نوری عبوری غشاهای تهیه شده: الف) غشای اولیه/اصلاح نشده، ب) غشای حاوی نانولوله‌های کربن، ج) غشای حاوی نانوذرات ترکیبی نانولوله کربن- نانولایه نقره



نانوپوشش کربنی

کربن انواع مختلفی دارد که از این میان می‌توان به کربن بلک، نانولوله‌های کربنی (CNT)، گرافیت و الیاف کربن (CNF) اشـــاره نمود. در صورتی که از این ترکیبات برای پوشش‌دهی منسوجات استفاده شود، این امر سبب افزایش هدایت الکتریکی و استحکام کششی منسوج به ویژه در مورد CNF و CNT می‌شود. معمولاً اصلاحات مختلفی بر روی این ترکیبات برای ایجاد خواص مطلوب صورت می‌گیرد. در صورتی که این ترکیبات اصلاح نشوند، دارای حلالیت اندکی بوده و دیسپرس کردن آنها دشوار است. بدین‌منظور این ترکیبات را با گروه‌های فعال نظیر OH، NH2، COOH و... اصلاح می‌کنند. نانولوله‌های کربنی اصلاح نشده خاصیت آب‌گریزی دارد، که در اثر پوشش‌دهی منسوجات با این ترکیب خاصیت دفع آب ایجاد می‌شود. گرافیت به دلیل ساختار صفحه‌ای بهترین گزینـه برای ایجاد خاصیـت هدایت الکتریکی است زیرا ساختار صـفحه‌ای امکان انتقـال بهتر الکترون را فراهـم می‌آورد.

اکســـید گرافن (GO) یک ترکیب ضدباکتری است که از این ترکیب برای ایجاد نانوپوشش ضدباکتری استفاده می‌شود. این نانوپوشش به سه روش جذب مستقیم، اتصالات عرضی شیمیایی و پیوند عرضی ناشی از پرتودهی تهیه کرد که در هر سه روش ویژگی‌های ضد میکروبی مطلوبی حاصل می‌شود. در روش جذب مستقیم، جذب از طریق اعمال تنش در حمام فراصوت انجام می‌شود (تفاوت روش شیمیایی و پرتودهی در نحوه ایجاد اتصالات عرضی اســـت). در حالت اول پیوند ها از طریق واکنش‌های شیمیایی و عوامل اتصال‌دهنده ایجاد شده‌اند درصورتی‌که در حالت دوم ذرات دیسپرس شده GO روی سطح قرار گرفته و از طریق پرتودهی به سطح متصل می‌شـــوند. در شکل (۳) جزئیات این روش‌ها به صورت طرح وارده نشان داده شده است [۱]

ساخت غشای تبادل یونی ناهمگن به کمک ذرات ترکیبی نانولوله کربن-نانولایه نقره خواص الکتروشیمیایی و ضدباکتریایی:

در این تحقیق غشاهای تبادل کاتیونی ناهمگن بر پایه پلی‌وینیل کلراید با استفاده از تکنیک قالب‌گیری محلول پلیمری تهیه گردیـــد. اثر وجود نانو لوله‌های کربن عامل‌دار و نیز نانوذرات ترکیبی نانولوله‌کربن-نانولایه نقره در ســـاختار غشاها، بر خواص الکتروشیمیایی و ضد باکتریایی آنها بررسی شد. نانو ذرات ترکیبی با استفاده از تکنولوژی کندوپاش مگنترون در محیط پلاسما تهیه گردید. تصاویر میکروسکوپ نوری پراکندگی یکنواخت نانو ذرات را در بدنه غشـــاهای پلیمری نشان می‌دهد. همچنین پوشش سطح نانولوله‌های کربن به کمک نانولایه‌های نقره سبب توزیع یکنواخت‌تر نانوذرات در ساختار غشاها گشته است. نتایج نشان می‌دهد که خواص الکتروشیمیایی غشاها، با استفاده از نانوذرات بهبود می‌یابد. همچنین غشای تهیه شده بوسیله نانوذرات ترکیبی نانو لوله کربن- نانو لایه نقره، عملکرد الکتروشیمیایی و خاصیت ضدباکتریایی مناسب‌تری جهت حذف باکتری E-Coli در مقایسه با سایر غشاهای تهیه شده دارد.

بررسی خاصیت ضد باکتریایی غشاهای تهیه شده

از آنجایی که نانوذرات نقره خاصیت ضد باکتریایی خوبی دارند در صنایع تصفیه پساب بکار گرفته می‌شوند. بدین منظور خاصیت ضد باکتریایی غشاها در حذف باکتری E-Coli مورد ارزیابی قرار می گیرد. جهت بررسی عملکرد از روش دانسیته نوری در طول موج ۶۲۰ نانومتر استفاده گردید.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش تاثیر وجود نانولوله‌های کربنی عامل‌دار و نیز نانوذرات ترکیبی سنتز شده نانولوله‌کربن-نانولایه نقره بر خواص الکتروشیمیایی غشاهای تبادل کاتیونی بررسی شد. تصاویر میکروسکوپ نوری نشـــان داد که غشاهای تهیه شده دارای توزیع نسبتاً یکنواختی از ذرات رزین و نانو ماده افزودنی در ساختار پلیمری می‌باشند. همچنین پوشش سطح نانولوله‌های کربن به کمک نانولایه‌های نقره سبب توزیع یکنواخت‌تر نانوذرات در ســـاختار غشاها گشته است. نتایج به دست آمده نشان داد که غشای تهیه شده بوسیله نانوذرات ترکیبی نانولوله‌کربن-نانولایه نقره، دارای عدد انتقال، انتخاب‌پذیری و شـــار یونی بالاتری در مقایسه باغشای اصلاح نشده و نیز غشای نانوکامپوزیتی حاوی نانولوله‌های کربنی هستند.

همچنین خاصیت ضدباکتریایی غشاءها در حذف باکتری E-Coli مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد که غشاهای حاوی نانوذرات عملکرد مناسبی در حذف باکتری E-Coli دارند. [۴]

پی‌نوشت

Pejman_silver@yahoo.com

منابع

۱. سایت ستاد توسعه نانو
۲. سایت باشگاه نانو
3. farshad yazdani (2016) Iranian Chemical Engineering Journal - Vol. 15 - No. 85
۴. اکبر زنده نام (۱۳۹۴)/ فرایند نو/ فصلنامه تخصصی علمی ترویجی/ زمستان /۹۴ شماره ۵
۵. سایت تبیان به نشانی http://www.tebyan.net